

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



**"DISEÑO DE ESTANQUES Y MEJORAMIENTO DE  
SISTEMA DE RIEGO SANTA ANA DE AGUA RICA"**

**TOMO I**

Realizado por:

**ALVARO SILVESTRE CASTRO LIZECA**

Tesis de Grado presentada a consideración de la UNIVERSIDAD AUTÓNOMA  
"JUAN MISAEL SARACHO", como requisito para optar por el Grado Académico  
de Licenciatura en Ingeniería Civil

Agosto - 2015  
Tarija – Bolivia

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



**"DISEÑO DE ESTANQUES Y MEJORAMIENTO DE  
SISTEMA DE RIEGO SANTA ANA DE AGUA RICA"**

**TOMO II**

Realizado por:

**ALVARO SILVESTRE CASTRO LIZECA**

Tesis de Grado presentada a consideración de la UNIVERSIDAD AUTÓNOMA  
"JUAN MISAEL SARACHO", como requisito para optar por el Grado Académico  
de Licenciatura en Ingeniería Civil

Agosto - 2015  
Tarija – Bolivia

**VºBº**

---

Tutor.: Ing. Erlan Rodrigo Waiwa Márquez

---

Ing. M. Sc. Ernesto R. Alvarez Gosalvez

DECANO FACULTAD  
DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

---

M. Sc. Lic. Marlene Hoyos M.

DIRECTORA DEL DEPARTAMENTO  
VIRTUAL Y A DISTANCIA

**APROBADA POR:**

**TRIBUNAL:**

---

Ing. Fernando Barreto

---

Ing. Grover Torres Ibieta

El Tribunal Calificador del presente trabajo no se solidariza con la forma, modos y expresiones vertidas en el mismo; siendo ellos únicamente responsabilidad del autor.

**Dedicatoria:**

Este trabajo va dedicado a mis padres en especial, por guiarme en el camino de la superación y por estar presentes en cada etapa de mi vida esperando siempre lo mejor de mí, a mis hermanas por su amor apoyo y confianza a cada momento, y a mis tíos José Luis y Sergio por ser la constante motivación en la conclusión del presente trabajo y por apoyarme incondicionalmente desde que llegue a este mundo sin esperar nada a cambio.

**Agradecimiento:**

a Dios por permitirme realizar este trabajo, profesor guía por su orientación profesional para realizar este trabajo, a mis catedráticos por trasmitirme sus conocimientos, amigos que me apoyaron en el transcurso de este y todas esas personas que influyeron en mi formación profesional.

**Pensamiento:**

No basta tener un ideal y creer en sus principios, si no el tener el valor moral para defenderlo y el interés del espíritu para vivirlo.

## INDICE

### “DISEÑO DE ESTANQUES Y MEJORAMIENTO DE SISTEMA DE RIEGO SANTA ANA DE AGUA RICA”

<b>CAPITULO I.....</b>	<b>12</b>
<b>ASPECTOS GENERALES.....</b>	<b>12</b>
1.1.- NOMBRE DEL PROYECTO.....	12
1.2.- UBICACIÓN DEL PROYECTO.....	12
1.2.1.- Ubicación Geográfica del Proyecto.....	12
1.2.2.- Ubicación Político Administrativa.....	13
1.3.- INTRODUCCION, ANTECEDENTES, PROBLEMAS, JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO.....	14
1.4.- OBJETIVOS Y METAS DEL PROYECTO.....	18
1.4.1.- Objetivo General.....	18
1.4.2.- Objetivos Específicos.....	18
1.4.3.- Metas del Proyecto.....	19
1.4.4.- Marco Lógico.....	21
1.5.- CLIMATOLOGÍA.....	26
1.5.1.- Temperatura.....	26
1.5.2.- Precipitación.....	26
1.5.3.- Radiación Solar.....	26
1.5.4.- Humedad.....	26
1.5.5.- Viento.....	26
1.5.6.- Pendiente.....	27
1.5.7.- Vegetación.....	27
1.6.- DESCRIPCIÓN DEL SUELO EN EL ÁREA DEL PROYECTO.....	27
1.6.1.- Edafología.....	27
1.6.2.- Fisiografía.....	27
1.6.3.- Clasificación de suelos con fines de riego.....	27
1.6.4.- Uso Actual del suelo.....	28
1.6.5.- Uso Potencial del suelo.....	28
<b>CAPITULO II.....</b>	<b>29</b>
<b>CARACTERISTICAS SOCIOECONOMICAS DE LA POBLACIÓN BENEFICIARIA.....</b>	<b>29</b>
2.1.- LOS RECURSOS HUMANOS.....	29



2.1.1.- Población .....	29
2.1.2.- Diagnostico de la Situación Actual.....	30
2.1.3.- Organización Comunal. ....	31
2.1.4.- Actitud de los Comunarios ante el Proyecto.....	32
2.1.5.- Movimientos Migratorios. ....	32
2.2.- SITUACIÓN AGROPECUARIA. ....	33
2.2.1.- Uso y Tenencia de la Tierra.....	33
2.2.2.- Características de la tenencia de la tierra.....	33
2.2.3.- Agricultura en la Zona .....	35
2.2.4.- Técnicas de Producción. ....	36
2.2.5.- Calendario Agrícola.....	37
2.2.6.- Limitantes de la Producción Agrícola Actual.....	39
2.2.7.- Destino de la Producción. ....	41
2.2.8.- Costos de Producción. ....	43
2.2.9.- Ingresos y gastos Familiares.....	44
2.2.10.- Población económicamente activa.....	45
2.3.- INFRAESTRUCTURA SOCIAL Y DE SERVICIO.....	46
2.3.1.- Educación. ....	46
2.3.2.- Salud y Nutrición.....	46
2.3.3.- Vivienda.....	48
2.3.4.- Caminos.....	50
2.3.5.- Agua Potable, Saneamiento Básico. ....	51
2.3.6.- Sistema de Energía Eléctrica. ....	52
2.3.7.- Otros Servicios. ....	52
2.4.- OTRAS ACTIVIDADES ECONÓMICAS.....	52
2.4.1.- Ganadería.....	52
2.4.2.- Artesanía.....	54
2.4.3.- Apoyo Institucional. ....	55
<b>CAPITULO III.....</b>	<b>56</b>
<b>HIDROLOGIA DEL PROYECTO.....</b>	<b>56</b>
3.1.- CARACTERISTICAS DE LA CUENCA HIDROGRAFICA. ....	56
3.1.1.- Estudio Hidrológico.....	57
3.1.2.- Características generales de las Cuencas.....	57
3.2.- PRECIPITACIÓN PLUVIAL EN EL ÁREA DEL PROYECTO. ....	61
3.2.1.- Precipitación media anual.....	62
3.3.- DISPONIBILIDAD DE AGUA PARA EL PROYECTO. ....	63

3.3.1.- Estimación de Caudales sub superficiales. ....	63
3.4.- DETERMINACIÓN DE AVENIDA MÁXIMA. ....	67
3.4.1.- Cálculo de Tiempo de Concentración.....	67
3.4.2.- Precipitaciones Máximas en las Microcuencas. ....	68
3.4.3.- Determinación de la Altura de Lluvia Máximas diaria para un Periodo de.....	68
Retorno.....	68
3.4.4.- Determinación de la Altura de Lluvia Máximas Horaria para un.....	69
Periodo de Retorno y tiempo menores a la diaria. ....	69
3.4.5.- Determinación de las Intensidades Máximas en (mm/hr).....	71
3.4.6.- Estimación de caudal máximo ( $m^3/sg$ ).....	73
<b>CAPITULO IV.....</b>	<b>74</b>
<b>EVALUACION DE RECURSOS HIDRICOS Y PARAMETROS PARA EL RIEGO. 74</b>	
4.1.- CÉDULA DE CULTIVO.....	74
4.4.1.- Rendimiento de los Cultivos.....	74
4.2.- DISPONIBILIDAD DE AGUA PARA EL PROYECTO. ....	75
4.2.1.- Calidad de agua para riego. ....	75
4.2.2.- Características del suelo para riego. ....	79
4.3.- DEMANDA DE AGUA PARA RIEGO POR HECTÁREA.....	79
4.3.1.- Métodos para estimar la ETP basados en Datos Meteorológicos. ....	80
4.4.- OFERTA DE AGUA PARA EL PROYECTO.....	82
4.4.1.- Incremento de agua para riego.....	82
4.4.2.- Incremento en la producción Agrícola. ....	83
4.4.3.- Incremento en las áreas de cultivo.....	83
4.4.4.- Posibilidades para el cultivo de productos agrícolas alternativos.....	83
4.5.- MÉTODO DE RIEGO. ....	84
4.6.- CALENDARIO DE CULTIVOS.....	84
<b>CAPITULO V.....</b>	<b>85</b>
<b>DISEÑO DE OBRAS CIVILES.....</b>	<b>85</b>
5.1.- DISEÑO DEL SISTEMA DE RIEGO.....	86
5.1.1.- Planteamiento de la Infraestructura. ....	86
5.2.- DISEÑOS HIDRAULICOS DE OBRAS CIVILES. ....	87
5.3.- OBRAS PROPUESTAS. ....	87
5.3.1.- Diseño de Canales de Conducción. ....	87
5.4.- DISEÑO DE OBRAS DE ARTE.....	91
5.4.1.- Caídas Verticales. ....	91
5.4.2.- Diseño de Puentes Canal. ....	97

<b>CAPITULO VI.....</b>	<b>104</b>
<b>ANALISIS DEL COSTO DE LA OBRA.....</b>	<b>104</b>
6.1.- CALCULO DE PRESUPUESTO.....	104
6.1.1.- Cómputos Métricos.....	104
6.1.2.- Calculo de Precios Unitarios.....	104
<b>CAPITULO VII.....</b>	<b>110</b>
<b>OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO.....</b>	<b>110</b>
7.1.- INTRODUCCIÓN.....	110
7.2.- OPERACIÓN ADOPTADA DEL SISTEMA DE RIEGO.....	111
7.2.1.- Asesoramiento en Operación y Mantenimiento.....	111
7.2.2.- Asesoramiento en Desarrollo Agrícola.....	112
7.3.- PLAN DE ADMINISTRACION Y GESTION DEL SERVICIO.....	112
7.4.- PLAN DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO.....	113
7.4.1.- Plan de Operación de los Sistemas.....	113
7.4.2.- Plan de Mantenimiento de los Sistemas.....	113
7.5.- OBJETIVOS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO.....	114
7.6.- COSTOS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO.....	115
<b>CAPITULO VIII.....</b>	<b>116</b>
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>116</b>
8.1.- CONCLUSIONES.....	116
8.2.- RECOMENDACIONES.....	118

## **ANEXOS:**

<b>Anexo I Estaciones Pluviométricas utilizadas en el Proyecto.....</b>	<b>97</b>
<b>Anexo II Cálculo de Tiempo de Concentración en las Micro cuencas .....</b>	<b>104</b>
<b>Anexo III Cálculo de las Precipitaciones Máximas.....</b>	<b>107</b>
<b>Anexo IV Cálculo de Caudales Máximos.....</b>	<b>114</b>
<b>Anexo V Análisis de Suelo y Agua para el Proyecto .....</b>	<b>117</b>
<b>Anexo VI Demanda de Agua para Riego.....</b>	<b>121</b>
<b>Anexo VII Diseños Hidráulico de obras civiles .....</b>	<b>140</b>
<b>Anexo VIII Cómputos Métricos.....</b>	<b>190</b>
<b>Anexo IX Análisis de Precios Unitarios .....</b>	<b>201</b>
<b>Anexo X Especificaciones Tecnicas .....</b>	<b>272</b>
<b>Anexo XI Cronograma de Ejecución de Obras.....</b>	<b>316</b>
<b>Anexo XII Planos .....</b>	<b>319</b>