



UTMACH

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

CARRERA DE TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN

Desarrollo de un sistema web y móvil para el monitoreo y control en tiempo real de colmenas utilizando tecnología IoT

**DIAZ SARANGO VICTOR AMABLE
INGENIERO EN TECNOLOGIAS DE LA INFORMACION**

**ZAMBRANO AGUIRRE JANDRY ROBERTO
INGENIERO EN TECNOLOGIAS DE LA INFORMACION**

**MACHALA
2024**



UTMACH

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

CARRERA DE TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN

**Desarrollo de un sistema web y móvil para el monitoreo y control
en tiempo real de colmenas utilizando tecnología IoT**

**DIAZ SARANGO VICTOR AMABLE
INGENIERO EN TECNOLOGIAS DE LA INFORMACION**

**ZAMBRANO AGUIRRE JANDRY ROBERTO
INGENIERO EN TECNOLOGIAS DE LA INFORMACION**

**MACHALA
2024**



UTMACH

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

CARRERA DE TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN

PROPUESTAS TECNOLÓGICAS

**Desarrollo de un sistema web y móvil para el monitoreo y control
en tiempo real de colmenas utilizando tecnología IoT**

**DIAZ SARANGO VICTOR AMABLE
INGENIERO EN TECNOLOGIAS DE LA INFORMACION**

**ZAMBRANO AGUIRRE JANDRY ROBERTO
INGENIERO EN TECNOLOGIAS DE LA INFORMACION**

CARTUCHE CALVA JOFFRE JEORWIN

**MACHALA
2024**

Desarrollo de un sistema web y móvil para el monitoreo y control en tiempo real de colmenas utilizando tecnología IoT

por Victor Amable Diaz Sarango

Fecha de entrega: 03-ago-2024 12:23a.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 2426571865

Nombre del archivo: Trabajo_de_Integraci_n_Curricular-turnitin.pdf (1.98M)

Total de palabras: 11440

Total de caracteres: 65043

Desarrollo de un sistema web y móvil para el monitoreo y control en tiempo real de colmenas utilizando tecnología IoT

INFORME DE ORIGINALIDAD

5%

INDICE DE SIMILITUD

5%

FUENTES DE INTERNET

1%

PUBLICACIONES

0%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

| | | |
|---|---|------|
| 1 | "Inter-American Yearbook on Human Rights / Anuario Interamericano de Derechos Humanos, Volume 14 (1998)", Brill, 2001 Publicación | <1 % |
| 2 | Olaia Fontal. "The Spanish Heritage Education Observatory / El Observatorio de Educación Patrimonial en España", Cultura y Educación, 2015 Publicación | <1 % |
| 3 | Submitted to Corporación Universitaria Minuto de Dios, UNIMINUTO Trabajo del estudiante | <1 % |
| 4 | elgrupo.com.ve Fuente de Internet | <1 % |
| 5 | repositorio.utp.edu.pe Fuente de Internet | <1 % |
| 6 | docplayer.com.br Fuente de Internet | <1 % |
| 7 | panoramaacuicola.com Fuente de Internet | <1 % |

| | | |
|----|--|------|
| 8 | renati.sunedu.gob.pe Fuente de Internet | <1 % |
| 9 | shop.un.org Fuente de Internet | <1 % |
| 10 | vskp.vse.cz Fuente de Internet | <1 % |
| 11 | www.coursehero.com Fuente de Internet | <1 % |
| 12 | www.tesisenred.net Fuente de Internet | <1 % |
| 13 | ciacua.uniandes.edu.co Fuente de Internet | <1 % |
| 14 | epn.org Fuente de Internet | <1 % |
| 15 | es.uncitralrcap.org Fuente de Internet | <1 % |
| 16 | es.unionpedia.org Fuente de Internet | <1 % |
| 17 | giraestudios.wikispaces.com Fuente de Internet | <1 % |
| 18 | repositorio.uap.edu.pe Fuente de Internet | <1 % |
| 19 | rodin.uca.es Fuente de Internet | <1 % |

| | | |
|----|--|------|
| 20 | rraae.cedia.edu.ec Fuente de Internet | <1 % |
| 21 | www.gamerzone.com.mx Fuente de Internet | <1 % |
| 22 | www.lib.utexas.edu Fuente de Internet | <1 % |
| 23 | www.scribd.com Fuente de Internet | <1 % |
| 24 | adultosverbjohn.weebly.com Fuente de Internet | <1 % |
| 25 | core.ac.uk Fuente de Internet | <1 % |
| 26 | doaj.org Fuente de Internet | <1 % |
| 27 | entornorural.blogspot.com Fuente de Internet | <1 % |
| 28 | hse.sdu.nl Fuente de Internet | <1 % |
| 29 | imaggeo.egu.eu Fuente de Internet | <1 % |
| 30 | pesquisa.bvsalud.org Fuente de Internet | <1 % |
| 31 | repositorio.uladech.edu.pe Fuente de Internet | <1 % |

| | | |
|----|---|------|
| 32 | repositorio.unfv.edu.pe Fuente de Internet | <1 % |
| 33 | revista.profesionaldelainformacion.com Fuente de Internet | <1 % |
| 34 | vdocuments.pub Fuente de Internet | <1 % |
| 35 | view.genial.ly Fuente de Internet | <1 % |
| 36 | www.apalancar.org Fuente de Internet | <1 % |
| 37 | www.gobernabilidad.cl Fuente de Internet | <1 % |
| 38 | www.monroeinstitute.org Fuente de Internet | <1 % |
| 39 | www.oecd-ilibrary.org Fuente de Internet | <1 % |
| 40 | www.savethehighseas.org Fuente de Internet | <1 % |
| 41 | www.scilit.net Fuente de Internet | <1 % |
| 42 | (Carlinda Leite and Miguel Zabalza). "Ensino superior: inovação e qualidade na docência", Repositório Aberto da Universidade do Porto, 2012. Publicación | <1 % |

| | | |
|----|--|------|
| 43 | catalonica.bnc.cat Fuente de Internet | <1 % |
| 44 | covid19-evidence.paho.org Fuente de Internet | <1 % |
| 45 | Ishimokawa.net Fuente de Internet | <1 % |
| 46 | negociosycomunicaciones.wordpress.com Fuente de Internet | <1 % |
| 47 | repositorio.tec.mx Fuente de Internet | <1 % |
| 48 | repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet | <1 % |
| 49 | repositorio.upn.edu.pe Fuente de Internet | <1 % |
| 50 | resources.fifa.com Fuente de Internet | <1 % |
| 51 | sada.org.ar Fuente de Internet | <1 % |
| 52 | tornado.dia.fi.upm.es Fuente de Internet | <1 % |
| 53 | www.baluma.net Fuente de Internet | <1 % |
| 54 | www.cadlan.com Fuente de Internet | <1 % |

| | | |
|----|--|------|
| 55 | www.criptonoticias.com Fuente de Internet | <1 % |
| 56 | www.culturaapicola.com.ar Fuente de Internet | <1 % |
| 57 | www.datosir.com Fuente de Internet | <1 % |
| 58 | www.daypo.com Fuente de Internet | <1 % |
| 59 | www.elsevier.es Fuente de Internet | <1 % |
| 60 | www.farmacia.ab.uclm.es Fuente de Internet | <1 % |
| 61 | www.iesam.csic.es Fuente de Internet | <1 % |
| 62 | www.openaccessojs.com Fuente de Internet | <1 % |
| 63 | www.paesaggiourbano.org Fuente de Internet | <1 % |
| 64 | www.portaltransparencia.gob.mx Fuente de Internet | <1 % |
| 65 | www.scoop.it Fuente de Internet | <1 % |
| 66 | www.stuvia.com Fuente de Internet | <1 % |

Excluir citas

Apagado

Excluir coincidencias

Apagado

Excluir bibliografía

Apagado

CLÁUSULA DE CESIÓN DE DERECHO DE PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO DIGITAL INSTITUCIONAL

Los que suscriben, DIAZ SARANGO VICTOR AMABLE y ZAMBRANO AGUIRRE JANDRY ROBERTO, en calidad de autores del siguiente trabajo escrito titulado Desarrollo de un sistema web y móvil para el monitoreo y control en tiempo real de colmenas utilizando tecnología IoT, otorgan a la Universidad Técnica de Machala, de forma gratuita y no exclusiva, los derechos de reproducción, distribución y comunicación pública de la obra, que constituye un trabajo de autoría propia, sobre la cual tienen potestad para otorgar los derechos contenidos en esta licencia.

Los autores declaran que el contenido que se publicará es de carácter académico y se enmarca en las disposiciones definidas por la Universidad Técnica de Machala.

Se autoriza a transformar la obra, únicamente cuando sea necesario, y a realizar las adaptaciones pertinentes para permitir su preservación, distribución y publicación en el Repositorio Digital Institucional de la Universidad Técnica de Machala.

Los autores como garantes de la autoría de la obra y en relación a la misma, declaran que la universidad se encuentra libre de todo tipo de responsabilidad sobre el contenido de la obra y que asumen la responsabilidad frente a cualquier reclamo o demanda por parte de terceros de manera exclusiva.

Aceptando esta licencia, se cede a la Universidad Técnica de Machala el derecho exclusivo de archivar, reproducir, convertir, comunicar y/o distribuir la obra mundialmente en formato electrónico y digital a través de su Repositorio Digital Institucional, siempre y cuando no se lo haga para obtener beneficio económico.



DIAZ SARANGO VICTOR AMABLE

1105204554



ZAMBRANO AGUIRRE JANDRY ROBERTO

0705886232

DEDICATORIA

Este trabajo de titulación va dedicado a una persona muy especial e importante para mí, que gracias a su amor, sacrificio y constante apoyo me ha permitido llegar hasta aquí. Abuela Rosa este trabajo es para ti, todo lo que soy hoy es gracias a ti, gracias por siempre haber estado ahí.

De igual manera este trabajo también es para mi padre Roberto que junto a mi abuela, mis tías, tíos, mis hermanas y mi madre han sabido como apoyarme en lo espiritual y en lo físico. Este trabajo va para ustedes.

Zambrano Aguirre Jandry Roberto

Primeramente, a Dios, por ser mi todo eternamente y mi guía en cada paso de este camino.

A mi querida mamá, por ser un faro de amor y fuerza. Gracias por tu fe inquebrantable, por tu sacrificio constante y por enseñarme que con perseverancia todo es posible. Este logro no es solo mío, es tuyo mamá.

Diaz Sarango Victor Amable

AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mi más profundo agradecimiento a todas las personas que han sido parte de este camino: a mis docentes y mentores, por compartir su conocimiento y guiarme con paciencia y dedicación, a mis amigos, por su compañía, consejos y momentos de distracción que me ayudaron a mantener el equilibrio, a mi familia, por su incondicional apoyo, comprensión y palabras de aliento durante todo este proceso y finalmente, a todas aquellas personas que, de una u otra forma, contribuyeron con su apoyo y confianza en este logro. Gracias a todos por hacer posible la culminación de este importante capítulo en mi vida.

Zambrano Aguirre Jandry Roberto

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a todos los que hicieron posible este logro:

A mi mamá, por su amor, apoyo y sacrificios constantes.

A mi tía María, quien fue como una segunda madre y a mis abuelos, su hogar fue mi refugio, brindándome apoyo incondicional, sustento y cobijo en cada momento.

A mi tutor de tesis, el Ing. Joffre Cartuche, por su paciencia, dedicación y por compartir su valioso conocimiento.

A la Universidad Técnica de Machala, por brindarme la oportunidad de convertirme en Ingeniero en Tecnologías de la Información.

Gracias a cada uno de ustedes por su contribución y confianza en mí. Este triunfo también es suyo.

Diaz Sarango Victor Amable

RESUMEN

El propósito fundamental de este proyecto de investigación es abordar de manera integral los desafíos que enfrenta la apicultura mediante la aplicación de tecnologías avanzadas, como sensores y dispositivos de monitoreo. La esencia de nuestra propuesta radica en la transformación del método tradicional de inspección manual de colmenas, el cual presenta limitaciones y riesgos inherentes. Nos proponemos mejorar la eficiencia en el control y supervisión de las colmenas, destacando la importancia de este enfoque en el contexto actual de la apicultura. La metodología adoptada implica una investigación detallada sobre sensores en el marco del Internet de las Cosas (IoT), con la ejecución de pruebas piloto específicamente diseñadas para entornos apícolas. Buscamos obtener resultados concretos que incluyan el desarrollo de dispositivos de monitoreo altamente eficaces, la reducción significativa de riesgos tanto para apicultores como para colonias de abejas, y la promoción de una gestión apícola más sostenible en general. El desarrollo del sistema integral demostró ser una herramienta efectiva y eficiente para la supervisión y control en tiempo real de colmenas.

La implementación de tecnologías IoT optimizó significativamente la gestión apícola, permitiendo una mayor precisión y rapidez en la toma de decisiones, mejorando así la productividad y sostenibilidad de las colmenas. El prototipo integral del sistema logró una interfaz web y una aplicación móvil intuitivas y funcionales, con la integración de sensores IoT que permitieron la captura y transmisión de datos en tiempo real.

La evaluación del sistema bajo el estándar ISO/IEC 14598 confirmó que el sistema cumple con los criterios de calidad requeridos, validando su fiabilidad, funcionalidad y usabilidad. Este enfoque resalta la trascendencia de la investigación aplicada en la mejora de las prácticas apícolas, estableciendo así un vínculo crucial entre la innovación tecnológica y el progreso socioeconómico en el ámbito apícola. En última instancia, nuestro proyecto busca no solo superar los desafíos actuales en la apicultura, sino también sentar las bases para un futuro más prometedor y sostenible en esta importante industria.

PALABRAS CLAVE

Apicultura inteligente, gestión apícola automatizada, temperatura y humedad en colmenas, IoT en apicultura, sensores en colmenas.

SUMMARY

The fundamental purpose of this research project is to comprehensively address the challenges faced by beekeeping through the application of advanced technologies, such as sensors and monitoring devices. The essence of our proposal lies in the transformation of the traditional method of manual inspection of hives, which presents inherent limitations and risks. We aim to improve efficiency in the control and supervision of hives, highlighting the importance of this approach in the current context of beekeeping. The methodology adopted involves detailed research on sensors within the framework of the Internet of Things (IoT), with the execution of pilot tests specifically designed for beekeeping environments. We seek to obtain concrete results that include the development of highly effective monitoring devices, the significant reduction of risks for both beekeepers and bee colonies, and the promotion of more sustainable bee management in general. The development of the comprehensive system proved to be an effective and efficient tool for real-time supervision and control of hives.

The implementation of IoT technologies significantly optimized beekeeping management, allowing greater precision and speed in decision-making, thus improving the productivity and sustainability of the hives. The comprehensive prototype of the system achieved an intuitive and functional web interface and mobile application, with the integration of IoT sensors that allowed the capture and transmission of data in real time.

The evaluation of the system under the ISO/IEC 14598 standard confirmed that the system meets the required quality criteria, validating its reliability, functionality and usability. This approach highlights the importance of applied research in improving beekeeping practices, thus establishing a crucial link between technological innovation and socioeconomic progress in the beekeeping field. Ultimately, our project seeks to not only overcome the current challenges in beekeeping, but also lay the foundation for a more promising and sustainable future in this important industry.

KEYWORDS

Smart beekeeping, automated beekeeping management, temperature and humidity in hives, IoT in beekeeping, sensors in hives.

ÍNDICE DE CONTENIDO

| | |
|---|----|
| DEDICATORIA..... | 1 |
| AGRADECIMIENTO | 2 |
| RESUMEN | 3 |
| PALABRAS CLAVE..... | 3 |
| SUMMARY | 4 |
| KEYWORDS | 4 |
| ÍNDICE DE CONTENIDO | 5 |
| ÍNDICE DE TABLAS..... | 8 |
| ÍNDICE DE FIGURAS | 9 |
| GLOSARIO | 10 |
| INTRODUCCIÓN..... | 12 |
| i. Declaración y formulación del problema | 13 |
| Declaración del problema..... | 13 |
| Formulación del problema..... | 14 |
| Problema principal..... | 14 |
| Problemas específicos..... | 15 |
| ii. Objeto de estudio y Campo de acción | 15 |
| Objeto de estudio | 15 |
| Campo de acción | 15 |
| iii. Objetivos..... | 15 |
| Objetivo General..... | 15 |
| Objetivos específicos..... | 15 |
| iv. Hipótesis y variables o Preguntas de Investigación..... | 16 |
| Hipótesis..... | 16 |
| Variables y dimensionamiento | 16 |
| v. Justificación | 16 |
| vi. Organización del documento | 17 |
| CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO | 19 |
| 1.1. Antecedentes de la Investigación | 20 |
| 1.1.1. Preguntas de investigación | 20 |
| 1.1.2. Palabras claves y Cadena(s) de búsqueda | 25 |
| 1.1.3. Criterios de inclusión y exclusión | 26 |

| | | |
|--|--|----|
| 1.1.4. | Proceso y resultados de la búsqueda..... | 27 |
| 1.2. | Antecedentes Históricos | 27 |
| 1.3. | Antecedentes teóricos | 28 |
| 1.4. | Antecedentes contextuales..... | 29 |
| 1.4.1. | Ámbito de aplicación..... | 30 |
| 1.4.2. | Establecimiento de requerimientos..... | 30 |
| 1.4.3. | Requerimientos Funcionales..... | 30 |
| 1.4.4. | Requerimientos No Funcionales..... | 31 |
| 1.4.5. | Requerimientos de Desempeño | 31 |
| CAPÍTULO II: DESARROLLLO DEL PROTOTIPO | | 32 |
| 2.1. | Definición del prototipo | 32 |
| 2.2. | Metodología o diseño de investigación | 33 |
| 2.2.1. | Enfoque, alcance y diseño de investigación | 33 |
| | El enfoque de investigación..... | 33 |
| | El alcance de investigación..... | 33 |
| | El diseño de investigación | 34 |
| 2.2.2. | Unidades de análisis | 34 |
| | Población | 34 |
| | Muestra | 34 |
| 2.2.3. | Técnicas e instrumentos de recopilación de datos..... | 34 |
| 2.2.4. | Técnicas de procesamiento de datos para la obtención de resultados | 35 |
| 2.2.5. | Metodología o métodos específicos | 35 |
| | Investigación de Campo | 35 |
| | Investigación Bibliográfica Documental | 35 |
| | Investigación Aplicada | 36 |
| | Metodología SCRUM..... | 36 |
| 2.2.6. | Herramientas y/o Materiales..... | 36 |
| 2.3. | Desarrollo del prototipo..... | 37 |
| 2.3.1. | Fase de inicio | 38 |
| 2.3.2. | Fase de planificación | 38 |
| | Historias de Usuario | 38 |
| | Priorizar tareas y elaborar sprints | 41 |
| 2.3.3. | Fase de Modelado..... | 42 |
| | Modelado de Interfaz de Usuario | 42 |

| | |
|--|----|
| 2.4. Ejecución del prototipo..... | 51 |
| CAPÍTULO III: EVALUACIÓN DEL PROTOTIPO | 56 |
| 3.1. Plan de Evaluación | 56 |
| 3.1.1. Objetivo | 56 |
| 3.1.2. Cronograma | 56 |
| 3.1.3. Evaluación de calidad..... | 57 |
| 3.1.4. Evaluación mediante herramientas..... | 57 |
| 3.1.5. Evaluación de satisfacción del usuario..... | 59 |
| 3.2. Resultados de la evaluación..... | 59 |
| 3.2.1. Resultados Evaluación de calidad | 59 |
| 3.2.2. Resultados de evaluación mediante herramientas | 63 |
| 3.2.3. Evaluación de satisfacción del usuario | 66 |
| CONCLUSIONES..... | 68 |
| RECOMENDACIONES | 69 |
| REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 70 |
| ANEXOS | 72 |
| Anexo 1: Matriz de consistencia | 72 |
| Anexo 2: Instrumentos de recopilación de información..... | 74 |
| Anexo 3: Cronograma | 75 |
| Anexo 4: Presupuesto | 76 |
| Anexo 5: Evaluación de calidad aplicando la norma ISO/IEC 14598 | 77 |
| Anexo 6: Encuesta de satisfacción del usuario – Página Web | 78 |
| Anexo 7: Encuesta de satisfacción del usuario – Aplicación Móvil | 82 |
| Anexo 8: Análisis de encuesta de satisfacción del usuario – Página Web..... | 87 |
| Anexo 9: Análisis de encuesta de satisfacción del usuario – Aplicación Móvil | 90 |
| Anexo 10: Evidencia fotográfica de revisión con tutor | 93 |
| Anexo 11: Evidencia fotográfica de revisión con Cotutor | 94 |
| Anexo 12: Evaluación y revisión del sistema con apicultores locales | 94 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|--|----|
| Tabla 1: Variables y Dimensiones..... | 16 |
| Tabla 2: Preguntas de Investigación en español..... | 21 |
| Tabla 3: Preguntas de Investigación en inglés | 23 |
| Tabla 4: Criterios de inclusión y exclusión en español | 26 |
| Tabla 5: Criterios de inclusión y exclusión en inglés..... | 27 |
| Tabla 6: Técnicas e Instrumentos de recopilación de datos | 35 |
| Tabla 7: Herramientas y/o Materiales | 36 |
| Tabla 8: Etapas y tareas planificadas para el desarrollo del prototipo | 37 |
| Tabla 9: Descripción de la fase de inicio..... | 38 |
| Tabla 10: Historia de Usuario 1..... | 38 |
| Tabla 11: Historia de Usuario 2..... | 38 |
| Tabla 12: Historia de Usuario 3..... | 38 |
| Tabla 13: Historia de Usuario 4..... | 39 |
| Tabla 14: Historia de Usuario 5..... | 39 |
| Tabla 15: Historia de Usuario 6..... | 39 |
| Tabla 16: Historia de Usuario 7..... | 40 |
| Tabla 17: Historia de Usuario 8..... | 40 |
| Tabla 18: Historia de Usuario 9..... | 40 |
| Tabla 19: Historia de Usuario 10..... | 41 |
| Tabla 20: Planificación de sprints | 41 |
| Tabla 21: Cronograma de Plan de Evaluación | 56 |
| Tabla 22: Escala de Likert aplicada a evaluación de calidad | 57 |
| Tabla 23: Métricas de rendimiento mediante la herramienta Google PageSpeed Insights .. | 58 |
| Tabla 24: Detalles de calificación y puntuación de herramienta GTmetrix | 58 |
| Tabla 25: Evaluación de calidad aplicando la norma ISO/IEC 14598 – Página Web..... | 59 |
| Tabla 26: Evaluación de calidad aplicando la norma ISO/IEC 14598 – App móvil..... | 61 |
| Tabla 27: Evaluación de satisfacción del usuario – Página Web | 66 |
| Tabla 28: Evaluación de satisfacción del usuario – App Móvil..... | 67 |
| Tabla 29: Cronograma de actividades | 75 |
| Tabla 30: Presupuesto..... | 76 |
| Tabla 31: Evaluación de calidad según la norma ISO/IEC 14598 | 77 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1: Árbol de Problemas..... | 14 |
| Figura 2: Proceso y resultado de búsqueda: | 27 |
| Figura 3: Variables | 34 |
| Figura 4: Prototipo Login en página web | 42 |
| Figura 5: Prototipo Registro de Usuarios | 42 |
| Figura 6:Resumen - Rol Administrador | 43 |
| Figura 7: Lista de Usuarios..... | 43 |
| Figura 8: Creación de Clientes | 44 |
| Figura 9: Lista de Clientes..... | 44 |
| Figura 10: Creación de Proveedor | 45 |
| Figura 11: Lista de Proveedor | 45 |
| Figura 12: Creación de Productos | 46 |
| Figura 13: Lista de Productos..... | 46 |
| Figura 14: Solicitud de Colmenas – Rol Administrador | 47 |
| Figura 15: Crear solicitud de colmena - Rol Usuario..... | 47 |
| Figura 16: Lista de Colmena - Rol Usuario..... | 48 |
| Figura 17: Control de Temperatura y Humedad en colmena | 48 |
| Figura 18: Vista Principal - App Móvil..... | 49 |
| Figura 19: Login App | 49 |
| Figura 20: Registro de Usuario App..... | 50 |
| Figura 21: Vista principal de usuario | 50 |
| Figura 22: Control de Temperatura y Humedad..... | 51 |
| Figura 23: Login página web..... | 51 |
| Figura 24: Registro de Usuarios | 52 |
| Figura 25: Menú de Inicio | 53 |
| Figura 26: Pantalla principal de administrador..... | 53 |
| Figura 27: Solicitud de Colmenas – Rol Administrador | 54 |
| Figura 28: Crear Solicitud Colmena - Rol Usuario | 54 |
| Figura 29: Control de Temperatura y/o Humedad..... | 55 |
| Figura 30: Control de Temperatura y/o Humedad en App Móvil | 55 |
| Figura 31: Análisis de evaluación de calidad – Página Web..... | 60 |
| Figura 32: Análisis de evaluación de calidad – App Móvil | 62 |
| Figura 33: Resultado evaluación - Google PageSpeed Insights – Página Web..... | 63 |
| Figura 34: Resultado evaluación - Google PageSpeed Insights – App Móvil | 64 |
| Figura 35: Evaluación de funcionalidad de microservicios..... | 65 |
| Figura 36: Nivel de Satisfacción del usuario – Página Web | 66 |
| Figura 37: Nivel de Satisfacción del usuario – App Móvil | 67 |

GLOSARIO

A

Apicultura: Práctica agrícola que se centra en la cría y gestión de colmenas de abejas para la producción de miel y otros productos relacionados, como la cera y la jalea real.

C

Colmena: Estructura donde las abejas viven y trabajan. En términos apícolas, puede incluir panales, abejas obreras, abejas reina y zánganos.

G

Gestión apícola: Conjunto de prácticas y decisiones que los apicultores toman para asegurar la salud de las abejas, maximizar la producción de miel y garantizar la sostenibilidad de la actividad apícola.

M

Monitorización en tiempo real: Proceso continuo de recopilación y análisis de datos en el momento en que se generan, permitiendo respuestas inmediatas a eventos o condiciones cambiantes.

P

Plataforma web: Sistema en línea que proporciona una interfaz para acceder, visualizar y gestionar datos relacionados con el monitoreo de colmenas a través de un navegador web.

Plataforma Móvil: Un entorno que combina hardware, software y servicios para facilitar el desarrollo y la ejecución de aplicaciones en dispositivos móviles, como teléfonos inteligentes y tabletas.

S

Sostenibilidad: Prácticas que buscan mantener la producción apícola a largo plazo sin dañar el medio ambiente ni agotar los recursos disponibles, asegurando la salud continua de las abejas y la calidad de la miel.

Sensores inteligentes: Dispositivos electrónicos capaces de recopilar datos específicos del entorno de las colmenas, como temperatura, humedad y peso, contribuyendo a una gestión más precisa y eficiente.

Sistema integral: Conjunto completo de componentes, herramientas y funciones diseñadas para abordar todas las necesidades del monitoreo y control en tiempo real de colmenas, desde la recolección de datos hasta la gestión de alertas.

T

Temperatura ambiente: Medida de la temperatura circundante en el área donde se encuentran las colmenas, un parámetro relevante para evaluar el bienestar de las abejas.

Interfaz intuitiva: Diseño de la plataforma web y la aplicación móvil que facilita su uso y comprensión, permitiendo a los apicultores interactuar de manera efectiva con el sistema sin necesidad de conocimientos técnicos avanzados.

INTRODUCCIÓN

En los últimos años, la combinación de la tecnología de Internet de las Cosas (IoT) con aplicaciones web y móviles ha dado lugar a avances significativos en diversas áreas, y la apicultura no es una excepción. La implementación de sistemas avanzados para el monitoreo y control en tiempo real de colmenas se ha convertido en una herramienta valiosa para los apicultores, permitiéndoles optimizar la gestión de sus colmenas y mejorar la salud y productividad de las abejas.

El proyecto en cuestión se centra en el diseño y desarrollo de un sistema integral que aprovecha la tecnología IoT para recopilar datos clave desde las colmenas. Sensores inteligentes integrados en las colmenas permiten la monitorización en tiempo real de parámetros como la temperatura, humedad, peso de la colmena, y otros indicadores relevantes para la salud de las abejas y la producción de miel.

La plataforma web proporciona a los apicultores una interfaz intuitiva desde la cual pueden acceder a información detallada sobre cada colmena, recibir alertas en tiempo real sobre condiciones, y realizar ajustes automáticos en el entorno de las colmenas cuando sea necesario. Además, la aplicación móvil brinda a los usuarios la posibilidad de monitorear sus colmenas desde cualquier lugar, proporcionando movilidad y flexibilidad en la gestión apícola.

Este enfoque tecnológico no solo mejora la eficiencia operativa de los apicultores, sino que también contribuye a la sostenibilidad de la apicultura al permitir una gestión más precisa y consciente de los recursos. Al facilitar el monitoreo continuo y el control inmediato, este sistema ofrece una herramienta valiosa para preservar la salud de las abejas y garantizar la producción sostenible de miel.

Para un mayor entendimiento y a modo de resumen de esta introducción, podemos decir que el desarrollo de un sistema web y móvil para el monitoreo y control en tiempo real de colmenas mediante tecnología IoT representa un paso significativo hacia la modernización de la apicultura, fusionando la tradición con la innovación para asegurar un manejo eficiente y sostenible de las colmenas.

i. Declaración y formulación del problema

Declaración del problema

La apicultura desempeña un papel crucial en la polinización y seguridad de la alimentación global, siendo un componente esencial en la producción de alimentos al facilitar la polinización de diversos cultivos. Este servicio de polinización contribuye directamente al crecimiento y desarrollo de frutas, verduras y cultivos diversos, mejorando tanto la calidad como la cantidad de la cosecha. Además de su impacto en la seguridad alimentaria, la apicultura también genera beneficios económicos significativos. Existen numerosos productos provenientes de la apicultura, cada uno con su propio mercado distintivo. Entre estos productos se incluyen el propóleo, la jalea real, la cera de abeja, el veneno de abejas y muchas otras variantes de miel que no están vinculadas al sector alimentario, los cuales representan una importante fuente de ingresos para los apicultores y sus comunidades locales. La demanda creciente de estos productos en mercados nacionales e internacionales no solo fortalece la economía local, sino que también impulsa la sostenibilidad de la actividad apícola. Por lo tanto, al reconocer el valor integral de la apicultura que va más allá de su función en la polinización, se destaca que la apicultura es crucial tanto para tener suficiente comida como para mejorar la economía de las personas que se dedican a esta actividad [1]. Sin embargo, los métodos tradicionales de revisión manual presentan desafíos a nivel nacional y global en las colmenas por parte de los apicultores, una práctica necesaria pero laboriosa, impacta negativamente la eficiencia y salud de las abejas. Este proceso interrumpe el entorno natural de las colonias, generando estrés y aumentando la propensión a enfermedades al exponerlas a patógenos. Además, la alteración constante de la temperatura y la humedad dentro de la colmena, junto con el consumo adicional de energía por parte de las abejas para reconstruir la estructura, afecta su capacidad de recolección de néctar y polen[2].

El riesgo de picaduras y la dedicación de recursos considerables a esta actividad, así como la limitación en la eficiencia del trabajo, destacan la necesidad de abordar este desafío. La utilización de tecnologías modernas, como sensores y dispositivos de monitoreo, se presenta como una solución clave para optimizar la gestión apícola, minimizar el estrés en las abejas, permitir la detección temprana de problemas y fortalecer la sostenibilidad de la apicultura al proporcionar una supervisión continua y reducir la interferencia directa.

Figura 1: Árbol de Problemas



Formulación del problema

Problema principal

¿Cómo mejorar la eficiencia en el cuidado y control de las colmenas en la apicultura, superando los desafíos asociados con la revisión manual, mediante la implementación de tecnologías modernas, como sensores y dispositivos de monitoreo, considerando aspectos de espacio, tiempo y población apícola?

Problemas específicos

- ¿Cuáles son las limitantes y el riesgo específico asociado con la revisión manual de colmenas en apicultura?
- ¿Cómo se pueden diseñar y desarrollar dispositivos IoT efectivos para el monitoreo y control en tiempo real de la temperatura y humedad en colmenas?
- ¿Cuál es el impacto de la variabilidad climática y las condiciones ambientales en la frecuencia y calidad de las inspecciones manuales de colmenas?
- ¿Cómo interactúan los apicultores con las tecnologías implementadas y cuál es su percepción sobre la eficacia de los dispositivos de monitoreo automatizado?
- ¿Cuál es la viabilidad económica y logística de la adopción generalizada de tecnologías IoT en la apicultura a nivel nacional?

ii. Objeto de estudio y Campo de acción

Objeto de estudio

- Tecnologías IoT en la gestión de apicultura inteligente.

Campo de acción

- Incorporación de tecnologías IoT en la creación de una aplicación web y móvil destinada a la gestión inteligente de la apicultura.

iii. Objetivos

Objetivo General

- Crear un sistema integral de supervisión y control en tiempo real de colmenas mediante el desarrollo de una aplicación web y móvil, basada en la tecnología IoT, para la optimización de la gestión apícola.

Objetivos específicos

- Realizar una revisión bibliográfica exhaustiva para fundamentar el estado del arte y marco teórico del desarrollo de sistemas IoT aplicados a la apicultura.
- Elaborar el prototipo integral del sistema, que abarca el diseño de la interfaz web, la aplicación móvil y la integración de sensores de Internet de las Cosas para la captura de datos en tiempo real.
- Implementar las funcionalidades específicas del sistema, asegurando la correcta comunicación entre los diferentes componentes y la fiabilidad en la transmisión de datos.
- Evaluar mediante el estándar ISO/IEC 14598 la tesis planteada.

iv. Hipótesis y variables o Preguntas de Investigación

Hipótesis

El desarrollo de una aplicación web y móvil utilizando tecnologías IoT para el monitoreo y control en tiempo real de colmenas en la apicultura optimiza significativamente el control de las colmenas al proporcionar datos más precisos para la toma de decisiones por parte de los apicultores.

Variables y dimensionamiento

Tabla 1: Variables y Dimensiones

| Variables | Conceptos | Categorías | Indicadores | Técnicas |
|--|--|--|---|--|
| Variable Independiente: Implementación de aplicación web y móvil con IoT | Accesibilidad y usabilidad | -Funcionalidades de la aplicación -Alertas en tiempo real -Facilidad de uso para apicultores | - Capacidad de monitoreo - Evaluación de usabilidad | - Revisión de funcionalidades de la aplicación |
| Variables Dependiente: Producción de miel | - Condiciones ambientales en la colmena. - Cantidad de miel producida | - Actividad de las abejas - Temperatura y humedad - Kilogramos o litros producidos | - Registro de producción - Cantidad y frecuencia de actividad - Monitoreo mediante sensores IoT | - Observación directa en el campo |

v. Justificación

La investigación propuesta sobre la implementación de tecnologías IoT en la apicultura justifica su relevancia en varios aspectos fundamentales.

Desde un punto de vista teórico, esta investigación busca llenar un vacío en el conocimiento científico al explorar la aplicación práctica de tecnologías innovadoras en la gestión apícola. La utilización de sensores y dispositivos de monitoreo representa una innovación en la forma en que se abordan los desafíos tradicionales de la apicultura, ofreciendo nuevas perspectivas y soluciones.

Los motivos para esta investigación surgen del contexto crítico que enfrenta la apicultura a nivel global y nacional. La disminución de poblaciones de abejas y las amenazas a la salud colmenar son preocupaciones fundamentales que requieren soluciones urgentes. De manera específica en el cantón Pindal de la provincia Loja se observan limitantes, un importante

riesgo asociados con la revisión manual de colmenas, impactando significativamente a los apicultores.

La investigación propuesta busca ofrecer una solución práctica a este problema, con el propósito de desarrollar un sistema integral de supervisión y control en tiempo real de colmenas. La metodología implica una revisión bibliográfica exhaustiva, el diseño de la arquitectura del sistema, la planificación y desarrollo del prototipo, y la programación de funcionalidades específicas.

Los beneficios de esta investigación se extienden a apicultores, comunidades, y la sociedad en general. La implementación exitosa de esta tecnología podría mejorar significativamente la eficiencia en la gestión apícola, minimizar el estrés en las colonias y permitir la detección temprana de problemas, contribuyendo así a la salud general de las abejas y fortaleciendo la sostenibilidad de la apicultura.

En términos de relevancia social, los resultados de esta investigación tienen el potencial de trascender a nivel nacional y beneficiar a la sociedad al abordar problemas prácticos y mejorar la calidad de vida de las comunidades apícolas. Además, la investigación puede tener implicaciones prácticas y de desarrollo al impulsar la adopción de tecnologías innovadoras en la apicultura, contribuyendo al avance de prácticas agrícolas sostenibles.

vi. Organización del documento

El presente Proyecto de Integración Curricular está estructurado por una introducción más tres secciones principales, las cuales se detallan a continuación:

Introducción: En la sección de introducción, se aborda la declaración y formulación del problema, se describe el objeto de estudio y el ámbito de investigación, se establecen los objetivos, hipótesis, variables o cuestiones de investigación, se justifica la importancia del proyecto y se presenta la distribución del trabajo de integración curricular.

Capítulo I: El primer capítulo presenta los antecedentes de la investigación, los cuales se generaron mediante la aplicación de la metodología de revisión sistemática de literatura. Esto permitió la construcción de antecedentes históricos, antecedentes teóricos y antecedentes contextuales.

Capítulo II: En este capítulo se detalla el desarrollo del prototipo, se explica la metodología empleada para su desarrollo, se discuten el enfoque, alcance y diseño de la investigación. Además, se describe las unidades de análisis, las técnicas y herramientas utilizadas para recopilar datos, se exponen los métodos de procesamiento de datos para obtener resultados, se presentan los enfoques metodológicos específicos y se ejecuta el prototipo.

Capítulo III: Finalmente se evalúa el prototipo. Aquí se crea un plan de evaluación y se presentan los resultados obtenidos en esta evaluación. Además, se formulan las conclusiones y recomendaciones correspondientes.

CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO

Nuestra investigación se distingue por su originalidad; sin embargo, es fundamental examinar estudios similares para contextualizarla adecuadamente y comprender las diversas dimensiones implicadas en su desarrollo. Esto permitirá establecer aspectos teóricos y, en algunos casos, técnicos, considerando las variables pertinentes para una comprensión más completa del tema.

Según un estudio denominado “Los subproductos de la cera de abejas contrarrestan eficazmente el daño oxidativo inducido por un agente oxidante en los fibroblastos dérmicos humanos” [3], la relevancia de la apicultura va más allá de la producción de miel y cera. En los últimos años, ha surgido un interés creciente en la utilización de los productos apícolas, especialmente el propóleo y la miel, con fines medicinales, destacando su potencial en el manejo y alivio del estrés. Estudios científicos como este han identificado propiedades antiinflamatorias y antioxidantes en estos productos, lo que sugiere su capacidad para contrarrestar los efectos negativos del estrés en el cuerpo humano. La apicultura, al ofrecer recursos naturales con propiedades terapéuticas, se posiciona como una contribución valiosa en el campo de la medicina alternativa y complementaria, abriendo nuevas perspectivas para el abordaje de la salud mental y el bienestar general.

Otros estudios como [4] han demostrado que, el propóleo se ha utilizado en etnobotánica y prácticas tradicionales y actualmente se considera una fuente de Fito terapéuticos. Este compuesto resinoso, recolectado por las abejas, ha capturado la atención de la comunidad científica debido a sus propiedades antimicrobianas, antiinflamatorias y antioxidantes. Su rica composición química lo posiciona como un recurso prometedor para el desarrollo de productos farmacéuticos y suplementos nutricionales, brindando así beneficios potenciales para la salud humana. La convergencia entre el conocimiento tradicional y la investigación científica respalda la creciente consideración del propóleo como una valiosa herramienta en la búsqueda de enfoques terapéuticos naturales.

A pesar de los avances científicos que respaldan las propiedades terapéuticas de los productos apícolas, es importante señalar que, en la gran mayoría de los apiarios a nivel mundial, las revisiones periódicas siguen siendo llevadas a cabo de manera manual. Aunque la investigación ha revelado el potencial medicinal de los productos de las abejas, la

implementación generalizada de métodos automatizados o tecnologías avanzadas en la gestión de colmenas aún no es predominante. La práctica tradicional de revisar manualmente los apiarios sigue siendo una práctica arraigada, quizás debido a la naturaleza artesanal de la apicultura y la relación estrecha entre los apicultores y sus colmenas. Esta dicotomía entre el conocimiento científico y las prácticas tradicionales destaca la necesidad de una mayor integración y difusión de las innovaciones tecnológicas en la apicultura para optimizar tanto la producción como la aplicación de los beneficios terapéuticos que estos productos pueden ofrecer[5].

Además de no haberse implementado técnicas automatizadas en el control de las colmenas, [6] indican que mantener la salud de las colonias de abejas es un desafío cada vez mayor en muchas partes del mundo y por ende existe una disminución global de polinizadoras.

El proyecto de investigación se enfoca en el desarrollo de un sistema de monitoreo apícola que utiliza tecnología IoT para recopilar datos en tiempo real de las colmenas. Este enfoque se alinea con las tendencias actuales en la aplicación de IoT en la agricultura, donde la monitorización remota y el control automatizado están ganando importancia.

El sistema propuesto incluye la adquisición y procesamiento de datos a través de sensores de temperatura, humedad y peso, lo que refleja la importancia de la monitorización de múltiples variables para evaluar el estado de las colmenas.

1.1. Antecedentes de la Investigación

A continuación, se llevará a cabo el proceso de Revisión Sistemática de la Literatura (RSL), el cual consta de diversas etapas. Estas etapas abarcan desde la formulación de preguntas de investigación, la identificación de términos clave y la creación de una cadena de búsqueda, hasta la aplicación de criterios para determinar la inclusión o exclusión de información pertinente. Por último, se abordará la ejecución de la búsqueda y se compartirán los resultados obtenidos.

1.1.1. Preguntas de investigación

A continuación, se presentan las interrogantes en la investigación junto a su descripción y motivación.

En español:

Tabla 2: Preguntas de Investigación en español

| Pregunta de investigación | Descripción y motivación |
|--|--|
| RQ1. ¿Cuáles son las perspectivas propuestas para mejorar la integración y la comunicación entre ER y la ingeniería de seguridad en el proceso de ingeniería de requisitos de los sistemas críticos para la seguridad? | El objetivo de esta pregunta es conocer y evaluar las perspectivas propuestas para mejorar la integración y la comunicación entre ER y la ingeniería de seguridad. |
| RQ2. ¿Cuáles son los beneficios clave de utilizar Internet de las Cosas para monitoreo y control de las colmenas? | La utilización del Internet de las Cosas (IoT) para el monitoreo y control de colmenas proporciona beneficios significativos, como la capacidad de supervisar remotamente en tiempo real las condiciones de las colmenas, optimizar factores ambientales para el bienestar de las abejas, recibir alertas automáticas en casos de emergencia, mejorar la eficiencia en la gestión mediante la toma de decisiones informadas, prevenir enfermedades con detección temprana, optimizar el uso de recursos y realizar un seguimiento del rendimiento a lo largo del tiempo. Esta tecnología ofrece un enfoque inteligente y tecnológico para la apicultura, contribuyendo a la sostenibilidad y eficiencia operativa. |
| RQ3. ¿Cómo influye el uso de IoT en el monitoreo y control de las colmenas? | El uso de esta tecnología en la supervisión y control de colmenas permite recopilar datos en tiempo real sobre condiciones ambientales y actividad de las abejas. Esto facilita la optimización de las condiciones, la detección temprana de problemas y la recepción de alertas |

| Pregunta de investigación | Descripción y motivación |
|--|---|
| | <p>automáticas para una intervención rápida. Además, contribuye a la toma de decisiones informadas, la prevención de enfermedades y la eficiencia en la gestión apícola, mejorando globalmente el rendimiento del apiario. En resumen, el IoT revoluciona el manejo de colmenas al proporcionar información precisa y oportuna.</p> |
| <p>RQ4. ¿Cuáles son los posibles desafíos que se presentan al introducir sensores de monitoreo en una colmena?</p> | <p>La introducción de sensores de monitoreo en colmenas enfrenta desafíos como la resistencia de las abejas, la durabilidad y protección de los dispositivos, el consumo eficiente de energía, la minimización de interferencias en las actividades normales de las abejas, la gestión de la conectividad y la transmisión de datos, el costo inicial y la capacitación necesaria, así como preocupaciones sobre la privacidad y seguridad de los datos. Además, se debe prestar atención a la calibración precisa de los sensores para evitar interpretaciones erróneas. Superar estos desafíos es esencial para garantizar que la implementación de sensores beneficie tanto la salud de las abejas como la eficiencia en la gestión apícola.</p> |
| <p>RQ5. ¿Cómo se puede adaptar el uso de IoT a las condiciones reales de gestión apícola?</p> | <p>Para adaptar con éxito esta tecnología a las condiciones reales de gestión apícola, es esencial seleccionar sensores resistentes y eficientes, garantizar una conectividad robusta, gestionar eficientemente la energía, integrar la tecnología con sistemas existentes, proporcionar capacitación y soporte técnico, implementar medidas de seguridad de datos, evaluar el</p> |

| Pregunta de investigación | Descripción y motivación |
|---------------------------|---|
| | costo-beneficio, y adoptar soluciones escalables. Estos elementos aseguran una implementación efectiva del IoT, mejorando la eficiencia operativa, la toma de decisiones y la salud de las colmenas, mientras se minimizan posibles obstáculos prácticos. |

En inglés:

Tabla 3: Preguntas de Investigación en inglés

| Research question | Description and motivation |
|--|--|
| RQ1. What are the proposed perspectives to improve the integration and communication between ER and safety engineering in the requirements engineering process of safety-critical systems? | The objective of this question is to know and evaluate the perspectives proposed to improve the integration and communication between ER and safety engineering. |
| RQ2. What are the key benefits of using the Internet of Things for hive monitoring and control? | The use of the Internet of Things (IoT) for the monitoring and control of hives provides significant benefits, such as the ability to remotely monitor hive conditions in real time, optimize environmental factors for the well-being of bees, receive automatic alerts in emergency cases, improve management efficiency by making informed decisions, prevent diseases with early detection, optimize the use of resources and track performance over time. This technology offers a smart and technological approach to beekeeping, contributing to sustainability and operational efficiency. |

| Research question | Description and motivation |
|---|---|
| RQ3. How does the use of IoT influence the monitoring and control of hives? | The use of this technology in the supervision and control of hives allows real-time data to be collected on environmental conditions and bee activity. This makes it easy to optimize conditions, detect problems early, and receive automatic alerts for rapid intervention. In addition, it contributes to informed decision-making, disease prevention and efficiency in beekeeping management, globally improving apiary performance. In summary, IoT revolutionizes hive management by providing accurate and timely information. |
| RQ4. What are the possible challenges that arise when introducing monitoring sensors into a hive? | The introduction of monitoring sensors in hives faces challenges such as the resistance of the bees, the durability and protection of the devices, the efficient consumption of energy, the minimization of interference in the normal activities of the bees, the management of connectivity and the data transmission, the initial cost and necessary training, as well as concerns about data privacy and security. Additionally, attention must be paid to accurate calibration of the sensors to avoid misinterpretations. Overcoming these challenges is essential to ensure that sensor implementation benefits both bee health and efficiency in beekeeping management. |
| RQ5. How can the use of IoT be adapted to the real conditions of beekeeping management? | To successfully adapt this technology to real beekeeping management conditions, it is essential to select robust and efficient sensors, ensure robust connectivity, efficiently manage energy, integrate the technology with existing systems, provide training and |

| Research question | Description and motivation |
|-------------------|---|
| | technical support, implement safety measures. data, evaluate cost-benefit, and adopt scalable solutions. These elements ensure effective IoT implementation, improving operational efficiency, decision-making and hive health, while minimizing potential practical obstacles. |

1.1.2. Palabras claves y Cadena(s) de búsqueda

La estrategia de búsqueda se centrará en utilizar términos clave específicos vinculados al desarrollo de una sistema o prototipo que se enfoque en el monitoreo y control en tiempo real de las colmenas. Se utilizarán diversas plataformas de bases de datos académicas, entre las cuales se incluyen Google Académico, Web Of Science, E-Libro, Scopus y Fielweb +Plus, para llevar a cabo la búsqueda bibliográfica. Para algunas bases de búsqueda se puede utilizar los siguientes conectores para la búsqueda de artículos y bibliografía referente, OR o AND:

Cadena de búsqueda en español:

("Apicultura" OR "Monitoreo")

AND

("Sensores de Colmena" OR "Sensores en Colmenas")

AND

("Eficiencia Apícola" OR "Gestión Apícola")

AND

("Innovación en Apicultura" OR "Control Automático de Colmenas")

AND

("Monitoreo Ambiental en Colmenas" OR "Temperatura y Humedad en Colmenas")

AND

("Bienestar de las Abejas" OR "Tecnologías Modernas en Apicultura")

Cadena de búsqueda en inglés:

("Beekeeping" OR "Monitoring")

AND

("Hive Sensors" OR "Hive Sensors")

AND

("Beekeeping Efficiency" OR "Beekeeping Management")

AND

("Innovation in Beekeeping" OR "Automatic Hive Control")

AND

("Environmental Monitoring in Hives" OR "Temperature and Humidity in Hives")

AND

("Bee Welfare" OR "Modern Technologies in Beekeeping")

1.1.3. Criterios de inclusión y exclusión

En español:

Tabla 4: Criterios de inclusión y exclusión en español

| # | Criterio de inclusión |
|---|--|
| 1 | Investigaciones publicadas en revistas científicas |
| 2 | Estudios que abordan en los objetivos la automatización |
| 3 | Estudio publicado en cualquier año no mayor a 5 años de antigüedad |
| 4 | Estudios que relacionan Apicultura y Automatización |
| 5 | Estudios que relacionan IoT y Apicultura |
| # | Criterio de exclusión |
| 1 | Estudios de nivel secundario |
| 2 | Artículos con menos de 3 páginas |
| 3 | Estudios que contengan más de una copia |
| 4 | Estudios evidentemente irrelevantes, en base a las preguntas planteadas en la investigación. |
| 5 | Publicaciones de las cuales no se podía acceder al texto |

En inglés:

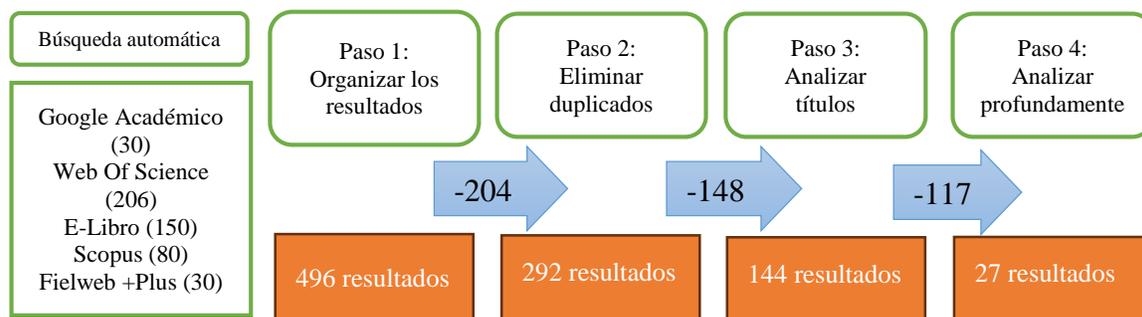
Tabla 5: Criterios de inclusión y exclusión en inglés

| # | Inclusion Criteria |
|---|---|
| 1 | Research published in scientific journals |
| 2 | Studies that address automation in objectives |
| 3 | Study published in any year no older than 5 years |
| 4 | Studies that relate Beekeeping and Automation |
| 5 | Studies that relate IoT and Beekeeping |

| # | Exclusion Criteria |
|---|---|
| 1 | Secondary level studies |
| 2 | Articles with less than 3 pages |
| 3 | Studies containing more than one copy |
| 4 | Obviously irrelevant studies, based on the questions posed in the research. |
| 5 | Publications for which the text could not be accessed |

1.1.4. Proceso y resultados de la búsqueda

Figura 2: Proceso y resultado de búsqueda:



1.2. Antecedentes Históricos

La apicultura ha sido una práctica histórica que se remonta a civilizaciones antiguas, donde las abejas y sus colmenas han sido valoradas por su producción de miel y otros productos derivados como la cera, polen, propóleo, etc. A lo largo de la historia, se han desarrollado diversas técnicas y métodos para el manejo de colmenas, con el objetivo de mantener la salud, rentabilidad y productividad de las abejas.

Ante la creciente disminución de enjambres en 2009 un estudio realizado por Nicola Gallai, Jean-Michel Salles, Josef Settele y Bernard E. Vaissière argumentó que la evaluación monetaria está directamente relacionada con los valores informados de la dependencia de la producción agrícola del nivel de polinización[7].

Sin embargo, en Latinoamérica, menos del 40% de las colmenas son rentables, con una producción mínima de miel de 25 kilogramos al año. Esta situación es comparable a la de Colombia, donde, a pesar del aumento en el número de colmenas, que creció de 89.000 en 2010 a 140.000 en 2019, la rentabilidad sigue siendo baja[8].

Un análisis entre los diferentes planteamientos y arquitecturas sobre propuestas de dispositivos para monitoreo en tiempo real de las colmenas en 2015 proporcionó un ambiente de partida para los apicultores al momento de automatizar sus colmenas[9].

En el ámbito de la salud de las abejas, en 2015 se hicieron estudios de vigilancia por medio de sensores en las colmenas para identificar factores de cambio en los estados de salud de poblaciones concretas[10].

En el año 2016 se realizó un estudio de apicultura de precisión en el cual uno de los objetivos del seguimiento es la identificación remota de enjambres de colonias de abejas, ya que éste es uno de los factores que puede reducir significativamente la rentabilidad. Para identificar la dinámica de la temperatura y sus patrones para la detección de enjambres, se monitorearon constantemente diez colonias durante cuatro meses[11].

Así mismo, en 2019 se hicieron observaciones sobre el uso de sensores en las colmenas para el monitoreo y control de las abejas y su comportamiento con los dispositivos[12].

Estudios recientes del año 2022, también abordan el ámbito de monitoreo de las colmenas en beneficio de los apicultores y la gestión automatizada de las mismas[13].

1.3. Antecedentes teóricos

Es relevante definir conceptos fundamentales relacionados con el IoT, la monitorización y control en tiempo real y los sistemas web y móviles para la visualización y gestión de datos. Además, es importante incluir información sobre las tecnologías específicas que se planean utilizar, como Arduino y las plataformas de desarrollo web y móvil.

El proyecto se basa en una metodología de investigación exploratoria que sirve como punto de partida para generar productos tecnológicos. Se destaca la relevancia de incorporar factores climáticos y sensores que registren el recuento de abejas, el peso de la colmena, la

temperatura interna y la humedad relativa al dispositivo de monitoreo. Esto se hace para analizar cómo estos elementos afectan el comportamiento de la colmena.

Abejas: Las abejas, que pertenecen a la especie *Apis mellifera* y a la orden Hymenoptera, son insectos sociales. Forman colonias o familias que pueden tener entre 20.000 y 50.000 miembros, compuestas por una reina y muchos miles de zánganos y obreras[14].

La apicultura: Se refiere al estudio y la práctica de la cría de abejas para la producción de miel, cera, polen y otros productos. Comprender la biología y el comportamiento de las abejas, así como las condiciones óptimas para su desarrollo, es fundamental para la construcción de software de monitoreo y control efectivos[15].

Apicultor: El apicultor es la persona encargada de llevar a cabo la tarea de crianza y cuidado de las abejas, las tareas realizadas como la recolección de miel, desinfección de colmenares o trashumancia mantienen la dinámica de trabajo que se ha empleado durante décadas[16].

Tecnología IoT: Hace referencia a la conexión de dispositivos físicos mediante internet, posibilitando la recopilación y el intercambio de datos entre ellos. En el contexto de la apicultura, la IoT se utiliza para la monitorización remota de variables ambientales y el control automatizado de las colmenas, lo que proporciona información en tiempo real para la toma de decisiones[17].

Aplicación Web: Hace referencia a un software que codificado en un lenguaje específico y que a su vez éste es compatible con los navegadores web y la ejecución también se realiza por medio de un navegador web[18].

Aplicación Móvil: Una aplicación móvil es un software que de igual manera está diseñado para ser ejecutado en smartphones de acuerdo con su desarrollo pueden ser compatibles en diferentes Sistemas Operativos generalmente Android y iOS y a su vez posibilitan que el usuario realice diversas tareas de cualquier índole[18].

1.4. Antecedentes contextuales

En el campo de la apicultura, la revisión manual de las colmenas ha sido una práctica tradicional que ha enfrentado desafíos significativos. Estudios estadísticos muestran que las colonias son cada vez más vulnerables y la producción de miel disminuye debido a la falta de inspecciones regulares[1].

Los apicultores se enfrentan a riesgos inminentes como picaduras de abejas y estrés causado por manipular constantemente las colmenas. Además, es difícil detectar enfermedades o

plagas en etapas tempranas, ya que los síntomas pueden pasar desapercibidos en inspecciones visuales rápidas. Investigaciones anteriores en el ámbito de la apicultura han resaltado la necesidad de abordar estos problemas mediante la incorporación de tecnologías modernas. La introducción de sensores y dispositivos de monitoreo ofrece una solución prometedora para mejorar la eficiencia y salud de las colmenas[19].

Estudios previos han explorado los beneficios del uso de telemetría y recopilación de datos en tiempo real, destacando su capacidad para proporcionar información precisa y oportuna. Desde una perspectiva empresarial, surgen preguntas clave sobre la viabilidad económica de adoptar estas soluciones tecnológicas, así como sobre la disposición y aceptación por parte de los apicultores para integrar estas innovaciones en sus prácticas diarias. En este escenario, este proyecto se basa en evidencias que resaltan la importancia de avanzar hacia métodos más tecnológicos en la apicultura, con el objetivo de superar los obstáculos asociados a la inspección manual de colmenas[1].

1.4.1. Ámbito de aplicación

Nuestra tesis se centra en la implementación de tecnologías modernas, específicamente sensores y dispositivos de monitoreo, para mejorar la eficiencia y la salud de las colmenas en la apicultura. La aplicación de estas tecnologías se extiende a la gestión apícola, abordando desafíos como la revisión manual laboriosa y consumidora de tiempo, la exposición a riesgos durante la inspección de las colmenas, la limitación en el monitoreo eficiente y la detección temprana de enfermedades o plagas

1.4.2. Establecimiento de requerimientos

1.4.3. Requerimientos Funcionales

- **Sistema de Monitoreo en Tiempo Real:** El sistema debe permitir el monitoreo en tiempo real de las condiciones de cada colmena. Además, debe proporcionar información detallada sobre temperatura, humedad y otras variables relevantes y finalmente debe ser accesible a través de una aplicación móvil y una plataforma web.
- **Alertas y Notificaciones:** El sistema debe enviar alertas automáticas sobre el estado de la colmena. Los apicultores deben recibir notificaciones en tiempo real a través de la plataforma web.
- **Integración de Sensores** Se requiere la integración de sensores de temperatura y humedad en cada colmena.

Los sensores deben ser eficientes en el consumo de energía para garantizar una operación prolongada.

- **Interfaz Intuitiva** La aplicación móvil y la plataforma web deben tener una interfaz de usuario intuitiva y fácil de usar para apicultores de diferentes niveles de experiencia.

1.4.4. Requerimientos No Funcionales

- **Seguridad de Datos**

La plataforma debe garantizar la seguridad y privacidad de los datos recopilados.

Se deben implementar medidas de cifrado para proteger la información sensible.

- **Disponibilidad del Sistema**

El sistema debe tener una alta disponibilidad para garantizar el monitoreo constante de las colmenas.

Se deben implementar medidas de respaldo para evitar interrupciones en el servicio.

- **Escalabilidad:**

El sistema debe ser escalable para adaptarse al crecimiento futuro del número de colmenas monitoreadas.

Se deben considerar soluciones que permitan una fácil expansión.

- **Compatibilidad con Dispositivos:**

La aplicación móvil debe ser compatible con las principales plataformas (iOS y Android).

La plataforma web debe ser accesible desde los navegadores comunes.

1.4.5. Requerimientos de Desempeño

- **Tiempo de Respuesta:**

La aplicación móvil y la plataforma web deben tener tiempos de respuesta rápidos para una experiencia de usuario fluida.

El sistema de monitoreo en tiempo real debe actualizar la información al menos cada 5 minutos.

- **Precisión de los Sensores:**

Los sensores de temperatura y humedad deben tener una precisión aceptable para asegurar la fiabilidad de los datos recopilados.

CAPÍTULO II: DESARROLLO DEL PROTOTIPO

2.1. Definición del prototipo

Tiempo Real

El prototipo del sistema de monitoreo y control de colmenas en tiempo real es una versión inicial y funcional de la aplicación web y móvil, junto con la infraestructura de sensores IoT integrada en las colmenas. Este prototipo tiene como objetivo demostrar las capacidades esenciales del sistema y validar su viabilidad técnica antes de la implementación completa. A continuación, se detallan los aspectos clave de la definición del prototipo:

Características Principales

Monitoreo en Tiempo Real: El prototipo permite la visualización en tiempo real de las condiciones ambientales de las colmenas, incluyendo datos de temperatura, humedad y otras variables relevantes.

Alertas Automáticas: Implementa alertas automáticas para notificar a los apicultores sobre condiciones o problemas detectados en alguna colmena.

Interfaz de Usuario Simplificada: La interfaz de usuario en la app móvil y la plataforma web están diseñadas de manera intuitiva, asegurando la accesibilidad y facilidad de uso.

Sensores Integrados

Pruebas de Sensores: Se realizan pruebas con sensores de temperatura y humedad para garantizar su correcto funcionamiento y precisión en la recopilación de datos.

Integración con Plataforma: Los sensores están integrados con la plataforma, proporcionando datos en tiempo real para su visualización y análisis.

Comunicación entre Componentes

Pruebas de Comunicación: Se llevan a cabo pruebas exhaustivas para garantizar una comunicación efectiva entre la aplicación móvil, la plataforma web y los sensores IoT.

Transferencia de Datos Segura: Se implementan medidas de seguridad para garantizar la transferencia segura de datos entre los diferentes componentes del sistema.

Pruebas de Usabilidad

Sesiones de Prueba: Se realizarán sesiones de prueba con apicultores seleccionados para evaluar la usabilidad y recopilar comentarios sobre la experiencia de usuario.

Ajustes Iterativos: Basándose en los comentarios recibidos, se realizarán ajustes iterativos en el diseño y la funcionalidad del prototipo.

El prototipo constituirá una herramienta crucial para validar la viabilidad del proyecto, identificar posibles mejoras y asegurar que el sistema final cumpla con las expectativas y necesidades de los usuarios finales, en este caso, los apicultores y las comunidades apícolas.

2.2. Metodología o diseño de investigación

2.2.1. Enfoque, alcance y diseño de investigación

El enfoque de investigación

En esta investigación, se acogerá un enfoque de investigación mixto que adopta métodos cuantitativos y cualitativos para abordar de manera completa la evaluación de un sistema destinado a mejorar la gestión apícola [20]. La decisión de utilizar un enfoque mixto se basa en la reconocida necesidad de ir más allá de las simples mediciones cuantitativas, como la producción de miel, para comprender a fondo las percepciones y experiencias de los apicultores en relación con el sistema propuesto [21].

El enfoque mixto permitirá realizar una evaluación cuantitativa exhaustiva del rendimiento del sistema, considerando aspectos clave como la producción de miel, las condiciones ambientales en las colmenas y la actividad de las abejas [22]. Al mismo tiempo, se llevará a cabo una exploración cualitativa para comprender la percepción de los apicultores en cuanto a la usabilidad, facilidad de uso y los beneficios percibidos del sistema.

Esta combinación de enfoques no solo facilitará la obtención de datos cuantificables sobre el rendimiento del sistema, sino que también capturará de manera significativa las perspectivas y experiencias subjetivas de los apicultores [23].

Este enfoque enriquecerá la comprensión global del impacto del sistema en la gestión apícola y proporcionará una base sólida para futuras investigaciones en el campo.

El alcance de investigación

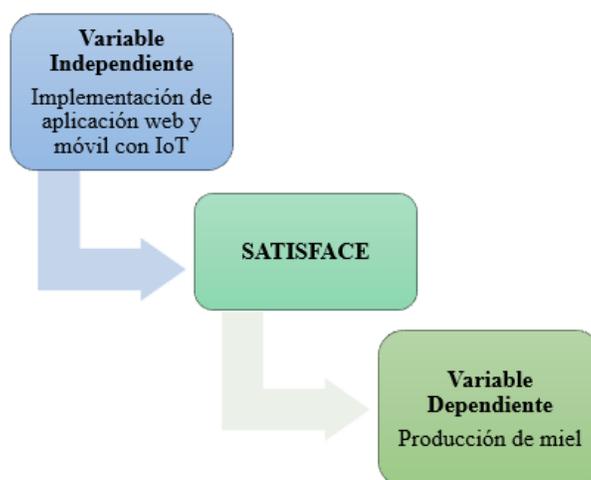
El alcance que se adoptará en la investigación será exploratorio, según [24] esto nos permitirá obtener una comprensión profunda de la disposición de los apicultores para adoptar la tecnología IoT en el monitoreo de colmenas, así mismo explorará aspectos desconocidos o subestimados relacionados con la aceptación de la tecnología.

El diseño de investigación

El diseño de investigación será cuasi-experimental. Deliberadamente se modificará al menos una variable independiente con el fin de analizar cómo esto influye en las variables dependientes.

Este diseño permitirá evaluar el impacto del sistema de monitoreo en las variables específicas sin necesidad de asignación aleatoria de grupos, siendo adecuado para la naturaleza de la investigación en este contexto[25].

Figura 3: Variables



2.2.2. Unidades de análisis

Población

Apicultores de los apiarios de la comunidad "El Naranjito" de la parroquia Milagros del cantón Pindal, Loja.

Muestra

Dado que la población de apicultores en la comunidad es inferior a 30 unidades, se ha decidido tomar toda la población como muestra para garantizar la representatividad de la muestra y obtener una visión exhaustiva de las opiniones y prácticas de los apicultores en la zona.

2.2.3. Técnicas e instrumentos de recopilación de datos

Las técnicas a utilizar serán tanto la encuesta que nos proporcionará datos cuantitativos sobre las prácticas apícolas y desafíos percibidos por los apicultores, y la observación ya que esta

nos permite una comprensión más directa de las prácticas apícolas al observarlas en tiempo real. La grabación en video ayudará a capturar detalles visuales importantes.

Tabla 6: Técnicas e Instrumentos de recopilación de datos

| Técnica | Instrumento |
|----------------|--|
| Observación | Guía de observación de prácticas apícolas, lista de control para inspecciones, video cámara para grabar inspecciones |
| Encuesta | Cuestionario para apicultores sobre prácticas y desafíos. |

2.2.4. Técnicas de procesamiento de datos para la obtención de resultados

Para el procesamiento y análisis de los datos recopilados durante la investigación, se emplea el servicio de Microsoft Office, Excel. Esta plataforma proporciona un ambiente amigable para la tabulación de datos obtenidos a través de encuestas y permite realizar análisis estadísticos detallados.

2.2.5. Metodología o métodos específicos

Investigación de Campo

Se emplea la investigación de campo para obtener información directa y específica relacionada con los objetivos del proyecto. Esto implica acudir a la empresa donde se desarrollan los hechos. Se utilizarán las siguientes herramientas:

- **Observación:** Para obtener datos de primera mano sobre los procesos y contextos relevantes
- **Encuesta:** Para recopilar información estructurada directamente de los actores clave en la empresa.

Investigación Bibliográfica Documental

Con el propósito de enriquecer la investigación, se realizará una investigación bibliográfica documental. Esto implica la obtención de información teórica proveniente de diversas fuentes, como bases de datos bibliográficas, repositorios académicos y publicaciones en línea. Se asegurará la validez y confiabilidad de todas las fuentes consultadas [26].

Investigación Aplicada

Se llevará a cabo una investigación aplicada para aplicar los conocimientos adquiridos durante la formación académica y obtener resultados óptimos para la empresa. La implementación se centrará en el desarrollo de una aplicación web de página única (SPA).

Metodología SCRUM

Se adopta una metodología ágil, SCRUM, para gestionar el desarrollo de la aplicación web y móvil SPA. SCRUM proporciona un marco de trabajo flexible y orientado a resultados, especialmente beneficioso para proyectos con requisitos cambiantes [27]. Las fases clave de SCRUM serán:

1. Creación del Backlog del Producto: El propietario del producto definirá una lista priorizada de características deseadas, conocida como el backlog del producto.
2. Planificación del Sprint: El equipo de desarrollo se reunirá para planificar el sprint, seleccionando elementos del backlog del producto para trabajar durante ese periodo.
3. Ejecución del Sprint: El equipo de desarrollo trabajará en los elementos seleccionados durante el sprint.
4. Reuniones Diarias de Pie: Encuentros diarios para discutir el progreso, identificar obstáculos y planificar el trabajo futuro.
5. Revisión del Sprint: Al final del sprint, se presentarán los resultados al propietario del producto y a otros interesados.
6. Retrospectiva del Sprint: Reflexión sobre el sprint y la identificación de áreas de mejora para el próximo ciclo.

2.2.6. Herramientas y/o Materiales

Tabla 7: Herramientas y/o Materiales

| Categoría | Herramientas y/o materiales |
|-----------|---|
| Software | Node js Angular Express Mongo DB Node Red Visual Studio Code |

| | |
|-----------|---|
| Hardware | Ordenador Personal ESP32 Sensores |
| Lenguajes | TypeScript JavaScript |

2.3. Desarrollo del prototipo

En el contexto de Scrum, es esencial mantener una comunicación precisa y una coordinación efectiva entre el equipo de desarrollo y el propietario del proyecto. Para lograr esto, se sigue una guía claramente definida que describe las etapas y tareas planificadas para el desarrollo, detallada en la Tabla 8.

Tabla 8: Etapas y tareas planificadas para el desarrollo del prototipo

| INICIO | |
|-----------------------------------|--|
| Planteamiento de requisitos | Se definen los requerimientos mediante entrevistas y conversaciones con el grupo de interesados. |
| Identificación de interesados | Identificar el Scrum Máster e interesados en el desarrollo del proyecto. |
| Formación del equipo | Formación de personal del equipo Scrum. |
| Planificación del proyecto | Organizar las fechas para planes de lanzamientos. |
| PLANIFICACIÓN | |
| Elaborar historias de usuario | Asignar historias de usuario para la elaboración de tareas. |
| Creación de iteraciones y módulos | Distribuir tareas según fechas determinadas. |
| Estimación de tareas | Enlistar lista de pendientes de Sprint. |
| IMPLEMENTACIÓN | |
| Generación de entregables | Crear los entregables para socializar con el grupo de interesados. |
| Reunión con cliente | Diálogo con la parte interesada para revisión de avances de proyecto. |
| REVISIÓN Y RETROSPECTIVA | |
| Validación de Sprints | Demostración y validación de los Sprint |
| Correcciones | Retrospectiva de Sprint y enlistar las correcciones a realizar. |
| LANZAMIENTO | |
| Generación de entregable final | Envío de entregables al cliente. |
| Presentación del producto | Retrospectiva del producto final. |

2.3.1. Fase de inicio

Tabla 9: Descripción de la fase de inicio

| Rol | Encargado(s) |
|----------------------|------------------------------|
| Scrum Master | Zambrano Jandry |
| Dueño del producto | Diaz Victor |
| Equipo de desarrollo | Zambrano Jandry, Díaz Victor |

2.3.2. Fase de planificación

Historias de Usuario

Tabla 10: Historia de Usuario 1

| Historia de Usuario | |
|--|---|
| Numero: 1 | Usuario: Coordinación de Marketing |
| Nombre de Historia: Inicio de sesión | |
| Prioridad: Alta | Riesgo en desarrollo: Bajo |
| Requerimiento Funcional: RF-01 | |
| Programador encargado: Zambrano Jandry | |
| Descripción: Se debe permitir que los usuarios registrados accedan a la plataforma proporcionando su correo electrónico y contraseña. | |
| Observaciones: El sistema debe comprobar que el correo electrónico proporcionado sea un correo electrónico válido y esté registrado en la base de datos de usuarios antes de permitir el acceso a la plataforma | |

Tabla 11: Historia de Usuario 2

| Historia de Usuario | |
|---|---|
| Numero: 2 | Usuario: Coordinación de Marketing |
| Nombre de Historia: Registro de usuarios | |
| Prioridad: Alta | Riesgo en desarrollo: Bajo |
| Requerimiento Funcional: RF-02 | |
| Programador encargado: Diaz Victor | |
| Descripción: Los usuarios deben ser capaces de registrarse, pero la nueva cuenta tiene que ser validada por un administrador de la plataforma para que le asigne un rol y permita su ingreso | |
| Observaciones: Cuando un usuario cree su nueva cuenta, este no debe ser capaz de ingresar a la plataforma, hasta que su cuenta sea validada | |

Tabla 12: Historia de Usuario 3

| Historia de Usuario | |
|----------------------------|--------------------------|
| Numero: 3 | Usuario: Gerencia |

| | |
|--|-----------------------------------|
| Nombre de Historia: Roles de usuario | |
| Prioridad: Alta | Riesgo en desarrollo: Bajo |
| Requerimiento Funcional: RF-03 | |
| Programador encargado: Zambrano Jandry | |
| Descripción: Se requiere que la aplicación admita múltiples usuarios con diferentes roles y permisos. Estos roles mostrarán ciertas secciones dentro de la plataforma | |
| Observaciones: Los supervisores deben tener la capacidad de acceder y visualizar el panel de métricas, y exclusivamente los administradores deberán contar con los permisos necesarios para gestionar a los usuarios. | |

Tabla 13: Historia de Usuario 4

| | |
|--|-----------------------------------|
| Historia de Usuario | |
| Numero: 4 | Usuario: Gerencia |
| Nombre de Historia: Gestión de usuarios | |
| Prioridad: Alta | Riesgo en desarrollo: Bajo |
| Requerimiento Funcional: RF-04 | |
| Programador encargado: Diaz Victor | |
| Descripción: Los administradores de la plataforma tendrán la facultad de crear cuentas de usuario adicionales y asignarlas a sus colegas. Asimismo, contarán con la capacidad de editar los campos de todas las cuentas de usuario existentes. Únicamente los administradores estarán autorizados para asignar roles y activar cuentas dentro de la plataforma. | |
| Observaciones: La vista de gestión de usuarios solo la podrán ver los administradores. | |

Tabla 14: Historia de Usuario 5

| | |
|---|-----------------------------------|
| Historia de Usuario | |
| Numero: 5 | Usuario: Vendedor |
| Nombre de Historia: Gestión de cuenta | |
| Prioridad: Alta | Riesgo en desarrollo: Bajo |
| Requerimiento Funcional: RF-05 | |
| Programador encargado: Zambrano Jandry | |
| Descripción: Permitir a los usuarios visualizar y editar sus propios datos de cuenta | |
| Observaciones: Se deben mostrar los datos de cuenta, pero no los campos de estado y rol deben estar bloqueados | |

Tabla 15: Historia de Usuario 6

| | |
|---|---|
| Historia de Usuario | |
| Numero: 6 | Usuario: Coordinación de Marketing |
| Nombre de Historia: Gestión de servicios | |
| Prioridad: Alta | Riesgo en desarrollo: Bajo |
| Requerimiento Funcional: RF-06 | |

| |
|--|
| Programador encargado: Diaz Victor |
| Descripción: Permitir a los usuarios agregar y administrar la información de los servicios que ofrecen. |
| Observaciones: Permitir a los usuarios definir detalles como el precio, la duración y las ubicaciones disponibles para cada servicio. |

Tabla 16: Historia de Usuario 7

| Historia de Usuario | |
|---|---|
| Numero: 7 | Usuario: Coordinación de Marketing |
| Nombre de Historia: Gestión de leads (clientes potenciales) | |
| Prioridad: Alta | Riesgo en desarrollo: Bajo |
| Requerimiento Funcional: RF-07 | |
| Programador encargado: Diaz Victor | |
| Descripción: Los usuarios tendrán la capacidad de crear nuevos Leads, así como de editar la información de estos, incluyendo los datos del Lead y la etapa de negociación en la que se encuentran. | |
| Observaciones: Se debe mostrar en un panel los leads y las etapas en la que se encuentran | |

Tabla 17: Historia de Usuario 8

| Historia de Usuario | |
|---|---|
| Numero: 8 | Usuario: Coordinación de Marketing |
| Nombre de Historia: Gestión de tareas | |
| Prioridad: Alta | Riesgo en desarrollo: Bajo |
| Requerimiento Funcional: RF-06 | |
| Programador encargado: Zambrano Jandry | |
| Descripción: Se debe permitir a los usuarios asignar tareas y actividades de promoción y venta a los clientes potenciales. | |
| Observaciones: La nueva tarea debe tener título, descripción, fecha, cliente potencial al que pertenece la tarea y el usuario a cargo de cumplirla | |

Tabla 18: Historia de Usuario 9

| Historia de Usuario | |
|--|---|
| Numero: 9 | Usuario: Coordinación de Marketing |
| Nombre de Historia: Visualización general | |
| Prioridad: Alta | Riesgo en desarrollo: Alto |
| Requerimiento Funcional: RF-05 | Definición de interacción: 1 |
| Programador encargado: Diaz Victor | |

| |
|---|
| Descripción: Mostrar de manera general todos los aspectos del programa por medio de un dashboard que muestre los registros tanto de clientes, proveedores, productos y usuarios. |
| Observaciones: Debe haber un Dashboard general y fácil de entender, que muestre la información del programa |

Tabla 19: Historia de Usuario 10

| Historia de Usuario | |
|---|---|
| Numero: 10 | Usuario: Coordinación de Marketing |
| Nombre de Historia: Visualización de métricas | |
| Prioridad: Alta | Riesgo en desarrollo: Alto |
| Requerimiento Funcional: RF-06 | |
| Programador encargado: Zambrano Jandry | |
| Descripción: Permitir la visualización de informes para los usuarios, que incluyan datos sobre efectividad del monitoreo y cumplimiento de tareas. | |
| Observaciones: Debe haber realizar un Dashboard con las mediciones de rendimiento | |

Priorizar tareas y elaborar sprints

Tabla 20: Planificación de sprints

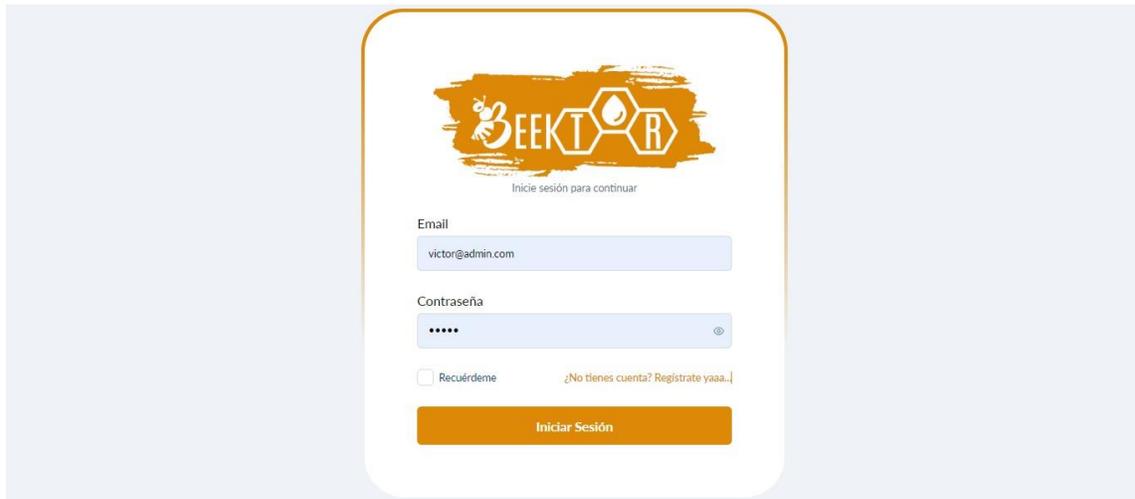
| Entorno | Enunciado del ítem | Tarea | Estado | Horas | INICIO | FIN |
|-------------|--|-------|------------|-------|------------|------------|
| Web y Móvil | Configurar el proyecto, crear repositorio y rama principal | 1 | Completado | 12 | 08/12/2023 | 11/12/2023 |
| | Crear Rutas del proyecto | 2 | Completado | 10 | 11/12/2023 | 11/12/2023 |
| | Configurar variables de estilos con tailwind css | 3 | Completado | 13 | 12/12/2023 | 14/12/2023 |
| | Crear el layout del proyecto | 4 | Completado | 14 | 14/12/2023 | 15/12/2023 |
| | Maquetar el Header y agregarlo al layout | 5 | Completado | 16 | 15/12/2023 | 17/12/2023 |
| | Maquetar el menú de navegación y agregarlo al layout | 6 | Completado | 20 | 17/12/2023 | 21/12/2023 |
| | Maquetar Componentes de formulario | 7 | Completado | 12 | 22/12/2023 | 24/12/2023 |
| | Maquetar login | 8 | Completado | 14 | 26/12/2023 | 27/12/2023 |
| | Maquetar sign up | 9 | Completado | 14 | 27/12/2023 | 28/12/2023 |
| | Maquetar configuración | 10 | Completado | 14 | 28/12/2023 | 29/12/2023 |
| | Maquetar leads | 11 | Completado | 13 | 02/01/2024 | 04/01/2024 |
| | Maquetar Tareas | 12 | En Proceso | 13 | 04/01/2024 | 05/01/2024 |
| | Maquetar Servicios | 13 | En Proceso | 13 | 06/01/2024 | 08/01/2024 |
| | Maquetar Panel | 14 | En Proceso | 13 | 09/01/2024 | 13/01/2024 |
| | Maquetar Usuarios | 15 | Completado | 13 | 14/01/2024 | 16/01/2024 |
| | Conectar el front-end con el hosting a utilizar | 16 | Completado | 12 | 15/01/2024 | 15/01/2024 |

2.3.3. Fase de Modelado

Modelado de Interfaz de Usuario

Página Web

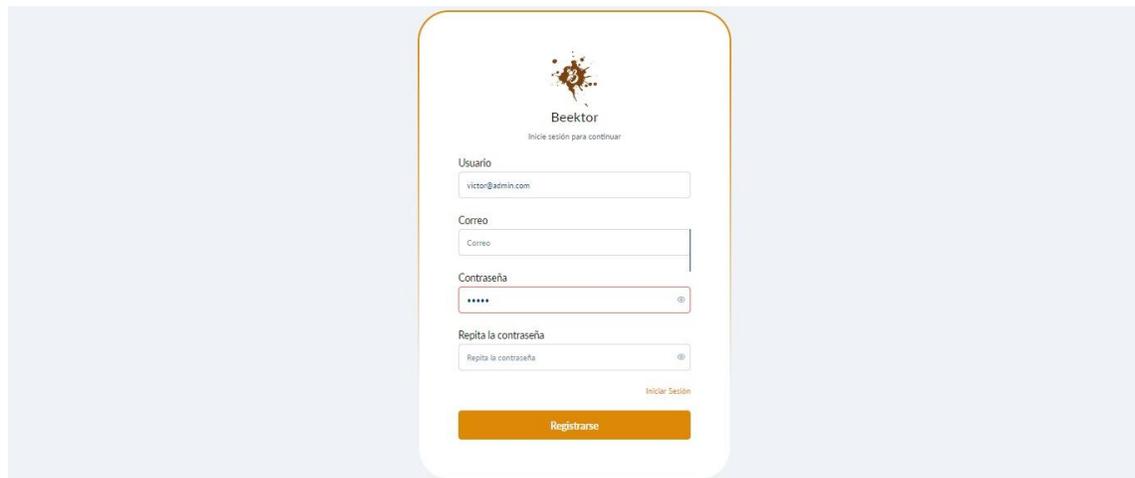
Figura 4: Prototipo Login en página web



Prototipo de Login en página web. El formulario está centrado en un recuadro blanco con bordes redondeados y una sombra. En la parte superior, hay un logo con el texto 'BEEKTOR' y un insecto. Debajo del logo, el texto 'Inicie sesión para continuar' indica el propósito de la pantalla. El formulario contiene los siguientes elementos:

- Etiqueta 'Email' con un campo de entrada que contiene 'victor@admin.com'.
- Etiqueta 'Contraseña' con un campo de entrada que muestra cinco asteriscos y un ícono para alternar la visibilidad.
- Un checkbox etiquetado 'Recuérdeme'.
- Un enlace que dice '¿No tienes cuenta? Regístrate yaaa..!'
- Un botón naranja con el texto 'Iniciar Sesión'.

Figura 5: Prototipo Registro de Usuarios



Prototipo de Registro de Usuarios. El formulario está centrado en un recuadro blanco con bordes redondeados y una sombra. En la parte superior, hay un logo con el texto 'Beektor' y un insecto. Debajo del logo, el texto 'Inicie sesión para continuar' indica el propósito de la pantalla. El formulario contiene los siguientes elementos:

- Etiqueta 'Usuario' con un campo de entrada que contiene 'victor@admin.com'.
- Etiqueta 'Correo' con un campo de entrada que contiene 'Correo'.
- Etiqueta 'Contraseña' con un campo de entrada que muestra cinco asteriscos y un ícono para alternar la visibilidad.
- Etiqueta 'Repita la contraseña' con un campo de entrada que contiene 'Repita la contraseña'.
- Un botón naranja con el texto 'Regístrate'.

Figura 6: Resumen - Rol Administrador

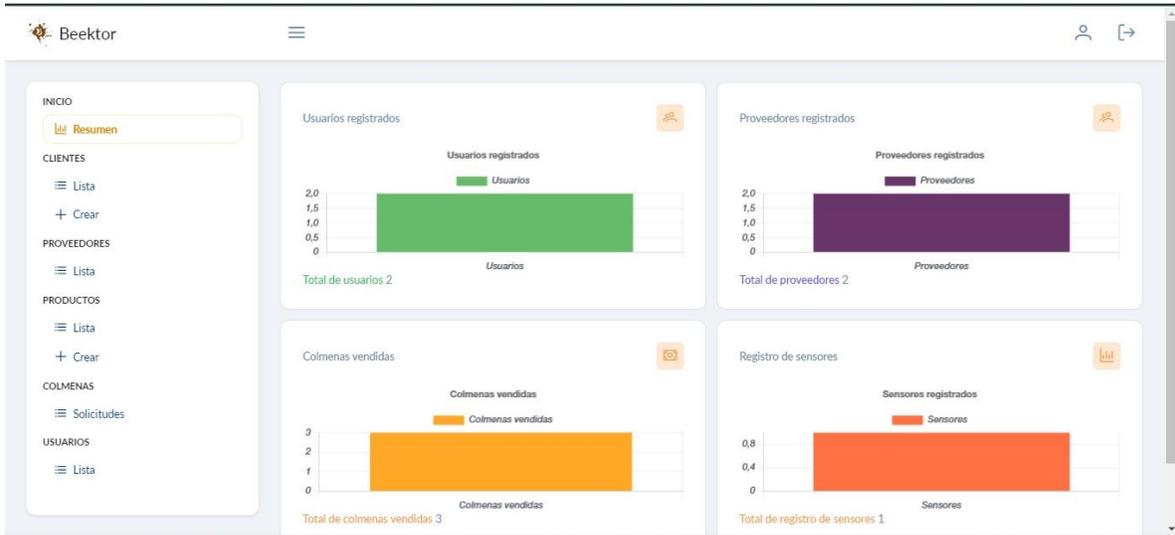


Figura 7: Lista de Usuarios

The user list page includes a sidebar menu and a main content area with a table and a summary message.

| Usuario | Correo | Rol | Acciones |
|---------|------------------|---------------|----------|
| Victor | victor@admin.com | Administrador | ✓ |
| Jandry | jandry@user.com | Usuario | ✓ |

En total hay 2 usuarios.

Figura 8: Creación de Clientes

Beektor

INICIO

- Resumen

CLIENTES

- Lista
- Crear**

PROVEEDORES

- Lista

PRODUCTOS

- Lista
- Crear

COLMENAS

- Solicitudes

USUARIOS

- Lista

Crear Cliente

Cédula: 070554488

Nombre: Jandry

Apellido: Zambrano

Dirección: Santa Rosa

Teléfono: 0995714314

Correo: jandry@user.com

Guardar

BEEKTOR S.A.

Figura 9: Lista de Clientes

Beektor

INICIO

- Resumen

CLIENTES

- Lista**
- Crear

PROVEEDORES

- Lista

PRODUCTOS

- Lista
- Crear

COLMENAS

- Solicitudes

USUARIOS

- Lista

Limpiar Filtros

Buscar

| Nombre | Apellido | Cédula | Dirección | Teléfono | Correo | Fecha Registro | Acciones |
|--------|----------|------------|------------|------------|-----------------|---------------------|----------|
| Jandry | Zambrano | 1105204554 | Santa Rosa | 0995714314 | jandry@user.com | 19/02/2024 10:28 PM | |

En total hay 1 clientes

BEEKTOR S.A.

Figura 10: Creación de Proveedor

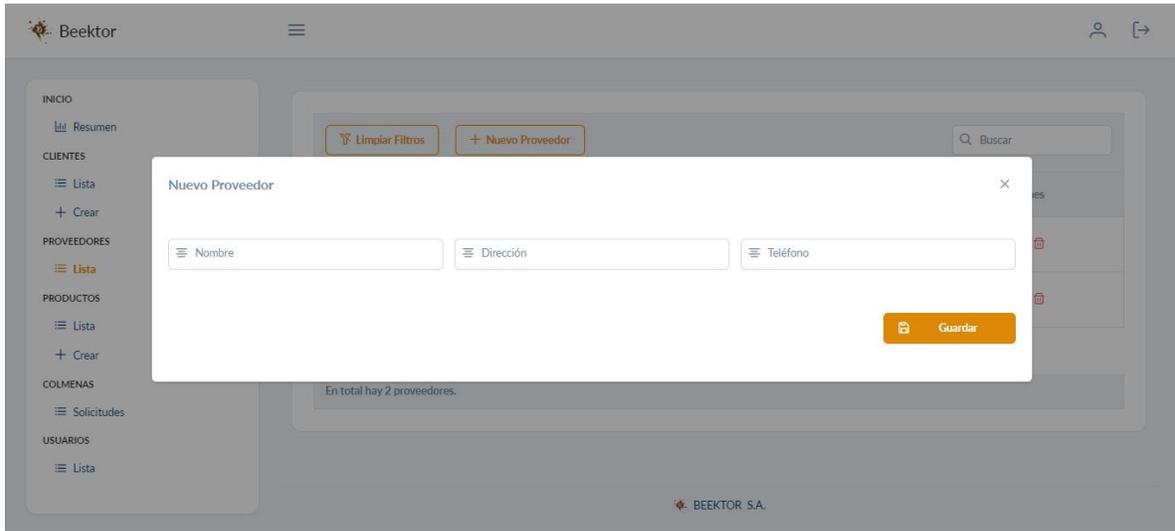


Figura 11: Lista de Proveedor

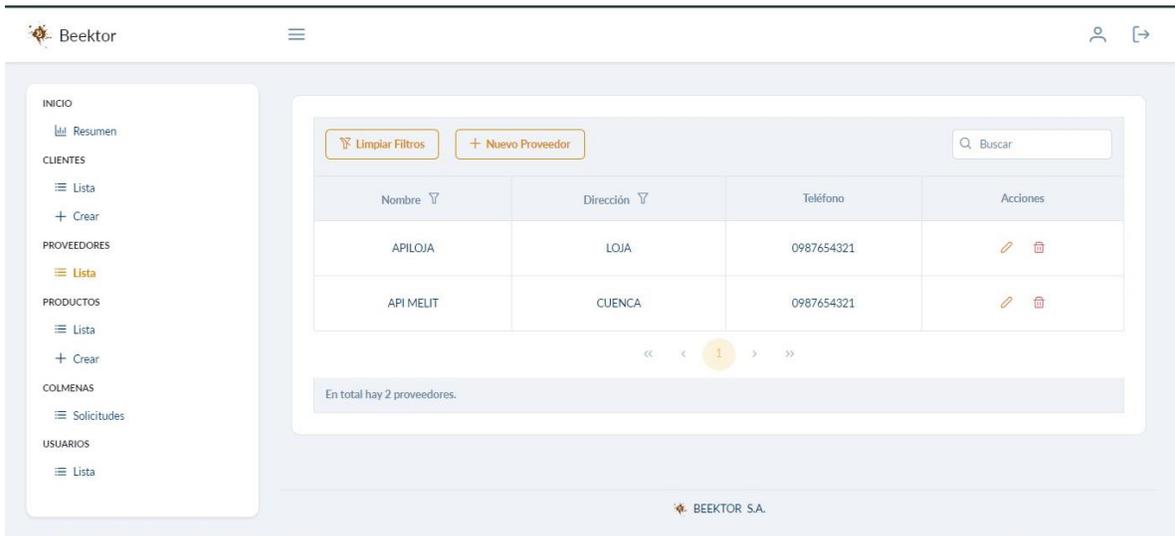


Figura 12: Creación de Productos

The screenshot shows the 'Crear Producto' form in the Beektor application. The form is located in the main content area and contains the following fields:

- Nombre (Text input)
- Detalle (Text input)
- Stock (Text input)
- Categoría (Dropdown menu)
- Proveedores (Dropdown menu)
- Precio (Text input)

A 'Guardar' button is located at the bottom right of the form. The left sidebar contains navigation options for INICIO, CLIENTES, PROVEEDORES, PRODUCTOS, COLMENAS, and USUARIOS. The 'PRODUCTOS' section is currently active, and the '+ Crear' option is highlighted. The footer of the application displays 'BEEKTOR S.A.' and the URL 'localhost:4200/productos/nuevo'.

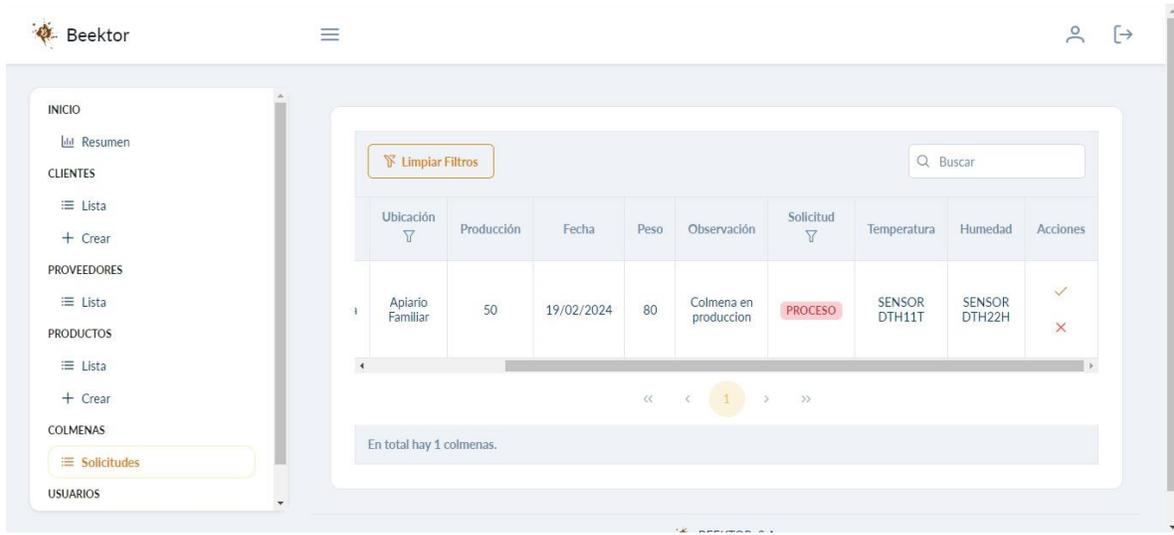
Figura 13: Lista de Productos

The screenshot shows the 'Lista de Productos' view in the Beektor application. The table displays the following data:

| Nombre | Detalle | Stock | Categoría | Proveedor | Precio | Acciones |
|---------------|------------------------|-------|-------------|-----------|--------|-----------------|
| SENSOR DTH11T | COMPATIBLE CON ARDUINO | 10 | TEMPERATURA | APILOJA | 10 | [Edit] [Delete] |
| SENSOR DTH11H | COMPATIBLE CON ARDUINO | 10 | HUMEDAD | APILOJA | 10 | [Edit] [Delete] |
| SENSOR DTH22T | COMPATIBLE CON ESP32 | 20 | TEMPERATURA | API MELIT | 20 | [Edit] [Delete] |
| SENSOR DTH22H | COMPATIBLE CON ESP32 | 20 | HUMEDAD | API MELIT | 20 | [Edit] [Delete] |

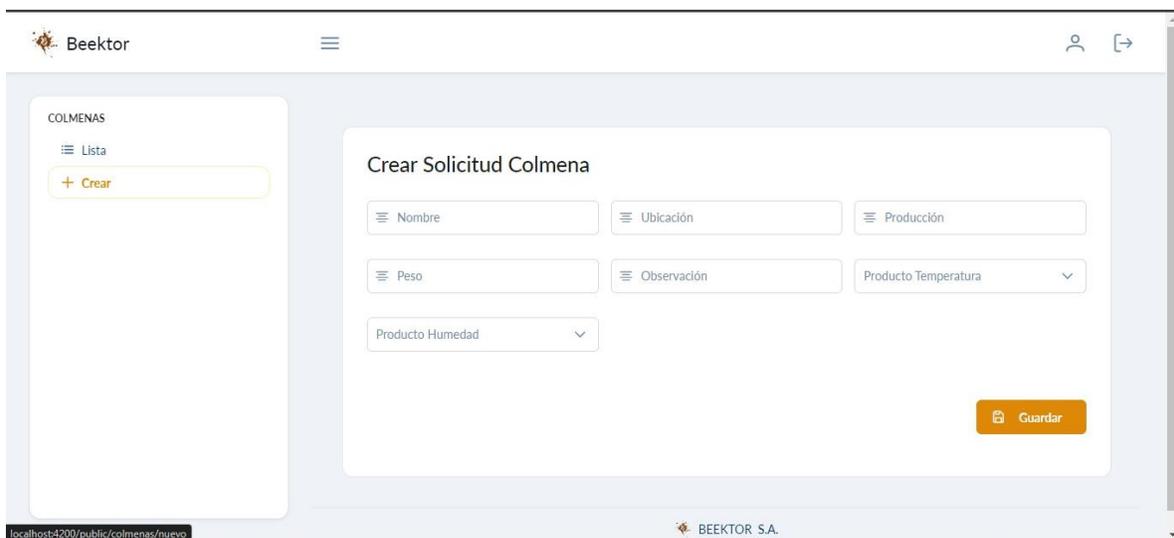
The table includes a 'Limpiar Filtros' button and a search bar. The footer of the table indicates 'En total hay 4 productos.' The left sidebar contains navigation options for INICIO, CLIENTES, PROVEEDORES, PRODUCTOS, COLMENAS, and USUARIOS. The 'PRODUCTOS' section is currently active, and the 'Lista' option is highlighted. The footer of the application displays 'BEEKTOR S.A.' and the URL 'localhost:4200/productos/nuevo'.

Figura 14: Solicitud de Colmenas – Rol Administrador



| Ubicación | Producción | Fecha | Peso | Observación | Solicitud | Temperatura | Humedad | Acciones |
|------------------|------------|------------|------|-----------------------|-----------|---------------|---------------|----------|
| Aulario Familiar | 50 | 19/02/2024 | 80 | Colmena en producción | PROCESO | SENSOR DTH11T | SENSOR DTH22H | ✓ ✗ |

Figura 15: Crear solicitud de colmena - Rol Usuario



Crear Solicitud Colmena

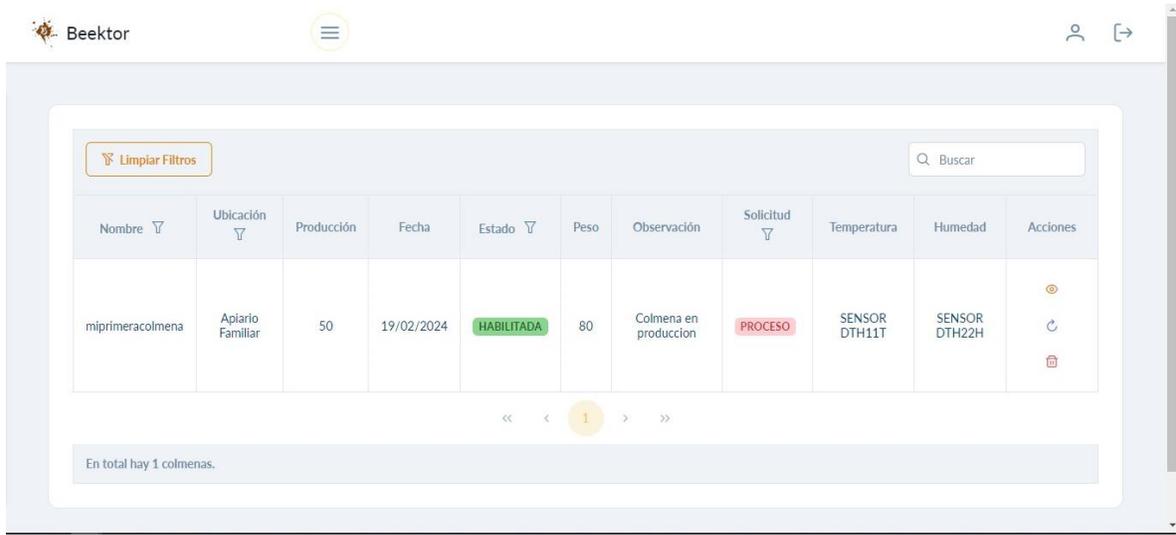
Nombre Ubicación Producción

Peso Observación Producto Temperatura

Producto Humedad

Guardar

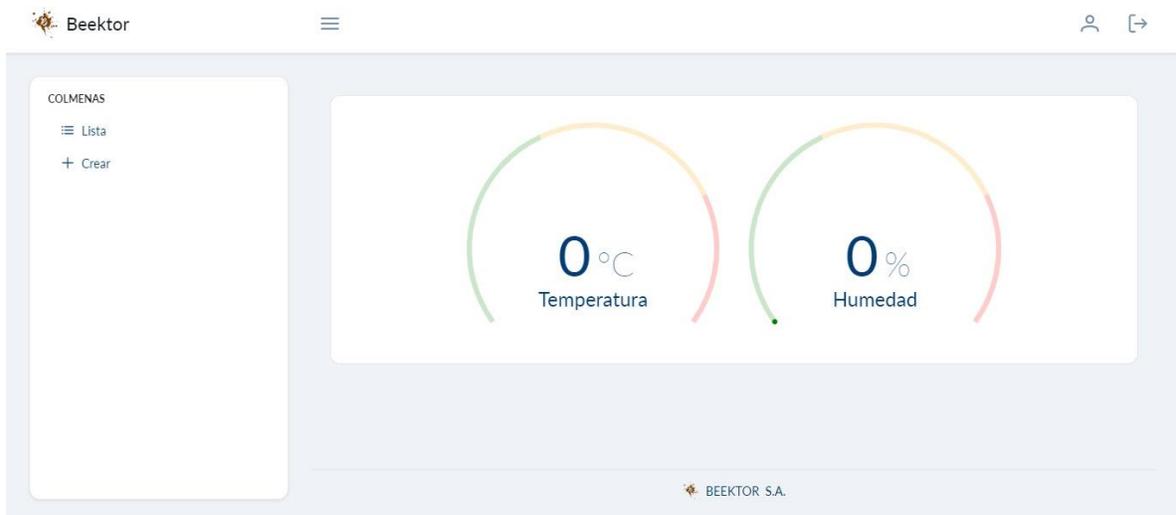
Figura 16: Lista de Colmena - Rol Usuario



| Nombre | Ubicación | Producción | Fecha | Estado | Peso | Observación | Solicitud | Temperatura | Humedad | Acciones |
|-----------------|------------------|------------|------------|------------|------|-----------------------|-----------|---------------|---------------|---|
| miprimercolmena | Apiario Familiar | 50 | 19/02/2024 | HABILITADA | 80 | Colmena en producción | PROCESO | SENSOR DTH11T | SENSOR DTH22H |    |

En total hay 1 colmenas.

Figura 17: Control de Temperatura y Humedad en colmena



App Móvil

Figura 18: Vista Principal - App Móvil

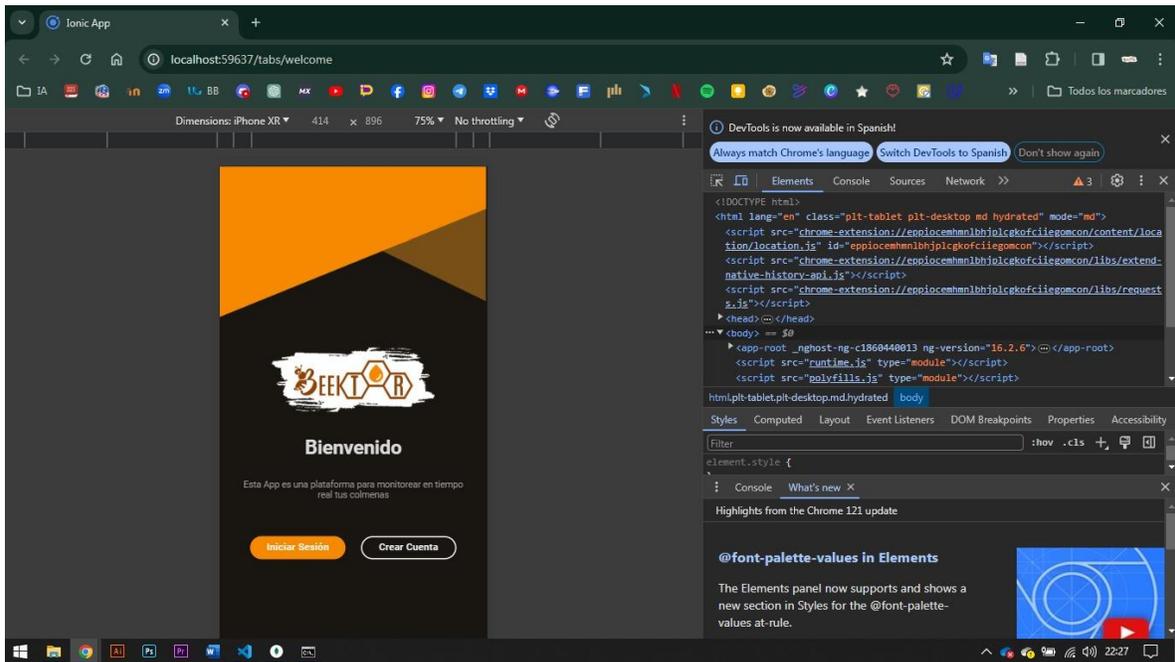


Figura 19: Login App

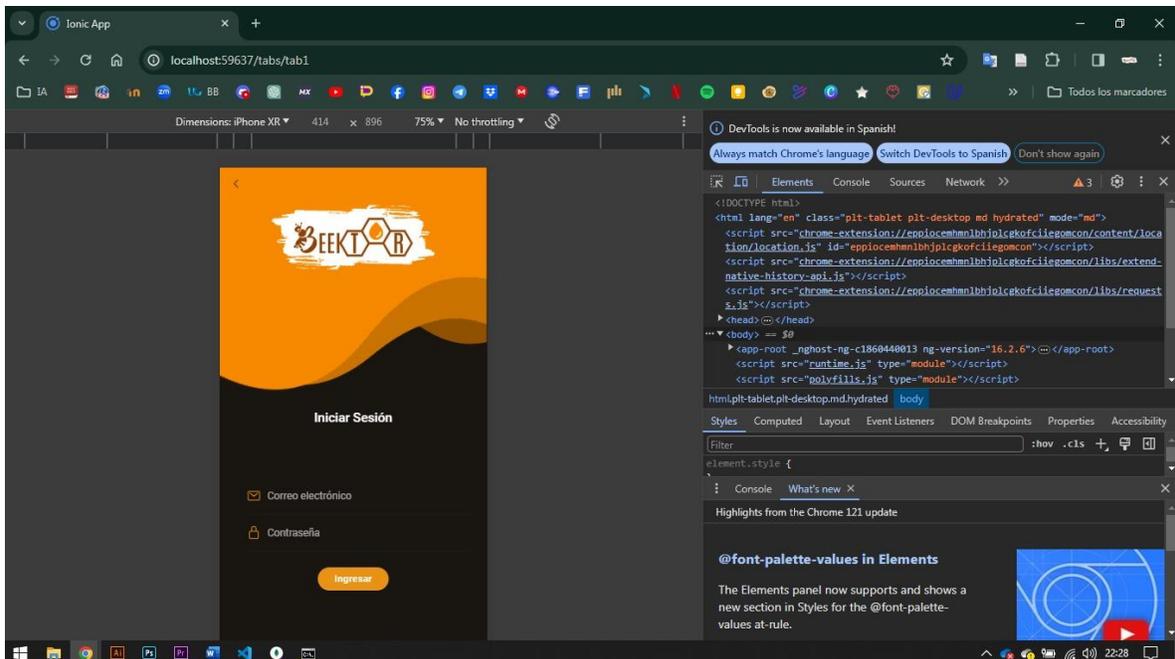


Figura 20: Registro de Usuario App

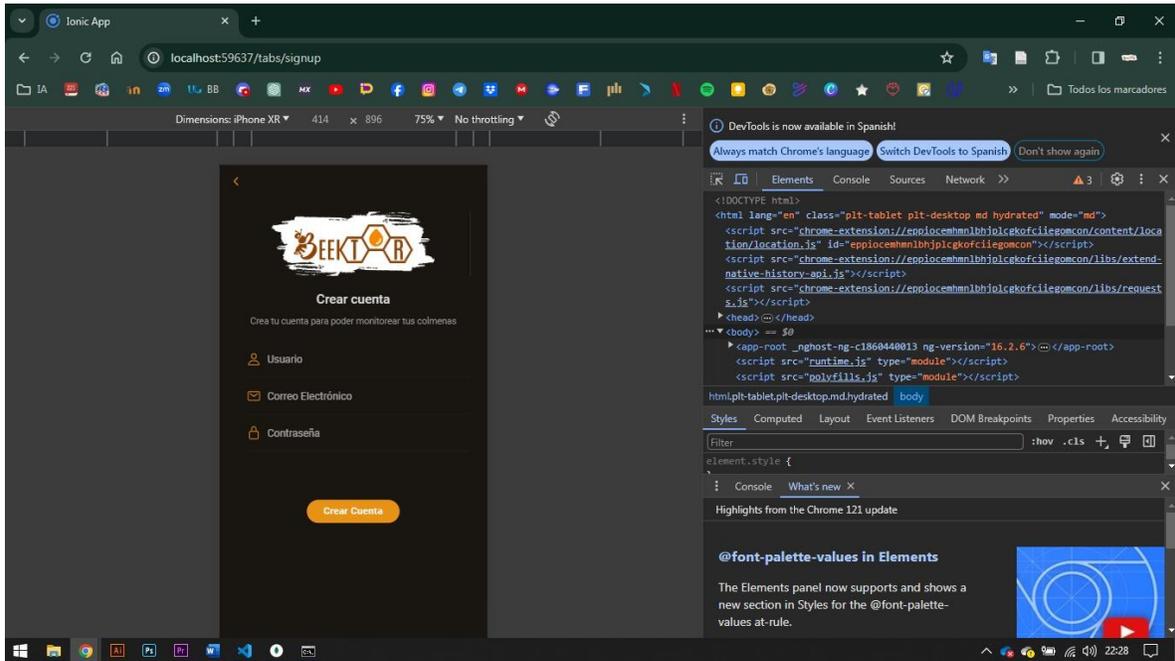


Figura 21: Vista principal de usuario

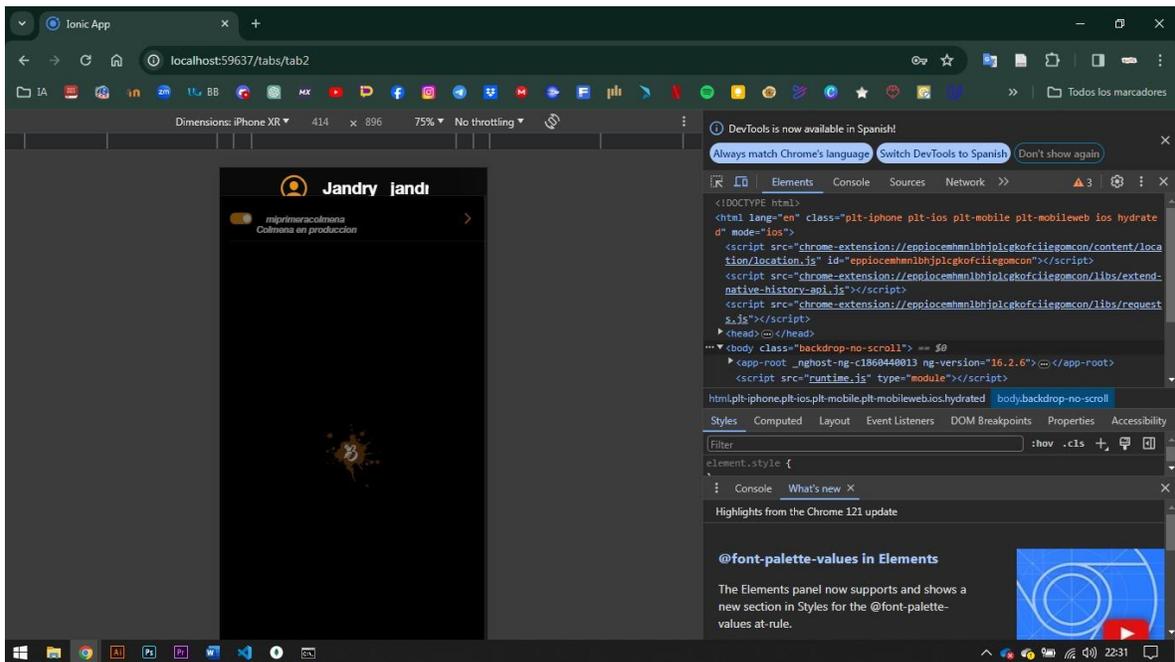
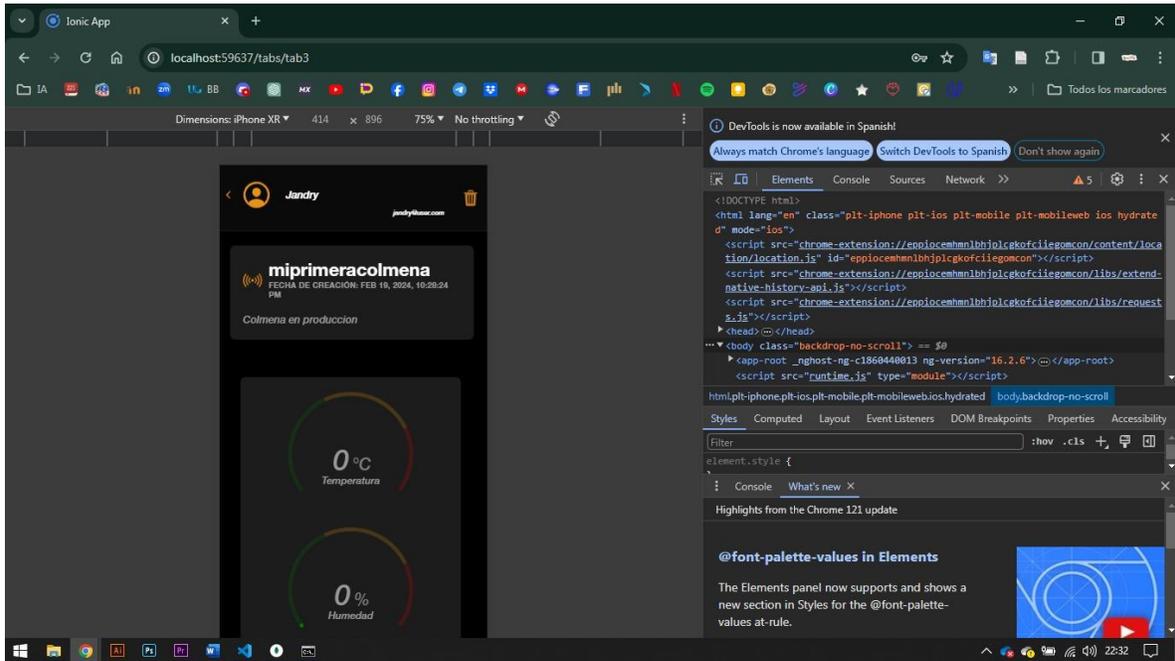


Figura 22: Control de Temperatura y Humedad

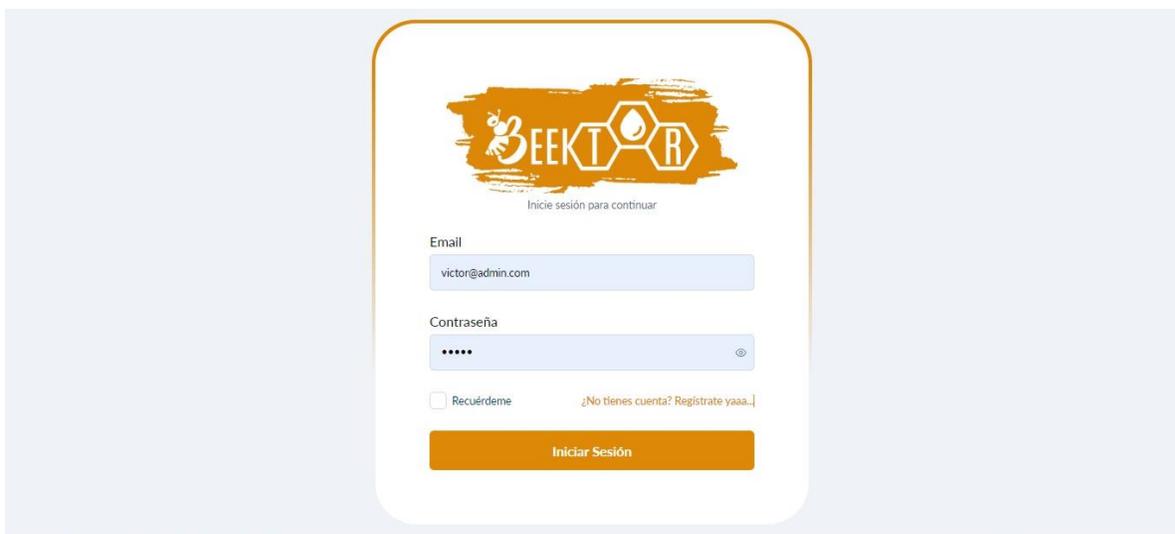


2.4. Ejecución del prototipo

Ingreso al programa

Con este formulario posibilitamos el acceso al sistema según el rol, ya sea administrador o usuario, mediante el ingreso de su usuario y contraseña.

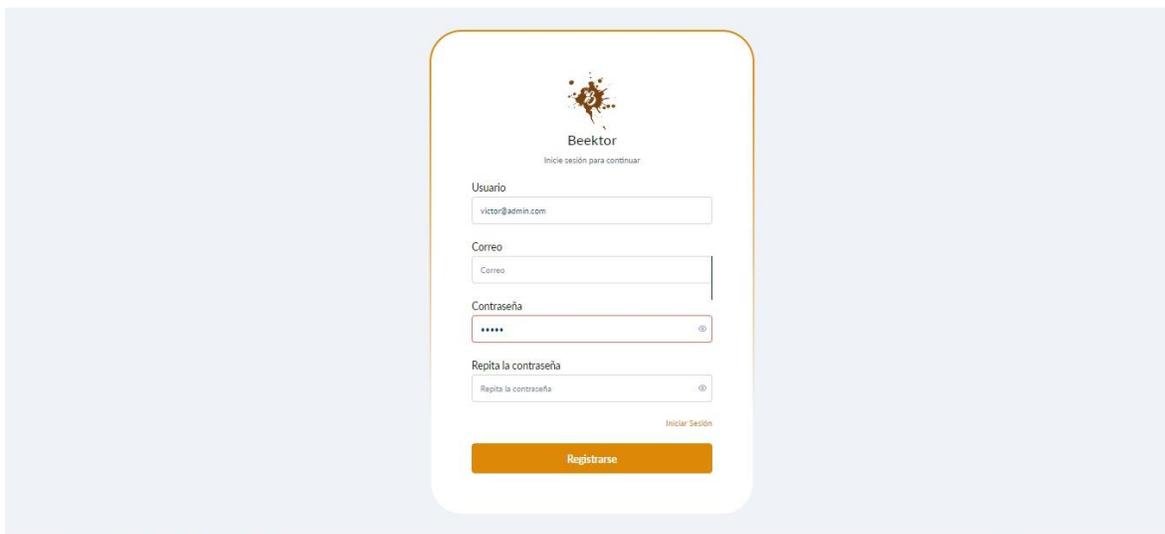
Figura 23: Login página web



Registro de Usuario

Este formulario permite registrar una nueva cuenta dentro la aplicación. Deberá ingresar el usuario, correo, contraseña y verificación de que la contraseña ingresada es correcta.

Figura 24: Registro de Usuarios



The image shows a user registration form for 'Beektor'. At the top, there is a logo and the text 'Beektor' and 'Inicie sesión para continuar'. Below this, there are four input fields: 'Usuario' (with the example 'victor@admin.com'), 'Correo', 'Contraseña' (masked with dots), and 'Repita la contraseña' (with the placeholder 'Repita la contraseña'). A small 'Iniciar Sesión' link is located to the right of the password fields. At the bottom, there is a prominent orange button labeled 'Regístrate'.

Menú de Inicio

El menú de inicio se muestra en la parte izquierda de la aplicación, se muestra el acceso a los diferentes módulos se dividen en Inicio que es la pantalla principal, Clientes, proveedores, productos, colmenas y usuarios en caso del rol Administrador.

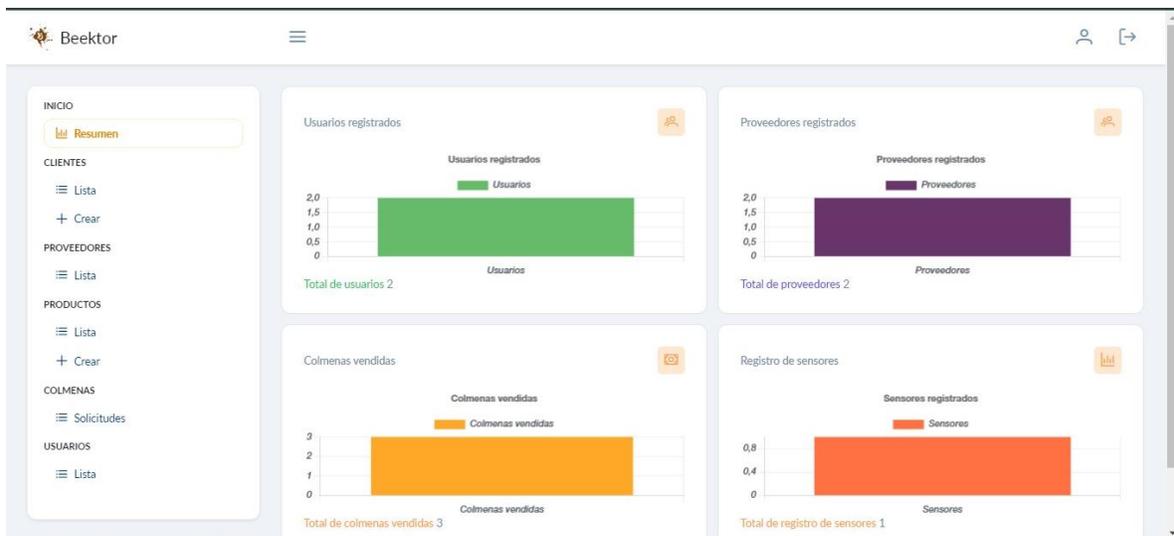
Figura 25: Menú de Inicio



Pantalla Principal - Administrador

En la pantalla principal del administrador se muestra a modo de dashboard un resumen de todos los servicios que ofrece el programa.

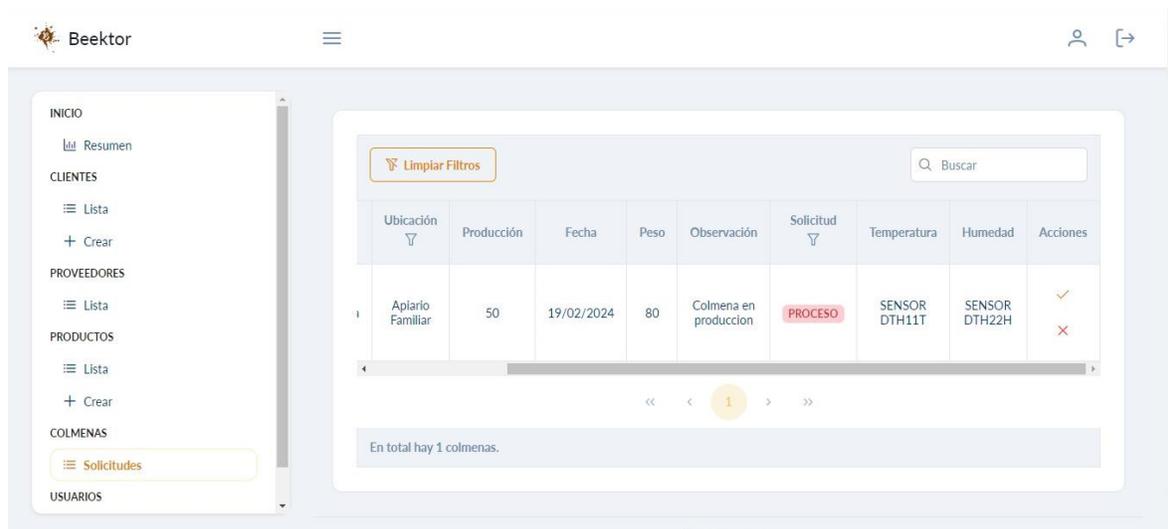
Figura 26: Pantalla principal de administrador



Colmenas

El apartado de Colmenas contiene la tabla de solicitud de colmenas, este es uno de los más destacados del programa y el más importante para el rol de administrador, pues aquí se gestionan los productos y servicios que solicite el cliente

Figura 27: Solicitud de Colmenas – Rol Administrador

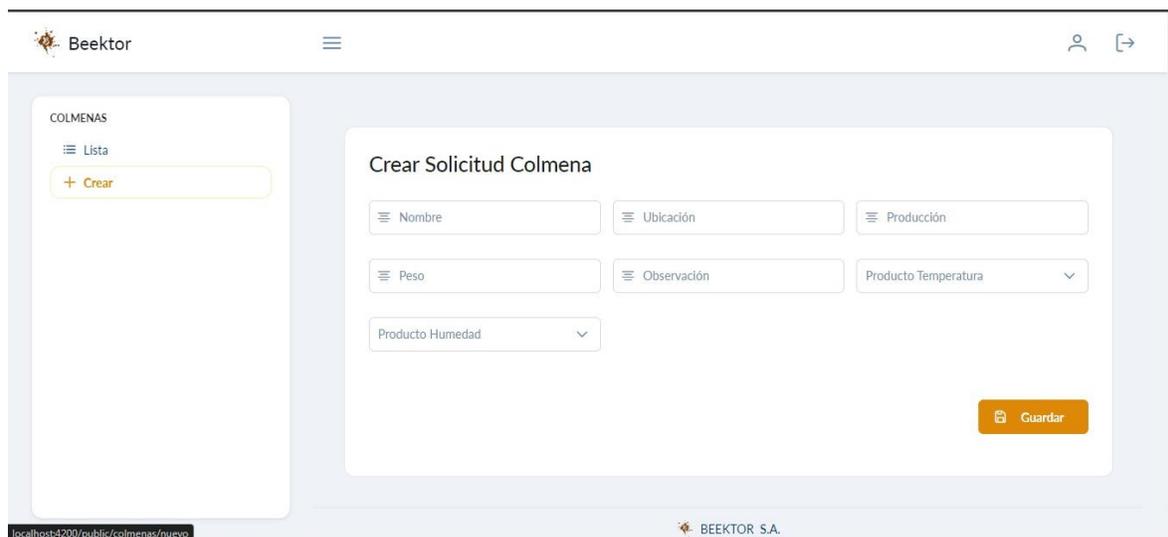


| Ubicación | Producción | Fecha | Peso | Observación | Solicitud | Temperatura | Humedad | Acciones |
|------------------|------------|------------|------|-----------------------|-----------|---------------|---------------|----------|
| Aplario Familiar | 50 | 19/02/2024 | 80 | Colmena en producción | PROCESO | SENSOR DTH11T | SENSOR DTH22H | ✓ ✗ |

Crear Solicitud Colmena - Usuario

Este apartado está disponible únicamente cuando ingresamos con un rol de usuario, pues este será para solicitar el servicio, y para ello deberá crear una solicitud para que el administrador la recete.

Figura 28: Crear Solicitud Colmena - Rol Usuario



Crear Solicitud Colmena

Nombre:

Ubicación:

Producción:

Peso:

Observación:

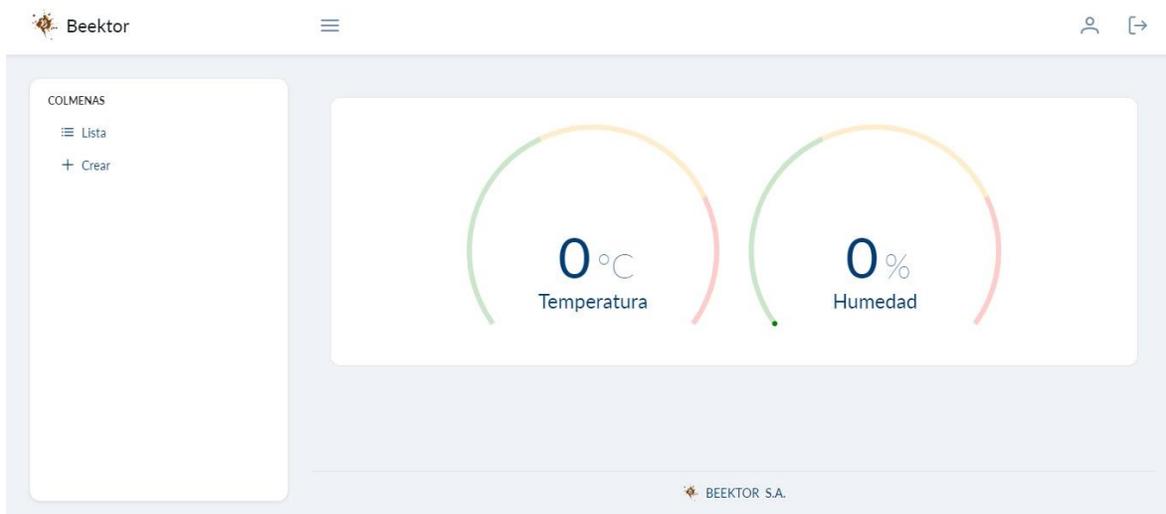
Producto Temperatura:

Producto Humedad:

Dashboard – Usuario

Esta es la pantalla principal del cliente, aquí se visualiza un dashboard que muestra el control tanto de Temperatura como de humedad de las colmenas,.

Figura 29: Control de Temperatura y/o Humedad



Dashboard – Usuario en App Móvil.

Cumple el mismo rol que su equivalente en la página web, la diferencia es que este es específicamente para un dispositivo móvil.

Figura 30: Control de Temperatura y/o Humedad en App Móvil



CAPÍTULO III: EVALUACIÓN DEL PROTOTIPO

3.1. Plan de Evaluación

3.1.1. Objetivo

Evaluar la calidad del software utilizando como referencia la norma ISO/IEC 14598, enfocándose en la mejora continua de los procesos de desarrollo, optimización del rendimiento, satisfacción del usuario final en relación con la usabilidad y eficacia del software, para la obtención de un adecuado proporcionamiento de datos críticos en la toma de decisiones estratégicas dentro del ciclo de vida del producto.

3.1.2. Cronograma

Tabla 21: Cronograma de Plan de Evaluación

| ACTIVIDADES | Fecha a Iniciar: 17/06/2024 | | | |
|---|------------------------------|-------------|-------------|-------------|
| | Fecha a Culminar: 12/07/2024 | | | |
| | Semana 1 | Semana 2 | Semana 3 | Semana 4 |
| Definir los objetivos y alcance de la evaluación. | | | | |
| Establecer los parámetros de calidad relevantes a ser evaluados según las directrices de la norma ISO/IEC 14598 | | | | |
| Desarrollar un cuestionario específico para evaluar el prototipo conforme a los parámetros de calidad establecidos por la norma ISO/IEC 14598. | | | | |
| Explorar y seleccionar herramientas webs para llevar a cabo la evaluación del prototipo. | | | | |
| Llevar a cabo el cuestionario de evaluación. | | | | |
| Emplear la herramienta web para la evaluación del prototipo. | | | | |
| Analizar los resultados obtenidos durante la evaluación, identificando las virtudes y deficiencias del software en términos de los parámetros de calidad evaluados. | | | | |
| Concluir la documentación de la evaluación de calidad del software, incorporando los resultados, análisis y recomendaciones. | | | | |
| Compartir los resultados y documentación con los Skateholders | | | | |

3.1.3. Evaluación de calidad

Para realizar una evaluación precisa de la calidad, se ha decidido seguir las directrices establecidas en la normativa ISO/IEC 14598. Se propone la utilización de un cuestionario detallado en el anexo 5, que incorpora indicadores definidos mediante una métrica específica. Con el objetivo de mejorar la comprensión, se ha confeccionado una tabla que utiliza una escala de Likert con valores que oscilan desde 1 (Muy insatisfecho) hasta 5 (Excelente), mismo que a su vez tienen una valoración porcentual ascendente, así como se presenta en la tabla 22 a continuación:

Tabla 22: Escala de Likert aplicada a evaluación de calidad

| Escala de Likert | | |
|-------------------------|-------------------------------------|-------------------|
| Numeración | Interpretación de resultados | Valoración |
| 1 | Muy insatisfecho | 20 % |
| 2 | Insatisfecho | 40 % |
| 3 | Neutral | 60 % |
| 4 | Satisfecho | 80 % |
| 5 | Excelente | 100 % |

3.1.4. Evaluación mediante herramientas

Herramienta Google PageSpeed Insights

Google PageSpeed Insights es una herramienta gratuita de Google que evalúa el rendimiento de una página web, proporcionando una puntuación de velocidad del 0 al 100 y recomendaciones específicas para optimizar la carga tanto en dispositivos móviles como de escritorio. Puede ser utilizada con sitios alojados localmente después de exponerlos mediante herramientas como ngrok para acceso público temporal. Esto permite a desarrolladores y diseñadores mejorar la velocidad y la experiencia del usuario durante el desarrollo de sus sitios web.

Se ha diseñado una tabla con el fin de mejorar la comprensión, en la cual se dividen los datos en tres categorías distintas: óptima, necesita mejorarse o deficiente. Esta clasificación se detalla exhaustivamente en la tabla que sigue a continuación:

Tabla 23: Métricas de rendimiento mediante la herramienta Google PageSpeed Insights

| Experiencia de Usuario de Chrome (CrUX) | Rápida | Necesita mejorar | Lenta |
|--|---------------|-------------------------|---------------|
| Primera Imagen con Contenido (FCP) | 0, 1800ms | 1800ms, 3000ms | más de 3000ms |
| Primer Retraso De Entrada (FID) | 0,100ms | 100ms, 300ms | más de 300ms |
| Imagen con Contenido Más Grande (LCP) | 0, 2500ms | 2500ms, 4000ms | más de 4000ms |
| Cambio De Diseño Acumulativo (CLS) | 0, 0.1ms | 0.1, 0.25ms | más de 0.25 |
| Interacción Con La Siguiete Imagen (INP) | 0, 200ms | 200ms, 500ms | más de 500ms |
| Tiempo Hasta El Primer Byte (TTFB) | 0, 800ms | 800ms, 1800ms | más de 1800ms |

Herramienta GTmetrix

GTmetrix es una herramienta en línea diseñada para evaluar y mejorar el rendimiento de sitios web, analiza varios aspectos críticos de un sitio web, como el tiempo de carga de la página, el tamaño de los archivos descargados y el número de solicitudes de servidor. Estos datos se comparan con las mejores prácticas recomendadas por herramientas como YSlow de Yahoo y PageSpeed de Google. La herramienta proporciona una evaluación detallada del rendimiento del sitio web, ofreciendo puntuaciones que van desde A (excelente) hasta F (deficiente) según el cumplimiento de estas prácticas. Además de la evaluación, GTmetrix también sugiere mejoras específicas que pueden implementarse para optimizar aún más la velocidad y la eficiencia del sitio web, ayudando así a mejorar la experiencia del usuario y el posicionamiento en los motores de búsqueda.

Tabla 24: Detalles de calificación y puntuación de herramienta GTmetrix

| Parámetro | Métrica | Puntuación | Significado |
|-----------------------------|--|-------------------|--------------------------------------|
| Tiempo de carga | Tiempo total de carga (Fully Loaded Time) | A, B, C, D, E, F | A: < 2 segundos, F: > 10 segundos |
| Primera carga significativa | Tiempo hasta la primera renderización significativa (First Contentful Paint) | A, B, C, D, E, F | A: < 1 segundo, F: > 3 segundos |

| | | | |
|-------------------------------|-------------------------------------|------------------|---------------------------|
| Tamaño de página | Tamaño total de la página | A, B, C, D, E, F | A: < 500 KB, F: > 2 MB |
| Número de solicitudes | Número total de solicitudes | A, B, C, D, E, F | A: < 50, F: > 100 |
| Cumulative Layout Shift (CLS) | Estabilidad visual durante la carga | A, B, C, D, E, F | A: < 0.1, F: > 0.25 |

3.1.5. Evaluación de satisfacción del usuario

La evaluación de la satisfacción del usuario juega un papel esencial en la comprensión de la percepción y experiencia de los usuarios con el sistema. Proporciona información valiosa sobre la calidad percibida y ayuda a identificar problemas para garantizar que el producto satisfaga las necesidades y requisitos de todas las partes involucradas. Este procedimiento se llevará a cabo a través de una encuesta adjunta (consultar anexo 6) que se aplicará a los apicultores de la comunidad después de manipular el sistema web sin haber tenido experiencia alguna.

3.2. Resultados de la evaluación

3.2.1. Resultados Evaluación de calidad

Página Web

Se han obtenido resultados de alta calidad del software, cumpliendo con los estándares de funcionalidad, fiabilidad, usabilidad, eficiencia, compatibilidad, mantenibilidad, portabilidad, y seguridad según la normativa ISO/IEC 14598. Como resultado, se incluye una tabla detallada que muestra estos logros.

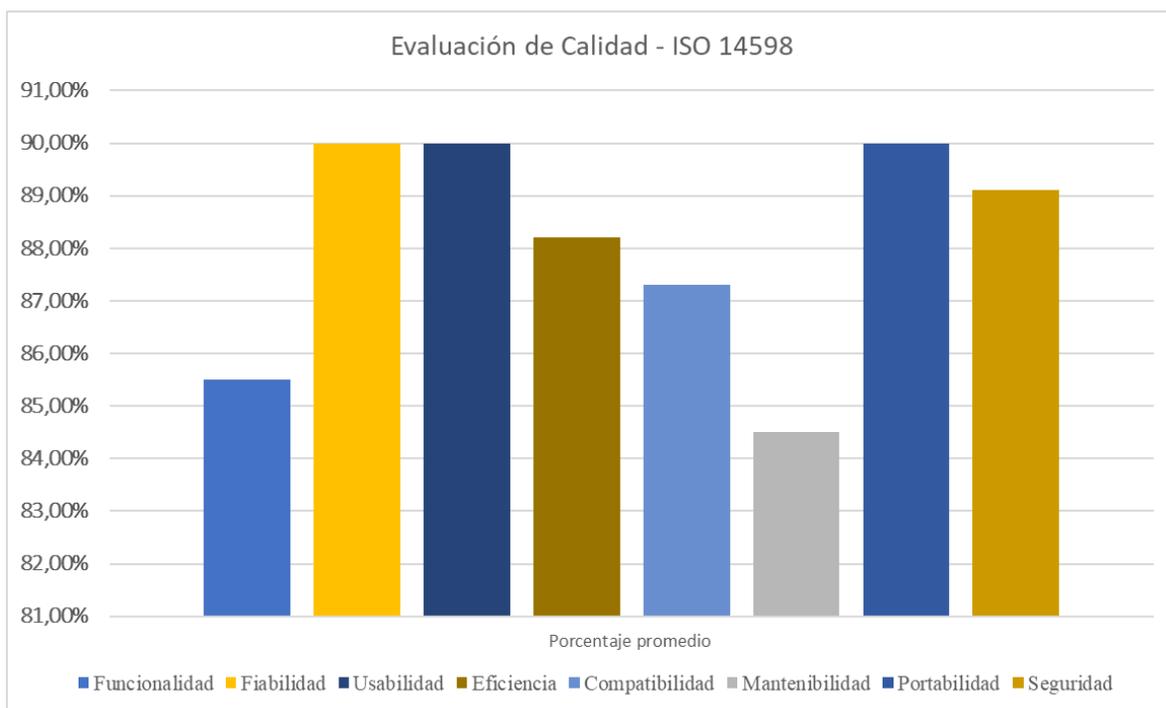
Tabla 25: Evaluación de calidad aplicando la norma ISO/IEC 14598 – Página Web

| Característica Principales | Subcaracterísticas | Porcentaje promedio |
|-----------------------------------|---|----------------------------|
| Funcionalidad | Idoneidad Exactitud Interoperabilidad | 85,5% |
| Fiabilidad | Madurez Tolerancia a fallos Capacidad de recuperación | 90 % |
| Usabilidad | Inteligibilidad Aprendizaje Operabilidad | 90 % |

| | | |
|-----------------------|---|--------|
| Eficiencia | Tiempo de respuesta Uso de recursos Comportamiento bajo carga | 88,2 % |
| Compatibilidad | Coexistencia Interoperabilidad con sistemas existentes | 87,3 % |
| Mantenibilidad | Analizabilidad Modificabilidad Estabilidad Testabilidad | 84,5 % |
| Portabilidad | Adaptabilidad Instalabilidad Capacidad de reemplazo | 90 % |
| Seguridad | Acceso no autorizado Confidencialidad Integridad | 89,1 % |

Porcentaje total de cumplimiento: 88,07 %

Figura 31: Análisis de evaluación de calidad – Página Web



La representación visual resalta un alto nivel en fiabilidad, facilidad de uso, portabilidad y seguridad. Aunque la funcionalidad y la mantenibilidad son buenas, podrían mejorarse aún más. Estos resultados alentadores sugieren que el sistema ha sido diseñado con atención, lo cual indica su capacidad para ofrecer a los usuarios una experiencia efectiva y satisfactoria.

Aplicación Móvil

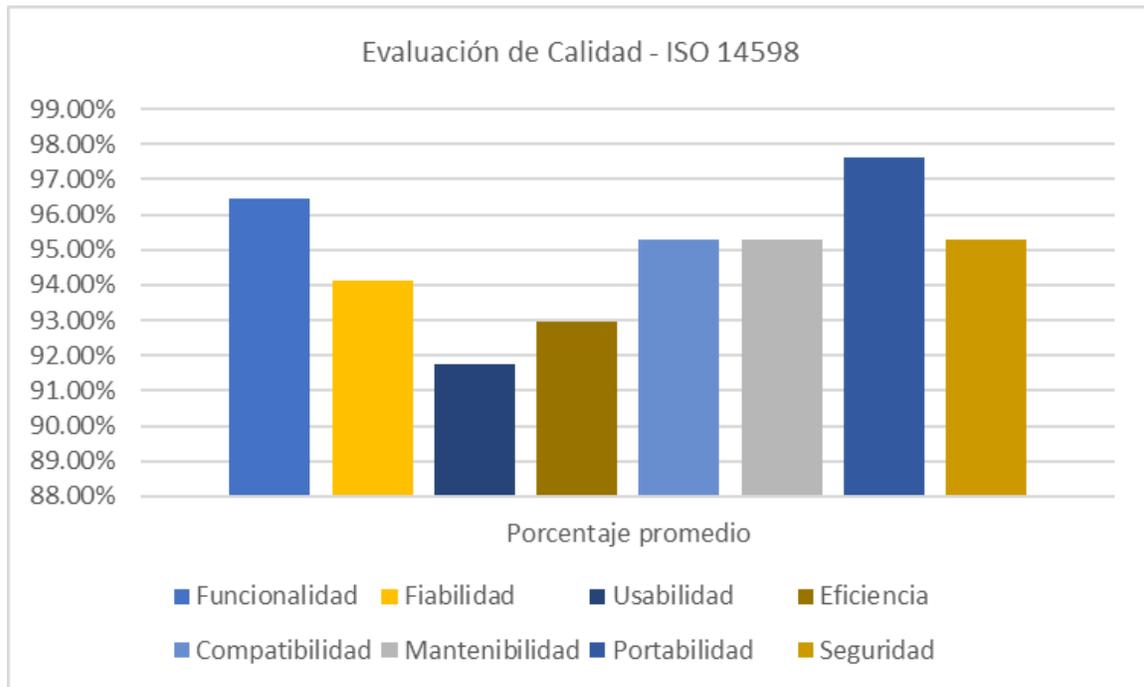
De la misma manera se han obtenido resultados de alta calidad del software en su aplicativo móvil, cumpliendo con los estándares de funcionalidad, fiabilidad, usabilidad, eficiencia, compatibilidad, mantenibilidad, portabilidad, y seguridad según la normativa ISO/IEC 14598. Como resultado, se incluye una tabla detallada que muestra estos logros.

Tabla 26: Evaluación de calidad aplicando la norma ISO/IEC 14598 – App móvil

| Característica Principales | Subcaracterísticas | Porcentaje promedio |
|-----------------------------------|---|----------------------------|
| Funcionalidad | Idoneidad Exactitud Interoperabilidad | 96,47 % |
| Fiabilidad | Madurez Tolerancia a fallos Capacidad de recuperación | 94,11 % |
| Usabilidad | Inteligibilidad Aprendizaje Operabilidad | 91,76 % |
| Eficiencia | Tiempo de respuesta Uso de recursos Comportamiento bajo carga | 92,94 % |
| Compatibilidad | Coexistencia Interoperabilidad con sistemas existentes | 95,29 % |
| Mantenibilidad | Analizabilidad Modificabilidad Estabilidad Testabilidad | 95,29 % |
| Portabilidad | Adaptabilidad Instalabilidad Capacidad de reemplazo | 97,64 % |
| Seguridad | Acceso no autorizado Confidencialidad Integridad | 95,29 % |

Porcentaje total de cumplimiento: 94,84 %

Figura 32: Análisis de evaluación de calidad – App Móvil



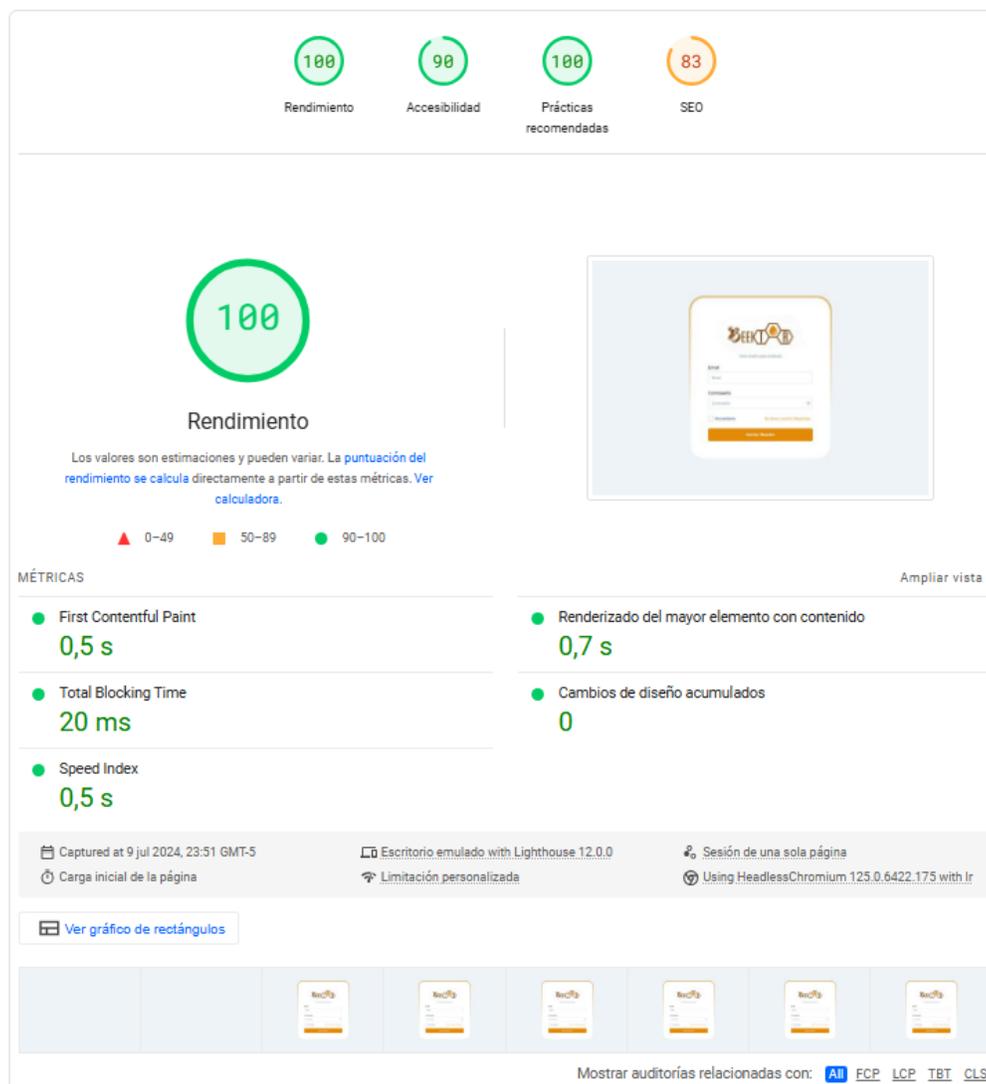
La representación visual en este caso resalta un alto nivel en portabilidad destacando del resto, en cuanto a la compatibilidad, mantenibilidad, y seguridad poseen un nivel más que satisfactorios, para la fiabilidad, usabilidad y eficiencia a pesar de ser resultados con un nivel más que satisfactorios siempre se pueden mejorar. Estos resultados alentadores sugieren que el sistema ha sido diseñado con atención, lo cual indica su capacidad para ofrecer a los usuarios una experiencia efectiva y satisfactoria.

3.2.2. Resultados de evaluación mediante herramientas

Herramienta Google PageSpeed Insights

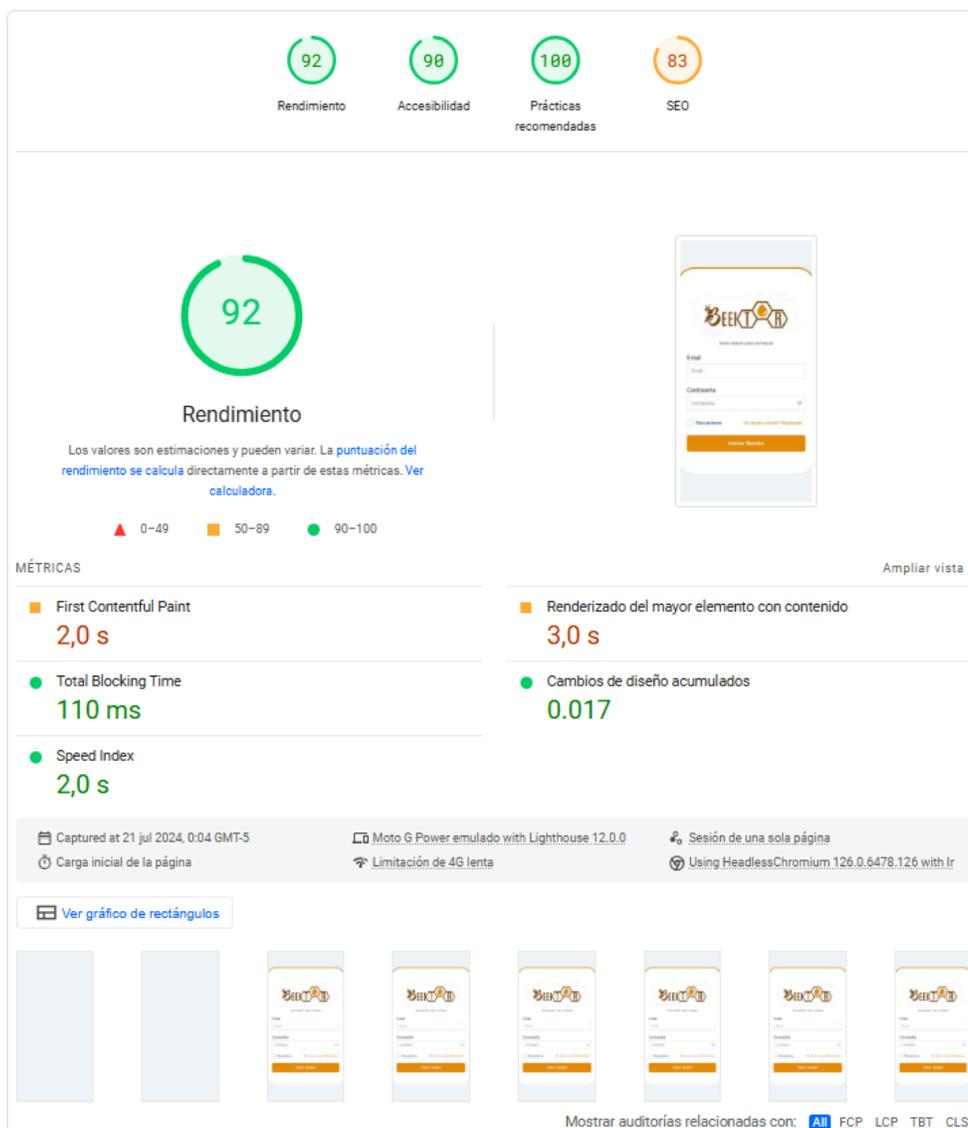
Los datos de la figura 33 nos muestran que la página web para la vista de escritorio ha logrado puntajes notables en rendimiento (100/100), accesibilidad (90/100), buenas prácticas (100/100) y SEO (83/100). Estos resultados indican una optimización eficaz del sitio, destacándose por su rapidez, usabilidad para una amplia gama de usuarios, cumplimiento de estándares recomendados y buena visibilidad en motores de búsqueda. Aunque existen áreas para mejoras específicas, estos puntajes reflejan un desarrollo sólido y comprometido con ofrecer una experiencia de usuario superior en entornos de escritorio.

Figura 33: Resultado evaluación - Google PageSpeed Insights – Página Web



Los datos de la figura 34 nos muestran que la página web para la vista de móviles ha logrado puntajes notables en rendimiento (92/100), accesibilidad (90/100), buenas prácticas (100/100) y SEO (83/100). Estos resultados reflejan un rendimiento y una optimización excepcionales del sitio para la versión de móviles. Aunque hay áreas en las que se podría mejorar, en general, el sitio está muy bien optimizado para proporcionar una experiencia de usuario destacada en equipos móviles.

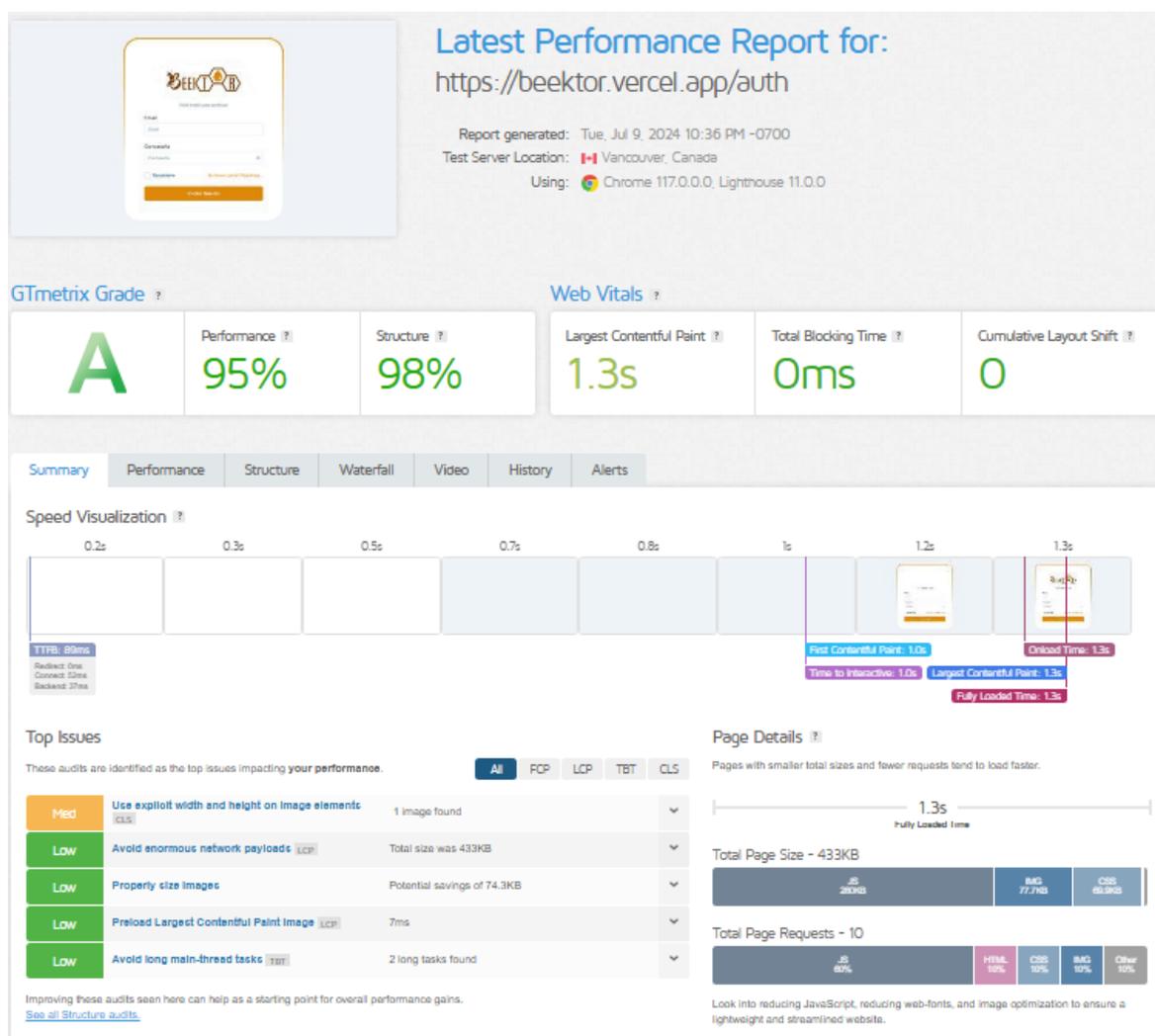
Figura 34: Resultado evaluación - Google PageSpeed Insights – App Móvil



Herramienta GTmetrix

Tal como podemos observar en la Figura 35, el sitio web ha recibido una calificación de A en la evaluación de GTmetrix, lo que representa el nivel más alto otorgado por esta herramienta. Este logro se debe a una combinación de un rendimiento del usuario del 95% y una estructura del sitio con un puntaje del 98%. En términos de métricas web, se destacan los siguientes resultados: el tiempo de carga del elemento con el contenido más grande es de 1.3 segundos, no hay bloqueos de scripts durante el proceso de carga (0 ms), y la página no presenta cambios de diseño acumulativos (0).

Figura 35: Evaluación de funcionalidad de microservicios



3.2.3. Evaluación de satisfacción del usuario

Se llevó a cabo una investigación para evaluar el nivel de satisfacción del usuario. Los apicultores del apiario ejecutaron el proceso utilizando la aplicación en línea, revisando el cumplimiento de los requisitos e identificando oportunidades para mejorar.

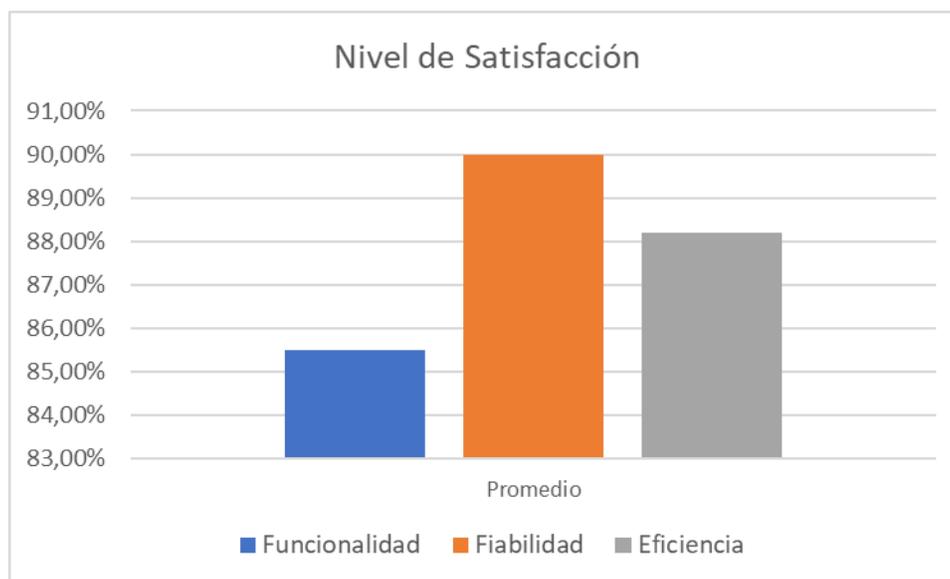
Página Web

Tabla 27: Evaluación de satisfacción del usuario – Página Web

| Características | Preguntas | Promedio |
|----------------------|---|----------|
| Funcionalidad | ¿Cómo evaluarías la capacidad de nuestra página web para realizar las funciones que necesitas? | 85,5 % |
| Fiabilidad | ¿Qué tan confiable encuentras nuestra página web en términos de disponibilidad y rendimiento? | 90 % |
| Eficiencia | ¿Qué opinas sobre la rapidez y la eficiencia de nuestra página web al cargar contenido y realizar acciones? | 88,2 % |

Porcentaje total de cumplimiento: 87,9 %

Figura 36: Nivel de Satisfacción del usuario – Página Web



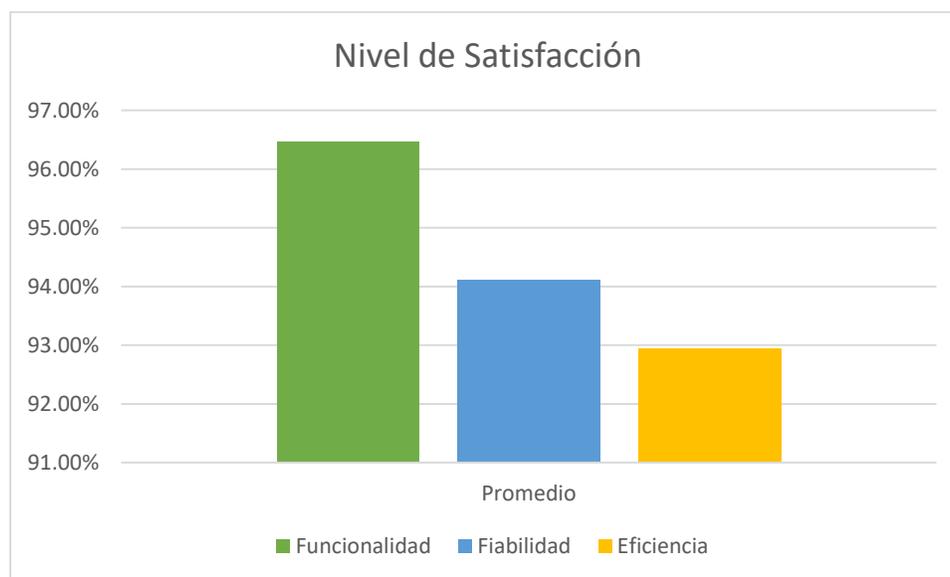
Aplicación Móvil

Tabla 28: Evaluación de satisfacción del usuario – App Móvil

| Características | Preguntas | Promedio |
|----------------------|---|----------|
| Funcionalidad | ¿Cómo evaluarías la capacidad de nuestra aplicación móvil para realizar las funciones que necesitas? | 96,47 % |
| Fiabilidad | ¿Qué tan confiable encuentras nuestra aplicación móvil en términos de disponibilidad y rendimiento? | 94,11 % |
| Eficiencia | ¿Qué opinas sobre la rapidez y la eficiencia de nuestra aplicación móvil al cargar contenido y realizar acciones? | 92,94 % |

Porcentaje total de cumplimiento: 94,50 %

Figura 37: Nivel de Satisfacción del usuario – App Móvil



Podemos notar así, una vez evaluados nuestro software tanto web como móvil para los usuarios, con un 87,9% para la página web y un 94,50 % para la app móvil podemos decir que obtenemos unos valores más satisfactorios con la experiencia otorgada.

CONCLUSIONES

- El desarrollo del sistema integral ha demostrado ser una herramienta efectiva y eficiente para la supervisión y control en tiempo real de colmenas. La implementación de tecnologías IoT ha optimizado significativamente la gestión apícola, permitiendo una mayor precisión y rapidez en la toma de decisiones, mejorando así la productividad y sostenibilidad de las colmenas.
- La revisión bibliográfica exhaustiva permitió establecer un marco teórico sólido y actual sobre el uso de tecnologías IoT en la apicultura. Este conocimiento sirvió de base para el desarrollo del sistema, asegurando que las soluciones propuestas estuvieran alineadas con las tendencias y avances más recientes en el campo.
- La elaboración del prototipo integral del sistema fue exitosa, logrando una interfaz web y una aplicación móvil intuitivas y funcionales. La integración de sensores IoT permitió la captura y transmisión de datos en tiempo real, lo cual es fundamental para la monitorización continua y efectiva de las colmenas.
- La implementación de las funcionalidades específicas del sistema garantizó una comunicación eficiente y fiable entre los distintos componentes. Se logró una transmisión de datos robusta y segura, lo cual es crucial para el correcto funcionamiento del sistema y la toma de decisiones informadas.
- La evaluación del sistema bajo el estándar ISO/IEC 14598 confirmó que el sistema cumple con los criterios de calidad requeridos. Esta evaluación validó la fiabilidad, funcionalidad y usabilidad del sistema, asegurando que esté en condiciones óptimas para su implementación en el campo.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda continuar con la actualización y mejora del sistema, incorporando nuevas tecnologías y metodologías a medida que evolucionen. Además, se sugiere expandir el uso del sistema a diferentes regiones y condiciones climáticas para evaluar su versatilidad y adaptabilidad.
- Se aconseja mantener una revisión continua de la literatura para estar al tanto de los avances y tendencias en el campo de la IoT y la apicultura. Esto permitirá la incorporación de innovaciones y mejoras al sistema, manteniéndolo actualizado y competitivo.
- Es recomendable realizar pruebas piloto en diferentes escenarios y con diversos usuarios para obtener feedback valioso. Esto ayudará a identificar posibles áreas de mejora y asegurar que el sistema sea intuitivo y efectivo para todos los usuarios.
- Se sugiere realizar auditorías periódicas del sistema para garantizar que la comunicación y transmisión de datos se mantengan fiables. También es importante implementar protocolos de seguridad robustos para proteger la integridad de los datos transmitidos.
- Es recomendable repetir la evaluación del sistema en intervalos regulares para asegurar que continúe cumpliendo con los estándares de calidad ISO/IEC 14598. Además, se debe considerar la implementación de un proceso de mejora continua basado en los resultados de estas evaluaciones.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] «T-ESPEL-MEC-0238.pdf». Accedido: 27 de diciembre de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/29354/1/T-ESPEL-MEC-0238.pdf>
- [2] O. Valega, «La Colmena Vista Como Un Organismo».
- [3] F. Giampieri *et al.*, «Beeswax by-Products Efficiently Counteract the Oxidative Damage Induced by an Oxidant Agent in Human Dermal Fibroblasts», *International Journal of Molecular Sciences*, vol. 19, n.º 9, Art. n.º 9, sep. 2018, doi: 10.3390/ijms19092842.
- [4] A. L. Salas *et al.*, «Hydroalcoholic gel with Argentine propolis: the potential for antimicrobial and antioxidant activities, stability evaluation, and in vitro phenolic release», *Journal of Apicultural Research*, vol. 59, n.º 5, pp. 735-743, oct. 2020, doi: 10.1080/00218839.2020.1790791.
- [5] A. Rafael Braga, D. G. Gomes, R. Rogers, E. E. Hassler, B. M. Freitas, y J. A. Cazier, «A method for mining combined data from in-hive sensors, weather and apiary inspections to forecast the health status of honey bee colonies», *Computers and Electronics in Agriculture*, vol. 169, p. 105161, feb. 2020, doi: 10.1016/j.compag.2019.105161.
- [6] S. G. Potts, J. C. Biesmeijer, C. Kremen, P. Neumann, O. Schweiger, y W. E. Kunin, «Global pollinator declines: trends, impacts and drivers», *Trends in Ecology & Evolution*, vol. 25, n.º 6, pp. 345-353, jun. 2010, doi: 10.1016/j.tree.2010.01.007.
- [7] N. Gallai, J.-M. Salles, J. Settele, y B. E. Vaissière, «Economic valuation of the vulnerability of world agriculture confronted with pollinator decline», *Ecological Economics*, vol. 68, n.º 3, pp. 810-821, ene. 2009, doi: 10.1016/j.ecolecon.2008.06.014.
- [8] L. V. Molina, «DE LA PRODUCCIÓN DE MIEL: EL CASO DEL MUNICIPIO DE OPO- RAPA-HUILA», 2023.
- [9] A. Kvišis y A. Zacepins, «System Architectures for Real-time Bee Colony Temperature Monitoring», *Procedia Computer Science*, vol. 43, pp. 86-94, ene. 2015, doi: 10.1016/j.procs.2014.12.012.
- [10] K. Lee, N. Steinhauer, D. A. Travis, M. D. Meixner, J. Deen, y D. vanEngelsdorp, «Honey bee surveillance: a tool for understanding and improving honey bee health», *Current Opinion in Insect Science*, vol. 10, pp. 37-44, ago. 2015, doi: 10.1016/j.cois.2015.04.009.
- [11] «Detección remota del enjambre de colonias de abejas melíferas mediante monitoreo de temperatura en un solo punto: Web of Science Core Collection». Accedido: 4 de enero de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://0e10x831p-y-https-www-webofscience-com.itmsp.museknowledge.com/wos/woscc/full-record/WOS:000380626800008>
- [12] «Apicultura de precisión: desarrollo de una red de sensores inalámbricos para colmenas de abejas-Web of Science Core Collection». Accedido: 4 de enero de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://0e10x831p-y-https-www-webofscience-com.itmsp.museknowledge.com/wos/woscc/full-record/WOS:000456754100014>
- [13] «Passive acoustic monitoring for estimating human-wildlife conflicts: The case of bee-eaters and apiculture-Web of Science Core Collection». Accedido: 4 de enero de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://0e10x831p-y-https-www-webofscience-com.itmsp.museknowledge.com/wos/woscc/full-record/WOS:000874478300003>

- [14] P. Jean-Prost, *Apicultura: Conocimiento de la abeja. Manejo de la colmena (4ª ed.)*. Mundi-Prensa Libros, 2007.
- [15] P. Vit, «Productos de la colmena recolectados y procesados por las abejas: Miel, polen y propóleos», *Revista del Instituto Nacional de Higiene Rafael Rangel*, vol. 35, n.º 2, pp. 32-39, jul. 2004.
- [16] Carles Bataller Garzón, «Diseño y desarrollo de un sistema de monitorización de colmenas utilizando Arduino», *ing.agua*, vol. 18, n.º 1, p. ix, sep. 2022, doi: 10.4995/ia.2014.3293.
- [17] «Picazo - Internet of Things Control y monitorización de Sm.pdf». Accedido: 27 de diciembre de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://openaccess.uoc.edu/bitstream/10609/133506/8/luisandrespgTFM0621memoria.pdf>
- [18] S. M. J. Omar, «IMPLEMENTACIÓN DE UN APLICATIVO WEB Y MÓVIL PARA LA GESTIÓN APÍCOLA DEL APIARIO “MIEL DEL VALLE”».
- [19] J. Ivars, «Monitorización de colmenas: Como, cuando y que parámetros controlar», Blog de Apicultura - La Tienda del Apicultor. Accedido: 27 de diciembre de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://www.latiendadelapicultor.com/blog/monitorizacion-de-colmenas/>
- [20] Z. Pereira Pérez, «Los diseños de método mixto en la investigación en educación: Una experiencia concreta», *Rev. Electr. Educare*, vol. 15, n.º 1, pp. 15-29, jun. 2011, doi: 10.15359/ree.15-1.2.
- [21] Universidad de Guayaquil. Ecuador *et al.*, «Estrategias para el fomento de la producción de miel de abeja en las zonas rurales de la provincia del Guayas, Ecuador», *Espacios*, vol. 41, n.º 50, pp. 351-369, dic. 2020, doi: 10.48082/espacios-a20v41n50p25.
- [22] A. Tamanis, F. Rosales, M. Zárate, G. Luna, L. García Santamaría, y G. Fernández Lambert, «Variables de influencia para la producción de miel utilizando abejas *Apis mellifera* en la región de Misantla», *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, vol. 10, pp. 1353-1365, sep. 2019, doi: 10.29312/remexca.v10i6.1690.
- [23] Agroecología, «Las API en la meliponicultura», Universidad del Medio Ambiente. Accedido: 5 de enero de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://umamexico.com/las-api-en-la-meliponicultura/>
- [24] J. Sánchez-Gómez, M. Vázquez-Alfaro, L. Alaníz-Gutiérrez, V. H. González-Álvarez, y L. A. Saavedra-Jiménez, «Características y necesidades tecnológicas de los apicultores de la región centro-sur de Jalisco», *Acta universitaria*, vol. 32, 2022, Accedido: 5 de enero de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/journal/416/41674605032/html/>
- [25] «Salinas Meruane et al. - 2008 - Métodos de investigación social una aproximación .pdf». Accedido: 5 de enero de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://biblio.flacsoandes.edu.ec/libros/digital/55365.pdf>
- [26] «MetodologiaInvestigacionNaupas.pdf». Accedido: 5 de enero de 2024. [En línea]. Disponible en: http://www.biblioteca.cij.gob.mx/Archivos/Materiales_de_consulta/Drogas_de_Abuso/Articulos/MetodologiaInvestigacionNaupas.pdf
- [27] Asana, «Scrum: conceptos clave y cómo se aplica en la gestión de proyectos [2023] • Asana», Asana. Accedido: 5 de enero de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://asana.com/es/resources/what-is-scrum>

ANEXOS

Anexo 1: Matriz de consistencia

| Problema, objeto y campo | Objetivo | Marco Teórico | Hipótesis | Variables | Metodología |
|---|--|---|---|--|---|
| <p>Problema: ¿Cómo mejorar la eficiencia en el cuidado y control de las colmenas en la apicultura, superando los desafíos asociados con la revisión manual, mediante la implementación de tecnologías modernas, como sensores y dispositivos de monitoreo, considerando aspectos de espacio, tiempo y población apícola?</p> <p>Problemas específicos (Opcional):</p> <ul style="list-style-type: none"> •¿Cuáles son las limitantes y el riego específico asociado con la revisión manual de colmenas en apicultura? •¿Cómo se pueden diseñar y desarrollar dispositivos IoT efectivos para el monitoreo y control en tiempo real de la temperatura y humedad en colmenas? •¿Cuál es el impacto de la variabilidad climática y las condiciones ambientales en la frecuencia y calidad de las inspecciones manuales de colmenas? | <p>Objetivo General: Crear un sistema integral de supervisión y control en tiempo real de colmenas mediante el desarrollo de una aplicación web y móvil, basada en la tecnología IoT, para la optimización de la gestión apícola.</p> <p>Objetivos Específicos: - Realizar una revisión bibliográfica exhaustiva para fundamentar el estado del arte y marco teórico del desarrollo de sistemas IoT aplicados a la apicultura. - Elaborar el prototipo integral del sistema, que abarca el diseño de la interfaz web, la aplicación móvil y la integración de sensores de Internet de las Cosas para la captura de datos en tiempo real. - Implementar las funcionalidades específicas del</p> | <p>Antecedentes históricos a nivel internacional y nacional del objeto, campo: 2009 un estudio argumentó que la evaluación monetaria está directamente relacionada con los valores informados de la dependencia de la producción agrícola del nivel de polinización 2015 proporcionó un ambiente de partida para los apicultores al momento de automatizar sus colmenas 2015 se hicieron estudios de vigilancia por medio de sensores en las colmenas para identificar factores de cambio en los estados de salud de poblaciones concretas 2016 se realizó un estudio de apicultura de precisión en el cual uno de los objetivos del seguimiento es la identificación remota de enjambres de colonias de abejas 2019 se hicieron observaciones sobre el</p> | <p>Hipótesis General: - El desarrollo de una aplicación web y móvil utilizando tecnologías IoT para el monitoreo y control en tiempo real de colmenas en la apicultura optimiza significativamente el control de las colmenas al proporcionar datos más precisos para la toma de decisiones por parte de los apicultores.</p> | <p>Variable 1 / Independiente: - Implementación de aplicación web y móvil con IoT</p> <p>Dimensiones o categorías: -Funcionalidades de la aplicación -Alertas en tiempo real -Facilidad de uso para apicultores</p> <p>Variable 2/ Dependiente: Producción de miel</p> <p>Dimensiones o categorías: - Actividad de las abejas - Temperatura y humedad - Kilogramos o litros producidos</p> | <p>Enfoque: El estudio evaluará un sistema para mejorar la gestión apícola mediante un enfoque que combina métodos cuantitativos y cualitativos. Busca entender tanto el rendimiento del sistema (producción de miel, condiciones en colmenas) como las perspectivas subjetivas de los apicultores. Este enfoque integral pretende proporcionar una base sólida para futuras investigaciones en el campo.</p> <p>Alcance: La investigación adoptará un enfoque exploratorio para comprender la disposición de los apicultores para adoptar la tecnología IoT en el monitoreo de colmenas. Se explorarán aspectos desconocidos o subestimados relacionados con la aceptación de esta tecnología.</p> <p>Diseño: El diseño de investigación será cuasi-experimental, con la manipulación de por lo menos una variable para observar su impacto en variables dependientes. Debido a las características específicas de los apicultores, los grupos no se asignarán al azar. Este enfoque permitirá evaluar el impacto del sistema de monitoreo sin necesidad de asignación aleatoria, siendo adecuado para este contexto de investigación.</p> |

| | | | | | |
|--|--|---|--|--|---|
| <p>•¿Cómo interactúan los apicultores con las tecnologías implementadas y cuál es su percepción sobre la eficacia de los dispositivos de monitoreo automatizado?</p> <p>•¿Cuál es la viabilidad económica y logística de la adopción generalizada de tecnologías IoT en la apicultura a nivel nacional?</p> <p>Objeto de estudio: Tecnologías IoT en la gestión de apicultura inteligente.</p> <p>Campo de Acción: •Incorporación de tecnologías IoT en la creación de una aplicación web y móvil destinada a la gestión inteligente de la apicultura.</p> | <p>sistema, asegurando la correcta comunicación entre los diferentes componentes y la fiabilidad en la transmisión de datos.</p> <p>- Evaluar mediante el estándar ISO/IEC 14598 la tesis planteada.</p> | <p>uso de sensores en las colmenas</p> <p>2022 estudios abordan el ámbito de monitoreo de las colmenas en beneficio de los apicultores</p> <p>Fundamentos Teóricos de objeto, campo y variables:</p> <p>La apicultura: Se refiere al estudio y la práctica de la cría de abejas para la producción de miel, cera, polen y otros productos.</p> <p>Tecnología IoT: Hace referencia a la conexión de dispositivos físicos mediante internet, posibilitando la recopilación y el intercambio de datos entre ellos.</p> | | | <p>Unidades de análisis: Población: Apicultores de los apiarios de la comunidad "El Naranjito" de la parroquia Milagros del cantón Pindal, Loja</p> <p>Muestra: Debido a que hay menos de 30 apicultores en la comunidad, se seleccionará a todos como muestra para garantizar representatividad y obtener una visión completa de sus opiniones y prácticas.</p> <p>Técnicas e instrumentos de recolección de datos: Las técnicas que utilizaremos serán tanto la encuesta que nos proporcionará datos cuantitativos sobre las prácticas apícolas y desafíos percibidos por los apicultores, y la observación ya que esta nos permitirá una comprensión más directa de las prácticas apícolas al observarlas en tiempo real. La grabación en video ayudará a capturar detalles visuales importantes.</p> <p>Técnicas de procesamiento de datos: Para llevar a cabo el procesamiento y análisis de los datos recopilados durante la investigación, se empleará el servicio de Microsoft Office, Excel. Esta plataforma proporcionará un ambiente amigable para la tabulación de datos obtenidos a través de encuestas y permitirá realizar análisis estadísticos detallados.</p> |
|--|--|---|--|--|---|

Anexo 2: Instrumentos de recopilación de información

Encuesta para Evaluar las Necesidades y Percepciones en la Implementación de un Sistema de Monitoreo y Control en Tiempo Real de Colmenas con Tecnología IoT en la Apicultura

Esta encuesta tiene como objetivo obtener información para la factibilidad de la implementación exitosa del sistema de monitoreo y control en tiempo real de colmenas mediante tecnología IoT. Agradecemos su participación y contribución a este proyecto innovador en la apicultura.

Nombre y Apellido: _____

Edad: _____

Función: _____

1. ¿Cuál es su nivel de familiaridad con la tecnología IoT (Internet de las cosas)?
2. ¿Cuál considera que sería la principal ventaja de implementar un sistema de monitoreo y control en tiempo real para sus colmenas?
3. ¿Cómo imagina que este sistema podría mejorar la eficiencia y la productividad en la gestión de sus colmenas?
4. ¿Qué funciones específicas le gustaría ver integradas en un sistema de monitoreo y control para sus colmenas?
5. ¿Cuáles serían sus preocupaciones o desafíos potenciales al adoptar una solución tecnológica para la apicultura?
6. ¿Qué tipo de información considera más crítica para monitorear en tiempo real en sus colmenas?
7. ¿Prefiere una interfaz web, una aplicación móvil o ambas para acceder y controlar el sistema de monitoreo de colmenas?
8. ¿Cuál sería su disposición para aprender y adaptarse a la nueva tecnología en el proceso de implementación?
9. ¿Cuántas colmenas maneja actualmente y cuántas le gustaría monitorear con este sistema?
10. ¿Tiene alguna preocupación específica sobre la seguridad de los datos recopilados por el sistema de monitoreo en tiempo real?

Anexo 3: Cronograma

Tabla 29: Cronograma de actividades

| SEMESTRE / ACTIVIDAD | NOVENO SEMESTRE(MESES) | | | | |
|--|------------------------|-----|-----|-----|-----|
| | NOV | DIC | ENE | FEB | MAR |
| Establecer el Tema de titulación | | | | | |
| Elaborar el protocolo de investigación | | | | | |
| Primer avance del anteproyecto de investigación | | | | | |
| Elaboración del estado del arte del anteproyecto | | | | | |
| Documento completo del anteproyecto de investigación | | | | | |
| Versión final del protocolo de investigación | | | | | |
| Versión Final del anteproyecto de investigación con correcciones y firma del Tutor y cotutor | | | | | |
| Diseño de la aplicación web y móvil (primera etapa) | | | | | |
| Presentación y Sustentación del anteproyecto | | | | | |
| Avance 1 del Trabajo de Titulación | | | | | |
| Resumen | | | | | |
| Introducción | | | | | |
| Capítulo 1 | | | | | |
| Avance 2 del trabajo de titulación | | | | | |
| Capítulo 2 | | | | | |
| Definición del prototipo | | | | | |
| Metodología de desarrollo del prototipo | | | | | |
| Diseño del prototipo e implementación de IoT al sistema | | | | | |
| Enfoque, alcance y diseño de investigación | | | | | |
| Unidades de análisis | | | | | |
| Técnicas e instrumentos de recopilación de datos | | | | | |
| Técnicas de procesamiento de datos para la obtención de resultados | | | | | |
| Metodología o métodos específicos | | | | | |
| Herramientas y/o Materiales | | | | | |
| Etapas finales de desarrollo del prototipo para pruebas | | | | | |
| Sustentación del proyecto ante el comité evaluador | | | | | |

Anexo 4: Presupuesto

Tabla 30: Presupuesto

| Tipo / Concepto | Cantidad | Unid.Med. | P.Unitario (\$) | Total (\$) |
|--|----------|-----------|-----------------|------------|
| Software | | | | 0 |
| Arduino | 1 | | 0 | 0 |
| Visual Studio Code | 1 | | 0 | 0 |
| Mongo DB | 1 | | 0 | 0 |
| Hardware | | | | 160 |
| Laptop ASUS i5 6ta gen | 10 | Meses | 10 | 100 |
| Sensor de temperatura y humedad | 3 | | 5 | 15 |
| ESP32 | 3 | | 15 | 45 |
| Personal | | | | 2300 |
| Ingeniero Apícola | 160 | Horas | 5 | 800 |
| Desarrollador móvil | 150 | Horas | 5 | 750 |
| Desarrollador Web | 150 | Horas | 5 | 750 |
| Servicios | | | | 125 |
| Internet | 5 | Meses | 25 | 125 |
| Otros | | | 0 | 0 |
| Materiales | | | | 65 |
| Arduino UNO | 1 | | 15 | 15 |
| Estación de electrónica | 1 | | 50 | 50 |
| Total Costos: | | | | 2650 |
| Costos indirectos, de gestión, imprevistos y otros | 5% | | | 132.5 |
| | | | Total | 2782.5 |

Anexo 5: Evaluación de calidad aplicando la norma ISO/IEC 14598

Tabla 31: Evaluación de calidad según la norma ISO/IEC 14598

| <i>Característica Principales</i> | <i>Subcaracterísticas</i> |
|-----------------------------------|---|
| <i>Funcionalidad</i> | Idoneidad Exactitud Interoperabilidad |
| <i>Fiabilidad</i> | Madurez Tolerancia a fallos Capacidad de recuperación |
| <i>Usabilidad</i> | Inteligibilidad Aprendizaje Operabilidad |
| <i>Eficiencia</i> | Tiempo de respuesta Uso de recursos Comportamiento bajo carga |
| <i>Compatibilidad</i> | Coexistencia Interoperabilidad con sistemas existentes |
| <i>Mantenibilidad</i> | Analizabilidad Modificabilidad Estabilidad Testabilidad |
| <i>Portabilidad</i> | Adaptabilidad Instalabilidad Capacidad de reemplazo |
| <i>Seguridad</i> | Acceso no autorizado Confidencialidad Integridad |

Anexo 6: Encuesta de satisfacción del usuario – Página Web

21/7/24, 15:59

Encuesta de Satisfacción del Usuario - Página Web - Beektor

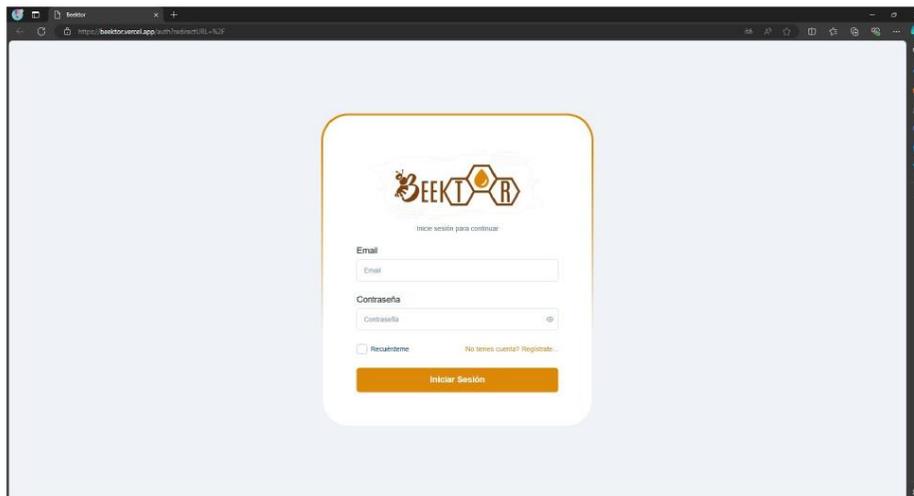
Encuesta de Satisfacción del Usuario - Página Web - Beektor

Esta encuesta tiene como objetivo recopilar información valiosa para orientar la implementación exitosa del sistema de monitoreo y control en tiempo real de colmenas mediante tecnología IoT.

Agradecemos su participación y contribución a este proyecto innovador en la apicultura.

** Indica que la pregunta es obligatoria*

1. Correo electrónico *



2. **1. ¿Cómo evaluarías la capacidad de nuestra página web para realizar las funciones que necesitas?** *

Marca solo un óvalo.

- 1 - Muy Insatisfecho
- 2 - Insatisfecho
- 3 - Neutral
- 4 - Satisfecho
- 5 - Excelente

3. **2. ¿Qué tan confiable encuentras nuestra página web en términos de disponibilidad y rendimiento?** *

Marca solo un óvalo.

- 1 - Muy Insatisfecho
- 2 - Insatisfecho
- 3 - Neutral
- 4 - Satisfecho
- 5 - Excelente

4. **3. ¿Qué tan fácil es navegar y utilizar nuestra página web?** *

Marca solo un óvalo.

- 1 - Muy Insatisfecho
- 2 - Insatisfecho
- 3 - Neutral
- 4 - Satisfecho
- 5 - Excelente

5. **4. ¿Qué opinas sobre la rapidez y la eficiencia de nuestra página web al cargar contenido y realizar acciones?** *

Marca solo un óvalo.

- 1 - Muy Insatisfecho
- 2 - Insatisfecho
- 3 - Neutral
- 4 - Satisfecho
- 5 - Excelente

6. **5. ¿Qué tan bien se adapta nuestra página web a diferentes navegadores y dispositivos?** *

Marca solo un óvalo.

- 1 - Muy Insatisfecho
- 2 - Insatisfecho
- 3 - Neutral
- 4 - Satisfecho
- 5 - Excelente

7. **6. ¿Qué tan satisfecho estás con la facilidad de actualización y mantenimiento de nuestra página web?** *

Marca solo un óvalo.

- 1 - Muy Insatisfecho
- 2 - Insatisfecho
- 3 - Neutral
- 4 - Satisfecho
- 5 - Excelente

8. **7. ¿Qué tan accesible es nuestra página web desde diferentes dispositivos *
(PC, tabletas, móviles)?**

Marca solo un óvalo.

- 1 - Muy Insatisfecho
- 2 - Insatisfecho
- 3 - Neutral
- 4 - Satisfecho
- 5 - Excelente

9. **8. ¿Qué tan seguro te sientes al navegar y realizar transacciones en
nuestra página web? ***

Marca solo un óvalo.

- 1 - Muy Insatisfecho
- 2 - Insatisfecho
- 3 - Neutral
- 4 - Satisfecho
- 5 - Excelente

Google no creó ni aprobó este contenido.

Google Formularios

Anexo 7: Encuesta de satisfacción del usuario – Aplicación Móvil

29/7/24, 21:27

Encuesta de Satisfacción del Usuario - Aplicación Móvil - Beektor

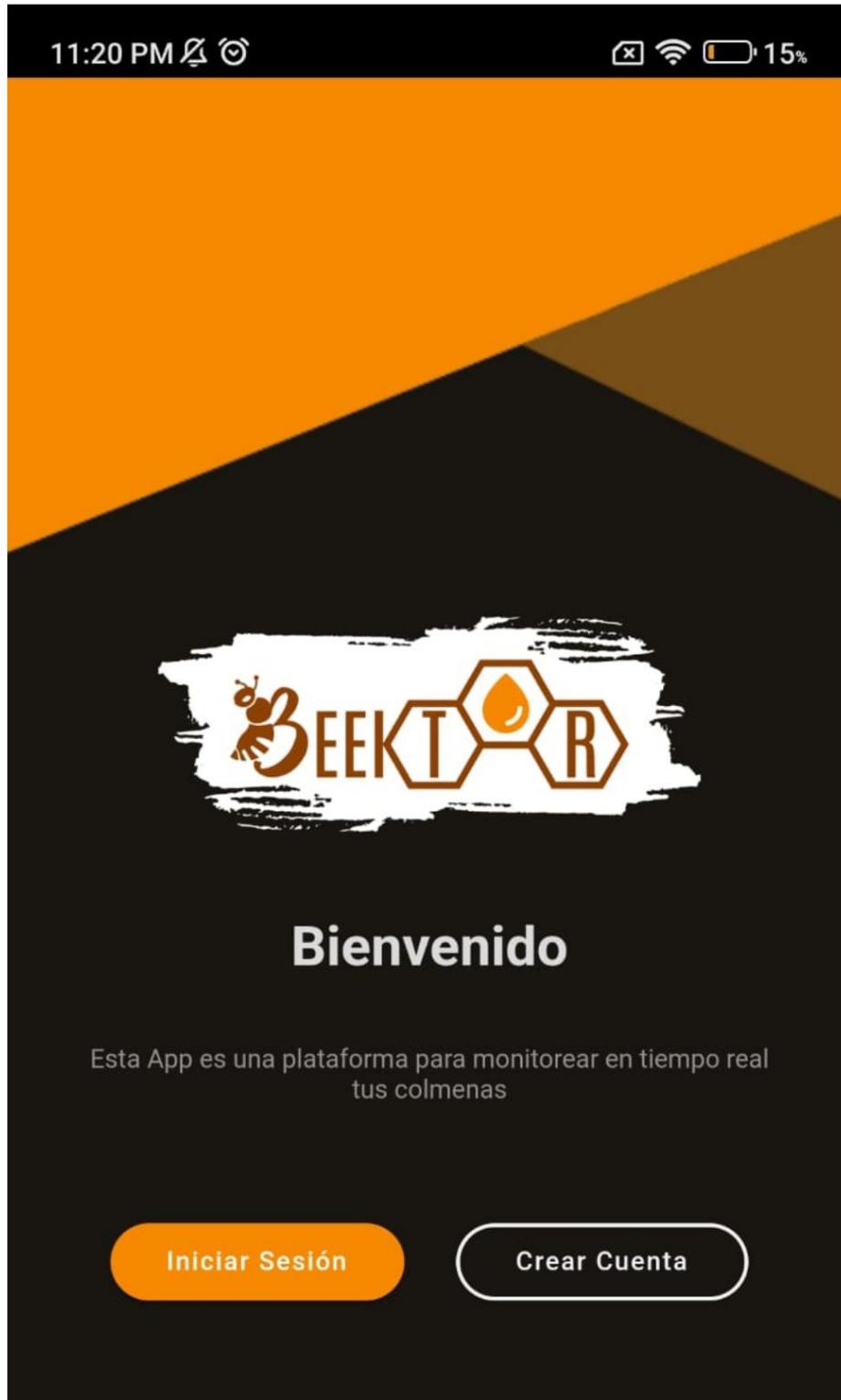
Encuesta de Satisfacción del Usuario - Aplicación Móvil - Beektor

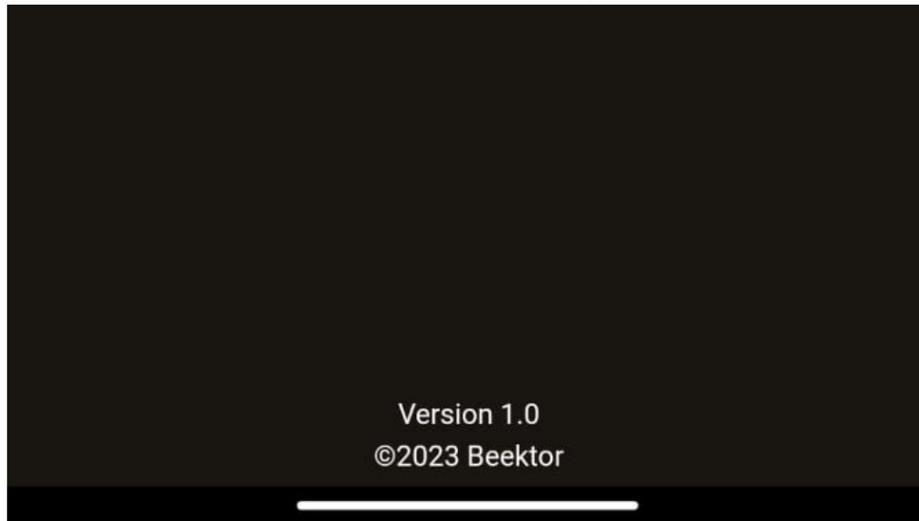
Esta encuesta tiene como objetivo recopilar información valiosa para orientar la implementación exitosa del sistema de monitoreo y control en tiempo real de colmenas mediante tecnología IoT.

Agradecemos su participación y contribución a este proyecto innovador en la apicultura.

** Indica que la pregunta es obligatoria*

1. Correo electrónico *





2. **1. Funcionalidad** *

¿Cómo evaluarías la capacidad de nuestra aplicación móvil para realizar las funciones que necesitas?

Marca solo un óvalo.

- 1 - Muy Insatisfecho
- 2 - Insatisfecho
- 3 - Neutral
- 4 - Satisfecho
- 5 - Excelente

3. **2. Fiabilidad** *

¿Qué tan confiable encuentras nuestra aplicación móvil en términos de disponibilidad y rendimiento?

Marca solo un óvalo.

- 1 - Muy Insatisfecho
- 2 - Insatisfecho
- 3 - Neutral
- 4 - Satisfecho
- 5 - Excelente

4. **3. Usabilidad** *

¿Qué tan fácil es navegar y utilizar nuestra aplicación móvil ?

Marca solo un óvalo.

- 1 - Muy Insatisfecho
- 2 - Insatisfecho
- 3 - Neutral
- 4 - Satisfecho
- 5 - Excelente

5. **4. Eficiencia** *

¿Qué opinas sobre la rapidez y la eficiencia de nuestra aplicación móvil al cargar contenido y realizar acciones?

Marca solo un óvalo.

- 1 - Muy Insatisfecho
- 2 - Insatisfecho
- 3 - Neutral
- 4 - Satisfecho
- 5 - Excelente

6. **5. Compatibilidad** *

¿Qué tan bien se adapta nuestra aplicación móvil a diferentes navegadores y dispositivos?

Marca solo un óvalo.

- 1 - Muy Insatisfecho
- 2 - Insatisfecho
- 3 - Neutral
- 4 - Satisfecho
- 5 - Excelente

7. **6. Mantenibilidad**

*

¿Qué tan satisfecho estás con la facilidad de actualización y mantenimiento de nuestra aplicación móvil?

Marca solo un óvalo.

- 1 - Muy Insatisfecho
- 2 - Insatisfecho
- 3 - Neutral
- 4 - Satisfecho
- 5 - Excelente

8. **7. Portabilidad**

*

¿Qué tan satisfecho estás con la capacidad de la app para ser instalada y utilizada en diferentes dispositivos y plataformas sin problemas?

Marca solo un óvalo.

- 1 - Muy Insatisfecho
- 2 - Insatisfecho
- 3 - Neutral
- 4 - Satisfecho
- 5 - Excelente

9. **8. Seguridad**

*

¿Qué tan satisfecho estás con la protección de la información y los datos contra accesos no autorizados en la app?

Marca solo un óvalo.

- 1 - Muy Insatisfecho
- 2 - Insatisfecho
- 3 - Neutral
- 4 - Satisfecho
- 5 - Excelente

Anexo 8: Análisis de encuesta de satisfacción del usuario – Página Web

22/7/24, 20:21

Encuesta de Satisfacción del Usuario - Página Web - Beektor

Encuesta de Satisfacción del Usuario - Página Web - Beektor

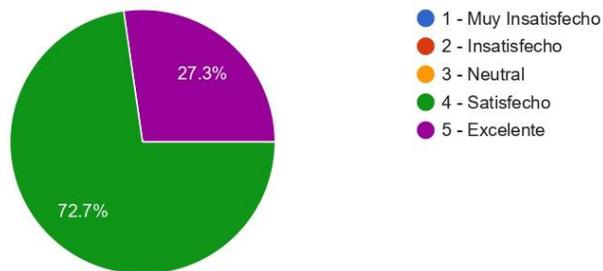
22 respuestas

[Publicar análisis](#)

1. ¿Cómo evaluarías la capacidad de nuestra página web para realizar las funciones que necesitas?

[Copiar](#)

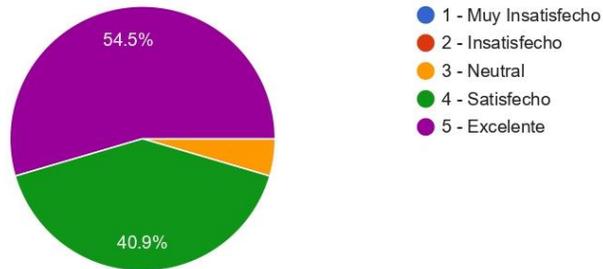
22 respuestas



2. ¿Qué tan confiable encuentras nuestra página web en términos de disponibilidad y rendimiento?

[Copiar](#)

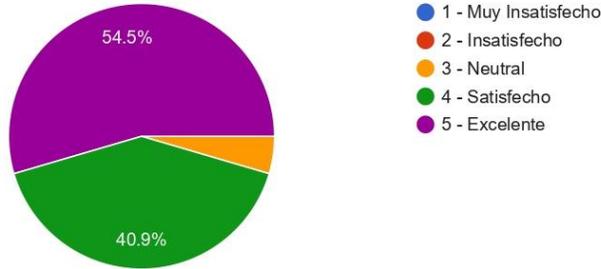
22 respuestas



3. ¿Qué tan fácil es navegar y utilizar nuestra página web?

 Copiar

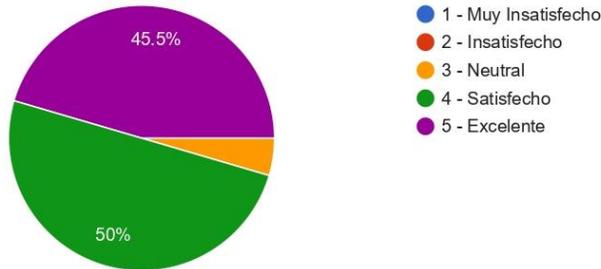
22 respuestas



4. ¿Qué opinas sobre la rapidez y la eficiencia de nuestra página web al cargar contenido y realizar acciones?

 Copiar

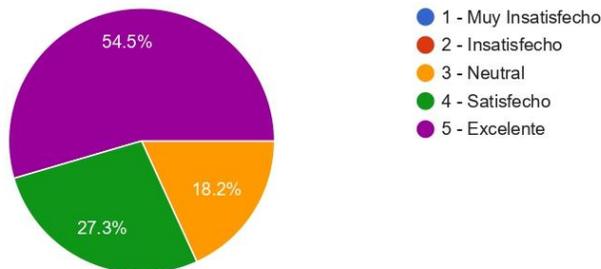
22 respuestas



5. ¿Qué tan bien se adapta nuestra página web a diferentes navegadores y dispositivos?

 Copiar

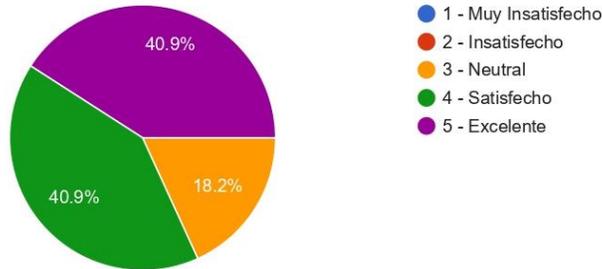
22 respuestas



6. ¿Qué tan satisfecho estás con la facilidad de actualización y mantenimiento de nuestra página web?

 Copiar

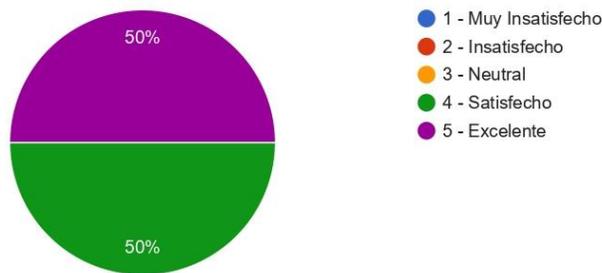
22 respuestas



7. ¿Qué tan accesible es nuestra página web desde diferentes dispositivos (PC, tabletas, móviles)?

 Copiar

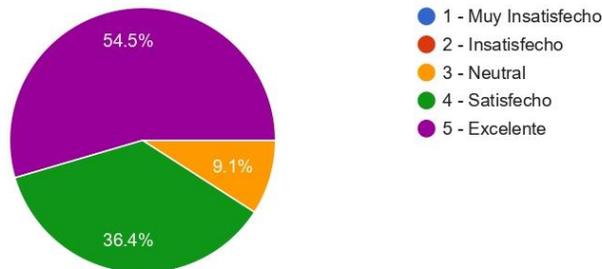
22 respuestas



8. ¿Qué tan seguro te sientes al navegar y realizar transacciones en nuestra página web?

 Copiar

22 respuestas



Google no creó ni aprobó este contenido. [Denunciar abuso](#) - [Condiciones del Servicio](#) - [Política de Privacidad](#)

Google Formularios



Anexo 9: Análisis de encuesta de satisfacción del usuario – Aplicación Móvil

29/7/24, 0:58

Encuesta de Satisfacción del Usuario - Aplicación Móvil - Beektor

Encuesta de Satisfacción del Usuario - Aplicación Móvil - Beektor

17 respuestas

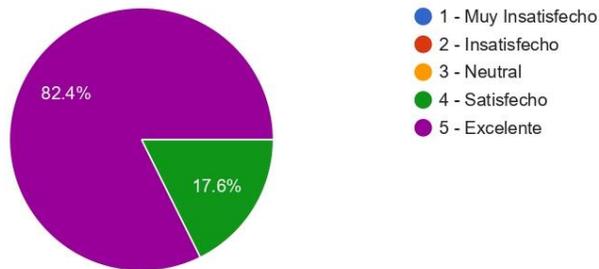
[Publicar análisis](#)

1. Funcionalidad

[Copiar](#)

¿Cómo evaluarías la capacidad de nuestra aplicación móvil para realizar las funciones que necesitas?

17 respuestas

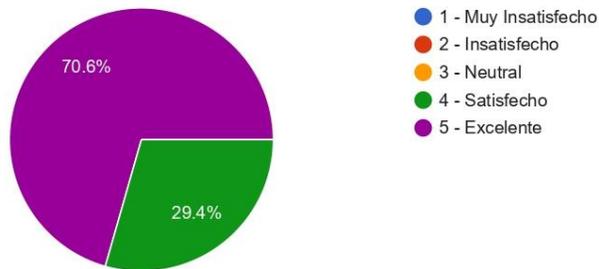


2. Fiabilidad

[Copiar](#)

¿Qué tan confiable encuentras nuestra aplicación móvil en términos de disponibilidad y rendimiento?

17 respuestas

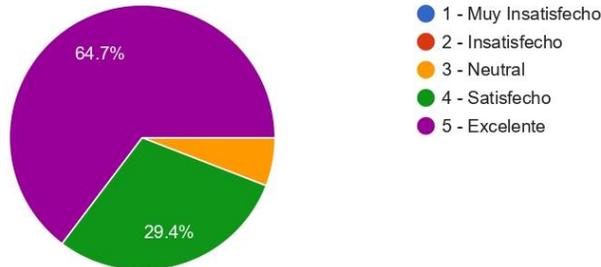


3. Usabilidad

 Copiar

¿Qué tan fácil es navegar y utilizar nuestra aplicación móvil ?

17 respuestas

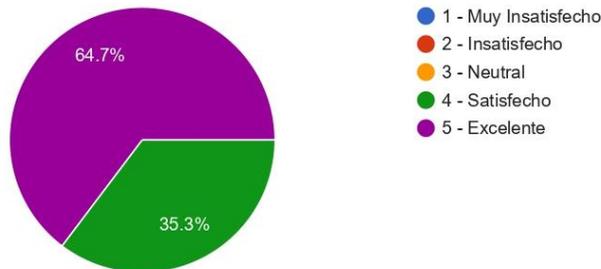


4. Eficiencia

 Copiar

¿Qué opinas sobre la rapidez y la eficiencia de nuestra aplicación móvil al cargar contenido y realizar acciones?

17 respuestas

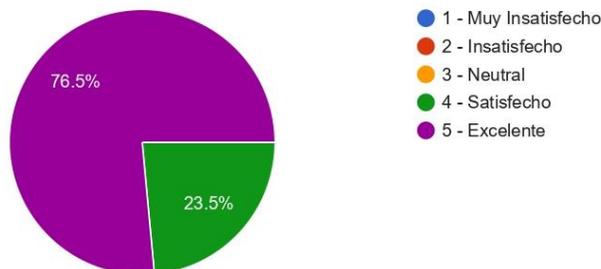


5. Compatibilidad

 Copiar

¿Qué tan bien se adapta nuestra aplicación móvil a diferentes navegadores y dispositivos?

17 respuestas

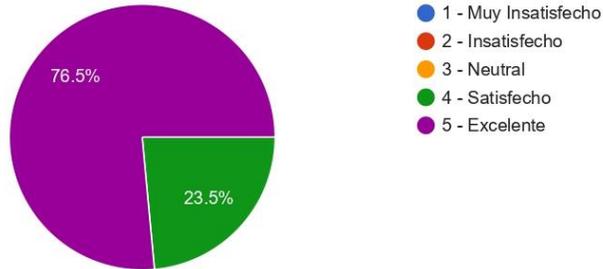


6. Mantenibilidad

 Copiar

¿Qué tan satisfecho estás con la facilidad de actualización y mantenimiento de nuestra aplicación móvil?

17 respuestas

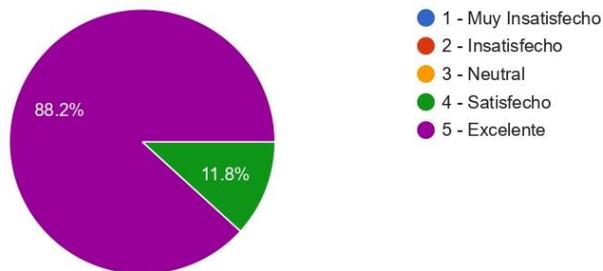


7. Portabilidad

 Copiar

¿Qué tan satisfecho estás con la capacidad de la app para ser instalada y utilizada en diferentes dispositivos y plataformas sin problemas?

17 respuestas

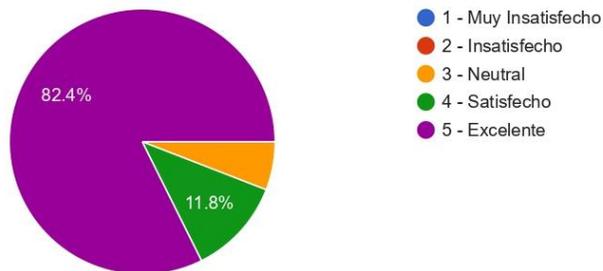


8. Seguridad

 Copiar

¿Qué tan satisfecho estás con la protección de la información y los datos contra accesos no autorizados en la app?

17 respuestas



Anexo 10: Evidencia fotográfica de revisión con tutor



Anexo 11: Evidencia fotográfica de revisión con Cotutor



Anexo 12: Evaluación y revisión del sistema con apicultores locales

