



Universidad  
Técnica de  
Cotopaxi

# UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

## FACULTAD ACADÉMICA DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

### CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

### PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

**“MODELO DE OPTIMIZACIÓN DE RUTA DE TRANSPORTE DE  
TRACTORES EN LA COMUNA SAN JOSÉ EL EJIDO DE LA CIUDAD  
DE LATACUNGA”**

#### AUTORES:

Guerrero Poaquiza Christian Daniel

Moreno Villamarín Bolívar Patricio

#### TUTOR:

Ing. M.Sc. Raúl Heriberto Andrango Guayasamín

Latacunga – Ecuador

Febrero-2018



Universidad  
Técnica de  
Cotopaxi



Ingeniería  
Industrial

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Yo Guerrero Poaquiza Christian Daniel con CI: 180458092-4 y Moreno Villamarín Bolívar Patricio con CI: 050305988-3 declaramos ser autores del presente proyecto de investigación: **“MODELO DE OPTIMIZACIÓN DE RUTA DE TRANSPORTE DE TRACTORES EN LA COMUNA SAN JOSÉ EL EJIDO DE LA CIUDAD DE LATACUNGA”**, siendo el Ing. MSc Raúl Heriberto Andrango Guayasamín Tutor del presente trabajo; y eximimos expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además certificamos que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de nuestra exclusiva responsabilidad.

.....  
Guerrero Poaquiza Christian Daniel

CI: 180458092-4

.....  
Moreno Villamarín Bolívar Patricio

CI: 050305988-3



## AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACION

En calidad de Tutor del Trabajo de Investigación sobre el título:

**“MODELO DE OPTIMIZACIÓN DE RUTA DE TRANSPORTE DE TRACTORES EN LA COMUNA SAN JOSÉ EL EJIDO DE LA CIUDAD DE LATACUNGA”**, de (Guerrero Poaquiza Christian Daniel y Moreno Villamarín Bolívar Patricio), considero que dicho Informe Investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científico-técnicos suficientes para ser sometidos a la evaluación del Tribunal de Validación de Proyecto que el Honorable Consejo Académico de la FACULTAD de CIYA de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe, para su correspondiente estudio y calificación.

Latacunga, Febrero de 2018.

Tutor:



.....

MSc. Raúl Heriberto Andrango Guayasamín



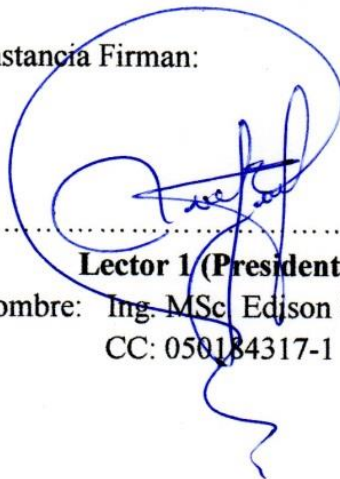
## APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprueban el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi, y por la Unidad Académica de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas, por cuanto, los postulantes: Guerrero Poaquiza Christian Daniel con CC:180458092-4 y Moreno Villamarín Bolívar Patricio con CC: 050305988-3, Con el Título de Proyecto de Investigación: **“MODELO DE OPTIMIZACIÓN DE RUTAS DE TRANSPORTE DE TRACTORES EN LA COMUNA SAN JOSE EL EJIDO DE LA CIUDAD DE LATACUNGA”** han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de Sustentación de Proyecto.

Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa legal.

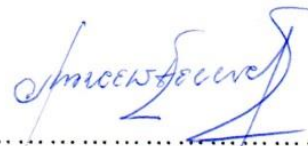
Latacunga, Febrero, 2018

Para constancia Firman:



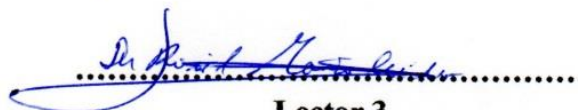
**Lector 1 (Presidente)**

Nombre: Ing. MSc Edison Salazar  
CC: 050184317-1



**Lector 2**

Nombre: Ing. MSc. Marcelo Tello  
CC: 050151855-9



**Lector 3**

Nombre: Dr. MSc Raúl Montaluisa  
CC: 050086607-4



Universidad  
Técnica de  
Cotopaxi



Ingeniería  
Industrial

## AVAL DE IMPLEMENTACIÓN

San José-Parroquia Juan Montalvo-Cotopaxi, 18 de enero del 2018

Sr. Cesar Pilataxi

**Presidente**

**Comuna San José El Ejido**

**Presente.-**

En calidad de presidente de la Comuna San José El Ejido, confirma la realización del proyecto **“MODELO DE OPTIMIZACIÓN DE RUTA DE TRANSPORTE DE TRACTORES EN LA COMUNA SAN JOSÉ EL EJIDO DE LA CIUDAD DE LATACUNGA”** implementado por los señores estudiantes de la Universidad Técnica de Cotopaxi, carrera de **Ingeniería Industrial**; Guerrero Poaquizza Christian Daniel con CI:18045800924 y Moreno Villamarín Bolívar Patricio con CI:050305938-3, bajo la supervisión y coordinación de los dirigentes de la comunidad.

Aceptamos conocer y estar conformes con los términos y condiciones de las actividades que se van a realizar en nuestra comunidad para la ejecución del proyecto de los señores estudiantes.

Es cuanto puedo certificar en honor a la verdad, se expide el presente para el interesado pueda hacer uso para los fines que crea conveniente.

Atentamente;

.....  
 050752688-3.....

Sr. Cesar Pilataxi

Presidente Comuna San José el Ejido

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo investigativo lo dedicamos a Dios ya que él ha sido nuestra mayor fortaleza y guía en todo el recorrido de vida universitaria. Además a nuestros padres, quienes nos han apoyado incondicionalmente en los momentos más difíciles de nuestro trayecto estudiantil, estamos eternamente agradecidos ya que sin su apoyo no podríamos materializar nuestro sueño de ser profesionales.

*Christian  
Bolívar*

## **AGRADECIMIENTO**

A mi madre Ligia Margott y a mi abuelito José Isaías (+) quienes a lo largo de mi vida han velado por mi bienestar y educación siendo pilar fundamental en todo momento. A mi familia por el apoyo incondicional quienes no han dudado en mi capacidad e inteligencia para lograr alcanzar mis estudios con éxito.

*Christian*

## **AGRADECIMIENTO**

A mis padres quienes a lo largo de mi vida han velado por mi bienestar y educación siendo mi apoyo en todo momento. A mis familiares más cercanos que siempre estuvieron junto a mí alentándome y dándome fuerzas incondicionalmente para lograr mi mayor objetivo en este proyecto.

**Bolívar**



## ÍNDICE GENERAL

DECLARACIÓN DE AUTORÍA .....	ii
AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACION .....	iii
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN.....	iv
AVAL DE IMPLEMENTACIÓN.....	v
DEDICATORIA.....	vi
AGRADECIMIENTO .....	vii
ÍNDICE GENERAL.....	ix
ÍNDICE DE CUADROS .....	xii
ÍNDICE DE TABLAS.....	xii
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	xiii
RESUMEN .....	xiv
ABSTRACT .....	xv
AVAL DE TRADUCCION.....	xvi
1. INFORMACIÓN GENERAL .....	1
2. RESUMEN DEL PROYECTO .....	2
3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO .....	3
4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO .....	4
5. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN .....	4
Manejo del Tiempo.....	5
Deficiencia en la programación de Rutas .....	5
Malas prácticas en las operaciones productivas .....	5
Uso inadecuado del Mantenimiento de la maquinaria para el proceso productivo .....	5
¿Cómo solucionar esto?.....	6
6. OBJETIVOS .....	7
General:.....	7
Específicos:.....	7
7. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS	
PLANTEADOS .....	8
8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA.....	10
Rutas .....	10
Requerimiento.....	10

Operatividad de transporte.....	11
VRP .....	11
Programación Lineal.....	11
Restricciones.....	12
Optimización.....	12
Optimización de recursos.....	12
Optimización de inversiones.....	13
Optimización de tiempo.....	13
Un sistema óptimo .....	13
Un producto óptimo y muchos más. ....	14
Riesgos Asociados al Manejo del Tractor .....	17
Vuelco lateral o “en tonel” .....	17
Vuelco hacia atrás o “empinamiento” .....	17
Vuelco con aperos .....	18
Vuelco con tractor en movimiento .....	18
Situaciones de riesgo de vuelco .....	19
Factores Asociados al Tractor .....	19
Asociados al Conjunto Tractor – Apero.....	19
Normas para la circulación de maquinaria agrícola.....	20
Condiciones Generales para la circulación: .....	20
Requisitos para los equipos: .....	21
Argumentación acerca de la necesidad de la investigación. ....	21
Plan del Buen Vivir .....	22
Métodos Neurísticos .....	22
Modelo de los ahorros (Savings Criterion – Clarke and Wright 1958) .....	23
8. HIPÓTESIS .....	23
Operacionalización de las variables.....	23
9. METODOLOGÍAS Y DISEÑO EXPERIMENTAL .....	24
Diseño metodológico .....	24
Tipo de investigación.....	24
Población .....	24
Técnicas e instrumentos.....	25
10. ANALISIS Y DISCUSION DE RESULTADOS .....	25
Análisis e Interpretación de resultados .....	26

Propuesta.....	37
11. COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS .....	37
Comprobación de Resultados .....	37
Diseño de instrumentos .....	37
Revisión de instrumentos .....	37
12. IMPACTOS .....	38
Técnicos.....	38
Social .....	38
Ambiental.....	38
Económico .....	38
13. PRESUPUESTO PARA LA ELABORACIÓN .....	39
14. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	40
Conclusiones.....	40
Recomendaciones .....	40
15. BIBLIOGRAFÍA .....	41
16. ANEXOS .....	43

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>Cuadro 1:</b> Actividades y sistema de tareas en relación a los objetivos planteados.....	8
--	---

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1:</b> Interpretación .....	27
<b>Tabla 2:</b> Interpretación .....	28
<b>Tabla 3:</b> Interpretación .....	29
<b>Tabla 4:</b> Interpretación .....	30
<b>Tabla 5 :</b> Interpretación .....	31
<b>Tabla 6:</b> Interpretación .....	32
<b>Tabla 7:</b> Interpretación .....	33
<b>Tabla 8:</b> Interpretación .....	34
<b>Tabla 9:</b> Interpretación .....	35
<b>Tabla 10:</b> Interpretación .....	36
<b>Tabla 11:</b> Presupuesto del proyecto.....	39

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1:</b> Técnicas e instrumentos .....	25
<b>Gráfico 2:</b> Interpretación de respuestas .....	27
<b>Gráfico 3:</b> Interpretación de respuestas .....	28
<b>Gráfico 4:</b> Interpretación de respuestas .....	29
<b>Gráfico 5:</b> Interpretación de respuestas .....	30
<b>Gráfico 6:</b> Interpretación de respuestas .....	31
<b>Gráfico 7:</b> Interpretación de respuestas .....	32
<b>Gráfico 8:</b> Interpretación de respuestas .....	33
<b>Gráfico 9:</b> Interpretación de respuestas .....	34
<b>Gráfico 10:</b> Interpretación de respuestas .....	35
<b>Gráfico 11:</b> Interpretación de respuestas .....	36

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**  
**FACULTAD ACADÉMICA DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS**

**Tema:** “MODELO DE OPTIMIZACIÓN DE RUTA DE TRANSPORTE DE TRACTORES  
EN LA COMUNA SAN JOSÉ EL EJIDO DE LA CIUDAD DE LATACUNGA”

**Autores:** Guerrero Poaquiza Christian Daniel  
Moreno Villamarín Bolívar Patricio

**RESUMEN**

El proyecto de Investigación se realizó mediante la identificación, evaluación y seguimiento de los factores deficientes en el manejo y distribución de rutas al igual en las malas prácticas de operaciones productivas. El déficit en la organización, control y manejo de rutas adecuadas para la accesibilidad de las personas que conforman la organización, ocasiona acciones y condiciones inadecuadas con el manejo de los recursos para el trabajo agrícola que tienen a su servicio. Se toma en referencia el método descriptivo basado en hechos al aporte investigativo, la recolección de datos dentro del entorno mediante el uso de entrevista, lista de chequeo, observación, con el resultado de un análisis de situación. En la Comuna San José el Ejido perteneciente a la Parroquia Juan Montalvo de La Ciudad de Latacunga, se tiene como propósito implementar un modelo de optimización de ruta de transporte de tractores con la finalidad de los miembros pertenecientes a la comunicad sean beneficiados de mejor manera y a la par se pueda mantener un control adecuado en condiciones de mejorar los tiempos en llegada al sector que este planificado trabajar y con ello reducir costos en el rendimiento del mismo; en la investigación planteada se pudo apreciar que principalmente se afectan a los usuarios de la comunidad con el retraso de actividades de siembra ya que no se puede trabajar sus tierras en los tiempos adecuados. Con la elaboración del modelo de optimización de ruta de transporte de tractores se reducirán los tiempos de trabajo al igual que los costos de mantenimiento y con ello los beneficiarios podrán realizar sus cultivos adecuadamente.

**Palabras Claves:** Distribución, Optimización, Accesibilidad, Acciones y Condiciones

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**  
**FACULTAD ACADÉMICA DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS**

**Topic:** “OPTIMIZATION MODEL OF TRACTORS TRANSPORT ROUTE IN THE SAN JOSÉ EL EJIDO COMMUNITY IN LATACUNGA CITY.

**Authors:** Guerrero Poaquiza Christian Daniel  
Moreno Villamarín Bolívar Patricio

**ABSTRACT**

The research project was carried out through the identification, evaluation and monitoring of the deficient factors in the management and distribution of routes; as well as the poor practices of productive operations. The deficit in the organization, control and management of adequate routes for the accessibility of the people who are part of the organization, causes inappropriate actions and conditions with the management of resources for agricultural work that they have. The descriptive method based on facts is taken as reference in the research; the data collection in the environment through the use of interview, checklist, observation, with the result of a situation analysis. In San José el Ejido community, belonging to Juan Montalvo parish of Latacunga city, the aim is to implement an optimization model of tractors transport route with the purpose of benefiting the commune members. At the same time they could maintain an adequate control to improve the arrival times to the place where is planned to work and thereby reduce costs in its performance. In the investigation it could be noticed that the people of this community are affected with the delay of sowing activities since they can't work their lands at the right times. Thanks to the elaboration of the optimization model of tractors transport route will reduce the work time, as well as, the maintenance costs and with it the beneficiaries will be able to carry out their crops properly.

**Keywords:** Distribution, Optimization, Accessibility, Actions and Conditions



## AVAL DE TRADUCCION

En calidad de Docente del idioma ingles del Centro de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; En forma legal **CERTIFICO** que la traducción del resumen para el proyecto de investigación al Idioma Ingles presentado por los señores de la Carrera de Ingeniería Industrial de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas: **GUERRERO POAQUIZA CHRISTIAN DANIEL** y **MORENO VILLAMARIN BOLIVAR PATRICIO**, cuyo título versa "MODELO DE OPTIMIZACION DE RUTAS DE TRANSPORTE DE TRACTORES EN LA COMUNA SAN JOSE EL EJIDO DE LA CIUDAD DE LATACUNGA", lo realizo bajo mi supervisión y cumple con la correcta estructura gramatical del Idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo a peticionario hacer uso del presente certificado de la manera ética que estimase conveniente

Latacunga, 22 de enero del 2018

Atentamente:

Lic. Nelson Guagchinga

050324641-5





## **1. INFORMACIÓN GENERAL**

**Título del Proyecto:**

“MODELO DE OPTIMIZACIÓN DE RUTA DE TRANSPORTE DE TRACTORES EN LA COMUNA SAN JOSÉ EL EJIDO DE LA CIUDAD DE LATACUNGA”

**Fecha de inicio:**

Octubre del 2017

**Fecha de finalización:**

Febrero del 2018

**Lugar de ejecución:**

Comuna San José, Parroquia El Ejido, Cantón Latacunga, Provincia de Cotopaxi

**Facultad Académica que auspicia**

Facultad Académica de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas

**Carrera que auspicia:**

Ingeniería Industrial

**Proyecto de investigación vinculado:**

Optimización de procesos productivos

**Equipo de Trabajo:**

Ing. M.Sc. Raúl Andrango

Guerrero Poaquiza Christian Daniel

Moreno Villamarín Bolívar Patricio

**Área de conocimiento**

**Línea(s) y sub-líneas de investigación**

**Plan del Buen Vivir**

El proyecto está basado en las líneas de investigación establecidas por el “Plan del Buen Vivir”, busca mejorar la calidad de vida de la población con el objeto de impulsar la actividad

de pequeñas y medianas unidades económicas asociativas y fomentar la demanda de los bienes y servicios que generan con la acción coordinada entre el gobierno, el sector privado, las universidades y organizaciones sociales (SEMPLADES, 2013).

De conformidad con la UNESCO el campo de conocimiento corresponde a: “Ingeniería Industrial y Construcción” y como campo detallado ingeniería y profesiones afines “mantenimiento de vehículos” (UNESCO, 2007)

### **Líneas de Investigación de la Universidad Técnica De Cotopaxi**

En las líneas de investigación pertinentes a la Universidad Técnica de Cotopaxi, el proyecto pertenece a la línea de investigación 4 que es de “Optimización de procesos productivos”, que expresa “promover el desarrollo de tecnologías y procesos que permitan mejorar el rendimiento.” (Cotopaxi)

### **Sub-Líneas de Investigación de la Carrera de Ingeniería Industrial**

En la carrera de Ingeniería Industrial, el proyecto está basado en las líneas de investigación 1 que es “Optimización de procesos productivos”, que permitirá el desarrollo del proyecto, optimizando de ruta de transporte de tractores en San José El Ejido de la Ciudad de Latacunga. (Cotopaxi)

- Investigación de operaciones productivas
- Programación de la producción
- Optimización de líneas de producción
- Gestión del talento humano en la producción
- Gestión de sistemas productivos

## **2. RESUMEN DEL PROYECTO**

El proyecto de Investigación se realizó mediante la identificación, evaluación y seguimiento de los factores deficientes en el manejo y distribución de rutas al igual en las malas prácticas de operaciones productivas.

El déficit en la organización, control y manejo de rutas adecuadas para la accesibilidad de las personas que conforman la organización, ocasiona acciones y condiciones inadecuadas con el

manejo de los recursos para el trabajo agrícola que tienen a su servicio. Se toma en referencia el método descriptivo basado en hechos al aporte investigativo, la recolección de datos dentro del entorno mediante el uso de entrevista, lista de chequeo, observación, con el resultado de un análisis de situación. En la Comuna San José el Ejido perteneciente a la Parroquia Juan Montalvo de La Ciudad de Latacunga, se tiene como propósito implementar un modelo de optimización de ruta de transporte de tractores con la finalidad de los miembros pertenecientes a la comunidad sean beneficiados de mejor manera y a la par se pueda mantener un control adecuado en condiciones de mejorar los tiempos en llegada al sector que este planificado trabajar y con ello reducir costos en el rendimiento del mismo, en la investigación planteada se pudo apreciar que principalmente se afectan a los usuarios de la comunidad con el retraso de actividades de siembra ya que no se puede trabajar sus tierras en los tiempos adecuados. Con la elaboración del modelo de optimización de ruta de transporte de tractores se reducirán los tiempos de trabajo al igual que los costos de mantenimiento y con ello los beneficiarios podrán realizar sus cultivos adecuadamente.

### **3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO**

La investigación se ve reflejada en la optimización de las rutas de transporte, por lo tanto esta investigación tiene la finalidad de tomar medidas que regulen la distribución de las rutas de tractores para la comuna de San José El Ejido que se encuentra ubicada en la ciudad de Latacunga, donde se determinara la identificación de extensiones de terreros y beneficiarios de los servicios que están relacionados con los tractores que mantienen la asociación.

El sistema de transporte es el componente más importante para la mayoría de las organizaciones debido a que el éxito de una cadena de abastecimiento está estrechamente relacionado con su diseño y uso adecuado.

El transporte es el responsable de mover los productos terminados, materias primas e insumos entre empresas y clientes que se encuentran dispersos geográficamente, es uno de los puntos clave en la satisfacción del cliente.

Sin embargo, es uno de los costos logísticos más elevados, constituye una proporción representativa de precios en productos y están involucrados directamente con la relación entre proveedores, clientes y competidores.

Para una administración efectiva del sistema de transporte es necesario la utilización de un sistema de asignación de rutas, enfocado en la optimización del proceso cuyo objetivo es: minimizar tiempos y costos en el proceso de entrega y recogida, que prioricen el transporte eficiente y que incremente en las organizaciones la competitividad.

Tomando en cuenta lo mencionado, el proyecto va enfocado a fomentar el uso de herramientas logísticas para optimizar los procesos y operaciones, mediante el uso de técnicas y métodos que encuentren una solución adecuada a los problemas complejos como la asignación de vehículos a una ruta de transporte.

#### **4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO**

El proyecto cuenta con dos tipos de beneficiarios, siendo éstos: beneficiarios directos y beneficiarios indirectos.

Beneficiarios directos: 450 socios de la comuna San José El Ejido

Beneficiarios Indirectos: familiares de los socios de la comuna San José El Ejido, aproximadamente 600 personas (cifra extraída tras realizar un breve cálculo entre el total de socios y los integrantes de cada familia.)

Una vez finalizado el proyecto se demostrará y se hará la entrega de un manual de la aplicación generado con el modelo de optimización de rutas que se verán retribuidos en la reducción de costos operacionales, costos de mantenimiento y optimización de producción agrícola para establecer estándares en la prestación de servicios de tractores.

Consecuentemente con el modelo se dará el soporte técnico y la capacitación correspondiente a los encargados de la Asociación en el uso y manejo de las herramientas.

#### **5. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

El problema de la investigación se ve reflejado en el desconocimiento de los usuarios del correcto funcionamiento del uso de transportes de tractores del barrio San José de la parroquia Juan Montalvo de la ciudad de Latacunga, ante ello el uso inadecuado de la

maquinaria y de los tiempos que se realiza para promover sus actividades agrícolas, por lo tanto se promueve la necesidad de crear un modelo de optimización de ruta de transporte.

### **Manejo del Tiempo**

Dentro del manejo del tiempo tiene como base tener un principio y un fin como una estructura de posibilidades en el cual cambia las cosas dando lugar a la consecución de dinero y a la vez saber cómo saber aprovecharlo en la organización de las tareas y es un problema importante dentro del objeto de estudio.

### **Deficiencia en la programación de Rutas**

La deficiencia que se presenta esta dada en la inexperiencia de los moradores del sector en el cual se está trabajando, ya que la optimización de ruta de transporte es ajena en los métodos que utilizan y para poder tener un mayor alcance se debe presentar las posibilidades de los objetivos que se van a alcanzar con una correcta programación, es decir las condiciones de operación y las características propias del transporte deben ser óptimas para un servicio diverso en el sector.

### **Malas prácticas en las operaciones productivas**

Están son las actividades, recursos y materias primas que mediante un proceso no permiten producir bienes o servicios en estas malas prácticas las actividades requeridas para elaborar un producto o prestar un servicio no son aplicadas de manera organizada y el desempeño por ende debe ser controlada y supervisada, esto es en los gastos e ingresos de las organizaciones que deben trabajar a nivel operativo, concentrándose en la planificación de materiales y de restricciones de capacidad.

### **Uso inadecuado del Mantenimiento de la maquinaria para el proceso productivo**

Esto sucede debido a que las empresas u organizaciones no tienen personal técnico capacitado es decir que el mantenimiento no existe sino solo se tiene lo que es reparamiento es decir que se puede aplazar la producción sin mayores consecuencias. Aquí el técnico no es responsable de lo que pueda.

Es muy probable que no pueda acudir inmediatamente, y cuando lo hace hay que diagnosticar el problema, buscar los repuestos necesarios, ejecutar los trabajos.

La parada puede prolongarse bastante.

En algunos casos, el cliente final está esperando el producto cuando la máquina todavía está parada.

En el mejor de los casos, la empresa se da cuenta de que este tipo de incidentes ya no es solo cuestión de reparar la avería.

Toda la empresa se ve afectada, porque se pierde la planificación, y lo peor de todo: afecta al cliente.

Una fábrica que tiene estos problemas habitualmente, está condenada a muerte.

No se puede dar un plazo a un cliente, y que su producto se retrase por una avería.

Una vez lo entenderá, pero si se repite más veces, el problema es grave.

También hay que entender que el cliente suele ser un intermediario, que también ha dado su propio plazo de entrega, y deberá dar muchas explicaciones.

En cualquier momento aparece otro proveedor más serio que cumple sus compromisos, y tu cliente se irá con él encantado.

### **¿Cómo solucionar esto?**

Es necesario hacer un estudio, se dejan asesorar por un consultor, planifican una estrategia, y dan los pasos más adecuados.

## 6. OBJETIVOS

### General:

- Realizar la distribución de rutas a través de un sistema de información geográfico con el uso de un modelo matemático que permita soluciones óptimas en reducción de costos de transporte en la comuna San José El Ejido de la ciudad de Latacunga.

### Específicos:

- Elaborar el estudio técnico de rutas, tiempo y errores de trasportación.
- Diseñar rutas de solución.
- Minimizar distancias de transporte mediante un proceso de modelado de rutas.
- Implementar un modelo matemático adecuado.
- Establecer márgenes de utilidad con el nuevo proceso emprendido.

## 7. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS

**Cuadro 1:** Actividades y sistema de tareas en relación a los objetivos planteados

<b>Objetivo específicos</b>	<b>Actividad (tareas)</b>	<b>Resultado de la actividad</b>	<b>Medio de verificación</b>
<b>1.-</b> Elaborar el estudio técnico de rutas, tiempo y errores de trasportación.	Levantamiento de información referente a rutas y transportación	Establecer el estado situacional de la problemática	Geo referencia
<b>2.-</b> Diseñar rutas de solución	Estudio de tiempos de transportación y rutas cotidianas	Determinar pérdidas de tiempos	Modelos de rutas
	Diseño y elaboración de bosquejos de nuevas rutas de transportación.		Mapeo de rutas
	Identificación de errores de tiempos operacionales		Checklist
	Evaluación rutas de transportación en función de tiempos.		
<b>3.-</b> Minimizar distancias de trasporte mediante un proceso de modelado de rutas.	Realización de pruebas de recorrido	Optimizar rutas de transportación	Modelo genérico
<b>4.-</b> Implementar un modelo matemático	Identificación de factores de riesgo	Mejorar errores de tiempos y	Modelo matemático



Objetivo específicos	Actividad (tareas)	Resultado de la actividad	Medio de verificación
adecuado	Vinculación de procesos de rutas a un modelo matemático estructurado	movimientos	
	Comparación de procesos de optimización para la trasportación		Cuadro comparativo
5.- Establecer márgenes de utilidad con el nuevo proceso emprendido.	Desarrollo de una logística de transporte para el análisis de resultados	Determinar márgenes de utilidad	Margen de utilidad
	Elaboración de una ficha de control de pedidos, distribución, rutas y servicios		CheckList
	Elaboración de Planes de Trabajo y evaluar procesos	Determinar márgenes de operatividad	CheckList
	Determinación del Plan de Trabajo y su ejecución.		
	Corrección de errores de trasportación		Hoja de ruta
	Implementación del modelo propuesto		Software de aplicación

Elaborado por: Christian Guerrero y Bolívar Moreno

## **8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA**

En la fundamentación científico técnica tenemos que tomar en cuenta aspectos que son importantes para la ejecución del proyecto.

La comunidad San José el Ejido fue consolidada como tal en febrero de 1986, la misma que se halla conformada por los siguientes barrios; San Marcos, San José, Yugsiloma, Isimbo#2, Colatoa Chico, dentro de la comunidad existen 450 moradores aproximadamente esta información fue proporcionada por los directivos del sector, que a la cabeza como presidente se encuentra el Sr. Cesar Pilatasig quien de manera muy amable pudo colaborar con esta investigación como guía en el reconocimiento de toda el área que conforma la comunidad, al igual y para constancia de la aprobación y apertura de la comunidad existe documentación firmada que aprobó la realización de esta investigación en la comunidad

### **Rutas**

Para levantar información y analizar el estudio investigativo se aplicó una encuesta a clientes y miembros responsables de la comunidad San José El Ejido – Cotopaxi Latacunga Eloy Alfaro quienes ratificaron los resultados obtenidos de forma hipotética; el grupo de investigadores ha tomado como fundamento el diseño metodológico científica – experimental, la técnica de observación directa asociada al método de transporte y modelos de optimización de rutas en el marco de la Investigación de Operaciones los cuales en su conjunto nos permitirán cumplir con los objetivos y actividades propuestas en el presente proyecto de investigación. (Arkansas, 2004)

### **Requerimiento**

El mercado actual es altamente competitivo, la oferta y la demanda en función de costo y los requerimientos de servicio conducen a la necesidad de tener una estrategia sólida de administración de activos, automatización de procesos, operaciones de enrutamiento y transporte, siendo esta última un elemento clave dentro de las estrategias importantes en la decisión operacional relacionada con toda la cadena de abastecimiento. (Gitman, 2003)

## **Operatividad de transporte**

Debido a la complejidad de los problemas en la operación del transporte, existe un efecto combinado de variabilidad, incertidumbre, dinámica y complejas interdependencias entre los elementos del sistema ya que en la actualidad no basta con tener productos de calidad y óptimos en su costo de producción a demás se debe garantizar que los clientes puedan acceder a los productos en cualquier lugar y situación con precios razonables. La mayor parte de empresas transportadoras y operadores logísticos realizan la planeación de la operación de una manera empírica, basados en la experiencia de su personal en muchos casos generan sobrecostos por no utilizar un modelo que optimice la distribución y el transporte ya que no toman en cuenta la optimización de rutas o simplemente no toman decisiones de carácter táctico y operacional al momento de optimizar modelos existentes; por lo cual se debe definir objetivos claros por optimizar o resolver, delimitar el servicio actual que se cuenta y sus diferentes características, establecer el tipo de resultados que se desea; es por esto que el presente proyecto propone un sistema de optimización de rutas de transporte de tractores agrícolas que tiene por objeto integrar cadenas logísticas de rutas críticas mediante un sistema de información geográfico con el uso de aplicaciones informáticas capaces de calcular modelos matemáticos de optimización de rutas. (Services, 2009)

## **VRP**

La utilización de un sistema VRP (Vehicle routing problem) en el presente proyecto; propone dar respuesta a los problemas en la planeación de la operación del transporte mediante la utilización de técnicas y herramientas (cuantitativas) que permitirán plantear un modelo en función del tiempo y sus variables. (Elver A. Bermeo Muñoz, 2009)

## **Programación Lineal**

A través de la metodología matemática se busca que la situación real pueda ser modelada en un sistema de ecuaciones, utilizando la programación lineal. Este sistema se encuentra compuesto principalmente por una función objetiva que busca minimizar los costos de transporte o la distancia recorrida, para definir una serie de restricciones matemáticas que permite adaptar la formulación del problema a las diferentes situaciones particulares del

sistema del transporte como la capacidad del vehículo, velocidad, números de clientes a atender, horario de operación de tractores. (Borrel, 1982)

### **Restricciones**

Igualmente, las restricciones permiten regular los diferentes escenarios del problema, como por ejemplo la capacidad y el volumen disponibles en los tractores, la estructura matemática es utilizada para modelar el sistema de transporte inicial, la metodología informática depende de la complejidad del sistema para encontrar una solución óptima mediante herramientas de programación. (Mora, 1986)

### **Optimización**

Una de las palabras que más han sido adoptadas en la ingeniería moderna es el término optimización. Ya que ha variado mucho en los últimos años y la palabra se ha aplicado a una gran variedad de situaciones. Existen en uso corriente términos como:

#### **Optimización de recursos**

Un sistema de recursos cuenta con la participación de múltiples actores, todos ellos sin importar la naturaleza de las organizaciones a las que pertenezcan ya que son susceptibles de la toma de decisiones en áreas de aumentar la eficiencia en las rutas mediante un sistemas de información geográfico, por ende la productividad depende de la optimización de los mismos, lógicamente dependiendo del contexto competitivo de las comunas.

En todo sistema de recursos se cuenta con una serie de insumos.

- Materiales
- Maquinas
- Mano de Obra
- Métodos
- Medio ambiente
- Información

Dichos insumos entran en el sistema de optimización, convergen en procesos definidos y se transforman en productos o servicios. Sin embargo, las salidas de recursos, pueden trascender el producto terminado.

- Modelo / producto
- Calidad
- Tiempo de respuesta
- Seguridad
- Impacto en los colaboradores
- Impacto en el medio ambiente

### **Optimización de inversiones**

Las inversiones se presentan ya sea a largo plazo como a corto plazo es por ello que para para obtener un rendimiento de ellos o bien recibir dividendos que ayuden a aumentar el capital. (Raúl, 2008)

Una optimización de inversión, no es más que el sentido económico, es una colocación de capital para obtener una ganancia futura. Esta colocación supone una elección que resigna un beneficio inmediato por uno futuro y, por lo general, improbable.

### **Optimización de tiempo**

Mejora y optimiza la jornada de trabajo y ser más eficaz, aprendiendo a establecer prioridades claves entre las exigencias del proyecto a realizarse en la comuna.

Desarrollando planes para controlar las distracciones, aprendiendo a crear barreras entre lo urgente y lo importante de lo informativo; mediante una planificación, organización de imprevistos que suelen suceder. Debe ser siempre que hacer, cuando hacer y cómo hacerlo optimizando rutas de transporte agrícola.

### **Un sistema óptimo**

Resuelve problemas de optimización en sistemas que evolucionan en el tiempo y que son susceptibles de ser influenciados por fuerzas externas. Pueden ser sistemas que evolucionan en el tiempo el cuerpo humano y el sistema económico. Una vez que el problema ha sido

resuelto el control óptimo nos da una senda de comportamiento para las variables de control es decir, nos indica qué acciones se deben seguir para poder llevar a la totalidad del sistema de un estado inicial a uno final de forma óptima.

### **Un producto óptimo y muchos más.**

Para definir adecuadamente esta palabra dentro del contexto de la ingeniería de proyectos, debemos usar otro término: criterio. El criterio es un patrón contra el cual se miden distintas alternativas, como se explicó en el capítulo 6, Optimizar implica encontrar la solución más adecuada, de acuerdo con cierto criterio, para el mejor funcionamiento posible de un sistema.

Para efectuar un análisis de optimización se requiere una cierta cantidad de preparación de la información. Estos requisitos se pueden dividir en cuatro áreas principales:

- Requisitos funcionales
- Requisitos geométricos
- Requisitos de materiales
- Formulaciones del proyecto

El uso de modelos en la ingeniería y las técnicas modernas de optimización nos permiten sentar bases muy sólidas para las etapas posteriores de un proyecto.

### **Modelo y modelado.**

Son representaciones matemáticas simplificadas de una realidad compleja. Modelar es la acción de construir un modelo, de encorsetar la realidad. Implica la relación entre dos figuras. El modelador (encargado de la especificación y desarrollo del modelado) y el experto sobre la realidad (conocedor del problema real). La mayoría de las veces, el desarrollo de un modelo puede involucrar a un equipo multidisciplinar compuesto por ingenieros industriales que aportan diferentes perspectivas y conocimientos en la representación de la realidad. (Rothberg, 2000)

Un modelo debe equilibrar la necesidad de contemplar todos los detalles con la factibilidad de encontrar técnicas de solución adecuadas.

Un modelo en definitiva, una herramienta de ayuda a la toma de decisiones. Por esta razón, sus resultados deben ser intangibles y útiles. Modelar se puede entender simultáneamente como ciencia o como arte. Es una ciencia pues se basa en un conjunto de procesos estructurados: análisis y detección de las relaciones entre los datos, establecimientos de suposiciones y aproximaciones en la representación de los problemas, desarrollo o uso de algoritmos específicos de solución. Es una arte porque materializa una visión o interpretación de la realidad no siempre de manera unívoca. Cada persona imprime su estilo en el modelo mismo y en la especificación, en el desarrollo y en la documentación. Características tales como elegancia o simplicidad pueden atribuirse a un modelo. El desarrollo de un modelo es una creación hecha con ayuda de ciencias básicas o herramientas de apoyo.

Entre los beneficios explícitos o implícitos, tanto para el modelador como para el experto, derivados del proceso de modelado además del modelo en sí mismo, se pueden mencionar:

Ayuda a establecer un diálogo con intercambio de información entre el modelador y el experto.

- Organiza los datos, la información disponible sobre el sistema.
- Organiza, estructura y mejora la comprensión del sistema.
- Internaliza la estructura organizativa de la empresa.
- Permite compartir supuestos y resultados entre el modelador y el experto.
- Proporciona un entorno ágil para el análisis y la sensibilidad.
- Indica la dirección de mejora en las decisiones

En este capítulo se tratara exclusivamente de modelos de optimización, es decir, aquellos donde existe un conjunto de variables de decisión que deben maximizar / minimizar una función objetivo sometidas a un conjunto de restricciones. Los modelos de programación lineal son más utilizados que todos los otros tipos de optimización juntos y abarcan cualquier tipo de actividad como una ruta de transporte de tractores para el desarrollo económico.

### **Etapas en el desarrollo de un modelo**

Las etapas que componen el ciclo de vida de un modelo consisten en la recolección y análisis de la información relevante para el problema, en el intercambio de información entre el modelador y el experto, en establecer una relación simbiótica y una estrecha coordinación entre ambos.

Los problemas reales suelen estar definidos en términos vagos e imprecisos. Se debe hacer la tarea de traducción o interpretación en frases precisas, convertibles en ecuaciones matemáticas. En esta etapa se establecen y documentan los supuestos realizados que en etapas posteriores deberán ser validados.

Esta etapa es fundamental para que las soluciones proporcionadas, las conclusiones obtenidas sean útiles, las decisiones adoptadas sean correctas. Los datos suelen ser vitales para conseguir un realismo o aplicabilidad en las soluciones. A menudo representan el cuello de botella del proceso de modelado para realizar cualquier ruta de desarrollo tanto económico como también productivo en la comunidad.

### **Estudios Técnicos de Rutas**

Para justificar la necesidad de una ruta de transporte es necesario determinar la demanda actual y futura del sistema, y su cubrimiento; es decir, analizar la oferta actual y la necesaria para brindar un servicio eficiente, cómodo, seguro y económico; además otros parámetros útiles como los socioeconómicos de los usuarios, para hacer un diagnóstico adecuado.

Se tratan en este artículo diferentes aspectos concernientes a estos estudios, proponiendo una metodología para el estudio de demanda de transporte público en zonas rurales. (John Jairo Posada Henao\*, 2010)

Antes de realizar los trabajos de campo del estudio es necesario hacer un reconocimiento en el que se observa el funcionamiento de las diferentes rutas, frecuencias de salida y llegada de vehículos, tiempos de recorrido, condiciones y capacidad de los vehículos, horarios de funcionamiento y condición de las vías. (John Jairo Posada Henao\*, 2010)

### **Construcción y Solución**

Es necesario contar con información detallada sobre las restricciones de acceso, si es que las hay, los horarios estipulados por el cliente para realizar la entrega y la posibilidad de tener que asumir retornos de la mercancía, porque tal vez el cliente la rechace o por diferencias entre el albarán de entrega y el pedido, insiste el director de logística de Cosecheros Abastecedores.



Puede suceder incluso que la carga en retorno tapone el acceso a los demás bultos, cuya entrega estaba planificada realizar a continuación. (MECALUX, 2004)

Un paso más hacia la confección de las rutas es el cálculo del tiempo necesario para completar cada una de ellas, que se realiza en función de las carreteras que tiene que utilizar el vehículo, el entorno y el compromiso de servicio adquirido por la compañía. Dependiendo de estas variables fluctuará la velocidad media, que a su vez alcanzará un resultado u otro según el medio (rural o urbano) en el que se produzcan las entregas. (MECALUX, 2004)

Lo que además es cierto es la reducción de los costos de operaciones entre un 5 y un 15% gracias a la utilización de tales herramientas y debido a la optimización de cada ruta y a la reducción de kilómetros y tiempos empleados. De esta forma también mejora la atención al cliente entre otras cosas porque disminuyen los plazos de entrega. Además, estos sistemas son capaces de manejar operaciones con itinerarios que regresan a la base, rutas para transportistas sin vuelta a la base, viajes con una o varias paradas, itinerarios que abarcan varios días, planificación diaria o semanal, entregas y recogidas, planificación de la superficie de carga, turnos detallados de varios chóferes y hasta reglamentación relativa a las horas de trabajo de los conductores. (MECALUX, 2004)

## **Riesgos Asociados al Manejo del Tractor**

### **Vuelco lateral o “en tonel”**

El mayor riesgo asociado al tractor es el vuelco ya que es un proceso físico. Es preciso comenzar recordando que el tractor es una máquina que va a desarrollar la mayoría de su trabajo en acciones de tracción fuera de rutas asfaltadas, en un medio tan heterogéneo como es el campo. La naturaleza de tales terrenos explica que el principal riesgo asociado al manejo del tractor sea la pérdida de estabilidad. (Navarra, 2003)

### **Vuelco hacia atrás o “empinamiento”**

Es menos frecuente que el lateral. Se produce entre otras causas:

- Por embragar bruscamente.

- Por enganchar el apero a un punto demasiado alto.
- Por acelerar de forma violenta en una cuesta acentuada y con carga pesada.
- Por forzar la máquina cuando ésta encuentra una fuerte resistencia.

### **Vuelco con aperos**

Cualquier elemento unido o acoplado al tractor, independientemente del tipo de conexión existente entre ambos. El concepto engloba, por tanto, a los arrastrados, suspendidos y semisuspendidos, tanto acoplados a la toma de fuerza del tractor como no.

### **Vuelco con tractor en movimiento**

Todo lo dicho hasta ahora hace referencia a las condiciones estáticas de vuelco, o sea, cuando el tractor se halla parado. Pero los accidentes suceden cuando las máquinas y las personas se hallan trabajando.

En los procesos de vuelco con el tractor en movimiento se añaden dos elementos a los ya citados. El deslizamiento y la fuerza de inercia, factores, sobre todo este último, que tienen una enorme importancia. Los aspectos más relevantes que se derivan de los mismos son los siguientes:

- Las condiciones de estabilidad disminuyen de manera significativa cuando una máquina está en movimiento. A modo de ejemplo cabe citar que en condiciones de laboratorio los tractores agrícolas típicos de más de 6.000 Kg soportan un desnivel estático de, al menos, el 60%. Sin embargo, el mismo modelo en condiciones de trabajo puede volcar con pendientes de tan solo el 20%. (Navarra, 2003)
- A igualdad de condiciones, a mayor velocidad, mayor riesgo de vuelco, tanto lateral como hacia atrás.
- A mayor rugosidad del terreno, y mejor agarre del sistema de rodaje, mayor estabilidad y menor riesgo de vuelco.
- A mayor número de puntos de tracción, mayor estabilidad. Por eso, un tractor trabajará siempre más seguro en ladera con las tracciones conectadas.

Tractores de orugas: Su bajo centro de gravedad, su pequeña velocidad y el hecho de poseer una banda de rodaje (las cadenas) los convierten en los vehículos más estables y capaces de desarrollar sus trabajos en las peores condiciones. A modo de ejemplo; pueden trabajar por curvas de nivel sin dificultad hasta con un 32% de pendiente.

- Skidder: Su bajo centro de gravedad, lentitud, configuraciones de ruedas múltiples y multitracción les garantizan una gran estabilidad, aunque inferior a los tractores de cadenas.

### **Situaciones de riesgo de vuelco**

En todo proceso de vuelco intervienen diferentes elementos, y es la interacción del conjunto la que determina que el vuelco se desencadene. A modo de ejemplo, no es posible hablar de vuelco en una parcela llana. Pero, pese a tratarse de un conjunto de factores, el análisis de accidentes indica que en cada situación hay unos más relevantes que otros. (Mora, 1986)

### **Factores Asociados al Tractor**

El tipo de tractor. Existen modelos que, por diseño, son más inestables que otros. Así, para la misma marca, antigüedad, y dentro de un rango homogéneo de potencia se cumplirá que el riesgo de vuelco:

Tractor frutero > Tractor agrícola típico > Skidder > Tractor oruga

Los tractores de ruedas antiguos tienen menor anchura de eje, y son más inestables.

Los tractores fruteros son los más estrechos de todos. Irregularidades del terreno que en otros modelos no supondría problema alguno, pueden provocar su vuelco.

### **Asociados al Conjunto Tractor – Apero**

La naturaleza de los aperos que porte y/o arrastre el tractor, la potencia y peso del modelo de tractor, y, sobre todo, la falta de proporcionalidad entre ambos elementos, son decisivos en un elevado porcentaje de accidentes. Cuando en situaciones exigentes de trabajo, el apero es desproporcionado a la capacidad del tractor, éste provoca la pérdida de control del tractorista sobre el conjunto, que en la mayoría de los casos termina volcando.

## **Normas para la circulación de maquinaria agrícola**

**Maquinaria Agrícola:** Todos los equipos utilizados en las tareas agrarias, incluyendo accesorios, acoplados, trailers y corretones específicamente diseñados para el transporte de maquinarias agrícolas o partes de ella.

**Tractora:** Tractor agrícola, camión, camioneta o cosechadora, mientras cumplan la función de traicionar el tren

**Tren:** Conjunto formado por un tractor y los acoplados remolcados (cinta transportadora, vivienda, tráiler porta plataforma, carrito de herramientas, carro de combustible, porta agua, tolva, acoplado rural, etc.

### **Condiciones Generales para la circulación:**

Se realizara exclusivamente durante las horas de sol. Por caminos auxiliares, en casos en que estos se encuentren en buenas condiciones de transitabilidad tal que permita la circulación segura.

Por el extremo derecho de la calzada. No podrán ocupar en la circulación el carril opuesto, salvo en aquellos casos donde la estructura vial no lo permita, debiendo en casos adoptar las medidas de seguridad que el ente vial componente disponga.

Cada tren deberá circular a no más de 200 metros.

Está prohibido:

Circular en lluvia, neblina, nieve, etc., oscureciendo por tormenta o cuando por cualquier otro fenómeno obstruyendo la visibilidad.

Estacionar por la calzada o sobre la banquina o en aquellos lugares donde dificulte la visibilidad a otros conductores.

Circular por el centro de la calzada, salvo en los caminos auxiliares.

Efectuar sobrepasos

**Requisitos para los equipos:**

- Para la circulación deben ser desmontadas todas las partes fácilmente removibles, o que constituyan un riesgo para la circulación, tales como plataforma de corte, ruedas extremas si estuviese duales, etc., de manera de disminuir al mínimo posible al ancho de la maquinaria y mejorar la seguridad vial.
- La unidad tractora deberá tener freno capaz de hacer detener el tren a una distancia no superior de 30 metros.
- El tractor deberá tener una fuerza de arrastre suficiente para desarrollar una velocidad mínima de 20 km por hora.
- Todos los componentes del tren deben poseer neumáticos, en caso contrario deben transportarse sobre carretón o sobre tráiler, igual que cualquier otro elemento que resulte agresivo o que constituyan un riesgo para la circulación.

También se sugirió tecnificar la producción agrícola para fomentar las exportaciones de productos agrícolas, cuya demanda internacional crecía, pero siempre basándose en los tradicionales, pues nada se dijo de nuevos cultivos como el de las flores, verduras o camarones. Superar el problema de la caída de las exportaciones del cacao, por las plagas, incrementar la producción de banano, café y arroz, fueron las reiteradas sugerencias.

Tractores de llantas de hasta 200 hp incluyendo los tipo canguro y los que se utiliza en el cultivo del arroz; arados, rastras, surcadores y vertedores; cosechadoras, sembradoras, cortadoras de pasto, bombas de fumigación portables, aspersores y rociadores para equipos de riego y demás elementos de uso agrícola, partes y piezas que se establezca por parte del Presidente de la República mediante Decreto. (Kernighan, 1998)

**Argumentación acerca de la necesidad de la investigación.**

La actividad creadora de la ingeniería requiere el uso de todas aquellas técnicas que puedan contribuir a resolver de una manera más eficaz los problemas que en ella se plantean.

Esto es especialmente cierto en la ingeniería de proyectos. Una de las técnicas que permiten resolver los problemas planteados es la elaboración de modelos, es decir, la representación de

la realidad por medio de diseños, diagramas, ecuaciones matemáticas y otras más que permitan comprender mejor la esencia del problema y llegar a una solución.

Otra técnica, también muy importante, es aquella que permite obtener la mejor solución posible, tomando en cuenta los distintos factores que intervienen en todo planteamiento de un problema y que es llamado optimización.

### **Plan del Buen Vivir**

El proyecto está basado en las líneas de investigación establecidas por el “**Plan del Buen Vivir**”, busca mejorar la calidad de vida de la población con el objeto de impulsar la actividad de pequeñas y medianas unidades económicas asociativas y fomentar la demanda de los bienes y servicios que generan con la acción coordinada entre el gobierno, el sector privado, las universidades y organizaciones sociales (SEMPLADES, 2013).

Finalmente se diseña el modelo propuesto desde un punto de vista técnico afianzando las variables en función de un modelo matemático que permita corregir los errores reales antes detectados y entregar un modelo documentado de rutas optimas de trasporte factibles y poner en evidencia las conclusiones y recomendaciones para su manejo y uso.

### **Métodos Neurísticos**

Este tipo de se lo utiliza en manera de resolución de problemáticas. El método neurótico es conocido como “IDEAL” y fue formulado por Bransford y Stein en 1984 y tiene a su cargo 5 pasos a seguir:

Identificar el problema;

Definir y presentar el problema;

Explorar las estrategias viables;

Avanzar en las estrategias

Lograr la solución y volver a evaluar los efectos de las actividades.

El matemático Polya en 1957 también formulo su método neurístico para con ello poder resolver problemas los mismos que son similares al que se utiliza para programar computadoras.

Existe un sinnúmero de autores los mismos que manejan un mismo plan en común que es lograr solucionar problemas utilizando gran lógica y de manera muy coherente.

### **Modelo de los ahorros (Savings Criterion – Clarke and Wright 1958)**

El algoritmo del ahorro de Clarke and Wright es una de las heurísticas VRP más conocidas. Este Diseño de un modelo de optimización de rutas de transporte. Se determinó un área específica para realizar el modelo, y considerando la finalidad académica del proyecto se seleccionó una zona que proporcionara la información necesaria para un análisis significativo del proceso de asignación de rutas actual. (Bermeo Muñoz & Calderón Sotero, 2009,)

## **8. HIPÓTESIS**

¿El modelo de optimización de ruta de transporte de tractores en la comuna San José El Ejido a través de un sistema de información geográfico con el uso de un modelo matemático permite soluciones óptimas en reducción de costos de transportación?

### **Operacionalización de las variables**

#### **Categorías fundamentales**

#### **Variable independiente: MODELO DE OPTIMIZACIÓN**

- Optimización
- Modelo y modelado.
- Etapas en el desarrollo de un modelo.
- Codificación de problemas de optimización.
- Lenguajes algebraicos de modelado.

#### **Variable dependiente: RUTA DE TRANSPORTE DE TRACTORES**

Optimización de rutas de transporte.

Componentes de la gestión de ruta

## **9. METODOLOGÍAS Y DISEÑO EXPERIMENTAL**

Es necesario aplicar una metodología dentro de la investigación se realizó en base al diseño de la observación e identificación de problemas existentes dentro del campo de estudio, el proceso se enfoca en un proyecto factible y de beneficio.

### **Diseño metodológico**

La investigación se realizó con el método descriptivo no experimental al aporte investigativo fue la recolección de datos dentro del entorno mediante el uso de encuestas, cuadernos de notas, con el resultado final de un análisis de situación preciso.

### **Tipo de investigación**

La investigación es: descriptiva y bibliográfica, al momento de determinar la situación actual de las rutas de transporte, donde se estima y se valora las rutas que afectan a los usuarios aquí se plantea el objeto de estudio y la realidad con el fin de elaborar un Modelo de optimización de ruta de transporte de tractores seguro para la comuna de San José El Ejido.

Se describen la normativa pertinente asociada a la Seguridad y Salud Ocupacional en Ecuador, es experimental porque recolecta datos, analiza e interpreta resultados.

### **Población**

En el proyecto de investigación se toma en cuenta la población de la comuna San José el Ejido y son los moradores quienes se beneficiaran con el proyecto de investigación.

Es importante señalar que la elaboración del presente proyecto se basa en una propuesta novedosa y viable que permite solucionar inmediatamente los problemas existentes dentro del sector.

En la comuna San José el Ejido consta de un aproximado de 450 socios, pero en su totalidad existe un rango de 600 personas que son beneficiadas con el servicio de los de los tractores



que existen en la asociación como son: Un tractor de 75 Hp de Marca Yito y el otro de 105 Hp los mismos que son encargados de realizar actividades primarias.

### Técnicas e instrumentos

Las actividades primarias en las que se desenvuelven son de arado, guachado, las mismas que tienen gran importancia para el manejo de los cultivos dentro de la zona, también se lleva en cuenta que las actividades de labranza sean de gran ayuda para el grupo de socios.

**Gráfico 1:** Técnicas e instrumentos

No.	TÉCNICAS	INSTRUMENTOS
1	Geo referencia	GPS
2	Modelos de rutas	MALLA PERT
3	Mapeo de rutas	CARTA GANTT
4	Checklist	TABLAS
5	Modelo genérico	SOFWARE
6	Modelo matemático	EXCEL

Elaborado por: Guerrero Christian y Bolívar Moreno.

## 10. ANALISIS Y DISCUSION DE RESULTADOS

### Identificación de variables

**Variable independiente:** MODELO DE OPTIMIZACIÓN

**Variable dependiente:** RUTA DE TRANSPORTE DE TRACTORES

### Calculo de la Muestra y Determinación de Cálculo de la Muestra

1. **n:** Tamaño de Muestra
2. **Z:** Nivel de confiabilidad 1.96
3. **P :** Probabilidad de ocurrencia 0.5
4. **Q:** Probabilidad de no ocurrencia 0.5
5. **N:** Población 450
6. **E:** Error de la muestra 5% = 0.05

Los datos anteriores serán reemplazados en la siguiente fórmula para determinar el tamaño de la muestra de la población finita.

### **Ecuación**

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

$$n = \frac{1.96^2(0.5) * (0.5)(450)}{0.05^2(450 - 1) + 1.96^2(0.5)(0.5)}$$

$$n = \frac{432.18}{2.0829}$$

$$n = 207$$

### **Análisis e Interpretación de resultados**

Para realizar el análisis de la investigación en base a los resultados en la Comuna San José el Ejido se aplica la entrevista, donde se obtiene la realidad y situación actual mediante la verificación de resultados en la identificación de riesgos laborales.

### Pregunta 1

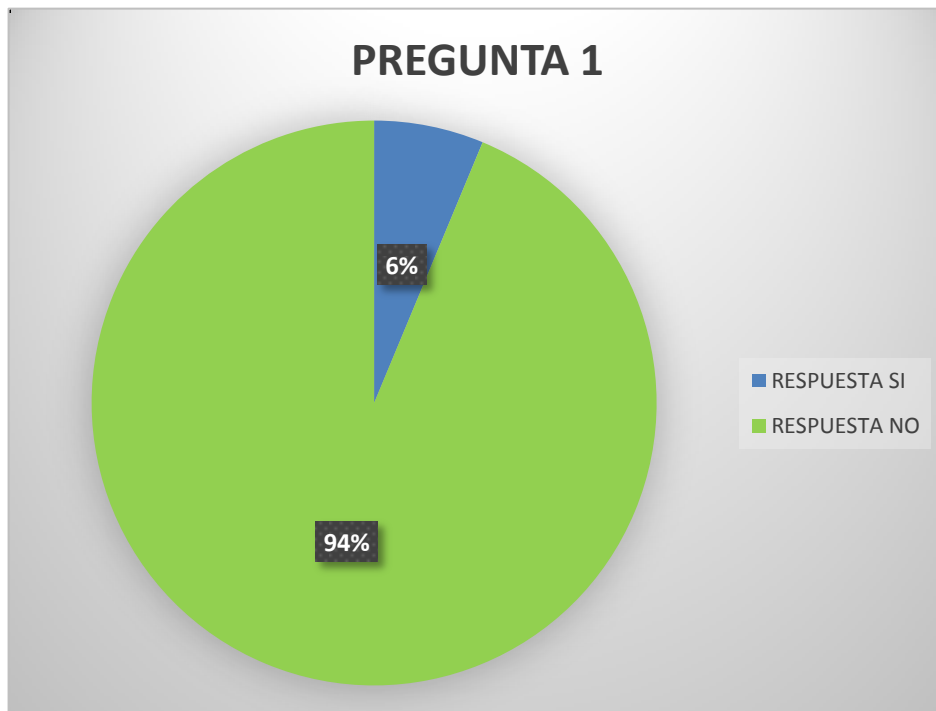
¿Conoce lo que es un modelo de optimización de ruta de transporte de tractores?

**Tabla 1:** Interpretación

Total Entrevistados	Respuestas SI	Respuestas NO
207	13	194

**Elaborado por:** Christian Guerrero y Bolívar Moreno

**Gráfico 2:** Interpretación de respuestas



**Elaborado por:** Christian Guerrero y Bolívar Moreno

### Análisis e Interpretación

De los sujetos investigados, el 6% manifiesta que conoce el modelo de optimización de la ruta de transporte de tractores mientras que el 94% no conoce el modelo.

Lo que se determinó que la mayoría de los usuarios no conocen acerca de que es el modelo de optimización de ruta de transporte de tractores, por lo que es necesaria una intervención en el sector.

## Pregunta 2

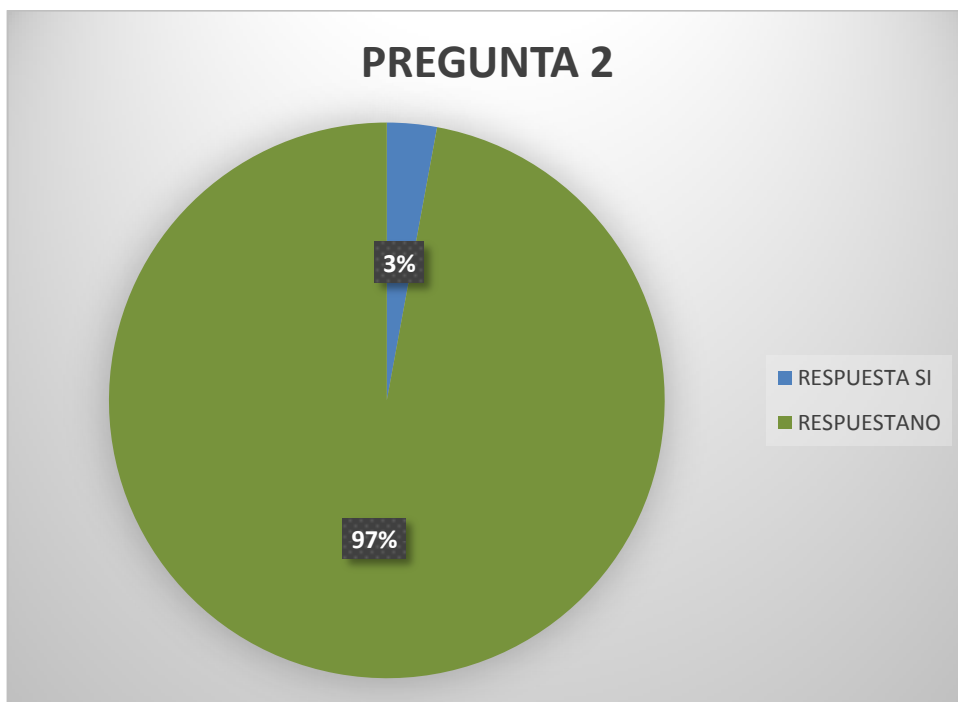
¿Sabe usted que es un modelo de optimización?

**Tabla 2:** Interpretación

Total Entrevistados	Respuestas SI	Respuestas NO
207	6	201

**Elaborado por:** Christian Guerrero y Bolívar Moreno

**Gráfico 3:** Interpretación de respuestas



**Elaborado por:** Christian Guerrero y Bolívar Moreno

### Análisis e Interpretación

La encuesta realizada a los moradores del sector, el 3% manifiesta que sabe lo que es un modelo de optimización mientras que el 97% no conoce el modelo.

Lo que se concluye que la mayoría de los usuarios no conocen acerca de que es el modelo de optimización, y debido al desconocimiento del mismo se realizó esta encuesta para conocer las respuestas por los moradores.

### Pregunta 3

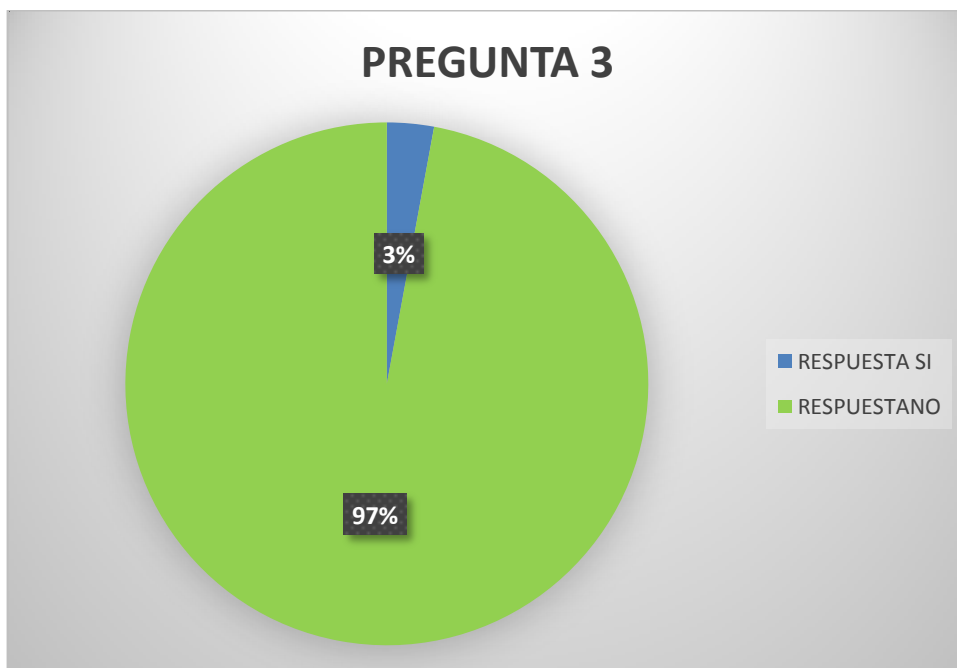
¿Conoce sobre los beneficios que otorgaría la implementación de un modelo de optimización de ruta de transporte de tractores?

**Tabla 3:** Interpretación

Total Entrevistados	Respuestas SI	Respuestas NO
207	6	201

Elaborado por: Christian Guerrero y Bolívar Moreno

**Gráfico 4:** Interpretación de respuestas



Elaborado por: Christian Guerrero y Bolívar Moreno

### Análisis e Interpretación

La encuesta realizada a los miembros de la comuna, el 3% conoce los beneficios de la implementación de un modelo de optimización de rutas de transporte mientras que el 97% no conoce los beneficios que tendrían al implementar el modelo.

Se define que la mayoría de los miembros de la comuna no conocen los beneficios de la implementación de un modelo de ruta de tractores en la zona y debido a que no conocen los beneficios es muy factible la elaboración del proyecto en el sector.

## Pregunta 4

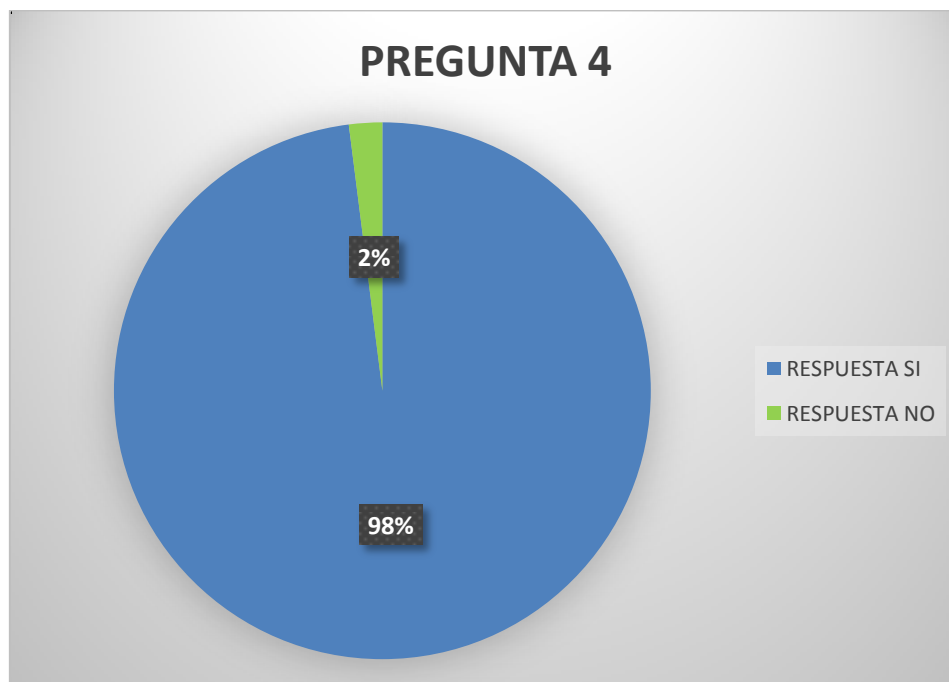
¿Conoce sobre los beneficios de una adecuada programación de rutas?

**Tabla 4:** Interpretación

Total Entrevistados	Respuestas SI	Respuestas NO
207	13	194

Elaborado por: “Ing. Raúl Andrango, Christian Guerrero y Bolívar Moreno”.

**Gráfico 5:** Interpretación de respuestas



Elaborado por: Christian Guerrero y Bolívar Moreno

## Análisis e Interpretación

La encuesta realizada a los moradores del sector, el 2% manifiesta que sabe de una buena programación de rutas por el contrario el 98% desconoce de lo que es una buena programación de rutas.

Se pudo determinar que la mayoría de los moradores no conocen sobre una programación de rutas, y debido a esto es necesario actuar de manera inmediata y avanzar correctamente con la elaboración de nuestro proyecto.

## Pregunta 5

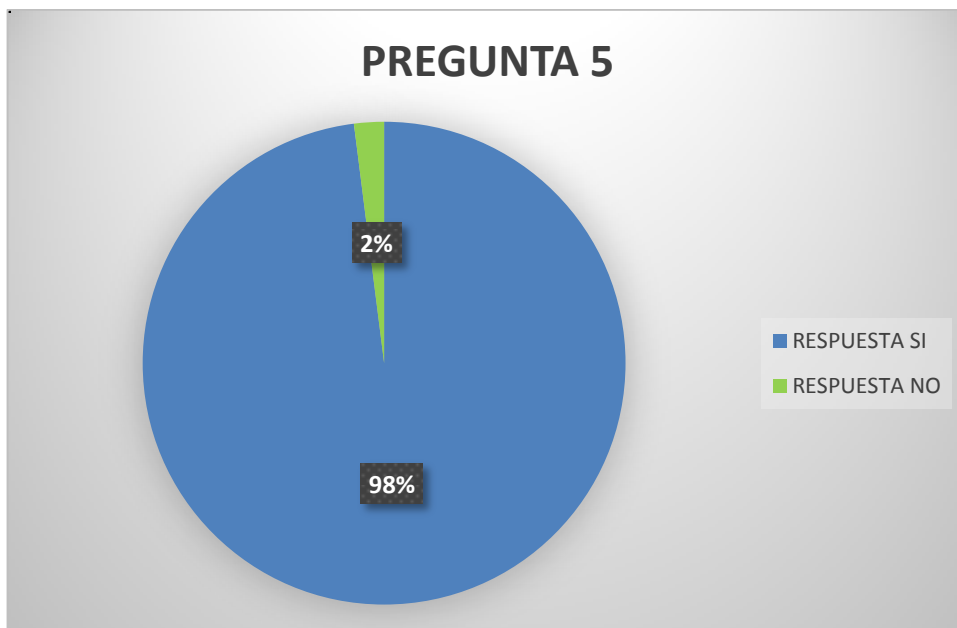
¿Cree que es necesaria la implementación del modelo de optimización de ruta de transporte de tractores en el sector?

**Tabla 5 :** Interpretación

Total Entrevistados	Respuestas SI	Respuestas NO
207	82	125

Elaborado por: Christian Guerrero y Bolívar Moreno

**Gráfico 6:** Interpretación de respuestas



Elaborado por: Christian Guerrero y Bolívar Moreno

## Análisis e Interpretación

De la encuesta realizada a los moradores del sector, el 98% manifiesta que es necesaria la implementación de un modelo de ruta de tractores y a su vez el 2% manifestó que no es necesario ya que no están relacionados con el tema.

Se concluye que la mayoría de los moradores están de acuerdo en la implantación del modelo de ruta de transporte de tractores lo cual se tomó mucho en cuenta ya que traerá muchos beneficios para la comunidad.

## Pregunta 6

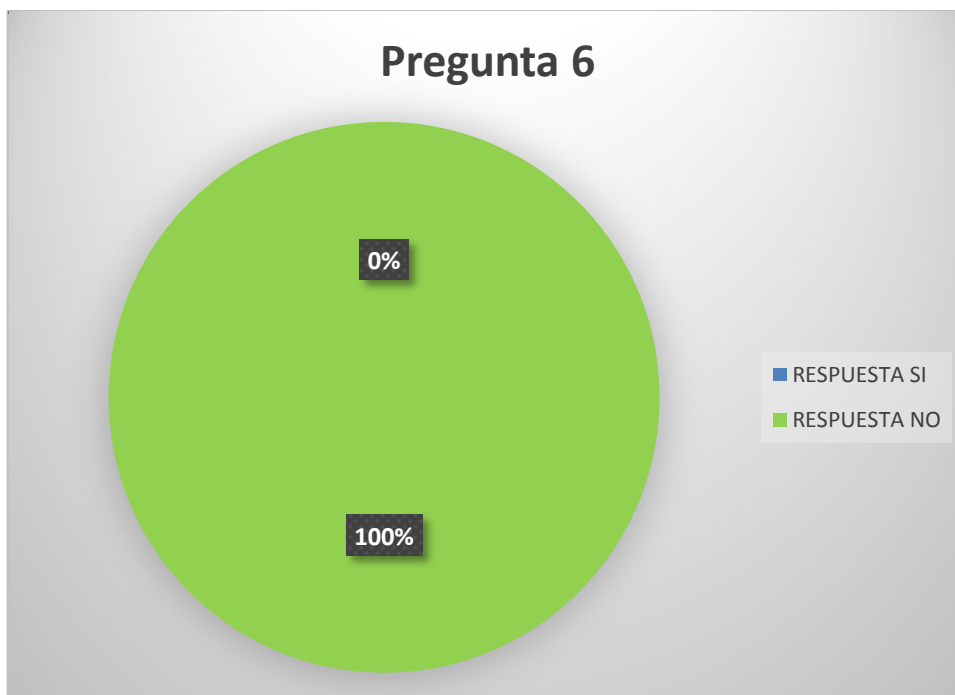
¿Conoce usted de algún estudio anterior en la zona con el fin de mejorar las rutas de transporte?

**Tabla 6:** Interpretación

Total Entrevistados	Respuestas SI	Respuestas NO
207	0	207

Elaborado por: Christian Guerrero y Bolívar Moreno

**Gráfico 7:** Interpretación de respuestas



Elaborado por: Christian Guerrero y Bolívar Moreno

## Análisis e Interpretación

La encuesta realizada a los moradores del sector, el 100% manifiesta que no conoce ningún otro estudio anterior del tema en la mejora de rutas de transporte.

Lo que se infiere no conocen de algún tipo de proyecto que les ayude a mejorar las condiciones de distribución de rutas de transporte de tractores en el sector por ello nuestra intervención será de gran beneficio para los miembros de la comuna.



## Pregunta 7

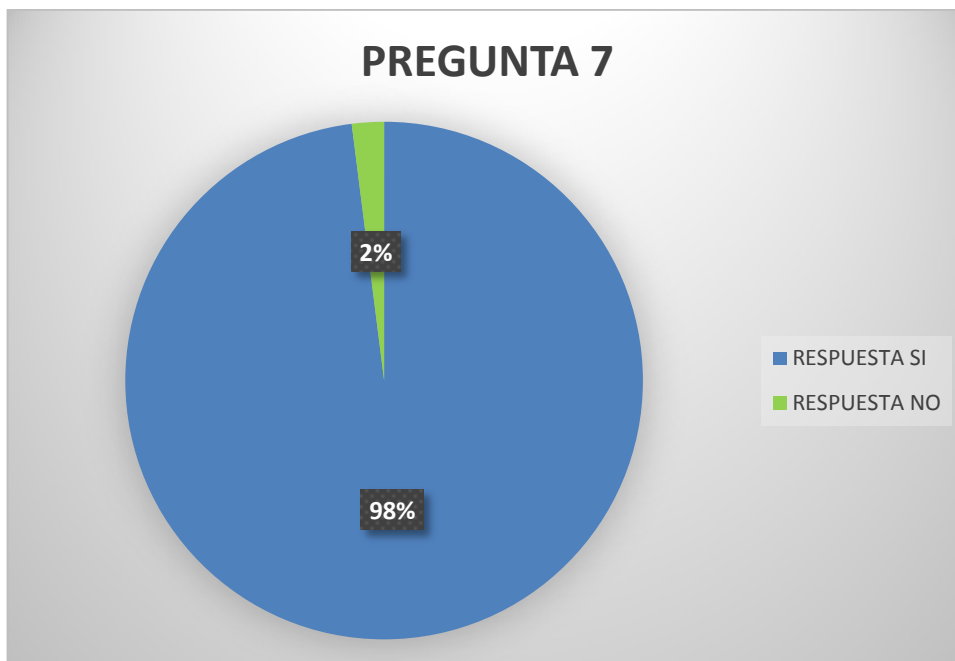
¿Le gustaría saber cuáles serían los beneficios al implementar el modelo de optimización en la comunidad?

**Tabla 7 :** Interpretación

Total Entrevistados	Respuestas SI	Respuestas NO
207	132	75

Elaborado por: Christian Guerrero y Bolívar Moreno

**Gráfico 8:** Interpretación de respuestas



Elaborado por: Christian Guerrero y Bolívar Moreno

## Análisis e Interpretación

De los sujetos investigados, el 98% manifiesta que les gustaría conocer los beneficios de la implantación de un modelo de ruta de transporte de tractores mientras que el 2% no les interesa ya no se relacionan con el tema en general.

Lo que se deduce que la mayoría de los usuarios aceptan el modelo de optimización de ruta de transporte de tractores, por lo que es necesario implementar en el sector para que tengan mayor conocimiento de lo que es el modelo.

## Pregunta 8

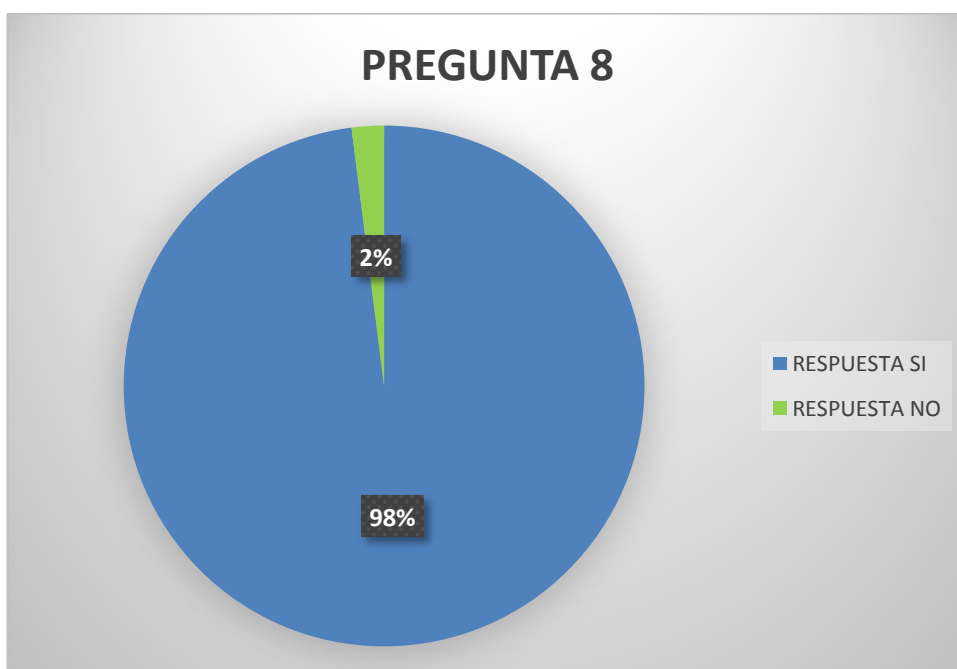
¿Cree que es necesaria la elaboración de una ruta de transporte de tractores en el sector?

**Tabla 8:** Interpretación

Total Entrevistados	Respuestas SI	Respuestas NO
207	142	65

**Elaborado por:** Christian Guerrero y Bolívar Moreno

**Gráfico 9:** Interpretación de respuestas



**Elaborado por:** Christian Guerrero y Bolívar Moreno

## Análisis e Interpretación

A los moradores investigados, el 2% manifiesta que no sería necesaria la implementación del modelo de optimización de la ruta de transporte de tractores mientras que el 98% aprueba de manera positiva la implantación ya que será de beneficio todo el sector.

Se pudo determinar que la mayoría de los usuarios aceptan y permiten la elaboración de un modelo de optimización de ruta de transporte de tractores, por lo que es viable realizarlo ya que se cuenta con la colaboración de los miembros del sector.

## Pregunta 9

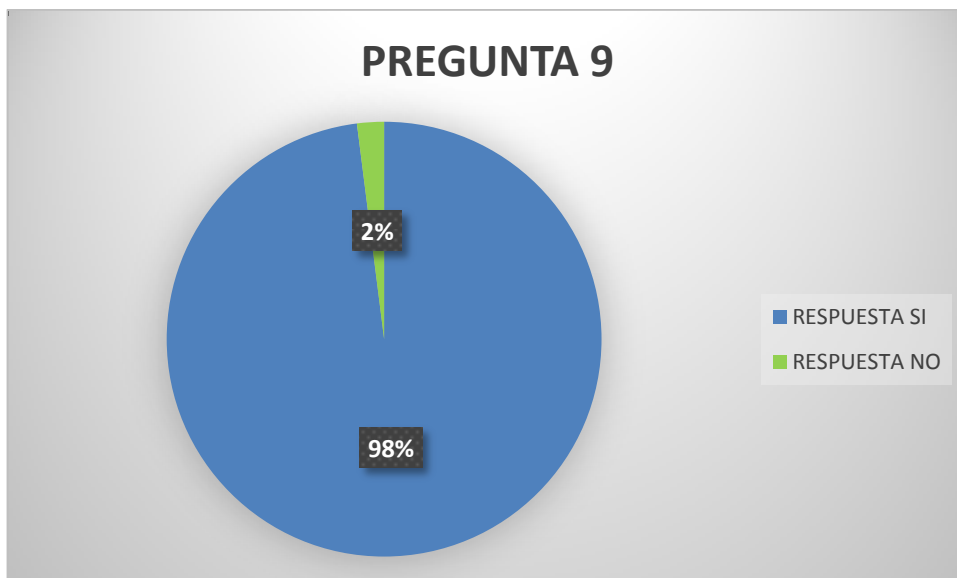
¿A partir de la elaboración de la ruta de transporte de tractores usted cree que es necesario elaborar una capacitación general?

**Tabla 9:** Interpretación

Total Entrevistados	Respuestas SI	Respuestas NO
207	198	9

Elaborado por: Christian Guerrero y Bolívar Moreno

**Gráfico 10:** Interpretación de respuestas



Elaborado por: Christian Guerrero y Bolívar Moreno

## Análisis e Interpretación

De los moradores investigados, el % manifiesta que no se debería dar una capacitación de lo que es en sí un modelo optimización de la ruta de transporte de tractores, mientras que el 98% nos dieron a conocer que si se debería dar una capacitación ya que con la misma abarcaran mucho mejor su conocimiento.

Se determina que la mayoría de los usuarios están de acuerdo a tener una capacitación general a partir de la elaboración de nuestro modelo de optimización de ruta de transporte de tractores, dando lugar a una acogida positiva por los miembros de la comunidad.

## Pregunta 10

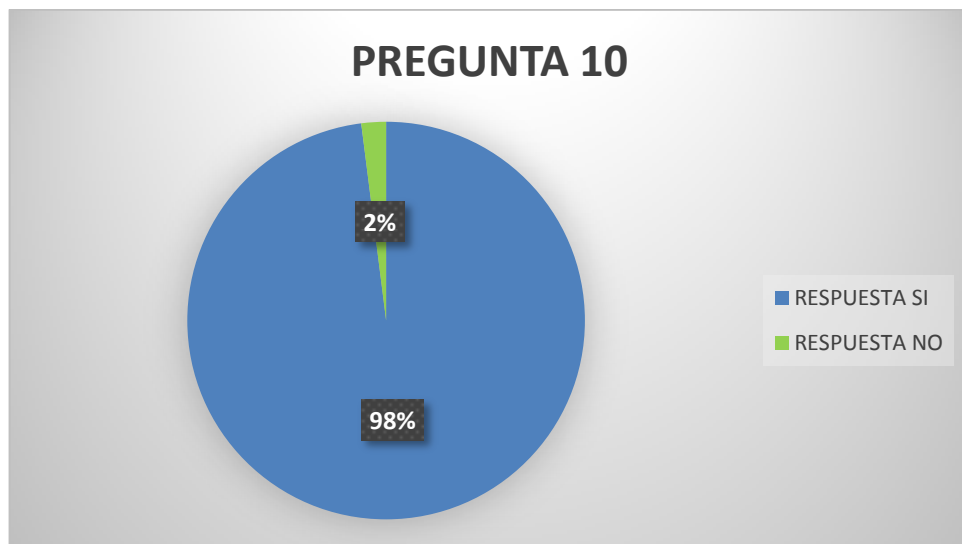
¿Cree necesaria la supervisión periódica de resultados una vez elaborada la ruta de transporte de tractores?

**Tabla 10:** Interpretación

Total Entrevistados	Respuestas SI	Respuestas NO
207	202	5

Elaborado por: Christian Guerrero y Bolívar Moreno

**Gráfico 11:** Interpretación de respuestas



Elaborado por: Christian Guerrero y Bolívar Moreno

## Análisis e Interpretación

La encuesta realizada a los investigados, el 2% manifiesta que no se debería dar una supervisión periódica de los resultados que de el modelo optimización de la ruta de transporte de tractores, mientras que el 98% nos manifestaron que si se debería realizar una supervisión periódica

Se infiere que la mayoría de los usuarios están de acuerdo a tener una supervisión periódica a partir de la elaboración de nuestro modelo de optimización de ruta de transporte de tractores, obteniendo la aceptación se trabajara con un buen desenvolvimiento junto con los miembros del sector.

## **Propuesta**

Al desarrollar la investigación la propuesta de mejora para la Comuna San José El Ejido consiste en el Modelo de optimización de ruta de transporte de tractores el cual tiene como principal objetivo minimizar costos y tiempo de trabajo de los tractores al momento de trabajar en las tierras de los miembros de la comunidad.

## **11. COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS**

Es necesario definir la hipótesis: El Modelo de optimización de ruta de transporte de tractores garantiza la efectividad del trabajo permitiendo tener soluciones óptimas en la reducción de costos de transportación.

### **Comprobación de Resultados**

La entrevista es la técnica que se utilizó en la investigación para la recolección de datos a los moradores de la comuna San José El Ejido respecto a la información facilitada.

Además se realizó un modelo de ruta de transportes para el control por parte de los miembros de la comunidad.

### **Diseño de instrumentos**

Se desarrolló mediante el uso de las preguntas:

Un formato de entrevista que está dirigida a los moradores del sector

El modelo de optimización de rutas que será elaborado en el área de mecanizados de los tractores.

### **Revisión de instrumentos**

La entrevista y el modelo de optimización de ruta de transporte fueron analizadas por y revisados mediante la investigación.

- Aplicación de las técnicas
- Entrevista

## **12. IMPACTOS**

En la investigación se presentan diversos impactos que son de vital importancia dentro del proyecto los cuales los procedemos a detallar a continuación:

### **Técnicos**

Las áreas de mecanizados donde se encuentran los tractores presenta falencias, los mismos que dificultan su utilización y por ende causan malestar ya que no se pueden utilizar para las labores que realizan los miembros de la comunidad en sus tierras, además de que no cuentan con una planificación adecuada.

### **Social**

Aquí los miembros de la comunidad tienen una colaboración por parte de los técnicos del MAGAP ya que les brinda servicios de capacitación permanente de la correcta de utilización de maquinaria, además de donaciones por parte de los mismos miembros que pertenecen a la comunidad para beneficio de la misma.

### **Ambiental**

En este aspecto lo ambiental no es muy prioritario a tomarse en cuenta ya que los moradores no utilizan altos índices de afectación en las áreas sino por lo contraria tratan de afectar lo menos posible al no utilizar abonos químicos y mucho menos con deforestación que muy poco ha pasado en el sector.

### **Económico**

Aquí están inmiscuidas las donaciones por parte de entes públicos y adquisiciones por parte de los miembros directivos de la comuna, existiendo una inversión que se la controla con todos los moradores que pertenecen al lugar.

### 13. PRESUPUESTO PARA LA ELABORACIÓN

**Tabla 11:** Presupuesto del proyecto

Recursos	PRESUPUESTO PARA LA ELABORACIÓN			
	Cantidad	Unidad	V. Unitario \$	Valor Total \$
<b>Equipos (detallar)</b>	Software	2	120.00	240.00
	Disco Externo	1	90.00	90.00
	Flash	4	10.00	40.00
<b>Transporte y salida de campo (detallar)</b>	Movilización	2	65.00	130.00
<b>Materiales y suministros (detallar)</b>	Esferos	4	0.50	2.00
	Calculadora	2	12.00	24.00
	cuaderno	1	2.00	2.00
	Lápiz	2	0.40	0.80
	Borrador	2	0.25	0.50
	Perforadora	1	2.50	2.50
	Engrampadora	1	1.50	1.50
	<b>Material Bibliográfico y fotocopias. (detallar)</b>	Copias b/n	80	0.03
<b>Gastos Varios (detallar)</b>	Alimentación	2	40.00	80.00
<b>Otros Recursos (detallar)</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	0.00	0
<b>Sub Total</b>				615.70
<b>10%</b>				61.57
<b>TOTAL</b>				<b>677.27</b>

Elaborado por: Christian Guerrero y Bolívar Moreno

## 14. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### Conclusiones

- Fue factible realizar el estudio técnico de ruta de transporte de tractores encontrando las diferentes interrogantes a dar cumplimiento, al igual al momento de realizar el levantamiento de información que se los pudo hacer de manera menos compleja y que se contó con la ayuda de las personas que se encuentran a la cabeza de la comunidad y su buena disponibilidad de facilitar información.
- La implementación del modelo se la realiza mediante distintas temáticas acorde a la solución de problemáticas, con el fin de reducir los costos y tiempos al movilizar la maquinaria desde el centro de mecanizado hasta el punto más lejano.
- Se logra reducir la problemática de la pérdida de tiempo y el gasto de combustible al poseer ya en práctica un modelo genérico y después de las pruebas de campo requeridas.
- Se establece un cronograma que tiene estipulado los márgenes de utilidades con los cuales no se tendrán desvíos o pérdidas de recursos al ser mal utilizados con el fin de prestar servicio a tiempo real y a la vez trabajar extensiones de terrenos con mayor facilidad de trayectoria de las rutas.

### Recomendaciones

- El manejo adecuado según las especificaciones que se las presento como plan inicial del modelo es de gran importancia ya que con ello se mantendrá un método de control y a la vez mantener un sistema organizado con fechas y tiempos de trabajo.
- Al momento de realizar un modelos de optimización de ruta de transporte lo importante es tomar en cuenta los factores directos que se encuentren identificados como problemáticas y después proceder hacer un estudio de las distancias que se va a recorrer y cuanto se gasta de promedio al día y por distancias, para con ello tomar en cuenta las soluciones más factibles y sencillas.
- Siempre analizar la factibilidad de realizar un modelo de optimización de ruta de transporte ya que como es de conocimiento uno de los gastos más altos que le añaden a un producto es el transporte y aporta un 30% de valor extra al producto en su venta.



## 15. BIBLIOGRAFÍA

### Bibliografía Citada:

- Arkansas, U. o. (2004). *Investigación de transporte*. México: Taha Hamdy A.
- Bermeo Muñoz, E. A., & Calderón Sotero, J. H. (2009,). *Diseño de un modelo de optimización de rutas de transporte*. Cali, Colombia.
- Borrel, J. (1982). *Métodos Matemáticos para la Economía (Programación Matemática)*. Madrid: Pirámide.
- Cotopaxi, U. T. (s.f.). Optimización de procesos productivos. *Desarrollo y Procesos*.
- Ecuador, G. N. (2009). *Plan nacional del buen vivir*. Obtenido de Estado Plurinacional e Intercultural: [http://issuu.com/publisenplades/docs/pnbv\\_2009-2013](http://issuu.com/publisenplades/docs/pnbv_2009-2013).
- Elver A. Bermeo Muñoz, J. H. (2009). El Hombre y la Máquina. *UAEM redalyc.org*, 32.
- Gitman, L. J. (2003). *Principios de Administración Financiera*. México: Pearson.
- John Jairo Posada Henao\*, C. A. (2010). *Metodología para estudio de demanda de transporte público de pasajeros en zonas rurales*. Medellín.
- Kernighan, B. (1998). *Lenguaje matemático Optimización* . Press.
- MECALUX. (01 de 10 de 2004). Obtenido de <https://www.mecalux.es/articulos-de-logistica/reglas-basicas-planificar-rutas-transporte>
- Mora, J. (1986). *Investigación de operaciones e informática*. México: Trillas.
- Navarra. (2003). *Tractores*. Argentina. Recuperado el Martes de Julio de 2017, de <http://www.navarra.es/NR/rdonlyres/5345A83F-38B3-4CAB-8C64-8F17DBD4F826/0/03unidad3.pdf>
- Raúl, C. (2008). *Análisis del proyecto de inversión*. Houston: Luminosa.
- Rothberg, W. (2000). *Modelos de Optimización* . Alemania: Closing .
- SEMPLADES. (2013).
- Services, B. T. (2009). *Técnicas para la Optimización de Rutas de Transporte y Distribución*. España.
- UNESCO. (2007). Rama Industrial.
- Leidinger, I. O. (1997). En *Procesos Industriales* (pág. 268). Perú: PUCP.
- Cotopaxi, U. T. (s.f.). Optimización de procesos productivos. *Desarrollo y Procesos*.
- Ecuador, G. N. (2009). *Plan nacional del buen vivir*. Obtenido de Estado Plurinacional e Intercultural: [http://issuu.com/publisenplades/docs/pnbv\\_2009-2013](http://issuu.com/publisenplades/docs/pnbv_2009-2013).
- Elver A. Bermeo Muñoz, J. H. (2009). El Hombre y la Máquina. *UAEM redalyc.org*, 32.
- Gitman, L. J. (2003). *Principios de Administración Financiera*. México: Pearson.
- John Jairo Posada Henao\*, C. A. (2010). *Metodología para estudio de demanda de transporte público de pasajeros en zonas rurales*. Medellín.
- Kernighan, B. (1998). *Lenguaje matemático Optimización* . Press.

MECALUX. (01 de 10 de 2004). Obtenido de <https://www.mecalux.es/articulos-de-logistica/reglas-basicas-planificar-rutas-transporte>

Mora, J. (1986). *Investigación de operaciones e informática*. México: Trillas.

Navarra. (2003). *Tractores*. Argentina. Recuperado el Martes de Julio de 2017, de <http://www.navarra.es/NR/rdonlyres/5345A83F-38B3-4CAB-8C64-8F17DBD4F826/0/03unidad3.pdf>

Raúl, C. (2008). *Análisis del proyecto de inversión*. Houston: Luminosa.

Rothberg, W. (2000). *Modelos de Optimización*. Alemania: Closing.

SEMPLADES. (2013).

Services, B. T. (2009). *Técnicas para la Optimización de Rutas de Transporte y Distribución*. España.

UNESCO. (2007). Rama Industrial.

# ANEXOS

## ANEXO 1. CURRICULUM VITAE TUTOR ACADEMICO

APELLIDOS: ANDRANGO GUAYASAMÍN  
NOMBRES: RAÚL HERIBERTO  
LUGAR Y FECHA DE NACIMIENTO: SANGOLQUÍ 18/04/1983  
DIRECCIÓN DOMICILIARIA: SANGOLQUÍ  
TELÉFONO CELULAR: 0984951360  
EMAIL INSTITUCIONAL: raul.andrango@utc.edu.ec  
TIPO DE DISCAPACIDAD: NINGUNO



### FORMACIÓN ACADÉMICA

NIVEL	TITULO OBTENIDO	CÓDIGO DEL REGISTRO CONESUP O SENESCYT
Pre- grado	Tecnólogo en Mecánica Aeronáutica – Motores	2061-06-68017
Pre- grado	Ingeniero Industrial	1045-09-887905
Post - grado	Magister en Gestión de la Producción	1020-15-86065200

### DATOS COMPLEMENTARIOS

### EXPERIENCIA ACADEMICA

Experiencia docente	Institución	Facultad	Fecha de ingreso	Fecha de salida
Docente	Universidad Técnica de Cotopaxi	CIYA	15-10-2015	30-06-2017

## ANEXO 2. CURRICULUM VITAE INVESTIGADOR 1

### **DATOS PERSONALES:**

APELLIDOS : GUERRERO POAQUIZA  
NOMBRES : CHRISTIAN DANIEL  
FECHA DE NACIMIENTO : 19 DE AGOSTO DE 1994  
EDAD : 22 AÑOS  
ESTADO CIVIL : SOLTERO  
CEDULA : 180458092-4  
PROVINCIA : Cotopaxi  
DOMICILIO : Latacunga  
DIRECCIÓN : Av. 10 de Agosto y Nicaragua  
CELULAR : 0979087942  
EMAIL : [christianguerrero94@gmail.com](mailto:christianguerrero94@gmail.com)



### **ESTUDIOS FORMALES:**

**Estudios Superiores :** **Pregrado:** Universidad Técnica de Cotopaxi  
Cursando el Décimo Ciclo de la Carrera de Ingeniería Industrial

**Estudios Secundarios:** Instituto Tecnológico Superior “Juan Francisco Montalvo”  
Cantón Ambato

**Estudios Primarios :** Escuela Fiscal “Pedro Carbo”-  
Cantón Tisaleo

### **TÍTULOS OBTENIDOS:**

- Bachiller en Ciencias - Físico Matemático
- Suficiencia en Idioma Inglés

### ANEXO 3. CURRICULUM VITAE INVESTIGADOR 2

#### **DATOS PERSONALES:**

APELLIDOS : MORENO VILLAMARÍN  
NOMBRES : BOLÍVAR PATRICIO  
FECHA DE NACIMIENTO : 08 DE MAYO DE 1990  
EDAD : 27 AÑOS  
ESTADO CIVIL : SOLTERO  
CEDULA : 0503059883  
PROVINCIA : Cotopaxi  
DOMICILIO : Latacunga  
DIRECCIÓN : MULALÒ-CENTRO  
CELULAR : 0999204215  
EMAIL : [patomorenovillamarin@hotmail.com](mailto:patomorenovillamarin@hotmail.com)



#### **ESTUDIOS FORMALES:**

**Estudios Superiores :** **Pregrado:** Universidad Técnica de Cotopaxi  
Cursando el Décimo ciclo de la Carrera de Ingeniería Industrial

**Estudios Secundarios:** Instituto Tecnológico Superior “Ramón Barba Naranjo”

**Estudios Primarios :** Escuela Fiscal “Juan Pío Montufar Juan de Dios Mortales”-  
Parroquia Mulaló

#### **TÍTULOS OBTENIDOS:**

- Bachiller Técnico Electromecánica Automotriz

## ANEXO 4. Aprobación del proyecto por parte del presidente de la Comunidad



Ingeniería  
Industrial

**DIRECCIÓN INGENIERÍA INDUSTRIAL**

Oficio N°. IIN124

Latacunga, 10 de Enero del 2018

Sr.

Cesar Pilatasig.

PRESIDENTE DE LA COMUNA SAN JOSE-EL EJIDO

Presente.-

De mi consideración:

Permítame expresarle un cordial y afectuoso saludo, y a la vez deseándole éxitos en tan delicadas funciones que Ud. desempeña.

El motivo de la presente es para solicitarle nos colabore para poder realizar el tema de titulación "MODELO DE OPTIMIZACIÓN DE RUTA DE TRANSPORTE DE TRACTORES EN LA COMUNA SAN JOSE-EL EJIDO DE LA CIUDAD DE LATACUNGA" de los alumnos Guerrero Christian y Moreno Bolívar. La misma que será de beneficio para el barrio.

Por la atención a la presente anticipo mis sinceros agradecimientos.

Atentamente

Ing. Mg. Cristian Espín  
DIRECTOR DE CARRERA  
INGENIERÍA INDUSTRIAL

11/01/2018

APROBADO

## ANEXO 5. Centro de Mecanizado 1



## ANEXO 6. Centro de Mecanizado 2





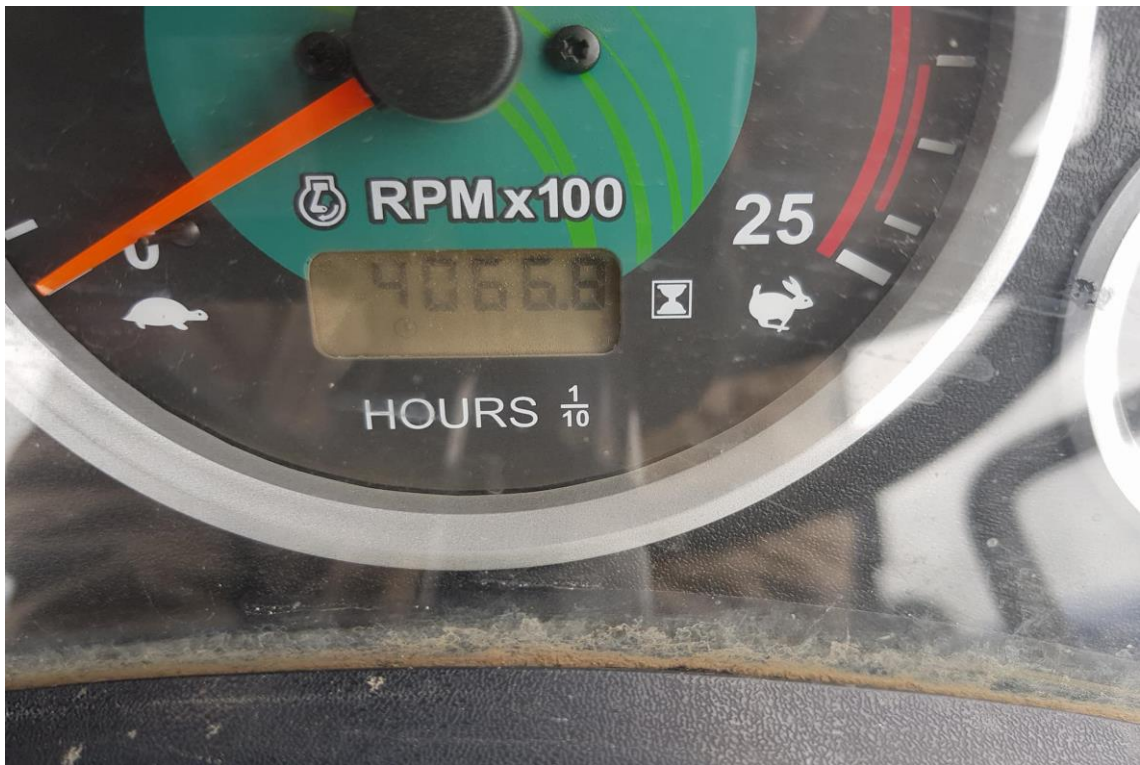
**ANEXO 7.** Tractor por Salir a sus actividades



**ANEXO 8.** Arranque del tractor a la zona agrícola



ANEXO 9. Reloj Horometro del Tractor



ANEXO 10. Reloj Horometro del Tractor en arranque



**ANEXO 11. Reloj Horometro del Tractor en arranque**



**ANEXO 12. Visita al Centro de Mecanizado 1**



**ANEXO 13.** Visita al Centro de Mecanizado 2



**ANEXO 14.** Inspección en el sector 1



**ANEXO 15.** Visualización de lotes trabajados



**ANEXO 16.** Visualización de los trabajos realizados por los tractores



**ANEXO 17.** Trayecto del primer centro de mecanizado al segundo lugar



**ANEXO 18.** Visualización de terrenos trabajos en el sector



**ANEXO 19. Mecanizado primer parte**



**ANEXO 20. Mecanizado parte 2**



## ANEXO 21. Principio del modelo de ruta

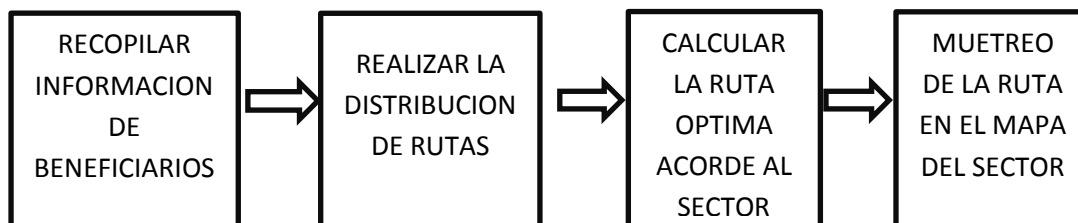
Tipo de VRP	Objetivo	Formulación
Capacitado	Minimizar la flota de vehículos y la suma total del tiempo de transporte, y la demanda total de artículos para una flota mixta de vehículos de entrega con una capacidad uniforme que debe atender una demanda de clientes conocida para un solo artículo, con un mismo depósito y un costo de transporte mínimo.	$Q =$ Capacidad del vehículo Demanda total de la ruta = $Q : \sum_{i=1}^m d_i \leq Q$
Multidepósito	Minimizar la flota de vehículos, la suma total del tiempo de transporte, y la demanda total de artículos que deben ser entregados desde varios depósitos.	Se denotan el conjunto de depósitos como: $V_0 = \{v_{01}, \dots, v_{0d}\}$ Una ruta $i$ es definida por $R_i = \{d, v_1, \dots, v_m, d\}$ , con $d \in V_0$ .
Periódico	Minimizar la flota de vehículos y la suma total del tiempo de transporte necesario para suplir todos los clientes. La planeación se hace para determinado periodo.	Cada cliente en el PVRP debe ser visitado $k$ veces, donde $1 \leq k \leq M$ . En el modelo clásico del PVRP, La demanda Diaria de un cliente siempre es fija.
Estocástico	Minimizar la flota de vehículos y la suma total del tiempo de transporte necesario para atender a todos los clientes en cada recorrido, se consideran aleatorios sus demandas, tiempo de servicio y/o transporte.	Clientes estocásticos: cada cliente $v_i$ esta presente con una probabilidad $p_i$ y esta ausente $1-p_i$ . Demandas estocásticas: La demanda $d_i$ de cada cliente es aleatoriamente variable. Tiempos estocásticos: Los tiempos de servicio $\delta_i$ y los tiempos de transporte $t_i$ son aleatoriamente variables.
Backhauls (Retornos fuera de ruta)	El objetivo es encontrar un conjunto de rutas que minimice la distancia total transportada, los clientes pueden demandar o regresar algunos artículos. Así que se debe tener en cuenta que el vehículo no sobrepase su capacidad.	El costo de cada ruta es como en el caso de VRP, con restricciones adicionales. Una ruta es factible si solamente es de entrega, recogida y/o carga.
Entrega y Reparto	Minimizar la flota de vehículos y la suma total del tiempo de transporte, con la restricción de que cada vehículo debe tener la capacidad suficiente para transportar artículos que vayan a ser repartidos y unos de ellos recogidos en los clientes para regresarlos al depósito.	Dada una ruta $R_i = \{v_0, v_1, \dots, v_{m+1}\}$ y el vehículo asignado con una capacidad $C$ donde: $C_p(v_k) \leq C$ y $C_d(v_{k+1}) > C$ ; $C_d(v_k)$ es la cantidad total de artículos entregados a todos los clientes del a todos los clientes del camino de una ruta que empieza en $v_0$ (depósito) y que terminan en $v_k$ : $C_d(v_k) = \sum_{v_i \in P(1, v_k)} d_i$ . $P(1, v_k)$ denota los clientes junto al camino desde el depósito hasta $C_d(v_k) = \sum_{v_i \in P(1, v_k)} d_i$ , Incluyendo a este cliente.
Ventanas de tiempo	Minimizar la flota de vehículos, la suma total del tiempo de transporte y el tiempo de espera necesitado para atender los clientes en una hora determinada.	Una ruta será factible si $e_{0i} \leq b_{0i} \leq l_{0i}, 1 \leq i \leq m$ y $b_{0m} + \delta_{0m} + c_{0m,0} \leq l_0$ El costo de la ruta esta dado por $C_{VRPTW} = \sum_{i=0}^m c_{i,i+1} + \sum_{i=0}^m \delta_i + \sum_{i=0}^m w_{0i}$



## ANEXO 21. Modelo de optimización de las rutas

### Aplicación del Modelo de Optimización

Pasos para la implementación del modelo tomando en cuenta la realidad del sector, esto se lo realiza de la siguiente manera.



### Circuito de aplicación

Los Miembros que conforman la comunidad San José el Ejido son alrededor de 450 personas las mismos que se sub-dividen como beneficiarios de la utilización de los tractores para labores de labranza en el sector, tomando en cuenta que se distribuyen en dos partes, acorde a las condiciones climáticas y esto es por estaciones del año en las que pueden sembrar, ya que dependen de las lluvias en la primera parte y en la segunda las condiciones son distintas, puesto que están en la parte más alta y en cordilleras donde existe mayor concentración de humedad en la tierra.

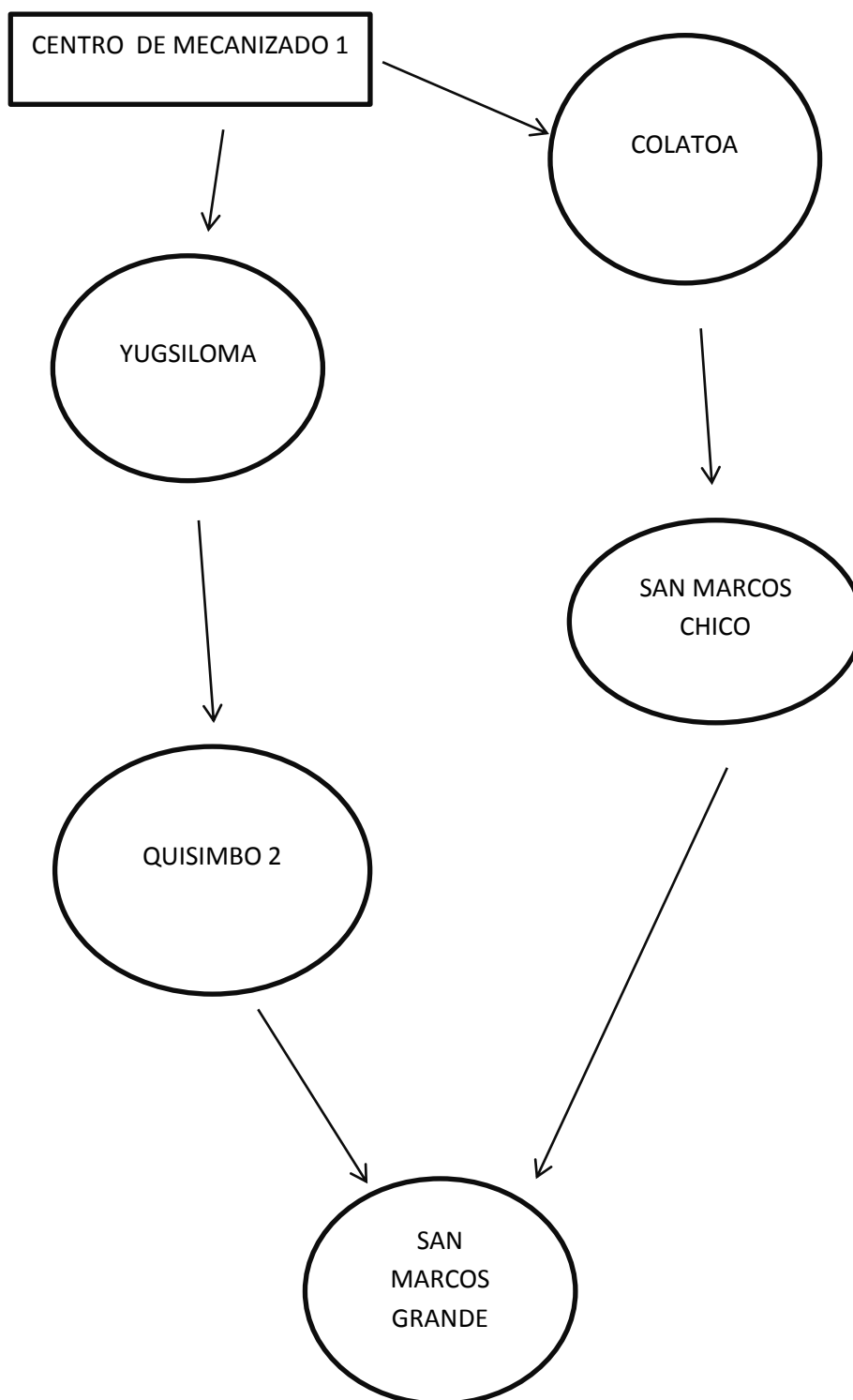
PRIMER CICLO DE TRABAJO		
	RUTA	TIPO DE VEHICULO
1	COLATOA	TRACTOR
2	SAN MARCOS CHICO	TRACTOR
3	SAN MARCOS GRANDE	TRACTOR
4	QUISIMBO 2	TRACTOR
5	YUGSILOMA	TRACTOR

Beneficiarios primer ciclo de trabajo

SEGUNDO CICLO DE TRABAJO		
	RUTA	TIPO DE VEHICULO
1	CUNDUALO	TRACTOR
2	LAIPO CHICO	TRACTOR
3	LAIPO GRANDE	TRACTOR
4	PANGUIBUA	TRACTOR
5	VERDE COCHA	TRACTOR

Beneficiarios segundo ciclo de trabajo

En la primera parte existen alrededor de 80 beneficiarios que hacen uso de tractor, al igual que en la segunda parte teniendo un total de 160 personas beneficiarias de la maquinaria para uso en labores de labranza.



CENTRO DE MECANIZADO 2

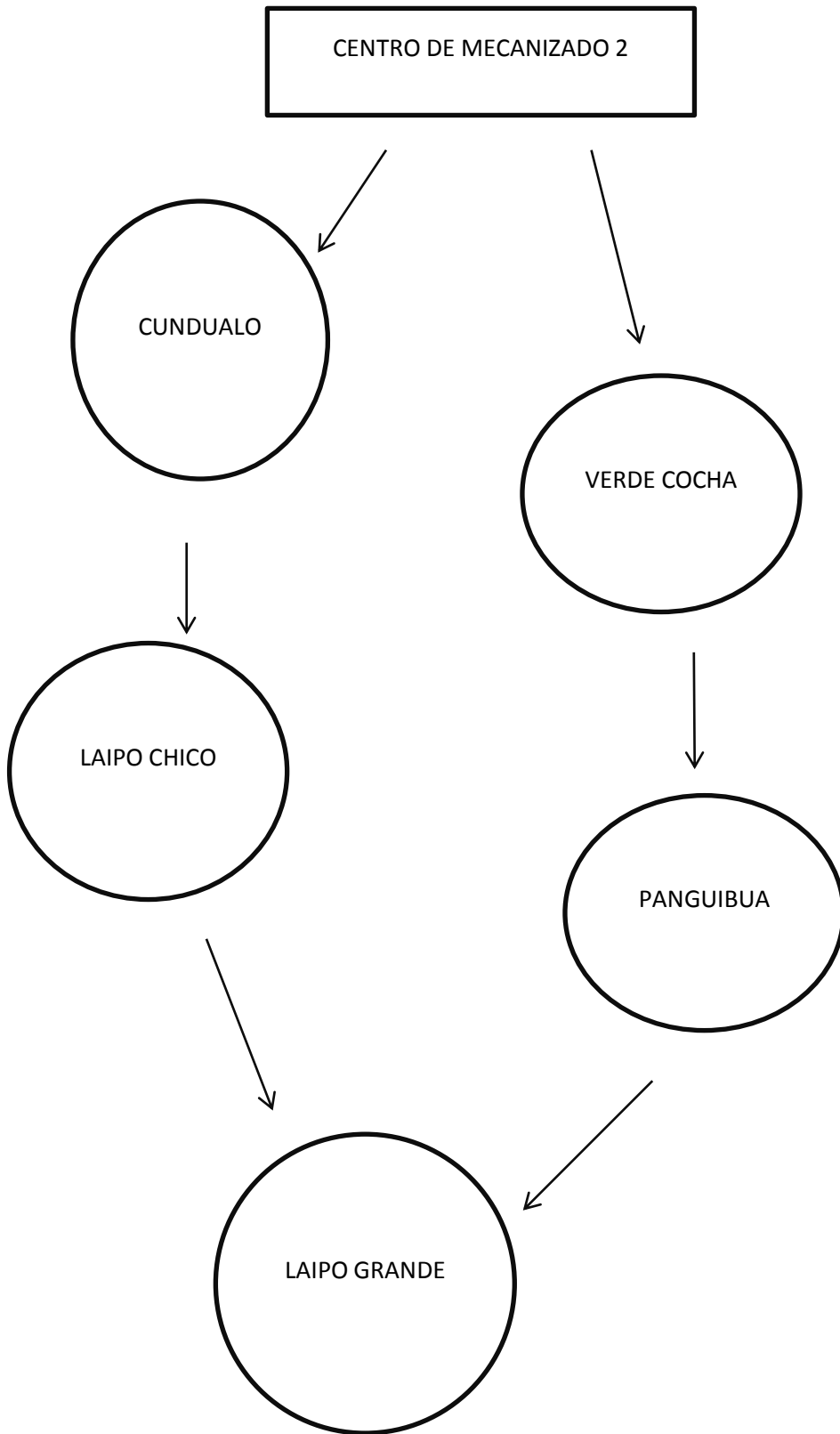
CUNDUALO

VERDE COCHA

LAIPO CHICO

PANGUIBUA

LAIPO GRANDE





### **Extensión parte1**



### **Extensión parte 2**

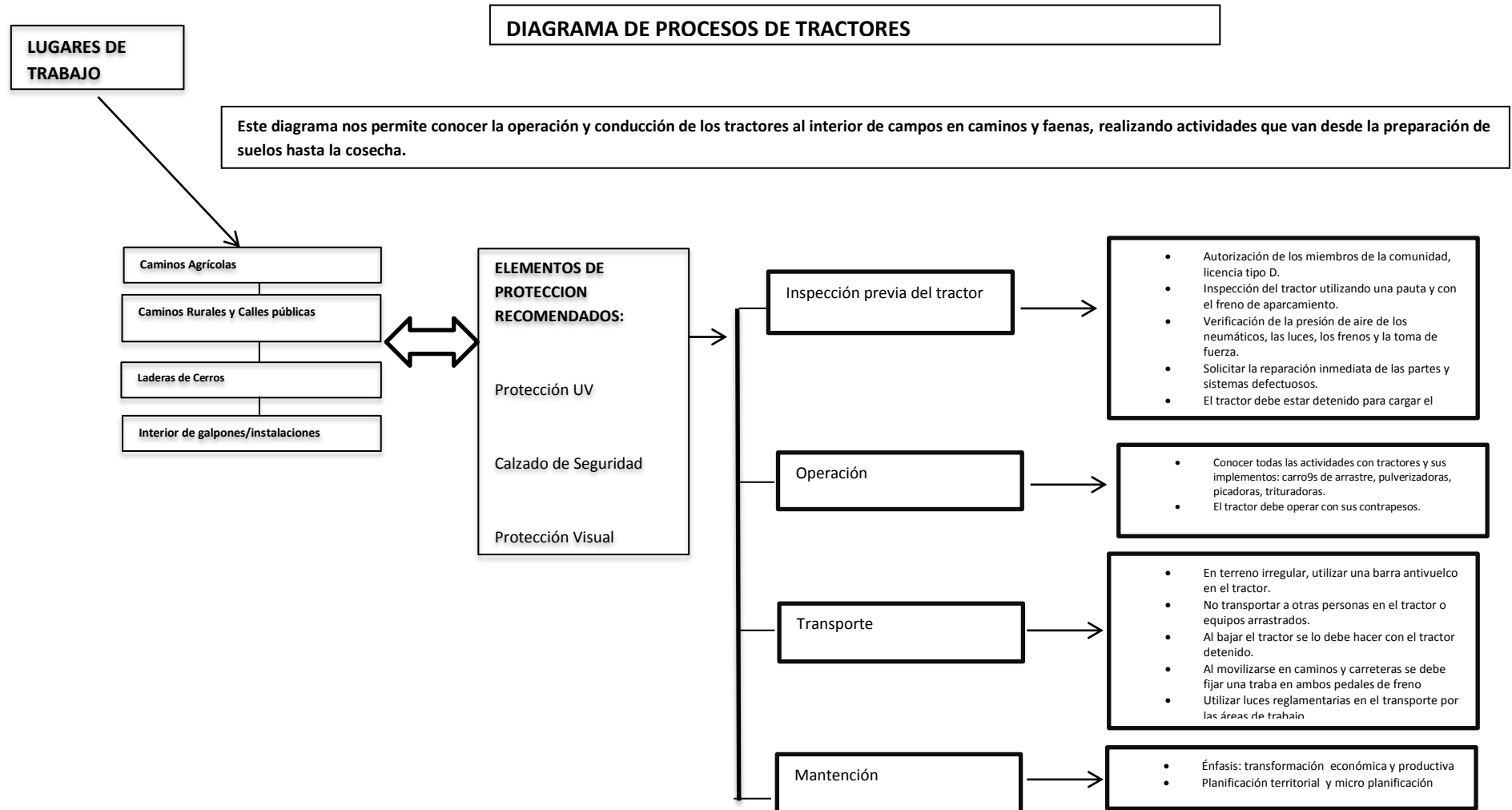
#### **La Metodología de Algoritmos de Clustering**

Se basan en la distribución adecuada de información, con la idea lógica de divide y vencerás, se lo realiza de esta manera con el fin de lograr analizar de manera más minuciosa cada uno de los puntos a los que se lograra realizar la distribución en este caso las rutas de transporte de tractores, este método es fácil al momento de su interpretación, pero como todo método que ocupan grafico consumen muchos recursos.

#### **Costos de Operaciones Vehicular y Tarifas**

Se establecen en este sector costos muy independientes de una tarifa normal, ya que en el sector existen numerosas maquinarias, las mismas que para establecer un valor

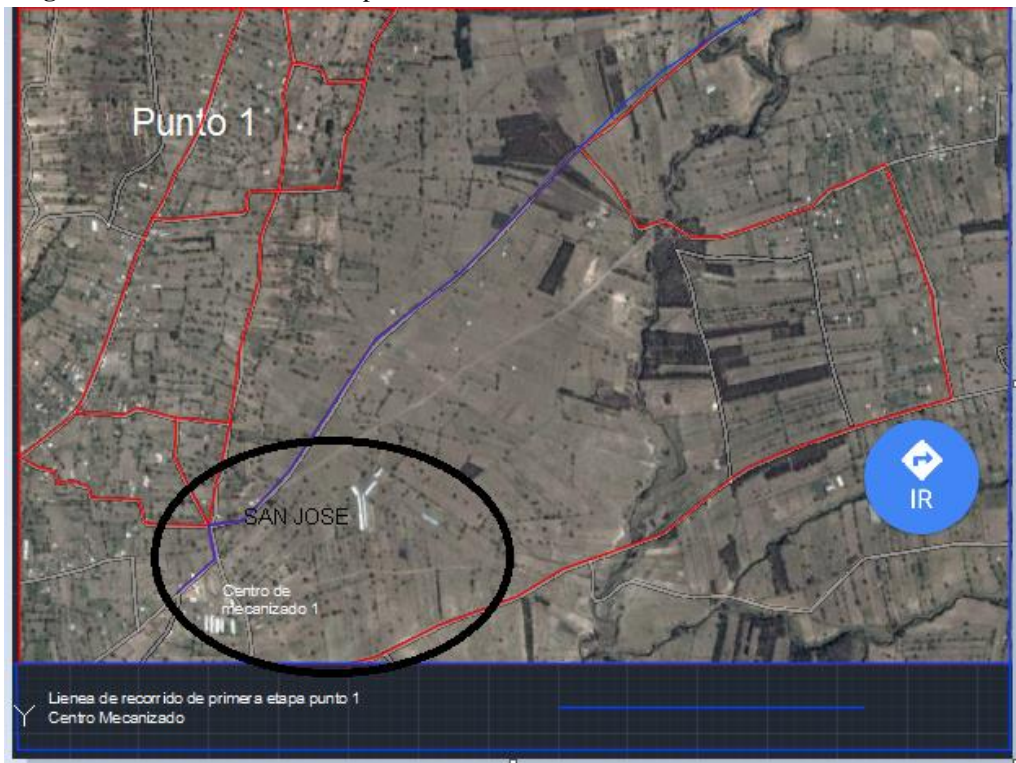
## ANEXO 22. Diagrama de Procesos





## ANEXO 24. Planimetría Sectores y Delimitaciones

Figura 1. Recorrido Primera Etapa



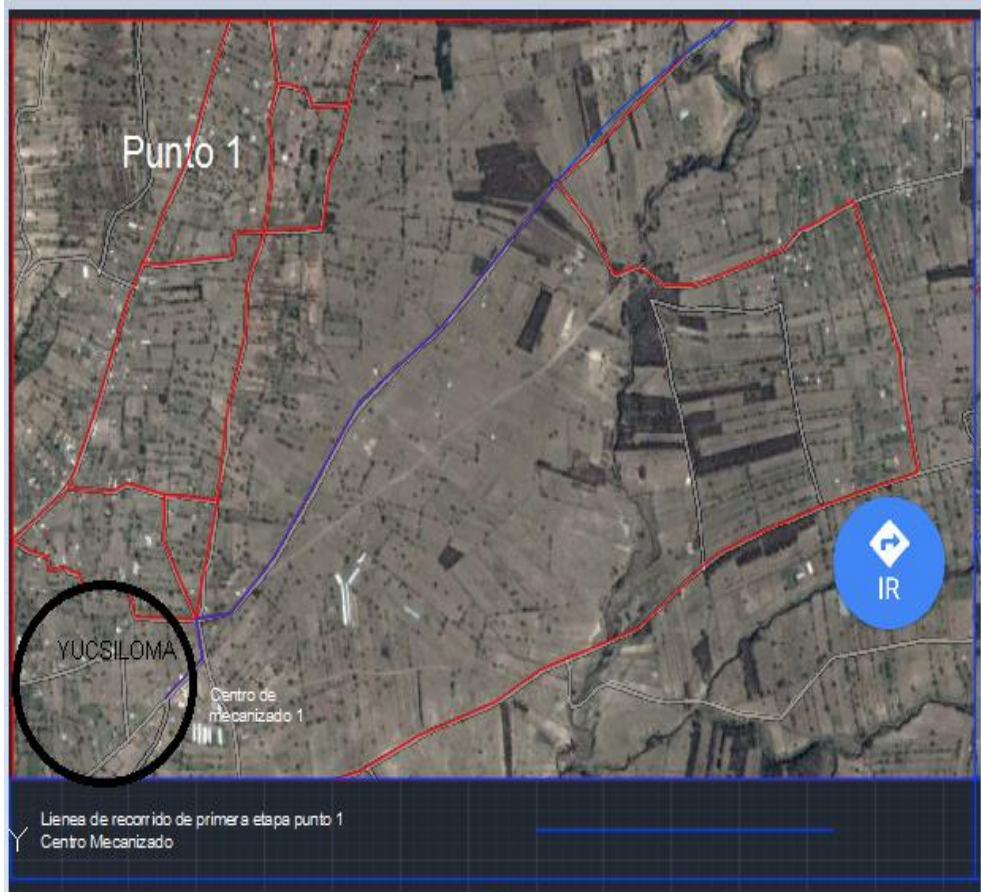
Fuente: San José; Sector inicial de ruta más próximo al centro de mecanizado

Figura 2. Recorrido Primera Etapa



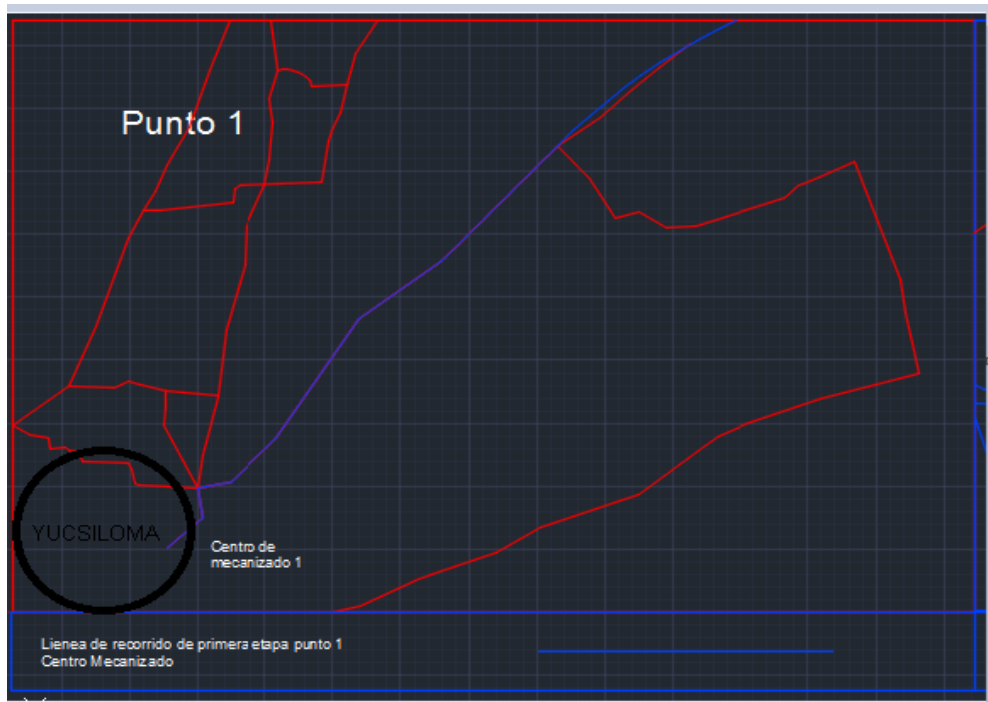
Fuente: <https://www.google.com.ec/maps/place/Latacunga/@-0.9083162,->

**Figura 3** Recorrido Yugsiloma



Fuente: <https://www.google.com.ec/maps/place/Latacunga/@-0.9083162,->

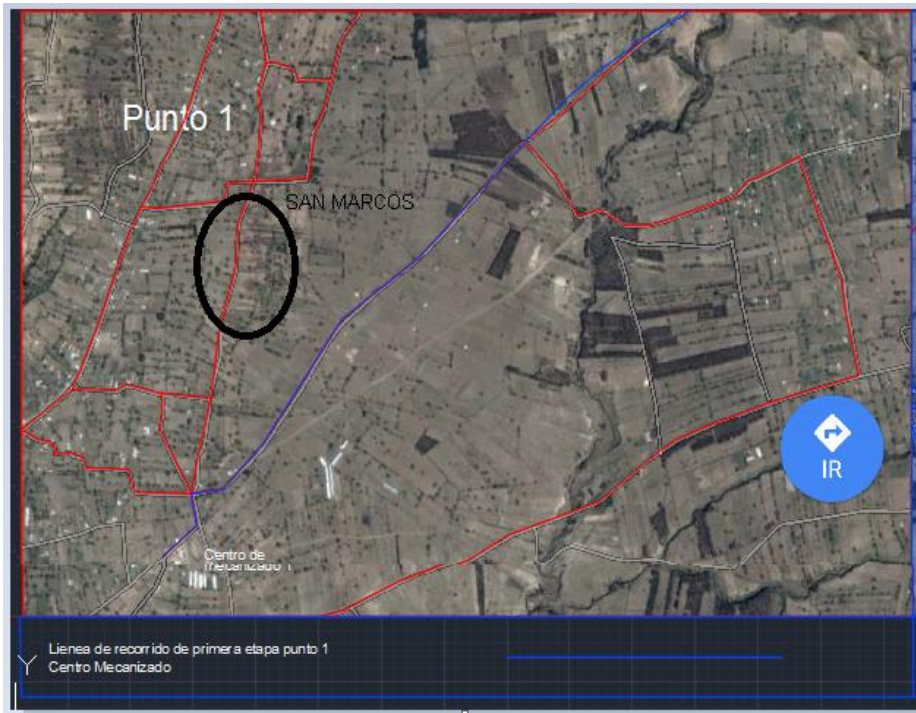
**Figura 4.** Recorrido Yugsiloma punto 1



Fuente: <https://www.google.com.ec/maps/place/Latacunga/@-0.9083162,->



**Figura 5.** Recorrido Yugsiloma punto 1



Fuente: <https://www.google.com.ec/maps/place/Latacunga/@-0.9083162,->

**Figura 6.** Recorrido San Marcos punto 1



Fuente: <https://www.google.com.ec/maps/place/Latacunga/@-0.9083162,->

**Figura7.** Recorrido Isimbo 2 punto 1



Fuente: <https://www.google.com.ec/maps/place/Latacunga/@-0.9083162,->

**Figura 8.** Recorrido Isimbo 2 punto 1



Fuente: <https://www.google.com.ec/maps/place/Latacunga/@-0.9083162,->

**Figura 9.** Recorrido Colatua Chico punto 1



Fuente: <https://www.google.com.ec/maps/place/Latacunga/@-0.9083162,->

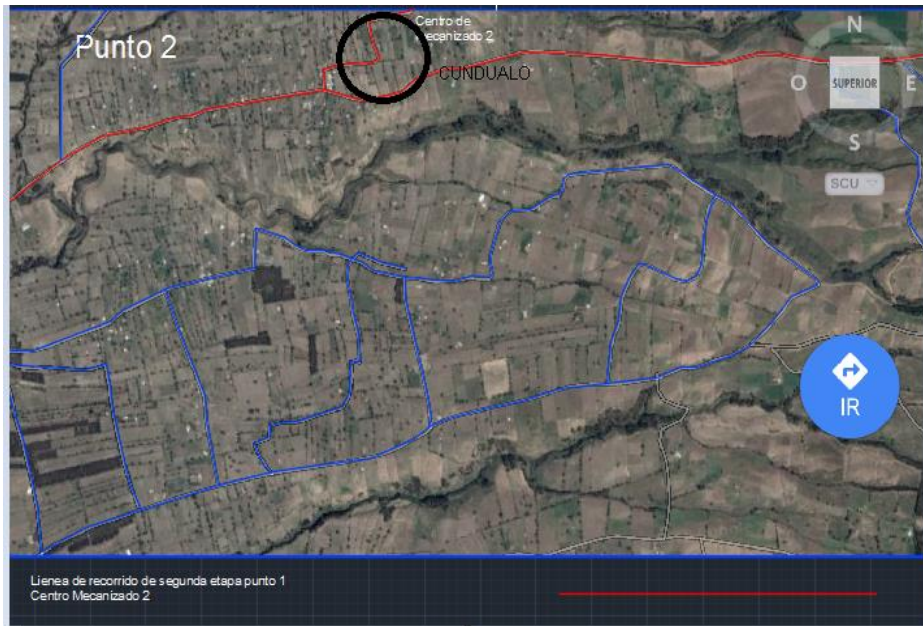
**Figura 10.** Recorrido Colatua Chico punto 1



Fuente: <https://www.google.com.ec/maps/place/Latacunga/@-0.9083162,->

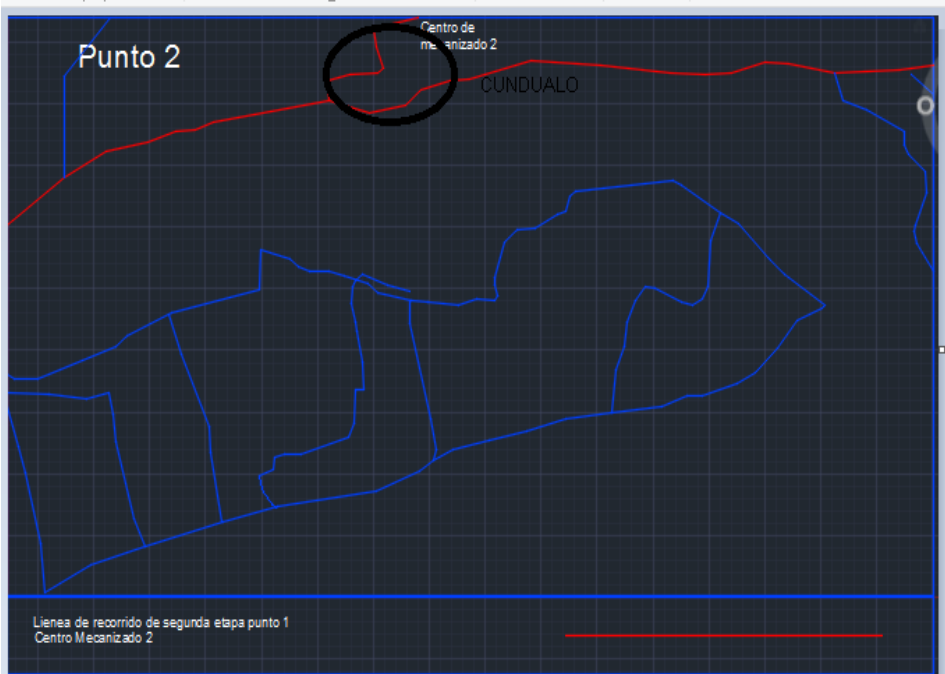
## SECTOR 2

**Figura 11** Recorrido Cundualo punto 2



Fuente: <https://www.google.com.ec/maps/place/Latacunga/@-0.9083162,->

**Figura 12.** Recorrido Cundualo punto 2



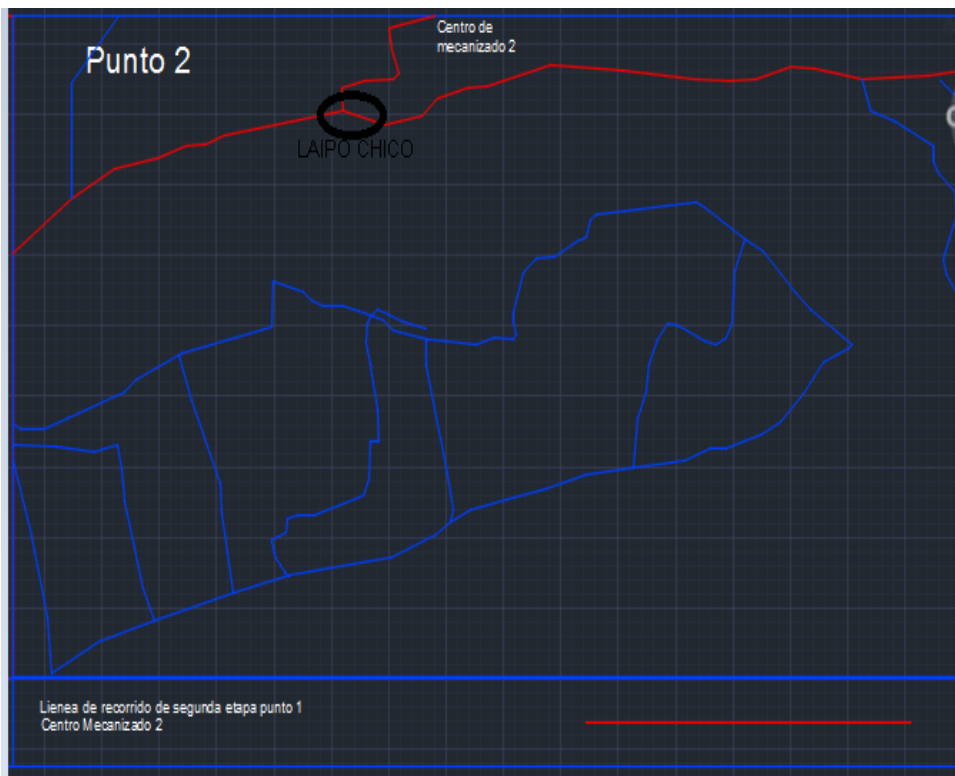
Fuente: <https://www.google.com.ec/maps/place/Latacunga/@-0.9083162,->

**Figura 13.** Recorrido Laipo Chico punto 2



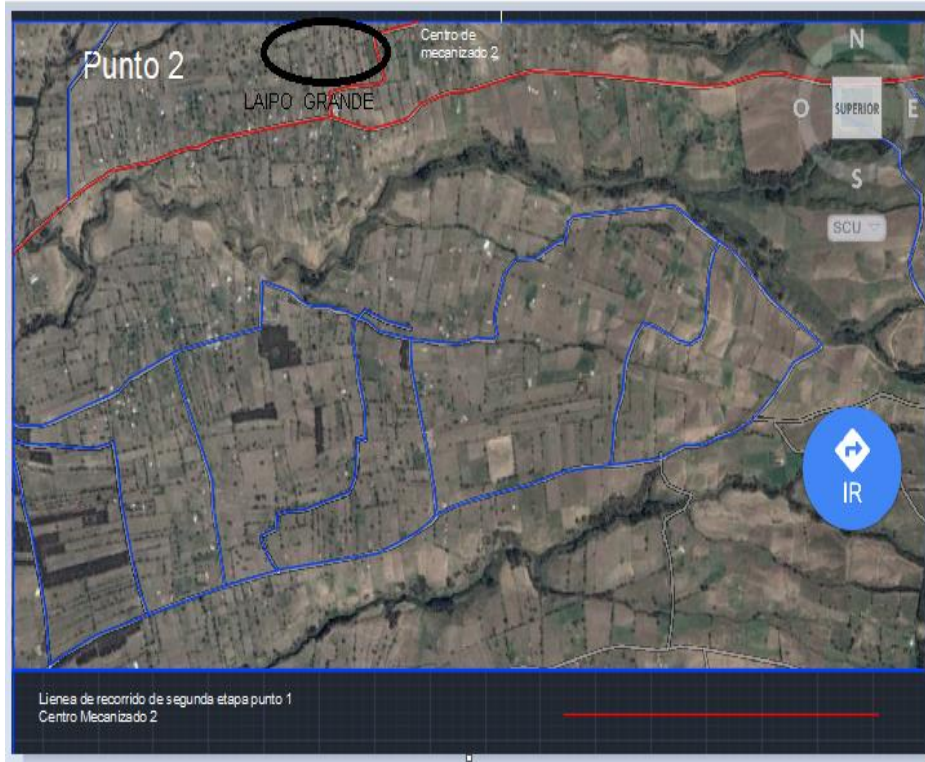
Fuente: <https://www.google.com.ec/maps/place/Latacunga/@-0.9083162,->

**Figura 14.** Recorrido Cundualo punto 2



Fuente: <https://www.google.com.ec/maps/place/Latacunga/@-0.9083162,->

**Figura 15.** Recorrido Laipo Grande punto 2



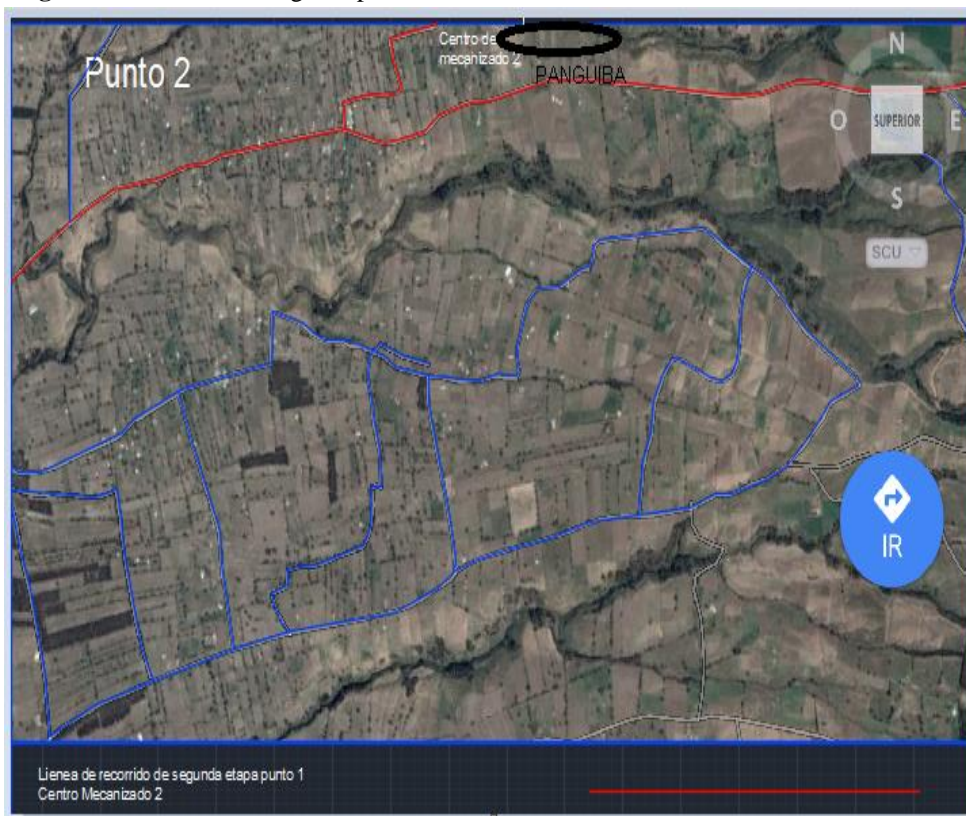
Fuente: <https://www.google.com.ec/maps/place/Latacunga/@-0.9083162,->

**Figura 16.** Recorrido Laipo Grande punto 2



Fuente: <https://www.google.com.ec/maps/place/Latacunga/@-0.9083162,->

**Figura 16.** Recorrido Panguiba punto 2



Fuente: <https://www.google.com.ec/maps/place/Latacunga/@-0.9083162,->

**Figura 17.** Recorrido Panguiba punto 2



Fuente: <https://www.google.com.ec/maps/place/Latacunga/@-0.9083162,->

**Figura 18.** Recorrido Verde Cocha punto 2



Fuente: <https://www.google.com.ec/maps/place/Latacunga/@-0.9083162,->