



Universidad Estatal Península de Santa Elena
Facultad de Ciencias Agrarias
Carrera de Ingeniería Agropecuaria

**“SIG COMO HERRAMIENTA PARA LA TOMA DE
DECISIONES DE DRENAJE PARCELARIO. ESTUDIO
DEL CASO: FINCA LOURDES, COMUNA EL AZÚCAR,
PROVINCIA DE SANTA ELENA”**

TRABAJO DE GRADO

Como requisito parcial para la obtención del título de:

INGENIERO AGROPECUARIO

Autor: Mario Gabriel Manrique Chalén.

Tutor: PhD. Daniel Ponce de León Lima.

La Libertad, 2020



Universidad Estatal Península de Santa Elena

Facultad de Ciencias Agrarias

Ingeniería Agropecuaria

**“SIG COMO HERRAMIENTA PARA LA TOMA DE
DECISIONES DE DRENAJE PARCELARIO. ESTUDIO
DEL CASO: FINCA LOURDES, COMUNA EL AZÚCAR,
PROVINCIA DE SANTA ELENA”**

TRABAJO DE GRADO

Como requisito parcial para la obtención del título de:

INGENIERO AGROPECUARIO

Autor: Mario Gabriel Manrique Chalén

Tutor: PhD. Daniel Ponce de León Lima.

La Libertad, 2020

TRIBUNAL DE GRADO



Ing. Néstor Acosta Lozano, Ph.D.

**DECANO (E) DE LA FACULTAD
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**



Ing. Ángel León Mejía, M.Sc.

**DOCENTE DELEGADO DEL
DIRECTOR
MIEMBRO DEL TRIBUNAL**



Ing. Carlos Balmaseda Espinoza, Ph.D.

**PROFESOR DE ÁREA
MIEMBRO DEL TRIBUNAL**



Ing. Ángel Lema Carrera, M.Sc

**PROFESOR DE ÁREA
MIEMBRO DEL TRIBUNAL**



Abg. Lorena Villamar Morán, Mgt.

**SECRETARIA GENERAL (E)
MIEBRO DEL TRIBUNAL**

RESUMEN

Una de las causas más comunes de pérdida de producción agrícola es la inundación y encharcamiento, producto de las deficiencias de drenaje de aguas ocasionadas por riego o precipitaciones, esto sumado a una topografía desfavorable afectan en gran manera a todas las labores que se ejecutan en el campo incluyendo el rendimiento de los cultivos. El objetivo de este trabajo es proporcionar soluciones de drenaje para el cultivo de la vid en la Provincia de Santa Elena, Comuna El Azúcar, esto valiéndose de herramientas de sistemas de información geográfica (SIG) para una ejecución más eficaz del proyecto.

La duración del proyecto fue de 2 meses, comprendiendo labores de reconocimiento visual del campo, toma de georreferencias, recopilación y digitalización de la información, aprobación de los trabajos y ejecución de los mismos.

Se elaboró un SIG con toda la información detallada para determinar las zonas a mejorar y los puntos donde realizar nuevos drenajes para proporcionar soluciones a los problemas de encharcamiento dentro del cultivo.

Palabras Clave: Inundaciones, soluciones, drenaje

ABSTRACT

One of the most common causes of loss of agricultural production is flooding and waterlogging, as a result of deficiencies in water drainage caused by irrigation or precipitation, this added to an unfavorable topography greatly affects all the work carried out in the field including crop yield. The objective of this work is to provide drainage solutions for the cultivation of the vine in the Province of Santa Elena, Comuna El Azúcar, using geographic information systems (GIS) tools for a more efficient execution of the project.

The duration of the project was 2 months, comprising tasks of visual recognition of the field, taking of geo-references, compilation and digitization of the information, approval of the works and their execution.

A GIS was prepared with all the detailed information to determine the areas to improve and the points where new drains should be made to provide solutions to the problems of waterlogging within the crop.

Key Words: Floods, solutions, drainage

DECLARATORIA DE RESPONSABILIDAD

El presente Trabajo Práctico (Ensayo) de Examen de Grado de carácter complejo Titulado **“SIG COMO HERRAMIENTA PARA LA TOMA DE DECISIONES De DRENAJE PARCELARIO. ESTUDIO DEL CASO: FINCA LOURDES, COMUNA EL AZÚCAR, PROVINCIA DE SANTA ELENA”** y elaborado por **Mario Gabriel Manrique Chalen**, declara que la concepción, análisis y resultados son originales y aportan a la actividad científica educativa empresarial y administrativa.

Transferencia de derechos autorales.

Declaro que, una vez aprobado el trabajo de investigación tipo Ensayo otorgado por la Facultad de Ciencias Agrarias carrera de Ingeniería Agropecuaria pasan a tener derechos autorales correspondientes, que se transforman en propiedad exclusiva de la Universidad Estatal Península de Santa Elena y su reproducción, total o parcial, en su versión original o en otro idioma será prohibida en cualquier instancia.


Mario Manrique Chalen,

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
Objetivos	3
Objetivo General.....	3
Objetivos Específicos	3
1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	4
1.1. Los Sistemas de Información Geográfica.....	4
1.1.1. Generalidades	4
1.1.2. Como Funcionan los Sistemas de Información Geográfica	5
1.1.3. Aplicaciones de los Sistemas de Información Geográfica	5
1.1.4. Los Sistemas de Información Geográfica en la Agricultura	7
1.1.5. Los SIG en georreferenciación y recolección de datos	7
1.1.6. Sub-campos de la agricultura donde intervienen los SIG	8
1.1.7. Otras aplicaciones de los SIG	10
1.2. Software o Tecnologías de SIG libres	10
1.2.1. QGIS (Quantum GIS)	11
1.3. Sistemas de Drenaje Agrícola.....	13
1.3.1. Formas de Drenaje Agrícola	13
1.3.2. Drenaje Superficial	13
1.3.3. Drenajes Subterráneos	14
1.3.4. Diseño de un Drenaje Superficial	16
1.3.5. Formas de un Drenaje Superficial	16
1.4. LA VID	18
1.4.1. Origen y Morfología	18
1.4.2. Requerimientos Climáticos	18

1.4.3. Requerimientos Edáficos	19
1.4.4. Requerimientos Hídricos	19
1.4.5. Riego adecuado	20
1.4.6. Consecuencias de Excesos Hídricos	20
2. MATERIALES Y MÉTODOS	21
2.1. Ubicación	21
2.2. Materiales.....	22
2.3. Metodología del Proyecto	22
2.3.1. Estudio de Reconocimiento	22
2.3.2. Estudio de Factibilidad	23
2.3.3 Metodología Utilizada para el trabajo	23
3. RESULTADOS	25
3.1. Sistema de Información Geográfica	25
3.2. Diagnóstico de los problemas de Drenaje.....	26
3.4. Soluciones de Drenaje	27
4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	37
4.1. Conclusiones	37
4.2. Recomendaciones	37
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	39

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Estructura del SIG elaborado en la Finca Lourdes.....	25
Tabla 2. Detalle del estado de los drenajes principales y las labores sugeridas.....	28
Tabla 3. Detalle del estado de los drenajes secundarios abiertos y labores sugeridas.	28
Tabla 4. Detalle del estado de los drenajes secundarios cerrados y labores sugeridas.....	30

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Modelos de representación vectorial	12
Figura 2. Interfaz de trabajo, QGIS.....	13
Figura 3. Sistema Paralelo (Llerena 2016).....	17
Figura 4. Espina de pescado (Llerena 2016).....	17
Figura 5. Sistema localizado (Llerena 2016)	18
Figura 6. Vista Superior del área “Finca Lourdes”	21
Figura 7. Digitalización de la capa drenajes principales abiertos	26
Figura 8. Identificación y digitalización de zonas de la finca.....	27
Figura 9. Vista total del área de estudio y la digitalización	34
Figura 10. Mantenimiento de los drenes, desbloqueo de tuberías principales.....	34

Figura 11. Mantenimiento de canales principales.....	35
Figura 12. Zanjado e instalación de tubería subterránea.....	35
Figura 13. Limpieza de canales principales y sus desembocaduras.....	36

INTRODUCCIÓN

A nivel nacional, la problemática de drenaje en sitios dedicados a la agricultura es cada vez más agudos, esto como consecuencia del manejo inadecuado de las aguas en las zonas de riego, o excesos de lluvia en áreas de alta pluviosidad.

Toda área cuyo destino será la explotación agrícola se interviene previamente a la siembra mediante modificaciones artificiales que, correctamente ejecutadas proporcionan el acondicionamiento adecuado para el desarrollo del cultivo, dicha intervención comprende el ámbito físico, químico y topográfico, dentro de este último podemos citar el nivelado de superficies, ejecución de sistemas de drenaje agrícola y prevención de inundaciones, en lo cual nos centraremos en el presente trabajo.

En el sitio de estudio los terrenos dedicados a la agricultura se localizan en faldas de zonas montañosas, bloqueando cauces naturales de agua, y en general en zonas cuya topografía en ciertos casos en conjunto con el tipo de suelo ocasionan problemas graves de desalajo de agua proveniente de precipitaciones, así como del riego determinado por la demanda del cultivo (Vigoa, 2000).

Consecuentemente la acumulación de agua en zonas cultivadas provoca desequilibrios fisiológicos en las plantas, condiciones ambientales propicias para el desarrollo de plagas y enfermedades, dificultad para maniobrar en el cultivo entre otros factores que disminuirán la producción o en casos críticos la muerte de las plantas y pérdida parcial o total del cultivo.

Por lo expuesto anteriormente surge la necesidad de establecer sistemas de drenaje que contribuyan a la evacuación de los excesos de agua de los cultivos garantizando que la humedad en el suelo no supere a la requerida por la planta, que los suelos no se saturen, que la capa freática mantenga su profundidad original o que no alcance a la zona radicular (Pizarro, 1985).

Para estos fines es necesario obtener toda la información posible respecto a climatológica esto debido a que las principales causas ligadas a la ejecución de un sistema de drenaje están ligadas con aportaciones en exceso de agua, sean estas de origen natural (desbordamientos, lluvias copiosas, inundaciones, etc.) o suministradas de manera artificial (riegos) (Llerena 2016).

Es importante reconocer que la ayuda informática es de mucha relevancia ya que facilita la reorganización de la información, procesando datos y reconstrucción de proyectos, de una manera fácil, ágil y sencilla. Además de seleccionar datos o a la vez agregar nueva información para actualizar los campos geográficos.

Para la utilización de los SIG, se emplean programas que permiten la reconstrucción de información, para la elaboración de este proyecto se trabajará con el software QGis que faculta al usuario la generación de pautas empleadas en la formación de diseños georreferenciados.

El presente proyecto es realizado en la finca “Lourdes”, localizada en la parroquia Chanduy de la provincia de Santa Elena, cuyo objetivo es obtener información de las zonas cultivadas de la finca, y así desarrollar el marco geográfico de la zona, utilizando un software libre, enfocándose en el sistema de drenaje, detallando el estado de los canales, zonas inundables, y eventuales mejoras al sistema, creando así un sistema de información geográfica que se le dará el uso pertinente.

OBJETIVOS

Objetivo General

1. Proponer soluciones de drenaje parcelario con la ayuda de un Sistema de Información Geográfica.

Objetivos Específicos

1. Identificar problemas de mal drenaje en áreas de la Finca Lourdes, Comuna el Azúcar, Provincia de Santa Elena.
2. Diseñar un Sistema de Información Geográfica que contribuya a la toma de decisiones de drenaje parcelario.
3. Complementar el sistema de drenaje parcelario de la Finca Lourdes.

1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1. Los Sistemas de Información Geográfica

1.1.1. Generalidades

Podemos definir los Sistemas de Información Geográfica de manera superficial como sistemas que nos permiten almacenar datos espaciales para su posterior visualización, consulta, representación y manipulación. Esta representación de datos espaciales está implicada en el campo de estudio de la Cartografía, por ende, es fundamental empezar introduciendo varios conceptos básicos de esta ciencia. A través de la historia, el ser humano ha tenido la necesidad de contar con una representación la superficie terrestre y los objetos que se encuentran situados sobre ella.

La finalidad de los primeros mapas era contribuir a la navegación en general, indicando por tanto los rumbos (direcciones) que se necesitaban seguir para lograr el recorrido entre un puerto de otro, eran los portulanos. La precisión en la representación de las tierras emergidas fue considerada accesoria es decir no era totalmente fundamental como la exactitud en distancia y correctos rumbos entre los puertos. Las cartas náuticas de tiempos modernos mantienen una estructura similar, no obstante, la socialización de los Sistemas de Posicionamiento Global (GPS) ha revolucionado los sistemas de navegación.

A principios del período colonial ya no se consideraba suficiente con llegar a puerto, adicionalmente era necesario medir superficies y distancias sobre los nuevos territorios con la finalidad de mejorar el dominio de estos. Adicional a esto, surge la necesidad de contar con la representación de diversos elementos, a saber factores ambientales , recursos de la superficie terrestre para conseguir una mejor vista de cómo se encuentran distribuidos los fenómenos naturales y asentamientos humanos sobre la superficie de la tierra (Sarría 2006).

1.1.2. Cómo Funcionan los Sistemas de Información Geográfica

Podemos afirmar que un Sistema de Información Geográfica (SIG), acopia datos del mundo a manera de una compilación de capas temáticas que pueden vincularse geográficamente. Los sistemas de información geográfica se ejecutan gracias a dos clases fundamentales de información: el modelo ráster y el modelo vectorial.

Para el modelo ráster la representación de los mapas se lleva a cabo mediante una rejilla. Un mapa está conformado por una serie de líneas y columnas horizontales y verticales, donde cada elemento de la cuadrícula corresponde a una “celda”. A cada celda le es asignado un valor, el cual representa un elemento particular del mapa.

En el modelo vectorial la representación de los datos se realiza mediante un sistema de referencia (x, y) que corresponde a los sistemas de coordenadas representadas como latitud/longitud (Yaretzi & Nicolás, 2014).

1.1.3. Aplicaciones de los Sistemas de Información Geográfica

De manera más generalizada, un SIG puede comprenderse como la integración organizada de, software, hardware, datos geográficos y recursos humanos que en conjunto llevan a cabo el proceso de “ingresar, compilar, gestionar, restablecer, renovar, examinar y generar información y los datos que están ligados con las propiedades particulares de los sitios o zonas geográficas. En otras palabras, un SIG nos da la facilidad de responder interrogantes respecto a dónde se localizan determinadas cosas o acerca de qué elementos se sitúan en una ubicación determinada”.

Un SIG proporciona información de la más diversa naturaleza, asociada con el posicionamiento y la distribución en el espacio de las actividades en determinado territorio. De hecho, varias de las consultas básicas que un SIG provee se dirigen a

diagnosticar qué existe en un determinado ámbito; en que sitio sucede o que sitio reúne las condiciones adecuadas para que suceda; en qué medida ha sufrido cambios a través del tiempo o qué tendencias se pueden observar; determinar qué camino o ruta es adecuada seguir; cuales son las causas del suceso, o qué patrones o pautas de comportamiento se observan, o qué consecuencias tendría determinado comportamiento, información que es imprescindible para lograr simular diversos fenómenos de interés, (Durán 2011).

Mencionado lo anterior podemos afirmar que una de las utilidades del SIG se basa, por tanto, en la capacidad para cimentar representaciones o modelos del mundo real, comprendido éste como el origen del espacio geográfico en términos de su ubicación, atributos e interrelaciones espaciales, partiendo de la gestión de bases de datos de orígenes heterogéneas de información, para su observación mediante relaciones causales.

En un SIG los formatos que predominan para la recopilación de los datos son dos: el modelo vectorial y el ráster o de malla o matriz regular de celdas, el primero de ellos empleándose para la representación rasgos discretos, particularidades o características del mundo real mediante puntos, líneas, polígonos, etc.; entretanto que el segundo formato es empleado para la representación de datos continuos, como los fenómenos de carácter natural, cuya transformación es continua como puede ser la altitud, o los factores climáticos, centrándose así más en las propiedades del espacio que en la exactitud de la localización.

De la misma manera, en un SIG es habitual el empleo de herramientas de extensa capacidad de procesamiento alfanumérico y gráfico, así como de procedimientos para la toma, almacenamiento, estudio y visualización de información geo-referida, siendo la capa número dos el principio esencial de organización, lo que elude almacenar todas las particularidades espaciales en un solo sitio y con ello, un desempeño eficaz en la obtención o visualización de información (Durán 2011).

Un SIG adicional a ser considerado una herramienta de proyección y toma de decisiones, puede convertirse en un insumo imprescindible en la reflexión acerca del

acceso y uso de los recursos naturales de determinada región territorial. Posibilita trabajar en distintos acápites, como en la elaboración de mapas de los recursos de determinada zona comunal y observación de la problemática en la actual gestión. Además, ayuda al levantamiento de información respecto al de acaparamiento de tierra en la comunidad. En proyectos de ejecución de las normas comunales (división de áreas de cultivo en mantos, delineamiento de zonas de pastoreo, implementación de barreras vivas). También en programación de labores agrícolas (lucha contra plagas, barbecho) y ganaderos. Estos sistemas de gestión de la información ayudan a la toma de decisiones que correspondan de acuerdo a la información. Villca, (2011)

1.1.4. Los Sistemas de Información Geográfica en la Agricultura

En la agricultura, se incrementa el empleo de mapas con un mayor nivel de detalle e imágenes para planificar los cultivos, examinar los campos y planificar aplicaciones eficaces de químicos y fertilizantes. Dichas técnicas son conocidas como “agricultura de precisión” y contribuyen a la obtención beneficios en la cantidad y calidad de las explotaciones agrícolas.

Colectar información vinculada a una ubicación específica en el terreno (datos agrícolas georreferenciados) únicamente es el principio para contribuir a la toma de decisiones con miras a la mejora de la gestión y el incremento de la productividad. Una de las claves para aumentar las ganancias de una explotación podría radicar, por ejemplo, en el determinar mediante la productividad de las parcelas según la cosecha y la estación.

1.1.5. Los SIG en georreferenciación y recolección de datos

Tanto los softwares, como las imágenes de satélites son componentes importantes de las SIG, en la actualidad sirven como herramientas para la toma de decisiones respecto al diseño, fusionando prácticas como la digitalización de un sistema previo a su ejecución basando en un modelo digital de elevación. La evaluación del sistema una vez que se ejecute, pasa a la reconstrucción del estado del mismo volviendo a su

estado original cuando el paso del tiempo y movimientos de tierra causen alteraciones, adicional a esto mediante las imágenes satelitales, se facilita determinar áreas irrigadas y no irrigadas (Ponvert Delisles y Andrés Lau Quan, 2013).

La razón principal para comprender que el SIG es útil para el sector agrícola es lograr que estos mismos se familiaricen con las propiedades de esta herramienta. El estudio y procesamiento de los datos compilados en las producciones agrarias puede contribuir al agricultor.

Los datos de carácter agrónomo introducidos en un SIG pueden ser muy diversos: información hidrológica, topográfica, edafológica, orientación y otro tipo de particularidades que el agricultor considere relacionada con el incremento de la productividad agrícola. Cuando la información ha sido ingresada a un SIG, se abre una amplia gama de posibilidades de análisis espacial con la finalidad de obtener un incremento en el rendimiento de nuestras tierras (Lloret y Olivella 2018).

1.1.6. Sub-campos de la agricultura donde intervienen los SIG

Existen diferentes sub-campos, que necesitan de complemento a los sistemas de información geográfica, para determinar variables que ayuden a contribuir o evitar problemas en la agricultura, como los que se detallan a continuación:

Base de datos climáticos: La climatología está íntimamente ligado a los cultivos, estos están en dependencia en determinada medida de las precipitaciones y fluctuaciones de la temperatura. Actualmente hay en existencia bases de datos que compilan datos climáticos durante determinado periodo de tiempo, los cuales pueden emplearse en varios ámbitos, entre los de mayor interés la investigación científica.

La Organización meteorológica mundial (OMM) posee sistemas de base de datos para el estudio y comprensión de la climatología, bases de datos que pueden también ser empleados para estudios implicados en efectos de variables climáticas en la producción agrícola, también se ha enfocado en cuestiones que generan gran inquietud, tal como el deterioro de la capa de ozono, el calentamiento global, la variación de clima y la reducción de los recursos hídricos.

Acuíferos y Topografía: Generalmente, la información espacial de los sistemas de información geográfica está determinado en capas: la topografía, los acuíferos y fuentes superficiales de agua, clasificación de suelos, las praderas, bosques, condiciones climáticas, la geología, la población, la tenencia de la tierra, los límites administrativos, la infraestructura (autopistas, ferrovías, redes de energía eléctrica o de telecomunicaciones) entre otros.

Todo lo anterior mencionado puede ser empleado en varios aspectos de la agricultura; disponer suelo para determinado uso, análisis de cuencas hidrográficas, diseño y planeación de fincas, planificación de áreas agrícolas, sistemas de monitoreo de fluctuaciones climáticas para poder generar alertas temprana en la agricultura, estudio del impacto de la frontera agrícola, ordenamiento de especies (biodiversidad), estudios de distribución territorial y modelación de agricultura con variables climatológicas.

Agricultura de precisión: Es un término agronómico que determina la gestión de parcelas agrícolas basadas en la observación, la medida y las decisiones a tomar frente a la variabilidad intra e inter-cultivo. Demanda un conglomerado de tecnologías conformadas por el Sistema Global de Navegación por Satélite (GNSS), sensores imagen de carácter satelital, como aerotransportada, en conjunto con Sistemas de Información Geográfica (SIG) para estimar, valorar y comprender dichas variaciones.

La información acopiada puede ser utilizada para evaluar con mayor exactitud la densidad más conveniente de siembra, determinar la cantidad apropiada de fertilizantes o de otros tipos de insumos, y estimar con mayor precisión la producción y el rendimiento de los cultivos, análisis forestales de áreas protegidas existentes, como se realiza en Canadá y USA, aplican las SIG empleando a recopilar información para saber sobre la explotación forestal, con la finalidad de determinar lo máximo que se puede permitir de tala en cierto sitio. También se puede analizar la migración estacional de especies animal, estudios de uso de la tierra, además se realizan estudios sobre el agua destinada al riego y para consumo humano de modo

que se analiza el empleo de cuencas hidrográficas para la distribución del agua en sectores agrícolas.

1.1.7. Otras aplicaciones de los SIG

Unidad de potencial agrícola: zonas que se evalúan tomando en consideración principalmente parámetros de suelo como la profundidad, pendiente, obstrucción superficial, drenaje, inestabilidad, inundación y erosión; definiendo así su potencial para la actividad agrícola.

Unidad de uso potencial forestal: Área que reúne las posibles condiciones para la explotación medida de los recursos forestales, análisis de relieve, superficies, clima, vegetación entre otros parámetros.

Unidad de uso potencial pecuario: Área que se analiza considerando en primer lugar la profundidad, pendiente del terreno, obstrucción superficial, drenaje interno, inundación, inestabilidad y erosión.

Zona con requerimiento de riego: terreno que evalúa principalmente las condiciones climáticas de la región en que se localiza para determinar se requerimiento de riego.

Fertilización de cultivos: Adaptación de las labores de cultivo a las necesidades de la planta (Mateo 2018).

1.2. Software o Tecnologías de SIG libres

Son programas o alternativas libres que ayudan a representar la información de coordenadas espaciales de un determinado lugar, que se desea realizar un estudio o estadística, dependiendo a las variables a tratar. La particularidad de estas herramientas de trabajo es que vienen con sus limitaciones que en ocasiones puede

dificultar su uso, pero a la misma vez ayuda a aquellos proyectos con bajo presupuesto y así ir completando las tablas de atributos con la información que se cree necesaria para la investigación.

Existen diferentes softwares libres, que facilitan el trabajo de situar información en un determinado espacio físico, como gvSIG, Whitebox TAG, SAGA GIS, GRASS GIS, MapWindow, Ilwis, GeoDa, uDig, OpenJump, QGIS entre otros.










1.2.1. QGIS (Quantum GIS)

Es un sistema de información geográfica de libre acceso, está al alcance de cualquier ordenador personal, actualmente funciona con la mayoría de las plataformas Unix, Windows y OS X. Este programa es ligero y tiene una interfaz gráfica de usuario fácil y agradable ya que proporciona funciones y características comunes. Además, admite diferentes formatos ráster y vectoriales.

Este software contiene la licencia pública general (GNU), que significa que puede revisar y modificar el código de fuente y garantizar como usuario que siempre el programa de SIG quede libre de costo y pueda ser modificado. Su última versión (2018) contiene nuevos conjuntos de herramientas cartográficas, 3D y análisis. (Albert, 2014)

1.2.1.1. Características principales

1. Visualización y vector de superposición y de datos de trama en diferentes formatos y proyecciones, sin conversión a un formato interno o comunes.

Primitiva	Entidad espacial	Representación	Atributos
Puntos			
Líneas			
Polígonos			

Modelos de representación vectorial

2. Creación de mapas y explorar interactivamente los datos espaciales con una interfaz gráfica de usuario.
3. Creación, edición y exportación de datos espaciales usando.
4. Realizar el análisis espacial utilizando el plugin para fTools Shapefiles o el plugin de GRASS integrado.
5. Servidor de QGIS – Publica tus capas y proyectos de QGIS como OGC compatibles con servicios WMS y WFS. Controla cuales capas, atributos, planos y sistemas de coordenadas son exportados.
6. Publica tus mapas en Internet utilizando la capacidad de exportación a archivo de asignaciones (requiere un servidor con UMN MapServer instalado). Publica tus proyectos de QGIS en la web con facilidad.
7. Quantum GIS es adaptable a sus necesidades especiales a través de la arquitectura de plugin extensible.

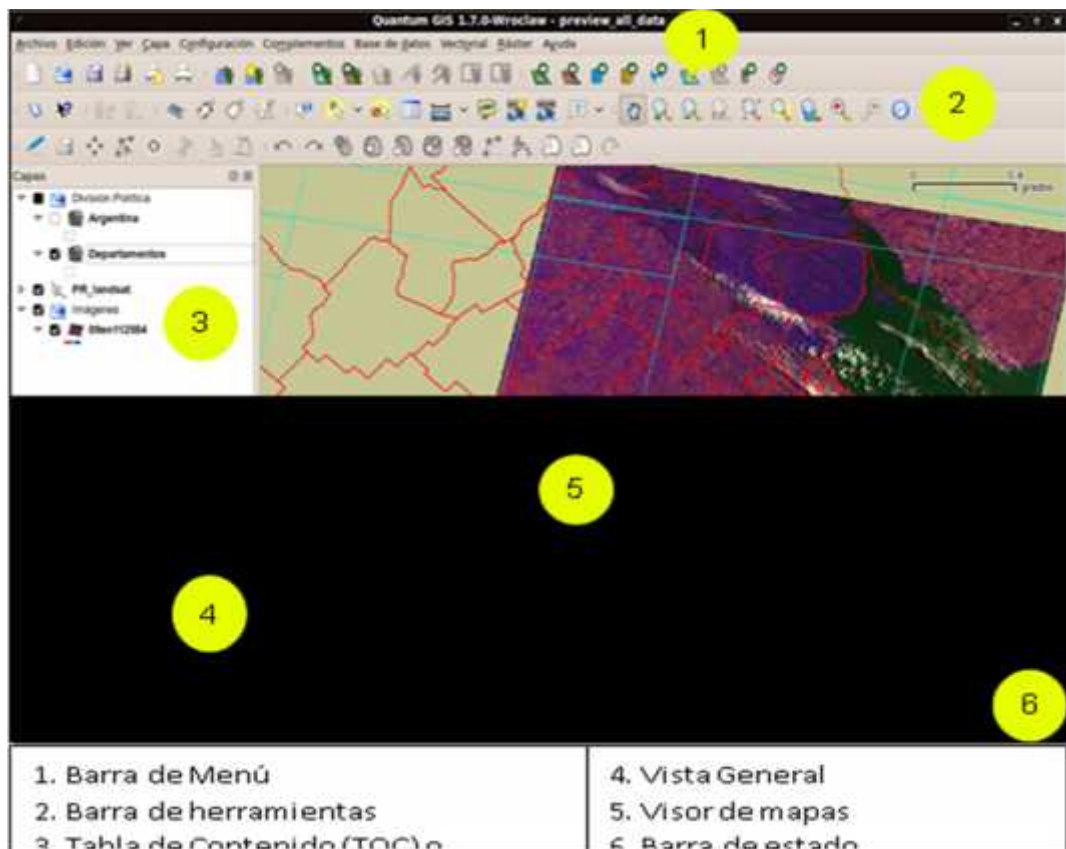


Figura 1. Interfaz de trabajo, QGIS

1.3. Sistemas de Drenaje Agrícola

Podemos definir al drenaje agrícola como el conjunto de prácticas, estructuras u obras, que se construyen o instalan en determinada parcela, cuando se presenta excesos de agua a través del perfil del suelo o sobre la superficie del mismo, con la finalidad de evacuar dichos excedentes en determinado tiempo y garantizar de esta manera un contenido de humedad ideal, o al menos más adecuado, para las raíces de las plantas; siendo esto un aval del óptimo desarrollo de las mismas (Parra, 2017).

1.3.1. Formas de Drenaje Agrícola

Un sistema de drenaje está conformado por drenes laterales, colectores y principales. Los laterales, llamados también drenes parcelarios, cumplen la función de mantener el nivel freático a la profundidad esperada y colectan el agua de escorrentía para transportarla hasta los colectores que, a su vez la trasladan hasta los drenes principales que la desalojan fuera del área.

1.3.2. Drenaje Superficial

El drenaje superficial se encarga de la remoción del agua acumulada sobre la superficie del área de cultivo a causa de precipitaciones copiosas y frecuentes, topografía plana e irregular, desbordamiento de cauces y suelos con capacidad de infiltración deficiente. Dependiendo de donde se originen los excesos de agua, se puede tomar los correctivos de una o varias de las formas de drenaje superficial que se describen a continuación:

Para controlar las inundaciones: Es aconsejable la construcción de diques paralelos a los cauces para prevenir el desbordamiento de los mismos.

Para controlar las aguas de escorrentía: Un buen método es la construcción de diques perimetrales o canales interceptores para controlar el agua proveniente de áreas adyacentes mediante una regulación.

Red de drenaje superficial local: Se compone de canales principales, secundarios y colectores, que se construyen en el área problema y cuenta con la capacidad de remover el agua superficial en un periodo de 4 a 7 días. Adicionalmente es posible facilitar el drenaje de los lotes mediante la corrección de las irregularidades del terreno (nivelación), con la finalidad de conformar una pendiente uniforme.

1.3.3. Drenajes Subterráneos

Los métodos de drenaje de tipo interno empleado para abatir el nivel freático de manera directa en las parcelas, se clasifican en:

1.3.3.1. Drenes Abiertos

Principalmente son canales abiertos y de profundidad considerable, con alta capacidad que se pueden ser empleados para trasladar aguas de escorrentía o subterráneas. Demanda una pendiente entre 0.015% y 0.4%, es decir, inferior con respecto a la de drenes enterrados cuya exigencia de pendiente fluctúa entre 0.1% y 1.0%. Los drenes abiertos presentan algunas desventajas, porque su elaboración comprende un área que podría considerarse para el establecimiento del cultivo; los taludes tienden a erosionarse; razón por la cual, demandan obras adicionales de protección aumentando considerablemente los costos de su construcción, además de requerir un estricto mantenimiento para evitar la propagación de malezas, o la formación de sedimentos en exceso que merma la capacidad de evacuación.

En zonas con pendiente cercana al 0% normalmente es recomendable emplear tubos como drenes laterales y zanjales como colectores, por otro lado, en áreas con pendiente pronunciada, los laterales y los colectores pueden construirse con tubería enterrada para no disminuir el área útil de cultivo.

1.3.3.2. Drenes Topo

Se trata de conductos subterráneos que no cuentan con revestimiento, para su construcción no es necesario hacer excavaciones, y asisten en la evacuación de excesos hídricos en los estratos superiores del suelo. Este tipo de drenaje es recomendable en áreas con suelos con un alto contenido de arcillas, de densidad aparente alta, con muy poca permeabilidad, y con una pendiente general que supere el 0.4%.

Para construir este tipo de drenes son necesarios suelos estables y de plasticidad alta, con valores de arcilla mínimos de 35% de arcilla y máximos de arena de 20%, además de que al momento de la labor el porcentaje de humedad en el suelo se fluctuó entre 40% y 80% de su máxima capacidad de retención.

Un punto a considerar tras la renovación de los drenes topo son las fisuras que se producen, las cuales contribuyen eventualmente a mejorar la estructura del suelo e incrementar su permeabilidad. El distanciamiento entre estos drenes debe estar de 2 a 5 m, su profundidad de 50 a 60 cm, y la pendiente de 0.4% a 4%, una máxima longitud de 150 m y deben entubarse en los 2 o 3 m finales con el objetivo de que la descarga sea libre y no cause el deterioro del colector.

1.3.3.3. Drenes Entubados

La conformación del drenaje subterráneo está constituida de varias líneas de tubería, su profundidad dependerá del cultivo, considerando que la capa freática del suelo debe estar entre 1.5 y 2.0 m. Para renovación de los drenes se emplean tuberías de PVC perforada y corrugada, que tengan diámetros 65, 80, 100 y 150 mm, en el mercado pueden encontrarse rollos de 100 a 200 m. La resistencia de dichas tuberías debe ser alta, y su sencilla instalación puede ser sobre grava fina con un espesor de 10cm, adicional a esto enterrada con una capa de 20 cm. (Cruz, 2009)

1.3.4. Diseño de un Drenaje Superficial

Llerena (2016), menciona que el sistema del drenaje superficial consiste en tres componentes como: el sistema de cogida, el sistema de desembocadura y el sistema de colección (drenes recolectores), que se percatan del escurrimiento para trasladarlo fuera del terreno en función ya sea por cauces naturales, reservorios, brazos de mar, etc.

El mismo autor menciona que el sistema de drenes en recolección de agua se compone con la nivelación de la superficie de la propiedad, con el objetivo de corregir las ondas que acumulan agua de esta manera realizar pendientes suaves para que no existan aguas estancadas.

Además, los surcos que se encuentran profundos, la pendiente que se debe formar sirve para conectarse con los colectores del drenaje principal y así ya no estancarse el agua. Los canales también son necesarios para interceptar y expulsar el agua con el uso de los colectores de drenaje. También se debe tomar en cuenta el uso de los bordes de protección para que el agua tome su curso hacia las zanjas colectoras. Los drenes de recolección se pueden completar con los llamados “topos” o entubado subterráneo, colectores y pozos de filtración de drenaje de forma vertical.

1.3.5. Formas de un Drenaje Superficial

En paralelo en terrenos casi planos con topografía uniforme.

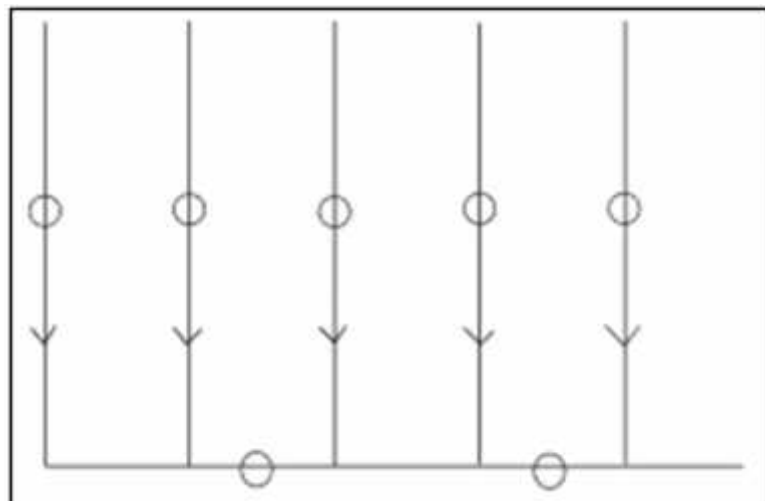


Figura 2. Sistema Paralelo (Llerena 2016)

Con pendiente cruzada que siguen el contorno de la pendiente en terrenos moderadamente inclinados de topografía irregular (espina de pescado).

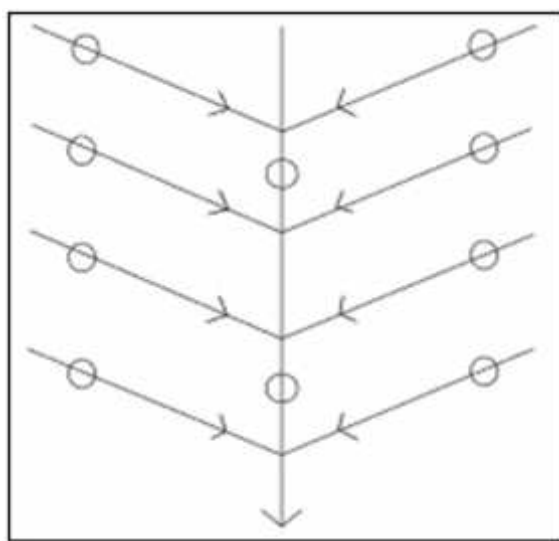


Figura 3. Espina de pescado (Llerena 2016)

Localizado para drenar las depresiones donde existen encharcamientos en terrenos relativamente planos de topografía ondulada.

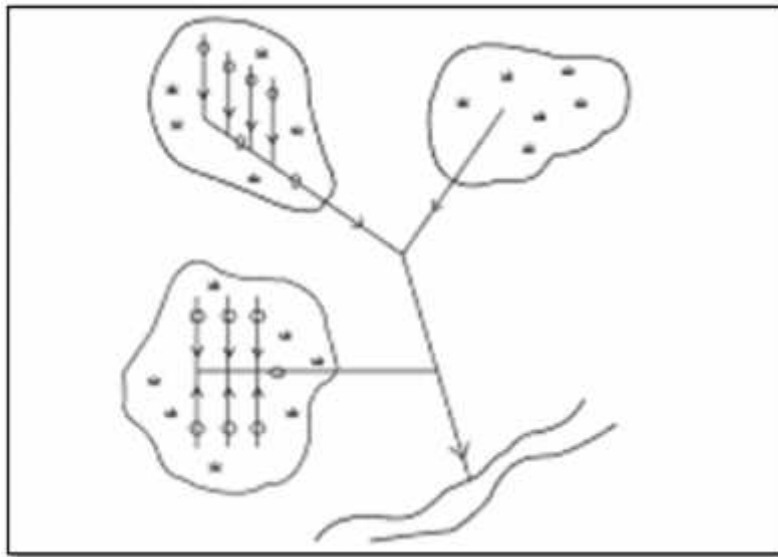


Figura 4. Sistema localizado (Llerena 2016)

1.4. LA VID

1.4.1. Origen y Morfología

Los primeros viñedos que se encontraron fueron en Asia Menor, este es un arbusto perenne, leñoso y trepador, la cual se deben fijar en tutores o patrones para que la planta se vuelva resistente a diferentes tipos de climas y para tener buena producción. Este cultivo se reproduce mediante estacas obtenidas de la poda y lo más importante es el sistema radicular ya que debe absorber diferentes tipos de nutrientes y puede llegar a medir hasta 1 metro de largo. Poseen yemas, zarcillos, sus hojas son simples, su flor es hermafrodita y el fruto son bayas del cual la forma dependen del tipo de especie que se siembre. (Navarrete, 2017)

1.4.2. Requerimientos climáticos

Los viñedos son plantas de uva adaptables a climas tropicales y subtropicales del cual la temperatura promedio para su producción óptima es entre 7° a 26°. Según García, (2019) este sembrío requiere específicamente de climas secos, templados o medianamente calurosos para la formación y brotación de las bayas en conjunto con

la producción de azúcares, además que se evita la proliferación de hongos que se expone en climas húmedos.

1.4.3. Requerimientos Edáficos

Amoros (2017), manifiesta que el cultivo de la vid es adaptable a cualquier tipo de suelo, desde los suelos pobres de materia orgánica hasta los que poseen mayor fertilidad, pero al menos se deben elegir de preferencia terrenos sueltos, profundos; desarrollándose exitosamente en suelos franco-arcillosos.

Mateos (2014), manifiesta que entre más profundo es el suelo más se favorece el vigor de las plantaciones. Esto no quiere decir que la vid no se adapte a suelos poco desarrollados pero sí que en estos casos quedará condicionada a la posible exploración de horizontes profundos, a un manejo más cuidadoso del agua y de los nutrientes.

1.4.4. Requerimientos Hídricos

El agua que se debe utilizar para la agricultura es la que tenga buena calidad, para que así no llenen los poros del suelo y se produzca erosión o que pase de la capacidad de campo (Allen, 2017). Los riegos de frecuencia diaria no son los más adecuados para suelos de texturas finas. Riegos más distanciados, con aplicación de mayores volúmenes de agua en cada evento, permiten que exista un período de drenaje y aireación del suelo más adecuados, conduciendo a una mayor producción y calibre de bayas (Torres, 2017).

Las necesidades hídricas de cualquier cultivo dependen de muchos factores como pueden ser la temperatura, lluvia, humedad etc. Además, en la vid existen otros factores como puede ser el sistema de conducción. Se estima que las necesidades hídricas de la vid en términos generales pueden llegar a unos 450 mm anuales (para una densidad de 3000 cepas por hectárea), sin tener en cuenta las pérdidas por evaporación, consumo de vegetación espontánea etc. Estas necesidades llegan a su

punto máximo en la fase media del ciclo (verano), por lo que la época de mayor necesidad hídrica coincide con la época de mayor sequía (Gutiérrez, 2012).

1.4.5. Riego Adecuado

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias *et al.*, (2013) mencionan que manejando el buen uso del riego se podrá conseguir uva de excelente calidad por ende es importante conocer los efectos favorables que produce el riego, ya que aumenta los tallos anticipados y el porcentaje de racimos, existe el número de hojas adecuadas y evita su caída de prematura, adelanta la formación de la cepa y por tanto de su entrada en producción, aumenta el peso de los sarmientos (madera de poda), favorece la iniciación floral y por tanto la fertilidad de la vid. Es así que mayor relación peso frutos mayor cosecha.

1.4.6. Consecuencias de Excesos Hídricos

Al utilizar la fertirrigación en algunos viñedos de secano la nutrición mineral se hace mal en condiciones de aridez. Poner un sistema de goteo requiere de gastos por lo que hay que rentabilizar al máximo la inversión, siendo el abonado la práctica más asequible. Nieto, (2014) dice que es conveniente hacer una distinción entre los minerales que se presentan en el suelo, ya que no todos actúan igual sobre las viñas por la falta del debido recurso hídrico y al no poder disolverse, así como el nitrógeno, el fósforo y el potasio, disminuye la eficacia.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Ubicación

El presente trabajo se realizó desde diciembre del 2018 a enero del 2019, en la finca Lourdes propiedad de QUILZIOLLI S.A. ubicada en la comuna El Azúcar, parroquia Chanduy perteneciente a la provincia de Santa Elena; situada a una altitud de 24 msnm conformada por dos sectores llamados: “La Entrada el Azúcar” y “Bajando el Río”. Ubicando geográficamente el punto central del área de la finca en las siguientes coordenadas: Latitud $02^{\circ}15'072'$ Sur; Longitud $80^{\circ}35'773'$ Oeste.



Figura 5. Vista Superior del área “Finca Lourdes”

2.2. Materiales

Los principales materiales y equipos utilizados para la presente investigación se detallan a continuación.

1. Imagen satelital del sitio de trabajo obtenida de Google Maps 2020.
2. Mapa satelital del sitio de trabajo obtenida de Google Earth 2020.
3. Mapa electrónico navegable obtenido de OpenStreetMap 2020
4. Sistema de radionavegación (GPS) Modelo Garmin Etrex 20
5. Archivo de puntos georreferenciados mediante el GPS.
6. Servicio de conversión de archivos .gpx online Mygeodata Converter
7. Aplicación profesional de SIG, QGIS Versión 3.8.3 Zanzíbar
8. Software Microsoft Excel 2016
9. Navegador web con soporte Leaflet.

2.3. Metodología del Proyecto

La investigación tiene un diseño metodológico de tipo no experimental (observacional). En el que permitió la observación de fenómeno tal y como ocurrieron naturalmente, sin intervenir en su desarrollo.

Para el estudio a realizar pueden tomarse diferentes niveles, esto, en concordancia con el objetivo del análisis, grado de precisión deseada y la cantidad de información disponible. De acuerdo con lo anterior mencionado, los estudios pueden dividirse en tres fases: 1) reconocimiento, 2) factibilidad y 3) ejecución del trabajo.

2.3.1. Estudio de Reconocimiento

Es el primer factor a considerar con la finalidad tener un conocimiento del sitio y el motivo del trabajo a realizar, en principio un estudio de reconocimiento tiene como objetivo elaborar una estimación de la factibilidad económica y técnica del proyecto.

En este apartado se realizó el reconocimiento del área de la finca, donde se identificaron las áreas a digitalizar, la información de las mismas a recolectar para eventuales mejoras.

2.3.2. Estudio de Factibilidad

El estudio de factibilidad o preliminar es lo que continua del estudio de reconocimiento. Se realiza, para conseguir determinar las dimensiones del problema, y de igual manera la estimación de costos y beneficios del proyecto. Generalmente este estudio tiene a producir varias alternativas a considerarse al nivel de anteproyecto, y que previo a la ejecución del mismo son evaluadas para determinar las más convenientes. En este punto se propuso un estimado de tiempo de trabajo en las labores a realizar, y el personal destinado.

2.3.3 Metodología Utilizada para el Trabajo

El estudio de los problemas de drenaje de una determinada área no requiere necesariamente pasar por las tres etapas de estudio. Al momento de considerar la necesidad de darle solución a un problema, el análisis de los antecedentes y de la información ya recopilada con la que se cuenta, puede llevar a obviar la etapa de factibilidad y únicamente llevar a cabo el reconocimiento y ejecución del trabajo.

En este acápite se procedió con la ejecución del proyecto, que consiste de los siguientes trabajos:

1. Se socializo al personal encargado las labores a realizar.
2. Se procedió reconocer las zonas de trabajo y se las señaló físicamente con estacas previamente elaboradas y pintadas para facilitar su visibilidad.
3. Posteriormente se georreferenciaron los puntos del lugar de estudio, de cada zona se tomaron apuntes de la información temática correspondiente.

4. Luego se descargaron los puntos georreferenciados al ordenador para su procesamiento.
5. Descargados todos los puntos tomados, se realizó la conversión de tipo de archivo “GPX” a “Shape file”, extensión compatible con el software a emplear (QGis).
6. Se clasificó la información tomada en el campo, con la finalidad de determinar las capas necesarias a usar, esto respecto a cada objeto espacial y la información que al mismo se le añadirá a saber: drenajes principales abiertos, drenajes principales cerrados, drenajes secundarios abiertos, drenajes secundarios cerrados, zonas inundables, cada objeto con su localización respecto al cultivo, longitud, estado y trabajo a realizar de ser necesario.
7. Terminada la digitalización se procedió a crear una versión visual no editable del mapa para socialización con los técnicos encargados de la finca, adicional a una versión impresa para los encargados de campo.
8. Mediante la aplicación Microsoft Excel, y de acuerdo con la información temática recolectada, se procedió a realizar un presupuesto estimado de los trabajos a realizar considerando una eventual mejora del sistema para evitar problemas de encharcamiento.

3. RESULTADOS

3.1. Sistema de Información Geográfica

Se desarrolló un SIG para contribuir a la solución de los problemas de drenaje parcelario en la zona cultivada de la Finca Lourdes, su estructura se detalla a continuación en la tabla 1.

Tabla 1. Estructura del SIG elaborado en la Finca Lourdes

Capas	Tipo	Atributos	Valores de Atributos
Parrones	Línea	Capa	Datos de texto
		Tipo de línea	Datos de texto
Puntos de ruta	Punto	Nombre	Número Entero
		Elevación	Número Decimal
Drenajes Principales Abiertos	Línea	Tipo	Datos de texto
		Longitud	Datos de texto
		Estado	Datos de texto
		Dren Parrón	Datos de texto
Drenajes Principales Cerrados	Línea	Tipo	Datos de texto
		Estado	Datos de texto
Drenajes Secundarios Abiertos	Línea	Tipo	Datos de texto
		Longitud	Datos de texto
		Parrón	Datos de texto
		Ubicación entre hilera	Datos de texto
		Variedad	Datos de texto
		Trabajos	Datos de texto
Drenajes Secundarios Cerrados	Línea	Tipo	Datos de texto
		Longitud	Datos de texto
		Parrón	Datos de texto
		Ubicación entre hilera	Datos de texto
		Diámetro de tubería	Datos de texto
		Variedad	Datos de texto
		Trabajos	Datos de texto
Zonas Inundables	Polígonos	Superficie	Datos de texto
		Parrón	Datos de texto
		Variedad	Datos de texto

Para mejor interpretación se muestran a continuación, la interfaz del software resaltando la primera capa creada, uno de los objetos espaciales de la capa graficado a partir de los puntos tomados en el recorrido de campo y su tabla de atributos; esta información se aprecia en la figura 7.

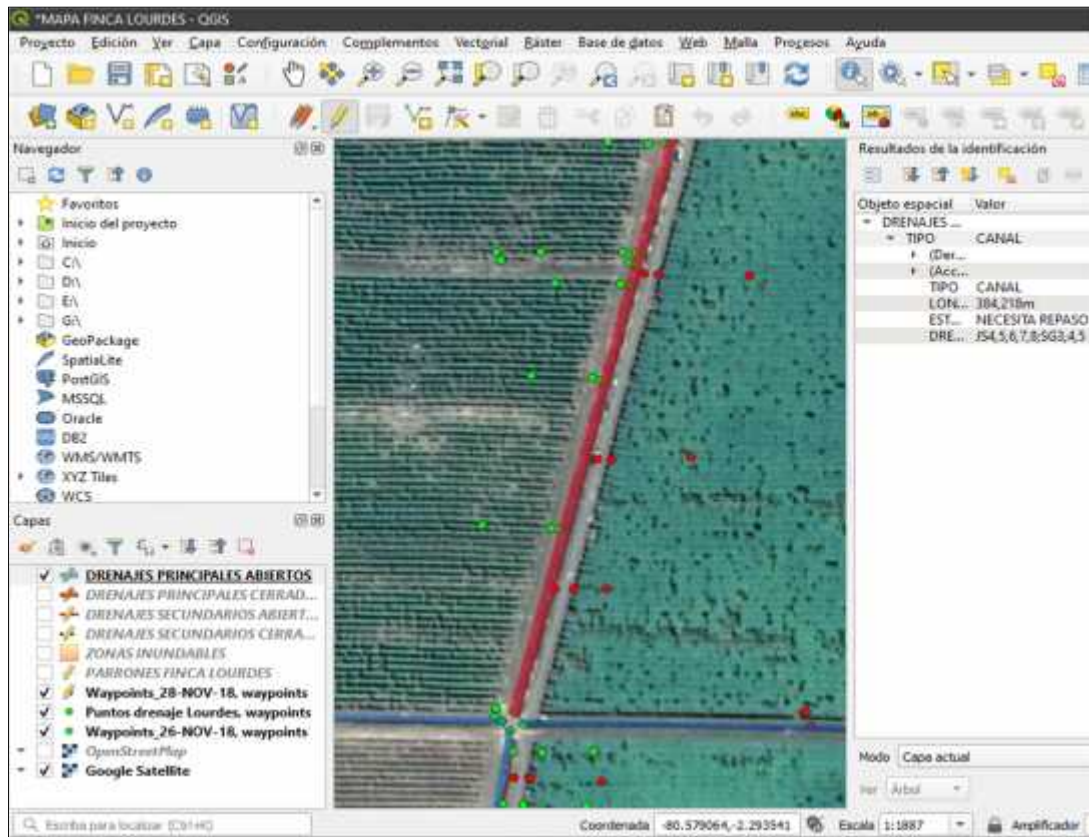


Figura 6. Digitalización de la capa drenajes principales abiertos

3.2. Diagnóstico de los problemas de Drenaje

Posterior a un trabajo de análisis de la capa de levantamiento topográfico del sitio de análisis, se diagnosticaron varias falencias en el sistema de drenaje parcelario de la finca en el recorrido de campo, constatando la ubicación de las zonas propensas a encharcamientos previamente identificadas en el mapa topográfico digital, como zonas del sistema de drenaje en malas condiciones, los trabajos de mantenimiento que estas requerían, y nuevos trabajos a realizar en las zonas críticas localizadas, esto se muestra en la figura 8.

Parte del trabajo donde en base de las curvas de nivel y recorrido de campo, se identificaron y digitalizaron las zonas propensas a encharcamientos del área cultivada de la finca, con su respectiva información temática.

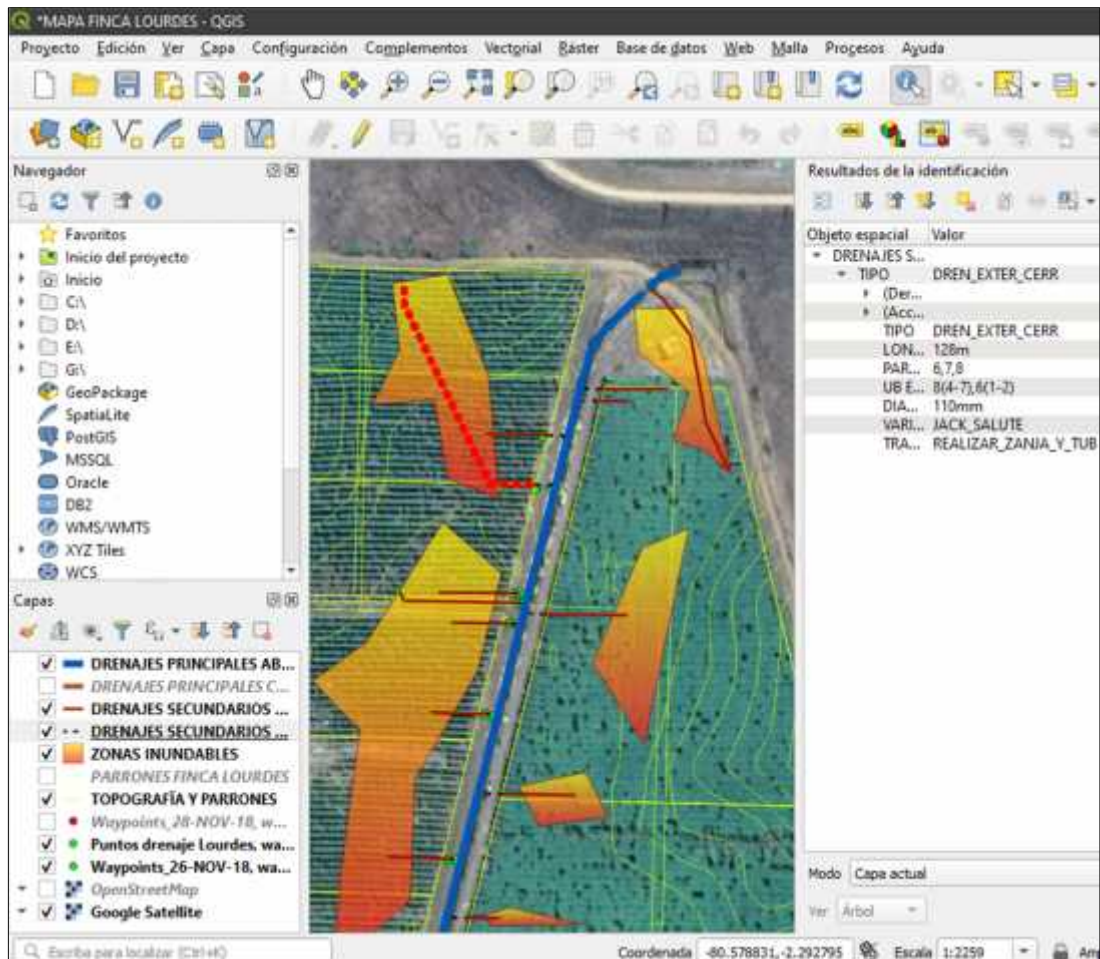


Figura 7. Identificación y digitalización de zonas de la finca

3.4. Soluciones de Drenaje

Terminada la digitalización de toda la información se realizó una propuesta de trabajos a realizar para mejorar las condiciones de sistemas de drenaje de la finca, detallando para cada área el estado en que se encontró y las decisiones a tomar respecto a la misma, esto se describe en las tablas 2, 3 y 4.

Tabla 2. Detalle del estado de los drenajes principales y las labores sugeridas

Trabajos de Drenaje a realizar				
Finca		Lourdes		
Fecha de elaboración		3/12/2018		
	Tipo	Zona	Trabajo	Superficie a trabajar (m)
Drenajes principales abiertos	Canal	JS4,5,6,7,8; SG3,4,5	Mantenimiento total	384
	Canal	JS3	Mantenimiento total	274
	Canal	SG5,6	Mantenimiento total	252
	Canal	SG6,7	Mantenimiento zona media del canal	10
Total, metros a trabajar				920

Tabla 3. Detalle del estado de los drenajes secundarios abiertos y labores sugeridas.

Trabajos de drenaje a realizar						
Finca		Lourdes				
Fecha de elaboración		3/12/2018				
	Tipo	Zona			Trabajos	Superficie a trabajar (metros)
		Variedad	Parrón	Ubicación entre hilera		
Drenajes secundarios abiertos	Dren_int_ab	Sweet globe	6		Realizar zanja	140
	Dren_int_ab	Jack salute	5	1 y 2	Realizar zanja	29
	Dren_int_ab	Jack salute	7		Realizar zanja	30,5
	Dren_int_ab	Ifg	IFG	15 y 16	Realizar zanja	21
	Dren_int_ab	Ifg	IFG	11 y 12	Realizar	21,1

				zanja	
Dren_int_ab	Ifg	IFG	7 y 8	Realizar zanja	21,3
Dren_int_ab	Jack salute	7 y 8	7-1 y 8-16	Realizar zanja	17
Dren_int_ab	Jack salute	8	8 y 9	Realizar zanja	23,5
Dren_int_ab	Ifg	IFG	3 y 4	Realizar zanja	21,3
Dren_int_ab	Ifg	IFG	20 y 21	Realizar zanja	21,2
Dren_int_y_ext_ab	Sweet globe	3	13 y 14	Realizar zanja	98
Dren_int_ab	Sweet globe	5	6 y 7	Realizar zanja	32
Dren_int_ab	Sweet globe	4	17 y 18	Realizar zanja	14,5
Dren_int_ab	Sweet globe	3	59 y 60	Realizar zanja	35
Dren_int_ab	Sweet globe	3	34 y 35	Realizar zanja	40
Dren_int_ab	Sweet globe	5 y 6	5(29) y 6(25)	Realizar zanja	16
Dren_int_ab	Sweet globe	5	24 y 25	Realizar zanja	19
Dren_int_ab	Sweet globe	5	18 y 19	Realizar zanja	50
Dren_int_ab	Sweet globe	5	12 y 13	Realizar zanja	20
Dren_int_ab	Sweet globe	6	20 y 21	Realizar zanja	30
Dren_int_ab	Sweet globe	6	15 y 16	Realizar zanja	24
Dren_int_ab	Sweet globe	6	10 y 11	Realizar zanja	26
Dren_int_ab	Sweet globe	6	5 y 6	Realizar zanja	16
Dren_int_ab	Sweet globe	6		Realizar zanja	9
Canal	Jack	6		Repasar	62

		salute			zanja	
	Dren_int_ab	Sweet globe	9		Repasar zanja	19
	Dren_int_ab	Jack salute	6	16 y 17	Repasar zanja	36
Total de metros a trabajar						892,4

Tabla 4. Detalle del estado de los drenajes secundarios cerrados y labores sugeridas

		Trabajos de drenaje a realizar					
Finca		LOURDES					
Fecha de elaboración		3/12/2018					
	Tipo	Variedad	Zona		Diámetro tubería	Trabajos	Superficie a trabajar (metros)
			Parrón	Ubicación entre hileras			
Drenajes secundarios cerrados	Dren externo cerrado	Ifg	Igf	11 y 12	110mm	Realizar zanja enterrar tubería	10,1
	Dren externo cerrado	Ifg	Igf	15 y 16	110mm	Realizar zanja enterrar tubería	9,5
	Dren externo cerrado	Ifg	Igf	19 y 20	110mm	Realizar zanja enterrar tubería	9,2
	Dren externo cerrado	Ifg	Igf	3 y 4	110mm	Realizar zanja enterrar tubería	9,5
	Dren externo cerrado	Ifg	Igf	7 y 8	110mm	Realizar zanja enterrar tubería	9,5

Dren externo cerrado	Jack Salute	7			Ninguno	0
Dren externo cerrado	Jack Salute	5	1 y 2		Ninguno	0
Dren externo cerrado	Jack Salute	5	13 y 14		Ninguno	0
Dren externo cerrado	Jack Salute	5	13 y 14		Ninguno	0
Dren externo cerrado	Jack Salute	6	16 y 17		Ninguno	0
Dren externo cerrado	Jack Salute	6		110mm	Realizar zanja enterrar tubería	2,5
Dren externo cerrado	Jack Salute	6	1 y 2	110mm	Realizar zanja enterrar tubería	8,3
Dren externo cerrado	Jack Salute	7 y 8	8(16) y 7-(1)	110mm	Realizar zanja enterrar tubería	9
Dren externo cerrado	Jack Salute	6,7,8	8(4-7),6(1-2)	110mm	Realizar zanja enterrar tubería	128
Dren externo cerrado	Jack Salute	8	8 y 9	110mm	Realizar zanja enterrar tubería	9
Dren externo cerrado	Sweet Globe	6			Revisar estado de tubería	5,5
Dren externo cerrado	Sweet Globe	6			Revisar estado de tubería	5
Dren externo cerrado	Sweet Globe	6			Revisar estado de tubería	6
Dren externo cerrado	Sweet Globe	9			Ninguno	0
Dren externo	Sweet	3	2 y 3		Ninguno	0

cerrado	Globe					
Dren externo cerrado	Sweet Globe	3	4 y 5		Ninguno	0
Dren externo cerrado	Sweet Globe	3	59 y 60		Ninguno	0
Dren externo cerrado	Sweet Globe	5	6 y 7		Ninguno	0
Dren externo cerrado	Sweet Globe	4		110mm	Realizar zanja enterrar tubería	7
Dren externo cerrado	Sweet Globe	6	10 y 11	110mm	Realizar zanja enterrar tubería	13
Dren externo cerrado	Sweet Globe	5	12 y 13	110mm	Realizar zanja enterrar tubería	10,5
Dren externo cerrado	Sweet Globe	6	15 y 16	110mm	Realizar zanja enterrar tubería	12
Dren externo cerrado	Sweet Globe	4	17 y 18	110mm	Realizar zanja enterrar tubería	8,5
Dren externo cerrado	Sweet Globe	5	18 y 19	110mm	Realizar zanja enterrar tubería	10,7
Dren externo cerrado	Sweet Globe	6	20 y 21	110mm	Realizar zanja enterrar tubería	10
Dren externo cerrado	Sweet Globe	5	24 y 25	110mm	Realizar zanja enterrar tubería	11
Dren externo cerrado	Sweet Globe	5 y 6	5(29) y 6(1)	110mm	Realizar zanja enterrar tubería	11
Dren externo	Sweet	6	5 y 6	110mm	Realizar	10,5

	cerrado	Globe				zanja enterrar tubería	
	Dren externo cerrado	Sweet Globe	5	6 y 7	110mm	Realizar zanja enterrar tubería	7,2
Total de metros a trabajar							332,5

Concluido todo el detalle de trabajos a realizar, y tener la idea concreta de la necesidad del mismo, el SIG elaborado muestra el resultado final, a saber, el mapa total de la zona digitalizada del sistema, esto se muestra en la figura 9.



Figura 8. Vista total del área de estudio y la digitalización

Presentada la propuesta de soluciones a los problemas de drenaje a los encargados de la finca se procedió con los trabajos a realizar en cada uno de los puntos críticos, como se muestra en las figuras 10, 11, 12 y 13.



Figura 9. Mantenimiento de los drenes, desbloqueo de tuberías principales



Figura 10. Mantenimiento de canales principales



Figura 11. Zanjado e instalación de tubería subterránea



Figura 12. Limpieza de canales principales y sus desembocaduras

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones

1. Se identificaron las causas, los problemas de drenaje, y zonas críticas afectadas por los mismos, mediante herramientas de los SIG, se plasmaron en un archivo interpretable para la toma de decisiones.
2. Los sistemas de información geográfica contribuyen a simplificar la georreferenciación de elementos específicos a ser estudiados o trabajados.
3. La herramienta usada permitió clasificar la información compilada en el campo de tal manera que se puede mediante ésta, determinar cuál es la labor recomendada para cada zona de la finca, de ser requerida.
4. La información temática compilada puede ser almacenada y empleada en futuros trabajos como punto de referencia, un patrón de cambios a través de tiempo, o como información administrativa para fines convenientes a la empresa.

4.2. Recomendaciones

5. Es necesario conjugar la información obtenida a través de los SIG con otros factores como datos climatológicos de la zona para precisar aún más la toma de decisiones.
6. Realizar un presupuesto total, que abarque desde el estudio de campo, obtención de materiales, mejoramiento del sistema, aplicación y mantenimiento del mismo.

7. Incentivar el uso de los de sistemas de información geográfica como herramienta en proyectos de campo de carácter agropecuario.

REFERENCIAS Bibliográficas

Albert, 2014. « Quantum Gis ».

<https://pleiadesic.com/es/que-es-quantum-gis-y-por-que-utilizarlo/>

Allen. 2017. «SISTEMA DE RIEGO TECNIFICADO EN EL CULTIVO DE VID (Vitis vinífera L.)». 2017.

<http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/2984/F06-A44-T.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

Amoros, Jose. 2017. «El suelo y su influencia en el cultivo de la vid». *Agricultura* 1003 (febrero): 114-19.

Crúz. 2009. «Drenajes». 2009.

http://www.cenicana.org/pdf_privado/documentos_no_seriados/libro_el_cultivo_cana/libro_p211-233.pdf.

Durán, Citlalin. 2011. «Sistemas de Información Geográfica: casos de uso para el análisis del turismo en el ámbito local», 20.

García. 2019. «Características-vid.pdf». 2019.

<http://www.divulgameteo.es/uploads/Caracter%C3%ADsticas-vid.pdf>.

Gutiérrez. 2012. «Necesidades de agua para la vid.pdf». 2012.

<http://lan.inea.org:8010/web/materiales/web/riego/anuncios/trabajos/Necesidades%20de%20agua%20para%20la%20vid.pdf>.

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Sergio Payán-Ochoa, Antonio Morales-Maza, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Benjamín Valdez-Gascón, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Martha Hortencia Martín-Rivera, Universidad de Sonora, Fernando Arturo Ibarra-Flores, y Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. 2013. «IRRIGATION SCHEDULING IN 'PERLETTE' AND 'SUGRAONE' TABLE GRAPES (Vitis Vinifera L.) USING MOISTURE SENSORS». *Revista Chapingo Serie Horticultura* XIX (2): 163-72. <https://doi.org/10.5154/r.rchsh.2012.04.024>.

Llerena, Fernández. 2016. «02 DRENAJE SUPERFICIAL EN TERRENOS AGRICOLAS.pdf». SECRETARÍA DE AGRICULTURA, GANADERÍA, DESARROLLO RURAL, PESCA Y ALIMENTACIÓN. 2016. <http://www.sagarpa.mx/desarrolloRural/Documents/fichasCOUSSA/02%20DRENAJE%20SUPERFICIAL%20EN%20TERRENOS%20AGRICOLAS.pdf>

Lloret, Jesús Rodríguez, y Rosa Olivella. 2018. «Introducción a los sistemas de información geográfica», 82.

Mateo. 2018. «Usos y aplicaciones de las bases de datos en el área agrícola». 2018. <http://mateo.pbworks.com/w/file/fetch/114981214/unidad%201.pdf>.

Mateos, Alvaro Aritz Bujanda. 2014. «DISEÑO DE UNA PLANTACIÓN DE VID», 185.

Navarrete. 2017. «La Vid, noble y milenaria». Fondo Vitivinícola. 2017. http://www.fondovitivinicola.com.ar/upload_file/e781a66591ac8ad78eddbd89bd98fa6e.pdf.

Nieto. 2014. «EFECTOS DEL RIEGO EN LA VID», 7.

Parra. 2017. «El Drenaje Agrícola En Sus 2 Formas. Mira Cómo Afecta A Los Cultivos, Un Mal Drenaje». *Agronomaster* (blog). 3 de noviembre de 2017. <https://agronomaster.com/el-drenaje-agricola/>.

Ponvert Delisles, Dámaso, y Andrés Lau Quan. 2013. «Uso de las imágenes de satélites y los SIG en el campo de la Ingeniería Agrícola». *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias* 22 (4): 75-80.

Sarría, Francisco Alonso. 2006. «Sistemas de Información Geográfica», 239.

Torres. 2017. «18 Manual Uva de Mesa.pdf». 2017. <http://www.inia.cl/wp-content/uploads/ManualesdeProduccion/18%20Manual%20Uva%20de%20Mesa.pdf>

Villca, Gout. 2011. «El sistema de información geográfica: una herramienta de planificación y gestión territorial». 2011. <https://www.avsf.org/es/posts/663/full/el-sistema-de-informacion-geografica-una-herramienta-de-planificacion-y-gestion-territorial>.

Yaretzi, Hermenegildo Perea Yoali, y Juárez Bautista Nicolás. 2014. «¿Qué son los sistemas geográficos, aplicaciones en la Agricultura y Ganadería?», 17.