

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA CAMPUS MEXICALI**

**MAESTRÍA Y DOCTORADO EN CIENCIAS E INGENIERÍA**



“Desarrollo de una Herramienta para la Autoevaluación de  
Procesos Requeridos por la Norma Mexicana NMX-I-059-  
NYCE-2005”

TESIS  
QUE PARA OBTENER EL GRADO DE  
MAESTRO EN INGENIERÍA

PRESENTA

Fabián Isai Mercado Moya

DIRECTOR DE TESIS

Brenda Leticia Flores Ríos

Mexicali B. C. Noviembre del 2010

RESUMEN de la Tesis de FABIÁN ISAI MERCADO MOYA, presenta como requisito parcial para la obtención del grado de MAESTRO EN INGENIERÍA. Mexicali, Baja California, México. Junio de 2010.

## DESARROLLO DE UNA HERRAMIENTA PARA LA AUTOEVALUACIÓN DE LA NORMA MEXICANA NMX-I-059-NYCE-2005

El propósito del presente trabajo es desarrollar una herramienta de software que permita la autoevaluación de procesos que marca la NMX-I-059/02-NYCE-2005 para obtener el grado de madurez con el que cuenta una empresa de desarrollo de software. Para ello fue necesario la investigación del enfoque de autoevaluaciones de procesos, el análisis de estándares, tecnologías y aplicaciones existentes que sirvieron para la creación y desarrollo de la herramienta de software. Finalmente, se realizó un ejercicio de pruebas de usabilidad con organizaciones reales con lo cual se determinó el grado de aprendizaje que se tiene de la norma NMX-I-059/02-NYCE-2005 al utilizar la herramienta. El presente estudio se justificó por la necesidad de contar con herramientas de software que apoyen y guíen a las empresas de software a elevar sus capacidades de procesos. El estudio se sustenta en EvalProSoft y la NMX-I-059/04-NYCE-2005, además de distintas técnicas de autoevaluación que existen, así como un breve estudio sobre herramientas de software como factor de aprendizaje. Para el desarrollo de la herramienta se utilizó la metodología ágil extreme programming (XP) con la cual se creó el Evaluador de Capacidad de Procesos (ECAPRO) el cual combina la NMX-I-059/02-NYCE-2005 con técnicas de autoevaluación. Las pruebas de usabilidad de ECAPRO fueron realizadas a dos organizaciones en base a la observación en la cual se aplicó una encuesta conformada por 12 preguntas cerradas clasificadas de acuerdo al modelo de aceptación de la tecnología (TAM, por sus siglas en inglés). La realización de las pruebas mostraron un 79% de actitudes positivas por parte del usuario lo cual permite concluir que la utilización de herramientas de software con técnicas de autoevaluación para certificarse en la NMX-I-059/02-NYCE-2005 tiene una percepción de utilidad.

Resumen aprobado por:

---

M.C. Brenda Leticia Flores Ríos  
Director de Tesis

**Palabras Clave:** NMX-I-059-NYCE-2005, Autoevaluación, ECAPRO

ABSTRACT of the Thesis of FABIAN ISAI MERCADO MOYA, presented as a partial requirement to obtain the MASTER IN ENGINEERING. Mexicali, Baja California, México. June 2010.

## DESARROLLO DE UNA HERRAMIENTA PARA LA AUTOEVALUACIÓN DE LA NORMA MEXICANA NMX-I-059-NYCE-2005

The purpose of this study was to develop a software tool that allows self-evaluation of the processes defined by the NMX-I-059/02-NYCE-2005 standard, in order to obtain the maturity degree of a software development company. The investigation of self-evaluation process approach was required, as well as the analysis of standards, technologies and applications that were used for the creation and development of the software tool. An exercise on usability testing was carried out with real organizations. It helped us find out the degree of learning of the NMX-I-059/02-NYCE-2005 after using the developed tool. This study was justified by the need for software tools to support and guide software companies to raise their processing capabilities. The study is based on NMX-I-059/04-NYCE-2005 EvalProSoft, various existing self-assessment techniques, as well as a brief survey of the software tool used as learning factor. For the development of the tool we used extreme programming agile methodology (XP). Thus, we created the Process Capability Evaluator (ECAPRO) which combines the techniques of self-evaluation and NMX-I-059/02-NYCE-2005. ECAPRO's usability tests were conducted in two organizations and were based on observation and a survey consisting of 12 questions designed according to the Technology Acceptance Model (TAM). The performance of the tests showed a 79% of positive attitudes by the users. This allows us to conclude that the use of software tools for self-assessment has a perception of utility for organizations that are getting ready to get certified in NMX-I-059/02-NYCE-2005.

Approved by:

---

M.C. Brenda Leticia Flores Ríos  
Thesis director

**Keywords:** NMX-I-059-NYCE-2005, self-evaluation, ECAPRO

## **Agradecimientos**

Mi más sincero agradecimiento a mis maestros Gabriel López, Marcela Rodríguez, Larisa Burtseva, Angélica Astorga, Jorge Ibarra y Martín Olguín por sus valiosas enseñanzas. Especialmente agradezco a mi directora de tesis Brenda Flores por el sinfín de recursos y conocimientos que compartió conmigo.

Agradezco también a mis compañeros de Gobierno del Estado Lourdes Baltazar, Mauro Gil, René Campos, Juan Carlos Esparza, Jorge Flores, Saúl Martínez y Alejandro Núñez que me impulsaron con su apoyo a seguir adelante en mi carrera profesional.

## **Dedicatoria**

Dedico este trabajo a mis hermanas Gaby e Irina que con su ejemplo siempre me han inspirado a superarme.

# Índice

## Capítulo 1. Introducción

|  |    |
|--|----|
| 1.1 Antecedentes.....  | 10 |
| 1.1.1 Origen de la Norma Mexicana NMX-I-059-NYCE-2005.....   | 12 |
| 1.1.2 Diferencia entre NMX-I-059-NYCE-2005 y MoProSoft.....  | 13 |
| 1.1.3 Estructura de la Norma Mexicana NMX-I-059-NYCE-2005.....   | 13 |
| 1.1.4 Herramientas para implantación de NMX-I-059/02-NYCE-2005.....  | 16 |
| 1.1.4.1 Manejador de documentos de MoProSoft (MDM) .....   | 16 |
| 1.1.4.2 Kualí .....  | 17 |
| 1.1.4.3 AsistenteHim.....  | 17 |
| 1.1.4.4 Flujos de trabajo para la implementación de MoProsoft como norma (fTIMoN).....   | 17 |
| 1.1.4.5 Herramientas propietarias de la empresa Magnabyte.....   | 18 |
| 1.2 Definición del problema.....   | 18 |
| 1.3 Justificación .....  | 20 |
| 1.4 Objetivos.....   | 21 |
| 1.5 Metodología.....   | 22 |
| 1.5.1 Investigación.....   | 22 |
| 1.5.2 Analizar, diseñar, desarrollar la herramienta de software para la autoevaluación de procesos de la NMX-I-059/02-NYCE-2005..... | 22 |
| 1.5.3 Pruebas.....   | 22 |
| 1.6 Estructura del documento.....  | 23 |

## Capítulo 2. Marco Teórico

|  |    |
|--|----|
| 2.1 Herramientas de software como factor de enseñanza aprendizaje..... | 24 |
| 2.2 Autoevaluaciones.....  | 25 |
| 2.2.1 EvalProSoft y NMX-I-059/04-NYCE-2005.....                        | 25 |
| 2.2.2 Técnicas de autoevaluación .....                                 | 30 |
| 2.2.3 Recomendaciones para autoevaluar .....                           | 32 |
| 2.3 Metodologías de desarrollo .....                                   | 34 |

## Capítulo 3. Proceso de Desarrollo de ECAPRO

|  |    |
|--|----|
| 3.1 Elección de una metodología para el desarrollo de software ..... | 38 |
| 3.2 Elección de la herramienta para el desarrollo del software.....  | 39 |
| 3.3 Historias de usuario (requerimientos) .....                      | 39 |
| 3.4 Diseño arquitectónico.....                                       | 42 |
| 3.5 Plan de entrega.....   | 43 |
| 3.5.1 Iteraciones.....   | 43 |
| 3.5.1.1 Tareas de desarrollo para las historias de usuario .....     | 44 |
| 3.5.1.2 Elementos de diseño .....                                    | 48 |
| 3.5.1.2.1 Diagrama de clases .....                                   | 49 |
| 3.5.1.2.2 Esquema de base de datos .....                             | 50 |
| 3.5.1.2.3 Definición de objetos del sistema.....                     | 53 |
| 3.5.1.2.4 Diagrama de secuencia.....                                 | 57 |

|   |    |
|---|----|
| 3.5.1.3 Desarrollo del entorno visual de ECAPRO ..... | 58 |
| 3.5.1.4 Casos de pruebas .....                        | 74 |

## **Capítulo 4. Pruebas de Usabilidad**

|                                    |    |
|------------------------------------|----|
| 4.1 Procedimiento .....            | 76 |
| 4.2 Resultados de la pruebas ..... | 79 |
| 4.2.1 Análisis de resultados ..... | 81 |

## **Capítulo 5. Conclusiones**

|                                  |    |
|----------------------------------|----|
| 5.1 Conclusiones.....            | 84 |
| 5.2 Trabajo futuro .....         | 85 |
| Referencias .....                | 86 |
| Anexo A. Producto obtenido ..... | 89 |

## Índice de Figuras

|  |    |
|--|----|
| Figura 1. Certificaciones CMMI en el mundo.....  | 12 |
| Figura 2. Estructura de los nueve procesos requeridos por la NMX-I-059/02-NYCE-2005..... | 15 |
| Figura 3. Número de organizaciones verificadas en la NMX-I-059/02-NYCE-2005....          | 19 |
| Figura 4. Supuesto de la investigación.....  | 20 |
| Figura 5. Metodología de trabajo.....  | 22 |
| Figura 6. Proceso de evaluación.....   | 26 |
| Figura 7. Escala de capacidades de EvalProSoft.....                                      | 28 |
| Figura 8. Evaluación de procesos.....  | 29 |
| Figura 9. Modelo y criterios EFQM.....   | 31 |
| Figura 10. Formato de autoevaluación (cuestionario).....                                 | 33 |
| Figura 11. Fases de la metodología XP.....   | 38 |
| Figura 12. Arquitectura de ECAPRO.....   | 42 |
| Figura 13. Iteraciones junto a las historias de usuario.....                             | 43 |
| Figura 14. Diagrama de clase de la estructura de la norma NMX-I-059/02-NYCE-2005.....    | 49 |
| Figura 15. Diagrama entidad relación de ECAPRO.....                                      | 52 |
| Figura 16. Diagrama de objetos de ECAPRO.....  | 53 |
| Figura 17. Diagrama de secuencia general.....  | 57 |
| Figura 18. Pantalla principal de ECAPRO.....   | 58 |
| Figura 19. Árbol jerárquico de la Norma NMX-I-059-02-NYCE-2005.....                      | 59 |
| Figura 20. Interacción de objetos para llenar el control árbol jerárquico.....           | 59 |
| Figura 21. Listado de aspectos a evaluar.....  | 60 |
| Figura 22. Interacción de objetos para llenar el control <i>grid</i> .....               | 61 |
| Figura 23. Ventana de hallazgos.....   | 62 |
| Figura 24. Vista del control progreso.....   | 62 |
| Figura 25. Control que contiene los datos de la empresa.....                             | 63 |
| Figura 26. Interacción de objetos para llenar el control empresa.....                    | 63 |
| Figura 27. Menú de opciones de ECAPRO.....   | 64 |
| Figura 28. Accesos directos de ECAPRO.....   | 64 |
| Figura 29. Interacción de objetos para el evento actualizar y borrar.....                | 65 |
| Figura 30. Seleccionar nivel de madurez de la evaluación.....                            | 65 |
| Figura 31. Listado de evaluaciones grabadas.....   | 66 |
| Figura 32. Interacción de objetos del evento buscar.....                                 | 67 |
| Figura 33. Ventana de configuración de datos de la empresa.....                          | 67 |
| Figura 34. Ventana de cambio de password.....  | 68 |
| Figura 35. Opciones de reportes de ECAPRO.....   | 68 |
| Figura 36. Reporte de resultados generados por ECAPRO.....                               | 69 |
| Figura 37. Listado de evaluaciones por comparativo entre autoevaluaciones.....           | 69 |
| Figura 38. Grafica comparativa por análisis de procesos.....                             | 70 |
| Figura 39. Ventana de tareas y roles.....  | 71 |
| Figura 40. Ventana de ayuda para elementos de productos.....                             | 72 |
| Figura 41. Listado de evaluaciones a respaldar.....                                      | 72 |
| Figura 42. Ventana donde se define nombre y ubicación del respaldo.....                  | 73 |
| Figura 43. Ventana para importar archivos de respaldo.....                               | 73 |
| Figura 44. Modelo de Aceptación de la Tecnología (TAM).....                              | 76 |
| Figura 45. Tendencias de actitudes.....  | 81 |

## Índice de Tablas

|   |    |
|---|----|
| Tabla 1. Niveles de madurez CMMI .....  | 11 |
| Tabla 2. Estructura de la NMX-I-059-NYCE-2005 y sus propósitos.....                           | 14 |
| Tabla 3. Propósito de los nueve Procesos de NMX-I-059/02-NYCE-2005. ....                      | 16 |
| Tabla 4. Visión del contexto de la problemática detectada.....                                | 21 |
| Tabla 5. Grados de cumplimiento de los atributos del proceso.....                             | 29 |
| Tabla 6. Técnicas de autoevaluación de la EFQM. ....  | 32 |
| Tabla 7. Metodologías tradicionales. ....   | 35 |
| Tabla 8. Metodologías ágiles.....   | 37 |
| Tabla 9. Historia de usuario: despliegue de información de la norma NMX-I-059-NYCE-2005. .... | 40 |
| Tabla 10. Historia de usuario: autoevaluación de la capacidad de procesos.....                | 40 |
| Tabla 11. Historia de usuario: informe de resultados. ....                                    | 41 |
| Tabla 12. Historia de usuario: autenticación de usuario.....                                  | 41 |
| Tabla 13. Plan de entrega. ....   | 43 |
| Tabla 14. Tarea (T01) de la iteración (I01) relacionada a la historia de usuario HU01. ....   | 44 |
| Tabla 15. Tarea (T02) de la iteración (I01) relacionada a la historia de usuario HU01. ....   | 45 |
| Tabla 16. Tarea (T01) de la iteración (I01) relacionada a la historia de usuario HU02. ....   | 45 |
| Tabla 17. Tarea (T02) de la iteración (I01) relacionada a la historia de usuario HU02. ....   | 46 |
| Tabla 18. Tarea (T01) de la iteración (I02) relacionada a la historia de usuario HU03. ....   | 46 |
| Tabla 19. Tarea (T02) de la iteración (I02) relacionada a la historia de usuario HU03. ....   | 47 |
| Tabla 20. Tarea (T01) de la iteración (I02) relacionada a la historia de usuario HU04. ....   | 47 |
| Tabla 21. Tarea (T02) de la iteración (I02) relacionada a la historia de usuario HU04. ....   | 48 |
| Tabla 22. Descripción de tablas de base de datos de ECAPRO. ....                              | 51 |
| Tabla 23. Funciones del objeto Norma .....  | 54 |
| Tabla 24. Funciones del objeto Evalua. ....   | 55 |
| Tabla 25. Funciones del objeto Empresa. ....  | 56 |
| Tabla 26. Escalas de medición. ....   | 77 |
| Tabla 27. Preguntas de la encuesta. ....  | 78 |
| Tabla 28. Resultado de la encuesta. ....  | 80 |
| Tabla 29. Preguntas referentes al aprendizaje de la norma NMX-I-059/02-NYCE-2005. ....        | 81 |
| Tabla 30. Conclusiones de la encuesta.....  | 83 |

## Capítulo 1. Introducción

El creciente énfasis de los modelos formales de procesos de software es un avance por dejar atrás la época artesanal de desarrollo del software, donde se le consideraba más como una obra de arte que un producto industrializado. Modelos de referencia como CMMI, ISO 9001:2000 han ayudado a las pequeñas y medianas empresas (PyMEs) a mejorar la calidad del software a nivel mundial. Específicamente en México, se creó la norma NMX-I-059-NYCE-2005 basada en el modelo de procesos MoProSoft el cual es una combinación de los distintos modelos y estándares existentes [Oktaba, 2008], de los cuales se tomó lo mejor con base en las características de la industria mexicana de software. A cinco años de la creación y publicación de la norma NMX-I-059-NYCE-2005 nos preguntamos *¿cuántas micro, pequeñas y medianas empresas están usando la norma como modelo de referencia de procesos para mejorar la calidad de sus procesos y software?* A pesar de que existen numerosas estrategias, por parte de gobierno, iniciativa privada y sector educativo, que ayudan a difundir lo que es y los beneficios de ésta, aún sigue siendo complicado para algunas empresas adoptarla como modelo. Por otro lado, se observa que en este periodo más de 100 empresas mexicanas desarrolladoras de software están ya verificadas por un organismo oficial mexicano, por lo que alienta a otras a adoptar el modelo.

La autoevaluación es una estrategia que se ha usado en diferentes ámbitos como un indicador para desencadenar acciones [Pérez Fernández de Velasco, 2007]. La misma norma NMX-I-059-NYCE-2005, en la parte 04, contempla entre sus métodos de evaluación la autoevaluación de procesos [NMX-I-059/04-NYCE-2005, 2005]. Por lo que este trabajo está orientado a aplicar la autoevaluación de procesos llevada a cabo mediante una herramienta de software, que les indique a los miembros de las empresas de software el nivel de capacidad de procesos en el que se encuentran y al mismo tiempo les genere aprendizaje y un acercamiento implícito a la norma. Se considera que ésto conllevará a que el proceso de adopción de la norma sea más sencillo.

### 1.1. Antecedentes

La palabra *Modelo* puede tomar distintas definiciones según sea el área de estudio, pero tomando su definición más simple se puede entender como algo que se puede imitar [RAE, 2010]. Por otro lado, el término *Proceso* se puede definir como un conjunto de prácticas relacionadas entre sí, llevadas a cabo a través de roles y por elementos automatizados, que mediante recursos y a partir de insumos, producen un satisfactor de negocio para el cliente. La madurez de un proceso es el nivel al cual está explícitamente documentado, gestionado, medido, controlado y continuamente mejorado [Ventura Miranda y Peñaloza Báez, 2006]. En este marco de referencia, un *Modelo de procesos* es un conjunto estructurado de elementos que describen las características de procesos efectivos y de calidad, indicando “qué hacer”, no “cómo hacer” ni “quién lo hace” [Ventura Miranda y Peñaloza Báez, 2006].

Ahora bien, el origen de los términos de modelo de procesos y calidad en la industria del software comenzaron a tomarse en cuenta en la década de los 80's, donde una firma dedicada al estudio del mercado de Tecnologías de Información publica un reporte [The Standish Group, 2003] sobre el éxito de los proyectos de desarrollo en la industria del software. El reporte, basado en encuestas hechas sobre proyectos de software, informaba los siguientes resultados estadísticos:

1. El 30% de los proyectos se cancelaban.

2. El 54% de los proyectos excedían ampliamente los tiempos y costos estimados.
3. El 16% de los proyectos finalizaban exitosamente dentro del tiempo, el costo y la funcionalidad prevista.

En respuesta a la situación alarmante de la década de los 80's, el Departamento de Defensa de los EEUU funda el SEI (*Software Engineering Institute*) [SEI, 2003] en la universidad Carnegie Mellon, con el propósito de estudiar el problema y encontrar alguna solución. En 1991, el SEI publica el Modelo de capacidad de madurez (CMM, por sus siglas en inglés de *Capability Maturity Model*) [CMM, 1991]. El modelo está orientado a la mejora de los procesos relacionados con el desarrollo de software, para lo cual contempla las consideradas mejores prácticas de ingeniería de software y de administración. A partir de la creación del modelo, el Departamento de Defensa de EEUU exige que sus proveedores estén certificados en CMM, lo que impulsa a que el modelo tenga una amplia aceptación y se convierta en un estándar y referencia internacional de facto dentro de la industria del software.

Como respuesta a la estandarización de procesos de software por parte de la SEI. La Organización Internacional de Estándares (ISO, por sus siglas en inglés) creó su propio apartado de calidad para el software ISO 9001:1994 el cual ha ido evolucionando con el paso del tiempo. CMM también evolucionó y se especializó en distintas áreas como software (CMM-SW), sistemas de ingeniería (SE-CMM), entre otros. Desde 2002, apareció el Modelo de capacidad de madurez integrador (CMMI, por sus siglas en inglés de *Capability Maturity Model Integration*) que se desarrolló para facilitar y simplificar la adopción de varios modelos de forma simultánea y su contenido integra y permite la evolución de sus predecesores. CMMI tiene una escala de madurez de procesos de 0 a 5 los cuales se muestran en la Tabla 1.

| Nivel           | Características  |
|-----------------|--|
| 5. Optimizado   | Los procesos de negocios se han refinado hasta un nivel de mejor práctica, se basan en los resultados de mejoras continuas y diseños. Se miden <i>-benchmarking-</i> respecto a cómo operarán en otras organizaciones similares.   |
| 4. Administrado | El proceso está completamente soportado por la funcionalidad de un sistema homologado tanto en la operación como en la gestión, los procesos de negocios están estandarizados para las distintas filiales y se cuenta con una gobernabilidad que permite garantizar que los procesos operan de acuerdo a sus diseños y a las normativas. |
| 3. Definido     | El proceso está soportado por la funcionalidad de un sistema homologado, no está estandarizado pero, tiene gobernabilidad.   |
| 2. Repetible    | El proceso está soportado, en gran medida, por la funcionalidad de un sistema homologado pero, no está estandarizado y no tiene gobernabilidad.  |
| 1. Inicial      | El proceso está parcialmente implementado en un sistema homologado o usa desarrollos propios habiendo funciones estándares o su uso es inadecuado o no corresponde a las mejores prácticas.  |
| 0. No existente | El proceso no utiliza funcionalidad de un sistema homologado.  |

**Tabla 1. Niveles de madurez CMMI.**

El impacto de este modelo se ha extendido por todo el mundo. Existen más de 40 países alrededor del mundo que implementan CMMI según reportes de la SEI [SEI, 2008]. También en la figura 1 se muestra las certificaciones de CMMI alrededor del mundo.

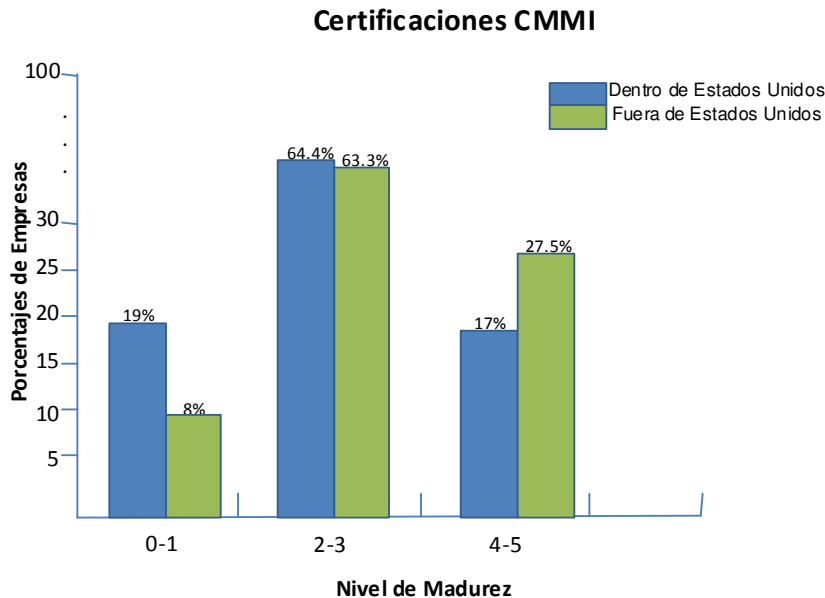


Figura 1. Certificaciones CMMI en el mundo

En México hay 70 empresas certificadas en CMMI de las cuales 6 están acreditadas en nivel 5. La principal característica de estas empresas es que son grandes en infraestructura y empleados, además algunas son transnacionales.

### 1.1.1 Origen de la Norma Mexicana NMX-I-059-NYCE-2005

En México aunque la industria de software se ha desarrollado más lentamente no está exenta de la problemática que dieron origen al modelo CMM. Es por eso que en 2002, la Secretaría de Economía (SE) empezó a definir estrategias del programa para el desarrollo de software de la industria del software hoy conocido como ProSoft. Dentro de las estrategias de este programa se definió “Alcanzar niveles internacionales en capacidad de procesos”.

La Dra. Hanna Oktaba presidenta de la AMCIS (Asociación Mexicana para la Calidad en Ingeniería de Software) junto a un grupo de investigadores empezó a estudiar sobre las características básicas de la industria mexicana de software en México con respecto a su tamaño y capacidad de procesos, dando como resultado que:

- a) La gran mayoría de empresas alrededor del 92% son MiPyMEs (Micro, Pequeñas y Medianas empresas).
- b) El promedio de capacidad de procesos era de 0.9.

Posteriormente, se empezó a estudiar qué modelo podría ser adoptado para convertirse en una norma mexicana. Entre los distintos modelos que se revisaron como ISO 9000:2000, CMM-SW, ISO/IEC 12207, ISO/IEC 15504 y la versión inicial de CMMI. Se concluyó que ninguno cumple con los requerimientos de la industria mexicana de software. Entonces se buscó crear un modelo y método de evaluación “a la medida”. Bajo estas características Oktaba propuso a la SE desarrollar un modelo de procesos y método de evaluación a la medida. Es así como en junio de 2003, se publicó el Modelo de Procesos para la Industria de Software (MoProSoft) como documento base para la norma mexicana. Casi en paralelo se definió EvalProSoft un método de evaluación de procesos de software. Finalmente, en agosto de 2005 se publica en el Diario Oficial de la Federación la Norma Mexicana NMX-I-059-NYCE-2005 [NYCE, 2008].

### **1.1.2 Diferencia entre NMX-I-059-NYCE-2005 y MoProSoft**

Es importante mencionar que MoProSoft y la NMX-I-059-NYCE-2005 no es lo mismo. MoProSoft es el Modelo de Procesos, que toma en cuenta las mejores prácticas de la Ingeniería de software para brindar mejoras en las empresas dedicadas al desarrollo y mantenimiento de software. La Norma NMX-I-059-NYCE-2005 toma como Modelo de Procesos de Referencia a MoProSoft [Oktaba, 2008]. Esto es, la estructuración del modelo para convertirlo en un estándar mexicano, añadiendo un elemento clave: la integración de un Modelo de Capacidades para complementar la estructura final del Modelo de Evaluación. En términos simples, en la NMX-I-059-NYCE-2005, encontramos a MoProSoft, ya como un estándar vigente, con la estructura propia de una norma oficial mexicana. En relación a la parte 03, el modelo es el mismo (MoProSoft), sin embargo, las Evaluaciones Oficiales (Verificaciones), se hacen con base en los requisitos definidos en la parte 02 por la NMX-I-059-NYCE-2005, cuyo modelo de evaluación es más completo dado que se toma en cuenta un Modelo de Capacidades expresado en el cumplimiento de atributos de proceso del apéndice A.

### **1.1.3 Estructura de la Norma Mexicana NMX-I-059-NYCE-2005**

Normalización y certificación electrónica A.C. (NYCE), es una asociación civil sin fines de lucro creada en noviembre de 1994 por un grupo de empresas líderes de los sectores de electrónica, telecomunicaciones y tecnologías de información de México, convencidas de la necesidad de contar con un organismo de jurisdicción nacional que tomara en cuenta sus necesidades, en la certificación del cumplimiento con las normas oficiales mexicanas aplicables a los productos de la rama [NYCE, 2008].

Entre las normas que regula la NYCE se encuentran las Normas Oficiales Mexicanas (NOMs) y las Normas Mexicanas (NMX). Las NOMs son un conjunto de disposiciones que permiten regular técnicamente procesos, productos, sistemas, actividades, instalaciones, métodos de producción u operación y servicios, así como, la terminología a través del establecimiento de directrices y criterios que han de ser utilizados para la verificación del cumplimiento de las características o atributos y de su aplicación. Por su parte las NMX son lineamientos que elaboran los organismos nacionales de normalización, o la Secretaría de Economía (SE) en ausencia de ellos, su conformidad está dispuesta por el artículo 54 de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización (LFMN), el cual prevee para uso común y repetido reglas, especificaciones, atributos, métodos de prueba, directrices, características o prescripciones aplicables a un producto, proceso, instalación, sistema, actividad, servicio, o normal de producción u operación, así como aquellas relativas a terminología, simbología, embalaje, marcado o etiquetado.

Las normas NMX son de aplicación voluntaria, sin embargo, cuando se manifieste que un producto, proceso o servicio es conforme a la NMX, principalmente para efectos de protección al consumidor, la ley establece

que en determinados casos las dependencias podrán requerir su observancia, y a pesar de ser voluntarias deben ser incluidas en el programa nacional de normalización para su expedición, lo cual limita la facultad de autorregulación. Su campo de aplicación es determinado por la propia norma y puede ser nacional, regional o local.

La norma NMX-I-059-NYCE-2005 se definió con el nombre de Tecnología de la información – Software – Modelos de procesos y evaluación para desarrollo y mantenimiento de software y consta de 4 partes (Tabla 2).

|            |   |
|------------|---|
| Parte 01:  | NMX-I-059/01-NYCE-2005 - Definición de conceptos y productos  |
| Propósito: | Definir los conceptos y describir los productos para las demás partes de la NMX-I-059-NYCE.   |
| Parte 02:  | NMX-I-059/02-NYCE-2005 - Requisitos de procesos (MoProSoft)   |
| Propósito: | Definir el modelo de procesos para la industria de software. MoProSoft está dirigido a las organizaciones dedicadas al desarrollo y mantenimiento de software. Es aplicable tanto para las organizaciones que tiene procesos establecidos, así como para las que no cuenten con ellos.  |
| Parte 03:  | NMX-I-059/03-NYCE-2005 - Guía de implantación de procesos   |
| Propósito: | Proporcionar a las organizaciones de desarrollo y mantenimiento de software un ejemplo de la implantación del modelo de procesos MoProSoft basado en las mejores prácticas de ingeniería de software. Este ejemplo puede servir de apoyo para la definición de procesos en las organizaciones sin procesos establecidos o para la actualización de procesos en las que cuenten con ellos. |
| Parte 04:  | NMX-I-059/04-NYCE-2005 – Directrices para la evaluación de procesos (EvalProSoft)   |
| Propósito: | Definir las directrices para la evaluación de procesos para la industria de software. Es aplicable a los organismos de certificación y a las organizaciones dedicadas al desarrollo y mantenimiento de software, que han utilizado la NMX-I-059/02-NYCE para la implantación de sus procesos.   |

**Tabla 2. Estructura de la NMX-I-059-NYCE-2005 y sus propósitos.**

Con la norma mexicana se pretende apoyar a las organizaciones en la estandarización de sus prácticas, en la evaluación de su efectividad y en la integración de la mejora continua. En las partes 01, 02 y 03 se especifican claramente como las salidas de un proceso están claramente dirigidas como entradas a otros; las prácticas de planeación, seguimiento y evaluación se incluyeron en todos los procesos de gestión y administración. Por su parte, en la parte 01 se presenta el patrón de procesos que se compone de: objetivos, indicadores, mediciones y metas cuantitativas; fue incorporado de manera congruente y práctica en todos los procesos; las verificaciones, validaciones y pruebas están incluidas de manera explícita dentro de las actividades de los procesos; y existe una base de conocimientos que resguarda todos los documentos y productos generados [NMX-I-059/01-NYCE-2005, 2005]. Además, sintetiza las mejores prácticas en un

conjunto de nueve procesos requeridos que abarcan las responsabilidades asociadas a la estructura de una organización que son: la Alta Dirección, Gerencia y Operación (Figura 2).



Figura 2. Estructura de los nueve procesos requeridos por la NMX-I-059/02-NYCE-2005.

La Tabla 3 especifica cada propósito de los 9 procesos de NMX-I-059/02-NYCE-2005:

| Categoría Alta Dirección (DIR) |   |
|--------------------------------|---|
| Proceso:                       | Gestión de Negocio(GN)  |
| Propósito:                     | Establecer la razón de ser de la organización, sus objetivos y las condiciones para lograrlos, para lo cual es necesario considerar las necesidades de los clientes, así como evaluar los resultados para poder proponer cambios que permitan la mejora continua. Adicionalmente habilita a la organización para responder a un ambiente de cambio y a sus miembros para trabajar en función de los objetivos establecidos. |
| Gerencia (GER)                 |   |
| Proceso:                       | Gestión de Procesos(GPR)  |
| Propósito:                     | Establecer los procesos de la organización, en función de los procesos requeridos identificados en el plan estratégico. Así como definir, planear, e implantar las actividades de mejora en los mismos.   |
| Proceso:                       | Gestión de Proyectos(GPY)   |
| Propósito:                     | Asegurar que los proyectos contribuyan al cumplimiento de los objetivos y estrategias de la organización.   |
| Proceso:                       | Gestión de Recursos(GR)   |
| Propósito:                     | Conseguir y dotar a la organización de los recursos humanos, infraestructura, ambiente de trabajo y proveedores, así como crear y mantener la base de conocimiento de la organización. La finalidad es apoyar el cumplimiento de los objetivos del plan estratégico de la organización.   |
| Proceso:                       | Recursos Humanos y Ambiente de Trabajo(RHAT)  |

|                       |   |
|-----------------------|---|
| Propósito:            | Proporcionar los recursos humanos adecuados para cumplir las responsabilidades asignadas a los roles dentro de la organización, así como la evaluación del ambiente de trabajo.                       |
| Proceso:              | Bienes, Servicios e Infraestructura(BSI)  |
| Propósito:            | Proporcionar proveedores de bienes, servicios e infraestructura que satisfagan los requisitos de adquisición de los procesos y proyectos.   |
| Proceso:              | Conocimiento de la Organización(CO)   |
| Propósito:            | Mantener disponible y administrar la base de conocimiento que contiene la información y los productos generados por la organización.  |
| <b>Operación(OPE)</b> |   |
| Proceso:              | Administración de Proyectos Específicos(APE)  |
| Propósito:            | Establecer y llevar a cabo sistemáticamente las actividades que permitan cumplir con los objetivos de un proyecto en tiempo y costo esperados.  |
| Proceso:              | Desarrollo y Mantenimiento de Software(DMS)   |
| Propósito:            | La realización sistemática de las actividades de análisis, diseño, construcción, integración y pruebas de productos de software nuevos o modificados cumpliendo con los requerimientos especificados. |

**Tabla 3. Propósito de los nueve procesos de NMX-I-059/02-NYCE-2005.**

### **1.1.4 Herramientas para implantación de NMX-I-059/02-NYCE-2005**

Siguiendo las líneas de investigación que definió la Dra Hanna Oktaba, donde indica que una de las tres líneas generales de investigación existentes relacionadas con el modelo de procesos es “generar herramientas de apoyo a MoProSoft de código abierto” se advierte la carencia de aplicaciones desarrolladas y distribuidas libremente a la comunidad con la que se comparta el código fuente[Valenzuela Ruiz, 2007]. Así mismo en foros de discusión sobre MoProSoft como Kualí (actualmente discontinuado) se expresó la necesidad de aplicaciones que no necesariamente tenga que operar en el sistema operativo Windows debido al gran grupo de usuarios potenciales que no utilizan dicho sistema operativo.

En esta sección, se describirán brevemente las iniciativas de herramientas de software que se han presentado desde la publicación como norma de MoProSoft.

#### **1.1.4.1 Manejador de documentos de MoProSoft (MDM)**

En 2005, la Universidad de las Américas en Puebla desarrolla MDM con el propósito de auxiliar la implementación exitosa del modelo de procesos MoProSoft teniendo como objetivo ayudar a las empresas mexicanas a documentar los procesos de Gestión de Negocios, Gestión de Procesos y Administración de Proyectos Específico, permitiendo a los usuarios el acceso por medio de Internet a la creación de plantillas, modificación, administración y almacenamiento de documentos [De la Villa, 2005].

#### **1.1.4.2 Kuali**

En el 2006 la Secretaría de Economía auspicio el desarrollo de una herramienta gratuita para poner a disposición de las MiPyMEs que deseen administrador de proyectos basado en MoProsoft. Esta herramienta nombrada kuali nunca se terminó y fue descontinuada en el 2007. Sin embargo se describirán los puntos más importantes que esta herramienta tenía.

Kuali tenía las siguientes características:

- Administración de documentos.
  - Kuali no contaba con un editor de documentos, todos los documentos están almacenados localmente en un repositorio.
- Administración de elementos de trabajo tales como defectos, requerimientos, riesgos o tareas.
- Visualizar todos los procesos y las actividades descritas en MoProSoft.
- Administrar catálogos implícitos en los procesos tales como usuarios, roles, compañías, contactos, etc.
- Visualizar reportes asociados a la operación de una empresa.

#### **1.1.4.3 AsistenteHim**

Desarrollado en la UNAM en 2006, la herramienta de guía y supervisión para el uso automatizado del modelo de procesos MoProSoft (AsistenteHim), es un sistema Web diseñado para apoyar la adopción y seguimiento del modelo de procesos MoProSoft. Esta herramienta utiliza elementos de la Ingeniería de software en conjunción con Sistemas Multi-Agentes y Razonamiento Basado en Casos (estas dos últimas áreas de la Inteligencia Artificial). AsistenteHim asiste al usuario y le brinda Información sobre sus responsabilidades y posibilidades, tareas a realizar y responsables de ellas, sugerencias de la manera de llevarlas a cabo, recordatorios de tareas pendientes y coordinación del flujo de trabajo con otros usuarios [Cárdenas Vargas, 2006].

AsistenteHim innova al utilizar definición de agentes que buscan interactuar con otros agentes o con el usuario intercambiando información, actuando autónomamente cuando es necesario; y al incluir un enfoque de resolución basado en casos, permite la resolución de problemas basándose en comparaciones del problema presente con otros problemas similares para encontrar soluciones, hacer modificaciones a soluciones existentes o prevenir soluciones incorrectas, asemejando la forma en que se resuelven los problemas de la vida real [Cárdenas Vargas *et al.*, 2006].

#### **1.1.4.4 Flujos de trabajo para la implementación de MoProsoft como norma (fTIMoN)**

Creado en la Universidad Autónoma de Baja California (UABC) el 2007, fTIMoN es todo un diseño arquitectónico capaz de coordinar actividades y tareas que componen los procesos de MoProSoft además de dar a conocer entre los roles de modelo los estados de las actividades dependiendo del nivel de madurez de los procesos y la categoría de los mismos.

fTIMoN prácticamente abarca todos los elementos de trabajo del modelo como procesos, actividades, roles y dependencias los cuales son almacenados en una base de datos centralizada y la interacción con el usuario final se da mediante una pila de servicios web la cual se encarga de atender distintas aplicaciones que deseen consultar y/o manipular información [Valenzuela Ruiz, 2007].

### 1.1.4.5 Herramientas propietarias de la empresa Magnabyte

Magnabyte es una empresa mexicana, que se dedica al diseño, desarrollo, venta e implantación de software. Se especializa en proveer tanto a empresas mexicanas y latinoamericanas soluciones basadas en las mejores prácticas de negocios.

Magnabyte [Magnabyte, 2008] es de las pocas empresas certificadas en el nivel 2 de la norma gracias a 4 herramientas que dan soporte a las directrices que marca Moprosoft. Estas herramientas son:

- **SINA** es una solución que le permite generar, administrar, reportar y acceder a toda la información de su empresa desde un mismo lugar. Es un ERP que integra las operaciones de las diferentes áreas de la empresa de forma natural y segura.
- **Gestar** es un software muy versátil para la administración del flujo de trabajo. Permite administrar actividades como: la atención a clientes CRM, requerimientos de desarrollo de software, seguimiento de garantías y Help Desk entre otras.
- **QPMX** es una herramienta que permite administrar cualquier proceso dentro de la empresa, desde su definición, hasta el seguimiento y reporte sus resultados. Excelente para la administración de sistemas basados en normas como: ISO, TS, QS, etc.
- **Deck Control** es una solución de negocios que tiene como objetivo visualizar la información de su organización en un tablero de comando, para monitorear los indicadores claves del negocio y tomar mejores decisiones.

Estas herramientas han demostrado ser buenas ya que con ellas se alcanzó el nivel 2 de capacidad de procesos en la norma NMX-I-059-NYCE-2005. El problema de las 4 herramientas propietarias de la empresa Magnabyte es que no son libres y tienen un costo para la implantación de la norma. Además, no están enmarcadas dentro de un contexto integral lo que significa que están utilizándose por separado cada una de ellas. Todas las herramientas presentadas en esta sección (1.1.4) no consideran el proceso de evaluación de los procesos requeridos por la norma NMX-I-059-NYCE-2005.

## 1.2 Definición del problema

A poco más de 4 años que se publicó la norma mexicana NMX-I-059-NYCE-2005 se observa un bajo índice de empresas verificadas por parte de la NYCE. Teniendo en cuenta que la norma NMX-I-059-NYCE-2005 contempla 5 niveles de evaluación. Los números nos indican hasta agosto del 2009 solo 166 empresas en todo el país se han logrado verificar, 159 en nivel 1, 6 en nivel 2, 1 en el nivel 3 y 5 en nivel 0 o incompleto [NYCEb, 2008] (Figura 3).

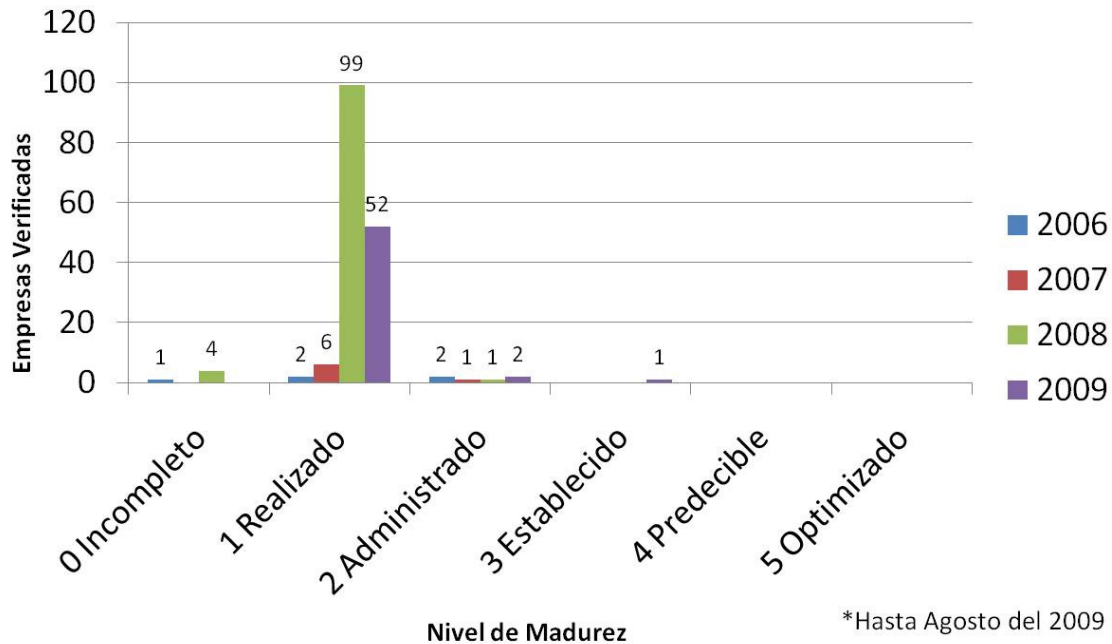


Figura 3. Número de organizaciones verificadas en la NMX-I-059/02-NYCE-2005.

En el Estado de Baja California los datos son todavía más críticos, debido a que solo 3 empresas, de las 980 que están registradas en el padrón estatal de contribuyentes del Estado hasta el 2010, se han logrado verificar oficialmente por NYCE, representando el .30% de empresas verificadas. Esto trae por consecuencia que los usuarios finales de las empresas que desarrollan software a nivel nacional perciban y utilicen software desarrollado y mantenido sin un proceso de calidad. Este escenario implicaría la falta de garantías de funcionalidad, desempeño, rendimiento, entre otros, lo que iría en contra de la estrategia 6 de la SE para alcanzar niveles internacionales en capacidad de procesos de software.

¿Es realmente fácil adoptar e implantar el modelo MoProSoft y verificarse en la norma NMX-I-059/02-NYCE-2005?

Si nos basamos en los números se puede determinar que no es tan fácil adoptar el modelo MoProSoft a pesar de que ya son casi 5 años que está en vigor la norma y más tiempo que tiene el modelo. Es probable que las causas del bajo índice de verificaciones se deban a la falta de conocimiento sobre la norma NMX-I-059-NYCE-2005 y su estructura; o la falta de recursos para adquirir la norma NMX-I-059-NYCE-2005, pagar a personal experto para implementarla o en su defecto invertir tiempo en estudiar la norma manualmente y por último pagar el costo de una verificación oficial; o no todas las organizaciones que han implementado un programa de mejora de procesos de software han solicitado una verificación oficial, quedándose sin el conocimiento tácito y lecciones aprendidas de ser parte de un proceso de verificación, conocer el nivel de capacidad de sus procesos implementados e identificar oportunidades de mejora.

Por lo anterior, se observa que el proceso de adopción y aprendizaje de la norma no es fácil, a pesar de las iniciativas y estrategias que ya ha habido (sección anterior) pero también con ideas y características que se pueden retomar y reutilizar dentro de un programa de mejora de procesos.

Una forma de aminorar la problemática es utilizar herramientas de software bajo la estrategia de autoevaluaciones de procesos de la parte 04 de la norma. Esto le permitiría a las empresas conocer su nivel de madurez además de aprender sobre la norma antes de una eventual verificación. Esta suposición se muestra en la figura 4 en la cual se aprecia un esquema que pretende dar respuesta a la problemática antes mencionada

La figura 4 muestra el esquema de la suposición anterior.

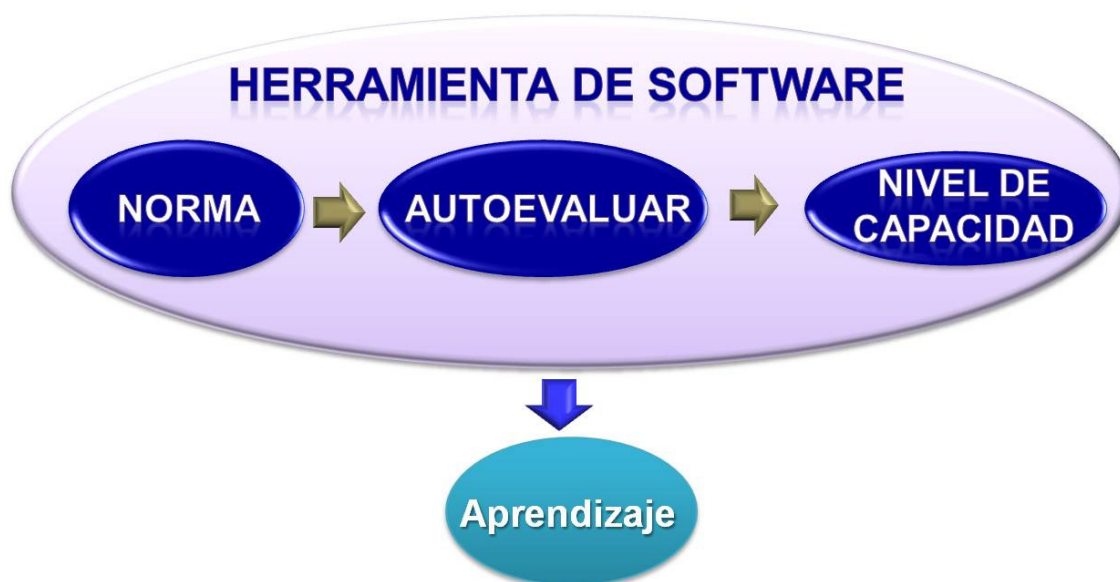


Figura 4. Supuesto de la investigación

### 1.3 Justificación

En México la industria del software en su gran mayoría se compone por MiPyMEs muchas de ellas sólo cuentan con el modelo MoProSoft como guía, ya sea por su falta recursos o desconocimiento para adquirir la norma. Esto trae como consecuencia una mala preparación que termina en la no verificación de la MiPyME y que termina influyendo en el bajo índice de verificaciones que existen hoy día.

La Tabla 4 muestra la necesidad de contar con herramientas de software basadas en la norma que apoyen y guíen en elevar las capacidades de procesos pero además preparen a la MiPyMEs para una eventual verificación. Esta herramienta está respaldada del inciso “C” de los métodos de evaluación de la norma de la parte 04 de la norma, el cual nos indica un proceso de autoevaluación de las empresas. Otro punto importante es que la NYCE como dirigente de las certificaciones de la norma NMX-I-059-NYCE-2005 determinó que todos los dictámenes de verificación deberían de publicarse en su sitio Web, sean estos aprobados o no. Creando con esto un aspecto social-cultural importante en las empresas que desean verificarse ya que si no logran llegar por lo menos al nivel 1, las empresas serán expuestas y percibidas como empresas que llevan un mal manejo interno de sus procesos. Todo aunado al desconocimiento de la norma crea desconfianza y disminuye el interés por parte de las empresas a buscar una verificación.

|                             |   |
|-----------------------------|---|
| El Problema                 | Bajo índice de verificaciones de la norma NMX-I-059-NYCE-2005.  |
| Afecta a                    | Los usuarios finales que perciben software de baja calidad.   |
| El impacto asociado es      | Dentro de las empresas que desarrollan software se podrá tener una aproximación del nivel de capacidad de procesos que se cuenta en ese momento, lo cual permitirá corregir y mejorar antes de una eventual verificación. |
| Estrategia                  | Autoevaluaciones para generar aprendizaje de la norma NMX-I-059/02-NYCE-2005  |
| Una Solución Adecuada seria | Crear una herramienta para la autoevaluación de los procesos de la norma NMX-I-059/02-NYCE-2005.  |

**Tabla 4. Visión del contexto de la problemática detectada.**

Al crear esta herramienta se estará ampliando el radio de cobertura y accesibilidad a la norma NMX-I-059-NYCE-2005, además de ayudar mediante autoevaluaciones desencadenar acciones de mejora de procesos dentro de las empresas con el fin de verificarse y mejorar la calidad de sus procesos y productos. Por lo anterior se está en condiciones de afirmar que esta herramienta ayudará a cientos de MiPyMES, beneficiará a miles de usuarios finales además de que indirectamente se colaboraría para que México Alcanzara niveles internacionales en capacidad de procesos.

## 1.4 Objetivos

Para el desarrollo de este trabajo se definió el siguiente objetivo general:

**OG01** Desarrollar una herramienta de software que permita la autoevaluación de procesos de la NMX-I-059/02-NYCE-2005 dentro de las MiPyMEs para obtener un nivel 1 de capacidad de procesos y madurez.

Objetivos Particulares:

**OP01** Investigar el enfoque de autoevaluaciones de procesos además de analizar y evaluar estándares, tecnologías y aplicaciones existentes para la reutilización de elementos útiles.

**OP02** Diseñar y desarrollar una herramienta de autoevaluación de la norma con las características de distribución libre, genérica y portable que se adapte a la diversidad de usuarios potenciales.

**OP03** Realizar pruebas de usabilidad con una empresa real.

**OP04** La herramienta desarrollada proporcionará aprendizaje sobre la norma NMX-I-059/02-NYCE-2005 a las MiPyMEs de tal manera que servirá como guía y preparación antes de una posible verificación.

## 1.5 Metodología

A continuación, se describirán las etapas a seguir para lograr el objetivo de la investigación. En la figura 5 se muestran cada una de las etapas de la metodología de trabajo.

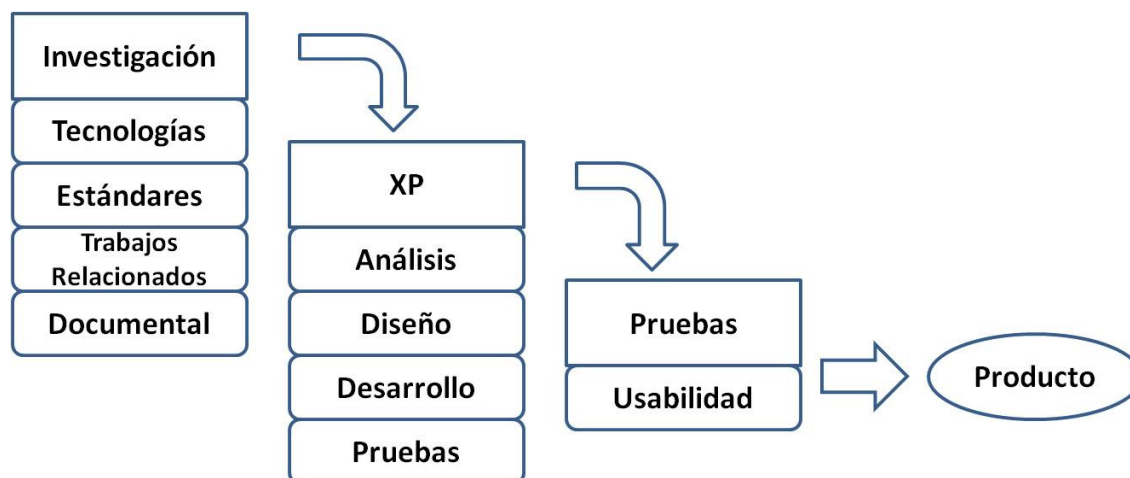


Figura 5. Metodología de trabajo.

### 1.5.1 Investigación

En esta etapa se analizarán los trabajos y herramientas realizadas que tengan similitudes con este trabajo de investigación con la finalidad de rescatar elementos reusables. Además, se estudiarán documentos referentes a la estrategia a seguir que son las autoevaluaciones con el fin de que obtener una base teórica para dar solución al contexto del problema.

### 1.5.2 Analizar, diseñar, desarrollar la herramienta de software para la autoevaluación de procesos de la NMX-I-059/02-NYCE-2005

En esta etapa con base en la metodología programación extrema (XP, por sus siglas en inglés) se definen las necesidades que deberá cubrir la herramienta de software. Siguiendo con un modelado que deberá de describir lo que debe hacer la herramienta. Posteriormente se realizará el diseño arquitectónico, de datos y de la interfaz del usuario. Terminando en la implementación de la herramienta de Software.

### 1.5.3 Pruebas

Después de la implementación de la herramienta de software se procede a probar la usabilidad y la utilidad de la herramienta. Estas pruebas deberán responder a los requerimientos definidos y a su vez dar solución al contexto del problema de este trabajo.

## **1.6 Estructura del documento**

Este documento se encuentra estructurado de la siguiente forma:

En el capítulo 2, se presentan las directrices de la parte 04 de la norma NMX-I-059-NYCE-2005 así como de la norma ISO/IEC 15504. También se exponen las autoevaluaciones como un método de aprendizaje, así como las herramientas de software como factor de aprendizaje. En el capítulo 3, se muestra el análisis y diseño de la herramienta ECAPRO (Evaluador de CAPacidad de PROCesos) como la iniciativa de auto-evaluación de la capacidad de los procesos para cumplir los requisitos especificados en la parte 02 de la NMX-I-059-NYCE-2005. Posteriormente, en el capítulo 4 es donde se presentan las pruebas de usabilidad realizadas al prototipo de desarrollado. En el capítulo 5 se hace un análisis de los resultados obtenidos. En el último capítulo, se presentan las conclusiones y trabajo futuro originado de este proyecto.

## Capítulo 2. Marco Teórico

En este capítulo, se exponen los fundamentos teóricos asumidos en la investigación que sirven de base a la concepción teórica de la propuesta. Desprendido de nuestra problemática y de la suposición definimos como nuestro campo de acción el uso de las herramientas de software y las técnicas de autoevaluación en el proceso de aprendizaje de la norma NMX-I-059/02-NYCE-2005. Siendo las herramientas de software y las autoevaluaciones nuestro objeto de estudio, se analizarán por separado como impactan cada una de ellas en el presente trabajo.

### 2.1 Herramientas de software como factor de enseñanza aprendizaje.

En esta época han surgido grandes avances científico tecnológicos, específicamente la computadora ha modificado muchas actividades de la vida moderna. Una de estas actividades es la educación. “El uso de las computadoras alcanza un valor pedagógico en la manera que se satisfaga una necesidad real, se instrumente convenientemente y el usuario esté preparado para su uso” [Díaz Fernández, 2006].

Existen diferentes medios de aprendizaje uno de los más usados en la educación es el maestro-alumno, el uso de herramientas de software debe considerarse un mecanismo más de aprendizaje con un distintivo particular que es la interactividad. “La computadora es un medio del proceso de enseñanza aprendizaje de propósito general que posibilita integrar diferentes medios del proceso de aprendizaje con las correspondientes ventajas de cada uno y posee la cualidad distintiva que es la interactividad, lo que puede favorecer la transmisión y apropiación de los contenidos de enseñanza desde una concepción desarrollada para su empleo [Díaz Fernández, 2006]”.

La interactividad es el punto fuerte de este medio de aprendizaje ya que permite recibir información, procesarla, tomar decisiones y regresar una respuesta y a su vez retroalimentarla. Es por eso que estimula nuevas formas de aprender, organizar y de enseñar en el proceso de enseñanza aprendizaje de cualquier tema.

Para obtener el mayor de los beneficios del uso y construcción de herramientas de software que apoyen la enseñanza aprendizaje se recomienda el uso de la siguiente metodología.

1. Detección y características de problemas.
2. Identificación de variables y construcción de indicadores.
3. Diseño del instrumento recolector de datos.
4. Aplicación de los instrumentos.
5. Análisis de la información
6. Elaboración de informes.

Así mismo existen 3 funciones básicas para toda herramienta de software en relación al proceso enseñanza aprendizaje [Díaz Fernández, 2006] las cuales son:

1. Presentación del contenido.
2. Interacción con el contenido.
3. Diagnóstico y Control.

Hipotéticamente y en base a lo que se requiere en el presente trabajo la presentación del contenido se protagoniza en la organización y presentación de lo que la norma NMX-I-059/02-NYCE-2005 dentro de nuestra herramienta de software.

La interacción del usuario y el contenido de la norma NMX-I-059/02-NYCE-2005 estarían representando el segundo punto de las funciones anteriores.

Por último, el diagnóstico y control se representa con la respuesta programada que la herramienta daría al usuario.

Finalmente “El uso de la computadora permite variados recursos de comunicación, a través de imágenes, textos, sonidos y su cualidad de interactividad; se convierte en un elemento mediador que es poseedor de información y experiencia. Al interactuar el usuario se puede apropiarse de conocimientos, procedimientos, habilidades y valores” [Díaz Fernández, 2006].

## **2.2 Autoevaluaciones**

El término autoevaluación se refiere a la evaluación que alguien hace de sí mismo ya sea de algún aspecto o actividad propios [RAE, 2010]. Se ha utilizado ampliamente en el campo pedagógico donde este término se amplía y se le ve como un ejercicio de autorreflexión valorativa de las acciones teóricas y prácticas desarrolladas por los estudiantes, donde se asume como un proceso permanente a la conciencia, la voluntad y el interés para alcanzar con calidad, los objetivos y los propósitos establecidos en un proyecto educativo. La autoevaluación también se acuñó en la industria donde se ha utilizado para la gestión de la calidad de actividades y procesos que se realizan dentro de una organización.

La autoevaluación es una de muchas formas de medir el funcionamiento de los procesos dentro de una organización, proporcionando opiniones y juicios, es una herramienta del responsable de procesos dentro de una organización; siendo su principal valor añadido el compromiso con los planes de acción que su realización induce en el autoevaluador. Este valor se incrementa cuando la autoevaluación es realizada por el equipo de procesos, contribuyendo a desarrollar una cultura común. Y siempre refuerza el proceso de cambio. Además puede aplicarse también para la identificación y posteriormente corrección de las no-conformidades de procesos. Así mismo, debería servir también para identificar riesgos en el proceso y desencadenar acciones correctivas. Si se toma el hábito de realizarla a finales del año, sus resultados facilitan enormemente el proceso de planificación del desarrollo de la organización para el año siguiente [Pérez Fernández de Velasco, 2008].

### **2.2.1 EvalProSoft y NMX-I-059/04-NYCE-2005**

Existen 3 métodos de evaluación de procesos para la industria de software los cuales son los siguientes [NMX-I-059/04-NYCE-2005, 2005]:

- a) Evaluación para la acreditación de capacidades, es cuando una organización solicita a un Evaluador Certificado por la NYCE la realización de la evaluación para obtener un perfil del nivel de capacidad de los procesos implantados y un nivel de madurez de capacidades.

- b) Evaluación de capacidades del proveedor, es cuando un cliente solicita a un evaluador certificado la realización de una evaluación para obtener un perfil del nivel de capacidad de los procesos implantados por el proveedor de desarrollo y mantenimiento de software. El cliente elige los procesos a evaluar dependiendo del servicio a contratar.
- c) **Autoevaluación** de capacidades de proceso, es cuando una organización realiza una evaluación por personal interno o externo que no necesariamente sea Evaluador Certificado. En este caso no interviene el Organismo Rector.

La finalidad de estos 3 métodos es dar como resultado un nivel de capacidad de los procesos implantados y un nivel de madurez de capacidades de la MiPyME evaluada.

Los primeros 2 métodos los realizan personal experto en la norma NMX-I-059/02-NYCE-2005 el inciso a es de carácter oficial y el inciso b es de carácter extraoficial y muy personalizado para la MiPyME. Estos dos métodos siguen el mismo proceso de evaluación.

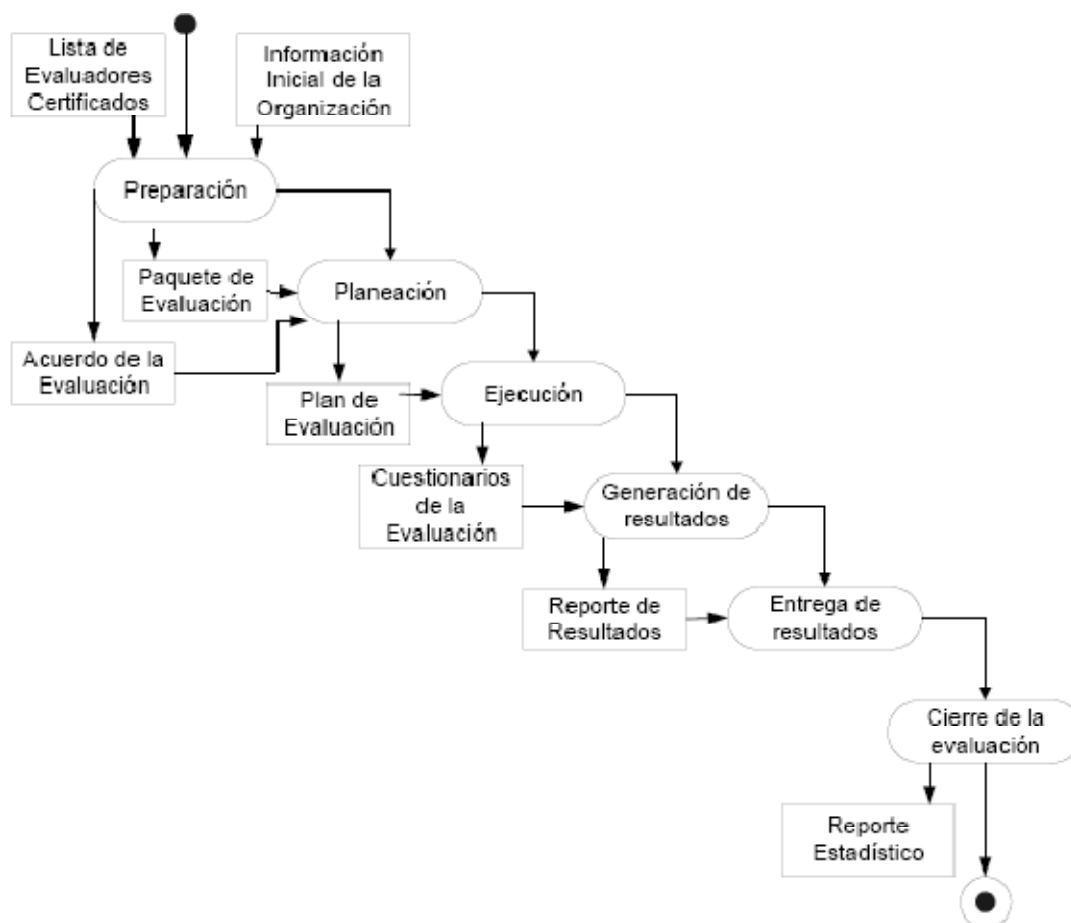


Figura 6. Proceso de evaluación.

En la NMX-I-059/04-NYCE-2005, el proceso del Método de Evaluación considera la preparación, actividad previa a la evaluación, y las actividades propias de la evaluación tales como la planeación, ejecución, generación y entrega de resultados y el cierre (Figura 6). En la planeación, el Evaluador Certificado confirma el compromiso con el Promotor para realizar la evaluación, confirma los miembros del Equipo de

Evaluación, identifica los proyectos a evaluar y a los participantes en la evaluación, elabora el plan de evaluación, lo valida con el Promotor y prepara al Equipo de Evaluación y a los participantes.

En la ejecución, por cada proyecto a evaluar, el Equipo de Evaluación realiza una revisión a la documentación solicitada, prepara y realiza la entrevista con el Responsable de la Administración del Proyecto Específico y con su equipo de trabajo. Adicionalmente, por cada responsable de los procesos de Alta Dirección y Gestión se realizan la revisión de su documentación, se prepara y realiza una entrevista con el responsable. La información recaudada se registra como evidencia documental y oral en los cuestionarios de la evaluación. Finalmente, se consolida y se corrobora la información, para obtener la tabla de perfiles de calificaciones de atributos. En la generación de resultados, el Equipo de Evaluación genera el perfil del nivel de capacidad de los procesos implantados y el nivel de madurez de capacidades. Con base en éstos, elabora el reporte de resultados.

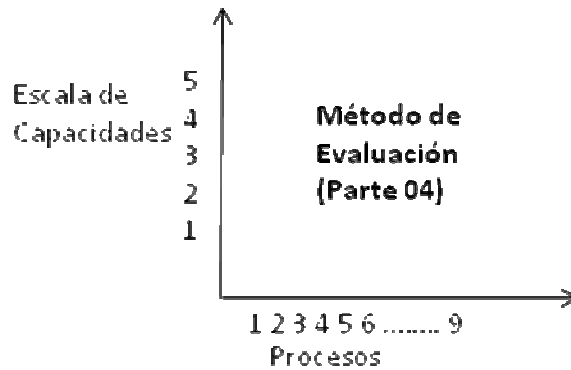
En la entrega de resultados, el Evaluador Certificado presenta a la organización los resultados obtenidos y entrega el reporte de resultados al Promotor. En el cierre de la evaluación, el Evaluador Certificado genera y envía el reporte estadístico al Organismo Rector y realiza actividades de cierre con el Equipo de Evaluación.

Los roles involucrados son los siguientes:

1. Promotor
2. Evaluador Certificado
3. Representante de la MiPyME.
4. Facilitador.
5. Equipo de evaluación.
6. Participante de la evaluación.

Por otra parte el método del inciso c de los métodos de evaluación que es la **autoevaluación** sigue las mismas directrices de los anteriores pero es realizado sin la ayuda de ningún experto en la norma NMX-I-059/02-NYCE-2005 y no necesariamente sigue el mismo enfoque de los pasos del proceso de evaluación ya que este trabajo propone utilizar herramientas de software con la cual se podrán omitir pasos como la preparación y la planeación, dando paso a una constante retroalimentación entre la ejecución y los resultados.

El proceso de evaluación no aplica igual para la autoevaluación pero los criterios de evaluación si serán los mismos ya que todos los métodos deben arrojar los mismos resultados. EvalProSoft se basa en la parte 04 de la norma NMX-I-059-NYCE-2005 que es Requisitos de procesos y en la norma internacional ISO 15504, que contiene un marco de mediciones para la capacidad de procesos, la cual utiliza una escala ordinal de 0 a 5 para la evaluación de la capacidad de procesos, donde el 0 es usado para indicar el nivel más bajo, 5 se asocia al nivel de capacidad más alto y significa que se logran las metas de negocio por medio de la optimización y mejora continua de procesos. En la Figura 7 se muestra la relación entre los procesos y el nivel de capacidad.



**Figura 7. Escala de capacidades de EvalProSoft.**

La medición de capacidades se obtiene a través de un conjunto de atributos de procesos, los cuales se usan para determinar cuando un proceso ha alcanzado una capacidad. Cada atributo mide un aspecto particular de un proceso.

A continuación, se presenta la descripción de cada nivel de capacidad y sus atributos [NMX-I-059/02-NYCE-2005, 2005]:

**Nivel 0. Proceso Incompleto**

El proceso no está implantado o falla en alcanzar el propósito del proceso.

**Nivel 1: Proceso Realizado**

El proceso implantado logra su propósito

- 1.1 Atributo de realización del proceso.

**Nivel 2: Proceso Administrado**

El proceso Realizado se implanta de manera administrada y sus productos de trabajo están apropiadamente establecidos, controlados y mantenidos.

- 2.1 Atributo de administración de la realización.
- 2.2 Atributo de administración del producto de trabajo.

**Nivel 3: Proceso Establecido**

El proceso Administrado es implantado mediante el proceso definido, el cual es capaz de lograr los resultados del proceso.

- 3.1 Atributo de definición del proceso.
- 3.2 Atributo de implantación del proceso.

**Nivel 4: Proceso Predecible**

El proceso Establecido opera dentro de límites para lograr sus resultados.

- 4.1 Atributo de medición del proceso.
- 4.2 Atributo de control del proceso.

**Nivel 5: Optimizando el proceso**

El proceso Predecible es continuamente mejorado para lograr las metas de negocios actuales y futuras relevantes.

- 5.1 Atributo de innovación del proceso.
- 5.2 Atributo de optimización del proceso.

El grado del cumplimiento del atributo del proceso usando una escala ordinal se muestra en la Tabla 3.

|   |                          |                                  |
|---|--------------------------|----------------------------------|
| N | No alcanzado.            | 0-15% del alcance                |
| P | Parcialmente alcanzado.  | > 15% hasta 50% del alcance.     |
| A | Ampliamente alcanzado.   | > 50% hasta el 85% del alcance.  |
| C | Completamente alcanzado. | > 85% hasta el 100% del alcance. |

**Tabla 5. Grados de cumplimiento de los atributos del proceso.**

El nivel de capacidad de procesos es el nivel cuyo cumplimiento de los atributos es, al menos, ampliamente alcanzado y el cumplimiento de los atributos de los niveles inferiores es completamente alcanzado. Por ejemplo para que un proceso alcance un nivel de capacidad de proceso realizado (nivel 1) debe de obtener una evaluación de ampliamente alcanzado.

El conjunto de calificaciones de los atributos de un proceso forman el nivel de la MiPyME evaluada. En la Figura 8 se ilustra cómo funciona.



**Figura 8. Evaluación de procesos.**

El apéndice A de la parte 02 describe cuáles son las características a cubrir para cumplir con los requisitos normativos. Aunque utilizando la parte 02 y 03 de la norma NMX-I-059/-NYCE-2005 se puede elaborar un cuestionario base para cumplir con los requisitos.

## 2.2.2 Técnicas de autoevaluación

Teniendo definido ya un proceso de autoevaluación junto con los criterios a seguir, es importante establecer una técnica de autoevaluación. Existen muchas técnicas de autoevaluación, cada una tiene sus propias ventajas e inconvenientes. Muchas organizaciones que siguen modelos de calidad crean sus propias técnicas de autoevaluación y es totalmente válido, si esto le permite tomar ventajas respecto a otros modos de autoevaluar.

De manera general la técnica de autoevaluación debería incluir los siguientes puntos [Pérez Fernández de Velasco, 2008]:

- Aspectos a evaluar.
- Una escala para la autoevaluación.
- La celda de comentarios para que el responsable de procesos (autoevaluador) añada información que permita comprender el resultado de la autoevaluación.
- El plan de acción, que es lo sustancial de la gestión y el objetivo final de la medición. Correcciones, acciones correctivas, preventivas y de mejora.
- Línea con la “difusión interna” del documento.

Según ISO 9004 [ISO 9004:2009] existen dos tipos de autoevaluaciones: las orientadas a elementos clave y las autoevaluaciones de elementos detallados. El primer tipo son las que se realizan por la alta dirección para obtener una perspectiva general del comportamiento de la organización y el desempeño actual de la misma. A diferencia del segundo tipo, donde la autoevaluación la realiza un responsable del proceso o dirección operativa para obtener una perspectiva general del desempeño del procesos en la organización [Del Río Martínez, 2010].

Por otro lado, algunas organizaciones siguen el modelo europeo de gestión de calidad EFQM (por sus siglas en inglés) [EFQM, 2010], debido a que es una herramienta para la gestión de la calidad que posibilita orientar la organización hacia el cliente, siendo uno de sus frutos la sensibilización del equipo directivo y del staff en aras de la mejora de sus productos y/o servicios.

La EFQM es un modelo de aplicación continua en el que cada uno de sus nueve elementos (criterios) se desglosan en treinta y dos subcriterios, pudiendo utilizarse de forma independiente o conjunta. Estos subcriterios se evalúan y ponderan para determinar el progreso de la organización hacia la excelencia. En la figura 9 se puede apreciar el modelo y criterios del modelo EFQM.



**Figura 9. Modelo y criterios EFQM.**

La EFQM propone varias técnicas de autoevaluación las cuales se describen en la tabla 6. Los criterios de decisión por una u otra técnica dependen de la experiencia y el grado de madurez de la organización en programas de mejora de calidad, la formación en autoevaluación, el tiempo y los recursos disponibles y la precisión de la información y objetivos que se desean obtener. De esta manera se utilizan métodos diferentes para iniciar experiencias de autoevaluación que faciliten la implantación de los planes de mejora.

| Técnica                  | Descripción   |
|--------------------------|---|
| Redacción de una memoria | Documento hecho por la organización sobre sus procesos. Esta memoria es evaluada para detectar áreas de mejora y puntos fuertes. Su principal inconveniente es que es laborioso y complicado.   |
| Formularios              | Consiste en preparar formularios preestablecidos por cada subcriterio, donde figuran la descripción del subcriterio y las áreas a tratar. El formulario se complementa con los puntos fuertes, áreas de mejora y evidencias de ese subcriterio. |
| Reunión de trabajo       | La alta dirección de la organización tiene como responsabilidad recopilar toda la información relevante de los subcriterios. Posteriormente se reúnen todos los involucrados para mostrar hallazgos, detectar puntos fuertes y áreas de mejora. |
| Cuestionarios            | Se utilizan cuestionarios para cada criterio que permita un rango de contestación SI, NO o bien de 1 a 5. La validez de los resultados dependerá de la calidad del cuestionario. Su principal ventaja es la                                     |

|                    |  |
|--------------------|--|
|                    | rapidez y lo sencillo.   |
| Matrices de mejora | Esta técnica supone disponer de una matriz de mejora en la que los criterios aparecen en las diferentes columnas, mientras que hay n niveles que corresponden a un distinto grado de consecución de cada criterio, siempre a juicio del evaluador. |

**Tabla 6. Técnicas de autoevaluación de la EFQM.**

Se comparó el enfoque del modelo de EFQM con el apéndice A de la parte 02 de la NMX-I-059-NYCE, detectando una similitud en la utilización del apéndice como referente en la realización de evaluaciones sistemáticas para determinar la calidad de los procesos de una organización según el nivel de capacidad. De las técnicas de autoevaluación que propone EFQM, se seleccionó el cuestionario debido a que está orientado al personal que realiza sus primeras experiencias, es un método rápido, fácil de usar y requiere pocos recursos. Este tipo de técnica requiere de la utilización de preguntas o frases de aspectos a evaluar con un rango de respuesta SI, NO o bien del 1 a 5. La validez de los resultados dependerá mucho de la calidad del cuestionario. En la figura 10 se muestra un ejemplo de un formato de autoevaluación en forma de cuestionario.

### **2.2.3 Recomendaciones para autoevaluar**

Para alinear la autoevaluación con un enfoque sistemático de la gestión, sería deseable que desencadenara [Pérez Fernández de Velasco, 2008]:

- El funcionamiento del proceso de “mejora continua”
- El funcionamiento del proceso de “Acciones correctivas y preventivas”
- El funcionamiento de la resolución de las no-conformidades detectadas.

La autoevaluación al tratarse de un criterio tiende a ser subjetiva, para minimizar este impacto la autoevaluación debe realizarse [Pérez Fernández de Velasco, 2008]:

- Por comparación
- Con elementos de referencia: estado actual y deseable a medio/largo plazo de los elementos a evaluar.
- Y siempre en grupo; como objetivo relevante, se busca fomentar el debate que lleve al consenso como parte del “aprendizaje organizacional” y desencadenante de cambios.

La subjetividad de la percepción individual se minimiza con trabajo en equipo, que además aporta lo siguiente [Pérez Fernández de Velasco, 2008]:

- Compensa la no existencia de referentes objetivos.
- Poner de manifiesto tópicos, paradigmas o supuestos básicos compartidos en la empresa.
- Evitar caer en análisis irrelevantes para el objetivo que se persigue y centrar el trabajo en los puntos clave.
- Compromiso del equipo de evaluación con el plan de mejora.

Es importante mencionar que la eficacia del proceso de autoevaluación es una evidencia de madurez del sistema de gestión. ISO 9004:2009 Sistema de Gestión de la calidad – Directrices para la mejora del desempeño incluye en su anexo A cuestionarios adaptables a cada empresa para la evaluación del cumplimiento de los requisitos del sistema de calidad, con el propósito de enjuiciar su nivel de implantación, madurez y eficacia. Los 5 niveles de madurez del sistema son [Pérez Fernández de Velasco, 2008]:

- Nivel 1: sin aproximación formal (sistemática) y con resultados pobres o impredecibles.
- Nivel 2: aproximación reactiva aunque sistemática con pocas evidencias de mejora.
- Nivel 3: aproximación del sistema formal (sistemática), estable y basada en los procesos con evidencias de conformidad con los objetivos y tendencias de mejora.
- Nivel 4: énfasis en la mejora continua con tendencia de mejora sostenida.
- Nivel 5: con evidencias aportadas por estudios de beachmarking.

| Equipo de Proceso:   |                |  |          |       |   |   |    |
|--|----------------|--|----------|-------|---|---|----|
| ASPECTOS A EVALUAR   |                |  |          | 😊     | 🙂 | 😐 | ☹️ |
| <b>a) Identificación de Necesidades:</b>   |                |  |          |       |   |   |    |
| 1. Comprensión y participación de los y responsables.....                            |                |  |          |       |   |   |    |
| 2. Elaboración del Plan de Formación.....  |                |  |          |       |   |   |    |
| 3. Orientación a objetivos y Coherencia del Plan con la estrategia corporativa ..... |                |  |          |       |   |   |    |
| 4. Personalización del Plan.....   |                |  |          |       |   |   |    |
| 5. Las acciones satisfacen necesidades específicas .....                             |                |  |          |       |   |   |    |
| 6. Aprobación del Plan de Formación .....  |                |  |          |       |   |   |    |
| 7. Propuestas alternativas de desarrollo personal .....                              |                |  |          |       |   |   |    |
| <b>b) Planificación y ejecución del Plan de Formación:</b>                           |                |  |          |       |   |   |    |
| 1. Elaboración y respeto de la planificación del proceso.....                        |                |  |          |       |   |   |    |
| 2. Elaboración y respeto del planing.....  |                |  |          |       |   |   |    |
| 3. Preparación de cursos y seminarios .....  |                |  |          |       |   |   |    |
| 4. Asistencia a los cursos .....   |                |  |          |       |   |   |    |
| 5. Nivel de consecución de los objetivos .....                                       |                |  |          |       |   |   |    |
| <b>c) Evaluaciones:</b>  |                |  |          |       |   |   |    |
| 1. Autoevaluación de la Preparación del curso .....                                  |                |  |          |       |   |   |    |
| 2. Calidad de las Evaluaciones de la Impartición .....                               |                |  |          |       |   |   |    |
| 3. Calidad de la Evaluación de la Eficacia del Plan .....                            |                |  |          |       |   |   |    |
| 4. Calidad y puntualidad del Cuadro de Mando del proceso .....                       |                |  |          |       |   |   |    |
| <b>d) Responsabilidades: Gestión del proceso de Formación.....</b>                   |                |  |          |       |   |   |    |
| Nº   | COMENTARIOS    |  |          |       |   |   |    |
|  |                |  |          |       |   |   |    |
| Nº   | PLAN DE ACCIÓN |  | Ejecutor | Fecha |   |   |    |
|  |                |  |          |       |   |   |    |

Figura 10. Formato de autoevaluación (cuestionario).

### 2.3 Metodologías de desarrollo de software

El proceso de desarrollo de software es aquel en el que las necesidades del usuario son traducidas en requerimientos de software, estos requerimientos transformados en diseño y el diseño implementado en código, éste es aprobado, documentado y certificado para su uso operativo. Concretamente define quién está haciendo qué, cuándo hacerlo y cómo alcanzar cierto objetivo [Jacobson, 1999].

Para alcanzar el objetivo de este trabajo es importante conocer las diferentes metodologías de desarrollo de software que existen para posteriormente elegir una y aplicarla en el proceso de esta investigación. Existen diferentes enfoques para desarrollar un producto de software, cada uno de estos enfoques tiene sus propias características y se deberá usar aquel que permita solventar obtener las mayores ventajas posibles.

Las metodologías aplicadas al desarrollo del software se dividen en:

- Metodologías tradicionales, las cuales se centran en el control estricto de los procesos, documentación robusta y prácticas rigurosas [Boehm, 1988], [Braude, 2003], [Brooks, 1975].
- Metodologías ágiles, las cuales se orientan en los individuos que participan en el desarrollo de un proyecto de software y permiten aplicar un desarrollo ágil pero eficaz [Manifiesto, 2001a], [Manifiesto,2001b], [Highsmith, 2002], [Gib, 2004], [Charette, 2001], [Agilalliance, 2007], [Ambler, 2007].

Aunque estas metodologías tienen enfoques distintos, ambas tienen como objetivo el lograr un producto de calidad a través del proceso de desarrollo de software (Tablas 7 y 8) [Ruiz, 2009] y son ampliamente utilizados en el área de la Ingeniería de Software proporcionando una base para el proceso de desarrollo de software.

| Metodologías Tradicionales              |   |  |
|---|---|--|
| Modelo                                  | Proceso   | Características  |
| Lineal secuencial                       | Ingeniería/modelado, análisis, diseño, código, prueba.  | - Se considera que los requerimientos del sistema son fijos y que serán definidos a lo largo del proyecto, considerando los cambios como situaciones no favorables.            |
| Construcción de prototipos              | Escuchar al cliente, construir/revisar, el cliente aprueba el prototipo.                                    | - Construye varios prototipos del sistema hasta que se satisface la necesidad del usuario.   |
| Desarrollo rápido de aplicaciones (RAD) | Modelado de gestión, modelado de datos, modelado de procesos, generación de aplicaciones, prueba y entrega. | - Utiliza ciclos de desarrollo cortos, con un enfoque de desarrollo orientado a componentes, utiliza lenguajes 4G.<br>- Requiere suficiente personal para creación de equipos. |
| Incremental                             | Ingeniería/modelado, análisis, diseño, código, prueba (por incrementos).                                    | - Se desarrollan pequeños incrementos del sistema con el proceso del modelo lineal   |

|                           |   |   |
|---------------------------|---|---|
|                           |   | secuencial, estos incrementos no se desechan y se le añaden nuevas características a través de los incrementos hasta obtener el producto final.   |
| Espiral                   | Comunicación, planeación, análisis de riesgos, ingeniería, construcción y adaptación, evaluación del cliente. | - El proyecto se divide en tareas dentro de las seis actividades estructurales, girando al sentido de las manecillas del reloj, si el proyecto permanece inactivo en un proceso se puede retomar el desarrollo a partir de la actividad donde se suspendió. |
| Ensamblaje de componentes | Comunicación, planeación, análisis de riesgos, ingeniería, construcción y adaptación, evaluación del cliente. | - Enfoque orientado a componentes, define clases y las busca en un repositorio de clases, si existe se utiliza, si no, se crean y se guardan, este procedimiento se aplica en las seis actividades estructurales del modelo en espiral.                     |
| Desarrollo concurrente    | Se definen actividades del proyecto en tareas las cuales tienen estados asociados a ellas.                    | - Cada actividad definida en el proyecto se desglosa en tareas, las cuales tienen varios estados de transición, la concurrencia ocurre porque otras actividades están implementándose y se encuentran en un estado diferente.                               |
| Métodos formales          | Notación rigurosa o matemática.   | - Son exactos, elimina la ambigüedad e inconsistencias en el proyecto.  |

**Tabla 7. Metodologías tradicionales.**

| Metodologías Ágiles      |   |  |
|--------------------------|---|--|
| Modelo                   | Proceso   | Características  |
| Extreme programming (XP) | Exploración, planificación de la entrega, iteraciones, producción, mantenimiento, finalización. | Establece equipos de desarrollo pequeños (3 a 10 personas), comunicación frecuente entre el cliente y los programadores, exige la reestructuración del código en todo momento, diseño simple, entrega pequeñas y frecuentes de aplicaciones prototipo. |
| Scrum                    | Planeación, montaje, juego o desarrollo, liberación.  | Reuniones diarias del equipo de 15 minutos para coordinación e   |

|   |  |  |
|---|--|--|
|   |  | integración, desarrollo de incrementos ejecutables cada 30 días, implementa técnicas de control de proceso, se utiliza como complemento de otras metodologías.   |
| Evolutionary Project Management (EVO)     | Metas-valores-costos, soluciones, estimación de impacto, entrega evolutiva del proyecto, definición de funciones.              | Define, cuantifica, estima y mide los requerimientos del proyecto utilizando técnicas rigurosas para obtener requerimientos reales (Planguage), cada iteración es sometida a evaluación en busca de la mejor en relación costo-beneficio.  |
| Crystal                                   | Planificación del proyecto, se divide en iteraciones.  | Se selecciona una metodología de acuerdo al tamaño del proyecto, define reuniones semanales con el usuario, creación de un esqueleto ambulante por iteración, iteraciones no mayores de tres meses, reuniones de pie entre los integrantes del equipo.   |
| Feature Driven development (FDD)          | Diseño, implementación.  | Los requerimientos ya deben estar establecidos, a través de ellos se definen funcionalidades o rasgos que el usuario requiere en el sistema y se ordenan según su prioridad y dependencia, se crean los paquetes de diseño para que se liberen por medio de iteraciones, la duración de las iteraciones es de hasta dos semanas. |
| Dynamic Systems Development Method (DSDM) | Estudio de factibilidad, estudio del negocio, iteración del modelo funcional, iteración del diseño y construcción, despliegue. | Define un framework para desarrollar aplicaciones RAD, se adaptan las funcionalidades en base al tiempo y recurso, los procesos son iterativos e incrementales, existe retroalimentación en todas las fases.   |
| Adaptive Software Development (ASD)       | Especulación, colaboración y aprendizaje.  | Desarrollo orientado a componentes, tolerante a los cambios. No proporciona un método para el desarrollo del software, proporciona una cultura tolerante a los cambios.  |
| Agile Modeling                            |  | Complementa el modelado y la   |

|                       |  |  |
|-----------------------|--|--|
| (AM)                  |  | documentación para otras metodologías.   |
| Lean Development (LD) |  | Cubre aspectos de modelado y documentación, no proporciona métodos para el desarrollo de software. |

**Tabla 8. Metodologías ágiles.**

La elección de un modelo para un proceso de desarrollo de software está ligada a la naturaleza del proyecto que se pretende realizar. Factores como el tiempo, los recursos materiales y humanos, los usuarios, la aplicación y los requerimientos que se deseen desarrollar son algunas de las variables que se tienen que analizar para lograr el alcance deseado de la manera más eficiente.

## Capítulo 3. Proceso de Desarrollo de ECAPRO

En este capítulo, se describirán los pasos que se siguieron para alcanzar el objetivo OG01 de este trabajo, desde la elección de la metodología de desarrollo de software a seguir hasta la culminación del ciclo de desarrollo. El objetivo OG01 especifica el desarrollo de una herramienta de software que arrojará un nivel de capacidad de proceso y de madurez de la organización, es por eso que la herramienta se nombró Evaluador de CApacidad de PROcesos (ECAPRO).

### 3.1 Elección de una metodología para el desarrollo de software

De acuerdo al tipo de proyecto indicado en el objetivo OG01 fue necesario seleccionar una metodología de desarrollo de la herramienta de software. Como ya se presentó en el capítulo 2 existe más de una metodología que se pueden adaptar perfectamente al proyecto pero se eligió la metodología XP; la cual es una metodología ágil centrada en la retroalimentación continua entre el cliente y el equipo de desarrollo, la comunicación fluida entre todos sus participantes, simplicidad en las soluciones implementadas y determinación para enfrentar los cambios [Canos, 2003].

Como lo especifican [LetelierPenades03, 2004] el ciclo de vida de XP empieza en la fase de exploración donde los clientes plantean a grandes rasgos las historias de usuario que son de interés para la primera entrega del producto. Las historias de usuario son la técnica utilizada para especificar los requisitos del software. Respecto a la información contenida ésta debe de tener nombre, descripción, estimación de esfuerzo, fecha, número de historia, prioridad, riesgo y observaciones. La figura 11 muestra las fases de la metodología XP.



Figura 11. Fases de la metodología XP.

De las historias de usuario surge el plan de entrega, donde los clientes establecen la prioridad de cada historia de usuario, y correspondientemente, los programadores realizan una estimación del esfuerzo necesario de cada una de ellas. Se toman acuerdos sobre el contenido de la entrega y se determina el plan de

entrega. Las estimaciones de esfuerzo asociado a la implementación de las historias de usuario la establecen los programadores utilizando como medida el punto. Un punto, equivale a una semana ideal de programación. Las historias generalmente valen de 1 a 3 puntos.

Las iteraciones incluyen las historias de usuario y las pruebas de aceptación. Ambas se dividen en tareas de programación. El programador estima la tarea que toma. Siendo las tareas fichas de programación donde se especifica en lenguaje técnico los requisitos o funcionalidad que el sistema debe tener. Estas tareas se desprenden de las historias de usuario.

Las pruebas de aceptación se crean a partir de las historias de usuario. El cliente define los escenarios de prueba para verificar si la historia de usuario ha sido correctamente implementada. Una historia de usuario puede tener una o varias pruebas de aceptación. El cliente es responsable de verificar el pasaje de las pruebas de aceptación y priorizar la corrección de las pruebas fallidas. Las pruebas de aceptación son pruebas tipo caja negra a nivel del sistema: cada prueba de aceptación corresponde a un resultado producido por el sistema. Las pruebas de aceptación deben ser automáticas, correrse frecuentemente, publicarse sus resultados y programar su corrección para la próxima iteración. Deben crearse pruebas de aceptación en cada iteración. Si no hay pruebas de aceptación nuevas no se ha hecho nada nuevo. Un relato de usuario no está completo hasta no haber pasado todas sus pruebas de aceptación.

### **3.2 Elección de la herramienta para el desarrollo del software.**

Para el desarrollo de software indicado en el objetivo **OG01** se utilizó PowerBuilder por ser un RAD (por sus siglas en inglés de *Rapid Application Development*) que combina tecnologías nuevas y emergentes, siendo una herramienta de clase empresarial orientada a objetos, pero a su vez con la característica *orientada a datos*. Esta característica que hace único a PowerBuilder al brindar acceso simplificado al contenido de una base de datos que hasta cierto punto libera al programador de las diferencias entre sistemas de gestión de base de datos de diferentes proveedores. No es la intención de este documento enfocar demasiada atención a qué herramientas son mejores que otras; sin embargo, se eligió PowerBuilder por las características antes mencionadas.

### **3.3 Historias de usuario (requerimientos)**

Empezando con el análisis, se deseaba que la información se desplegará de forma jerárquica y organizada para facilitar la autoevaluación de la capacidad de los procesos. Se debía mostrar una lista con los aspectos auditables de las actividades, productos de trabajo, elementos y roles requeridos por proceso. Además, de que todos los elementos se almacenarían en una base de datos. Para esto, se estableció la prioridad para las cuatro historias de usuario (**HU01, HU02, HU03 y HU04**), las cuales especificaban el nombre, descripción, estimación de esfuerzo, fecha, número de historia, prioridad, riesgo y observaciones generales.

Historia de Usuario 01 (**HU01**): Despliegue de información de la norma NMX-I-059/02-NYCE-2005.

| Historia de Usuario  |                            |
|--|----------------------------|
| Número: 01   | Usuario: MiPyME            |
| Nombre de la Historia: Despliegue de información de la norma NMX-I-059-NYCE-2005 por nivel de madurez                    |                            |
| Prioridad en negocio: Alto   | Riesgo en Desarrollo: Alto |
| Puntos Estimados: 4  | Iteración Asignada: 1      |
| Programador Responsable: Fabian Isai Mercado Moya  |                            |
| Descripción:<br>Recuperar los requisitos de procesos definidos en la NMX-I-059-NYCE-2005 para el nivel de capacidad uno. |                            |

**Tabla 9. Historia de usuario: despliegue de información de la norma NMX-I-059-NYCE-2005.**

Historia de Usuario 02 (**HU02**): Autoevaluación de la capacidad de procesos.

| Historia de Usuario  |                            |
|--|----------------------------|
| Número: 02   | Usuario: MiPyME            |
| Nombre de la Historia: Autoevaluación de la capacidad de procesos  |                            |
| Prioridad en negocio: Alto   | Riesgo en Desarrollo: Alto |
| Puntos Estimados: 2  | Iteración Asignada: 1      |
| Programador Responsable: Fabian Isai Mercado Moya  |                            |
| Descripción:<br>Permitir la autoevaluación del atributo del proceso “realizado” (nivel de capacidad 1) definido en la norma NMX-I-059-NYCE-2005 y se indique el resultado de la misma. |                            |

**Tabla 10. Historia de usuario: autoevaluación de la capacidad de procesos.**

Historia de Usuario 03 (**HU03**): Informe de resultados.

| Historia de Usuario   |                            |
|---|----------------------------|
| Número: 03  | Usuario: MiPyME            |
| Nombre de la Historia: Informe de resultados  |                            |
| Prioridad en negocio: Medio   | Riesgo en Desarrollo: Bajo |
| Puntos Estimados: 2   | Iteración Asignada: 2      |
| Programador Responsable: Fabian Isai Mercado Moya   |                            |
| Descripción:<br>Una vez que el usuario se autoevalúa, el sistema debe ser capaz de mostrar el resultado de la autoevaluación así como comparativas de 2 o más autoevaluaciones del mismo nivel. |                            |

**Tabla 11. Historia de usuario: informe de resultados.**

Historia de Usuario 04 (**HU04**): Autenticación de usuario.

| Historia de Usuario  |                             |
|--|-----------------------------|
| Número: 04   | Usuario: MiPyME             |
| Nombre de la Historia: Registro de Usuarios (MiPyME)   |                             |
| Prioridad en negocio: Bajo   | Riesgo en Desarrollo: Medio |
| Puntos Estimados: 2  | Iteración Asignada: 2       |
| Programador Responsable: Fabian Isai Mercado Moya  |                             |
| Descripción:<br>El sistema deberá permitir el registro de usuarios para la autenticación y control dentro del sistema. |                             |

**Tabla 12. Historia de usuario: autenticación de usuario.**

### 3.4 Diseño arquitectónico

Después de conocer los requerimientos del usuario se definió un diseño arquitectónico de alto nivel de abstracción con los módulos principales de la aplicación (preparación, ejecución y generación de resultados) y sus respectivas iteraciones (Figura 12). ECAPRO tendrá una base de datos la cual proporcionará el modelo de la norma NMX-I-059/02-NYCE-2005. Además, la base de datos albergará las distintas autoevaluaciones que cree el usuario. ECAPRO será un solo paquete el cual tendrá un objeto principal que tendrá los módulos de preparación, ejecución y generación de resultados.

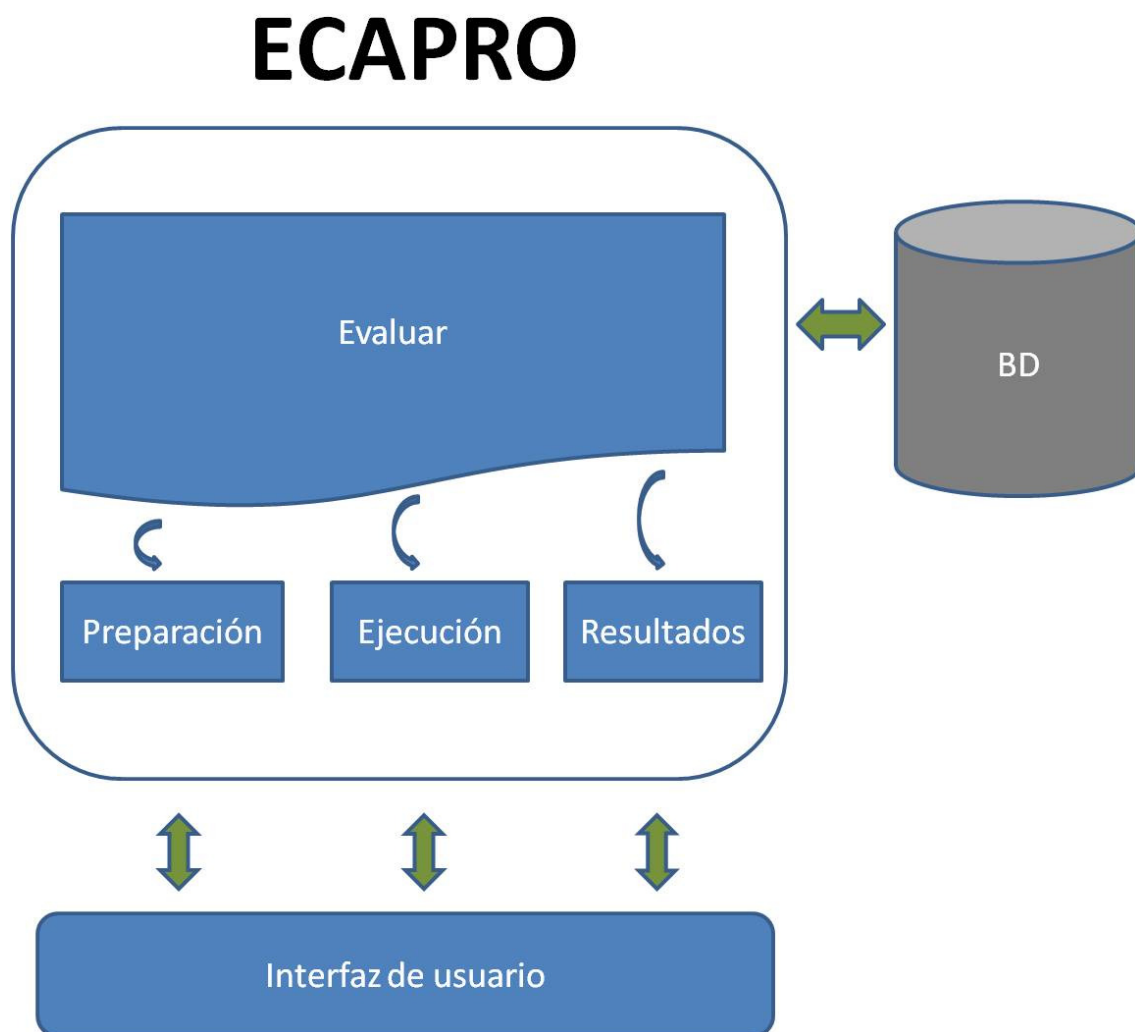


Figura 12. Arquitectura de ECAPRO.

El módulo de preparación se refiere a la recuperación de información con respecto a la norma NMX-I-059/02-NYCE-2005. Por su parte, el módulo de ejecución se refiere a la información generada después de una autoevaluación. Por último, el módulo de generación resultados se refiere a la explotación de la información guardada una autoevaluación.

### 3.5 Plan de entrega

El plan de entrega se muestra en la Tabla 13, el cual se realiza por alcance y no por fechas debido a las características del proyecto. Las entregas de las implementaciones funcionales se llevarán a cabo en cada una de las iteraciones una vez que las tareas de desarrollo y las pruebas de aceptación sean completadas.

| No. | Nombre   | Prioridad | Riesgo | Puntos Estimados | Historia de Usuario | Iteración |
|-----|--|-----------|--------|------------------|---------------------|-----------|
| 1   | Despliegue de Información de la norma NMX-I-059-NYCE-2005 por nivel de madurez | Alto      | Alto   | 4                | HU01                | 1         |
| 2   | Autoevaluación de la Capacidad de Procesos                                     | Alto      | Alto   | 2                | HU02                | 1         |
| 3   | Informe de Resultados  | Media     | Bajo   | 2                | HU03                | 2         |
| 4   | Autenticación de usuario   | Bajo      | Medio  | 2                | HU04                | 2         |

Tabla 13. Plan de entrega.

#### 3.5.1 Iteraciones

Las iteraciones indican ciclos de trabajo donde se trabaja por separado las tareas de cada una de ellas, así es como sucede en la práctica, dentro de la redacción de este trabajo las dos iteraciones del proyecto se agrupan para mejorar su comprensión como un todo. La Figura 13 muestra la agrupación de dos historias de usuario por cada iteración específica que integran a ECAPRO.

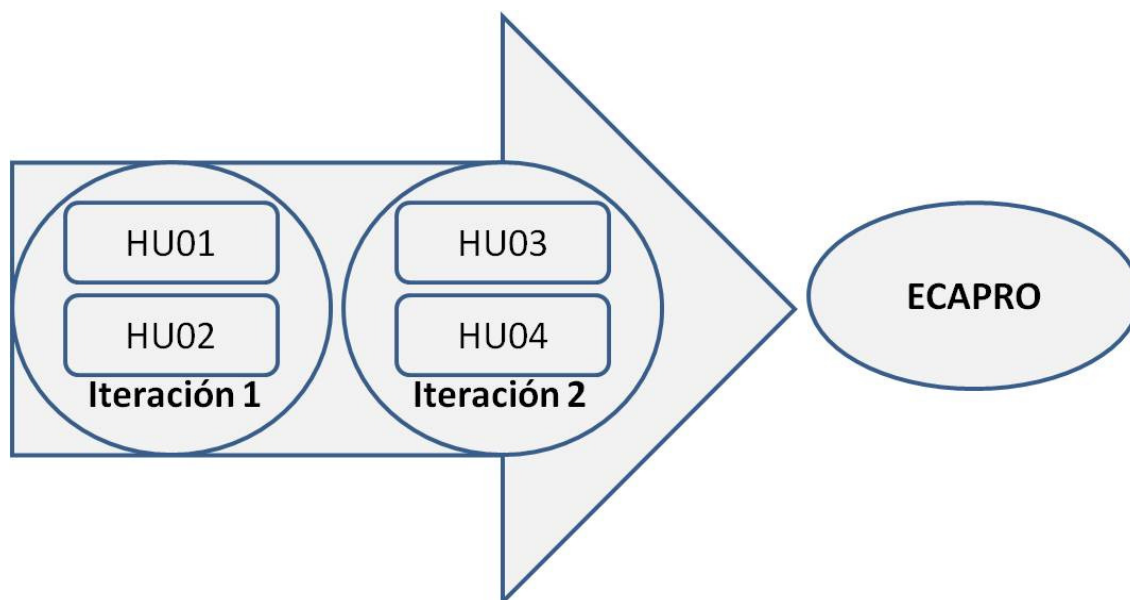


Figura 13. Iteraciones junto a las historias de usuario.

En la primera iteración se desplegará la información por nivel de capacidad de procesos, actividades, productos, elementos de productos y roles que componen la norma NMX-I-059/02-NYCE-2005 (HU01). La información deberá ser desplegada de forma jerárquica y organizada para facilitar la autoevaluación de la capacidad de procesos que va dictada por las actividades y los elementos de productos de trabajo. Una vez que se presente la información jerarquizada por nivel de madurez, se deberá mostrar una lista con los aspectos auditables de los procesos, actividades, productos, elementos y roles de la norma NMX-I-059/02-NYCE-2005 (HU02). La información se recuperará de la base de datos de ECAPRO.

En la segunda iteración, se desarrollará el informe de resultados de una autoevaluación en específico. Además de ofrecer una comparativa entre dos o más autoevaluaciones. Estos resultados deberán de presentarse también de manera jerárquica para su mayor comprensión (HU03). Adicionalmente, en la iteración 2 se deberá entregar la autenticación del usuario que opere las autoevaluaciones así como la posibilidad de cambiar su contraseña (HU04).

### 3.5.1.1 Tareas de desarrollo para las historias de usuario

Cuando ya se tiene definido un plan de entrega con la relación de historias de usuario con cada iteración, además de una arquitectura de sistema, el siguiente paso es definir las tareas del desarrollador por cada historia de usuario las cuales posteriormente se desarrollarán y probarán al término de cada iteración.

La Tabla 14 presenta la Tarea T01 correspondiente al Diseño y creación de las Tablas de Base de Datos de la Estructura de la Norma parte 02.

| Tarea   |                                  |
|---|----------------------------------|
| Número de tarea: 01   | Número de Historia: 01           |
| Nombre de la Tarea: Diseñar y crear las tablas de base de datos   |                                  |
| Tipo de Tarea: Diseño/Desarrollo  | Puntos Estimados: 2              |
| Fecha de Inicio: 08/10/2008   | Fecha de Terminación: 29/10/2008 |
| Programador Responsable: Fabian Isai Mercado Moya   |                                  |
| Descripción:<br>Diseñar las tablas de base de datos para posteriormente vaciar la información de categorías, procesos, actividades, productos, roles y tareas de la norma NMX-I-059/02-NYCE-2005. |                                  |

**Tabla 14. Tarea (T01) de la iteración (I01) relacionada a la historia de usuario HU01.**

La Tabla 15 presenta la Tarea T02 correspondiente a la interfaz visual para mostrar la información de la parte 02 de la norma.

| Tarea  |                                  |
|--|----------------------------------|
| Número de tarea: 02  | Número de Historia: 01           |
| Nombre de la Tarea: Crear interfaz visual para mostrar información   |                                  |
| Tipo de Tarea: Diseño/Desarrollo   | Puntos Estimados: 2              |
| Fecha de Inicio: 08/11/2008  | Fecha de Terminación: 21/11/2008 |
| Programador Responsable: Fabian Isai Mercado Moya  |                                  |
| Descripción:<br>Crear una interfaz visual que contenga objetos de tipo dropdown donde se pueda seleccionar elementos de la norma como lo son los procesos, categorías, actividades y productos que puedan utilizarse para filtrar la información detallada de elementos de productos y las tareas de las actividades todo el detalle mostrarse en grids. |                                  |

**Tabla 15. Tarea (T02) de la iteración (I01) relacionada a la historia de usuario HU01.**

La Tabla 16 presenta la Tarea T01 de la historia de usuario HU02 correspondiente al Diseño y creación de las Tablas de Base de Datos para guardar las autoevaluaciones.

| Tarea   |                                  |
|---|----------------------------------|
| Número de tarea: 01   | Número de Historia: 02           |
| Nombre de la Tarea: Diseñar y crear las tablas de base de datos   |                                  |
| Tipo de Tarea: Diseño/Desarrollo  | Puntos Estimados: 1              |
| Fecha de Inicio: 08/10/2008   | Fecha de Terminación: 29/10/2008 |
| Programador Responsable: Fabian Isai Mercado Moya   |                                  |
| Descripción:<br>Diseñar las tablas de Base de datos para guardar las evaluaciones que registren los usuarios. |                                  |

**Tabla 16. Tarea (T01) de la iteración (I01) relacionada a la historia de usuario HU02.**

La Tabla 17 presenta la Tarea T02 de la historia de usuario HU02 correspondiente a la interfaz visual que permita auditar los elementos de la parte 02 de la norma.

| Tarea   |                                  |
|---|----------------------------------|
| Número de tarea: 02   | Número de Historia: 02           |
| Nombre de la Tarea: Crear interfaz visual para auditar elementos de los productos de la norma   |                                  |
| Tipo de Tarea: Diseño/Desarrollo  | Puntos Estimados: 1              |
| Fecha de Inicio: 04/03/2009   | Fecha de Terminación: 25/03/2009 |
| Programador Responsable: Fabian Isai Mercado Moya   |                                  |
| <p>Descripción:</p> <p>Crear un objeto grid el cual contenga todos los elementos previamente filtrados por proceso, actividad, producto y nivel. Cada elemento se calificará con un si/no. Agregar opciones como grabar, deshacer e insertar nueva autoevaluación. Durante la autoevaluación se deberá visualizar el progreso de ésta así como la calificación alcanzada. Además se deba poder borrar las autoevaluaciones generadas.</p> |                                  |

**Tabla 17. Tarea (T02) de la iteración (I01) relacionada a la historia de usuario HU02.**

La Tabla 18 presenta la Tarea T01 de la historia de usuario HU03 correspondiente al informe de resultados de las autoevaluaciones.

| Tarea   |                                  |
|---|----------------------------------|
| Número de Tarea: 01   | Número de Historia: 03           |
| Nombre de la Tarea: Crear informe de resultados de las autoevaluaciones   |                                  |
| Tipo de Tarea: Diseño/Desarrollo  | Puntos Estimados: 1              |
| Fecha de Inicio: 07/04/2009   | Fecha de Terminación: 13/04/2009 |
| Programador Responsable: Fabian Isai Mercado Moya   |                                  |
| <p>Descripción:</p> <p>Diseñar un informe de resultados de las autoevaluación a nivel detallado que contenga el total elementos encontrados y faltantes así como el porcentaje de aciertos.</p> |                                  |

**Tabla 18. Tarea (T01) de la iteración (I02) relacionada a la historia de usuario H03**

La Tabla 19 presenta la Tarea T02 de la historia de usuario HU03 correspondiente al informe comparativo entre autoevaluaciones.

| Tarea   |                                  |
|---|----------------------------------|
| Número de Tarea: 02   | Número de Historia: 03           |
| Nombre de la Tarea: Crear informe comparativo de dos o más autoevaluaciones                     |                                  |
| Tipo de Tarea: Diseño/Desarrollo  | Puntos Estimados: 1              |
| Fecha de Inicio: 20/04/2009   | Fecha de Terminación: 22/04/2009 |
| Programador Responsable: Fabian Isai Mercado Moya   |                                  |
| Descripción:<br>Diseñar un informe de comparativo entre dos o más autoevaluaciones por proceso. |                                  |

**Tabla 19. Tarea (T02) de la iteración (I02) relacionada a la historia de usuario HU03.**

La Tabla 20 presenta la Tarea T01 de la historia de usuario HU04 correspondiente al diseño de la interfaz para la autenticación de usuarios.

| Tarea   |                                  |
|---|----------------------------------|
| Número de Tarea: 01   | Número de Historia: 04           |
| Nombre de la Tarea: Crear una interfaz para la autenticación del usuario                            |                                  |
| Tipo de tarea: Diseño/Desarrollo  | Puntos Estimados: 1              |
| Fecha de Inicio: 27/04/2009   | Fecha de Terminación: 30/04/2009 |
| Programador Responsable: Fabian Isai Mercado Moya   |                                  |
| Descripción:<br>Diseñar una interfaz que permita al usuario autenticarse al entrar a la aplicación. |                                  |

**Tabla 20. Tarea (T01) de la iteración (I02) relacionada a la historia de usuario HU04.**

La Tabla 21 presenta la Tarea T02 de la historia de usuario HU04 correspondiente al desarrollo de una interfaz para el cambio de contraseña de usuarios.

| Tarea  |                                  |
|--|----------------------------------|
| Número de Tarea: 02  | Número de Historia: 04           |
| Nombre de la Tarea: Crear una interfaz para el cambio de contraseña del usuario  |                                  |
| Tipo de Tarea: Diseño/Desarrollo   | Puntos Estimados: 1              |
| Fecha de Inicio: 04/05/2009  | Fecha de Terminación: 07/05/2009 |
| Programador Responsable: Fabian Isai Mercado Moya                                |                                  |
| Descripción:<br>Crear una interfaz que permita al usuario cambiar de contraseña. |                                  |

**Tabla 21. Tarea (T02) de la iteración (I02) relacionada a la historia de usuario HU04.**

### 3.5.1.2 Elementos de diseño

Dentro del diseño utilizamos elementos conceptuales, visuales, prácticos y de relación que nos ayudan en el proceso de creación y desarrollo de ECAPRO. En primer lugar se diseñó un diagrama de clases el cual nos ayuda a entender como está organizada la información de la norma NMX-I-059/02-NYCE-2005. Posteriormente se definió un esquema de base de datos que será la base más importante de todo el desarrollo de ECAPRO. Finalmente se diseñaron los objetos principales que contendrá ECAPRO, además de un diagrama de secuencia que nos ayude a entender el funcionamiento interno y externo de ECAPRO.

### 3.5.1.2.1 Diagrama de clases

El primer diagrama que se elaboró fue el diagrama de clases (Figura 14) ya que éste nos permite tener un aprendizaje sobre la estructura del modelo de la parte 02 de la norma NMX-I-059-NYCE-2005. Este diagrama no es todo lo que constituye a ECAPRO, se elaboró estratégicamente para ser la base de la resolución de la **HU01** específicamente la tarea **T01**.

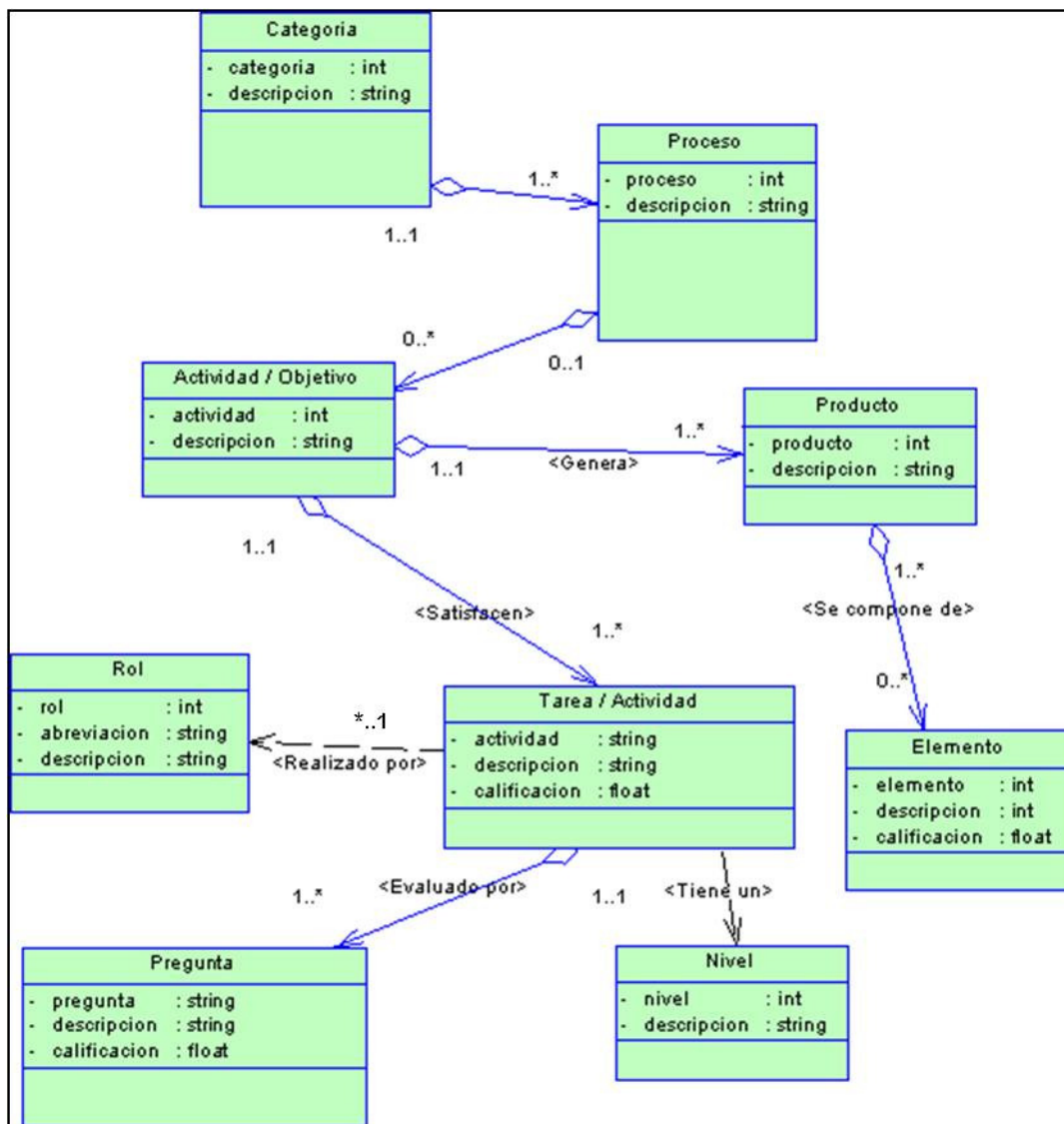


Figura 14. Diagrama de clase de la estructura de la norma NMX-I-059/02-NYCE-2005.

### 3.5.1.2.2 Esquema de base de datos

Para llegar a realizar un esquema de base de datos sobre la norma NMX-I-059/02-NYCE-2005 es preciso conocerla, conocer los aspectos que intervienen como procesos, productos, tareas, roles, etc. El diagrama de clases de la Figura 15 se realizó para obtener un aprendizaje visual de la norma NMX-I-059/02-NYCE-2005 y sus aspectos. Este conocimiento se plasmó en la creación de las tablas que se muestran en la Tabla 22, así como el modelado del diagrama entidad relación que se muestra en la Figura 15.

El diseño de la base de datos es parte medular de ECAPRO y de todo el proyecto pero particularmente atiende a las tareas **T01** de las historias de usuario **HU01, HU02 y HU04**.

| Tabla                       | Descripción                                       | Iteración | Historia de Usuario |
|-----------------------------|---|-----------|---------------------|
| Proceso                     | Catalogo básico de los procesos.                  | IT01      | HU01, HU03          |
| Categoría                   | Catalogo básico de las categorías.                | IT01      | HU01, HU03          |
| proceso_producto            | Relación proceso y productos.                     | IT01      | HU01, HU03          |
| proceso_producto_elemento   | Relación proceso, producto y elemento.            | IT01      | HU01, HU03          |
| proceso_actividad_tarea     | Relación proceso, actividad y tarea.              | IT01      | HU01, HU03          |
| proceso_actividad_tarea_rol | Relación proceso, actividad, tarea y rol.         | IT01      | HU01, HU03          |
| proceso_actividad           | Relación proceso y actividad.                     | IT01      | HU01, HU03          |
| proceso_actividad_pregunta  | Relación proceso, actividad y pregunta.           | IT01      | HU01, HU03          |
| proceso_actividad_producto  | Relación proceso, actividad y producto.           | IT01      | HU01, HU03          |
| Proceso_act_tarea_preg      | Relación proceso, actividad, tarea y pregunta.    |           | HU01, HU03          |
| proceso_actpro_elem         | Relación proceso, actividad, producto y elemento. | IT01      | HU01, HU03          |
| Producto                    | Catálogo básico de productos.                     | IT01      | HU01, HU03          |
| Actividad                   | Catálogo básico de Actividades.                   | IT01      | HU01, HU03          |
| Nivel                       | Catálogo básico de niveles.                       | IT01      | HU01, HU03          |
| Calificación                | Catálogo básico de calificaciones.                | IT01      | HU01                |
| Rol                         | Catálogo básico de                                | IT01      | HU01, HU03          |

|                    |  |      |            |
|--------------------|--|------|------------|
|                    | roles  |      |            |
| Tipo_producto      | Catálogo básico de tipos de producto.  | IT01 | HU01, HU03 |
| Evaluación         | Donde se guardarán los datos generales de una autoevaluación.  | IT01 | HU02, HU03 |
| evaluación_det_tar | Donde se grabará el detalle de las tareas de las autoevaluaciones.   | IT01 | HU02, HU03 |
| evaluacion_det_pro | Donde se grabará el detalle de los elementos de producto de las autoevaluaciones.  | IT01 | HU02, HU03 |
| Empresa            | Contendrá los datos de la empresa.   | IT02 | HU04       |
| Dummy              | Tabla de propósito general necesaria para ciertas funciones del gestor de base de datos (mysql) y no forma parte del modelo de la norma. | -    | -          |

**Tabla 22. Descripción de tablas de base de datos de ECAPRO.**



### 3.5.1.2.3 Definición de objetos del sistema

Siguiendo las buenas prácticas del diseño de software, que sugieren los patrones generales de software para asignación de responsabilidades (GRASP, por sus siglas en inglés de *General Responsibility Assignment Software Patterns*)[Larman, 2005], se diseñaron los objetos y sus relaciones que componen a ECAPRO. La Figura 16 muestra 3 objetos principales, un controlador y un conjunto de  $n$  ventanas que proporcionan la parte visual de ECAPRO. Posteriormente en las Tablas 23 al 25 se muestran las funciones relevantes de los objetos principales junto con su descripción, argumentos y retorno.

1. Norma: Su objetivo es recuperar la información de la norma NMX-I-059/02-NYCE-2005 (HU01).
2. Evalúa: Objeto más importante ya que se encargará de determinar de administrar las evaluaciones (HU02).
3. Empresa: Contendrá los datos de la empresa u organización que efectuó las autoevaluaciones (HU03).
4. Controlador: Intermediario, recibe y re-direcciona la información al objeto indicado.
5. Conjunto de ventanas: En un entorno RAD como lo es powerbuilder, las ventanas ya están pre-creadas listas para empezar a personalizarse de forma visual lo cual ahorra mucho tiempo, de igual manera como nada más se utilizarán como contenedores de información no se enfocará la atención en ellas hasta ver los prototipos.

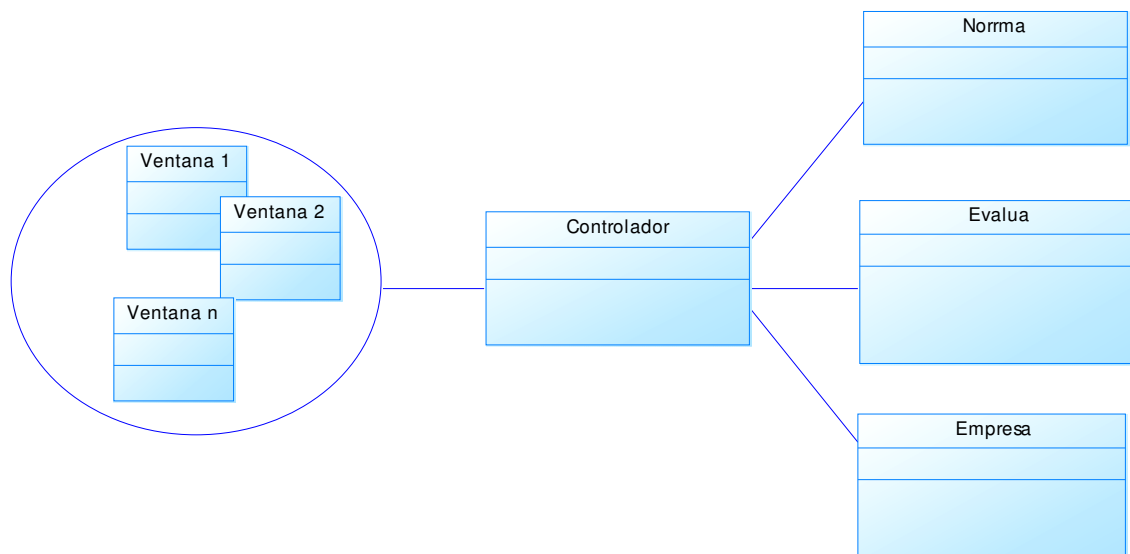


Figura 16. Diagrama de objetos de ECAPRO.

Funciones del Objeto **Norma**:

| <b>Función</b>  | <b>Descripción</b>   | <b>Argumentos</b>  | <b>Retorno</b>    |
|-----------------|--|--|-------------------|
| SetNivel        | Asigna el nivel de actividades, productos y elementos de la estructura de la parte 2 de la norma que se desea recuperar. | ai_nivel: nivel deseado de la parte 2 de la norma.                               | Ninguno           |
| getlist_estruct | Recupera estructura de la NMX-I-059/02-NYCE-2005 según el nivel asignado.  | Ab_datos: blob de referencia que regresa los datos recuperados de forma binaria. | Verdadero / Falso |

**Tabla 23. Funciones del Objeto Norma**

Funciones del Objeto **Evalua**:

| <b>Función</b>                | <b>Descripción</b>   | <b>Argumentos</b>  | <b>Retorno</b>                                 |
|-------------------------------|--|--|--|
| Procesar                      | Procesa los cambios de una autoevaluación.   | Ab_datos: blob que lleva los cambios efectuados de una autoevaluación.               | Verdadero / Falso.                             |
| getclave                      | Obtiene la clave de una autoevaluación nueva.  | Ninguno.   | Clave asignada a la autoevaluación en proceso. |
| setClave                      | Asigna el valor de una evaluación para determinados procesos como el borrar evaluaciones.                        | Ai_clave: clave de la evaluación.  | Ninguno  |
| setAccion                     | Asigna al objeto la acción a procesar, ya sea insertar una nueva evaluación, actualizar/borrar una ya existente. | As_accion: carácter que puede tomar el valor de 'I'nsertar, 'A'ctualizar o 'B'orrar. | Ninguno  |
| insertar_evaluacion           | Inserta nueva autoevaluación.  | Ninguno.   | Verdadero / Falso                              |
| actualizar_evaluacion         | Actualiza los cambios de una autoevaluación.   | Ninguno.   | Verdadero / Falso                              |
| insertar_evaluacion_det_tar   | Inserta el detalle de tareas autoevaluadas.  | Ninguno.   | Verdadero / Falso                              |
| actualizar_evaluacion_det_act | Actualiza el detalle de tareas autoevaluadas.  | Ninguno.   | Verdadero / Falso                              |
| insertar_evaluacion           | Inserta el detalle de elementos de   | Ninguno.   | Verdadero /                                    |

|                               |   |   |  |
|-------------------------------|---|---|--|
| n_det_pro                     | productos de una autoevaluación.                                      |   | Falso  |
| actualizar_evaluacion_det_pro | Actualiza el detalle de elementos de productos de una autoevaluación. | Ninguno.  | Verdadero / Falso  |
| borrar_evaluacion             | Borra una determinada evaluación.                                     | Ninguno.  | Verdadero / Falso  |
| borrar_evaluacion_det_tar     | Borra el detalle de tareas autoevaluadas.                             | Ninguno.  | Verdadero / Falso  |
| borrar_evaluacion_det_pro     | Borra el detalle de elementos de productos de una autoevaluación.     | Ninguno.  | Verdadero / Falso  |
| determina_nivel_emp           | Calcula si la empresa alcanzó un nuevo nivel de madurez.              | Ninguno   | Valor entero que indica el nivel de madurez de la empresa. |
| Setcalif                      | Asigna la calificación de la autoevaluación.                          | As_calif:<br>Calificación de la autoevaluación actual.  | Ninguno  |
| getlist_estruct_eval          | Recupera una determinada evaluación.                                  | Ab_datos: blob de referencia que regresa los datos recuperados de forma binaria.  | Verdadero / Falso  |
| rep_resultado                 | Regresará el reporte de resultados.                                   | ab_datos: blob de referencia que contendrá los datos en forma binaria.  | Verdadero / Falso  |
| rep_comparativo               | Regresará el reporte Comparativo.                                     | ab_datos: blob de referencia que contendrá los datos en forma binaria.<br>ai_clave: clave de la segunda evaluación que se va a comparar | Verdadero / Falso  |

**Tabla 24. Funciones del objeto Evalua.**

Funciones del Objeto **Empresa**:

| <b>Función</b> | <b>Descripción</b>   | <b>Argumentos</b>   | <b>Retorno</b>        |
|----------------|--|---|-----------------------|
| getObjeto      | Instancia los datos de la empresa  | Ninguno.  | Verdadero / Falso     |
| getNombre      | Obtiene el nombre de la empresa  | Ninguno.  | Cadena de caracteres. |
| getNivel       | Obtiene el nivel de madurez máximo de la empresa.  | Ninguno.  | Valor Entero.         |
| getPass        | Obtiene contraseña actual.   | Ninguno.  | Cadena de caracteres. |
| setPass        | Asigna el password actual al objeto.   | As_pass: valor de la contraseña actual.                                   | Ninguno               |
| setPassNvo     | Asigna la contraseña nueva.  | As_pass: valor de la contraseña nueva.                                    | Ninguno               |
| validaPass     | Valida la contraseña   | Ninguno.  | Verdadero / Falso     |
| setNivel       | Asigna el nivel máximo de madurez que ha alcanzado la empresa.   | Ai_nivel: valor del nuevo nivel.  | Ninguno               |
| procesar       | Procesa los cambios del objeto según la variable acción.   | Ninguno.  | Verdadero / Falso     |
| setAcccion     | Asigna al objeto la acción a procesar, ya sea insertar una nueva evaluación, actualizar/borrar una ya existente. | As_accion: carácter que puede tomar el valor de 'I'nsetar, o 'A'ctualiar. | Ninguno               |
| Actualizar     | Actualiza los datos de la empresa.   | Ninguno.  | Verdadero / Falso     |
| Insertar       | Inserta a la base de datos los datos de la empresa.  | Ninguno.  | Verdadero / Falso     |

**Tabla 25. Funciones del objeto Empresa.**

### 3.5.1.2.4 Diagrama de secuencia

Finalmente, se realizó un diagrama de secuencia para mostrar de manera conceptual la interacción que tienen los objetos que componen a ECAPRO.

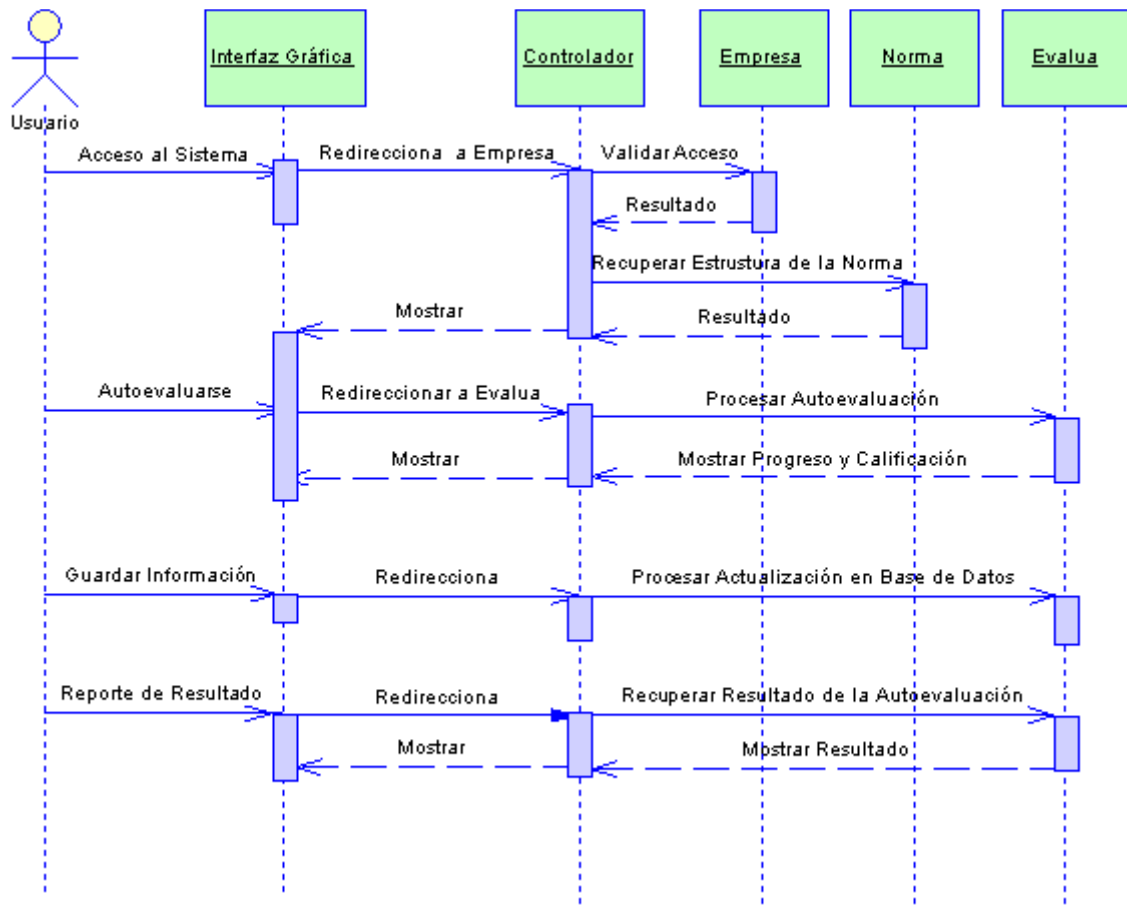


Figura 17. Diagrama de secuencia general.

### 3.5.1.3 Desarrollo del entorno visual de ECAPRO

La Interfaz Gráfica (IG) de ECAPRO es generada de acuerdo a lo especificado en las tareas T02 de las historias de usuario HU01 y HU02, así como las tareas T01 y T02 de HU03 y HU04. La Figura 18 muestra la pantalla principal de la IG, ésta a su vez se divide en 4 secciones, correspondientes a sus controles visuales los cuales son:

- 1) Árbol jerárquico de la Norma NMX-I-059/02-NYCE-2005.
- 2) Listado de aspectos a evaluar.
- 3) Progreso de la autoevaluación.
- 4) Control visual de datos de la empresa.

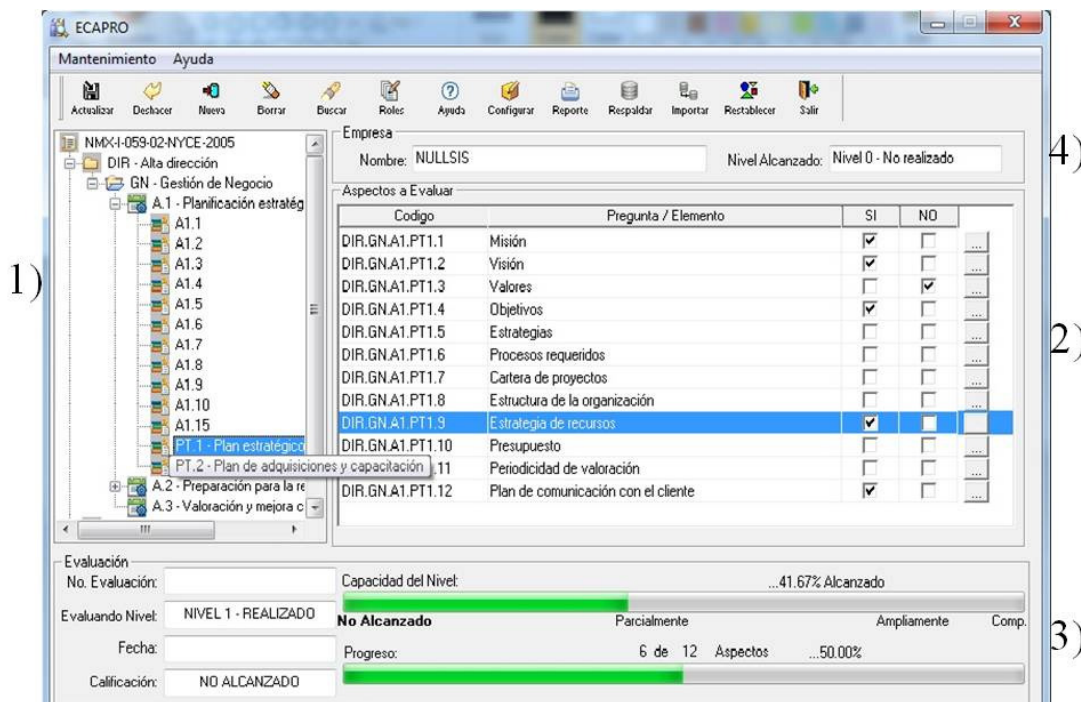


Figura 18. Pantalla principal de ECAPRO.

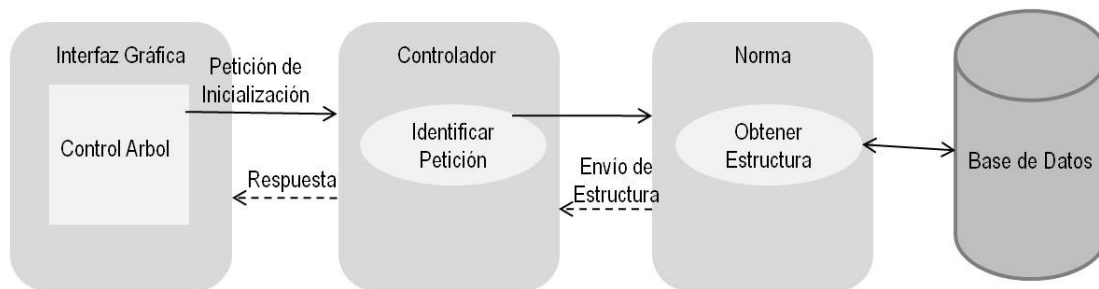
#### 1) Árbol jerárquico de la Norma NMX-I-059-02-NYCE-2005

Dentro de la pantalla principal de ECAPRO (Figura 18) se muestra la visualización de un árbol jerárquico con las categorías, procesos, actividades, productos y tareas que contiene la norma NMX-I-059/02-NYCE-2005. El control de árbol jerárquico se eligió por encima de otros controles como pueden ser listas desplegables, porque se tiene un mejor orden y una mejor visión de los elementos que componen la norma NMX-I-059/02-NYCE-2005. El principal objetivo de este control es determinar en qué posición jerárquica de la estructura de la norma se encuentra el usuario al momento de estar interactuando.



**Figura 19. Árbol jerárquico de la norma NMX-I-059-02-NYCE-2005.**

El proceso de obtener la estructura de la norma NMX-I-059/02-NYCE-2005 inicia cuando desde la interfaz gráfica el usuario crea una nueva autoevaluación o cuando se inicia el sistema, en cualquiera de dichos momentos se dispara una petición de inicialización del control árbol, el objeto **Controlador** recibe la petición y se encarga de crear una instancia del objeto **Norma** que argumentando el nivel que se desea recuperar crea una consulta a la base de datos y obtiene la estructura de la norma y la envía al control árbol. La relación de objetos se puede ver en la figura 20.



**Figura 20. Interacción de objetos para llenar el control árbol jerárquico.**

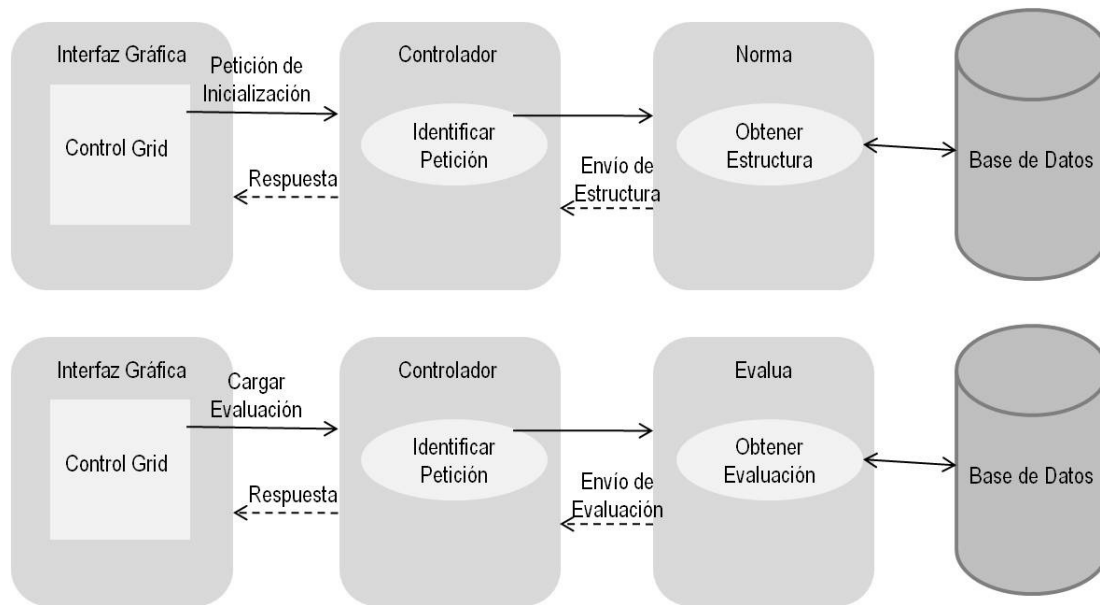
## 2) Listado de aspectos a evaluar

Otra parte importante de la pantalla principal de ECAPRO es la lista de aspectos a evaluar de la norma NMX-I-059/02-NYCE-2005 por parte del usuario. Este listado en rejillas (grid) es sin duda el control más importante dentro de la pantalla principal de ECAPRO ya que es la parte donde el usuario evaluará los aspectos de la norma NMX-I-059/02-NYCE-2005 como son los elementos de productos y las preguntas que se desprenden de las tareas.

| Código           | Pregunta / Elemento                 | SI                                  | NO                                  |     |
|------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-----|
| DIR.GN.A1.PT1.1  | Misión                              | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | ... |
| DIR.GN.A1.PT1.2  | Visión                              | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | ... |
| DIR.GN.A1.PT1.3  | Valores                             | <input type="checkbox"/>            | <input checked="" type="checkbox"/> | ... |
| DIR.GN.A1.PT1.4  | Objetivos                           | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | ... |
| DIR.GN.A1.PT1.5  | Estrategias                         | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/>            | ... |
| DIR.GN.A1.PT1.6  | Procesos requeridos                 | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/>            | ... |
| DIR.GN.A1.PT1.7  | Cartera de proyectos                | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/>            | ... |
| DIR.GN.A1.PT1.8  | Estructura de la organización       | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/>            | ... |
| DIR.GN.A1.PT1.9  | Estrategia de recursos              | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/>            | ... |
| DIR.GN.A1.PT1.10 | Presupuesto                         | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | ... |
| DIR.GN.A1.PT1.11 | Periodicidad de valoración          | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/>            | ... |
| DIR.GN.A1.PT1.12 | Plan de comunicación con el cliente | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/>            | ... |
| DIR.GN.A1.PT2.1  | Personal capacitado                 | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | ... |

Figura 21. Listado de aspectos a evaluar.

El proceso de obtención de la estructura de la norma NMX-I-059/02-NYCE-2005 es muy parecido al que se uso para el llenado del control del árbol jerárquico. Desde la interfaz gráfica se envía la petición de inicialización del control grid al **Controlador** recibe la petición y se encarga de crear una instancia del objeto **Norma**, que se encarga de argumentar el nivel que se desea recuperar, crea una consulta a la base de datos obteniendo la estructura de la norma y la envía al control grid; éste a su vez contiene además toda la información que se guarda en una autoevaluación. Si la petición desde la interfaz gráfica es cargar una autoevaluación el **Controlador** instancia el objeto **Evalua** que se encarga de realizar la consulta a la base de datos y regresar la autoevaluación hacia el grid, previamente argumentando el número de autoevaluación. La relación de objetos de ambos casos se puede ver en la Figura 22. Tanto el árbol jerárquico como el grid se alimentan del mismo objeto **Norma** pero cada objeto tiene vistas diferentes mientras que en el árbol jerárquico importa elementos como procesos, categorías, actividades y productos en el control *grid* importa más los elementos de productos y las preguntas que se puedan generar de las tareas, además del nivel de capacidad de procesos que se quiera evaluar.



**Figura 22. Interacción de objetos para llenar el control grid.**

El *grid* interactúa internamente con otros controles en la interfaz gráfica. Cuando el usuario interactúa con el control árbol jerárquico, este filtra internamente el grid es decir si el usuario selecciona la raíz del árbol el grid mostrará todos los aspectos a evaluar, si el usuario selecciona la categoría gestión de negocio el grid sólo mostrará aspectos a evaluar de esta categoría y así sucesivamente.

El *grid* está compuesto por 4 columnas y un botón de hallazgos.

1. Código: es una columna compuesta por las siglas de la categoría, procesos, actividad y producto.
2. Pregunta / elemento: columna que contiene las preguntas relacionadas a las tareas de una actividad. También contiene los elementos de productos que se deben de evaluar.
3. SI: columna que indica el cumplimiento por parte del usuario de que la tarea u elemento de producto **si** se realiza o si lo tienen dentro de la empresa.
4. NO: columna que indica por parte del usuario de que **no** se realiza la tarea o **no** se tienen el elemento de producto que se está evaluando.
5. Botón de hallazgo: da la posibilidad de capturar hallazgos sobre alguna tarea en particular o un elemento de producto.

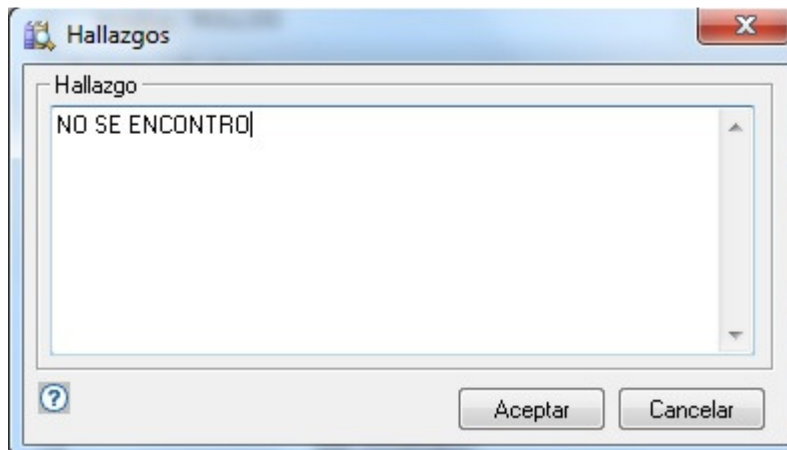


Figura 23. Ventana de hallazgos.

### 3) Progreso de la autoevaluación

El control **progreso** ubicado en la parte baja de la pantalla principal de ECAPRO, se diseñó para mostrar al usuario el avance de la autoevaluación actual. Este control se alimenta principalmente de los controles árbol jerárquico y el *grid*.

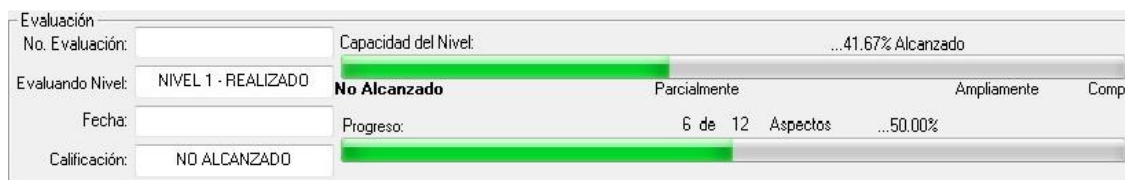


Figura 24. Vista del control progreso.

Este Control está compuesto de 4 cajas de texto y dos barras de progreso:

1. No. Evaluación: indica el número de evaluación. Este número es un consecutivo que se genera hasta que se salva la evaluación.
2. Evaluando Nivel: indica el nivel de madurez de la norma NMX-I-059/02-NYCE-2005 que se está evaluando que nunca será mayor al nivel máximo que ha obtenido la empresa.
3. Fecha: indica la fecha de la última modificación a una autoevaluación.
4. Calificación: muestra la calificación alcanzada hasta la última vez que se actualizó la autoevaluación.
5. Barra de progreso de la parte superior: esta barra indica el nivel de capacidad alcanzado con base en los SI obtenidos en el control *grid*. Este progreso es filtrado por el control árbol jerárquico, por lo que si se quisiera saber la calificación obtenida de todo el nivel sería necesario ubicarse en la raíz del control árbol jerárquico.
6. Barra de progreso de la parte inferior: indica la cantidad de aspectos evaluados en base a un SI o NO obtenidos del control *grid*. De igual manera que la barra de progreso de la parte superior, a esta barra la filtra el control árbol jerárquico.

#### 4) Control Visual de datos de la empresa

Este control está formado por 2 cajas de texto que muestran el nombre de la empresa y el nivel máximo alcanzado de todas sus autoevaluaciones. El control se muestra en la parte superior de la pantalla principal de ECAPRO, este control se puede ver en la Figura 25.

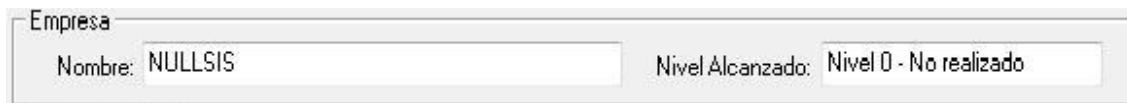


Figura 25. Control que contiene los datos de la empresa.

El proceso de obtener los datos de la empresa como el nombre y el nivel máximo alcanzado inicia cuando el usuario entra al sistema o se actualiza alguno de sus datos. El **Controlador** identifica la petición e instancia el objeto **Empresa** que se encarga de realizar la consulta a la base de datos obteniendo los datos de la empresa los cuales son enviados a la interfaz gráfica para mostrarlos al usuario. La relación de objetos se puede ver en la Figura 26.

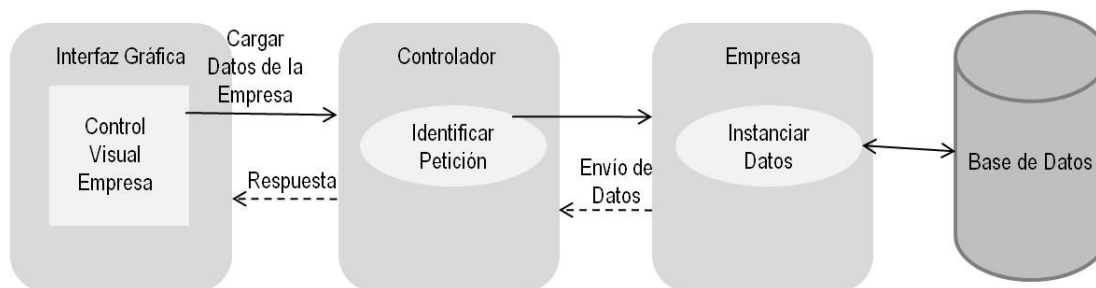


Figura 26. Interacción de objetos para llenar el control empresa.

Este control puede recibir información también cuando la empresa alcance un nuevo nivel de madurez por medio de una de sus autoevaluaciones, este evento se dispara cuando el usuario guarda una evaluación y su nivel de madurez se ha alcanzado completamente. El otro evento es cuando el usuario cambia el nombre de la empresa por medio de la opción del menú principal, si el cambio fue satisfactorio el control visual de la empresa recibirá el nuevo nombre y lo cambiará.

#### Menú, accesos directos y opciones especiales

El menú de opciones es el mecanismo por el cual el usuario podrá disparar diferentes tipos de eventos dentro de ECAPRO, las opciones se encuentran dentro del menú mantenimiento (Figura 27). Además, se cuenta con una barra de accesos directos que se encuentra en la parte superior de la pantalla principal de ECAPRO y se puede apreciar en la Figura 28.



Figura 27. Menú de opciones de ECAPRO.



Figura 28. Accesos directos de ECAPRO.

Las opciones que son básicas para el funcionamiento de ECAPRO son:

1. Actualizar
2. Deshacer
3. Nueva
4. Borrar
5. Buscar
6. Configurar
7. Reporte

## 1. Actualizar

El evento actualizar es uno de los más importantes dentro de ECAPRO, ya que se encarga de disparar el procedimiento de guardar la evaluación actual. Después de que el usuario seleccione la opción de actualizar en la interfaz gráfica el objeto **Controlador** se encarga de identificar qué tipo de acción se efectuará una inserción de una autoevaluación por primera vez o actualizar los datos de una autoevaluación previamente guardada posteriormente se instancia el objeto **Evalua** que se encargará de la acción de insertar o actualizar una autoevaluación en la base de datos. El objeto **Evalua** determinará cada vez que se actualice una autoevaluación si la empresa ha alcanzado un nivel de capacidad de proceso nuevo o por lo contrario a disminuido su nivel actual, si se presenta cualquiera de los dos casos **Evalua** instancia el objeto **Empresa** el

cual se encarga de actualizar el nuevo nivel que ha obtenido la empresa. En la Figuras 29 se muestra la interacción entre objetos de una actualización.

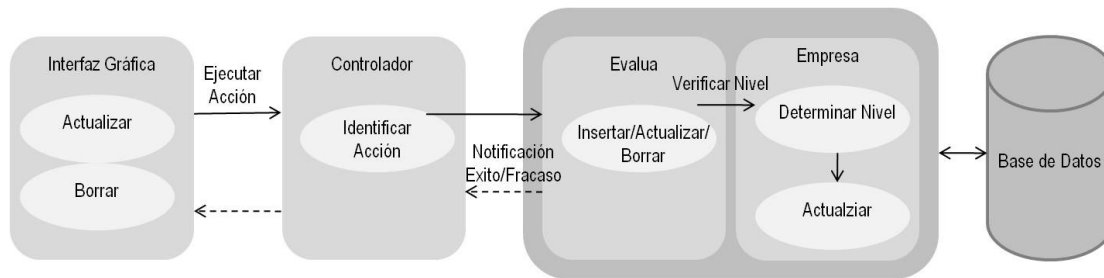


Figura 29. Interacción de objetos para el evento actualizar y borrar.

## 2. Deshacer

El evento deshacer es un evento básico y muy útil que se utiliza en la gran mayoría de sistemas informáticos que procesan información. Su principal objetivo es deshacer todos los cambios hechos de una evaluación hasta la última vez que se actualizó. Si es una evaluación nueva y se dispara el evento deshacer ECAPRO re-inicializará todos los controles visuales como si se estuviera accedendo al sistema nuevamente. Si es una evolución que ya ha sido guardada con anterioridad el sistema dispara parte del evento **Buscar** para que vuelva a cargar dicha evaluación.

## 3. Nueva

Este evento tiene como objetivo insertar una nueva evaluación. Así pues al usarlo se disparará principalmente cuando el usuario ya tenga cargada una evaluación, ya que cuando se accesa al sistema ECAPRO automáticamente inserta una nueva evaluación sin necesidad de llamar a este evento.

Cuando el usuario dispare este evento ECAPRO mostrará una ventana como la que se puede apreciar en la Figura 33, en la cual tendrá que seleccionar que nivel de madurez se intenta alcanzar. La lista desplegable solo mostrará el nivel máximo de la empresa más uno. La Figura 30 muestra el caso de una empresa que su máximo nivel de madurez es cero por lo cual se despliega sólo el nivel uno de 'realizado'.

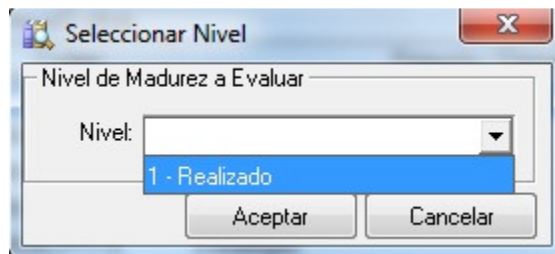


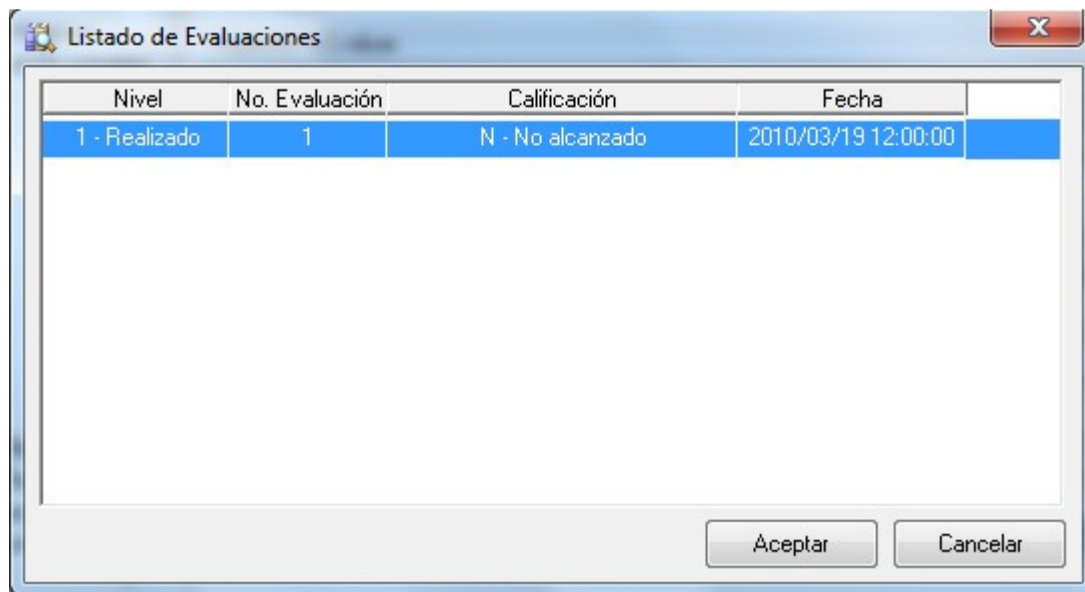
Figura 30. Seleccionar nivel de madurez de la evaluación.

#### 4. Borrar

El evento borrar se puede disparar solamente si hay un evaluación cargada previamente guardada. El proceso se inicia cuando el usuario desde la interfaz gráfica ejecuta el evento, posteriormente el objeto Controlador identifica la petición e instancia el objeto **Evalua** que se encarga de ejecutar la orden de borrado en la base de datos. De igual manera que en el proceso de actualización de una autoevaluación **Evalua** vuelve a determinar si la empresa ha obtenido o disminuido (en este caso) su nivel máximo de capacidad de procesos, si es así **Evalua** se encarga de comunicárselo al objeto **Empresa** que a su vez se encargara de actualizar el nuevo nivel en la base de datos. En la figura 29 se puede observar la interacción de objetos.

#### 5. Buscar

El evento buscar lo dispara el usuario con el fin de buscar y cargar una evaluación para su revisión o actualización. Después que el usuario utiliza el evento *buscar*, ECAPRO abrirá una ventana con el listado de todas las evaluaciones guardadas por el usuario como lo muestra la Figura 31.



The screenshot shows a window titled "Listado de Evaluaciones" with a table containing one row of data. The table has four columns: "Nivel", "No. Evaluación", "Calificación", and "Fecha". The row contains the following values: "1 - Realizado", "1", "N - No alcanzado", and "2010/03/19 12:00:00". There are "Aceptar" and "Cancelar" buttons at the bottom right of the window.

| Nivel         | No. Evaluación | Calificación     | Fecha               |
|---------------|----------------|------------------|---------------------|
| 1 - Realizado | 1              | N - No alcanzado | 2010/03/19 12:00:00 |

Figura 31. Listado de evaluaciones grabadas.

La relación de objetos se puede apreciar en la Figura 32.

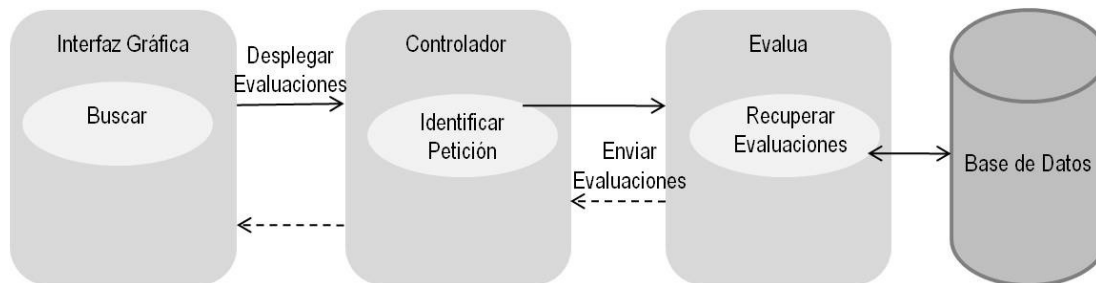


Figura 32. Interacción de objetos del evento buscar.

Una vez que el usuario seleccione la evaluación deseada el objeto Controlador instancia el objeto **Evalua** y le asigna la evaluación que se desea recuperar que a su vez realiza la consulta a la base de datos y obtiene los detalles de la evaluación y procede a enviar los datos a la interfaz gráfica para inicializar los controles visuales de ECAPRO. Los detalles de esta interacción de objetos se pueden apreciar en la Figura 22.

## 6. Configurar

Esta opción tiene la finalidad de manipular los datos relevantes de la empresa dentro de ECAPRO como lo son el nombre de la empresa y el password para entrar a la aplicación. Cuando el usuario dispara el evento aparecerá una ventana como se muestra en la figura 33. Esta ventana contiene una caja de texto donde se podrá manipular el nombre de la empresa, además cuenta con un botón especial que al presionarlo abrirá una pantalla como se muestra en la Figura 34.

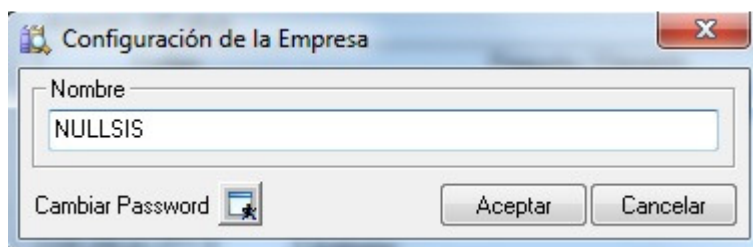


Figura 33. Ventana de configuración de datos de la empresa.

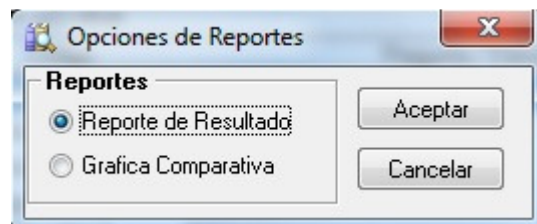
La pantalla de cambio de password tiene tres cajas de texto en las cuales se tendrán que ingresar el password actual, el nuevo password y la confirmación del nuevo password. El objeto **Controlador** empieza su participación hasta que el usuario presiona el botón aceptar de la pantalla 'configuración de la empresa'. **Controlador** instancia el objeto **Empresa**, el cual se encarga de ejecutar las instrucciones a la base de datos para actualizar los datos.



**Figura 34. Ventana de cambio de password.**

## 7. Reporte

Este evento es importante ya que nos permite explotar la información de las evaluaciones hechas por la empresa. Cuando el usuario dispara el evento ECAPRO mostrará una ventana como la de la Figura 35 en la cual se deberá seleccionar que tipo de reporte se desea, si es el reporte de resultado o el reporte comparativo. Este evento sólo se podrá utilizarse si ya se tiene una evaluación previamente guardada y cargada.



**Figura 35. Opciones de reportes de ECAPRO.**

Si el usuario selecciona el reporte por resultado se abrirá una pantalla como muestra la Figura 36. En el reporte de resultado muestra todos los aspectos evaluados y no evaluados de los procesos requeridos por la norma NMX-I-059/02-NYCE-2005, así como el porcentaje y calificación por categoría, proceso, actividad y en forma general.

Reporte de Resultados

Acercamiento: 100%

### EVALUADOR DE CAPACIDAD DE PROCESOS NULLSIS Reporte de Resultados

Nivel Evaluado: 1      No. Evaluación: 1      Calif.: No alcanzado      Fecha: 31/05/2010

| Código                                 | Si   | No         | Hallazgo      |
|--|--|------------|---------------|
| <b>DIR.GN Gestión de Negocio</b>       |  |            |               |
| <b>A1.1 Planificación estratégica.</b> |  |            |               |
| 1                                      | <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> |            |               |
|  | TOTAL  | ENCONTRADO | NO ENCONTRADO |
|  | 1  | 1          | 0             |
|  |  |            | NO EVALUADO   |
|  |  |            | 0             |
|  |  |            | PORCENTAJE    |
|  |  |            | 100.00%       |
|  |  |            | CALIFICACIÓN  |
|  |  |            | COMPLETAMENTE |
| <b>A1.2 Planificación estratégica.</b> |  |            |               |
| 1                                      | <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> |            |               |
|  | TOTAL  | ENCONTRADO | NO ENCONTRADO |
|  | 1  | 1          | 0             |
|  |  |            | NO EVALUADO   |
|  |  |            | 0             |
|  |  |            | PORCENTAJE    |
|  |  |            | 100.00%       |
|  |  |            | CALIFICACIÓN  |
|  |  |            | COMPLETAMENTE |
| <b>A1.4 Planificación estratégica.</b> |  |            |               |
| 1                                      | <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> |            |               |
| 2                                      | <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> |            |               |
|  | TOTAL  | ENCONTRADO | NO ENCONTRADO |
|  | 2  | 1          | 1             |
|  |  |            | NO EVALUADO   |
|  |  |            | 0             |
|  |  |            | PORCENTAJE    |
|  |  |            | 50.00%        |
|  |  |            | CALIFICACIÓN  |
|  |  |            | NO ALCANZADO  |
| <b>A1.5 Planificación estratégica.</b> |  |            |               |
| 1                                      | <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>            |            |               |

**Figura 36. Reporte de resultados generados por ECAPRO.**

Si se selecciona el reporte comparativo aparecerá una ventana como lo muestra la Figura 37 en la cual se deberá seleccionar la evaluación que se desea comparar contra la evaluación que actualmente estuviera cargada. Tanto la primera evaluación como la segunda deberán de ser del mismo nivel de madurez. El reporte comparativo es un comparativo por proceso entre los porcentajes basados en el 'SI' de dos o más evaluaciones.

Listado de Evaluaciones

|                                     | Nivel         | No. Evaluación | Calificación     | Fecha               |
|-------------------------------------|---------------|----------------|------------------|---------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> | 1 - Realizado | 2              | N - No alcanzado | 2010/05/31 12:00:00 |

**Figura 37. Listado de evaluaciones por comparativo entre autoevaluaciones.**

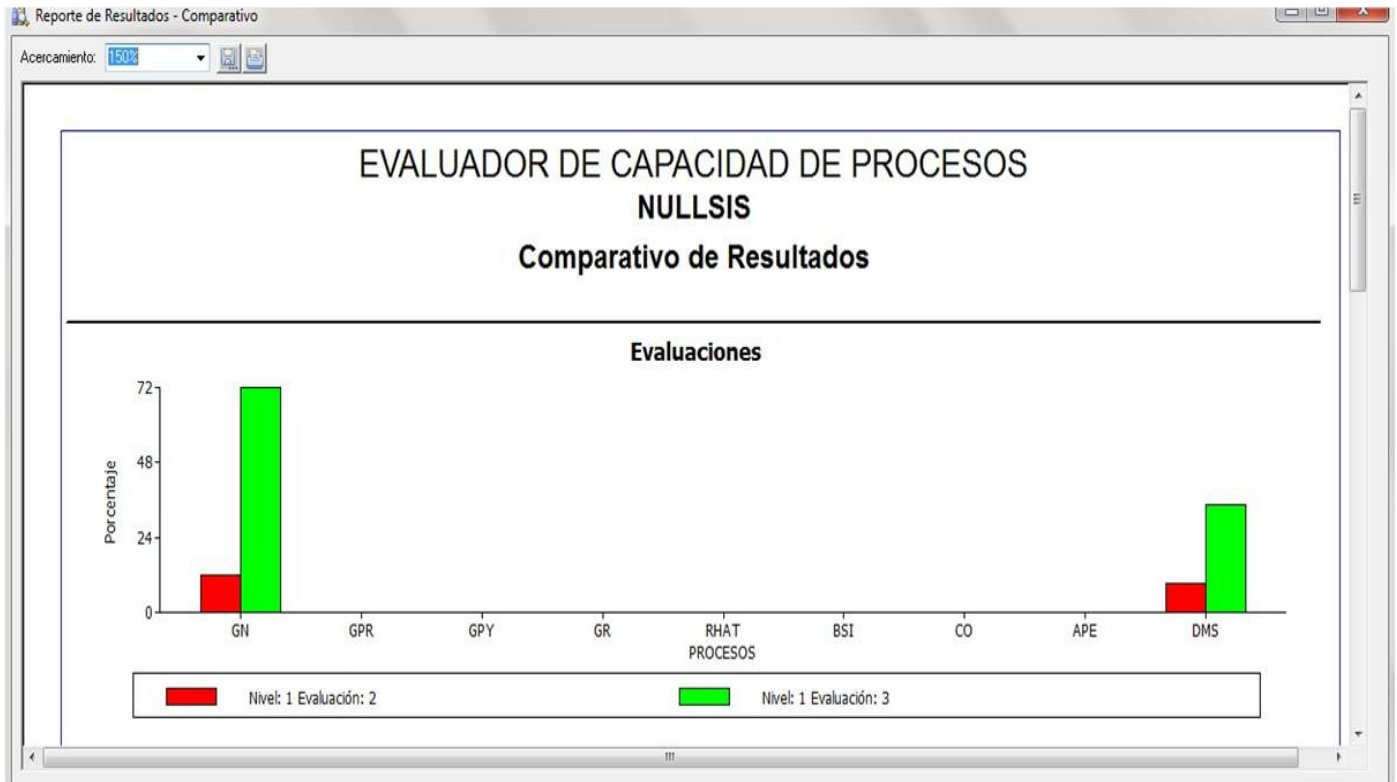


Figura 38. Gráfica comparativa por análisis de procesos.

En este evento la interacción se realiza cuando el objeto **Controlador** instancia el objeto **Evalua**, el cual asigna la clave de la evaluación y procesa el reporte llamando el método *rep\_resultado(ab\_datos)* o *rep\_comparativa(ab\_datos,clave)* según sea el caso del reporte seleccionado.

Ambos reportes tendrán la opción de imprimir así como exportar a PDF los resultados obtenidos.

Además de las opciones básicas antes mencionadas se agregaron cinco opciones adicionales para dar un valor agregado a la herramienta, estas son:

1. Roles
2. Ayuda
3. Respalda
4. Importar
5. Restablecer

## 1. Roles

Este evento pide como requisito estar posicionado sobre una tarea en el control visual de árbol jerárquico de ECAPRO, y como objetivo del evento es mostrar la descripción de la tarea así como los roles que dice la norma NMX-I-059/02-NYCE-2005 que participan en la realización de la tarea seleccionada. Es así como este evento contribuye en uno de los pilares de esta investigación es poder ofrecer aprendizaje sobre la norma NMX-I-059/02-NYCE-2005. La Figura 39 muestra la ventana con la descripción de la tarea y sus roles relacionados. La información de esta ventana es alimentada por el control *grid* que es el que tiene la información al recuperarla del objeto **Evalua**.

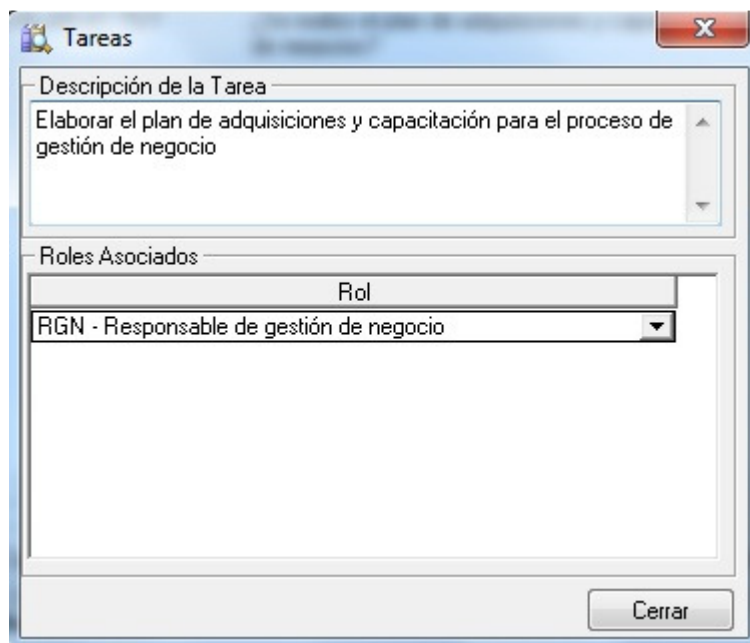


Figura 39. Ventana de tareas y roles.

## 2. Ayuda

Al igual que el evento 'roles' tiene un pre-requisito que es estar posicionado sobre un elemento de producto dentro del control visual *grid*. El objetivo es mostrar la descripción del elemento de producto que se ha seleccionado. La Figura 40 muestra la ventana que se despliega cuando se dispara el evento. Específicamente se muestra la descripción del elemento de producto 'misión'. Como el evento 'roles' este evento también contribuye con el aprendizaje de la norma NMX-I-059/02-NYCE-2005.

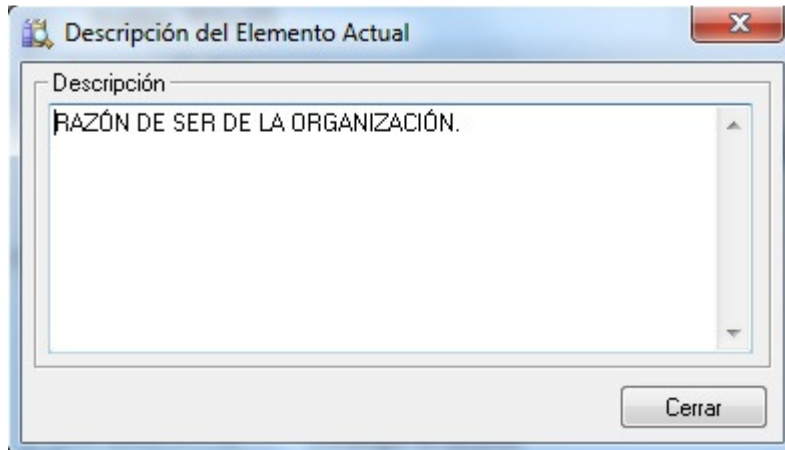


Figura 40. Ventana de ayuda para elementos de productos.

### 3. Respaldar

Este evento tendrá como responsabilidad exportar las evaluaciones previamente guardadas con el fin de tener respaldos de la información ya procesada. Cuando el usuario dispere este evento ECAPRO mostrará una ventana como la Figura 41, donde el usuario seleccionará las evaluaciones que desea respaldar.

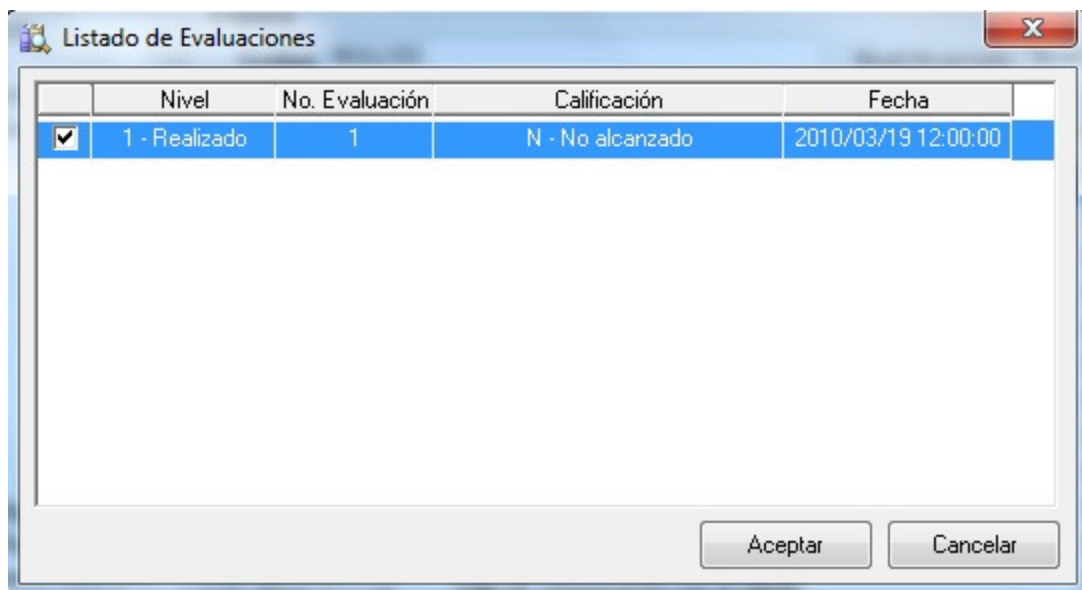


Figura 41. Listado de evaluaciones a respaldar.

Posteriormente ECAPRO mostrará una ventana para que el usuario capture el nombre y la ruta donde se guardará el respaldo (Figura 42). Todos los archivos generados se guardarán en formato XML.

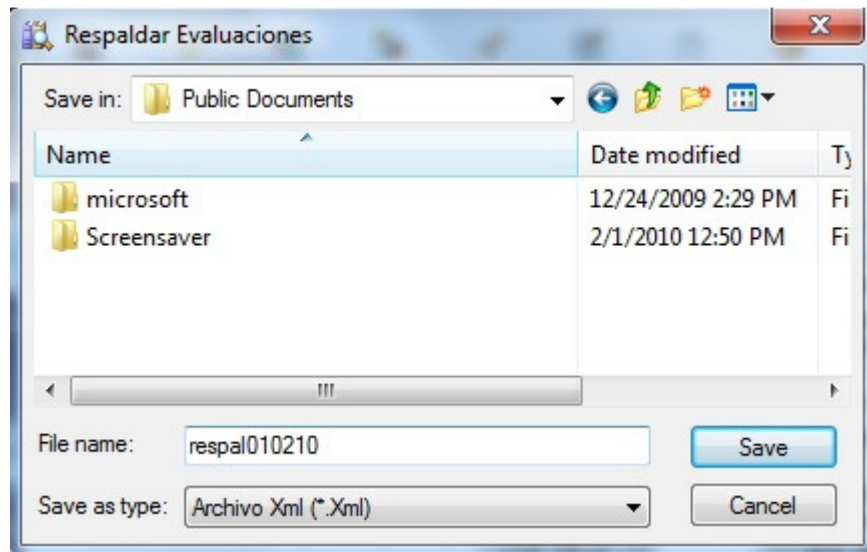


Figura 42. Ventana donde se define nombre y ubicación del respaldo.

#### 4. Importar

Este evento es el complemento del evento respaldar. Cuando el usuario dispare este evento ECAPRO se mostrará una ventana de diálogo donde el usuario indicará la ruta del archivo que contiene las evaluaciones respaldadas. Después de que el usuario abra el archivo ECAPRO insertará todas las evaluaciones como evaluaciones nuevas.

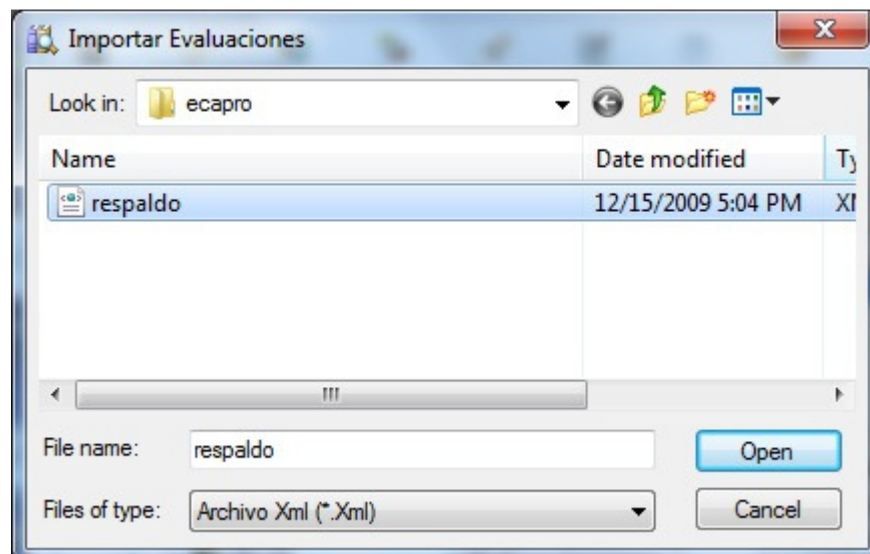


Figura 43. Ventana para importar archivos de respaldo.

#### 5. Restablecer

Este evento dispara un borrado general de todas las evaluaciones grabadas hasta ese momento. Es una opción útil cuando ya se han obtenido resultados y no se quiere dejar evidencia en el sistema sobre las evaluaciones hechas.

### 3.5.1.4 Casos de pruebas

Con el propósito de dar cumplimiento y trazabilidad con el funcionamiento señalado en las historias de usuario (Sección 3.3), se realizaron casos de pruebas (CP) que demuestren la conformidad de los requisitos. En seguida, se presentan las descripciones de las pruebas realizadas por historia de usuario.

#### CP. 1 Historia de usuario HU01

El usuario accede a la aplicación ECAPRO

- El sistema detecta el nivel máximo alcanzado por la empresa, Recupera la información de la estructura de la norma NMX-I-059/02-NYCE-2005 para ese nivel y la despliega.

Incidencias.

- La aplicación depende totalmente de la pre-instalación de las tecnologías de mysql y myodbc, así como la captura de los datos que componen la estructura de NMX-I-059/02-NYCE-2005.
- Particularmente, myodbc presenta graves problemas de seguridad ya que no se puede ocultar el usuario principal de base de datos, cosa que para un usuario experto en base de datos sería muy sencillo hackear la base de datos.

#### CP. 2 Historia de usuario HU02

El usuario Autoevalúa los procesos de NMX-I-059/02-NYCE-2005 para el nivel 1.

- El sistema va mostrando el progreso de la autoevaluación y la calificación obtenida hasta el momento.

Incidencias

- El usuario después de una autoevaluación rápida y no concienzudamente quiere brincar a una autoevaluación de nivel 1 a nivel 2 de madurez o que evita un real aprendizaje del nivel autoevaluado.

#### CP. 3 Historia de usuario HU03

El Usuario entra a la aplicación y Busca.

- El sistema despliega las autoevaluaciones previamente grabadas.

Carga una Autoevaluación y genera el informe de resultados y posteriormente un reporte comparativo.

- El sistema muestra un menú donde se elige el tipo de reportes de resultados, posteriormente recupera y da formato a los datos.

#### Incidencias

- La aplicación presenta problemas al salvar los reportes en formato PDF, en algunas estaciones de trabajo si graba de forma correcta en otras no.

### **CP. 4 Historia de usuario HU04**

El Usuario entra a la aplicación y se autentifica.

- El sistema despliega una interfaz para permitir usuario capturar su contraseña.
- El sistema Procesa la petición y determina si la contraseña valida.

El usuario entra a la aplicación y posteriormente entra a la configuración del sistema y cambia su contraseña.

- El sistema muestra una interfaz donde el usuario captura contraseña actual, nueva y reescritura de la nueva contraseña.
- El sistema valida que los datos concuerden y si es así guarda la contraseña nueva.

#### Incidencias

- Ninguna.

## Capítulo 4. Pruebas de Usabilidad

Las pruebas de usabilidad se enfocan en la percepción que tiene el usuario al utilizar el sistema y su grado de disponibilidad en utilizarlo [Shen et al., 2000] [Malhotra, 1999]. Este tipo de prueba está basado en el modelo de aceptación de la tecnología (TAM, por sus siglas en inglés de *Technology Acceptance Model*) [Ruiz Nangusé, 2008]. Se aplican encuestas o entrevistas para lograr medir la percepción de facilidad de uso, la percepción de utilidad, actitud hacia el uso, intenciones de conducta y el uso actual de ECAPRO dentro de un programa de mejora de procesos (Figura 44).

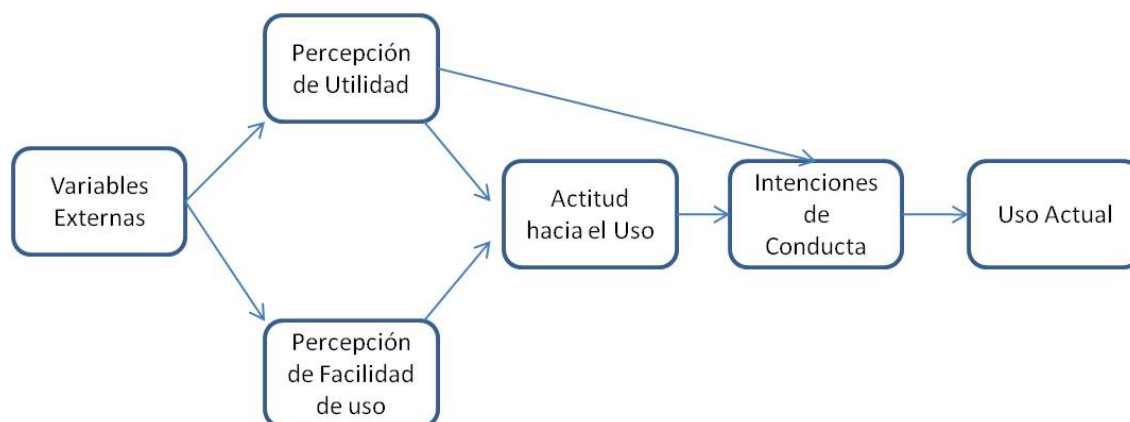


Figura 44. Modelo de Aceptación de la Tecnología (TAM).

Conforme se detectan defectos en cada una de las etapas, es necesario corregirlos, lo que hace que este proceso se vuelva iterativo; es decir, se pueden repetir las pruebas dentro de una misma etapa y regresar a etapas anteriores en caso que así se requiera [Ruiz, 2008]. Las pruebas de usabilidad, se evaluarán mediante la aplicación de una encuesta. Se realizan preguntas al usuario para descubrir aspectos funcionales y de usabilidad que perciben del sistema.

### 4.1 Procedimiento

Para realizar las pruebas se consideraron a dos sujetos de prueba las cuales simplemente describiremos como organización 1(org1) y organización 2(org2). ORG1 pertenece al sector público, donde últimamente ha presentado una rotación de personal constante pero cuenta con un departamento de calidad definido. Por otro lado, ORG2 está dentro de la iniciativa privada con 2 años de experiencia en el desarrollo de software y certificada en servicios de seguridad de información.

Los usuarios de prueba correspondieron a los dos tipos de autoevaluaciones: en ORG1 es la jefa del departamento de calidad y responsable del proceso de gestión de procesos. En ORG2 fue el director general, quien funge como responsable de tres procesos requeridos (alta dirección, gestión de proyectos y administración de proyectos específicos).

En una primera etapa, en diciembre del 2009, se instaló ECAPRO en el equipo de escritorio del usuario de prueba de ORG1 quien sería la encargada de probar el sistema. En junio del 2010, como segunda etapa se realizaron las pruebas en la ORG2.

A continuación, se explicará a detalle el procedimiento seguido en ambas etapas.

Después de instalar ECAPRO respectivamente, se expusieron las características y funcionalidades con el objetivo de que el usuario comprendiera el concepto de ECAPRO. A manera de guía se le presentaron una serie de actividades primarias con las cuales el usuario evaluó ECAPRO. Estas actividades se relacionan con las historias de usuario que se manejó en el procedimiento de desarrollo de ECAPRO a excepción de la actividad 5, la cual es secundaria. Las actividades fueron:

- **Act 01 – HU04:** Ingresar al sistema.
- **Act 02 – HU01:** Navegar por la información de la norma NMX-I-059/2-NYCE-2005 que presenta ECAPRO.
- **Act 03 – HU02:** Realizar una evaluación.
- **Act 04 – HU03:** Despliegue del reporte de resultados y comparativo.
- **Act 05:** Respaldar la información de la evaluación antes creada.

Al final de la presentación, en ORG1 se autoevaluaron todos los procesos y en ORG2 se autoevaluó el proceso de alta dirección. Ambos para el nivel de capacidad 1 (Proceso Realizado). Una semana después se realizó una encuesta con 12 preguntas (Tabla 27) para medir el grado de usabilidad. En el caso de ORG2 se siguió el mismo procedimiento con la excepción de que el tiempo de uso de la herramienta fue menor a una semana.

Cada una de las preguntas de la encuesta utiliza escalas validadas y confirmadas en [Davis et al., 1989][Davis, 1989], aplicada a ambas organizaciones y clasificadas de acuerdo a las fases del TAM. Se utilizan cinco escalas para medir la Percepción de facilidad de uso (Tabla 26), la percepción de utilidad y las Intenciones de conducta con las siguientes clasificaciones:

| Totalmente de Acuerdo | De Acuerdo | Neutral | En Desacuerdo | Totalmente en Desacuerdo |
|-----------------------|------------|---------|---------------|--------------------------|
| 5                     | 4          | 3       | 2             | 1                        |

Tabla 26. Escalas de medición.

En la Tabla 23 se muestran las preguntas que conforman la encuesta, adjuntando también el objetivo de cada una. Todas las preguntas están clasificadas de acuerdo al modelo TAM.

| No. | Pregunta  | Objetivo   | Clasificación de acuerdo al TAM                 |
|-----|---|--|---|
| 1   | ¿Utiliza más de un mecanismo para aprender sobre la norma NMX-I-059/2-NYCE-2005?                          | Preguntar sobre otras herramientas para comparar funcionalidades y uso.                      | Percepción de utilidad e intención de conducta. |
| 2   | ¿La organización de la información de la norma NMX-I-059/2-NYCE-2005 para el aprendizaje fue el adecuado? | Detectar si la jerarquización y organización de la norma NMX-I-059/2-NYCE-2005 presentada en | Percepción de utilidad.                         |

|    |   |  |  |
|----|---|--|--|
|    |   | ECAPRO facilitó el aprendizaje.  |  |
| 3  | ¿ECAPRO proporcionó una mayor comprensión sobre la norma NMX-I-059/2-NYCE-2005?                                       | Detectar si el usuario comprendió mejor con ECAPRO lo que es y persigue la norma NMX-I-059/2-NYCE-2005.  | Percepción de utilidad.                                  |
| 4  | ¿Las herramientas visuales de ECAPRO son suficientes para la lectura y comprensión de los datos?                      | Conocer si los controles visuales que se utilizaron son los correctos para facilitar la comprensión de información como los de la norma NMX-I-059/2-NYCE-2005. | Percepción de utilidad.                                  |
| 5  | ¿Generar una Evaluación fue sencillo?   | Conocer la percepción de dificultad acerca de la creación de una evaluación.   | Percepción de facilidad de uso.                          |
| 6  | ¿El utilizar ECAPRO para autoevaluarse y obtener un nivel de madurez en la norma NMX-I-059/2-NYCE-2005 es buena idea? | Detectar la percepción que se tiene del sistema.   | Percepción de utilidad y actitud hacia el uso.           |
| 7  | ¿Los reportes que proporciona ECAPRO le brindan información?  | Conocer la aceptación por parte del usuario del contenido de los reportes de ECAPRO.   | Percepción de utilidad y percepción de facilidad de uso. |
| 8  | ¿Con que frecuencia cree utilizar ECAPRO?   | Conocer la periodicidad de uso que tiene el usuario.   | Uso Actual.  |
| 9  | ¿El utilizar ECAPRO es fácil?   | Conocer la percepción del usuario acerca del uso del sistema.  | Percepción de facilidad de uso.                          |
| 10 | ¿ECAPRO cumple con las expectativas esperadas?  | Cuestionar si las expectativas del usuario son cubiertas.  | Percepción de utilidad.                                  |
| 11 | ¿Se presento algún problema al utilizar ECAPRO?   | Detectar errores no conocidos.   | No aplica.   |
| 12 | ¿En general como calificas la experiencia de utilizar ECAPRO?   | Conocer la experiencia de utilizar ECAPRO como herramienta de trabajo.   | Uso actual, percepción de utilidad y facilidad de uso.   |

Tabla 27. Preguntas de la encuesta.

## 4.2 Resultados de la pruebas

Una vez que se entregaba el cuestionario, se utilizaba la técnica de voz alta para conocer la percepción general del usuario y se le permitía interactuar por unos minutos con la herramienta ECAPRO. El objetivo era observar los movimientos que realizaba el usuario de prueba sin un proceso definido y cuáles eran las opciones que le llamaron la atención durante la presentación. En la Tabla 28 se muestran los resultados correspondientes a las encuestas realizadas a las organizaciones del caso de estudio. Además, la tabla 26 muestra algunas conclusiones por cada pregunta que se realizaron a las mismas.

| No. | Preguntas   | Totalmente de Acuerdo | De acuerdo    | Neutral | En Desacuerdo | Totalmente en Desacuerdo |
|-----|---|-----------------------|---------------|---------|---------------|--------------------------|
|     |   | 5                     | 4             | 3       | 2             | 1                        |
| 1   | ¿Utiliza más de un mecanismo para aprender sobre la norma NMX-I-059/2-NYCE-2005?                          | Org1,<br>Org2         |               |         |               |                          |
| 2   | ¿La organización de la información de la norma NMX-I-059/2-NYCE-2005 para el aprendizaje fue el adecuado? | Org1,<br>Org2         |               |         |               |                          |
| 3   | ¿ECAPRO proporcionó una mayor comprensión sobre la norma NMX-I-059/2-NYCE-2005?                           | Org1                  | Org2          |         |               |                          |
| 4   | ¿Las herramientas visuales de ECAPRO son suficientes para la lectura y comprensión de los datos?          |                       | Org1,<br>Org2 |         |               |                          |
| 5   | ¿Generar una Evaluación fue sencillo?   | Org1                  | Org2          |         |               |                          |
| 6   | ¿El utilizar  | Org1,                 |               |         |               |                          |

|    |  |                  |                   |              |                  |                 |
|----|--|------------------|-------------------|--------------|------------------|-----------------|
|    | ECAPRO para autoevaluarse y obtener un nivel de madurez en la norma NMX-I-059/2-NYCE-2005 es buena idea? | Org2             |                   |              |                  |                 |
| 7  | ¿Los reportes que proporciona ECAPRO le brindan información?   |                  | Org1              | Org2         |                  |                 |
| 9  | ¿El utilizar ECAPRO es fácil?  | Org1             | Org2              |              |                  |                 |
| 10 | ¿ECAPRO cumple con las expectativas esperadas?   |                  | Org1,<br>Org2     |              |                  |                 |
| 11 | ¿Se presentó algún problema al utilizar ECAPRO?  |                  | Org2,<br>Org1     |              |                  |                 |
|    | Preguntas  | Bastante         | Muy Seguido       | 3 o 4 veces  | Poca             | Nunca           |
|    |  | 5                | 4                 | 3            | 2                | 1               |
| 8  | ¿Con que frecuencia cree utilizar ECAPRO?  |                  |                   | Org1<br>Org2 |                  |                 |
|    | Preguntas  | Totalmente Bueno | Ligeramente Bueno | Neutral      | Ligeramente Malo | Totalmente Malo |
|    |  | 5                | 4                 | 3            | 2                | 1               |
| 12 | ¿En general como calificas la experiencia de utilizar ECAPRO?  |                  | Org1,<br>Org2     |              |                  |                 |

**Tabla 28. Resultado de la encuesta.**

### 4.2.1 Análisis de resultados

Los resultados de las pruebas de usabilidad se pueden observar en la Figura 45 por medio de una gráfica de puntuaciones totales de actitudes positivas (representado por el 79.1%), actitudes neutras (12.5%) y actitudes negativas (8.3%). La reacción del usuario de ORG2 fue llamar al responsable de gestión de recursos y presentarle ECAPRO. En ésta organización se han tenido problemas en el seguimiento y control de las actividades de los subprocesos de gestión de recursos, por lo que consideraron que este tipo de herramientas les podía ayudar en gran medida en el seguimiento de las tareas realizadas y los productos de trabajo generados. Por otro lado, el usuario de la ORG1 expuso que ECAPRO le proporcionó una mayor comprensión de la estructura de los procesos requeridos por la norma y le resultaba fácil su manejo.

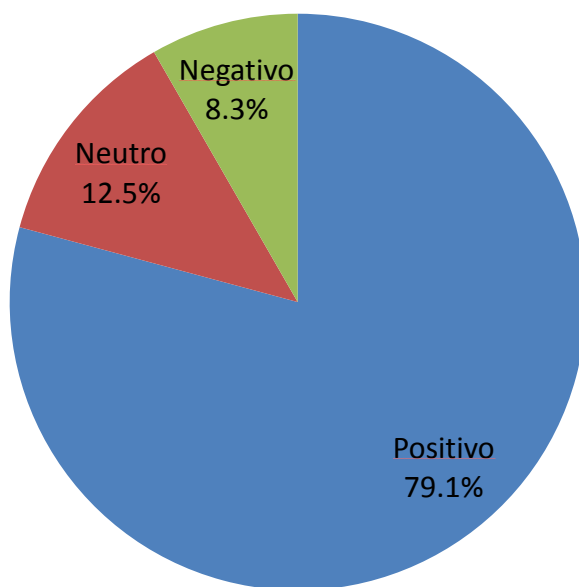


Figura 45. Tendencias de actitudes.

Las preguntas 2, 3 y 4 de la encuesta realizada a las ORG1 y ORG2 tienen la tendencia a señalar sobre si la interactividad usuario-ECAPRO proporciona aprendizaje acerca de la norma NMX-I-059/02-NYCE-2005. La Tabla 29 muestra que dichas preguntas sólo obtuvieron escalas 5 y 4 lo que nos da un 100% de respuestas positivas, por lo cual se determina que el objetivo OP04 queda cubierto. Los resultados respaldan las expectativas que se tenían al principio de la investigación.

| Pregunta | Escala 5 | Escala 4 |
|----------|----------|----------|
| 2        | 100%     | 0%       |
| 3        | 50%      | 50%      |
| 4        | 0%       | 100%     |

Tabla 29. Preguntas referentes al aprendizaje de la norma NMX-I-059/02-NYCE-2005.

Con respecto a las preguntas 7 y 11 las cuales obtuvieron una tendencia de neutralidad o escala 3. En todo sistema siempre habrá cosas por corregir y así como requerimientos de información especiales de cada empresa lo cual nos lleva a que ECAPRO es un sistema perfectible.

La Tabla 30 muestra algunas conclusiones por cada pregunta.

| No. | Preguntas   | Conclusión  |
|-----|---|---|
| 1   | ¿Utiliza más de un mecanismo para aprender sobre la norma NMX-I-059/2-NYCE-2005?                                      | Las organizaciones mencionaron que utilizan la norma impresa, presentaciones y páginas de Internet e inclusive consultores externos para aprender sobre la norma pero que no utilizan ninguna herramienta interactiva.      |
| 2   | ¿La organización de la información de la norma NMX-I-059/2-NYCE-2005 para el aprendizaje fue el adecuado?             | Llamó particularmente la atención el filtrado jerárquico que facilita la búsqueda dentro de la norma NMX-I-059/2-NYCE-2005. Además de poder contar con definiciones y roles que componen a la norma NMX-I-059/02-NYCE-2005. |
| 3   | ¿ECAPRO proporcionó una mayor comprensión sobre la norma NMX-I-059/2-NYCE-2005?                                       | Los usuarios hacen hincapié en la ventaja de la interactividad que les da una herramienta de software para la comprensión de la norma NMX-I-059/02-NYCE-2005.   |
| 4   | ¿Las herramientas visuales de ECAPRO son suficientes para la lectura y comprensión de los datos?                      | En términos generales si se percibe que los controles visuales de ECAPRO ayudan a la comprensión y lectura de los datos, pero se mencionó que se podrían agregar más para potencializar un poco más la herramienta.         |
| 5   | ¿Generar una Evaluación fue sencillo?   | Generar una evaluación se percibe fácil pero laborioso.   |
| 6   | ¿El utilizar ECAPRO para autoevaluarse y obtener un nivel de madurez en la norma NMX-I-059/2-NYCE-2005 es buena idea? | El tener la posibilidad de autoevaluarse antes de una posible certificación por parte de la empresa es visto totalmente útil y las organizaciones lo están percibiendo como ahorro de tiempo, esfuerzo y dinero.            |
| 7   | ¿Los reportes que proporciona ECAPRO le brindan información?  | Parte de los usuarios mencionaron que no alcanzaron a captar la idea del reporte comparativo, además de que se tiene la sensación de que se podría explotar mas la información.   |

|    |   |   |
|----|---|---|
| 8  | ¿Con que frecuencia cree utilizar ECAPRO?                     | Las organizaciones preveen utilizar ECAPRO muy seguido dependiendo de las iteraciones de una eventual implantación.   |
| 9  | ¿El utilizar ECAPRO es fácil?                                 | Los usuarios perciben la herramienta como sencilla de utilizar.   |
| 10 | ¿ECAPRO cumple con las expectativas esperadas?                | Los usuarios mencionaron que hace falta tiempo para tener una mejor evaluación.                                       |
| 11 | ¿Se presentó algún problema al utilizar ECAPRO?               | Con ORG2 se tuvieron problemas al instalar la herramienta. En ORG1 al momento de exportar los reportes a formato PDF. |
| 12 | ¿En general como calificas la experiencia de utilizar ECAPRO? | Los usuarios vuelven a mencionar el factor tiempo. Desean utilizarlo aún más.   |

**Tabla 30. Conclusiones de la encuesta.**

La ORG2 obtuvo para el proceso de Gestión de Negocio el 85% de cobertura para el nivel de capacidad 1. Sin embargo, esto estableció la línea base de la capacidad del proceso de acuerdo a la parte 02 de la NMX-I-059-NYCE-2005. Esta organización solicitó una copia de la generación de un reporte por resultados para aplicarlo manualmente en los 8 restantes procesos implantados y requeridos por la norma. Además, de que tuvo la sensación de que podría explotar a mayor detalle la información presentada en el reporte cuantitativo.

Por lo anterior, se concluye que el usuario percibe a ECAPRO como una herramienta útil para autoevaluarse en la norma NMX-I-059/02-NYCE-2005 y obtener un nivel de madurez como antesala a una posible verificación oficial o como parte de un programa de mejora de procesos de software.

## Capítulo 5. Conclusiones

En este capítulo se reflexionará sobre los objetivos alcanzados en este estudio para finalmente describir futuras líneas de investigación que se puedan seguir.

### 5.1 Conclusiones

En este documento, se expone la necesidad de herramientas de evaluación de procesos, específicamente del tipo de autoevaluación de capacidades del proceso, que permitan a las organizaciones de desarrollo de software apoyarlas en un programa de mejora de procesos software.

El objetivo **OG01** de esta investigación plantea la creación de una herramienta de software para la autoevaluación de los 9 procesos requeridos por la norma NMX-I-059/02-NYCE-2005. Por tal motivo, se desarrolló ECAPRO como una herramienta de autoevaluación de capacidad de los procesos requeridos por la NMX-I-059-NYCE-2005 según el nivel de capacidad.

Dentro de las características de ECAPRO se pueden destacar la interactividad la cual permite una constante retroalimentación entre ECAPRO y el usuario. Contenido estructurado y organizado de la norma NMX-I-059/02-NYCE-2005 lo cual le permite al usuario su mejor comprensión. Ágil, sistema fácil de usar para cualquier nivel de usuario. Automatizado, ECAPRO cumple con la automatización de las autoevaluaciones de los procesos de la norma NMX-I-059/02-NYCE-2005. Autocontrolado, ECAPRO contiene indicadores sobre la situación de las autoevaluaciones y la situación de las empresas con respecto a la norma. Fuente de Información, ECAPRO es una fuente de información no solamente de la norma NMX-I-059/02-NYCE-2005 si no también de las autoevaluaciones realizadas por las empresas como son los reportes de resultados y comparativo los cuales permiten desencadenar acciones para la mejora de procesos. Configurable, ECAPRO es un sistema basado en la estructura de la norma NMX-I-059-NYCE-2005, la cual en caso de que se emitan enmiendas éstas pueden ser actualizadas en todo el entorno de ECAPRO; es decir se impactará tanto en la base de datos como en los objetos. Históricos, ECAPRO almacena registros históricos de autoevaluaciones. Respaldos, ECAPRO permite respaldar e importar las autoevaluaciones en formato xml como una medida de seguridad, pero también para mantener una base de conocimiento sobre los hallazgos encontrados y el progreso de la empresa en cada autoevaluación. Validado, ECAPRO tiene una validación automática al progreso de la empresa respecto al nivel de capacidad de proceso.

En cuanto al grado de sencillez de aprender y adoptar la norma NMX-I-059/02-NYCE-2005 utilizando herramientas de software y técnicas de autoevaluación se precisó que se mantuvo una tendencia favorable en el análisis de resultados que se arrojó a lo largo del periodo de evaluación de ECAPRO. Las organizaciones que utilicen ECAPRO podrán conocer los roles, prácticas base y productos de trabajo requeridos por nivel de capacidad de procesos y su grado de cumplimiento de los atributos del proceso mientras realizan de manera continua sus autoevaluaciones como parte de un programa de mejora de procesos de software. En el capítulo anterior, se mostró un ejercicio de pruebas de usabilidad con dos organizaciones correspondientes a los dos tipos de autoevaluaciones existentes.

Es importante señalar, que durante la última etapa de desarrollo de este trabajo, la NYCE puso a la venta una herramienta de software de verificación oficial para empresas que desean verificarse en la norma NMX-I-059/02-NYCE-2005 lo cual nos indica la importancia y la relevancia de contar con herramientas de autoevaluación dentro de los programas de mejora de procesos. ECAPRO y cualquier herramienta de software que surja para la adopción de la norma NMX-I-059/02-NYCE-2005 será de gran provecho para

todas las organizaciones que deseen mejorar la calidad de sus procesos. Pero también consideramos que existe un factor sociocultural aunado al desarrollo de herramientas de este tipo. Nos referimos a que si no hay una percepción de utilidad por parte de los usuarios finales, las herramientas corren el peligro de quedar en el olvido.

Las organizaciones desarrolladoras de software que se interesen en verificarse oficialmente en la norma NMX-I-059/02-NYCE-2005 pueden utilizar ECAPRO para obtener aprendizaje acerca de ella y un resultado de la capacidad de los nueve procesos requeridos. Queda fuera de alcance de este trabajo el demostrar si la empresa que usa ECAPRO lograría verificarse oficialmente. El tiempo y los objetivos primarios de las organizaciones fueron una limitante para precisar si éstas pueden o no verificarse utilizando como mecanismo base a ECAPRO en el aprendizaje de la norma NMX-I-059/02-NYCE-2005. Sin embargo, expusieron que un sistema de este tipo les sería de gran utilidad para la evaluación de sus procesos implantados, brindándoles aprendizaje, confianza y seguridad en la obtención de un nivel de madurez como antesala a una futura verificación de sus procesos por parte de NYCE.

## **5.2 Trabajo futuro**

Existen varias líneas de trabajo que se pueden seguir para la continuación de este trabajo:

1. El estudio que se presenta en este trabajo, se limitó al nivel de capacidad 1 de la norma NMX-I-059/02-NYCE-2005. Un punto de mejora sería capturar los atributos de procesos requeridos por la norma que correspondan a los niveles de capacidad que van del 2 al 5 esto ayudaría a las organizaciones que aspiren a evaluarse en niveles superiores dentro de la norma.
2. Otro punto importante a desarrollarse es utilizar ECAPRO en un proceso de implantación-verificación dentro de una empresa y analizar si ECAPRO puede facilitar dicha implantación.
3. Se considera apropiado contar con un módulo para la administración de cambios que pueda tener la norma NMX-I-059/02-NYCE-2005 y que impactarían en ECAPRO.
4. Llevar el diseño de ECAPRO a un registro de propiedad intelectual.

## Referencias

- Agile Alliance., 2007. How The Agile Alliance Operates. Disponible en Internet. <http://www.agilealliance.org/show/1646>. Consultado en Mayo del 2007.
- Ambler 2007. Agile Modeling (AM) Practice V2. Disponible en Internet. <http://www.agilemodeling.com/essays/introductionToAM.htm>. Consultado en Mayo del 2007.
- Boehm, 1988. A Spiral Model for Software Development and Enhancement. Computer vol. 21,no. 5. 61-72.
- Braude, 2003. Ingeniería de Software: Una perspectiva orientada a objetos. AlfaOmega. pp. 2-61.
- Brooks, 1975. The Mythical Man-Month. Addison-Wesley.
- Canós, 2003. Canós, J. H., Letelier, P., & Penadés, M.C. (2003). Metodologías Ágiles en el desarrollo de software.
- Cárdenas Vargas, 2006. Herramienta de Guía y Supervisión para el uso automatizado del Modelo de Procesos Moprosoft. Tesis de Maestría: Universidad Autónoma de México.2006.
- Charette, R., 2001. The decisión is in: Agile versus heavy methodologies. Cutre Consortium e-Project Management Advisory Service, 2, 19.
- CMM. Capability Maturity Model for Software. (1991). Disponible en: <http://www.sei.cmu.edu/cmm>
- Davis, 1989. Perceived Usefulness, Perceived Ease of Use, and User Acceptance of Information Technology, MIS Quarterly, 13, pp. 319-340.
- De la Villa, D. (2005). Manejador de Documentos MoProSoft. Consultado en Noviembre de 2006 del sitio Universidad de las Américas (UDLA): [http://catarina.udlap.mx/u\\_dl\\_a/tales/documentos/lis/caballero\\_d\\_da/](http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lis/caballero_d_da/)
- Díaz Fernández, 2006. Concepción Teórico-Metodológico para el uso de la computadora en el proceso de la enseñanza aprendizaje de la educación primaria. Disponible en [www.bibliociencias.cu/gsd/collect/tesis/index/assoc/HASHa791.dir/doc.pdf](http://www.bibliociencias.cu/gsd/collect/tesis/index/assoc/HASHa791.dir/doc.pdf)
- Eduardo Vera, 2010. Historia del CMM consultado en <http://everac99.spaces.live.com/blog/cns!B2296C467C188917!1775.entry>.
- EFQM. European Foundation for Quality Management. 2010, <http://www.efqm.org/en/>
- Gilb K., 2004. Evolutionary Project Management & Product Development. Disponible en Internet. <http://www.gilb.com/Download/EvoProjectMan.pdf>.
- Highsmith J., 2002. Agile Software Development Ecosystems. Adisson Wesley. pp. 132-179.
- Jacobson I., G. Booch, J. Rumbaugh., 1999. El Proceso Unificado de Desarrollo de Software. Addison Wesley. pp.1-29.

Larman, Craig (2005). *Applying UML and Patterns - An Introduction to Object-Oriented Analysis and Design and Iterative Development* (3rd ed.). Upper Saddle River, New Jersey: Prentice Hall PTR.

Letelier & Penadés, 2006. Metodologías ágiles para el desarrollo de software: extreme programming (xp).

Magnabyte. Consultado en Mayo de 2008. Disponible en: <http://www.magnabyte.com>.

Manifiesto, 2001a Agile manifiesto. 2001. Manifiesto for Agile Software Development. Disponible en Internet. <http://agilemanifiesto.org/history.html>.

Manifiesto, 2001b Agile manifiesto. 2001. Manifiesto for Agile Software Development. Disponible en Internet. <http://agilemanifiesto.org/>.

NMX-I-059/01-NYCE-2005. Tecnología de la Información – Software – Modelos de procesos y evaluación para desarrollo y mantenimiento de software. Parte 01. Definición de conceptos. (2005). NYCE. México.

NMX-I-059/02-NYCE-2005. Tecnología de la Información – Software – Modelos de procesos y evaluación para desarrollo y mantenimiento de software. Parte 02. Requisitos de procesos. (2005). NYCE. México.

NMX-I-059/03-NYCE-2005. Tecnología de la Información – Software – Modelos de procesos y evaluación para desarrollo y mantenimiento de software. Parte 03. Guía de implantación. (2005). NYCE. México.

NMX-I-059/04-NYCE-2005. Tecnología de la Información – Software – Modelos de procesos y evaluación para desarrollo y mantenimiento de software. Parte 04. Directrices para la evaluación de procesos. (2005). NYCE. México.

NYCE. Normalización y Certificación en Electrónica, A. C. (2008). Disponible en: <http://www.nyce.com.mx/antecede.html>, 2008.

NYCE. Normalización y Certificación en Electrónica, A. C. (2008b). Disponible en: <http://www.nyce.org.mx/dictamenes.htm>, 2008.

Oktaba, H., 2008. Historia de una Norma. Disponible en: [http://132.248.181.149/COMUNIDAD\\_MOPROSOFT/](http://132.248.181.149/COMUNIDAD_MOPROSOFT/)

Oktaba, H., Alquicira Esquivel, C., Su Ramos, A., Martínez Martínez, A., Quintanilla Osorio, G., Ruvalcaba López, M., López Lira Hinojo, F., Rivera López, M. E., Orozco Mendoza, M. J., Fernández Ordóñez, Y. y Flores Lemus, M. A. (2005). Modelo de Procesos para la Industria de Software, por niveles de capacidad de procesos. Versión 1.3. México.

Pérez Fernández de Velasco, José Antonio (2007). Gestión por Procesos ESIC editorial, Madrid.

RAE. Real Academia española, diccionario de la lengua española – vigésimo segunda edición.

Ruiz Nangusé, R., 2008. Visualizador gráfico flexible para la planeación de recursos en talleres de flujo. MyDCI. UABC. México.

SEI. Software Engineering Institute. (2003). Disponible en: <http://www.sei.cmu.edu>

SEI. Software Engineering Institute. (2008). Disponible en:  
<http://www.sei.cmu.edu/appraisal-program/profile/pdf/CMMI/2005sepCMMI.pdf>, 2008

Sybase, Desarrollo en Power builder consultado en 2009, disponible en  
<http://www.sybase.es/products/modelingdevelopment/powerbuilder>.

The Standish Group International, Inc., (2003). Disponible en: <http://www.standishgroup.com>

UNAM, 2008. <http://www.juridicas.unam.mx/publica/rev/boletin/cont/92/art/art4.htm>.

Valenzuela Ruiz, L. (2007). Diseño de un ambiente para la coordinación de flujos de trabajo de MoProSoft por niveles de capacidad de procesos. Tesis de Maestría. MyDCI. UABC. México.

Ventura Miranda, M. T. y Peñaloza Báez, M., (2006). MoProSoft: modelo de procesos hecho en México. Año 5. Número 47. Marzo 2006.

## **Anexo A. Producto obtenido**

# CiCComp 2010

## MEMORIAS del 3<sup>er</sup> Congreso Internacional en Ciencias Computacionales



3 al 5 de Noviembre,  
Ensenada, Baja California, México

**Edición:**

**José A. González Fraga  
J. Ignacio Ascencio López  
Evelio Martínez Martínez  
Ma. Victoria Meza Kubo  
Oscar R. Osorio Cayetano**



**Universidad  
Autónoma de  
Baja California**

**FACULTAD DE CIENCIAS  
Licenciatura en Ciencias Computacionales  
FACULTAD DE CIENCIAS ADMINISTRATIVAS  
Y SOCIALES  
Licenciatura en Informática**

**ISBN 978-607-7753-81-0**

## ECAPRO: Herramienta para la Evaluación de la Capacidad de Procesos Requeridos por la NMX-I-059-NYCE-2005

Fabián I. Mercado Moya<sup>1</sup>, Brenda L. Flores Rios<sup>2</sup>, Angélica Astorga Vargas<sup>3</sup>,  
Jorge E. Ibarra Esquer<sup>4</sup> y Gabriel López Morteo<sup>5</sup>

<sup>1,3,4</sup> Facultad de Ingeniería, campus Mexicali <sup>2,5</sup> Instituto de Ingeniería  
Universidad Autónoma de Baja California

<sup>1</sup>fabian.isai@hotmail.com <sup>2,3,4,5</sup>{brenda.flores, angelicaastorga, jorge.ibarra, galopez}@uabc.edu.mx

### Resumen

*En este documento se presenta la herramienta ECAPRO la cual está orientada a apoyar a las organizaciones de desarrollo y mantenimiento de software en la realización de autoevaluaciones de los procesos requeridos por la NMX-I-059-NYCE-2005 dependiendo el nivel de madurez deseado. Se describe la metodología empleada en el desarrollo de la herramienta, las características de los componentes gráficos que la conforman y los tipos de reportes que genera. Finalmente, se muestran algunos elementos derivados de la experiencia del periodo de evaluación de ECAPRO con tipos de usuarios correspondientes a los tipos de autoevaluaciones.*

### 1. Introducción

El proceso de evaluación se refiere a la determinación del grado en el cual los procesos estándar de la organización contribuyen al logro de sus objetivos de negocio, y ayudan a ésta a que se enfoque en la necesidad de mejorar el proceso de manera continua [1]. Dentro de la industria, el término se refiere a una forma de medir el funcionamiento de los procesos organizacionales, proporcionando opiniones y juicios sobre la gestión de la calidad de las actividades.

Específicamente para la industria mexicana de software, existen tres métodos de evaluación de procesos, los cuales están definidos en la parte 04 (EvalProSoft) de la norma mexicana [2]: 1) Evaluación para determinar las capacidades de los procesos y madurez de la organización, 2) Evaluación de capacidades del proveedor y 3) Autoevaluación de capacidades del proceso. Los dos primeros métodos se refieren a la solicitud que se hace por parte de una organización, o empresa de desarrollo de software, hacia un Organismo de Certificación, en este caso

NYCE A. C. (Normalización y Certificación Electrónica), para que se realice una evaluación oficial (verificación) que permita obtener un perfil del nivel de capacidad de los procesos implantados y un nivel de madurez de capacidades. Por otro lado, el tercer método se enfoca en realizar una evaluación, por personal interno o externo, a una empresa desarrolladora de software sin la intervención del Organismo de Certificación. Esta evaluación no tiene fines de certificación o verificación, sólo el de conocer el estado actual de la organización.

La evaluación para determinar las capacidades de los procesos y madurez de una organización sirve como comparativo del nivel de madurez con respecto a otras organizaciones y para determinar las oportunidades de mejora con respecto a la norma mexicana NMX-I-059/02-NYCE-2005. A cinco años de la publicación de NMX-I-059-NYCE-2005, se observa que más de doscientas organizaciones de desarrollo de software ya cuentan con una verificación oficial avalada por NYCE dentro de los niveles de madurez 1, 2 y 3 [3].

Durante este tiempo, es preciso destacar las iniciativas y estrategias por parte del gobierno, iniciativa privada y sector educativo en difundir los beneficios que se obtienen al implementar un programa de mejora de procesos de software apoyado formalmente en la NMX-I-059-NYCE-2005. Sin embargo, todavía existen casos en estos sectores donde se desconoce a qué se refiere la norma NMX-I-059-NYCE-2005 o cómo está estructurada. Esto puede suceder por la falta de capacitación, consultorías, intereses o recursos para su adquisición.

Se ha observado que no todas las organizaciones que han implementado un programa de mejora de procesos de software han solicitado la verificación oficial, quedándose sin el conocimiento tácito y lecciones aprendidas de ser parte de un proceso de verificación, conocer el nivel de capacidad por

procesos implantados e identificar oportunidades de mejora. Otro aspecto socio-cultural detectado está relacionado a una organización que no logra alcanzar el nivel de madurez solicitado y aparece públicamente en el sitio Web de dictámenes de la NYCE con un dictamen que no le favorece en imagen con sus clientes, percibiéndose como una organización inmadura o que lleva a cabo un manejo inadecuado de los 9 procesos requeridos por la NMX-I-059-NYCE-2005 agrupados en sus 3 categorías (Tabla 1).

**Tabla 1.** Categorías y procesos requeridos la NMX-I-059-NYCE-2005

| Categoría      | Proceso                                 |
|----------------|---|
| Alta Dirección | Gestión de Negocio                      |
| Gerencia       | Gestión de Procesos                     |
|                | Gestión de Proyectos                    |
|                | Gestión de Recursos                     |
|                | Recursos Humanos y Ambiente de Trabajo  |
|                | Bienes, Servicios e Infraestructura     |
|                | Conocimiento de la Organización         |
| Operación      | Administración de Proyectos Específicos |
|                | Desarrollo y Mantenimiento de Software  |

Tomando en consideración el tercer método de evaluación de procesos y la importancia, beneficios e impactos que se logran con una evaluación de procesos requeridos por la NMX-I-059-NYCE-2005, se presenta una herramienta de software que permita apoyar a las organizaciones del estado de Baja California en la realización de autoevaluaciones por nivel de capacidad de procesos. Estamos seguros que esto las ayudaría a sentar las bases para la elaboración de sus planes de mejora y acciones correctivas, almacenar y empaquetar lecciones aprendidas en función de sus objetivos de negocio.

Este documento está estructurado en 5 secciones. En la sección 2 se presenta la importancia de la autoevaluación en la medición de capacidades de procesos, los tipos de autoevaluaciones existentes y como la parte 04 (EvalProSoft) de la norma mexicana se apoya del uso de cuestionarios de evaluación durante la evaluación de los procesos requeridos. En la sección 3 se describe la metodología seguida para el desarrollo de la herramienta ECAPRO. En la sección 4 se muestran los resultados de las pruebas de funcionalidad realizadas a ECAPRO. Por último, en la sección 5, se presentan las conclusiones y trabajo futuro.

## 2. El rol de la autoevaluación en la medición de capacidades de procesos

La medición de capacidades se obtiene a través de un conjunto de atributos de procesos, los cuales se usan para determinar cuando un proceso ha alcanzado una capacidad específica. En la parte 02 de la NMX-I-059-NYCE-2005 se describen los niveles de capacidad de procesos y los atributos específicos para cada uno [4]. El grado de cumplimiento del atributo del proceso usa una escala ordinal, tal como se muestra en la tabla 2.

**Tabla 2.** Grado de cumplimiento de atributos

| Indicador | Descripción             | Calificación                   |
|-----------|-------------------------|--------------------------------|
| N         | No alcanzado            | 0 -15% del alcance             |
| P         | Parcialmente alcanzado  | >15% hasta 50% del alcance     |
| A         | Ampliamente alcanzado   | >50% hasta el 85% del alcance  |
| C         | Completamente alcanzado | >85% hasta el 100% del alcance |

Las verificaciones oficiales de NYCE se hacen con base en los requisitos normativos de la parte 02 (Requisitos de procesos MoProSoft) [4] y la parte 04 (Directrices para la evaluación - EvalProSoft) [2] de la NMX-I-059-NYCE-2005, pero se puede utilizar también la parte 03 (Guía de implantación de procesos) para conocer a detalle las tareas de las prácticas base requeridas por un nivel de capacidad definido en la parte 02. La parte 04 usa como marco general el estándar ISO/IEC 15504-*Software Process Assessment* y se complementa con las normas mexicanas vigentes NMX-I-006/02-NYCE y NMX-I-006/03-NYCE [2].

Una vez que se tienen definidos los criterios para la autoevaluación de procesos, el siguiente paso es establecer el tipo y técnica de autoevaluación. Según [5], existen dos tipos de autoevaluaciones: las orientadas a elementos clave y las autoevaluaciones de elementos detallados. El primer tipo son las que se realizan por la alta dirección para obtener una perspectiva general del comportamiento de la organización y el desempeño actual de la misma. A diferencia del segundo tipo, donde la autoevaluación la realiza un responsable del proceso o dirección operativa para obtener una perspectiva general del desempeño del procesos en la organización [6].

Por otro lado, existen diversas técnicas y modelos de autoevaluaciones que apoyan las actividades de autoevaluación para facilitar la implantación de los planes de mejora. Por ejemplo, el modelo de gestión de calidad EFQM (por sus siglas en inglés de *European Foundation for Quality Management*) [7] propone como técnicas de autoevaluación: la redacción de una memoria, los formularios, las reuniones de trabajo, las

matrices de mejora y los cuestionarios [8]. EFQM específica que los criterios de decisión por una u otra técnica dependen de la experiencia y el grado de madurez de la organización en programas de mejora de calidad, la formación en autoevaluación, el tiempo y los recursos disponibles y la precisión de la información y objetivos que se desean obtener. El Anexo A del ISO 9004 *Sistema de Gestión de la calidad – Directrices para la mejora del desempeño* [5], presenta un cuestionario como parte de la autoevaluación donde se señala el cumplimiento de los requisitos del sistema de calidad. Así mismo, dentro de la actividad de ejecución definida por EvalProSoft [2] se especifica que la información recaudada se registra en los cuestionarios de evaluación, los cuales contienen preguntas y respuestas concernientes al cumplimiento de los atributos por nivel de capacidad.

Por lo anterior, se resalta el rol que tiene el cuestionario debido a que es una técnica fácil de usar para los miembros de la organización de software que realizan sus primeras experiencias en autoevaluación de capacidad de procesos. Así mismo, puede contribuir en la evaluación general del grado del progreso experimentado por una organización de software a partir de la puesta en marcha de un programa de mejora de procesos.

### 3. ECAPRO

Para el desarrollo de la herramienta ECAPRO (acrónimo de Evaluador de CAPacidad de PRocesos) se seleccionó la metodología ágil *Extreme Programming* (XP), la cual está centrada en la exploración, planificación de la entrega, iteraciones, producción, mantenimiento y finalización del producto de software [9]. La primera fase consistió en la exploración de los requerimientos definidos por el grupo de Procesos de Software de la Universidad Autónoma de Baja California. A nivel general, se deseaba que la información se desplegara de forma jerárquica y organizada para facilitar la autoevaluación de la capacidad de los procesos. Se debía mostrar una lista con los elementos requeridos por el apéndice A de la parte 02 para el nivel de capacidad 1: tareas de las prácticas base, elementos de los productos de trabajo y roles por proceso. Todo se almacenaría en una base de datos y se generarían reportes de los resultados.

Dichos requerimientos se agruparon en cuatro historias de usuario, estableciendo la prioridad para cada una. Éstas especificaban el número y nombre de historia, descripción, estimación de esfuerzo, fecha, prioridad, riesgo y observaciones generales.

### 3.1. Iteraciones

Se decidió agrupar dos historias de usuario por cada iteración, debido a que las iteraciones indican ciclos de trabajo con tareas específicas para cada una de ellas. En la primera iteración se despliega la información por nivel de capacidad de procesos, actividades, roles y productos de trabajo requeridos por cada proceso. En la segunda iteración se elabora un informe de resultados de la autoevaluación, permitiendo ofrecer un análisis comparativo entre 2 o más autoevaluaciones. De esta forma, las iteraciones incluyen las historias de usuario y los casos de prueba [9].

También, se realizó un diseño arquitectónico de alto nivel el cual especifica los módulos de preparación, ejecución y generación de resultados con sus respectivas iteraciones. El módulo de preparación se refiere a la recuperación de información referente a la norma mexicana. El módulo de ejecución es el responsable del proceso de la autoevaluación y la información que se genera de la misma. El módulo de generación de resultados se enfoca a la explotación de la información guardada en una autoevaluación.

Se realizó un diagrama de clases, el cual permitió definir una relación entre las historias de usuario de la primera iteración y las tablas de la base de datos. Para realizar un esquema de bases de datos de la norma NMX-I-059-NYCE-2005 fue preciso estudiarla y analizarla a detalle. Siguiendo las buenas prácticas de diseño de software, se utilizaron los patrones generales de diseño para la asignación de responsabilidades (GRASP, acrónimo de *General Responsibility Assignment Software Patterns*) [10]. Se diseñaron 3 objetos principales (Norma, Evaluación y Empresa), un controlador y un conjunto de  $n$  ventanas para la definición de secuencias de escenarios. Para cada objeto se especificaron sus principales funciones, descripción, argumentos y retorno. Finalmente, se realizó el diagrama de secuencia mostrando las interacciones de los objetos.

### 3.2. Entorno visual

Para el desarrollo de ECAPRO se utilizó *PowerBuilder Development*, el cual es un entorno de programación compuesto de varias herramientas tipo RAD (por sus siglas de *Rapid Application Development*) permitiendo desarrollar los tres módulos requeridos. La figura 1 muestra la pantalla principal de ECAPRO dividida en los siguientes controles visuales: árbol jerárquico de la norma, listado de aspectos a evaluar, progreso de la autoevaluación, datos de la empresa y el resultado de su nivel de madurez alcanzado.

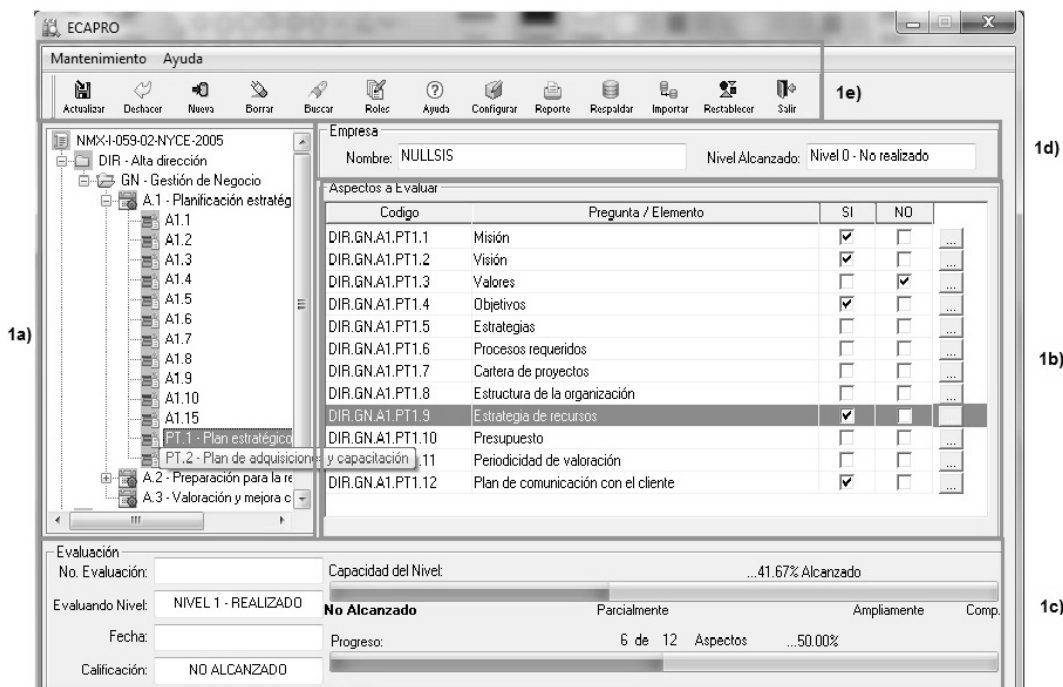


Figura 1. Pantalla principal de ECAPRO dividida en 5 controles visuales

La visualización en un árbol jerárquico (Figura 1a) se eligió por encima de otros componentes, como las listas desplegables, debido a que tienen un mejor orden y visión de los elementos que componen los procesos requeridos. El objetivo principal de este control visual es especificarle al usuario en qué posición jerárquica de la estructura de la categoría de procesos de la norma se encuentra en ese momento.

El listado de aspectos a evaluar (Figura 1b) es, sin duda, el control más importante dentro de la pantalla principal de ECAPRO, debido a que en ella el usuario seleccionará el cumplimiento de los aspectos requeridos por el nivel de capacidad de procesos a través de los elementos de los productos de trabajo y las preguntas que se desprenden de cada tarea para las actividades específicas. Además, considerando la importancia de los responsables de los procesos requeridos por la norma, ECAPRO muestra el rol para cada tarea según la actividad seleccionada de un proceso. Y cuenta con un botón para la captura individual de hallazgos o comentarios que el evaluador encuentre en el elemento solicitado o pregunta realizada.

Tanto el árbol jerárquico como el listado se alimentan del objeto *norma*. En el árbol se muestran los elementos correspondientes a las categorías, procesos, actividades y productos, mientras que en el listado se presentan los elementos requeridos por los

procesos según alguno de los niveles de capacidad definidos en la parte 02 de la norma.

En la parte inferior de la pantalla principal de ECAPRO (Figura 1c), se encuentra el control del progreso de la autoevaluación. Este permite mostrar visualmente el avance (por medio de barras de progreso) de la autoevaluación realizada, una vez que se han utilizado los controles anteriores. Este control indica el número de la autoevaluación, el nivel de madurez para el cual se está evaluando a la empresa, la fecha de la última modificación, la calificación alcanzada y barras de progreso indicando el nivel de capacidad de los procesos y la cantidad de elementos verificados.

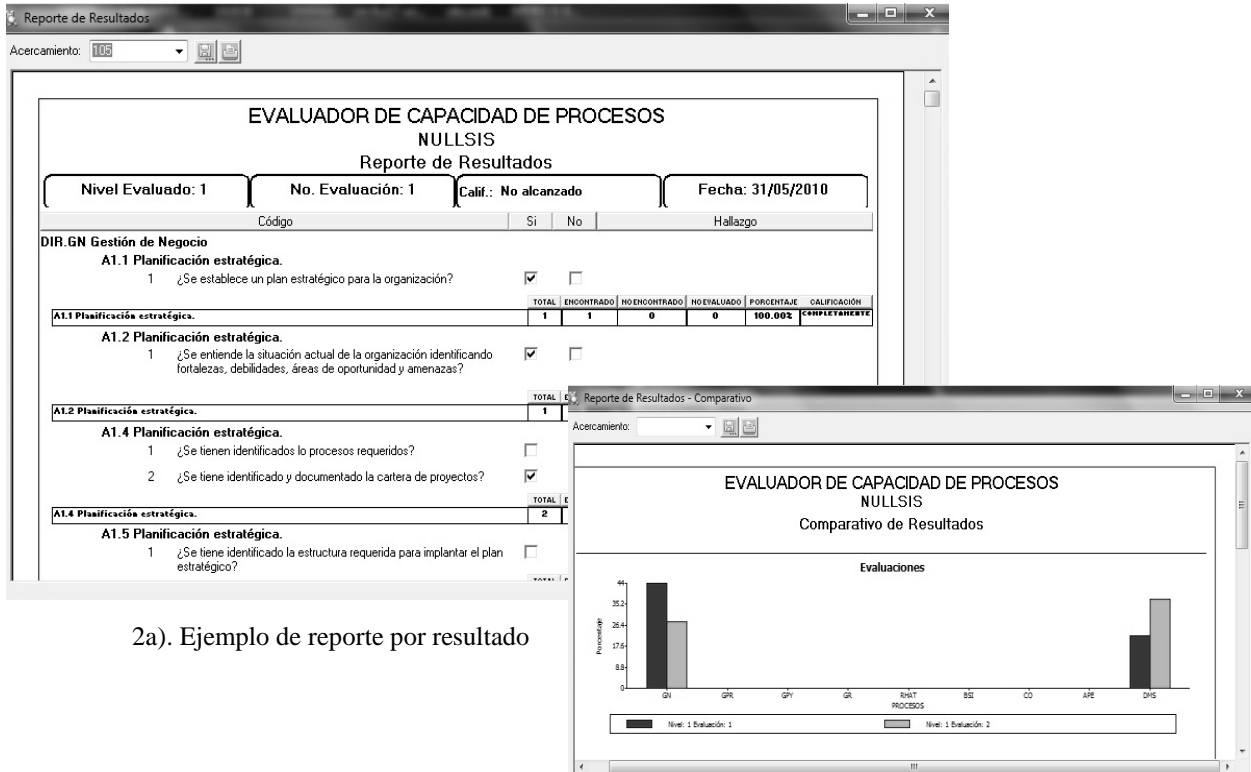
El control visual datos de la empresa y el resultado del nivel de madurez de la misma, indica el nombre de la organización y el nivel de madurez máximo alcanzado (Figura 1d) a partir del ingreso del usuario al sistema o de la última vez que éste salvó su estado. En esta parte, se presenta una relación entre el controlador y el objeto *empresa*.

En el menú, el usuario podrá seleccionar algunas opciones básicas como roles, respaldar, importar, restablecer y ayuda; y funciones de mantenimiento como actualizar, deshacer, nueva, borrar, buscar, configurar y generar reporte. También, se crearon íconos de acceso directo para éstas últimas (Figura 1e).

### 3.3. Generación de Reportes

Con el módulo de generación de resultados se desea especificar los resultados de las autoevaluaciones realizadas en la organización. Por tal motivo, se desarrollaron dos tipos de reportes: por resultado y por análisis comparativo. La figura 2a muestra un ejemplo

de un reporte por resultado. En éste se presentan los elementos autoevaluados de los procesos requeridos por el nivel de capacidad, el porcentaje y la calificación obtenida desde un nivel básico, como tarea y elementos de los productos de trabajo, hasta un nivel general por proceso y categoría de la estructura de procesos.



**Figura 2.** Ejemplos de tipos de reportes generados

El reporte de análisis comparativo (Figura 2b) presenta una ventana con dos autoevaluaciones seleccionadas previamente por el usuario. Ambas evaluaciones deberán corresponder al mismo nivel de madurez de la organización. El objetivo de este reporte gráfico es mostrar el avance de los logros obtenidos para cada proceso requerido.

### 3.4. Casos de prueba

Los casos de prueba son datos representativos del conjunto de valores que puede tomar el componente a probar. Cuando se trabaja con procesos de desarrollo iterativo, los casos de prueba son fundamentales para

dar cumplimiento y trazabilidad con el funcionamiento especificado y asegurar que cada iteración funciona correctamente y con las demás iteraciones. Se definió y realizó un conjunto de cuatro casos de prueba para las dos iteraciones con las cuatro historias de usuario. Para realizar esto, se probaron escenarios o módulos, registrando las incidencias y defectos detectados, los cuales fueron resueltos y corregidos.

Debido a que se deseaba realizar pruebas empíricas de usabilidad y conocer la percepción de usuarios reales con la facilidad de uso, utilidad y disposición de utilizar ECAPRO dentro de un programa de mejora de procesos, se buscó un modelo que apoyará dicho objetivo. De los modelos existentes para medir la aceptación de la tecnología, se destaca el modelo TAM

(por sus siglas en inglés de *Technology Acceptance Model*) [11]. TAM es un modelo que se basa en la utilidad percibida y la facilidad de uso percibida de un sistema de información, propiedades concluyentes para determinar la intención para usarlo.

#### 4. Resultados de periodo de evaluación

Hasta Junio de 2010 solamente existen tres empresas de desarrollo y mantenimiento de software en el estado de Baja California que ya cuentan con una verificación oficial por parte de NYCE. Por tal motivo, se requieren de herramientas de autoevaluación o planes de acción para determinar el nivel de madurez de las organizaciones y determinar si ya están listas para un proceso de verificación oficial.

En esta sección, se presentan algunos elementos identificados como resultado del periodo de evaluación de ECAPRO en dos organizaciones de la ciudad de Mexicali. Las organizaciones seleccionadas han implementado un programa de mejora de procesos de software apoyado en la norma NMX-I-059-NYCE-2005 durante un mínimo de 10 meses, no han sido verificadas por NYCE y no cuentan con una evaluación de parte de un consultor externo.

Una organización pertenece a la iniciativa privada con 2 años de experiencia en el desarrollo de software y certificada en servicios de seguridad de información. La segunda organización pertenece al sector público, donde últimamente ha presentado una rotación de personal constante pero cuenta con un departamento de calidad definido. Se utilizarán las abreviaturas ORG1 y ORG2 para referirse a cada una de ellas respectivamente.

Los usuarios de prueba correspondieron a los 2 tipos de autoevaluaciones: el director general de ORG1, quien funge como responsable de 3 procesos requeridos (alta dirección, gestión de proyectos y administración de proyectos específicos). En ORG2 fue el encargado del departamento de calidad y responsable del proceso de gestión de procesos.

En ambas organizaciones se presentó la funcionalidad de ECAPRO a través de una serie de actividades primarias relacionadas a las historias de usuario. Al final de la presentación, en ORG1 se autoevaluó el proceso de alta dirección y en ORG2 el proceso de gestión de procesos para el nivel de capacidad 1.

Posteriormente, se desarrolló una encuesta con base en los trabajos de [11] para conocer y determinar el resultado de la aceptación del usuario en utilizar una herramienta de autoevaluación de procesos para el nivel 1 de capacidad. Se seleccionaron las preguntas de la encuesta de [11], de las cuales se adaptaron al

formato del entorno de ECAPRO como trabajo empírico. El instrumento comprendió de 12 preguntas utilizando las escalas propuestas por el modelo TAM [11]. Se deseaba conocer la percepción de utilidad e intención de conducta de cada sujeto de prueba [12] por medio de la clasificación de escalas: Totalmente de acuerdo, de acuerdo, neutral, en desacuerdo y totalmente en desacuerdo. En la tabla 3 se presenta una muestra de las preguntas realizadas con su objetivo y la relación con las etapas del modelo TAM.

**Tabla 3.** Muestra de preguntas aplicadas

| Num. | Pregunta  | Objetivo  | Etapas TAM  |
|------|---|---|---|
| 1    | ¿Utiliza más de un mecanismo para conocer y utilizar la norma?  | Conocer las estrategias para el manejo de la norma                    | - Intención de conducta<br>- Percepción de utilidad |
| 2    | ¿ECAPRO le proporcionó una mayor comprensión sobre los elementos de la norma?                         | Detectar si el usuario está relacionado con la estructura de procesos | - Percepción de utilidad                            |
| 3    | ¿ECAPRO le ayudaría dentro de su programa de mejora para autoevaluarse y obtener un nivel de madurez? | Detectar la necesidad en utilizar este tipo de herramientas           | - Percepción de utilidad<br>- Actitud hacia el uso  |
| 4    | ¿Se presentaron problemas al utilizar ECAPRO?   | Detectar errores  | - No aplica   |
| 5    | ¿Generar una autoevaluación fue sencillo?   | Conocer la percepción de utilidad y dificultad en la autoevaluación   | - Percepción de facilidad de uso                    |

Una vez que el usuario entregaba el cuestionario, se utilizaba la técnica de voz alta para conocer la percepción general del usuario y se le permitía interactuar por unos minutos con la herramienta ECAPRO. El objetivo era observar los movimientos que realizaban los usuarios sin un proceso definido y cuáles eran las opciones que le llamaron la atención durante la presentación de ECAPRO.

Del total de los resultados del cuestionario se obtuvo que el 74% está relacionado a actitudes positivas, el 18% a reacciones neutras y el 8% a actitudes negativas. Dentro de los mecanismos que las organizaciones utilizan para conocer la norma NMX-I-

059-NYCE-2005 se encuentran sitios Web, presentaciones de cursos de capacitación y copia de la norma impresa para poder hacer anotaciones al calce. Ninguna de ellas utiliza una herramienta interactiva.

Ambas organizaciones expusieron que les gustaría contar con este tipo de herramientas dentro del programa de mejora de procesos de software y deseaban adquirir o instalar ECAPRO para autoevaluar los demás procesos y utilizarla por más tiempo, antes de una posible verificación oficial.

La reacción del usuario de ORG1 fue llamar al responsable de gestión de recursos y presentarle ECAPRO. En ésta organización se han tenido problemas en el seguimiento y control de las actividades de los subprocesos de gestión de recursos, por lo que consideraron que este tipo de herramientas les podía ayudar en gran medida en el seguimiento de las tareas realizadas y los productos de trabajo generados. Por otro lado, en ORG2 expuso que ECAPRO le proporcionó una mayor comprensión de la estructura de los procesos requeridos por la norma y le resultaba fácil su manejo.

La ORG1 solicitó una copia de la generación de un reporte por resultados para aplicarlo manualmente en los demás procesos implantados. Además, de que tuvo la sensación de que podría explotar a mayor detalle la información presentada en el reporte cuantitativo.

Es importante señalar que este periodo de evaluación sigue en progreso con una muestra representativa de las empresas dedicadas al desarrollo y mantenimiento de software del estado que ya han tenido la experiencia de estar en una verificación oficial. Estas expusieron que un sistema de este tipo les sería de gran utilidad para la evaluación de sus procesos implantados, brindándoles aprendizaje, confianza y seguridad en la obtención de un nivel de madurez como antesala a una futura verificación de sus procesos por parte de NYCE.

## 5. Conclusiones y trabajo futuro

En este documento, se expone la necesidad de herramientas de evaluación de procesos, específicamente del tipo de autoevaluación de capacidades del proceso, que permitan a las organizaciones de desarrollo de software apoyarlas en un programa de mejora de procesos software. Se presenta el desarrollo de ECAPRO como una herramienta de autoevaluación de capacidad de los 9 procesos requeridos por la NMX-I-059-NYCE-2005.

Las organizaciones que utilicen ECAPRO podrán conocer los roles, prácticas base y productos de trabajo requeridos por nivel de capacidad de procesos y su grado de cumplimiento de los atributos del proceso

mientras realizan de manera continua sus autoevaluaciones como parte de un programa de mejora de procesos de software.

Actualmente, ECAPRO está en una etapa de evolución debido a que se le están integrando, a un nivel de detalle más específico, las directrices y los roles involucrados en el proceso de evaluación definidos en la parte 04 de la norma (EvalProSoft) apoyada en el estándar ISO 15504 y la norma NMX-I-006-NYCE-2006. El objetivo del trabajo futuro, a mediano plazo, es autoevaluar a todas las empresas del estado que cuenten con un dictamen oficial por parte de NYCE en el nivel de madurez al que fueron verificadas y determinar cómo se encuentran en un nivel superior.

## Agradecimientos

Agradecemos el apoyo de las organizaciones del caso de estudio y al programa 2407 registrado en la coordinación de posgrado e investigación de la Universidad Autónoma de Baja California por la beca proporcionada al primer autor.

## Referencias

- [1] ISO/IEC 12207: 1995/Amd. 1, Annex F, and Amd.2 *Information Technology – software life cycle processes*.
- [2] NMX-I-059/04-NYCE-2005, *Tecnología de Información – Software – Modelos de procesos y evaluación para el desarrollo y mantenimiento de software. Parte 04, Directrices para la evaluación de procesos (EVALPROSOFT)*, NYCE, México, 2005.
- [3] Oktaba, H. Industria de Software Competitiva. Conferencia magistral. Coloquio Nacional de Investigación en Ingeniería de Software y Vinculación Academia-Industria (CONIIS 2010). León, Guanajuato. 29 de Septiembre.
- [4] NMX-I-059/02-NYCE-2005, *Tecnología de Información – Software – Modelos de procesos y evaluación para el desarrollo y mantenimiento de software. Parte 02, Requisitos de procesos (MoProSoft)*, NYCE, México, 2005.
- [5] ISO 9004:2009. *Dirección General de Normas y Tecnología Industrial*. República de Panamá. 2009.
- [6] Del Río Martínez, E., “ISO 9004:2009: Gestión del éxito sostenido de una organización. Un enfoque de Gestión de Calidad”. Disponible en <http://basica.sep.gob.mx/dgdgie/cva/sitio/DocumentosIWA2/presentaciones/normaisostenibilidadexito.pdf>
- [7] Membrado, J., *La gestión empresarial a través del modelo europeo de excelencia de la E.F.Q.M.*, Editorial Díaz de Santos, Madrid, 1998.