

**EVALUACIÓN TÉCNICA DEL CANAL PRINCIPAL Y SECTOR EL TIGRE
DEL SISTEMA DE RIEGO SANTO DOMINGO, UBICADO EN LAS
PARROQUIAS RAMÓN IGNACIO MÈNDEZ Y CORAZÓN DE JESÙS,
MUNICIPIO Y ESTADO BARINAS**

**Por:
Fernando Contreras**

**Propuesta de Trabajo de Grado que se presenta ante la ilustre Universidad de
Los Andes, Núcleo Universitario " Rafael Rangel", en el cumplimiento parcial de
Los requisitos para optar al título de Ingeniero Agrícola**

**Universidad de Los Andes
Núcleo Universitario " Rafael Rangel "
Departamento de Ingeniería
Trujillo Estado Trujillo
Julio de 2009**

**EVALUACIÓN TÉCNICA DEL CANAL PRINCIPAL Y SECTOR EL TIGRE
DEL SISTEMA DE RIEGO SANTO DOMINGO, UBICADO EN LAS
PARROQUIAS RAMÓN IGNACIO MÈNDEZ Y CORAZÓN DE JESÙS,
MUNICIPIO Y ESTADO BARINAS**

**Por:
Fernando Contreras**

**Propuesta de Trabajo de Grado que se presenta ante la ilustre Universidad de
Los Andes, Núcleo Universitario " Rafael Rangel", en el cumplimiento parcial de
Los requisitos para optar al título de Ingeniero Agrícola**

**MSc. Jesús E. Mejías
Tutor Académico**

**Dr. Ricardo Trezza
Co-Tutor Académico**

**Universidad de Los Andes
Núcleo Universitario " Rafael Rangel "
Departamento de Ingeniería
Trujillo Estado Trujillo
Julio de 2009**



DEDICATORIA

A mis Padres por darme la vida, a su apoyo incondicional en todo momento, su estima y amor, sus consejos y cada cualidad que me enseñaron para lograr el éxito.

A mis Hermanos por compartir la vida y sus momentos de todo tipo, hermano de ti tu tecnicidad, hermana de ti tu léxico.

A mis sobrinos por darme mucha alegría y cariño siempre.

Para ti Dayana Mujica por apoyarme en todos los momentos y darme amor, cordura y comprensión y estar siempre a mi lado dándome ánimos de lucha.

A mis amigos de estudio y de corazón, Karina, Will, Adrianna, Joan y Jean, Jesús Araujo, Igor, Anaximandro, Miguel, Keila, Yenni, Rómulo; Yolimar y Leonor.

A ustedes que hoy no están en este mundo, pero donde quiera que estén se que están alegres y contentos; a mis abuelos; a ti padrino, a mis amigos como les digo siempre lo serán.

A dios y en la forma en que creo en ti.

Fernando José



AGRADECIMIENTOS

A mis profesores Jesús M, Ricardo T, Aixa N, Emmanuel C, e Igle H, por colaboración siempre.

Al técnico Carlos Gonzales por su colaboración, en las oficinas del sistema de riego.

A la Ingeniero Lorena Araujo por la ayuda prestada.

Al Núcleo Universitario Rafael Rangel de la Universidad de los Andes.

A todos los entes que colaboraron para la realización de este trabajo.



ÍNDICE GENERAL

	Página
Acta veredicto.....	iii
Dedicatoria.....	iv
Agradecimientos.....	v
Índice General.....	vi
Índice de Figuras.....	ix
Índice de tablas.....	xii
Índice de Apéndices.....	xiii
Lista de Símbolos.....	xiv
Resumen.....	xv
CAPITULO I: Introducción y Objetivos	1
Introducción.....	2
Objetivos.....	5
Metodología.....	6
CAPITULOII: REVISION BIBLIOGRÁFICA	9
2.1 El riego.....	10
2.2 Los sistemas de riego.....	11
2.3 Componentes de un sistema de riego.....	11
3.1 Disponibilidad de agua.....	13
4.1 Infraestructura de riego.....	13
5.1 Obras hidráulicas.....	14
5.2 Las obras hidráulicas que componen un sistema de riego.....	14
6.1 Obras de conducción y distribución.....	16
7.1 Aspectos constructivos de las redes de canales.....	17
8.1 Estructuras que contribuyen al funcionamiento y mantenimiento.....	18



9.1 Estructuras de paso y entradas al sistema.....	20
10.1 Drenajes.....	21
11.1 Vías de comunicación.....	21
12.1 Aspectos generales de un plan de rehabilitación.....	21
CAPITULO III: CARACTERIZACION DEL AREA DE ESTUDIO	23
3.1 Ubicación.....	24
3.2 Superficie.....	24
3.3 Climatología.....	24
3.4 Geomorfología.....	26
CAPITULO IV: DESCRIPCION DEL SISTEMA DE RIEGO	27
4.1 Generalidades.....	28
4.2 Inventario de la constitución física del sistema.....	28
4.2.1 Obras de derivación del rio.....	29
4.2.2 Canal principal de aducción.....	35
4.2.3 Canales secundarios tipo hopensa.....	42
4.2.4 Estructuras de partición de flujo.....	50
4.2.5 Drenajes.....	55
4.2.6 Vialidad.....	58
4.3 Aforos realizados.....	59
4.4 Análisis del diagnostico.....	66
CAPITULO V: PROPUESTAS DE SOLUCION A LA PROBLEMÁTICA EXISTENTE	70
5.1Obra de toma.....	71
5.2 Obras de derivación del rio.....	71
5.3 Canal principal de aducción.....	72
5.4 Canales secundarios de estructura tipo hopensa.....	73
5.5 Estructuras de partición.....	74



5.6 Drenajes.....	75
5.7 Vialidad.....	75
CAPITULO VI: COSTOS DE REHABILITACION DEL SISTEMA DE RIEGO	
(SECTOR: EL TIGRE)	76
CAPITULO VII: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.	
	85
BIBLOGRAFIA	
	89
APENDICES	
	91
Apéndice 1, Inventarios.....	92
Apéndice 2, Datos meteorológicos.....	93
Apéndice 3, Presupuesto.....	94
Apéndice 4, Planos de ubicación.....	95
Apéndice 5, Correspondencia y prensa escrita.....	96



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Pág.
4. 1 Obra de toma	30
4.2 Canal de comunicación	30
4.3 El Cimacio	31
4.4 Rejillas	32
4.5 Compuertas de entrada	32
4.6 Compuerta de Entrada	33
4.7 El desarenador	34
4.8 Entrada al desarenador	35
4.9 Entrada de aducción	36
4.10 Túnel de trasvase	36
4.11 Salida del túnel	37
4.12 Canal Rectangular	37
4.13 Arrojo de aguas contaminadas	38
4.14 Losa fracturada y basura	39
4.15 Losa fracturada canal principal	39
4.16 Vegetación en el canal principal	40
4.17 Sedimentos, vegetación excesiva	40
4.18 Obstrucción creada en el Canal	41
4.19 Extracción del caudal ilegalmente	42
4.20 Entrada a la red secundaria	43
4.21 Entrada a la red secundaria	43
4.22 Sifón sedimentado	44
4.23 Sifón, daños en sus compuertas	44
4.24 Salida del sifón	44



4.25 Agua del sifón	44
4.26 Vegetación mayor	45
4.27 Toma en el sifón	45
4.28 Vegetación mayor	45
4.29 Vegetación mayor	45
4.30 Sifón de parcela	46
4.31 Árbol caído	46
4.32 Obstrucción de canal elevado	46
4.33 Levantamiento de árbol en canal	47
4.34 Levantamiento por árbol	47
4.35 Filtraciones	47
4.36 Filtraciones	48
4.37 Toma ilegal	48
4.38 Fracturas en hopensas	49
4.39 Fracturas en hopensas	49
4.40 Canal sobre puesto	50
4.41 Canal sobre puesto	50
4.42 Retenciones en el canal principal	51
4.43 Basura en la retención	51
4.44 Caída de carga Hidraulica	51
4.45 Caída de carga Hidraulica	51
4.46 Tomas de distribución	52
4.47 Tomas de distribución	52
4.48 Detalle de toma	53
4.49 Sifón de paso	54
4.50 Sifón de toma de distribucion	54
4.51 Toma de parcela	55



4.52 Toma de parcela	55
4.53 Drenaje natural	56
4.54 Drenaje artificial	56
4.55 Dren parcelario	57
4.56 Dren alcantarilla	58
4.57 Berma de servicio dañada	58
4.58 Aforo realizado en el canal principal	59
4.59 Medición de sedimentos	60
4.60 Medición de sedimentos	61
4.61 Aforo en el canal principal trapezoidal	62
6.1 Antes, toma de la red secundaria	82
6.2 Después, toma de la red secundaria	82
6.3 Antes, toma de la red secundaria	82
6.4 Canal hopensa, después	82
6.5 Vegetación en los hopensas, antes	83
6.6 Vegetación en los hopensas después	83
6.7 Berma de servicio, antes	83
6.87 Berma de servicio, después	83



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla	Pag.
4.1 Aforo del canal principal	62
4.2 Coeficientes típicos	63
4.3 Aforo del canal principal	64
4.4 Aforo del canal principal	66
6.1 Presupuesto de rehabilitación	78
6.2 Resumen de costos	81



ÍNDICE DE APÉNDICES

1 Inventarios	91
2 Datos meteorológicos	92
3 Presupuesto	93
4 Planos de ubicación	94
5 Correspondencia y prensa.	95

**Lista de símbolos**

Símbolo	Significado
A2	Área dos
At	Área total
A3	Área tres
A1	Área uno
An	Áreas sucesivas
Qc	Caudal corregido
Qm	Caudal medido
C°	Centígrados
cm	Centímetros
E	Este
ha	Hectáreas
km	kilómetros
MJ	Mega julios
M ²	Metro cuadrado
M ³	Metro cubico
M	Metros
mm	milímetros
N	Norte
%	Porcentaje
S	Segundos
V mc	Velocidad media corregida



EVALUACIÓN TÉCNICA DEL CANAL PRINCIPAL Y SECTOR EL TIGRE DEL SISTEMA DE RIEGO SANTO DOMINGO, UBICADO EN LAS PARROQUIAS RAMÓN IGNACIO MÉNDEZ Y CORAZÓN DE JESÚS, MUNICIPIO Y ESTADO BARINAS

Resumen

El presente trabajo de grado se describe como una evaluación técnica en el sistema de Riego del Rio Santo Domingo, ubicado en el estado Barinas de municipio Barinas, en las parroquias Ramón Ignacio Méndez y Corazón de Jesús, constituido por la caracterización del sistema; de allí se realizó un inventario de la zona cuantificando los requerimientos y los daños, Evaluando la disponibilidad de agua del sistema en el sector estudiado. Recomendando alternativas para corregir los daños encontrados. Dicho trabajo está compuesto de siete capítulos, Introducción, revisión bibliográfica, caracterización de la zona estudiada, descripción de la zona de estudio, propuestas a la problemática, costos de rehabilitación; y conclusiones y recomendaciones con una metodología adecuada que estudia el sistema en si en su infraestructura en general en un área delimitada. los datos se toman tanto en los manuales del sistema así como en el campo para comprobar el estado en que se encuentren las obras de riego, cuantificando la problemática donde se concluyó que existían diversos problemas generados principalmente por falta de mantenimiento y deterioro de las obras así como la excesiva sedimentación del sistema; por lo cual se recomendó realizar las reparaciones pertinentes, con los costos que ello incluye para dejar de forma totalmente operativa el sistema de riego.

Palabras clave: infraestructura, deterioro, costos, rehabilitación.

CAPITULO I



CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

Etimológicamente el origen de los sistemas de riego por los distintas civilizaciones del hombre como especie sobre el planeta, se remonta a la época del 3200 AC; en lo que se conoce hoy como Irak; antigua Mesopotamia donde se han descubierto desarrollos de sistemas de riego de gran magnitud en grandes extensiones de tierra; estos adelantos se le otorgan a los sumerios quienes fueron capaces de controlar las inundaciones anuales producidas a raíz de los deshielos, inundaciones de los ríos, a través de canales de regadío manteniendo así irrigados y fértiles los campos.

En la historia reciente; se le atribuye este uso de las tecnologías de riego, en principio, a los Incas, los cuales desarrollaron nuevas formas avanzadas, para la época, de regar sus sembradíos por técnicas hoy aún utilizadas donde se pueden mencionar como más conocidas el riego en terrazas, en curvas de nivel por surcos, así como también canales de transporte de agua y almacenamiento de la misma para luego trasportarla por gravedad.

A partir de este momento estas técnicas agrícolas comenzaron a extenderse por todo el continente americano y otras partes del mundo; mejorándolas y dándoles un mayor uso originando así tecnología agrícola conocida hoy como los sistemas de riego.

El riego es una práctica ingenieril que se aplica en zonas no desarrolladas con tecnología agrícola, con la finalidad de elevar la eficiencia y aprovechamiento del agua y aumentar la productividad de la tierra y aumentar la calidad de vida de las personas que viven donde se aplican dichas técnicas ingenieriles.

En Venezuela llegaron los sistemas de riego con la colonización que vino de la mano de la explotación agrícola dada en todo el país y a partir de ese momento se comienzan a implementar los sistemas de riego y sus avances tecnológicos.

Los sistemas de riego constituyen un numero de estructuras necesarios para captar, conducir y distribuir el agua en los suelos, aplicando una lámina que cubra los



requerimientos hídricos de los cultivos durante diferentes etapas de desarrollo vegetativo; en tal sentido, los sistemas de riego permiten que la población rural permanezca produciendo en los campos; ya que cuentan con la garantía del riego por alguna de sus formas de aplicación. Un sistema de riego es aquel que se denomina como el conjunto de estructuras que facilitan al cultivo de un área determinada; aplicando técnicamente el agua necesaria para el desarrollo fisiológico en sus distintas etapas de dicho cultivo.

Estos sistemas están compuestos de una serie de partes principales como lo son, bocatomas, canales de riego (principal, secundario) y otros componentes a lo largo de su extensión; tales como (compuertas, sifones; tomas) y los componentes internos que posean los sistemas de riego que se usen en cada parcela; así como sus canales de drenaje.

En el año 1964 según el decreto presidencial N° 192-3 y publicado en la gaceta oficial N° 27591 se decide construir infraestructura de riego en todo el país; El estado Barinas es parte en este proyecto donde se crea el sistema de riego del río Santo Domingo ubicado en el municipio Barinas, parroquias: Ramón Ignacio Méndez y Corazón de Jesús con un área de 3800 ha.

Barinas es un estado que cuenta en su extensión con varios sistemas de riego, y puede considerarse como un estado en pleno desarrollo por las técnicas de explotación agrícola reflejadas en las superficies que se encuentran bajo el sistema de riego del río Santo Domingo, el cual beneficia una superficie de 1400 ha en su primera etapa. Para el caso específico objeto de esta evaluación técnica se consideran un número específico de 44 parcelas que son parte del sistema de riego y conforman el sector el Tigre. También es parte de dicha evaluación el estado actual del canal principal del sistema.

Actualmente la infraestructura del sistema de riego presenta diversas fallas en su funcionamiento: desde el comienzo de la bocatoma y más aun en su recorrido; pues en particular el canal atraviesa la ciudad de Barinas y es objeto de distintas acciones antrópicas y naturales que acarrearán deficiencias al sistema, lo que redundará en sedimentación de los



canales por falta de mantenimiento, así como también el deterioro causado por los años de servicio, entre otros.

Debido al mal estado en que se encuentra actualmente el sistema de Riego Santo Domingo, ha surgido la inquietud de coadyuvar en la solución de alguno de los problemas, a través del presente trabajo de grado; que trate la problemática planteada realizando la evaluación técnica del funcionamiento del sistema de riego del río; específicamente en el sector que comprende el canal principal (tramo de 15,9 km) y el secundario que alimenta al sector El Tigre, específicamente entre las parcelas 24 y 68, respectivamente, dado que es la zona más crítica del sistema en los actuales momentos; según información suministrada por los productores de la zona. De esta evaluación surgirán las recomendaciones que deban realizar para rehabilitar y mejorar los sectores mencionados del sistema de riego.



OBJETIVOS

GENERAL:

Realizar la evaluación técnica del Canal principal y sector el Tigre del sistema de riego del río Santo Domingo; ubicado en las parroquias Ramón Ignacio Méndez y Corazón de Jesús del municipio y estado Barinas.

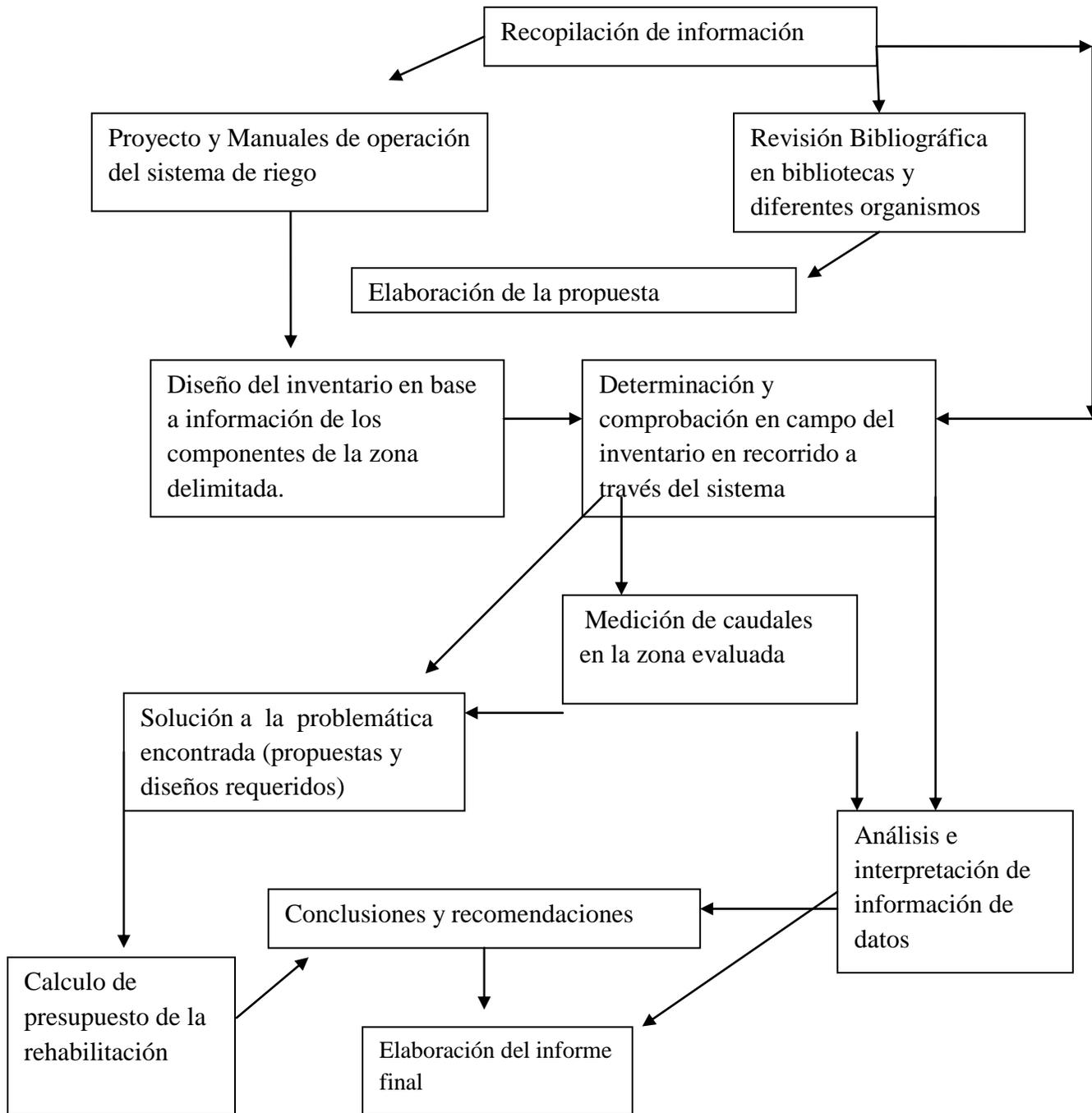
ESPECIFICOS:

- Caracterizar física y naturalmente el sistema de riego.
- Realizar un inventario de la zona evaluada cuantificando los requerimientos y determinando los daños que posee la infraestructura de riego.
- Evaluar la disponibilidad de agua que posee el sistema de riego en su canal principal y secundario del sector en estudio.
- Rediseñar obras que presenten daños encontrados durante la evaluación, en caso de ser pertinente.
- Recomendar alternativas de solución a los encargados del manejo del sistema de riego para corregir los daños encontrados.
- Calcular el monto a invertir en la rehabilitación del sector del sistema de riego estudiado.



METODOLOGIA

La metodología desarrollada para con este trabajo de evaluación técnica esta expresada en función de los pasos que se seguirán en su elaboración, para alcanzar de manera ordenada los objetivos propuestos, dicha metodología se expresa en la figura siguiente:



La metodología que se estipula es de tipo analítica, cuyo diseño es de tipo mixto, ya que involucra la recopilación de información en bibliografía citada y encontrada en la sede



administrativa donde se realiza el Trabajo de Grado, así como la comprobación en campo de la información vista en la bibliografía.

Para el desarrollo de la misma se tendrá en cuenta lo siguiente:

- Se buscará información en libros sobre el tema y en la web, así como se investigará en el componente bibliográfico del sistema donde se encuentran descritas todas las partes y componentes que interesan para con esta evaluación técnica.
- Una vez caracterizada toda esta información sobre la zona donde se va a realizar la evaluación, se determinará el número de variables implicadas en el esquema que se observe, y con ello se diseñará un inventario de recopilación de variables cuantificándolas en el sistema de riego.
- Conociendo los parámetros que se van a medir con la ayuda del inventario; se procederá a ir en visita de campo en orden descendente de acuerdo con la envergadura de la infraestructura; comprobando cada parte y su estado de operatividad actual con el desempeño para el que fue diseñado. Aunándole algún daño que escape de los parámetros establecidos.
- Una vez evaluada la zona y conociendo el estado general en que se encuentra las infraestructuras, se decidirá cuál es el sitio más factible para realizar el aforo de los canales, esto a manera de dar una medición más exacta, junto al método que se escoja de acuerdo a la precisión que se requiera, siendo determinado por el estado de obstrucción que se evidencie.
- Se realizaran los aforos pertinentes.
- Luego de recopilar la información, se interpretaran los datos y se procederá al rediseño de la infraestructura que lo amerite.
- Luego se elaboraran las recomendaciones que resulten pertinentes según los resultados de la evaluación técnica.



- Se escribirán sus conclusiones y recomendaciones interpretadas a partir de la información recopilada y generada en los resultados obtenidos.

CAPITULO II



CAPITULO II

REVISION BIBLIOGRAFICA

2.1 El Riego.

Según Grassi (1998) la palabra riego involucra las acciones complementarias de drenaje, pues se trata de crear un ambiente adecuado para las plantas, a fin de obtener la mayor producción de la tierra en la cual crecen, lo que implica compensar el déficit y eliminar los excesos.

El riego interpretado por Norero (1976) como práctica de la ingeniería tiene como finalidad elevar la eficiencia del uso del agua y la productividad de la tierra, permitiendo regular la aplicación del agua a los requerimientos de los cultivos.

Israelsen y Hansen (1965) definen el riego como la aplicación artificial de agua a la tierra, con el fin de suministrar a las especies vegetales la humedad necesaria para su desarrollo. Los autores, aplican esta definición, asignando al riego los siguientes objetivos específicos:

- Proporcionar la humedad necesaria para que los cultivos puedan desarrollarse.
- Asegurar las cosechas contra sequías de corta duración.
- Enfriar el suelo y la atmósfera para, de esta forma, mejorar las condiciones ambientales en bien de desarrollo vegetal.
- Llevar a diluir sales contenidas en el suelo.
- Reducir el peligro de erosión por la formación de cauces naturales de drenaje.
- Ablandar los terrones de tierra.



2.2 Los sistemas de Riego.

Para Grassi (1998) los sistemas de riego están compuestos por un conjunto de elementos físicos, humanos y modos de actuar que obran sobre el agua, la tierra y diversos insumos, para producir bajo determinadas restricciones, y sin generar efectos negativos.

Fusagri (1984), señala que en los sistemas de riego, sean grandes o pequeños, el agua hay que llevarla desde la fuente hasta las áreas que se desean regar. Ello se efectúa principalmente mediante canales abiertos y/o tuberías. El empleo de unos y otros depende de muchos factores. De los cuales los económicos y topográficos son los más importantes.

Olivares y De León (1975) enfocan desde el punto de vista de la ingeniería, el sistema de riego como el conjunto de estructuras necesarias para captar, conducir y distribuir las aguas a los suelos, aplicando una lámina que cubra los requerimientos de los cultivos durante sus diferentes etapas de desarrollo vegetativo.

2.3 Componentes de un sistema de riego

Existen varios tipos de sistemas de riego, donde cada uno posee varias partes principales de acuerdo con el propósito para el cual fue diseñado; donde se definen las siguientes:

2.31 *En riego localizado:*

Se define en Oni.org (2008) como un sistema de humedecimiento limitado del suelo, en el cual se aplica agua únicamente a una parte del volumen de suelo ocupado por las raíces del cultivo; el cual cuenta con las siguientes partes.

➡ Fuente de agua.



- Bomba.
- Cabezal.
- Filtros de malla, grava e hidrociclòn.
- Tuberías primaria o principal; secundaria.
- Las tuberías laterales que tienen en su interior los emisores.

2.3.2 En riego por aspersión:

Según Oni.arg (2008) es el sistema que se asemeja a la lluvia cubriendo, la lluvia artificial, la superficie de cultivo a regar. El agua para que se disperse en gotas de distinto tamaño debe salir a presión por orificios y boquillas (aspersores), por ello también el sistema genéricamente se denomina riego presurizado; entre sus partes pueden nombrar:

- Fuente de agua.
- Bomba de impulsión.
- Tuberías principales y secundarias (fijas o móviles).
- Aspersores.

2.3.4 En riego por superficie:

Oni.arg (2008) Existen dos tipos principalmente:

2.3.4.1 Por surcos:

Consiste en la utilización de pequeños canales ó surcos paralelos a la línea de plantación, durante el tiempo necesario para que el agua se infiltre y humedezca la zona radicular del cultivo. Resulta importante en el sistema, que además de la infiltración del agua verticalmente la misma se realice también lateralmente, hacia los costados del surco, donde se encuentran las raíces de las plantas.



2.3.4.2 Por inundación:

Oni.org (2008) Consiste en cubrir el suelo con una capa ó lámina de agua de mayor o menor espesor, el suelo se humedece al tiempo que el agua lo va cubriendo. Estos tipos dependen de ciertas variables como lo son:

- Topografía del terreno
- Calidad del suelo
- Adaptabilidad de los cultivos
- Disponibilidad del agua
- Recursos económicos del productor

3.1 Disponibilidad de agua:

Oni.org (2008) La disponibilidad de agua se clasifica en, superficial y subterránea, y se define como las cantidades extraídas de una fuente que pueden ser usadas para riego, que provienen de una fuente mayor; es decir es el agua con que se cuenta para riego proveniente de un río que es extraída por una infraestructura diseñada para tal fin, que toma una cierta cantidad de acuerdo a su capacidad.

4.1) Infraestructura de riego:

De acuerdo con Grassi (1977), son los elementos físicos que componen un sistema de riego y que integran la infraestructura del mismo. Y se pueden clasificar de la siguiente manera:

- *Infraestructura general de riego*
- *Red vial y sistema de comunicaciones*
- *Obras auxiliares*



5.1 Obras hidráulicas:

Según Novelo (1970) las obras hidráulicas de un sistema de riego, tienen por finalidad captar el agua de las fuentes de abastecimiento, almacenándolas en su caso, para regularizar su escurrimiento y aprovechamiento, derivándolas a las redes de conducción y distribución y entregarlas a las parcelas o grupos de parcelas en que termina la red menor. De igual forma para regular la proporción de los niveles freáticos, en tierras cultivadas se hace necesario disponer de obras para el control y evacuación de los excedentes así como de obras para evitar los perjuicios de los excedentes fluviales.

5.2 Las obras hidráulicas que componen un sistema de riego pueden agruparse así:

- *De captación*
- *Obras de conducción y distribución*
- *Obras de control y distribución de excedentes*

5.2.1 Obras de captación de aguas:

Según Grassi (1977), para captar el agua de un cauce superficial, que constituye generalmente la fuente más común de provisión de agua en los sistemas de riego, se emplean: Tomas libres o directas; presas de derivación; presas de embalse; plantas de bombeo.

5.2.2 Obras de captación de aguas.

Según Garnez y Rodríguez (1997) consiste en una obra colocada directamente en la fuente de agua a fin de captar el gasto deseado de los cauces naturales y conducirlos a la línea de



aducción. La función principal de la obra de captación es asegurar en forma continua bajo cualquier condición de flujo de captación del caudal de diseño requerido para el funcionamiento del sistema.

5.2.3 Toma libre:

Consiste simplemente en una estructura compuesta por una o más compuertas instaladas a la margen de un río, que conduce agua en cantidad con un tirante tal, de modo que permita derivar directamente el agua sin producir su represamiento.

5.2.4 Presa de derivación:

Permiten, mediante la intercepción del flujo, derivar todo el caudal que trae el río si ello es necesario, y al mismo tiempo controlar la carga de agua de acuerdo a las demandas de la obra. Estas se clasifican en fijas y móviles.

La **fija** es un obstáculo fijo o cimacio, interpuesto a la corriente, que constituye un vertedero de pared gruesa sobre el cual vierte el caudal en exceso que conduce el río con respecto al caudal a derivar.

Las **móviles**; están compuesta por un cambio de sucesión de compuertas que permiten controlar el caudal y la carga.

El conjunto de obras que compone una presa de derivación, lo constituyen la presa propiamente dicha, el desarenador o disipador en el mismo cuerpo de la presa, la estructura de la toma, y las obras de defensa.

5.2.5 Presa de embalse:



Permite regular el caudal variable con que se producen los aportes del río, ajustándola así a las demandas del sistema de riego y donde además se puede usar este tipo de embalse en la industria hidroeléctrica, para abastecimiento de agua y control de inundación.

6.1 Obras de conducción y distribución:

Define Grassi (1977); Están constituidas generalmente por canales a cielo abierto, trazados y dimensionados conforme a los procedimientos que ofrece la hidráulica de canales abiertos.

6.1.1 Redes de canales:

Están constituidos en primer término por el tramo que conduce al agua desde la toma hasta los terrenos a regar.

Este canal puede tener una muy reducida longitud, de unos pocos kilómetros o metros en condiciones muy favorables; o de muchos si las condiciones obligan a captar agua lejos de la zona de riego.

El tramo más próximo a la toma, sobre el cual no existe derivación alguna, se denomina “canal muerto ò canal principal”

Del canal principal se desprenden los canales secundarios; que son los que inician la etapa de distribución de agua de las distintas zonas o sectores en que se divide el área denominada, la cual se determina de acuerdo a varios factores, topográficos de suelo e ingenieriles.



De los secundarios parten los canales terciarios, que son canales de orden inferior que denominan una superficie menor y pueden o no entregar agua directamente a los predios donde se aplicará el método de riego.

7.1 Aspectos constructivos de las redes de canales:

Los canales a cielo abierto pueden ser en tierra (sin revestir), revestido o mixto, en el cual se usa una parte la de mayor tirante revestida y la de menor se realiza en tierra.

Sin duda el revestimiento presenta una serie de ventajas que se mencionan a continuación:

- Disminución de la sección hidráulica
- Disminución de las pérdidas por infiltración
- Eliminación de los efectos erosivos en el cauce
- Eliminación de malas hiervas
- Trazado en reducida pendiente.

De acuerdo con Novelo (1970) existen distintos materiales para el revestimiento que han sido ensayados dando muy buenos resultados.

7.1.1 Revestimientos expuestos:

- De superficie dura como lo son; el concreto hidráulico (armado simple, colado en sitio o pre colado en losas y bloques).
- Gunita, armado y simple.
- Suelo cemento, concreto asfáltico.
- De membrana expuesta, como las membranas asfálticas prefabricadas, películas de plástico (pvc).

7.1.2 Revestimientos enterrados:

- Entre los que destacan las membranas asfálticas, el hule sintético



7.1.3 Revestimientos en tierra:

- Existen los gruesos y delgados, compactados, colchones de tierra suelta y las mezclas de suelos.
- Existen también canales elevados tipo horquilla sobre estructuras prefabricadas como lo es el caso de sistema de riego del Rio Santo Domingo en el estado Barinas.

8.1) Estructuras que contribuyen al buen funcionamiento y mantenimiento de los sistemas de riego:

8.1.2 Desarenadores:

Grassi (1977) Generalmente se instala sobre el canal muerto a escasa distancia de la obra de captación; tiene como objetivo principal provocar la sedimentación del material en suspensión en el agua, a fin de evitar o disminuir los costos de limpieza en los canales.

Es una estructura de concreto de gran tamaño y complicado diseño, que permite el depósito de material por la reducción de velocidad del agua en el tránsito por esta estructura.

El agua desarenada es derivada por un vertedero lateral; y el material retenido es extraído periódicamente con la abertura de la compuerta que devuelve el material al río.

8.1.3 Aliviaderos:

Grassi (1977) Pertenece a las estructuras de protección del canal, en donde ocasionalmente son de tipo parcial, compuestos por vertederos parciales o sifones invertidos, donde sus



entradas están ubicadas aguas abajo para reducir el caudal en caso de que ocurra una eventualidad que lo amerite.

Existe el aliviadero total; el cual consiste en derivar el total del agua que conduce el canal muerto, cuyo propósito tiene el tramo final de un canal sin compuertas denominado descargador.

8.1.4 Partidores:

Grassi (1977) Se trata de estructuras de división del caudal en dos o más partes para la distribución; estos son empleados para dividir el caudal en dos dependiendo de las necesidades que se requieran.

8.1.5 Represas:

Grassi (1977) Permiten regular el tirante de agua en los canales y obtener así una carga deseada en la estructura de derivación aguas arriba de la misma. Para este fin se emplean estructura tipo vertedero diseñadas para derivar caudal aguas arriba y dejar pasar un caudal aguas debajo de donde están ubicadas

8.1.6 Tomas:

Grassi (1977) Se refiere a las tomas de los canales secundarios que derivan agua del principal, o de terciarios que la derivan de secundarios, así como también las tomas de parcelas.



Las mismas son comúnmente compuertas deslizantes, generalmente metálicas, accionadas por un mecanismo elevador a mano o por motor eléctrico.

8.1.7 Aforadores:

Grassi (1977) Son estructuras las cuales no son diseñadas para tal fin pero se usan con ese objetivo debido a que su diseño lo permite; como lo son las de tipo vertedero de descarga libre y contracción de fondo.

9.1) Estructuras de paso y entradas del sistema:

9.1.1 Los puentes:

Grassi (1977) Son estructuras de sección rectangular construidas en concreto sobre vigas metálicas madera o concreto, dependiendo del uso al que van a desempeñar.

9.1.2 Los sifones:

Grassi (1977) Son empleados para franquear vaguadas, canales, drenes y caminos, estos facilitan los accesos a las distintas zonas planificadas que posee un sistema de riego.

9.1.3 Alcantarillas:

Grassi (1977) Son estructuras de franqueo que se usan en los canales de riego a manera de facilitar el paso sobre el de vías y otras obras civiles que requieran su tránsito a través de él.



10.1 Drenajes:

Es un complemento indispensable en una red de riego pues es indispensable que se produzcan sobrantes de agua que deben ser drenadas para evitar daños a los cultivos, y permitir la realización de labores agrícolas así como el mantener las condiciones sanitarias del sistema.

Entre los drenajes que debe poseer un sistema de riego para su óptimo funcionamiento se pueden mencionar:

- *Los naturales*
- *Los colectores*
- *Los parcelarios*
- *Las alcantarillas.*

11.1 Vías de comunicación:

Grassi (1977) Son de indispensable elaboración en un sistema pues ellas son parte fundamental del desarrollo y es por ello que se debe contar con una adecuada red de vías diseñadas a partir del plan de desarrollo que gira en torno a las explotaciones agrícolas que se pueden dar en cada sistema.

Esta red de vías se divide en una troncal y una red secundaria, donde la primera es la que vincula al área de desarrollo para con el sistema; la segunda es la que lleva hasta las divisiones parcelarias, las cuales son las que facilitan el acceso a los productores, así como también son usadas como berma de servicio del sistema pues por lo general sus recorridos son hechos en el mismo sentido y dirección que la red de canales.

12.1) Aspectos generales de un plan de recuperación rehabilitación:



12.1.2 Rehabilitación:

DRAE (2008) se define como habilitar de nuevo o restituir a alguien o algo a su estado antiguo.

En el caso concreto para con este trabajo se aplicará a la rehabilitación de un sector en deterioro general.

12.1.3 Costos:

Gittinger (1973) Se refiere a todos los gastos monetarios que implica la implementación para el desarrollo de un plan que se ejecuta con el fin de generar beneficios; ya sean de recuperación de la inversión inicial con su utilidad prevista en dinero o bien en algo intangible, pero que al largo plazo da como resultado el desarrollo de alguna comunidad en específico.

12.1.4 Beneficios:

Gittinger (1973) Son aquellos obtenidos producto de un plan de inversión aplicado a una idea desarrollada en el corto plazo, o en el largo plazo, si este plan de inversión se destina como un plan de desarrollo gubernamental.

12.1.5 Análisis financiero en el campo agrícola:

Según Gittinger (1973), Puede mostrar que la entidad pública encargada de explotar un proyecto no obtendrá ingresos suficientes para recuperar todos los gastos del capital o incluso de explotación que habrá de realizar. Aunque así sea, puede ser útil ejecutar el proyecto si el análisis económico indica su rendimiento global para la sociedad será satisfactorio.

12.1.6 Presupuesto:



Rivera (2008); Son los cálculos anticipados del costo de una obra civil o de los gastos y rentas de una empresa que se destina a ejecutar o reparar dicha obra.

12.1.7 Partidas:

Rivera (2008) Son aquellas que especifican los niveles o etapas de ejecución en un presupuesto de una obra civil para su futura elaboración.