

## La Ingeniería de requisitos aplicada a la gestión metrológica

Wilder Perdomo Charry<sup>1</sup>, Juan Camilo Giraldo Mejía<sup>2</sup>, Jairo Alonso Palacio Morales<sup>3</sup>, Nelson De Jesús Bedoya Cardona<sup>4</sup>, Diana María Montoya Quintero<sup>5</sup>

**Resumen:** Este artículo se enfoca en los resultados preliminares de la etapa de ingeniería de requisitos del ciclo de vida del software para un sistema de información móvil que permita la administración de la gestión metrológica de laboratorios y empresas dedicadas a la medición y calibración de equipos industriales. De manera conceptual se introducen términos explícitos que permiten contextualizar el desarrollo del artículo y de la investigación en temas orientados a la metrología, la gestión metrológica, el ciclo de vida del software y la ingeniería de requisitos desde la Arquitectura Rational Unified Process (RUP). Luego se muestra la iteración que se desarrolló en el proceso de levantamiento de requisitos desde la hoja de ruta de la gestión metrológica que se lleva a cabo en los laboratorios y empresas de forma manual, logrando identificar criterios, reglas estadísticas y parámetros para la descripción clara y lógica del proceso que debe seguir el sistema de información móvil para la gestión y administración metrológica. Finalmente, se dan a conocer los resultados de la etapa de ingeniería de requisitos con la descripción de los diferentes diagramas de casos de uso más generales, la definición de actores y las iteraciones relacionadas con los usuarios del sistema.

**Palabras clave:** RUP, ingeniería de requisitos, metrología, software, dispositivos móviles.

**Abstract:** This article will focus on the preliminary results of the requirements engineering stage of the software life cycle for a mobile information system that allows the administration of metrological management of laboratories and companies involved in the measurement and calibration of industrial equipment. Conceptually explicit terms are introduced which enable the development context of the article and research oriented topics metrology, metrological management, the software life cycle engineering and architecture requirements from Rational Unified Process (RUP). Then he shows the iteration that was developed in the process of gathering requirements from roadmap metrological management that is carried out in laboratories and companies manually, and succeeded in identifying criteria, statistical rules and parameters for the clear description and logic of the process to follow the mobile information system for the management and administration metrology. Finally, we give the results of the requirements engineering stage by describing the different use case diagrams more generally, the definition of actors and the iterations related to system users.

**Keywords:** RUP, requirements engineering, metrology, software, mobile devices.

### 1. Introducción

Este trabajo se enmarca en la etapa de ingeniería de requisitos de la metodología RUP (Rational Unified Process, por sus siglas en inglés), proceso iterativo e incremental, en el cual paulatinamente se van obteniendo más elementos que conducen al desarrollo completo de la pieza de software o sistema de información.

El punto de partida del proceso RUP es la licitación de requisitos del software, la cual afirman se puede hacer completa mediante casos de uso. A partir de allí, el proceso completo se basa en un refinamiento sucesivo de los casos de uso acompañado por otros artefactos que se van construyendo en la medida en que son necesarios.

Se da a conocer el proceso para el levantamiento de requisitos en la gestión metrológica mediante una hoja de ruta establecida por expertos y según la experiencia vivida en laboratorios de medición y calibración de equipos industriales.

El artículo se encuentra organizado de la siguiente manera. En la sección 2, se muestra de manera conceptual los aspectos de metrología, la gestión metrológica, el ciclo de vida del software y la ingeniería de requisitos desde la Arquitectura Rational Unified Process (RUP). La sección 3 describe la hoja de ruta suministrada por los expertos en la temática para el levantamiento de requisitos funcionales y no funcionales, y, finalmente, en la sección

4 se describen las conclusiones generadas en la fase de ingeniería de requisitos.

### 2. Marco conceptual

Para dar un contexto general de la gestión metrológica y cómo la ingeniería de requisitos se articula a este proceso, es necesario conocer conceptualmente su significado.

#### 2.1 Metrología

La metrología es la ciencia de la medición. Por lo tanto, la eliminación de errores de medición es el objetivo final de la metrología [Bunday07].

La metrología es la ciencia de la medida y su aplicación, es el proceso de medición que se realiza con el fin de tener una mejor comprensión de los límites del proceso de medición y de la sensibilidad del objeto medible respecto a las variables de medición. Este proceso incluye instrumentos, componentes, análisis, funcionamiento humano, y todo lo necesario para obtener un valor para el objeto medible; mejoramiento de la comprensión del proceso de medición aumentando la precisión de medición de una magnitud [Morales10].

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 coste 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 coste 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) [Paulter11].

## 2.2 Gestión metrológica

Según la Corporación Metrología y Calidad (CMC), la gestión metrológica se organiza para satisfacer las necesidades de la empresa relacionadas con las mediciones y la calidad.

Se parte de la identificación de las mediciones a realizar y un inventario metrológico de los equipos de medición para comprobar que sean los adecuados. Cada equipo de medición debe identificarse, casi siempre a través de un código, una vez se han determinado las magnitudes críticas de medición que afectan la calidad, se abre una hoja de vida para los equipos correspondientes.

La selección de un Laboratorio para que realice la calibración de los equipos es muy importante, por lo cual se acostumbra a recurrir a un Laboratorio acreditado.

El personal encargado de la Gestión Metrológica define cuáles equipos actuarán como patrones de referencia, cuáles como patrones de trabajo y la compatibilidad entre las incertidumbres de medición y la trazabilidad de la medición. Los patrones de referencia (los de más alta exactitud) solo deben ser utilizados para garantizar la trazabilidad y no para realizar mediciones o calibraciones rutinarias. El almacenamiento y uso de estos patrones debe estar controlado y deberían ser calibrados en Laboratorios acreditados [Morales10].

Los equipos calibrados deben poseer un indicador que registre la fecha de calibración y el número del certificado de calibración. Los certificados de calibración deben expresar numéricamente los resultados, los cuales, a su vez, servirán para evaluar las correcciones y el comportamiento del equipo a través del tiempo.

Todo certificado de calibración debe garantizar trazabilidad a patrones nacionales, informando claramente sobre los patrones metrológicos empleados para la calibración, el método, entre otros.

## 2.3 Ciclo de vida del software y arquitectura RUP

El término ciclo de vida del software describe el desarrollo de software, desde la fase inicial hasta la fase final de desarrollo.

Estos programas se originan con el hecho de que es muy costoso rectificar los errores que se detectan tarde dentro de la fase de implementación. El ciclo de vida permite que los errores se detecten lo antes posible y, por lo tanto, permite a los desarrolladores concentrarse en la calidad

del software en los plazos de implementación y en los costes asociados.

El ciclo de vida básico de un software consta de los siguientes procedimientos [Pressman09]:

- Definición de objetivos: definir el resultado del proyecto y su papel en la estrategia global.
- Análisis de los requisitos y su viabilidad: recopilar, examinar y formular los requisitos del cliente y examinar cualquier restricción que se pueda aplicar.
- Diseño general: requisitos generales de la arquitectura de la aplicación.
- Diseño en detalle: definición precisa de cada subconjunto de la aplicación.
- Programación (Programación e implementación): es la implementación de un lenguaje de programación para crear las funciones definidas durante la etapa de diseño.
- Prueba de unidad: prueba individual de cada subconjunto de la aplicación para garantizar que se implementaron de acuerdo con las especificaciones.
- Integración: para garantizar que los diferentes, módulos se integren con la aplicación. Éste es el propósito de la prueba de integración que está cuidadosamente documentada.
- Prueba beta: también conocida como validación, para garantizar que el software cumple con las especificaciones originales.
- Documentación: sirve para documentar información necesaria para los usuarios del software y para futuros desarrollos.
- Implementación.
- Mantenimiento: para todos los procedimientos correctivos (mantenimiento correctivo) y las actualizaciones secundarias del software (mantenimiento continuo).

El orden y la presencia de cada uno de estos procedimientos en el ciclo de vida de una aplicación dependen del tipo de modelo de ciclo de vida acordado entre el cliente y el equipo de desarrolladores [Pressman09]. Para nuestro caso en particular seguiremos la metodología y considerada comúnmente arquitectura RUP.

El ciclo de vida RUP es una implementación del desarrollo en espiral. Fue creado ensamblando los elementos en secuencias semiordenadas. El ciclo de vida organiza las tareas en fases e iteraciones.

RUP divide el proceso en cuatro fases, dentro de las cuales se realizan varias iteraciones en número variable según el proyecto y en las que se hace un mayor o menor hincapié en las distintas actividades. En la Figura 1, se muestra cómo varía el esfuerzo asociado a las disciplinas según la fase en la que se encuentre el proyecto RUP.

Las primeras iteraciones (en las fases de Inicio y Elaboración) se enfocan hacia la comprensión del problema y la tecnología, la delimitación del ámbito del proyecto, la eliminación de los riesgos críticos y al

establecimiento de una primera aproximación o línea base de la arquitectura.

Durante la fase de inicio, las iteraciones hacen mayor énfasis en actividades de modelado del negocio y de requerimientos.

En la fase de elaboración, las iteraciones se orientan al desarrollo de la línea base de la arquitectura, abarcan más los flujos de trabajo de requerimientos, modelo de negocios (refinamiento), análisis, diseño y una parte de implementación orientado a la línea base de la arquitectura.

En la fase de construcción, se lleva a cabo la construcción del producto por medio de una serie de iteraciones (implementación, pruebas y muestra del sistema).

Para cada iteración, se selecciona algunos Casos de Uso, se refina su análisis y diseño y se procede a su implementación y pruebas. Se realiza una pequeña cascada para cada ciclo. Se realizan tantas iteraciones hasta que se termine la implementación deseada de la nueva versión del producto.

En la fase de transición, se pretende garantizar que se tiene un producto preparado para su entrega a la comunidad de usuarios con el fin de que la prueben.

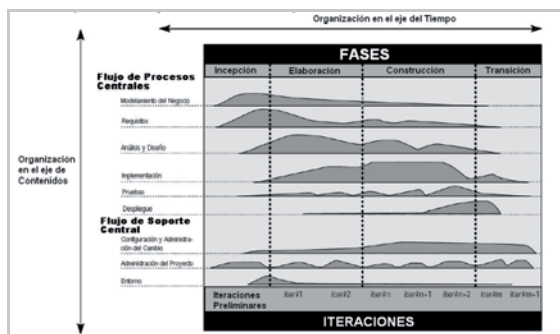


Figura 1. Modelo RUP.

Como se puede observar en cada fase participan todas las disciplinas, pero que dependiendo de la fase el esfuerzo dedicado a una disciplina o actividad varía.

### 3. Hoja de ruta para la Gestión Metrológica

El Sistema de Información para la medición y la gestión metrológica, deberá dar respuesta a los requisitos metrológicos contenidos en normas: NTC ISO-9001, NTC ISO-10012, NTC-ISO/IEC 17025, buscando a través del desarrollo de la herramienta, facilitar a las organizaciones la gestión en los parámetros metrológicos involucrados en las organizaciones de interés.

Las industrias del sector productivo, con el ánimo de posicionarse en el medio y mejorar su competitividad, buscan certificarse con el fin de ser reconocidos a nivel nacional e internacional.

Dicha certificación se establece cumpliendo los requisitos de las Normas de Gestión (NTC-ISO 9001:2008, NTC-ISO 14001:2004, NTC- OHSAS 18001:2007, entre otras).

Dentro de los requerimientos de estas normas de Gestión, existen algunos numerales que hacen referencia a los equipos e instrumentos involucrados en un proceso productivo y de calidad del producto fabricado, los cuales deben ser calibrados e involucrados en un Sistema de Aseguramiento Metrológico.

A continuación se muestra la hoja de ruta que se estructuró con el apoyo del grupo de expertos en metrología, los cuales enmarcan diferentes procesos dentro del marco de la gestión metrológica.

En la Tabla 1, se muestra cada uno de los pasos a seguir al momento de abordar la medición y calibración de equipos de laboratorio industriales, los cuales deben ser registrados, controlados, calibrados y certificados mediante el sistema y el conocimiento levantado durante la etapa de requisitos.

Tabla 1: Hoja de Ruta Gestión Metrológica

Paso	Actividad	Formato	Ítems del formato	Observaciones
1	Recepción de Instrumentos	Formato de Solicitud de servicio	Consecutivo del formato de solicitud de servicio	El cliente lleva los equipos a calibrar, acompañado por una carta, el laboratorio realiza la recepción mediante un formato de Solicitud de Servicio. Nota: Es importante que los instrumentos se codifiquen con un número de prueba de acuerdo con la variable Metrológica.
			Fecha de recepción	
			Datos del Cliente	
			Descripción del equipo	
			Cantidad	
			Código de prueba de calibración	
			Entregado por	
			Recibido por	
2	Control de Trabajo	Formato de Control de trabajo	Consecutivo del formato del formato de Solicitud de servicio	Se lleva a cabo para controlar la secuencia de los equipos a calibrar y poder identificar los tiempos de entrega.
			Fecha de recepción	
			Descripción del equipo a calibrar	
			Empresa	
			Código de prueba de calibración	
Fecha de entrega				

Paso	Actividad	Formato	Ítems del formato	Observaciones
3	Calibración	Formato de calibración	Norma	El proceso de calibración se realiza de acuerdo con el orden de llegada, Se utiliza el formato de acuerdo al instrumento a calibrar. En el proceso de calibración se seleccionan los patrones y se realizan las mediciones crecientes y decrecientes, se calcula el promedio, la desviación estándar y la incertidumbre expandida.
			Consecutivo del formato del formato de Solicitud de servicio	
			Fecha de Calibración	
			Descripción del equipo a calibrar	
			Condiciones Generales	
			Trazabilidad (información del patrón de calibración)	
			Protocolo de calibración	
4	Cálculo de Incertidumbre Expandida	Formato para cálculo de incertidumbre de medición	Consecutivo del formato del formato de Solicitud de servicio	Se calcula la incertidumbre expandida para cada instrumento calibrado de acuerdo con el procedimiento, se utilizan fórmulas.
			Descripción del equipo	
			Incertidumbre del patrón (Up)	
			Incertidumbre por Resolución (Ures)	
			Incertidumbre por repetibilidad (Urep)	
			Incertidumbre por Temperatura (Utem)	
			Incertidumbre Combinada (Uc)	
			Incertidumbre Expandida (Uexp)	
Factor de cobertura (K)				
5	Realizar certificado	Certificado	Datos del Laboratorio que presta servicio	El certificado de calibración se realiza para cada instrumento. Debe incluir los datos del laboratorio que presta el servicio, los datos del cliente, las características metrológicas del equipo, resumen de la calibración, incertidumbre de medición, trazabilidad, observaciones, fecha de calibración y firmas
			Número de certificado	
			Datos del Cliente	
			Descripción del equipo	
			Código de prueba de calibración	
			Consecutivo del formato de solicitud de Servicio	
			Norma	
			Fecha de recepción	
			Fecha de Calibración	
			Número de procedimiento a seguir	
			Resultados de calibración	
			Incertidumbre de medición	
			Trazabilidad (Información del patrón de calibración)	
			Observaciones	
Fecha de realizado el certificado				
Firmas				
6	Entrega de instrumento	Formato de remisión de Entrega de Instrumentos	Consecutivo del formato de remisión de entrega de Instrumentos	Se debe realizar una remisión donde se informa al cliente los equipos que se entregan, el número del certificado, el consecutivo de solicitud de servicio, firmas de recibido y entregado
			Consecutivo del formato de solicitud de servicio	
			Número de certificado	
			Datos del Cliente	
			Datos del equipo	
			Firmas	

Fuente: Elaboración propia.

#### 4. Resultado

Como resultado del proceso de ingeniería de requisitos para la gestión metrológica, los Casos de Uso son indispensables en el diseño satisfactorio y de calidad de cualquier proyecto de software.

Modelar con cuidado los Casos de Uso significa tener claro el desarrollo del proyecto, ya que nos expresan de manera previa qué hará el sistema una vez implementado.

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.

Durante el proceso de levantamiento de requisitos, se logró establecer los casos de uso más generales, que nos dan una aproximación a grandes rasgos de las funcionalidades del sistema y la interacción de éste con los usuarios.

En las siguientes tablas, se da a conocer la descripción de cada uno de los casos de uso con su respectivo nombre, código y descripción de la interacción, actores, precondiciones, dependencias, camino principal y caminos alternativos.

En las figuras de la 2 a la 9, se muestran los diferentes diagramas de caso de uso del sistema y su interacción con los diferentes actores o stakeholders del sistema. Es importante mencionar que el establecimiento de los diferentes casos de uso tuvo lugar durante una sesión de revisión y validación con los expertos temáticos en metrología con el acompañamiento del equipo de ingeniería del software de la institución.

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.

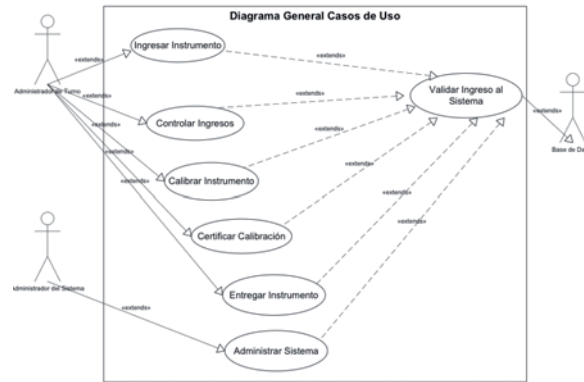


Figura 2. Diagrama caso de uso, validar ingreso al sistema.

Tabla 2: Descripción caso de uso Validar Ingreso al Sistema.

<b>Nombre Caso de Uso</b>	Validar Ingreso al Sistema			
<b>Código Caso de Uso</b>	L01			
<b>Descripción Caso de Uso</b>	el usuario ingresa usuario y contraseña			
<b>Nombre Interacción</b>	Registrar Solicitud, Registrar Instrumento, Calibrar Instrumentos, Certificar Calibración, Entregar Instrumento, Administrar Sistema, Ingresar Patrón			
<b>Código Interacción</b>	L02, L03, L04, L05, L06, L07, L08			
<b>Descripción Interacción</b>	Existe la necesidad de ingresar al sistema			
<b>Actor(es)</b>	Administrador turno o Sistema, BD			
<b>Precondiciones</b>	Sistema en línea			
<b>Dependencias anteriores</b>				
<b>Camino Principal</b>	<b>Acción actor</b>	<b>Reglas del negocio</b>	<b>Acción/respuesta sistema</b>	<b>Resultado de la acción</b>
	1. Carga la Aplicación desde el Navegador del dispositivo móvil		1. Carga Formulario de Ingreso. (ver Figura 1)	
	2. Digita usuario y contraseña	Usuario =NomUser (BD). NomUser== (Alfanumerico,LLLL####). Contraseña=Pass(BD), (Alfanumerico,LLLL####).	2. Verifica que el usuario este registrado en la BD	Cambia estado de usuario=(inactivo a activo)
	3. Usuario selecciona opción		3. Despliega cuadro de diálogo con menú principal. (Ver Figura 2) 4. Despliega caja de diálogo correspondiente	
	4. selecciona Cerrar Sesión		5. Cierra sesión del usuario en el sistema.	Cambia estado de usuario a inactivo. Carga Formulario de ingreso. (Figura 1)

<b>Caminos Alternativos</b>	1. Usuario !=NomUser (BD). NomUser==8 Caracteres (Alfanumerico,LLLL####). Contraseña!=Pass(BD), Pass==(Alfanumerico,LLLL####).	1.1 Usuario Incorrecto, arroja mensaje de error.	Usuario no ingresa al sistema y vuelve a la página de inicio de la aplicación. (Figura 1)
<b>Dependencias posteriores</b>			
<b>Poscondiciones</b>			
<b>Autor</b>	Jaime Arango - Juan Esteban Bolívar - Michael Ospina		
<b>Fecha modificaciones</b>	Ninguna		
<b>Observaciones</b>			

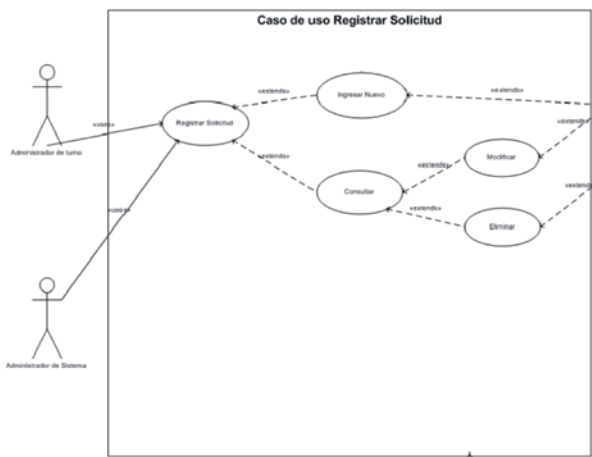


Figura 3. Diagrama caso de uso, registrar solicitud

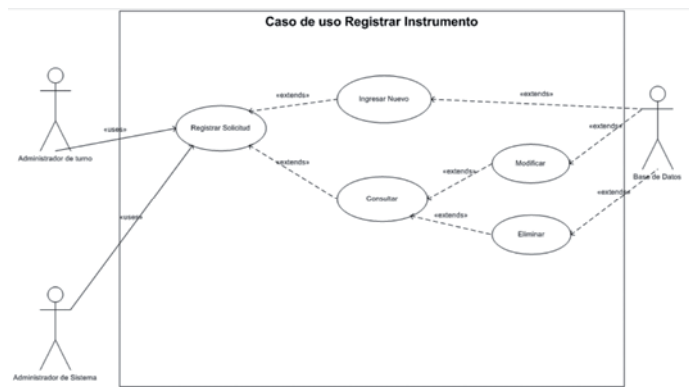
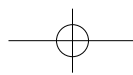


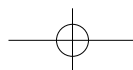
Figura 4. Diagrama caso de uso, registrar instrumento

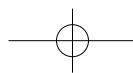
Tabla 3: Descripción caso de uso Calibrar Instrumento.

<b>Nombre Caso de Uso</b>	Calibrar Instrumento
<b>Código Caso de Uso</b>	L05
<b>Descripción Caso de Uso</b>	El sistema carga proceso de calibración de acuerdo con el orden de llegada, Se utiliza el formato de acuerdo con el instrumento a calibrar. El proceso de calibración se selecciona los patrones y se realizan las mediciones crecientes y decrecientes, se calcula el promedio, la desviación estándar y la incertidumbre expandida.
<b>Nombre Interacción</b>	Consultar Equipo, Ingresar Medidas, Calcular Medidas
<b>Código Interacción</b>	007, 008, 009
<b>Descripción Interacción</b>	El administrador de turno ingresa a consultar la cola de equipos, procede a realizar calibrar.
<b>Actor(es)</b>	Metrólogo (admin de turno), Administrar de Sistema, BD
<b>Pre-condiciones</b>	El metrólogo valida si existen instrumentos pendientes
<b>Dependencias anteriores</b>	Consultar Equipos.



	Acción actor	Reglas del negocio	Acción/respuesta sistema	Resultado de la acción
<b>Camino Principal</b>	1. El Metrólogo ingresa a calibrar instrumentos. (Ver figura 2).	Debe existir por lo menos 1 instrumento para calibrar.	1. El sistema despliega un formulario con los equipos pendientes, filtrándolos por orden de llegada. (Ver figura 15).	
	2. El Metrólogo da clic sobre el consecutivo del registro a calibrar.	Los siguientes campos deben conectarse con la información existente en la BD. Instrumento a calibrar (traído desde el momento en que se registró el instrumento) Código del equipo (traído desde el formulario registrar instrumento).	2. El sistema muestra detalles de equipo y muestra formulario de calibración con los siguientes campos: Instrumento a calibrar Rango resolución Apreciación Marca Código del equipo Modelo Serie Unidades de medida Fecha de Registro Humedad Relativa Realizado por: Revisado por: (Ver figura 16).	El sistema automáticamente va guardando la información en la BD al paso de su ingreso.
	3. El metrólogo procede a ingresar los campos.	El sistema debe tener almacenados en la BD, de acuerdo con el patrón a calibrar se escoge el rango de medición	3. El sistema solicita la trazabilidad (Información del patrón a calibrar): Patrón, Rango, Resolución, Marca, Certificado No. , Código del equipo, Modelo, Serie, Incertidumbre Expandida, Factor de cobertura K.	El sistema automáticamente va guardando la información en la BD al paso de su ingreso.
	4. El metrólogo da clic en "Guardar". (Ver figura 16).	El sistema válido que no haya quedado algún campo null, en caso de que si: arrojará un mensaje diciendo no se ha diligenciado completamente los campos.	4. El sistema muestra mensaje de "Creación Exitosa".	Guarda datos completos en la BD.
			5. El sistema arroja formulario para ingresar medidas. (Ver figura 17).	
	5. El sistema procede a ingresar medidas	El sistema debe ir llevando la información a la BD, a medida que el metrólogo ingresa las mediciones.	6. El sistema va guardando en la BD.	Guarda datos en la BD.
		El usuario debe ingresar las 5 mediciones para poder realizar los cálculos correspondientes.		





		<p>El sistema debe tener las siguiente fórmulas definidas:</p> $\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n} \quad U_P = \frac{U_{cert}}{K}$ $\sigma = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \quad U_{REP} = \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$ $U_{RES} = \frac{\text{resolución}}{\sqrt{3}}$ $U_{T^*} = \frac{\alpha \beta C \times L \times A T}{\sqrt{3}}$ $U_C = \sqrt{U_D^2 + U_{REP}^2 + U_{RES}^2 + U_{T^*}^2}$ $U_{EXP} = U_C \times K$	7. El sistema calcula el Promedio (X), Desviación Estándar, Error Calculado, Incertidumbre expandida. (Ver figura 17).	Guardar datos en la BD.
		El sistema debe arrojar campos para ingresar notas.	8. El sistema arroja formulario de observaciones. Ver figura 18.	
	6. El usuario ingresa notas en los campos correspondientes.			
	7. El usuario da clic en "Guardar". (Ver figura 18).		9. El sistema arroja mensaje de datos han sido guardados exitosamente.	Guardar en la BD.
				Fin del proceso.
<b>Caminos Alternativos</b>				
	1. El metrólogo ingresa a calibrar instrumentos, selecciona "equipos a calibrar". (Ver figura 2).	En caso de que no haya 1 instrumento para calibrar.	1. El sistema arroja un mensaje "no hay instrumentos a calibrar".	Fin del proceso.
	2. El metrólogo da clic sobre el consecutivo del registro a calibrar.			
	3. El usuario da clic en "volver". (Ver figura 5).		2. El sistema vuelve al formulario de consulta. (Ver figura 15).	Fin del proceso.
	4. El usuario da clic en "Menú". (Ver figura 5).		3. El sistema vuelve al menú principal. (Ver figura 2).	Fin del proceso.
	5. El usuario da clic en "salir" (Ver figura 5).		4. El sistema sale de la aplicación.	Fin del proceso.
<b>Dependencias posteriores</b>	Certificar Calibración, Entregar Instrumento, Administrar Sistema.			
<b>Poscondiciones</b>	1. Información válida. 2. Equipo Existente 3. Responsable bien seleccionado.			
<b>Autor</b>	Michael Andrés Ospina Ruiz, Jaime Alexander Arango, Juan Esteban Bolívar.			
<b>Fecha modificaciones</b>	Ninguna			
<b>Observaciones</b>	Ninguna			

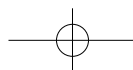






Figura 5. Interfaz calibrar instrumento.

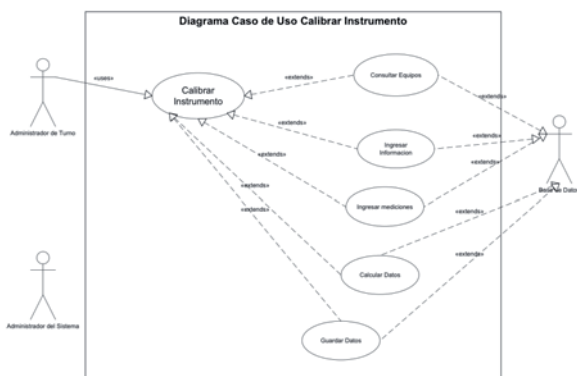


Figura 6. Diagrama caso de uso, calibrar instrumento.



Figura 7. Diagrama caso de uso, certificar calibración.

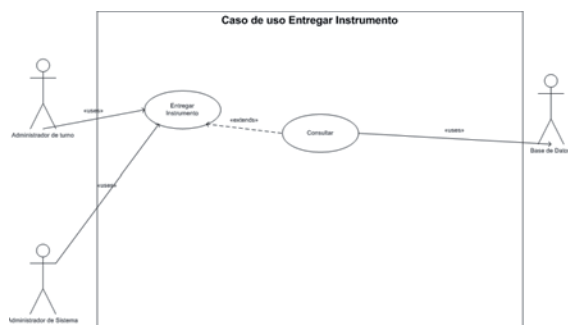


Figura 8. Diagrama caso de uso, entregar instrumento

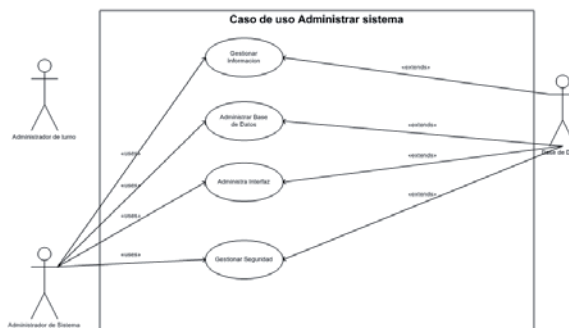


Figura 9. Diagrama caso de uso, administrar el sistema

### 5. Conclusiones

Mediante la ingeniería de requisitos se permite evidenciar el levantamiento de las necesidades del usuario final teniendo en cuenta la mirada de expertos temáticos sobre aspectos de la gestión metrológica y su implicación con el diseño y desarrollo de sistemas de información siguiendo metodologías de ciclo de vida del software.

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

Dentro de esta investigación se busca diseñar y desarrollar una herramienta sistémica que permita agilizar y controlar

los procesos de aseguramiento metrológico, y el sistema de gestión de las mediciones mediante un sistema de información para dispositivos móviles que permitirá generar respuestas de forma automática a resultados inmediatos y de forma precisa y exacta con el fin de optimizar los recursos para obtener mayores niveles de eficiencia en la calidad, productividad y rentabilidad de la organización.

### Referencias bibliográficas

[Abran10] Abran A. “Metrology and quality criteria in Software measurement. Software Metrics and Software Metrology”, IEEE Computer Society. Vol. 20, No. 3, pp. 47-66, 2010.

[Bunday07] Bunday B et al. "Value-Added Metrology", IEEE Transactions on semiconductor manufacturing, Vol. 20, No. 3, pp. 266-277, August 2007.

[Morales10] Morales, J. A. "Fundamentación de la Línea de Investigación en gestión metrológica Industrial". Instituto Tecnológico Metropolitano -ITM-, Medellín, 2010.

[Paulter11] Nicholas G. Paulter, Jr. and Donald R. Larson. "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. June 2011.

[Pressman09] Pressman R. S. "Ingeniería del Software". Online [September. 2009].

Los autores:

1 Ingeniero de Sistemas, Magíster en Gestión Tecnológica. Docente Investigador, Universidad de San Buenaventura (Medellín, Antioquia, Colombia). wilder.perdomo@usbmed.edu.co

2 Ingeniero de Sistemas, Magíster en Ingeniería Sistemas, PhD (c) Ingeniería Sistemas. Docente Investigador, Universidad de San Buenaventura. (Medellín, Antioquia, Colombia).

juan.giraldo@usbmed.edu.co

3 Ingeniero en Instrumentación y Control, Especialista en Educación Superior, MSc. (c) Automatización Industrial. Docente Investigador, Instituto Tecnológico Metropolitano (Medellín, Antioquia, Colombia). jairopalacio@itm.edu.co

4 Ingeniero Industrial, Especialización (c) Gerencia de la Calidad. Docente Investigador, Instituto Tecnológico Metropolitano (Medellín, Antioquia, Colombia). nelsonbedoya@itm.edu.co

5 Lic. Doc de Computadores, Magíster en Ingeniería de Sistemas, PhD (c) Ingeniería de Sistemas. Docente Investigador, Instituto Tecnológico Metropolitano (Medellín, Antioquia, Colombia).

dianamontoya@itm.edu.co