

Ecuador – Julio 2017 - ISSN: 1696-8352

## **MONITOREO EN TIEMPO REAL DEL HATO BOVINO DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO EN LA FINCA LA MARÍA, CANTON QUEVEDO – LOS RÍOS**

**Ing. Ariosto Eugenio Vicuña Pino, MSC<sup>1</sup>,  
Ing. Eduardo Amable Samaniego Mena, MSC<sup>2</sup>,**

Para citar este artículo puede utilizar el siguiente formato:

Ariosto Eugenio Vicuña Pino y Eduardo Amable Samaniego Mena (2017): "Monitoreo en tiempo real del hato bovino de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo en la Finca La María, Cantón Quevedo – Los Ríos", Revista Observatorio de la Economía Latinoamericana, Ecuador, (julio 2017). En línea:

<http://www.eumed.net/cursecon/ecolat/ec/2017/hato-bovino-canton.html>

### **RESUMEN**

En la Finca la María de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, no se implementan mecanismos de automatización en los procesos realizados para el control sanitario de la producción animal, lo que conlleva la pérdida de información, ocasionando una gran dificultad al momento de identificar el ganado.

Al no existir un sistema que realice el control sanitario del ganado se vuelve dificultoso realizar una prevención en las enfermedades que este padece, al mismo tiempo no cuenta un control de localización en las reses lo cual ocasiona que estas se extravíen. La información obtenida sobre el estado

---

<sup>1</sup> Ingeniero en Computación, Master en Bibliotecología y Ciencia de la Información, Docente de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería, Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Los Ríos (Ecuador), [avicuna@uteq.edu.ec](mailto:avicuna@uteq.edu.ec)

<sup>2</sup> Ingeniero en Sistemas, Master en Conectividad y Redes de Ordenadores, Docente de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería, Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Los Ríos (Ecuador), [esamaniego@uteq.edu.ec](mailto:esamaniego@uteq.edu.ec)

del ganado se la realiza de manera manual, originando que la información se pierda o que existan atrasos en la interpretación de los informes obtenidos de dichos datos.

Los objetivos de la investigación pretenden determinar la viabilidad de la implementación de un sistema para el control del ganado en la Finca la María así también como la utilización de tecnologías inalámbricas de monitoreo en tiempo real del ganado, lo que nos lleva a determinar que utilizando las tecnologías de comunicación se tiene una incidencia en el control del ganado realizado en la Finca la María como hipótesis.

Ante la falta de un sistema que permita realizar un control para la toma de decisiones en los procesos de ganadería que se llevan en la Finca se propone efectuar la implementación de un prototipo para la captura de datos mediante tecnologías de comunicación las mismas que permiten realizar el monitoreo del ganado en tiempo real, con lo que se anhela demostrar a la comunidad universitaria que por medio de la práctica tecnológica de calidad podemos ir camino a la excelencia investigativa.

Para conseguir que los procesos mencionados anteriormente se cumplan se realiza un control de la posición del ganado por medio de monitoreo en tiempo real utilizando la tecnología de GPS la misma que tiene una tasa de transferencia de 171,2 kbps, con un alcance de 1609000 metros ya que trabaja con cobertura satelital, también se emplean técnicas de investigación veraces que permiten recolectar la información necesaria, para la realización de pruebas estadísticas investigativas la que nos llevan al análisis viable del proyecto investigativo.

**PALABRAS CLAVES:** Monitoreo en tiempo real, tecnología de GPS

**MONITORING IN REAL TIME OF THE BOVINE HAT OF THE STATE  
TECHNICAL UNIVERSITY OF QUEVEDO IN LA MARÍA FINCA, QUEVEDO -  
LOS RÍOS.**

## **ABSTRACT**

In the La Finca of the State Technical University of Quevedo, automation mechanisms are not implemented in the processes carried out for the sanitary control of animal production, which entails the loss of information, causing great difficulty when identifying livestock .

In the absence of a system that performs the sanitary control of livestock it becomes difficult to carry out a prevention in the diseases that it suffers, at the same time it does not count a control of location in the cattle which causes them to go astray. The information obtained on cattle status is done manually, causing the information to be lost or there are delays in the interpretation of the reports obtained from said data.

The objectives of the research are to determine the feasibility of implementing a system for the control of livestock at Finca la María as well as the use of wireless technologies for real time monitoring of livestock, which leads us to determine that using the Communication technologies has an impact on the control of livestock made at Finca la María as a hypothesis.

Given the lack of a system that allows control to decision-making in the livestock processes that are carried out on the farm, it is proposed to carry out the implementation of a prototype for the capture of data by means of communication technologies that allow the Monitoring of livestock in real time, which is longed to demonstrate to the university community that through quality technology practice we can go the way of research excellence.

To achieve that the processes mentioned above are fulfilled a control of the position of the livestock is realized by means of monitoring in real time using GPS technology the same one that has a rate of transfer of 171,2 kbps, with a reach of 1609000 meters Since it works with satellite coverage, we also use truthful investigative techniques that allow us to collect the necessary information, for

carrying out statistical tests that lead us to the viable analysis of the research project.

## 1. Introducción

El estudio se lo realizó en el cantón Quevedo, se encuentra ubicada al 1° 20' 30" de Latitud Sur y los 79° 28' 30" de Longitud occidental, en una zona subtropical. Esta limitada por: Al norte: por los cantones Buena Fe y Valencia. Al Sur: Cantón Mocache. Al Este: Cantón Ventanas y Quinsaloma. Al Oeste: El Empalme (Provincia del Guayas). Se encuentra en el centro de la región litoral, pertenece a la provincia de Los Ríos y es catalogada como la quinta ciudad en importancia del país, presenta un clima tropical húmedo, con una temperatura media de 24 grados centígrados.

Ubicación Geográfica cantón Quevedo



**Fuente:** Instituto Nacional de Estadísticas y Censo- Ecuador

La Universidad Técnica Estatal de Quevedo U.T.E.Q, geográficamente está ubicada en la provincia de Los Ríos cantón Quevedo. Esta prestigiosa institución inicia sus labores académicas el 22 de Enero de 1976, como Extensión de La Universidad "Luis Vargas Torres" de Esmeraldas, fue creada como Universidad Técnica Estatal de Quevedo mediante Ley de la República del 26 de enero de 1984, publicada en el Registro Oficial No. 674 del 1 de Febrero de 1984.

La ganadería en varias provincias del Ecuador forma parte de las fuentes de Ingresos económicos y en la Finca la María de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo varias cabezas de ganado son utilizadas en la producción investigando realizando procesos manuales en el control de la toma de decisiones para la ganadería.

Sin embargo los procesos manuales han mostrado una serie de inconvenientes como es la no prevención de las enfermedades padecidas por el ganado, existiendo pérdidas y falta de control en la localización de las reses lo cual ocasiona que estas se extravíen cuando salen del área de pastoreo.

A través de esta investigación se recopila varios métodos de identificación y localización del ganado con tecnologías inalámbricas entre ellas la ZigBee, GPS, RFID, Localizador de claro y movistar así como la elaboración de un sistema de control.

GPS Sistema de Posicionamiento Global (GPS) según (**Urrutia, 2006**) es un sistema de navegación por satélite basado en el espacio que proporciona la ubicación y la hora en todas las condiciones meteorológicas, en cualquier lugar o cerca de la tierra, donde hay una línea de visión sin obstáculos a cuatro o más satélites GPS.

El sistema proporciona capacidades críticas a los usuarios militares, civiles y comerciales en todo el mundo. El gobierno de Estados Unidos creó el sistema, lo mantiene, y hace que sea de libre acceso para cualquier persona con un receptor GPS.

Sistema de Posicionamiento Global (GPS) es un sistema mundial de radionavegación que consiste en una constelación de veinticuatro satélites situados en seis órbitas, y sus estaciones de control en tierra. Un dispositivo único llamado el receptor GPS se encarga de la interfaz real entre el usuario civil y la Red Global de Sistemas de Posicionamiento. (**Guinot Garcia, 2009**).

Tecnología RFID **(Núñez, 2013)** La Identificación de Radio Frecuencia es una tecnología que ha tenido un crecimiento en los últimos años por su impacto en las industrias. Las etiquetas inteligentes son la base de esta tecnología. Aunque el costo es un factor que limitan la implementación. Pero el aumento de la eficiencia operativa es la ventaja clave que ofrece esta tecnología.

Los satélites de comunicación según **(Tanenbaum, 2003)** en sus inicios establecieron la transmisión a través de rebotes de señales sobre globos climáticos. Pero las señales que recibían eran demasiado débiles para darles un uso práctico, entonces, la Marina de Estados Unidos descubrió una especie de globo climático en el cielo – La Luna y desarrolló un sistema de comunicaciones por repetición, progresos posteriores en el campo de las comunicaciones por el cielo tuvieron que esperar hasta que se lanzó el primer satélite de comunicaciones.

## **2. Metodología**

El informe de investigación se realiza con el objetivo de proporcionar respuestas a las preguntas de investigación en la formulación de este proyecto así como para aprobar o desaprobar la hipótesis planteada.

En la realización de esta investigación se utiliza un diseño cuasi experimental, en cual se ejecutó un estudio para medir la variable dependiente e independiente. Este estudio realiza una muestra de autoridades en la medición de un después del desarrollo de la investigación.

Las técnicas de investigación permiten la obtención de la información a partir de documentos escritos o no escritos los mismos que se utilizan en el propósito de realizar un estudio en concreto. A medida que más fuentes se utilicen más fidedigno es el trabajo realizado, permitiendo tener datos sustentables en la investigación de monitoreo del ganado en tiempo real en la Finca La María de la U.T.E.Q.

Para la investigación se seleccionó 70 cabezas de hatos bovinos que se encuentra en la Finca la María de la UTEQ, de los cuales 32 son hembras, 18 son machos y 20 terneros.

#### 3.4.1.2. Muestra

La muestra se determinará, tomando en consideración los resultados de la fórmula. El tamaño de la muestra es calculada con la siguiente ecuación:

$$n = \frac{N}{E^2(N - 1) + 1}$$

N=Universo

n=Tamaño de la muestra

E=Error de muestreo

#### Reemplazando valores en Fórmula

$$\frac{N}{E^2(N - 1) + 1}$$

$$n = \frac{70}{0,1^2(70 - 1) + 1}$$

$$n = \frac{70}{0,01(69) + 1}$$

$$n = \frac{70}{(1, 69)}$$

$$n = 41$$

### 3. Desarrollo

Monitoreo en tiempo real del hato bovino de la universidad técnica estatal de Quevedo en la finca la maría, Quevedo – Los Ríos. Esta manifestación coincide con **RFID** (Identificación de Radiofrecuencias) Identificación por Radiofrecuencia es

una tecnología que incorpora el uso de acoplamiento electromagnético o electrostático en la parte de radiofrecuencia (RF) del espectro electromagnético para identificar de forma única un objeto, animal o persona. **(Núñez, 2013).**

Los satélites de comunicación en sus inicios establecieron la transmisión a través de rebotes de señales sobre globos climáticos. Pero las señales que recibían eran demasiado débiles para darles un uso práctico, entonces, la Marina de Estados Unidos descubrió una especie de globo climático en el cielo – La Luna y desarrolló un sistema de comunicaciones por repetición, progresos posteriores en el campo de las comunicaciones por el cielo tuvieron que esperar hasta que se lanzó el primer satélite de comunicaciones. **(Tanenbaum, 2003)**

#### **4. Resultados**

##### **DESARROLLO DEL PROTOTIPO**

##### **Localizador GPS**

El hardware que tiene el receptor de GPS portátil puede rastrear el hato bovino por medio de señales de GPS es decir que envía las coordenadas de donde está ubicado el ganado en tiempo real.



**Figura 1** Localizador GPS- Tracker

**Fuente:** Manual básico TRACKER GSM/GPRS/GPS TK-102B

**Características del Equipo:** En la siguiente tabla se especifica las principales especificaciones del equipo.



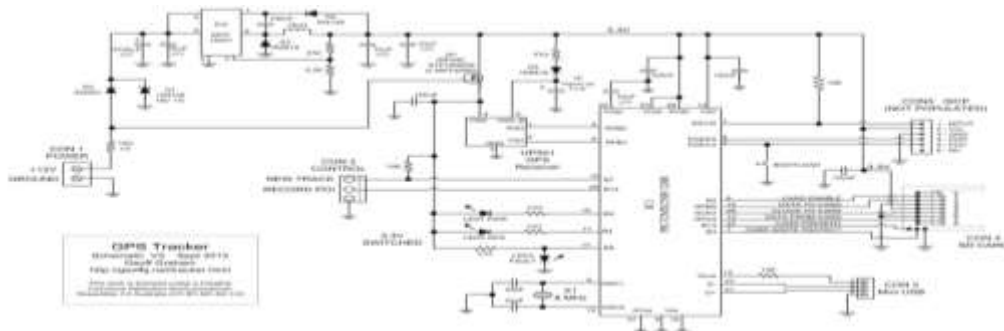
**Tabla 1 Características del GPS – Tracker**

Especificaciones	
Dimensiones	64mm x 46mm x 17mm (1,8 " * 2.5" * 0.65 " )
Peso	50g
Red	GSM / GPRS
Banda	850/900/1800/1900Mhz o 900/1800/1900Mhz
Chip GPS	Chip SIRF3

**Fuente:** Autores

### Diseño del circuito del GSM/GPRS/GPS Tracker

El GPS-Tracker tiene incorporado un circuito que permite la comunicación entre el localizador y el sistema enviando los datos necesarios para realizar los procesos de control del hato bovino.



**Figura 2:** Diseño del circuito GPS-Tracker

**Fuente:** <http://geoffg.net/tracker.html>

**Esquema de funcionamiento del prototipo**

The diagram illustrates the GPS system components and data output. At the top left, a **GPS Satellite** is shown. Below it, a **Dispositivo Gps** (GPS device) is depicted, which is connected to a computer. To the right of the computer is a **Google Map** showing a location. Below the GPS device, a **Cellular** phone is shown, with an arrow pointing to a screen displaying tracking data. The data includes timestamps, coordinates, speed, battery level, and a URL.

GPS Satellite

Dispositivo Gps

Google Map

Cellular

Tracking Data:

- 2010年4月13日 16:59:31
- lat:22.555212 long:114.108366
- speed:000.0
- T:13/04/10 17:01 Bat:60%
- <http://www.wxjxy.com/GPSTracker.aspx?key=354776738156627@3886484.132@650196.798>
- 2010年4月13日 16:58:27
- lat:22.555334 long:114.108252
- speed:000.0

**Fuente:** Autores

Para desarrollar el software de monitoreo se utilizó la metodología Crystal Clear ya que permite tener una gran agilidad frente al cambio a nivel del tamaño y complejidad. Entre las bondades de la tecnología es que es interactivo e incremental debido a que posibilita la entrega de funcionalidades del sistema semanal o trimestral lo que admite que el sistema sea ajustado y mejorado según las exigencias de las instituciones.

**Fase planificación de los requisitos:** La planificación tiene como objetivo la definición de cada uno de los requisitos o proceso que se va a llevar a cabo con la creación de la aplicación web, para llevar el control de los procesos reproductivos

y sanitarios del ganado que responda de una manera más eficaz y eficiente al proceso manual que se está llevando actualmente.

### **Requerimientos Funcionales**

**Configurar usuario:** EL sistema permite ingresar los datos de usuario, modificar y eliminar los datos que existen. Los datos de inicio son cédula, nombre, dirección, teléfono, nombre de usuario, y clave. Al ingresar realiza el proceso de comprobar que no se encuentre registrado y designado el nivel de acceso en el sistema, al finalizar los datos se eliminan los registrados.

**Gestionar nivel de usuario:** En la gestión de los niveles se registra, edita los datos y se eliminan los registros.

**Registrar empleado:** El sistema permite el ingreso de los datos personales del empleado, edita, borra los datos que estén registrados y a través del código, cedula, nombres valida los datos ingresados.

**Registrar Finca:** Se registra los datos principales de la finca como código, nombre, dirección y total de hectáreas verificando los datos que no existan en la base de datos.

**Registrar ganado:** El sistema registra, edita, elimina, verifica los datos de cedula, raza, color, fecha nacimiento, sexo que sean los correctos y los registra en la base de datos.

**Registrar proceso de vacunación:** El proceso de vacunación valida, edita, elimina, registra los datos como código del hato bovino, nombre de vacuna, fecha de vacuna, fecha de próxima vacuna para almacenarlos en la base de datos

**Registrar tratamiento de enfermedades:** El sistema registra los tratamientos de enfermedades, edita, elimina y valida los datos como el código del hato bovino, nombre enfermedad, tratamiento, medicina y los almacena en la base de datos.

**Registro de servicios de las hembras reproductoras:** El sistema registra, edita, eliminar los servicios o estados de la hembra reproductora ingresando los datos l código del hato bovino, fecha, tipo de concepción, fecha de parto y observación para ser almacenados en la base de datos.

**Registrar inseminación por monta o artificial:** El sistema permite el registro de inseminación del hato bovino, modificación y eliminación de los datos como el código del hato bovino.

**Registrar palpaciones:** El sistema registra las palpaciones del ganado hembra, modifica y elimina los datos como código del hato bovino, código veterinario, fecha, observación.

**Generar informes:** El sistema al generar los informes permite elegir el filtro del informe, verifica los datos, y luego muestra opciones para exportar el documento.

### **Requerimientos no funcionales**

- Las funciones del sistema poseen un tiempo de respuesta de 5 a 10 segundos, considerando la velocidad del computador.
- Requerimientos de sistema debe existir un servidor en Windows con base de datos SqlServer.
- Requerimientos de Interfaz de Usuario deben ser amigable e intuitivo para el usuario y aplicar estándares de diseño de las páginas web.
- Requerimientos de Seguridad como aautenticación y autorización establecida por el nivel de usuario.

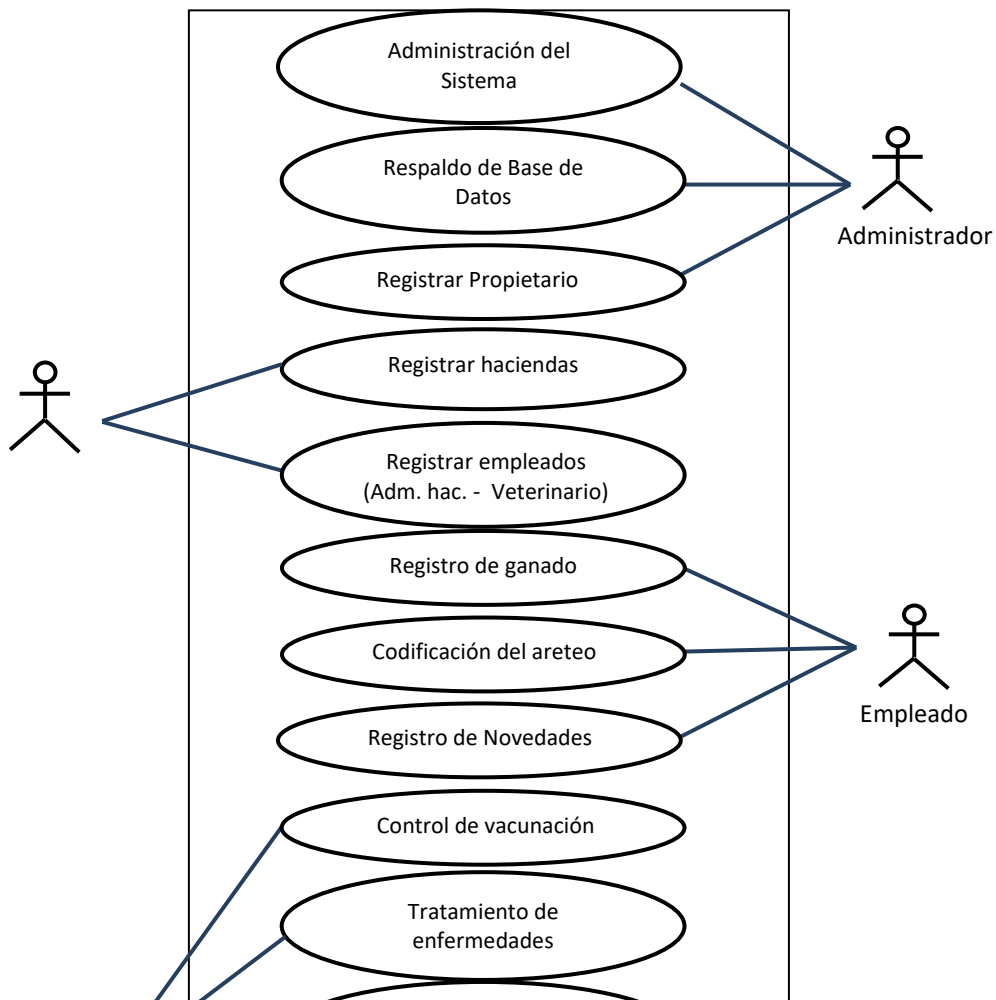
En Modelamiento del Lenguaje Unificado (UML) del sistema se consideró los elementos siguientes:

**Tabla 2:** Especificación de Caso de Uso

No	Especificaciones para Caso de Uso
1	Ingresar a la aplicación web mediante la autenticación
2	Registrar Usuarios
3	Registrar Finca
4	Registrar Empleados
5	Registrar ganado de la Finca
6	Registrar codificación emitida por el MAGAP
7	Registrar proceso de vacunación
8	Registrar tratamiento de enfermedades
9	Registrar servicios a hembras reproductoras
10	Registrar tipo de inseminación
11	Registrar Palpaciones al tacto
13	Mostrar reportes y alerta

**Fuente:** Autores

**Casos de uso general:** El caso de uso genera muestra todas las funciones con las que cuenta el sistema así como los autores que en el intervienen.

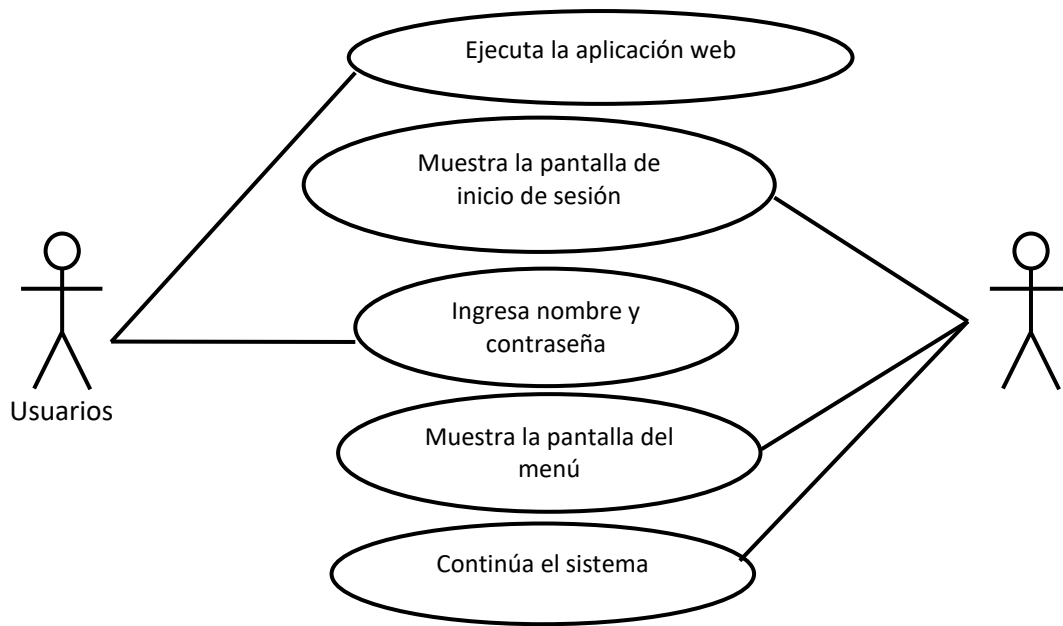


#### **Figura4:** Caso de uso general

**Fuente:** Autores

#### **Caso de uso Expandido**

**Inicio de sesión:** El caso de uso inicio de sesión muestra las acciones que hay que realizar para iniciar sesión en la aplicación web.



**Figura 5.** Diagrama de caso de uso inicio se sesión

**Fuente:** Autores

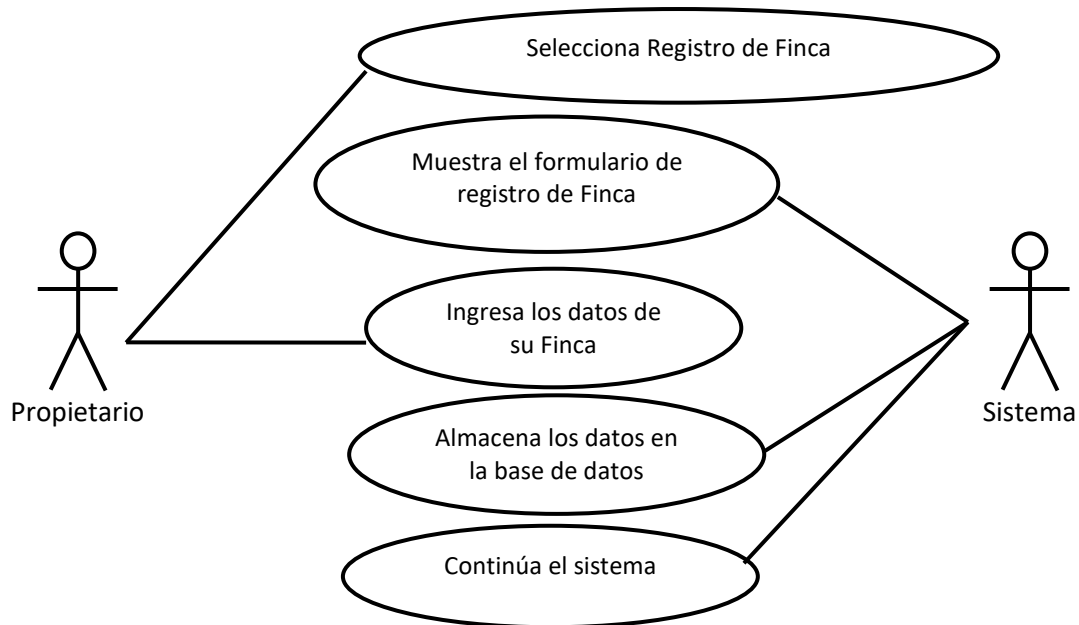
**Registrar usuarios:** Este caso de uso sigue los pasos necesarios para realizar el ingreso de un usuario.



**Figura 6: Registrar usuario**

**Fuente:** Autores

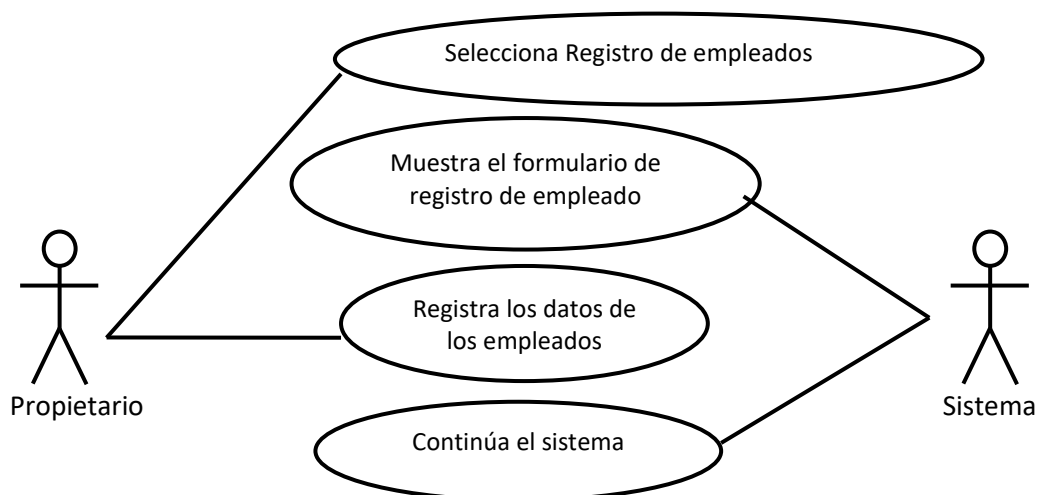
**Registrar datos de Finca:** El caso de uso registrar datos finca permite el ingreso de los datos de la finca.



**Figura 7: Registrar datos de finca**

**Fuente:** Autores

**Registrar empleado:** Este caso de uso permite el ingreso de los datos personales de las personas que laboran en la Finca La María



**Figura 8. Diagrama de caso de uso registro de empleados**

**Fuente:** Autores

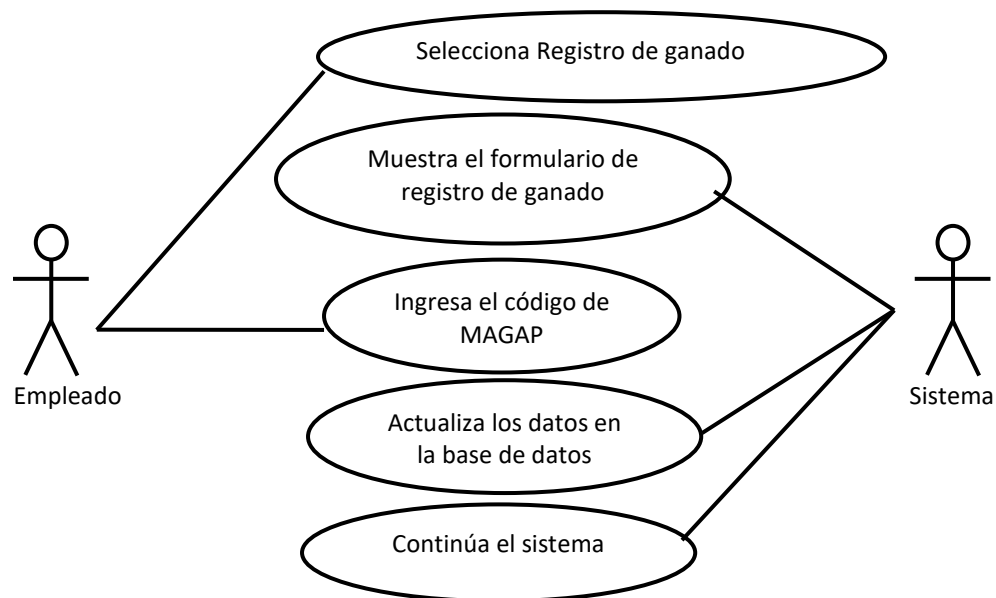
**Registrar ganado:** El caso de uso registrar ganado almacena los datos generales del ganado



**Figura 9.** Diagrama de caso de uso registro de ganado

**Fuente:** Autores

**Registrar codificación del MAGAP:** En este caso de uso se registra el código designado al animal de acuerdo a la numeración del MAGAP

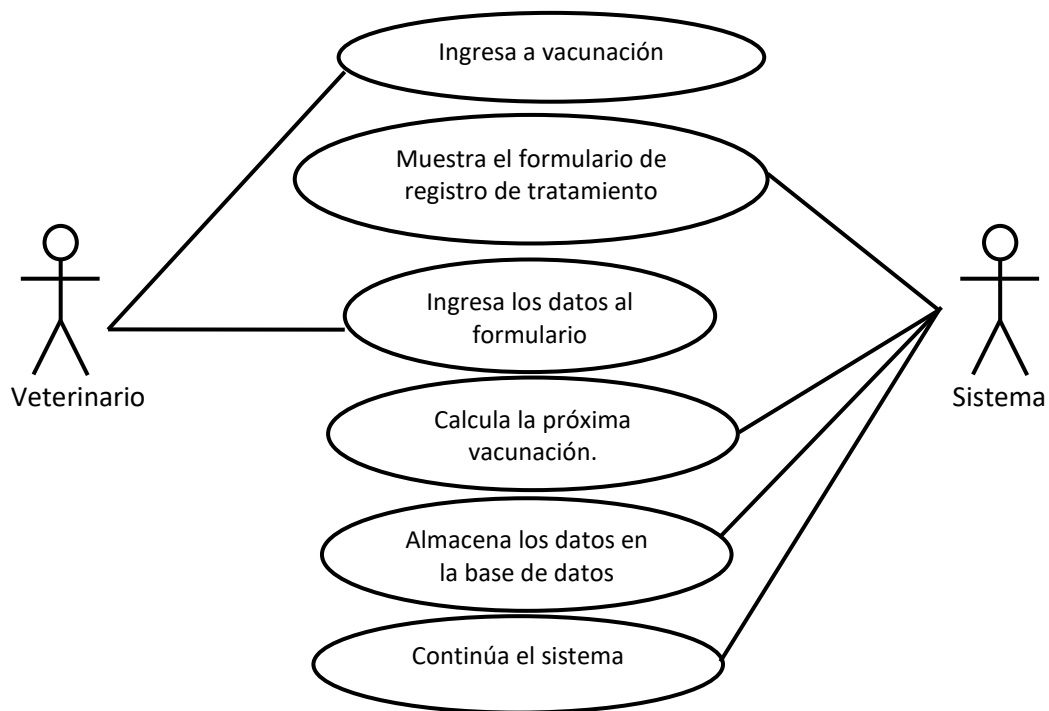


**Figura 10.** Diagrama de caso de uso registro de código de arete MAGAP

**Fuente:** Autores



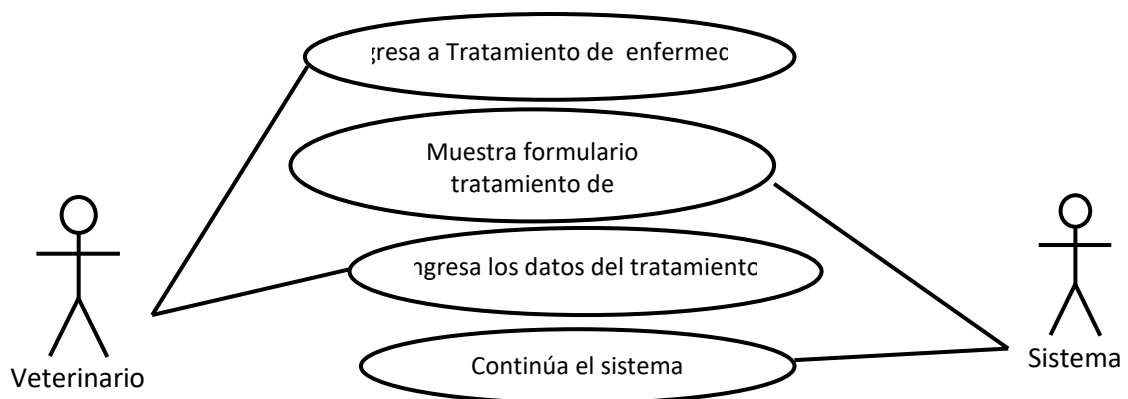
**Registrar vacunación:** El caso de uso permite controlar las vacunaciones del ganado



**Figura 11:** Diagrama de caso de uso registro de vacunación al ganado

**Fuente:** Autores

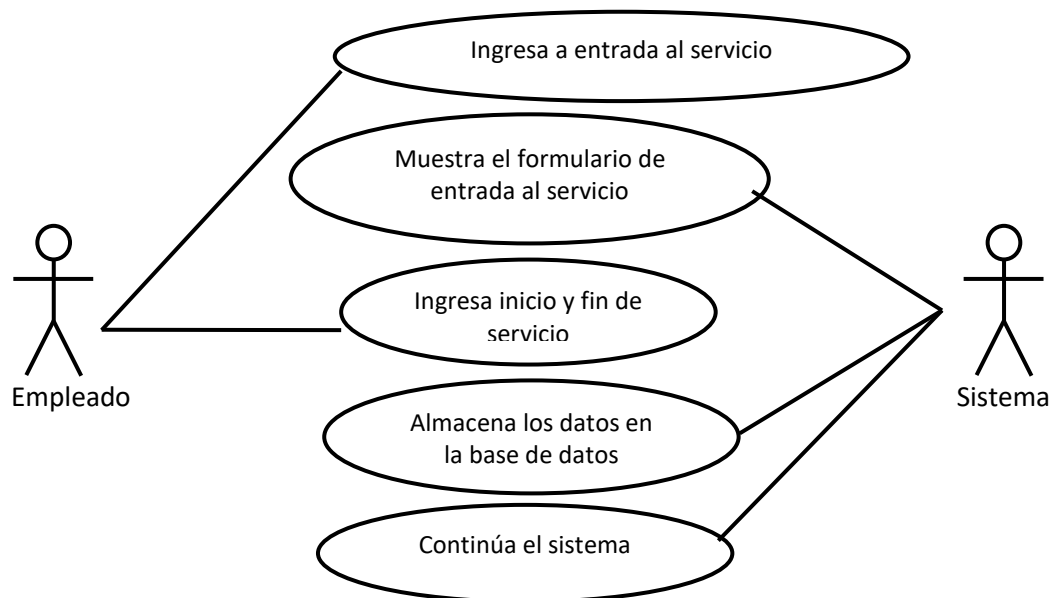
**Registrar tratamiento de enfermedades:** En este caso de uso de acuerdo a la enfermedad se registran los tratamientos



**Figura 12.** Diagrama de caso de uso tratamiento de enfermedades

**Fuente:** Autores

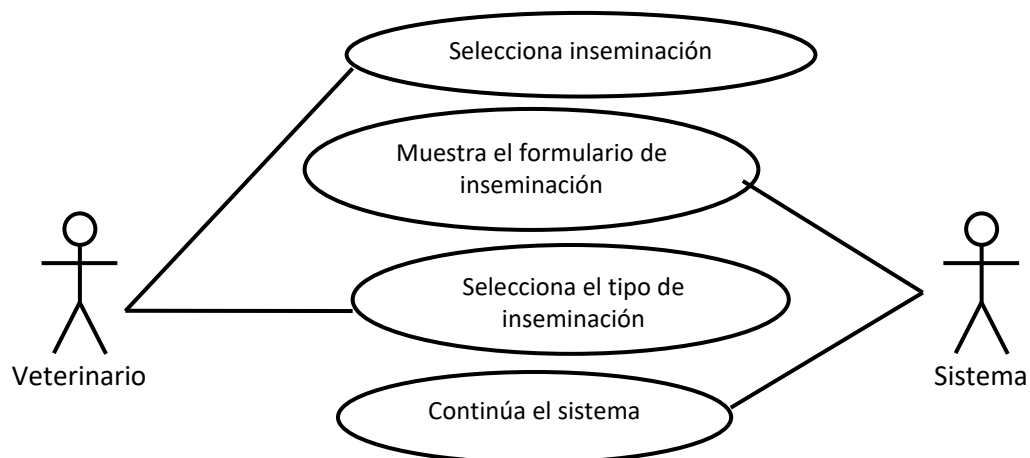
**Registrar entrada a servicio:** Este caso de uso permite registrar las veces que el ganado inicia su celo por primera vez



**Figura 13:** Registro de entrada a servicio

**Fuente:** Autores

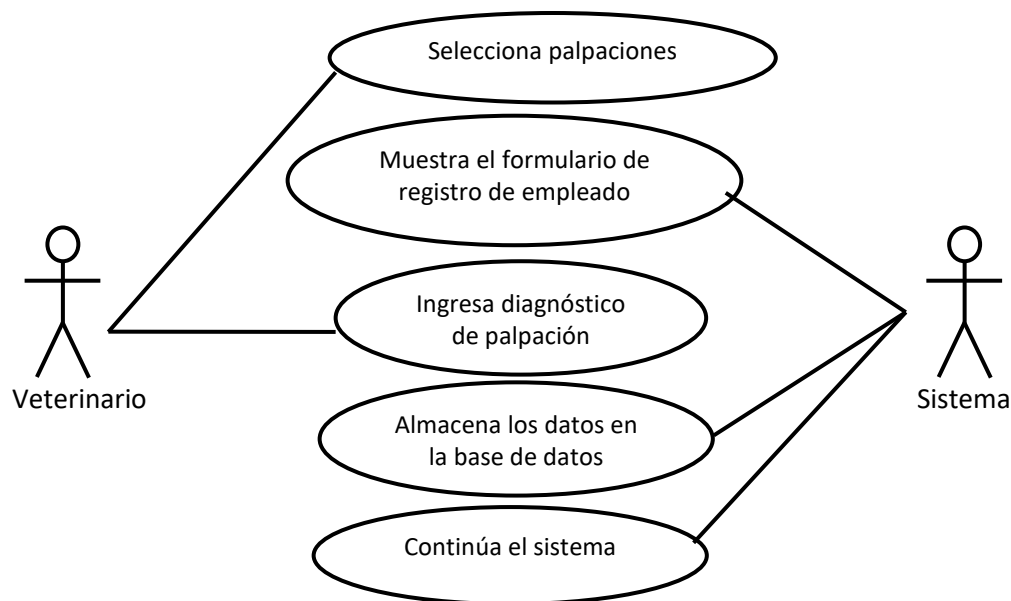
**Registrar inseminación por monta o artificial:** El caso de uso inseminación por monta o artificial registra el tipo de reproducción del ganado hembra.



**Figura14:** Registro de inseminación por monta o artificial

**Fuente:** Autores

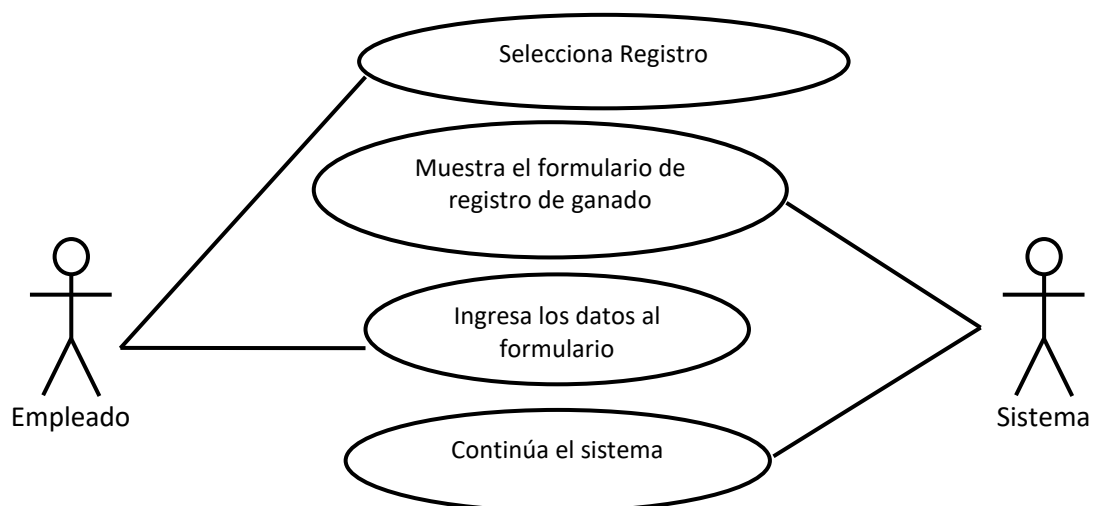
**Registrar palpaciones:** Este caso se usó permite el registro de la palpación que realiza el veterinario al ganado para detectar celo, entre otros.



**Figura 15.** Diagrama de caso de uso registro de palpaciones al tacto

**Fuente:** Autores

**Registrar nacimiento de ganado:** En este caso de uso se registra el ganado que nace en la finca con datos del padre y madre



**Figura 16.** Diagrama de caso de uso registro de nacimiento de bovinos

**Fuente:** Autores

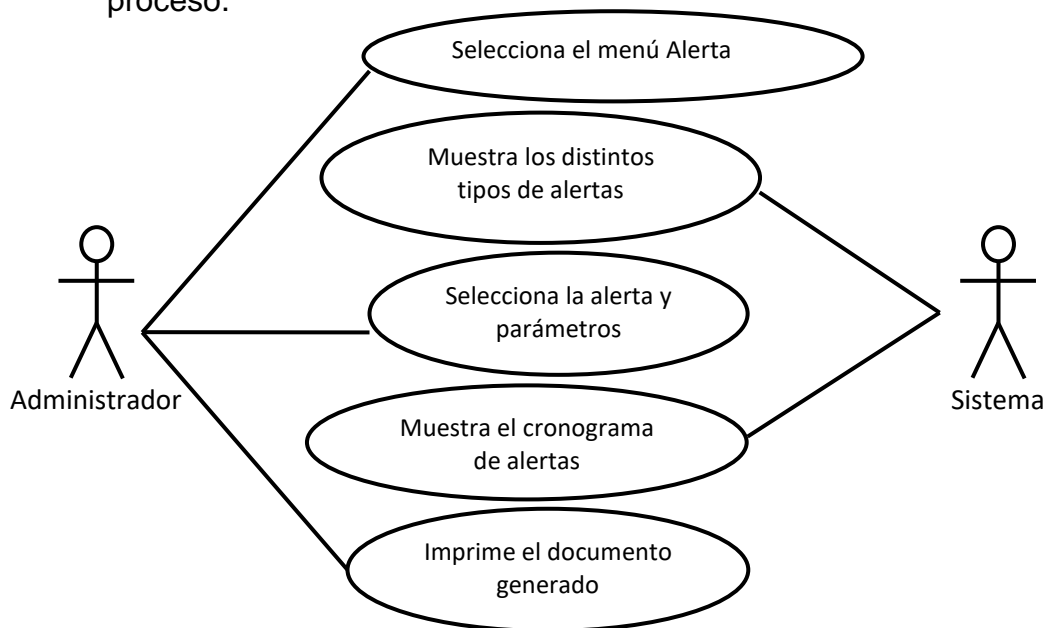
**Mostrar reportes:** Este caso de uso muestra todos los informes de reproducción del ganado



**Figura 17.** Diagrama de caso de uso mostrar reportes

**Fuente:** Autores

**Mostrar alertas:** Visualiza todas las advertencias que existan en cada proceso.



**Figura 18.** Diagrama de caso de uso mostrar alertas

**Fuente:** Autores

## Descripción del caso de uso expandido

### Iniciar sesión

Tabla 3: Caso de uso expandido iniciar sesión

CASO DE USO	Iniciar Sesión				
IDENTIFICADOR	CU-001				
ACTORES	Administrador, Propietario, Veterinario, Empleado				
IMPORTANCIA	Primaria	IMPLEMENTACIÓN	Real	TIPO	Básico
PROPÓSITO	Permitir a un Usuario el acceso al sistema, mediante un usuario y una contraseña.				
RESUMEN	Determinar validez del usuario para empezar con la utilización de la aplicación				
PRECONDICIONES	El usuario está registrado en el sistema				
FLUJO NORMAL DE EVENTOS	Acción del actor		Respuesta del sistema		
	1 El usuario ejecuta la . aplicación web  El usuario ingresa su 3 nombre de usuario y . contraseña.  6 El usuario está listo para . usar la aplicación web		2. Muestra la pantalla de inicio  4. El sistema valida el nombre de usuario y la contraseña.  5. El sistema muestra la aplicación web.		
FLUJO ALTERNO	FA->El usuario no se encuentra registrado. FA->Contraseña de usuario errónea FA->>Error en la conexión a la BD.				
OPERACIONES	Iniciar sesión del usuario. Salir de la sesión del usuario.				

## Registrar usuarios

**Tabla 4:** Caso de uso expandido registro de usuario

CASO DE USO	Registro de usuario				
IDENTIFICADOR	CU-002				
ACTORES	Administrador, Administrador de la Finca				
IMPORTANCIA	Primaria	IMPLEMENTACIÓN	Real	TIPO	Básico
PROPÓSITO	Registrar los datos del usuario				
RESUMEN	Un usuario se acerca al administrador y le comunica que desea registrarse en el sistema para su utilización				
PRECONDICIONES	El usuario no está registrado en el sistema				
FLUJO NORMAL DE EVENTOS	Acción del actor		Respuesta del sistema		
	1. Un usuario solicita registrarse en la aplicación web  3. El administrador ingresa los datos y da Clic en el botón guardar.		2. Muestra el formulario de registro de usuario  4. El sistema almacena los datos y muestra un mensaje de confirmación.		
FLUJO ALTERNO	FA->El usuario ya se encuentra registrado. FA->Nombre de usuario ya ha sido utilizado FA->Error en la conexión a la BD.				
OPERACIONES	Guardar datos del usuario. Modificar datos del usuario.				

## Registrar Finca

**Tabla 5:** Caso de uso expandido registro de hacienda

CASO DE USO	Registro de hacienda				
IDENTIFICADOR	CU-003				
ACTORES	Administrador, Administrador de la Finca.				
IMPORTANCIA	Primaria	IMPLEMENTACIÓN	Real	TIPO	Básico
PROPÓSITO	Registrar los datos de la finca ganadera				
RESUMEN	El dueño de la finca registrar su finca en el sistema para su utilización				
PRECONDICIONES	La finca no está registrada en el sistema				
FLUJO NORMAL DE EVENTOS	Acción del actor		Respuesta del sistema		
	1. El usuario inicia sesión y selecciona la opción registro de finca  3. El administrador ingresa los datos y da clic en el botón guardar.		2. Muestra el formulario de registro de finca   El sistema almacena 4. los datos y muestra un mensaje de confirmación.		
FLUJO ALTERNO	FA->La finca ya se encuentra registrado. FA->La información no está completa. FA->Error en la conexión a la BD. FA->El usuario decide abandonar la acción.				
OPERACIONES	Guardar datos de la finca. Modificar datos de la finca.				

## Registrar Empleados

**Tabla 6:** Caso de uso expandido registro de empleados

CASO DE USO	Registro de empleados				
IDENTIFICADOR	CU-004				
ACTORES	Administrador, Administrador de la Finca				
IMPORTANCIA	Primaria	IMPLEMENTACIÓN	Real	TIPO	Básico
PROPÓSITO	Registrar los datos de				
RESUMEN	El dueño de la finca registrar los datos del empleado y el cargo en el sistema para su utilización				
PRECONDICION ES	El empleado no está registrado en el sistema				
FLUJO NORMAL DE EVENTOS	Acción del actor		Respuesta del sistema		
	1. El usuario inicia sesión y selecciona la opción registro de usuarios  3. El administrador ingresa los datos del empleado y da clic en el botón guardar.		2. Muestra el formulario de registro de usuario  4. El sistema almacena los datos y muestra un mensaje de confirmación.		
FLUJO ALTERNO	FA->El empleado ya se encuentra registrado. FA->La información no está completa. FA->Error en la conexión a la BD. FA->El usuario decide abandonar la acción.				
OPERACIONES	Guardar datos del empleado. Modificar datos del empleado.				



## Registrar ganado

**Tabla 7:** Caso de uso expandido registro de ganado

CASO DE USO	Registro de ganado				
IDENTIFICADOR	CU-005				
ACTORES	Administrador de la Finca, Empleados				
IMPORTANCIA	Primaria	IMPLEMENTACIÓN	Real	TIPO	Básico
PROPÓSITO	Registrar los datos del ganado.				
RESUMEN	El dueño de la finca registrar los datos del ganado en el sistema.				
PRECONDICIONES	El ganado no está registrado en el sistema				
FLUJO NORMAL DE EVENTOS	Acción del actor		Respuesta del sistema		
	1. El usuario inicia sesión y selecciona la opción registro de ganado  3. El administrador ingresa los datos del ganado y da clic en el botón guardar.		2. Muestra el formulario de registro de ganado  4. El sistema almacena los datos y muestra un mensaje de confirmación.		
FLUJO ALTERNO	FA->El ganado ya se encuentra registrado. FA->Error en la conexión a la BD. FA->El usuario decide abandonar la acción.				
OPERACIONES	Guardar datos del ganado. Modificar datos del ganado.				

## Registrar código MAGAP

**Tabla 8:** Caso de uso expandido registro código MAGAP

CASO DE USO	Registro de código MAGAP				
IDENTIFICADOR	CU-006				
ACTORES	Administrador de la Finca, Empleados				
IMPORTANCIA	Secundaria	IMPLEMENTACIÓN	Real	TIPO	Básic o
PROPÓSITO	Registrar código de MAGAP al ganado.				
RESUMEN	El usuario de la finca registrar el código del MAGAP perteneciente al ganado en el sistema.				
PRECONDICION ES	El ganado está registrado en el sistema				
FLUJO NORMAL DE EVENTOS	Acción del actor		Respuesta del sistema		
	1. El usuario inicia sesión y selecciona la opción registro de ganado  3. El administrador selecciona el ganado y modifica los datos y da clic en el botón guardar.		2. Muestra el formulario de registro de ganado  4. El sistema actualiza los datos y muestra un mensaje de confirmación.		
FLUJO ALTERNO	FA->El ganado ya se encuentra codificado por el MAGAP. FA->Error en la conexión a la BD. FA->El usuario decide abandonar la acción.				
OPERACIONES	Modificar datos del ganado.				

## Registrar proceso de vacunación

**Tabla 9:** Caso de uso expandido registro de vacunación

CASO DE USO	Registro de vacunación				
IDENTIFICADOR	CU-008				
ACTORES	Administrador de la Finca, Empleados, Veterinario				
IMPORTANCIA	Primaria	IMPLEMENTACIÓN	Real	TIPO	Básico
PROPÓSITO	Registrar vacunación al ganado.				
RESUMEN	El usuario de la hacienda registrar el tratamiento de la vacunación.				
PRECONDICIONES	El veterinario y el ganado están registrados en el sistema				
FLUJO NORMAL DE EVENTOS	Acción del actor		Respuesta del sistema		
	1. El usuario inicia sesión y selecciona la opción registro de tratamiento  3. El administrador selecciona el ganado, ingresa los datos del tratamiento y da clic en el botón guardar.		2. Muestra el formulario de registro de tratamiento  4. El sistema registra los datos y muestra un mensaje de confirmación.		
FLUJO ALTERNO	FA->El tratamiento ya fue aplicado al ganado. FA->Error en la conexión a la BD. FA->El usuario decide abandonar la acción.				
OPERACIONES	Guardar tratamiento.  Generar fecha de próxima vacunación.				

## Registrar tratamiento de enfermedades

**Tabla 10:** Caso de uso expandido tratamiento de enfermedades

CASO DE USO	Registro de tratamiento de enfermedades				
IDENTIFICADOR	CU-009				
ACTORES	Administrador de la Finca, Empleados, Veterinarios				
IMPORTANCIA	Primaria	IMPLEMENTACIÓN	Real	TIPO	Básico
PROPÓSITO	Registrar los respectivos tratamientos aplicados al ganado				
RESUMEN	El usuario registra cada uno de los tratamientos aplicados al ganado.				
PRECONDICIONES	El veterinario y el ganado están registrados en el sistema				
FLUJO NORMAL DE EVENTOS	Acción del actor		Respuesta del sistema		
	1. El usuario inicia sesión y selecciona la opción registro de tratamiento  3. El administrador selecciona el bovino, ingresa los datos del tratamiento y da clic en el botón guardar.		2. Muestra el formulario de registro de tratamiento  4. El sistema almacena los datos y muestra un mensaje de confirmación.		
FLUJO ALTERNO	FA->No existe tratamiento a registrar. FA->El tratamiento ya fue aplicado al bovino. FA->Error en la conexión a la BD. FA->El usuario decide abandonar la acción.				
OPERACIONES	Guardar datos del tratamiento. Modificar datos del tratamiento.				

## Registrar entrada al servicio

**Tabla 11:** Caso de uso expandido entrada al servicio

CASO DE USO	Registro de servicios a hembras reproductoras					
IDENTIFICADOR	CU-010					
ACTORES	administrador de Finca, Empleados, Veterinario					
IMPORTANCIA	Primaria	IMPLEMENTACIÓN	Real	TIPO	Básico	
PROPÓSITO	Registrar el inicio y fin del servicio del ganado hembra					
RESUMEN	El usuario de la finca registrar el inicio y fin del servicio.					
PRECONDICION ES	El veterinario y el ganado están registrados en el sistema					
FLUJO NORMAL DE EVENTOS	Acción del actor			Respuesta del sistema		
	1. El usuario inicia sesión y selecciona la opción control reproductivo/servicios  3. El administrador selecciona el ganado hembra, ingresa los datos del servicio y da clic en el botón guardar.			2. Muestra el formulario de registro de servicios  4. El sistema registra los datos y muestra un mensaje de confirmación.		
FLUJO ALTERNO	FA->El ganado hembra reproductora ya está preñada. FA-> El ganado hembra reproductora no entró en celo. FA->Error en la conexión a la BD. FA->El usuario decide abandonar la acción.					
OPERACIONE S	Guardar la fecha de inicio al servicio. Actualizar la fecha de finalización del servicio. Generar fecha aproximada de parto.					

## Registrar inseminación por monta o artificial

**Tabla 12:** Caso de uso expandido tipo de inseminación

CASO DE USO	Registro del tipo de inseminación				
IDENTIFICADOR	CU-011				
ACTORES	Administrador de la Finca, Empleados, Veterinarios				
IMPORTANCIA	Primaria	IMPLEMENTACIÓN	Real	TIPO	Básico
PROPÓSITO	Registrar el tipo de inseminación aplicado al ganado hembra.				
RESUMEN	El usuario registra si la inseminación es realizada por monta o inseminación artificial.				
PRECONDICIONES	Ganado hembra debe estar en celo.				
FLUJO NORMAL DE EVENTOS	Acción del actor		Respuesta del sistema		
	1. El usuario inicia sesión y selecciona la opción control reproductivo/inseminación  El administrador 3. selecciona los datos de la inseminación y da clic en el botón guardar.		2. Muestra el formulario de registro de inseminación.   4. El sistema almacena los datos y muestra un mensaje de confirmación.		
FLUJO ALTERNO	FA->No existe tratamiento a registrar. FA->El tratamiento ya fue aplicado al ganado. FA->Error en la conexión a la BD. FA->El usuario decide abandonar la acción.				
OPERACIONES	Guardar datos de la inseminación.  Modificar datos de la inseminación.				

## Registrar palpaciones

**Tabla 13:** Caso de uso expandido palpaciones al tacto

CASO DE USO	Palpaciones al tacto				
IDENTIFICADOR	CU-012				
ACTORES	Administrador de la Finca, Empleados, Veterinario				
IMPORTANCIA	Primaria	IMPLEMENTACIÓN	Real	TIPO	Básico
PROPÓSITO	Registrar las palpaciones realizadas al ganado hembra				
RESUMEN	El usuario realiza las palpaciones para verificar el éxito del servicio.				
PRECONDICIONES	El ganado hembra debe estar en servicio activo				
FLUJO NORMAL DE EVENTOS	Acción del actor		Respuesta del sistema		
	1. El usuario inicia sesión y selecciona la opción control reproductivo/palpaciones  El administrador, ingresa 3. la novedad del servicio y da clic en el botón guardar.		2. Muestra el formulario de registro de palpaciones  El sistema registra los datos 4. y muestra un mensaje de confirmación.		
FLUJO ALTERNO	FA->El ganado hembra reproductora no está preñada. FA->Error en la conexión a la BD. FA->El usuario decide abandonar la acción.				
OPERACIONES	Guardar la observación de la palpación. Actualizar la fecha de finalización del servicio. Generar fecha aproximada de parto.				

## Registrar nacimiento de ganado

**Tabla 14:** Caso de uso expandido nacimiento del ganado

CASO DE USO	Registro de nacimiento del ganado en la Finca				
IDENTIFICADOR	CU-013				
ACTORES	Administrador de la Finca, Empleados				
IMPORTANCIA	Secundaria	IMPLEMENTACIÓN	Real	TIPO	Básico
PROPÓSITO	Registrar el nacimiento de cada ganado realizado en la hacienda				
RESUMEN	El usuario registra los datos del ganado, si es hembra genera la fecha aproximada de entrada al primer servicio.				
PRECONDICIONES	La cría no está registrada en el sistema				
FLUJO NORMAL DE EVENTOS	Acción del actor		Respuesta del sistema		
	1. El usuario inicia sesión y selecciona la opción registro de ganado.  3. El administrador selecciona los datos de la cría y da clic en el botón guardar.		2. Muestra el formulario de registro de ganado.  El sistema almacena 4. los datos y muestra un mensaje de confirmación.		
FLUJO ALTERNO	FA->La cría ya se encuentra registrado. FA->Error en la conexión a la BD. FA->El usuario decide abandonar la acción.				
OPERACIONES	Guardar datos del ganado. Modificar datos del ganado. Generar fecha de entrada al primer servicio.				



## Mostrar reportes

Tabla 15: Caso de uso expandido mostrar reportes

CASO DE USO	Mostrar reportes				
IDENTIFICADOR	CU-014				
ACTORES	Administrador de la Finca, Empleados, Veterinario				
IMPORTANCIA	Secundaria	IMPLEMENTACIÓN	Real	TIPO	Básico
PROPÓSITO	Mostrar los diferentes reportes del funcionamiento de la finca				
RESUMEN	El usuario obtiene los reportes para verificar el buen funcionamiento de la finca.				
PRECONDICIONES	Debe haber por lo menos un registro guardado en el sistema				
FLUJO NORMAL DE EVENTOS	Acción del actor		Respuesta del sistema		
	1. El usuario inicia sesión y selecciona la opción reportes  3. El administrador selecciona las diferentes opciones de reportes y da clic en el botón generar reporte.		2. Muestra el formulario visualización de reportes  4. El sistema muestra el reporte con los datos generados.		
FLUJO ALTERNO	FA->El ganado hembra reproductora no está preñada. FA->>Error en la conexión a la BD. FA->El usuario decide abandonar la acción.				
OPERACIONES	Guardar la observación de la palpación. Actualizar la fecha de finalización del servicio. Generar fecha aproximada de parto.				

## Mostrar alertas

**Tabla 16:** Caso de uso expandido mostrar alertas

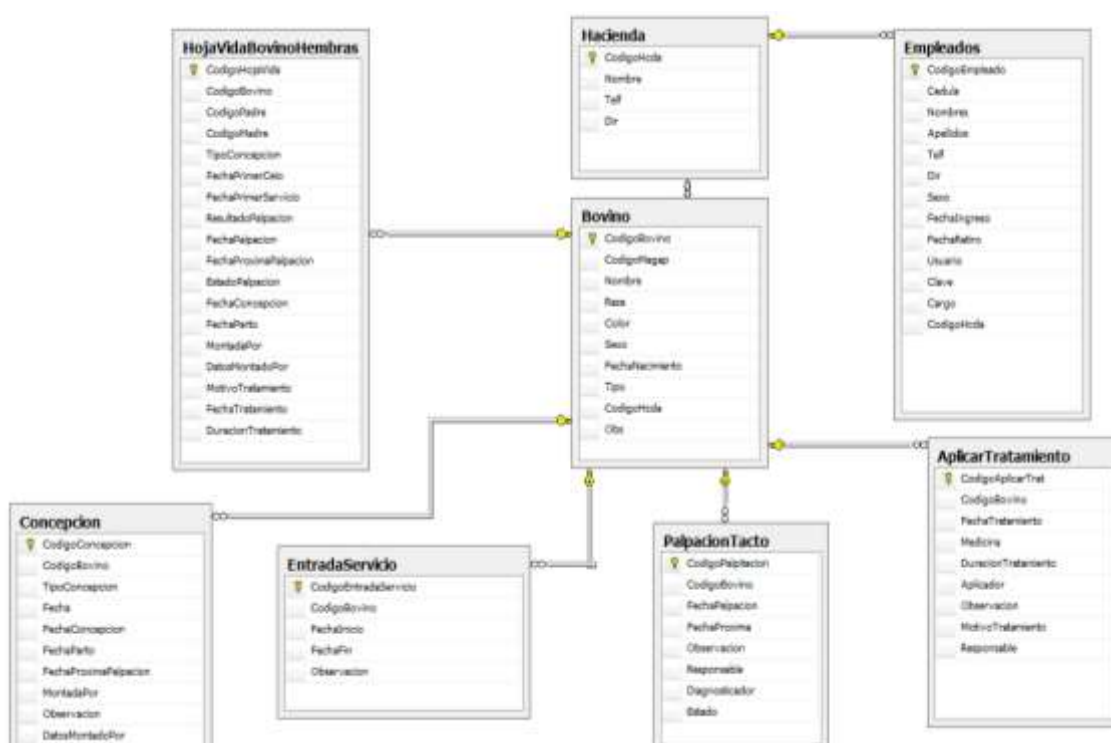
CASO DE USO	Mostrar alertas.				
IDENTIFICADOR	CU-015				
ACTORES	Administrador de la Finca, Empleados, Veterinarios				
IMPORTANCIA	Secundaria	IMPLEMENTACIÓN	Real	TIPO	Básico
PROPÓSITO	Alertar los diferentes eventos a realizarse en la finca				
RESUMEN	El usuario revisa las fechas aproximadas de los eventos reproductivos y sanitarios a realizarse en la finca.				
PRECONDICIONES	Debe haber por lo menos una evento registrado en el sistema				
FLUJO NORMAL DE EVENTOS	Acción del actor		Respuesta del sistema		
	1. El usuario inicia sesión y selecciona la opción reportes de alertas.  3. El administrador selecciona las diferentes opciones a revisar y da clic en el botón generar reporte.		2. Muestra el formulario con las diferentes opciones de reportes.  4. El sistema muestra el reporte con los datos generados del evento.		
FLUJO ALTERNO	FA->No hay evento a realizar en la fecha de generación del reporte. FA->Error en la conexión a la BD. FA->El usuario decide abandonar la acción.				
OPERACIONES	Generar diferentes reportes de eventos próximos a realizarse.				

## Fase de Construcción

El software fue desarrollado en base al diseño de datos y en los prototipos de interfaces y de código elaborados durante la fase de diseño. La mayoría de los formularios web fueron codificados basándose en los prototipos elaborados durante la fase de diseño, hay bloques de código que no se basan en los prototipos debido a que tienen una lógica de programación única en todo el sitio web, sin embargo todos los segmentos de código han sido documentados.

## Diseño de la base de datos

Para almacenar la información se realizó una base de datos en el gestor de base de datos SQLSERVER 2005, el cual permite que el sistema de control para la toma de decisiones en la ganadería funciones correctamente y arroje los resultados deseados. Se realizó la base de datos en SQLSERVER debido a que es robusto y seguro en la manipulación de datos y que la Universidad técnica estatal de Quevedo cuenta con la licencia respectiva para su uso.



**Figura 19:** Diagrama de base de datos

**Fuente:** Autores

**Requerimientos Técnico:** Para el correcto funcionamiento del sistema debe tener instalado los siguientes programas:

- Sistema operativo Windows 7
- Base de datos Sqlserver2015 Develop
- Visual Studio 2008
- Navegador web (Mozilla, Internet Explorer, Opera)
- PDF Adobe Reader

**Tabla 17:** Resultados medidos en segundos del test Kolmogorov - Smirnov

**Prueba de Kolmogorov - Smirnov para una muestra**

		Proceso Manual	Proceso Sistematizado
N		41	41
Parámetros normales <sup>a,b</sup>	Media	1176,59	20,66
	Desviación típica	301,758	16,141
Diferencias más extremas	Absoluta	,189	,492
	Positiva	,093	,492
	Negativa	-,189	-,242
Z de Kolmogorov-Smirnov		1,213	3,150
Sig. asintót. (bilateral)		,105	,000

a. La distribución de contraste es la Normal.

b. Se han calculado a partir de los datos.

**Fuente:** SPSS

Se puede apreciar que para el proceso manual los datos se distribuyen normalmente debido al que el valor de significancia asintótica. (Bilateral=0,105) es mayor que 0,05. En el caso del proceso automatizado los datos no están distribuidos de manera normal debido al valor de significancia es menor significancia asintótica. (Bilateral=0,000).

Como los datos del proceso sistematizado no se distribuyen normalmente, no se pudo utilizar Test – Paramétrico por lo que se utilizara el Test de Wilcoxon como variante no paramétrica de comprobación de hipótesis horizontales.

## Prueba de los rangos con signo de Wilcoxon

Las muestras obtenidas del anexo 4 se ingresan en el SPSS para aplicar el Test de Wilcoxon y se obtiene la siguiente tabla de rangos con signos y estadísticas de contraste.

**Tabla 18:** Prueba de los rangos con signo de Wilcoxon

Rangos		N	Rango promedio	Suma de rangos
Proceso Sistematizado –	Rangos negativos	41 <sup>a</sup>	21,00	861,00
Proceso Manual	Rangos positivos	0 <sup>b</sup>	,00	,00
	Empates	0 <sup>c</sup>		
	Total	41		

a. Proceso Sistematizado < Proceso Manual

b. Proceso Sistematizado > Proceso Manual

c. Proceso Sistematizado = Proceso Manual

**Fuente:** SPSS

### Estadísticos de contraste <sup>b</sup>

	Proceso Sistematizado – Proceso Manual
Z	-5,581 <sup>a</sup>
Sig. asintót. (bilateral)	,000

a. Basado en los rangos positivos.

b. Prueba de los rangos con signo de Wilcoxon

**Fuente:** SPSS

Los resultados de Wilcoxon se muestran en la tabla 19, donde se puede apreciar que el valor de significancia (Sig. asintót. (Bilateral)=.000) es menor que 0.05, por lo que la hipótesis de igualdad es rechazada concluyendo que existe una mejora significativa en el tiempo que demora el proceso sistematizado con el manual.

### **Análisis sobre el proceso de la obtención de datos histórico del ganado**

Las muestras obtenidas en segundos del proceso de obtención de datos históricos del hato bovino ya sea manual o sistematizado se aprecian en el anexo 5, fueron ingresados en el SPSS aplicando el Test de Kolmogorov – Smirnov se obtiene la siguiente tabla.

**Tabla 19:** Prueba de Kolmogorov - Smirnov para una muestra

#### **Prueba de Kolmogorov - Smirnov para una muestra**

		Proceso Manual	Proceso Sistematizado
N		41	41
Parámetros normales	Media	17121,95	4,66
	Desviación típica	6867,442	,728
Diferencias más extremas	Absoluta	,157	,461
	Positiva	,138	,320
	Negativa	-,157	-,461
Z de Kolmogorov-Smirnov		1,008	2,951
Sig. asintót. (bilateral)		,261	,000

a. La distribución de contraste es la Normal.

b. Se han calculado a partir de los datos.

**Fuente:** SPSS

Estos resultados medidos en segundos para el Test Kolmogorov - Smirnov demostraron la normalidad de los datos. Al mismo tiempo se puede visualizar que el proceso manual se distribuye normalmente debido al valor de la significancia asintótica. (Bilateral= 0,261) es mayor que 0,05. En el caso del proceso automatizado los datos no están distribuidos normalmente debido al valor de significancia es menor significancia asintótica. (Bilateral= 0,000).

Por las conclusiones anteriores no se pudo utilizar Test-paramétrico por lo que se utilizara el Test de Wilcoxon.

### Prueba de los rangos con signo de Wilcoxon

Las muestras obtenidas del anexo 5 se ingresan en el SPSS para aplicar el Test de Wilcoxon y se obtiene los siguientes resultados.

**Tabla 20:** Prueba de los rangos con signo de Wilcoxon

#### Rangos

		N	Rango promedio	Suma de rangos
Proceso Sistematizado	Rangos	41 <sup>a</sup>	21,00	861,00
– Proceso Manual	negativos			
	Rangos positivos	0 <sup>b</sup>	,00	,00
	Empates	0 <sup>c</sup>		
	Total	41		

a. Proceso Sistematizado < Proceso Manual

b. Proceso Sistematizado > Proceso Manual

c. Proceso Sistematizado = Proceso Manual

**Fuente:** SPSS

#### Estadísticos de contraste <sup>b</sup>

	Proceso Sistematizado – Proceso Manual
Z	-5,586 <sup>a</sup>
Sig. asintót. (bilateral)	,000

a. Basado en los rangos positivos.

b. Prueba de los rangos con signo de Wilcoxon

**Fuente:** SPSS

Los resultados de Wilcoxon que se muestran en la tabla 21, donde se puede apreciar que el valor de significancia (Sig. asintót. (Bilateral=.000), es menor que 0.05, por lo cual la hipótesis de igualdad es rechazada concluyendo que existe una mejora significativa en el tiempo que demora el proceso sistematizado con el manual.

## **Análisis sobre el proceso de informes de reproducción**

Se utiliza las muestras del anexo 6, para realizar un análisis estadístico de los datos, a continuación se muestra los resultados del Test Kolmogorov - Smirnov para demostrar si los datos son distribuidos de manera normal.

**Tabla 21:** Prueba de Kolmogorov - Smirnov para una muestra  
**Prueba de Kolmogorov - Smirnov para una muestra**

		Proceso Manual	Proceso Sistematizado
N		41	41
Parámetros normales <sup>a,b</sup>	Media	24321,95	4,41
	Desviación típica	15687,503	,894
Diferencias más extremas	Absoluta	,185	,378
	Positiva	,185	,256
	Negativa	-,113	-,378
Z de Kolmogorov-Smirnov		1,185	2,420
Sig. asintót. (bilateral)		,121	,000

a. La distribución de contraste es la Normal.

b. Se han calculado a partir de los datos.

**Fuente:** SPSS

Los resultados obtenidos del Test Kolmogorov - Smirnov de la tabla 22, demuestran la normalidad de los datos. Además se puede apreciar que para el proceso manual los datos si se distribuyen normalmente debido al que el valor de la significancia asintótica. (Bilateral=,121) es mayor que 0,05.

En el caso del proceso automatizado los datos no están distribuidos normalmente debido a que el valor de significancia es menor. Por las conclusiones anteriores no se pudo utilizar Test - Paramétrico por lo que se utilizara el Test de Wilcoxon.

## **Prueba de los rangos con signo de Wilcoxon**

Las muestras obtenidas del anexo 6, se ingresan en el SPSS para aplicar el Test de Wilcoxon y se obtiene los siguientes resultados.



**Tabla 22:** Prueba de los rangos de Wilcoxon

**Rangos**

		N	Rango promedio	Suma de rangos
Proceso Sistematizado	Rangos	41 <sup>a</sup>	21,00	861,00
– Proceso Manual	Rangos negativos			
	Rangos positivos	0 <sup>b</sup>	,00	,00
	Empates	0 <sup>c</sup>		
	Total	41		

a. Proceso Sistematizado<Proceso Manual

b. Proceso Sistematizado>Proceso Manual

c. Proceso Sistematizado = Proceso Manual

**Fuente:** SPSS

**Estadísticos de contraste <sup>b</sup>**

	Proceso Sistematizado – Proceso Manual
Z	-5,580 <sup>a</sup>
Sig. asintót. (bilateral)	,000

a. Basado en los rangos positivos.

b. Prueba de los rangos con signo de Wilcoxon

**Fuente:** SPSS

Los resultados de Wilcoxon se muestran en la tabla 23, donde se puede apreciar que el valor de significancia (Sig. asintót. (Bilateral=.000)), es menor a 0,05.. Por lo cual la hipótesis de igualdad es rechazada concluyendo que existe una mejora significativa en el tiempo que demora el proceso sistematizado con el manual.

## 5. Conclusiones

Una vez concluido el proceso de investigación “MONITOREO EN TIEMPO REAL DEL GANADO DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO EN LA FINCA LA MARÍA , CANTON QUEVEDO - LOS RIOS.” se ha llegado a las siguientes conclusiones:

- Dentro de las 5 tecnologías de comunicación inalámbrica (GPS, RFID, ZigBee, Localizador de Claro y de Movistar) la tecnología GPS fue la seleccionada para esta investigación debido a que en el indicador de alcance es la que presenta el mayor valor, con un máximo de 1609km.

Otro de los parámetros tomados en cuenta fue el tiempo de inicialización, en este caso, el GPS esta entre la más demorada (4s) pero este proceso ocurre una sola vez en el transcurso del servicio, a diferencia de las otras tecnologías que aun inician más rápidamente este proceso se realiza en más de una ocasión.

Para el caso de la tasa de transferencia el GPS permite transferir mayor cantidad de información que las demás tecnologías seguido de la ZigBee. Por último el precio de GPS resulta más conveniente de las otras tecnologías

- Se utilizó un prototipo, que permite la comunicación por medio de la tecnología inalámbrica de GPS el cual emite las coordenadas del hato bovino en tiempo real con el GPS Tracker el mismo que realiza una geo-información en intervalos de 4s.
- Se desarrolló un sistema informático con lenguaje asp.net utilizando la codificación en C# el cual se enlaza a una base de datos en SQL Server. Este sistema permite gestionar proceso como: Registro del hato bovino desde que nace y proceso de crecimiento, control de vacunación, tratamiento de enfermedades, asignación de código MAGAP, control del

veterinario, gestión en la reproducción del hato bovino, reportes, por otra parte los tiempo de localización son reducidos considerablemente.

## **Bibliografía**

Guinot Garcia, M. (2009). Técnicas de inmovilización, movilización y traslado del paciente. España: Vigo.

Núñez, M. Á. (2013). *e-mantenimiento y TIC* (Vol. Primera Edición). Lulu.com.

Tanenbaum, A. S. (2003). *Redes de Computadoras* (Vol. Cuarto). México: Pearson Educación.

Urrutia, J. (2006). Cartografía orientación y GPS. Grafo.