



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

ANÁLISIS DE SINIESTRALIDAD DEL SEGURO DE DAÑOS

DE UNA COMPAÑÍA ASEGURADORA,

A TRAVÉS DE TABLAS DE CONTINGENCIA

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

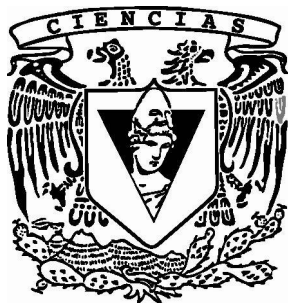
ACTUARIA

PRESENTA:

CONCEPCIÓN DIANA CRUZ SANTIAGO

DIRECTORA DE TESIS: M. EN A.P. MARÍA DEL PILAR  
ALONSO REYES

México, D.F. Octubre 2010.





Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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

*A mi mamá como agradecimiento a su apoyo,  
a su esfuerzo para brindarnos una educación.  
Gracias por ser un gran ejemplo de dedicación,  
fortaleza y superación.*

*Gracias por darme el mejor regalo de todos: la vida.*

## Agradecimientos

A mis padres Margarita y Joel, quienes me guiaron en mi transitar por la vida.

A mis hermanos Araceli, Joel y Nancy, por confiar en mí y por ser un gran ejemplo en mi vida.

A mi esposo D'Alejandro por su cariño, comprensión y apoyo durante el tiempo que le dediqué a este trabajo de Tesis. Gracias por hacerme tan feliz.

A mis amigas Beatriz y Karina, de quienes recibí un gran apoyo en todo momento.

A mi Directora de Tesis: M.en A.P. María del Pilar Alonso Reyes por su asesoramiento, tiempo, paciencia y estímulo para la realización de este trabajo.

# Índice general

<b>Índice general</b>	<b>5</b>
<b>Introducción</b>	<b>9</b>
<b>1. Bosquejo del Seguro de Daños</b>	<b>11</b>
1.1. Definición del seguro . . . . .	11
1.2. Clasificación de los seguros . . . . .	12
1.3. Definición de seguro de daños . . . . .	14
1.4. Pólizas de daños . . . . .	15
1.5. Ramos de seguro de daños . . . . .	16
<b>2. Datos de siniestralidad</b>	<b>27</b>
2.1. Distribución de siniestralidad de los años 2004, 2005 y 2006. . . . .	28
2.2. Siniestros reportados por ramo y mes del 2004 . . . . .	29
2.3. Siniestros reportados por ramo y mes del 2005. . . . .	32
2.4. Siniestros reportados por ramo y mes del año 2006. . . . .	33
2.5. Siniestros reportados por ramo y año. . . . .	34
2.6. Siniestros terminados por ramo y año. . . . .	35
<b>3. Tablas de Contingencia</b>	<b>39</b>
3.1. Tablas de $2 \times 2$ . . . . .	40

3.1.1.	Contraste de independencia: Prueba Ji-cuadrada de bondad de ajuste. . . . .	40
3.1.2.	Contraste de independencia en tablas $2 \times 2$ . . . . .	42
3.1.3.	Combinación de tablas $2 \times 2$ . . . . .	44
3.1.4.	Método de Agrupación . . . . .	45
3.1.5.	Método $\sqrt{X^2}$ . . . . .	47
3.2.	Tablas de contingencia $r \times c$ . . . . .	51
3.2.1.	Pruebas de independencia $r \times c$ . . . . .	51
3.2.2.	Tablas de contingencia de $r \times c$ . . . . .	51
3.2.3.	La Prueba de Ji-cuadrada para las diferencias en probabilidades . . . . .	52
3.2.4.	La prueba Ji-cuadrada para independencia . . . . .	55
3.2.5.	La prueba de la mediana . . . . .	61
3.2.6.	Coefficiente de correlación . . . . .	63
3.2.7.	Prueba de Cox-Stuart . . . . .	66
<b>4.</b>	<b>Tablas de contingencia <math>r \times c</math></b>	<b>71</b>
4.1.	Pruebas de independencia $r \times c$ . . . . .	71
4.2.	Tablas de contingencia de $r \times c$ . . . . .	72
4.3.	La Prueba Ji-cuadrada para las diferencias en probabilidades . . . . .	72
4.4.	La prueba Ji-cuadrada para independencia . . . . .	76
4.5.	La prueba de la mediana . . . . .	81
4.6.	Coefficiente de correlación . . . . .	83
4.7.	Prueba de Cox-Stuart . . . . .	86
<b>5.</b>	<b>Resultados de tablas de contingencia aplicados a los datos de siniestralidad</b>	<b>91</b>
<b>6.</b>	<b>Conclusiones</b>	<b>101</b>

<b>A. Cobertura del ramo de Incendio</b>	<b>103</b>
<b>B. Diversos misceláneos</b>	<b>117</b>
<b>C. Diversos técnicos</b>	<b>127</b>
<b>D. Cobertura del ramo de Transporte</b>	<b>137</b>
<b>E. Cobertura del ramo de Responsabilidad Civil</b>	<b>141</b>
<b>Bibliografía</b>	<b>145</b>





# Introducción

En la vida cotidiana se está expuesto a distintos riesgos de los cuales se ha tratado de encontrar soluciones, adoptando diferentes actitudes. Entre estas se encuentra la de transferir el peligro al que se encuentra expuesto, para lo que existe en el mercado una serie de productos destinados a cubrir, total o parcialmente tales riesgos.

El seguro surge como un tipo de financiamiento, mediante el cual no se traspasa el peligro en sí, sino parte de sus efectos financieros, disminuyendo así las pérdidas que pudiera sufrir el asegurado en sus bienes o en su persona, de suceder un incidente no planeado que trae consecuencias económicas.

El seguro parte de tener un interés asegurable, es decir, que el asegurado tiene tendencia en la conservación de un bien, sea la salud, el patrimonio, la familia, etc., ya que en caso de pérdida del mismo, repercutiría en su economía.

Cuando las personas tienen un daño personal o material provocada directamente por la materialización de un riesgo, las personas transfieren el mismo, es decir, ceden los efectos económicos causados por un siniestro generalmente a una institución de seguros.

Cuando se tiene la revelación de un riesgo, se dice que ha sucedido un siniestro, este término se utiliza para indicar que hubo un daño.

En este trabajo, en el capítulo 1 se señalará la definición y clasificación del seguro, se conocerá como está formado el contrato de seguro de daños, así como, la composición de una póliza de seguros, las coberturas básicas.

En el capítulo 2, se describirán las bases de datos obtenidas de la siniestralidad de los años 2004, 2005 y 2006 de una aseguradora por mes, año y ramo, de acuerdo a los siniestros registrados y terminados.

En el capítulo 3, se explicará la utilidad de las tablas de contingencia, las cuales son empleadas para registrar y analizar la relación entre dos o más variables.

En este trabajo se analizará: el contraste de independencia utilizando la prueba Ji-cuadrada de bondad de ajuste, contraste de independencia en tablas de  $2 \times 2$ , combinación de tablas  $2 \times 2$ , método de agrupación y aplicaciones de cada uno de ellos considerando los datos de las tablas del capítulo anterior.

En el capítulo 4 se estudiarán las tablas de contingencia de  $r \times c$  las cuáles representan la tabulación de datos de varias muestras, las que se utilizarán son: la prueba Ji-cuadrada para las diferencias en habilidades, Ji-cuadrada para independencia, la prueba de la mediana y el coeficiente de correlación, así mismo se llevará a cabo un ejemplo de cada una de las pruebas considerando los datos de las tablas del capítulo 2.

En el último capítulo 5, se llevará a cabo la aplicación de los datos del capítulo 3 realizando un análisis estadístico para las diferentes variables con las que se cuentan.

Por último, se tendrán las conclusiones de la aplicación de las pruebas realizadas en el capítulo 6 para conocer el comportamiento de los siniestros de los diferentes ramos del área de daños.

# Capítulo 1

## Bosquejo del Seguro de Daños

### 1.1. Definición del seguro

El seguro es un contrato por el cual una de las partes (el asegurador) se obliga, mediante una prima, que le abona la otra parte (el asegurado), a resarcir un daño o cumplir la prestación convenida si ocurre el evento previsto, como puede ser un accidente o un incendio, entre otras.

Las instituciones de seguros son entidades autorizadas por la Comisión Nacional de Seguros y Fianzas (CNSF) para poder asumir los riesgos que afectan al asegurado.

Existen intermediarios, los cuales son conductos de ventas que también requieren autorización de la CNSF para poder operar. Éstos pueden ser agentes, que son personas físicas o morales que intervienen en la contratación de seguros mediante el intercambio de propuestas, aceptaciones y en el asesoramiento para celebrarlos, para conservarlos o modificarlos. También pueden ser "brockers" o corredores, ellos son personas morales, cuya función es la de actuar como intermediario entre el asegurado y la aseguradora en la venta de seguros; su diferencia con el agente es que puede colocar negocios para varias compañías. Para la venta de seguros también hay licitaciones, este es un proceso donde el gobierno concursa por la adquisición de bienes o servicios garantizando las mejores condiciones económicas, técnicas y administrativas de acuerdo a sus necesidades.

Cuando ocurre un siniestro la empresa aseguradora se obliga a resarcir el daño o a pagar una suma de dinero al verificarse una eventualidad prevista en el contrato.

El contrato de seguro puede tener por objeto toda clase de riesgos si existe interés asegurable, salvo prohibición expresa de la ley o las exclusiones contenidas en la póliza contratada.

El asegurador por lo general es una compañía organizada bajo la forma de sociedad anónima, pero también existen cooperativas y mutualidades de seguros.

El contrato de seguro es consensual, bilateral y aleatorio. Es consensual porque se perfecciona por el consentimiento de las partes y produce sus efectos desde que se ha realizado la convención; es bilateral a razón de que origina derechos y obligaciones recíprocas entre asegurados, aseguradores, es aleatorio porque se refiere a la indemnización de un daño producido por un acontecimiento o un hecho incierto, ya que no se sabe si se va a producir y, como ocurre con la muerte, no se sabe cuándo ello va a acontecer.

## 1.2. Clasificación de los seguros

Los seguros pueden clasificarse en seguros sociales y privados.

Los seguros sociales, los cuales se hallan a cargo del Estado, tienen por objeto amparar a la clase trabajadora contra ciertos riesgos, como la muerte, los accidentes, la invalidez, las enfermedades, la desocupación o la maternidad. Son obligatorias sus primas y están a cargo de los asegurados y empleadores, y en algunos casos el Estado contribuye también con su aporte para la financiación de las indemnizaciones. Otra de sus características es la falta de una póliza, con los derechos y obligaciones de las partes, dado que estos seguros son establecidos por leyes y reglamentados por decreto.

El asegurado instituye al beneficiario del seguro, y si faltase esa designación serán beneficiarios sus herederos legales, en el orden y en la proporción que establece el Código Civil.

Los seguros privados, son los que el asegurado contrata voluntariamente para cubrirse de ciertos riesgos, mediante el pago de una prima que se halla a su cargo exclusivo, estos se concretan con la emisión de una póliza en la que constan los derechos y obligaciones del asegurado y asegurador.

En general, los tipos de productos que se pueden encontrar se dividen en dos categorías:

- Los que afectan directamente a las personas o a sus propiedades.

- Los que asumen riesgos financieros.

Se define el riesgo como algo a lo que todos los individuos u objetos están expuestos, pero que es incierto porque su acontecimiento puede suceder o no, los hay de tres tipos: los personales, los materiales y los patrimoniales.

Las clases de seguros que se pueden encontrar en el mercado que afectan directamente a las personas y sus propiedades son:

- Seguro de vida. Hay dos tipos: de fallecimiento, con el cual los que cobran la póliza pactada son los beneficiarios; y de supervivencia, cuando el capital abonado es el reembolsado al asegurado, si al término del contrato de la póliza éste aún vive.
- Seguros de gastos médicos, cubren lesiones o incapacidades que afecten la integridad personal o la salud del asegurado, ocasionada por un accidente o enfermedad.
- Seguro de daños, es un contrato que pretende el resarcimiento de un daño patrimonial sufrido por el asegurado.
- Seguro de automóvil, es un contrato de seguro que cubre los riesgos creados por la conducción de automóviles en caso de causar un accidente.

En México la cultura del seguro es muy pobre, mientras en países como Estados Unidos la participación de esta industria representa más del 7 % del producto interno bruto, en nuestro país únicamente representa el 1.8 %.

Existen varios factores por los que los mexicanos no cuentan con un seguro, en la mayoría de los casos no es por falta de recursos económicos, sino por desconocimiento de los beneficios de contar con una protección.

Se tiene la idea errónea de que los seguros son un producto de lujo o bien caro, pero la realidad es que existen de diferentes tipos para cada una de las necesidades específicas.

Existe en México una asociación que agrupa a todas las compañías aseguradoras que es la Asociación Mexicana de Instituciones de Seguros, A.C.(AMIS). Su objetivo es promover el desarrollo del sector asegurador, representar sus intereses ante autoridades del sector público, privado o social y proporcionar apoyo técnico a sus asociadas. Actualmente se encuentran 31 compañías asociadas a la AMIS.

### 1.3. Definición de seguro de daños

El seguro de daños es el contrato por el cual se resarce la pérdida económica o financiera que sufre un individuo, derivada de la realización de un riesgo previsto.

La persona física o moral que decide transferir el riesgo de sus bienes a través de un contrato de seguros, se llama asegurado.

Asegurado. Es la persona que contrata el seguro con una empresa (aseguradora), realiza los pagos de las primas y recibe los beneficios de la indemnización.

La compañía aseguradora realiza un contrato o póliza el cual es un documento donde se establecen los derechos, obligaciones y condiciones tanto del asegurado como de la aseguradora.

Los elementos que son necesarios para que exista el contrato del seguro de daños son: un asegurado, un contratante, una aseguradora, un bien y un interés asegurable. Cuando la persona física o moral realiza un trato con la aseguradora, la institución a cambio de una prima pagada por el asegurado, comparte el riesgo por el cual se realizó el contrato, y en el caso de ocurrir un siniestro que cumpla con las condiciones de la póliza, la aseguradora resarce el daño económico sufrido, es decir, la compañía pagará la reparación, repondrá o dará el dinero al asegurado, para resarcir la pérdida que sufre.

Lo que protege el seguro de daños es el patrimonio del asegurado, los cuales pueden ser: bienes muebles o inmuebles, daños a terceros que sean responsabilidades legales del asegurado y las pérdidas financieras.

Estos bienes son protegidos con un límite de responsabilidad máximo que se denomina suma asegurada, la cual equivale al valor de los bienes que se están asegurando y se puede determinar de dos formas:

- Valor real. Es el costo que tienen los bienes nuevos, con las mismas características que los asegurados, menos la depreciación por uso.
- Valor de reposición. Es el costo que tienen los bienes nuevos, con las mismas características que los asegurados, sin aplicar la depreciación por uso.

Existen dos formas de protección del seguro de daños:

- Seguro a riesgos nombrados. Son aquellos en el que el asegurado elige los riesgos contra los que quiere que se protejan sus bienes y los elige de una serie de coberturas que ofrece la compañía aseguradora.

- Seguro a todo riesgo. Son aquellos que brindan al asegurado la protección contra cualquier cosa que le pase a sus bienes excepto aquello que está expresamente excluido (tanto general como particularmente) por la compañía aseguradora.

## 1.4. Pólizas de daños

Como se menciona anteriormente, las pólizas son contratos en donde se establecen los derechos, obligaciones y condiciones tanto del asegurado como de la aseguradora. Independientemente del tipo de seguro que se trate, todos incluyen la siguiente información:

- Carátula de la póliza la cual incluye:
  - Nombre y domicilio de las partes contratantes (asegurado y empresa aseguradora).
  - Descripción detallada del bien o, en el caso de los seguros de vida, si existen enfermedades, su tipo, años de padecimiento, etc..
  - Monto de la prima a pagar, ya sea anual o mensualmente.
  - Deducibles, si es el caso. Es la cantidad que el asegurado tiene que pagar de su bolsillo para cubrir parte de los gastos del siniestro antes que el seguro comience a pagar por el restante.
  - Vigencia del seguro.
  - Suma asegurada. En daños materiales, es el valor que el titular de la póliza establece para los bienes cubiertos por el contrato. Esta cantidad es el límite máximo de responsabilidad que la empresa de seguros está obligada a pagar cuando el siniestro se presenta. En el caso de los seguros de vida, se refiere a la cantidad de dinero que se paga al momento de ocurrir el evento contratado, sea fallecimiento o sobrevivencia. Estos aspectos dependerán de lo establecido en la póliza.
  - Beneficiarios. Elemento común sobre todo en los seguros de vida por el cual el asegurado designa a las personas que recibirán la indemnización
- Condiciones generales: Es el contrato propiamente dicho. Es un folleto en el que se explican con detalle las características del seguro que se contrata.

- Beneficios y endosos. Son las modificaciones o elementos adicionales que, de común acuerdo con la empresa, el asegurado realiza.
- Exclusiones. Son todas aquellas condiciones por las que la empresa aseguradora no pagará la indemnización una vez presentado el siniestro.
- Cláusulas. Son las condiciones que, de acuerdo con la Ley sobre el Contrato de Seguros, deben aparecer en toda póliza.

Todas las pólizas de seguros de daños cuentan con una cobertura básica, con riesgos adicionales u opcionales, con exclusiones particulares de cada riesgo y con exclusiones generales.

El riesgo básico es el suceso principal que se cubre dentro del seguro, es decir, son las principales causas que por la magnitud de los daños que provocan cuando se presentan, amenazan a la generalidad de los asegurados.

Los riesgos adiciones u opcionales son aquéllos que complementan la protección que se otorga a los bienes. Son adicionales ya sea porque es menor la frecuencia con la que se presentan (respecto a la de los básicos) o porque no amenazan a todos los asegurados (sólo se presenta en algunos sitios). Para poder contratarlos es necesario tener los riesgos básicos.

Las exclusiones son los riesgos nombrados que de presentarse, la aseguradora no pagará los daños que provoquen. Estos se dividen en:

- Exclusiones que pueden ser cubiertos mediante convenio expreso. Son algunos riesgos que, a pesar de no cubrirse, pueden ampararse si el asegurado lo acuerda expresamente con la compañía.
- Exclusiones particulares. Son ciertas situaciones en que si se presentan los riesgos, no serán pagados los daños que causen.
- Exclusiones generales son riesgos y situaciones en que nunca se pagarán los daños causados y son comunes a todos los riesgos comprendidos en un ramo.

## 1.5. Ramos de seguro de daños

A los diferentes tipos de seguro de daños se les llaman ramos, los cuales son riesgos que tienen naturaleza semejante o que afectan cierta parte del patrimonio



del individuo. Estos a su vez se subdividen en subramos, que son secciones del seguro muy específicos.

A continuación se indican los ramos y subramos del seguro de daños.

- Ramo de incendio
  - Incendio
  - Rayo
  - Explosión
- Ramo de responsabilidad civil y riesgos profesionales
  - Responsabilidad civil familiar
  - Responsabilidad civil viajero
  - Responsabilidad civil actividades e inmuebles
  - Responsabilidad civil profesional
- Ramo de transportes y marítimo
  - Transporte de carga
  - Casco de aeronaves
  - Casco de embarcaciones
- Ramo diversos
  - Diversos misceláneos
  - Ramos técnicos
- Ramo de automóviles
- Ramo agrícola
  - Agropecuario
  - Pecuario

## Ramo de incendio

El ramo de incendio cubre dos tipos de daños:

- Daños directos. Son aquellos que afectan en la constitución física o material de los bienes asegurados.
- Daños indirectos. Son aquellos que como consecuencia directa del daño material, afectan principalmente las ganancias del individuo.

Los bienes amparados son: edificios, contenidos y pérdidas consecuenciales.

Dentro del edificio se incluyen instalaciones de servicios y demás aditamentos que se encuentren fijos, mejoras y adaptaciones hechas al local, instalaciones especiales como antenas, torres, etc. En contenidos se asegura la maquinaria incluyendo sus instalaciones, herramientas, refacciones, accesorios y equipo mecánico en general, materia prima, productos en proceso y terminados, mobiliario y equipo. Con respecto a las pérdidas consecuenciales cubren las utilidades, así como salarios y gastos fijos de la compañía asegurada.

Las coberturas que se pueden amparar por este seguro se comercializan bajo dos esquemas básicos:

### 1. Esquema de riesgos nombrados

- Cobertura básica (incendio, rayo y explosión)
- Huelgas o alborotos populares
- Combustión espontánea

### 2. Esquema todo riesgo de incendio

- Todo riesgo de incendio, cubre todos los riesgos causados por incendio exceptuando las exclusiones mencionadas en la póliza.  
Adicionalmente, en ambos esquemas es posible contratar coberturas de pérdidas consecuenciales, dependiendo de la actividad, giro, o intereses del propio asegurado:
  - Pérdidas consecuenciales
  - Remoción de escombros
  - Ganancias brutas

- Gastos extraordinarios
- Gastos extras para casa habitación
- Interrupción de actividades comerciales
- Pérdida de utilidades, gastos fijos y salarios
- Pérdida de rentas
- Interdependencia
- Seguro contingente

Las coberturas de terremoto y riesgos hidrometeorológicos se venden por separado de la de Incendio, son riesgos excluidos que pueden ser cubiertos por convenio expreso.

## Ramo de Responsabilidad Civil

El ramo de responsabilidad civil es la obligación legalmente impuesta o que voluntariamente asumen las personas para reparar un daño a terceros.

La naturaleza del riesgo de la responsabilidad civil se deriva de la acción del hombre como ser social. Es decir, de la interacción del ser humano en sociedad donde, a veces, las acciones de un miembro pueden dañar a otro, exista o no una intencionalidad.

Los elementos que son necesarios para que exista una responsabilidad civil son:

- Un acto u omisión culposa o negligente
- Un daño, que puede ser físico, moral, psicológico o económico.
- Una relación causa-efecto entre ese acto, omisión culposa o negligente y el daño.

La responsabilidad civil que existe y que emana de la ley, puede ser de dos tipos:

- Responsabilidad culposa o subjetiva
- Responsabilidad causal u objetiva

La responsabilidad civil culposa o subjetiva se deriva del sujeto y es aquella en la que incurre el hombre obrando ilícitamente o contra las buenas costumbres; así como, por el ejercicio de un derecho, causa daño a otro.

La responsabilidad civil causal u objetiva se deriva del objeto y es aquella en la que incurre el hombre, que haciendo uso de mecanismos, sustancias o aparatos peligrosos en sí mismos, o por la posesión, mantenimiento o uso de bienes inmuebles o muebles, causa un daño a otro.

El impacto que tiene el riesgo o las acciones del hombre son de tipo:

- Material. Daños a bienes que pertenecen a otras personas como sus casas, propiedades, efectos personales, etc.
- Personas. Lesiones, muerte, perjuicio, daño moral.
- Económico. Desequilibrio económico a quien se causa el daño.

## Marco Legal

En el artículo 1910 del Código Civil para el Distrito Federal se define la responsabilidad civil de la siguiente manera:

*“El que obrando ilícitamente o contra de las buenas costumbres cause daño a otro, está obligado a repararlo, a menos que demuestre que el daño se produjo como consecuencia de culpa o negligencia inexcusable de la víctima.”*

Obrar ilícitamente se entiende que es la conducta humana culposa, negligente, imprudente, falta de cuidado, impericia o la omisión de lo que debe hacerse.

Las leyes que regulan el seguro de responsabilidad civil son:

- Ley General de Instituciones y Sociedades Mutualistas de Seguros.
- Ley sobre el Contrato de Seguro
- Código Civil para el Distrito Federal (D.F.)
- Ley Federal del Trabajo.

El fundamento de la responsabilidad civil se encuentra en el Código Civil para el D.F. , además de los Códigos Civiles particulares de cada estado de la República.

También resulta aplicable, por expresa remisión del Código Civil, la Ley Federal del Trabajo, en lo que se refiere a los riesgos profesionales, en donde se indican los montos de las indemnizaciones por lesiones corporales.

En cuanto a la responsabilidad de los transportistas de pasajeros es necesario acudir a la Ley de Vías Generales de Comunicación.

La Ley General de Instituciones y Sociedades Mutualistas de Seguros regula el seguro de responsabilidad civil en cuanto a qué es un seguro correspondiente a operación de daños. (Art. 7)

La Ley sobre el Contrato de Seguro regula el seguro de responsabilidad en cuanto a su operación (art. 145 a 150)

El seguro de responsabilidad civil está formado por unas condiciones generales y diversas modalidades, dependiendo del giro del negocio que se asegure. Sin embargo, en muchas compañías se acostumbra identificar a las modalidades como diferentes tipos de seguro, como son:

- Responsabilidad civil industria
- Responsabilidad civil comercio
- Responsabilidad civil hotelería
- Responsabilidad civil constructores
- Responsabilidad civil privada y familiar
- Responsabilidad civil talleres y estacionamientos
- Responsabilidad civil daños por la carga
- Responsabilidad civil profesional

### **Condiciones generales del seguro de responsabilidad civil**

La compañía se obliga a pagar los daños y consecencialmente los perjuicios y el daño moral que el asegurado cause a terceros y por los que éste debe responder, conforme a la legislación aplicable en materia de responsabilidad civil vigente en los Estados Unidos Mexicanos (o de responsabilidad civil por daños en el extranjero), por hechos u omisiones no dolosos ocurridos durante la vigencia de esta póliza, y que causen la muerte o el menoscabo de la salud de dichos terceros, o el deterioro o la destrucción de los bienes propiedad de los mismos.

## Ramo de Transportes

La economía mundial actual, se basa principalmente en el intercambio comercial internacional y nacional, para facilitarlos, se han creado una serie de redes de comunicación y transporte, de las cuales depende totalmente. Como cualquier otra actividad, el traslado de mercancía está sujeto a ciertos riesgos que pueden afectarla, así como también al medio en el que se transporta e interrumpir la eficacia de la red. Al ser interrumpida la red de transporte se generan pérdidas tanto para el vendedor, como para el comprador. El seguro de transporte surge para compensar esa pérdida económica y dar equilibrio a la economía.

El seguro de transporte de carga, cubre la protección para el transporte de todo tipo de bien, en todo el mundo.

Clasificación de medios de transportes:

- Transporte Terrestre.
  - Transporte terrestre por carretera. Es el que efectúan las personas físicas o morales respecto de bienes propios o conexos de sus respectivas actividades. De acuerdo al Reglamento de Tránsito en Carreteras Federales (art. 5º.) los vehículos se clasifican de acuerdo a su servicio en:
    - Servicio privado
    - Servicio público local
    - Servicio público federal
  - Transporte terrestre por ferrocarril. Se clasificará en trenes de mercancía, vagones especializados, cajas refrigeradoras, etc.
- Transporte aéreo. De acuerdo a la Ley de Aviación Civil, art.5º, las aeronaves mexicanas se clasifican en:
  - Civiles. Pueden ser:
    - De servicio al público. Las empleadas para la prestación al público de un servicio de transporte aéreo regular o no regular, nacional o internacional.
    - Privadas. Las utilizadas para usos comerciales diferentes al servicio público o para el transporte particular sin fines de lucro.
  - Del Estado. Pueden ser:

- Las de propiedad o uso de la Federación distintas de las militares; las de los gobiernos estatales y municipales; las de las entidades paraestatales.
- Las militares, que son destinadas o en posesión del Ejército, Armada o Fuerza Aérea Nacionales.

De acuerdo al servicio, esta misma Ley especifica:

- Servicio nacional o internacional
- Servicio regular o no regular
- Servicio de pasajeros, carga o correo

En cuanto a los requisitos para permisos y concesiones, algunos usos son:

- Transporte aéreo privado comercial (art.27°). Es el que se destina al servicio de una o más personas, físicas o morales, distintas del propietario o poseedor de la aeronave, con fines de lucro.
- Transporte aéreo privado no comercial (art.28°). Es el que se destina a uso particular, sin fines de lucro.
- Transporte aéreo nacional no regular (art.23°). Como fletamento y taxis aéreos.
- Transporte Marítimo.
  - Fluvial. Este medio es a través de ríos y lagos, utilizando barcazas, chalanes, pagas, etc.
  - Marítimo. Se clasifica de acuerdo a su tipo de navegación en:
    - ◇ Interior. Dentro de los límites de los puertos o lagos, lagunas, presas, ríos.
    - ◇ De cabotaje. Significa el transporte entre dos puertos en un mismo litoral.
    - ◇ Interoceánico o de altura. La mercancía es transportada en mares u océanos. Las embarcaciones utilizadas en ambos servicios pueden ser: buques de mercancía general, granel, petroleros, gaseros, contenedores, refrigeradores, etc.

De acuerdo a la Ley de Navegación, las embarcaciones se clasifican en:

- Por uso

- De transporte de pasajeros
- De transporte de carga
- De recreo y deportivas
- Especiales (dragas, remolcadores, embarcaciones de salvamento)
- Por sus dimensiones.
  - Buque o embarcación mayor (de quinientas unidades de arqueo bruto o más)
  - Embarcación menor (de menos de quinientas unidades de arqueo bruto).

Las leyes que rigen el transporte de mercancías son:

- Transporte Terrestre
  - Ley de Caminos, Puentes y Autotransporte Federal
  - Reglamento para el Transporte Terrestre de Materiales y Residuos Peligrosos
  - Reglamento de Autotransporte y Tervicios Auxiliares
  - Reglamento de Tránsito en Carreteras Federales
- Transporte Aéreo.
  - Ley de Aviación Civil
  - Transporte Marítimo.
  - Ley de Navegación
  - Ley de Navegación y Comercio Marítimos
  - Código de Comercio
  - Reglas de York-Amberes

## Ramo Diversos

El ramo de diversos está dividido en dos categorías que son misceláneos y técnicos.

- Diversos misceláneos
  - Robo de mercancía o contenidos, con o sin violencia
  - Rotura de cristales



- Dinero y valores
- Obras de arte
- Anuncios luminosos
- Objetos personales
- Diversos ramos técnicos
  - Equipo electrónico
  - Calderas y recipientes sujetos a presión
  - Obra civil
  - Rotura de maquinaria
  - Montaje
  - Equipo de contratistas

### **Ramo Agrícola**

Tiene por objeto la cobertura de los riesgos que puedan afectar a las explotaciones agrícolas, ganaderas o forestales y sus principales modalidades son:

- Seguro de ganado.
- Seguro de incendio de cosechas.
- Seguro de granizo.



## Capítulo 2

# Datos de siniestralidad

Una base de datos es una recopilación de información relacionada que se encuentra agrupada o estructurada de tal forma que se puede manipular fácilmente la información.

Cada base de datos se compone de una o más tablas que almacenan grandes cantidades de información de forma organizada para que posteriormente se pueda encontrar, analizar y utilizar fácilmente. Cada tabla tiene una o más columnas y filas. Las columnas guardan una parte de la información sobre cada elemento que queramos guardar y cada fila conforma un registro.

En este capítulo se presentarán los registros de una aseguradora sobre los siniestros registrados y terminados por mes, ramo y subramo.

Los datos fueron obtenidos de los registros de una compañía aseguradora, la cual tiene un control de la información del número de siniestros reportados y terminados, de acuerdo al tipo de ramo del seguro de daños: incendio, responsabilidad civil, transporte, diversos y agrícola, éstos registros se manejan por año y por mes.

En este capítulo se manejará la información resumida en una tabla de datos, la cual representa la distribución de la siniestralidad y porcentajes determinados por: ramo, año y mes. Así mismo, se representan gráficamente los datos.

## 2.1. Distribución de siniestralidad de los años 2004, 2005 y 2006.

A continuación, se presentan los resultados obtenidos de los siniestros registrados a través de tablas de frecuencia, de acuerdo a los ramos del área de siniestros daños en los años 2004, 2005 y 2006.

Cuadro 2.1: Distribución de siniestralidad y porcentaje de los años 2004, 2005 y 2006.

Mes	2004		2005		2006	
	Casos	% Casos	Casos	% Casos	Casos	% Casos
Enero	3,485	8.59 %	3,259	7.47 %	2,649	8.29 %
Febrero	3,090	7.62 %	3,579	8.20 %	2,467	7.72 %
Marzo	3,793	9.35 %	3,420	7.84 %	2,540	7.95 %
Abril	3,098	7.64 %	3,304	7.57 %	2,221	6.95 %
Mayo	3,199	7.89 %	3,621	8.30 %	2,924	9.15 %
Junio	3,460	8.53 %	3,649	8.36 %	2,955	9.25 %
Julio	3,229	7.96 %	3,952	9.06 %	2,817	8.82 %
Agosto	3,405	8.39 %	4,009	9.19 %	2,980	9.33 %
Sept.	3,422	8.44 %	3,372	7.73 %	2,838	8.88 %
Oct.	3,546	8.74 %	4,826	11.06 %	2,725	8.53 %
Nov.	3,697	9.11 %	3,549	8.14 %	2,498	7.82 %
Dic.	3,144	7.75 %	3,084	7.07 %	2,336	7.31 %
Total	40,568	100 %	43,624	100 %	31,950	100 %

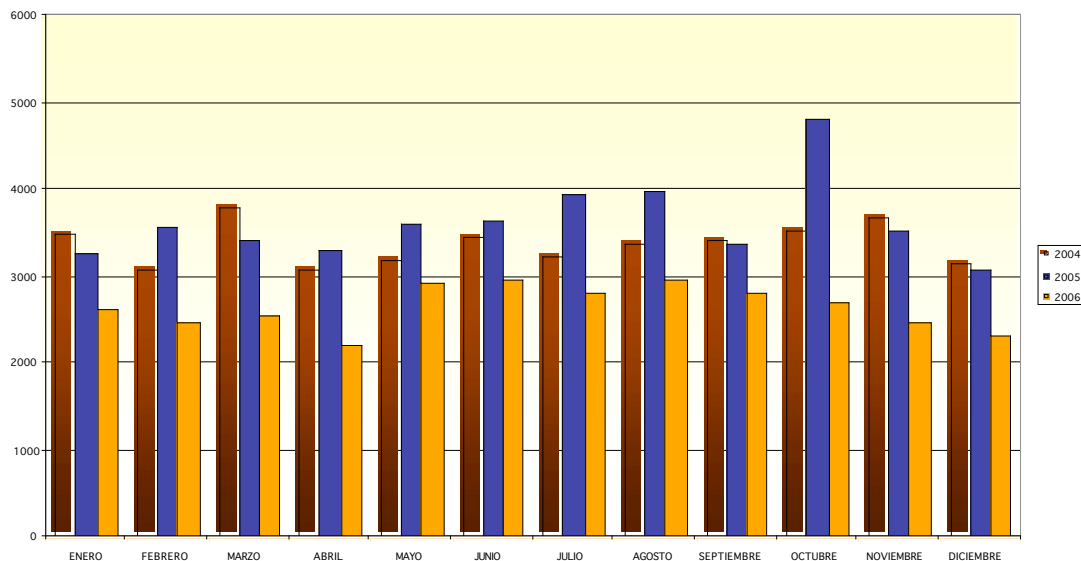


Figura 2.1: Siniestros registrados por año y por mes

Como se puede observar en el año 2005, se encuentra el mayor número registros de siniestros en los meses de julio a octubre, ya que en este año se presentaron varios fenómenos hidrometeorológicos y uno de los más importantes y que tuvo mayor impacto en el área de seguros fue el huracán Wilma que ocurrió en octubre del 2005.

En general, se puede distinguir en la gráfica el descenso que ha habido en el reporte de siniestros.

A continuación, se analizarán cada uno de los años para poder observar los reportes de los diferentes ramos.

## 2.2. Siniestros reportados por ramo y mes del 2004

En la tabla 2.2 se muestra la distribución por ramo y mes del año 2004, en ésta se encuentra que en total se registraron 40,568 siniestros, en promedio se registraron 623 siniestros por mes del ramo agrícola, 1710 del ramo de

diversos, 262 del ramo de incendio, 487 del ramo de responsabilidad civil y 299 de transportes.

Cuadro 2.2: Siniestros reportados por ramo y mes del 2004.

Mes	Agrícola	Diversos	Incendio	RC	Transporte	Total
Enero	678	1,725	268	481	333	3,485
Febrero	544	1,618	190	453	285	3,090
Marzo	724	1,959	242	533	335	3,793
Abril	623	1,523	240	407	305	3,098
Mayo	615	1,605	239	477	263	3,199
Junio	500	1,793	335	564	268	3,460
Julio	515	1,597	294	505	318	3,229
Agosto	556	1,767	327	502	253	3,405
Septiembre	541	1,693	396	486	306	3,422
Octubre	726	1,754	245	490	331	3,546
Noviembre	784	1,901	223	489	300	3,697
Diciembre	668	1,585	141	456	294	3,144
Total	7,474	20,520	3,140	5,843	3,591	40,568

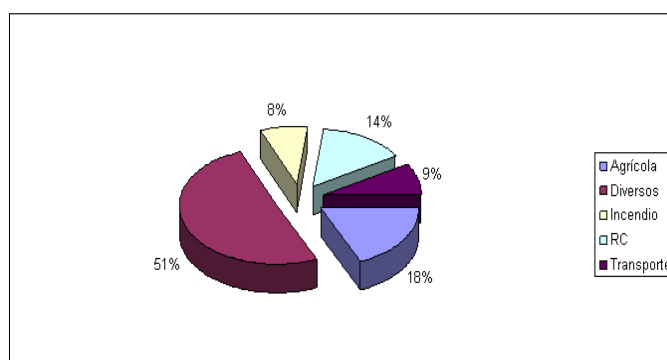


Figura 2.2: Siniestros reportados por ramo y mes del 2004

De la información se puede ver que los siniestros del ramo de diversos son los más representativos ya que equivale al 51 % de los siniestros reportados en el 2004 y el 49 % se divide de la siguiente manera: el 18 % de agrícola, el 14 % de responsabilidad civil, el 9 % de transportes y el 8 % de incendio.

### 2.3. Siniestros reportados por ramo y mes del 2005.

Con respecto al año 2005 se tuvieron 43,624 siniestros reportados, en comparación al año 2004 se observa que el número de registros aumentó 3,056 reportes, en el 2005, el ramo de incendio es el que tuvo el mayor número de siniestros registrados, esto debido a los siniestros ocasionados por el huracán Wilma.

Se tuvieron 524 siniestros reportados en promedio por mes en el ramo de agrícola, 1,767 en diversos, 527 en incendio, 550 de responsabilidad civil y 268 en transportes. Los porcentajes de registros por ramo quedaron de la siguiente manera: 14% agrícola, 49% diversos, 14% incendio, 14% responsabilidad civil y 7% de transportes.

En este caso, aunque el ramo de diversos fue el de mayor importancia, se puede observar que tuvo una disminución en porcentaje comparado con el año 2004, e incendio tuvo un incremento.

Cuadro 2.3: Siniestros reportados por ramo y mes del año 2005.

Mes	Ramo					Total
	Agrícola	Diversos	Incendio	RC	Transporte	
Enero	590	1,778	184	468	239	3,259
Febrero	882	1,696	259	476	266	3,579
Marzo	685	1,714	280	499	242	3,420
Abril	387	1,879	242	529	267	3,304
Mayo	596	1,846	334	580	265	3,621
Junio	552	1,803	285	729	280	3,649
Julio	390	1,780	996	525	261	3,952
Agosto	540	2,037	508	618	306	4,009
Septiembre	410	1,690	424	580	268	3,372
Octubre	455	1,787	1,747	529	308	4,826
Noviembre	415	1,663	662	551	256	3,549
Diciembre	383	1,525	405	511	260	3,084
Total	6,285	21,198	6,326	6,595	3,220	43,624



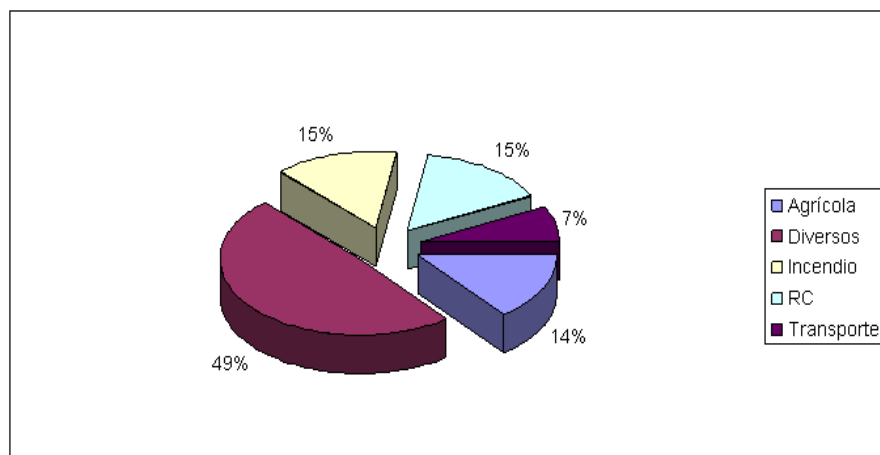


Figura 2.3: Porcentaje de siniestros reportados por ramo en el 2005

## 2.4. Siniestros reportados por ramo y mes del año 2006.

Con respecto a los siniestros que se reportaron en el año 2006, en promedio se tienen 1,612 siniestros reportados por mes en el ramo de diversos, 322 en incendio, 506 en responsabilidad civil y 201 en transportes. El ramo de diversos aumentó en porcentaje en comparación de los años anteriores con representación del 60 % de siniestros reportados, el 12 % de incendio el 9 % de responsabilidad civil y el 8 % de transportes.

En este año se consideró el no asegurar el ramo agrícola, por lo cual se presenta un descenso en la información.

Cuadro 2.4: Siniestros reportados por ramo y mes del año 2005.

Mes	Ramo					Total
	Agrícola	Diversos	Incendio	RC	Transporte	
Enero	74	1,545	312	489	229	2,649
Febrero	39	1,478	286	512	152	2,467
Marzo	18	1,571	248	482	221	2,540
Abril	25	1,347	211	468	170	2,221
Mayo	48	1,753	316	553	254	2,924
Junio	5	1,867	294	579	210	2,955
Julio	10	1,716	375	535	181	2,817
Agosto	3	1,660	550	559	208	2,980
Septiembre		1,583	538	491	226	2,838
Octubre		1,706	281	514	224	2,725
Noviembre	1	1,572	257	484	184	2,498
Diciembre		1,586	190	402	158	2,336
Total	223	19,347	3,858	6,068	2,417	31,950

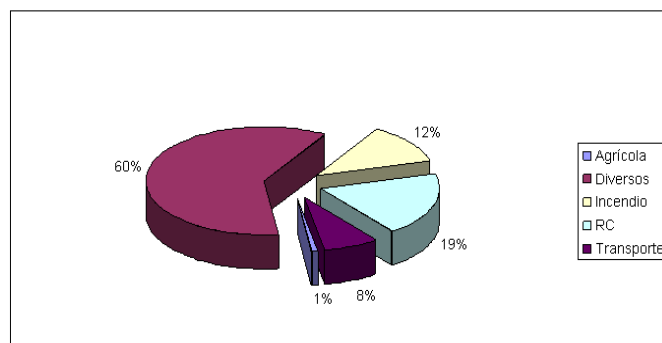


Figura 2.4: Porcentaje de siniestros reportados por ramo en el 2006

## 2.5. Siniestros reportados por ramo y año.

Nuevamente el ramo de diversos es el más grande en cuanto a su contribución en los siniestros, ya que se tiene el 50% del total general que entran en este

rubro.

Cuadro 2.5: Siniestros reportados por año.

Año	Agrícola	Diversos	Incendio	RC	Transporte	Total general
2004	7,474	20,520	3,140	5,843	3,591	40,568
2005	6,285	21,198	6,326	6,595	3,220	43,624
2006	223	19,384	3,858	6,068	2,417	31,950

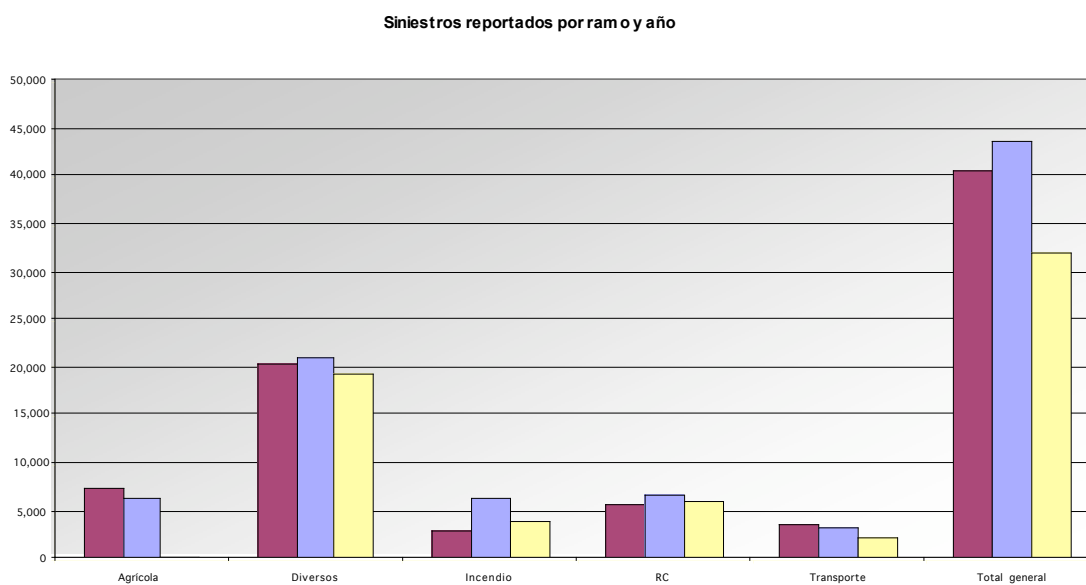


Figura 2.5: Siniestros reportados por ramo y año

## 2.6. Siniestros terminados por ramo y año.

En el caso de los siniestros terminados para cada año se puede observar que se termina en promedio el 53 % de los casos del ramo de diversos.

Cuadro 2.6: Distribución de siniestros terminados de los años 2004, 2005 y 2006.

Ramo	2004		2005		2006	
	Casos	% Casos	Casos	% Casos	Casos	% Casos
Agrícola	7,160	18 %	6,471	16 %	850	2 %
Diversos	20,055	50 %	20,740	51 %	22,269	57 %
Incendio	3,398	9 %	4,277	11 %	5,704	15 %
RC	5,729	14 %	5,818	14 %	7,059	18 %
Transporte	3,580	9 %	3,055	8 %	2,877	7 %
Total general	39,922	100 %	40,361	100 %	38,759	100 %

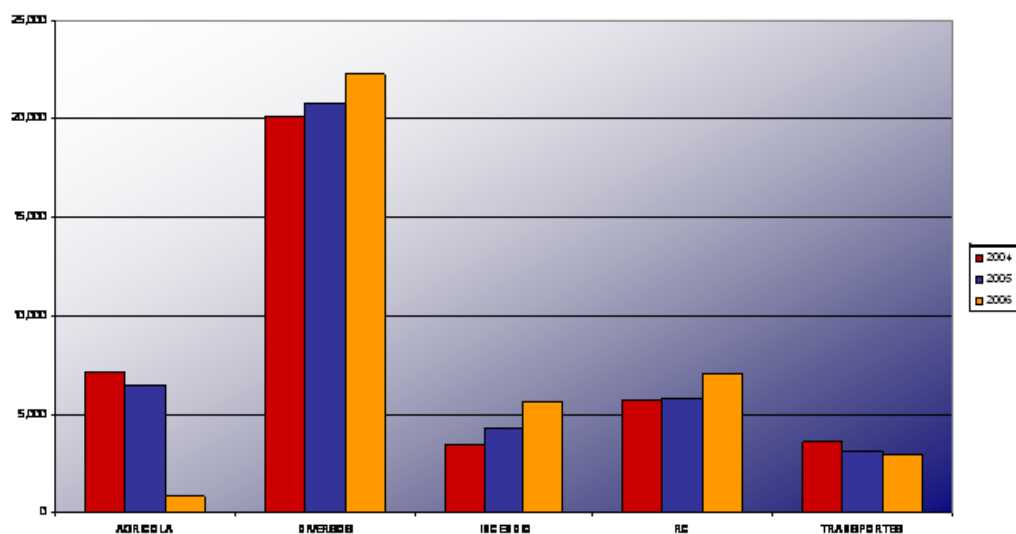


Figura 2.6: Distribución de siniestros terminados de los años 2004,2005 y 2006.

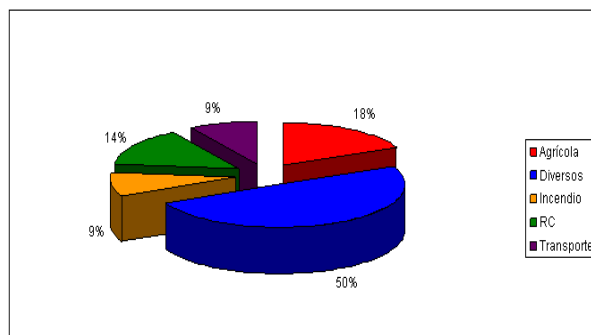


Figura 2.7: Porcentaje de siniestros terminados por ramo en el año 2004.

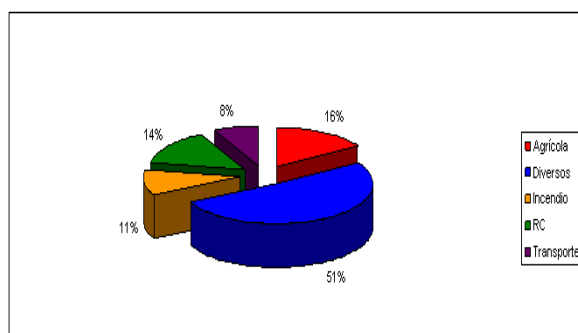


Figura 2.8: Porcentaje de siniestros terminados por ramo en el año 2005.

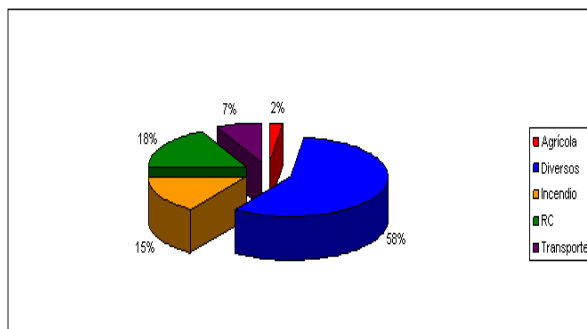


Figura 2.9: Porcentaje de siniestros terminados por ramo en el año 2006.

En las gráficas anteriores se puede observar que el ramo de diversos es el más representativo de los siniestros terminados, con respecto a los ramos restantes.

# Capítulo 3

## Tablas de Contingencia

Una tabla de contingencia es un conjunto de números naturales en forma de matrix, donde éstos representan cuentas o frecuencias.

En estadística las tablas de contingencia se emplean para registrar y analizar la relación entre dos o más variables habitualmente de naturaleza cualitativa-nominales u ordinales.

Se denomina variables cualitativas a aquellas cuyo resultado es un valor o clase de entre un conjunto finito de respuestas posibles. Para este tipo de variables se abordan ensayos que permiten que hayan más de dos resultados posibles, en este caso puede ser que un siniestro se puede clasificar en los siguientes ramos: incendio, responsabilidad civil, transportes, diversos o agrícola. De acuerdo a esta clasificación se puede decir que se trata con ensayos multinomiales.

De acuerdo a la información anterior se puede generar la siguiente tabla:

Cuadro 3.1: Tabla de contingencia  $5 \times 3$

	<b>2004</b>	<b>2005</b>	<b>2006</b>
<b>Agrícola</b>	7,474	6,285	223
<b>Diversos</b>	20,520	21,198	19,384
<b>Incendio</b>	3,140	6,326	3,858
<b>RC</b>	5,843	6,595	6,068
<b>Transporte</b>	3,591	3,220	2,417
<b>Total general</b>	40,568	43,624	31,950

Este tipo de tabla se denomina  $5 \times 3$  debido a que tiene 5 renglones horizontales y tres columnas verticales. Cuando la tabla contiene  $r$  renglones horizontales y  $c$  columnas verticales, la tabla se conoce como tabla de  $r \times c$  y se denomina tabla de contingencia. En estas tablas las frecuencias observadas se llaman frecuencias de celdas observadas, la cual cuenta con  $rc$  celdas.

### 3.1. Tablas de $2 \times 2$

Una aplicación de tablas de contingencia de  $2 \times 2$  surge cuando los datos de una población deben clasificarse dentro de dos categorías. Los datos son organizados de la siguiente manera;

Cuadro 3.2: Tabla de contingencia  $2 \times 2$

	Clase 1	Clase 2
Población 1	$n_{11}$	$n_{12}$
Población 2	$n_{21}$	$n_{22}$
	$N_1$	$N_2$

En este tipo de tablas habitualmente se desea conocer si existe asociación entre las dos variables, o si por el contrario se pueden considerar independientes. Dicho de otra forma: se quiere saber si la proporción de casos para cada categoría de una de las variables es independiente del valor que toma la otra variable. El razonamiento para contrastar si existe o no asociación entre dos variables cualitativas se basa en calcular cuáles serían los valores de frecuencia esperados para cada una de las celdas en el caso de que efectivamente las variables fuesen independientes, y compararlos con los valores realmente observados. Si no existe mucha diferencia entre ambos, no hay razones para dudar de que las variables sean independientes.

#### 3.1.1. Contraste de independencia: Prueba Ji-cuadrada de bondad de ajuste.

Una forma sencilla de proceder para contrastar la hipótesis de independencia poblacional entre los dos factores involucrados en una tabla de contingencia ( $2 \times 2$ ), es el contraste Ji-cuadrada de independencia.



El procedimiento es el siguiente:

1. Se propone la hipótesis nula  $H_0$  (independencia poblacional entre los dos factores involucrados en la tabla  $2 \times 2$ ), así como la hipótesis alternativa  $H_1$  (ambos factores están asociados).
2. Se fija de antemano el nivel de significancia  $\alpha$ .
3. Se colocan los resultados obtenidos en la muestra (o muestras) en una tabla de contingencia  $2 \times 2$ .
4. Se lleva a cabo el proceso de contraste en las siguientes etapas:

I Cálculo del estadístico

(Análisis estadístico de encuestas: datos cualitativos, pag. 85)

$$X^2 = \frac{\sum_{ij} (n_{ij} - \hat{E}_{ij})^2}{\hat{E}_{ij}} \quad (3.1)$$

donde  $n_{ij}$  frecuencias observadas

$\hat{E}_{ij}$  representan las estimaciones de las frecuencias esperadas bajo la hipótesis de independencia.

II Buscar el valor crítico,  $c$ , tal que:

$$P(X_{(r-1)(c-1)}^2 \geq c) = \alpha \quad (3.2)$$

Para el caso de tablas de  $2 \times 2$  sería:

$$P(X_{(1)}^2 \geq c) = \alpha \quad (3.3)$$

En tablas  $2 \times 2$  se traducirá en la búsqueda del valor  $c$  tal que  $P(x_1^2 \geq c) = \alpha$

Tanto  $r$  como  $c$  toman el valor 2.

III Una vez hallado  $c$  se aplica el siguiente criterio:

- Si el valor del estadístico  $X^2$  es igual o superior a  $c$  se rechaza la hipótesis nula  $H_0$  al nivel de significancia  $\alpha$ . Es decir, los factores involucrados en el análisis no actúan de forma independiente.
- Si el valor del estadístico  $X^2$  es inferior a  $c$  no se rechaza la hipótesis nula de independencia al nivel de significación  $\alpha$ . Es decir, la tabla observada no presenta evidencia suficiente en contra de la hipótesis de independencia entre los dos factores involucrados en la tabla.

### 3.1.2. Contraste de independencia en tablas $2 \times 2$

Las distribuciones de dos factores determinados  $A$  y  $B$  se pueden estudiar de forma separada, pero lo interesante es considerarlos simultáneamente, con el propósito de contrastar si actúan independientemente o si, por el contrario, existe asociación entre ellos.

La manera de llevar a cabo el contraste de independencia entre los dos factores considerados, dependerá del modelo que se tome en relación al diseño del experimento o procedimiento de muestreo. Estos modelos se refieren a la cuestión relativa a diferentes casos como:

- a. Los totales marginales de los dos factores de la tabla son fijos.
- b. Si únicamente se consideran fijos los de uno de ellos,
- c. Si los de ambos son libres de variar siendo el tamaño total de la muestra la única cantidad fijada de antemano.
- d. Si ni siquiera se consideran fijos dicho total muestral.
- e. Incluso si se fijan las frecuencias de las celdas correspondientes a un determinado nivel de uno de los factores.

En este caso se tienen los totales marginales fijos, así como, las frecuencias de los niveles y el total muestral.

A continuación se representa la tabla de contingencia  $2 \times 2$  de la siguiente manera:

Cuadro 3.3: Factor A B

		<b>Factor B</b>	
		Nivel 1	Nivel 2
<b>Factor A</b>	Nivel 1	$n_{11}$	$n_{12}$
	Nivel 2	$n_{21}$	$n_{22}$
		$N_1$	$N_2$

Como ejemplo para contrastar la independencia de tablas de contingencia  $2 \times 2$ , se tiene lo siguiente:

Supóngase que se desea investigar si en la elección de un siniestro reportado en el 2004 pertenece o no a un evento, y si es independiente o no del tipo de sector (Gobierno o Privado).

Supóngase que se tienen los siguientes datos en los totales marginales.

Cuadro 3.4: Evento

Sector	NO	SI	Totales
Gobierno	9,503	88	9,591
Privado	30,143	834	30,977
Total	39,646	922	40,568

$N_1 = 39,646$  siniestros que no pertenecen a un evento.

$N_2 = 922$  siniestros que pertenecen a un evento.

$n_1 = 9,591$  siniestros del sector gobierno.

$n_2 = 30,977$  siniestros del sector privado.

El contraste de la hipótesis de independencia de la elección de un siniestro reportado en el 2004 que pertenezca a un evento respecto al tipo de sector se llevará a cabo con un nivel de significancia del 5%.

Tomando el estadístico  $Ji - cuadrada$  se tiene:

$$X_{adj}^2 = \frac{n \times (n_{11} \times n_{22} - n_{12} \times n_{21})^2}{(n_1 \times n_2 \times N_1 \times N_2)} \quad (3.4)$$

Sustituyendo

$$\begin{aligned} X^2 &= \frac{40,568 \times (9,503 \times 834 - 88 \times 30,143)^2}{(9,591 \times 30,977 \times 39,646 \times 922)} \\ &= \frac{1.12E18}{1.08E16} \\ &= 104 \end{aligned}$$

$$P(X^2 = 104) = 0$$

$$P(X_{0.05,1}^2 = 3.84) = 0.05$$

De acuerdo a la hipótesis se rechaza  $H_0$  si la probabilidad de  $P(X_{adj}^2) < P(X_\alpha^2)$  con  $\alpha = .05$

Con lo que se obtiene  $P(X_{adj}^2 = 104) = 0 < P(X_{0.05,1}^2 = 3.84) = 0.05$  por lo que se rechaza la hipótesis nula, es decir, que al elegir un siniestro en el 2004 perteneciente a un evento, es dependiente al tipo de sector.

### 3.1.3. Combinación de tablas $2 \times 2$

Cuando se dispone de varias tablas  $2 \times 2$ , todas relativas a la misma cuestión, puede plantearse su combinación para aprovechar la información, se puede realizar una prueba global de independencia entre los factores implicados en dichas tablas, en este caso se pueden utilizar dos métodos o procedimientos, en función de las condiciones de partida con las que se cuente, estos son:

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^3 X_i &= -16 + 13.84 + 2.61 = 0.44 \\ W &= \frac{0.44}{3} = 0.16 \end{aligned}$$

### 3.1.4. Método de Agrupación

Este método consiste en combinar o agrupar, la información procedente de  $g$  tablas  $2 \times 2$  en una sola, para la cual, el contraste de independencia se lleva a cabo mediante el procedimiento aproximado de contraste de la prueba Ji-cuadrada.

Ejemplo:

Cuadro 3.5: Siniestros de sector gobierno

<b>Año</b>	<b>No</b>	<b>Si</b>	<b>Total general</b>
<b>Stan</b>	2,423	1,505	3,928
<b>Wilma</b>	1,458	4	1,462
<b>Total general</b>	3,881	1,509	5,390

Supóngase que se quiere contrastar al 5% si, entre los siniestros reportados, la esperanza de elegir un caso del sector gobierno, es independiente del evento en el que se registro.

Cuadro 3.6: Siniestros de Sector Privado

<b>Evento</b>	<b>No</b>	<b>Si</b>	<b>Total general</b>
<b>Stan</b>	2,580	6,578	9,158
<b>Wilma</b>	3,646	7,869	11,515
<b>Total</b>	6,226	14,447	20,673

Si se contrasta la hipótesis de independencia mediante la prueba Ji-cuadrada, los valores son los siguientes: El valor de  $X^2$  se calculará de la misma forma que en la prueba anterior.

$$X^2 = 764$$

$$P(X^2 = 764) = 0$$

$$P(X_{0.05,1}^2 = 3.84) = 0.05$$

$$X^2 = 29.53$$

$$P(X^2 = 29.53) = 0$$

$$P(X_{0.05,1}^2 = 3.84) = 0.05$$

Como se puede notar en casos independientes ya sea del sector Privado o Gobierno, la esperanza de elegir un siniestro es independiente del evento en que se registro.

A continuación se aplicará el método de agrupación.

Cuadro 3.7: Siniestros del sector gobierno y privado

<b>Evento</b>	<b>No</b>	<b>Si</b>	<b>Total general</b>
<b>Stan</b>	5,003	8,083	13,086
<b>Wilma</b>	5,104	7,873	12,977
<b>Total general</b>	10,107	15,956	26,063

$$X^2 = 3.31$$

$$P(X_{adj}^2 = 3.31) = 0.07$$

$$P(X_{0.05,1}^2 = 3.84) = 0.05$$

Dado que el valor de  $X^2$  (3.31) es superior al valor crítico de una distribución Ji-cuadrada con un grado de libertad al 5 %, entonces la esperanza de elegir un siniestro ya sea del sector Privado o Gobierno esta asociado con el evento en el que fue registrado.

### 3.1.5. Método $\sqrt{X^2}$

Para utilizar el método  $\sqrt{X^2}$  se deben cumplir con dos condiciones:

1. Que los tamaños de las muestras individuales no difieran notablemente (un criterio comúnmente aceptado es que ninguno sea el doble de otro).
2. Que los valores de las proporciones están comprendidos entre 0.2 y 0.8.

Con estos dos requisitos previos, el método  $\sqrt{X^2}$  consiste en sumar las raíces cuadradas de los estadísticos  $\sqrt{X^2}$  de cada tabla, teniendo en cuenta los signos de las diferencias de proporciones.

Bajo la hipótesis nula de independencia o bajo la hipótesis de igualdad de las proporciones, el estadístico  $X = \sqrt{X^2}$  en tablas de  $2 \times 2$ , se distribuye aproximadamente como una normal  $(0, 1)$  y, por consiguiente,

$$\sum_{i=1}^g X_i \rightarrow_{aprox} N(0, \sqrt{g}) \quad (3.5)$$

siendo  $g$  el número de tablas  $2 \times 2$  que se combinan.

En consecuencia, para contrastar, a nivel global, si existe o no independencia entre los factores involucrados en el análisis, se puede utilizar el estadístico

$$W = \frac{\sum_{i=1}^g X_i}{\sqrt{g}} \quad (3.6)$$

donde  $X = \sqrt{X^2}$  se acompañará del signo correspondiente a la diferencia de proporciones, que será positivo en las diferencias que vayan en la misma dirección que la mayoritaria y negativo en caso contrario. Ésta es la forma de indicar a los estadísticos  $X_i$  la dirección de la diferencia de proporciones.

Para llevar a cabo el contraste de independencia se obtiene el valor muestral  $w$ , del estadístico de contraste  $W$ , y se calcula la probabilidad

$$P[N(0, 1) \leq -w] + P[N(0, 1) \geq -w] \quad (3.7)$$

procediendo como sigue:

- No se rechaza la hipótesis nula de independencia si dicha probabilidad supera el nivel de significancia prefijado.
- En caso contrario, se rechaza a favor de la hipótesis alternativa.

O bien, se obtiene el valor crítico  $C$  de una normal  $(0, 1)$  que deja a su derecha una probabilidad igual a  $\frac{\alpha}{2}$ , siendo  $\alpha$  nivel de significancia, procediendo como sigue:

- Si  $-C < w < C$  no se rechaza la hipótesis nula de independencia.
- En caso contrario, se rechaza a favor de la alternativa.

Para el ejemplo que se tomará, se desea contrastar si el tipo de siniestros sucedidos en el 2006 de los ramos diversos y responsabilidad civil son independientes al tipo de sector gobierno o privado, con un nivel de significancia del 5%.

Cuadro 3.8: Siniestros reportados año 2004

Sector	Diversos	RC	Total general
<b>Gobierno</b>	5,782	1,037	6,819
<b>Privado</b>	14,706	4,787	19,493
<b>Total general</b>	20,488	5,824	26,312

Cuadro 3.9: Siniestros reportados año 2005

Sector	Diversos	RC	Total general
<b>Gobierno</b>	3,376	1,538	4,914
<b>Privado</b>	17,723	5,010	19,733
<b>Total general</b>	21,099	6,548	27,647



Cuadro 3.10: Siniestros reportados año 2006

Sector	Diversos	RC	Total general
<b>Gobierno</b>	1, 836	643	2, 479
<b>Privado</b>	17, 352	5, 357	22, 709
<b>Total general</b>	19, 188	6, 000	25, 188

Primero se comprueba que se cumplen los requisitos previos a la aplicación del método.

1. Ninguno de los tres tamaños muestrales duplica a cualquier otro.
2. Las proporciones están comprendidas entre 0.2 y 0.8, como se muestra en la siguiente tabla:

Cuadro 3.11: Tabla de proporción

Año	2004	2005	2006
Proporción de siniestros del sector Gobierno del ramo de Diversos	15 %	31 %	26 %
Proporción de siniestros del sector Privado del ramo de Diversos	25 %	22 %	24 %

Para asignar el signo de los valores  $X_i$  se elaborará una comparación de los siniestros registrados por año con respecto al tipo de sector (gobierno y privado).

En la tabla anterior se puede notar que de los tres años de los registros de siniestros en proporción con respecto a los tipos de sectores gobierno y privado, en el 2004 la proporción de los siniestros registrados del sector gobierno es menor a la proporción de los siniestros registrados del sector privado por lo que se le asignará un signo negativo, con respecto a los años 2005 y 2006 la proporción del registro de siniestros del sector gobierno es mayor a la proporción de registros del sector privado, por lo que se les asignará el signo positivo.

Cuadro 3.12: Tabla de signos

<b>Año</b>	<b>2004</b>	<b>2005</b>	<b>2006</b>
<b>Signo</b>	–	+	+

A continuación se muestran los datos necesarios para el cálculo del valor muestral del estadístico  $W$ .

Cuadro 3.13: Tabla de valores y signo

<b>Año</b>	$X^2$	$X_i$	<b>Signo</b>
<b>2004</b>	256.25	16.01	–
<b>2005</b>	191.68	13.84	+
<b>2006</b>	6.79	2.61	+

$$\sum_{i=1}^3 X_i = -16 + 13.84 + 2.61 = 0.44$$

$$W = \frac{0.44}{3} = 0.16$$

$$P[N(0, 1) \leq -0.25] + P[N(0, 1) \geq -0.25] = 0.79$$

Dado que la probabilidad de que una normal tipificada tome valores a la derecha de 0.25 o a la izquierda  $-0.25$  es superior al nivel de significación  $\alpha = 0.05$  se toma la decisión de aceptar la hipótesis nula, dando como resultado la independencia entre ellos.

## 3.2. Tablas de contingencia $r \times c$

### 3.2.1. Pruebas de independencia $r \times c$

En este capítulo se llevará a cabo el análisis de la independencia para tablas de contingencia de orden  $r \times c$  ambas superiores a dos.

El problema fundamental en este tipo de tablas se centra en que la prueba Ji-cuadrada no va a tener una interpretación tan obvia, ni puede proporcionar la misma cantidad de información que se obtiene de las tablas  $2 \times 2$ , por lo cual en ocasiones se debe recurrir a análisis posteriores más precisos.

La necesidad de complementar el análisis usual con otros de mayor precisión surge, fundamentalmente, cuando se observa cualquiera de las particularidades siguientes:

- A. Las frecuencias esperadas son demasiado pequeñas para que la utilización del contraste usual (la aproximación) resulte adecuada.
- B. La estructura de la tabla (bien por la combinación de frecuencias para los diferentes pares de niveles, porque éstos, sea  $R$  o  $C$  o ambos, son demasiado elevados) no permite identificar las fuentes de asociación, es decir, no es posible determinar cuáles son las partes de la tabla causantes de dicha asociación.
- C. Los dos factores son ordinales, es decir, presentan una ordenación en sus niveles o categorías.

### 3.2.2. Tablas de contingencia de $r \times c$

Las tablas de contingencia representan la tabulación de datos contenidos de varias muestras, donde los datos representan una escala nominal de medida. Un uso para las tablas de contingencia  $r \times c$  es con una sola muestra, donde cada elemento puede ser clasificado dentro de una de las  $r$  diferentes categorías de acuerdo a un criterio y en el mismo tiempo, dentro de una  $c$  diferente categoría de acuerdo al segundo criterio. Ambas aplicaciones son tratadas con el mismo análisis estadístico.

Si se cuenta con  $r$  muestras, donde cada muestra está tabulada en una de las  $r$  filas y cada una contiene dos categorías (llamadas clase 1 y clase 2) ahora se consideran  $c$  categorías, correspondientes a las  $c$  columnas, así la entrada en

la celda  $(i, j)$  ( $i$ -ésima fila y  $j$ -ésima columna) es el número de observaciones para la  $i$ -ésima muestra con la  $j$ -ésima categoría.

En este capítulo se estudiarán los métodos para tablas de contingencia de  $r \times c$ :

- Prueba Ji-cuadrada para las diferencias en probabilidades.
- Prueba Ji-cuadrada para independencia.
- La prueba de la mediana.
- Coeficiente de correlación.

### 3.2.3. La Prueba de Ji-cuadrada para las diferencias en probabilidades

Si se cuenta con  $r$  poblaciones totales y una muestra escogida al azar la cual representa cada población, y se incorpora el número de observaciones en la  $i$ -ésima muestra (para la  $i$ -ésima población) de  $1 \leq i \leq r$ , entonces puede ser clasificada en una  $c$  categoría cada observación de la muestra. Esto permite que  $O_{ij}$  represente el número de observaciones para la  $i$ -ésima muestra la cual está dentro de la categoría  $j$ , esto implica:

$$n_i = O_{i1} + O_{i2} + \dots + O_{ic} \text{ para toda } i \quad (3.8)$$

A continuación se representan los datos de una tabla de contingencia  $r \times c$ .

	Clase 1	Clase 2	· · ·	Clase c	
Población 1	$O_{11}$	$O_{12}$	· · ·	$O_{1c}$	$n_1$
Población 2	$O_{21}$	$O_{22}$	· · ·	$O_{2c}$	$n_2$
·	·	·	· · ·	·	·
Población r	$O_{r1}$	$O_{r2}$	· · ·	$O_{rc}$	$n_r$
Totales	$c_1$	$c_2$	· · ·	$c_c$	$N$

El número total de observaciones para todas las muestras está denotado por  $N$ , donde

$$N = n_1 + n_2 + n_3 + \dots + n_r \quad (3.9)$$

El número de observaciones en la  $j$ -ésima columna esta denotada por  $c_j$ , donde  $c_j$  es el número total de observaciones en la categoría o clase  $j$ -ésima, para todas las muestras combinadas.

$$c_j = O_{1j} + O_{2j} + O_{3j} + \dots + O_{rj} \text{ para } j=1,2, \dots, c \quad (3.10)$$

Suposiciones.

1. Cada muestra es una muestra escogida al azar
2. Los resultados de las muestras son todos mutuamente independientes
3. Cada observación puede ser clasificada exactamente dentro de una de las  $c$  categorías o clases

Hipótesis: La probabilidad de un valor seleccionado al azar de la  $i$ -ésima población clasificado en la  $j$ -ésima clase, es denotado por  $p_{ij}$  para  $i = 1, 2, \dots, r$  y  $j = 1, 2, \dots, c$

$H_0$ : Todas las probabilidades en la misma columna son iguales la una a la otra, es decir,

$$P_{1j} = p_{2j} = p_{3j} = \dots = p_{rj} \text{ para } j \quad (3.11)$$

$H_1$ : Por lo menos dos de las probabilidades en la misma columna no son iguales la una de la otra, es decir,  $p_{ij} \neq p_{kj}$  para alguna  $j$  y para alguna  $i$  y  $k$ .

### Estadístico T

El Estadístico T está dado por:

$$T = \sum \sum \frac{(O_{ij} - E_{ij})^2}{E_{ij}} \text{ donde } E_{ij} = \frac{n_i C_j}{N} \quad (3.12)$$

$O_{ij}$  representa el número de observaciones en la celda  $(i, j)$

$E_{ij}$  representa el número esperado de observaciones en la celda  $(i, j)$

$$T = \sum_{i=1}^r \sum_{j=1}^c \frac{O_{ij}^2}{E_{ij}} - N \quad (3.13)$$

Si se tienen solo dos filas entonces:

$$T = \frac{1}{\frac{n_1}{N}(1 - \frac{n_1}{N})} \left( \sum_{j=1}^c \frac{(O_{1j} - \frac{n_1 C_j}{N})^2}{C_j} \right) \quad (3.14)$$

Desarrollando se tiene:

$$T = \frac{1}{\frac{n_1}{N}(1 - \frac{n_1}{N})} \left( \sum_{j=1}^c \frac{O_{1j}^2}{C_j} - \frac{n_1^2}{N} \right)^2 \quad (3.15)$$

$$T = \frac{1}{\frac{C_1}{N}(1 - \frac{C_1}{N})} \sum_{i=1}^r \left( O_{1j} \frac{C_1 n_i}{n_i} \right)^2 \quad (3.16)$$

$$T = \frac{1}{\frac{C_1}{N}(1 - \frac{C_1}{N})} \left( \sum_{i=1}^r \frac{O_{i1}^2}{n_i} - \frac{C_1^2}{N} \right)^2 \quad (3.17)$$

Si  $r$  y  $c$  son igual a 2, se tiene:

$$T = \frac{N(O_{11}O_{22} - O_{12}O_{21})^2}{n_1 n_2 C_1 C_2} \quad (3.18)$$

Un ejemplo utilizando el estadístico T es el siguiente:

Supóngase que se desea probar que la distribución de los ramos en los años 2004,2005 y 2006 es igual para todos los ramos, teniendo los siguientes datos:

Tomando que la hipótesis nula es suponer que la distribución de los ramos en los años 2004, 2005 y 2006 de los siniestros reportados, es la misma, se tiene lo siguiente:

Tomando la siguiente ecuación se obtiene:

$$T = \sum \sum \frac{(O_{ij} - E_{ij})^2}{E_{ij}} \text{ donde } E_{ij} = \frac{n_i C_j}{N} \quad (3.19)$$

Cuadro 3.14: Siniestros terminados por Subramo y año del ramo Diversos.

Año	Diversos	Incendio	RC	Transportes	Total
2004	20,520	3,140	5,843	3,591	33,094
2005	21,198	6,326	6,595	3,220	37,339
2006	19,347	3,858	6,068	2,417	31,690
Totales	61,065	13,324	18,506	9,228	102,123

Cuadro 3.15: Esperanza  $E_{ij}$ 

Año	Diversos	Incendio	RC	Transportes
2004	19,788.74	4,317.78	5,997.06	2,990.43
2005	22,327.06	4,871.62	6,766.31	3,374.01
2006	18,949.21	4,134.60	5,742.64	2,863.56

Obteniendo los datos de la ecuación  $\sum \sum \frac{(O_{ij}-E_{ij})^2}{E_{ij}}$

Año	Diversos	Incendio	RC	Transportes
2004	27.02	321.27	3.96	120.61
2005	57.1	434.19	4.34	7.03
2006	8.35	18.5	18.43	69.64

Por lo tanto  $T = 27.02 + 321.27 + 3.96 + 120.61 + 57.10 + 434.19 + 4.34 + 7.3 + 8.35 + 18.50 + 18.43 + 69.64 = 1,090.44$

Tomando un nivel de significancia del 5% se tiene que el valor de T es mayor a 7.815, por lo tanto la hipótesis nula es rechazada.

Por lo que se concluye que la distribución de los ramos de los siniestros reportados en los años 2004,2005 y 2006, tienen diferente distribución.

### 3.2.4. La prueba Ji-cuadrada para independencia

Supóngase que se cuenta con una muestra escogida al azar de tamaño  $N$ , las observaciones de la muestra pueden clasificarse de acuerdo a dos criterios.

Usando el primer criterio cada observación es asociado con uno de las  $r$  filas, y usando el segundo criterio cada observación es asociado con una de las  $c$  columnas. Supóngase que el número  $O_{ij}$  es el número de observación asociado con la fila  $i$  y la columna  $j$  simultáneamente. Los valores de la celda  $O_{ij}$  se pueden arreglar en una tabla de contingencia de  $r \times c$ .

	Columna	1	2	·	·	·	$c_c$	
Fila	1	$O_{11}$	$O_{12}$	·	·	·	$O_{1c}$	$r_1$
	2	$O_{21}$	$O_{22}$	·	·	·	$O_{2c}$	$r_2$
	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
	$r$	$O_{r1}$	$O_{r2}$	·	·	·	$O_{rc}$	$r_r$
	Totales	$c_1$	$c_2$	·	·	·	$c_c$	$N$

El número total de observaciones en la fila  $i$  esta designado por  $r_i$ . y la columna  $j$  por  $c_j$ .

La suma de los números de todas las celdas es  $N$ .

### Suposiciones

1. La muestra de  $N$  observaciones es tomada al azar. (Cada observación tiene la misma probabilidad)
2. Cada observación puede ser clasificada exactamente en una de las  $r$  categorías.

### Hipótesis

$H_0$ : El evento “una observación está en la fila  $i$ ” es independiente del evento “la misma observación está en la columna  $j$ ”, para toda  $i$  y  $j$ .

Por la definición de eventos independientes,  $H_0$  puede ser como sigue:



$H_0$ :  $P(\text{fila } i, \text{ columna } j) = P(\text{fila } i) * P(\text{columna } j)$  para toda  $i, j$

La hipótesis alternativa quedaría de la siguiente forma:

$H_1$ :  $P(\text{fila } i, \text{ columna } j) \neq P(\text{fila } i) * P(\text{columna } j)$  para alguna  $i, j$

El estadístico  $T$  permite que  $E_{ij}$  sea equivalente a  $r_i c_j / N$ , entonces el estadístico de prueba está dado por

$$T = \sum_{i=1}^r \sum_{j=1}^c \frac{(O_{ij} E_{ij})^2}{E_{ij}}$$

Simplificando queda

$$T = \sum_{i=1}^r \sum_{j=1}^c \frac{O_{ij}^2}{E_{ij}} - N$$

Donde  $T$  representa la suma de todas las celdas de la tabla de contingencia.

### Regla de decisión

Se rechaza  $H_0$  si  $T$  excede el valor de  $1 - \alpha$  de una variable al azar de  $Ji$ -cuadrada con  $(r-1)(c-1)$  grados de libertad.

Obteniendo de la tabla  $Ji$ -cuadrada la aproximación del nivel de significancia  $\alpha$ .

Ejemplo: Se tienen los datos de los siniestros terminados en el año 2004 con respecto al mes terminado y el ramo del siniestro.

Se quiere comprobar si el mes en que se terminó un siniestro es independiente al ramo del tipo del siniestro.

Por lo que se tiene la siguiente hipótesis:

- $H_0$ : El mes en que se termina un siniestro es independiente del tipo de ramo.
- $H_1$ : El mes en que se termina un siniestro depende del tipo de ramo.
- $C_1 = 7,160$  total de siniestros terminados del ramo agrícola en el año 2004.

Mes	Agrícola	Diversos	Incendio	RC	Transporte	Total general
Enero	551	1,399	275	375	234	2,834
Febrero	707	1,767	277	597	317	3,665
Marzo	629	2,027	320	499	345	3,820
Abril	502	1,479	244	397	300	2,922
Mayo	386	1,584	207	433	253	2,863
Junio	683	1,599	259	346	323	3,210
Julio	593	1,659	234	380	336	3,202
Agosto	583	1,547	317	547	239	3,233
Septiembre	631	1,504	287	491	289	3,188
Octubre	574	2,067	261	477	308	3,871
Noviembre	563	1,589	304	539	271	3,266
Diciembre	758	1,834	313	578	365	3,848
Total	7,160	20,055	3,398	5,729	3,580	39,922

- $C_2 = 20,055$  total de siniestros terminados del ramo diversos en el año 2004.
- $C_3 = 3,398$  total de siniestros terminados del ramo de incendio en el año 2004.
- $C_4 = 3,580$  total de siniestros terminados del ramo de transportes en el año 2004.
- $R_1 = 2,834$  total de siniestros terminados de todos los ramos en el mes de enero de 2004.
- $R_2 = 3,665$  total de siniestros terminados de todos los ramos en el mes de febrero de 2004.
- $R_3 = 3,820$  total de siniestros terminados de todos los ramos en el mes de marzo de 2004.
- $R_4 = 2,922$  total de siniestros terminados de todos los ramos en el mes de abril de 2004.
- $R_5 = 2,863$  total de siniestros terminados de todos los ramos en el mes de mayo de 2004.

- $R_6 = 3,210$  total de siniestros terminados de todos los ramos en el mes de junio de 2004.
- $R_7 = 3,202$  total de siniestros terminados de todos los ramos en el mes de Julio de 2004.
- $R_8 = 3,233$  total de siniestros terminados de todos los ramos en el mes de agosto de 2004.
- $R_9 = 3,188$  total de siniestros terminados de todos los ramos en el mes de septiembre de 2004.
- $R_{10} = 3,871$  total de siniestros terminados de todos los ramos en el mes de octubre de 2004.
- $R_{11} = 3,266$  total de siniestros terminados de todos los ramos en el mes de noviembre de 2004.
- $R_{12} = 3,848$  total de siniestros terminados de todos los ramos en el mes de diciembre de 2004.
- $N = 39,922$  Representa el total de siniestros terminados de todos los ramos en el año 2004.

De acuerdo al estadístico Ji-cuadrada y tomando un nivel de significancia del 5% se tiene lo siguiente:  $\alpha = 0.05$

Para obtener los grados de libertad se utiliza la siguiente fórmula  $(r-1)(c-1)$ , en este caso se tiene  $gl = (12 - 1)(5 - 1) = (11)(4) = 44$  en la tabla de valores de la distribución Ji-cuadrada se toma el valor de 45  $gl$  de la cual se obtiene 61.65.

Obteniendo el valor de T se tiene lo siguiente:

Valores de  $E_{ij}$

Mes	Agrícola	Diversos	Incendio	RC	Transporte
Enero	508.28	1,423.67	241.22	406.69	254.14
Febrero	657.32	1,841.13	311.95	525.95	328.66
Marzo	685.12	1,918.99	325.14	548.19	342.56
Abril	524.06	1,467.88	248.71	419.32	362.03

Mes	Agrícola	Diversos	Incendio	RC	Transporte
Mayo	513.48	1,438.24	243.69	410.85	256.74
Junio	575.71	1,612.56	273.22	460.65	287.86
Julio	574.28	1,608.54	272.54	459.50	287.14
Agosto	579.84	1,624.11	275.18	463.95	289.92
Septiembre	571.77	1,601.51	271.35	457.49	285.88
Octubre	694.26	1,944.61	329.48	555.51	347.13
Noviembre	585.76	1,640.69	377.99	468.69	292.88
Diciembre	690.14	1,933.06	327.53	552.21	345.07

Obtenemos

$$\frac{O_{ij} - E_{ij}}{E_{ij}}$$

Mes term	Agrícola	Diversos	Incendio	RC	Transporte
Enero	3.59	0.43	4.73	2.47	1.6
Febrero	3.76	2.98	3.92	9.6	0.41
Marzo	4.6	6.09	0.08	4.41	0.02
Abril	0.93	0.08	0.09	1.19	5.5
Mayo	31.65	14.77	5.52	1.19	0.05
Junio	19.99	0.11	0.74	28.54	4.29
Julio	0.61	1.58	5.45	13.76	8.31
Agosto	0.02	3.66	6.36	14.87	8.94
Septiembre	6.14	5.94	0.9	0.83	0.03
Octubre	20.83	7.7	3.01	0.05	4.41
Noviembre	0.88	1.63	2.43	10.55	1.63
Diciembre	6.67	5.08	0.64	1.2	1.15

Realizando la suma de  $\sum_{i=1}^r \sum_{j=1}^c \frac{(O_{ij} - E_{ij})^2}{E_{ij}}$  se obtiene que  $T = 308.62$  por lo que se puede rechazar  $H_0$ . Lo que implica que aceptamos  $H_1$ , es decir, el mes en que se termina un siniestro depende del tipo de ramo.

### 3.2.5. La prueba de la mediana

La prueba de la mediana se utiliza para examinar si varias muestras de las poblaciones tienen el mismo punto medio. La prueba de la mediana es una aplicación especial de la prueba Ji-cuadrada con los totales marginales fijos.

Datos. De cada  $c$  poblaciones de una muestra tomada al azar de tamaño  $n_i$  con  $i = 1, 2, 3, \dots, c$ , se determina el punto medio combinado, es decir, se determina el número que excede alrededor de la mitad de las observaciones en el entero  $N = \sum_{i=1}^c n_i$ , esto es, los valores de la muestra son determinados. A este punto se le llama gran mediana.

Sea  $O_{1i}$  el número de observaciones en la  $i$ -ésima muestra que exceden la gran mediana y sea  $O_{2i}$  la  $i$ -ésima muestra que son menores o iguales que la gran mediana. Ordenando los valores de las frecuencias se obtiene la siguiente tabla de contingencia:

Muestra	1	2	3	·	·	·	c	Totales
> Mediana	$O_{11}$	$O_{12}$	·	·	·	·	$O_{1c}$	a
≤ Mediana	$O_{21}$	$O_{22}$	·	·	·	·	$O_{2c}$	b
Totales	$n_1$	$n_2$	·	·	·	·	$n_c$	$N$

El valor de  $a$  es igual al número total de observaciones mayores de la gran mediana en todas las muestras y el valor  $b$  es el número total de observaciones menores o iguales que la gran mediana. Por lo tanto se tiene  $N = a + b$ , donde  $N$  representa el número total de observaciones.

Suposiciones:

1. Cada muestra es escogida al azar.
2. Las muestras son independientes una de otra.
3. La escala de medida es ordinal.
4. Si todas las poblaciones tienen la misma mediana, todas las poblaciones tienen la misma probabilidad  $p$  de que excedan el punto de la gran mediana.

Hipótesis:

$H_0$ : Toda  $c$  población tiene la misma mediana.

$H_1$ : Al menos dos de las poblaciones tienen diferente medianas.

Estadístico de prueba.

El estadístico de prueba es obtenido por un pequeño cambio de la prueba del estadístico  $T$ . Para un caso especial para dos filas se tiene:

$$T = \frac{N^2}{a \times b} \sum_{i=1}^c \frac{(O_{1i} - \frac{n_i a}{N})^2}{n_i} \quad (3.20)$$

Si  $a \approx b$ , como puede ser que haya varios valores iguales al punto gran mediana, la fórmula 3.13 puede ser simplificada y utilizada de la siguiente manera.

$$T = \sum_{i=1}^c \frac{(O_{1i} - O_{2i})^2}{n_i} \quad (3.21)$$

Regla de decisión.

La distribución exacta de  $T$  es difícil de tabular, así que se toma la aproximación de la muestra de la distribución de  $T$ .

La región crítica de aproximadamente tamaño  $\alpha$  corresponde a los valores mayores de  $T$ ,  $X$  es cuantil  $(1-\alpha)$  de la distribución de las variables tomadas al azar con  $c - 1$  grados de libertad, obtenida de la tabla  $Ji$ -cuadrada. Si  $T$  excede  $x_{1-\alpha}$  se rechaza  $H_0$ , de lo contrario se acepta  $H_0$ .

Ejemplo.

Se tienen los datos de los siniestros reportados de todos los ramos en los años 2004, 2005 y 2006, representados en la siguiente tabla.

<b>Año</b>	<b>Agrícola</b>	<b>Diversos</b>	<b>Incendio</b>	<b>RC</b>	<b>Transportes</b>	<b>Total</b>
2004	7,474	20,520	3,140	5,843	3,591	40,568
2005	6,285	21,198	6,326	6,595	3,220	43,624
2006	223	19,347	3,858	6,068	2,417	31,913

Se quiere probar lo siguiente:

$H_0$ : Todos los ramos tienen la misma mediana.

$H_1$ : Al menos dos de los ramos tienen diferente mediana.

Valores	Agrícola	Diversos	Incendio	RC	Transportes	Total
$> 6,306$	1	3	1	1	0	6
$\leq 6,306$	2	0	2	2	3	9
Totales	3	3	3	3	3	15

Donde  $T = 2,148.61$

Tomando  $(c - 1) = (5 - 1)$  grados de libertad y  $\alpha = .05$  se tiene que la región crítica corresponde al valor 9.49 en la tabla  $Ji$ -cuadrada.

Como  $T$  excede el valor crítico de 9.49 entonces  $H_0$  es rechazada y es aceptada  $H_1$ , lo cual indica que al menos dos de los ramos tienen diferente mediana.

### 3.2.6. Coeficiente de correlación

Si se desea medir o cuantificar el grado de asociación entre dos variables se debe calcular un coeficiente de correlación. Este último es un valor aleatorio el cual es usado en situaciones donde los datos consisten en pares de números, tal como datos bivariantes. Hay dos coeficientes de correlación que se usan frecuentemente:

1. El coeficiente de correlación de Pearson (paramétrico).
2. El coeficiente de correlación de Spearman (no paramétrico).

El coeficiente de correlación de Pearson es un índice estadístico que mide la relación lineal entre dos variables cuantitativas. A diferencia de la covarianza, la correlación de Pearson es independiente de la escala de medida de las variables.

El cálculo del coeficiente de correlación lineal de dos variables se obtiene dividiendo la covarianza por el producto de las desviaciones estándar de ambas variables:

$$r = \frac{\sigma_{XY}}{\sigma_X \sigma_Y} \quad (3.22)$$

Siendo:

$\sigma_{XY}$  la covarianza de  $(X, Y)$

$\sigma_X$  y  $\sigma_Y$  las desviaciones estándar de las distribuciones marginales.

El valor del índice de correlación varía en el intervalo  $[-1, +1]$ :

- Si  $r = 0$ , no existe ninguna correlación. El índice indica, por tanto, una independencia total entre las dos variables, es decir, que la variación de una de ellas no influye en absoluto en el valor que pueda tomar la otra.
- Si  $r = 1$ , existe una correlación positiva perfecta. El índice muestra una dependencia total entre las dos variables denominada relación directa: cuando una de ellas aumenta, la otra también lo hace en idéntica proporción.
- Si  $0 < r < 1$ , existe una correlación positiva.
- Si  $r = -1$ , existe una correlación negativa perfecta. El índice indica una dependencia total entre las dos variables llamada relación inversa: cuando una de ellas aumenta, la otra disminuye en idéntica proporción.
- Si  $-1 < r < 0$ , existe una correlación negativa.

La medida de correlación que más se utiliza es el coeficiente de correlación de Pearson, denotado por  $r$  y definido como

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})}{[\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2 \sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2]^{1/2}} \quad (3.23)$$

Donde  $\bar{X}$  y  $\bar{Y}$  son las medias de las muestras, simplificando se tiene:

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n X_i Y_i - n\bar{X}\bar{Y}}{(\sum_{i=1}^n X_i^2 - n\bar{X}^2)^{1/2} (\sum_{i=1}^n Y_i^2 - n\bar{Y}^2)^{1/2}} \quad (3.24)$$

Si el numerador y denominador en la ecuación son divididos por  $n$ , se tiene:

$$r = \frac{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})}{[\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2]^{1/2} [\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2]^{1/2}} \quad (3.25)$$

La  $r$  de Pearson es una medida de asociación lineal entre  $X$  y  $Y$ . Esto significa que si la gráfica de  $Y$  contra  $X$  muestran los puntos  $(X, Y)$  todos sobre o cerca de una línea recta.



El **coeficiente de correlación de Spearman** el cual es designado por  $r$ , es una prueba no paramétrica de la asociación o interdependencia entre dos variables continuas. Para calcular  $r$ , los datos son ordenados y reemplazados por su respectivo orden.

El estadístico  $r$  está definido por la expresión:

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n R(X_i)R(Y_i) - n\left(\frac{n+1}{2}\right)^2}{\left(\sum_{i=1}^n R(X_i)^2 - n\left(\frac{n+1}{2}\right)^2\right)^{1/2} \left(\sum_{i=1}^n R(Y_i)^2 - n\left(\frac{n+1}{2}\right)^2\right)^{1/2}} \quad (3.26)$$

la cual es una simplificación de  $r$  de Pearson.

$$r = 1 - \frac{6 \sum [R(X_i) - R(Y_i)]^2}{n(n^2 - 1)} = 1 - \frac{6T}{n(n^2 - 1)} \quad (3.27)$$

Se tiene que considerar la existencia de datos idénticos a la hora de ordenarlos, aunque si éstos son pocos, se puede ignorar tal circunstancia. Para muestras mayores de 20 observaciones, se puede utilizar la siguiente aproximación a la distribución t de Student

$$t = \frac{\rho}{\sqrt{\frac{(1-\rho^2)}{(n-2)}}} \quad (3.28)$$

La interpretación del coeficiente de Spearman es igual que la del coeficiente de correlación de Pearson. Oscila entre -1 y +1, indicando asociaciones negativas o positivas respectivamente, o cero, significa no correlación pero no independencia.

Ejemplo:

Se quiere saber si existe una correlación entre los siniestros reportados del sector gobierno y privado en el año 2004. Los datos son los siguientes: Siniestros reportados por ramo del sector gobierno y privado en el año 2004.

donde

$X_i$  representa los siniestros reportados del sector gobierno en los diferentes ramos en el año 2004.

$Y_i$  representa los siniestros reportados del sector privado en los diferentes ramos en el año 2004.

Consec.	Ramo	Gob. (X)	Priv. (Y)	R(X)	R(Y)	$[R(X) - R(Y)]^2$	$R(X_i)R(Y_i)$	$R(X_i)^2$	$R(Y_i)^2$
1	Agrícola	211	25	1	1	0	1	1	1
2	Diversos	1,926	732	5	5	0	25	25	25
3	Incendio	492	167	2	3	1	6	4	9
4	RC	1,041	239	4	4	0	16	16	16
5	Transporte	505	139	3	2	1	6	9	4
<b>Totales</b>						2	54	55	55

Como hipótesis se tiene:

$H_0$ : El sector gobierno y privado son mutuamente independientes.

$H_1$ : Existe una tendencia para los valores largos de  $X$  para ser pareja con los valores largos de  $Y$ . Tomando el valor de

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n R(X_i)R(Y_i) - n\left(\frac{n+1}{2}\right)^2}{\left(\sum_{i=1}^n R(X_i)^2 - n\left(\frac{n+1}{2}\right)^2\right)^{1/2} \left(\sum_{i=1}^n R(Y_i)^2 - n\left(\frac{n+1}{2}\right)^2\right)^{1/2}}$$

$$r = \frac{(54 - 45)}{(55 - 45)^{1/2} \times (55 - 45)^{1/2}}$$

$$r = 0.9$$

Para el valor  $w_{(0.95)} = 0.8$  con  $n = 5$  correspondiente de la tabla Spearman y tomando un nivel de significancia de  $\alpha = 0.05$

Como el valor de  $r = .09$  el cual es mayor al valor de  $w_{(0.95)} = 0.8$  con  $n = 5$  podemos concluir que existe una correlación positiva entre los siniestros reportados del sector Gobierno y Privado en el año 2004.

### 3.2.7. Prueba de Cox-Stuart

La prueba de Cox-Stuart se basa en variables aleatorias binomiales, ésta se utiliza para detectar la presencia de una tendencia creciente o decreciente.

Una tendencia es monótona si la variable dependiente crece cuando crece la variable independiente (monótona creciente) o decrece cuando crece la variable independiente (monótona decreciente).

Datos: Sea  $X_1, \dots, X_n$  una sucesión de variables aleatorias ordenadas según algún criterio: Si los  $X_i$  están aleatoriamente distribuidas, entonces

$$P(X_i - X_j < 0) = P(X_i - X_j > 0) = \frac{1}{2} \text{ para todo } i \neq j.$$

En cambio, si  $X_i$  crece monótonamente,  $P(X_i - X_j < 0) > P(X_i - X_j > 0)$  si  $i < j$  y si  $X_i$  decrece monótonamente,  $P(X_i - X_j < 0) < P(X_i - X_j > 0)$  si  $i < j$ .

La prueba de Cox-Stuart examina la relación de  $(X_i, X_j)$  para porciones de la sucesión. En particular, si  $n$  es par o sea  $n = 2N$ , se convierte la sucesión en  $N$  pares  $(X_i, X_{i+N})$ .

Si la sucesión es aleatoria  $P(X_{i+N} - X_i < 0) = P(X_{i+N} - X_i > 0) = 1/2$  para todo  $i$ .

Se definen  $D_i = X_{i+N} - X_i$  y

$$Z_i = \begin{cases} 1 & \text{si } X_{i+N} - X_i > 0 \\ 0 & \text{si } X_{i+N} - X_i < 0 \end{cases}$$

$Z_i \sim B_i(1, p_i)$  con  $p_i = P(X_{i+N} - X_i > 0)$  y se desea probar  $H_o : p_i = 1/2$  para todo  $i$ .

Suposiciones:

1. Los pares  $(X_i, X_{i+N})$  son mutuamente independientes.
2.  $\text{signo}[P(X_{i+N} - X_i > 0) - P(X_{i+N} - X_i < 0)]$  es el mismo para todo  $i$ .
3. Cada par  $(X_i, X_{i+N})$  puede ser clasificado como +, - o empate.

Estadístico de prueba y distribución nula:

$$S = \sum_{i=1}^N Z_i = \text{card} \left\{ \frac{i}{X_{i+N}} - X_i > 0 \right\} \quad (3.29)$$

Bajo  $H_o$ , es decir si no hay tendencia,  $S \sim B_i(N, \frac{1}{2})$ . Valores grandes de  $S$  sugieren una tendencia creciente mientras que valores bajos indican una tendencia decreciente.

Notas:

1. Si  $n$  es impar,  $n = 2N + 1$ , se elimina la observación central  $X_{N+1}$  y se forman las diferencias  $D_i = X_{i+N+1} - X_i$ . El estadístico de prueba será

$$S = \sum_{i=1}^N Z_i = \text{card} \left\{ \frac{i}{X_{i+N}} - X_i > 0 \right\} \quad (3.30)$$

2. No se aparea  $X_{i+1}$  con  $X_i$  porque estas diferencias se ven más afectadas por las fluctuaciones transitorias de la secuencia.

Hipótesis a probar:

A.

$$H_o : P(X_{i+N} - X_i > 0) = P(X_{i+N} - X_i < 0)$$

$\delta$

$$H_1 : P(X_{i+N} - X_i > 0) \neq P(X_{i+N} - X_i < 0)$$

o equivalentemente

$$H_o : p_i = 1/2 \quad H_1 : p_i \neq 1/2$$

(No existe tendencia vs hay tendencia creciente o decreciente)

B.

$$H_o : P(X_{i+N} - X_i > 0) \leq P(X_{i+N} - X_i < 0)$$

$\delta$

$$H_1 : P(X_{i+N} - X_i > 0) > P(X_{i+N} - X_i < 0)$$

o equivalentemente  $H_o : p_i \leq 1/2 \quad H_1 : p_i > 1/2$

(No existe tendencia creciente vs hay tendencia creciente)

C.

$$H_o : P(X_{X_{i+N}} - X_i > 0) \leq P(X_{i+N} - X_i < 0)$$

$\delta$

$$H_1 : P(X_{X_{i+N}} - X_i > 0) < P(X_{i+N} - X_i < 0)$$

o equivalentemente  $H_o : p_i \leq 1/2 \quad H_1 : p_i < 1/2$

No existe tendencia decreciente  $\delta$  hay tendencia decreciente.

Zona de rechazo:

- A. Se rechaza  $H_o$  a nivel  $\alpha$  si  $S \leq N - k$  ó  $S \geq k$ , con  $k$  tal que  $P(B_i(N, 1/2) \leq k) = \alpha/2$ .

- B. Se rechaza  $H_o$  a nivel  $\alpha$  si  $S \leq k$  con  $k$  tal que  $P(B_i(N, 1/2) \leq k) = 1 - \alpha$ .

C. Se rechaza  $H_0$  a nivel  $\alpha$  si  $S \geq k$  con  $k$  tal que  $P(B_i(N, 1/2) \leq k) = \alpha$ .

La prueba de Cox-Stuart resulta insesgado y consistente para las hipótesis planteadas en términos de  $\pi$ . La eficiencia asintótica de la prueba bajo normalidad respecto del test paramétrico basado en el coeficiente de regresión es 0.78. Esta eficiencia sube a 0.83 si se elimina el tercio central de las observaciones y se aparea el primer tercio con el último tercio.

Se registra el número de siniestros reportados por mes en el año 2004 del ramo de Diversos, este se encuentra dividido en Gobierno y Privado. Las hipótesis a probar son:

$$H_0 : P(X_{i+N} - X_i > 0) \geq P(X_{i+N} - X_i < 0) \text{ \&}$$

$$H_1 : P(X_{i+N} - X_i > 0) < P(X_{i+N} - X_i < 0)$$

O equivalente

$$H_0 : p_i \geq 1/2$$

\&

$$H_1 : p_i < 1/2$$

Es decir la hipótesis es que los registros de siniestros presentan una tendencia decreciente,

Tabla. Siniestros registrados 2004 del ramo de Diversos.

Se rechaza  $H_0$  a nivel  $\alpha$  si  $S \leq k$  con  $k$  tal que  $P(B_i(12, 1/2) \leq k) = \alpha$

Si tomamos  $\alpha = 0.05$  tenemos:

$$P(B(12, 1/2) = 1) = 0.0032$$

$$P(B(12, 1/2) = 2) = 0.0193$$

$$P(B(12, 1/2) = 3) = 0.0730$$

Por lo cual se toma un nivel de 0.0193 y no se rechaza  $H_0$ . Lo que indica que los registros de siniestros presentan una tendencia decreciente.



# Capítulo 4

## Tablas de contingencia $r \times c$

### 4.1. Pruebas de independencia $r \times c$

En este capítulo se llevará a cabo el análisis de la independencia para tablas de contingencia de orden  $r \times c$  ambas superiores a dos.

El problema fundamental en este tipo de tablas se centra en que la prueba Ji-cuadrada no va a tener una interpretación tan obvia, ni puede proporcionar la misma cantidad de información que se obtiene de las tablas  $2 \times 2$ , por lo cual en ocasiones se debe recurrir a análisis posteriores más precisos.

La necesidad de complementar el análisis usual con otros de mayor precisión surge, fundamentalmente, cuando se observa cualquiera de las particularidades siguientes:

- A. Las frecuencias esperadas son demasiado pequeñas para que la utilización del contraste usual (la aproximación) resulte adecuada.
- B. La estructura de la tabla (bien por la combinación de frecuencias para los diferentes pares de niveles, porque éstos, sea  $R$  o  $C$  o ambos, son demasiado elevados) no permite identificar las fuentes de asociación, es decir, no es posible determinar cuáles son las partes de la tabla causantes de dicha asociación.
- C. Los dos factores son ordinales, es decir, presentan una ordenación en sus niveles o categorías.

## 4.2. Tablas de contingencia de $r \times c$

Las tablas de contingencia representan la tabulación de datos contenidos de varias muestras, donde los datos representan una escala nominal de medida. Un uso para las tablas de contingencia  $r \times c$  es con una sola muestra, donde cada elemento puede ser clasificado dentro de una de las  $r$  diferentes categorías de acuerdo a un criterio y en el mismo tiempo, dentro de una  $c$  diferente categoría de acuerdo al segundo criterio. Ambas aplicaciones son tratadas con el mismo análisis estadístico.

Si se cuenta con  $r$  muestras, donde cada muestra está tabulada en una de las  $r$  filas y cada una contiene dos categorías (llamadas clase 1 y clase 2) ahora se consideran  $c$  categorías, correspondientes a las  $c$  columnas, así la entrada en la celda  $(i, j)$  ( $i$ -ésima fila y  $j$ -ésima columna) es el número de observaciones para la  $i$ -ésima muestra con la  $j$ -ésima categoría.

En este capítulo se estudiarán los siguientes métodos para tablas de contingencia de  $r \times c$ :

- Prueba Ji-cuadrada para las diferencias en probabilidades.
- Prueba Ji-cuadrada para independencia.
- La prueba de la mediana.
- Coeficiente de correlación.

## 4.3. La Prueba Ji-cuadrada para las diferencias en probabilidades

Si se cuenta con  $r$  poblaciones totales y una muestra escogida al azar la cual es representada para cada población, si ni incorpora el número de observaciones en la  $i$ -ésima muestra (para la  $i$ -ésima población) de  $1 \leq i \leq r$ , entonces cada observación de la muestra puede ser clasificada en una  $c$  categoría. Esto permite que  $O_{ij}$  represente el número de observaciones para la  $i$ -ésima muestra la cual está dentro de la categoría  $j$ , esto implica:

$$n_i = O_{i1} + O_{i2} + \dots + O_{ic} \text{ para toda } i \quad (4.1)$$

A continuación se representan los datos de una tabla de contingencia  $r \times c$ .



	Clase 1	Clase 2	· · ·	Clase c	
Población 1	$O_{11}$	$O_{12}$	· · ·	$O_{1c}$	$n_1$
Población 2	$O_{21}$	$O_{22}$	· · ·	$O_{2c}$	$n_2$
⋮	⋮	⋮	⋮ ⋮ ⋮	⋮	⋮
Población r	$O_{r1}$	$O_{r2}$	· · ·	$O_{rc}$	$n_r$
Totales	$c_1$	$c_2$	· · ·	$c_c$	$N$

El número total de observaciones para todas las muestras está denotado por  $N$ , donde

$$N = n_1 + n_2 + n_3 + \dots + n_r \quad (4.2)$$

El número de observaciones en la  $j$ -ésima columna esta denotada por  $c_j$ , donde  $c_j$  es el número total de observaciones en la categoría o clase  $j$ -ésima, para todas las muestras combinadas.

$$c_j = O_{1j} + O_{2j} + O_{3j} + \dots + O_{rj} \text{ para } j=1,2, \dots, c \quad (4.3)$$

Suposiciones.

1. Cada muestra es una muestra escogida al azar.
2. Los resultados de las muestras son todos mutuamente independientes
3. Cada observación puede ser clasificada exactamente dentro de una de las  $c$  categorías o clases

Hipótesis: La probabilidad de un valor seleccionado al azar de la  $i$ -ésima población clasificado en la  $j$ -ésima clase, es denotado por  $p_{ij}$  para  $i = 1, 2, \dots, r$  y  $j = 1, 2, \dots, c$

$H_0$ : Todas las probabilidades en la misma columna son iguales la una a la otra, es decir,

$$P_{ij} = p_{2j} = p_{3j} = \dots = p_{rj} \text{ para } j \quad (4.4)$$

$H_1$ : Por lo menos dos de las probabilidades en la misma columna no son iguales la una de la otra, es decir,  $p_{ij} \neq p_{kj}$  para alguna  $j$  y para alguna  $i$  y  $k$ .

## Estadístico T

El Estadístico T está dado por:

$$T = \sum \sum \frac{(O_{ij} - E_{ij})^2}{E_{ij}} \text{ donde } E_{ij} = \frac{n_i C_j}{N} \quad (4.5)$$

$O_{ij}$  representa el número de observaciones en la celda  $(i, j)$

$E_{ij}$  representa el número esperado de observaciones en la celda  $(i, j)$

$$T = \sum_{i=1}^r \sum_{j=1}^c \frac{O_{ij}^2}{E_{ij}} - N \quad (4.6)$$

Si se tienen solo dos filas entonces:

$$T = \frac{1}{\frac{n_1}{N}(1 - \frac{n_1}{N})} \left( \sum_{j=1}^c \frac{(O_{1j} - \frac{n_1 C_j}{N})^2}{C_j} \right) \quad (4.7)$$

Desarrollando se tiene:

$$T = \frac{1}{\frac{n_1}{N}(1 - \frac{n_1}{N})} \left( \sum_{j=1}^c \frac{O_{1j}^2}{C_j} - \frac{n_1^2}{N} \right)^2 \quad (4.8)$$

$$T = \frac{1}{\frac{C_1}{N}(1 - \frac{C_1}{N})} \sum_{i=1}^r \left( O_{1j} \frac{C_1 n_i}{n_i} \right)^2 \quad (4.9)$$

$$T = \frac{1}{\frac{C_1}{N}(1 - \frac{C_1}{N})} \left( \sum_{i=1}^r \frac{O_{i1}^2}{n_i} - \frac{C_1^2}{N} \right)^2 \quad (4.10)$$

Si  $r$  y  $c$  son igual a 2, se tiene:

$$T = \frac{N(O_{11}O_{22} - O_{12}O_{21})^2}{n_1 n_2 C_1 C_2} \quad (4.11)$$

Cuadro 4.1: Siniestros terminados por Subramo y año del ramo Diversos.

Año	Diversos	Incendio	RC	Transportes	Total
2004	20,520	3,140	5,843	3,591	33,094
2005	21,198	6,326	6,595	3,220	37,339
2006	19,347	3,858	6,068	2,417	31,690
Totales	61,065	13,324	18,506	9,228	102,123

Un ejemplo utilizando el estadístico T es el siguiente:

Supóngase que se desea probar que la distribución de los ramos en los años 2004,2005 y 2006 es igual para todos los ramos, teniendo los siguientes datos:

Tomando que la hipótesis nula es suponer que la distribución de los ramos en los años 2004, 2005 y 2006 de los siniestros reportados, es la misma, se tiene lo siguiente:

Tomando la siguiente ecuación se obtiene:

$$T = \sum \sum \frac{(O_{ij} - E_{ij})^2}{E_{ij}} \text{ donde } E_{ij} = \frac{n_i C}{N} \quad (4.12)$$

Cuadro 4.2: Esperanza  $E_{ij}$

Año	Diversos	Incendio	RC	Transportes
2004	19,788.74	4,317.78	5,997.06	2,990.43
2005	22,327.06	4,871.62	6,766.31	3,374.01
2006	18,949.21	4,134.60	5,742.64	2,863.56

Obteniendo los datos de la ecuación  $\sum \sum \frac{(O_{ij} - E_{ij})^2}{E_{ij}}$

Año	Diversos	Incendio	RC	Transportes
2004	27.02	321.27	3.96	120.61
2005	57.1	434.19	4.34	7.03
2006	8.35	18.5	18.43	69.64

Por lo tanto  $T = 27.02 + 321.27 + 3.96 + 120.61 + 57.10 + 434.19 + 4.34 + 7.3 + 8.35 + 18.50 + 18.43 + 69.64 = 1,090.44$

Tomando un nivel de significancia del 5% se tiene que el valor de T es mayor a 7.815, por lo tanto la hipótesis nula es rechazada.

Por lo que se concluye que la distribución de los ramos de los siniestros reportados en los años 2004,2005 y 2006, tienen diferente distribución.

#### 4.4. La prueba Ji-cuadrada para independencia

Supóngase que se cuenta con una muestra escogida al azar de tamaño  $N$ , las observaciones de la muestra pueden clasificarse de acuerdo a dos criterios. Usando el primer criterio cada observación es asociado con uno de las  $r$  filas, y usando el segundo criterio cada observación es asociado con una de las  $c$  columnas. Supóngase que el número  $O_{ij}$  es el número de observación asociado con la fila  $i$  y la columna  $j$  simultáneamente. Los valores de la celda  $O_{ij}$  se pueden arreglar en una tabla de contingencia de  $r \times c$ .

	Columna	1	2	· · ·	$c_c$	
Fila	1	$O_{11}$	$O_{12}$	· · ·	$O_{1c}$	$r_1$
	2	$O_{21}$	$O_{22}$	· · ·	$O_{2c}$	$r_2$
	⋮	⋮	⋮	⋮ ⋮ ⋮	⋮	⋮
	$r$	$O_{r1}$	$O_{r2}$	· · ·	$O_{rc}$	$r_r$
	Totales	$c_1$	$c_2$	· · ·	$c_c$	$N$

El número total de observaciones en la fila  $i$  esta designado por  $r_i$ . y la columna  $j$  por  $c_j$ .

La suma de los números de todas las celdas es  $N$ .

### Suposiciones

1. La muestra de  $N$  observaciones es tomada al azar. (Cada observación tiene la misma probabilidad)
2. Cada observación puede ser clasificada exactamente en una de las  $r$  categorías.

### Hipótesis

$H_0$ : El evento “una observación está en la fila  $i$ ” es independiente del evento “la misma observación está en la columna  $j$ ”, para toda  $i, j$ .

Por la definición de eventos independientes,  $H_0$  puede ser como sigue:

$$H_0: P(\text{fila } i, \text{ columna } j) = P(\text{fila } i) * P(\text{columna } j) \text{ para toda } i, j$$

La hipótesis alternativa quedaría de la siguiente forma:

$$H_1: P(\text{fila } i, \text{ columna } j) \neq P(\text{fila } i) * P(\text{columna } j) \text{ para alguna } i, j$$

El estadístico  $T$  permite que  $E_{ij}$  sea equivalente a  $r_i c_j / N$ , entonces el estadístico de prueba está dado por

$$T = \sum_{i=1}^r \sum_{j=1}^c \frac{(O_{ij} E_{ij})^2}{E_{ij}}$$

Simplificando queda

$$T = \sum_{i=1}^r \sum_{j=1}^c \frac{O_{ij}^2}{E_{ij}} - N$$

Donde  $T$  representa la suma de todas las celdas de la tabla de contingencia.

### Regla de decisión

Se rechaza  $H_0$  si  $T$  excede el valor de  $1 - \alpha$  de una variable al azar de Ji-cuadrada con  $(r-1)(c-1)$  grados de libertad.

Obteniendo de la tabla  $Ji$ -cuadrada la aproximación del nivel de significancia  $\alpha$ .

Ejemplo: Se tienen los datos de los siniestros terminados en el año 2004 con respecto al mes terminado y el ramo del siniestro.

Mes	Agrícola	Diversos	Incendio	RC	Transporte	Total general
Enero	551	1,399	275	375	234	2,834
Febrero	707	1,767	277	597	317	3,665
Marzo	629	2,027	320	499	345	3,820
Abril	502	1,479	244	397	300	2,922
Mayo	386	1,584	207	433	253	2,863
Junio	683	1,599	259	346	323	3,210
Julio	593	1,659	234	380	336	3,202
Agosto	583	1,547	317	547	239	3,233
Septiembre	631	1,504	287	491	289	3,188
Octubre	574	2,067	261	477	308	3,871
Noviembre	563	1,589	304	539	271	3,266
Diciembre	758	1,834	313	578	365	3,848
Total	7,160	20,055	3,398	5,729	3,580	39,922

Se quiere comprobar si el mes en que se terminó un siniestro es independiente al ramo del tipo del siniestro.

Por lo que se tiene la siguiente hipótesis:

- $H_0$ : El mes en que se termina un siniestro es independiente del tipo de ramo.
- $H_1$ : El mes en que se termina un siniestro depende del tipo de ramo.
- $C_1 = 7,160$  total de siniestros terminados del ramo agrícola en el año 2004.
- $C_2 = 20,055$  total de siniestros terminados del ramo diversos en el año 2004.
- $C_3 = 3,398$  total de siniestros terminados del ramo de incendio en el año 2004.

- $C_4 = 3,580$  total de siniestros terminados del ramo de transportes en el año 2004.
- $R_1 = 2,834$  total de siniestros terminados de todos los ramos en el mes de enero de 2004.
- $R_2 = 3,665$  total de siniestros terminados de todos los ramos en el mes de febrero de 2004.
- $R_3 = 3,820$  total de siniestros terminados de todos los ramos en el mes de marzo de 2004.
- $R_4 = 2,922$  total de siniestros terminados de todos los ramos en el mes de abril de 2004.
- $R_5 = 2,863$  total de siniestros terminados de todos los ramos en el mes de mayo de 2004.
- $R_6 = 3,210$  total de siniestros terminados de todos los ramos en el mes de junio de 2004.
- $R_7 = 3,202$  total de siniestros terminados de todos los ramos en el mes de Julio de 2004.
- $R_8 = 3,233$  total de siniestros terminados de todos los ramos en el mes de agosto de 2004.
- $R_9 = 3,188$  total de siniestros terminados de todos los ramos en el mes de septiembre de 2004.
- $R_{10} = 3,871$  total de siniestros terminados de todos los ramos en el mes de octubre de 2004.
- $R_{11} = 3,266$  total de siniestros terminados de todos los ramos en el mes de noviembre de 2004.
- $R_{12} = 3,848$  total de siniestros terminados de todos los ramos en el mes de diciembre de 2004.
  
- $N = 39,922$  Representa el total de siniestros terminados de todos los ramos en el año 2004.

De acuerdo al estadístico Ji-cuadrada y tomando un nivel de significancia del 5% se tiene lo siguiente:  $\alpha = 0.05$

Para obtener los grados de libertad se utiliza la siguiente fórmula  $(r-1)(c-1)$ , en este caso se tiene  $gl = (12 - 1)(5 - 1) = (11)(4) = 44$  en la tabla de valores

de la distribución Ji-cuadrada se toma el valor de 45 *gl* de la cual se obtiene 61.65. Obteniendo el valor de T se tiene lo siguiente:

Valores de  $E_{ij}$

Mes	Agrícola	Diversos	Incendio	RC	Transporte
Enero	508.28	1,423.67	241.22	406.69	254.14
Febrero	657.32	1,841.13	311.95	525.95	328.66
Marzo	685.12	1,918.99	325.14	548.19	342.56
Abril	524.06	1,467.88	248.71	419.32	362.03
Mayo	513.48	1,438.24	243.69	410.85	256.74
Junio	575.71	1,612.56	273.22	460.65	287.86
Julio	574.28	1,608.54	272.54	459.50	287.14
Agosto	579.84	1,624.11	275.18	463.95	289.92
Septiembre	571.77	1,601.51	271.35	457.49	285.88
Octubre	694.26	1,944.61	329.48	555.51	347.13
Noviembre	585.76	1,640.69	377.99	468.69	292.88
Diciembre	690.14	1,933.06	327.53	552.21	345.07

Mes term	Agrícola	Diversos	Incendio	RC	Transporte
Enero	3.59	0.43	4.73	2.47	1.6
Febrero	3.76	2.98	3.92	9.6	0.41
Marzo	4.6	6.09	0.08	4.41	0.02
Abril	0.93	0.08	0.09	1.19	5.5
Mayo	31.65	14.77	5.52	1.19	0.05
Junio	19.99	0.11	0.74	28.54	4.29
Julio	0.61	1.58	5.45	13.76	8.31
Agosto	0.02	3.66	6.36	14.87	8.94
Septiembre	6.14	5.94	0.9	0.83	0.03
Octubre	20.83	7.7	3.01	0.05	4.41
Noviembre	0.88	1.63	2.43	10.55	1.63
Diciembre	6.67	5.08	0.64	1.2	1.15

Obtenemos

$$\frac{O_{ij} - E_{ij}}{E_{ij}}$$

Realizando la suma de  $\sum_{i=1}^r \sum_{j=1}^c \frac{(O_{ij} - E_{ij})^2}{E_{ij}}$  se obtiene que  $T = 308.62$  por lo que se puede rechazar  $H_0$ . Lo que implica que aceptamos  $H_1$ , es decir, el mes en que se termina un siniestro depende del tipo de ramo.



## 4.5. La prueba de la mediana

La prueba de la mediana se utiliza para examinar si varias muestras de las poblaciones tienen el mismo punto medio. La prueba de la mediana es una aplicación especial de la prueba Ji-cuadrada con los totales marginales fijos.

Datos. De cada  $c$  poblaciones de una muestra tomada al azar de tamaño  $n_i$   $i = 1, 2, 3, \dots, c$ . se determina el punto medio combinado, es decir, se determina el número que excede alrededor de la mitad de las observaciones en el entero  $N = \sum_{i=1}^c n_i$ , esto es, los valores de la muestra son determinados. A este punto se le llama gran mediana.

Sea  $O_{1i}$  el número de observaciones en la  $i$ -ésima muestra que exceden la gran mediana y sea  $O_{2i}$  la  $i$ -ésima muestra que son menores o iguales que la gran mediana. Ordenando los valores de las frecuencias se obtiene la siguiente tabla de contingencia:

Muestra	1	2	3	·	·	·	c	Totales
> Mediana	$O_{11}$	$O_{12}$	·	·	·	·	$O_{1c}$	a
≤ Mediana	$O_{21}$	$O_{22}$	·	·	·	·	$O_{2c}$	b
Totales	$n_1$	$n_2$	·	·	·	·	$n_c$	$N$

El valor de  $a$  es igual al número total de observaciones mayores de la gran mediana en todas las muestras y el valor  $b$  es el número total de observaciones menores o iguales que la gran mediana. Por lo tanto se tiene  $N = a + b$ , donde  $N$  representa el número total de observaciones.

Suposiciones:

1. Cada muestra es escogida al azar.
2. Las muestras son independientes una de otra.
3. La escala de medida es ordinal.
4. Si todas las poblaciones tienen la misma mediana, todas las poblaciones tienen la misma probabilidad  $p$  de que excedan el punto de la gran mediana.

Hipótesis:

$H_0$ : Toda  $c$  población tiene la misma mediana.

$H_1$ : Al menos dos de las poblaciones tienen diferente medianas.

Estadístico de prueba.

El estadístico de prueba es obtenido por un pequeño cambio de la prueba del estadístico  $T$ . Para un caso especial para dos filas se tiene:

$$T = \frac{N^2}{a \times b} \sum_{i=1}^c \frac{(O_{1i} - \frac{n_{i\alpha}}{N})^2}{n_i} \quad (4.13)$$

Si  $a \approx b$ , como puede ser que haya varios valores iguales al punto gran mediana, la fórmula 4.13 puede ser simplificada y utilizada de la siguiente manera.

$$T = \sum_{i=1}^c \frac{(O_{1i} - O_{2i})^2}{n_i} \quad (4.14)$$

Regla de decisión.

La distribución exacta de  $T$  es difícil de tabular, así que se toma la aproximación de la muestra de la distribución de  $T$ .

La región crítica de aproximadamente tamaño  $\alpha$  corresponde a los valores mayores de  $T, X$  es cuantil  $(1-\alpha)$  de la distribución de las variables tomadas al azar con  $c - 1$  grados de libertad, obtenida de la tabla  $Ji$ -cuadrada. Si  $T$  excede  $x_{1-\alpha}$  se rechaza  $H_0$ , de lo contrario se acepta  $H_0$ .

Ejemplo.

Se tienen los datos de los siniestros reportados de todos los ramos en los años 2004, 2005 y 2006, representados en la siguiente tabla.

Año	Agrícola	Diversos	Incendio	RC	Transportes	Total
2004	7,474	20,520	3,140	5,843	3,591	40,568
2005	6,285	21,198	6,326	6,595	3,220	43,624
2006	223	19,347	3,858	6,068	2,417	31,913

Valores	Agrícola	Diversos	Incendio	RC	Transportes	Total
$> 6,306$	1	3	1	1	0	6
$\leq 6,306$	2	0	2	2	3	9
Totales	3	3	3	3	3	15

Se quiere probar lo siguiente:

$H_0$ : Todos los ramos tienen la misma mediana.

$H_1$ : Al menos dos de los ramos tienen diferente mediana.

Donde  $T = 2,148.61$

Tomando  $(c - 1) = (5 - 1)$  grados de libertad y  $\alpha = .05$  se tiene que la región crítica corresponde al valor 9.49 en la tabla  $Ji$ -cuadrada.

Como  $T$  excede el valor crítico de 9.49 entonces  $H_0$  es rechazada y es aceptada  $H_1$ , lo cual indica que al menos dos de los ramos tienen diferente mediana.

## 4.6. Coeficiente de correlación

Si se desea medir o cuantificar el grado de asociación entre dos variables se debe calcular un coeficiente de correlación. Este último es un valor aleatorio el cual es usado en situaciones donde los datos consisten en pares de números, tal como datos bivariantes. Hay dos coeficientes de correlación que se usan frecuentemente:

1. El coeficiente de correlación de Pearson (paramétrico).
2. El coeficiente de correlación de Spearman (no paramétrico).

El coeficiente de correlación de Pearson es un índice estadístico que mide la relación lineal entre dos variables cuantitativas. A diferencia de la covarianza, la correlación de Pearson es independiente de la escala de medida de las variables.

El cálculo del coeficiente de correlación lineal se obtiene dividiendo la covarianza por el producto de las desviaciones estándar de ambas variables:

$$r = \frac{\sigma_{XY}}{\sigma_X \sigma_Y} \quad (4.15)$$

Siendo:

$\sigma_{XY}$  la covarianza de  $(X, Y)$

$\sigma_X$  y  $\sigma_Y$  las desviaciones estándar de las distribuciones marginales.

El valor del índice de correlación varía en el intervalo  $[-1, +1]$ :

- Si  $r = 0$ , no existe ninguna correlación. El índice indica, por tanto, una independencia total entre las dos variables, es decir, que la variación de una de ellas no influye en absoluto en el valor que pueda tomar la otra.
- Si  $r = 1$ , existe una correlación positiva perfecta. El índice muestra una dependencia total entre las dos variables denominada relación directa: cuando una de ellas aumenta, la otra también lo hace en idéntica proporción.
- Si  $0 < r < 1$ , existe una correlación positiva.
- Si  $r = -1$ , existe una correlación negativa perfecta. El índice indica una dependencia total entre las dos variables llamada relación inversa: cuando una de ellas aumenta, la otra disminuye en idéntica proporción.
- Si  $-1 < r < 0$ , existe una correlación negativa.

La medida de correlación que más se utiliza es el coeficiente de correlación de Pearson, denotado por  $r$  y definido como

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})}{[\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2 \sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2]^{1/2}} \quad (4.16)$$

Donde  $\bar{X}$  y  $\bar{Y}$  son las medias de las muestras, simplificando se tiene:

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n X_i Y_i - n\bar{X}\bar{Y}}{(\sum_{i=1}^n X_i^2 - n\bar{X}^2)^{1/2} (\sum_{i=1}^n Y_i^2 - n\bar{Y}^2)^{1/2}} \quad (4.17)$$

Si el numerador y denominador en la ecuación son divididos por  $n$ , se tiene:

$$r = \frac{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})}{[\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2]^{1/2} [\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2]^{1/2}} \quad (4.18)$$

La  $r$  de Pearson es una medida de asociación lineal entre  $X$  y  $Y$ . Esto significa que si la gráfica de  $Y$  contra  $X$  muestran los puntos  $(X, Y)$  todos sobre o cerca de una línea recta.

El **coeficiente de correlación de Spearman** designado por  $r$ , es una prueba no paramétrica de la asociación o interdependencia entre dos variables conti-

nuas. Para calcular  $r$ , los datos son ordenados y reemplazados por su respectivo orden.

El estadístico  $r$  está definido por la expresión:

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n R(X_i)R(Y_i) - n(\frac{n+1}{2})^2}{(\sum_{i=1}^n R(X_i)^2 - n(\frac{n+1}{2})^2)^{1/2} (\sum_{i=1}^n R(Y_i)^2 - n(\frac{n+1}{2})^2)^{1/2}} \quad (4.19)$$

la cual es una simplificación de  $r$  de Pearson.

$$r = 1 - \frac{6 \sum [R(X_i) - R(Y_i)]^2}{n(n^2 - 1)} = 1 - \frac{6T}{n(n^2 - 1)} \quad (4.20)$$

Se tiene que considerar la existencia de datos idénticos a la hora de ordenarlos, aunque si éstos son pocos, se puede ignorar tal circunstancia. Para muestras mayores de 20 observaciones, se puede utilizar la siguiente aproximación a la distribución t de Student

$$t = \frac{\rho}{\sqrt{\frac{(1-\rho^2)}{(n-2)}}} \quad (4.21)$$

La interpretación del coeficiente de Spearman es igual que la del coeficiente de correlación de Pearson. Oscila entre -1 y +1, indicándo asociaciones negativas o positivas respectivamente, o cero, significa no correlación pero no independencia.

Ejemplo:

Se quiere saber si existe una correlación entre los siniestros reportados del sector gobierno y privado en el año 2004.

Los datos son los siguientes:

Siniestros reportados por ramo del sector gobierno y privado en el año 2004. donde

$X_i$  representa los siniestros reportados del sector gobierno en los diferentes ramos en el año 2004.

$Y_i$  representa los siniestros reportados del sector privado en los diferentes ramos en el año 2004.

Consec.	Ramo	Gob. (X)	Priv. (Y)	R(X)	R(Y)	$[R(X) - R(Y)]^2$	$R(X_i)R(Y_i)$	$R(X_i)^2$	$R(Y_i)^2$
1	Agrícola	211	25	1	1	0	1	1	1
2	Diversos	1,926	732	5	5	0	25	25	25
3	Incendio	492	167	2	3	1	6	4	9
4	RC	1,041	239	4	4	0	16	16	16
5	Transporte	505	139	3	2	1	6	9	4
<b>Totales</b>						2	54	55	55

Como hipótesis se tiene:

$H_0$ : El sector gobierno y privado son mutuamente independientes.  $H_1$ : Existe una tendencia para los valores largos de  $X$  para ser pareja con los valores largos de  $Y$ .

Tomando el valor de

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n R(X_i)R(Y_i) - n\left(\frac{n+1}{2}\right)^2}{\left(\sum_{i=1}^n R(X_i)^2 - n\left(\frac{n+1}{2}\right)^2\right)^{1/2} \left(\sum_{i=1}^n R(Y_i)^2 - n\left(\frac{n+1}{2}\right)^2\right)^{1/2}}$$

$$r = \frac{(54 - 45)}{(55 - 45)^{1/2} \times (55 - 45)^{1/2}}$$

$$r = 0.9$$

Para el valor  $w_{(0.95)} = 0.8$  con  $n = 5$  correspondiente de la tabla Spearman y tomando un nivel de significancia de  $\alpha = 0.05$

Como el valor de  $r = .09$  el cual es mayor al valor de  $w_{(0.95)} = 0.8$  con  $n = 5$  podemos concluir que existe una correlación positiva entre los siniestros reportados del sector Gobierno y Privado en el año 2004.

## 4.7. Prueba de Cox-Stuart

La prueba de Cox-Stuart se basa en variables aleatorias binomiales, ésta se utiliza para detectar la presencia de una tendencia creciente o decreciente.

Una tendencia es monótona si la variable dependiente crece cuando crece la variable independiente (monótona creciente) o decrece cuando crece la variable independiente (monótona decreciente).

Datos.

Sea  $X_1, \dots, X_n$  una sucesión de variables aleatorias ordenadas según algún criterio: Si los  $X_i$  están aleatoriamente distribuidas, entonces:

$$P(X_i - X_j < 0) = P(X_i - X_j > 0) = \frac{1}{2} \text{ para todo } i \neq j.$$

En cambio, si  $X_i$  crece monótonamente,

$$P(X_i - X_j < 0) > P(X_i - X_j > 0) \text{ si } i < j$$

y si  $X_i$  decrece monótonamente,

$$P(X_i - X_j < 0) < P(X_i - X_j > 0) \text{ si } i < j.$$

La prueba de Cox-Stuart examina la relación de  $(X_i, X_j)$  para porciones de la sucesión. En particular, si  $n$  es par o sea  $n = 2N$ , se convierte la sucesión en  $N$  pares  $(X_i, X_{i+N})$ .

Si la sucesión es aleatoria  $P(X_{i+N} - X_i < 0) = P(X_{i+N} - X_i > 0) = 1/2$  para todo  $i$ . Se definen  $D_i = X_{i+N} - X_i$  y

$$Z_i = \begin{cases} 1 & \text{si } X_{i+N} - X_i > 0 \\ 0 & \text{si } X_{i+N} - X_i < 0 \end{cases}$$

$Z_i \sim B_i(1, p_i)$  con  $p_i = P(X_{i+N} - X_i > 0)$  y se desea probar

$H_o : p_i = 1/2$  para todo  $i$ .

Suposiciones:

1. Los pares  $(X_i, X_{i+N})$  son mutuamente independientes.
2.  $\text{signo}[P(X_{i+N} - X_i > 0) - P(X_{i+N} - X_i < 0)]$  es el mismo para todo  $i$ .
3. Cada par  $(X_i, X_{i+N})$  puede ser clasificado como +, - o empate.

Estadístico de prueba y distribución nula:

$$S = \sum_{i=1}^N Z_i = \text{card} \left\{ \frac{i}{X_{i+N}} - X_i > 0 \right\} \quad (4.22)$$

Bajo  $H_o$ , es decir si no hay tendencia,  $S \sim B_i(N, \frac{1}{2})$ . Valores grandes de  $S$  sugieren una tendencia creciente mientras que valores bajos indican una tendencia decreciente.

Notas:

1. Si  $n$  es impar,  $n = 2N + 1$ , se elimina la observación central  $X_{N+1}$  y se forman las diferencias  $D_i = X_{i+N+1} - X_i$ . El estadístico de prueba será

$$S = \sum_{i=1}^N Z_i = \text{card} \left\{ \frac{i}{X_{i+N}} - X_i > 0 \right\} \quad (4.23)$$

2. No se aparea  $X_{i+1}$  con  $X_i$  porque estas diferencias se ven más afectadas por las fluctuaciones transitorias de la secuencia.

Hipótesis a probar:

A.

$$H_o : P(X_{i+N} - X_i > 0) = P(X_{i+N} - X_i < 0)$$

$\delta$

$$H_1 : P(X_{i+N} - X_i > 0) \neq P(X_{i+N} - X_i < 0) \text{ o equivalentemente}$$

$$H_o : p_i \geq 1/2 \delta H_1 : p_i \neq 1/2$$

(No existe tendencia vs hay tendencia creciente o decreciente)

B.

$$H_o : P(X_{i+N} - X_i > 0) \leq P(X_{i+N} - X_i < 0)$$

$\delta$

$$H_1 : P(X_{i+N} - X_i > 0) > P(X_{i+N} - X_i < 0)$$

o equivalentemente  $H_o : p_i \leq 1/2 \delta H_1 : p_i > 1/2$

(No existe tendencia creciente vs hay tendencia creciente)

C.

$$H_o : P(X_{X_{i+N}} - X_i > 0) \leq P(X_{i+N} - X_i < 0)$$

$\delta$

$$H_1 : P(X_{X_{i+N}} - X_i > 0) < P(X_{i+N} - X_i < 0)$$

o equivalentemente  $H_o : p_i \leq 1/2 \delta H_1 : p_i < 1/2$

No existe tendencia decreciente  $\delta$  hay tendencia decreciente.

Zona de rechazo:

A. Se rechaza  $H_o$  a nivel  $\alpha$  si  $S \leq N - k$  ó  $S \geq k$ , con  $k$  tal que  $P(B_i(N, 1/2) \leq k) = \alpha/2$ .

B. Se rechaza  $H_o$  a nivel  $\alpha$  si  $S \leq k$  con  $k$  tal que  $P(B_i(N, 1/2) \leq k) = 1 - \alpha$ .

C. Se rechaza  $H_o$  a nivel  $\alpha$  si  $S \geq k$  con  $k$  tal que  $P(B_i(N, 1/2) \leq k) = \alpha$ .



La prueba de Cox-Stuart resulta insesgado y consistente para las hipótesis planteadas en términos de  $p_i$ . La eficiencia asintótica de la prueba bajo normalidad respecto del test paramétrico basado en el coeficiente de regresión es 0.78. Esta eficiencia sube a 0.83 si se elimina el tercio central de las observaciones y se aparea el primer tercio con el último tercio.

Se registra el número de siniestros reportados por mes en el año 2004 del ramo de Diversos, este se encuentra dividido en Gobierno y Privado. Las hipótesis a probar son:

$$H_0 : P(X_{i+N} - X_i > 0) \geq P(X_{i+N} - X_i < 0) \text{ \&}$$

$$H_1 : P(X_{i+N} - X_i > 0) < P(X_{i+N} - X_i < 0)$$

O equivalente

$$H_0 : p_i \geq 1/2$$

\&

$$H_1 : p_i < 1/2$$

Es decir la hipótesis es que los registros de siniestros presentan una tendencia decreciente,

Tabla. Siniestros registrados 2004 del ramo de Diversos.

Se rechaza  $H_0$  a nivel  $\alpha$  si  $S \leq k$  con  $k$  tal que  $P(B_i(12, 1/2) \leq k) = \alpha$

Si tomamos  $\alpha = 0.05$  tenemos:

$$P(B(12, 1/2) = 1) = 0.0032$$

$$P(B(12, 1/2) = 2) = 0.0193$$

$$P(B(12, 1/2) = 3) = 0.0730$$

Por lo cual se toma un nivel de 0.0193 y no se rechaza  $H_0$ . Lo que indica que los registros de siniestros presentan una tendencia decreciente.



## Capítulo 5

# Resultados de tablas de contingencia aplicados a los datos de siniestralidad

El modelo que se revisará es el de siniestros registrados en el año 2004 por ramo y estado. Los datos son los siguientes:

Estado	Diversos	Incendio	RC	Transportes	Total general
Aguascalientes	152	20	29	18	219
BCN	636	131	147	22	936
BCS	90	36	41	17	184
Campeche	87	9	14	27	137
Chiapas	313	63	60	35	471
Chihuahua	876	171	144	60	1,251
Coahuila	407	98	101	59	665
Colima	44	20	16	12	92
D.F.	7,982	724	2,475	1,492	12,673
Durango	215	25	44	65	349
Guanajuato	504	47	92	65	708
Guerrero	227	76	120	48	471
Hidalgo	227	27	37	24	315
Jalisco	839	205	320	248	1,612
Continúa en la siguiente página					

Estado	Diversos	Incendio	RC	Transportes	Total general
México	1,956	354	633	418	3,361
Michoacán	313	36	52	64	465
Morelos	227	30	84	17	358
Nayarit	85	12	12	23	132
Nuevo León	1,053	225	261	152	1,691
Oaxaca	230	26	47	35	338
Puebla	415	61	92	87	655
Querétaro	234	54	54	28	370
Quintana Roo	259	129	138	47	573
S.L.P.	146	22	36	36	240
Sinaloa	625	86	188	86	985
Sonora	877	152	136	93	1,258
Tabasco	262	33	76	26	397
Tamaulipas	475	84	145	64	768
Tlaxcala	26	7	7	17	57
Veracruz	460	90	151	91	792
Yucatán	219	76	63	77	435
Zacatecas	53	8	7	4	72
<b>Total</b>	20,514	3,137	5,822	3,557	33,030

Se utilizará la prueba Ji-Cuadrada para independencia, de donde se tendrán las siguientes hipótesis:

$H_0$ : La distribución de los siniestros registrados del ramo de Incendio es independiente al estado y año de registro.

&

$H_1$ : La distribución de los siniestros registrados del ramo de Incendio es dependiente del estado y año de registro.

Obteniendo la esperanza  $E_{ij}$ , se tiene el siguiente resultado

Matriz de esperanzas

Estado	Diversos	Incendio	RC	Transportes
Aguascalientes	136.01	20.80	38.60	23.58
B.C.N.	581.32	88.90	164.98	100.80
B.C.S.	114.28	17.48	32.43	19.81
Campeche	85.09	13.01	24.15	14.75
Chiapas	292.52	44.73	83.02	50.72
Chihuahua	776.96	118.81	220.51	134.72
Coahuila	413.01	63.16	117.22	71.61
Colima	57.14	8.74	16.22	9.91
D.F.	7,870.84	1,203.61	2,233.79	1,364.76
Durango	216.75	33.15	61.52	37.58
Guanajuato	439.72	67.24	124.79	76.24
Guerrero	292.52	44.73	83.02	50.72
Hidalgo	195.64	29.92	55.52	33.92
Jalisco	1,001.17	153.10	284.14	173.60
México	2,087.42	319.21	592.42	361.95
Michoacán	288.80	44.16	44.16	50.08
Morelos	222.34	34.00	63.10	38.55
Nayarit	81.98	12.54	23.27	14.22
Nuevo León	1,050.23	160.60	298.06	182.10
Oaxaca	209.92	32.10	59.58	36.40
Puebla	406.80	62.21	115.45	70.54
Querétaro	229.80	35.14	65.22	39.85
Quintana Roo	355.87	54.42	101.00	61.71
S.L.P.	149.06	22.79	42.30	25.85
Sinaloa	611.76	93.55	173.62	106.07
Sonora	781.31	119.48	221.74	135.47
Tabasco	246.57	37.70	69.98	42.75
Tamaulipas	476.98	72.94	135.37	82.71
Tlaxcala	35.40	5.41	10.05	6.14
Veracruz	491.89	75.22	139.60	85.29
Yucatan	270.17	41.31	76.67	46.85
Zacatecas	44.72	6.84	12.69	7.75

Obteniendo los datos de la ecuación  $\sum_{i=1}^r \sum_{j=1}^c \frac{(O_{ij}-E_{ij})^2}{E_{ij}}$  se tiene:

Estado	Diversos	Incendio	RC	Transportes
Aguascalientes	1.88	0.03	2.93	1.32
B.C.N.	5.14	19.94	1.96	61.60
B.C.S.	5.16	19.64	2.26	0.40
Campeche	0.04	1.24	4.26	10.17
Chiapas	1.43	7.46	6.38	4.87
Chihuahua	12.62	22.92	26.54	41.44
Coahuila	0.09	19.22	2.24	2.22
Colima	3.02	14.52	0.00	0.44
D.F.	1.57	191.11	26.05	11.86
Durango	0.01	2.00	4.99	20.00
Guanajuato	9.40	6.09	8.62	1.66
Guerrero	14.68	21.85	16.47	0.15
Hidalgo	5.03	0.28	6.18	2.90
Jalisco	26.27	17.59	4.53	31.89
México	8.27	3.79	2.78	8.68
Michoacán	2.03	1.51	10.95	3.87
Morelos	0.10	0.47	6.92	12.05
Nayarit	0.11	0.02	5.46	5.43
Nuevo León	0.01	25.82	4.61	4.98
Oaxaca	1.92	1.16	2.66	0.05
Puebla	0.17	0.02	4.76	3.84
Querétaro	0.08	10.12	1.93	3.52
Quintana Roo	26.37	102.21	13.56	3.50
S.L.P.	0.06	0.03	0.94	3.99
Sinaloa	0.29	0.61	1.19	3.80
Sonora	11.72	8.85	33.15	13.32
Tabasco	0.97	0.59	0.52	6.56
Tamaulipas	0.01	1.68	0.68	4.23
Tlaxcala	2.50	0.46	0.92	19.22
Veracruz	2.07	2.90	0.93	0.38
Yucatan	9.69	29.12	2.44	19.41
Zacatecas	1.53	0.20	2.55	1.82

De los datos anteriores se obtiene que  $T = 1, 207.13$

Tomando un nivel de significancia del 5% se tiene que el valor de  $T$  es mayor a 124.34, por lo tanto la hipótesis nula es rechazada.

Por lo que se concluye que en el año 2004 la distribución de los siniestros registrados por ramos y estado es diferente, es decir, que el registro de siniestros en el año 2004 por estado es independiente del ramo afectado.

Ahora se tomarán los datos de los siniestros registrados por estado y año, del ramo de Incendio. Los datos que se tienen son los siguientes:

<b>Estado</b>	<b>2004</b>	<b>2005</b>	<b>2006</b>	<b>Total general</b>
Aguascalientes	20	12	16	48
B.C.N.	131	181	146	458
B.C.S.	36	20	145	201
Campeche	9	19	7	35
Chiapas	63	119	40	222
Chihuahua	171	167	207	545
Coahuila	98	78	95	271
Colima	20	15	20	55
D.F.	724	1,022	923	2,669
Durango	25	37	29	91
Guanajuato	47	71	37	155
Guerrero	76	85	63	224
Hidalgo	27	22	20	69
Jalisco	205	327	377	909
México	354	300	353	1,007
Michoacán	36	40	28	104
Morelos	30	32	29	91
Nayarit	12	11	10	33
Nuevo León	225	281	243	749
Oaxaca	26	58	37	121
Puebla	61	55	58	174
Querétaro	54	31	42	127
Quintana Roo	129	2,471	238	2,838
S.L.P.	22	12	21	55
Sinaloa	86	113	174	373
Sonora	152	194	186	532
Continúa en la siguiente página				

Estado	2004	2005	2006	Total general
Tabasco	33	29	27	89
Tamaulipas	84	236	114	434
Tlaxcala	7	7	5	19
Veracruz	90	131	77	298
Yucatan	76	143	80	299
Zacatecas	8	4	9	21

$H_0$ : La distribución de los siniestros registrados del ramo de Incendio es independiente al estado y año de registro.

&

$H_1$ : La distribución de los siniestros registrados del ramo de Incendio es dependiente del estado y año de registro.

Obteniendo la Esperanza  $E_{ij}$ , se tiene la siguiente tabla.

Estado	2004	2005	2006
Aguascalientes	18.53	30.02	21.13
B.C.N.	176.82	286.44	201.6
B.C.S.	77.6	125.71	88.48
Campeche	13.51	21.89	21.89
Chiapas	85.71	138.84	97.73
Chihuahua	210.41	340.85	239.9
Coahuila	104.63	169.49	119.3
Colima	21.23	34.4	24.21
D.F	1,030.44	1,669.23	1,174.95
Durango	35.13	56.91	40.06
Guanajuato	59.84	96.94	68.23
Guerrero	86.48	140.09	98.61
Hidalgo	26.64	43.15	30.38
Jalisco	350.94	568.5	400.2
México	388.78	629.79	443.3
Continúa en la siguiente página			



<b>Estado</b>	<b>2004</b>	<b>2005</b>	<b>2006</b>
Michoacán	40.15	65.04	45.78
Morelos	35.13	56.91	40.06
Nayarit	12.74	20.64	14.53
Nuevo León	289.17	468.43	329.7
Oaxaca	46.72	75.67	53.27
Puebla	67.18	108.82	76.6
Querétaro	49.03	79.43	55.91
Quintana Roo	1,095.69	1,774.92	1,249.35
S.L.P.	21.23	34.4	24.21
Sinaloa	144.01	233.28	164.2
Sonora	205.39	332.72	234.2
Tabasco	34.36	55.66	39.18
Tamaulipas	167.56	271.43	191.1
Tlaxcala	7.34	11.88	8.36
Veracruz	115.05	186.37	131.2
Yucatán	115.44	187	131.6
Zacatecas	8.11	13.13	9.24

Obteniendo los datos de la ecuación  $\sum_{i=1}^r \sum_j j = 1^c \frac{(O_{ij} - E_{ij})^2}{E_{ij}}$  se tiene:

<b>Estado</b>	<b>2004</b>	<b>2005</b>	<b>2006</b>
Aguascalientes	0.12	10.82	1.25
B.C.N.	11.87	38.81	15.34
B.C.S.	22.30	88.89	36.10
Campeche	1.51	0.38	4.59
Chiapas	6.02	2.84	34.10
Chihuahua	7.38	88.67	4.52
Coahuila	0.42	49.38	4.95
Colima	0.07	10.94	0.73
D.F.	91.13	250.96	54.03
Durango	2.92	6.97	3.05
Guanajuato	2.76	6.94	14.30
Continúa en la siguiente página			

<b>Estado</b>	<b>2004</b>	<b>2005</b>	<b>2006</b>
Guerrero	1.27	21.67	12.86
Hidalgo	0.00	10.37	3.54
Jalisco	60.69	102.59	1.34
México	3.11	172.70	18.40
Michoacán	0.43	9.64	6.91
Morelos	0.75	10.91	3.05
Nayarit	0.04	4.50	1.41
Nuevo León	14.24	75.00	22.81
Oaxaca	9.19	4.13	4.97
Puebla	0.57	26.62	4.52
Querétaro	0.50	29.53	3.46
Quintana Roo	852.87	272.98	818.69
S.L.P.	0.03	14.58	0.43
Sinaloa	23.37	62.02	0.58
Sonora	13.88	57.84	9.92
Tabasco	0.05	12.77	3.79
Tamaulipas	41.67	4.62	31.08
Tlaxcala	0.02	2.01	1.35
Veracruz	5.45	16.45	22.38
Yucatán	13.47	10.35	20.25
Zacatecas	0.00	6.35	0.01

De los datos anteriores se obtiene que  $T = 3, 836.02$

Tomando un nivel de significancia del 5% se tiene que el valor de  $T$  es mayor a 124.34, por lo tanto la hipótesis nula es rechazada.

Por lo que se concluye que la distribución de los siniestros registrados del ramo de Incendio es dependiente del estado y año de registro.

Ahora se estudiarán los estados por zona, de los cuales se han elegido Quintana Roo, Tabasco, Veracruz y Yucatán, los cuales son los estados más afectados en la época de huracanes.

Los datos que se representan en la siguiente tabla son los siniestros registrados por estado y por año del ramo de Incendio.

Estado	2004	2005	2006	Total general
Quintana Roo	129	2,471	238	2,838
Tabasco	33	29	27	89
Veracruz	90	131	77	298
Yucatan	76	143	80	299
<b>Totales</b>	<b>252</b>	<b>2,631</b>	<b>342</b>	<b>3,225</b>

$H_0$ : La distribución de los siniestros registrados por estado y año del ramo de Incendio son independientes

&

$H_1$ : La distribución de los siniestros registrados por estado y año del ramo de Incendio son dependientes.

Calculando la Esperanza  $E_{ij}$ , se tiene la siguiente tabla.

Estado	2004	2005	2006
Quintana Roo	221.76	2,315.28	301
Tabasco	6.95	72.61	9.44
Veracruz	23.39	243.11	31.6
Yucatan	23.36	243.93	31.71

Obteniendo los datos de la ecuación  $\sum_{i=1}^r \sum_{j=1}^c \frac{(O_{ij} - E_{ij})^2}{E_{ij}}$  se tiene:

Estado	2004	2005	2006
Quintana Roo	38.8	10.47	13.17
Tabasco	97.55	26.19	32.68
Veracruz	191.14	51.7	65.22
Yucatan	118.58	41.76	73.55

Donde se puede obtener el valor correspondiente de  $T$  el cual es igual a 760.81

Tomando un nivel de significancia del 5% se tiene que el valor de  $T$  es mayor a 9.49, por lo tanto la hipótesis nula es rechazada.

Por lo que se concluye que la distribución de los siniestros registrados por estado y año correspondiente, tienen diferente distribución.

Con este ejemplo se puede observar que el registro de los siniestros del ramo de Incendio es dependiente al los estados y año de ocurrencia.

# Capítulo 6

## Conclusiones

En estadística las tablas de contingencia son empleadas para registrar y analizar la relación de bases de datos, poblaciones, encuestas, registros, etc., habitualmente de naturaleza cualitativa - nominales u ordinales, ya que permite clasificar la información en dos variables o más. Al utilizar las tablas de contingencia se permite un análisis rápido y eficaz de los datos estudiados.

Las tablas de contingencia son empleadas para realizar las dependencias o independencias entre las variables que forman la tabla, y de esta forma, los datos obtenidos brindan una información más amplia que la que se obtiene mediante estadística descriptiva.

Los datos estudiados en los cuales se utilizarán las tablas de contingencia deben cumplir con ciertas características de acuerdo al método aplicable. En la aplicación de la prueba Ji-cuadrada para independencia a un caso práctico, se eligió una cartera de siniestros ocurridos en los años 2004, 2005 y 2006 de seguros de daños, ya que esta cartera contiene diferentes variables cualitativas que pueden estudiarse con este modelo, como los ramos y subramos afectados, el estado de ocurrencia, el tipo de sector, etc. Al momento de realizar un análisis de siniestralidad tomando en cuenta estas variables para el tipo de sector y atención realizada para el asegurado y la productividad del personal de atención.

Se eligieron las variables: ramo afectado, año del siniestro y estado afectado. Para el caso de los siniestros registrados de todos los ramos; diversos, incendio, responsabilidad civil y transportes en el año 2004 por estado, se muestra que el ramo de diversos representa el 62 % de toda la población, el ramo de incendio representa el 9 %, el ramo de responsabilidad civil representa el 18 % y el ramo

de transporte representa el 11 % de los siniestros registrados en el año 2004. De los cuales la distribución en cada estado es independiente del ramo registrado.

Tomando en cuenta que en la época de huracanes (junio-noviembre) aumentan los registros de siniestros del ramo de incendio, se realizó un primer análisis de los siniestros reportados por año y estado del ramo de Incendio.

En este estudio se pudo observar que en el año 2005 aumento considerablemente el reporte de los siniestros del ramo de incendio y al realizar la aplicación del modelo Ji-cuadrada de independencia se observa que el registro de casos es dependiente del año y del estado donde ocurrió el siniestro. Esto es debido a que en el año 2005 se presentaron dos huracanes Wilma y Stan, los cuales tuvieron presencia en los estados de Chiapas, Yucatán y Quintana Roo.

Debido a que los estados de Quintana Roo, Tabasco, Veracruz y Yucatán son los más afectados en la época de huracanes y esto provoca que aumenten los registros del ramo de Incendio, se realizó la aplicación de independencia a los siniestros reportados en los años 2004, 2005 y 2006. De este estudio se obtuvo que los registros de siniestros del ramo de incendio, son dependientes del estado y año de registro.

De esta manera se puede concluir que la cartera presenta cambios drásticos dependiendo si se presentan eventos hidrometeorológicos en el transcurso de cada año y el lugar de aparición.

# Apéndice A

## Cobertura del ramo de Incendio

### Bienes cubiertos

Entre los bienes cubiertos se tiene:

- El edificio incluyendo instalaciones de servicios y demás aditamentos fijos.
- Maquinaria incluyendo sus instalaciones, refacciones, herramientas, equipo mecánico en general y accesorios.
- Materia primas, productos en proceso y terminados.
- Mejoras y adaptaciones hechas al local.
- Instalaciones especiales como: antenas, torres, etc.
- Mobiliario y equipo.
- Objetos raros o de arte con valor unitario o por juego, de hasta 300 días de salario mínimo vigente en el Distrito Federal (SMVDF).

### Bienes excluidos

Títulos, obligaciones o documentos de cualquier clase, timbres postales o fiscales, libros de contabilidad u otros libros de comercio, monedas, billetes de banco, cheques, letras, pagarés, .

### **Bienes excluidos cubiertos por convenio expreso**

- Lingotes de oro y plata, alhajas y pedrerías que no estén montadas.
- Objetos raros o de arte con valor unitario o por juego superior a 300 días de salario mínimo general vigente en el Distrito Federal DSMGVDF.
- Manuscritos, planos, croquis, dibujos, patrones, modelos o moldes.

### **Riesgos cubiertos (Cobertura Básica)**

Los riesgos cubiertos son los daños materiales causados por incendio y/o rayo.

### **Riesgos excluidos**

- Fermentación, vicio propio o cualquier procedimiento de calefacción o desecación, a menos que estos dos últimos sean ocasionados por alguno de los riesgos cubiertos.
- Destrucción de bienes por actos de autoridad.
- Hostilidades, actividades u operaciones de guerra declarada o no.
- Robo de bienes ocurridos durante el siniestro.
- Daños causados por corrientes normales o sobrecorrientes en el sistema, a máquinas, aparatos o accesorios que se empleen para producir corrientes eléctricas.

### **Riesgos cubiertos mediante convenio expreso**

- Explosión
- Fenómenos meteorológicos (huracán, vientos tempestuosos, granizo, nieve y helada)
- Naves aéreas, vehículos y humo
- Huelgas y alborotos populares
- Daños por agua
- Extensión de cubierta
- Combustión espontánea



- Inundación
- Derrame de producto Contra incendio
- Terremoto y erupción volcánica
- Remoción de escombros

## **Coberturas Adicionales**

### **Endoso de explosión**

#### **Bienes cubiertos**

Los mismos que para la cobertura básica

#### **Bienes excluidos**

Los bienes excluidos en esta sección son: calderas, tanques, aparatos o cualquier otro recipiente que esté sujeto usualmente a presión.

#### **Riesgos cubiertos**

Daños materiales causados directamente por explosión, ya sea que ésta ocurra en el predio ocupado directamente por el asegurado o fuera de él, y que dañe las propiedades aseguradas.

#### **Riesgos excluidos**

Daños que por su propia explosión sufran las calderas, tanques, aparatos o cualquier otro recipiente sujeto a presión

#### **Riesgos cubiertos mediante convenio expreso**

No tiene

## Fenómenos hidrometeorológicos

### Bienes cubiertos

Los mismos que para la cobertura básica.

### Bienes excluidos

- Cultivos en pie, bienes muebles que no sean los especificados en, "bienes que pueden ser cubiertos mediante convenio expreso que se encuentren completamente a la intemperie; construcciones que carezcan de techos, de una o más de sus puertas, ventanas exteriores o que carezcan total o parcialmente de muros o techos.
- Edificios en construcción y construcciones que carezcan total o parcialmente de techos, paredes, puertas, ventanas exteriores o de muros.
- El interior de los edificios y sus contenidos, por mojaduras, filtraciones de agua ocasionados por deficiencias en la construcción, diseño de los techos o falta de mantenimiento, a menos que los edificios sean destruidos o dañados de sus techos, muros, puertas o ventanas exteriores por la acción directa de los riesgos cubiertos por este endoso.

### Bienes cubiertos bajo convenio expreso

- Molinos y/o bombas de viento, torres, antenas emisoras de radio o televisión, toldos, chimeneas metálicas, cortinas, rótulos, así como, instalaciones industriales que por su propia naturaleza deban estar a la intemperie.
- Edificios en proceso de construcción o reconstrucción o sus contenidos mientras no queden terminados.

### Riesgos cubiertos

Huracán, vientos tempestuosos, granizo, nieve, helada, marejada.

### Riesgos excluidos

Inundación, daños por deficiencias en construcción, por corrosión, fracturas en cimentación o muros, errores en mantenimiento.

## **Naves aéreas, vehículos y humo**

### **Bienes cubiertos**

Mismos que para la cobertura básica.

### **Riesgos cubiertos**

Daños materiales causados directamente por naves aéreas u objetos caídos de ellas, vehículos, humo o tizne.

### **Riesgos excluidos**

Daños causados por humo o tizne a chimeneas o aparatos industriales.

Riesgos cubiertos mediante convenio expreso.

- Daños materiales causados directamente por vehículos o naves aéreas propiedad del asegurado o a su servicio.
- Daños materiales causados directamente por vehículos o naves aéreas propiedad o al servicio de inquilinos.

## **Huelgas y alborotos populares**

### **Bienes cubiertos**

Mismos que para la cobertura básica.

### **Riesgos cubiertos**

Daños materiales causados directamente por huelguistas o personas que tomen parte en paros, disturbios, motines o bien las acciones de represión de las autoridades; vandalismo y actos mal intencionados.

### **Riesgos excluidos**

Daños causados por el personal del asegurado en estos eventos, explosión de calderas, terrorismo.

**Riesgos cubiertos mediante convenio expreso**

No tiene.

**Daños por agua****Bienes cubiertos**

Mismos que para la cobertura básica.

**Bienes excluidos**

Animales, cosechas, bienes muebles expuestos a la intemperie, edificios en construcción o reconstrucción, filtraciones por falta de mantenimiento o deficiencia en el edificio.

**Bienes cubiertos bajo convenio expreso**

Mismos que para la cobertura básica.

**Riesgos cubiertos**

Daños provocados por filtraciones, roturas accidentales de tuberías, sistemas de abastecimiento, vapor o calefacción de agua.

**Riesgos excluidos**

Daños provocados por aguas subterráneas o freáticas que ocasionen filtraciones, obstrucciones, roturas de los desagües o falta de ellos, inundación, lluvia, huracán, granizo, marejada, etc.

**Riesgos cubiertos mediante convenio expreso**

No tiene.

## **Extensión de cubierta**

### **Bienes cubiertos**

Mismos que para la cobertura básica.

### **Bienes excluidos**

Mismos que para la cobertura básica, explosión, fenómenos meteorológicos, naves aéreas, vehículos y humo, huelgas y alborotos populares, daños por agua. Adicionalmente para la caída de árboles no se cubren las talas o podas de los mismos efectuadas por el asegurado.

### **Bienes cubiertos bajo convenio expreso**

Mismos que para la cobertura básica y la de fenómenos meteorológicos.

### **Riesgos cubiertos**

Explosión, fenómenos meteorológicos, huelgas y alborotos populares, naves aéreas, vehículos y humo, daños por agua, obstrucción en las bajadas de agua pluviales a causa de acumulación de granizo, caída de árboles, caída de antenas parabólicas y de radio de uso no comercial.

### **Riesgos excluidos**

Mismos que para la cobertura básica, explosión, fenómenos meteorológicos, naves aéreas, vehículos y humo, huelgas y alborotos populares, daños por agua. Adicionalmente para la caída de árboles no se cubren las talas o podas de los mismos efectuadas por el asegurado.

### **Riesgos cubiertos mediante convenio expreso**

Mismos que para la cobertura básica y la de fenómenos meteorológicos.

## Combustión espontánea

### Bienes cubiertos

Mismos que para la cobertura básica pero sujetos a sufrir este riesgo (semillas y granos).

### Bienes excluidos

Bienes que no estén sujetos a daños por combustión espontánea y los almacenados al aire libre.

### Bienes cubiertos bajo convenio expreso

Mismos que para la cobertura básica.

### Riesgos excluidos

Daños causados por la naturaleza perecedera de los bienes o vicio propio sin combustión.

## Inundación

### Bienes cubiertos

Mismos que para la cobertura básica.

### Bienes excluidos

Daños causados a las siembras o cultivos, bienes a la intemperie, canales, cercas, instalaciones subterráneas, cimentaciones, bienes en sótanos o parte de edificios bajo el nivel del terreno.

**Bienes cubiertos bajo convenio expreso**

Mismos que para la cobertura básica adicionalmente: instalaciones fijas que por su naturaleza deban estar a la intemperie bajo sotechados o cobertizos, bardas, muros de contención, calles, banquetas, jardines y postes.

**Riesgos cubiertos**

Daños por inundación entendiéndose como tal el cubrimiento temporal accidental del suelo por agua, a consecuencia de desviación, desbordamiento o rotura de los muros de contención de los ríos, canales, lagos, presas, estanques y demás corrientes o depósitos de agua naturales o artificiales a cielo abierto.

**Riesgos Excluidos**

- Pérdida o daños causados por efecto directo de lluvia, nieve o granizo
- Obstrucciones, deficiencias en el drenaje o falta en drenaje
- Hundimiento o derrumbes
- Lo anterior a menos que sean causados por inundación como se define.
- Derrame de agua de productos contra incendio (PCI).

**Riesgos cubiertos bajo convenio expreso**

Maremoto.

**Derrame de productos contra incendio****Bienes cubiertos**

Mismos que para la cobertura básica.

**Riesgos cubiertos**

Derrame accidental de rociadores, tanques y tuberías de agua, hidrantes, extinguidores y demás equipo de productos contra incendio.

**Riesgos Excluidos**

Protecciones en proceso de instalación, desgaste por uso o deterioro tanques y tuberías destinados a otros usos, instalaciones subterráneas fuera del predio y que formen parte del suministro público de agua.

**Riesgos cubiertos bajo convenio expreso**

No tiene.

**Remoción de escombros****Bienes cubiertos**

Mismos que para la cobertura básica y adicionales.

**Riesgos cubiertos**

Gastos para remover los escombros: Desmontaje, demolición, limpieza y todo lo que permita realizar la reconstrucción o reparación.

**Riesgos excluidos**

Remoción por riesgos no amparados, por orden de la autoridad o por decisión del asegurado sin haber daños.

**Riesgos cubiertos mediante convenio expreso**

No tiene.

**Terremoto y/o erupción volcánica****Bienes cubiertos**

Mismos que para la cobertura básica.



**Bienes excluidos**

Daños causados a los suelos y terrenos, edificios, instalaciones y construcciones que no estén totalmente terminados y sus contenidos.

**Bienes cubiertos bajo convenio expreso**

1. Mismos que para la cobertura básica adicionalmente: cimientos, albercas, bardas, patios exteriores, escaleras exteriores y cualesquiera otras construcciones separadas del edificio o edificios o construcciones aseguradas.
2. Muros de contención debajo del nivel del piso más bajo o independientes.
3. Murales que estén pintados en o formen parte del edificio asegurado.

**Riesgos cubiertos**

Terremoto, erupción volcánica.

**Riesgos excluidos**

Reacciones nucleares, radiaciones, contaminación radioactiva, marejada, inundación, vibraciones o movimientos naturales del subsuelo, como hundimientos, asentamientos.

**Riesgos cubiertos mediante convenio expreso**

Pérdidas consecuenciales.

Al ocurrir un siniestro, se puede ver afectado el negocio al permanecer cerrado algún tiempo a consecuencia de los daños sufridos, por ejemplo de incendio, provocando una reducción en las utilidades o la erogación de gastos fijos y salarios que no se pueden evitar. Para cubrirse contra esos riesgos es posible contratar alguna de las formas en que se presenta el seguro de pérdidas consecuenciales:

- Pérdida de rentas. Cubre la pérdida real sufrida por el asegurado resultante de las rentas que deje de percibir respecto del local o locales arrendados a consecuencia de la realización de los riesgos de Incendio

o Rayo o los Riesgos Adicionales contratados, que amparan los daños materiales directos, con excepción de terremoto y/o erupción volcánica y huracán (para ubicaciones en las costas y hasta 100 kms. de éstas).

- Gastos extraordinarios. Ampara el importe de los gastos extraordinarios necesarios en que incurra el asegurado con el fin de continuar, en caso de siniestro, con las operaciones normales de la empresa asegurada, en el caso de haber sido dañados o destruidos los edificios y/o contenidos asegurados, que amparan daños materiales directos, por la realización de los riesgos de incendio y/o rayo y riesgos adicionales contratados.
- Reducción de ingresos por interrupción de actividades comerciales. Ampara la pérdida real sufrida por el asegurado a causa de la interrupción o necesaria de sus actividades comerciales a consecuencia directa de la destrucción o daño de los bienes que constituyen el negocio asegurado, por incendio o rayo o los riesgos adicionales, con excepción de terremoto y/o erupción volcánica y huracán (para ubicaciones en las costas y hasta 100 Km. de éstas), hasta la suma asegurada contratada para esta cobertura, la cual deberá representar el importe anual de los ingresos.
- Pérdida de utilidades, salarios y gastos fijos. Cubre gastos por conceptos de la pérdida o disminución de las utilidades netas, salarios y gastos fijos de la negociación asegurada que necesariamente tengan que seguirse erogando provenientes de la operación de los edificios, maquinaria, equipo y materias primas contenidas en ellos; a consecuencia de la realización de los riesgos de incendio y/o rayo o los riesgos adicionales contratados en las secciones I y II, con excepción de terremoto y/o erupción volcánica y huracán (para ubicaciones en las costas y hasta 100 km. de éstas)
- Ganancias brutas no realizadas. Cubre la pérdida real sufrida, resultante de la paralización o entorpecimiento de las operaciones del negocio a consecuencia de los riesgos de incendio y/o rayo o los riesgos adicionales, con excepción de terremoto y/o erupción volcánica y huracán (para ubicaciones en las costas y hasta 100 kms. de éstas).
- Seguro contingente. Cubre la pérdida real resultante de la interrupción obligada de las operaciones del negocio asegurado a consecuencia de la falta de entrega de materiales al asegurado por parte de sus proveedores, debido a la realización de los riesgos de incendio y/o rayo o los riesgos adicionales a excepción de terremoto y/o erupción volcánica y huracán (para ubicaciones en las costas y hasta 100 kms. de la costas), y que dañe las "negociaciones contribuyentes" especificadas en la póliza, que no son

operadas ni controladas por el asegurado.



# Apéndice B

## Diversos misceláneos

### Robo en domicilio

#### Bienes cubiertos

La palabra bienes incluye todas las pertenencias del asegurado o de cualquier miembro permanente de su familia, sirviente o huésped, que no pague manutención o alojamiento, que se encuentren dentro del inmueble descrito en la carátula de la póliza.

Pertenencias del asegurado o de cualquier miembro de la familia, sirviente o huésped.

- Inciso 1
  - Menaje de casa, como son muebles, enseres, artículos de uso doméstico, ropa y efectos personales.
  - Artículos artísticos, deportivos, electrónicos o de difícil reposición, cuyo valor unitario o por juego sea hasta el equivalente de 150 días, al momento de la contratación.
  - Dinero (mínimo 15 días de salario mínimo vigente en el Distrito Federal).
  
- Inciso 2
  - Artículos artísticos, deportivos, electrónicos o de difícil reposición cuyo valor unitario sea superior al equivalente de 150 Días de Salario Mínimo Vigente en el Distrito Federal al momento de la contratación;

por ejemplo; cuadros, tapetes, esculturas, artículos de cristal, vajillas, etc.

- Inciso 3
  - Joyas, piezas o artículos de oro y plata, armas, colecciones, relojes, pieles y piedras preciosas.

### **Riesgos cubiertos**

- Robo con violencia. Cubre la pérdida de dichos bienes, a consecuencia de robo perpetrado por cualquier persona que, haciendo uso de violencia del exterior al interior del inmueble en que aquellos se encuentren, dejen señales visibles de la violencia en el lugar por donde se penetró.
- Daños que sufran bienes muebles o inmuebles con motivo del robo o intento de robo.

### **Riesgos excluidos**

- Robo cometido por personas por las cuales el asegurado es civilmente responsable.
- Robo causado por beneficiarios o apoderados.
- Lingotes de oro y plata, documentos no negociables, timbres y cheques.
- Bienes al aire libre.
- Vandalismo, paros, disturbio, motines.
- Destrucción por actos de autoridades.
- Operaciones de guerra, revolución, rebelión.

### **Riesgos cubiertos bajo convenio expreso**

Robo por asalto o intento de asalto.

## Robo de mercancías

### Bienes cubiertos

- Inciso a
  - Mercancías, materias primas, productos en proceso, productos terminados, maquinaria y equipo de la índole del negocio y los del inciso b hasta 150 Días de Salario Mínimo Vigente en el Distrito Federal.
- Inciso b
  - Artículos raros de arte, y aquellos que no sean necesarios al negocio, enlistados y cuyo valor sea superior por 150 D.S.M.V.D.F.

Los artículos indicados anteriormente deben estar dentro del local.

### Bienes cubiertos bajo convenio expreso

- Lingotes de oro y plata, alhajas y pedrerías que no estén montadas.
- Robo por asalto o intento de asalto.

### Riesgos cubiertos

- Pérdida de bienes por robo con violencia.
- Daños materiales que sufran los bienes muebles o inmuebles por el robo o intento de robo.

### Riesgos excluidos

- Robo cometido por personas por las cuales el asegurado es civilmente responsable.
- Robo causado por beneficiarios o apoderados.
- Documentos de cualquier clase, timbres, cheques, monedas, dinero.
- Huelguistas, vandalismo, paros, disturbio, motines.

- Saqueos después de algún fenómeno meteorológico o sísmico.
- Destrucción por actos de autoridades.
- Operaciones de guerra, revolución, rebelión.
- Robo o conato ocurrido cuando el local esté abierto a menos que se haya contratado la cobertura de asalto.

## Objetos personales

### Bienes cubiertos.

Objetos de uso estrictamente personal como:

- Joyería, artículos de oro y plata.
- Relojes, pieles, cámaras, walkman, calculadoras.
- Armas, instrumentos musicales, artículos deportivos, bicicletas.

Siempre y cuando estén comprendidos en una relación anexa y se establezca la suma asegurada de cada objeto en base al avalúo presentado por el asegurado.

### Bienes excluidos.

- Dinero, valores y otros documentos.
- Animales, autos, motos, aviones.
- Bienes del negocio del asegurado.
- Bienes que no sean personales.

### Bienes cubiertos bajo convenio expreso.

- Aparatos y/o equipos de medición portátiles propiedad del asegurado.



### **Riesgos cubiertos.**

- Incendio, rayo, explosión, huracán, granizo, huelga, vandalismo, terremoto, erupción, robo con violencia, intento de robo y/o asalto de objetos personales propiedad del asegurado o de su familia que habiten en su casa, siempre y cuando ocurra fuera del domicilio.

### **Riesgos excluidos.**

- Robo, intento de robo y/o asalto ocurrido dentro del domicilio.
- Daño a bienes a bordo de transporte marítimo o aéreo durante carga o descarga.
- Daños causados por demora, uso, desgaste, rotura o descomposturas mecánicas, humedad, deterioro, rotura o descomposturas mecánicas, reparación o renovación.
- Manchas, raspaduras, salvo causadas por riesgos cubiertos.
- Corto circuito o accidentes eléctricos (excepto rayo) en aparatos eléctricos.
- Operaciones de guerra, motines.
- Confiscación, destrucción por autoridades aduanales.
- Robo sin violencia del personal doméstico.
- Terrorismo.

## **Obras de arte**

### **Bienes cubiertos**

- Bienes del asegurado o bajo su responsabilidad consideradas como obras de arte: pinturas, grabados, dibujos, esculturas, porcelanas, antigedades, objetos históricos, hasta los límites de responsabilidad citados en la póliza, mientras se encuentren dentro de la ubicación asegurada.

## Bienes excluidos

- Bienes con daños preexistentes.
- Bienes falsificados o duplicados.
- Bienes fuera de las ubicaciones.
- Bienes sometidos a algún proceso: reparación, restauración.
- Bienes sin avalúo.
- Copias y copias fieles.
- Dinero en efectivo, valores, billetes, monedas.
- Que carezcan de certificados de autenticidad, factura o documento que indique el origen de posesión de la obra.
- Registros de información del asegurado.

## Riesgos cubiertos

Todo riesgo (de pared a pared), de daños materiales o pérdidas a consecuencia de cualquier causa externa accidental, súbita e imprevista.

## Riesgos excluidos

- Operaciones de guerra.
- Actos intencionados, fraude, abuso de confianza.
- Secuestro, embargo, confiscación.
- Envíos sobre cubierta en barcos.
- Daños derivados de la naturaleza de los bienes.
- Daños por estar a la intemperie.

## Riesgos cubiertos bajo convenio expreso

Estadía sin límite: dentro de la República Mexicana y/o resto del mundo por:

- Variaciones en ruta o tiempo.
- Interrupción en el transporte (15 días, 30 días o periodo mayor).
- Medios de conducción.
- Viaje.

## Dinero y/o valores

### Bienes cubiertos

Cubre dinero en efectivo en metálico o billetes de banco, valores y documentos negociables y no negociables, como son, pero no limitados a: letras de cambio, pagarés, cheques, acciones, bonos financieros, hipotecarios o de ahorro y cédulas hipotecarias, todo propiedad del asegurado o bajo su custodia.

### Riesgos cubiertos

- Inciso 1. Dentro del local: en cajas fuertes, bóvedas, cajas registradoras o colectoras o en poder de cajeros, cobradores, pagadores o cualquier empleado o funcionario.
  - Robo con violencia y daños materiales consecuenciales.
  - Robo por asalto y daños materiales consecuenciales.
  - Incendio y explosión.
- Inciso 2. Fuera del local: en poder de cajeros, cobradores, pagadores o cualquier empleado o funcionario con propósito de efectuar cualquier operación del negocio.
  - Robo con violencia o asalto.
  - Incapacidad física de la persona portadora.

- Accidentes del vehículo que transporta a las personas responsables del manejo de los bienes asegurados.

## Riesgos excluidos

- Fraude o abuso de confianza cometido por los funcionarios, socios o empleados del asegurado.
- Cuando los bienes no se encuentren dentro de caja fuerte o bóveda.
- Huelguistas, vandalismo, paros, disturbio, motines.
- Saqueos después de algún fenómeno meteorológico o sísmico.
- Robo sin violencia, extravío o desaparición misteriosa salvo lo que se indica en el inciso 1 subinciso c e inciso 2 subinciso b y c.
- Operaciones de guerra, revolución, rebelión.

## Anuncios

### Bienes cubiertos

Anuncios y pantallas electromecánicas de publicidad debidamente instaladas.

### Bienes excluidos

Anuncios o pantallas electrónicas.

### Riesgos cubiertos

Pérdidas o daños materiales ocasionados en forma accidental, súbita e imprevista.

## **Riesgos excluidos**

- Desgaste o decoloración.
- Raspaduras, rayaduras u otros defectos superficiales.
- Responsabilidad hacia terceros.
- Fallas en montaje, en construcción.
- Interrupción o fallas en el suministro de corriente eléctrica proveniente de la red pública.

## **Riesgos cubiertos bajo convenio expreso**

- Reparaciones, mejoras, pintura del inmueble donde estén instalados.
- Reparaciones, mejoras, pintura del anuncio o pantallas.

## **Rotura de cristales**

### **Bienes cubiertos**

Cubre los cristales con espesor mayor o igual a 4 mm., mientras se encuentren debidamente colocados en el edificio ocupado por los bienes cubiertos, así como también, cristales de muebles, lunas fijas, espejos (incluyendo el costo de instalación de los mismos contra daños por rotura accidental).

### **Riesgos cubiertos**

Pérdidas o daños materiales de los cristales asegurados y su instalación causados por la rotura accidental súbita e imprevista o por actos vandálicos mientras se encuentren debidamente instalados en el inmueble.

**Riesgos excluidos**

- Raspaduras, rayaduras u otros defectos superficiales.
- Destrucción por actos de autoridad.
- Guerra, rebelión.
- Dolo, mala fe.
- Terrorismo.

**Riesgos cubiertos bajo convenio expreso**

- Remoción de los cristales y mientras no estén colocados.
- Decorado del cristal.
- Reparaciones, mejoras, pintura del inmueble donde estén instalados y/o del cristal.

# Apéndice C

## Diversos técnicos

### Rótura de maquinaria

#### Bienes cubiertos

Máquinas, instalaciones, equipos mecánicos.

#### Bienes excluidos

Combustibles, lubricantes, refrigerantes, catalizadores, bandas de transmisión, cadenas, cables de acero, troqueles, vidrios, etc.

#### Riesgos cubiertos

- Impericia, descuido, sabotaje.
- Acción directa de energía eléctrica o indirecta por electricidad atmosférica.
- Errores de diseño, defectos de construcción, fundición, materiales defectuosos.
- Defectos de mano de obra y montaje incorrecto.
- Rotura por fuerza centrífuga.
- Cuerpos extraños introducidos.

- Otros accidentes ocurridos a los bienes asegurados, que no estén expresamente excluidos en la póliza.

### **Riesgos excluidos**

Incendio, explosión, terremoto, huracán, inundación, desgaste y deterioro paulatino, defectos existentes, terrorismo, actos dolosos, guerra, etc.

### **Riesgos cubiertos mediante convenio expreso**

Explosión física.

## **Calderas y recipientes sujetos a presión**

### **Bienes cubiertos**

- Calderas y aparatos sujetos a presión con fogón.
- Aparatos sujetos a presión sin fogón.

### **Bienes excluidos**

- Chimeneas ajenas a calderas.
- Discos de seguridad, fusibles, juntas.
- Transportadores alimentadores.
- Bombas alimentadoras.
- Recipientes no metálicos.
- Compresores.



## Bienes cubiertos bajo convenio expreso

- Contenidos.
- Tuberías.

## Riesgos cubiertos

- Calderas y aparatos sujetos a presión con fogón.
  - Rotura súbita y violenta por presión de vapor, u otro líquido, dentro de las mismas.
  - Deformación súbita y violenta.
  - Agrietamiento de cualquier parte del recipiente.
  - Explosión súbita y violenta.
  - Quemadura por insuficiencia de vapor o fluidos.
- Aparatos sujetos a presión sin fogón.
  - Rotura súbita y violenta por presión de vapor, u otro líquido.
  - Deformación súbita y violenta.
  - Agrietamiento de cualquier parte del recipiente.

## Riesgos excluidos

Incendio y explosión ocurrida fuera de los bienes, rotura, desgaste, deterioro paulatino, fugas o deformaciones graduales, reparaciones provisionales, fallas electromecánicas, cambios estructurales o de diseño, fenómenos naturales, etc.

## Riesgos cubiertos bajo convenio expreso

- Gastos extraordinarios.
- Contenidos.
- Tuberías.

## Ramo de equipo electrónico

### Bienes cubiertos

- Equipo o aparatos con alimentación de la red eléctrica normal o de baterías, que realicen funciones complejas (control, medición, manejo de datos, etc.) y diferentes a la simple transformación de electricidad en otra clase de energía (calorífica, mecánica y/o lumínica).
- Equipos, aparatos o agregados mixtos cuyo valor principal lo constituyan las partes electrónicas.

Ejemplos: máquinas, aparatos y equipos para informática, medicina, oficinas, fotocomposición, señalamiento de tráfico, medición, regulación, control, relojes y antenas colectivas; instalaciones de alarmas electroacústicas, televisión, telecomunicación e intercomunicación, radio y radiotelefonía, etc.

### Riesgos cubiertos

- Incendio, impacto directo de rayo, implosión, explosión, extinción de incendios.
- Pérdida o daños materiales causados por robo con violencia, tentativa de tal robo y/o asalto. Se entenderá por robo con violencia, el perpetrado por cualquier persona o personas que haciendo uso de violencia, del exterior al interior del local en que se encuentren los bienes asegurados, deje señales perceptibles de la violencia en el lugar por donde se penetró. Se entenderá por asalto aquel perpetrado mediante el uso de fuerza o violencia (sea moral o física) sobre las personas.
- Humo, hollín, gases, líquidos o polvos corrosivos.
- Cortocircuito, arco voltaico, perturbaciones por campos magnéticos, sobretensiones causadas por rayo, tostadura de aislamientos.
- Defectos de fabricación, de material, de diseño o de instalación.
- Errores de manejo, descuido, negligencia, impericia o mala intención del personal del asegurado.
- Actos mal intencionados y dolo de terceros.

- Hundimiento del terreno, deslizamiento de tierra, caída de rocas, aludes que no sean causados por terremoto o erupción volcánica.
- Cuerpos extraños que se introduzcan en los bienes asegurados.
- Acción del agua o humedad que no provengan de las condiciones atmosféricas comúnmente existentes en la región, incluyendo los daños causados por roturas o filtraciones accidentales de las tuberías o sistemas de abastecimiento de agua o de vapor de agua.

### **Bienes excluidos**

- Partes desgastables, tales como bulbos, válvulas, tubos, bandas, fusibles, resortes, cadenas, etc.
- Lubricantes, combustibles, agentes químicos.
- Máquinas, aparatos y/o equipos cuyo valor de la parte mecánica sea superior al 50 % con respecto a la parte electrónica.

### **Riesgos excluidos**

- Fallas existentes al inicio de vigencia del seguro.
- Pérdidas o daños que sean consecuencia directa del funcionamiento prolongado o deterioro gradual, como: desgaste, corrosión, erosión, , incrustación, agrietamiento.
- Cualquier gasto efectuado con objeto de corregir deficiencias de capacidad u operación del equipo asegurado.
- Mantenimiento
- Daños de los que sean legal o contractualmente responsables el fabricante o el proveedor de los bienes.
- Daños que sufran las partes desgastables, tales como bulbos, válvulas, tubos, fusibles, etc.
- Daños que sufra cualquier elemento o medio de operación, tales como: lubricantes, combustibles, agentes químicos, etc.

- Interrupción, fallas del suministro de corriente eléctrica de la red pública, de gas o de agua.
- Terremoto, temblor, erupción volcánica, huracán, ciclón, vientos, helada, granizo, inundación, desbordamiento, hundimientos y desprendimientos de tierra o roca.
- Actos intencionados, culpa grave del asegurado o sus empleados.

### **Bienes cubiertos bajo convenio expreso**

Equipos móviles y portátiles.

### **Riesgos cubiertos bajo convenio expreso**

- Terremoto y/o erupción volcánica.
- Fenómenos metereológicos (ciclón, huracán, vientos tempestuosos, granizo, helada, nieve y marejada).
- Inundación.
- Huelgas, alborotos populares, vandalismo y daños por actos de personas mal intencionadas.
- Hurto, robo sin violencia.
- Gastos por flete erogados con motivo de la reparación de un daño cubierto.
- Equipos móviles y portátiles dentro o fuera de los predios señalados por el asegurado.

### **Obra civil, montaje y equipo de contratistas**

En obra civil se consideran los trabajos que se ejecuten para la construcción de la obra proyectada motivo del seguro, incluyendo todos los materiales, así como, todos los equipos requeridos en el funcionamiento de dicha obra hasta su terminación y que vayan a formar parte integrante de la misma.

En montaje de maquinaria y equipo se consideran cualquier aparato declarado que deba ser instalado en el lugar previsto dentro del predio indicado en la póliza contratada, incluyendo los materiales e instalaciones que se requieran.

Equipo de contratistas es aquél que se utiliza en la ejecución en la obra en construcción y que no va a formar parte permanente de la misma.

## **Bienes cubiertos**

Cualquier tipo de obra civil, incluyendo los materiales que se incorporarán durante el proceso de la obra.

## **Bienes excluidos**

- Embarcaciones y cualquier otro equipo flotante, vehículos automotores con licencia para transitar en vías públicas, salvo que estén destinados a su uso exclusivo dentro del predio asegurado, naves aéreas de cualquier tipo, así como bienes propiedad de obreros o empleados del asegurado.
- Planos, cuenta, facturas, valores, estampillas, escrituras, comprobantes de deudas, dinero, letras, documentos por cobrar, acciones y obligaciones.

## **Bienes cubiertos bajo convenio expreso**

- Montaje de maquinaria y equipo que formará parte integrante de la obra civil.
- Equipos de construcción: maquinaria e instalaciones auxiliares de cualquier clase, utilizados en la operación en el sitio de construcción.
- Equipo de contratista especificando la relación.
- Construcciones e instalaciones provisionales.
- Daños a otras propiedades del asegurado.

## **Riesgos cubiertos**

- Incendio, explosión, impacto directo de rayo.

- Caída de aviones.
- Robo con violencia, hurto.
- Daños por trabajos defectuosos debidos a impericia, negligencia, actos mal intencionados y falla humana.
- Costos de reparaciones a las obras o propiedades como consecuencia de daños por defecto de material o mano de obra.
- Otros accidentes imprevistos no excluidos expresamente en la póliza contratada.

### **Riesgos excluidos**

- Daños o defectos que tengan los bienes asegurados con antelación a su descarga en el predio o al inicio de vigencia de la póliza.
- Daños por errores de cálculo o diseño.
- Errores profesionales, especificación o diseño deficiente, por impericia, negligencia o dolo del directamente responsable de estos trabajos.
- El costo de rectificación, reparación, reemplazo del material o mano de obra defectuosos.
- Deterioro debido a falta de uso; corrosión, oxidación, desgaste, incrustaciones, herrumbre y raspaduras, a menos que éstas últimas sean a consecuencia de un riesgo cubierto por la póliza.
- Faltantes que se descubran al efectuar inventarios físicos o revisiones de control, robo de partes, accesorios de la maquinaria, equipo de construcción y/o montaje, a menos que sea a consecuencia de la extracción de la unidad completa, robo, abuso de confianza en el que intervengan directa e indirectamente empleados, familiares y demás personas por las que fuere civilmente el asegurado responsable.
- Sobrecarga, averías, fallas mecánicas o eléctricas en maquinaria y equipo de construcción, causadas por su propio funcionamiento.
- Pérdida o destrucción de libros de contabilidad, documentos, planos, valores y dinero.

- Vehículos que requieran licencia para circular en vías públicas, salvo que estén destinados a su uso exclusivo dentro de los inmuebles del asegurado, naves aéreas, embarcaciones y otros equipos flotantes, así como bienes propiedad de obreros o empleados del asegurado.
- Responsabilidades provenientes del incumplimiento de contratos o convenios, cuando dicho incumplimiento no haya producido la muerte, menoscabo de la salud de terceros, o el deterioro, destrucción de bienes propiedad de los mismos.
- Responsabilidades derivadas de daños ocasionados dolosamente por el asegurado o con su complicidad.
- Inconsistencia, hundimiento o asentamiento, del suelo o subsuelo.
- Responsabilidades imputables al asegurado, de acuerdo con la Ley Federal del Trabajo, la Ley del Seguro Social u otra disposición complementaria de dichas leyes.
- Responsabilidades profesionales.
- Daños a la obra misma de construcción, instalación o montaje, ni a los aparatos, equipos y materiales o maquinaria de construcción empleados para la ejecución de la obra.
- Daños materiales derivados de trabajos con explosivos, ocasionados a inmuebles dentro de un radio de 150 metros con respecto al lugar de la explosión.
- Reclamaciones de responsabilidad civil.
- Reclamaciones por rescisión del contrato de obras y/o montaje, multas, sanciones, infracciones, deficiencias o defectos de estética, rendimiento o capacidad, ni por cualquier pérdida consecencial.
- Daños causados por actos de autoridad legalmente reconocida con motivo de sus funciones.
- Daños por actividades y operaciones de guerra declarada o no, invasión de enemigo extranjero, revolución, rebelión.
- Daños por actos dolosos o culpa grave del asegurado o de su representante en la obra.

- Daños causados por reacción nuclear, contaminación radioactiva o influencia de estos fenómenos.

### **Riesgos cubiertos bajo convenio expreso**

- Gastos extraordinarios. Los gastos adicionales de envíos por expreso, tiempo extra, trabajos ejecutados en domingos y días festivos.
- Gastos por remoción de escombros. Los gastos causados por desmontaje, demolición, limpieza o acarreo y cualquier otra actividad similar.
- Responsabilidad civil. La responsabilidad civil en que incurra el asegurado por daños causados a terceros.



# Apéndice D

## Cobertura del ramo de Transporte

### 1. -Transporte carga

El seguro de transporte carga entra en vigor cuando el vehículo o aeronave cargado con los bienes inicie el tránsito del embarque cubierto en el lugar de origen establecido en la póliza, continúa durante el curso normal de su viaje y termina de alguna de las siguientes formas:

Con la entrega de los bienes, al consignatario, en el lugar de destino citado en la póliza contratada. Con la entrega de los bienes en cualquier lugar distinto del curso ordinario del viaje, anterior al o en el destino citado en el contrato, que el asegurado decida utilizar para almacenaje, distribución o asignación. 48 horas de días hábiles después de la llegada de los bienes al punto o aeropuerto del lugar de destino.

### Medios de transporte

Para el transporte de los bienes asegurados podrán ser utilizados ferrocarril, vehículos y aeronaves propiedad del asegurado o arrendados para su servicio.

### Bienes cubiertos

Riesgos ordinarios de tránsito:

Este seguro cubre exclusivamente las pérdidas o daños materiales causados a los bienes directamente por incendio, rayo y/o explosión, así como por caída de avión,

descarrilamiento de carro de ferrocarril, colisión o volcadura del vehículo de transporte empleado, incluyendo rotura de puentes o hundimiento de éstos o de embarcaciones cuyo empleo sea indispensable para complementar el tránsito terrestre.

## **2.- Transporte marítimo**

El seguro de transporte marítimo entra en vigor desde el momento en que los bienes queden a cargo de los porteadores marítimos para su transporte, en el puerto de origen, continúa durante el curso normal de su viaje y termina con la descarga de los mismos sobre los muelles, en el puerto de destino.

Medios de transporte

La cobertura en el caso de embarques marítimos se aplica exclusivamente a bienes y/o intereses transportados bajo cubierta por barcos de casco de acero mecánicamente autopropulsados de hasta 15 años de antigüedad, clasificados y que no enarboles bandera de conveniencia. Contenedores cerrados podrán ser transportados sobre cubierta, siempre y cuando las ordenanzas marítimas lo permitan.

### **Riesgos cubiertos**

Riesgos ordinarios de tránsito, este seguro cubre exclusivamente:

Las pérdidas o daños materiales causados a los bienes directamente por incendio, rayo, explosión o por varadura, hundimiento o colisión del barco transportador. La pérdida de bultos por entero caídos durante las maniobras de carga, transbordo o descarga. La contribución que resultará al embarque asegurado por avería gruesa de acuerdo a las disposiciones por ley.

### **Riesgos cubiertos mediante convenio expreso:**

Cubre los riesgos de los bienes asegurados causados los cuales ocasionen robo o daño al bien causado por:

- Robo de bulto por entero.
- Robo parcial.
- Mojadura.

- Manchas.
- Oxidación
- Contaminación
- Rotura, abolladura, dobladura y rajadura.
- Derrame.
- Huelgas y alborotos populares
- Guerra
- Barredura
- Echazón

## **Exclusiones**

En ningún caso el seguro de transporte ampara la pérdida, daño y/o gastos causados por:

- Violación del asegurado, sus empleados.
- Fraude, dolo o mala fe, abuso de confianza o robo en el que participe directamente el asegurado, sus funcionarios, empleados, socios, dependientes o beneficiarios que actúen solos o en complicidad con otras personas.
- La demora o pérdida de mercado, aún cuando sea causada por un riesgo amparado.
- Robo o faltantes descubiertos al efectuar inventarios, o cualquier daño que sea detectado posteriormente a la entrega de los bienes en la bodega de su destino final.
- Abandono de los bienes por parte del asegurado.
- Empleo de un transporte inadecuado.
- Confiscación, destrucción o rechazo de los bienes por parte de autoridades sanitarias, aduaneras o de otro tipo legalmente reconocidas con motivo de sus funciones.

- Reacciones nucleares, radiaciones o contaminación radioactiva directa o indirecta sobre los bienes asegurados.
- Actos de terrorismo

# Apéndice E

## Cobertura del ramo de Responsabilidad Civil

### 1. -Materia del Seguro

Este seguro cubre los daños, así como los perjuicios y daño moral consecuencial, que el asegurado cause a terceros en el territorio nacional y por los que éste deba responder, conforme a la legislación aplicable en materia de responsabilidad civil, por hechos u omisiones no dolosos ocurridos durante la vigencia de la póliza contratada, que causen la muerte o el menoscabo de la salud de dichos terceros, o el deterioro o la destrucción de bienes propiedad de los mismos, según las cláusulas y especificaciones contratadas con la compañía aseguradora.

### Alcance del Seguro

#### A) Delimitaciones

- El límite máximo de responsabilidad para la compañía aseguradora, es la suma contratada.
- La ocurrencia de varios daños durante la vigencia de la póliza, procedentes de la misma o igual causa, son considerados como un solo siniestro.

**B) La obligación de la compañía comprende:**

- El pago de los daños, perjuicios y daño moral consecencial, por los que sea responsable el asegurado.
- El pago de los gastos de defensa del asegurado.

**Riesgos cubiertos mediante convenio expreso:**

Quedan excluidas del seguro, pero podrán ser cubiertas mediante convenio expreso:

- Responsabilidades ajenas, en las que el asegurado, por convenio o contrato, se comprometa a la sustitución del obligado original, para reparar o indemnizar eventuales y futuros daños a terceros en sus personas o en sus propiedades.
- Responsabilidad por siniestros ocurridos en el extranjero.
- El pago de los daños ocasionados a terceros por los productos fabricados, entregados o suministrados por el asegurado, o bien en los trabajos ejecutados.
- Responsabilidades por daños originados por contaminación u otras variaciones perjudiciales de aguas, atmósfera, suelos, subsuelos, o bien por ruidos.
- Responsabilidades por daños ocasionados a bienes que estén en poder del asegurado por arrendamiento.
- Responsabilidades por daños ocasionados a bienes propiedad de terceros que hayan sido ocasionados por las actividades normales del asegurado en estos bienes.

**Exclusiones**

No quedan cubiertas las responsabilidades, si los supuestos mencionados anteriormente se dan en la persona de un empleado o de un encargado del asegurado, en el desempeño de su trabajo.

- Responsabilidades por reclamaciones presentadas enre sí por las personas físicas o morales mencionadas como aseguradas que haya declarado el contratante.

- Responsabilidades por daños ocasionados por reacción nuclear o contaminación radioactiva.
- Responsabilidades por daños causados con motivo de obras, construcciones, ampliaciones o demoliciones.
- Responsabilidades como consecuencia de extravío de bienes.





# Bibliografía

- [1] Análisis estadístico de encuestas: Datos cualitativos. Luis Ruíz Maya Pérez.
- [2] Estadística multivariante. Alberto del Castillo.
- [3] Fórmulas de estadística para investigadores. Felipe Montemayor.
- [4] Estadística no paramétrica. Siegel.
- [5] Probabilidad y estadística aplicada a la Ingeniería. Montgomery.
- [6] Estadística aplicada a través de Excell. Cesar Pérez López.
- [7] Principios de Estadística no paramétrica. Alberto del Castillo.
- [8] Estadística elemental lo esencial. Tercera edición. Robert Johnson.
- [9] Estadística 4a. edición. John F. Freund
- [10] Estadística aplicada básica. Segunda edición. Antoni Bosch