



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO

---

---

FACULTAD DE CIENCIAS

**ESTIMACIÓN DEL IMPACTO FINANCIERO DE LAS  
ENFERMEDADES FEBRILES EXANTEMÁTICAS;  
MÉXICO; 2008-2025**

**T E S I S**

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

**A C T U A R I A**

P R E S E N T A

**MIRIAM PATRICIA VIGUERAS SALINAS**



Tutor:  
DRA. MARÍA CRISTINA GUTIÉRREZ DELGADO

2011



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



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

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

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

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

## Datos del Jurado

1. Datos del alumno  
Vigueras  
Salinas  
Miriam Patricia  
54 26 60 47  
Universidad Nacional Autónoma de México  
Facultad de Ciencias  
Actuaría  
304168899
2. Datos del tutor  
Dra.  
María Cristina  
Gutiérrez  
Delgado
3. Datos del sinodal 1  
Act.  
José Fabián  
González  
Flores
4. Datos del sinodal 2  
Act.  
Silvia Leticia  
Malpica  
Flores
5. Datos del sinodal 3  
M. en C.  
María del Pilar  
Alonso  
Reyes
6. Datos del sinodal 4  
Mtro.  
Gustavo  
Rivera  
Peña
7. Datos del trabajo escrito  
Estimación del impacto financiero de las enfermedades febriles exantemáticas; México; 2008-2025  
70 páginas  
2011

## AGRADECIMIENTOS

*La realización de mi carrera como actuario y mi formación como persona están representadas en esta tesis, la cual está dedicada a aquellas personas que a lo largo de mi vida han ofrecido su apoyo incondicional.*

*En primer lugar, he de agradecer a mi familia. Mi madre que me ha dado todo el amor y comprensión que solo ella podría darme, sin su fuerza no estaría en este punto de mi vida. Mi padre, quien con todo su conocimiento y tolerancia me ha dado de los mejores consejos que llevo a cabo día a día.*

*A mi hermana Andrea, que con su carisma, cariño y compañía me ha dado alegría en todo momento.*

*A mis amigos con quienes es un placer compartir esta gran experiencia.*

*Sin lugar a dudas, quiero agradecer a la Dra. Cristina Gutiérrez ya que me brindó de todo su conocimiento, comprensión y experiencia como profesora y tutora. Fue mi guía en la culminación de mi tesis y mi carrera.*

*Y por último, pero no menos importante, le agradezco infinitamente a la Universidad Nacional Autónoma de México y la Facultad de Ciencias que han hecho de mí una persona completa tanto en el ámbito profesional como personal. Puedo garantizar como excelente la preparación aquí obtenida y orgullosamente diré:*

*“Soy actuario de la UNAM”.*

# ÍNDICE

<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>9</b>
<b>CAPÍTULO I. ANTECEDENTES</b> .....	<b>11</b>
I.1 Desarrollo del Sistema de Salud en México.....	11
I.2 El Perfil Epidemiológico de México .....	13
I.3 Enfermedad Febril Exantemática .....	14
I.3.1 Sarampión.....	16
I.3.2 Rubéola.....	18
I.3.3 Varicela .....	21
<b>CAPÍTULO II. METODOLOGÍA Y FUENTES DE INFORMACIÓN</b> .....	<b>25</b>
II.1 Sistema Único de Información para la Vigilancia Epidemiológica .....	25
II.2 Proyecciones de la Población Mexicana.....	26
II.3 Costos del Tratamiento Integral .....	27
II.4 Coberturas de Vacunación.....	28
II.5 Proyecciones de la población para Prevención .....	29
II.6 Graduación de Datos .....	31
II.7 Métodos paramétricos mediante funciones conocidas .....	32
II.8 Métodos no paramétricos .....	32
II.9 Estimación del Impacto Financiero .....	33
<b>CAPÍTULO III. RESULTADOS</b> .....	<b>35</b>
III.1 Análisis Estadístico .....	35
III.1.1 Rubéola.....	35
III.1.2 Sarampión.....	36

III.1.3	Varicela .....	37
III.2	Análisis de sensibilidad sobre incidencia de rubéola y sarampión .....	39
III.2.1	Rubéola.....	39
III.2.2	Sarampión.....	40
III.3	Principio del Cálculo de Primas .....	44
III.3.1	Principio de Varianza .....	44
III.4	Generación de Escenarios y Estimación del Impacto Financiero .....	45
III.4.1	Rubéola.....	47
III.4.2	Sarampión.....	50
III.4.3	Varicela .....	52
III.5	Impacto financiero bajo el análisis de sensibilidad.....	54
III.5.1	Rubéola.....	54
III.5.2	Sarampión.....	56
	<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>59</b>
	<b>ANEXO I .....</b>	<b>62</b>
	Incidencias por grupo de edad y año .....	62
	<b>ANEXO II .....</b>	<b>66</b>
	Cobertura de población para la vacuna SRP .....	66
	<b>ANEXO III .....</b>	<b>68</b>
	Principio del Cálculo de Primas .....	68
	Principio de la Varianza .....	68
	<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>69</b>

## CUADROS

Cuadro 1.1.	Principales causas de muerte en México 1940-2006 .....	12
Cuadro 1.2.	Enfermedades de Notificación Inmediata.....	13
Cuadro 1.3	Las tres principales EFE en el perfil epidemiológico de México .....	15
Cuadro 1.4.	Esquema de vacunación contra el Sarampión.....	16
Cuadro 1.5	Dosificación de tratamiento farmacológico contra el Sarampión .....	17
Cuadro 1.6	Esquema recomendado para la aplicación de la vacuna combinada .....	19
Cuadro 1.7	Estructura de la cartilla de vacunación. ....	21
Cuadro 1.8	Dosis, contraindicaciones y reacciones secundarias de la vacuna contra la varicela .....	24
Cuadro 1.9	Tratamiento farmacológico y no farmacológico para Varicela.....	24
Cuadro 2.1	Tasas totales de incidencia por año, 1990 y 2008. ....	26
Cuadro 2.2	Tasas de Incidencia por 100,000 habitantes, por grupo de edad y por año. ...	26
Cuadro 2.3	Población total anual, México 2008-2025. ....	27
Cuadro 2.4	Costos de tratamiento integral de Sarampión, Rubéola y Varicela.....	28
Cuadro 2.5	Cobertura de vacunación para la vacuna triple viral SRP, México 2010.....	28
Cuadro 2.6	Diferencial del porcentaje de cobertura de las poblaciones correspondientes.....	29
Cuadro 2.7	Poblaciones correspondientes a la edad de aplicación de la vacuna SRP, México 2008-2025. ....	29
Cuadro 2.8	Cobertura de la población de 1 a 4 años de edad.....	30
Cuadro 2.9	Cobertura de la población de 1 a 4 años de edad de sarampión y rubéola....	30
Cuadro 3.1	Probabilidades de incidencia de rubéola proyectadas mediante el ajuste de la curva.....	36
Cuadro 3.2	Probabilidades de incidencia de sarampión proyectadas mediante el ajuste de curvas. ....	37

Cuadro 3.3	Probabilidades de incidencia de varicela proyectadas mediante la generación de números aleatorios. ....	38
Cuadro 3.4	Probabilidades de incidencia de rubéola proyectadas bajo el supuesto “sin vacuna”. ....	40
Cuadro 3.5	Probabilidades de incidencia de sarampión proyectadas bajo el supuesto “sin vacuna”. ....	41
Cuadro 3.6	Probabilidades de incidencia generadas de rubéola con y sin la vacuna SRP en el esquema de vacunación.....	41
Cuadro 3.7	Probabilidades de incidencia generadas de sarampión bajo los supuesto de “con vacuna” y “sin vacuna”. ....	42
Cuadro 3.8	Casos esperados de cada enfermedad para el periodo 2008-2025 bajo el escenario “con vacuna” y cobertura de población en menores de 1 a 4 años de edad.....	43
Cuadro 3.9	Casos esperados sarampión y rubéola en el escenario “sin vacuna” para el periodo 2008-2025. ....	44
Cuadro 3.10	Casos esperados óptimos con los respectivos factores de ajuste. ....	45
Cuadro 3.11	Bandas de 95% confianza con respecto a los casos esperados por diagnóstico y tratamiento. ....	46
Cuadro 3.12	Diversos escenarios que muestran el impacto financiero de diagnóstico, tratamiento y prevención para Rubéola. ....	47
Cuadro 3.13	Impacto financiero anual total para rubéola.....	49
Cuadro 3.14	Escenarios del impacto financiero de diagnóstico, tratamiento y prevención para sarampión.....	50
Cuadro 3.15	Impacto financiero de diagnóstico y tratamiento integral para sarampión....	51
Cuadro 3.16	Diversos escenarios que muestran el impacto financiero de diagnóstico y tratamiento para varicela. ....	53
Cuadro 3.17	Comparación de los impactos financieros para rubéola. ....	55
Cuadro 3.18	Impactos financieros desde los contextos a comparar para sarampión.....	57
Cuadro 4.1	Tasas de Incidencia por grupo de edad de 1991 .....	62

Cuadro 4.2	Tasas de Incidencia por grupo de edad de 1992. ....	62
Cuadro 4.3	Tasas de Incidencia por grupo de edad de 1993. ....	62
Cuadro 4.4	Tasas de Incidencia por grupo de edad de 1994. ....	62
Cuadro 4.5	Tasas de Incidencia por grupo de edad de 1995. ....	63
Cuadro 4.6	Tasas de Incidencia por grupo de edad de 1996. ....	63
Cuadro 4.7	Tasas de Incidencia por grupo de edad de 1997. ....	63
Cuadro 4.8	Tasas de Incidencia por grupo de edad de 1998. ....	63
Cuadro 4.9	Tasas de Incidencia por grupo de edad de 1999. ....	64
Cuadro 4.10	Tasas de Incidencia por grupo de edad de 2000. ....	64
Cuadro 4.11	Tasas de Incidencia por grupo de edad de 2001. ....	64
Cuadro 4.12	Tasas de Incidencia por grupo de edad de 2002. ....	64
Cuadro 4.13	Tasas de Incidencia por grupo de edad de 2003. ....	64
Cuadro 4.14	Tasas de Incidencia por grupo de edad de 2004. ....	65
Cuadro 4.15	Tasas de Incidencia por grupo de edad de 2005. ....	65
Cuadro 4.16	Tasas de Incidencia por grupo de edad de 2006. ....	65
Cuadro 4.17	Tasas de incidencia por grupo de edad de 2007 .....	65
Cuadro 4.18	Proyecciones de población por sexo y edad del periodo 2008-2025.....	66
Cuadro 4.19	Población total por año respecto a edad de 1 año y edad de 2 a 4 años.....	67
Cuadro 4.20	Porcentaje de cobertura de la población respectiva .....	67

## GRÁFICAS

Gráfica 1.1.	Las enfermedades emergentes y re-emergentes de notificación inmediata más frecuentes. México 1995-2009. ....	14
Gráfica 3.1	Ajuste de las probabilidades de incidencia de rubéola a una función exponencial. ....	35
Gráfica 3.2	Ajuste de las probabilidades de incidencia de sarampión a una función exponencial. ....	36
Gráfica 3.3	Tendencia de las probabilidades de incidencia de varicela .....	38
Gráfica 3.4	Tendencia de probabilidades de incidencia de rubéola. ....	39
Gráfica 3.5	Tendencia de probabilidades de incidencia de sarampión. ....	40
Gráfica 3.6	Escenarios del impacto financiero para diagnóstico y tratamiento de rubéola. ....	48
Gráfica 3.7	Impacto financiero del tratamiento total de rubéola. ....	49
Gráfica 3.8	Escenario real y pesimistas del impacto financiero de sarampión para diagnóstico y tratamiento. ....	51
Gráfica 3.9	Impacto financiero total anual de sarampión. ....	52
Gráfica 3.10	Escenario del impacto financiero para varicela. ....	54
Gráfica 3.11	Comparación entre ambos impactos financieros para el diagnóstico y tratamiento de rubéola. ....	56
Gráfica 3.12	Comparación entre ambos impactos financiero para el diagnóstico y tratamiento de sarampión. ....	57

## INTRODUCCIÓN

A lo largo de la historia de México han acontecido catástrofes de diversas índoles como desastres naturales, movimiento sociales y políticos, crisis económicas, guerras, epidemias, etc. En particular, las epidemias, antes de la producción de vacunas, fueron la causa principal de muerte debido a la falta de medidas preventivas ante las enfermedades contagiosas generadoras de dichas epidemias. Actualmente, la mayoría de las enfermedades infecciosas pueden evitarse al implementar medidas preventivas y precautorias, entre las que destacan la vacunación.

En México a partir de la década de 1970 se instauró el Programa Nacional de Vacunación (PNV) con una perspectiva de financiamiento desde el gobierno federal. En la actualidad, el Programa se basa en el esquema básico de inmunización el cual consta de 10 vacunas contempladas a aplicarse en el transcurso del primer año de vida con refuerzos entre el primer y sexto año de vida. Así, brinda el acceso al esquema mediante un programa permanente en todas las unidades públicas de atención primaria; así como a través de las Semanas Nacionales de Salud. El presupuesto anual es el segundo más grande en importancia a nivel nacional alcanzando cifras, en 2010, cercanas a los 2,600 millones de pesos. Sin embargo, los requerimientos financieros para incrementar el esquema básico de inmunización son considerables debido a que los precios por dosis de las vacunas más recientes son elevados.

El perfil epidemiológico en México ha cambiado en los últimos años, debido al interés que se ha transferido a las enfermedades emergentes, desplazando a aquellas que se creen erradicadas o de baja incidencia; ocasionando la reaparición de algunas de ellas como son las enfermedades febriles exantemáticas (EFE); las cuales se encabezan, principalmente, por padecimientos como el sarampión, la rubéola y la varicela, que presentan un comportamiento epidemiológico particular; razón por la cual, es necesario llevar a cabo un análisis minucioso de la incidencia de cada uno de ellas.

En este contexto, la presente tesis tiene como objetivo estimar la incidencia de cada una de las enfermedades seleccionadas en un periodo de 17 años a partir de 2008, así como calcular el impacto financiero anual que conlleve ofrecer el tratamiento integral de cada una de ellas por las instituciones públicas del Sistema Nacional de Salud (SNS)

Dichas mediciones serán de suma ayuda para crear un panorama más amplio sobre las contingencias producidas por las EFE. Por su parte, la estimación del impacto financiero permitirá planear, de una manera

más informada, los requerimientos financieros necesarios para afrontar los costos tanto de prevención como de tratamiento en cada una de las instituciones públicas del SNS.

El presente trabajo se estructura a *grosso modo* de la siguiente manera:

En el capítulo I se presentará una explicación sobre los antecedentes epidemiológicos de México y su actual perfil epidemiológico que conllevan a un breve, pero importante, esclarecimiento sobre las EFE más frecuentes. Así como, la descripción de la sintomatología, los tratamientos que deben suministrarse (incluida su dosificación), los sectores de la sociedad más proclives al contagio y el cuadro de inmunización para cada una de las EFE estudiadas.

El capítulo II se centrará en la presentación de las fuentes de información y de la metodología para el análisis de las EFE seleccionadas. Se listarán los datos base y auxiliares requeridos para el análisis y se detallará la metodología aplicada sobre los datos que permite obtener los resultados deseados. Cabe resaltar que, además del uso de metodologías y herramientas estadísticas, se requirió del uso de principios relacionado con prevención de riesgos.

En el capítulo III se presentarán los resultados de la aplicación de las metodologías expuestas en el capítulo II. Dichos resultados se presentan en cuadros y gráficas. Dentro de este capítulo, se encuentra un análisis de comparación entre contextos, es decir, se muestran los resultados bajo dos supuestos: “con vacuna” y “sin vacuna” que dan pie a un análisis de ventajas y desventajas financieras sobre los contextos.

Finalmente, se presentarán las conclusiones del análisis realizado para cada enfermedad; así como algunas recomendaciones que provean de bases para la elaboración de futuros proyectos basados en el análisis de la presente tesis.

# CAPÍTULO I. ANTECEDENTES

El presente estudio debe dar a conocer ciertos aspectos relacionados con el tema ya que esto generará una mejor apreciación para obtener conclusiones deterministas, el capítulo I detallará los aspectos generales del tema de estudio, desde la situación de México en el ámbito epidemiológico en sus inicios hasta una explicación general de las enfermedades febriles exantemáticas.

## I.1 Evolución del Sistema de Salud en México

En los años posteriores a la revolución mexicana, la mortalidad era un evento continuo debido a que el conflicto armado alteró el funcionamiento de las instituciones de salud, destruyó la infraestructura sanitaria y creó las condiciones iniciales para la diseminación de enfermedades. En la segunda década del siglo XX uno de cuatro niños fallecía antes del año y la esperanza de vida no rebasaba los 40 años de edad. En contraste, durante la primera década del siglo XXI, la esperanza de vida al nacer alcanza ya los 75 años. [1]

A partir de 1972, las campañas nacionales de vacunación produjeron una baja de la mortalidad infantil y de la fecundidad; así como un aumento de la esperanza de vida, dando lugar al envejecimiento de la población. Esta transición demográfica se traduce como una proporción mayor de adultos mayores de 65 años y una disminución de población infantil de edades comprendidas de 0 a 5 años. De continuar dicha tendencia, se espera que en el 2050 la participación de la población en edad escolar disminuya hasta un 7% en contraste con la población de jóvenes y adultos en edad productiva que concentrará un 62%, mientras que la población mayor de 65 años se centralizará en 21%. Esta composición demográfica generará una gran presión sobre el sector salud ya que los adultos mayores, desarrollan enfermedades crónicas, requiriendo de atención médica más frecuentemente que la población joven.[1]

Así, la transición demográfica y la concentración poblacional en zonas urbanas han producido transformaciones en las causas principales de enfermedad y de muerte. En México las enfermedades no transmisibles han dominado de manera creciente el perfil de la salud; hoy en día las llamadas enfermedades del rezago (infecciones comunes, problemas reproductivos y padecimientos asociados a la desnutrición) concentran menos del 15% de los fallecimientos mientras que las enfermedades no transmisibles son responsables de más de un 75% de los decesos del país.[1]

Como puede observarse en el cuadro 1.1, las principales causas de muerte en México se debían a infecciones comunes, problemas reproductivos y padecimientos asociados a la desnutrición hasta la década de los setenta del siglo XX. Lo contrario sucede con la diabetes, los padecimientos isquémicos del corazón, las enfermedades cerebrovasculares, los males crónicos del hígado y ciertos cánceres que empiezan a dominar a partir de la década de los ochenta del siglo XX.[1]

**Cuadro 1.1. Principales causas de muerte en México 1940-2006**

Orden	1940	1970	1990	2006
1	Diarreas y Enteritis	Neumonía e Influenza	Enfermedades del Corazón	Diabetes Mellitus
2	Neumonía e Influenza	Enteritis y otras enfermedades diarreicas	Tumores malignos	Enfermedades isquémicas del Corazón
3	Paludismo	Accidentes	Accidentes	Enfermedades Cerebrovasculares
4	Sarampión	Enfermedades del Corazón	Diabetes Mellitus	Cirrosis y otras enfermedades crónicas del Hígado
5	Homicidios	Causas perinatales	Ciertas afecciones originadas en el periodo perinatal	Enfermedad pulmonar obstructiva crónica
6	Bronquitis	Tumores malignos	Neumonía e Influenza	Infecciones respiratorias agudas bajas
7	Enfermedades del hígado y cirrosis	Enfermedades Cerebrovasculares	Enfermedades infecciosas intestinales	Enfermedades Hipertensivas
8	Debilidad congénita.	Sarampión	Enfermedades Cerebrovasculares	Nefritis y Nefrosis
9	Enfermedades del Corazón	Cirrosis y otras enfermedades crónicas del hígado	Cirrosis y otras enfermedades crónicas del hígado	Accidentes por vehículos motorizados
10	Tuberculosis pulmonar	Tuberculosis de todo tipo	Homicidios	Homicidios

Fuente: El Sistema de Salud en México [1]

México está experimentando un traslape de las enfermedades del rezago y de las enfermedades emergentes conocido como doble carga de la enfermedad. Lo anterior porque los males no transmisibles ya dominan el perfil epidemiológico del país a pesar de que las infecciones comunes, los problemas reproductivos y la desnutrición aún tienen efectos sobre las poblaciones en condición de marginalidad. [1]

El alargamiento de la vida, la exposición a riesgos del ambiente presentes desde hace décadas que aún no se logran abatir y sobre todo la exposición a la combinación de riesgos que se relacionan con estilos de vida

poco saludables<sup>1</sup> han producido un incremento en las enfermedades emergentes y re-emergentes; lo que genera una necesidad continua de estudio y atención médica de estos padecimientos. [1]

## I.2 Perfil Epidemiológico de México

Como consecuencia del incremento de casos de enfermedades transmisibles en las décadas más recientes, aparecen las enfermedades emergentes y las re-emergentes. La primera se determina como enfermedad nueva y la segunda como enfermedad ya conocida en cuanto a su agente de infección, pero que recientemente ha aumentado su frecuencia y severidad tanto en regiones endémicas como en regiones en donde antes no existían. En México el seguimiento de las enfermedades emergentes y re-emergentes se realiza a través de la notificación inmediata\* de casos dentro del Sistema Nacional de Vigilancia Epidemiológica (SINAVE).

**Cuadro 1.2. Enfermedades de Notificación Inmediata**

Paludismo por <i>Plasmodium falciparum</i>	Efectos indeseables por vacuna y sustancias biológicas	Síndrome de inmunodeficiencia adquirida	Picadura o mordedura de insecto venenoso abeja africanizada	Influenza
Fiebre hemorrágica por dengue	Meningoencefalitis amebiana primaria	Encefalitis equina venezolana	Enfermedad febril exantemática	Tétanos
Poliomielitis aguda	Cólera	Tos ferina	Parálisis flácida aguda	Rabia
Meningitis meningocócica	Tuberculosis meningea	Infección asintomática por VIH	Fiebre amarilla	Rubéola
Sífilis congénita	Tétanos neonatal	Fiebre manchada	Tifo epidémico	Peste
Difteria	Sarampión	Fiebre recurrente	Rubéola congénita	Tifo murino

Fuente: Secretaría de Salud-Norma Oficial Mexicana. [3]

En el cuadro anterior se puede apreciar que la Enfermedad Febril Exantemática (EFE)<sup>2</sup> se encuentra entre las cinco enfermedades de notificación inmediata más frecuentes en los años más recientes (véase gráfica 1.1). Los casos notificados se registran en el Sistema Único de Información para la Vigilancia Epidemiológica

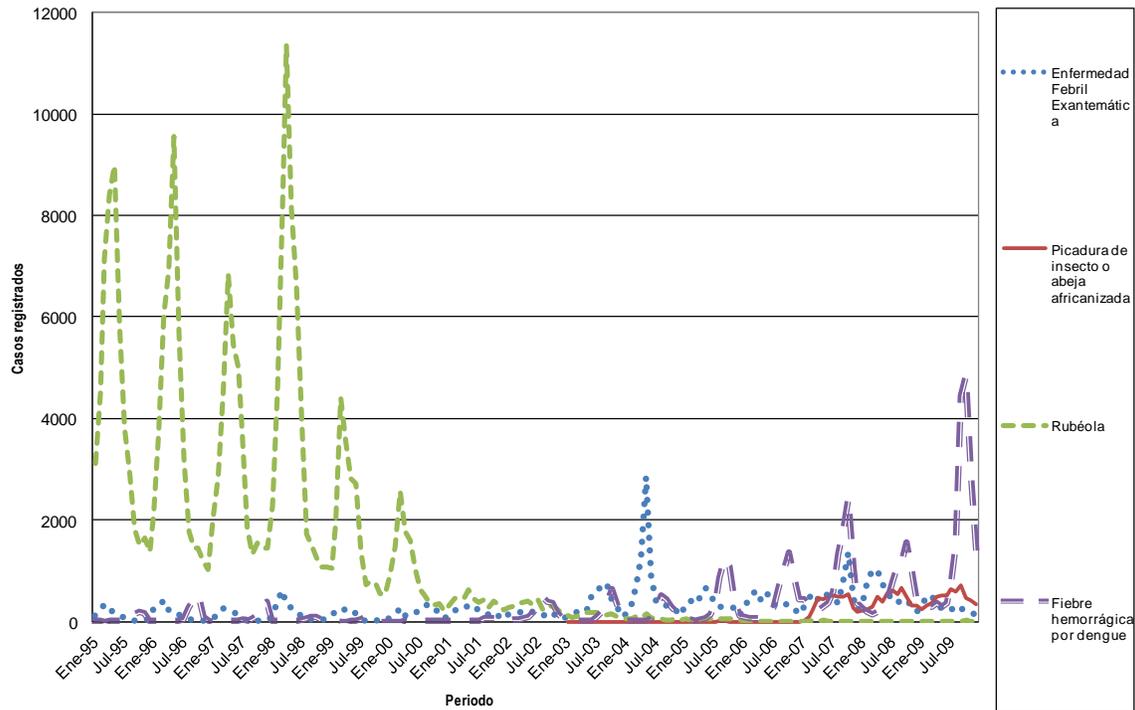
<sup>1</sup> Los estilos de vida poco saludables comprenden la mala nutrición, el sedentarismo, el consumo de sustancias adictivas y las prácticas sexuales inseguras como principales factores que dan origen a problemas como el sobrepeso y la obesidad, la hipercolesterolemia, la hipertensión arterial, el tabaquismo, el consumo excesivo de alcohol, el consumo de drogas ilegales, las enfermedades de transmisión sexual, etc.[1]

\* Se define como notificación inmediata a la comunicación que debe realizarse por la vía más rápida disponible de casos, de brotes y de defunción ocasionados por un conjunto de enfermedades emergentes y re-emergentes. En base a la Norma Oficial Mexicana NOM-017-SSA-2-1994, para la Vigilancia Epidemiológica se consideran enfermedades de notificación inmediata a los casos y las defunciones causadas por: [2] y [3]

<sup>2</sup> En 1993 nace el concepto de "Enfermedad Febril Exantemática" (EFE), a consecuencia del descubrimiento de nuevos virus y otros agentes infecciosos así como la reemergencia de antiguos agentes microbiológicos y el uso de nuevas vacunas que han expandido y modificado el espectro clínico y epidemiológico de estas enfermedades.[5]

(SUIVE) que se encuentra dentro del Sistema Nacional de Vigilancia Epidemiológica para la prevención de enfermedades. Los resultados de la gráfica 1.1 brindan evidencia para considerar a la EFE como enfermedad re-emergente ya que su agente es conocido al igual que su diagnóstico y tratamiento. [3]

**Gráfica 1.1. Las enfermedades emergentes y re-emergentes de notificación inmediata más frecuentes. México 1995-2009.**



Fuente: Sistema Único de Información para la Vigilancia Epidemiológica (SUIVE). [3]

Históricamente en México, los exantemas han sido una prioridad para la salud pública ya que en la práctica médica se consideran como enfermedades infecciosas prevenibles por vacunación. Las vacunas disponibles contra la EFE generan un costo-beneficio sobre la morbilidad y mortalidad de padecimientos que han sido grandes azotes en la historia de la humanidad y que, actualmente, tienen gran impacto sobre su letalidad y sus complicaciones. [5]

### I.3 Enfermedad Febril Exantemática

Se define exantema como una erupción cutánea de aparición súbita, de extensión y distribución variable, formada por lesiones de características morfológicas variables. Pueden deberse a la expresión de una serie de procesos variables, como infecciosos, inmunológicos o expresión de reacciones adversas a fármacos. Los exantemas virales generalmente suelen acompañarse de una serie de síntomas generales (fiebre, artralgias o

adenopatías). El mecanismo por el cual aparecen estos exantemas en el curso de las infecciones víricas puede ser variado. [6]

Hoy en día se consideran fundamentalmente tres posibles mecanismos patogénicos diferentes que generan exantemas:

1. Invasión directa de la piel por vía hematógena, que puede producir “erupción cutánea”, incluso en ausencia de respuesta inmune por parte del huésped. En estos casos, las lesiones suelen ser vesiculosas o incluso ulcerosas (como la varicela, la viruela y algunas infecciones por enterovirus).
2. Las manifestaciones cutáneas pueden ser el reflejo de la interacción entre el propio virus y la respuesta inmune por parte del huésped (como el sarampión o la rubéola). En estos casos, puede aislarse el virus a partir de la piel, aunque intervengan factores inmunológicos en la aparición del exantema.
3. En ocasiones, es la presencia de anticuerpos circulantes el determinante, sin que sea precisa la presencia en la piel del virus causante. [7]

**Cuadro 1.3 Las tres principales EFE en el perfil epidemiológico de México**

Enfermedad	Periodo de incubación	Periodo de contagio	Inmunidad adquirida	Edad de Adquisición	Estacionalidad	Mecanismo de Transmisión
Sarampión	7 – 21 días	4 días antes y 4 después de la aparición del exantema; mayor transmisión 3 días antes de que aparezca el exantema.	si	Pre-escolares de 1 a 4 años y escolares. Actualmente se observa un desplazamiento hacia los grupos adolescentes y adultos jóvenes.	Finales de invierno y principios primavera.	Contacto o inhalación de aerosoles.
Rubéola	14 - 23 días	De 10 días antes y 7 días después de la aparición del exantema. Los niños con rubéola congénita excretan el virus hasta durante un año.	si	En México hay mayor incidencia en menores de 1 año y de 1 a 4 años. En el trópico hay mayor incidencia en niños mayores y adultos.	Meses de primavera y verano	Contacto
Varicela	10 - 21 días	1-2 días antes y 4-5 días después de la aparición del exantema	si	En México hay mayor incidencia en menores de 1 año y de 1 a 4 años. En el trópico mayor incidencia en niños y adultos.	Finales de invierno y principios de primavera. Mas frecuente en lugares templados tropicales.	Contacto directo o inhalación de aerosoles.

Fuente: Instituto Nacional de Salud Pública. [7]

Dentro del estudio de las EFE, se discurre en su periodo de incubación, contagiosidad y morfología que son las características de un diagnóstico diferencial adecuado. Al valorar un exantema, es importante distinguir lo que ocurre entre las diversas enfermedades; en particular, debe considerarse su morfología, enantema, distribución, etapa de la enfermedad en la que aparece y duración del mismo. [7]

Con base a la gráfica 1.1 y a la bibliografía recorrida [3] y [7], es evidente que en México la EFE comprende a las enfermedades de sarampión, rubéola y varicela, porque es visible el impacto que producen en la población y su continua recurrencia en el perfil epidemiológico del país.

Cabe aclarar que bajo la lógica de la notificación inmediata del SUIVE, el reporte de casos de estas enfermedades se vincula principalmente con la varicela, mientras que la notificación de casos de sarampión y rubéola se realiza en forma independiente.

### I.3.1 Sarampión

Encabeza a las enfermedades febriles exantemáticas agudas por ser muy contagiosa. Es producida por el *Morbillivirus* y se transmite por medio de gotitas de aspersión del tracto respiratorio de alguna persona infectada. Actualmente, es una enfermedad moderadamente grave, se caracteriza por un período prodrómico febril con manifestaciones respiratorias y un enantema específico, seguidas de una erupción maculopapulosa generalizada. [8]

Dentro de los factores de riesgo que se asocian al sarampión se encuentran: nivel socioeconómico bajo; regiones con baja cobertura de vacunación; infantes menores de 2 años; inmunodeficiencia adquirida; y, desnutrición.

La prevención del sarampión se logra con la inmunización mediante la aplicación de la vacuna triple viral: sarampión, parotiditis y rubéola (SPR). La distribución de las dosis y las recomendaciones de la aplicación de la vacuna se presentan en el cuadro 1.4.

**Cuadro 1.4. Esquema de vacunación contra el Sarampión**

Vacuna triple viral: sarampión, parotiditis (paperas) y rubéola (SPR)	
1ª dosis	a los 12 meses
2ª dosis	a los 6 años
En caso de brote de sarampión	lactantes de 6 a 11 meses
No aplicación de la vacuna.	1) Reacción anafiláctica a una dosis anterior de vacuna triple vírica o de cualquiera de las vacunas que la componen. 2) Antecedentes de reacción anafiláctica a la neomicina. 3) Niños enfermos con fiebre alta. 4) Mujeres embarazadas o aquellas que planean embarazarse 3 meses después de la aplicación.
Recomendable en la aplicación de la vacuna.	1) ¿Alergia al huevo? VERIFICAR: 2) Niños en contacto con mujeres embarazadas. 3) Lactancia materna. 4) Niños con enfermedades febriles, diarreicas o con infecciones de vías aéreas superiores. 5) Desnutrición.

Fuente: GRR de Sarampión. [8].

En la exploración de la enfermedad entorno al paciente se deben destacar las siguientes fases: preeruptiva: fiebre, malestar general y catarro oculonasal (duración de 5 a 6 días); y, eruptiva: presentación de exantemas (duración de 5 días).

En la fase eruptiva, durante la exploración física deben considerarse como relevantes los siguientes datos: eritema conjuntival; edema palpebral; líneas de Stimson: pequeñas zonas hemorrágicas en el párpado inferior.; manchas de Koplik: (enantema) puntos blancos de uno a dos milímetros de diámetro rodeados de una zona enrojecida en la cara interna de las mejillas; manchas de Herman: puntos blancos o grisáceos de

1mm de diámetro en amígdalas; exantema: erupción cutánea maculopapulosa de color rojizo o rojo pardusco que desaparece a la presión.[8]

Además de la inmunización, en caso de infección deben seguirse los tratamientos farmacológicos y no farmacológicos. (Véase cuadro 1.5)

### Tratamiento farmacológico

- ✓ La administración de vitamina A de acuerdo a las dosis recomendadas por la OMS.
- ✓ No se recomienda el uso de antibióticos en forma profiláctica en los pacientes que padecen sarampión.
- ✓ Si se sufre de fiebre, puede administrarse antipiréticos si la temperatura es menor a 38° C

**Cuadro 1.5 Dosificación de tratamiento farmacológico contra el Sarampión**

Tratamiento	Grupo etario	1ª dosis	2ª dosis	3ª dosis
Vitamina A	Menor de 6 meses	50,000 UI	50,000 UI	En caso de signos de xerofalimia aplicar la dosis entre la segunda y cuarta semana después de la exposición.
	De 6 a 11 meses	100,000 UI	100,000 UI	
		200,000 UI	200,000 UI	
Paracetamol	Recomendación	La dosis recomendada es de 10a 15 mg. por Kg. cada 6 a 8 horas.		
	Contraindicación	Se debe evitar el uso en pacientes con hipersensibilidad al ingrediente activo, enfermedad hepática y úlcera péptica activa.		
	Reacciones adversas	Rash, neutropenia, pancitopenia, leucopenia, necrosis hepática y daño renal en uso a largo plazo.		
	Interacciones medicamentosas	Pueden potenciar la actividad de los anticoagulantes y aumentar la toxicidad del cloranfenicol.		

Fuente: GRR de Sarampión. [8]

### Tratamiento no farmacológico

Incluye buen aporte alimenticio que se basa en líquidos orales, así como frutas de alto contenido energético rico en vitaminas A y C.

También se realizan exámenes de laboratorio los cuales consisten en analizar una muestra de sangre venosa para la detección de anticuerpos IgM específicos del virus del sarampión.

Finalmente, como la tasa de transmisibilidad del sarampión es muy cercana al 100%, se debe diferenciar el caso, es decir, analizar primero los síntomas de EFE y luego proseguir con las definiciones operacionales.

Las definiciones operacionales son:

- **Caso sospechoso de sarampión:** cuando existe la sintomatología de EFE, en una persona menor de 15 años. Cuando hay brotes y situaciones especiales se elimina la edad como criterio de inclusión.
- **Caso probable de sarampión:** es el caso sospechoso que presente las características siguientes:
  - a) Exantema maculopapular de al menos tres días de duración.
  - b) Fiebre.
  - c) Uno o más de los síntomas siguientes: tos, coriza y conjuntivitis.
- **Caso confirmado de sarampión:** Es la misma sintomatología del caso probable agregando algunos de los siguientes elementos:
  - a) Confirmación de laboratorio de serología.
  - b) Defunción de un caso probable
  - c) Cuadro clínico de sarampión diagnosticado por un médico
  - d) Asociación epidemiológica con otro caso confirmado clínicamente o por laboratorio.

Estos conceptos auxilian en el momento del diagnóstico de las EFE, ya que su cuadro clínico es similar a la rubéola. Por lo tanto, se prosigue la explicación de este padecimiento. [8]

### I.3.2 Rubéola

La rubéola es una enfermedad de origen viral causada por un *togavirus* del género *Rubivirus*, es infectocontagiosa y se caracteriza por una leve erupción maculopapular, la cual la presentan aproximadamente el 50% de los infectados. Debido a su similitud con las otras EFE resulta que el 80% de los casos de rubéola son diagnosticados como sarampión o escarlatina. En ciertos casos la enfermedad se presenta de forma asintomático, así el porcentaje de infectados fluctúa entre 20% y 50%. [9]

Los principales factores de riesgo de la rubéola, son los siguientes: presencia de casos o brotes en familia, escuela, trabajo, vecindario, etc., personas no vacunadas, sin documentación o con esquema de vacunación incompleto; historia de enfermedad exantemática previa; contacto con otras personas enfermas en un periodo menor a 21 días; inmunodeficiencia congénita o adquirida; ingesta de medicamentos inmunosupresores (predisponen a gravedad, aparición de complicaciones o reinfección); desnutrición grave (influye en su gravedad o aparición de complicaciones)

En relación con la inmunización, la alternativa para obtener una adecuada protección con la vacuna es la aplicación de dos dosis de la vacuna combinada contra sarampión, paperas y rubéola en los niños, ya que esta combinación ha probado mayor seroconversión y es bien tolerada (ver Cuadro 1.6).

**Cuadro 1.6 Esquema recomendado para la aplicación de la vacuna combinada**

Vacuna triple viral: sarampión, parotiditis (paperas) y rubéola (SPR)	
1ª dosis	a los 12 meses
2ª dosis	a los 6 años
En caso de brote de sarampión	lactantes de 6 a 11 meses
No aplicación de la vacuna.	1) Reacción anafiláctica a una dosis anterior de vacuna triple vírica o de cualquiera de las vacunas que la componen. 2) Antecedentes de reacción anafiláctica a la neomicina. 3) Niños enfermos con fiebre alta. 4) Mujeres embarazadas o aquellas que planean embarazarse 3 meses después de la aplicación.
Recomendable en la aplicación de la vacuna.	1) ¿Alergia al huevo? VERIFICAR: 2) Niños en contacto con mujeres embarazadas. 3) Lactancia materna. 4) Niños con enfermedades febriles, diarreicas o con infecciones de vías aéreas superiores. 5) Desnutrición.

Fuente: GRR de Rubéola. [9]

También se deben considerar las contraindicaciones, precauciones y efectos secundarios de la vacuna, ya que a pesar de ser bien tolerada, pueden presentarse casos de artritis, artralgiás, erupción cutánea, adenopatía y fiebre.

En cuanto a las reacciones alérgicas la vacuna triple viral no debe administrarse en personas que han experimentado reacciones alérgicas a una dosis previa de vacuna de rubéola o algún componente de ésta, a diferencia del sarampión, la alergia al huevo no es una contraindicación. [9]

#### **En caso de embarazo**

- ✓ La vacuna triple viral no debe administrarse a mujeres embarazadas o que planean embarazarse dentro de 3 meses, debido al riesgo para el feto. Si la mujer se embarazara, se le debe de asesorar sobre los posibles daños al feto, sin que esta situación justifique la interrupción del embarazo.
- ✓ Las mujeres que son susceptibles a la rubéola deben ser vacunadas inmediatamente después del parto y advertidas sobre el riesgo potencial del Síndrome de Rubéola Congénita.

#### **Inmunodeficiencia**

- ✓ La vacuna triple viral no debe administrarse a personas con inmunodeficiencia grave por cualquier causa.
- ✓ Los individuos asintomáticos infectados con el virus de inmunodeficiencia humana [VIH] o quienes están usando o hubieran usado recientemente esteroides con dosis baja por un periodo corto pueden ser vacunados.

La sintomatología de la rubéola se centra en los siguientes signos:

- a) La infección empieza con uno o dos días de febrícula que oscila entre 37.2° C y 37.8° C;

- b) Los ganglios linfáticos se presentan inflamados y dolorosos al tacto; generalmente, en la parte posterior del cuello y detrás de las orejas;
- c) Seguidamente aparece una erupción cutánea que empieza en la cara y se extiende por el resto del cuerpo en sentido descendente. A medida que se va extendiendo por el tronco, la erupción suele ir desapareciendo de la cara. Esta erupción es la primera señal de la enfermedad, esta erupción tiene un aspecto similar al de otras erupciones de origen vírico. Su exantema consiste en un color rosa o rojo claro que se agrupan formando áreas de color uniforme. La erupción puede ocasionar prurito y puede durar hasta tres días;
- d) En adultos y adolescentes se puede presentar: dolor de cabeza; pérdida del apetito; conjuntivitis leve; constipación o secreción nasal; linfadenopatía generalizada, suboccipitales, retroauriculares y cervicales; poliartralgia o poliartritis generalizada. Los síntomas pueden durar entre 14 a 24 días.
- e) Otras manifestaciones, aunque raras, incluyen teno-sinovitis, síndrome del túnel carpiano, trombocitopenia, encefalitis post-infecciosa, miocarditis, hepatitis, anemia hemolítica, y síndrome urémico hemolítico.

De forma afín, aunado a la inmunización y gracias a que la enfermedad es benigna no es necesario el consumo de medicamentos, por lo tanto solo se requiere de tratamiento no farmacológico.

#### **Tratamiento no farmacológico**

- ✓ Se recomienda mantener aislamiento para evitar el contagio.
- ✓ Si hay fiebre se debe controlar con medios físicos.
- ✓ La alimentación debe ser la habitual, sin ningún tipo de dieta
- ✓ Debe bañarse diario con agua tibia y no tallar la piel.

#### **Criterios de laboratorio para el diagnóstico:**

Para el diagnóstico de la Rubéola se acuden a técnicas de laboratorio, para la detección directa o indirecta del virus. La detección indirecta se realiza con suero del paciente por medio de técnicas inmuno-enzimáticas para determinación de anticuerpos. Mientras que la detección directa se basa en el aislamiento viral y/o por medio de la determinación de la reacción en cadena de la polimerasa (PCR) y puede determinarse en muestra de orina y/o exudado faríngeo.

Una vez obtenido el resultado, el diagnóstico serológico se basa en una detección de IgM. La IgM puede tener reacciones heterólogas entre rubéola y otros virus como EBV, CMV, Parvovirus B19 y sarampión (por reacciones cruzadas o por estimulación policlonal de linfocitos de memoria). Por lo tanto, es necesario confirmar su presencia, con la técnica de ELISA de captura, por que presenta mayor especificidad y sensibilidad.

De manera general, el sarampión y la rubéola presentan muchas semejanzas; sin embargo, es importante explicar sus diferencias para tener un mejor entendimiento y al mismo tiempo contar con una base de comparación respecto de la varicela. [9]

Debido a la semejanza entre rubéola y sarampión, la vacuna SRP se aplica al mismo grupo de edad como se muestra en la cartilla de vacunación. (Véase cuadro 1.7)

Cuadro 1.7 Estructura de la cartilla de vacunación.

ESQUEMA DE VACUNACIÓN				
VACUNA	ENFERMEDAD QUE PREVIENE	DOSIS	EDAD Y FRECUENCIA	FECHA DE VACUNACIÓN
BCC	TUBERCULOSIS	ÚNICA	AL NACER	
HEPATITIS B	HEPATITIS B	PRIMERA	AL NACER	
		SEGUNDA	2 MESES	
		TERCERA	6 MESES	
PENTAVALENTE ACELULAR DPaT+VIP+HB	DIFTERIA TOSFERINA TÉTANOS POLIOMIELITIS INFECCIONES POR <i>M. influenzae</i> tipo B	PRIMERA	2 MESES	
		SEGUNDA	4 MESES	
		TERCERA	6 MESES	
		CUARTA	18 MESES	
DPT	DIFTERIA TOSFERINA TÉTANOS	REFUERZO	4 AÑOS	
ROTAVIRUS	DIARREA POR ROTAVIRUS	PRIMERA	2 MESES	
		SEGUNDA	4 MESES	
NEUMOCÓCICA CONJUGADA	INFECCIONES POR NEUMOCOCO	PRIMERA	2 MESES	
		SEGUNDA	4 MESES	
		OTRAS		
INFLUENZA	INFLUENZA	PRIMERA	6 MESES	
		SEGUNDA	7 MESES	
		REVACUNACIÓN	ANUAL HASTA LOS 55 MESES	
SRP	SARAMPIÓN RUBÉOLA Y PAROTIDITIS	PRIMERA	1 AÑO	
		REFUERZO	6 AÑOS	
SABIN	POLIOMIELITIS	ADICIONALES		
SR	SARAMPIÓN Y RUBÉOLA	ADICIONALES		
OTRAS VACUNAS				

CARTILLA NACIONAL DE VACUNACIÓN MÉXICO 2010

Dr. Victor Hugo Espinoza Román – Infectólogo Pediatra – [www.infectologiapediatria.com](http://www.infectologiapediatria.com) - infectopediatra@hotmail.com

Fuente: Gobierno Federal (2010); Cartilla Nacional de Salud para menores de 0 a 9 años. [1010]

### 1.3.3 Varicela

Es una enfermedad altamente infecto-contagiosa de notificación epidemiológica inmediata producida por alguno de las 18 genotipos de DNA existentes del virus de la varicela zoster que pertenecen a la familia alfa herpes virus (herpes tipo 3), cuyo único reservorio conocido hasta el momento actual es el ser humano. [11]

Los niños de edades entre 5 y 10 años, no vacunados contra varicela, son los más propensos a contagiarse, mientras que en el grupo de niños que han recibido la dosis contra varicela, la posibilidad de contagio oscila entre los 5 y 15 años de edad.

La Varicela se transmite de forma directa (por secreciones de vías respiratorias, el líquido que se encuentra en las vesículas cutáneas del herpes zoster e incluso de las lesiones cutáneas postvacunales) o de forma indirecta (mediante fómite tales como: platos, vasos, chupones, biberones, ropa, equipo médico, órganos trasplantados, etc.), por vía transplacentaria e incluso por leche materna. [11]

### **Factores de riesgo para adquirir varicela:**

- ✓ Haber estado en contacto con menores con varicela;
- ✓ No haber padecido varicela;
- ✓ No estar vacunado contra varicela;
- ✓ Convivir con niños (personal escolar, personal de salud, familiares cercanos, etc.);
- ✓ Asistencia a estancias infantiles;
- ✓ Inmunosupresión;
- ✓ Tener antecedente de haber sido trasplantado;
- ✓ Hábitos higiénicos deficientes.

### **Factores de riesgo para desarrollar varicela grave**

- ✓ Mayores de 14 años de edad;
- ✓ Embarazo;
- ✓ Menores de 1 año de edad;
- ✓ Inmunodeficiencias congénitas y adquiridas;
- ✓ Enfermedades cutáneas diseminadas;
- ✓ Enfermedad pulmonar crónica;
- ✓ Tratamiento con inmunosupresores y esteroides.

### **Sintomatología**

Se presenta un cuadro prodrómico (la sintomatología inicial que se sufre al padecer alguna enfermedad) caracterizado por una infección de vías respiratorias altas que se puede acompañar de mialgias, artralgias, fiebre, dolor abdominal y escalofríos. Después de 24 a 48 horas, se inicia un exantema maculo papular en el cuero cabelludo y cara que se puede acompañar de un enantema maculopapular que afecta mucosas. Posteriormente, se generaliza el exantema hacia el tronco hasta las palmas y plantas, que al romperse dejan ulceraciones que cicatrizan pudiendo dejar lesiones. En los siguientes días se presentan 3 a 5 nuevos brotes de lesiones cutáneas produciendo que todas las lesiones se observen en diferente estado. [11]

El cuadro atípico de varicela se puede presentar con presencia o ausencia de fiebre y con menos de 50 lesiones cutáneas en todo el cuerpo. Pueden existir lesiones cutáneas, oculares, viscerales, sistemáticas y neurológicas.

Mediante la exploración física realizada debidamente al paciente, se debe de observar lo siguiente:

- ✓ Signos vitales (frecuencia cardiaca, frecuencia respiratoria, presión arterial y temperatura)
- ✓ Detección de signos de alarma de enfermedad grave (alteración de consciencia, datos de deshidratación, signos de dificultad respiratoria, signos de bajo gasto cardiaco, arritmia cardiaca, cianosis, sibilancias, signos anormales neurológicos, diaforesis, sangrado activo visible, edemas, petequias, equimosis).
- ✓ Detección de enfermedades coexistentes.
- ✓ Tipo, cantidad y localización de lesiones cutáneas.
- ✓ Detección de complicaciones por varicela.

El caso probable de varicela, debe contemplar los siguientes criterios:

- a) Cuadro clínico compatible con varicela.
- b) Se desconoce antecedentes de exposición con la persona con varicela.
- c) No existe confirmación por laboratorio.

Para el diagnóstico confirmatorio, se espera tener dos de los siguientes criterios:

- a) Presenta cuadro clínico compatible con varicela;
- b) Existe antecedente de haber estado en contacto con una persona con varicela en los últimos 15 días;
- c) Existe positividad por laboratorio de la varicela.

Es importante declarar que existe una propuesta de esquema de vacunación contra la varicela, sin embargo, dicha propuesta no fue parte del Programa Nacional de Vacunación hasta 2010. Esta situación se debe a que la vacuna disponible posee un alto costo por dosis en diferencia de la vacuna triple viral. (Ver cuadro 1.7)

**Cuadro 1.8 Dosis, contraindicaciones y reacciones secundarias de la vacuna contra la varicela.**

Vacuna antivariçela		
Vía de administración	Dosis (1)	Aplicable a
subcutánea	una jeringa ó ampolleta con 0.5 ó 0.7 ml de diluyente	De 12 meses hasta 12 años: 1 dosis
		Mayores de 13 años: 2 dosis, con un intervalo de 4 a 8 entre cada semana entre cada una.
		Se puede aplicar a los adolescentes y adultos sin antecedentes de haber padecido varicela.

Fuente: GRR de Varicela. [11]

### Tratamientos

Dentro de los tratamientos, se encuentran los farmacológicos y los no farmacológicos. En el cuadro 1.9 se muestran las dosificaciones de medicamentos y tratamientos que se utilizan para niños y adolescentes que poseen varicela. [11]

**Cuadro 1.9 Tratamiento farmacológico y no farmacológico para Varicela**

Tratamiento	Primera elección	Segunda elección
Antihistamínicos (vía oral)	Difenhidramina 5 mg/día cada 8 horas sin exceder 300 mg/día	Cetirizina de 1-5 años: 2.5 a 5 mg c/24 hrs. Mayores de 6: 5 a 10 mg c/24 hrs.
		Levocetiricina 2-6 años: 1.25 mg c/12 hrs. 6-11 años: 2.5 mg c/24 hrs. mayores 12 años: 5 mg c/24 hrs.
		Ebastina 2-5 años: 2.5 mg c/24 hrs. 6-11 años: 5 mg c/24 hrs. mayores 12 años: 10 mg c/24 hrs.
		Desloratadina 2-5 años: 1.25 mg c/24 hrs. 6-11 años: 2.5 mg c/24 hrs. Mayores 12 años: 5 mg c/24 hrs.
		Fexofenadina de 6-11 años: 30 mg c/12 hrs.
Antipruriginosos tópicos	Calamina gel de 4- 6 hrs.	Aplicar fomentos de sulfato de cobre en polvo cada 12 hrs.
	Pramoxina loción c/ 8 hrs.	
	Baño coloide (soya) c/ 12 a 24 hrs.	Aceite de almendras dulces con hidróxido de calcio aplicar de 6-12 hrs.
	Polvo de Haba c/6hrs.	
Antipiréticos	Paracetamol 10 a 15 mg/kg cada 6 horas	Metamizol 10 a 15 mg/kg cada 8 horas
Antiviral	Aciclovir (mayores de 2 años y menores de 40 kg) 20mg/kg cada 6 hrs. Por 5 días.(DOSIS MAXIMA 3200 mg/día)	Valaciclovir 20 mg/kg cada 8 horas por 5 días, sin exceder de 1 g/día

Fuente: GRR de Varicela. [11]

Debido a que el objetivo del análisis es obtener el impacto financiero global en cuanto a prevención, diagnóstico y tratamiento de las enfermedades seleccionadas, es preciso obtener resultados que sean efectivos. Por lo tanto, la manera en la que se consideren y analicen los datos es crucial para la eficiencia de las deducciones, así como la metodología a usar. Dicha explicación se detalla en el capítulo II.

## **CAPÍTULO II. METODOLOGÍA Y FUENTES DE INFORMACIÓN**

El presente capítulo explicará la información utilizada y sus fuentes, así como la metodología general y particular que deberá usarse en cada caso a estudiar, dicha metodología consiste en procesos estadísticos que fueron aplicados bajo ciertos supuestos que facilitarán el análisis.

Es importante notificar que se establecen supuestos sobre la aplicación de la metodología, que ejercerán credibilidad significativa en los resultados con propósito de cumplir con los objetivos planeados al inicio de la tesis.

Los supuestos establecidos son:

1er. Escenarios “con vacuna” y “sin vacuna” que consideraran como factor principal en la baja de incidencia la implementación de la vacuna SRP en el Esquema Nacional de Vacunación.

2do. Al analizar el impacto financiero, se considera que el costo del tratamiento integral contra sarampión y rubeola se mantendrá constante a lo largo del periodo analizado.

3er. Al proyectar las probabilidades de incidencia mediante generación de aleatorios sobre bandas de confianza, estas tengan un comportamiento estable a lo largo del periodo estudiado.

### **II.1 Sistema Único de Información para la Vigilancia Epidemiológica**

El Sistema Único de Información para la Vigilancia Epidemiológica (SUIVE) del Centro Nacional de Vigilancia Epidemiológica y Control de Enfermedades (CENEVECE) es la base para el cálculo de las tasas de incidencia de las enfermedades de notificación inmediata. Estas tasas son presentadas de forma anual y quinquenal en el portal del CENAVECE además que son referidas en una población de 100,000 habitantes. (Véase cuadro 2.2) Para los fines de la investigación, se hará uso de las tasas de incidencia anual del periodo 1990-2008; es importante notificar que se usará las tasas totales para las enfermedades de sarampión, varicela y rubéola debido a que a partir del año 2000 se modifica la estructura de los grupos de edad. Este cambio impide realizar el ajuste de curvas por grupo quinquenal de edad. En el cuadro 2.1 se muestran las tasas de incidencia utilizadas en el análisis.

Cuadro 2.1 Tasas totales de incidencia por año, 1990 y 2008.

Año	1990			2008		
	Rubéola	Sarampión	Varicela	Rubéola	Sarampión	Varicela
<b>Enfermedad</b>						
<b>Grupos de edad</b>						
< 1	202.33	477.13	357.11	0	0	1,343.80
1 a 4	184.93	227.97	464.01	0	0	1,238.90
5 a 9	150.88	129.91	356.69	0	0	803.10
10 a 14				0	0	352.06
15 a 19	48.57	53.78	130.58	0	0	200.35
20 a 24				0	0	191.00
25 a 44				0	0	104.19
45 a 49	5.61	1.74	11.07	0	0	21.55
50 a 59				0	0	14.28
60 a 64				0	0	13.25
65 y +	4.85	1.44	9.57	0	0	12.00
<b>TOTAL</b>	76.46	80.18	178.39	0	0	303.69

Fuente: CENAVECE. Anuarios de morbilidad [12]

Cuadro 2.2 Tasas de Incidencia por 100,000 habitantes, por grupo de edad y por año.

Año	Rubéola	Sarampión	Varicela	Año	Rubéola	Sarampión	Varicela
1990	76.46	80.18	178.39	2000	11.76	0.03	377.08
1991	46.06	5.82	211.50	2001	4.80	0.00	235.48
1992	32.24	0.97	199.84	2002	3.60	0.00	282.70
1993	76.73	0.19	264.89	2003	1.50	0.00	307.00
1994	60.57	0.14	313.86	2004	0.66	0.06	365.78
1995	55.84	0.01	340.54	2005	0.50	0.01	306.04
1996	47.33	0.00	246.24	2006	0.07	0.02	263.84
1997	40.16	0.00	297.14	2007	0.10	0.00	299.32
1998	53.86	0.00	321.26	2008	0.04	0.00	303.69
1999	21.60	0.00	288.60				

Fuente: CENAVECE. Anuarios de morbilidad. [12].<sup>3</sup>

## II.2 Proyecciones de la población mexicana

El Consejo Nacional de Población (CONAPO) realiza las proyecciones de la población mexicana, la información se clasifica por sexo, edad individual y año. De dichas proyecciones para el periodo 2008-2025, se utiliza el total poblacional como base para la estimación de casos para cada una de las EFE analizadas. Dichas proyecciones se encuentran en el cuadro 2.3

<sup>3</sup> En el anexo I se mostrarán los cuadros de tasas de incidencia por grupo de edad de los años consecutivos.

**Cuadro2.3 Población total anual, México 2008-2025.**

<b>Año</b>	<b>Total</b>	<b>Año</b>	<b>Total</b>
2008	106,682,518	2017	113,746,425
2009	107,550,697	2018	114,437,635
2010	108,396,211	2019	115,109,547
2011	109,219,931	2020	115,762,289
2012	110,022,552	2021	116,395,567
2013	110,804,591	2022	117,007,442
2014	111,566,783	2023	117,595,470
2015	112,310,260	2024	118,157,718
2016	113,036,756	2025	118,692,987

Fuente: CONAPO, 2010. [13]

### **II.3 Costos del tratamiento integral**

Para cumplir el objetivo planteado, se requieren también los costos de diagnóstico y tratamiento; así como de prevención de cada enfermedad que se requieren para atender a una persona. Estos costos fueron obtenidos del costo de las intervenciones de Salud Pública contenidas en el Catálogo Universal de Servicios Esenciales de Salud 2008 (CAUSES 2008) [14] de la Comisión Nacional de Protección Social en Salud. Los costos se presentan como costo fijo, costo variable, costo total, costo *per cápita* y costo anual. Sin embargo, la vacuna contra varicela no está incluida en el cuadro de inmunización del esquema nacional de vacunación, razón por la cual el costo de ella no se encuentra en CAUSES 2008. Dicha información se presenta en el cuadro 2.4.

**Cuadro 2.4 Costos de tratamiento integral de Sarampión, Rubéola y Varicela**

		Costo			
Prevención		Fijo ajustado	Variable ajustado	Anual	Per cápita
Sarampión y Rubéola	Vacuna triple viral SRP (contra sarampión, rubéola y parotiditis)	\$40.00	\$21.32	\$61.32	\$1.23
	Vacuna doble viral SR (contra sarampión y rubéola)	\$40.00	\$15.31	\$55.31	\$1.21
Varicela	Vacuna contra la varicela	ND	ND	ND	ND
Diagnóstico y Tratamiento		Fijo ajustado	Variable ajustado	Anual	Per cápita
Rubéola		\$140.04	\$275.75	\$415.79	\$0.23
Sarampión		\$140.04	\$275.75	\$415.79	\$0.05
Varicela		\$140.04	\$275.75	\$415.79	\$9.53

Fuente: Catálogo Universal de Servicios Esenciales de Salud 2008 (CAUSES 2008) [14]

## II.4 Coberturas de vacunación

En razón de que la vacuna contra Sarampión y Rubéola solo se aplican a la población con edad entre 1 y 4 años, la cobertura de vacunación se aplicará para esta población en particular. Así, se tomará como base el año 2008 debido a que los datos reportados por el CENSIA y por el SUIVE llegan hasta este año. Nótese que si bien el cuadro 2.4 presenta los porcentajes de cobertura del grupo de edad 2 a 4 años, los datos para 2009 y 2010 son estimaciones preliminares.

**Cuadro 2.5 Cobertura de vacunación para la vacuna triple viral SRP, México 2010.**

Cobertura de la vacuna SRP		
Año	1 año de edad.	1-4 años de edad.
2006	95%	98.5%
2007		98.4%
2008		98.2%
2009		97.6% *
2010		98.3% *

Fuente: CeNSIA (2010) [15] y \*

\* Dichas coberturas son estimaciones preliminares de sus respectivos años.

Debido a que existe un rezago de parte de los padres en el primer año para llevar a sus hijos a aplicarse la vacuna y acuden en los siguientes tres años, el porcentaje de cobertura para la población de 1 a 4 años es igual al porcentaje de cobertura de 1 año de edad más el porcentaje de cobertura de 2 a 4 años, por lo tanto el porcentaje diferencial será de utilidad en el cálculo de la cobertura de población.

**Cuadro 2.6 Diferencial del porcentaje de cobertura de las poblaciones correspondientes.**

% de cobertura	
1 año de edad.	2-4 años de edad.
95%	3.2%

Fuente: Cálculos realizados por la autora. [15]

## II.5 Proyecciones de la población para prevención

Las proyecciones de población obtenidas de CONAPO correspondientes a las edades de 1 y, de 2 a 4 años de edad, se muestran en el cuadro 2.6, las cuales son necesarias para el cálculo de la cobertura de la población para prevención.

**Cuadro 2.7 Poblaciones correspondientes a la edad de aplicación de la vacuna SRP, México 2008-2025.**

AÑO	Proyecciones de población				
	Población de 1 año de edad.	Población de 2 a 4 años de edad.	AÑO	Población de 1 año de edad.	Población de 2 a 4 años de edad.
2008	1,924,800	5,841,907	2017	1,821,982	5,442,210
2009	1,909,126	5,757,392	2018	1,812,913	5,416,817
2010	1,894,751	5,699,737	2019	1,802,287	5,391,912
2011	1,881,546	5,651,121	2020	1,790,942	5,364,761
2012	1,869,457	5,608,605	2021	1,779,913	5,334,238
2013	1,858,302	5,569,623	2022	1,768,857	5,301,788
2014	1,847,852	5,533,811	2023	1,756,230	5,268,914
2015	1,838,273	5,500,712	2024	1,741,586	5,234,761
2016	1,829,909	5,470,084	2025	1,725,539	5,197,024

Fuente: CONAPO<sup>4</sup>. [13]

Como efecto de la inclusión de la vacuna SRP (vacuna contra Sarampión, Rubéola y Parotiditis) al esquema básico de inmunización, la cobertura de la población para prevención de Sarampión y Rubéola es la misma

<sup>4</sup> Se presenta en el anexo II, el procedimiento para calcular las poblaciones respectivas en el cuadro.

debido al grupo poblacional al que se le aplica dicha vacuna (menores de uno a cuatro años). El cuadro 2.7 muestra la población cubierta en el grupo de 1 a 4 años para la vacuna SRP que se obtuvo mediante la suma del producto de la proyección de población y el porcentaje de cobertura correspondiente, de las edades de 1 año y de 2 a 4 años, respectivamente, presentados en el cuadro 2.5.

**Cuadro 2.8 Cobertura de la población de 1 a 4 años de edad.**

AÑO	Cobertura de población de menores de 1 a 4 años.	AÑO	Cobertura de población de menores de 1 a 4 años.
2008	2,015,501	2017	1,905,034
2009	1,997,906	2018	1,895,605
2010	1,982,405	2019	1,884,714
2011	1,968,305	2020	1,873,067
2012	1,955,460	2021	1,861,613
2013	1,943,615	2022	1,850,071
2014	1,932,541	2023	1,837,024
2015	1,922,382	2024	1,822,019
2016	1,913,456	2025	1,805,567

Fuente: Cálculos realizados por la autora. [13] y [15]

Es importante destacar que debido a que el presente estudio es sobre el análisis de Sarampión y Rubéola, debe crearse un factor que indique la cobertura de población correspondiente a cada enfermedad sin considerar la cobertura de manera general. Por lo tanto, el cuadro 2.9 muestra la cobertura de población para prevención de sarampión y rubéola.

**Cuadro 2.9 Cobertura de la población de 1 a 4 años de edad de sarampión y rubéola.**

AÑO	Cobertura de población para rubéola y sarampión	AÑO	Cobertura de población para rubéola y sarampión
2008	671,834	2017	635,011
2009	665,969	2018	631,868
2010	660,802	2019	628,238
2011	656,102	2020	624,356
2012	651,820	2021	620,538
2013	647,872	2022	616,690
2014	644,180	2023	612,341
2015	640,794	2024	607,340
2016	637,819	2025	601,856

Fuente: Cálculos realizados por la autora. [15]

Este resultado se obtuvo multiplicando la población cubierta para la vacuna SRP por el factor de independencia; este factor define la independencia entre cada una de las enfermedades. Este factor se realizó para incorporar un ajuste en el costo de la vacuna, en relación a los dos padecimientos estudiados, debido a que la población es la misma para ambas enfermedades, el factor se reduce a tomar 1/3 de la cobertura de la población general tanto para sarampión y rubéola, debido a que la vacuna SRP cubre tres enfermedades y los análisis en cuestión solo requieren de una de las tres enfermedades para cada uno de ellos.

Para la obtención de resultados eficaces es necesario estimar el comportamiento de los datos, se utilizan métodos de graduación o ajuste de curvas, o bien, si no es aplicable ninguno de estos métodos, se procede a la generación de números aleatorios dentro de bandas de confianza.

## II.6 Graduación de Datos

La graduación de datos involucra a principios y a métodos mediante los cuales un grupo de datos observados son ajustados. Su objetivo consiste en maximizar la verosimilitud de que los datos observados representen muestras aleatorias provenientes de distribuciones implícitas razonables, dado que dichos modelos son parametrizados por los datos graduados, a esta característica se le llama fidelidad. [16]

La graduación de datos también busca obtener distribuciones suaves, dado que por experiencia práctica, si el número de datos observados fuese suficientemente grande, su distribución mostraría un comportamiento más regular. Los métodos de graduación se clasifican en tres grandes categorías: gráficos, tablas estándar y fórmulas matemáticas. [16]

- **Métodos gráficos:** Estos pueden usarse con pocos o incluso sin datos, se requiere de mucha experiencia y puede ocupar bastante tiempo, se busca obtener un balance entre la suavización y fidelidad. [16]
- **Tablas estándar:** Se requiere de una selección apropiada de la tabla estándar, están automáticamente suavizadas, son utilizables bajo escasez de datos y proveen una guía muy útil en los extremos de los datos. [16]
- **Modelos y técnicas estadísticas:** Estas se dividen en métodos paramétricos y métodos no paramétricos. Dentro de sus características generales están la obtención de un nivel de suavización aceptable al seleccionar la fórmula correcta, la existencia de paquetes que permiten el ajuste de curvas automático y la posibilidad de solventar el problema de ajuste de los datos en los extremos mediante la combinación de fórmulas matemáticas. Dichas combinaciones requieren el uso de métodos oscilatorios o de interpolación; así como de una cantidad considerable de datos. La fórmula seleccionada para la graduación puede ajustar más de un grupo de datos, permitiendo la comparación de parámetros. [16]

Dentro de la categoría de técnicas estadísticas, existen diversos métodos, como: regresión lineal, series de tiempo, funciones polinomiales, curva de Kaplan-Mayer, distribución empírica, ajuste de curvas, etc. [16]

En relación al objetivo del análisis, los datos que se poseen y la metodología adecuada, se procede a hacer uso de métodos paramétricos; en particular, se tratará de ajustar funciones de distribución conocidas a los datos disponibles. A pesar de contar con datos a partir de 1990 no se cuenta con las suficientes observaciones que permitan aplicar el método de series de tiempo pues se requiere una cantidad mínima de 80 datos, lo que es una desventaja. El método de regresión lineal no es viable a causa de la poca posibilidad de que los datos se comporten de forma lineal. Por otro lado, en el caso en que los datos no tengan una tendencia que se parezca a una función conocida, se requiere la aplicación de bandas de confianza y la generación de números aleatorios.

## **II.7 Métodos paramétricos mediante funciones conocidas<sup>5</sup>**

Esta técnica, que justamente implica el ajuste de una función  $g(x)$  a un conjunto de datos  $(x_i, y_i)$  puede ser del estilo polinomial, combinación lineal, combinación no lineal o de distribución probabilística. Sea  $L$  el número de puntos de datos por ajustar y  $k$  el número de coeficientes no determinados, generalmente  $L > k$ ; por lo tanto, el método para determinar los coeficientes se basa en la minimización de las diferencias entre la función determinada y los puntos de datos, esta minimización recibe el nombre de método de mínimos cuadrados. En el caso especial de  $L=k$ , el ajuste de la curva se reduce a un problema de interpolación por que la curva ajustada pasa por los puntos de datos. [17]

Cabe mencionar que existen diferentes ajustes, como son el ajuste de los datos a una recta lineal, esta línea ajustada recibe el nombre de línea de regresión. También hay ajustes de curvas no lineales, estos se basan en el uso de funciones que no son lineales, como son la función potencia, funciones polinomiales, funciones exponenciales, funciones logarítmicas y en casos poco probables pero ventajosos, los ajustes se aproximan a funciones de distribución de probabilidad. Conocer la función a la cual los datos se ajustan, tienen efectos muy positivos, porque en el caso de funciones de distribución de probabilidad, se calcula la varianza de la distribución. Cuando exista el caso en que no se puede lograr un ajuste de curvas, se puede recurrir a métodos alternativos como es el caso de tendencia de intervalos de confianza. [17]

## **II.8 Métodos no paramétricos<sup>6</sup>**

Los métodos no paramétricos o métodos de distribución libre no dependen del conocimiento de cómo se distribuye la población y se utilizan para todo tipo de distribución. [18]

---

<sup>5</sup> Si se desea profundizar sobre el tema de Ajuste de Curvas, consultar la referencia bibliográfica. [17]

<sup>6</sup> Para mayor comprensión de estos métodos, consultar la bibliografía en referencia. [18]

Las pruebas no paramétricas pueden ser usadas para analizar datos de tipo cualitativo, cuantitativo y aquellos que provienen de una escala ordinal o nominal; por lo tanto, su uso se centra en situaciones donde no se cumplen las suposiciones requeridas por otras técnicas usadas, cuando es necesario usar un tamaño de muestra pequeño y cuando se necesiten convertir datos cualitativos a información útil. [18]

Dichas pruebas son de fácil uso y entendimiento, pero también pierden información; en consecuencia son menos eficientes que las prueba paramétricas. [18] Algunos ejemplos de pruebas no paramétricas son:

- Prueba de  $\chi^2$  de Pearson
- Prueba de Fisher
- Prueba de Kolmogorov-Smirnov
- Prueba de Mann-Whitney

Dentro de los métodos no paramétricos se encuentra el ajuste por tendencia en intervalos de confianza. Este método se construye primeramente con el cálculo del intervalo con una confianza del 95% en base a la media y la varianza muestrales. El segundo paso consiste en graficar los datos observados e identificar la existencia de outliers (observación que es numéricamente distante del resto de los datos) para eliminarlos del análisis posterior. El tercer paso consiste en la proyección de las probabilidades del periodo 2008-2025, mediante la generación de números aleatorios dentro de las bandas de confianza.

Antes de aplicar el procedimiento de ajuste de curvas o el procedimiento por tendencia de intervalos de confianza, es necesario convertir las tasas de incidencia disponibles en probabilidades de incidencia, lo que se logra con dividir las tasas entre 100,000.

Para fines del estudio, el ajuste de la curva será de gran utilidad ya que el objetivo primario es conocer la curva óptima y, así, proyectar las tasas de incidencia a 17 años.

Para la eficacia de la investigación, se precisa en realizar una comparación entre dos contextos opuestos, es decir, crear un escenario en que la vacuna triple viral no se considere en el esquema básico de vacunación y compararlo con el escenario real.

Las probabilidades proyectadas obtenidas en ambos procesos, poseen suficiente información que podrá utilizarse junto con las proyecciones de población para calcular el número de casos esperados, que se obtendrán mediante la multiplicación de la probabilidad resultante de cada año por la proyección de la población de ese año. En el caso del cálculo para prevención de Rubéola y Sarampión, se multiplicarán las proyecciones totales de población del grupo de edad por el porcentaje de cobertura dando como resultado los el número de infantes que se vacunarán en los próximos 17 años.

## **II.9 Estimación del Impacto Financiero**

Con referencia a la Teoría del Riesgo y la perspectiva de protección financiera, es preferible sobrestimar el número de casos en el supuesto de que se origine una contingencia epidemiológica, con el fin de poseer la capacidad de enfrentar los gastos que conlleven dicha contingencia. Una primera estimación del impacto financiero para diagnóstico y tratamiento se obtendrá al multiplicar el número de casos esperados de cada

una de las enfermedades por el costo de diagnóstico y tratamiento. Por otro lado, la estimación del impacto financiero para prevención se obtuvo con el producto de la población cubierta resultado de la aplicación de la metodología en la sección II.5 y del costo de la vacuna. Cabe aclarar que la estimación del impacto financiero para prevención solo atañe a las enfermedades de Sarampión y Rubéola.

Así, se considera como prima de riesgo a la suma del impacto financiero para diagnóstico y tratamiento y del impacto financiero para prevención, es decir, es el costo a efectuar para afrontar la situación de contagio y padecimiento de alguna o algunas de las enfermedades estudiadas y para la aplicación de la vacuna SRP como medida preventiva al contagio.

Como se mencionó, este procedimiento es materia de la Teoría del Riesgo; entonces se hará uso de los principios de cálculo de primas<sup>7</sup>, particularizando en el principio de la varianza, considerando un factor de ajuste. La aplicación de este principio consiste en la suma de los casos esperados por el factor de ajuste y la varianza de los datos originales, dicho resultado funciona como un soporte de los casos esperados que modifica la prima de riesgo, ya que se origina una reserva económica para afrontar una situación desfavorable que aumente el número de casos esperados.

La ventaja de conocer la función ajustada es la facilidad de calcular la varianza; análogamente con el método alternativo usado en varicela se calcula la varianza muestral, con dichas varianzas pueden generarse bandas de 95% de confianza que serán de utilidad para crear distintos escenarios: optimista, observado y pesimista.

Para las enfermedades estudiadas se utilizan los límites inferiores y superiores de los casos esperados y se aplica el mismo procedimiento para la estimación del impacto financiero para diagnóstico y tratamiento, esto dará una visión sobre el gasto que debe efectuarse en los tres diferentes escenarios. Además podrá realizarse una comparación de los impactos financieros bajo los supuestos con vacuna y sin vacuna para argumentar sobre el beneficio de la inclusión de la vacuna SRP a la cartilla nacional de vacunación.

Los resultados de la aplicación de las metodologías se presentan en el capítulo III.

---

<sup>7</sup> Para mayor conocimiento del Cálculo de Primas, buscar la referencia bibliográfica. [19] y [0]

## CAPÍTULO III. RESULTADOS

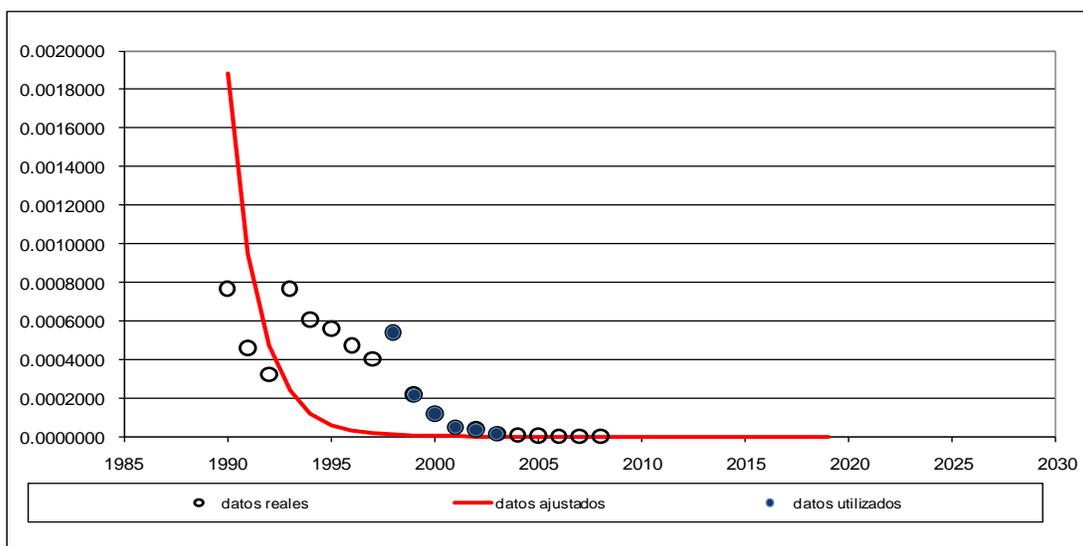
En este capítulo se presentan los resultados más importantes del análisis realizado a las EFE provenientes de la aplicación de la metodología descrita en el capítulo II. Resultados complementarios se presentan en los anexos.

### III.1 Análisis Estadístico

#### III.1.1 Rubéola

En el análisis gráfico de los datos observados de la Rubéola se consideró que un ajuste de curvas a través de funciones conocidas permitiría obtener un método robusto para la proyección de casos esperados para el periodo 2008-2025. (Véase gráfico 3.1)

**Gráfica 3.1 Ajuste de las probabilidades de incidencia de rubéola a una función exponencial.**



Fuente: Ajuste realizado por la autora en base al método de ajuste de curvas. [12]

Con la aplicación del método de ajuste no lineal de curvas y eliminando outliers que se presentaban en los primeros años cuando la vacuna triple viral no estaba dentro del esquema básico de vacunación, se logró ajustar a una función exponencial con parámetro  $\alpha=0.6907$ . Es perceptible la concavidad de la función, de forma que las probabilidades ajustadas poseen una tendencia decreciente a partir de 1999.

**Cuadro 3.1 Probabilidades de incidencia de rubéola proyectadas mediante el ajuste de la curva.**

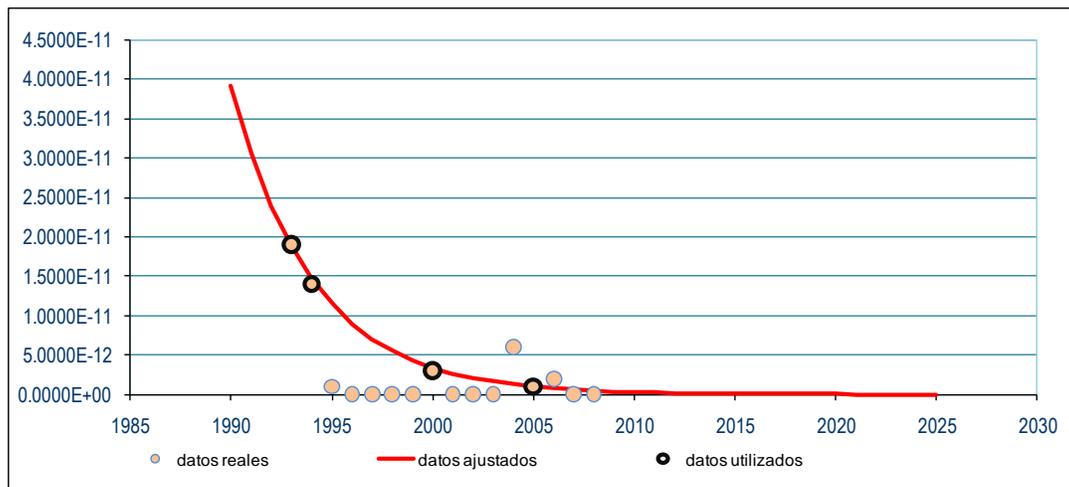
Probabilidad			Probabilidad	
Año	Observada	Ajustada	Año	Proyección
1990	0.0007646	0.1187903	2009	0.000000237358
1991	0.0004606	0.0595407	2010	0.000000118970
1992	0.0003224	0.0298433	2011	0.000000059631
1993	0.0007673	0.0149582	2012	0.000000029888
1994	0.0006057	0.0074974	2013	0.000000014981
1995	0.0005584	0.0037579	2014	0.000000007509
1996	0.0004733	0.0018836	2015	0.000000003764
1997	0.0004016	0.0009441	2016	0.000000001886
1998	0.0005386	0.0004732	2017	0.000000000946
1999	0.0002160	0.0002372	2018	0.000000000474
2000	0.0001176	0.0001189	2019	0.000000000238
2001	0.0000480	0.0000596	2020	0.000000000119
2002	0.0000360	0.0000299	2021	0.000000000060
2003	0.0000150	0.0000150	2022	0.000000000030
2004	0.0000066	0.0000075	2023	0.000000000015
2005	0.0000050	0.0000038	2024	0.000000000008
2006	0.0000007	0.0000019	2025	0.000000000004
2007	0.0000010	0.0000009		
2008	0.0000004	0.0000005		

Fuente: Cálculos realizados por la autora. [8]

### III.1.2 Sarampión

Para el análisis del Sarampión se consideró un ajuste de curvas en base a funciones conocidas. En particular el gráfico 3.2 muestra un comportamiento exponencial. Con la curva ajustada se proyectan los casos esperados para el periodo 2008-2025.

**Gráfica 3.2 Ajuste de las probabilidades de incidencia de sarampión a una función exponencial.**



Fuente: Ajuste realizado por la autora en base al método de ajuste de curvas. [9]

Al igual que en el caso de Rubéola, mediante la aplicación del método de ajuste no lineal y eliminando los outliers para lograr un mejor ajuste, se graduó una función exponencial con parámetro  $\alpha=0.2455$ . La velocidad de convergencia de esta función es moderada, es decir, las probabilidades proyectadas tienen tendencia decreciente y la incidencia es menor a la de rubéola. (Véase cuadro 3.2)

**Cuadro 3.2 Probabilidades de incidencia de sarampión proyectadas mediante el ajuste de curvas.**

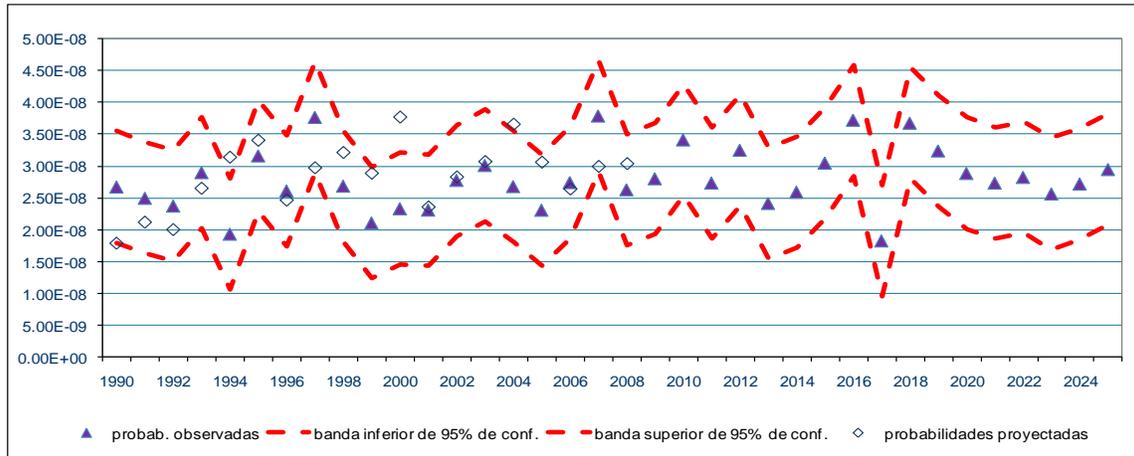
Probabilidad			Probabilidad	
Año	Observada	Ajustada	Año	Proyección
1990	0.0008018	0.0000039	2009	0.000000036862
1991	0.0000582	0.0000031	2010	0.000000028838
1992	0.0000097	0.0000024	2011	0.000000022560
1993	0.0000019	0.0000019	2012	0.000000017649
1994	0.0000014	0.0000015	2013	0.000000013807
1995	0.0000001	0.0000011	2014	0.000000010802
1996	0.0000000	0.0000009	2015	0.000000008450
1997	0.0000000	0.0000007	2016	0.000000006611
1998	0.0000000	0.0000005	2017	0.000000005172
1999	0.0000000	0.0000004	2018	0.000000004046
2000	0.0000003	0.0000003	2019	0.000000003165
2001	0.0000000	0.0000003	2020	0.000000002476
2002	0.0000000	0.0000002	2021	0.000000001937
2003	0.0000000	0.0000002	2022	0.000000001515
2004	0.0000006	0.0000001	2023	0.000000001186
2005	0.0000001	0.0000001	2024	0.000000000927
2006	0.0000002	0.0000001	2025	0.000000000726
2007	0.0000000	0.0000001		
2008	0.0000000	0.0000000		

Fuente: Cálculos realizados por la autora. [9]

### III.1.3 Varicela

El estudio gráfico de la varicela no muestra un comportamiento similar a una función de distribución conocida. En este caso, se aplicó una metodología distinta para la proyección de casos del periodo 2008-2025, la cual fue presentada en la sección II.8. (Véase grafica 3.3)

**Gráfica 3.3 Tendencia de las probabilidades de incidencia de varicela**



Fuente: Tendencia obtenida por la autora. [12]

Al aplicarse el método de tendencia en intervalos de confianza, se aprecia que las probabilidades fluctúan en el intervalo construido alrededor de la media muestral. Por lo tanto es evidente que la tendencia de las probabilidades en el caso de varicela no es asintótica a cero. La característica de no acercarse a cero puede deberse al hecho de que la vacuna contra la varicela no está incluida en el esquema básico de vacunación (Véanse grafica 3.3 y cuadro 3.3).

**Cuadro 3.3 Probabilidades de incidencia de varicela proyectadas mediante la generación de números aleatorios.**

Probabilidad			Probabilidad	
Año	Observada	Generada	Año	Proyección
1990	0.0017839	0.0026732	2009	0.0028024
1991	0.0021150	0.0024965	2010	0.0034091
1992	0.0019984	0.0023754	2011	0.0027351
1993	0.0026489	0.0028975	2012	0.0032477
1994	0.0031386	0.0019362	2013	0.0024162
1995	0.0034054	0.0031598	2014	0.0025923
1996	0.0024624	0.0026110	2015	0.0030470
1997	0.0029714	0.0037609	2016	0.0037175
1998	0.0032126	0.0026864	2017	0.0018305
1999	0.0028860	0.0021105	2018	0.0036708
2000	0.0037708	0.0023336	2019	0.0032369
2001	0.0023548	0.0023124	2020	0.0028850
2002	0.0028270	0.0027766	2021	0.0027348
2003	0.0030700	0.0030095	2022	0.0028232
2004	0.0036578	0.0026800	2023	0.0025643
2005	0.0030604	0.0023103	2024	0.0027198
2006	0.0026384	0.0027423	2025	0.0029461
2007	0.0029932	0.0037827		
2008	0.0030369	0.0026307		

Fuente: Probabilidades obtenidas por la autora. [12]

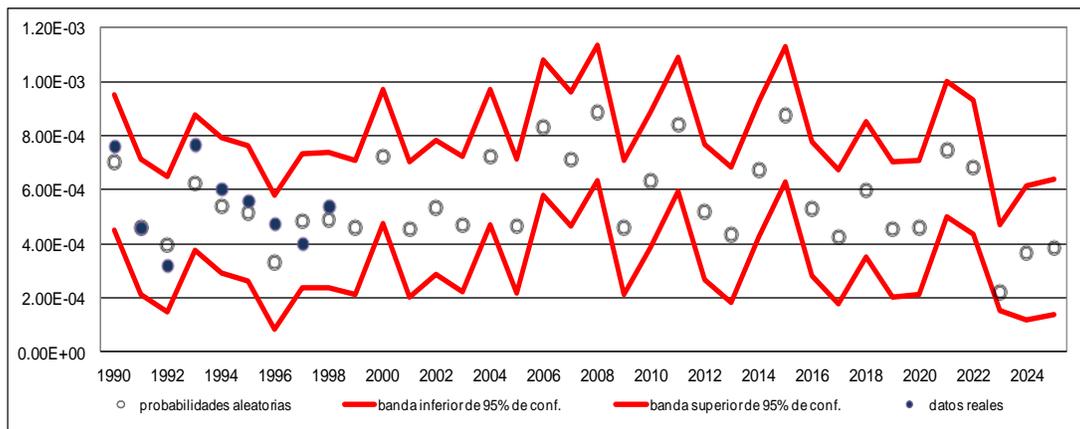
## III.2 Análisis de sensibilidad sobre incidencia de Rubéola y Sarampión

Con la finalidad de mostrar la ventaja financiera de que existan vacunas para Rubéola y Sarampión dentro del esquema nacional de vacunación, se realiza un análisis de sensibilidad sobre las probabilidades de incidencia de dichas EFE, suponiendo que la vacuna no esté dentro del esquema. Para este análisis se usaron los datos observados del periodo 1990-1998, periodo previo a la inclusión de la vacuna. A estos datos se les aplica el método de tendencia por intervalo de confianza alrededor de la media muestral presentado en la sección II.8. Los resultados de dicho análisis de sensibilidad se presentan a continuación.

### III.2.1 Rubéola

Los resultados del análisis para la Rubéola se presentan en la gráfica 3.4. Se observa que el comportamiento de la incidencia en el periodo analizado no es similar a una distribución conocida. Con base en los resultados sobre las probabilidades de incidencia del periodo 1990-1998, se observa una tendencia oscilatoria entre las bandas de 95% de confianza construidas. Dicha apreciación implica que la tendencia de las probabilidades no será asintótica a cero; la causa de este comportamiento es el supuesto de que la vacuna SRP no está incluida en esquema básico de inmunización. (Véase gráfica 3.4 y cuadro 3.4.)

Gráfica 3.4 Tendencia de probabilidades de incidencia de rubéola.



Fuente: Cálculos de la autora. [12]

En el gráfico previo se observa la existencia de outliers, dichos outliers exceden el rango superior de probabilidad de .008 mientras que en la probabilidad .002 no hay presencia de estos; en consecuencia la tendencia de rubéola bajo el supuesto “sin vacuna” oscilará en un rango de .002 y .008.

**Cuadro 3.4 Probabilidades de incidencia de rubéola proyectadas bajo el supuesto “sin vacuna”.**

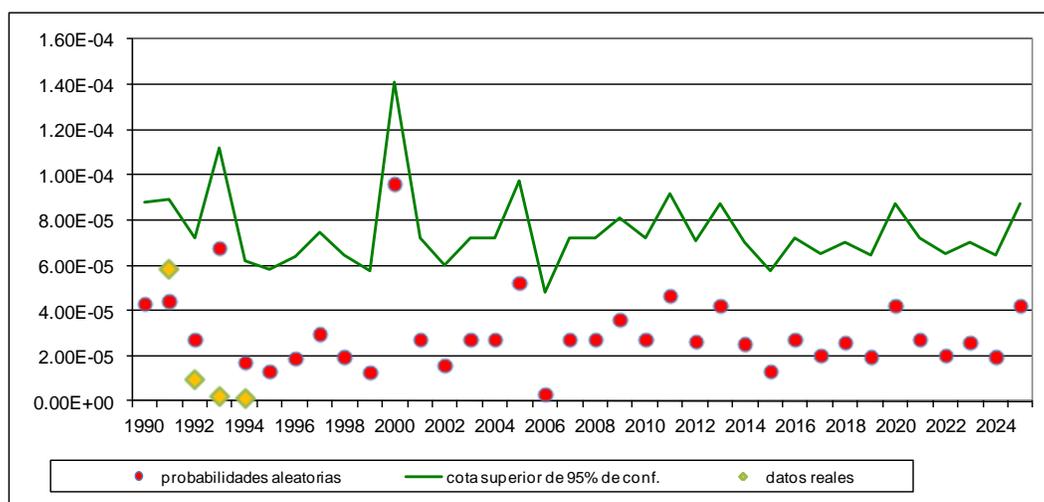
Año	Probabilidades							
	Observadas	Generadas	Año	Proyección	Año	Proyección		Proyección
1990	0.0007646	0.0007004	1999	0.0004600	2008	0.0008837	2017	0.0004250
1991	0.0004606	0.0004622	2000	0.0007227	2009	0.0004600	2018	0.0006001
1992	0.0003224	0.0003965	2001	0.0004526	2010	0.0006351	2019	0.0004535
1993	0.0007673	0.0006244	2002	0.0005344	2011	0.0008419	2020	0.0004599
1994	0.0006057	0.0005411	2003	0.0004717	2012	0.0005178	2021	0.0007490
1995	0.0005584	0.0005120	2004	0.0007206	2013	0.0004338	2022	0.0006828
1996	0.0004733	0.0003307	2005	0.0004640	2014	0.0006740	2023	0.0002217
1997	0.0004016	0.0004840	2006	0.0008294	2015	0.0008778	2024	0.0003662
1998	0.0005386	0.0004879	2007	0.0007134	2016	0.0005293	2025	0.0003871

Fuente: Probabilidades calculadas por la autora. [12]

### III.2.2 Sarampión

El análisis gráfico sobre sensibilidad de sarampión muestra la disimilitud de la incidencia con alguna distribución conocida. En consecuencia, se hace uso de la metodología alterna a la del ajuste de curvas presentado en la sección II.8, solo considerando la banda superior del método para evitar probabilidades negativas y aplicando como valor mínimo para la probabilidad de ocurrencia el valor de cero. (Véase gráfica 3.5)

**Gráfica 3.5 Tendencia de probabilidades de incidencia de sarampión.**



Fuente: Cálculos de la autora. [12]

En el gráfico anterior se muestran pocos outliers que rebasan la media de .0004 y solo muy pocos llegan a tener probabilidad cero; en consecuencia, la incidencia oscilará en el rango .00001 y .00004. Al observar la gráfica 3.5 y cuadro 3.5 se puede apreciar la tendencia oscilatoria de las probabilidades de incidencia.

**Cuadro 3.5 Probabilidades de incidencia de sarampión proyectadas bajo el supuesto “sin vacuna”.**

Año	Probabilidades							
	Observadas	Generadas	Año	Proyección	Año	Proyección		Proyección
1990	0.0000000	0.0000430	1999	0.0000125	2008	0.0000272	2017	0.0000203
1991	0.0000582	0.0000446	2000	0.0000963	2009	0.0000363	2018	0.0000257
1992	0.0000097	0.0000272	2001	0.0000272	2010	0.0000272	2019	0.0000197
1993	0.0000019	0.0000674	2002	0.0000156	2011	0.0000470	2020	0.0000426
1994	0.0000014	0.0000171	2003	0.0000272	2012	0.0000263	2021	0.0000272
1995	0.0000000	0.0000133	2004	0.0000272	2013	0.0000423	2022	0.0000203
1996	0.0000000	0.0000190	2005	0.0000528	2014	0.0000254	2023	0.0000257
1997	0.0000000	0.0000298	2006	0.0000031	2015	0.0000131	2024	0.0000197
1998	0.0000000	0.0000196	2007	0.0000272	2016	0.0000272	2025	0.0000426

Fuente: calculadas por la autora. [12]

Con los resultados de los cuadros 3.4-3.5 y aplicando la metodología expuesta en la sección II.8 respecto a la obtención de los casos esperados, se realizaron los cálculos respectivos para Rubéola y sarampión considerando los escenarios de “con vacuna” y “sin vacuna”.

Los cuadros 3.6 y 3.7 muestran la diferencia de las probabilidades de incidencia entre el supuesto “con vacuna” y “sin vacuna”.

**Cuadro 3.6 Probabilidades de incidencia generadas de rubéola con y sin la vacuna SRP en el esquema de vacunación.**

Año	Probabilidades generadas		Año	Probabilidades generadas	
	CON	SIN		CON	SIN
2008	0.000000474	0.0008837	2017	0.000000001	0.0004250
2009	0.000000237	0.0004600	2018	0.000000000	0.0006001
2010	0.000000119	0.0006351	2019	0.000000000	0.0004535
2011	0.000000060	0.0008419	2020	0.000000000	0.0004599
2012	0.000000030	0.0005178	2021	0.000000000	0.0007490
2013	0.000000015	0.0004338	2022	0.000000000	0.0006828
2014	0.000000008	0.0006740	2023	0.000000000	0.0002217
2015	0.000000004	0.0008778	2024	0.000000000	0.0003662
2016	0.000000002	0.0005293	2025	0.000000000	0.0003871

Fuente: Probabilidades calculadas por la autora. [12]

Como puede observarse en el cuadro anterior, las probabilidades con la inclusión de la vacuna en el esquema de vacunación son decrecientes lo que provoca que las proyecciones a futuro se esperen ínfimas; en consecuencia la implementación de la vacuna SRP al esquema de vacunación produce una ventaja significativa en la disminución de los casos esperados de rubéola en el futuro.

**Cuadro 3.7 Probabilidades de incidencia generadas de sarampión bajo los supuesto de “con vacuna” y “sin vacuna”.**

Año	Probabilidades generadas		Año	Probabilidades generadas	
	CON	SIN		CON	SIN
2008	0.0000000471	0.00002720	2017	0.0000000052	0.00002032
2009	0.0000000369	0.00003627	2018	0.0000000040	0.00002571
2010	0.0000000288	0.00002720	2019	0.0000000032	0.00001971
2011	0.0000000226	0.00004703	2020	0.0000000025	0.00004262
2012	0.0000000176	0.00002628	2021	0.0000000019	0.00002720
2013	0.0000000138	0.00004232	2022	0.0000000015	0.00002032
2014	0.0000000108	0.00002540	2023	0.0000000012	0.00002571
2015	0.0000000085	0.00001306	2024	0.0000000009	0.00001971
2016	0.0000000066	0.00002720	2025	0.0000000007	0.00004262

Fuente: Probabilidades calculadas por la autora. [12]

Análogamente a la Rubéola, la enfermedad de Sarampión presenta una tendencia en las probabilidades de incidencia decreciente con la implementación de la vacuna SRP al esquema de vacunación; como resultado principal se genera un escenario ventajoso en el futuro sobre un decremento significativo de los casos esperados de sarampión.

La implicación esencial de los resultados anteriores es enfatizar que el beneficio de la vacuna triple viral incluida en el esquema básico de vacunación favorece una disminución sustancial de casos tanto de rubéola como de sarampión, tales implicaciones solo serian significativas bajo los supuestos que se notificaron al inicio de este análisis. Además se esperaría la generación de un ahorro en el gasto para la atención de las enfermedades febriles exantemáticas.

En el cuadro 3.8 se aprecia que los casos esperados para Rubéola y Sarampión son favorecedores ya que a partir del año 2018, el número de casos se reduce notablemente a cero. En contraste el número de casos de Varicela no presenta una tendencia decreciente debido a la no aplicación de la vacuna respectiva en forma rutinaria.

**Cuadro 3.8 Casos esperados de cada enfermedad para el periodo 2008-2025 bajo el escenario “con vacuna” y cobertura de población en menores de 1 a 4 años de edad.**

Año	Casos Esperados			Cobertura de vacunación por SRP (98.2%) menores de 1 a 4 años
	Rubéola	Sarampión	Varicela	
2008	51	5	280,645	2,015,501
2009	26	4	301,401	1,997,906
2010	13	3	369,534	1,982,405
2011	7	2	298,724	1,968,305
2012	3	2	357,325	1,955,460
2013	2	2	267,725	1,943,615
2014	1	1	289,212	1,932,541
2015	0	1	342,213	1,922,382
2016	0	1	420,212	1,913,456
2017	0	1	208,211	1,905,034
2018	0	0	420,082	1,895,605
2019	0	0	372,594	1,884,714
2020	0	0	333,976	1,873,067
2021	0	0	318,318	1,861,613
2022	0	0	330,332	1,850,071
2023	0	0	301,554	1,837,024
2024	0	0	321,369	1,822,019
2025	0	0	349,678	1,805,567

Fuente: Cálculos realizados por la autora. [12] y [13]

La cobertura de población fue calculada mediante la metodología detallada en la sección II.5 <sup>8</sup> y debido al rezago de parte de los padres para la aplicación de la vacuna SRP a sus hijos, éste puede extenderse hasta los 4 años de edad (edad en la que los menores pueden inscribirse a pre-escolar); en consecuencia se considera la población de 1 a 4 años para el cálculo del impacto financiero como se detalló en la sección II.9.

El cuadro 3.9 muestra los resultados del escenario “sin vacuna”. Puede observarse el efecto desfavorable obtenido por la falta de la vacuna SRP en el esquema básico de inmunización. Los casos esperados se calcularon bajo la metodología detallada en el capítulo II.

---

<sup>8</sup> En el anexo II se muestra el cálculo realizado sobre el porcentaje de cobertura para las edades correspondientes y la obtención de la cobertura de población para la aplicación de la vacuna SRP.

**Cuadro 3.9 Casos esperados sarampión y rubéola en el escenario “sin vacuna” para el periodo 2008-2025.**

Año	Diagnóstico y Tratamiento		Año	Diagnóstico y Tratamiento	
	Rubéola	Sarampión		Rubéola	Sarampión
2008	94,279	2,902	2017	48,346	2,311
2009	49,471	3,901	2018	68,678	2,942
2010	68,839	2,948	2019	52,197	2,268
2011	91,954	5,136	2020	53,242	4,933
2012	56,973	2,892	2021	87,185	3,166
2013	48,072	4,690	2022	79,897	2,377
2014	75,193	2,834	2023	26,070	3,023
2015	98,581	1,467	2024	43,264	2,328
2016	59,834	3,075	2025	45,946	5,058

Fuente: Los cálculos elaborados por la autora fueron hechos operando con las probabilidades proyectadas bajo el supuesto “CON VACUNA” y “SIN VACUNA”. [12]

El cuadro anterior muestra los casos esperados en la situación en que la vacuna SRP no esté incluida en el esquema de vacunación. Sarampión presentó un incremento moderado a pesar de que los casos esperados obtenidos oscilan en un rango de entre 1,000 y 5,000 aproximadamente.

Por otro lado, la Rubéola presentó un incremento acentuado en el número de casos esperados y estos oscilan entre 43,000 y 98,000 aproximadamente.

Los resultados obtenidos ofrecen la ventaja de calcular el impacto financiero generado por tratamiento entre ambas situaciones, con esto se puede dar un punto de comparación entre ambos contextos para así hacer un análisis eficaz.

### **III.3 Principio del Cálculo de Primas**

#### **III.3.1 Principio de Varianza**

Desde la perspectiva sobre control de riesgo, se hará uso de los principios de cálculo de primas cuya aplicación se enfocará en el principio de la varianza.

Al utilizar este principio se garantiza aumentar el número de casos que no excedan cierta cantidad óptima, ya que se requiere que el financiamiento para diagnóstico y tratamiento, así como la prevención adquiera la solvencia precisa con fines de obtener la capacidad de afrontar una situación epidemiológica grave.

Se obtienen nuevos casos esperados a partir de la aplicación de este principio, éstos serán el soporte para tener un control sobre la expectativa de los casos esperados reales.

**Cuadro 3.10 Casos esperados óptimos con los respectivos factores de ajuste.**

Aplicación del Principio del Cálculo de Primas					
Aplicación del Principio de la Varianza					
Año	Rubéola con $\alpha=100\%$	Sarampión con $\alpha=1\%$	Año	Rubéola con $\alpha=100\%$	Sarampión con $\alpha=1\%$
2008	53	5	2017	2	1
2009	28	4	2018	2	1
2010	15	3	2019	2	1
2011	9	3	2020	2	0
2012	5	2	2021	2	0
2013	4	2	2022	2	0
2014	3	1	2023	2	0
2015	3	1	2024	2	0
2016	2	1	2025	2	0

Fuente: Cálculos realizados por la autora. [12] Y [13]

Según el principio de la varianza, para Rubéola se considera un factor de ajuste de  $\alpha=100\%$ , que da como resultado una cantidad de casos similar a la original, por lo tanto el gasto que se efectúe no será superior al original.

Análogamente, para Sarampión se consideró un factor de ajuste de  $\alpha=1\%$ , nuevamente el número de casos es muy cercano a los originales.

Es evidente que para Varicela no es necesaria la aplicación del principio ya que por definición<sup>9</sup> de éste, la función de densidad debe existir. Sin embargo, ya que no se utilizó el método de ajuste de curvas, no es posible conocer la función. Por lo tanto el principio es inaplicable.

### III.4 Generación de Escenarios y Estimación del Impacto Financiero

Se crean bandas de 95% de confianza sobre los casos esperados obtenidos de cada una de las enfermedades, este resultado ayudará en profundizar el análisis. (Véase cuadro 3.11)

<sup>9</sup> Aclaración de este punto en la definición del Principio de Varianza en el anexo III.

**Cuadro 3.11 Bandas de 95% confianza con respecto a los casos esperados por diagnóstico y tratamiento.**

AÑO	Bandas de 95% de confianza de los casos esperados							
	Rubéola			Sarampión		Varicela		
	Inferior	Observada	Superior	Observado	Superior	Inferior	Observado	Superior
2008	50	53	56	5	5	187,512	280,645	373,777
2009	25	28	31	4	4	207,511	301,401	395,291
2010	12	15	18	3	3	274,905	369,534	464,162
2011	6	9	12	2	3	203,377	298,724	394,072
2012	2	5	8	2	2	261,277	357,325	453,373
2013	1	4	7	2	2	170,995	267,725	364,456
2014	0	3	6	1	1	191,815	289,212	386,608
2015	0	3	6	1	1	244,168	342,213	440,258
2016	0	2	5	1	1	321,532	420,212	518,891
2017	0	2	5	1	1	108,912	208,211	307,510
2018	0	2	5	0	1	320,179	420,082	519,984
2019	0	2	5	0	1	272,105	372,594	473,083
2020	0	2	5	0	0	232,917	333,976	435,035
2021	0	2	5	0	0	216,706	318,318	419,930
2022	0	2	5	0	0	228,187	330,332	432,478
2023	0	2	5	0	0	198,895	301,554	404,213
2024	0	2	5	0	0	218,219	321,369	424,519
2025	0	2	5	0	0	246,061	349,678	453,295

Fuente: Cálculos realizados por la autora basados en los resultados del cuadro 3.8.<sup>10</sup>

Cabe mencionar que las bandas de confianza se calcularon usando la desviación estándar y el cuantil de una normal estándar al 95% para así obtener el error estándar que se le sumará ó restará a los casos esperados que se obtuvieron originalmente. Las bandas de confianza son de utilidad ya que ofrecen la ventaja de crear escenarios que ofrezcan rangos de error aunado a la aplicación del principio de varianza. Con estos resultados se logran obtener situaciones que se presenten de forma adversa o favorable en relación con el número de casos y el gasto que se efectue para el tratamiento de las enfermedades.

Los diversos escenarios creados se muestran en las secciones III.4.1 a III.4.3. Dichas secciones comprenden el impacto financiero de tratamiento y prevención para las tres enfermedades analizadas. En el cálculo se consideraron los resultados previos sobre bandas de confianza y la metodología explicada para la obtención del impacto financiero en el capítulo II. En consecuencia, surgen tres tipos de escenarios que se detallarán enseguida.

- **Escenario optimista:** refleja el impacto financiero de la situación favorable, es decir, el número de casos esperados de cada enfermedad sea menores a los casos observados.

<sup>10</sup> Para la enfermedad de sarampión no existe un límite inferior debido a que las probabilidades de incidencia son muy cercanas a cero, por lo tanto al aplicarles la banda inferior de 95% de confianza, éstas resultarían negativas lo que genera una inconsistencia relacionada con los casos esperados.

- **Escenario observado:** muestra el impacto financiero real que se genere por el número de casos registrados.
- **Escenario pesimista:** revela el impacto financiero en el escenario adverso, suscitado por el efecto en que los casos esperados sobrepasen los casos observados.

El objetivo primario es estimar el impacto financiero total, por consiguiente se calculará el impacto financiero por cada enfermedad bajo los dos contextos que se han manejado anteriormente (“con vacuna” y “sin vacuna”) a excepción de varicela debido a la inexistencia de la vacuna en el esquema básico de inmunización.

#### III.4.1 Rubéola

El impacto calculado para Rubéola muestra una fluctuación mínima en el rango para diagnóstico y tratamiento; mientras que el impacto para prevención disminuye con el tiempo, reflejando el envejecimiento poblacional. Cabe mencionar que el cálculo del impacto financiero para prevención se realizó en la población de 1 a 4 años, debido a que ese es el intervalo de años en la que se logra una cobertura del 98.2% en la aplicación de la vacuna SRP. (Véase cuadro 3.12)

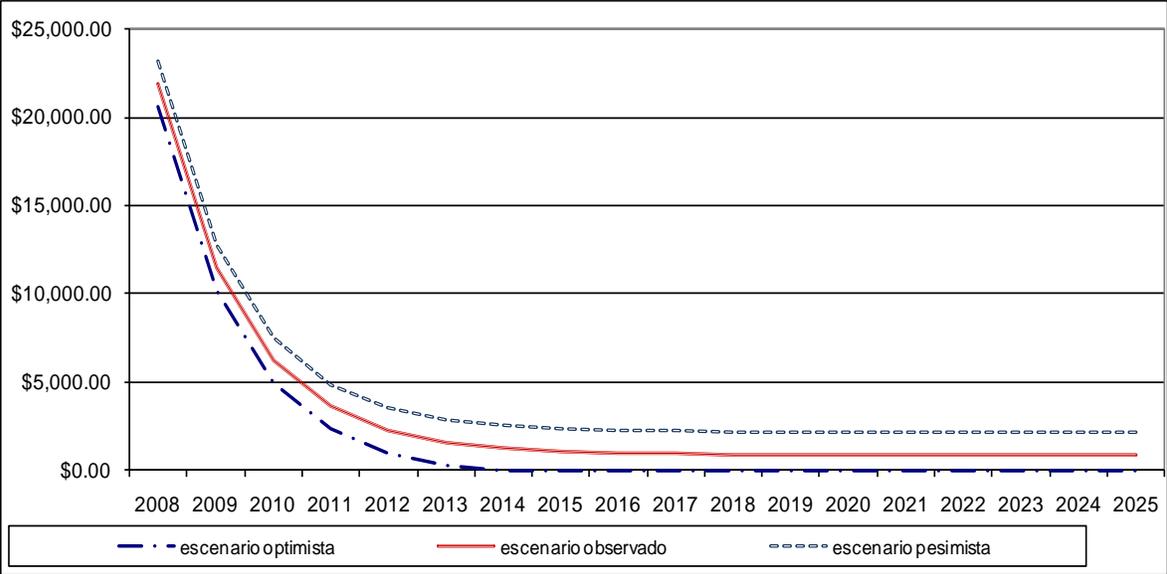
**Cuadro 3.12 Diversos escenarios que muestran el impacto financiero de diagnóstico, tratamiento y prevención para Rubéola.**

AÑO	Impacto Financiero Anual para Diagnóstico y Tratamiento.			Impacto Financiero Anual
	Escenario optimista	Escenario observado	Escenario pesimista	De 1 año a 4 años
2008	\$20,591.44	\$21,877.34	\$23,163.24	\$41,196,840.93
2009	\$10,199.97	\$11,485.86	\$12,771.76	\$40,837,203.63
2010	\$4,947.64	\$6,233.54	\$7,519.43	\$40,520,358.89
2011	\$2,293.64	\$3,579.54	\$4,865.44	\$40,232,145.45
2012	\$952.94	\$2,238.84	\$3,524.74	\$39,969,592.38
2013	\$275.85	\$1,561.74	\$2,847.64	\$39,727,487.25
2014	\$0.00	\$1,219.87	\$2,505.77	\$39,501,145.23
2015	\$0.00	\$1,047.31	\$2,333.20	\$39,293,490.82
2016	\$0.00	\$960.22	\$2,246.11	\$39,111,045.50
2017	\$0.00	\$916.27	\$2,202.17	\$38,938,887.19
2018	\$0.00	\$894.11	\$2,180.00	\$38,746,176.30
2019	\$0.00	\$882.92	\$2,168.82	\$38,523,550.77
2020	\$0.00	\$877.29	\$2,163.18	\$38,285,494.63
2021	\$0.00	\$874.44	\$2,160.34	\$38,051,369.03
2022	\$0.00	\$873.01	\$2,158.91	\$37,815,458.72
2023	\$0.00	\$872.29	\$2,158.19	\$37,548,765.41
2024	\$0.00	\$871.92	\$2,157.82	\$37,242,069.42
2025	\$0.00	\$871.74	\$2,157.64	\$36,905,785.76

Fuente: Las operaciones fueron elaboradas por la autora utilizando los casos esperados del cuadro 3.11 y los costos por diagnóstico y tratamiento y prevención de rubéola. [14]

En vista a lo presentado, en el cuadro 3.12 se manifiesta un beneficio en el impacto financiero del tratamiento a partir del año 2014, ya que el escenario optimista carece de casos; contrariamente, en el escenario pesimista el gasto incrementa notablemente por crear el soporte que auxilie en caso de contingencia. En la gráfica 3.6 se muestran los diferentes escenarios y se nota que su comportamiento es favorable para lograr costear el tratamiento. (Véase gráfica)

**Gráfica 3.6 Escenarios del impacto financiero para diagnóstico y tratamiento de rubéola.**



Fuente: Los escenarios fueron realizados por la autora en base a los costos de diagnóstico y tratamiento para rubéola. [14]

Gráficamente, se aprecia el comportamiento exponencial del impacto por diagnóstico y tratamiento, observando un avance decreciente que muestra un comportamiento asintótico a cero del costo generado; por lo tanto, la situación se torna favorable para el financiamiento del tratamiento de la Rubéola.

El impacto financiero de Rubéola consiste en el impacto por diagnóstico y tratamiento y prevención; en consecuencia el impacto financiero total se compone de la suma de los dos anteriores. Esta enfermedad presenta un aumento en general debido al costo que se efectúa por prevención. (Véase cuadro 3.15)

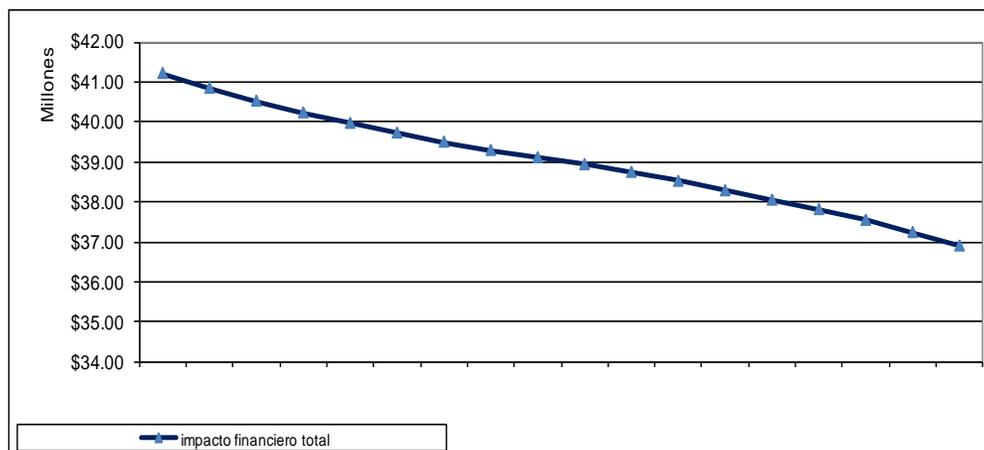
**Cuadro 3.13 Impacto financiero anual total para rubéola.**

Año	Impacto Financiero Anual Total	Año	Impacto Financiero Anual Total
2008	\$41,218,718.27	2017	\$38,939,803.47
2009	\$40,848,689.49	2018	\$38,747,070.40
2010	\$40,526,592.43	2019	\$38,524,433.69
2011	\$40,235,724.99	2020	\$38,286,371.92
2012	\$39,971,831.22	2021	\$38,052,243.47
2013	\$39,729,048.99	2022	\$37,816,331.73
2014	\$39,502,365.11	2023	\$37,549,637.70
2015	\$39,294,538.12	2024	\$37,242,941.35
2016	\$39,112,005.72	2025	\$36,906,657.50

Fuente: El cálculo realizado por la autora requirió del impacto financiero relativo al cuadro 3.12

Como se observa en el cuadro anterior, el aumento surgido de la suma de los impactos por diagnóstico, tratamiento y prevención arroja como resultado un costo menor a los \$42 millones. El costo estimado genera un ahorro que proveerá a lo largo del tiempo un decremento importante en el gasto de diagnóstico y tratamiento de la enfermedad. (Véase gráfica 3.9)

**Gráfica 3.7 Impacto financiero del tratamiento total de rubéola.**



Fuente: Gráfico realizado por la autora, requirió del impacto financiero del cuadro 3.15

Como se observa en la gráfica anterior, el impacto financiero tiene un comportamiento decreciente a lo largo del periodo analizado. Este decremento se debe a la disminución eventual en las proyecciones de población; sin embargo, dicho comportamiento no es asintótico a cero, esta tendencia indica que el gasto en prevención debe mantenerse debido a que la aplicación de la vacuna contra Rubéola el gasto por diagnóstico y tratamiento ha disminuido significativamente.

### III.4.2 Sarampión

El impacto financiero generado por sarampión comprende dos escenarios y la diferencia entre ellos es mínima debido a que las probabilidades de incidencia son cercanas a cero, éstas diferencias se presentan en el cuadro 3.13 ya que los costos son moderados debido al poco número de casos esperados. Por otro lado, el impacto financiero para prevención es el mismo que en el caso de la rubeola ya que el grupo poblacional es el mismo (menores de 1 a 4 años).

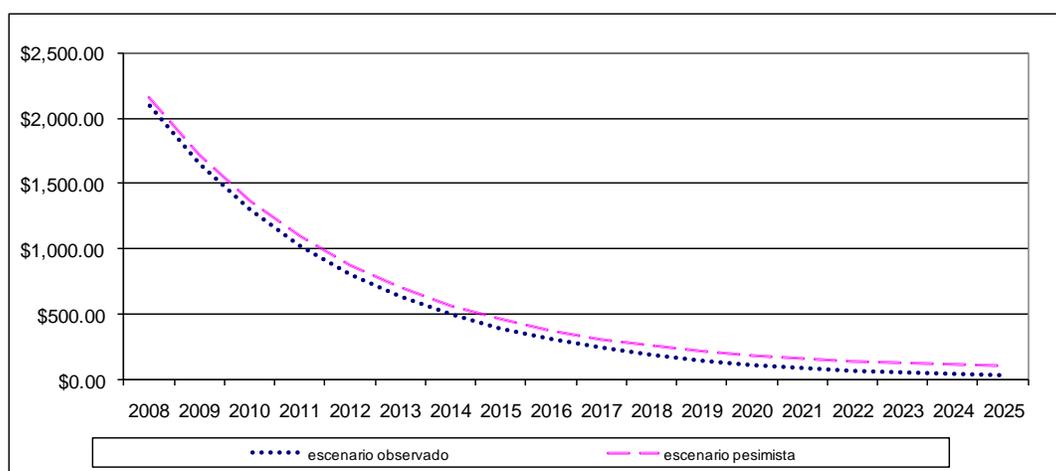
**Cuadro 3.14 Escenarios del impacto financiero de diagnóstico, tratamiento y prevención para sarampión.**

AÑO	Impacto Financiero Anual para Diagnóstico y Tratamiento		Impacto Financiero Anual para De 1 año a 4 años	AÑO	Impacto Financiero Anual para Diagnóstico y Tratamiento		Impacto Financiero Anual para De 1 año a 4 años
	Pesimista	Observado			Pesimista	Observado	
2008	\$2,159	\$2,090	\$41,196,840.93	2017	\$314	\$245	\$38,938,887.19
2009	\$1,717	\$1,648	\$40,837,203.63	2018	\$261	\$193	\$38,746,176.30
2010	\$1,369	\$1,300	\$40,520,358.89	2019	\$220	\$151	\$38,523,550.77
2011	\$1,094	\$1,025	\$40,232,145.45	2020	\$188	\$119	\$38,285,494.63
2012	\$876	\$807	\$39,969,592.38	2021	\$163	\$94	\$38,051,369.03
2013	\$705	\$636	\$39,727,487.25	2022	\$143	\$74	\$37,815,458.72
2014	\$570	\$501	\$39,501,145.23	2023	\$127	\$58	\$37,548,765.41
2015	\$464	\$395	\$39,293,490.82	2024	\$115	\$46	\$37,242,069.42
2016	\$380	\$311	\$39,111,045.50	2025	\$105	\$36	\$36,905,785.76

Fuente: Las operaciones fueron elaboradas por la autora utilizando los casos esperados del cuadro 3.11 y los costos por diagnóstico y tratamiento y prevención de sarampión. [14]

La gráfica 3.7 muestra el comportamiento exponencial del impacto financiero, como consecuencia el decremento del costo es favorecedor, debido a que la tendencia presentada se muestra de forma decreciente y asintótica a cero, lo que indica que el costo por diagnóstico y tratamiento será muy bajo al final del periodo analizado.

**Gráfica 3.8 Escenario real y pesimistas del impacto financiero de sarampión para diagnóstico y tratamiento.**



Fuente: Los escenarios fueron realizados por la autora en base a los costos de diagnóstico y tratamiento para sarampión. [14]

En caso análogo a la Rubéola, el impacto financiero para Sarampión se compone de diagnóstico y tratamiento y prevención, donde el costo de prevención consiste en el gasto generado por la aplicación de la vacuna contra sarampión (que será el mismo que Rubéola). Como el gasto generado por diagnóstico y tratamiento es mínimo en comparación con el gasto para prevención el impacto financiero total no diferirá por mucho del impacto financiero total de rubéola. (Véase cuadro 3.16)

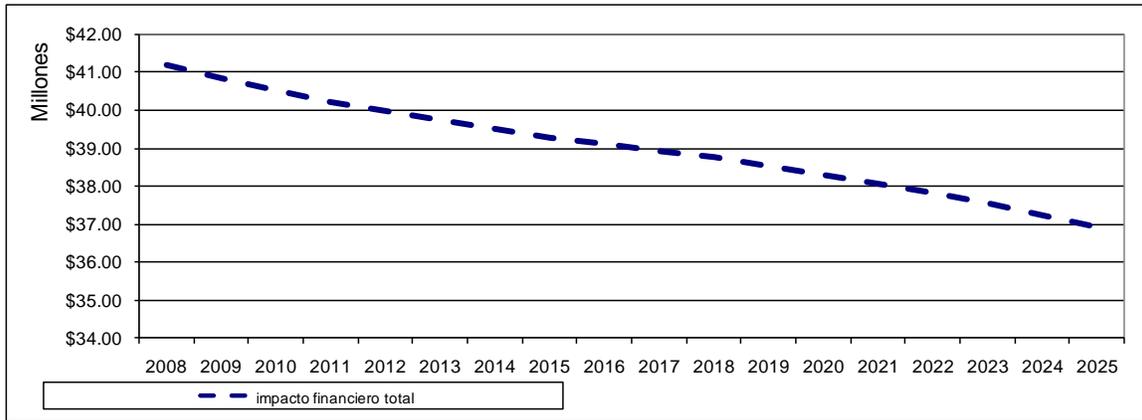
**Cuadro 3.15 Impacto financiero de diagnóstico y tratamiento integral para sarampión.**

Año	Impacto Financiero	Año	Impacto Financiero
2008	\$41,198,931.05	2017	\$38,939,131.78
2009	\$40,838,852.06	2018	\$38,746,368.81
2010	\$40,521,658.62	2019	\$38,523,702.25
2011	\$40,233,169.97	2020	\$38,285,613.81
2012	\$39,970,399.77	2021	\$38,051,462.77
2013	\$39,728,123.37	2022	\$37,815,532.45
2014	\$39,501,646.30	2023	\$37,548,823.38
2015	\$39,293,885.42	2024	\$37,242,114.99
2016	\$39,111,356.21	2025	\$36,905,821.57

Fuente: El cálculo realizado por la autora requirió del impacto financiero relativo al cuadro 3.13

La similitud de los impactos financieros entre Rubéola y Sarampión se debe a la poca incidencia que presentan ambas enfermedades. El aumento en el impacto financiero total es porque el impacto para prevención es alto, un análisis detallado posteriormente reflejará la importancia de mantener en constante aplicación la vacuna SRP. Se destaca no solo el parecido en las cifras sino también en la tendencia de los costos entre ambas enfermedades. (Véase gráfica 3.10)

Gráfica 3.9 Impacto financiero total anual de sarampión.



Fuente: Gráfico realizado por la autora, requirió del impacto financiero del cuadro 3.16

Análogamente a Rubéola, la gráfica refleja una tendencia decreciente, este efecto genera la percepción de que el impacto financiero disminuirá al final del periodo analizado, ésta se debe al decremento eventual en las proyecciones de población durante el periodo 2008-2025. Sin embargo, su comportamiento no será asintótico debido a la constancia del gasto por prevención.

#### III.4.3 Varicela

El cuadro 3.14 muestra el impacto para Varicela, debido a que la vacuna no se incluye en el esquema de inmunización en el 2010 solo se presenta el impacto financiero por diagnóstico y tratamiento. Es importante resaltar que el impacto financiero para Varicela consiste solo en el costo por diagnóstico y tratamiento, el gasto es mínimo a pesar de su comportamiento es oscilatorio. Cabe mencionar que el impacto financiero total es el obtenido del escenario observado.

El cuadro siguiente presenta el impacto financiero por diagnóstico y tratamiento de varicela, se observa que el costo oscila entre \$86 millones y \$174 millones anuales, aproximadamente. A pesar de la incidencia errática de la varicela y su semejanza en el costo de diagnóstico y tratamiento respecto a Rubéola y Sarampión, el impacto financiero de la Varicela es significativamente semejante al impacto que se deriva de éstas dos enfermedades, a causa de la ausencia de la vacuna contra varicela en el esquema de vacunación. Es importante explicar que dicha significancia es porque el impacto financiero de Rubéola y Sarampión se compone del impacto financiero por prevención, diagnóstico y tratamiento mientras que el impacto financiero de Varicela solo se compone del impacto por diagnóstico y tratamiento.

Por lo tanto, éste último resultado da pie a realizar un análisis sobre la inclusión de la vacuna contra la varicela en la cartilla nacional de vacunación, inquirendo en las ventajas o desventajas financieras que conlleven la inclusión de ésta última.

**Cuadro 3.16 Diversos escenarios que muestran el impacto financiero de diagnóstico y tratamiento para varicela.**

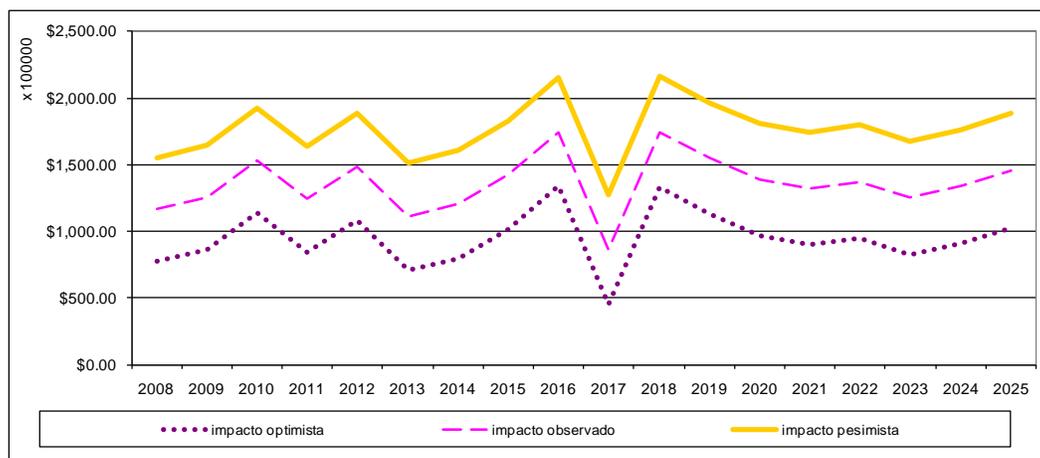
AÑO	Impacto Financiero Anual para Diagnóstico y Tratamiento			Impacto Financiero Total	AÑO	Impacto Financiero Anual para Diagnóstico y Tratamiento			Impacto Financiero Total
	Escenario optimista	Escenario realista	Escenario pesimista			Escenario optimista	Escenario realista	Escenario pesimista	
2008	\$77,965,800.30	\$116,689,254.00	\$155,412,707.70	\$116,689,254.00	2017	\$45,284,509.35	\$86,572,008.98	\$127,859,508.61	\$86,572,008.98
2009	\$86,280,999.69	\$125,319,583.65	\$164,358,167.61	\$125,319,583.65	2018	\$133,127,318.48	\$174,665,712.43	\$216,204,106.38	\$174,665,712.43
2010	\$114,302,946.32	\$153,648,433.64	\$192,993,920.95	\$153,648,433.64	2019	\$113,138,554.42	\$154,920,837.95	\$196,703,121.47	\$154,920,837.95
2011	\$84,562,173.43	\$124,206,653.34	\$163,851,133.25	\$124,206,653.34	2020	\$96,844,593.25	\$138,863,808.04	\$180,883,022.84	\$138,863,808.04
2012	\$108,636,473.78	\$148,572,287.80	\$188,508,101.83	\$148,572,287.80	2021	\$90,104,366.26	\$132,353,447.31	\$174,602,528.37	\$132,353,447.31
2013	\$71,097,861.73	\$111,317,539.05	\$151,537,216.37	\$111,317,539.05	2022	\$94,877,765.48	\$137,348,943.97	\$179,820,122.45	\$137,348,943.97
2014	\$79,754,937.65	\$120,251,274.23	\$160,747,610.81	\$120,251,274.23	2023	\$82,698,641.25	\$125,383,261.22	\$168,067,881.18	\$125,383,261.22
2015	\$101,522,522.34	\$142,288,725.04	\$183,054,927.74	\$142,288,725.04	2024	\$90,733,175.36	\$133,621,879.23	\$176,510,583.10	\$133,621,879.23
2016	\$133,689,898.38	\$174,719,803.46	\$215,749,708.54	\$174,719,803.46	2025	\$102,309,705.59	\$145,392,700.56	\$188,475,695.54	\$145,392,700.56

Fuente: Las operaciones fueron elaboradas por la autora utilizando los casos esperados del cuadro 3.11 y los costos por tratamiento de varicela. [14]

El impacto producido es considerable a causa de la falta de la vacuna dentro del cuadro básico de inmunización y la alta incidencia de la enfermedad. Cabe resaltar que los costos anuales oscilan en un rango de entre \$71 millones y \$215 millones aproximadamente, dichos costos son extremos en comparación a los de sarampión y rubéola; como consecuencia se debería llevar a cabo un análisis específico sobre la inclusión o no de la vacuna al cuadro básico de inmunización.

La gráfica 3.8 muestra la fluctuación de los costos en los diferentes escenarios y que su tendencia no presenta en ningún momento un comportamiento decreciente y asintótico. El escenario observado en la gráfica muestra un comportamiento oscilatorio del impacto financiero. Este comportamiento refleja una incidencia oscilatoria dado que los costos del diagnóstico y tratamiento son fijos.

**Gráfica 3.10 Escenario del impacto financiero para varicela.**



Fuente: Los escenarios fueron realizados por la autora en base a los costos de diagnóstico y tratamiento para varicela. [14]

La gráfica presenta la oscilación en el impacto financiero y muestra un comportamiento totalmente diferente al de sarampión y rubéola, por tanto, el gasto que se efectuó para cubrir el diagnóstico y tratamiento se mantendrá según las expectativas fluctuando en un rango no mayor a los \$220,000,000.00. Dicho resultado, como ya se ha mencionado anteriormente, se debe a la falta de la vacuna en el cuadro de inmunización y esto genera la iniciativa de analizar si es conveniente la inclusión de la vacuna y que efectos económicos tendría para su financiamiento.

### III.5 Impacto financiero bajo el análisis de sensibilidad

Parte fundamental del estudio es tener un punto de comparación entre los impactos financieros, es decir, al efectuar el análisis de sensibilidad se generaron dos puntos de vista (“CON VACUNA” y “SIN VACUNA”). Dichos escenarios han sido estudiados y comparados. Por lo tanto, en las secciones III.5.1 y III.5.2 se presentan los análisis comparativos. Cabe mencionar que el análisis explicado a continuación se basó en la metodología alterna a la señalada en el capítulo II con respecto al método de ajuste de curvas, es decir, los siguientes resultados se obtuvieron por medio del método tendencia por intervalo de confianza alrededor de la media muestral.

#### III.5.1 Rubéola

La comparación entre los impactos financieros para ambos contextos, muestran la ventaja económica de mantener un régimen de vacunación como es el actual. (Véase cuadro 3.18)

**Cuadro 3.17 Comparación de los impactos financieros para rubéola.**

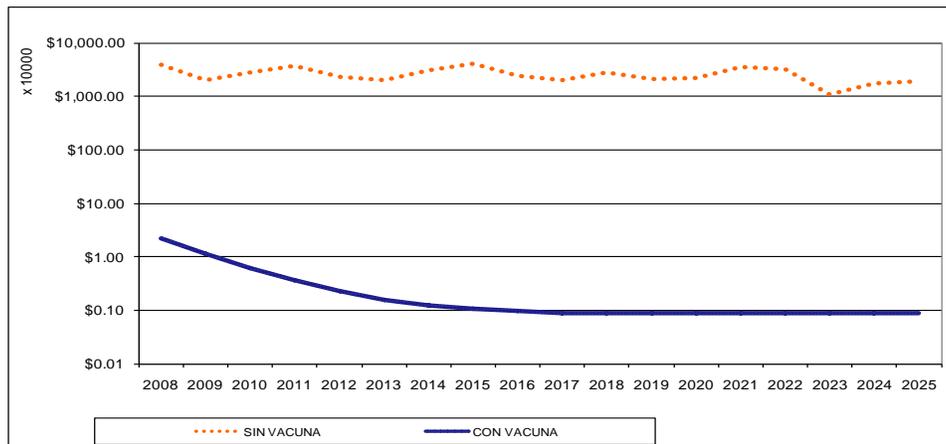
IMPACTOS FINANCIEROS PARA DIAGNÓSTICO Y TRATAMIENTO			
AÑO	SIN VACUNA	CON VACUNA	AHORRO
2008	\$39,200,314.36	\$21,877.34	\$39,178,437.02
2009	\$20,569,398.49	\$11,485.86	\$20,557,912.63
2010	\$28,622,553.23	\$6,233.54	\$28,616,319.69
2011	\$38,233,761.10	\$3,579.54	\$38,230,181.57
2012	\$23,688,872.33	\$2,238.84	\$23,686,633.49
2013	\$19,987,878.10	\$1,561.74	\$19,986,316.35
2014	\$31,264,590.01	\$1,219.87	\$31,263,370.14
2015	\$40,988,883.82	\$1,047.31	\$40,987,836.51
2016	\$24,878,475.37	\$960.22	\$24,877,515.15
2017	\$20,101,620.72	\$916.27	\$20,100,704.45
2018	\$28,555,457.32	\$894.11	\$28,554,563.21
2019	\$21,703,062.27	\$882.92	\$21,702,179.35
2020	\$22,137,613.80	\$877.29	\$22,136,736.51
2021	\$36,250,619.49	\$874.44	\$36,249,745.05
2022	\$33,220,558.07	\$873.01	\$33,219,685.06
2023	\$10,839,595.76	\$872.29	\$10,838,723.47
2024	\$17,988,553.45	\$871.92	\$17,987,681.52
2025	\$19,103,836.29	\$871.74	\$19,102,964.55

Fuente: Las comparaciones realizadas por la autora se basaron en los casos esperados de los cuadros 3.8 y 3.9 así como de los costos. [14]

El cuadro evidencia el gran ahorro que se obtiene al conservar la vacuna en el esquema básico de vacunación, de otra manera habría más contagios y el costo acumulado por diagnóstico y tratamiento sería significativo. El mínimo ahorro generado se centra en \$10 millones aproximadamente; implicando que la aplicación de la vacuna genera menores pérdidas económicas que si esta no estuviera incluida.

La comparación se hace efectiva y puede mostrarse gráficamente con la opción de generar una conclusión favorecedora sobre el régimen actual de inmunización. (Véase gráfica 3.11)

**Gráfica 3.11 Comparación entre ambos impactos financieros para el diagnóstico y tratamiento de rubéola.**



Fuente: Gráfico realizado por la autora, requirió la información del cuadro 3.18

Se observa la notable diferencia entre ambos contextos; en el contexto de “con vacuna”, el impacto es decreciente y exponencial lo que genera menor egreso a lo largo del periodo analizado.

El contexto “sin vacuna” muestra el incremento en el costo y la fluctuación de este durante el periodo analizado, dicho comportamiento refleja la ventaja económica de efectuar un gasto para prevención ya que así el gasto para diagnóstico y tratamiento decrece proporcionalmente al número de contagios.

### III.5.2 Sarampión

Análogamente, sarampión obtendrá un ahorro significativo debido a la gran ventaja de que la vacuna contra sarampión este incluida actualmente en el régimen de inmunización. (Véase cuadro 3.19)

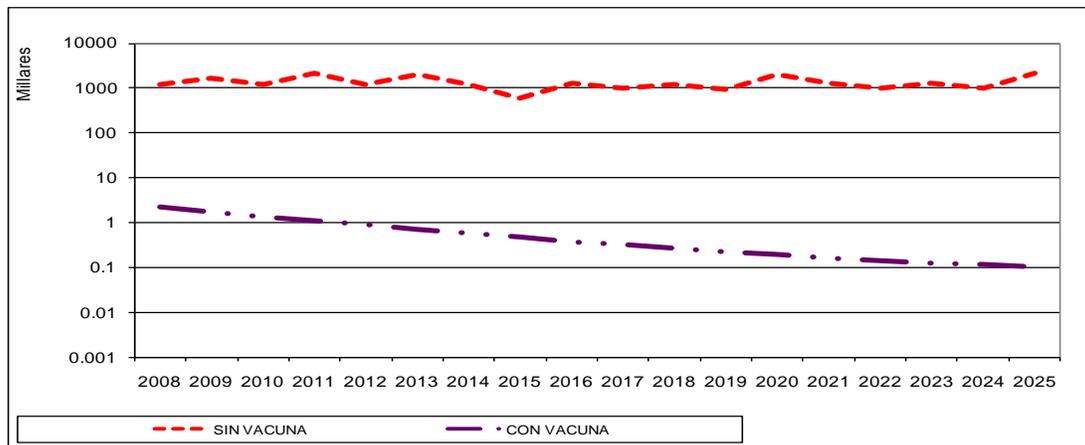
**Cuadro 3.18 Impactos financieros desde los contextos a comparar para sarampión.**

IMPACTOS FINANCIEROS PARA DIAGNÓSTICO Y TRATAMIENTO			
AÑO	SIN VACUNA	CON VACUNA	AHORRO
2008	\$1,206,530.09	\$2,159.11	\$1,204,370.99
2009	\$1,622,134.68	\$1,717.42	\$1,620,417.26
2010	\$1,225,911.17	\$1,368.72	\$1,224,542.45
2011	\$2,135,593.98	\$1,093.51	\$2,134,500.47
2012	\$1,202,277.57	\$876.37	\$1,201,401.20
2013	\$1,949,965.44	\$705.11	\$1,949,260.34
2014	\$1,178,308.23	\$570.06	\$1,177,738.17
2015	\$610,011.09	\$463.59	\$609,547.50
2016	\$1,278,393.60	\$379.69	\$1,278,013.91
2017	\$960,962.48	\$313.58	\$960,648.90
2018	\$1,223,366.20	\$261.50	\$1,223,104.70
2019	\$943,169.16	\$220.48	\$942,948.69
2020	\$2,051,199.10	\$188.17	\$2,051,010.93
2021	\$1,316,380.20	\$162.74	\$1,316,217.46
2022	\$988,512.49	\$142.71	\$988,369.78
2023	\$1,257,124.22	\$126.95	\$1,256,997.27
2024	\$968,144.86	\$114.55	\$968,030.31
2025	\$2,103,128.32	\$104.80	\$2,103,023.52

Fuente: Las comparaciones realizadas por la autora se basaron en los casos esperados de los cuadros 3.8 y 3.9 así como de los costos. [14]

El cuadro anterior muestra el ahorro significativo resultado de la aplicación de la vacuna contra Sarampión. De tal manera que dicho ahorro ofrece la opción de comenzar un análisis específico sobre los efectos favorables de mantener el régimen de inmunización estable. La gráfica 3.12 muestra el beneficio de incluir la vacuna SRP en el esquema básico de inmunización en términos financieros.

**Gráfica 3.12 Comparación entre ambos impactos financiero para el diagnóstico y tratamiento de sarampión.**



Fuente: Gráfico realizado por la autora, requirió la información del cuadro 3.19

La gráfica presenta el gasto efectuado en ambos contextos, el contexto “sin vacuna” muestra la fluctuación errática y no decreciente; mientras en el contexto “con vacuna”, el comportamiento del impacto es decreciente y el costo es muy bajo.

En conclusión, la aplicación de la vacuna triple viral SRP ha sido de gran eficacia dentro del sector salud y propicia mejoras en el sector financiero. Además, genera la iniciativa de comenzar un análisis específico y central sobre las ventajas económicas y financieras de implementar procesos de prevención de enfermedades que generen menores pérdidas monetarias y en especie.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El perfil epidemiológico en México ha cambiado en los últimos años, debido al interés que se ha transferido a las enfermedades emergentes. Esta situación ha generado un desplazamiento de aquellas enfermedades que se creen erradicadas o de baja incidencia. Dicho desplazamiento ha ocasionado la reaparición de algunas de ellas como son las enfermedades febriles exantemáticas (EFE).

Las EFE se consideran como enfermedades re-emergentes y de notificación inmediata ya que su tasa de contagio es alta. A pesar de esto, el régimen de prevención y tratamiento ha convertido a estas enfermedades en un padecimiento menos peligroso; de tal manera, que la población afectada por estas enfermedades se ha reducido considerablemente.

En el presente trabajo se logró estimar la incidencia de las EFE más frecuentes (Rubéola, Sarampión y Varicela) por grupo quinquenal de edad en la población mexicana. Esta estimación permitió cumplir con uno de los objetivos planteados. Los resultados indican que con la aplicación de la vacuna triple viral ha descendido el número de casos registrados de sarampión y rubéola en todas las edades. Por lo tanto, la tasa de contagio se ha reducido generando una disminución de los casos en el futuro para el periodo analizado.

En contraste, de acuerdo con las estimaciones realizadas en el presente trabajo, la Varicela continuará con una alta incidencia mientras que la vacuna correspondiente a su prevención no esté presente en el esquema básico de vacunación. Por lo anterior, el número esperado de casos de varicela seguirá fluctuando en el futuro.

Con las estimaciones de incidencia obtenidas fue posible estimar el impacto financiero que implica la cobertura para el tratamiento integral de cada una de las enfermedades, cumpliéndose el segundo objetivo del presente trabajo. Para fines del presente análisis se entiende como tratamiento integral a aquel que se conforma por prevención, diagnóstico y tratamiento. A partir de los resultados obtenidos, se mostró que la aplicación de la vacuna triple viral para sarampión y rubéola genera ahorros importantes en el diagnóstico y tratamiento de las enfermedades, suscitando una mejora en el campo de las EFE.

Considerando que la edad apropiada para la aplicación de la primera dosis de la vacuna triple viral es de 1 a 4 años y suponiendo que los porcentajes de cobertura permanezcan constantes, se espera que para el año 2025 el número de niños a los que se les aplicará la vacuna se reduzca aproximadamente a 1.8 millones. Esta reducción es del 10% considerando que en el año 2008 el número de niños en edad de aplicación de la vacuna SRP era aproximadamente de 2 millones. Con base en la aplicación de la regresión no lineal para ajustar las probabilidades de incidencia, el ajuste para Rubéola presentó una función exponencial que implica la inmediata reducción hasta casi cero en la incidencia a partir del año 1996. También Sarampión mostró en el ajuste una función exponencial que refleja la disminución más lenta de la incidencia hasta que en el año 2006 se reduce a casi cero.

La incidencia de varicela se estimó mediante la generación de probabilidades en bandas de confianza. Se encontró que su comportamiento es oscilatorio y se encuentra entre 0.001 y 0.045 por 100,000 habitantes durante el periodo analizado. Sin embargo, en el año 2016 se espera una reducción profunda que durará solo un año, ya que después la incidencia será nuevamente oscilatoria. Es necesario mencionar que en los próximos 17 años, en el escenario optimista se esperan 108,912 casos en el 2017 para Varicela, del periodo

2014-2017 se espera 1 caso por año para Sarampión y en el año 2013 se espera 1 caso para Rubéola. Por otro lado, en el peor escenario posible, el mayor número de contagios que se espera para Varicela son 518,891 casos en el año 2016, para Rubéola 7 casos en el 2013 y para Sarampión 3 casos en el 2011. No obstante, en el supuesto de una falta de vacuna triple viral en el esquema básico de vacunación, se tiene que el número de contagios asciende bruscamente para Rubéola y Sarampión con 98,581 casos en 2015 y 5,136 casos en 2011, respectivamente.

Debido a que el régimen de prevención solo se aplica para las enfermedades de Rubéola y Sarampión, se tiene que el impacto financiero para los siguientes 17 años de este régimen variará en un rango de \$36 millones a \$42 millones anuales, aproximadamente. El impacto financiero que se generará de forma anual en el periodo analizado solo para cubrir el diagnóstico y tratamiento de las EFE oscilará entre \$36 millones a \$42 millones, en el caso de Sarampión y Rubeola, mientras que fluctuará entre \$86 millones y \$174.7 millones para varicela.

La eficacia del régimen de prevención muestra el ahorro obtenido al comparar el impacto financiero anual en el contexto de con vacuna y sin vacuna. Rubéola obtuvo un ahorro que oscila entre \$10.8 millones y \$40.9 millones. Mientras que sarampión generó un ahorro de entre \$0.61 millones y \$2.1 millones. Dicho ahorro sería posible mientras las proyecciones de población de edad 1 a 4 años no aumentarán significativamente y los porcentajes de cobertura no disminuirán.

Con la información anterior, es posible destacar diversas recomendaciones que permitirían reforzar la sustentabilidad financiera de las EFE en el futuro, como:

- La generación de campañas permanentes de información sobre los peligros y las acciones preventivas de las enfermedades febriles exantemáticas.
- El gobierno debe mantener las vacunas contra las enfermedades re-emergentes dentro del esquema básico de vacunación de manera preventiva a una posible contingencia epidemiológica. Así, el número de casos de contagios registrados disminuye eventualmente y con ellos el gasto efectuado para el tratamiento.

Con el análisis realizado en Varicela, el impacto financiero obtenido sugiere un estudio más detallado sobre la ventaja de incluir una vacuna contra Varicela en el esquema básico de vacunación. El estudio debe considerar los resultados del comportamiento de la incidencia de esta enfermedad. Lo anterior debido a que a diferencia de Rubéola y Sarampión, la incidencia de varicela no es decreciente. Por lo tanto, el posible gasto a efectuar en los primeros años de la aplicación sería considerable para diagnóstico y tratamiento (considerando las mismas proyecciones de población de Rubéola y Sarampión). Por otro lado, el gasto por prevención sería constante y significativo solo si las proyecciones de población de edad 1 a 4 años no aumentarán y los porcentajes de cobertura fueran constantes. Cabe destacar que el gasto por prevención requiere de un previo análisis para verificar que se tenga la solvencia adecuada por parte de la dependencia gubernamental para efectuar dicho gasto. En una primera instancia para el análisis de solvencia sería importante considerar como tope mínimo el monto erogado para la prevención de Sarampión y Rubeola, acotando a un máximo equivalente al gasto en tratamiento.

La metodología desarrollada en esta tesis enfocada en el cumplimiento de los objetivos citados puede ser de gran utilidad en futuros estudios relacionados con la solvencia de las dependencias gubernamentales del sector salud. La presente tesis, permitiría a la Secretaría de Salud e instituciones del sector como el Instituto Mexicano del Seguro Social estimar los gastos para el cuidado y prevención de las enfermedades

consideradas de notificación inmediata de manera segura, ya que el método se basó en un análisis detallado sobre las posibles contingencias que estos padecimientos podrían generar.

Finalmente, se recomienda tener un registro minucioso y actualizado del número de casos de contagios de cualquier padecimiento infeccioso para ampliar el campo de investigación y desarrollar criterios preventivos sobre una contingencia epidemiológica.

# ANEXO I

## Incidencias por grupo de edad y año

**Cuadro 4.1 Tasas de Incidencia por grupo de edad de 1991**

Padecimiento	1991							
	Grupos de edad							
	< 1	1 a 4	5 a 14	15 a 24	25 a 44	45 a 64	65 y +	TOTAL
Rubéola	198.22	130.90	85.26	24.52	11.72	3.84	2.10	46.06
Sarampión	49.12	14.18	8.31	3.57	1.82	135.22	0.50	5.82
Varicela	456.14	565.42	428.17	33.29	33.29	10.71	8.71	211.50

Fuente: CENAVECE. Anuarios de morbilidad [12]

**Cuadro 4.2 Tasas de Incidencia por grupo de edad de 1992.**

Padecimiento	1992							
	Grupos de edad							
	< 1	1 a 4	5 a 14	15 a 24	25 a 44	45 a 64	65 y +	TOTAL
Rubéola	184.97	93.94	53.34	19.20	9.14	3.20	1.47	32.24
Sarampión	5.66	2.60	1.83	0.47	0.11	0.02	171.30	0.97
Varicela	423.13	490.88	380.85	176.91	35.82	11.34	9.37	199.84

Fuente: CENAVECE. Anuarios de morbilidad [12]

**Cuadro 4.3 Tasas de Incidencia por grupo de edad de 1993.**

Padecimiento	1993							
	Grupos de edad							
	< 1	1 a 4	5 a 14	15 a 24	25 a 44	45 a 64	65 y +	TOTAL
Rubéola	258.41	192.84	140.74	51.01	24.08	6.54	3.96	76.73
Sarampión	1.19	0.64	0.12	0.02	0.00	0.00	0.00	0.19
Varicela	542.74	683.79	502.70	236.48	51.42	15.12	11.72	264.89

Fuente: CENAVECE. Anuarios de morbilidad [12]

**Cuadro 4.4 Tasas de Incidencia por grupo de edad de 1994.**

Padecimiento	1994							
	Grupos de edad							
	< 1	1 a 4	5 a 14	15 a 24	25 a 44	45 a 64	65 y +	TOTAL
Rubéola	255.95	149.12	120.60	36.31	14.63	3.14	1.89	60.57
Sarampión	0.46	0.27	0.18	0.20	0.06	0.00	0.03	0.14
Varicela	729.37	832.29	606.18	269.35	60.61	14.89	15.40	313.86

Fuente: CENAVECE. Anuarios de morbilidad [12]

**Cuadro 4.5 Tasas de Incidencia por grupo de edad de 1995.**

Padecimiento	1995							
	Grupos de edad							
	< 1	1 a 4	5 a 14	15 a 24	25 a 44	45 a 64	65 y +	TOTAL
Rubéola	249.60	145.78	103.52	26.73	12.33	4.51	2.17	55.84
Sarampión	0.10	0.03	0.01	0.01	0.00	0.01	0.00	0.01
Varicela	687.90	889.28	610.31	301.38	80.70	15.62	18.58	340.54

Fuente: CENAVECE. Anuarios de morbilidad [12]

**Cuadro 4.6 Tasas de Incidencia por grupo de edad de 1996.**

Padecimiento	1996							
	Grupos de edad							
	< 1	1 a 4	5 a 14	15 a 24	25 a 44	45 a 64	65 y +	TOTAL
Rubéola	200.03	102.95	86.66	33.27	14.59	2.38	2.24	47.33
Sarampión	0.07	0	0	0	0	0	0	0
Varicela	539.28	661.16	420.20	222.45	73.62	10.96	15.96	246.24

Fuente: CENAVECE. Anuarios de morbilidad [12]

**Cuadro 4.7 Tasas de Incidencia por grupo de edad de 1997.**

Padecimiento	1997							
	Grupos de edad							
	< 1	1 a 4	5 a 14	15 a 24	25 a 44	45 a 64	65 y +	TOTAL
Rubéola	203.59	83.60	69.07	32.88	15.44	2.75	2.01	40.16
Sarampión	0	0	0	0	0	0	0	0
Varicela	755.48	812.76	513.92	569.96	94.41	12.86	16.33	297.14

Fuente: CENAVECE. Anuarios de morbilidad [12]

**Cuadro 4.8 Tasas de Incidencia por grupo de edad de 1998.**

Padecimiento	1998							
	Grupos de edad							
	< 1	1 a 4	5 a 14	15 a 24	25 a 44	45 a 64	65 y +	TOTAL
Rubéola	186.27	91.91	97.1	54.36	25.64	3.93	2.28	53.86
Sarampión	0	0	0	0	0	0	0	0
Varicela	868.19	902.01	553.82	287.06	109	14.25	18.31	321.26

Fuente: CENAVECE. Anuarios de morbilidad [12]

**Cuadro 4.9 Tasas de Incidencia por grupo de edad de 1999.**

Padecimiento	1999							
	Grupos de edad							
	< 1	1 a 4	5 a 14	15 a 24	25 a 44	45 a 64	65 y +	TOTAL
Rubéola	113.4	38.3	28.4	25.9	12.4	1.9	1.9	21.6
Sarampión	0	0	0	0	0	0	0	0
Varicela	810.3	831.5	502.0	251.0	98.9	13.8	14.4	288.6

Fuente: CENAVECE. Anuarios de morbilidad [12]

**Cuadro 4.10 Tasas de Incidencia por grupo de edad de 2000.**

Padecimiento	2000											
	Grupos de edad											
	< 1	1 a 4	5 a 9	10 a 14	15 a 19	20 a 24	25 a 44	45 a 49	50 a 59	60 a 64	65 y +	TOTAL
Rubéola	81.77	27.23	18.1	14.51	10.38	13.28	4.92	1.5	0.87	0.88	0.71	11.76
Sarampión	0.38	0.06	0.02	0.03	0.02	0.04	0.02	0	0	0	0	0.03
Varicela	1035.7	1064	893.11	455.49	310.26	349.5	141.11	26.44	16.48	14.94	18.91	377.08

Fuente: CENAVECE. Anuarios de morbilidad [12]

**Cuadro 4.11 Tasas de Incidencia por grupo de edad de 2001.**

Padecimiento	2001											
	Grupos de edad											
	< 1	1 a 4	5 a 9	10 a 14	15 a 19	20 a 24	25 a 44	45 a 49	50 a 59	60 a 64	65 y +	TOTAL
Rubéola	59.82	15.48	8.53	3.67	2.22	2.57	1.23	0.40	0.32	0.23	0.22	4.80
Sarampión	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Varicela	676.69	727.51	586.60	285.13	172.88	193.70	81.92	19.38	12.75	11.94	12.74	235.48

Fuente: CENAVECE. Anuarios de morbilidad [12]

**Cuadro 4.12 Tasas de Incidencia por grupo de edad de 2002.**

Padecimiento	2002											
	Grupos de edad											
	< 1	1 a 4	5 a 9	10 a 14	15 a 19	20 a 24	25 a 44	45 a 49	50 a 59	60 a 64	65 y +	TOTAL
Rubéola	43.00	48.81	35.12	17.41	7.40	7.84	15.38	1.11	0.92	0.29	0.53	3.60
Sarampión	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Varicela	824.91	3800.80	3863.60	1884.50	973.65	1055.00	1433.50	44.98	45.61	16.01	34.97	282.70

Fuente: CENAVECE. Anuarios de morbilidad [12]

**Cuadro 4.13 Tasas de Incidencia por grupo de edad de 2003.**

Padecimiento	2003											
	Grupos de edad											
	< 1	1 a 4	5 a 9	10 a 14	15 a 19	20 a 24	25 a 44	45 a 49	50 a 59	60 a 64	65 y +	TOTAL
Rubéola	15.80	5.10	2.10	1.30	0.70	0.90	0.60	0.20	0.20	0.50	0.00	1.50
Sarampión	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Varicela	976.50	1040.90	778.70	380.50	193.00	211.90	110.60	32.70	34.20	39.80	38.50	307.00

Fuente: CENAVECE. Anuarios de morbilidad [12].

**Cuadro 4.14 Tasas de Incidencia por grupo de edad de 2004.**

Padecimiento	2004											
	Grupos de edad											
	< 1	1 a 4	5 a 9	10 a 14	15 a 19	20 a 24	25 a 44	45 a 49	50 a 59	60 a 64	65 y +	TOTAL
Rubéola	8.68	2.32	1.00	0.46	0.32	0.37	0.30	0.17	0.06	0.04	0.02	0.66
Sarampión	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Varicela	1496.20	1304.70	909.91	470.16	234.30	254.10	131.11	24.46	18.38	16.79	15.34	365.78

Fuente: CENAVECE. Anuarios de morbilidad [12].

**Cuadro 4.15 Tasas de Incidencia por grupo de edad de 2005.**

Padecimiento	2005											
	Grupos de edad											
	< 1	1 a 4	5 a 9	10 a 14	15 a 19	20 a 24	25 a 44	45 a 49	50 a 59	60 a 64	65 y +	TOTAL
Rubéola	3.47	1.87	1.12	0.57	0.18	0.40	0.19	0.11	0.07	0.04	0.04	0.50
Sarampión	0.05	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
Varicela	1023.70	1150.30	881.74	394.24	194.57	188.80	95.71	19.15	13.74	12.02	12.19	306.04

Fuente: CENAVECE. Anuarios de morbilidad [12].

**Cuadro 4.16 Tasas de Incidencia por grupo de edad de 2006.**

Padecimiento	2006											
	Grupos de edad											
	< 1	1 a 4	5 a 9	10 a 14	15 a 19	20 a 24	25 a 44	45 a 49	50 a 59	60 a 64	65 y +	TOTAL
Rubéola	0.16	0.31	0.07	0.10	0.06	0.09	0.04	0.02	0.00	0.00	0.00	0.07
Sarampión	0.42	0.10	0.00	0.01	0.02	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02
Varicela	1019.00	1042.80	756.56	324.40	168.70	159.90	85.03	18.15	12.90	11.69	11.98	263.84

Fuente: CENAVECE. Anuarios de morbilidad [12].

**Cuadro 4.17 Tasas de incidencia por grupo de edad de 2007**

Padecimiento	2007											
	Grupos de edad											
	< 1	1 a 4	5 a 9	10 a 14	15 a 19	20 a 24	25 a 44	45 a 49	50 a 59	60 a 64	65 y +	TOTAL
Rubéola	0.21	0.37	0.10	0.11	0.09	0.13	0.02	0.02	0.00	0.00	0.00	0.10
Sarampión	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Varicela	1151.70	1179.00	805.45	358.09	191.78	189.80	98.58	20.67	14.03	13.77	12.54	299.32

Fuente: CENAVECE. Anuarios de morbilidad [12].

## ANEXO II

### Cobertura de población para la vacuna SRP

Como se explicó en la sección III.2, se diversificó el porcentaje de cobertura de la población de 1 a 4 años para así obtener el porcentaje de cobertura de la población de 2 a 4 años y poder calcular la cobertura de población de 1 a 4 años respecto a la aplicación de la vacuna SRP.

Sea  $P_i$  = la población de edad  $i$  con  $i=1, 2, 3, 4$

**Cuadro 4.18 Proyecciones de población por sexo y edad del periodo 2008-2025.**

Año	HOMBRES				MUJERES			
	P1	P2	P3	P4	P1	P2	P3	P4
2008	983,334	985,770	991,618	1,007,735	941,466	944,086	949,008	963,690
2009	975,386	975,688	979,139	985,578	933,740	934,922	938,325	943,740
2010	968,099	967,818	969,137	973,175	926,652	927,262	929,228	933,117
2011	961,408	960,604	961,328	963,246	920,138	920,236	921,625	924,082
2012	955,284	953,979	954,171	955,494	914,173	913,780	914,651	916,530
2013	949,635	947,919	947,600	948,388	908,667	907,868	908,243	909,605
2014	944,345	942,329	941,588	941,865	903,507	902,412	902,376	903,241
2015	939,497	937,094	936,044	935,898	898,776	897,299	896,962	897,415
2016	935,268	932,298	930,852	930,395	894,641	892,612	891,888	892,039
2017	931,261	928,115	926,096	925,242	890,721	888,517	887,238	887,002
2018	926,668	924,152	921,949	920,522	886,245	884,634	883,175	882,385
2019	921,278	919,609	918,020	916,407	881,009	880,200	879,324	878,352
2020	915,519	914,273	913,514	912,509	875,423	875,010	874,925	874,530
2021	909,919	908,571	908,222	908,037	869,994	869,473	869,773	870,162
2022	904,305	903,027	902,565	902,783	864,552	864,091	864,276	865,046
2023	897,886	897,469	897,064	897,166	858,344	858,696	858,934	859,585
2024	890,433	891,111	891,549	891,705	851,153	852,540	853,578	854,278
2025	882,261	883,725	885,240	886,229	843,278	845,407	847,465	848,958

Fuente: CONAPO [13]

**Cuadro 4.19 Población total por año respecto a edad de 1 año y edad de 2 a 4 años.**

AÑO	Proyecciones de población				
	P1	P2,P3,P4	AÑO	P1	P2,P3,P4
2008	1,924,800	5,841,907	2017	1,821,982	5,442,210
2009	1,909,126	5,757,392	2018	1,812,913	5,416,817
2010	1,894,751	5,699,737	2019	1,802,287	5,391,912
2011	1,881,546	5,651,121	2020	1,790,942	5,364,761
2012	1,869,457	5,608,605	2021	1,779,913	5,334,238
2013	1,858,302	5,569,623	2022	1,768,857	5,301,788
2014	1,847,852	5,533,811	2023	1,756,230	5,268,914
2015	1,838,273	5,500,712	2024	1,741,586	5,234,761
2016	1,829,909	5,470,084	2025	1,725,539	5,197,024

Fuente: CONAPO [13]

En el siguiente cuadro se presentan los porcentajes de cobertura de la edad de 1 año de edad y de menores de 2 a 4 años.

$\% \text{ de cobertura de 2 a 4 años} = \% \text{ de cobertura de 1 a 4 años de edad} - \% \text{ de cobertura de 1 año de edad.}$

**Cuadro 4.20 Porcentaje de cobertura de la población respectiva**

% de cobertura	
1 año de edad.	2-4 años de edad.
95%	3.2%

Fuente: CeNSIA y cálculo elaborado por la autora. [15].

## ANEXO III

### Principio del Cálculo de Primas. [19]

Principio de la Varianza

Sea  $x$  una v.a que tiene primer y segundo momento,  $f(x)$  la función de densidad de  $x$  y sea  $\alpha$  un factor de ajuste donde  $\alpha > 0$ .

Se define a  $E(x)$  como la esperanza de  $x$ ,  $Var(x)$  la varianza de  $x$  y  $\Pi x$  la prima.

Entonces el Principio de la Varianza se precisa así:

$$\Pi x = E(x) + \alpha [Var(x)]$$

Para efectos del proyecto realizado  $\Pi x$  representa el número de casos óptimo para crear una reserva en caso de una contingencia epidemiológica, con el fin de obtener una utilidad en especie favorecedora.

Es preciso decir que el factor de ajuste  $\alpha$ , funciona como mediador para la varianza, para que ésta última no sea muy grande y al sumarse con la esperanza brinde una prima que no se desvíe demasiado del número de casos esperados calculados.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Frenk, Julio y Gómez Dantés, Octavio (2008), "El Sistema de Salud de México", NOSTRA, México/España.
2. De la Cruz Gallardo, Carlos Mario (2004); "Enfermedades emergentes y reemergentes"; *Salud en Tabasco*; septiembre-diciembre año/vol. 10, número 003; Secretaría de Salud del Estado de Tabasco; Villahermosa, México; p.2.
3. Secretaria de Salud (2010), "Norma Oficial Mexicana (Nom-017-SSA 2-1994)". México. Disponible en [www.bibliotecas.salud.gob.mx](http://www.bibliotecas.salud.gob.mx). (Sección 7.11)
4. CENAVECE (2010), "Sistema Único de Información para la Vigilancia Epidemiológica.", Semana 52, Disponible en [www.dgepi.salud.gob.mx/boletin/morbilidad/suive/01a\\_morb\\_suive09\\_index.html](http://www.dgepi.salud.gob.mx/boletin/morbilidad/suive/01a_morb_suive09_index.html).
5. Secretaría de Salud Jalisco (2007). "Enfermedad Febril Exantemática; Sarampión y Rubéola", Boletín Mensual, Año 4, Número 3. Disponible en <http://ssj.app.jalisco.gob.mx/pdf/marzo2007.pdf>.
6. M. Galán Gutiérrez, J.C. Moreno Jiménez (2004), "Exantemas Virales de la Infancia, Hospital Universitario Reina Sofía de Córdoba. *Pediatr Integral VIII* (4):289-314. Disponible en [http://www.sepeap.org/imagenes/secciones/Image/USER/Exantemas\\_virales\(1\).pdf](http://www.sepeap.org/imagenes/secciones/Image/USER/Exantemas_virales(1).pdf)
7. Dr. Moreno, Sarbelio (2006), "Efectividad Clínica en las Enfermedades Exantemáticas de la Niñez/2, Instituto Nacional de Salud Pública. *Boletín de Práctica Médica Efectiva*. Disponible en [http://www.insp.mx/Portal/Centros/ciss/nls/boletines/PME\\_13.pdf](http://www.insp.mx/Portal/Centros/ciss/nls/boletines/PME_13.pdf).
8. Gobierno Federal (2010), "Guía de Referencia Rápida para la Prevención, el Diagnóstico y el Tratamiento de paciente pediátrico con Sarampión", Secretaría de Salud. Disponible en <http://www.cenetec.salud.gob.mx/interior/catalogoMaestroGPC.html>. Clave IMSS-109-08.
9. Gobierno Federal (2010), "Guía de Referencia Rápida para la Prevención, Diagnóstico y Tratamiento de Rubéola en el primer nivel de atención", Secretaría de Salud. Disponible en <http://www.cenetec.salud.gob.mx/interior/catalogoMaestroGPC.html>. Clave IMSS-138-08.
10. Gobierno Federal (2010); Secretaría de Salud; "Esquema de Vacunación"; México.
11. Gobierno Federal (2010), "Guía de Referencia Rápida para la Prevención, el Diagnóstico y el Tratamiento de paciente pediátrico con Varicela", Secretaría de Salud. Disponible en <http://www.cenetec.salud.gob.mx/interior/catalogoMaestroGPC.html>. Clave ISSSTE-129-08
12. CENAVECE (2010), "Compendio de Anuarios de Morbilidad", Epidemiología. Disponible en <http://www.dgepi.salud.gob.mx/anuario/html/anuarios.html>.

13. CONAPO (2010), "Proyecciones de población a nivel nacional 2005-2050". Disponible en [www.conapo.gob.mx](http://www.conapo.gob.mx).
14. Comisión Nacional de Protección en Salud (2008), "Intervenciones correspondientes a salud pública, consulta de medicina general/familiar y de especialidad, odontología, urgencias, hospitalización y cirugía", Seguro Popular, Secretaría de Salud.
15. CeNSIA (2010), "Coberturas de vacunación para la vacuna triple viral SRP", Secretaría de Salud, México.
16. Notas de clase TEORÍA DE RIESGO (2010), "Graduación de Datos", Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México, México.
17. M. VALENZUELA (2008), "Ajuste de Curvas", Métodos Numéricos (SC-854). Disponible en <http://www.mty.itesm.mx/dtie/deptos/cb/cb00854-1/Apuntes/ajuste.pdf>
18. MARQUES DOS SANTOS, MARÍA JOSÉ (sa); *Estadística Básica, Un enfoque no paramétrico*; Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Estudios Superiores Zaragoza; Capítulo 1. Conceptos Fundamentales. Disponible en <http://books.google.com.mx>.
19. Notas de clase TEORÍA DE RIESGO (2010). "Principios de Cálculo de Primas", Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México.
20. DICKSON,C.M DAVID (2005), "Insurance Risk and Ruin"; Cambridge. Faculty of Actuaries. Institute of Actuaries.