

UNIVERSIDAD PANAMERICANA  
Facultad de Ciencias Económicas  
Licenciatura en Administración de Empresas



**“Evaluación económica-financiera del sistema de riego con pivote central en la producción de caña en un ingenio azucarero”**  
(Practica Empresarial Dirigida –PED-)

Raul Pineda Coronado

Sacatepéquez, junio 2013

**Evaluación económica-financiera del sistema de riego mecanizado con pivote central en la producción de caña en un ingenio azucarero.**

(Practica Empresarial Dirigida –PED-)

Raul Pineda Coronado

Licda. Josefina Chavarría, **Tutora**

M. Sc. Dora Leonor Urrutia de Morales, **Revisora**

Sacatepéquez, junio 2013

## **Autoridades de la Universidad Panamericana**

M. Th. Mynor Augusto Herrera Lemus

**Rector**

M. Sc. Alba Aracely Rodríguez de González

**Vicerrectora Académica y Secretaria General**

M.A. César Augusto Custodio Cobar

**Vicerrector Administrativo**

## **Autoridades de la Facultad de Ciencias Económicas**

M.A. César Augusto Custodio Cobar

**Decano**

Lic. Julio Roberto Oviedo

**Coordinador Sacatepéquez**

**Tribunal que practicó el examen general de la  
Práctica Empresarial Dirigida –PED –**

Lic. Eduardo Par Guerra

**Examinador**

Licda. Ingrid Arroyo de Núñez

**Examinador**

M. Sc. Ana Patricia Rosal Gordillo

**Examinador**

Licda. Josefina Chavarría

**Tutora**

M. Sc. Dora Leonor Urrutia de Morales

**Revisora**

REF.:C.C.E.E.0110-2013

**LA DECANATURA DE LA FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS.  
GUATEMALA, 15 DE MAYO DEL 2013  
SEDE SACATEPÉQUEZ**

De acuerdo al dictamen rendido por la Licenciada Josefina Chavarría, tutora y Licenciada Dora Urrutia Morales, revisora de la Práctica Empresarial Dirigida, proyecto -PED- titulada "EVALUACIÓN ECONÓMICA-FINANCIERA DEL SISTEMA DE RIEGO CON PIVOTE CENTRAL EN LA PRODUCCIÓN DE CAÑA EN UN INGENIO AZUCARERO.", Presentado por él (la) estudiante Raul Pineda Coronado, y la aprobación del Examen Técnico Profesional, según consta en el Acta No. 676, de fecha 16 de marzo del 2013; **AUTORIZA LA IMPRESIÓN**, previo a conferirle el título de Administrador de Empresas, en el grado académico de Licenciado.

  
**Lic. César Augusto Custodio Cobar**  
Decano de la Facultad de Ciencias Económicas.



Guatemala, 15 de diciembre 2012

Señores

Facultad de Ciencias Económicas

Licenciatura en Administración de Empresas

Universidad Panamericana

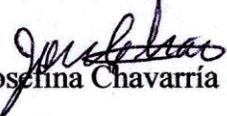
Guatemala, Guatemala.

Estimados Señores:

En relación a la tutoría de la Practica Empresarial Dirigida –PED- titulada “**Evaluación económica-financiera del sistema de riego con pivote central en la producción de caña en un ingenio azucarero**”, realizada por: Raul Pineda Coronado, carné 201206004, estudiante de la carrera de **Licenciatura en Administración de Empresas**, he procedido a la tutoría de la misma, observando que cumple con los requerimientos establecidos en la reglamentación de Universidad Panamericana.

De acuerdo con lo anterior, considero que la misma cumple con requisitos para ser sometido al **Examen Técnico Profesional Privado (ETPP)** por lo tanto doy dictamen de aprobado al tema desarrollado en la Práctica Empresarial Dirigida, con la nota de Setenta y nueve puntos (79) de cien (100).

Al ofrecerme para cualquier aclaración adicional, me suscribo de ustedes.

  
Lic. Josefina Chavarria

Tutor

M.Sc. Dora Leonor Urrutia Morales de Morales

Maestría en Gerencia Educativa

Licenciada en Pedagogía con Orientación en Administración y Evaluación Educativa

No. De teléfono oficina 22612165

No. De teléfono celular 52034462

e-mail: [dlurrutia@yahoo.com](mailto:dlurrutia@yahoo.com)

Guatemala, 10 de enero de 2013

Señores

Facultad de Ciencias Económicas

Universidad Panamericana

Ciudad

Estimados señores:

En relación al informe final de la Práctica Empresarial Dirigida (PED) del tema **“Evaluación económica-financiera del sistema de riego con pivote central en la producción de caña en un ingenio azucarero”** realizado por: Raul Pineda Coronado, carné 201206004, estudiante de la carrera de **Licenciatura en Administración de Empresas**, he procedido a la revisión del mismo y se hace constar que cumple con los requerimientos de estilo establecidos en la reglamentación de la Universidad Panamericana. Por lo tanto doy el dictamen de aprobado para realizar el Examen Técnico Profesional (ETP).

Al ofrecerme para cualquier aclaración adicional, me suscribo de ustedes.

  
M.Sc. Dora Leonor Urrutia Morales de Morales.



# UNIVERSIDAD PANAMERICANA

"Sapientia ante todo, adquiere sapientia"

## REGISTRO Y CONTROL ACADÉMICO

**REF.: UPANA: RYCA: 413.2013**

La infrascrita Secretaria General M.Sc. Alba de González y la Directora de Registro y Control Académico M.Sc. Vicky Sicajol, hacen constar que el estudiante Pineda Coronado, Raul con número de carné 201206004 aprobó con 76 puntos el Examen Técnico Profesional, del Programa de Actualización y Cierre Académico – ACA- de la Licenciatura en Administración de Empresas, a los dieciséis días del mes de marzo del año dos mil trece.

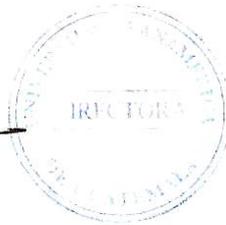
Para los usos que el interesado estime convenientes, se extiende la presente en hoja membretada a los veintiún días del mes de mayo del año dos mil trece.

Atentamente,



**M.Sc. Vicky Sicajol**  
Directora

Registro y Control Académico



**M.Sc. Alba de González**  
Secretaria General



Adelina L.  
cc.Archivo.

# Contenido

Resumen	i
Introducción	iv
<b>Capítulo 1</b>	
<b>Descripción de la empresa</b>	
1.1 Antecedentes	01
1.7 Marco teórico	21
<b>Capítulo 2</b>	
<b>Metodología</b>	
2.1 Tipo de investigación	31
2.2 Relación sujeto y objeto de la investigación	31
2.2.1 Población	31
2.3 Instrumentos de investigación	32
2.4 Aporte esperado	33
<b>Capítulo 3</b>	
<b>Resultados y análisis de la investigación</b>	
3.1 Resultados de la investigación	34
3.2 Análisis de los resultados	45
3.2.1 Aspectos evaluados	45
3.2.1.1 Financieros o económicos	45
3.2.1.2 Administrativos	47
3.2.1.3 Mercadológicos	48

## **Capítulo 4**

### **Solución propuesta**

4.1	Propuesta de solución o mejora	49
4.1.1	Introducción de la propuesta	49
4.1.2	Antecedentes de la propuesta	49
4.1.3	Justificación de la propuesta	50
4.1.4	Objetivos	50
4.1.5	Contenido de la propuesta	50
4.2	Viabilidad de la propuesta	54
4.3	Factibilidad económica	54
4.3.1	Costos actuales-costos propuestos	54
	Cronograma	72
	Conclusiones	73
	Recomendaciones	74
	Referencias bibliográficas	75
	Anexos	77

## Índice de figuras

Figura 1.	Estructura organizacional departamento de Ingeniería Agrícola del Ingenio Caña Real	04
Figura 2.	Maquinaria y equipo utilizado en la perforación de un pozo mecánico	16
Figura 3.	Persona realizando un sondeo eléctrico en un punto de perforación de pozo mecánico	17
Figura 4.	Representación gráfica del perfil de un pozo mecánico	18
Gráfica 1.	Producción de alcohol por periodo	07
Gráfica 2.	Principales productores de azúcar a nivel mundial	09
Gráfica 3.	Principales exportadores de azúcar a nivel mundial	10
Gráfica 4.	Principales importadores de azúcar a nivel mundial	11
Gráfica 5.	Principales mercados internacionales para el azúcar de Guatemala	13
Gráfica 6.	Utilización del sistema de riego por pivote	35
Gráfica 7.	Opinión sobre la rentabilidad del sistema de riego pivote	36
Gráfica 8.	Preferencia sobre el uso de los sistemas de riego	37
Gráfica 9.	Opinión sobre el rendimiento en toneladas por hectárea del sistema de riego con pivote	39
Gráfica 10.	Rendimiento de toneladas con el sistema de riego con pivote	40
Gráfica 11.	Rendimiento del sistema de riego con pivote comparado con otros métodos de riego	41
Gráfica 12.	Desventajas del sistema de riego con pivote central	42
Gráfica 13.	Competitividad de otros métodos de riego con el sistema por pivote	44
Gráfica 14.	Comparativo de producción de azúcar con riego y sin riego	47
Gráfica 15.	Punto de Equilibrio del proyecto de riego finca Nueva Esperanza	63
Gráfica 16.	Período de recuperación de la inversión	69

## Índice de cuadros

Cuadro 1.	Potencia efectiva de cogeneración de los ingenios azucareros	08
Cuadro 2.	Análisis FODA	34

Cuadro 3.	Finca Nueva Esperanza: Histórico de producción en toneladas y quintales de azúcar con aplicación de riego	45
Cuadro 4.	Finca Nueva Esperanza: Histórico de producción sin riego en toneladas y quintales de azúcar sin aplicación de riego	46
Cuadro 5.	Formato para calcular la inversión de un proyecto de riego	51
Cuadro 6.	Formato para calcular ingresos y egresos de la operación de los sistemas de riego	52
Cuadro 7.	Formato para calcular flujo de fondos en proyecto de riego	53
Cuadro 8.	Cálculo de la inversión del sistema de riego de finca Nueva Esperanza	55
Cuadro 9.	Cálculo de costo de operación de riego con pivote central Finca Nueva Esperanza	56
Cuadro 10.	Costo de riego por tonelada	56
Cuadro 11.	Costo de operación por producción adicional	57
Cuadro 12.	Costo por corte, alce y transporte (CAT) de las toneladas producidas	58
Cuadro 13.	Costo de fabricación y exportación	58
Cuadro 14.	Costo total de producción	59
Cuadro 15.	Ingresos generados por venta de azúcar como resultado de aplicar riego	60
Cuadro 16.	Ingresos generados por la venta de los subproductos	60
Cuadro 17.	Ingresos totales obtenidos por la producción adicional	61
Cuadro 18.	Cuadro de utilidades obtenidas en la operación del sistema de riego por pivote central en la finca Nueva Esperanza (Valores en Q.)	61
Cuadro 19.	Flujo de fondos con aplicación de descuento 10%, Valores en Q.	64
Cuadro 20.	Flujo de fondos con aplicación de descuento del 25%	66
Cuadro 21.	Cálculo de la relación beneficio costo de la aplicación de riego con el sistema de riego con pivote central (Valores en Q.)	67
Cuadro 22.	Cálculo del periodo de recuperación de la inversión, Valores en O.	68
Cuadro 23.	Cálculo de rentabilidad de finca Nueva Esperanza sin riego (valores en Q.)	70
Cuadro 24.	Cálculo de rentabilidad de finca Nueva Esperanza con riego (valores en Q.)	70
Cuadro 25.	Cronograma	72

## Índice de anexos

Anexo 1. Cuestionario utilizado para realizar la encuesta	78
Anexo 2. Esquema de la administración y operación del riego	80
Anexo 3. Composición de la tarifa para el cálculo de costo de maquinaria del riego por pivote	81
Anexo 4. Mapa del diseño de riego en la finca Nueva Esperanza	82
Anexo 5. Cuadro estadístico de comportamiento inflacionario y tipo de cambio	83
Anexo 6. Gráficas de valores por exportaciones de azúcar	84
Anexo 7. Foto de un sistema de riego tipo pivote.	85

## **Resumen**

El presente informe constituye un análisis económico de un sistema de riego por pivote central en el cultivo de caña de azúcar de la variedad CP72-2086; el sistema de riego está ubicado en la finca Nueva Esperanza, propiedad de Ingenio Caña Real S.A., cubre una extensión de 375 hectáreas. Para el análisis económico y financiero que se realizó, se tomaron datos reales históricos de costos e ingresos ya que el sistema inició operaciones de riego a principios del año 2005. El incremento de producción en toneladas por hectárea que se obtiene mediante la utilización de este sistema es de 20 toneladas más de lo que se logra con cualquier otro sistema dado que la aplicación de riego con el pivote central es oportuna y uniforme.

Con el propósito de hacer práctico el procedimiento de análisis, éste se realizó bajo el criterio de considerar sólo las toneladas adicionales que se obtienen mediante la aplicación de riego con el sistema tipo pivote central: 20 toneladas por hectárea en promedio, lo que permitió omitir el análisis de otro sistema como variable de comparación.

Dada la automatización del sistema y menos uso de operarios, el incremento de la producción que se ha conseguido con la aplicación de riego con el pivote central y sus bajos costos de operación hacen que su uso sea atractivo desde el punto de vista técnico y económico. Los resultados de producción de los últimos ocho años ya cosechados, indican que al producir caña de azúcar con este sistema se incrementan las utilidades, las cuales han generado una tasa interna de rendimiento de 19.34%. Este resultado se considera atractivo y aceptable porque supera la tasa mínima establecida al principio de la implementación del sistema que fue de un 10%.

El volumen de utilidades obtenidas mediante la utilización del sistema de riego con pivote central, permite recuperar la inversión en un periodo de cuatro años y medio de producción, lo cual es aceptable porque el volumen de inversión que implica este tipo de sistema es alto y su vida útil es de diez años. Debido al resultado económico obtenido en el período analizado, se ha determinado la conveniencia de utilizar y difundir el uso del sistema de riego mecanizado tipo pivote.

Los sistemas de riego tienen un alto costo de inversión dentro de los ingenios azucareros, éstos se diseñan para operar en bloques grandes en los que se requiere de equipo con mucha potencia para impulsar el agua. Los costos de inversión varían de acuerdo al sistema que se adopte, sin embargo cualquiera que sea el método a utilizar, se requiere de inversiones millonarias y altos costos de operación para poder proveer del agua necesaria a los cañales para que éstos respondan a las expectativas de los propietarios en cuanto a rendimientos se refiere.

La rentabilidad económica es objeto de gran importancia para las empresas que buscan ser competitivas en un mercado cada vez más exigente, no basta con ofrecer productos de calidad, es indispensable la eficiencia en los procesos y ésta se logra mediante la aplicación de conocimientos financieros a través de evaluaciones económicas para que las decisiones a tomar estén bien sustentadas.

En el capítulo 1 se da una descripción general de la empresa que proporcionó el permiso para realizar la investigación, la información se da en forma general debido a que hace referencia a aspectos como: antecedentes de la empresa, visión, misión y valores, organigrama del área en la que se enfocó la investigación, planteamiento del problema y la justificación de la investigación, se definen los objetivos. Se desarrolla información de referencia teórica como; la importancia del riego, clasificación de los sistemas de riego, el sistema de riego por pivote, y algunos conceptos financieros.

El capítulo 2 consiste en la descripción de la metodología utilizada en la investigación, hace referencia al tipo de investigación realizada, el objeto y sujetos de la investigación; es decir, las personas que participaron en la recopilación de información importante, los instrumentos utilizados en la misma, se describe la secuencia de las actividades necesarias para la investigación, y los aportes que se espera provea la investigación a diferentes grupos de personas y entidades.

El capítulo 3 describe los resultados más importantes de la investigación con su respectivo análisis, lo cual fue de mucha importancia para sacar inferencias que sustentaron gran parte del

contenido del informe, además se describen los aspectos económicos, administrativos y mercadológicos evaluados.

En el capítulo 4 se describe de manera detallada el contenido de la propuesta de solución a la problemática encontrada, se plantean los objetivos generales y específicos y la viabilidad de la misma y por último se muestran las conclusiones a las que se llegó, las recomendaciones resultantes de la investigación, las referencias bibliográficas, cronograma y anexos.

## **Introducción**

Los sistemas de riego tienen un alto costo de inversión dentro de los ingenios azucareros, éstos se diseñan para operar en bloques grandes en los que se requiere de equipo con mucha potencia para impulsar el agua. Los costos de inversión varían de acuerdo al sistema que se adopte, sin embargo cualquiera que sea el método a utilizar, se requiere de inversiones millonarias y altos costos de operación para poder proveer del agua necesaria a los cañales para que éstos respondan a las expectativas de los propietarios en cuanto a rendimientos se refiere.

La rentabilidad económica es objeto de gran importancia para las empresas que buscan ser competitivas en un mercado cada vez más exigente, no basta con ofrecer productos de calidad, es indispensable la eficiencia en los procesos y ésta se logra mediante la aplicación de conocimientos financieros a través de evaluaciones económicas para que las decisiones a tomar estén bien sustentadas.

El presente informe contiene el resultado de una investigación realizada en el ingenio Caña Real, se tomó como referencia la finca Nueva Esperanza. La investigación consistió en una evaluación económica y financiera aplicada a un sistema de riego mecanizado tipo pivote central que opera en la mencionada finca desde el año 2005. El informe se compone de diferentes capítulos que reflejan de forma separada los resultados obtenidos en el desarrollo de la investigación.

## Capítulo 1

### Descripción de la empresa

#### 1.1 Antecedentes

Los orígenes del Ingenio Caña Real se remontan a los tiempos cuando todavía se utilizaba el trapiche de dos molinos de 0.66 m de diámetro por 0.76 m de largo. Estaba ubicado en la finca Adelina, municipio de El Rodeo Sacatepéquez, donde se producía mieles vírgenes para destilar el ron colonial.

En 1976, el grupo de productores de licor decidió unir esfuerzos y producir sus mieles vírgenes en conjunto. Fue así como trasladaron los molinos a la Finca Galaxia cerca de La Democracia, en Escuintla, cerca de los ríos Achiguate y Guacalate, donde las condiciones del terreno plano, agua, una plantación de caña de azúcar y vías de acceso adecuadas para la compra de caña a terceros, eran las apropiadas para la instalación del ingenio.

A partir de la zafra de 1976/1977 ha operado sin interrupción, primero al producir mieles vírgenes y azúcar en forma combinada, y luego sólo azúcar. En mayo de 1983, un grupo de productores de caña de azúcar adquirió el Ingenio Caña Real, S.A. e hizo cambios a la estructura de operación en los molinos, calderas, tachos y evaporadores para producir sólo azúcar. La zafra 1983/1984 permitió producir 18,188 TM de azúcar, cantidad que superaba con creces la producción del año anterior.

En mayo de 1984 adquirió un tándem de seis molinos de 0,91 m de diámetro por 1,98 m de largo de la Central Guanica en Puerto Rico. El desmontaje se hizo en tres meses por personal guatemalteco. De forma paralela, en Guatemala se hizo el trabajo de fundición de bases para la instalación de cuatro molinos y los trabajos preliminares para iniciar la zafra en diciembre. El ensamblaje estuvo listo el 14 de diciembre y la zafra 1984/1985 dio como resultado una molienda de 252,021 TM de caña y una producción de 24,194 TM de azúcar con rendimiento de 98,82 kg/TM de caña al final de la zafra.

Se agregaron los molinos faltantes y terceras mazas a los molinos existentes para ampliar la molienda de 6,000 a 8,000 toneladas métricas diarias y en una segunda fase a 12,000 TM diarias. En la zafra 1994/1995 se duplicó la producción de la zafra 1990/1991 con la producción de 105,855 TM de azúcar con 7,906 hectáreas de tierra cultivada.

Se inició una nueva ampliación en 1996, cuando se adquirió un nuevo tándem de molinos de fabricación brasileña, de 1.09 m de diámetro por 2,13 de largo, que quedó instalado para producir en la zafra 1997/1998 y alcanzó una razón de molida de 493 TM/hora contra una razón de molienda anterior, lograda con un sólo tándem, de 335 TM / hora. De forma adicional se acondicionó el ingenio para manejar de manera simultánea dos líneas de producción y poder así producir al mismo tiempo dos tipos de azúcar.

En la zafra 2004/2005, abasteció el 13% del mercado interno por medio de un centro de empaque adecuado para el manejo de azúcar blanca con destino al consumo directo. Esto representó 25% de su producción y el 75% restante lo exportó, en producto diferenciado entre blancos y crudo a granel.

La plantación de Caña Real, tiene como finalidad garantizar la calidad varietal. Por tal razón, cuenta con tecnología, sistemas y programas especializados en el estudio, análisis, reproducción y cultivo de la caña de azúcar. Éstas prácticas eficientes le han caracterizado como líder en la agroindustria nacional.

### 1.1.1 Actividades principales

El Ingenio Caña Real se dedica a la producción de azúcar de caña, la cogeneración de energía eléctrica, y a la producción de alcohol.

### 1.1.2 Visión, misión y valores

➤ Visión: al 2015 desarrollaremos y atenderemos con presencia directa en al menos 5 mercados seleccionados en sus distintas líneas de negocio con productos y servicios diferenciados con un negocio energético equivalente al 50% del resultado de Ingenio Caña Real.

- Misión: desarrollamos con innovación y eficiencia, productos alimenticios, agrícolas y energéticos para mejorar la calidad de vida de las personas.
- Valores: Honestidad, humildad, pasión por los logros.

### 1.1.3 Objetivos

#### ➤ **General**

Incrementar la producción a través del desarrollo y mejoramiento de la productividad tanto en el campo como en la fábrica.

#### ➤ **Específicos**

- Tecnificar y capacitar los recursos humanos.
- Desarrollar proyectos y programas que incrementen la capacidad de los sistemas de producción del campo y la fábrica, la distribución y la comercialización del producto.
- Implementar programas dentro del área de influencia para mejorar las condiciones de vida de los trabajadores y el medio ambiente.

### 1.1.4 Políticas

El Ingenio Caña Real dentro de su política de gestión se compromete a lograr la satisfacción de sus clientes, a través de:

- Productos que cumplen sus necesidades y expectativas
- El desarrollo de una cultura de servicio
- La mejora continua de sus capacidades humanas y tecnológicas
- El desarrollo de su entorno social y ambiental

Este compromiso es la base para la rentabilidad y sostenibilidad del negocio. Su política de Inocuidad implica la fabricación de productos inocuos derivados de la caña de azúcar, para uso industrial y consumo directo.

Está comprometido a generar un ambiente laboral sano y seguro que permita el desarrollo y protección de las facultades físicas y mentales de las personas; cuida además sus activos y

recursos. Define la Seguridad Industrial como materia obligada en cada procedimiento y tarea que realiza, a través de:

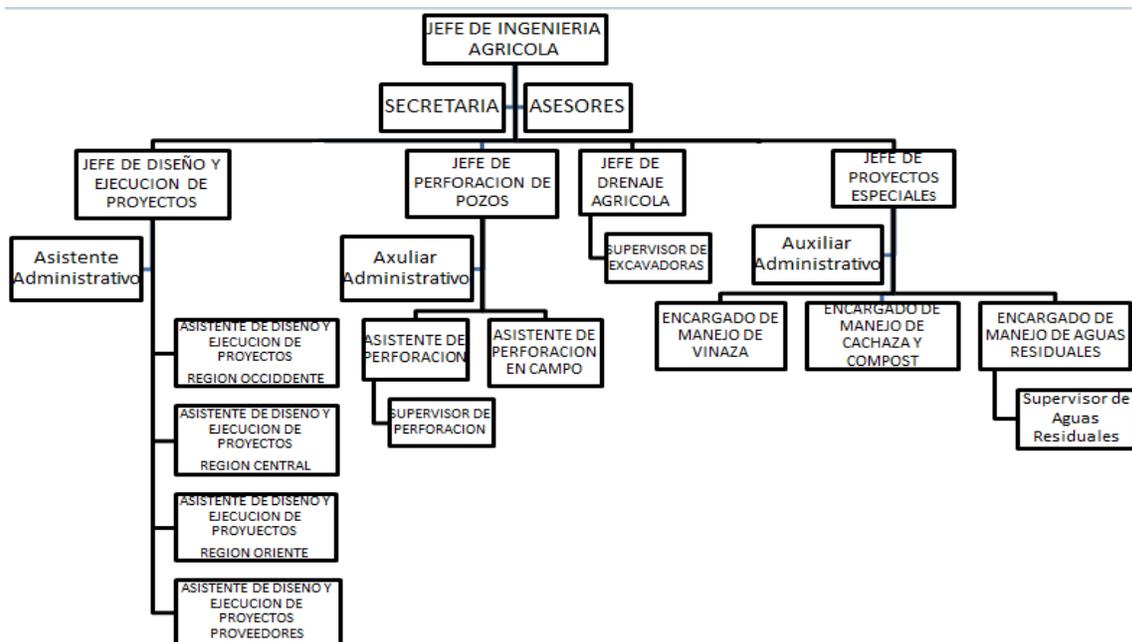
- Prevención de lesiones y enfermedades ocupacionales
- Participación de los colaboradores
- Cultura de auto-cuidado
- Respeto de Procedimientos
- Mejoramiento continuo

### 1.1.5 Organigrama

Dentro de la estructura orgánica general de Ingenio Caña Real, se encuentra una de las áreas más importantes de la división agrícola: El departamento de ingeniería agrícola, cuyas líneas de autoridad y responsabilidad se reflejan en el siguiente organigrama.

**Ilustración No. 1**

**Figura No.1: Estructura organizacional departamento de Ingeniería Agrícola del Ingenio Caña Real**



Fuente: Elaboración propia, julio 2012

### 1.1.6 Principales funciones de áreas de la estructura orgánica

A continuación se describe la misión y descripción de las principales funciones del jefe de Ingeniería Agrícola y los cuatro jefes de sección.

#### a) Jefe de ingeniería agrícola.

**Misión:** Administrar los recursos humanos y materiales para asegurarse que las actividades del departamento se realicen como se planifican.

Es el responsable de coordinar y planificar las labores de riego, drenaje, perforación de pozos, y el manejo de desechos de la producción de caña y destilación de alcohol.

Responde ante la gerencia agrícola sobre los resultados obtenidos de la ejecución de proyectos o problemas que se encuentren.

#### b) Jefe de diseño y ejecución de proyectos.

**Misión:** Implementar los sistemas de riego en cada zona cultivada con el fin de maximizar la producción mediante el riego.

Planifica y coordina los proyectos que se asigna a cada finca, y el sistema de riego que se implementará en campo. Se encarga de asesorar a cada asistente durante el proceso de cálculo, diseño, y ejecución de cada proyecto.

#### c) Jefe de perforación de pozos.

**Misión:** generar fuentes acuíferas para el abastecimiento de los sistemas de riego establecidos en las zonas productivas.

Tiene la función de planificar los puntos donde se establecerán los abastecimientos de agua, la asignación de los proyectos a las empresas que prestan el servicio de perforación, y la coordinación de la ejecución de los proyectos calculados y diseñados.

#### **d) Jefe de drenaje.**

**Misión:** diseñar los campos de cultivo para el establecimiento del sistema de riego adecuado y que permita la evacuación de los excesos de agua.

Este se encarga de diseñar y ejecutar los proyectos de drenaje agrícola en fincas que presentan problemas con inundaciones, y de realizar fuentes superficiales de agua (norias) para lugares donde no se han perforado pozos mecánicos.

Además coordina y distribuye la maquinaria agrícola (excavadoras) en las zonas productivas.

#### **e) Jefe de proyectos especiales.**

**Misión:** Realizar un óptimo manejo de los sub productos que se generan en la industrialización de la caña de azúcar.

Se encarga de coordinar los proyectos de cachaza, compost, vinaza y el manejo de aguas residuales. Esto con el fin de evitar que estos desechos afecten el medio ambiente.

### **1.1.7 Productos**

En párrafos anteriores se hizo mención de las principales actividades del Ingenio Caña Real, las cuales hacen referencia a sus productos:

➤ **Azúcar:** es el producto líder de esta empresa, el cual ha mostrado una creciente demanda en los últimos años; la que ha llevado a extender las plantaciones de manera considerable. Como efectos positivos se ha generado oportunidad de empleo y mercado entre otros.

Su producción de azúcar cumple con altos niveles de calidad que garantizan los requerimientos de sus clientes a través de un proceso que lo divide en recepción de caña, molienda, clarificación, evaporación, cristalización, separación, refinado, secado y envasado.

➤ **Alcohol:** como productora de caña de azúcar, la empresa aprovecha cada uno de los derivados de este cultivo, lo que permite la optimización de los recursos y la diversificación de los mismos. Basados en este sistema, se producen alcoholes y gases (extracción de CO<sub>2</sub> y metano) a través de la melaza (miel no cristalizable) como materia prima.

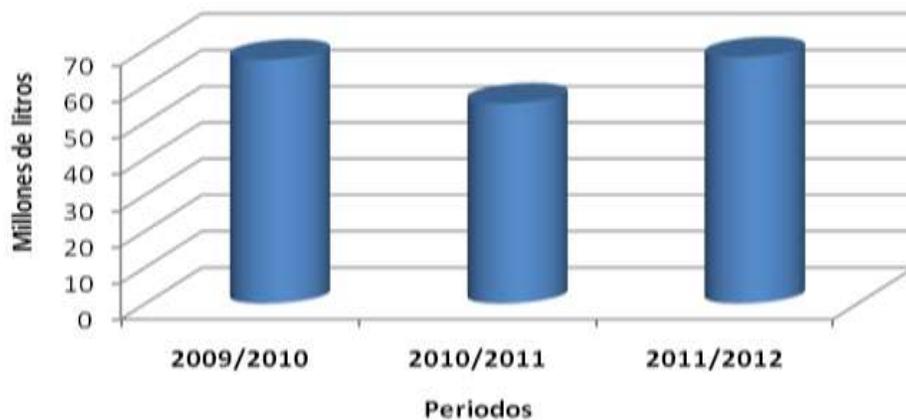
Para la producción de alcohol se desarrollan los siguientes subprocesos:

- a. Fermentación
- b. Destilación
- c. Almacenaje

En la producción de alcoholes se generan subproductos, en la actualidad los gases producidos se venden para la extracción de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) y metano.

### Ilustración No. 2

**Grafica No. 1: Producción de alcohol por período**



Fuente: Departamento de Comunicación Efectiva, Ingenio Caña Real, julio 2012.

➤ **Energía:** ante la oferta disponible y la demanda energética en Guatemala, se creó una ventana para contribuir al mercado energético. Esto motivó la exploración de nuevas alternativas y la inversión en la construcción de una planta de cogeneración que funciona a través de la combustión de bagazo de caña de azúcar. En los proyectos de ampliación se ha consolidado, a través de inversiones en la construcción de nuevas calderas, instalación de nuevos turbos generadores, una línea de transmisión de 230 Kv y dos nuevas subestaciones.

La producción de electricidad surge de la transformación de la energía térmica resultante de la combustión de bagazo de caña de azúcar y la producción de vapor de agua. La energía eléctrica generada es utilizada para consumo interno y como aporte a la red energética nacional.

**Cuadro No. 1**  
**Potencia efectiva de cogeneración de los ingenios azucareros**

Ingenio	MW
CAÑA REAL	111.20
A	58.70
B	37.00
C	35.40
D	26.70
E	21.20
F	14.10
G	13.70
	<b>318.00</b>

Fuente: Administrador del Mercado Mayorista-AMM-. enero 2011

Durante el período de zafra los ingenios suministran 318 megavatios (MW) de potencia efectiva al mercado mayorista –MM- que representa aproximadamente el 15% de la potencia del sistema eléctrico nacional suministrado a dicho mercado, superando la potencia de Chixoy, la principal hidroeléctrica nacional.

### Segmento que atiende

Guatemala exporta alrededor del 75% de su producción total de azúcar, siendo los principales mercados de exportación los Estados Unidos 18.0%, Corea del Sur 9.8% México 9.5%, Chile 8.4%. El 12% es utilizado para la venta preferencial tanto a nivel nacional e internacional a industrias como Coca Cola, Pepsi Cola, entre otras.

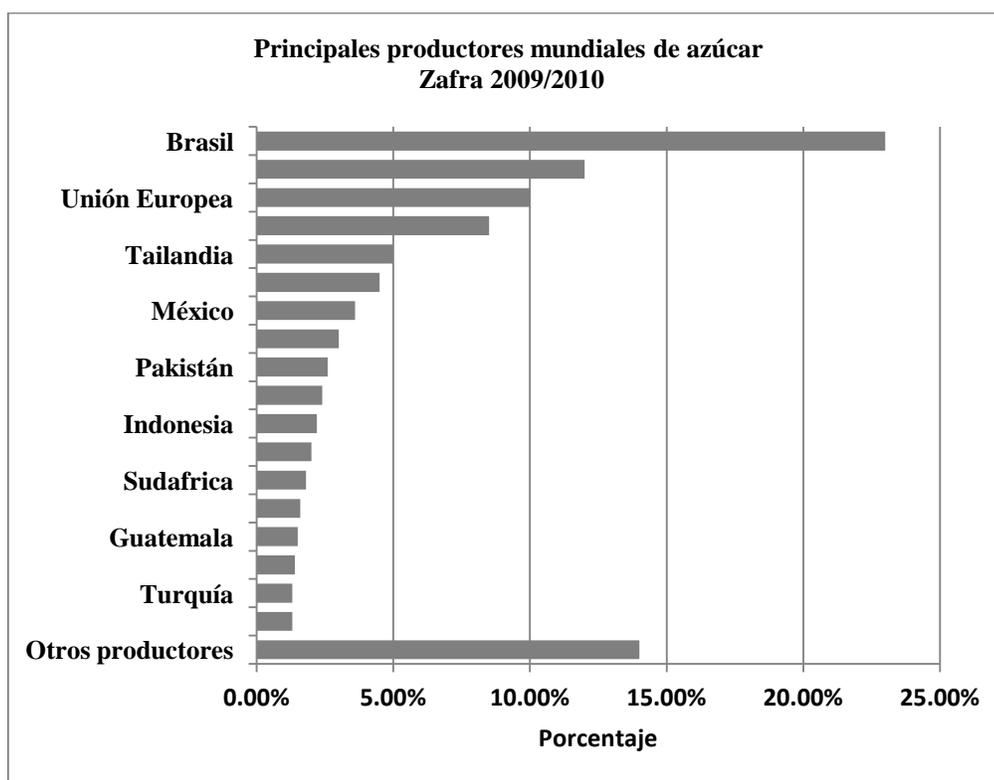
El 13% se distribuye para el consumo local a intermediarios: Don Justo Cabal, Caña Real, y otros.

### 1.1.8 Mercado

Desde el punto de vista económico, un mercado está constituido por productores, compradores y vendedores de un determinado bien o servicio; el mercado en el que se desenvuelve la empresa objeto de estudio está inmerso dentro de ese gran mercado global que representa el azúcar, en el que Brasil es el principal productor en el mundo, con el 23.3% de la producción mundial. Le siguen en orden de importancia, India con 11.3% y la producción conjunta de la Unión Europea con 10.0%. Por su parte, Guatemala ocupa el decimoquinto lugar con 1.5% de la producción mundial.

#### Ilustración No. 3

**Gráfica No. 2: Principales productores de azúcar a nivel mundial**



Fuente: Análisis Cuatrimestral de Sectores Económicos, abril 2010

La producción mundial de azúcar reportó volúmenes históricos en las zafras 2006/2007 y 2007/2008, lo cual se atribuye a los excedentes de producción de Brasil.

**Ilustración No. 4**  
**Gráfica No. 3: Principales exportadores de azúcar a nivel mundial**



Fuente: Análisis Cuatrimestral de Sectores Económicos abril 2010

En lo que respecta a las exportaciones, Brasil es el principal exportador de azúcar en el mundo con 46.5% del total. Le siguen en orden de importancia, Tailandia con 11.3% y Australia con 7.2%. Por su parte, Guatemala ocupa el quinto lugar con 3.0% de la exportación mundial.

### Ilustración No. 5

Gráfica No. 4: Principales importadores de azúcar a nivel mundial



Fuente: Análisis Cuatrimestral de Sectores Económicos, abril 2010

De manera tradicional los países que realizaban las mayores importaciones de azúcar eran Rusia y la Unión Europea. Sin embargo, en las últimas dos cosechas, India ha importado grandes volúmenes, comportamiento que se asocia a los problemas de producción en dicho país. En ese sentido, India participa con el 17.0% de las importaciones mundiales.

#### 1.1.10 Factores externos que influyen de manera significativa

➤ **Factor político:** la Asociación de azucareros de Guatemala AZASGUA, fija las cuotas que los ingenios deben cumplir para abastecer el mercado nacional, mediante estos convenios los ingenios adquieren el compromiso de cumplir a toda costa con estas cuotas. AZASGUA informó a finales de enero de 2010, que se registraría un incremento de 7.0% en el precio del azúcar para el mercado mayorista y de 5.0% en el precio para el consumidor final, derivado del

aumento en los costos de material de empaque, el cual es de origen importado; del incremento en el salario mínimo decretado por el gobierno; y de un ajuste propio al precio del azúcar, debido a que desde mayo de 2008 dicha asociación no efectuaba un ajuste en el precio.

Solórzano (2005) “comenta que dentro del Tratado de Libre Comercio entre Estados Unidos y América Central se planteó que las empresas centroamericanas que dañen el medio ambiente no podrán exportar a Estados Unidos. Las obligaciones ambientales serán objeto de multa para el Estado de Guatemala en un monto de US\$15 millones de dólares, ajustado cada año por la inflación. Si no se paga la multa, se procederá a la suspensión de beneficios arancelarios hasta que quede cubierta. Como consecuencia del TLC entre Estados Unidos y América Central se contemplaron medidas que garantizan los derechos ambientales, entre ellas están”:

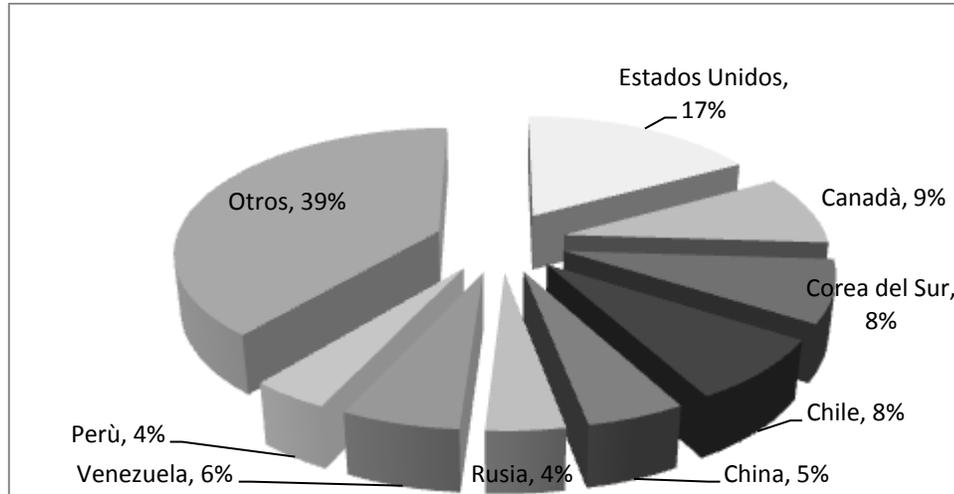
- Vigilancia continua de normas ambientales
- Ratificación de acuerdos internacionales
- Protección de especies biológicas
- Desarrollo de bienes y servicios ambientales
- Intercambio de información entre países

Esta es una medida política para que los países participantes en dicho tratado, fomenten dentro de su industria la protección y conservación del medio ambiente ya que Estados Unidos es el principal comprador de azúcar a los ingenios de Guatemala.

➤ **Factor económico:** Sagastume (2012) “Las exportaciones de azúcar en Guatemala han tenido un aumento de 5% en la última década, creciendo a un ritmo de 0.7% anual, ritmo que se ha visto afectado por las pérdidas en las producciones de los años 2006 y 2011 cuando se redujeron en 9 y 18% respectivamente. Estados Unidos ha importado el 17% de toda la azúcar producida en Guatemala pero para el último período (2011-2012) estas se redujeron en 44% debido a la pérdida de producción en campo. La baja de la producción significó una pérdida para Guatemala ya que es Estados Unidos el mercado que mejor paga el producto. Según la CEPAL la industria guatemalteca dejó de percibir casi 60 millones de dólares en el 2011.

## Ilustración No. 6

### Gráfica No. 5: Principales mercados internacionales para el azúcar de Guatemala



Fuente: trademap.org 2011

La anterior gráfica muestra los principales mercados internacionales para el azúcar de Guatemala, se aprecia que Estados Unidos es el mayor importador representando el 17% del mercado, seguido por Canadá con un 9%, y como tercero y cuarto lugares está Corea del Sur y Chile con un 8%.

➤ **Factor social:** para Ingenio Caña Real es muy importante el desarrollo del talento humano, por tal razón se enfoca en alcanzar la excelencia personal y profesional de sus colaboradores con un impacto positivo en la comunidad al contribuir al desarrollo del país. Este enfoque promueve un actuar responsable con base a una ética que beneficia el entorno por medio de los siguientes programas:

- Salud
- Formación y educación
- Servicios a colaboradores
- Apoyo a la comunidad

Ingenio Caña Real también brinda programas preventivos y correctivos en aspectos de salud al colaborador y su familia a través de:

- Clínica médica
- Servicios de salud ocupacional

Provee los medios de formación y aprendizaje necesario para fortalecer al personal en el área técnica y humana, a partir de un plan de capacitación de acuerdo a las necesidades de la organización a través de:

Programas de capacitación.

- Técnico industrial
- Agrícola
- Administrativa y gerencial
- Desarrollo de la cultura de excelencia
- Educación formal
- Educación primaria y secundaria acelerada para adultos
- Bachillerato en ciencias y letras por madurez
- Fondo de ayuda para estudios superiores

Con el objetivo de brindarles a los colaboradores las condiciones adecuadas para su buen desempeño, Ingenio Caña Real provee servicios adicionales a su personal con lo cual garantiza un clima organizacional idóneo para el desarrollo de sus competencias y habilidades.

Cuenta con programas de apoyo a las comunidades enfocados en las siguientes áreas:

1. Infraestructura
2. Estados de emergencia
3. Actividades culturales
4. Medio ambiente
5. Jornadas médicas

Por ejemplo:

Para conmemorar el día del árbol, el 22 de mayo se llevó a cabo la actividad de reforestación con el tema “YO SIEMBRO CALIDAD DE VIDA” con la participación de estudiantes de diferentes escuelas de las comunidades vecinas.

En dicha actividad se plantaron 1,100 árboles de las especies Teca, en un área de reforestación de una de las fincas. Se contó con el apoyo de técnicos del Instituto de Cambio Climático (ICC) y colaboradores del área de reforestación, quienes fueron los encargados de dar una breve explicación por escuelas de la importancia sobre el cuidado de los árboles, de reforestar, y la manera correcta de realizar dicha actividad. Para hacer conciencia y recordarles a los estudiantes de la importancia que tiene la conservación del medio ambiente.

➤ **Factor tecnológico:** la adaptación tecnológica en Ingenio Caña Real ha sido uno de los factores que han contribuido de manera relevante en el crecimiento de la empresa; esta se ve reflejada en las diferentes áreas que la conforman. Un domo es una estructura circular de concreto utilizado para el almacenamiento y manejo de productos a granel como granos, derivados del cemento, y en el caso de los ingenios: el azúcar. En la actualidad el Ingenio Caña Real tiene en proceso de construcción un domo con capacidad de almacenamiento de 75,000 toneladas de azúcar; el equivalente a 1.5 millones de sacos. Sus ventajas sobre otros sistemas de almacenamiento consisten en el manejo del producto con las condiciones óptimas de temperatura y humedad a través de sistemas controlados; lo que facilita procesar azúcar con estándares de calidad e inocuidad al tener poco contacto con personas.

Dentro de los programas de cultivo de la caña, se encuentra la labor de riego; esta es una labor que implica la utilización de fuentes de agua para el riego de cañales; dentro de estas fuentes están los pozos, los cuales se logran mediante perforaciones mecánicas profundas, cuyo propósito es la extracción de agua subterránea con un fin agrícola (en este caso). Para realizarlos de manera técnica, se hacen estudios previos que ayuden a determinar el lugar, profundidad, y litología del área donde se realice la perforación

La tecnología actual de perforación está diseñada para captar las aguas de un acuífero subterráneo confinado que está por debajo de los 300 pies, y que de esta forma no perjudica los pozos artesanales que tengan dichas comunidades, de igual forma con el aprovechamiento de los acuíferos confinados no se provoca daño ecológico a nacimientos de agua y bosques, que se encuentren en las áreas cercanas a los puntos de perforación.

### **Ilustración No. 7**

**Figura No. 2: Maquinaria y equipo utilizado en la perforación de un pozo mecánico**



Fuente: Elaboración propia, junio 2012

La metodología actual en la perforación de pozos consiste en hacer estudios de sondeos eléctricos verticales con el propósito de obtener la ubicación del mejor acuífero confinado a perforar.

- **Estudios hidrogeológicos:** para la realización de un sondeo eléctrico vertical (SEV) normal (distancia entre A y B 350 a 500 metros) se requiere de un operador y 3 a 4 ayudantes para mover los electrodos. Pueden efectuarse entre 3 y 6 por día, en función de la longitud final, la distancia entre uno y otro y las características topográficas. Luego de establecer la ubicación del sondeo, la dirección de sus alas, e instalar el instrumental de medición en el centro, se colocan los 4 electrodos (A, M, N, B) de acuerdo al dispositivo a utilizar.

#### **Ilustración No. 8**

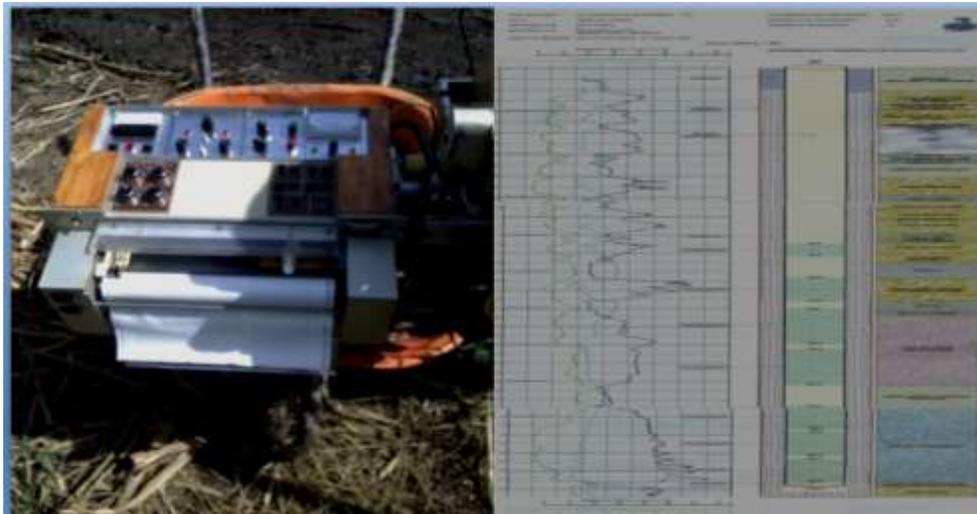
**Figura No. 3: Persona realizando un sondeo eléctrico en un punto de perforación de pozo mecánico.**



Fuente: Depto. Ingeniería Agrícola, agosto 2012.

### Ilustración No. 9

**Figura No. 4: Representación gráfica del perfil de un pozo**



Fuente: Depto. Ingeniería Agrícola, julio 2012

Izquierda: máquina receptora de información mediante cables eléctricos en pozos perforados.

Derecha: interpretación gráfica de la información recibida por la máquina receptora.

A través de electrodos se energiza el cable que proporciona las medidas de resistencia y conductividad para graficar el potencial espontaneo de agua teniendo en cuenta la resistencia natural del terreno, conductividad y resistividad, con este equipo se registra la gráfica con la que se realiza el perfil del pozo. Así se toma la decisión de realizar la perforación o no.

## **1.2 Planteamiento del problema**

En la empresa donde se realizó la investigación se utilizan cuatro sistemas de riego: aspersión por cañón, mini aspersión, gravedad por bombeo, y mecanizados, este último se subdivide en avances y pivote central. En términos monetarios, los sistemas mecanizados se caracterizan por un alto costo de inversión, por lo que deben ser sometidos a controles económicos y financieros con el fin de sacar el máximo provecho en su utilización. En el diagnóstico realizado durante la presente investigación, se determinó que actualmente los criterios de decisión en la implementación y operación de estos sistemas descansan en bases de carácter técnico más que económico y financieros.

La investigación se enfocó en determinar la viabilidad económica del uso y expansión del sistema de riego con pivote central, como una alternativa de aplicar riego en caña de azúcar con mayor eficiencia en el uso del agua a un menor costo de operación y con mayores beneficios económicos en el largo plazo.

## **1.3 Justificación**

La decisión para la implementación de un proyecto de inversión debe ser analizada no solo desde el punto de vista técnico, implica un buen análisis financiero y económico mediante la realización de una evaluación económica ya que se busca obtener un rendimiento financiero. En el ingenio Caña Real se ha invertido grandes cantidades de dinero en proyectos de riego con pivote, a pesar que se ha obtenido rendimientos aceptables en los cultivos de caña que son regados por estos sistemas, no se cuenta con datos precisos de su rentabilidad económica. Por tal razón, se considera de gran importancia la realización de la presente investigación que tiene como fin conocer la rentabilidad económica del sistema de riego con pivote que ha operado durante varios años.

## **1.4 Pregunta de investigación**

¿Cómo se puede conocer en forma objetiva la rentabilidad económica del sistema de riego con pivote central en la producción de caña de azúcar?

## **1.5 Objetivos**

### **1.5.1 General**

Conocer la rentabilidad económica del sistema de riego con pivote central que ya existe en la empresa que es objeto de estudio.

### **1.5.2 Específicos**

- Calcular el Valor Actual Neto (VAN) del sistema de riego con pivote central.
- Conocer la Tasa Interna de Retorno (TIR) del sistema de riego con pivote central.
- Analizar el periodo de recuperación de la inversión del sistema de riego con pivote central y la relación Beneficio/Costo

## **1.6 Alcances y límites**

### **➤ Alcances**

La presente investigación se llevó a cabo en una finca de un ingenio azucarero, se tomó como referencia un sistema de riego por pivote que funciona desde el año 2005. Dicha investigación se realizó en las fechas comprendidas del 20 de Septiembre al 31 de octubre de 2012.

### **➤ Límites**

Mucha de la información general y estadística no fue posible obtenerla de la empresa donde se realizó el estudio, se tuvo que consultar fuentes externas de información pública como CENGICAÑA, AZASGUA, y El BANGUAT, y se tomaron datos de la industria como referencia. Otra limitante fue que se permitió hacer la investigación con la condición que se cambiara el nombre real de la empresa.

## 1.7 Marco teórico

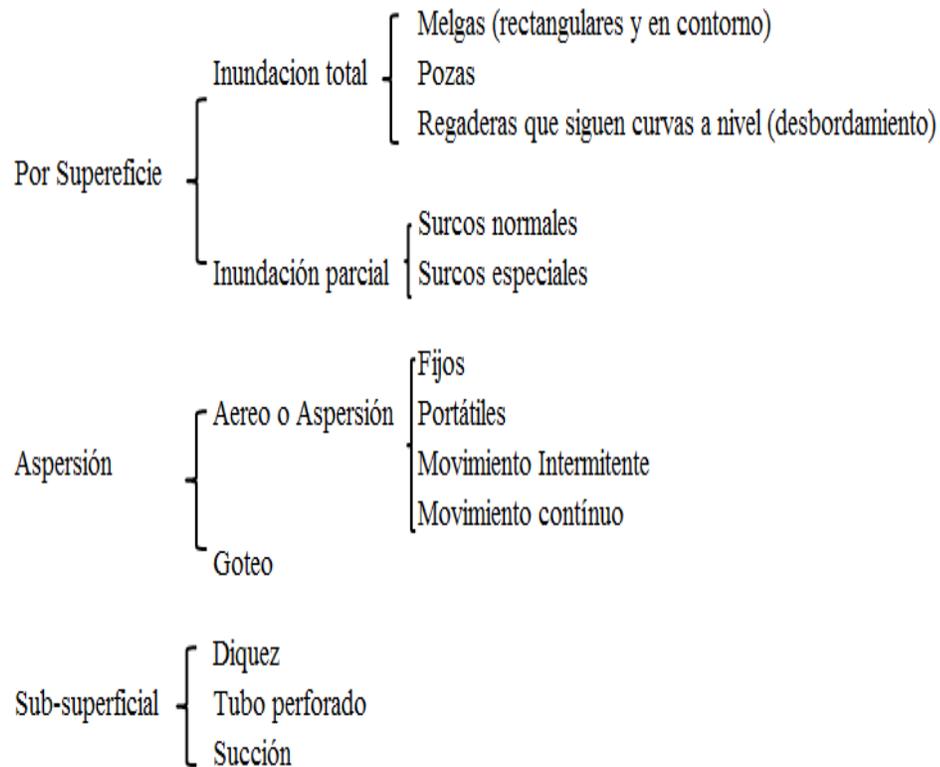
➤ **Importancia y concepto del riego:** Sandoval (2007) “el desarrollo económico y social de un país depende en gran medida de sus posibilidades para lograr una producción del sector agrícola acorde a sus necesidades de alimentos y además tener un excedente para exportar a otros países y servir de base a un desarrollo industrial. Los programas nacionales de desarrollo deberán considerar la incorporación a la producción agrícola de nuevas áreas de cultivo e intensificar el uso de aquellas tierras que de manera exclusiva han dependido del régimen de lluvias. Debe tratarse de ampliar la frontera agrícola mediante la ejecución de proyectos de riego y drenaje en áreas que sean factibles desde el punto de vista técnico, económico, y social. A través del incremento de áreas irrigadas, se eleva la producción agrícola teniéndose un mayor volumen disponible para asegurar la alimentación humana, consumo animal, uso industrial, exportación y el aumento del empleo. La utilización adecuada del recurso agua con fines de riego tiene impacto significativo en la economía de un país. El hecho de obtener más cosechas al año con la agricultura bajo riego y que además en cada una de ellas se obtenga una mayor producción, hace que las tierras que tengan riego sean más explotadas de manera que contribuyan al bienestar de la población en general, lo cual deberá ser la finalidad de todo sistema de riego.

Se denomina sistema de riego o perímetro de riego, al conjunto de estructuras, que hace posible que una determinada área pueda ser cultivada con la aplicación del agua necesaria a las plantas. El sistema de riego consta de una serie de componentes, los principales son: aspersores, bocatoma, canales de riego, canales de drenaje, dispositivos móviles de riego por aspersión, embalse, estación de bombeo, pozos, tuberías.

Sin embargo debe notarse que el sistema de riego no siempre debe constar de todas ellas, el conjunto de componentes dependerá de si se trata de riego superficial, por aspersión, o por goteo”.

➤ **Clasificación de los métodos de riego:** existen diferentes formas de aplicar agua a los suelos, en este párrafo se tratará sobre la clasificación, descripción y criterios de selección de los principales métodos de aplicación. Sandoval (2007) “los métodos de riego se pueden dividir en tres grupos, o tres formas básicas de aplicación del riego: por superficie, a presión y sub-superficiales”. Estos se subdividen de la manera siguiente:

## Clasificación de métodos de riego



Fuente: Sandoval Illescas, Principios de Riego y Drenaje, 2007

➤ **Descripción de los métodos de riego por aspersión:** Según Sandoval (2007) “estos sistemas se basan en la conducción del agua a presión a través de un sistema de tuberías hasta llegar a la parcela en donde el agua sale de la tubería por emisores (aspersores o goteros) que su diferencia depende del método. Los métodos de riego a presión se dividen en riego aéreo o aspersión y riego por goteo”. A continuación se describen estos métodos.

➤ **Descripción del método de riego por aspersión o aéreo:** Sandoval (2007) “es un método de riego en el cual se conduce el agua a presión hasta el terreno donde se aplica en forma de lluvia; esto se logra mediante el empleo de aspersores que tienen la función de romper el chorro de agua

en pequeñas gotas, para que de esta manera se aplique a la superficie del suelo de un modo uniforme y con una intensidad menor a la que se infiltre en dicho suelo”.

➤ **Partes fundamentales de un sistema de riego por aspersión:** para Esquit (2004) “las cuatro partes fundamentales de un sistema de riego por aspersión son: unidad de bombeo, tubería principal o de conducción, tubería lateral y aspersores. Además se deben considerar los accesorios (codos, tees, válvulas, elevadores, y otros).

•**Unidad de bombeo:** el equipo de bombeo proporciona la presión necesaria para poder asperjar el agua en el terreno, ya que son muy pocos los casos en los que la fuente de abastecimiento dispone de altura suficiente con respecto al terreno, como para poder obtener dicha presión por gravedad. Las instalaciones de bombeo pueden ser fijas o móviles y la elección del tipo de bomba depende de la forma en que se capta el agua (pozo, río, embalse) del caudal y de la presión requerida. La elección del sistema de accionamiento de la bomba, motor eléctrico o combustión interna depende de la disponibilidad de energía eléctrica en el lugar. La electricidad tiene las ventajas de menor costo de mantenimiento y equipos más económicos.

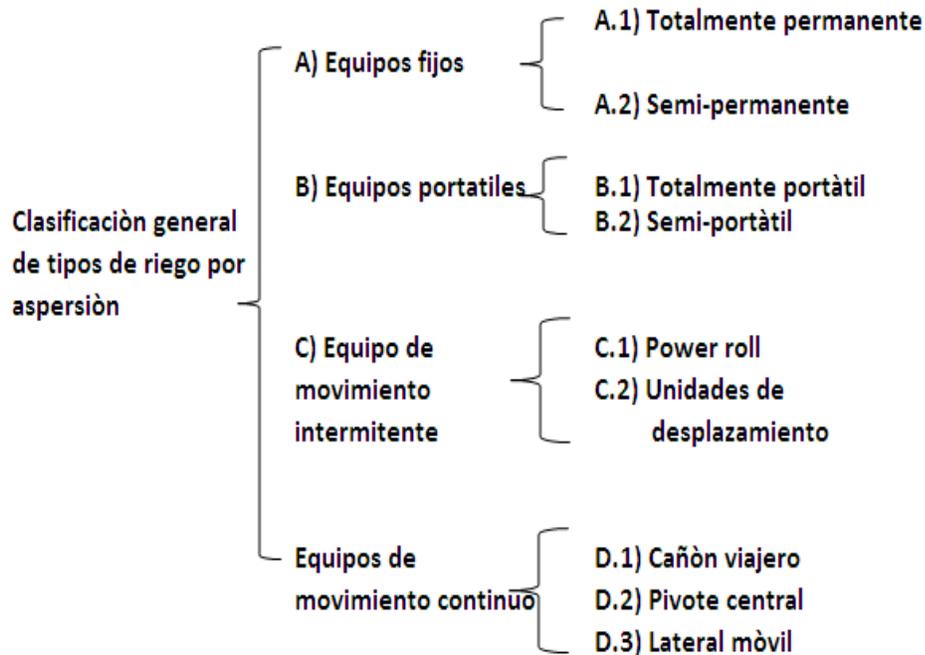
•**Tubería principal:** son los tubos de aluminio que conducen el agua que es impulsada por la unidad de bombeo hacia los aspersores”.

•**Adaptabilidad de los sistemas de riego por aspersión:** Sandoval (2007) “todos los cultivos, con excepción del arroz pueden ser regados por aspersión (aunque en la actualidad en algunos lugares de Estados Unidos donde se cultiva arroz sin inundarlo, se usa aspersión como un sistema de riego intermitente). Se adapta a suelos de cualquier textura, excepto aquellos en que la velocidad de infiltración es tan lenta que no es posible aplicar el agua a una intensidad de riego menor que la infiltración del suelo (normalmente una infiltración básica menor de 4mm/hora da problemas en este aspecto).

Se puede usar en cualquier pendiente que sea cultivable, es adecuado para suelos arenosos y poco profundos en donde los métodos de riego superficiales no podrían usarse, sobre todo si se requiere movimientos de suelo”.

➤ **Tipos de equipos de riego por aspersión:** Sandoval (2007) “la clasificación general de los diferentes tipos de equipo de riego por aspersión se muestran en la siguiente figura”:

### Clasificación de los tipos de riego por aspersión



Fuente: Sandoval Illescas, Principios de riego y drenaje, 2007

➤ **Equipos de riego por aspersión de movimiento continuo:** Sandoval (2007) “estos sistemas tienen la característica de proveer una distribución uniforme del agua debido al carácter mismo del sistema (movimiento sin interrupción), además reducen al mínimo los tiempos muertos como es el caso del cañón viajero o no existen, como es el caso del lateral móvil y pivote central y además la mano de obra requerida es mínima”.

➤ **Pivote central:** Esquit (2003) “este equipo de riego por aspersión consiste en un lateral con aspersores, generalmente es de 400m de largo y se mueve en forma circular alrededor del punto por el cual entra el agua en el sistema.

Debido a que la parte exterior gira más rápido que la parte central, el gasto de aplicación por unidad de longitud del lateral varía en proporción directa a la distancia al pivote central, para que de esta manera sea posible obtener una distribución uniforme del agua en toda el área irrigada.

Son máquinas autopropulsadas de riego por aspersión, son diseñadas para regar campos circulares hasta superficies de 100 hectáreas. Generalmente se alimentan de una fuente de agua que se encuentra en el centro del campo y el agua se traslada hacia un lateral rotatorio. La línea lateral está suspendida sobre el área cultivada por intermedio de estructuras metálicas en forma de “A” y espaciadas de 30 a 60 metros, a las estructuras en forma de “A” se les denomina torres, a la estructura intermedia entre dos torres se le conoce como tramo.

Toda la estructura del pivote es construida de hierro galvanizado, las partes importantes son: la base del pivote, conocida también como punto pivote, los tramos, las torres y en la parte final se encuentra un tramo suspendido por cables tensores, al cual se le denomina voladizo, en algunos casos el pivote consta de un cañón final o aspersor en el extremo del voladizo, cuyo objetivo es cubrir más área de riego. Cada torre está equipada con dos ruedas propulsadas por motores eléctricos, los cuales se abastecen de energía producida por un generador eléctrico, el que se ubica en la parte central del pivote, o bien puede ser de una línea del tendido eléctrico.

La energía se conduce por un cable de 11 líneas, el cual sale desde el generador, pasando por un anillo colector que convierte el flujo vertical de corriente a flujo horizontal, el cable se conecta a un interruptor eléctrico, posicionado uno sobre cada torre el cual permite que fluya energía al motor de la respectiva torre y éstos a su vez generan un movimiento rotativo que se conduce hacia cajas de engranajes por medio de transmisiones. Cada caja de engranajes está conectada a uno de los neumáticos o ruedas de las torres, de esa forma se genera el desplazamiento del pivote. Un sistema de guías controla el movimiento de las torres, con la finalidad de que éstas se muevan a una velocidad que las mantenga alineadas con la unidad central, la última estructura es la que realiza el mayor recorrido y su velocidad controla la velocidad de todo el sistema, sobre el lateral existen una serie de salidas para cada uno de los aspersores o emisores, los cuales trabajan en un

rango de presión de: 20 hasta 150 psi, así un pivote central puede trabajar con un caudal que va desde 198 a 1,200 galones por minuto”.

➤ **Evaluación económica:** Baca (2005) “el estudio de la evaluación económica es la parte final de toda la secuencia de análisis de la factibilidad de un proyecto. Si no han existido contratiempos, se sabrá hasta este punto que existe un mercado potencial atractivo: se habrá determinado un lugar óptimo para la localización del proyecto y el tamaño adecuado para este último, de acuerdo con las restricciones del medio; se conocerá y dominará el proceso de producción, como todos los costos en que se incurrirá en toda la etapa productiva; además, se habrá calculado la inversión necesaria para llevar a cabo el proyecto. Sin embargo a pesar de conocer incluso las utilidades probables del proyecto durante los primeros cinco años de operación, aún no se habrá demostrado que la inversión propuesta será rentable.

En este momento surge el problema sobre el método de análisis que se empleará para comprobar la rentabilidad económica del proyecto. Se sabe que el dinero disminuye su valor real con el paso del tiempo, a una tasa que se aproxima al nivel de inflación vigente. Esto implica que el método de análisis empleado deberá tomar en cuenta este cambio de valor real del dinero a través del tiempo”.

➤ **Costo de capital:** Baca (2005) “el costo de capital es un concepto financiero de suma importancia, pues constituye un vínculo esencial entre las decisiones financieras a largo plazo de la empresa y el beneficio de los propietarios de acuerdo con lo requerido por los inversionistas en el mercado. Se trata, en efecto, del “número mágico” al que se recurre para determinar si una inversión propuesta contribuirá a incrementar o a disminuir el precio de las acciones de la empresa. Es evidente que sólo aquellas inversiones que tiendan a aumentar el valor de las acciones serán las más aptas”.

•**Toma de decisiones de financiamiento/inversión:** Gitman (2007) “la empresa debe aceptar todo proyecto cuya tasa de rendimiento sea mayor que el costo marginal ponderado del nuevo financiamiento. Aunque la aceptación de proyectos adicionales incidirá en los rendimientos, el costo de capital marginal ponderado aumentará debido a que se requerirán mayores cantidades de financiamiento. Así la empresa deberá adoptar los proyectos en los que el rendimiento marginal

sobre la inversión resulte igual al costo de capital marginal ponderado. Después de tal proporción, el rendimiento sobre la inversión resultará menor que su costo de capital, este enfoque manifiesta congruencia con el objetivo de maximización del caudal de los propietarios”.

➤ **Técnicas de presupuestación de capital: certidumbre y riesgo:** Gitman (2007) “los flujos de efectivo deben ser analizados a fin de determinar, ya sea la aceptabilidad de un proyecto o la jerarquización de una cartera de proyectos. Se dispone de varias técnicas para efectuar dicho análisis. Los métodos de uso más generalizado reúnen los procedimientos del valor temporal, los conceptos de riesgo, rendimiento y valuación, y el costo de capital, a fin de seleccionar los proyectos de gastos de capital que concuerden con las metas que los propietarios de la empresa se han fijado”.

➤ **Técnicas no elaboradas de presupuesto de capital:** Gitman (2007) “las técnicas no elaboradas de presupuesto de capital no consideran de manera explícita el valor temporal del dinero mediante el descuento de los flujos de efectivo para hallar el valor presente. Son dos las técnicas o métodos no elaborados de que se dispone para determinar la aceptabilidad de las alternativas de gasto de capital. La primera consiste en calcular la tasa promedio de rendimiento, en tanto que la segunda se concentra en el cálculo del periodo de recuperación de la inversión”.

• **Tasa promedio de rendimiento:** Gitman (2007) “constituye un método de uso generalizado para evaluar los gastos propuestos de capital. Su atractivo reside en que se calcula, por lo general, a partir de información de tipo contable.

Criterio de decisión: el criterio de decisión al que se recurre cuando se emplea la tasa promedio de rendimiento para realizar decisiones de aceptación-rechazo es como sigue: si la tasa promedio de rendimiento es mayor que la tasa promedio de rendimiento mínima aceptable, se acepta el proyecto; de no ser este el caso, se le rechaza”.

• **Periodo de recuperación de la inversión:** Gitman (2007) “constituyen otro criterio de uso común en la evaluación de propuestas de inversión. El periodo de recuperación de la inversión es el número de años requerido para que la empresa recupere su inversión inicial de acuerdo con las entradas de efectivo calculadas. Si se trata de una anualidad, el periodo de recuperación se

determina al dividir la inversión inicial entre el flujo de efectivo anula: en el caso de un flujo mixto, las entradas de efectivo anuales deben ser acumuladas hasta que se recupere la inversión inicial.

Criterio de decisión: el criterio de decisión al que se recurre cuando se utiliza el periodo de recuperación para efectuar decisiones de aceptación-rechazo es como sigue: si el periodo de recuperación es menor que el periodo de recuperación máximo aceptable, se acepta el proyecto; de no ser este el caso, se le rechaza”.

➤ **Técnicas elaboradas de presupuesto de capital:** Gitman (2007) “las técnicas elaboradas de presupuesto de capital consideran de manera explícita el valor temporal del dinero. Estas comprenden el valor presente neto, el índice de redituabilidad y la tasa interna de rendimiento (también conocida como tasa interna de retorno). Estas tres técnicas descuentan los flujos de efectivo de la empresa con base en el costo de capital, los términos tasa de descuento y costo de oportunidad se usan de manera indistinta con costo de capital para designar el rendimiento mínimo que cabe esperar de un proyecto, a fin de que el valor de mercado de la empresa no experimente cambios”.

- **Valor Presente Neto:** Gitman (2007) “El VPN se calcula sustrayendo la inversión inicial al valor presente de las entradas de efectivo descontadas a una tasa igual al costo de capital de la empresa”.

VPN = valor presente de las entradas de efectivo – inversión inicial

- Criterio de decisión: Gitman (2007) “el criterio por emplear cuando se utiliza el VPN para efectuar decisiones de aceptación-rechazo es como sigue: si el VPN es mayor que cero se acepta el proyecto; de no ser este el caso, se rechaza. Si el valor presente neto es mayor que cero, la empresa percibirá un rendimiento superior a su costo de capital, lo cual contribuirá a incrementar el caudal de los propietarios de la compañía”.

- **Tasa interna de rendimiento:** INTECAP (2009) “en todo proyecto de inversión es preciso determinar cuál es la capacidad que tiene en generar beneficios que representarán el grado de rentabilidad de la inversión total del mismo. Existen varios índices que proveen datos importantes

para la toma de decisiones, pero la tasa interna de retorno es la más exacta en cuanto a porcentaje. La TIR se usa en todos los proyectos de inversión y resulta suficiente para que el inversionista privado tome la decisión de ejecutar el que le interese llevar a cabo. Para el sector público este indicador sirve de base para considerar los beneficios de un proyecto, aunque no lo suficiente, en este caso se necesita conocer, además de la TIR, los resultados del análisis económico de los mismos para determinar si se ejecuta o no.

**Métodos de cálculo:** a diferencia del cálculo de la TIR con el auxilio de la computadora, existen dos métodos que se utilizan para calcular la tasa interna de rendimiento:

a) **Método de prueba y error:** La TIR de un proyecto se calcula básicamente por el método de prueba y error, que comienza por especificar una tasa tentativa de actualización; con dicho procedimiento se busca la tasa de actualización que dé un valor actual neto igual a cero. Para encontrar la TIR se deben calcular todos los costos y beneficios proyectados para cada año del proyecto.

Luego se debe ordenar la información en un cuadro, para totalizar los costos y beneficios, de manera que éstos puedan restarse de los primeros, y anotar la diferencia de cada año. Se asume que todos los costos y beneficios de cada año ocurren al final del ciclo respectivo. Para obtener el flujo neto de cada año es necesario restar de los beneficios o ingresos totales de cada año, los costos o egresos totales del mismo periodo.

El VAN del proyecto se puede obtener al seguir los pasos ya explicados para este cálculo; es decir, al aplicar un factor de descuento adecuado para actualizar los flujos de fondos. Si el VAN resultante es positivo, para encontrar la TIR tendrá que especificarse un factor de actualización por aplicar que, a criterio de quien lo calcula pueda dar un VAN cercano a cero.

La actualización del flujo de fondos se obtiene al multiplicar el factor de actualización por el flujo neto de cada año. Con el flujo actualizado, se llega al VAN mediante la suma algebraica de todos los valores anuales netos. Si el VAN es un valor positivo, entonces se debe probar un factor de actualización un tanto mayor, y repetir las operaciones anteriores. En caso contrario, si el

VAN se torna negativo, hay que probar con un fa menor, hasta encontrar un factor de actualización que dé un VAN igual o casi a cero. Este será el valor de la TIR que se busca.

**b) Método por interpolación:** este es un procedimiento menos engorroso que el anterior, y para determinarla se debe proceder de la siguiente forma:

Si la tasa de actualización utilizada para encontrar el VAN del proyecto produce un valor positivo alto, quedan las opciones que se citan a continuación:

Se puede probar con un factor de actualización más alto, 40 a 50% mayor al VAN encontrado, cuyo valor actual se acerque a cero, se le designará como VAN1

Se prueba otro factor de actualización un tanto mayor a fin de que el VAN sea menor que cero, al que se llamará VAN2.

Para ello hay que desarrollar la fórmula siguiente:

$$TIR = Fa1 + [ D (VAN1 / VAN2 + VAN1)]$$

Donde:

Fa1= Tasa de actualización más baja

Fa2= Tasa de actualización más alta

D= diferencia entre las tasas de actualización (fa2-fa1)

VAN1= Valor actual neto para fa más baja

VAN2= Valor actual neto para fa más alta”

## **Capítulo 2**

### **Metodología**

Para la realización de la investigación se utilizaron técnicas básicas, las cuales consistieron en encuestas, entrevistas, análisis de datos históricos, y cálculo de los indicadores VAN Y TIR. Los datos recopilados fueron tratados de forma ordenada y simplificada, lo cual permitió obtener resultados importantes para fundamentarla propuesta del presente informe.

#### **2.1 Tipo de investigación**

La investigación utilizada en el presente informe fue del de tipo descriptiva, dado que se recopiló información sobre la metodología en la implementación y operación de los sistemas de riego, se consideraron factores cualitativos y cuantitativos provenientes de las diferentes fuentes de información tanto internas como externas.

#### **2.2 Relación sujetos y objeto de la investigación**

Los sujetos de la investigación fueron personas con puestos considerados claves para la presente investigación puesto que están involucrados ya sea de forma directa e indirecta en la operación y administración de los diferentes sistemas de riego utilizados en la empresa objeto de investigación, los sujetos encuestados y entrevistados fueron los siguientes:

- Administradores de fincas, son 12 y su participación fue por medio de la encuesta.
- Jefe de departamento, es 1 y su participación fue mediante una entrevista personal.
- El jefe administrativo, fue la persona que suministró información histórica.

##### **2.2.1 Población**

Por la naturaleza y características de la investigación, el tamaño de la población es 12 personas y se tomó la totalidad de la misma.

## 2.3 Instrumentos de investigación

Los instrumentos que se utilizaron en la presente investigación fueron los siguientes:

- **Cuestionario:** se elaboró un cuestionario no estructurado ya que los tipos de preguntas fueron combinadas o mixtas: se redactaron preguntas cerradas y abiertas con el propósito de darle libertad al encuestado a expresar sus respuestas de acuerdo a su experiencia en el uso y administración de los sistemas de riego.
  
- **Encuesta:** se hizo mediante un cuestionario no estructurado dirigido al grupo seleccionado, de esta forma se logró que el encuestado; en algunas preguntas, se expresara de acuerdo a sus conocimientos relacionados con el tema.
  
- **Análisis documental:** se consultó los diferentes reportes históricos de indicadores técnicos e información general que se encuentran disponibles en los registros del departamento de ingeniería agrícola.
  
- **Investigación bibliográfica:** se consultaron diferentes bibliografías que aportaron información relevante para este estudio.
  
- **Análisis FODA:** esta es una herramienta mediante la cual se consigue identificar los factores internos (fortalezas y debilidades) y externos (oportunidades y amenazas) que influyen dentro de una organización, mediante esta herramienta se logró identificar el factor crítico que es objeto de estudio en el presente informe.

## 2.4 Aporte esperado

**A la empresa:** la presente investigación será de gran utilidad para la empresa donde se realizó, dado que servirá de guía para las futuras decisiones en la implementación de sistemas de riego con pivote central, en vista de que en la actualidad estas decisiones en el departamento de ingeniería agrícola se basan en criterios de carácter técnico más que económico lo que las convierte en decisiones subjetivas y con un alto grado de incertidumbre.

**Para el país:** El aporte al país será por medio de la empresa donde se realizó la investigación, debido a que como unidad de producción las empresas que innovan sus procesos son capaces de lograr éxito ante los constantes retos impuestos por la globalización, en la medida que la empresa administre adecuadamente sus recursos a través la toma de decisiones bien sustentadas será capaz de obtener mejores resultados económicos con lo que estará en condiciones de generar y mantener empleo contribuyendo de esta manera con la economía del país.

**Al futuro profesional:** La información contenida en éste informe de práctica constituirá una fuente de información que se sumará a las miles que ya existen en las diferentes fuentes para aquellos profesionales que deseen enriquecer sus conocimientos relacionados con el tema.

**A la universidad:** El aporte a la universidad será demostrar que es una entidad formadora de profesionales con grandes capacidades de generar conocimiento en el ámbito de la administración.

## Capítulo 3

### Resultados y análisis de la investigación

#### 3.1 Resultados de la investigación.

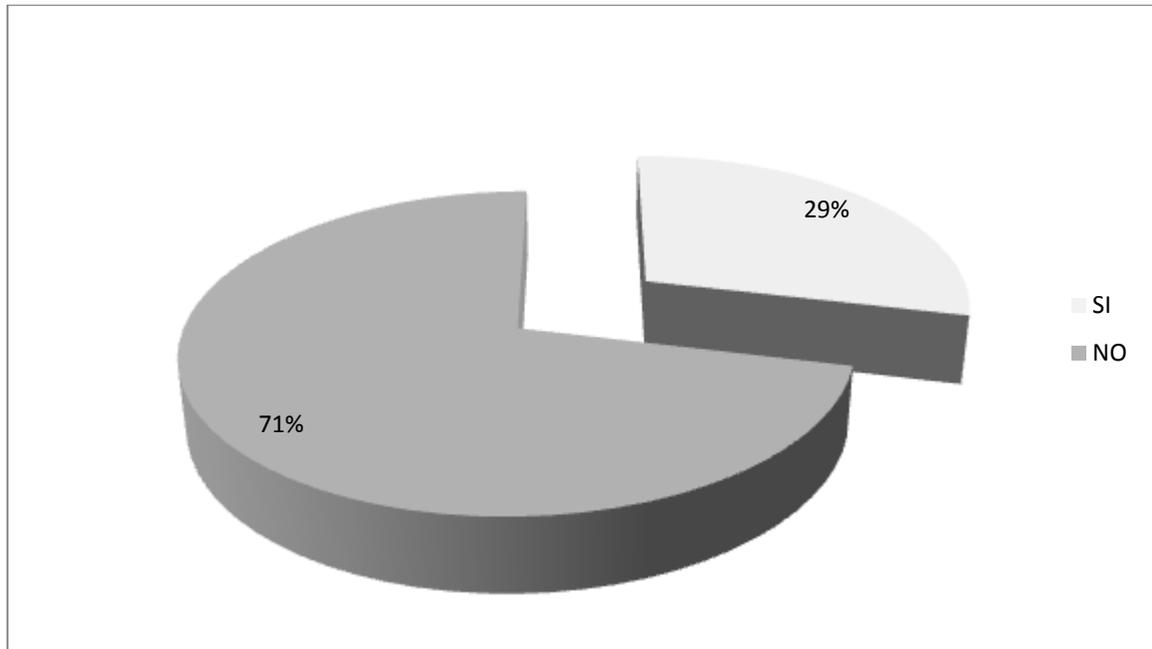
Durante la investigación se identificaron aquellos factores que se consideran fortalezas para el departamento de Ingeniería Agrícola, las cuales pueden ser utilizadas internamente en búsqueda de la eficiencia en todos los procesos técnicos y administrativos, también existen debilidades que pueden ser superadas a través del aprovechamiento de las oportunidades externas a la empresa. Y por último están las amenazas que también son externas y que fue importante identificarlas para saber cómo puede ser afectada negativamente la administración de los procesos y buscar la forma de convertirlas en oportunidades.

Cuadro 2  
FODA

Fortalezas	Debilidades
<ol style="list-style-type: none"><li>1 Posee personal con conocimientos técnicos en la materia.</li><li>2 Existe apoyo de la gerencia en la adquisición de equipo y personal.</li><li>3. Se posee equipo y maquinaria con capacidades de acuerdo a las exigencias.</li></ol>	<ol style="list-style-type: none"><li>1 Carece de personal con criterio económico-financiero.</li><li>2. <u>No existen una metodología definida para conocer la rentabilidad de los proyectos de riego a implementar.</u></li><li>3. No tiene un sistema propio de control de costos de operación de riego.</li></ol>
Oportunidades	Amenazas
<ol style="list-style-type: none"><li>1 Centros de capacitación y experimentación en relación con ingeniería agrícola (CENGICAÑA).</li><li>2 Áreas aptas para implementar sistemas de riego.</li><li>3 Capacidad de obtener tecnología nueva para riego.</li></ol>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Restricciones por parte de las autoridades ambientales en cuanto a la generación de fuentes de agua.</li><li>2. Daños provocados por fenómenos atmosféricos</li></ol>

Los resultados de la encuesta se muestran a través de las siguientes gráficas:

**Ilustración No. 10**  
**Gráfica No. 6: Utilización del sistema de riego con pivote**

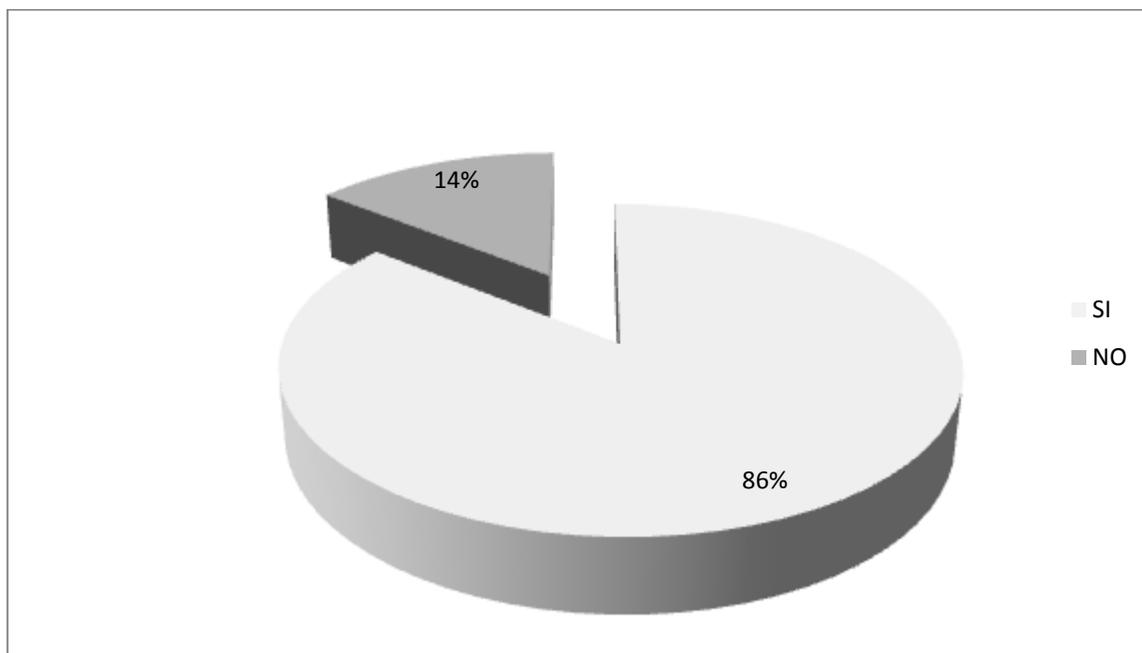


Fuente: Elaboración propia, septiembre 2012.

Solo 3 de las administraciones utilizan el sistema de riego con pivote y nueve no lo utilizan, dependerá del resultado económico que se realice a los proyectos futuros de riego, el expandir su uso en todas las administraciones.

### Ilustración No. 11

Gráfica No. 7: Opinión sobre la rentabilidad del sistema de riego con pivote

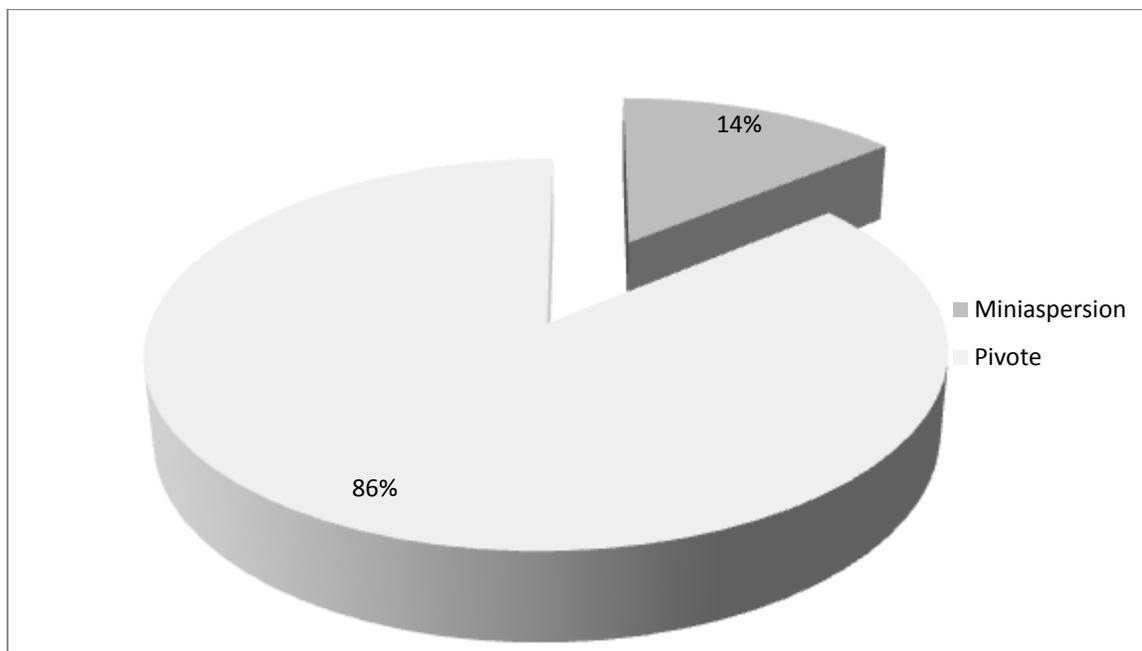


Fuente: Elaboración propia, septiembre 2012.

10 de los 12 administradores de la empresa dicen saber que el sistema de riego con pivote es rentable, sólo 2 no saben. Este resultado hace referencia a la opinión subjetiva del administrador encuestado porque de los 10 que respondieron positivamente solo tres utilizan el sistema.

### Ilustración No. 12

**Gráfica No. 8: Preferencia sobre el uso de dos sistemas de riego**



Fuente: Elaboración propia, septiembre 2012.

10 de los administradores prefieren en sus fincas un sistema de riego con pivote y no uno de mini aspersión, los argumentos por esta preferencia se muestran en el siguiente resultado.

**Los argumentos que exponen los administradores para preferir un sistema de riego tipo pivote central se describen a continuación:**

- Existe mayor eficiencia y eficacia en el riego.
- Mayor uniformidad de distribución.
- Facilidad de control de operación.
- Eficacia en otras labores como la aplicación de herbicidas y fertilización.
- Porque se utiliza menos personal en la operación y además el riego es más uniforme y se pueden realizar frecuencias más cortas en algunas partes de la finca donde amerite.

- Porque se puede controlar mejor la lámina deseada a aplicar, y se requiere de menos personal para la operación.
- Es más rentable este sistema.
- Porque permite un manejo más adecuado de las labores de campo, y es además lo más cercano a una lluvia, de manera que se obtiene una mejor eficiencia en la aplicación de agua.

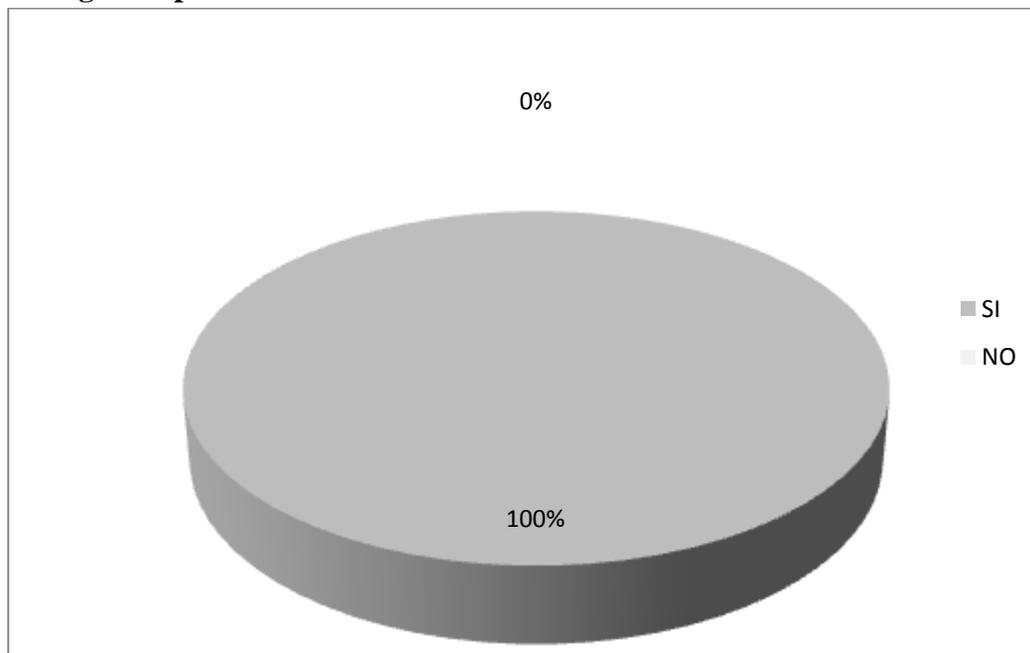
Al analizar cada una las respuestas obtenidas a esta pregunta en todos los cuestionarios, se pudo notar que en su mayoría, los argumentos hacen referencia a aspectos de carácter técnico y de manejo de labores; tan sólo se obtuvo una respuesta que hace referencia al aspecto económico: “Es más rentable este sistema”. Esto sustenta el hallazgo de que las decisiones actuales para implementar un sistema de riego se basan en criterios más técnicos que económicos y financieros.

**Los dos administradores restantes que prefieren el otro sistema de riego exponen los siguientes argumentos:**

- En el pivote ocurren daños accidentales en las torres.
- El tiempo de reparación del pivote es mayor y esto perjudica la frecuencia de riego llegando a causar a veces stress hídrico (falta de humedad).
- En el sistema de mini aspersión cualquier daño en tubería es inmediata la reparación, lo cual tiene mayor ventaja.
- Por la facilidad de instalación del sistema.
- Facilidad de operación.
- Facilidad de reparación.
- Puede operar con equipo faltante.
- En algunas ocasiones no solo la topografía debe tomarse en cuenta, se debe considerar topografía-textura de suelo, ya que topografía irregular y suelo arcilloso supone problemas de patinaje y caídas del equipo mecanizado.

### Ilustración No. 13

**Gráfica No. 9: Opinión sobre el rendimiento en toneladas por hectárea del sistema de riego con pivote**

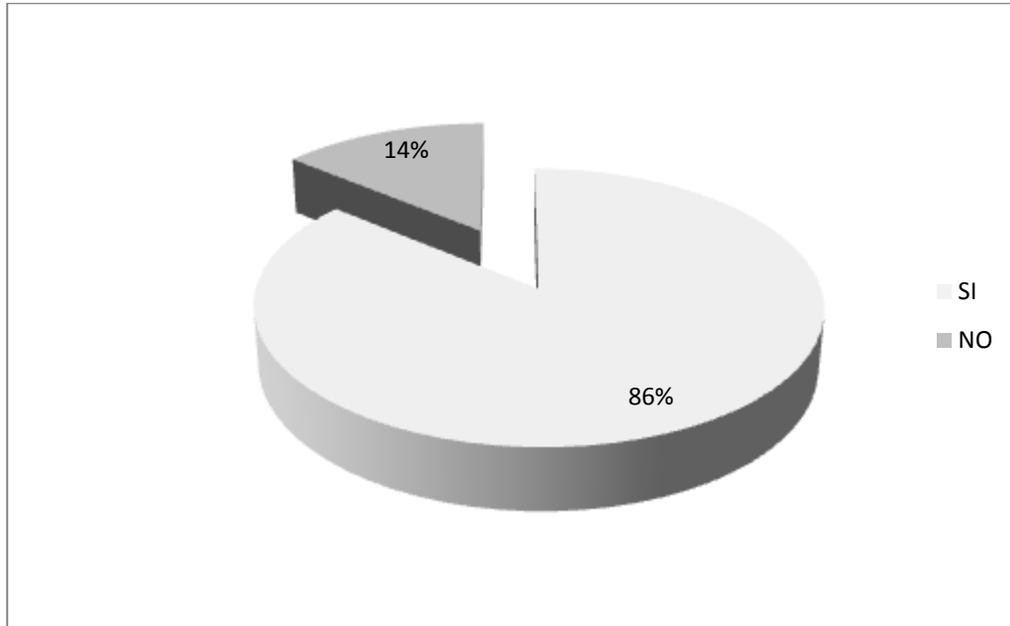


Fuente: Elaboración propia, septiembre 2012.

A pesar que no todos los administradores utilizan en sus fincas un método de riego con pivote, los 12 administradores existentes creen que se obtienen mejores rendimientos de toneladas de caña por hectárea al regar con pivote que al hacerlo con otros métodos. Sin embargo, esto no significa que por ello, el sistema sea rentable, ya que estos rendimientos deben relacionarse con sus costos de inversión y operación.

### Ilustración No. 14

**Gráfica No. 10: Rendimiento de toneladas con el sistema de riego por pivote**

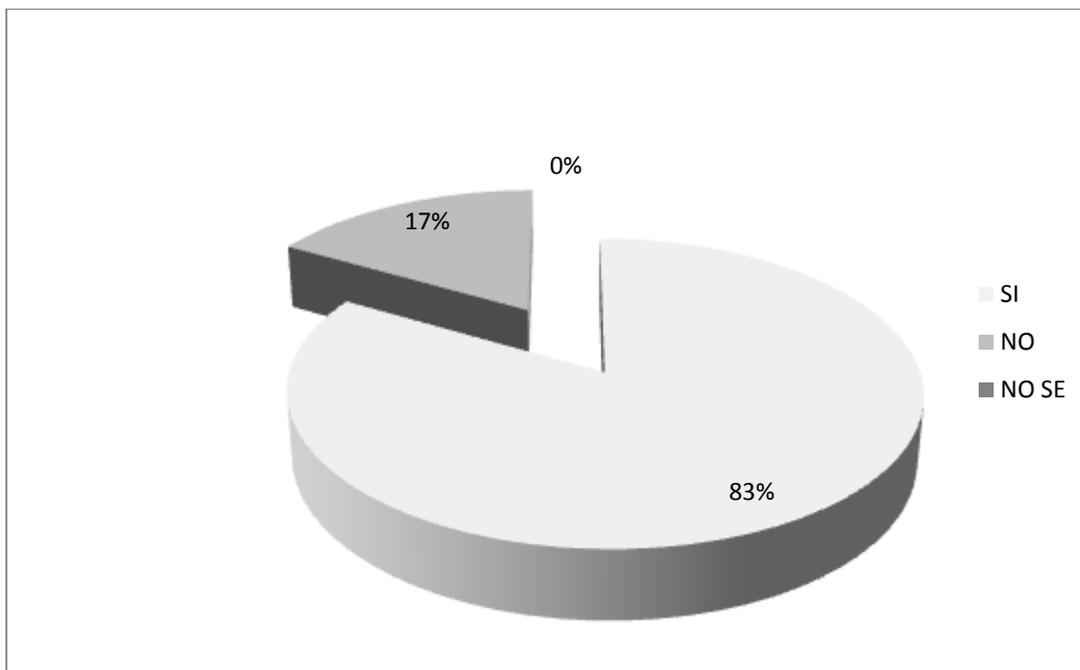


Fuente: Elaboración propia, septiembre 2012.

Según la experiencia de los diferentes administradores de las fincas manifiestan que sí se obtienen más toneladas de caña por hectárea al regar los cultivos con el sistema de riego por pivote, toda vez los parámetros de diseño sean correctos y la supervisión de la operación sea eficiente.

## Ilustración No. 15

**Gráfica No. 11: Rendimiento del sistema de riego por pivote comparado con otros métodos de riego**



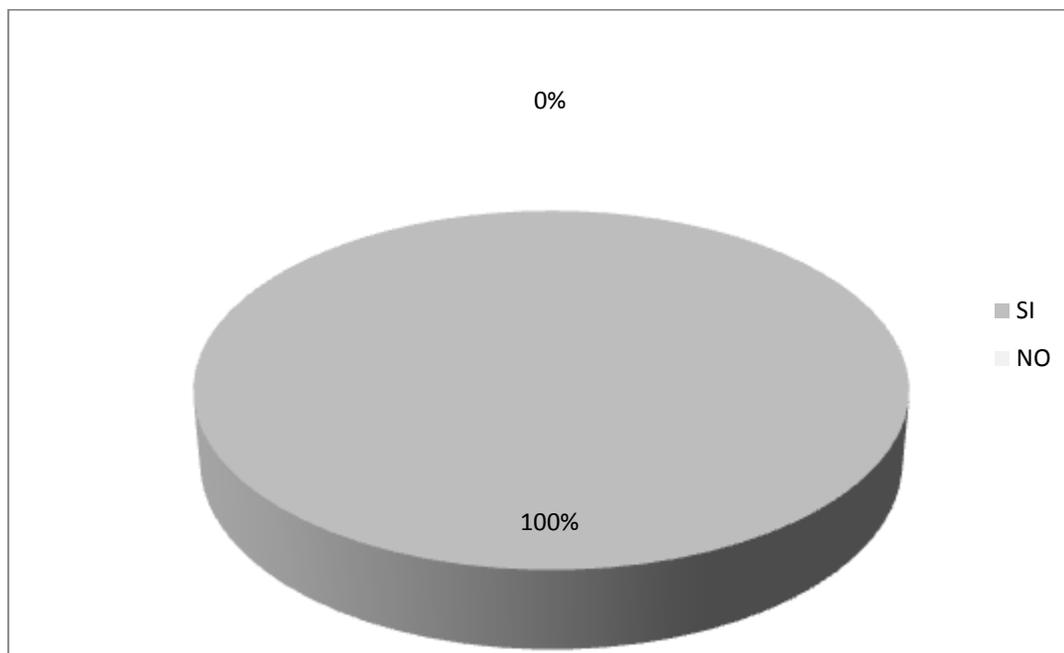
Fuente: Elaboración propia, septiembre 2012.

En la gráfica No. 11 puede observarse la opinión de los administradores cuando se les cuestionó sobre cuál sistema de riego es mejor. Del total, 83% cree que el rendimiento obtenido con el riego mecanizado es mejor que con cualquiera de los otros sistemas que actualmente están en uso en la empresa.

El restante 17% dijo no creer que el rendimiento de sistemas de riego mecanizado sea superior al de otros sistemas, esta opinión obedece a que hay ciertos lugares donde se opera con sistemas mecanizados que en la época más seca que corresponde al mes de marzo, equipos operan con paros o tiempos perdidos por falta de agua, lo cual afecta la productividad de las plantaciones de caña y el efecto que debería darse en el cultivo queda enmascarado.

### Ilustración No. 16

**Gráfica No. 12: Desventajas del sistema de riego con pivote central**



Fuente: Elaboración propia, septiembre 2012.

Al preguntar a los administradores si encuentran desventajas en el método de riego con pivote, los doce respondieron en forma positiva. Se formuló una pregunta de respuesta abierta con el fin de conocer cuáles son las principales desventajas según el criterio de cada uno, la pregunta y respuestas se presentan a continuación.

Las principales desventajas en el uso del sistema de riego mecanizado con pivote que respondió cada administrador según su criterio, se resumen a continuación:

- Mayor riesgo de daño en la estructura, presenta un alto costo en la reparación.
- Diamantes sin regar, lo que implica combinar sistemas de riego (El diamante es la parte que no alcanza a regar el sistema de pivote, para lo cual se acude a otro método de riego de menores dimensiones como puede ser aspersión por cañones, mini aspersión, o gravedad por bombeo).

- En terrenos no uniformes son vulnerables de caer.
- Atascamiento de las llantas de las torres en partes bajas del terreno
- La formación de mano de obra calificada para operar estas maquinas.

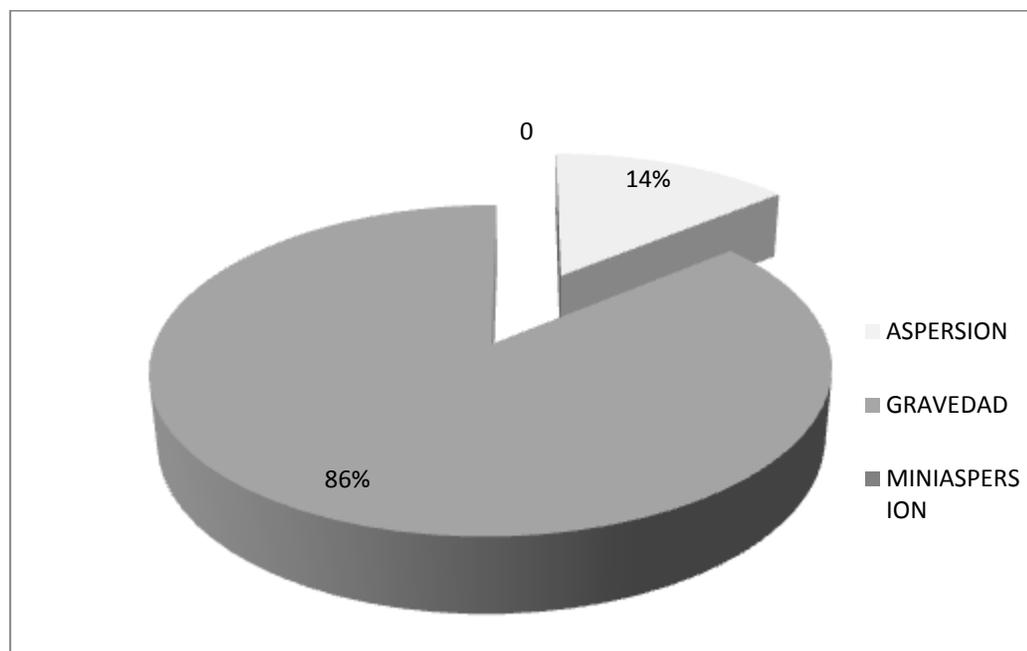
Esto se refiere a que estos sistemas funcionan con sistemas computarizados, por lo que el personal que se contrate para operarlos debe tener un determinado nivel de preparación académica (tercero básico); o bien la aptitud para ser capacitado en la operación y funcionamiento de los mismos ya que la estacionalidad y naturaleza del trabajo, no permite captar de forma permanente personal con más altos niveles de estudio.

- Se requiere más tiempo de instalación, y también apoyo de más maquinaria para ello (tractores).

Es importante tomar en cuenta que a pesar de todas las desventajas mencionadas por parte de los administradores, la mayoría de éstos: el 86% (ver gráfica No. 8) prefieren un sistema de riego tipo pivote ante otro método de riego. Esto significa según su experiencia, que estas desventajas son compensadas y superadas con los beneficios que se obtienen mediante el uso de este sistema de riego.

### Ilustración No. 17

**Gráfica No. 13: Competitividad de otros métodos de riego con el sistema por pivote**



Fuente: Elaboración propia, septiembre 2012.

En la gráfica No. 11 se observó la opinión de los administradores donde la mayoría expresó que el sistema de riego por pivote es superior a otros.

En esta gráfica se puede apreciar la proporción de respuestas a la pregunta de ¿cuál es el sistema que más compite con el sistema por pivote?. El 86% de los entrevistados respondió que el sistema de riego por mini aspersión es el que mejor compite con el sistema por pivote.

En opinión del otro 14% de administradores, es el sistema de riego por aspersión el que mejor compite con el mecanizado.

El resultado de 86% está sustentado en que el sistema de riego por mini aspersión presenta las ventajas de que puede diseñarse para terrenos que no necesariamente deben ser uniformes y homogéneos, y además porque su costo de inversión es inferior al de sistema por pivote.

## 3.2 Análisis de los resultados

El análisis de los resultados de la investigación se muestra a través de los siguientes aspectos.

### 3.2.1 Aspectos evaluados

Los aspectos evaluados se describen a continuación:

#### 3.2.1.1 Financieros o económicos

Con la aplicación del riego a los cultivos de caña de azúcar se obtienen rendimientos superiores a los que se obtienen sin esta labor (del 35 al 55 toneladas), estos rendimientos se traducen en mayores beneficios económicos para la empresa, ya que a mayor cantidad de toneladas por hectárea, se logran mayores cantidades de quintal es producidos y vendidos, no obstante ; la implementación del sistema de riego cualquiera que sea el método, requiere de un alto costo de inversión y de operación para el mantenimiento de dicha labor; en el siguiente cuadro se muestra un comparativo de los rendimientos obtenidos con riego y sin riego en la finca que se tomó como referencia para la presente investigación:

**Cuadro No. 3**

**Finca Nueva Esperanza: Histórico de producción en toneladas y quintales de azúcar con aplicación de riego.**

ZAFRA	TONELADAS DE CAÑA POR HECTAREA	QUINTALES DE AZUCAR POR TONELADA	HECTÁREAS DE LA FINCA	TONELADAS DE CAÑA POR ZAFRA	QUINTALES DE AZUCAR PRODUCIDOS
2004-2005	121.73	2.33	375	45,648.75	106,361.59
2005-2006	123.77	2.17	375	46,413.75	100,717.84
2006-2007	146.08	2.13	375	54,780.00	116,681.40
2007-2008	134.45	2.17	375	50,418.75	109,408.69
2008-2009	118.15	2.32	375	44,306.25	102,790.50
2009-2010	143.43	2.15	375	53,786.25	115,640.44
2010-2011	124.85	2.18	375	46,818.75	102,064.88
2011-2012	131.42	2.13	375	49,282.50	104,971.73

Fuente: Elaboración propia con datos proporcionados por el área administrativa, septiembre 2012.

Es importante hacer mención de que todos los años presentados en el cuadro anterior, los cañales han recibido riego con el método de pivote central, lo que significa que los rendimientos

obtenidos en toneladas de caña por hectárea, tienen un adicional de 20 toneladas a lo que rendirían sin haber recibido riego con este sistema.

En el siguiente cuadro se muestran los rendimientos de producción sin riego, esto significa que los datos de toneladas de caña por hectárea no contemplan las 20 toneladas adicionales que se obtienen con la aplicación de riego con el sistema tipo pivote central.

#### **Cuadro 4**

##### **Finca Nueva Esperanza: Histórico de Producción sin riego en toneladas y quintales de azúcar sin aplicación de riego.**

ZAFRA	TONELADAS DE CAÑA POR HECTAREA	QUINTALES DE AZUCAR POR TONELADA	HECTÁREAS DE LA FINCA	TONELADAS DE CAÑA POR ZAFRA	QUINTALES DE AZUCAR PRODUCIDOS
2004-2005	101.73	2.33	375	38,148.75	88,886.59
2005-2006	103.77	2.17	375	38,913.75	84,442.84
2006-2007	126.08	2.13	375	47,280.00	100,706.40
2007-2008	114.45	2.17	375	42,918.75	93,133.69
2008-2009	98.15	2.32	375	36,806.25	85,390.50
2009-2010	123.43	2.15	375	46,286.25	99,515.44
2010-2011	104.85	2.18	375	39,318.75	85,714.88
2011-2012	111.42	2.13	375	41,782.50	88,996.73

Fuente: Elaboración propia con datos proporcionados por el área administrativa, septiembre 2012.

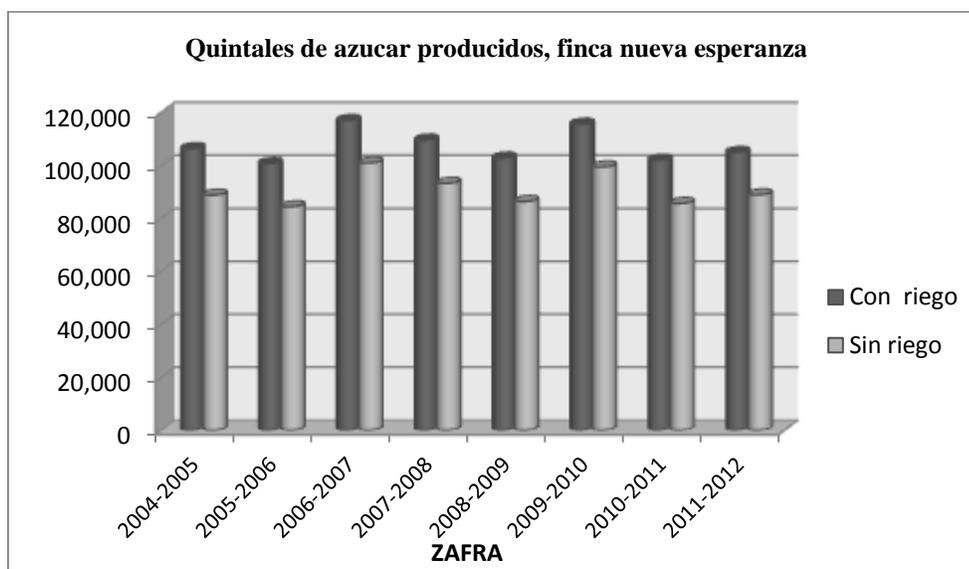
En el cuadro 4 se aprecia las producciones en quintales de azúcar por zafra, estas; a diferencia del cuadro 3 son menores porque al no aplicar riego, las toneladas por hectárea se reducen.

Los dos cuadros anteriores se resumen en la siguiente gráfica en la que se puede apreciar la diferencia entre los quintales de azúcar producidos cuando se ha regado con el método por pivote, y los quintales de azúcar producidos sin que se haya regado con éste sistema.

Las producciones son mayores cuando se aplica riego en la finca ya que se obtienen más toneladas por hectárea y por consiguiente mayores quintales. El rendimiento de quintales por tonelada no se ve afectado por el riego, la cantidad de quintales se incrementa por las toneladas obtenidas.

## Ilustración No. 18

**Gráfica No. 14: Comparativo de producción de azúcar con riego y sin riego**



Fuente: Elaboración propia, julio 2012

### 3.2.1.2 Administrativos

Los gerentes de producción y los administradores de finca son los encargados de darle seguimiento a la operación del riego en coordinación con los ingenieros agrónomos del departamento de ingeniería agrícola, los sistemas de riego mecanizados tipo pivote central no están presentes en todas las fincas, sin embargo; todos los administradores cuentan con los conocimientos técnicos necesarios en caso se decidiera instalar un sistema de riego en cada administración. Para la operación de este tipo de sistema se requiere de personal selecto dentro del nivel operativo ya que el manejo del sistema requiere de destrezas en el manejo de tableros computarizados.

La temporada de riego en los ingenios azucareros tiene una duración de seis meses en promedio, comprendidos entre noviembre de un año a abril del siguiente. El Ingenio Caña Real invierte recursos en mantenimiento de mano de obra durante los meses de mayo a octubre con el objetivo de disponer del personal calificado para operar los equipos de riego cuando inicia la nueva temporada.

### 3.2.1.3 Mercadológicos

Con el uso de un sistema de riego mecanizado tipo pivote, se incurre en una serie de procesos que tienen una estrecha relación con el aspecto mercadológico, en primer lugar se puede mencionar que los proveedores presentan una serie de ventajas técnicas, ambientales, y económicas que estos equipos tienen en comparación con otros. Sin embargo se debe tomar en cuenta que si se obtiene una mayor producción en quintales de azúcar, esto implica un costo adicional en la fabricación y exportación del excedente obtenido, ya que el 70% de la producción se destina a la exportación. Estos aspectos se verán más a detalle en los cálculos financieros.

## **Capítulo 4**

### **Solución propuesta**

#### **4.1 Propuesta de solución o mejora**

La propuesta de solución a la problemática planteada consiste en la realización de evaluaciones económicas – financieras a los sistemas de riego previo a su implementación mediante una hoja de Excel diseñada para tal efecto.

##### **4.1.1 Introducción de la propuesta**

En este capítulo se presentarán los distintos pasos que se deberán realizar en forma secuencial para poder hacer un análisis económico y financiero a un determinado proyecto de riego que se planea implementar, se presentarán por separado cada una de las hojas contenidas dentro de la hoja electrónica general de cálculo se describirá y explicará cada uno de los pasos necesarios para obtener los resultados.

##### **4.1.2 Antecedentes de la propuesta**

Los métodos de riego que se utilizaban al principio en el ingenio Caña Real, eran los sistemas de aspersión por cañón, y gravedad por surcos, pero al igual que los demás procesos del ingenio; en la búsqueda de ser más competitivos a través de la eficiencia, el departamento de ingeniería agrícola gracias al apoyo de asesorías profesionales en el ramo y mediante profundas investigaciones ha logrado implementar nuevos métodos de riego que se consideran eficientes desde los puntos de vista técnico, económico y ambiental; de esta manera se logró en el año 2005 instalar sistemas de riego por mini aspersión y mecanizados, estos últimos de tipo avances frontales y pivote central. Sin embargo, las fortalezas de los criterios de decisión se han enfocado hacia los aspectos técnicos, restándole importancia a la búsqueda de criterios económicos objetivos.

### 4.1.3 Justificación de la propuesta

Se considera de mucha importancia la propuesta a la problemática planteada en la presente investigación debido a que los costos de inversión de los sistemas de riego mecanizado tipo pivote son altos, y porque en la actualidad se desconoce con precisión la rentabilidad de los proyectos que utilizan este tipo de sistema.

### 4.1.4 Objetivos

#### ➤ General

- Conocer la rentabilidad del sistema de riego con pivote central que funciona desde el año 2005.

#### ➤ Específicos

- Realizar un análisis financiero del sistema de riego con pivote central de finca Nueva Esperanza.
- Diseñar una hoja de cálculo para realizar análisis financiero a los proyectos de riego que se planeen implementar en el futuro.
- Establecer indicadores financieros que vislumbren el resultado económico de cada proyecto, dígame: VAN, TIR, Retorno de la inversión, y relación beneficio costo.

### 4.1.5 Contenido de la propuesta

En esta investigación se considera que el paso inicial para realizar una evaluación económica y financiera es calcular el monto de la inversión inicial del proyecto de riego, la hoja electrónica diseñada para realizar el análisis financiero que se propone contiene tres hojas por separado, una es para el cálculo de la inversión inicial, otra hoja para calcular los costos de producción y los ingresos y egresos del proyecto a implementar, y la tercera contiene el formato de flujo de fondos. Las tres hojas están relacionadas entre sí, esto significa que al ingresar datos en una, se obtienen resultados de manera automática en la otra. En el siguiente cuadro se muestra la hoja

que servirá para calcular el monto de inversión, esta hoja es flexible de modificación de acuerdo al método de riego que se quiera evaluar.

### Cuadro No. 5

#### Formato para calcular la inversión de un proyecto de riego

CALCULO DE INVERSIÓN PARA PROYECTOS DE RIEGO					
SISTEMA DE RIEGO: MECANIZADO TIPO PIVOTE CENTRAL FINCA XX					
	Descripción	U / M	Costo / U.	Cantidad	Costo total
<b>FUENTE DE AGUA</b>					<b>Q0.00</b>
	Poco Mecánico profundo	Pie	Q0.00	0	Q0.00
	Poco Mecánico profundo	Pie	Q0.00	0	Q0.00
	Poco Mecánico profundo	Pie	Q0.00	0	Q0.00
	Poco Mecánico profundo	Pie	Q0.00	0	Q0.00
<b>EQUIPO DE BOMBEO</b>					<b>Q0.00</b>
	Motor de 98 HP	Un.	Q0.00	0	Q0.00
	Turbina K12HC5	Un.	Q0.00	0	Q0.00
<b>SISTEMA DE RIEGO POR PIVOTE</b>					<b>Q0.00</b>
	Equipo de riego mecanizado por pivote	Un.	Q0.00	0	Q0.00
<b>ACCESORIOS</b>					<b>Q0.00</b>
	Cuello de ganzo	Un.	Q0.00	0	Q0.00
	Flanges de 8" de hierro negro	Un.	Q0.00	0	Q0.00
	Tubo de PVC	Un.	Q0.00	0	Q0.00
<b>MANO DE OBRA Y TRANSPORTE</b>					<b>Q0.00</b>
	Soldadores	Jornal	Q0.00	0	Q0.00
	Albañiles	Jornal	Q0.00	0	Q0.00
	Transporte	Km.	Q0.00	0	Q0.00
<b>TOTAL INVERSIÓN (Q)</b>					<b>Q0.0000</b>
<b>INVERSIÓN US \$</b>					<b>\$0</b>

Fuente: Elaboración propia, octubre 2012.

U/M = Unidad de medida

C/U = Costo unitario

El monto de inversión que resulte de esta hoja, pasa a la casilla correspondiente en la hoja del formato de flujo de fondos (Cuadro No. 7).

Luego se procederá a alimentar la hoja de cálculos de costos de producción y de ingresos.

**Cuadro No. 6**

**Formato para calcular ingresos y egresos de la operación de los sistemas de riego**

ANALISIS ECONOMICO FINANCIERO PARA PROYECTOS DE RIEGO																					
PARAMETROS PARA CALCULO DE INGRESOS		PARAMETROS PARA CALCULO DE COSTOS																			
Precio venta azucar (\$/qq)		Precio Melaza (\$/Gal)																			
Tipo de Cambio (Q/\$)		Precio energia (\$/kw)																			
INGRESOS / TON POR VENTA DE AZUCAR		Fabricación y Exportación																			
Precio del Azucar/qq		Corte (\$ / qq)																			
qq azucar por Ton.		Alce (\$ / qq)																			
Valor de Az/Ton		Trans. \$/T/km																			
INGRESOS POR TONELADA PROVENIENTE DE SUBPRODUCTOS		COSTO DE FABRICACION Y EXPORTACION																			
	gl	\$/gl	Total																		
Melaza gl/ton																					
	kw	\$/kw																			
Energia Kw/ton																					
Total ingresos Subproductos/ton			\$0.00																		
TOTAL INGRESOS POR TONELADA (\$)		COSTO DE CORTE ALCE Y TRANSPORTE (CAT)																			
Por venta de azucar		Corte																			
Por venta de subproductos		Alce																			
Total Ingresos / Ton																					
DATOS GENERALES			\$/km																		
Hectàreas del proyecto		Transporte																			
Ton. Incremento por hectàrea		Costo total de cosecha \$																			
Total Toneladas Incremento		costo manejo plantacion																			
<table border="1" style="margin: auto;"> <tr> <td style="background-color: #004a7c; color: white;">Total Ingresos</td> <td style="background-color: #004a7c;"></td> <td style="background-color: #004a7c; color: white;">= A x B</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #004a7c; color: white;">Total Costos</td> <td style="background-color: #004a7c;"></td> <td style="background-color: #004a7c; color: white;">= C x B</td> </tr> </table>		Total Ingresos		= A x B	Total Costos		= C x B	TAL COSTO DE PRODUCCION POR TONELADA													
Total Ingresos		= A x B																			
Total Costos		= C x B																			
<table border="1" style="margin: auto;"> <tr> <td style="background-color: #004a7c; color: white;">Por operaciòn de riego</td> <td style="background-color: #004a7c;"></td> <td style="background-color: #004a7c; color: white;">\$0.00</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #004a7c; color: white;">Por Fabricaciòn y exportaciòn</td> <td style="background-color: #004a7c;"></td> <td style="background-color: #004a7c; color: white;">\$0.00</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #004a7c; color: white;">Por Corte, Alce, y Transporte</td> <td style="background-color: #004a7c;"></td> <td style="background-color: #004a7c; color: white;">\$0.00</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #004a7c; color: white;">Por Manejo de plantaciòn</td> <td style="background-color: #004a7c;"></td> <td style="background-color: #004a7c; color: white;">\$0.00</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="background-color: #004a7c; color: white;">Total Costo</td> <td style="background-color: #004a7c; color: white;">-</td> </tr> </table>		Por operaciòn de riego		\$0.00	Por Fabricaciòn y exportaciòn		\$0.00	Por Corte, Alce, y Transporte		\$0.00	Por Manejo de plantaciòn		\$0.00	Total Costo		-	<table border="1" style="margin: auto;"> <tr> <td style="background-color: #004a7c; color: white;">Costo por tonelada</td> <td style="background-color: #004a7c;"></td> <td style="background-color: #004a7c; color: white;">\$0.00</td> </tr> </table>		Costo por tonelada		\$0.00
Por operaciòn de riego		\$0.00																			
Por Fabricaciòn y exportaciòn		\$0.00																			
Por Corte, Alce, y Transporte		\$0.00																			
Por Manejo de plantaciòn		\$0.00																			
Total Costo		-																			
Costo por tonelada		\$0.00																			

Fuente: Elaboración propia, octubre 2012.

En el cuadro No. 6, las casillas de fondo oscuro son las que se deben llenar para que los cálculos se ejecuten en las celdas que contienen las fórmulas, los datos para llenar estas celdas se obtendrán de los departamentos de Producción, Comercialización y Financiero. Una vez se llenen estas casillas, se tienen los datos necesarios para calcular los ingresos y egresos que pasarán al cuadro de flujo de fondos.

**Cuadro No. 7**

**Formato para calcular flujo de fondos en proyectos de riego**

INVERSION RIEGO "\$"		HORIZONTE DE TIEMPO EN AÑOS										
TASA DE DESCUENTO		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>A) INGRESOS</b>												
POR VENTA DE AZUCAR												
POR VENTA DE SUBPRODUCTOS												
OTROS												
<b>TOTAL INGRESOS</b>												
<b>B) EGRESOS</b>												
INVERSION INICIAL												
COSTO DE PRODUCCION												
COSTO CAT												
COSTO FABRICACIÓN Y EXPORT.												
OTROS												
<b>TOTAL EGRESOS</b>												
<b>INGRESOS NETOS (A - B)</b>												
<b>VAN</b>												
<b>TIR</b>												
<b>RELACION BENEFICIO COSTO</b>												
<b>RETORNO DE INVERSION</b>												

Fuente: Elaboración propia, octubre 2012

Para calcular los indicadores financieros VAN, TIR, RELACION BENEFICIO COSTO, Y RETORNO DE LA INVERSION, se utilizarán formulas financieras que contiene el programa Excel.

## **4.2 Viabilidad de la propuesta.**

La propuesta de este trabajos viable desde el punto de vista económico y administrativo ya que existe el recurso humano (personas capacitadas) y el recurso tecnológico (Hardware y software) para llevar a cabo su implementación solo es cuestión de hacer una reclasificación de tareas agrupándolas según su requerimiento de análisis, y redistribuirlas de acuerdo al nivel de preparación de cada colaborador administrativo del departamento de ingeniería agrícola.

## **4.3 Factibilidad económica.**

La factibilidad económica se refiere a los aspectos de tipo económico y/o financiero que intervienen en el desarrollo de la operación del sistema de riego con pivote central, se consideran costos de operación y de inversión y también los ingresos provenientes de las producciones logradas mediante el uso del sistema.

### **4.3.1 Costos actuales-costos propuestos**

Para la realización del análisis económico y financiero que se presentará en esta parte, se recurrió al cálculo de los costos de operación y de inversión del sistema de riego y los ingresos calculados como resultado de la producción obtenida mediante la aplicación del riego con el sistema de riego por pivote central.

➤ **Costos de la aplicación del riego:** los costos de la aplicación del riego se resumen en: a) costos de inversión, b) costos de depreciación de la inversión y b) los costos de operación que incluyen: mano de obra, combustible, mantenimientos, transporte, reparación y administración. En el caso de la empresa evaluada; estos últimos rubros se agrupan en una tarifa que se aplica para calcular el costo de la maquinaria la cual consiste en un valor que se le asigna a cada hora trabajada por los equipos de riego.

**Cuadro No. 8**  
**Calculo de la inversión del sistema de riego de finca Nueva Esperanza**

<b>CALCULO DE INVERSIÓN PARA PROYECTOS DE RIEGO</b>				
<b>SISTEMA DE RIEGO: MECANIZADO TIPO PIVOTE CENTRAL FINCA NUEVA ESPERANZA</b>				
<b>Descripción</b>	<b>U / M</b>	<b>Costo / U.</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Costo total</b>
<b>FUENTE DE AGUA</b>				<b>Q579,520.00</b>
Poco Mecánico profundo	Pie	Q340.00	240	Q81,600.00
Poco Mecánico profundo	Pie	Q640.00	280	Q179,200.00
Poco Mecánico profundo	Pie	Q640.00	238	Q152,320.00
Poco Mecánico profundo	Pie	Q640.00	260	Q166,400.00
<b>EQUIPO DE BOMBEO</b>				<b>Q1,088,152.88</b>
Motor de 98 HP	Un.	Q199,997.70	4	Q799,990.80
Turbina K12HC5	Un.	Q72,040.52	4	Q288,162.08
<b>SISTEMA DE RIEGO</b>				<b>Q3,580,622.00</b>
Equipo de riego mecanizado por pivote	Un.	Q895,155.50	4	Q3,580,622.00
<b>ACCESORIOS</b>				<b>Q37,451.60</b>
Cuello de ganso	Un.	Q6,800.00	4	Q27,200.00
Flanges de 8" de hierro negro	Un.	Q227.58	20	Q4,551.60
Tubo de PVC	Un.	Q95.00	60	Q5,700.00
<b>MANO DE OBRA Y TRANSPORTE</b>				<b>Q1,730.00</b>
Soldadores	Jornal	Q43.00	10	Q430.00
Albañiles	Jornal	Q50.00	10	Q500.00
Transporte	Km.	Q8.00	100	Q800.00
<b>TOTAL INVERSION (Q)</b>				<b>Q5,287,476.48</b>
<b>INVERSION US \$</b>				<b>\$671,852</b>

Fuente: Elaboración propia, octubre 2012.

Para el costo de operación se utilizaron valores reales tomados de los registros históricos de los sistemas de información existentes en la empresa, ya que el sistema evaluado que opera desde el año 2005.

**Cuadro No. 9****Cálculo de costo de operación de riego con pivote central Finca Nueva Esperanza**

ZAFRA	RECURSO		TOTAL COSTO POR HECTAREA (Q)	CANTIDAD DE RIEGOS APLICADOS
	MANO DE OBRA (Q)	MAQUINARIA (Q)		
2004-2005	754.2142	2,419.4541	3,173.6683	18
2005-2006	785.1425	2,516.3563	3,301.4988	18
2006-2007	954.2530	3,053.0823	4,007.3353	21
2007-2008	1,039.3123	3,328.1023	4,367.4146	22
2008-2009	1,032.2321	3,304.1552	4,336.3873	21
2009-2010	945.1973	3,963.4670	4,908.6643	26
2010-2011	1,002.3031	3,836.3246	4,838.6277	25
2011-2012	1,074.6042	3,436.1130	4,510.7172	22

Fuente: Elaboración propia, noviembre 2012

Con el dato anterior se puede calcular el costo de operación de riego por tonelada producida, esto se obtendrá al dividir el costo de la hectárea dentro de las toneladas que se tuvieron por cada hectárea en los diferentes periodos evaluados, lo cual se refleja en el siguiente cuadro.

**Cuadro No. 10****Costo de riego por tonelada**

ZAFRA	TONELADAS DE CAÑA POR HECTAREA	COSTO RIEGO POR HECTÁREA (Q)	COSTO RIEGO POR TONELADA (Q)
2004-2005	121.7281	3,173.6683	26.0718
2005-2006	123.7719	3,301.4988	26.6741
2006-2007	146.0848	4,007.3353	27.4316
2007-2008	134.4513	4,367.4146	32.4833
2008-2009	118.1530	4,336.3873	36.7015
2009-2010	143.4353	4,908.6643	34.2222
2010-2011	124.8523	4,838.6277	38.7548
2011-2012	131.4165	4,510.7172	34.3238

Fuente: Elaboración propia, noviembre 2012

Si ya se dijo que las toneladas adicionales por hectárea que se obtienen como resultado de aplicar el riego por pivote es de 20, entonces para obtener el costo de operación que genera esas 20 toneladas por hectárea, se necesita multiplicar dichas toneladas por el costo de riego por tonelada que se obtuvo en el cuadro anterior.

**Cuadro No. 11**

**Costo de operación por producción adicional**

<b>ZAFRA</b>	<b>COSTO RIEGO POR TONELADA</b>	<b>TONELADAS ADICIONALES</b>	<b>HECTAREAS FINCA</b>	<b>TONELADAS TOTALES</b>	<b>COSTO RIEGO POR TONELADA ADICIONALES (Q)</b>
2004-2005	26.0718	20	375	7,500	195,538.2845
2005-2006	26.6741	20	375	7,500	200,055.4730
2006-2007	27.4316	20	375	7,500	205,736.8394
2007-2008	32.4833	20	375	7,500	243,624.4326
2008-2009	36.7015	20	375	7,500	275,260.9307
2009-2010	34.2222	20	375	7,500	256,666.2118
2010-2011	38.7548	20	375	7,500	290,661.2236
2011-2012	34.3238	20	375	7,500	257,428.7019

Fuente: elaboración propia, noviembre 2012.

El cuadro anterior refleja el costo de operación de aplicar riego con pivote central, a esto debe sumarse el costo de cortar, alzar y transportar dichas toneladas hacia la fábrica para su respectiva molienda, también el costo de fabricación y exportación entre otros; esto se muestra en los siguientes cuadros.

**Cuadro No. 12****Costo por corte, alce y transporte (CAT) de las toneladas producidas.**

<b>AÑO ZAFRA</b>	<b>VALOR CAT POR TON. (Q)</b>	<b>TONELADAS 375 *20</b>	<b>TOTAL COSTO CAT (Q)</b>
2004 / 2005	31.7207	7,500	237,905.5191
2005 / 2006	33.5605	7,500	251,704.0392
2006 / 2007	35.8427	7,500	268,819.9139
2007 / 2008	36.2513	7,500	271,884.4609
2008 / 2009	36.9400	7,500	277,050.2656
2009 / 2010	38.3807	7,500	287,855.2260
2010 / 2011	40.7603	7,500	305,702.2500
2011 / 2012	42.391	7,500	317,930.2500

Fuente: Elaboración propia, noviembre 2012.

**Cuadro No. 13****Costo De fabricación y exportación**

<b>AÑO ZAFRA</b>	<b>COSTO /TON FABRIC. Y EXPORT.</b>	<b>TONELADAS 375 has *20</b>	<b>TOTAL COSTO FAB. Y EXP. (Q)</b>
2004 / 2005	30.9929	7,500	232,446.9753
2005 / 2006	32.7905	7,500	245,928.8999
2006 / 2007	35.0203	7,500	262,652.0651
2007 / 2008	35.4195	7,500	265,646.2986
2008 / 2009	42.1492	7,500	316,119.0954
2009 / 2010	43.7930	7,500	328,447.7401
2010 / 2011	46.5082	7,500	348,811.5000
2011 / 2012	48.3685	7,500	362,763.9600

Fuente: Elaboración propia, noviembre 2012.

Al sumar los resultados de los tres cuadros anteriores se obtiene el costo total que generan las veinte toneladas de incremento al aplicar riego con el sistema de pivote, el siguiente cuadro muestra el dato.

**Cuadro No. 14****Costo total de producción**

<b>AÑO ZAFRA</b>	<b>TOTAL COSTO CAT (Q)</b>	<b>TOTAL COSTO RIEGO (Q)</b>	<b>TOTAL COSTO FABRIC. Y EXPORT.</b>	<b>TOTAL COSTO PRODUCCION (Q)</b>
2004 / 2005	237,905.5191	195,538.2845	232,446.9753	665,890.7789
2005 / 2006	251,704.0392	200,055.4730	245,928.8999	697,688.4121
2006 / 2007	268,819.9139	205,736.8394	262,652.0651	737,208.8184
2007 / 2008	271,884.4609	243,624.4326	265,646.2986	781,155.1922
2008 / 2009	277,050.2656	275,260.9307	316,119.0954	868,430.2918
2009 / 2010	287,855.2260	256,666.2118	328,447.7401	872,969.1779
2010 / 2011	305,702.2500	290,661.2236	348,811.5000	945,174.9736
2011 / 2012	317,930.2500	257,428.7019	362,763.9600	938,122.9119

Fuente: Elaboración propia, noviembre 2012.

Ahora que se tiene el costo total de esas 20 toneladas adicionales por hectárea, se debe calcular los ingresos que generan las mismas, para lo cual se necesita saber cuántos quintales de azúcar producen esas veinte toneladas adicionales y el precio al que se ha vendido esa azúcar, también se necesita saber los ingresos generados por los productos derivados del azúcar con el propósito de obtener los ingresos totales. Para este cálculo se tomó como referencia el precio promedio de la industria (Ver anexo 6), mientras que los quintales de azúcar por tonelada vienen del cuadro No. 3.

**Cuadro No. 15****Ingresos generados por la venta de la azúcar obtenida como resultado de aplicar riego**

<b>ZAFRA</b>	<b>PRECIO VENTA DE AZUCAR POR QUINTAL (Q)</b>	<b>TONELADAS DE CAÑA 375 has *20</b>	<b>QUINTALES DE AZUCAR POR TONELADA</b>	<b>TOTAL QUINTALES DE AZUCAR</b>	<b>TOTAL INGRESOS POR AZUCAR (Q)</b>
2004 / 2005	65.7487	7,500	2.3278	17,458.30	1,147,860.2204
2005 / 2006	80.1872	7,500	2.1693	16,269.96	1,304,642.6090
2006 / 2007	98.9129	7,500	2.1347	16,010.50	1,583,645.5765
2007 / 2008	104.2923	7,500	2.1724	16,293.34	1,699,269.5971
2008 / 2009	114.2204	7,500	2.3193	17,394.90	1,986,851.0670
2009 / 2010	118.6749	7,500	2.1484	16,113.13	1,912,225.2508
2010 / 2011	125.7954	7,500	2.1779	16,333.90	2,054,730.6725
2011 / 2012	130.8273	7,500	2.1280	15,959.83	2,087,981.1513

Fuente: Elaboración propia noviembre 2012.

El cuadro No. 15 muestra los ingresos que se obtuvieron en cada año como resultado de la aplicación de riego con pivote, es importante hacer mención que estas toneladas producidas también generaron costos, los cuales se mostraron en los cuadros 9 al 14.

**Cuadro No. 16****Ingresos generados por la venta de los subproductos.**

<b>ZAFRA</b>	<b>PRECIO MELAZA Y KWH</b>	<b>TONELADAS 375 has *20</b>	<b>TOTAL INGRESOS SUBPRODUCTOS (Q)</b>
2004 / 2005	55.1218	7,500	413,413.2456
2005 / 2006	58.3188	7,500	437,391.2139
2006 / 2007	62.2845	7,500	467,133.8164
2007 / 2008	62.9946	7,500	472,459.1419
2008 / 2009	64.1914	7,500	481,435.8656
2009 / 2010	66.6949	7,500	500,211.8644
2010 / 2011	70.8300	7,500	531,225.0000
2011 / 2012	73.6632	7,500	552,474.0000

Fuente: Elaboración propia, noviembre 2012

Los dos cuadros anteriores se resumen en el siguiente cuadro, el cual muestra el ingreso total obtenido de la producción adicional resultado de la aplicación del riego con pivote central:

**Cuadro No. 17****Ingresos totales obtenidos por la producción adicional**

<b>ZAFRA</b>	<b>TOTAL INGRESOS POR AZUCAR (Q)</b>	<b>TOTAL INGRESOS SUBPRODUCTOS (Q)</b>	<b>INGRESOS TOTALES PROD. ADICIONAL (Q)</b>
2004 / 2005	1,147,860.2204	413,413.2456	1,561,273.4661
2005 / 2006	1,304,642.6090	437,391.2139	1,742,033.8229
2006 / 2007	1,583,645.5765	467,133.8164	2,050,779.3929
2007 / 2008	1,699,269.5971	472,459.1419	2,171,728.7390
2008 / 2009	1,986,851.0670	481,435.8656	2,468,286.9326
2009 / 2010	1,912,225.2508	500,211.8644	2,412,437.1152
2010 / 2011	2,054,730.6725	531,225.0000	2,585,955.6725
2011 / 2012	2,087,981.1513	552,474.0000	2,640,455.1513

Fuente: Elaboración propia, noviembre 2012.

Con todos los cálculos anteriores se tiene la información suficiente para proceder a elaborar el cuadro resumen de ingresos y egresos y la relación de estos para conocer las utilidades obtenidas en cada año.

**Cuadro No. 18****Cuadro de utilidades obtenidas en la operación del sistema de riego por pivote central en la finca Nueva Esperanza (Valores en Q.)**

<b>AÑOS</b>	<b>INGRESOS</b>	<b>EGRESOS</b>	<b>UTILIDAD</b>
Inversión Inicial		5,287,476.4800	-5,287,476.4800
2004 / 2005	1,561,273.4661	665,890.7789	895,382.6871
2005 / 2006	1,742,033.8229	697,688.4121	1,044,345.4108
2006 / 2007	2,050,779.3929	737,208.8184	1,313,570.5746
2007 / 2008	2,171,728.7390	781,155.1922	1,390,573.5469
2008 / 2009	2,468,286.9326	868,430.2918	1,599,856.6408
2009 / 2010	2,412,437.1152	872,969.1779	1,539,467.9374
2010 / 2011	2,585,955.6725	945,174.9736	1,640,780.6990
2011 / 2012	2,640,455.1513	938,122.9119	1,702,332.2395
<b>TOTAL UTILIDADES</b>			<b>5,838,833.2560</b>

Fuente: Elaboración propia, noviembre 2012.

## Punto de equilibrio

Los ingresos y costos mostrados en el cuadro anterior, resulta de lograr un incremento de 20 toneladas por hectárea obtenidas mediante la aplicación del riego con el sistema de riego mecanizado tipo pivote comparado con otros métodos de riego, el punto de equilibrio mostrará el total de ingresos necesarios para cubrir los costos fijos y variables.

$$\text{Formula del Punto de Equilibrio: } PE = CF * \frac{1}{1 - \left(\frac{CV}{V}\right)}$$

Donde:

PE = Punto de Equilibrio

CF= Costos Fijos

CV= Costos Variables

V = Ventas

Despejando:

$$PE = 2,054,572.50 * \frac{1}{1 - \left(\frac{6,506,640.55}{17,632,950.33}\right)}$$

$$PE = 2,054,572.50 * \frac{1}{1 - (0.3690)}$$

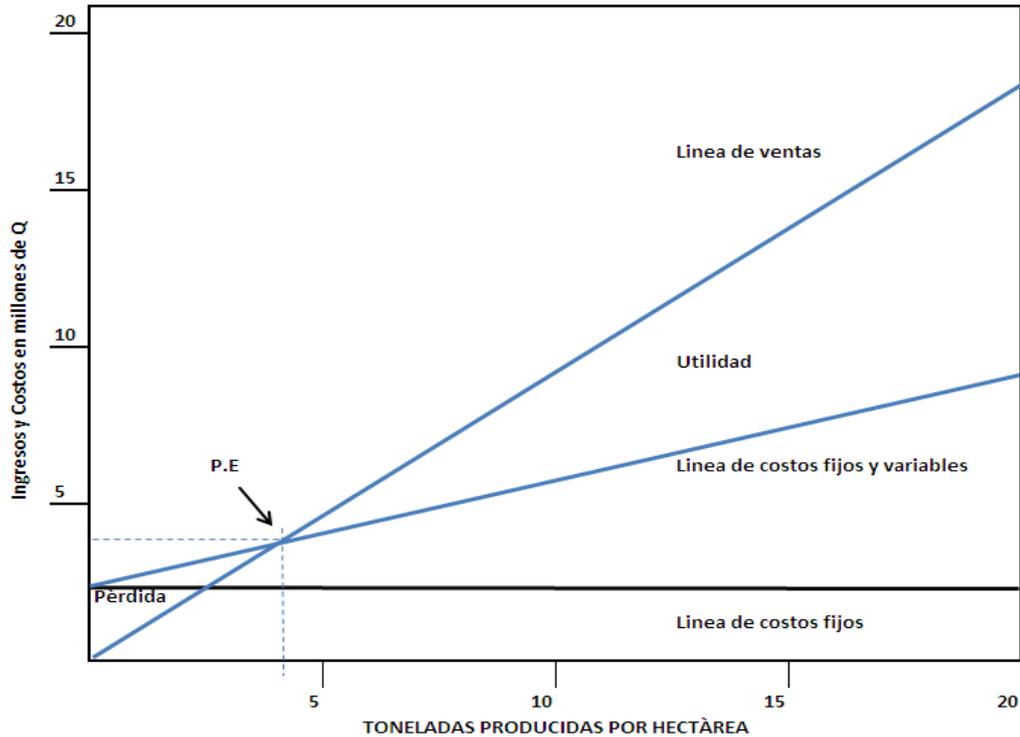
$$PE = 2,054,572.50 * \frac{1}{0.6309}$$

$$PE = 2,054,572.50 * 1.5850 = \mathbf{Q. 3, 256, 497. 41}$$

El monto por concepto de ingresos que se necesita para cubrir los costos fijos y variables es de Q.3,256,497.41

## Ilustración No. 19

**Gráfica No. 15: Punto de Equilibrio del proyecto de riego finca Nueva Esperanza**



Fuente: Elaboración propia, noviembre 2012.

En la gráfica se observa que el monto mencionado para cubrir los costos fijos y variables se obtiene al incrementar 4 toneladas por hectárea mediante la aplicación del riego con el sistema por pivote central. Si bien es cierto, que la aplicación del riego trae consigo incremento de costos, el beneficio obtenido es superior a estos costos lo cual se puede apreciar en la gráfica debido a que cuando se alcanzan a producir cuatro toneladas adicionales con el sistema de riego automáticamente se están cubriendo los costos adicionales generados con esta práctica. Esto significa que todas las toneladas que se produzcan a partir de esas cuatro mencionadas generarán sólo utilidades.

## Valor Actual Neto (VAN)

En el anexo numero 3, en el cuadro de desglose de las características del equipo de riego por pivote, se establece un diez por ciento (10%) de rendimiento esperado de este sistema, esto significa que en el resultado del cuadro No. 14, se tiene implícito ese diez por ciento de rendimiento establecido al principio de la operación del sistema de riego; lo cual equivale a lo que en una evaluación económica de proyectos para periodos futuros se le denomina tasa mínima aceptable de rendimiento (TMAR). Se dice que el criterio de aceptación de un proyecto es que su valor actual neto acumulado sea positivo; para saber este resultado se procedió a descontar ese porcentaje mencionado a los valores del cuadro en mención, lo cual se muestra a continuación:

**Cuadro No. 19**

### **Flujo de Fondos con aplicación de descuento 10%, Valores en Q.**

AÑO ZAFRA	HORIZONTE DE TIEMPO (AÑOS)	INGRESOS	EGRESOS	UTILIDAD BRUTA	FACTOR DE ACTUALIZACIÓN (10%)	UTILIDAD CON DESCUENTO
Inversión Inicial	0		5,287,476.4800	-5,287,476.4800		-5,287,476.4800
2004-2005	1	1,561,273.4661	665,890.7789	895,382.6872	0.9091	813,984.2611
2005-2006	2	1,742,033.8229	697,688.4121	1,044,345.4108	0.8264	863,095.3808
2006-2007	3	2,050,779.3929	737,208.8184	1,313,570.5745	0.7513	986,905.0147
2007-2008	4	2,171,728.7390	781,155.1922	1,390,573.5468	0.6830	949,780.4431
2008-2009	5	2,468,286.9326	868,430.2918	1,599,856.6408	0.6209	993,385.1021
2009-2010	6	2,412,437.1152	872,969.1779	1,539,467.9373	0.5645	868,989.5168
2010-2011	7	2,585,955.6725	945,174.9736	1,640,780.6989	0.5132	841,979.9359
2011-2012	8	2,640,455.1513	938,122.9119	1,702,332.2394	0.4665	794,150.5532
TOTAL UTILIDADES				5,838,833.2557		1,824,793.7277

Fuente: Elaboración propia, noviembre 2012.

Se aprecia que aún descontado el diez por ciento de rendimiento, el resultado del valor actual neto acumulado es positivo, lo cual significa que en los ocho años de operación que lleva el proyecto, se logra cubrir la tasa de rendimiento establecida, y se tiene un excedente de 1.8 millones de quetzales. Para saber cuál ha sido el rendimiento real se procedió a calcular el indicador denominado “Tasa Interna de Rendimiento (TIR)”.

## **Tasa Interna de Rendimiento (TIR)**

Para encontrar la tasa interna de rendimiento se utilizó el método por interpolación, el cual se obtuvo mediante la siguiente fórmula:

$$TIR = Fa1 + [ D (VAN1 / VAN2 + VAN1)]$$

Donde:

Fa1= Tasa de actualización más baja

Fa2= Tasa de actualización más alta

D= diferencia entre las tasas de actualización (fa2-fa1)

VAN1= Valor actual neto para fa más baja

VAN2= Valor actual neto para fa más alta

Para calcular esta fórmula, primero se procedió a aplicar a los mismos valores del cuadro anterior, una tasa de descuento mayor que la que se utilizó en él que fue del 10%, de manera que se obtenga como resultado un VAN negativo (VAN2), se probó con una tasa de 25%, el resultado se muestra en el siguiente cuadro:

### Cuadro No. 20

#### Flujo de fondos con aplicación de descuento del 25%

AÑOS ZAFRA	HORIZONTE TIEMPO (AÑOS)	INGRESOS	EGRESOS	UTILIDAD BRUTA	FACTOR DE ACTUALIZACION (25%)	UTILIDAD CON DESCUENTO
Inversión Inicial			5,287,476.4800	-5,287,476.4800		-5,287,476.4800
2004 / 2005	1	1,561,273.4661	665,890.7789	895,382.6871	0.8000	716,306.1497
2005 / 2006	2	1,742,033.8229	697,688.4121	1,044,345.4108	0.6400	668,381.0629
2006 / 2007	3	2,050,779.3929	737,208.8184	1,313,570.5746	0.5120	672,548.1342
2007 / 2008	4	2,171,728.7390	781,155.1922	1,390,573.5469	0.4096	569,578.9248
2008 / 2009	5	2,468,286.9326	868,430.2918	1,599,856.6408	0.3277	524,241.0241
2009 / 2010	6	2,412,437.1152	872,969.1779	1,539,467.9374	0.2621	403,562.2830
2010 / 2011	7	2,585,955.6725	945,174.9736	1,640,780.6990	0.2097	344,096.6524
2011 / 2012	8	2,640,455.1513	938,122.9119	1,702,332.2395	0.1678	285,603.9569
<b>TOTAL UTILIDADES</b>				<b>5,838,833.2560</b>		<b>-1,103,158.2921</b>

Fuente: Elaboración propia, noviembre 2012.

Con estos resultados se procedió a despejar la fórmula, no sin antes hacer la aclaración que el VAN2 (-1,103,158.2921) pasa como positivo a la fórmula.

$$TIR = Fa1 + \left[ D \left( \frac{VAN1}{VAN2 + VAN1} \right) \right]$$

$$TIR = 0.10 + \left[ 0.15 \left( \frac{1,824,793.7279}{1,103,158.2921 + 1,824,793.7279} \right) \right]$$

$$TIR = 0.10 + \left[ 0.15 \left( \frac{1,824,793.7279}{2,927,952.0200} \right) \right]$$

$$TIR = 0.10 + [0.15(0.6223)]$$

$$TIR = 0.10 + [0.0934]$$

**TIR = 19.34%**

Con este resultado se tiene que el rendimiento real del proyecto ha sido de 19.34% hasta el último año de operación analizado, un 9.34% más de lo que se estableció al inicio de operación.

### Relación beneficio costo

La relación beneficio costo se calculó con los valores de ingresos y egresos contenidos en los cuadros anteriores y se descontó el valor correspondiente a la tasa de rendimiento de 10%. El resultado se muestra en el cuadro siguiente:

**Cuadro No. 21**

**Calculo de la relación beneficio costo de la aplicación de riego con el sistema de riego con pivote central (Valores en Q.)**

AÑO ZAFRA	HORIZONTE DE TIEMPO (AÑOS)	INGRESOS	EGRESOS	FACTOR DE ACTUALIZACIÓN (10%)	VALORES ACTUALIZADOS		RELACION BENEFICIO COSTO
2004-2005	1	1,561,273.4661	665,890.7789	0.9091	1,419,339.5146	605,355.2535	
2005-2006	2	1,742,033.8229	697,688.4121	0.8264	1,439,697.3743	576,601.9935	
2006-2007	3	2,050,779.3929	737,208.8184	0.7513	1,540,780.9113	553,875.8966	
2007-2008	4	2,171,728.7390	781,155.1922	0.6830	1,483,319.9501	533,539.5070	
2008-2009	5	2,468,286.9326	868,430.2918	0.6209	1,532,611.9879	539,226.8858	
2009-2010	6	2,412,437.1152	872,969.1779	0.5645	1,361,757.8594	492,768.3427	
2010-2011	7	2,585,955.6725	945,174.9736	0.5132	1,327,004.1467	485,024.2109	
2011-2012	8	2,640,455.1513	938,122.9119	0.4665	1,231,791.8152	437,641.2619	
<b>TOTALES</b>							<b>2.6838</b>

Fuente: Elaboración propia, noviembre 2012.

Según el resultado obtenido en el cuadro, por cada quetzal gastado en la aplicación del riego con el sistema de riego con pivote central, se obtienen Q1.6838 de beneficio.

## Período de recuperación de la inversión

Un parámetro importante que determina la conveniencia económica del proyecto, es el período de tiempo en el cual el monto de la inversión en el establecimiento del sistema de riego es cubierto en su totalidad con las utilidades acumuladas generadas, ésta apreciación puede observarse en el siguiente cuadro.

**Cuadro No. 22**

### **Cálculo del período de recuperación de la inversión, Valores en Q.**

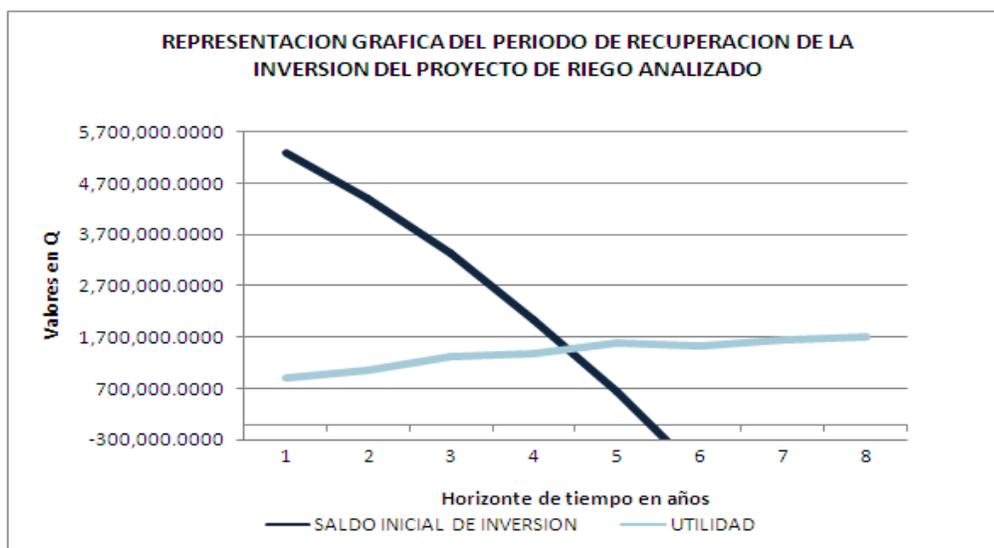
<b>AÑO</b>	<b>SALDO INICIAL DE INVERSION</b>	<b>UTILIDAD</b>	<b>SALDO FINAL DE INVERSION</b>
1	5,287,476.4800	895,382.6871	-4,392,093.7929
2	4,392,093.7929	1,044,345.4108	-3,347,748.3821
3	3,347,748.3821	1,313,570.5746	-2,034,177.8075
4	2,034,177.8075	1,390,573.5469	-643,604.2607
5	643,604.2607	1,599,856.6408	956,252.3802
6	-956,252.3802	1,539,467.9374	2,495,720.3175
7	-2,495,720.3175	1,640,780.6990	4,136,501.0165
8	-4,136,501.0165	1,702,332.2395	5,838,833.2560

Fuente: Elaboración propia, noviembre 2012.

La inversión se cubre en el momento que el valor de la columna “Saldo final de inversión” se convierte en positivo, lo cual ocurre a la mitad del cuarto año del horizonte de tiempo evaluado en el proyecto, esto se representa en la siguiente gráfica.

## Ilustración No. 20

### Gráfica No. 16 Periodo de recuperación de la inversión



Fuente: Elaboración propia, noviembre 2012.

La línea obscura representa la inversión del proyecto, y esta desciende a medida que se le restan las utilidades de cada año representadas por la línea de color más claro; en el momento que se cruzan ambas líneas ocurre el punto de equilibrio y esto sucede en el año cuatro y medio del horizonte de tiempo analizado.

Con el objetivo de confirmar los resultados de rendimiento obtenidos en cuadros anteriores se procedió a calcular la rentabilidad de la finca Nueva Esperanza con sus producciones totales antes de regarse y después de regarse, los resultados de dichos cálculos se muestran en los cuadros siguientes.

Cuadro No. 23

Cálculo de rentabilidad de finca Nueva Esperanza sin aplicación de riego (Valores en Q.)

<b>AÑOS</b>	<b>INGRESOS</b>	<b>EGRESOS</b>	<b>UTILIDAD</b>
1	6,251,897.6758	3,943,360.5342	2,308,537.1416
2	7,206,651.7009	4,222,926.8717	2,983,724.8292
3	10,450,811.6464	5,103,019.3089	5,347,792.3375
4	10,196,635.6156	4,848,525.5016	5,348,110.1140
5	10,232,205.5044	4,762,642.2506	5,469,563.2537
6	12,302,011.9590	5,690,296.7384	6,611,715.2206
7	11,303,381.7080	6,096,690.5922	5,206,691.1159
8	12,184,251.5975	7,702,725.5574	4,481,526.0400
<b>TOTAL</b>	<b>80,127,847.4076</b>	<b>42,370,187.3551</b>	<b>Índice de Rentabilidad: 1.8911</b>

Fuente: Elaboración propia con datos proporcionados por el depto. Administrativo (2012)

Cuadro No. 24

Cálculo de rentabilidad de finca Nueva Esperanza con aplicación de riego (Valores en Q.)

<b>AÑOS</b>	<b>INGRESOS</b>	<b>EGRESOS</b>	<b>UTILIDAD</b>
1	11,844,452.8294	5,839,013.8780	6,005,438.9514
2	13,393,792.5405	6,207,438.9524	7,186,353.5880
3	18,055,553.9624	7,402,979.3436	10,652,574.6188
4	17,857,180.7190	7,292,603.4597	10,564,577.2594
5	18,284,205.6963	7,278,541.5297	11,005,664.1666
6	20,920,087.7406	8,455,501.8408	12,464,585.8997
7	20,022,059.1796	8,892,948.2410	11,129,110.9387
8	21,310,651.4469	10,415,285.8224	10,895,365.6244
<b>TOTAL</b>	<b>141,687,984.1146</b>	<b>61,784,313.0675</b>	<b>Índice de Rentabilidad: 2.2933</b>

Fuente: Elaboración propia con datos proporcionados por el depto. Administrativo (2012)

Como se aprecia en los cuadros, la rentabilidad de la finca es mayor con la aplicación del riego con el sistema de pivote central cuyo resultado es de 2.2933 lo que significa que por cada quetzal gastado en la operación de la finca, se obtienen 2.2933 quetzales de ingreso, no así la rentabilidad resultante sin la aplicación de riego que es de 1.8911 que de igual manera se interpreta que por cada quetzal gastado en la operación de la finca se obtiene 1.8911 de ingresos.

## Cronograma

Las diferentes actividades en esta investigación se muestran en el cuadro siguiente con sus respectivos tiempos.

**Cuadro 25**

FASE	JUNIO				JULIO				AGOSTO				SEPTIEMBRE				OCTUBRE				NOVIEMBRE											
	1ra	2da	3ra	4ta	1ra	2da	3ra	4ta	1ra	2da	3ra	4ta	1ra	2da	3ra	4ta	1ra	2da	3ra	4ta	1ra	2da	3ra	4ta								
Análisis de factores externos	■	■																														
Análisis FODA			■	■																												
Elaboración de informe de diagnóstico					■	■	■																									
Entrega de diagnóstico							■																									
Elaboración de anteproyecto								■	■	■																						
Entrega de anteproyecto											■																					
Elaboración de Informe Final (Capítulo 1)												■																				
Elaboración de Informe Final (Capítulo 2)													■																			
Corrección Capítulos 1 y 2 Informe Final														■																		
Formulación y Redacción de cuestionario															■																	
Trabajo de Campo																■																
Entrega Capítulos 1 y 2 Informe Final para revisión																	■															
Tabulación y análisis de datos																		■	■													
Elaboración de capítulo III (presentación y análisis de resultados)																			■	■												
Elaboración de Capítulo IV (propuesta)																					■	■										
Terminación de informe y entrega para revisión																							■									

## Conclusiones

1. El resultado de los cálculos financieros VAN (1,824,793.72) y TIR muestran que la operación y administración del sistema de riego con pivote de la finca Nueva Esperanza ha sido eficiente porque el rendimiento obtenido en el periodo evaluado es superior al establecido al inicio de la operación del proyecto siendo este de 19.34% como lo muestra la Tasa Interna de Rendimiento.
2. La rentabilidad se ve reflejada al comparar los ingresos y costos, se calcularon los ingresos y costos de la finca con aplicación de riego y por otro lado los mismos rubros sin aplicar riego tomando en cuenta que las toneladas que se obtienen mediante la aplicación del riego con pivote es de 55 toneladas adicional a lo que se obtiene sin la aplicación de riego; siendo su resultado de Q1.8911 de rentabilidad sin aplicación de riego, y de Q2.2933 de rentabilidad con aplicación de riego.
3. El criterio de aceptación del periodo de recuperación de un proyecto depende de su vida útil o económica, el de inversión de un proyecto de riego mecanizado tipo pivote central es alto, y su vida útil es de 10 años; por lo que un periodo de recuperación de cuatro años y medio como en este caso, se considera aceptable.
4. El punto de equilibrio se calculó en función del rendimiento de toneladas de caña por hectárea adicional obtenidas mediante la aplicación de riego con el sistema tipo pivote comparado con el obtenido mediante la utilización de otros sistemas de riego, considerando que dicho rendimiento es de 20 toneladas; se tiene que los costos fijos y variables se cubren cuando se alcanzan cuatro toneladas por hectárea adicionales.

## **Recomendaciones**

1. Todos los proyectos de riego actuales deben ser sometidos a una evaluación económica y financiera basada en datos históricos con el propósito de conocer cuál ha sido su respuesta en términos de rentabilidad, y evaluar la posibilidad de cambiar los sistemas existentes por el que presente mejores resultados económicos, toda vez los parámetros de diseño y topografía lo permitan.
2. Se recomienda la utilización de un diagrama de flujo para plasmar cada paso que requiere la implementación de un proyecto de riego, con el objetivo de que el procedimiento se haga de manera consistente y que incluya las áreas que serán la fuente de información necesaria para establecer los parámetros de cálculo en la hoja electrónica propuesta, para que de esta manera se logre de manera objetiva realizar una evaluación económica y financiera de todos los proyectos de riego que se planeen implementar en el futuro.
3. Es necesario que se asigne un responsable de analizar en profundidad todas las labores que afectan de manera indirecta los costos de operación del riego, dígase: tractores que trasladan tubería y accesorios, guardianes, y otras labores que en la actualidad guardan cierto grado de vulnerabilidad de pasar por alto al momento de trabajar costos. De esta manera se buscaría asegurar considerar la totalidad de los cargos al momento de realizar un análisis económico, y los resultados que se obtengan mantengan la mayor cercanía posible a la realidad.

## Referencias bibliográficas

- Costa Sur Al Día, (2007) “*Revista Bimensual de azúcar de Guatemala*”.
- Esquit, D. V. (2004), “*Análisis Técnico-económico de un sistema de riego por pivote central y un módulo de riego por aspersión móvil en el cultivo de la caña de azúcar (Saccharumofficinarun L.)*”, Tesis Ingeniero Agrónomo, USAC .
- INTECAP. (2009), “*Formulación y evaluación de proyectos*”. (2da edición) MT.3.11.1-E064/09.
- J Gitman, L. (2007), “*Principios de administración financiera*”. (11va. edición) México Ed. Pearson Educación.
- Mejía, E. (2005), “*Técnicas e Instrumentos de Investigación*”. (1ra edición) Lima, Perú
- Sagastume, Ch. H. (2012), “*Dinámica económica de la industria azucarera centroamericana: el caso de Guatemala, Honduras, El Salvador y Nicaragua*”, Proyecto especial de graduación, ZAMORANO.
- Sandoval I, J. (2007), *Principio de Riego y Drenaje*. (4ta. Edición) Guatemala: Editorial Universitaria.
- Solórzano Z, E. (2005) “*Auditoría Medioambiental en la Industria Azucarera Guatemalteca*”, Tesis Contador Público y Auditor, USAC.
- Superintendencia de Bancos, (2011), Departamento de análisis y Estándares de Supervisión: “*Análisis de Sectores Económicos*”.

- Urbina B, G. (2005), “*Evaluación de Proyectos*”. (5ta. edición) Compañía editorial Ultra S.A. de C.V. UPIISCA.

## **Anexos**

## Anexo No. 1

### Cuestionario utilizado para realizar la encuesta

Universidad Panamericana  
Facultad de Ciencias Económicas  
Licenciatura en Administración de Empresas

Encuestador: Raul Pineda Coronado  
Encuestado: Administrador

**Objetivo:** Obtener información para evaluar económica y financieramente el sistema de riego con pivote.

**Indicaciones:** Por favor sírvase contestar la respuesta solicitada marcando con una X sobre la opción de su elección, o bien con sus propias palabras según sea el caso.

1. ¿Utiliza en su administración algún sistema de riego mecanizado con pivote?

SI \_\_\_\_\_

NO \_\_\_\_\_

Si la respuesta es negativa, por favor responda por qué?

2. ¿Sabe usted si es rentable el sistema de riego con pivote central?

SI \_\_\_\_\_

NO \_\_\_\_\_

Si la respuesta es negativa, por favor responda por qué?

3. Si la topografía y los parámetros de diseño para una finca "X" son aptos para la Implementación de un sistema de mini-aspersión y también para pivote, cuál preferiría usted?

MINIASPERSION \_\_\_\_\_

PIVOTE \_\_\_\_\_

4. De acuerdo a su respuesta anterior, ¿por qué preferiría ese sistema?

5. Cree usted que se obtiene mejor rendimiento de toneladas/ha al regar con pivote que con otros métodos?

SI \_\_\_\_\_

NO \_\_\_\_\_

6. Sabe usted cuántas toneladas de caña adicionales le rinden los cañales regados con el método de riego por pivote?

SI \_\_\_\_\_

Cuántas? \_\_\_\_\_

NO \_\_\_\_\_

7. Los rendimientos obtenidos con el sistema de riego por pivote son mejores que los obtenidos con otros métodos de riego?

SI \_\_\_\_\_  
NO \_\_\_\_\_  
NO SE \_\_\_\_\_

8. Encuentra usted desventajas en el sistema de riego con pivote?

SI \_\_\_\_\_  
NO \_\_\_\_\_

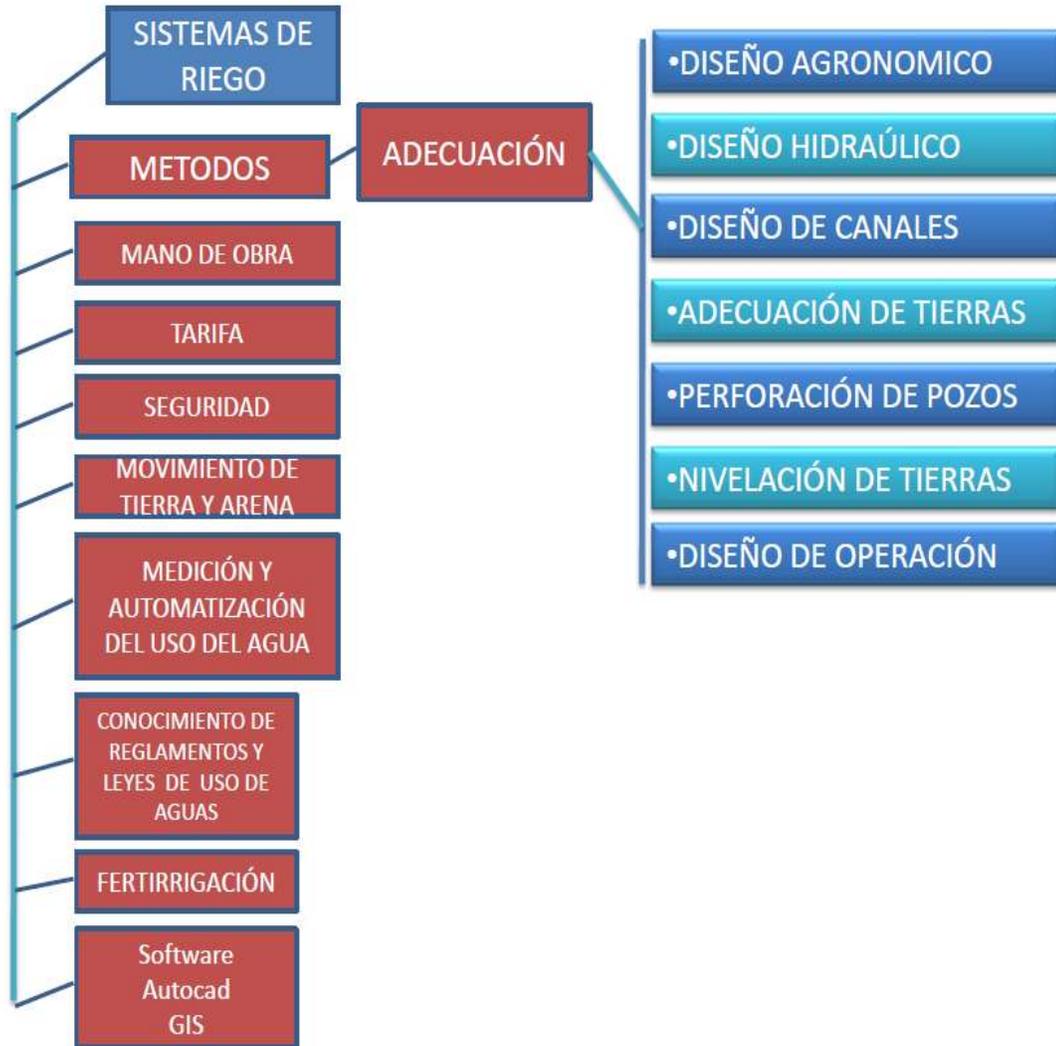
9. Si en la pregunta anterior su respuesta es "SI", ¿podría usted mencionar la que usted considere como principal desventaja?

10. ¿Cuál de los otros métodos de riego utilizados en su administración es más competitivo con el método por pivote?

ASPERSION POR CAÑÓN \_\_\_\_\_  
GRAVEDAD \_\_\_\_\_  
MINIASPERSION \_\_\_\_\_

## Anexo No. 2

### Esquema de la administración y operación del riego



Fuente: Centro Guatemalteco de Investigación de la Caña de Azúcar, Agosto (2012)

Todos los recursos y actividades que intervienen para la planeación de la aplicación de riego en el cultivo de la caña en la industria cañera de Guatemala.

### Anexo No. 3

#### Composición de la tarifa para el calculo de costo de maquinaria del riego por pivote

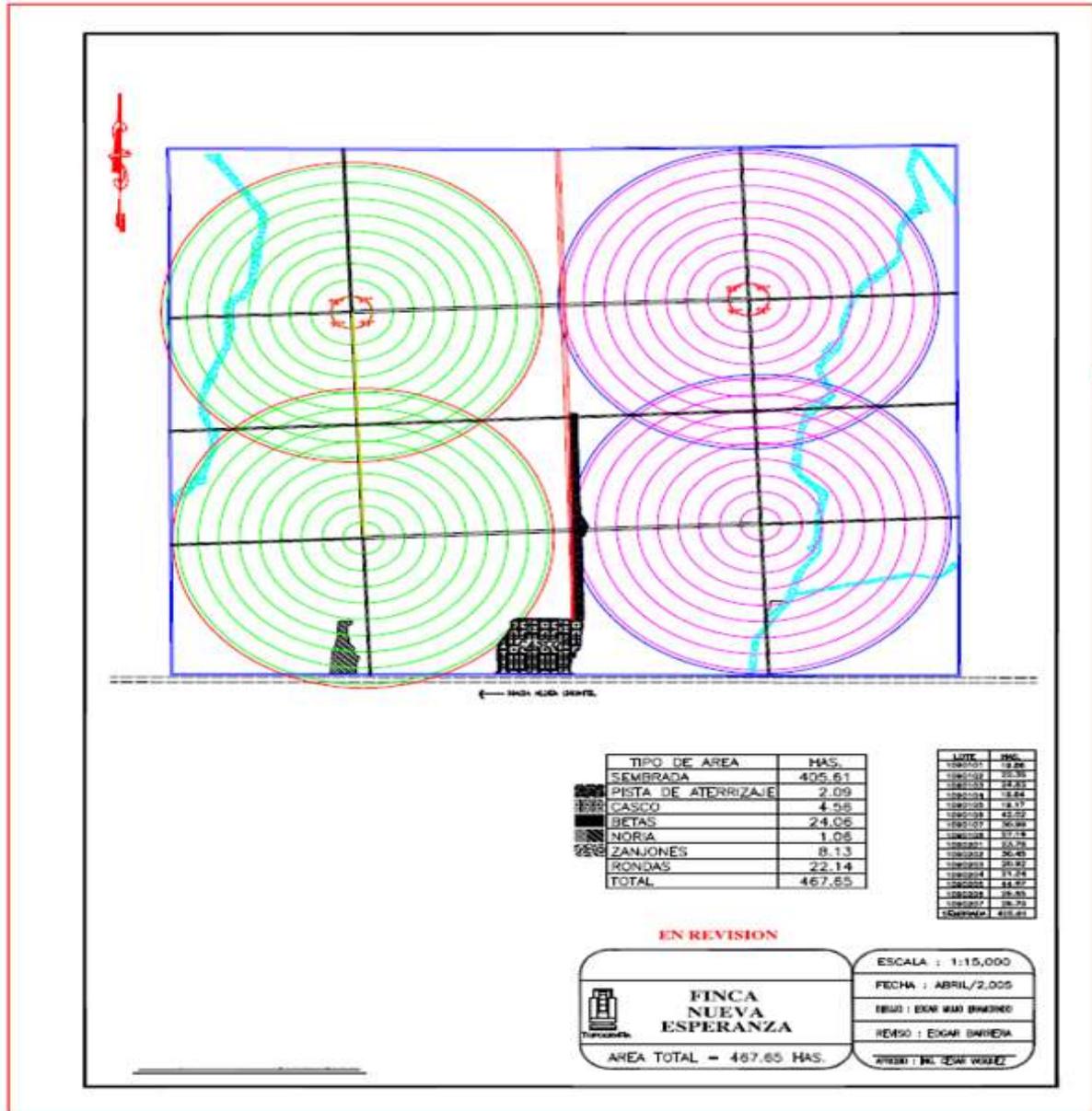
<b>COSTOS FIJOS</b>	<b>PIVOTE</b>
<b>COSTO POR DEPRECIACION</b>	<b>29.0%</b>
<b>COSTO POR IMPUESTOS</b>	<b>0.0%</b>
<b>COSTO POR SEGURO</b>	<b>0.0%</b>
<b>COSTO POR TRANSFERENCIA</b>	<b>1.4%</b>
<b>COSTO POR SUPERVISION OPERATIVO</b>	<b>0.0%</b>
<b>COSTO POR M.O MANTENIMIENTO</b>	<b>0.5%</b>
<b>COSTO DE CAPITAL MAQUINARIA</b>	<b>18.2%</b>
<b>TOTAL FIJOS FULLY LOAD</b>	<b>49.1%</b>
<b>COSTO VARIABLE</b>	
<b>COSTO POR ACEITES</b>	<b>0.9%</b>
<b>COSTO POR GRASAS</b>	<b>0.9%</b>
<b>COSTO DE LLANTAS</b>	<b>1.4%</b>
<b>COSTO POR COMBUSTIBLE</b>	<b>37.8%</b>
<b>COSTO POR FILTROS</b>	<b>0.7%</b>
<b>COSTO POR REPUESTOS</b>	<b>6.2%</b>
<b>SERVICIOS CONTRATADOS B</b>	<b>1.8%</b>
<b>COSTO DE CAPITAL INVENTARIO</b>	<b>1.2%</b>
<b>TOTAL VARIABLES FULLY LOAD</b>	<b>50.9%</b>

Fuente: Departamento de Maquinaria Agrícola Ingenio Caña Real. Julio, (2012).

Los principales rubros que intervienen en la operación del riego son mano de obra y maquinaria, la maquinaria se basa en una tarifa establecida por el departamento de Maquina Agrícola dentro del Ingenio Caña Real; esta tarifa consiste en un valor asignado a cada hora trabajada por la máquina durante su operación, el cuadro anterior muestra las variables que componen el 100% del valor de la tarifa asignada.

## Anexo No. 4

Mapa de finca Nueva Esperanza con su diseño de riego.



Fuente: Departamento de Ingeniería Agrícola Ingenio Caña Real.

## Anexo No. 5

### Cuadro de comportamiento inflacionario histórico de Guatemala

Pais	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Guatemala	6.8	6	7.6	8.1	5.5	7.2	9.1	5.8	6.8	11.4	1.9	3.9	6.2

**Definición de Tasa de inflación (precios al consumidor):** Esta variable suministra el cambio porcentual anual de los precios al consumidor comparados con los precios al consumidor del año anterior

### Tipo de cambio utilizado

Titular: **Tipo de cambio**

Dólar: US\$ 7.87369

Fuente: <http://www.banquat.gob.gt/cambio/default.asp>

Euro: US\$ 10.1982

Fuente: [www.xe.com](http://www.xe.com)

[Volver a titulares](#)

El **precio spot promedio de la energía** al 24 octubre 2012 a las 08:00 horas es de US\$174.11 /mwh.

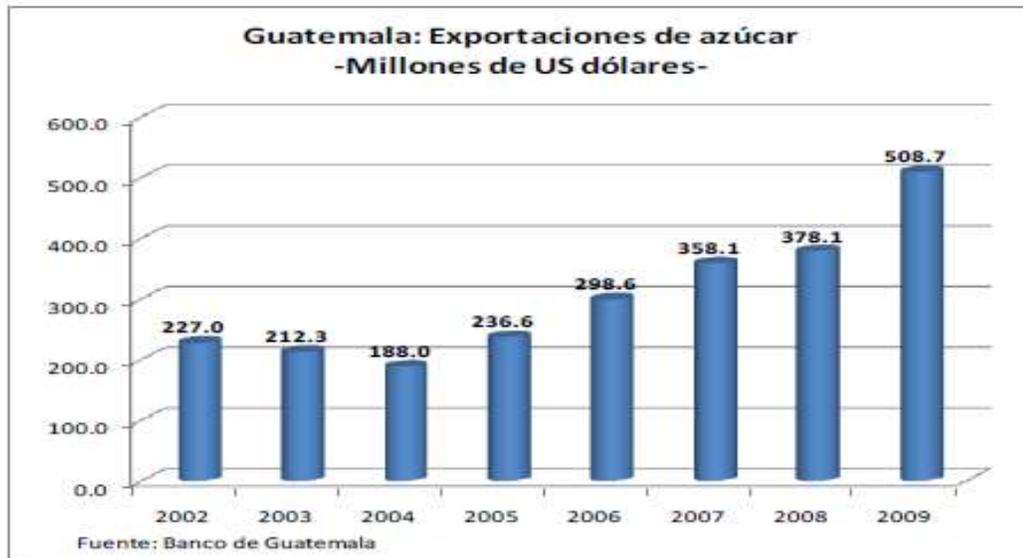
El precio spot promedio de la energía al 24 octubre de 2012 a las 08:00 horas es de US\$ 163.60 /mwh.

Fuente: [http://www.amm.org.gt/pdfs2/post\\_despacho/?](http://www.amm.org.gt/pdfs2/post_despacho/?dir=POSDESPACHO_DIARIO/2012/10_OCTUBRE)

[dir=POSDESPACHO\\_DIARIO/2012/10\\_OCTUBRE](http://www.amm.org.gt/pdfs2/post_despacho/?dir=POSDESPACHO_DIARIO/2012/10_OCTUBRE)

## Anexo No. 6

### Graficas de exportaciones en US dólares, y en kilos de azúcar



## Anexo No. 7

### Otros

#### Sistema mecanizado (Pivote y/o Avance Frontal).



#### Costo de inversión de los cuatro pivotes del sistema evaluado

**De:** Omar Arriaza [mailto:oarriaza@grupotecun.com]  
**Enviado el:** viernes, 2 de noviembre de 2012 05:14 p.m.  
**Para:** Eddy Saul Guinea Diaz  
**CC:** Victor Cabrera  
**Asunto:** 4 Pivotes fijos

Estimado Eddy,

Estuve tratando de rastrear los 4 pivotes que mencionaste, y muy probablemente sean unos facturados el 21/06/2005.

**Precio con iva: Q895,166.5**

**Tipo de cambio el 21/06/2005 Según Banguat: Q7.63/\$1**

Me contas si ese dato te sirve,

Saludos,

**Omar Arriaza**  
Asistente de Riego,  
Riego  
☎ Directo: 23288925 | Ext. 1227 | ✉ oarriaza@grupotecun.com  
☎ PBX: (502) 2328-8888 | FAX: (502) 2328-8999

**GUATEMALA: 3a. Calle 3-60 Zona 9.**



[www.grupotecun.com](http://www.grupotecun.com)



¿Necesita imprimir este mensaje? Protejamos el medio ambiente