

Desarrollo de aplicación móvil para la gestión metrológica

Wilder Perdomo Charry

Universidad de San Buenaventura, Medellín, Antioquia, Colombia, wilder.perdomo@usbmed.edu.co

Juan Camilo Giraldo Mejía

Universidad de San Buenaventura, Medellín, Antioquia, Colombia, wilder.perdomo@usbmed.edu.co

Diana María Montoya Quintero

Instituto Tecnológico Metropolitano, Medellín, Antioquia, Colombia, dianamontoya@itm.edu.co

Jairo Alonso Palacio Morales

Instituto Tecnológico Metropolitano, Medellín, Antioquia, Colombia, jairopalacio@itm.edu.co

Nelson de Jesús Bedoya

Instituto Tecnológico Metropolitano, Medellín, Antioquia, Colombia, nelsonbedoya@itm.edu.co

ABSTRACT

The mobile system focuses its methodological design, supported in the software RUP Lifecycle until its analysis and design stage. Within this article are given to each of its iterations and deliverables. In the start phase, is a plan of stages, where the main use cases and the respective risks are identified. During the business modeling team becomes familiar with the operation of the company and the knowledge of their processes.

In the elicitation of requirements, it is important to establish and maintain an agreement between customers or actors, about what the system could do, define the scope of the system and define a user for the system interface focused to the needs and goals of the user. In the design phase is the project plan, where use cases are completed and mitigated the risks.

Finally, at the stage of analysis and design requirements are specified and described are to be implemented in the system, are also transformed the requirements to the design of the system, develops an architecture for the system and it suits the design that is consistent with the implementation environment.

Key words: Management metrological, Mobile device, software Lifecycle, RUP.

RESUMEN

El sistema móvil centra su diseño metodológico, soportado en el ciclo de vida de software RUP hasta su etapa de análisis y diseño. Dentro del presente artículo se dan a conocer cada una de sus iteraciones y entregables. En la fase de inicio, se realiza un plan de fases, donde se identifican los principales casos de uso y los respectivos riesgos. Durante el modelado del negocio el equipo de trabajo se familiariza con el funcionamiento de la empresa y el conocimiento de sus procesos.

En la elicitación de requisitos, es importante establecer y mantener un acuerdo entre los clientes o actores, sobre lo que el sistema podría hacer, definir el ámbito del sistema y definir una interfaz de usuarios para el sistema enfocada a las necesidades y metas del usuario. En la fase de elaboración se realiza el plan de proyecto, donde se completan los casos de uso y se mitigan los riesgos.

Finalmente, en la etapa de análisis y diseño se especifican los requerimientos y se describen cómo se van a implementar en el sistema, además se transforman los requisitos al diseño del sistema, se desarrolla una arquitectura para el sistema y se adapta el diseño para que sea consistente con el entorno de implementación.

Palabras claves: Gestión metrológica, Dispositivo móvil, ciclo de vida del software, RUP.

1. INTRODUCCION

La apertura generada por los diversos tratados de libre comercio proporciona el arribo de gran variedad de productos y obliga a los sectores productivos a ser más competitivos, contar con personal calificado e infraestructura adecuada para optimizar la calidad en sus productos. Por lo tanto se debe garantizar la credibilidad de las mediciones mediante la calibración de los equipos e instrumentos de medición.

Las actividades de calibración de las empresas pueden desarrollarse internamente, pero no todas las puede llevar a cabo, por lo tanto deben acudir a los servicios de calibración prestados por los laboratorios acreditados, los cuales pueden retrasar los tiempos estimados por el cliente, debido a los trámites exigidos por los mismos.

Las empresas deben tener un sistema de aseguramiento metrológico para garantizar la confiabilidad en las medidas, siendo una de sus actividades la calibración, a razón de esto se busca facilitarle a las empresas que solicitan servicio de calibración y a los laboratorios prestadores de éstos servicios, apoyarlos en la disminución de los trámites para realizar dicho proceso.

Por tal motivo se propone el desarrollo de un aplicativo móvil en un dispositivo táctil, de gran reconocimiento y utilización a nivel mundial el cual permitirá flexibilidad y agilidad en los procesos de calibración entre el cliente y el laboratorio. El uso del dispositivo móvil permite al cliente realizar la solicitud del servicio de calibración y por parte del laboratorio le facilita todo lo concerniente con los procesos administrativos y procesos técnicos de las calibraciones.

Desde los grupos de investigación en Calidad, Metrología y Producción del Instituto Tecnológico Metropolitano (ITM) y de Modelamiento y Simulación de la Universidad de San Buenaventura seccional Medellín (USB), se desarrollará un sistema móvil, el cual tendrá como alcance, la realización de un manual de usuario y un manual de procedimientos que cumpla con la gestión metrológica realizada en un laboratorio de calibración y apoyar a las organizaciones de bienes y servicios para tener la información oportuna de los servicios de calibración prestados.

2. CONTEXTO DE LAS ÁREAS INVOLUCRADAS

Como contexto previo al desarrollo de las fases del sistema, es importante conocer el propósito de la metrología y la aplicación de la metodología de ingeniería del software para la ejecución del proyecto de investigación.

2.1 CONTEXTO METROLOGÍA

El error de medición o la incertidumbre siempre está presente y no se puede eliminar por completo, pero puede ser minimizado. Los fundamentos que afectan la incertidumbre de medición son la optimización de medición, y el seguimiento a largo plazo de la estabilidad.

Las métricas clave de resumen de diagnóstico y metodologías, así como la especificación de herramientas adecuadas, son necesarias para la optimización. Sin una fuente estable es difícil asegurar que los requisitos de medida se están cumpliendo en todas las aplicaciones. Los requisitos de medición típicamente deben seguir la regla de la máquina de calibración, donde la incertidumbre de la medición debe ser significativamente menor que la tolerancia de control de procesos, es decir, una pequeña precisión/tolerancia (P/T) (Bunday et al., 2007).

El propósito de la metrología no es para reemplazar herramientas estandarizadas. Sin embargo, busca reducir el número de las herramientas necesarias. Su función será más de flujo y seguridad respecto a las herramientas de calibración (Stanley, 2010).

La metrología es la ciencia que persiguen muy pocos científicos e ingenieros por varias razones. Una de las principales razones es que muy pocas instituciones apoyan la metrología, debido a su alto costo y retorno incierto de la inversión. Pocas veces existe cualquier producto para vender, sino para la calibración o medición de servicios que prestan a la trazabilidad fundamental o derivada de unidades y materiales de referencia, los dispositivos y los datos, y los ingresos de estos servicios rara vez cubren el costo de la investigación. En metrología, todos los procesos físicos posibles e identificables que participan en un proceso de medición se estudian para saber cómo cada uno afecta al objeto medible. Estos procesos pueden incluir las respuestas de los sensores e instrumentación, efectos de fondo (temperatura, humedad, interferencia electromagnética) (Nicholas et al., 2011).

2.2 CONTEXTO INGENIERÍA DE SOFTWARE

La ingeniería del software es la disciplina o área de la Ingeniería que ofrece métodos y técnicas para desarrollar y mantener el software. La creación del software es un proceso intrínsecamente creativo y la Ingeniería del Software trata de sistematizar este proceso con el fin de acotar el riesgo del fracaso en la consecución del objetivo creativo por medio de diversas técnicas que se han demostrado adecuadas con base a la experiencia previa.

Esta ingeniería trata con áreas muy diversas de la informática y de las ciencias de la computación, tales como construcción de compiladores, sistemas operativos, o desarrollos Intranet/Internet, abordando todas las fases del ciclo de vida del desarrollo de cualquier tipo de sistemas de información y aplicables a infinidad de áreas: negocios, investigación científica, medicina, producción, logística, banca, transporte, metrología, derecho, construcción, etc.

Para el desarrollo del presente proyecto se implementó la metodología Rational Unified Process (RUP), uno de los modelos más utilizados en el desarrollo de software. Esta metodología facilita el entendimiento del funcionamiento del sistema porque somete al proyecto a analizarse por varias iteraciones en sus fases de desarrollo (iniciación, elaboración, construcción y transición) además permite gestionar el modelado del negocio, la licitación de requisitos, el análisis y diseño, la implementación, las pruebas, el despliegue, las configuraciones y cambios, la gestión del proyecto y el entorno de desarrollo, conforme a lo contemplado en la gestión de requisitos y sobre todo en aquellos que son funcionales.

Además de darnos el soporte documental, RUP nos permite identificar fácilmente los errores y corregirlos sin tener que cambiar enteramente la viabilidad del proyecto. Finalmente nos permite analizar el problema desde enfoques diferentes, no solo para los participantes del proyecto sino para el cliente.

3. DISEÑO METODOLÓGICO PRELIMINAR

3.1 ANTECEDENTES RUP

Los orígenes de RUP se remontan al modelo espiral original de Barry Boehm. Ken Hartman, uno de los contribuidores claves de RUP colaboró con Boehm en la investigación. En 1995 Rational Software compró una compañía sueca llamada Objectory AB, fundada por Ivar Jacobson, famoso por haber incorporado los casos de uso a los métodos de desarrollo orientados a objetos. El Rational Unified Process fue el resultado de una convergencia de Rational Approach y Objectory. El primer resultado de esta fusión fue el Rational Objectory Process, la primera versión de RUP, fue puesta en el mercado en 1998, siendo el arquitecto en jefe Philippe Kruchten. Desde allí hasta la actualidad es la metodología más empleada en el mundo.

3.2 PROCESO DE INVESTIGACIÓN

Se empleará el ciclo de vida del desarrollo de software por fases, correspondientes a la metodología RUP (Pressman, 2009). La fase de inicio tiene como propósito definir el alcance del proyecto, conociendo el problema y la necesidad, identificar los riesgos y proponer la visión general, la metodología y la planificación. La fase de

elaboración, en ella se define la arquitectura base del proyecto levantando los requerimientos puntuales y haciendo las especificaciones del funcionamiento del sistema, además se diseña una solución preliminar. La fase de desarrollo tiene como propósito implementar el software funcional, en esta fase se debe clarificar los requisitos pendientes, realizar las configuraciones, los cambios y las pruebas que aseguran el buen funcionamiento del sistema. La fase de transición tiene como propósito asegurar la disponibilidad del prototipo final, realizar las pruebas pertinentes, corregir últimos errores y anomalías encontradas. Además tiene como deber, proveer soporte técnico y capacitación a los usuarios finales. Importante, se debe tener en cuenta que el software cumpla con las especificaciones del cliente pedidas desde la fase de inicio.

Para cada una de las fases explicadas anteriormente se tienen unos flujos de desarrollo y unas iteraciones durante todo el ciclo de vida del proyecto.

Entre los flujos de desarrollo tenemos el modelado del negocio que es una visión inicial y general del proyecto documentada respectivamente en la cual se argumenta la necesidad del proyecto. La licitación de requisitos donde se hace toda la ingeniería correspondiente a la recolección de requerimientos de los clientes. El análisis y diseño es la etapa en la que se empieza a modelar profundamente lo que será la solución al problema planteado partiendo de toda la ingeniería de requisitos que se ha hecho. La implementación es el desarrollo del software, es decir la programación del software pedido. Pruebas es el flujo que permite la evaluación de las respectivas fases para asegurar el buen funcionamiento de lo que se ha desarrollado. El despliegue es la etapa en la que se prueba el software en su entorno para ver el funcionamiento real del mismo, hacer los últimos ajustes y capacitar usuarios. Las configuraciones y cambios están durante todo el ciclo de vida del proyecto pues gestiona las correcciones, adiciones y/o eliminaciones en todas las fases, flujos e iteraciones. La gestión del proyecto es el acompañamiento que se hace durante todo el desarrollo del software, es el flujo que permite la administración del proyecto para llevar a cabalidad todas las actividades correspondientes y vela por el avance y solución del proyecto. El entorno también esta durante todo el ciclo de vida y en él se proporciona los procesos de desarrollo y herramientas para apoyar la solución del software.

4. RESULTADOS

Teniendo en cuenta el diseño metodológico preliminar y el proceso de investigación particular, se muestran algunos de los resultados obtenidos.

4.1 DIAGRAMA DE PROCESOS

Tanto en la fase de análisis del problema como durante el diseño del software, se plantea la necesidad de representar claramente el flujo de operaciones que se ha de realizar para su resolución y el orden en que estas operaciones deben ser ejecutadas.

Una vez que el algoritmo esté diseñado se procede a representarlo mediante un método de programación, siendo los más usuales: *diagramas de procesos, pseudocódigo, diagramas N-S o Tablas de decisión.*

El diagrama de procesos como se muestra en la figura 1, nos permite analizar el desarrollo del negocio y cómo el sistema va a adaptarse a los diferentes procesos de la empresa. Es una forma fácil de encontrar el valor agregado al sistema, ya que se observa de forma fácil qué procesos se van a mejorar u optimizar. El diagrama de procesos también integra conceptos de la informática a todos los stakeholders que no tienen un conocimiento básico de está, ya que los resultados se verán expuestos en el producto final con base a ciertos cambios de la información. Además es un espacio para integrar o refinar los requisitos con el montaje del sistema bajo la observación de los participantes del proyecto.

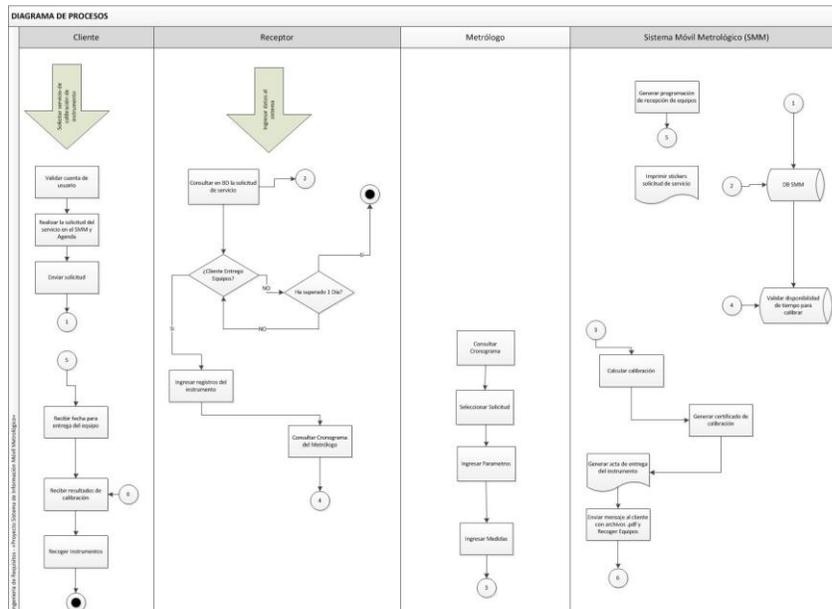


Figura 1. Diagrama de Procesos

4.2 DIAGRAMA DE CLASES

Se diseñó un diagrama de clases que en esencia, servirá para visualizar las relaciones entre las clases que involucran el sistema, las cuales pueden ser asociativas, de herencia, de uso y de contenimiento. Por mencionar un poco de teoría es importante destacar que este se compone de los siguientes elementos:

- Clase: atributos, métodos y visibilidad.
- Relaciones: Herencia, Composición, Agregación, Asociación y Uso.

En la figura 2, se muestra el diagrama de clases que servirá para entender las variables y los métodos que los objetos van a tener al implementar la información sobre cierta clase. Esto quiere decir que en el avance del proyecto, permitirá realizar ciertas funciones dentro del sistema que le darán el tratamiento adecuado con un resultado esperado. Dependiendo de la clase, la información se puede gestionar, analizar, identificar y tratar. El diagrama es muy útil para desarrollar las relaciones entre clases y en general el diseño del sistema en la creación de los objetos virtuales.

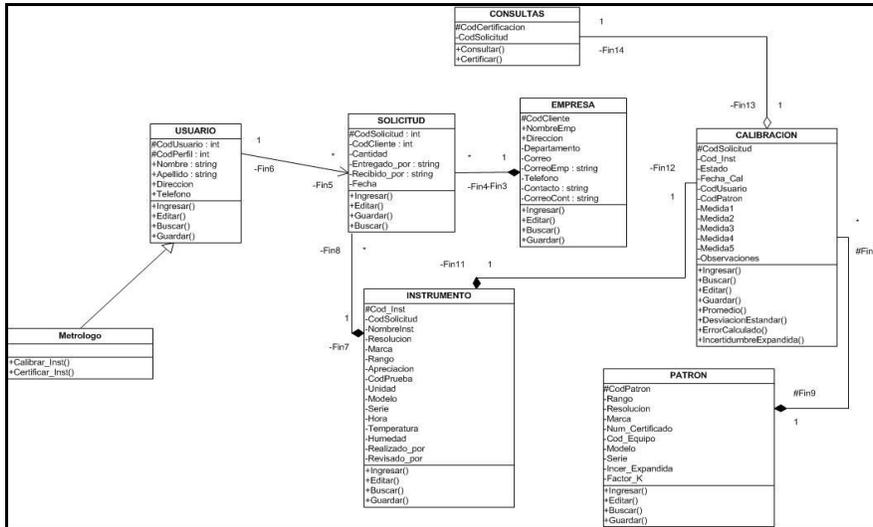


Figura 2. Diagrama de Clases

4.3 CASOS DE USO

El modelado de los casos de uso corresponde a la fase de análisis del proyecto y son una de las etapas que mayor tiempo y cuidado demanda, ya que de ella dependen en gran medida las fases siguientes como el diseño, la programación y las pruebas (Rashid, 2006).

Durante el proceso de levantamiento de requisitos, se logró establecer el diagrama general de casos de uso como se muestra en la figura 3. Éste diagrama nos permite visualizar una aproximación de las funcionalidades del sistema y la interacción de éste con los usuarios. En el siguiente diagrama, se observa el diseño general del sistema con sus actores (stakeholders) y sus respectivas iteraciones. Los diagramas de caso de uso generados son los siguientes: Validar ingreso al sistema, Registrar solicitud, Registrar instrumento, Calibrar instrumento, Certificar calibración, Entregar instrumento y Administrar el sistema.



Figura 3. Diagrama Caso de Uso General

En la tabla 1, se visualiza la descripción específica de un caso de uso, Calibración de Equipos. Proceso vital del sistema, es el que le da sentido al negocio, es la parte del sistema donde se cumplen los objetivos económicos y profesionales del laboratorio. Además las dependencias anteriores y posteriores tienen sentido a partir de los casos de uso particulares del sistema, ya que cada uno interfiere directamente con los resultados de calibración de cada instrumento. En esta interacción se aplican todos los principios, normas, lineamientos y estándares manejados en la metrología. En este proceso se controla y se verifican los resultados ingresados para llegar a la posterior calibración.

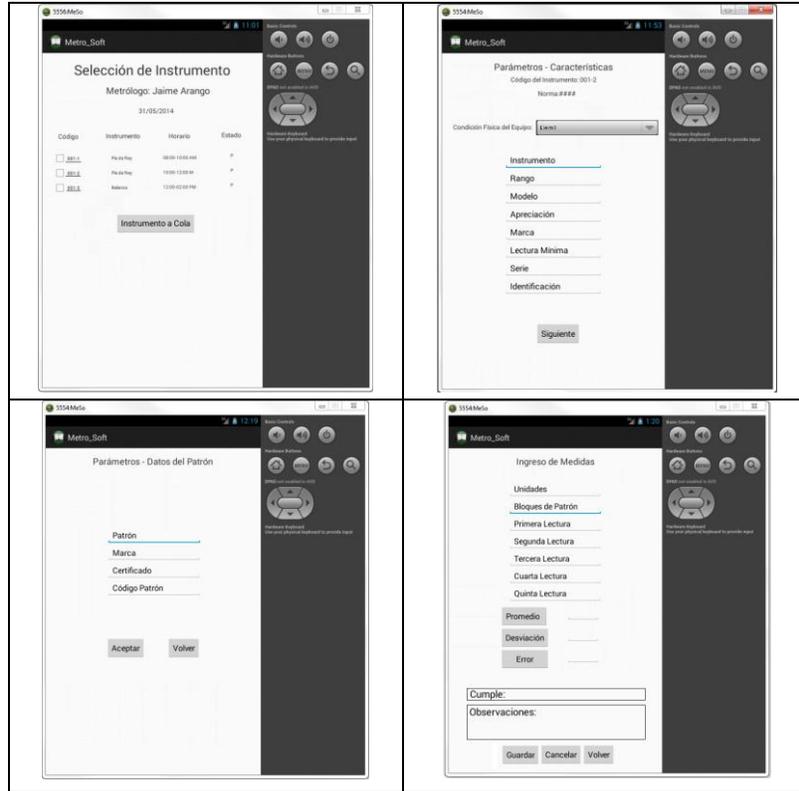
Tabla 1. Documentación caso de uso Calibrar Instrumento

Nombre Caso de Uso	Calibrar Instrumento			
Código Caso de Uso	L05			
Descripción Caso de Uso	El sistema carga proceso de calibración de acuerdo al horario de calibración de instrumento. Se utiliza el formato de acuerdo al instrumento a calibrar. En el proceso de calibración se ingresan las condiciones generales y los datos del patrón. Se ingresan las medidas y el sistema calcula el promedio, la desviación estándar y la incertidumbre expandida.			
Nombre Interacción	Calibrar Instrumento, Consultar Equipo, Ingresar Información, Ingresar Medidas, Calcular Medidas			
Código Interacción	L05-1, L05-2, L05-3, L05-4, L05-5			
Descripción Interacción	El metrologo selecciona el instrumento y comienza el proceso de calibración			
Actor(es)	Metrólogo, Base de datos			
Pre-condiciones	Se hayan ingresado los datos completos del instrumento, se haya impreso el código de cada instrumento a calibrar			
Dependencias anteriores	Registrar solicitud y Registrar instrumento			
Camino Principal	Acción actor	Reglas del negocio	Acción/respuesta sistema	Resultado de la acción
	El metrologo ingresa a la opción calibrar		El sistema abre la interfaz "Selección de Instrumento"	
			El sistema muestra una lista de los instrumentos asignados al metrologo, los instrumentos que están disponibles según su horario y habilita los botones "Instrumento a cola"	Carga los registros de la Base de datos
	El metrologo mira el número del instrumento, lo trae del stock del laboratorio y da clic en el código del instrumento	Instrumento presente en sus manos y la fecha y hora deben de corresponder al horario para su calibración	El sistema envía al usuario a la interfaz "Parámetros del Instrumento" y carga los datos asociados al instrumento acompañado de los botones "Aceptar" y "Cancelar"	Carga los registros de la Base de datos
	El metrologo analiza las condiciones físicas del instrumento y selecciona en la casilla de "Condiciones físicas" que se encuentra en "Buen estado" y a continuación llena los datos faltantes y selecciona el botón "Aceptar"	Lectura mínima (double), identificación (Integer), Temperatura (double), Humedad (double), Patrón Utilizado (String), Certificado (String), Marca Patrón (varchar), Código Patrón (varchar)	El sistema recibe los datos y los guarda en la base de datos a continuación envía al usuario a la interfaz "Ingreso de medidas" en la que se despliegan los datos pedidos y los botones "Promedio", "Desviación", "Error", "Guardar", "Cancelar" y "Volver"	Datos almacenados en la base de datos

Nombre Caso de Uso	Calibrar Instrumento			
Código Caso de Uso	L05			
Camino Principal	Acción actor	Reglas del negocio	Acción/respuesta sistema	Resultado de la acción
	El metrólogo ingresa los datos pedidos y selecciona los botones "Promedio", "Desviación" y "Error"	Unidades (String), Bloques de patrón (String), Primera lectura (double), segunda lectura (double), tercera lectura (double), cuarta lectura (double) y quinta lectura (double).	El sistema recibe los datos ingresados y hace los cálculos con las siguientes fórmulas: $\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n}$ $\sigma = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$ $U_p = \frac{U_{cert}}{K}$ $U_{exp} = \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$ $U_{res} = \frac{\text{resolución}}{\sqrt{3}}$ $U_{tr} = \frac{max(x_i) - AT}{\sqrt{3}}$ $U_c = \sqrt{U_{exp}^2 + U_{res}^2 + U_{tr}^2}$ $U_{exp} = U_c \times K$	
			El sistema muestra los resultados en los campos asociados a los botones "Promedio", "Desviación", "Error" y a continuación compara con el patrón ingresado	Carga el resultado
			El sistema muestra en el campo "Cumple" el resultado del cálculo en términos generales y habilita el botón "Guardar"	
	El metrólogo hace las respectivas observaciones y selecciona el botón "Guardar"		El sistema recibe los datos y guarda los datos en la base de datos además Cambia el estado del instrumento a "Calibrado"	Datos almacenados en la base de datos
		El sistema valida con la base de datos si la solicitud de servicio ya tiene todos sus instrumentos calibrados y envía correo al cliente con archivos .pdf y autorización para recoger los equipos posteriormente direcciona el link para que el cliente asigne el funcionario de la empresa que va a recoger los instrumentos.	Fin del proceso	
Dependencias posteriores	Generar reportes, Entregar Instrumento			
Post-condiciones	Instrumentos calibrados			
Autor	Equipo Ingeniería de Software			

Dentro de los avances del sistema se ha desarrollado un prototipo de software, donde se pueden identificar las variables manejadas y controladas por el sistema móvil, al igual que los instrumentos de cada variable como lo muestra la tabla 2.

Tabla 2. Interfaces de navegación Calibrar Instrumentos. Fuente: Elaboración propia



4.4 MODELO ENTIDAD RELACION

Permite observar como es la estructura dinámica de la información del sistema. Permite ver las relaciones entre entidades y las propiedades que tiene cada entidad cuando se almacene la información. La importancia de este diagrama es que facilita el diseño de la base de datos del sistema y el punto de origen-destino del flujo de la información al momento de realizar los procesos, tanto de registro de información del cliente, personal e instrumentos como los resultados de la gestión metrológica. En la figura 4, se relaciona el modelo entidad relación para el sistema de información móvil.

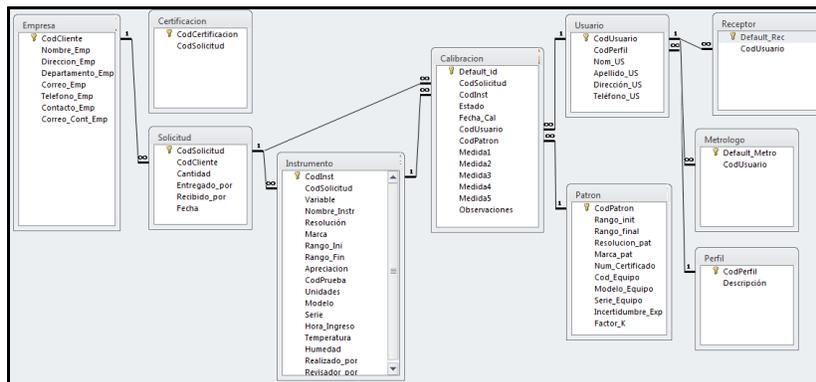


Figura 4. Modelo Entidad Relación (MER)

5. CONCLUSIONES

El proceso de documentación mediante el ciclo de vida del software, permite identificar las necesidades del cliente y modelar claramente el mapa de procesos y demás diagramas, permitiendo una arquitectura visual para el desarrollo de la aplicación.

El componente innovador del proyecto se refleja, al integrar dos áreas del conocimiento, la Metrología y la Ingeniería de Sistemas en un sistema móvil.

Mediante el desarrollo del proyecto se está generando un producto útil para gestionar la información; y se viene adelantando la estructuración de un modelo de metrología que facilita grandemente los procesos de gestión y administración en laboratorios dedicados a la medición y calibración de equipos industriales.

El enfoque del proyecto va orienta a temas específicos de la metrología industrial, pero con un valor agregado hacia las herramientas computaciones e inalámbricas, como lo son los dispositivos móviles. La portabilidad del sistema móvil es interesante, el desarrollo va orientado a la Web y la Programación Orientada a Objetos soportado en diferentes librerías de programación y todos sus objetos.

La gestión metrológica industrial permite, mediante los procesos de calibración, verificación y seguimiento garantizar instrumentación adecuada y confiable para realizar el proceso de medición.

Como trabajo futuro para este proyecto, se espera registrar el software generado durante el proceso de investigación y realizar oferta de servicios de calibración de equipos industriales a laboratorios y empresas que ofrezcan dichos servicios a la comunidad en general.

6. REFERENCIAS

- Bunday, B.; Allgair, J.; Caldwell, M.; Solecky, E.; Archie, C.; Rice, B.; Singh, Bhanwar; Cain, J. and Emami, I. (2007). "Value-Added Metrology", IEEE Transactions on semiconductor manufacturing, Vol. 20, No. 3, pp. 266-277.
- Stanley T.D. and Maia J. (2010). "Realizing 300mm Fab Productivity Improvements through Integrated Metrology". IEEE Computer Society. Vol. 2, pp. 1369-1376.
- Nicholas G. Paulter, Jr. and Donald R. Larson (2011). "Pulse Metrology in a series of tutorials on instrumentation and measurement, Official contribution of the National Institute of Standards and Technology". IEEE Instrumentation & Measurement Magazine, Vol. 15, No. 2, pp. 43-47.
- Pressman R. S. (2009). "Ingeniería del Software". <http://www.sisman.utm.edu.ec/libros>. [September, 2009].
- Rashid (2006). "Aspect Orinted Requirement Engineering". United Kingdom.

Autorización y excención de responsabilidad

Los autores autorizan a LACCEI para publicar los documentos en los resúmenes de congresos. LACCEI ni los editores son responsables por el contenido o por las implicaciones de lo que se expresa en el artículo.