

**Tecnológico Nacional de México  
Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez**



**Interoperabilidad de sistemas de expediente clínico  
electrónico de primero y segundo nivel de atención de la  
Secretaria de Salud del Estado de Chiapas.**

Ingeniería en Sistemas Computacionales

**Reporte de Investigación:**

**Autores:** José Mauricio Hernández Coutiño  
Jhovany Morales Bruno

**Asesor:** Dr. Jesús Carlos Gúzman Sánchez

**Revisores:** Dra. Ma. Candelaria Gútierrez Gómez  
M.C Imenda Valles López

Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México Agosto-Diciembre de 2017

# Índice de Contenido

0.1	Antecedentes del Problema . . . . .	1
0.2	Planteamiento del Problema . . . . .	3
0.3	Hipótesis . . . . .	3
0.4	Objetivos . . . . .	3
0.4.1	Objetivos Generales . . . . .	3
0.4.2	Objetivos Específicos . . . . .	3
0.5	Justificación . . . . .	4
<b>1</b>	<b>Marco Teorico</b>	<b>5</b>
1.0.1	¿Qué es el expediente clínico electrónico? . . . . .	5
1.0.2	Estándares y protocolos . . . . .	6
1.0.3	Aspectos legales . . . . .	8
1.0.4	El Desarrollo de un expediente clínico electrónico . . . . .	9
1.0.4.1	Por qué MVC . . . . .	10
1.0.5	Modelos . . . . .	10
1.0.6	Vistas . . . . .	10
1.0.7	Controladores . . . . .	11
1.0.8	Angular . . . . .	11
1.0.9	TypeScript . . . . .	11
1.0.10	Bulma . . . . .	12
1.0.11	MySQL . . . . .	12
<b>2</b>	<b>Trabajo Relacionado</b>	<b>13</b>
2.1	Expediente Clínico Electrónico – ISSSTEMed . . . . .	13
2.1.1	Elementos de programación y desarrollo del sistema . . . . .	13
2.1.2	Aplicación . . . . .	13
2.1.3	Acciones de mejora Fortalecimiento de la infraestructura tecnológica . . . . .	14
2.1.4	Unidades implantadas . . . . .	14
2.2	Virtualmedik . . . . .	14
2.2.1	Expediente Clínico Electrónico . . . . .	14
2.2.2	Características . . . . .	15
2.2.3	Descarga de la aplicación: . . . . .	15
2.3	MediSel . . . . .	15
2.3.1	Características . . . . .	16
2.3.2	Esquemas de trabajo en los que puede ser configurado MediSel . . . . .	16
2.3.2.1	Un consultorio médico. . . . .	16
2.3.2.2	Varios consultorios médicos. . . . .	17
2.3.2.3	Clínica o Centro de Atención Médica. . . . .	17
2.3.2.4	Red estatal o nacional de salud. . . . .	17
2.4	Elex . . . . .	18

2.4.0.1	Características: . . . . .	18
2.4.1	Ventajas: . . . . .	19
2.4.2	Beneficios: . . . . .	19
2.5	Medyca . . . . .	20
2.5.1	El Expediente Clínico Electrónico del paciente, interactúa también con sistemas como los de: . . . . .	20
<b>3</b>	<b>Propuesta</b>	<b>21</b>
3.1	Angular . . . . .	21
3.2	Bulma . . . . .	22
3.3	Mysql . . . . .	22
3.4	Typescript . . . . .	22
3.4.1	¿Qué es un superset? . . . . .	23
<b>4</b>	<b>impacto</b>	<b>24</b>
<b>5</b>	<b>Cronograma de actividades</b>	<b>26</b>
<b>A</b>	<b>Observaciones Resueltas</b>	<b>30</b>
A.1	Observaciones del Asesor: Dr. Jesus Carlos Sánchez Gúzman . . . . .	30
A.1.1	Observaciones realizadas . . . . .	30
A.1.2	Correcciones realizadas . . . . .	31
A.2	Observaciones del Revisor 01: Dra. María Candelaria Gutiérrez Gómez . . .	31
A.2.1	Observaciones realizadas . . . . .	31
A.2.2	Correcciones realizadas . . . . .	31
A.3	Observaciones del Revisor 02: M.C.A Imelda Valles López . . . . .	31
A.3.1	Observaciones realizadas . . . . .	31
A.3.2	Correcciones realizadas . . . . .	32
<b>B</b>	<b>Varios</b>	<b>33</b>
B.1	Insertar Imágenes . . . . .	33

# Lista de Figuras

2.1	Servidor Aplicación ISSTEMED. (ISSSTE, 2010). . . . .	14
2.2	Interface de virtualmedik (www.virtualmedik.com, S.F). . . . .	15
2.3	Un consultorio medico . . . . .	16
2.4	Varios consultorios médicos. . . . .	17
2.5	Clínica o Centro de Atención Médica. . . . .	18
3.1	Propuesta técnica de proyecto. . . . .	21
5.1	Cronograma de actividades . . . . .	26
5.2	Propuesta de cronograma para octavo y noveno semestre . . . . .	27
5.3	. . . . .	27
B.1	A very nice logo of ITTG . . . . .	33

# Lista de Tablas

# Resumen

La presente investigación pretende desarrollar un Sistema de Expediente Clínico Electrónico (SECE) para la Secretaria de Salud de Chiapas. Se presume que el SECE agilice las actividades de captura y recolección de datos de cada paciente y evitar la duplicación de datos de cualquier paciente, tendría un impacto enorme en cuanto a la facilidad de uso, la reducción de tiempo y una mejora sorprendente en la atención en el paciente. La Secretaria de Salud ha visto la necesidad de crear un tipo de solución para satisfacer las necesidades de los trabajadores y pacientes que son cada vez más exigentes con la innovación y la tecnología.

## 0.1 Antecedentes del Problema

Actualmente la Secretaria de Salud cuenta con 10 hospitales, los cuales son: Hospital General Regional, Dr. Rafael Pascasio Gamboa, Clínica Hospital del ISSSTE, Hospital del ISSSTE, Hospital de Especialidades del ISSTECH, Hospital General del IMSS, Zona I, Hospital General del IMSS, Zona No. II, Clínica Hospital de Tapachula-ISTECH, Clínica de Consulta Externa del ISTECH, Delegación Estatal de la Cruz Roja, Coordinación Médico de la Cruz Roja, de las cuales atienden a más de 1,000 de personas diariamente, lo cual hace muy pesado las labores de registro de los paciente, ya que se hace todo en formato de papel. Uno de los mayores problemas que presenta la Secretaria de Salud es la duplicidad de datos y la perdida de los mismos, hace algunos años compraron un sistema de expediente clínico electrónico que les costó mucho dinero, el cual, hoy en día no lo utilizan por la falta de datos y el consumo relevante de tiempo en que se tomaban en capturar los datos, por lo cual optaron nuevamente regresar a los documentos en papel. Primero, definiremos el concepto de expediente; recopilación de información detallada y ordenada cronológicamente con relación a la salud de un paciente en un período determinado. Representa el cimiento para conocer las condiciones de salud, aspectos médicos y procedimientos realizados por profesionales de la salud. [2] En fechas reciente, las autoridades sanitarias tomaron la decisión de sustituir el modelo de atención médica tradicional apoyándose en un Sistema de Expediente Clínico Electrónico que aportará múltiples ventajas para la institución y al paciente. Además de facilitar la captura de datos al paciente reduciendo tiempo y brindando una mejor atención al paciente. Nuestro Sistema de Expediente Clínico Electrónico será online y offline el cual

permitirá tener siempre los datos más cerca, aunque el servidor sufra de fallas, no se perderán los datos. Se afirma que el cambio brindará seguridad en la provisión del cuidado de salud y mejorará la calidad de la atención, ya que, de no disponer de la información clínica esencial en el momento en que se necesite, se considera una de las fuentes principales de errores de los profesionales de la salud, los que pueden prevenirse mediante el acceso a un Sistema de Expediente Clínico Electrónico disponible en línea para su consulta en cualquier nivel de atención del sector de Salud. Para normalizar y homologar las funcionalidades, garantizar la interoperabilidad, procesamiento, interpretación, confidencialidad, seguridad y uso de estándares y catálogos de la información de los registros electrónicos en salud, la Secretaría de Salud publicó la Norma Oficial Mexicana NOM-024-SSA3-2010. “Que establece los objetivos funcionales y funcionalidades que deberán observar los productos de Sistemas de Expediente Clínico Electrónico para garantizar la interoperabilidad, procesamiento, interpretación, confidencialidad, seguridad y uso de estándares y catálogos de la información de los registros electrónicos en salud “[4] Las ventajas que impactarán la calidad de la atención habrá mejoras evidentes en la gestión administrativa; sin embargo, la introducción de nuevas tecnologías de la información exige tomar medidas para prevenir que la información de la base de datos se utilice por personas no autorizadas, y que ello redunde en perjuicio de los derechos del paciente; lo que no se ha regulado en México de forma eficiente, pues la normatividad en materia de protección de datos personales (datos sensibles) en poder de instituciones públicas, empresas privadas y particulares en general no es acorde con los estándares internacionales. México está inmerso en una sociedad globalizada que demanda comunicación y que en todo momento intercambia y comparte información. Ante esta realidad, han surgido nuevas tecnologías, herramientas y lineamientos que facilitan mediante su implementación y uso, el fortalecimiento de la sociedad de la información. El Sector Salud no es ajeno a esta realidad y ha identificado en las tecnologías de la información y las telecomunicaciones, un aliado para aumentar la eficiencia y mejorar la calidad en la prestación de cuidados de la salud redundando en un mayor bienestar de la población. En este ámbito se presenta un instrumento, el expediente clínico electrónico (ECE), el cual permite asegurar que los pacientes reciban el más oportuno, conveniente y eficiente cuidado de la salud. El ECE es una herramienta que ofrece información sobre medicación, la historia del paciente, los protocolos clínicos y recomendaciones de estudios específicos; genera un incremento en la eficiencia en el rastreo de antecedentes clínicos y el cuidado preventivo; y contribuye a reducir las complicaciones incluyendo los errores en la medicación.

## **0.2 Planteamiento del Problema**

En la Secretaria de salud del estado de Chiapas ocurre demasiadas pérdidas de datos en el proceso de los registros de los pacientes, ocasionando redundancia, pérdida de tiempo y una mala interoperabilidad con los formatos impresos, así mismo provocando una mala atención hacia los pacientes, los cuales no son atendidos como debería de ser, al usar un sistema de expediente clínico electrónico que no cumple con sus expectativas, dedican demasiado tiempo en registrar a un paciente dejando a un lado el cuidado del mismo .

## **0.3 Hipótesis**

Con la implementación del Sistema Expediente Clínico Electrónico. Se logrará reducir el tiempo de atención en cada paciente, mejoraremos el manejo de la información en los demás centros de salud; evitará la duplicidad y la falta de seguimiento hacia los pacientes.

## **0.4 Objetivos**

### **0.4.1 Objetivos Generales**

Desarrollar un Sistema de Expediente Clínico Electrónico para la secretaría de salud, que se estima implementarse en todo el estado de Chiapas, para una mejor atención a los pacientes y un mejor control de los datos, evitando la duplicidad de los mismos.

### **0.4.2 Objetivos Específicos**

- Desarrollar un sistema offline y online.
- Reducir el tiempo de espera en la recolección de datos.
- Evitar las pérdidas de información.
- Evitar la duplicidad, con una buena administracion de la base de datos.



## 0.5 Justificación

Con el sistema de Expediente Clínico Electrónico reduciremos un 80% el tiempo de recolección de datos, así mismo evitará la pérdida y duplicidad de datos en un 100% gracias a la base de datos offline que se sincronizará con la base de datos online, dando así como resultado poder consultar información esencial en el momento deseado.

# 1. Marco Teorico

## 1.0.1 ¿Qué es el expediente clínico electrónico?

Con el avance de las ciencias y la tecnología, este concepto evoluciona, considerándose como un “Sistema Informático que almacena los datos del paciente en formato digital, que se almacenan e intercambian de manera segura y puede ser accesado por múltiples usuarios autorizados. Contiene información retrospectiva, concurrente y prospectiva y su principal propósito es soportar de manera continua, eficiente, con calidad e integral la atención y cuidados de salud”. [3] El expediente clínico electrónico En México existe una norma oficial del expediente clínico (NOM-168-SSA1-1998), la cual fue emitida en el año de 1998 y posteriormente modificada en el año 2003 para que incluyera y validara la posibilidad de la existencia de un expediente clínico electrónico. Por lo tanto, la norma del expediente clínico mexicano, debe ser la base para la creación de un expediente clínico electrónico estándar para todo México. Además, dicha norma se complementa con otras normas como lo son:

- NOM-003-SSA2-1993. Para la disposición de sangre humana y sus componentes con fines terapéuticos.
- NOM-005-SSA2-1993. De los servicios de planificación familiar.
- NOM-006-SSA2-1993. Para la prevención y control de la tuberculosis en la atención primaria a la salud.

- NOM-007-SSA2-1993. Atención a la mujer durante el embarazo, parto y puerperio y del recién Nacido.
- NOM-008-SSA2-1993. Control de la nutrición, crecimiento y desarrollo del niño y del adolescente.
- NOM-013-SSA2-1994. Para la prevención y control de enfermedades bucales.
- NOM-014-SSA2-1994. Para la prevención, tratamiento y control del cáncer del útero y de mama en la atención primaria.
- NOM-015-SSA2-1994. Para la prevención, tratamiento y control de la diabetes mellitus en la atención primaria.
- NOM-017-SSA2-1994. Para la vigilancia epidemiológica.
- NOM-024-SSA2-1994. Para la prevención y control de las infecciones respiratorias agudas.
- NOM-025-SSA2-1994. Para la prestación de servicios de salud en unidades de atención integral hospitalaria Médico-Psiquiátrica. [7]

### 1.0.2 Estándares y protocolos

La existencia y eficiencia de ECE universal exige en consecuencia la adopción de un lenguaje estandarizado: médico, clínico y de comunicaciones. A continuación, se describen algunos de los estándares más relevantes a considerar:

- CIE (Clasificación estadística internacional de enfermedades y problemas de salud). Esta clasificación es constantemente actualizada por la Organización Mundial de la Salud (OMS). Por mucho, la versión más estandarizada de esta clasificación es la versión 9, sin embargo, esta versión de la CIE se encuentra obsoleta, puesto que data de los años 70. En México y en países como Estados Unidos se sigue usando dicha versión de clasificación en los sistemas de gestión hospitalaria, en muchos casos por el costo que implica el cambio a la nueva versión. En México, el cambio a las nuevas versiones de la clasificación CIE implica un costo mucho menor que en los países más avanzados, dada la escasa penetración de los sistemas de gestión hospitalaria integrales. [7]

- SNOMEDCT (Systematized Nomenclature of Medicine Clinical Terms). Esta nomenclatura de términos médicos y clínicos fue desarrollada en USA con la finalidad de establecerla como un lenguaje médico universal; es de mayor alcance en temas y dimensiones que la CIE, ya que abarca no solo enfermedades, también procedimientos y otros aspectos clínicos y médicos. De hecho, aunque SNOMED CT fue desarrollada independientemente de la CIE, se han creado tablas de cruce entre ambas clasificaciones. En México predomina el uso de la clasificación CIE, sin embargo, la cercanía y relación estrecha con los Estados Unidos de América podría en un futuro motivar al uso también<sup>1</sup> de la clasificación SNOMED CT. [7]
- HL7 (Health Level Seven International). HL7 es un estándar orientado al formato de los datos e intercambio de información entre diferentes sistemas de información de salud o gestión hospitalaria. Estándares como la clasificación CIE o la nomenclatura SNOMED CT establecen el lenguaje médico y clínico, pero HL7 establece los mecanismos de transporte de la información médica recolectada en forma de expedientes clínicos, estadísticas, entre otros. Además, HL7 permite la interoperabilidad entre los diferentes sistemas de gestión hospitalaria públicos y privados. Por ejemplo, si la Secretaría de Salud solicitará a los hospitales públicos y privados información estadística sobre la proliferación de ciertas enfermedades, una manera de estandarizar las transmisiones de dicha información sería mediante el protocolo HL7. [7]
- DICOM (Digital Imaging and Communication in Medicine). DICOM es un estándar diseñado para el manejo, almacenamiento, impresión y transmisión de imágenes médicas que deben ser incluidas en el expediente clínico electrónico. La imagenología es un área importante en el diagnóstico, prevención y seguimiento de enfermedades o padecimientos, por lo que su inclusión en el expediente clínico electrónico es relevante.[7]
- CRIPTOGRAFÍA. La criptografía es la ciencia que versa sobre el cifrado de información con fines de seguridad y confidencialidad. Es un área tan dinámica que sería difícil mencionar un estándar que el día de mañana no sea remplazado rápidamente o que carezca de vulnerabilidades. Sin embargo, en un contexto comparativo, un sistema de gestión hospitalaria electrónico en línea requiere de un nivel de seguridad informática similar al usado en la banca electrónica.

Actualmente el protocolo de seguridad más usado en la banca electrónica es el SHTTP (Secure Hyper Text Transfer Protocol), que, en combinación con otras medidas de seguridad

(llaves electrónicas, firewalls, etc.), garantiza al usuario “cierto nivel de certeza” de que sus datos personales y dinero se encuentran seguros. Este nivel de seguridad es deseable también en los sistemas de gestión hospitalaria masivos ya que tanto la población, como los profesionales de la salud, guardan dudas razonables respecto de la seguridad de la información. [7]

### 1.0.3 Aspectos legales

A pesar de que la norma del expediente clínico contempla la grabación del expediente en medios electrónicos aún no existe una norma o ley que regule de manera cabal el uso del expediente clínico electrónico. De hecho, en México, el marco jurídico para estos aspectos aún no se desarrolla de manera adecuada. Sin embargo, el estado de Colima es la excepción, ya que actualmente cuenta una ley de protección de datos personales, que por ser general aplica a diversos ámbitos. Sin embargo, a continuación, se presenta algunos artículos que pueden afectar el uso del expediente clínico electrónico:

- El Artículo 4, fracción XI menciona que: “Los servidores públicos, profesionales, trabajadores y otras personas que por razón de sus actividades tengan acceso a archivos o datos de carácter personal, estarán obligados a mantener la confidencialidad de los mismos y a no darlos a conocer a terceros. Esta obligación subsistirá aun después de finalizar las relaciones que les dieron acceso a los datos. La contravención a esta disposición será sancionada de conformidad con la legislación penal”. Un aspecto que deja abierto a la discusión este punto es: ¿quién exactamente puede o debe tener acceso a la información del expediente clínico? El sentido común dicta que únicamente el médico o los médicos que tratan al paciente deben tener acceso, aunque puede haber excepciones como la extracción de datos para realizar estadísticas. [7]
- El Artículo 4, fracción XII menciona que: “Los datos personales relativos a la salud podrán ser operados por los profesionales e instituciones de acuerdo con la legislación sanitaria, pero conservando la confidencialidad de los mismos de acuerdo con la presente Ley”. En esta fracción se contempla la posibilidad de que los datos del expediente clínico electrónico sean usados por profesionales e instituciones. Esto es relevante ya que permite que los datos del expediente clínico electrónico se usen no sólo para el tratamiento personalizado de cada paciente, también para generar estadísticas y alertas sanitarias, modelado de enfermedades, entre otros aspectos.[7]

- El Artículo 5º menciona que: “El responsable del archivo deberá establecer los mecanismos de seguridad que garanticen la confiabilidad y confidencialidad de los datos. El reglamento correspondiente establecerá las características mínimas de seguridad que deban tenerse en las instalaciones que manejen datos de carácter personal”. Este artículo establece que debe existir una protección de la información y que esta será establecida en un reglamento que debe ser creado, en este caso, por la Secretaria de Salud. [7]
- El Artículo 7º menciona que: “Las personas físicas o morales cuyos datos de carácter personal hayan sido integrados a un archivo, tendrán los siguientes derechos [...] solicitar y obtener gratuitamente información de sus datos de carácter personal y del origen de esos datos”. El artículo 7 establece esencialmente que el paciente podrá recibir una copia “gratuita” al año de su expediente clínico electrónico para los fines que el paciente crea más convenientes; lo que conduce a la siguiente pregunta: ¿quién es el dueño del expediente clínico electrónico?
- ¿Es propiedad del médico, del hospital, del estado o del paciente? En algunos países se establece que el paciente es el dueño del expediente clínico electrónico, dándole mayor poder y responsabilidades al paciente sobre su expediente. Por ejemplo, se puede permitir que el paciente haga anotaciones sobre su estado de salud, consumo de medicamentos no controlados, alergias, exposición a sustancias, hábitos y otros aspectos que hasta ahora son normalmente una incógnita y que pueden resultar relevantes en los tratamientos médicos. [7]

#### 1.0.4 El Desarrollo de un expediente clínico electrónico

Para desarrollar una aplicación con estas características hay una gran cantidad de métodos y tecnologías que podríamos implementar. Ejemplo de ello son los frameworks para el desarrollo web, para poder entender mejor “con el término framework, nos estamos refiriendo a una estructura software compuesta de componentes personalizables e intercambiables para el desarrollo de una aplicación. En otras palabras, un framework se puede considerar como una aplicación genérica incompleta y configurable a la que podemos añadirle las últimas piezas para construir una aplicación concreta.” (Gutiérrez Javier, s.f). Pero para poder comprender aún más como funciona un framework es necesario saber que es el MVC (Modelo – Vista – Controlador).

#### **1.0.4.1 Por qué MVC**

La rama de la ingeniería del software se preocupa por crear procesos que aseguren calidad en los programas que se realizan y esa calidad atiende a diversos parámetros que son deseables para todo desarrollo, como la estructuración de los programas o reutilización del código, lo que debe influir positivamente en la facilidad de desarrollo y el mantenimiento. Los ingenieros del software se dedican a estudiar de qué manera se pueden mejorar los procesos de creación de software y una de las soluciones a las que han llegado es la arquitectura basada en capas que separan el código en función de sus responsabilidades o conceptos. Por tanto, cuando estudiamos MVC lo primero que tenemos que saber es que está ahí para ayudarnos a crear aplicaciones con mayor calidad. [9]

#### **1.0.5 Modelos**

Es la capa donde se trabaja con los datos, por tanto, contendrá mecanismos para acceder a la información y también para actualizar su estado. Los datos los tendremos habitualmente en una base de datos, por lo que en los modelos tendremos todas las funciones que accederán a las tablas y harán los correspondientes selects, updates, inserts, etc. No obstante, cabe mencionar que cuando se trabaja con MVC lo habitual también es utilizar otras librerías como PDO o algún ORM como Doctrine, que nos permiten trabajar con abstracción de bases de datos y persistencia en objetos. Por ello, en vez de usar directamente sentencias SQL, que suelen depender del motor de base de datos con el que se esté trabajando, se utiliza un dialecto de acceso a datos basado en clases y objetos. [9]

#### **1.0.6 Vistas**

Las vistas, como su nombre nos hacen entender, contienen el código de nuestra aplicación que va a producir la visualización de las interfaces de usuario, o sea, el código que nos permitirá renderizar los estados de nuestra aplicación en HTML. En las vistas nada más tenemos los códigos HTML y PHP que nos permite mostrar la salida. En la vista generalmente trabajamos con los datos, sin embargo, no se realiza un acceso directo a éstos. Las vistas requerirán los datos a los modelos y ellas se generará la salida, tal como nuestra aplicación requiera. [9]

### 1.0.7 Controladores

Contiene el código necesario para responder a las acciones que se solicitan en la aplicación, como visualizar un elemento, realizar una compra, una búsqueda de información, etc. En realidad, es una capa que sirve de enlace entre las vistas y los modelos, respondiendo a los mecanismos que puedan requerirse para implementar las necesidades de nuestra aplicación. Sin embargo, su responsabilidad no es manipular directamente datos, ni mostrar ningún tipo de salida, sino servir de enlace entre los modelos y las vistas para implementar las diversas necesidades del desarrollo. [9]

Fig. 8. Diagrama MVC

### 1.0.8 Angular

Framework de desarrollo. Angular es una herramienta de desarrollo creada por Google, cuyo objetivo es facilitar el manejo de grandes proyectos, el paradigma de programación utilizado es orientado a componentes, lo cual hace que cada componente se pueda reutilizar en distintas áreas del proyecto, ahorrando así grandes cantidades de código y por su puesto manejar proyectos de gran tamaño con mayor eficacia. Angular cuenta con una serie de herramientas que la colocan a la altura de los mejores frameworks de desarrollo web y aplicaciones móvil. [13] Ejemplo de ellas:

Fig 9. Logo de Angular

### 1.0.9 TypeScript

Es un superset (superconjunto) de JavaScript de código abierto, el cual está desarrollado por Microsoft. Está diseñado para utilizarse en su desarrollo la programación orientada a objetos(POO). Lo cual ayuda en el manejo de grandes cantidades de código en proyectos con gran escalabilidad. Haciendo de typeScrip un gran aliado al desarrollar en Angular, hoy en día es el lenguaje que mejor interacción tiene con este framework, además cuenta con una vasta documentación.[1]

Fig 10. Logo de TypeScript



### 1.0.10 Bulma

Bulma es un Framework CSS basado en flexbox, además es totalmente responsivo lo cual significa que se adapta el diseño a el tamaño de la pantalla, modular y la documentación es sumamente extensa en su página oficial. Las líneas de diseño de Material Design, propuesta por Google en junio del 2014, son tomadas en Bulma, lo cual tener unas líneas de diseño bien marcadas, facilita a que todo el entorno de la aplicación web sea homogéneo.[11]

Fig 10. Logo de Bulma

### 1.0.11 MySQL

MySQL es la base de datos de código abierto número uno del mundo, es la base de datos número uno para Web y es una excelente base de datos embebida. Más de 3.000 ISVs y OEMs, incluyendo 8 de los 10 mayores, y 17 de los 20 principales proveedores de software de todo el mundo confían en MySQL como base de datos de sus productos. La gran documentación de MySQL la hace una de las bases de datos más utilizadas en el mundo y además cuenta con una gran comunidad lo cual es de gran ayuda para solucionar problemáticas cotidianas al desarrollar aplicaciones web que interactúan con bases de datos relacionales. El software MySQL<sup>TM</sup> ofrece una, multi-threaded, multi-usuario muy rápido, robusto y SQL (Structured Query Language) del servidor de base de datos. Servidor MySQL está diseñado para sistemas de producción de misión crítica, carga pesada, así como para integrarse en software para ser distribuido. [12]

Fig 10. Logo de MySQL

## **2. Trabajo Relacionado**

### **2.1 Expediente Clínico Electrónico – ISSSTEMed**

En el 2007 el Expediente Clínico Electrónico ISSSTEMed es liderado por la Dirección Médica, redireccionando sus funcionalidades, teniendo como objetivo coadyuvar en la conformación de un Sistema de Salud Integrado. Está encaminado a implementar un sistema informático que permita agilizar, mejorar e integrar los procesos médico - administrativos del Instituto en sus tres Niveles de Atención. Fue conceptualizado como un Sistema de Registro Integral de la Atención Médica que recibe el derecho ambiente y que conecta a las diferentes áreas de la Unidad Médica. [8]

#### **2.1.1 Elementos de programación y desarrollo del sistema**

Revisión y mantenimiento de los elementos de programación para garantizar el registro y procesamiento de información de las unidades médicas en operación y de nueva incorporación [8]

#### **2.1.2 Aplicación**

Fortalecimiento en la intercomunicación con otros sistemas (Afiliación y Vigencia, Abasto de Medicamentos y Cita Médica Telefónica e Internet.

### 2.1.3 Acciones de mejora Fortalecimiento de la infraestructura tecnológica

- Diagnóstico de la red de telecomunicaciones.
- Reforzamiento de la red de telecomunicaciones.
- Liberación de anchos de banda conforme al programa de despliegue.
- Asegurar la alta disponibilidad del DATA CENTER.
- Migración de la nueva versión a la infraestructura de servidores con mayor capacidad.

2.1.3

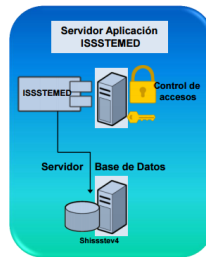


Figura 2.1: Servidor Aplicación ISSTEMED. (ISSSTE, 2010).

### 2.1.4 Unidades implantadas

TABLA 1. Tabla de capacitaciones de servidores públicos. [8]

## 2.2 Virtualmedik

### 2.2.1 Expediente Clínico Electrónico

Permite asegurar que los pacientes reciba Expediente Clínico Electrónico el más oportuno, conveniente y eficiente cuidado de la salud, además mejora la productividad de los profesionales de la medicina. [6]

## 2.2.2 Características

Virtumedik es una aplicación que permite al médico organizar fácilmente toda la información clínica de sus pacientes a través de prácticamente de cualquier dispositivo con conexión a internet. Diseño limpio: Interfaz adaptada al uso común de los médicos. Accesible en todo lugar: Ten facilidad de movimiento y mejor servicio a tus pacientes. Amigable y sencilla de usar: La curva de aprendizaje del ECE es corta y los beneficios enormes. Cumple con la NOM 024, Ten todo en regla y listo para usarse de manera legal y correcta desde el primer momento. 100% Confidencial: Tu información y la de tus pacientes está protegida por estándares internacionales de seguridad informática. Agenda Multiconsultorio: Porque sabemos cómo es el trabajo de los profesionales de la salud, el multiconsultorio es un plus necesario.[6]

## 2.2.3 Descarga de la aplicación:

- En su unica version para iPad. 2.2.3

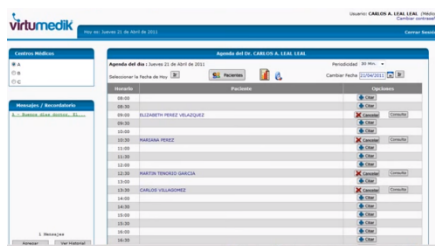


Figura 2.2: Interface de virtualmedik (www.virtualmedik.com, S.F).

## 2.3 MediSel

Empresa mexicana creada en el año 2001, dedicada al desarrollo de soluciones tecnológicas para el área médica. Ofrecemos el servicio de Expediente Clínico Electrónico totalmente en la nube desde el año 2007. En el mes de junio del año 2012, participaron en el proceso de revisión ante la secretaría de Salud Federal, validando el cumplimiento de la NOM-004-SSA3-2012. Actualmente el servicio es usado por más de 1,500 médicos de toda la república mexicana [6]

### 2.3.1 Características

Importa con un clic los signos vitales que el asistente o enfermera le tomó al paciente. Reciba alertas de interacciones medicamentosas y alergias. Reportes estadísticos de los pacientes con algún diagnóstico o tratamiento. La red de 30 servidores MediSel, distribuidos en centros de datos en San Antonio, California, Florida y Virginia le garantizan el 100% de confiabilidad y disponibilidad de la información. Por ser un sistema totalmente en la nube, MediSel puede ser configurado para trabajar en diferentes esquemas de trabajo, sin que el médico o administrador de la clínica o centro de atención médica tenga que invertir en procesos de implementación del sistema, servidores locales, ni personal técnico [6] Dra. Gabriela Villarreal Levy, Ex Directora del Proyecto Nacional del Expediente Clínico Electrónico 2007-2011 de la Secretaría de Salud Federal.

### 2.3.2 Esquemas de trabajo en los que puede ser configurado MediSel

#### 2.3.2.1 Un consultorio médico.

Este es el modo básico de trabajo, el médico y su asistente. La asistente con sus credenciales colabora en la administración de la información, teniendo un acceso limitado a los módulos del sistema. El médico desde cualquier dispositivo con acceso a Internet, accede al sistema, estando físicamente en el consultorio, o en una ubicación remota.[14] 2.3.2.1



Figura 2.3: Un consultorio medico

### 2.3.2.2 Varios consultorios médicos.

El médico puede crear sin costo alguno todas las cuentas que necesite para sus asistentes. Este esquema es muy común para médicos que tienen más de una asistente en el mismo consultorio o varias asistentes en diferentes consultorios. Por ejemplo, el médico puede dar consultas lunes y miércoles en el consultorio de un hospital y martes, jueves y viernes dar consultas en otro consultorio. En ambos consultorios que pueden estar físicamente muy distantes, las asistentes colaboran administrando la misma agenda de citas y el registro de pacientes [14] 2.3.2.2

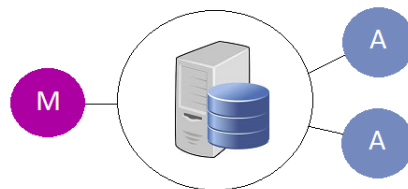


Figura 2.4: Varios consultorios médicos.

### 2.3.2.3 Clínica o Centro de Atención Médica.

Este esquema aplica para una clínica o centro de atención médica donde el expediente clínico del paciente se comparte entre varios médicos. También aplica para grupos de médicos que físicamente se encuentran distantes pero que comparten los mismos pacientes. Para esta configuración se crean usuarios con permisos especiales que administran todos los usuarios del grupo a través de la plataforma de administración para grupos. [14] 2.3.2.3

### 2.3.2.4 Red estatal o nacional de salud.

MediSel puede ser configurado para redes de salud médica a nivel estatal o nacional, donde se pueden integrar clínicas o centros de atención médica. La información estadística generada por todos los integrantes de la red puede ser consolidada y consultada en tiempo real. [14]

Figura 6. Red estatal o nacional de Salud.

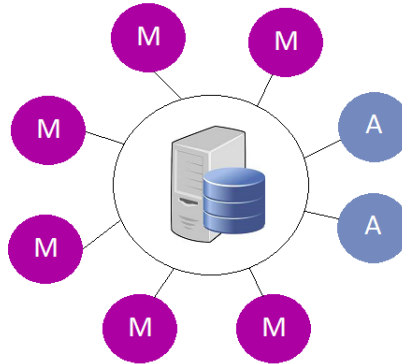


Figura 2.5: Clínica o Centro de Atención Médica.

## 2.4 Elex

Es un software orientado a MEDICOS, odontólogos, psicólogos, centros médicos, consultorios particulares. Este software contiene módulos de gestión para el manejo de todos los apartados de las historias clínicas, además de directorio, herramientas como calculadora, enlace a páginas de interés de ciencias de la salud, presupuestos, estadísticas, etc.[5]

El sistema corre en un servidor dedicado y tiene acceso por internet para darle la portabilidad necesaria y lo pueda usar desde cualquier parte del mundo.

### 2.4.0.1 Características:

- Permite introducir usuarios y contraseñas.
- Identificaciones de pacientes con foto.
- Permite agregar fotografía clínica a los historiales.
- Manejo e impresión de recetas.
- Reporte de historiales.
- Agenda de citas.

Base de datos anexa para guardar los fármacos que más usa Los datos de fármacos pueden ser utilizadas para impresión de recetas Búsquedas fáciles pero poderosas en todos los datos

Copia de respaldo automática Archivo de ayuda disponible Cumple con la norma NOM-168-SSA1-1998 NOM-024-SSA3-2010 (expedientes clínicos electrónicos) \*En Acreditación. [5]

#### **2.4.1 Ventajas:**

- Flexibilidad: Requiere los mínimos conocimientos de computación.
- Seguridad: Únicamente los usuarios registrados pueden tener acceso.
- Cuenta con el debido protocolo de ingreso a la aplicación.
- Velocidad: Economiza el tiempo de búsqueda del expediente tradicional.
- Almacenaje: Compuesto de una base de datos electrónica capaz de almacenar una enorme cantidad de información más que sistemas tradicionales.
- Accesibilidad: Nos permite tener acceso a la información del paciente en el momento deseado. [5]

#### **2.4.2 Beneficios:**

- Incremento en la productividad.
- Reducción de costos.
- Prevención de errores en diagnósticos.
- Información centralizada.
- Seguridad de la información.
- Mayor calidad en la atención al paciente.
- Expediente clínico ordenado y legible.
- Accesibilidad a la información. [5]



## 2.5 Medyca

Es uno de los principales Centros médicos, con una organización ágil que se identifica por su alto compromiso en la prestación de salud integral, personalizado, con sentido ético y calidez humana, superando en todo momento sus expectativas de servicio, calidad y mejoramiento continuo siempre a la vanguardia. [10] Cuenta con una de las más avanzadas tecnologías médicas, el Expediente Clínico Electrónico Medyca está a la vanguardia en el desarrollo e implementación del sistema informático para el intercambio de información clínica con la creación del Expediente Clínico Electrónico. Esta avanzada tecnología nos permite contar con el historial médico de cada paciente compartida al instante, cumpliendo con los principios de disponibilidad, integridad y confidencialidad, de acuerdo a la normatividad vigente. [10] Cuando un paciente se atiende, forzosamente genera información clínica importante para su historial. Antes esa información se imprimía y se archivaba en un folder, la cual permanecía en las instalaciones donde recibió dicha atención. Ahora mediante el Expediente Clínico Electrónico se podrá brindar información más completa a los médicos en sus diferentes especialidades y habilitar la comunicación al instante entre distintas instalaciones, pudiendo conocer la información clínica del paciente desde el cualquier unidad de atención, hospital o inclusive de diferente ciudad, las 24 horas del día cualquier día de la semana. [10]

### 2.5.1 El Expediente Clínico Electrónico del paciente, interactúa también con sistemas como los de:

- Laboratorio
- Patología
- Radiología
- Farmacia y Hospitales

De tal manera que la solicitud de estudios llegue vía electrónica y los resultados se integren de inmediato al expediente, o de la Farmacia de modo que se prepare anticipadamente el surtido de la receta, imprimiendo a la vez etiquetas con las indicaciones de cada medicamento para evitar confusiones al paciente. Así como disponer en los Hospitales toda la información médica importante del paciente para la toma de decisiones tanto diagnosticas como terapéuticas. [10]

Figura 7. Interface del Expediente Clínico Electrónico Medyca.

### 3. Propuesta

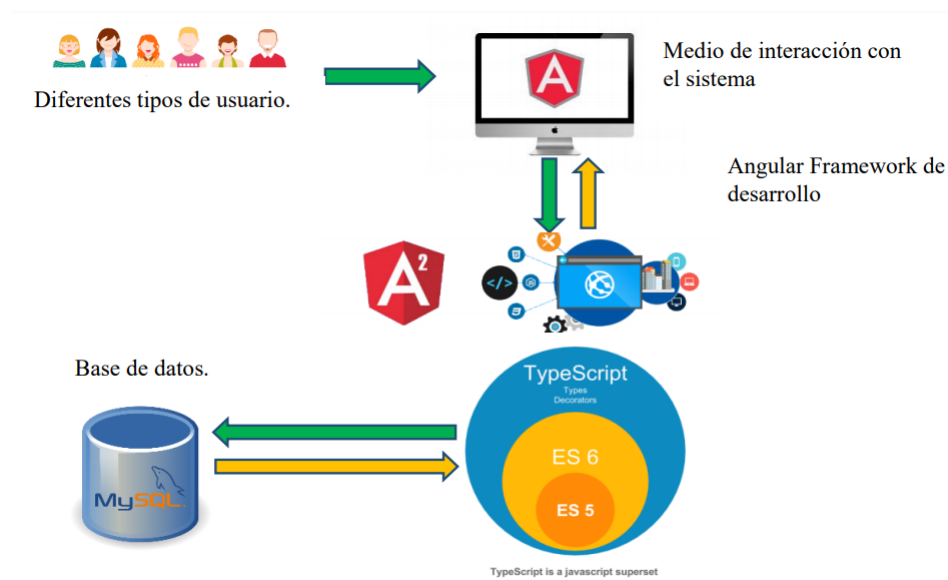


Figura 3.1: Propuesta técnica de proyecto.

#### 3.1 Angular

Angular es un Framework desarrollado por los ingenieros de Google, el cual está basado en programación por componentes, los cuales son muy útiles ya que ayudan a reducir grandes

cantidades de código reutilizando los componentes en todo el proyecto, pudiendo así tener un mejor control de proyectos de gran escalabilidad. El desarrollo de este sistema tendrá un gran reto que será justamente el control y seguridad de los datos de los pacientes, por ello se decidió utilizar Angular, el cual es un framework muy maduro y con una enorme comunidad que contribuye a su desarrollo. Cuenta con una documentación muy vasta, facilitando así un mejor y óptimo desarrollo, ahorrando tiempo, esfuerzo y además es fácil su despliegue en los servidores. [13]

## 3.2 Bulma

Bulma un framework CSS basado en Flexbox. Una hoja de estilos con diseños predefinidos, basándose en las líneas de diseño propuestas por Google en Material Design. Ocuparemos de Bulma en el proyecto para el desarrollo de las vistas que interactuaran con el usuario final, teniendo esta una interfaz más agradable y amigable, además como las líneas de diseño están predefinidas, nos ahorraremos mucho tiempo y su interacción con el framework es muy buena. [11]

## 3.3 Mysql

Base de datos relacional de código abierto, el cual se trabaja con SQL (Structured Query Language). El utilizar MySql en el proyecto se debe a que es uno de los mejores gestores con mejor rendimiento, los bajos requisitos para poder ejecutarse, la facilidad de configuración, gran compatibilidad con muchos sistemas operativos, además es uno de los más seguros y la interacción con Angular es fantástica. [12]

## 3.4 Typescript

Es un superset de javascript el cual funciona muy bien con proyectos de gran tamaño, la característica principal del typescript es que reduce significativamente el tamaño del código y lo vuelve a este mucho más comprensible y es el lenguaje que Angular ha adoptado en su esquema de desarrollo.

### 3.4.1 ¿Qué es un superset?

Se trata de un lenguaje escrito sobre otro lenguaje. En este caso Typescript es eso, un lenguaje basado en el original, ofreciéndonos grandes beneficios como el descrito anteriormente, aunque existen otros beneficios. Por ejemplo, mientras otros superset de JavaScript nos alejan del código original, Typescript, por el contrario, es muy similar a Javascript y a C gracias a que su creador posee conocimientos de ambos lenguajes [1]

## 4. impacto

Según estimaciones oficiales, la aplicación del ECE podría representar el ahorro de 38 mil millones de pesos para el sistema de salud, debido a que se contrarrestarían posibles negligencias médicas, retrasos en la atención, cirugías, robo y desperdicio de medicamento, entre otros. Esto debido a que la falta de información clínica retrasa la atención y puede ser la causa de errores médicos. Esta evolución tecnológica permitirá aumentar la productividad en 20 por ciento; reducir los tiempos y días de espera para consultar en 60 por ciento y ahorros de hasta el 80 por ciento en papelería; reducir los tiempos para cirugía que llegan a ser de hasta 62 días, así como disminuir el desperdicio de medicamento. Además de colocar a México a la altura de otros países que ya implementan este mecanismo. Manual del Expediente Clínico Electrónico. Dirección General de Información en Salud. Secretaría de Salud. México, 2011. Pacientes con estabilidad respiratoria, hemodinámica y neurológica, el tiempo de espera máximo debe ser de 60 minutos; y verde, pacientes con estabilidad respiratoria, hemodinámica y neurológica, con aspecto saludable y sin riesgo evidente de complicaciones, el tiempo de espera es de hasta cuatro horas. (Chiapas, 2017) La implementación de un expediente clínico en el estado de Chiapas representaría un gran ahorro económico, tiempo y así como agilizar la atención de cada uno de los pacientes. Actualmente el tiempo de espera para los pacientes en los hospitales llega a ser de cuatro horas, siendo este demasiado tiempo, el cual las personas pudiesen ocupar para realizar sus actividades económicas ya que en el estado un gran porcentaje de la población vive al día con lo poco que gana durante una jornada laboral, siendo esta de una ganancia no estable. Se espera reducir el tiempo

de espera en un 80% con el expediente clínico electrónico. El impacto Tecnológico principal del proyecto será que se desarrolle a las necesidades de la secretaria de salud del estado de Chiapas, siendo una de estas que funcione de manera online y offline, además que pueda contar con una gran escalabilidad ya que es pensado para manejar grandes cantidades de información, datos estadísticos y por supuesto con la mayor seguridad posible. Con ello se pretende eliminar en su mayoría la duplicidad de los datos o la pérdida de los mismos. Además, se ayudará a aplicar acciones preventivas en la población. Se tendrá un acceso más rápido a la información para la ayuda de investigaciones y desarrollo de la salud en el estado.

## 5. Cronograma de actividades

Protocolo de investigación																
Cronograma de actividades de 7º semestre																
Actividades	Enero-junio 2017															
	marzo				abril				mayo				junio			
	semanas															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Búsqueda del proyecto																
Elegir el asesor y proyecto de investigación																
Definición del proyecto																
Definición del objetivo general																
Primera Entrevista																
Investigar antecedentes																
Definir el planteamiento del problema																
Desarrollar una hipótesis																
Definir los objetivos específicos																
Crear una justificación																
Primera revisión																
Realizar el estado del arte																
Definir la propuesta técnica del proyecto																
Especificar el impacto social o tecnológico																
Realizar el cronograma de actividades																
Plasmar el marco teórico																
Entregar protocolo de investigación																
Espera de resultados																

Figura 5.1: Cronograma de actividades

Análisis y Diseño																
Cronograma de actividades de 8º semestre																
Actividades	Agosto-diciembre 2017															
	agosto				septiembre				octubre				noviembre			
	semanas															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Corrección de errores del protocolo																
Elegir metodología																
Planeación del segundo incremento																
Análisis de información																
Diseño de las actividades de aplicación																
Diseño de interfaz																
Desarrollo del funcionamiento																
Pruebas																
Validación																

Figura 5.2: Propuesta de cronograma para octavo y noveno semestre

Análisis y Diseño																	
Cronograma de actividades de 9º semestre																	
Actividades	Enero-junio 2018																
	enero				febrero				marzo				abril		mayo		junio
	Semanas																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
Implementación de la Metodología Elegida en Taller de Investigación 1																	
Diseñar la base de conocimientos																	
Implementar la base de conocimientos																	
Analizar la información																	
Desarrollar la herramienta para identificar patrones para el sistema experto																	
Realizar la programación del lenguaje artificial en el sistema experto																	
Validación																	
Implementar el sistema																	
Validación																	

Figura 5.3:



# Referencias

- [1] DevCode Blog. Las 10 razones principales para usar mysql como base de datos integrada. <https://www.mysql.com/why-mysql/white-papers/las-10-razones-principales-para-usar-mysql-como-base-de-datos-integrada/>, 2017. [May 18].
- [2] Gracia Daniela. *The Definition of “Meaningful Use”. HIPAA*. PhD thesis, Journal of Healthcare Compliance., Ago 6 2014.
- [3] Secretaría de Salud. *Manual del Expediente Clínico Electrónico*. Dirección General de Información en Salud., Mexico, 2009.
- [4] Secretaría de Salud Subsecretaría de Integración y Desarrollo del Sector Salud Dirección General de Información en Salud. *Manual del Expediente Clínico Electrónico*. PhD thesis, 2011.
- [5] Elex. *Elex Expediente Clínico Electronico*. PhD thesis, Ene 2010.
- [6] Villareal G. *Expediente Clínico Electronico*. PhD thesis, Jun 2007.
- [7] R. Martínez Campos. H. Vázquez Leal. *Manual del Expediente Clínico Electrónico*. Dirección General de Información en Salud., Mexico, Jun 28 2011.
- [8] ISSTE. *Experiencias en la Implementación y Despliegue del Expediente Clínico Electrónico-ISSSTEMed*. PhD thesis, 2011.
- [9] Gutiérrez Javier. Expedientes. [http://www.lsi.us.es/~javierj/investigacion\\_ficheros/Framework.pdf](http://www.lsi.us.es/~javierj/investigacion_ficheros/Framework.pdf), 2012. [Dic 8].
- [10] Medisel. Medica y expediente clinico electronico. 28(4), 2011.
- [11] Alarcón-Gómez M.G. y R. Lozano-Ascencio Merino-Juárez, M.F. Css. [online] available. <https://developer.mozilla.org/es/docs/Web/CSS>, 2017. [Abr].
- [12] MySQL. ¿qué es typescript?. <https://devcode.la/blog/que-es-typescript/>, 2017. [May 6].

- [13] Mozilla Developer Network. Habased health accounts in 13 oecd countries: Country study. mexico. ocde physician micro systems, inc. the mozilla developer network. <https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Web/HTML>, 2017. [Abr 5].
- [14] S.A. *Expediente Clínico Electronico*. PhD thesis, Mar 2013.

# Apéndice A. Observaciones Resueltas

## A.1 Observaciones del Asesor: Dr. Jesus Carlos Sánchez Gúzman

### A.1.1 Observaciones realizadas

Las observaciones que el asesor comentó dentro del Foro No. 9 de Ing. Sistemas son:

- Objetivos específicos escuetos, deben ser más "específicos" Por ejemplo: Reducir el tiempo de recolección de datos, de quien, quien es el que espera, el paciente o el médico, hay que trabajar más en ello.
- En la justificación dice "Con el sistema de Expediente Clínico Electrónico reduciremos un 60% el tiempo de recolección de datos", eso NO se plantea como un objetivo, su justificación es muy escueta y hay una justificación tan amplia que se podría sacar un libro de ello.
- Tus objetivos generales no se desglosan del objetivo general.

### **A.1.2 Correcciones realizadas**

Las correcciones hechas al documento son:

- Con las observaciones vistas por el asesor, se decidió cambiar ciertos objetivos y ser mas específicos en ello, el cuál puede verse en la sección 0.4.2.
- Con la revisión de la justificación, se decidió reemplazar toda la justificación.0.5

## **A.2 Observaciones del Revisor 01: Dra. María Candelaria Gutiérrez Gómez**

### **A.2.1 Observaciones realizadas**

- Considerar que algunos objetivos específicos descritos en el trabajo son los beneficios que apoyan la justificación que presentan. ¿Habrá un objetivo específico que apoye el logro del objetivo general?. De acuerdo con García Córdoba (2007), en el caso de la investigación tecnológica, los objetivos específicos establecen lo que se tendría que lograr de manera específica para cumplir con el objetivo general que dice "Desarrollar sistema de expediente clínico...".

### **A.2.2 Correcciones realizadas**

- Se realizaron los cambios solicitados por el revisor. 0.4.2

## **A.3 Observaciones del Revisor 02: M.C.A Imelda Valles López**

### **A.3.1 Observaciones realizadas**

- Objetivos específicos son las actividades tuyas que se van a permitir cumplir con el objetivo general.
- Justificar todas las características de la propuesta.

### **A.3.2 Correcciones realizadas**

- Se realizaron las correcciones adecuadas solicitadas. 0.4.1
- Se justificó todas las características de la propuesta técnica. ??

# Apéndice B. Varios

## B.1 Insertar Imágenes

Para insertar imágenes puedes ver la página [https://www.sharelatex.com/learn/Inserting\\_Images#/Captioning.2C\\_labelling\\_and\\_referencing](https://www.sharelatex.com/learn/Inserting_Images#/Captioning.2C_labelling_and_referencing).

Acá te muestro un pequeño ejemplo de la Figura B.1:

Figura B.1: A very nice logo of ITTG