



**Aplicativo web para la gestión de fallas del Laboratorio
Departamental De Salud Pública De Antioquia**

Santiago Cardona Flórez

Bioingeniero

Asesora

Mabel Catalina Zapata Álvarez, Bioingeniera

Universidad de Antioquia

Facultad de Ingeniería

Bioingeniería

Medellín

2022

Cita	S. Cardona [1]
Referencia	[1] S. Cardona, “Aplicativo web para la gestión de fallas del Laboratorio Departamental De Salud Pública De Antioquia”, Presencial, Bioingeniería, Universidad de Antioquia, Medellín, 2022.
Estilo IEEE (2020)	



Directora técnica Laboratorio Departamental de Salud Pública de Antioquia: Gloria Isabel Escobar Morales, Gobernación de Antioquia, Secretaría Seccional de Salud y Protección Social de Antioquia.



Centro de Documentación de Ingeniería CENDOI

Repositorio Institucional: <http://bibliotecadigital.udea.edu.co>

Universidad de Antioquia - www.udea.edu.co

Rector: John Jairo Arboleda Céspedes.

Decano/Director: Jesús Francisco Vargas Bonilla.

Jefe departamento: Juan Diego Lemos Duque.

El contenido de esta obra corresponde al derecho de expresión de los autores y no compromete el pensamiento institucional de la Universidad de Antioquia ni desata su responsabilidad frente a terceros. Los autores asumen la responsabilidad por los derechos de autor y conexos.

TABLA DE CONTENIDO

<i>RESUMEN</i>	7
<i>ABSTRACT</i>	8
<i>I. INTRODUCCIÓN</i>	9
<i>II. OBJETIVOS</i>	11
A. Objetivo general.....	11
B. Objetivos específicos	11
<i>III. MARCO TEÓRICO</i>	12
Arquitectura Web.....	12
HTML	12
Ventajas.....	13
Desventajas	13
CSS	13
JAVASCRIPT.....	13
Microsoft Power APPS.....	14
Power Automate	14
Plumsail	15
Normatividad	16
<i>IV. METODOLOGÍA</i>	17
<i>V. RESULTADOS</i>	19
<i>VI. ANÁLISIS</i>	33
<i>VII. CONCLUSIONES</i>	31
<i>REFERENCIAS</i>	32
<i>ANEXOS</i>	33

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Normatividad nacional e internacional	16
Tabla 2. Resumen de cuestionarios.	19

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Diagrama de metodología inicial.	17
Figura 2. Metodología ejecutada en la fase inicial.	17
Figura 3. Borrador del proyecto.	21
Figura 4. Ventana de inicio.	23
Figura 5. Sección de información.	23
Figura 6. Sección de servicios.	24
Figura 7. Formularios de gestión.	24
Figura 8. Esquema de automatización.	25
Figura 9. Ventana de Autenticación.	26
Figura 10. Menú de reporte de fallas LDSP.	27
Figura 11. Formato correo de notificación nuevo registro.	28
Figura 12. Formato de notificación reporte consolidado mensual.	29
Figura 13. Captura base de datos del formulario de ingeniería biomédica.	29

SIGLAS, ACRÓNIMOS Y ABREVIATURAS

LDSP	Laboratorio Departamental de Salud Pública de Antioquia
SGC	Sistema de Gestión de la Calidad
ICONTEC	Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación
SSSA	Secretaría Seccional de Salud y Protección Social de Antioquia
ISO	Organización Internacional para estandarización
IEC	Comisión Electrotécnica Internacional
INVIMA	Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos
PHVA	Planear, Hacer, Verificar y Actuar
DM	Dispositivo Médico
DIB	Departamento de Ingeniería Biomédica
NTC	Norma Técnica Colombiana

RESUMEN

El LDSP como laboratorio de referencia departamental debe contar con protocolos estandarizados para cada uno de sus procesos. El presente proyecto analizó el procedimiento para reporte de fallas, identificando la necesidad de tener un mecanismo estandarizado para este. Actualmente las solicitudes se gestionan de forma verbal o mediante email, mecanismo que dificultaba el correcto seguimiento de los 549 DM custodiados en el inventario y las cerca de 200 solicitudes promedio del Departamento de Ingeniería Biomédica. Este sistema dificultaba los procesos del SGC, basado en la norma NTC/ISO90001, la cual establece que se deben tener documentados y bien definidos el control de registros y documentos.

Para optimizar el proceso de gestión de solicitudes para el DIB se diseñó una aplicación web con la información general del LDSP. El aplicativo se integró con el micrositio del LDSP dentro de la página web de la SSSA. Para el ingreso de los reportes se creó una sección protegida con usuario y contraseña para permitir sólo al personal del LDSP acceder al menú de reporte de fallas. La usabilidad de la herramienta fue validada en conjunto con el área de sistemas de la SSSA y los responsables de cada una de las áreas implicadas en los procesos de reporte de fallas, comprobando constantemente la eficacia en los procesos de notificación y diligenciamiento durante un periodo de un mes. Finalmente se capacitó al personal del LDSP y se consolidó un manual donde se detalla el funcionamiento, las claves y las configuraciones para cambiar ajustes al aplicativo.

***Palabras clave* — Ingeniería Biomédica, Laboratorio Departamental, Reporte de fallas, aplicativo Web, Secretaría Seccional de Salud, Gobernación de Antioquia.**

ABSTRACT

As a departmental reference laboratory, The Departmental Laboratory of Public Health of Antioquia (LDSP) must have standardized protocols for each of its processes. This project analyzed the procedure for reporting failures, identifying the need to have a standardized mechanism for this matter. Requests are currently handled verbally or by e-mail, mechanisms that make it difficult to correctly follow up on the 549 MD preserved in the inventory and the nearly 200 average requests from the DIB (Biomedical Engineering Department). This mechanism hindered the QMS processes, based on the NTC/ISO90001 standard, which establishes that control of records and documents must be well documented and defined.

To optimize the request management process for the Biomedical Engineering Department, a web application was designed using the general information of the LDSP. The application was integrated with the LDSP microsite within the website of the Sectional Secretariat of Health of Antioquia (SSSA); a user and password-protected section were created to allow only LDSP personnel to access the failure report menu. The usability of the tool was validated in conjunction with the SSSA systems area and those responsible for each of the areas involved in the failure reporting processes, constantly checking the efficiency of the notification and completion processes over a period of one month. Finally, the LDSP personnel was trained and a manual detailing the operation, passwords and configurations for changing adjustments to the application was delivered.

***Keywords* — Biomedical, Departmental Laboratory, Failure Reporting, Web application, Sectional Secretary of Health, Government of Antioquia.**

I. INTRODUCCIÓN

El Laboratorio Departamental de Salud Pública de Antioquia (LDSP) es el laboratorio de referencia, allí se llevan a cabo procesos como: control de calidad, asesoría, asistencia técnica, capacitación, investigación y en casos excepcionales desempeña funciones de laboratorio de diagnóstico [1]. El LDSP controla, supervisa y se articula con la Red Departamental de Laboratorios de Antioquia para vigilar y controlar todas las eventualidades de interés en salud pública de la población antioqueña, tal y como se indica en la resolución 1619 del 2015, donde se establecen las facultades de los laboratorios departamentales y municipales de referencia [2]. Teniendo en cuenta las funciones y facultades del LDSP y de acuerdo con la norma ISO/IEC 17025 de 2017, es vital tener un estricto seguimiento de todos los equipos biomédicos del LDSP y en general en todos los procesos que puedan poner en riesgo la confiabilidad de los resultados entregados [3].

Estos estándares son evaluados por instituciones regulatorias de vigilancia y control como el Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos (INVIMA). El LDSP por ser una dirección inmersa dentro de la Gobernación de Antioquia, cuenta con un SGC basado en la norma NTC/ISO90001. Por consiguiente, el Laboratorio debe adherirse al ciclo Planificar, Hacer, Verificar, Actuar (PHVA) y mantener un mejoramiento continuo, para plantear estrategias en la ejecución de los procesos.

Teniendo en cuenta lo anterior se identificó la necesidad de tener un mecanismo estandarizado para el proceso de reporte de fallas, solicitudes y notificaciones de interés para el departamento de ingeniería biomédica del LDSP. Actualmente todas las solicitudes se gestionan de forma verbal o mediante correo electrónico mecanismos que dificulta el correcto seguimiento de los 549 dispositivos médicos custodiados en el inventario y las cerca de 200 solicitudes mensuales que en promedio llegan a ingeniería biomédica. Este departamento solamente cuenta con un ingeniero biomédico para gestionar solicitudes y un practicante que sólo esta presente el 65% del tiempo a lo largo del año. El proceso no se encuentra estandarizado y dificulta los mecanismos de alimentación de indicadores, seguimiento a las solicitudes y procesos derivados para el mejoramiento continuo del SGC.

Para dar respuesta a la necesidad y luego de acordar con la Directora Técnica del Laboratorio y el Ingeniero Biomédico se planteó consolidar un software que permita gestionar los requerimientos para sistematizar este proceso.

El objetivo del proyecto fue optimizar el proceso de gestión de solicitudes para el departamento de ingeniería biomédica mediante el diseño de una aplicación web que permita el seguimiento de los reporte de fallas, solicitudes y requerimientos de las diferentes áreas del LDSP. Todo ello se desarrolló analizando los flujos de requerimientos hacia el departamento para consolidar una herramienta útil para todo el personal del LDSP, integrando los protocolos y las herramientas existentes. Adicionalmente se consolidó un manual de usuario para facilitar la adherencia a la herramienta y los procesos de ajustes futuros.

En el presente informe encontrará el objetivo general y específicos del proyecto, el marco teórico que facilitará la comprensión de los términos y conceptos necesarios para entender el documento, la metodología seguida durante el desarrollo del aplicativo, los resultados con las evidencias del desarrollo y las conclusiones luego de finalizar el proyecto.

II. OBJETIVOS

A. Objetivo general

Desarrollar un aplicativo web para el manejo de reportes del departamento de ingeniería biomédica del Laboratorio Departamental de Salud Pública de Antioquia.

B. Objetivos específicos

- Sistematizar los procesos de reporte de fallas para el departamento de ingeniería biomédica del LDSP
- Desarrollar un aplicativo Web que obedezca a los requerimientos de sistematización de los reportes de fallas.
- Consolidar una base de datos para el almacenamiento de los registros procedentes de los reportes de fallas realizados por los analistas del LDSP.
- Capacitar a los funcionarios de LDSP manuales sobre el funcionamiento del aplicativo web.

III. MARCO TEÓRICO

Para el desarrollo del aplicativo WEB fue necesario implementar estrategias y conocimientos específicos que permitieron desplegar metodologías eficientes y correctas durante la ejecución del proyecto. A continuación, se enuncia la definición de la arquitectura WEB como un área del conocimiento que regula y estandariza los mecanismos necesarios para el desarrollo de cualquier herramienta WEB.

Arquitectura Web

Disciplina encargada de la jerarquización y presentación de la información en un aplicativo Web. La arquitectura web realiza el estudio, análisis, organización, disposición y estructuración de la información en Páginas Web [4]. La arquitectura web se enfoca en la integración de varios sistemas para la creación y desarrollo de todo un ambiente web, que permitan optimización y correcto uso de los recursos. Para ello los profesionales deben tener conocimientos sólido en programación de bases de datos, redes, servidores, protocolos de red y lenguaje HTML [4].

En la fase inicial del proyecto hubo desarrollos que requirieron el uso de programación utilizando lenguajes específicos para aplicativos web, como los que se enuncian a continuación:

HTML

(Hyper Text Markup Language) creado originalmente por el científico de la computación Tim Berners-Lee y constantemente mejorado gracias a la colaboración de todos los programadores y usuarios de Internet. Es el lenguaje de programación de mayor acogida para el desarrollo de páginas web. Se caracteriza por ser un lenguaje de baja complejidad y sencillo de manejar, en donde se pueden interactuar con diversos elementos multimedia, de diseño y estructuras de texto [5] Un aspecto de especial importancia es que el HTML permite la interacción con algunos códigos que establecen instrucciones que complementan el funcionamiento, utilidad y estética de los aplicativos como PHP y JavaScript [5].

Ventajas

- Flexibilidad para realizar cualquier diseño de página web.
- Permite trabajar con ficheros y archivos multimedia de una manera sencilla.
- Amigable para el alojamiento de la página en algún servicio de alojamiento web.
- Existe amplia documentación y foros de comunidades para la resolución dudas y apoyo de inquietudes.
- Cuenta con multitud de herramientas de desarrollo que facilitan la ejecución de proyectos con alta complejidad.

Desventajas

- Exige un nivel de conocimiento en bases de datos por lo menos intermedio para poder utilizarlo óptimamente.
- Cuando se tienen servicio de hosting es necesario un Protocolo de Transferencia de Ficheros (FTP por sus siglas en inglés) para traspaso de archivos.

CSS

CSS corresponde a las siglas en inglés de Cascading Style Sheets, traducido al español: Hojas de estilo en cascada. Es un lenguaje muy usado para establecer el diseño visual de los documentos web, e interfaces de usuario escritas en HTML Junto con HTML y JavaScript, CSS es una tecnología usada por muchos sitios web para crear páginas visualmente atractivas, interfaces de usuario para aplicaciones web y la interfaz gráfica de usuario para muchas aplicaciones.

CSS está diseñado principalmente para marcar la separación del contenido y la forma apariencia de los elementos, permitiendo personalizar las capas, los colores y las fuentes [6].

JAVASCRIPT

Es un lenguaje de programación interpretado, implementado como un complemento del navegador web para dotar de mejoras la interfaz de usuario y dar dinamismo a los aplicativos web. Desde 2012, todos los navegadores modernos soportan completamente ECMAScript 5.1, una versión de JavaScript [7].

Todos los navegadores modernos interpretan el código JavaScript integrado en las páginas web. Para interactuar con una página web se provee al lenguaje JavaScript de una implementación del un conjunto estándar de objetos para representar documentos HTML, XHTML y XML conocido como Document Object Model (DOM). Siendo Javascript el único lenguaje de programación que entienden de forma nativa los navegadores [7].

Posteriormente en la fase madura del proyecto se utilizó la plataforma de Microfost APPs, plataforma corporativa en la que la Gobernación de Antioquia tiene alojados todos sus servicios institucionales. Mediante los servicios de Microsoft se automatizó el proceso de repote y seguimiento de las solicitudes radiacadas mediante el aplicativo, por esta razón es importante describir las funciones y deficiones de los servicios de microsoft que fueron usados.

Microsoft Power APPS

PowerApps es una herramienta de Microsoft que facilita la creación y personalización de aplicaciones y otorga soluciones de software empresarial de forma sencilla, facilitando el proceso de creación de una aplicación y reduciendo el tiempo necesario para llegar al producto final. PowerApps permite conectar de forma sencilla practicamente todos los sistemas del mercado, ahorrándote la creación de capas de conexión para poder conseguir los datos. Lo que permite mantener los datos de un negocio tanto en Internet, como en cualquier dispositivo de iOS o Android, es posible obtener los datos de diferentes orígenes para mostrarlos en una aplicación, digitalizando así los procesos [8].

Power Automate

Herramienta antes conocida como Microsoft Flow, es una alternativa de Microsoft que permite crear flujos de trabajo conectando dos o más aplicaciones, mediante estructuras prediseñadas. Estos flujos de trabajo se pueden crear para aplicaciones de Office 365 o de terceros,

Power Automate dispone de casi 300 aplicaciones con las cuales es posible crear flujos complejos para automatizar tareas [8].

Plumsail

Aplicación online que ofrece software para generar documentos y formularios web, procesar solicitudes y mejorar las plataformas Microsoft 365 y SharePoint". Mediante esta herramienta es posible crear documentos PDF, Word, Excel y Power Point a partir de plantillas y permite la conexión con diversos servicios en línea como Google Drive, One Drive, Power Automate, entre otros [9].

La esencia del proyecto esta centrada en los Dispositivos médicos y equipos biomédicos del LDSP, por tanto es importante tener claras las definiciones. Para esto se hará uso del decreto 4725 de 2005, mediante el cual se reglamenta el régimen para los registros, la vigilancia y los permisos de comercialización sanitaria de dispositivos médicos para uso humano. En dicho documento se define un dispositivo médico (DM) como: “cualquier máquina, elemento, implante o software cuyo destino dado por el fabricante sea ser usado para el diagnóstico, tratamiento, investigación, sustitución, soporte, desinfección o esterilización”. Por otro lado, define un equipo biomédico como “un dispositivo médico que aglomera subsistemas mecánicos, eléctricos y/o programas informáticos para las mismas finalidades antes mencionadas”[10].

En toda institución en la cual se brinden diagnósticos, tratamientos, controles, intervenciones y demás procedimientos relacionados a la salud se debe contar con un Departamento de Ingeniería Biomédica (DIB), el cual debe ejercer el control y seguimiento de la tecnología llevando a cabo procesos de desarrollo, implementación, evaluación, capacitación y gestión de los diferentes DM de la institución [11].

Como cualquier entidad o proceso, el LDSP y los DM cuentan con normas, leyes o lineamientos que ajustan o normalizan su funcionamiento.

Normatividad

Existen normas elaboradas por la organización Internacional de normalización y la nomenclatura (ISO) y por la Comisión electrónica internacional (IEC), estas no son normas de obligatorio cumplimiento, sin embargo, dictaminan directrices universales y por tanto pueden convertirse en recomendaciones nacionales [3] En Colombia se cuenta con un sistema análogo a la ISO y la IEC denominada Norma Técnica Colombiana (NTC), estas son elaboradas mediante procesos participativos, estas son de carácter voluntario y son aprobada por el ICONTEC (Organismo Nacional de Normalización de Colombia) [3]. Por otro lado, los decretos y resoluciones son expedidos por entes gubernamentales y son de obligatorio cumplimiento.

En la Tabla 1 se presentan algunas normas que integran el marco normativo relacionado a la metrología y la gestión de la calidad en salud.

Tabla 1. Normatividad nacional e internacional

Norma	Descripción
ISO 9001 de 2015	En la cual se aborda la implementación de un sistema de gestión de la calidad en una organización [12].
NTC ISO 17025 de 2017	Contiene las directrices para que un laboratorio de ensayo o de calibración demuestre que posee un sistema de gestión y que cumple con competencias técnicas para garantizar los resultados [3].
ISO 13485 de 2016	Aborda requisitos regulatorios para el sistema de gestión de la calidad para dispositivos médicos [13].
Decreto 4725 de 2005	Reglamenta el registro, permisos de comercialización y la vigilancia sanitaria [10].
Resolución 1619 de 2015	Mediante el cual se establece el Sistema de Gestión de la Red Nacional de Laboratorios [2].
Resolución 3100 de 2019	Por la cual se definen los procedimientos y condiciones de inscripción de los prestadores de servicios de salud y de habilitación de los servicios de salud y se adopta el Manual de Inscripción de Prestadores y Habilitación de Servicios de Salud [14].

El LDSP no se encuentra acreditado con la norma NTC/ISO17025 ni la ISO13485, pero estas dos tiene en su contenido relación directa con las actividades que se desempeñan en el Laboratorio y por esto es importante mencionarlas y tenerlas en cuenta, ya que en un futuro puede ser de interés para las directivas obtener acreditación en alguna de ellas.

IV. METODOLOGÍA

En el inicio del proyecto, durante el proceso de planteamiento y primera fase de ejecución se diseñó una metodología como la que se muestra en la Figura 1.

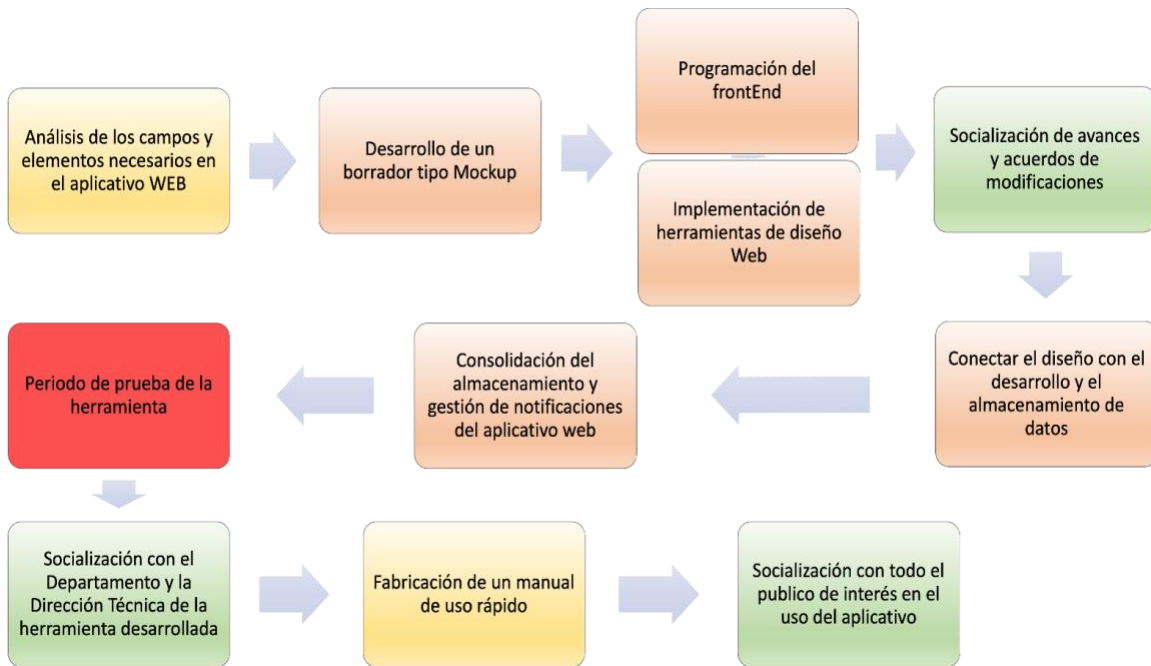


Figura 1. Diagrama de metodología inicial.

Se dió inicio al proyecto siguiendo la metodología planteada y en el transcurso de su ejecución se dieron modificaciones, por lo que se acortó el proceso inicialmente formulado a lo esquematizado como se ilustra en la Figura 2.



Figura 2. Metodología ejecutada en la fase inicial.

En la primera fase se desplegó una estrategia de observación e indagación de necesidades que permitieran dar información para el proceso de sistematización de reporte de fallas para el departamento de ingeniería biomédica del LDSP. Realizando análisis, identificando las necesidades y concretando los campos y elementos necesarios, se definieron los campos y métodos usados con los encargados de cada uno de los procesos de reporte estandarizados.

Luego de determinar los campos y esquemas generales que dan solución a la problemática existente para el reporte de fallas en el LDSP se dió paso al proceso de diseño, delimitando las áreas administrativas, el alcance y las funcionalidades del proyecto. Luego de tener la estructura general del aplicativo se dió paso a las modificaciones visuales para complementar la experiencia de usuario.

En la parte final de la primera etapa se estudiaron estrategias para alojar los desarrollos web obtenidos hasta el momento en una plataforma que permitieran su visualización y correcta navegación mediante un acceso público en la internet de forma gratuita para estudiar su posterior publicación.

Al culminar la primera fase del proyecto y posterior a la presentación de los resultados preliminares se inició una fase secundaria del proceso con una nueva metodología que fue orientada a la compatibilidad con todas las plataformas de la Gobernación de Antioquia y la SSSA.

Se inició un plan de adecuación para alinear el proyecto de acuerdo con los requerimientos corporativos del departamento de sistemas de la Gobernación de Antioquia, donde se integraron todos los desarrollos con las plataformas de Microsoft.

V. RESULTADOS

Durante el proceso de análisis y concertación de requerimientos surgieron nuevas ideas que lograron darle mayor orden y trascendencia al proyecto. Por tanto, en mutuo acuerdo con las directivas del LDSP se concretó diseñar la plataforma para reporte universal de fallas en el LDSP, incluyendo todas las áreas que tuviesen un flujo constante de requerimientos. Tales como: Calidad, Sistemas, Seguridad y Salud en el Trabajo y la inicialmente plateada área de ingeniería biomédica.

Con el área administrativa del laboratorio se concretaron los formularios a desarrollar y los campos en cada uno de ellos. En la Tabla 2 se muestra los 5 formularios a construir, las áreas a las que va a dirigirse, el responsable y los ítems de información que se incluyeron para diligenciarlos.

Tabla 2. Resumen de cuestionarios.

Cuestionario	Responsable	Resumen del cuestionario
Biomédica	Ingeniero biomédico	<ul style="list-style-type: none"> - Nombre - Fecha del acontecimiento - código del equipo - Área del LDSP - Nombre del equipo - Descripción del inconveniente
Sistemas	Ingeniero de sistemas	<ul style="list-style-type: none"> - Nombre - Área del LDSP - Tipo de solicitud - Descripción del inconveniente - Evidencia Fotográfica (opcional)
Seguridad y salud en el trabajo	Brigadista encargada de seguridad y salud en el trabajo (SST)	<ul style="list-style-type: none"> - Ubicación - Tipo de reporte (Incidente o condición insegura) - Tipo de vinculación del reportante - Nombre - Documento de identidad

Cuestionario	Responsable	Resumen del cuestionario
		<ul style="list-style-type: none"> - Cargo - Fecha de ocurrencia - Descripción - Evidencia (opcional)
<p>Calidad 1 – Servicio o producto no conforme</p>	<p>Directora de calidad</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Área del LDSP - Nombre del reportante - Tipo de salida no conforme - Fecha de la salida no conforme - Fuente de salida no conforme - Descripción de la salida no conforme - Sugerencia para corrección de la salida no conforme
<p>Calidad 2 – No conformidades</p>	<p>Directora de calidad</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Área del LDSP - Nombre del reportante - Tipo de salida no conforme - Fecha de la salida no conforme - Fuente de salida no conforme - Descripción de la salida no conforme - Sugerencia para corrección de la salida no conforme

Todos los formularios desarrollados fueron consensuados con los referentes encargados. Para biomédica, por ejemplo, basta con la información solicitada, ya que para todos los equipos biomédicos del LDSP se tiene un código interno denominado código metrológico y por medio de este código se tiene acceso a todos los datos del equipo. De forma similar sucede con los demás formularios, en los cuales existen datos clave que son suficientes para el encargado de dar solución.

Teniendo claros los campos necesarios para cada una de las áreas se realizó un bosquejo de los resultados esperados usando herramientas online gratuitas para la creación de borradores de páginas web. El borrador diseñado se presenta en la Figura 3, donde se muestra un esquema muy

elemental de funcionamiento y diseño, el cual fue sólo el punto de partida para la construcción del aplicativo.

En la Figura 3 se observa dos ventanas, la ventana del lado izquierdo es la pantalla principal; en esta se encuentra toda la información general del LDSP, como: un resumen para el público, la misión y la visión, junto con un pie de página con la información de contacto y logos de la Gobernación. En la figura se dispuso de unas flechas para indicar el funcionamiento de los botones con los que cuenta el borrador del aplicativo WEB. La flecha identificada con el número 1 conecta el botón de gestión con la ventana del lado derecho; lo cual indica que al hacer clic en el botón de gestión se redirigirá el usuario a la pantalla “Formulario de Reporte de Fallas”. Una vez en la pantalla gestión (Ventana del Lado izquierdo) se mostrará una pantalla con un formulario que posee los campos necesarios para enviar un reporte al departamento de ingeniería biomédica del LDSP. Las flechas identificadas con el número 2 y 3, conectan el logo del LDSP y el botón de Inicio con la ventana de inicio, respectivamente. Por tanto, al hacer clic en el botón de inicio o en el logo de la institución se dirigirá nuevamente el usuario a la ventana inicial.



Figura 3. Borrador del proyecto.

Posteriormente utilizando el editor de texto atom se desarrolló utilizando HTML y CSS una página web y cuando se tuvo el diseño y funcionalidad deseado se subió la carpeta del proyecto que contiene todos los archivos a servicio en la nube de Amazon Web Services (AWS) en la modalidad de L1, el cual es un servicio de bajo costo que permite publicar la página web en un enlace generado automáticamente.

En las ilustraciones de la Figura 7, Figura 5, Figura 6 y Figura 7 se muestran capturas de la página desarrollada y en el apartado de anexos se encontrará el enlace de la página y el enlace donde se encuentra alojado los archivos del proyecto. En la imagen de la Figura 4 se puede visualizar la parte inicial y superior de la página, en esta se encuentra el encabezado con el logo del LDSP, la información general de contacto y la barra de menú para la navegación, tal como: botón de Inicio, Nosotros, Servicios, Gestión y contáctanos.

Botón Inicio: al hacer clic en este botón el usuario será dirigido a la pantalla que se muestra en la Figura 4, con los botones superiores y un banner con imágenes del LDSP e información general.

Botón Nosotros: Conduce el usuario a la sección que se muestra en la Figura 5, sección en la que se da una breve explicación de las tareas llevadas a cabo por el Laboratorio.

Botón Servicios: Se redirigirá a la sección mostrada en la Figura 6, ventana en la que se explican las principales áreas con las que cuenta el LDSP y una breve explicación de en que consiste cada una de ellas.

Botón de gestión: El usuario será dirigido a la página que se muestra en la Figura 7, ventana en la cual se muestra los formularios para el reporte de fallas y solicitudes del LDSP. En estos formularios se debe diligenciar la información que se indica en la tabla 1.

Botón contáctanos: Se llevará el usuario al pie de pagina de la web para visualizar la ubicación del LDSP en el mapa y todos los medios que tiene para comunicarse con el Laboratorio.

Adicionalmente se dispuso una barra de búsqueda con la cual se puede facilitar la navegación y hallazgo de información dentro del aplicativo.



Figura 4. Ventana de inicio.



Figura 5. Sección de información.

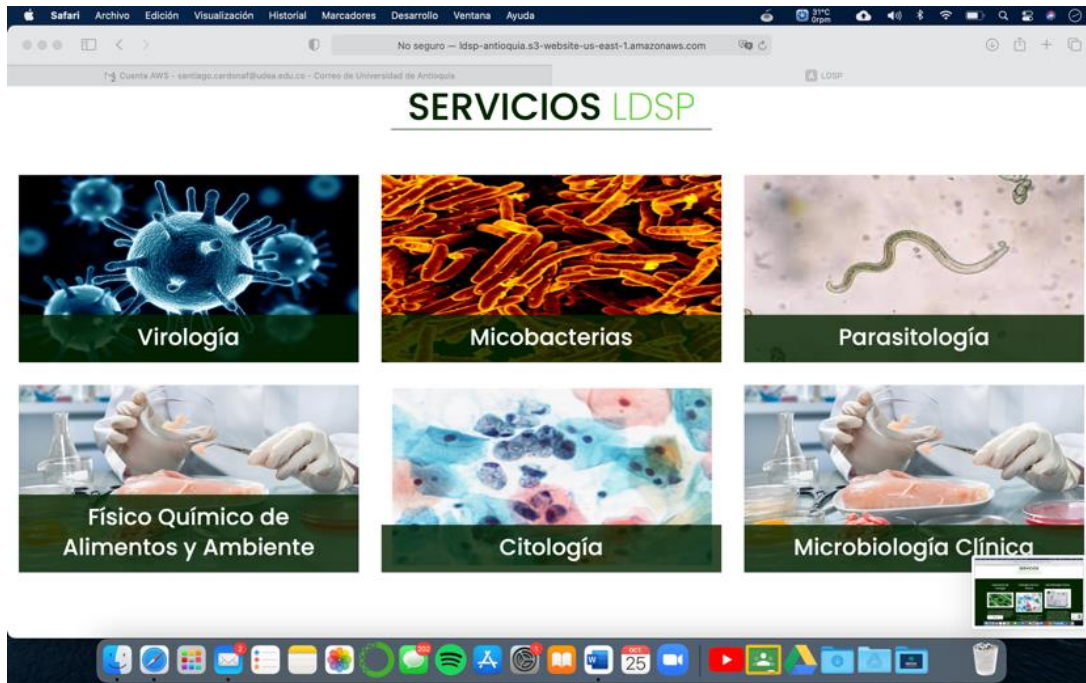


Figura 6. Sección de servicios.

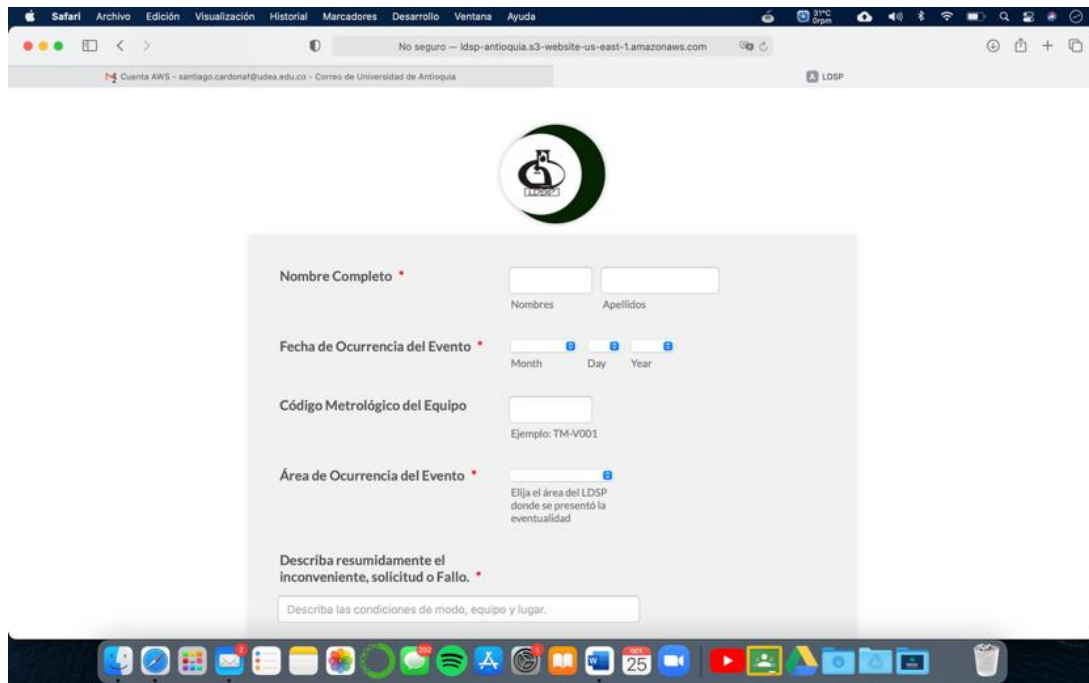


Figura 7. Formularios de gestión.

Al finalizar la página Web se presentaron los resultados con la dirección técnica del laboratorio y posteriormente se acordó tener reuniones con el departamento de sistemas de la

Gobernación de Antioquia y durante los encuentros se tuvo participación del coordinador del micrositio para la SSSA. Llegando a puntos en común para las modificaciones que permitan integrar el proyecto con el micrositio del Laboratorio Departamental de Salud pública de Antioquia.

Las modificaciones acordadas fueron la siguientes:

- Desarrollar todos los formularios en la plataforma institucional adquirida por la Gobernación de Antioquia en los servicios informáticos de Microsoft usando el apartado de Microsoft Forms
- Crear dentro del micrositio del LDSP, que se encuentra alojado en la pagina web de la SSSA, una pestaña protegida con clave y usuario.
- Utilizar el correo institucional del LDSP para todos los desarrollos futuros
- Consolidar todas las bases de datos en un servicio centralizado e institucional.

Se realizaron las modificaciones acordadas trasladando todos los formularios a la plataforma de Microsoft Forms y se automatizó el sistema para tener notificaciones de forma inmediata con cada diligenciamiento de cualquiera de los formularios y que adicionalmente la notificación fuese inteligente y entregara información de forma ágil y productiva. Para esto se utilizó la suite de productos de Microsoft de la siguiente forma:

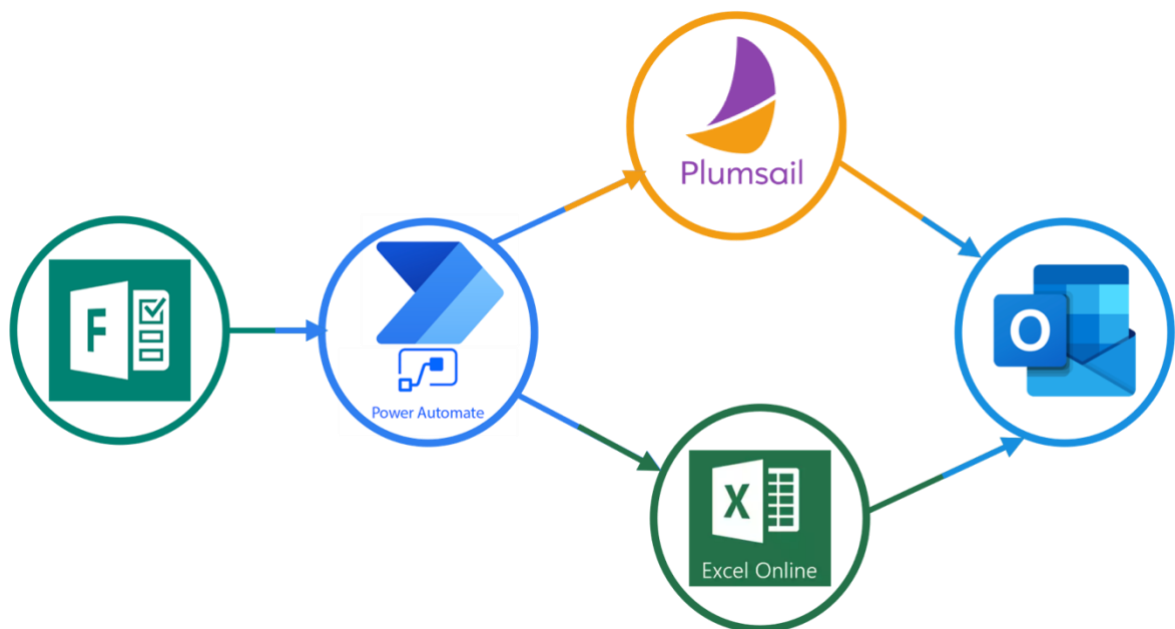


Figura 8. Esquema de automatización.

En la Figura 8 se muestra como punto de partida Microsoft Forms y a partir de este se construyeron flujos automáticos con la herramienta Power Automate. A través de la cual integraron otras plataformas como Excel online para empresas en el proceso de almacenamiento de los registros en una hoja de Excel, Plumsail para generar archivos PDF de forma automática con el formato de texto JSON, OneDrive para almacenar y guardar los históricos y Outlook como medio de notificaciones a los correos electrónicos institucionales de la persona encargada.

En la sección protegida entregada por el área de sistemas de la gobernación, ver Figura 9, se dispuso de un menú de reporte de fallas como el que se muestra en la Figura 10. Todos los formularios se encuentran alojados en la plataforma Microsoft de la Gobernación de Antioquia. La ruta de acceso a cualquiera de los 5 formularios se realizará mediante la página de la Secretaría Seccional de Salud. La ruta es la siguiente: <https://dssa.gov.co> → Programas y proyectos → Laboratorio departamental de salud pública → Botón de gestión.

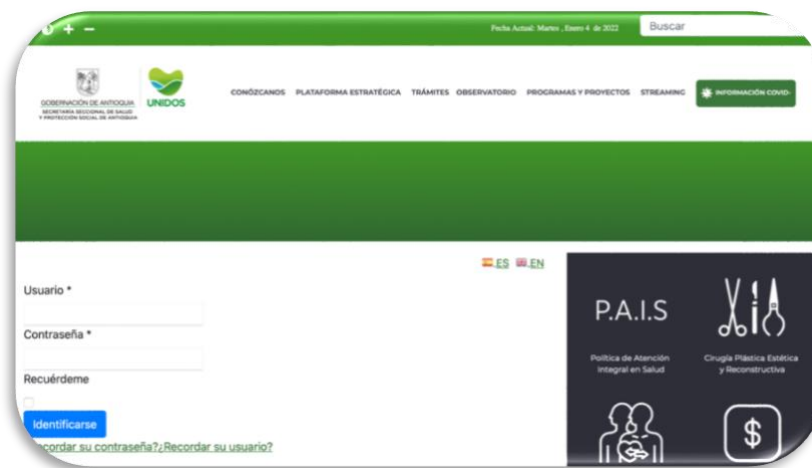


Figura 9. Ventana de Autenticación.

Una vez ingrese el usuario y la clave correctamente tendrá acceso a una ventana como la que se muestra en la Figura 10.



Figura 10. Menú de reporte de fallas LDSP.

Este es el menú de gestión, haciendo clic en cualquiera de los 5 botones que se encuentran en la parte inferior de los logos y su correspondiente leyenda se redirige al formulario correspondiente. Cada formulario solicita información diferente, de tal forma que el encargado de dar solución tiene los datos suficientes para llevar a cabo el proceso.

Cada que alguno de los formularios tiene una respuesta nueva, se envía de forma automática un correo electrónico al responsable, un ejemplo de los mensajes de notificación es el que se muestra en la Figura 11.



Figura 11. Formato correo de notificación nuevo registro.

El correo de notificación contiene el mensaje en el que se indica que hay un nuevo registro. Al hacer clic sobre la imagen se redirigirá a Microsoft Forms donde se podrá visualizar el historial completo de las respuestas del formulario e incluso es posible realizar modificaciones a las preguntas, formatos y colores del formulario en cuestión. Adicionalmente como archivo adjunto en el correo de notificación se encuentra un PDF que contiene las respuestas a cada una de las preguntas para el registro que genera la notificación.

Mensualmente, el primer día de cada mes, se genera un reporte automático con el consolidado del mes inmediatamente anterior, como se muestra en la Figura 12. El correo electrónico de notificación contiene el mensaje visual, al hacer clic en la imagen se le redirige automáticamente a Microsoft Forms para visualizar la pregunta y tener acceso a todos los ajustes de la herramienta de Microsoft Forms. Adicionalmente, el correo tiene como archivo adjunto un libro de excel en el que se visualizarán todos los registros tomados por el formulario para el mes inmediatamente anterior.



Figura 12. Formato de notificación reporte consolidado mensual.

Todos los registros de cada uno de los formularios son almacenados en 5 libros de Excel diferentes, uno para cada formulario. Los libros de Excel se guardan en One Drive y pueden ser libremente consultadas por el encargado de cada área. Los libros de Excel en los que se almacenan los registros funciona como una base de datos ordenada en la que se pueden filtrar los datos por fecha de ingreso al sistema, área del LDSP, usuario, nombre, etc. En la Figura 13 se muestra una captura de los registros almacenados, la base de datos de ingeniería biomédica cuenta con 10 registros, los cuales se ingresaron entre el jueves 2 de diciembre del 2021 y el jueves 13 de enero del 2022.

Nombre completo	Fecha de ocurrencia de	Código metrológico	Seleccione el área del	Nombre del equipo	Realice una breve descripción de los daños presentes en el equipo
Santiago Cardona Flórez	12/2/2021	RF-V010	Virología	Nevera de arbovirus	Presenta congelación en el compartimento de refrigeración
Lella Cristiana Vega Monsi	12/15/2021	PU-FA001	Microbiología de Alimentos	Purificador de agua	Patalla en rojo con message de alarma
Ana María Piedrahita	12/17/2021	FC-FA001	Microbiología de Alimentos	Colorímetro	Patrón de calibración desconfiguración
Consuelo Cardona	12/17/2021	RF-A003	Almacén	Refrigerador	Compresor no arranca
Laura Johana Jimenez	12/16/2021	RF-P002	Parasitología	Congelador	Temperatura de pantalla no corresponde con la real
Santiago Cardona Flórez	12/13/2021	CB-V002	Virología	Cabina de bioseguridad	Motor no enciende
Santiago Cardona Flórez	12/15/2021	PI-MC023	Microbiología Clínica	Micropipeta	No está incluida en el PAME
Nicolás Arango Pérez	12/23/2021	PI-P002	Biomedica	Pipeta	No dispensa
GINA KATHERINE HERNANI	12/27/2021	PI-MB016	Micobacterias	Pipeta	Micropipeta del inventario del área no se encuentra.
GINA KATHERINE HERNANI	1/13/2022	PI-MB002	Micobacterias	PIPETA VOLUMEN 100 -10	LA PIPETA PI-P002 TIENE UNA FISURA LATERAL Y NO AJUSTA EL SEGURO DEL VOLUMEN DESEADO

Figura 13. Captura base de datos del formulario de ingeniería biomédica.

El funcionamiento y las claves de acceso del aplicativo se consignaron en un manual que fue entregado al LDSP y allí se describe el objetivo, el alcance, todos los pasos necesarios para usar la herramienta y una sección adicional en la que se amplía aspectos de configuración para modificación en los correos electrónicos de destino y sistema automatizado de notificaciones. El manual de uso fue entregado en conjunto con una capacitación que se realizó con la asistencia del ingeniero biomédico, la bacterióloga jefe del área de micobacterias, la directora técnica del laboratorio y la jefe de sistemas de la SSSA. Se resolvieron las dudas, realizaron pruebas para cada uno de los formularios y se dejó el aplicativo para reporte de fallas funcionando y habilitado para todo el personal del LDSP.

VII. CONCLUSIONES

Se sistematizó el proceso para el reporte de fallas en el LDSP, desarrollando formularios para el departamento de ingeniería biomédica, sistemas e informática, coordinación de seguridad y salud en el trabajo y calidad; por medio de formularios online que agilizará la comunicación con los referentes de cada una de las áreas. De acuerdo con lo anterior, se mejora la gestión de fallas del laboratorio.

Siguiendo la metodología planteada en la propuesta del proyecto se desarrolló una página web alojada en los servidores de AWS, con una interfaz que permite integrar los formularios consolidados para el reporte de fallas de cada una de las áreas.

En la segunda fase del proyecto se alinearon todos los desarrollos con los establecidos por la oficina de sistemas de la SSSA y se desarrolló un sistema automatizado mediante las herramientas de Microsoft para notificar a los encargados de cada uno de los formularios del proyecto, con alertas por nuevos registros y envió mensual el consolidado para cada área del laboratorio. Adicionalmente se consolidó en la nube la base de datos para cada formulario y se alimentó dicha base durante un periodo de un mes.

En fase de entrega de la herramienta se realizó capacitación a personal del LDSP y se entregó el manual de usuario que permite a todo el personal comprender el objetivo, alcance y funcionamiento del aplicativo web.

Durante el desarrollo de este proyecto surgieron algunas necesidades que pueden ser abordadas en trabajos futuros, tales como: integración automática con los formatos de indicadores del sistema interno de gestión de la calidad, análisis de oportunidad en la respuesta o sistema interno de manejo e historial de seguimiento de los reportes.

REFERENCIAS

- [1] G. DE ANTIOQUIA, “Laboratorio,” *SECRETARIA DE SALUD Y PROTECCIÓN SOCIAL DE ANTIOQUIA*, 2021. [Online]. Available: <https://www.dssa.gov.co/index.php/programas-y-proyectos/salud-publica/item/151-laboratorio>.
- [2] M. D. L. P. SOCIAL, *RESOLUCIÓN 1619 DEL 2015*, vol. 1. COLOMBIA: MinSalud, 2015, pp. 1–6.
- [3] M. G. P. GARCIA DIAZ, “Norma ISO 17025. Implantación.”
- [4] M. Pérez-Montoro, *Arquitectura de la información en entornos web*, Álvaro día., vol. 19, no. 4. España: ediciones trea, s. l., 2010.
- [5] Anonimo, “EL HTML: HISTORIA Y OBJETIVOS DEL LENGUAJE HTML,” *Rev. Informática*, vol. 1, 2021.
- [6] D. Cederholm and E. Marcotte, *Handcrafted CSS: More Bulletproof Web Design*. New Riders, 2010.
- [7] L. JS, “¿Qué es Javascript?,” *Introducción a Javascript*, 2022. .
- [8] Microsoft, “Microsoft Power Apps y Microsoft Power Automate,” *Microsoft 365*, 2022. [Online]. Available: <https://www.microsoft.com/es-co/microsoft-365/business/microsoft-powerapps>.
- [9] Plumsail, “About Plumsail,” *about*, 2022. [Online]. Available: <https://plumsail.com/company>.
- [10] Ministerio de Salud y Protección Social, “Resolución 4725 de 2005,” *República Colomb.*, vol. 2005, no. Diciembre 26, p. 31, 2005.
- [11] H. Sanvicente and F. Medellín, “mantenimiento , para instituciones hospitalarias de Artículo en prensa / Article in press,” pp. 23–34, 2018.
- [12] ICONTEC and ISO, “Norma Técnica Colombiana NTC-ISO 9001-2015,” 2015. p. 18, 2015.
- [13] C. N. D. E. Salud, “Metrología biomédica,” vol. 21, no. 1, pp. 11–13, 2015.
- [14] S. El *et al.*, “Ministerio De Salud Y Protección Social Resolución Número 3100 De 2019,” vol. 2019, 2019.

ANEXOS

Anexo A. enlace a la pagina web alojada en AWS

<http://ldsp-antioquia.s3-website-us-east-1.amazonaws.com/>

Anexo B. Enlace carpeta del proyecto

<https://drive.google.com/drive/folders/1GCLTldXVFdU6qZG8cYOgLKBCuwFNc-9?usp=sharing>

Anexo C. Formato para notificaciones de nuevos registro



Reporte de Fallas y solicitudes área de Ingeniería Biomédica

Laboratorio departamental de salud pública de Antioquia

Nombre: GINA KATHERINE HERNANDEZ MAHECHA

Fecha de solicitud: 2022-01-13

Código metrológico del equipo: PI-P002

Área: Micobacterias

Nombre del equipo o requerimiento: PIPETA VOLUMEN 100 -1000 uL

Descripción: LA PIPETA PI-P002 TIENE UNA FISURA LATERAL Y NO AJUSTA EL SEGURO DEL VOLUMEN DESEADO



Anexo D. Notificación seguridad y salud en el trabajo.



Hay un nuevo registro en el formulario

Reporte y solicitudes de seguridad y salud en el trabajo

Haga clic sobre al imagen para dirigirse al formulario o revise el resumen que se encuentra como archivo adjunto




GOBERNACIÓN DE ANTIOQUIA UNIDOS

Anexo E. Notificación reporte mensual seguridad y salud en el trabajo.



Se ha generado el reporte mensual para el formulario

Reporte y solicitudes de seguridad y salud en el trabajo

Haga clic sobre al imagen para dirigirse al formulario o revise el resumen que se encuentra como archivo adjunto




GOBERNACIÓN DE ANTIOQUIA UNIDOS

Anexo F. Notificación reporte mensual servicio/ producto no conforme.







Se ha generado el reporte mensual para el formulario

Registro de Servicio/Producto No-Conforme

Haga clic sobre al imagen para dirigirse al formulario o revise el resumen que se encuentra como archivo adjunto




Anexo G. Notificación reporte mensual servicio/ producto no conforme.







Hay un nuevo registro en el formulario

Registro de Servicio/Producto No-Conforme

Haga clic sobre al imagen para dirigirse al formulario o revise el resumen que se encuentra como archivo adjunto




Anexo H. Notificación no conformidades.



Hay un nuevo registro en el formulario



Registro de No-Conformidades

Haga clic sobre al imagen para dirigirse al formulario o revise el resumen que se encuentra como archivo adjunto




GOBERNACIÓN DE ANTIOQUIA UNIDOS

Anexo I. Notificación reporte mensual no conformidades.



Se ha generado el reporte mensual para el formulario



Registro de No-Conformidades

Haga clic sobre al imagen para dirigirse al formulario o revise el resumen que se encuentra como archivo adjunto




GOBERNACIÓN DE ANTIOQUIA UNIDOS

Anexo J. Notificación sistemas.



Hay un nuevo registro en el formulario


Gestión de incidentes y solicitudes de servicios informáticos

Haga clic sobre al imagen para dirigirse al formulario o revise el resumen que se encuentra como archivo adjunto




GOBERNACIÓN DE ANTIOQUIA UNIDOS



Anexo K. Notificación reporte mensual sistemas.



Se ha generado el reporte mensual para el formulario

Gestión de incidentes y solicitudes de servicios informáticos

Haga clic sobre al imagen para dirigirse al formulario o revise el resumen que se encuentra como archivo adjunto

GOBERNACIÓN DE ANTIOQUIA UNIDOS

Anexo L. Notificación biomédica.

Hay un nuevo registro en el formulario

Reporte de Fallas y solicitudes área de
Ingeniería Biomédica

Haga clic sobre la imagen para dirigirse
al formulario o revise el resumen que
se encuentra como archivo adjunto



GOBERNACIÓN DE ANTIOQUIA UNIDOS

Anexo M. Notificación reporte mensual biomédica.

**Se ha generado el reporte mensual para el
formulario**

Reporte de Fallas y solicitudes área de Ingeniería
Biomédica

Haga clic sobre la imagen para dirigirse
al formulario o revise el resumen del mes
que se encuentra como archivo adjunto



GOBERNACIÓN DE ANTIOQUIA UNIDOS

Anexo N. Manual de Usuario del aplicativo



**Manual de Manejo para el sistema de
reporte de fallas del LDSP**