

# Guía de modelo de procesos de calidad para el desarrollo de proyectos de software

José Aguirre, Martín Cano, María Rodríguez, Eduardo Huerta y Mario Hernández

J. Aguirre, M. Cano, M. Rodríguez, E. Huerta, M. Hernández.

Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato, Carretera Valle de Santiago-Huamimaro Kilómetro 1.2, 20 de Noviembre, 38400 Valle de Santiago, Guanajuato  
jaaguirre@utsoe.edu.mx

M. Ramos., V. Aguilera., (eds.). Ciencias Multidisciplinarias, Proceeding -©ECORFAN- Valle de Santiago, Guanajuato, 2014.

## Abstract

The creation of a Quality Processes Model was proposed for the software projects development in order to provide a standardized framework for the development of software projects.

In this paper a new Quality Processes Model for the Software Projects Development is established, this model is based on national and international rules and standards: NMX-I-059-NYCE-2011, ISO29110 and tested methodologies Personal Software Process / Team Software Process (PSP/TSP).

Through the review of all the processes that make up the development of a software project from its beginning to the end, a practical and user-friendly guide is created to learn each stage of the project under development.

In the implementation stage the Quality Processes Model was applied to a real use case of software development called "CRM Beta", from there, opportunity areas were identified in the Processes Model and the solution for them is shown altogether.

Once the proposed suggestions were analyzed, and applied the proper changes, the documentation of the Quality Processes Model for the Software Projects Development to the obtained results were delivered to the ICT Principal's Office including as well the corresponding implementation in a use case.

## Introducción

Actualmente es importante ofrecer productos de alta calidad en un mercado mundial tan competido, donde a través de estándares, modelos y conjuntos de buenas prácticas se garantiza de forma objetiva y cuantitativa que un producto o servicio es de calidad.

El desarrollo de proyectos de software no está exento de tal comportamiento, por lo cual es importante diseñar y crear sistemas de software de alta calidad y excelente funcionalidad.

En la Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato se tiene la carrera de Ingeniería en Tecnologías de Información y Comunicación, en la cual se desarrollan proyectos de software por alumnos y profesores, sin contar con una metodología que los guíe en el proceso de creación del mismo y así asegurar que el sistema es de calidad.

Comprometidos con el desarrollo de la institución se ha de llevar a cabo un proyecto que genere un modelo de procesos de calidad para el desarrollo de proyectos de software que garantice que los proyectos de desarrollo de software generados en el interior de la Institución sean de gran calidad y susceptibles de certificación, logrando con ello establecer un marco de trabajo para desarrollo de software de acuerdo a normas y estándares nacionales e internacionales.

## 2. Materiales y métodos

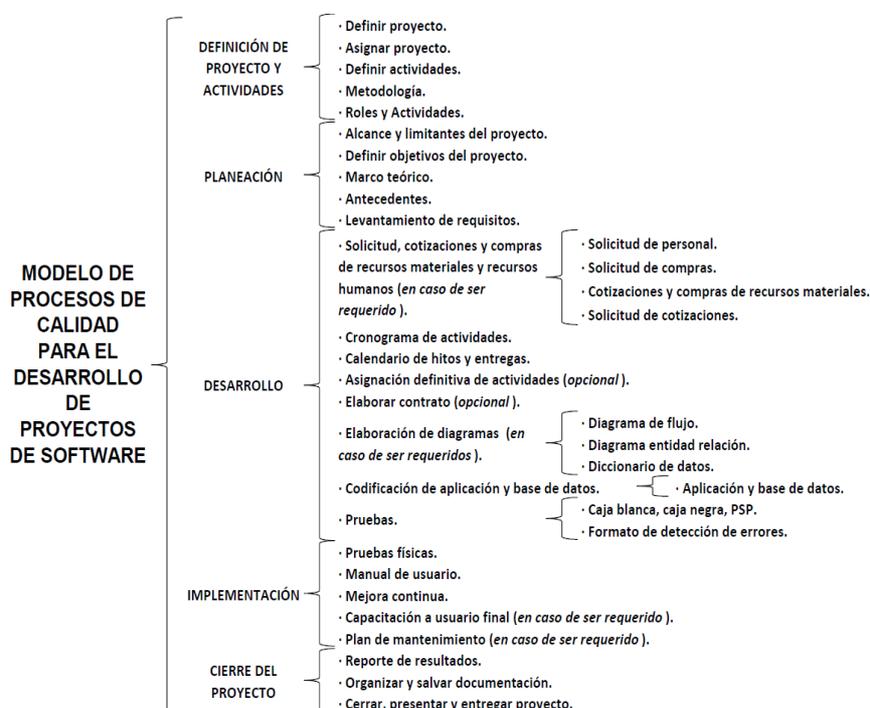
1. Determinar procesos para la gestión del proyecto de software.
2. Determinar procesos para la gestión del ciclo de vida del desarrollo de software.
3. Determinar las métricas a establecer.
4. Establecer la documentación a generar en cada proyecto de desarrollo de software.
5. Realizar el modelo de calidad.

6. Integrar a la currícula de la carrera para que los diseños al interior de la universidad tengan como base buenas prácticas de programación y documentación de los proyectos a realizar.
7. Aplicar el Modelo de Procesos de Calidad para el Desarrollo de Proyectos de Software en un caso de uso real seleccionado.

## 2.1. Resultados y discusión

Antes de aplicar el modelo de calidad en un caso práctico se realizó una encuesta a los desarrolladores del proyecto con el fin de conocer las expectativas de los mismos. En cuanto a los formatos que se diseñaron para el modelo de calidad, los sujetos de prueba indicaron que era necesario dar instrucciones más precisas para su aplicación, por lo cual se agregó una descripción más detallada antes de cada uno. La premisa del presente modelo de procesos es facilitar al alumno la realización de proyectos de software al interior de la Universidad, aunque el proyecto original era para desarrollos exteriores, desde el inicio y hasta la conclusión del mismo pasando por todas sus etapas, con calidad y un alto sentido de coherencia entre ellas. Atendiendo a lo anterior y con el propósito de brindar una guía práctica y fácil de utilizar se entregó el modelo de procesos y se dio por terminado el desarrollo del mismo.

**Figura 2** Cuadro Sinóptico del Modelo de Procesos de Calidad para el Desarrollo de Proyectos de Software TIC – UTSOE



## 2.2. Modelo de procesos de calidad para el desarrollo de proyectos de software

Definición de proyecto y actividades

### Definir proyecto

Un proyecto es la elaboración de varias actividades sobre un plan a realizar el cual llevara varias tareas que deberán cumplirse en un determinado tiempo de acuerdo a lo que se indique en el cronograma.

## **Asignar proyecto**

Consiste en definir cuál es el proyecto a realizar con la ayuda de una metodología e identificar los componentes que intervienen en el proyecto y realizar cada una de las fases, actividades, recursos, costes, duraciones, etc.

## **Definir actividades**

Las tareas son actividades a realizar las cuales se programan con una fecha de inicio y termino para que no se excedan en tiempo propuesto.

## **Metodología**

La metodología es el ciclo de vida del proyecto en el cual se establecerá estrategias para controlar la complejidad del proyecto y los riesgos, y en el desarrollo del sistema.

## **Roles y Actividades**

### **Rol**

Es el papel que se le asigna a una persona dentro de un proyecto, algunos de estos son:

- Administrador: Director o encargado del proyecto.
- Diseñador: Elaborador del diseño del software.
- Analista: Analiza cada punto que se elabora en el proyecto que todo esté de acuerdo con el cronograma.
- Programador: Elaborador del programa desde la interfaz y la codificación.
- Tester: Es quien prueba el sistema para observar el funcionamiento del software y al mismo tiempo identificar errores y proponer mejoras.

### **Actividades**

Es el conjunto de tareas que se llevan a cabo para cumplir las metas de un programa.

### **Planeación**

Planear es proyectar un futuro deseado y los medios efectivos para conseguirlo (organizar, controlar, coordinar y dirigir el personal de la empresa).

La planeación es la imagen de lo que quiere realizarse, agrega decisiones importantes como establecimiento de políticas objetivos redacción de programas, definición de métodos específicos, procedimiento y establecimiento de los roles de trabajo. Trata de identificar acciones a través de una secuencia de toma de decisiones, para proyectar un futuro deseado y los medios para lograrlo.

### **Alcance y limitantes del proyecto**

Los “Alcances y Limitaciones” en un proyecto de investigación se redactan en la justificación del proyecto.

Los alcances nos indican con precisión qué se puede esperar o lo que alcanzaremos en la investigación. Las Limitaciones indican qué puntos están fuera del proyecto (las “limitaciones” no se refieren a las conflictos que se generan al realizar el proyecto, sino a los “límites” o fronteras hasta donde llegan la investigación, siempre por referencia a los objetivos).

### **Definir objetivos del proyecto**

Los objetivos son lo que sustenta el proyecto a realizar crear un objetivo te permite tener una visión concreta y clara de lo que se tendrá que hacer, los objetivos deben ser realistas y concordar con lo que tienen en mente conseguir al finalizar el proyecto.

Para crear un objetivo se debe pensar en el para qué voy a hacer el proyecto, es decir para qué va a servir, con eso inicia la redacción luego: con qué, cómo, dónde y cuándo lo voy a hacer. Se redacta en infinitivo.

### **Marco teórico**

“Marco teórico es la recopilación de información que se va a utilizar para resolver una hipótesis” En otras palabras es el análisis de las teorías, antecedentes e investigaciones en general, con el objetivo de generar una perspectiva de la tesis.

El propósito de desarrollar un marco teórico es visualizar nuestro problema dentro de un conjunto de conocimientos que nos ofrezca una visión de los conceptos y términos que se utilizaran con el fin de no obstaculizar al lector, así mismo orientarlo es su búsqueda, todo esto con el objetivo de evitar repeticiones de investigaciones.

### **Antecedentes**

Se refiere a los estudios previos relacionados con el problema planteado, es decir, investigaciones realizadas anteriormente y que tienen alguna vinculación con el problema que se esté estudiando.

Los antecedentes suelen confundirse con la historia del objeto estudiado.

En este punto se deben señalar, a los autores y el año en que se realizaron los estudios, los objetivos y principales hallazgos de estos.

Los antecedentes conforman elementos teóricos, éstos pueden excederse a los objetivos, ya que su búsqueda es una de las primeras actividades que debe realizar el responsable del proyecto, lo que le permitirá precisar el objeto de estudio y por consiguiente los propósitos de la investigación.

### **Levantamiento de requisitos**

Es la fase de arranque de todo proyecto de desarrollo de software ya que a través de entrevistas, lluvia de ideas, encuestas y entrevistas se conoce y entiende el problema de la empresa para así poder brindar alternativas de solución no obstante se definirá el alcance que llegara a tener la solución propuesta hacia el negocio considerando los recursos de la organización.

Para poder emprender una solución, el mismo negocio debe de conocer sus necesidades por las cuales se implementara el software para así resolver sus insuficiencias.

Nota: Para llevar el levantamiento de requerimientos se debe de colaborar en equipo para evitar riesgos de omisión por malos entendidos.

### **2.3. Desarrollo**

Solicitud, cotizaciones y compras de recursos materiales y solicitud de recursos humanos.

#### **Solicitud de personal**

Búsqueda de candidatos requeridos en una organización para cubrir un puesto laboral que cumpla con las características necesarias para el puesto a desempeñar.

Pasos para la elección de personal eficiente.

1. Definir el puesto.
2. Establecer las condiciones salariales.
3. Anuncia la búsqueda en distintos tipos de medios.
4. Realiza el proceso de selección.
5. Conoce a tus candidatos (entrevistas).
6. Determina el grado de interés del candidato. El objetivo es dar a conocer lo que se ofrece y lo que se espera del trabajador para corroborar si su interés en el puesto es genuino.
7. Averigua sus antecedentes
8. Prueba con una entrevista técnica. Este tipo de prueba solo se realiza a candidatos que son considerados a contratar.
9. Toma una decisión

#### **Solicitud de compras**

La persona encarga de realizar las compras debe de recibir una solicitud de compras sin la cual no puede iniciar ningún trámite, esto evita realizar compras cuando no es necesario, la compra debe de ser realizada por el encargado del proyecto.

**Tabla 2** Solicitud de compras

Proyecto:			
Cliente:			
Dirección:			
Fecha:			
Encargado proyecto:			
Código	Producto	Cantidad	requerido de entrega
_____			

Fuente: Elaboración propia

**Cotizaciones y compras de recursos materiales**

Para mantener un óptimo control de compras que se efectúan en una empresa se debe contar con precios accesibles al margen de la compañía que no dañen la economía de la empresa, por ende es indispensable mantener un adecuado control en los precios de los productos que ofrecen los proveedores, teniendo al día la información de los cambios de los productos que se pretendan adquirir, todo ello por medio de las cotizaciones a proveedor para así adquirir solo los productos que son requeridos y necesarios. No obstante también se debe tener cuidado en no caer en un manejo excesivo de papelería o en trámites que entorpezcan la operación del negocio.

**Solicitud de cotizaciones**

Para realizar una solicitud de cotizaciones a proveedor se debe tener en cuenta al proveedor que ofrezca los mejores precios y condiciones a la empresa, para ello se efectúa una investigación con varios proveedores potenciales y posteriormente se elige al más conveniente.

Para llevar un registro de los proveedores el encargado de compras debe enviar una solicitud de cotizaciones a proveedores.

**Cronograma de actividades**

Herramienta muy importante que incluye una lista de actividades o tareas que incluyen las fechas de inicio y término de un proyecto distribuyendo un tiempo específico para cada tarea (algunas tareas pueden coincidir en el tiempo de realización).

**Figura 2.1****Cronograma de Actividades**

Nombre del proyecto: \_\_\_\_\_

Integrantes del proyecto: \_\_\_\_\_

Líder del proyecto: \_\_\_\_\_ Fecha : \_\_\_\_\_

	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana ...
<b>DEFINICIÓN DE PROYECTO Y ACTIVIDADES</b>					
Definir proyecto.					
Asignar proyecto.					
Definir actividades.					
Metodología.					
Roles y Actividades.					
<b>PLANEACIÓN</b>					
Alcance y limitantes del proyecto.					
Definir objetivos del proyecto.					
Marco teórico.					
Antecedentes.					
Levantamiento de requisitos.					
<b>DESARROLLO</b>					
Solicitud, cotizaciones y compras de recursos materiales y recursos humanos.					
Cronograma de actividades.					
Calendario de hitos y entregas.					
Asignación definitiva de actividades.					
Elaborar contrato.					
Elaboración de diagramas.					
Codificación de aplicación y base de datos.					
Pruebas.					
<b>IMPLEMENTACIÓN</b>					
Pruebas físicas.					
Manual de usuario.					
Mejora continua.					
Capacitación a usuario final.					
Plan de mantenimiento.					
<b>CIERRE DEL PROYECTO</b>					
Reporte de resultados.					
Organizar y salvar documentación.					
Cerrar, presentar y entregar proyecto.					

Calendario de hitos y entregas.

**Hito.**

Es una etapa importante dentro del desarrollo del proyecto ya que se utiliza para medir el avance que se ha obtenido dentro del proyecto en fechas determinadas de revisión de los avances.

Establece los plazos de realización de las actividades y tareas del proyecto, las fechas en que se producirán las entregas y aquellas en las que deben de recibirse los productos adquiridos y los trabajos encargados a terceros. Así mismo se establecen hitos o puntos de control precisos para la gestión y seguimiento del desarrollo del proyecto.

### **2.3.1. Asignación definitiva de Actividades.**

El objetivo de esta actividad es la asignación final de tareas y roles de los miembros del equipo del proyecto, documentando los datos necesarios para su control evitando así cambios en el trayecto de vida del proyecto. El punto importante de asignación de un rol es con el propósito de que los proyectos, tareas o trabajos a realizar se logren pero de forma eficiente, con calidad y sobre todo con tiempo, reuniendo siempre las características más pertinentes al objetivo.

#### **Elaborar contrato.**

El contrato es un documento en el cual se manifiestan las obligaciones y derechos de los interesados para llevar a cabo una labor impartiendo un compromiso que será de utilidad para las personas en cuestión y formalicen así un beneficio que deberá cumplirse según lo estipulado en el contrato.

#### **Elaboración de diagramas.**

##### **Diagrama de Flujo.**

Es la representación gráfica de un algoritmo, el cual muestra gráficamente los pasos a seguir para alcanzar una solución de un problema.

Es necesario llevar una correcta construcción ya que en base a ello se escribirá un programa en algún lenguaje de programación. Si el diagrama de flujo es correcto el paso al lenguaje de programación será simple y directo.

El Diagrama de Flujo muestra el sistema como una red de procesos funcionales conectados entre sí por "Tuberías" y "Depósitos" de datos que permite describir el movimiento de los datos a través del Sistema. Este describirá: Lugares de Origen y Destino de los datos, Transformaciones a las que son sometidos los datos, Lugares en los que se almacenan los datos dentro del sistema, Los canales por donde los datos circulan.

##### **Diagrama Entidad Relación.**

Es un modelo de datos basados en conocimiento del mundo real que consiste en un conjunto de objetos básicos llamados entidades y relaciones entre objetos, implementándose en una forma gráfica a través de diagrama.

Representa la realidad a través de un esquema gráfico empleando los términos de Entidades, que son objetos que existen y son los elementos principales que se identifican en el problema a resolver con el diagramado y se distinguen de otros por sus Atributos, el enlace que rige la unión de las entidades está representada por la relación del modelo.

Las entidades son los objetos del cual se recoge información de interés de cara a la base de datos. La relación se trata de la asociación de dos o más entidades a cada relación se le asignan un campo único para poder identificarse y así saber cuál es su función dentro del modelo E-R.

Esto sirve para identificar los campos únicos de una base de datos y así mismo a plasmar la información.

## **Diccionario de datos.**

Un diccionario de datos es un catálogo de elementos en un sistema. En un diccionario de datos se encuentran la lista de todos los elementos que forman parte del flujo de datos en todo el sistema. Los elementos más importantes son flujos de datos, almacenes de datos y procesos. El diccionario guarda los detalles y las descripciones de todos estos elementos.

Importancia del diccionario de datos:

1. Manejar los detalles grandes.
2. Comunicar un significado común para todos los elementos del sistema.
3. Documentar las características del sistema.
4. Facilitar el análisis de los detalles con el propósito de evaluar las características y determinar donde efectuar cambios en el sistema.
5. Localizar errores y omisiones del sistema, en otras palabras el diccionario de datos describe para qué es cada campo de la tabla y sus características.

Codificación de aplicación y base de datos.

En este apartado se programa la base de datos en caso de que la aplicación la requiera, así mismo codificar la aplicación ya sea de escritorio o web.

## **Pruebas.**

Es una práctica en la programación para el desarrollo de software verificando así si se cuenta con errores en su aplicación, puede haber diversas formas de identificar errores y ellas se pueden encontrar en el desarrollo específicamente en las líneas de código y en su interfaz. El propósito del desarrollo por pruebas es la adquisición y creación de un código limpio y eficaz el cual garantice una buena ejecución del software.

Caja blanca, caja negra, PSP.

Caja Blanca.

Solo usan información ordenada para generar un sin número de pruebas que definan si un sistema es viable o no lo es, este tipo de prueba acelera el proceso de pruebas y garantiza el mejor funcionamiento de un proyecto. Para realizar un prueba de caja blanca solo se verifican las líneas de código y se revisan que estén en función tal como lo especifica el código.

Caja Negra.

Las pruebas de caja negra es una prueba enfocada a las entradas y salidas del proyecto y pasan por alto el código fuente, este tipo de prueba solo se realizan en la interfaz del software.

PSP (Proceso Personal de Software).

El PSP mejora de una manera constante el funcionamiento del software y es más eficiente para prevenir fallas, este tipo de pruebas no busca errores solo los previene.

Formato de Detección de Errores.

El presente formato debe de incluir los datos del proyecto en desarrollo, la fecha de inicio de detección de errores, así también cuenta con 3 etapas distintas donde se pueden originar errores

Fecha: \_\_\_\_\_.

Nombre del Proyecto: \_\_\_\_\_.

Asesor del Proyecto: \_\_\_\_\_.

Nombre del Programador: \_\_\_\_\_.

Lenguaje de Programación: \_\_\_\_\_.

Tiempo Total de las Etapas: \_\_\_\_\_ (Diseño, Prog, Comp)

#### Diseño

Fecha: \_\_\_\_\_.

Error: \_\_\_\_\_.

Descripción: \_\_\_\_\_.

Solución: \_\_\_\_\_.

Tiempo \_\_\_\_\_ Total:

#### Programación

Fecha: \_\_\_\_\_.

Error: \_\_\_\_\_.

Descripción: \_\_\_\_\_.

Solución: \_\_\_\_\_.

Tiempo \_\_\_\_\_ Total:

#### Compilación

Fecha: \_\_\_\_\_.

Error: \_\_\_\_\_.

Descripción: \_\_\_\_\_.

Solución: \_\_\_\_\_.

Tiempo Total: \_\_\_\_\_.

Nota: Se pueden agregar campos de detección de errores en cualquiera de las etapas según se requieran.

### Implementación

Pruebas físicas.

Se realizan para determinar el tiempo de respuesta de un software en condiciones de trabajo, esto ayuda a validar y verificar la funcionalidad del sistema para ello se aplican las siguientes pruebas de software:

Análisis.- Se revisa en la documentación adecuada de los requisitos.

Diseño.- Se revisar en la documentación del diseño.

Codificación.- Se revisa en la codificación de módulos (líneas de código).

Integración.- Revisar el código completo.

Mantenimiento. Se pueden realizar pruebas orientada a objetos en caso de que se muestre un fallo que no sea identificado como por ejemplo:

Localización.

Encapsulamiento.

Ocultamiento de información.

Herencia.

Técnicas de abstracción de objetos.

### **Manual de usuario**

Es un documento guía de asistencia que ayude al usuario a saber cómo utilizar el sistema, debe ser claro, entendible y preciso, en el manual se incluyera impresiones de pantalla, indicaciones paso a paso que se entienda lo que se quiere indicarle al usuario realizara, se agregara la solución de los problemas que puedan suceder en la operación del sistema.

Las secciones de un manual de usuario incluyen:

1. Una página de portada.
2. Una página de título.
3. Una página de derechos de autor.
4. Una página de contenido.
5. La serie de pasos de cómo utilizar el producto.
6. Una sección de problemas frecuentes y su forma de solucionarlos.
7. Una sección de preguntas frecuentes.
8. Datos de contacto y en dónde encontrar más ayuda.
9. Un Glosario.

### **Mejora continua**

La mejora continua es un proceso en cual se efectúa la calidad y refleja lo que las empresas o proyectos necesitan hacer para ser competitivas a lo largo del tiempo. Puede definirse también como pequeños cambios incrementales en los procesos productivos o cualquier práctica de trabajo que permiten mejorar algún indicador de rendimiento.

La parte en la cual se realiza una mejora continua es al final del proyecto o bien en el desarrollo pero siempre quien exige una mejora continua será el tester ya que él será quien pruebe el proyecto y así mismo se dará cuenta en que puede mejorar para satisfacer el objetivo del proyecto.

Para realizar una mejora continua es esencial llevarla a cabo con el siguiente formato:

Plan de acción para la mejora

---



---



---

Observaciones o resultados:

---



---



---

_____	_____
Responsable	Reviso
Nombre del proyecto: _____	Asesor del proyecto: _____
_____	_____
Nombre del programador: _____	Fecha: ____/____/____/
_____	
Fase del proyecto: _____	Autorizo: _____
_____	
Actividad a mejorar: _____	
Objetivo deseado: _____	
Tiempo estimado: _____	Tiempo real: _____

Capacitación a usuario final.

En caso de ser necesario, se realizará una capacitación más exhaustiva que la contenida en el manual de usuario del software para asegurar un mejor uso del sistema.

Mantenimiento

**Figura 2.2** Formato del plan de mantenimiento

**Plan de Mantenimiento**

N° \_\_\_\_\_

**Datos de la persona**

Nombre: _____
Fecha de inicio: __/__/____      Fecha de término: __/__/____

**Mantenimiento**

Tipo de mantenimiento:    Preventivo <input type="checkbox"/> Correctivo <input type="checkbox"/>
Descripción del mantenimiento: _____
Parte del mantenimiento
<input type="checkbox"/> Programa <input type="checkbox"/> Base de datos <input type="checkbox"/> Equipo
Descripción _____
Solucionado: <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No    Porque: _____
Observaciones: _____

**Firma y fecha**

Fecha de llenado: _____, __/__/____	
_____ Nombre	_____ Firma

## 2.4. Cierre del proyecto

Reporte de resultados.

El reporte debe de ser claro y preciso con la finalidad de facilitar para los usuarios el manejo de la información y así poder trasmitirla en un formato útil.

El reporte de resultados debe incluir los siguientes elementos que son requeridos para su elaboración:

- Título.

Es la primera información referente al contexto que se otorga al lector de modo que este debe ser atractivo, informativo y preciso. Respecto al contenido que se quiere transmitir.

- Índice de contenido.

Consiste en crear una lista ordenada de indicadores asociados, que permite la ubicación de material al interior de la documentación con indicación precisa de la página donde se ubican.

Es recomendable que si existen figuras o tablas crear otro índice aparte, en cual muestre la ubicación e información de estas.

- Resumen.

Este consiste en redactar las ideas principales de todo el documento, su propósito es brindar información concreta al lector para identificar los principales objetivos y resultados del proyecto.

- Introducción.

Se describe el alcance del documento, y se da una breve explicación o resumen del mismo. También puede explicar algunos antecedentes que son importantes para el desarrollo del tema central.

- Presentación de resultados.

Se debe redactar con claridad los hallazgos, problemas que surgieron en el desarrollo y soluciones, es conveniente que el reporte muestre toda la información manera estructurada.

- Análisis de resultados.

En el análisis consiste en interpretar la estimación de los tiempos estimados, el objetivo es determinar la importancia de los resultados y resaltar las conclusiones de la misma.

- Conclusiones y recomendaciones.

Son la parte en la que el investigador debe resumir los resultados de su investigación a los que llegó luego de demostrar o negar su hipótesis o lograr los objetivos generales y principales planteados al comienzo de la investigación.

- Bibliografía (opcional).

- Anexos (opcional).

Organizar y salvar documentación.

Toda la información generada a lo largo de la aplicación del modelo, deberá ser adaptada al presente modelo y almacenada en formato digital e impreso, se sugiere realizar al menos tres copias digitales en diferentes dispositivos para asegurar que no se pierda.

Cerrar, presentar y entregar proyecto.

Como último punto de este modelo, se realizará una presentación del proyecto final al cliente y la documentación íntegra habrá de ser entregada a quien corresponda, con esto se concluye el desarrollo del proyecto de software.

## **2.5.Conclusiones**

El análisis de homogeneidad realizado a las series mensuales de temperatura máxima, temperatura mínima y precipitación pluvial medidas en las estaciones climatológicas de los seis módulos del distrito de riego 034, permitió determinar sus tendencias y comportamiento estadístico.

Del análisis se tiene que sólo las series de los módulos Santa Rosa y Cazadero son homogéneas en todo su periodo de medición, 1942-2010 para el primero y 1964-2010 para el segundo. Mientras que los datos climatológicos de las estaciones pertenecientes a los cuatro módulos restantes, presentan rupturas o cambios abruptos en alguna o todas sus series de datos, siendo los casos críticos los módulos Ing. Julián Adame y El Chique ya que ninguna de sus tres series es homogénea y no es conveniente usar el 100% de sus registros para proyecciones de clima. El análisis de homogeneidad también permitió ubicar el periodo en el cual las series de tiempo de estos cuatro módulos presentan un comportamiento homogéneo: Leobardo Reynoso 1947-2010, Excamé 1970-2010, Ing. Julián Adame 1983-2010 y El Chique 1988-2010. Los resultados obtenidos son de gran utilidad para estudios que involucren las variables de clima evaluadas, como lo es el caso de estudios de cambio climático en la región del distrito de riego 034 Zacatecas.

## **2.6.Agradecimientos**

El trabajo fue apoyado por el PROMEP y se agradece a los alumnos Juan Luis Franco Jaime, Martín Hernández Lemus, Miguel López Martínez.

## 2.7.Referencias

Gutiérrez, M. (2010). *Administración para la calidad*. México, D.F.: Limusa Noriega Editores.

Noriega Giral, L. E. (1980). *Modelado de procesos del software*. Iztacala México: Limusa Noriega Editores.

Ackoff, Rushell, Lincoln. (1992). *Un concepto de planeación de empresas*. Iztacala, México: Limusa-Willey.

Martyn, A. O. (2005). *Business Process Management: A Rigorous Approach*. Tampa, EE.UU.: Meghan-Kiffer Press.

Martyn, A. O. (1995). *Business Processes: Modelling and Analysis for ReEngineering and Improvement*. West Sussex, Reino Unido: Wiley.

Mathias, W. (2007). *Business Process Management: Concepts, Languages, Architectures*. Postdam, Alemania: Springer.

Stephen, R. S. (2005). *Análisis y diseño orientado a objetos con UML y el proceso unificado*. Madrid, España: McGraw-Hill Interamericana de España.