

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**  
**PROGRAMA ESPECIAL DE TITULACIÓN**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**



**TRABAJO DIRIGIDO**

**“ESTUDIO A DISEÑO FINAL SISTEMA DE  
RIEGO REJARÁ”**

**POR:**

**GERY GERMÁN BUENO ARCE**

Trabajo Dirigido presentado a consideración de la **Universidad Autónoma “Juan Misael Saracho”** como requisito para optar el Grado Académico de Licenciatura en Ingeniería Civil.

**DICIEMBRE, 2012**

**TARIJA – BOLIVIA**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**  
**PROGRAMA ESPECIAL DE TITULACIÓN**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**



**TRABAJO DIRIGIDO**

**“ESTUDIO A DISEÑO FINAL SISTEMA DE  
RIEGO REJARÁ”  
TOMO I**

**POR:**

**GERY GERMÁN BUENO ARCE**

Trabajo Dirigido presentado a consideración de la **Universidad Autónoma “Juan Misael Saracho”** como requisito para optar el Grado Académico de Licenciatura en Ingeniería Civil.

**DICIEMBRE, 2012**

**TARIJA – BOLIVIA**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**  
**PROGRAMA ESPECIAL DE TITULACIÓN**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**



**TRABAJO DIRIGIDO**

**“ESTUDIO A DISEÑO FINAL SISTEMA DE  
RIEGO REJARÁ”**  
**TOMO II (ANEXOS 1-16)**

**POR:**

**GERY GERMÁN BUENO ARCE**

Trabajo Dirigido presentado a consideración de la **Universidad Autónoma “Juan Misael Saracho”** como requisito para optar el Grado Académico de Licenciatura en Ingeniería Civil.

**DICIEMBRE, 2012**

**TARIJA – BOLIVIA**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**  
**PROGRAMA ESPECIAL DE TITULACIÓN**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**



**TRABAJO DIRIGIDO**

**“ESTUDIO A DISEÑO FINAL SISTEMA DE  
RIEGO REJARÁ”**

**TOMO III (ANEXO 17 (PLANOS))**

**POR:**

**GERY GERMÁN BUENO ARCE**

Trabajo Dirigido presentado a consideración de la **Universidad Autónoma “Juan Misael Saracho”** como requisito para optar el Grado Académico de Licenciatura en Ingeniería Civil.

**DICIEMBRE, 2012**

**TARIJA – BOLIVIA**

**V°B°**

.....  
Ing. Carlos Alberto Torrico Aparicio  
**TUTOR**

.....  
Msc. Ing. Luís Alberto Yurquina Flores  
**DECANO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS**  
**Y TEGNOLOGIA**

.....  
Msc. Lic. Marlene Hoyos Montecinos  
**DIRECTORA P.E.T.**  
**PROGRAMA ESPECIAL**  
**DE TITULACION**

**APROBADO POR:**

**TRIBUNAL:**

.....  
Ing. Moisés Perales Avilés

.....  
Ing. Cesar Pérez Peñaloza

El tribunal calificador de la presente tesis, no se solidariza con la forma, términos, modos y expresiones vertidas en la misma, siendo únicamente responsabilidad del autor.

## **DEDICATORIA**

Este trabajo está dedicado a la memoria  
del Ing. Carlos Torrico Aparicio

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios por la fortaleza en los momentos difíciles de la vida, a mi familia por el apoyo permanente e incondicional.



## **ÍNDICE**

Dedicatoria	
Agradecimientos	
Resumen Ejecutivo	

### **CAPÍTULO I**

#### **INTRODUCCIÓN**

	Página
1.1 ANTECEDENTES	1
1.2 LOCALIZACIÓN	1
1.3 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO	4
1.4 OBJETIVOS	5
1.4.1 Objetivo general	5
1.4.2 Objetivos específicos	5
1.5 METAS	5
1.6 MARCO LÓGICO	6

### **CAPÍTULO II**

#### **DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE PROYECTO**

	Página
2.1 ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS	8
2.1.1 Comunidad beneficiada y población	8
2.1.2 Dinámica Poblacional	9
2.1.3 Infraestructura Vial	11
2.1.4 Infraestructura de Salud	11
2.1.5 Infraestructura y Nivel de Educación	11
2.1.6 Servicios Básicos	12
2.1.7 Tipos de Viviendas	13
2.2 DISPONIBILIDAD ACTUAL DE AGUA	14
2.2.1 Características de la cuenca hidrográfica	14
2.2.2 Fuentes de agua superficiales	15
2.2.3 Uso del agua actual	16
2.2.4 Derechos de terceros	16
2.3 CALIDAD DEL AGUA CON FINES DE RIEGO	16
2.3.1 Análisis de la calidad del agua con fines de riego	17

	Página	
2.4	SISTEMA DE RIEGO ACTUAL	18
2.4.1	Descripción de la infraestructura actual del sistema de riego	18
2.4.2	Gestión actual del sistema de riego	20
2.5	CARACTERÍSTICAS DEL SUELO EN EL ÁREA DE RIEGO	21
2.5.1	Descripción fisiográfica del área del proyecto	21
2.5.2	Clasificación de Tierras con Fines de Riego	25
2.5.3	Descripción de las clases de suelos y su aptitud para el riego	27
2.5.4	Prácticas de manejo	30
2.6	ASPECTOS AGROCLIMATICOS	30
2.6.1	Precipitación anual	30
2.6.2	Temperaturas medias mensuales	31
2.6.3	Clima	32
2.6.4	Riesgo de granizo	32
2.6.5	Riesgo de heladas	32
2.6.6	Riesgo de sequía	32
2.7	ASPECTOS AMBIENTALES	32
2.7.1	Calidad del agua	32
2.7.2	Riesgo de incendios	32
2.7.3	Riesgo de erosión hídrica	33
2.7.4	Aspectos medio ambientales	33
2.8	ASPECTOS PRODUCTIVOS	36
2.8.1	Identificación de cultivos	36
2.8.2	Cédula de cultivo sin proyecto	40
2.8.3	Calendario de cultivos	40
2.8.4	Nivel tecnológico de la producción agrícola	42
2.8.5	Producción agrícola actual	43
2.8.6	Actividad pecuaria	44
2.8.7	Otras actividades productivas	45
2.8.8	Potenciales y limitantes de la producción	45
2.8.9	Valor de la producción actual	47
2.9	ZONA DE RIEGO	48

### **CAPÍTULO III**

#### **EL PROYECTO**

	Página	
3.1	GESTIÓN DEL SISTEMA DE RIEGO	51
3.1.1	Conformación de la nueva directiva de regantes y sus funciones	51
3.1.2	Derechos de agua	53
3.1.3	Distribución del agua y operación de los sub-sistemas de riego	54

	Página	
3.1.4	Mantenimiento de los sub sistemas de riego	54
3.1.5	Asistencia técnica y capacitación para la operación y mantenimiento	56
3.1.6	Programación de riego por surcos	56
3.1.6.1	Dosis o Lámina de riego	56
3.1.6.1.1	Dosis máxima de riego:	57
3.1.6.1.2	Dosis práctica de riego “Dp”	58
3.1.6.1.3	Dosis Real de riego “Dr”	59
3.1.6.2	Lámina neta diaria de demanda de riego	59
3.1.6.3	Frecuencia de riego	59
3.1.6.3.1	Frecuencia de riego a partir de lámina neta de reposición	60
3.1.6.4	Dosis Neta de riego ajustada (lamina neta de reposición ajustada)	60
3.1.6.5	Dosis bruta de riego ajustada (lamina bruta de reposición ajustada)	60
3.1.6.6	Número de Riegos Mensuales	60
3.1.6.7	Método de Riego	61
3.1.6.7.1	Módulo de Aplicación	61
3.1.6.7.2	Requisitos del gasto de aplicación por surco	61
3.1.6.7.3	Número de surcos por tendida	66
3.1.6.7.4	Número de surcos por hectárea	66
3.1.6.7.5	Número de tendida por hectárea	67
3.1.6.8	Tiempo de riego	67
3.1.6.8.1	Tiempo de riego por surco	67
3.1.6.8.2	Tiempo de riego por tendida	68
3.1.6.8.3	Tiempo de riego por hectárea	68
3.1.6.8.4	Tiempo de riego de toda el área	68
3.1.6.8.5	Tiempo de riego diario	68
3.1.6.9	Unidad de riego	68
3.1.6.10	Volumen de aplicación	69
3.1.6.10.1	Volumen de agua aplicado por día	69
3.1.6.10.2	Volumen de agua aplicado por riego de toda el área cultivada	69
3.1.6.10.3	Volumen de agua para riego aplicado por mes	69
3.1.6.10.4	Verificación del volumen de riego mensual	70
3.1.6.11	Ensayos para ajustar el tiempo de aplicación del riego	71
3.1.7	Regulación diaria	73
3.1.7.1	Cálculo del caudal deficitario	73
3.1.7.2	Calculo del volumen mínimo que se debe almacenar	74
3.1.7.3	Dimensionamiento del estanque de almacenamiento	75
3.1.7.4	Capacidad del reservorio	75
3.1.7.5	Volumen de entrega diaria a nivel de parcela	76
3.1.7.6	Volumen de entrega diaria a nivel de parcela con Q oferta TNQ	76
3.1.7.7	Verificación de Volumen de entrega diaria	76
3.1.7.8	Tiempo de entrega diaria	77
3.1.7.9	Tiempo de almacenado mínimo diario	77

	Página	
3.1.7.10	Tiempo de ciclo de riego diario	77
3.1.7.11	Caudal ficticio continuo (q)	78
3.1.8	Caudal en toma	78
3.1.9	Ajuste a la duración de riego y el modulo de aplicación	79
3.2	<b>DETERMINACIÓN DEL ÁREA DE RIEGO INCREMENTAL</b>	81
3.2.1	Oferta mensual de agua con proyecto	81
3.2.1.1	Caudales medios	81
3.2.1.2	Eficiencia de riego	81
3.2.1.3	Disponibilidad de agua	83
3.2.1.4	Caudales ecológicos	83
3.2.2	Demanda de agua para riego	83
3.2.2.1	Cédula de cultivos:	84
3.2.2.2	Calendario de Cultivos Con Proyecto	86
3.2.2.3	Evapotranspiración potencial (ETP)	87
3.2.2.4	Coeficiente de cultivo (Kc)	88
3.2.2.5	Evapotranspiración Real (ETR)	88
3.2.2.6	Precipitación efectiva (Pe)	89
3.2.2.7	Requerimiento de riego de los cultivos a nivel de parcela	90
3.2.2.8	Demanda bruta de agua para riego (Db)	90
3.2.2.9	Otras demandas de agua en la zona de riego	93
3.2.3	Determinación de área de riego incremental	93
3.3	<b>PRODUCCIÓN AGRÍCOLA</b>	94
3.3.1	Área de cultivo con proyecto y destino de la producción:	94
3.3.2	Valorización de la Producción Agrícola con proyecto	95
3.3.3	Beneficio Neto Incremental de la Producción Agrícola	95
3.4	<b>DISEÑO DE LOS SUB-SISTEMAS DE RIEGO</b>	97
3.4.1	Diseño participativo del proyecto	97
3.4.2	Descripción de alternativas	97
3.4.3	Planteamiento de la obras de ingeniería de riego	98
3.4.3.1	Esquema hidráulico existente	99
3.4.3.2	Esquema hidráulico con proyecto	104
3.5	<b>DISEÑO DE LAS OBRAS DEL SISTEMA DE RIEGO</b>	115
3.5.1	Información básica	115
3.5.2	Obra de Toma	115
3.5.2.1	Dimensionamiento de la Obra de Toma (tirollesa)	116
3.5.2.2	Cálculo de las dimensiones de la rejilla de entrada	117
3.5.2.3	Determinación de la altura del azud.-	118
3.5.2.4	Cálculo de la resistencia de las pletinas:	119
3.5.3	Obra de sedimentación “desarenador”	122
3.5.3.1	Dimensionamiento desarenador	123
3.5.4	Obras de protección	134
3.5.4.1	Determinación de la altura de carga máxima	134
3.5.4.2	Diseño de los muros de protección	135

	Página	
3.5.5	Obras de conducción de agua	138
3.5.5.1	Consideraciones	138
3.5.5.2	Caudal de diseño de las tuberías.-	138
3.5.5.3	Levantamiento topográfico.	139
3.5.5.4	Línea de aducción	139
3.5.5.5	Diseño hidráulico de tuberías.	140
3.5.5.6	Material y clase de tubería.	140
3.5.5.7	Velocidades admisibles en las tuberías	141
3.5.5.7.1	Velocidad mínima:	141
3.5.5.7.2	Velocidad máxima:	141
3.5.5.8	Pérdidas de carga en tuberías	141
3.5.5.9	Presiones máximas	142
3.5.5.9.1	Planilla de presiones	142
3.5.5.10	Profundidad de instalación	145
3.5.6	Obras de paso de quebrada	146
3.5.6.1	Puente acueducto colgante	146
3.5.6.1.1	Cálculo estructural	146
3.5.7	Obras complementarias	154
3.5.7.1	Cámara de válvulas para distribución	154
3.5.7.2	Cámara de válvulas de purga de lodos (desagüe)	155
3.5.7.3	Cámara de desfogue	156
3.5.8	Obras de regulación	156
3.5.8.1	Obra de entrega a las fincas con Estanque de H°C°	157
3.5.8.2	Estabilidad de los muros de H°C° para estanque N° 1	159
3.6	ASPECTOS LOGÍSTICOS	161
3.6.1	Equipo y maquinaria necesarios.-	161
3.6.2	Campamento	161
3.7	CÓMPUTOS MÉTRICOS	162
3.8	ESTRATEGIAS DE EJECUCIÓN DE OBRAS	162
3.8.1	Modalidad de ejecución de obras	162
3.8.2	Proceso constructivo	162
3.8.3	Personal mínimo necesario.-	163
3.8.4	Suministros y materiales.-	164
3.8.5	Programa general de obras	166
3.9	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	167
3.1	CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN	167
3.11	MODALIDAD DE OPERACIÓN	167
3.12	ACOMPañAMIENTO A LA EJECUCIÓN DE OBRAS	168
3.12.1	Actividades principales del servicio de acompañamiento	168
3.13	SUPERVISIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN DE OBRAS	169
3.14	GESTIÓN AMBIENTAL	169
3.14.1	Ficha Ambiental del proyecto	170

## **CAPÍTULO IV**

### **PRESUPUESTO Y ESTRUCTURA FINANCIERA**

		Página
4.1	INFORMACIÓN BÁSICA PARA EL PRESUPUESTO	172
4.2	ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS	173
4.3	PRESUPUESTO DE OBRAS	175
4.4	PRESUPUESTO DE OBRAS POR COMPONENTES	175
4.5	PRESUPUESTO DE INVERSIÓN POR MÓDULO	176
4.6	PRESUPUESTO DE INVERSIÓN POR SUBSISTEMA	177
4.7	PRESUPUESTO GENERAL POR ITEM	178
4.8	PRESUPUESTO DEL PROY. A PRECIOS PRIV. Y SOC.	179
4.8.1	Presupuesto de construcción a precios privados y sociales	179
4.8.2	Presupuesto de Supervisión a precios privados y sociales	180
4.8.3	Presupuesto de acompañamiento a precios privados y sociales	180
4.8.4	Presupuesto de Operación y Mantenimiento a precios priv. y soc.	181
4.9	ESTRUCTURA DE FINANCIAMIENTO	182
4.1	PRESUPUESTO DE SUPERVISIÓN DESGLOSADO	183
4.11	PRESUPUESTO DE CAPACITACIÓN DESGLOSADO	184
4.12	PRESUPUESTO DE OP. Y MANT. DESGLOSADO	185

## **CAPÍTULO V**

### **EVALUACIÓN DEL PROYECTO**

		Página
5.1	FACTIBILIDAD TÉCNICA	186
5.2	FACTIBILIDAD PRIVADA Y SOCIOECONÓMICA	187
5.2.1	Indicadores Privados	189
5.2.2	Indicadores Socioeconómicos	190
5.3	FACTIBILIDAD SOCIAL	190
5.4	FACTIBILIDAD AMBIENTAL	191
5.5	SUPUESTOS Y RIESGOS IMPLICADOS	192
5.5.1	Análisis de Sensibilidad	192
5.5.2	Análisis de Sensibilidad a precios privados	193
5.5.3	Análisis de Sensibilidad a precios sociales	193
5.6	FACTIBILIDAD FINANCIERA	194
5.6.1	Introducción	194
5.6.2	Tarifa 1 cubre los costos de Op. y Mant. & Inv. s/financiamiento	196
5.6.3	Tarifa 2 cubre costos de Op. y Mant. & Inv. c/Financiamiento.	198
5.6.4	Tarifa 3 cubre únicamente los costos de op. y mantenimiento.	203
5.6.5	Relación de la tarifa con las utilidades del agricultor	203

## CAPÍTULO VI

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

		Página
6.1	CONCLUSIONES	206
6.2	RECOMENDACIONES	207
	<b>BIBLIOGRAFIA</b>	208

## ÍNDICE DE CUADROS

		Página
Cuadro N° 1. 1	Marco Lógico	7
Cuadro N° 2. 1	Habitantes Beneficiarios	8
Cuadro N° 2. 2	Nivel de educación	12
Cuadro N° 2. 3	Disponibilidad de agua potable	12
Cuadro N° 2. 4	Propiedad de la vivienda	13
Cuadro N° 2. 5	Caudales Mínimos Mensuales Probabilísticos (l/s)	15
Cuadro N° 2. 6	Resultados del análisis de agua (C.E.,S.A.R. y PH)	17
Cuadro N° 2. 7	Leyenda del Mapa Fisiográfico	23
Cuadro N° 2. 8	Resumen clasificación de tierras para fines de riego	25
Cuadro N° 2. 9	Leyes de regresión para la cuenca del río Camacho	31
Cuadro N° 2. 10	Principales especies arbóreas	35
Cuadro N° 2. 11	Principales especies arbustivas	35
Cuadro N° 2. 12	Estrato dicotiledóneas Herbáceas	35
Cuadro N° 2. 13	Estrato Gramíneo	36
Cuadro N° 2. 14	Cultivos Tradicionales	37
Cuadro N° 2. 15	Cédula Actual de Cultivos S/P	40
Cuadro N° 2. 16	Calendario Actual de Cultivos S/P	41
Cuadro N° 2. 17	Área cultivada según calendario actual de cultivos (sin proyecto)	41
Cuadro N° 2. 18	Producción Agrícola Actual y destino de la producción	44
Cuadro N° 2. 19	Valor de la Producción Agrícola Actual	47
Cuadro N° 2. 20	Área de cultivo actual y área de cultivo potencial	48
Cuadro N° 3. 1	Valores de ( c ) y (a) para diferentes texturas	62
Cuadro N° 3. 2	Coefficiente de rugosidad (Manning), terrazas bandas y surcos	63
Cuadro N° 3. 3	Valores de velocidad máxima admisible en función de la textura del suelo.	64
Cuadro N° 3. 4	Valores de velocidad máxima admisible en función de la textura del suelo.	64
Cuadro N° 3. 5	Valores de capacidad de infiltración en surcos para diferentes tipos de suelo. Quackenbush et. Al. (1957)	65
Cuadro N° 3. 6	Caudal de oferta a nivel de estanque	74
Cuadro N° 3. 7	Caudal deficitario " Q"	74
Cuadro N° 3. 8	Volumen de agua para almacenar	74
Cuadro N° 3. 9	Volumen de entrega diaria	76
Cuadro N° 3. 10	Volumen de entrega diaria con caudal directo	76
Cuadro N° 3. 11	Verificación de entrega de volumen diario (m <sup>3</sup> /día)	76
Cuadro N° 3. 12	Tiempo de entrega por día	77
Cuadro N° 3. 13	Tiempo de almacenamiento diario	77
Cuadro N° 3. 14	Tiempo de ciclo diario	77
Cuadro N° 3. 15	Caudal ficticio continuo	78
Cuadro N° 3. 16	Caudal a nivel de toma	79
Cuadro N° 3. 17	Eficiencias del sistema de riego "sin y con proyecto"	82



	Página	
Cuadro N° 3. 18	Cédula de cultivos con proyecto	86
Cuadro N° 3. 19	Calendario de cultivos (con proyecto)	86
Cuadro N° 3. 20	Área cultivada según calendario de cultivos con proyecto en (ha)	87
Cuadro N° 3. 21	Factores de corrección por latitud	88
Cuadro N° 3. 22	Cálculo de la evapotranspiración potencial	88
Cuadro N° 3. 23	Precipitaciones confiables al 75% de probabilidad de ocurrencia	89
Cuadro N° 3. 24	Precipitaciones efectivas al 75% de probabilidad de ocurrencia	89
Cuadro N° 3. 25	Demanda de riego neto para una hectárea tipo	90
Cuadro N° 3. 26	Demanda bruta de riego para una hectárea tipo	91
Cuadro N° 3. 27	Demanda de riego por sub-sistema	91
Cuadro N° 3. 28	Área incremental con riego óptimo	93
Cuadro N° 3. 29	Producción agrícola y destino de la producción con proyecto	94
Cuadro N° 3. 30	Ingreso neto agrícola con proyecto	95
Cuadro N° 3. 31	Ingreso incremental neto agrícola	96
Cuadro N° 3. 32	Ingreso incremental neto de la producción e ingresos familiares	96
Cuadro N° 3. 33	Resumen de los tirantes para caudales máximos de las micro-cuencas	135
Cuadro N° 3. 34	Tipo de muro por subsistema según las dimensiones del muro	135
Cuadro N° 3. 35	Resumen de esfuerzos en la base y factores de seguridad	137
Cuadro N° 3. 36	Diámetros y clase comerciales para tubos pvc	140
Cuadro N° 3. 37	Longitud de cables puente acueducto colgante	150
Cuadro N° 3. 38	Coordenadas y longitudes de torres de apoyo de puente colgante	150
Cuadro N° 3. 39	Detalle de la ubicación de los puentes acueducto colgante	153
Cuadro N° 3. 40	Ubicación de cámaras de distribución	154
Cuadro N° 3. 41	Ubicación de cámara de purga	155
Cuadro N° 3. 42	Ubicación de cámaras de desfogue	156
Cuadro N° 3. 43	Resumen de los estanques de regulación	157
Cuadro N° 3. 44	Dimensiones de los estanques de regulación	158
Cuadro N° 3. 45	Resumen de los resultados del análisis de estabilidad de estanques	158
Cuadro N° 3. 46	Materiales e insumos	164
Cuadro N° 4. 1	Resumen presupuesto de construcción	175
Cuadro N° 4. 2	Presupuesto por módulos	176
Cuadro N° 4. 3	Presupuesto por subsistema	177
Cuadro N° 4. 4	Presupuesto general por ítems	178
Cuadro N° 4. 5	Costos de construcción a precios privados y a precios sociales	179

	Página	
Cuadro N° 4. 6	Costos de supervisión a precios privados y a precios sociales	180
Cuadro N° 4. 7	Costos de capacitación a precios privados y a precios sociales	180
Cuadro N° 4. 8	Costos de operación y mantenimiento a precios privados y a precios sociales	181
Cuadro N° 4. 9	Estructura de financiamiento	182
Cuadro N° 4. 10	Presupuesto desglosado de supervisión de la construcción	183
Cuadro N° 4. 11	Presupuesto desglosado de capacitación en el acompañamiento	184
Cuadro N° 4. 12	Presupuesto general componente operación y mantenimiento	185
Cuadro N° 5. 1	Demanda de agua para riego en (m3)	195
Cuadro N° 5. 2	Flujo de fondos neto tarifa 1	198
Cuadro N° 5. 3	Financiamiento de inversión	199
Cuadro N° 5. 4	Ingresos y costos para flujo de caja tarifa n°2	200
Cuadro N° 5. 5	Cálculo de tarifas con financiamiento	201
Cuadro N° 5. 6	Flujo de caja con financiamiento	202
Cuadro N° 5. 7	Relación de las tarifas con las utilidades del agricultor	205

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

	Página
Gráfico N° 2. 1	Destino de migración 9
Gráfico N° 2. 2	Tiempo de migración 9
Gráfico N° 2. 3	Motivo de migración 10
Gráfico N° 3. 1	Balance hídrico 92
Gráfico N° 3. 2	Demanda de riego por subsistema 92
Gráfico N° 3. 3	Esquema hidráulico sin proyecto (subsistema n°1 y n°2) 100
Gráfico N° 3. 4	Esquema hidráulico sin proyecto (subsistema n°3) 101
Gráfico N° 3. 5	Esquema hidráulico sin proyecto (subsistema n°5, n°6 y n°7) 102
Gráfico N° 3. 6	Esquema hidráulico sin proyecto (subsistema n°9, n°10, n°11) 103
Gráfico N° 3. 7	Esquema hidráulico con proyecto (subsistema n°1 y n°2) 110
Gráfico N° 3. 8	Esquema hidráulico con proyecto (subsistema n°3 y n°4) 111
Gráfico N° 3. 9	Esquema hidráulico con proyecto (subsistema n°8) 112
Gráfico N° 3. 10	Esquema hidráulico con proyecto (subsistema n°5, n°6 y n°7) 113
Gráfico N° 3. 11	Esquema hidráulico con proyecto (subsistema n°9, n°10 y n°11) 114
Gráfico N° 3. 12	Esquema obra de toma (tipo tirolesa) 121
Gráfico N° 3. 13	Esquema general de un desarenador 122
Gráfico N° 3. 14	Esquema de un desarenador en planta, corte longitudinal, isométrico 133
Gráfico N° 3. 15	Tirante de crecida sub zona 4 134
Gráfico N° 3. 16	Secciones de muros de protección, vista isométrica 137
Gráfico N° 3. 17	Alturas piezométricas subzona 4 145
Gráfico N° 3. 18	Esquema de torres de apoyo de puente colgante 151
Gráfico N° 3. 19	Esquema de puente acueducto colgante 153
Gráfico N° 3. 20	Esquema cámara de válvulas para distribución 154
Gráfico N° 3. 21	Cámara de válvula para purga 155
Gráfico N° 3. 22	Cámara de válvula y cámara de desfogue 156
Gráfico N° 3. 23	Estanque de H°C° N°1 en corte, planta e isométrico 160

## ÍNDICE DE MAPAS

	Página	
Mapa N° 1. 1	Ubicación del proyecto dentro el contexto Nacional, Departamental y Provincial	2
Mapa N° 1. 2	Ubicación de los Sub-sistemas de riego dentro la cuenca del rio Rejará	3
Mapa N° 2. 1	Ubicación de las áreas de cultivo actual	19
Mapa N° 2. 2	Mapa Fisiográfico	22
Mapa N° 2. 3	Mapa de Clasificación de suelos con fines de riego	26
Mapa N° 2. 4	Mapa de Clasificación de suelos con fines de riego	27
Mapa N° 2. 5	Área Potencial de Cultivo (Zona Centro y Norte)	49
Mapa N° 2. 6	Área Potencial de Cultivo (Zona Sur)	50

## INDICE DE ANEXOS

- Anexo 1: Lista de beneficiarios
- Anexo 2: Análisis Físico-Químico del suelo y del agua con fines de riego.
- Anexo 3: Datos climáticos
- Anexo 4: Hidrología.
- Anexo 5: Informe de suelos agrícolas.
- Anexo 6: Balance hídrico de los cultivos y cálculo de área incremental (ABRO).
- Anexo 6.1: Programación de riego.
- Anexo 7: Memorias de diseños Hidráulicos y Estructurales.
- Anexo 7.1: Diseño Obra de Toma.
- Anexo 7.2: Diseño Desarenador.
- Anexo 7.3: Estimación de tirante de crecida.
- Anexo 7.4: Estabilidad de muros.
- Anexo 7.5: Planilla de presiones.
- Anexo 7.6: Diseño Puente colgante.
- Anexo 8: Cómputos métricos.
- Anexo 9: Análisis de precios unitarios
- Anexo 10: Presupuesto de obras.
- Anexo 11: Agroeconomía.
- Anexo 12: Planillas Parametrizadas para la preparación y Evaluación del Proyecto
- Anexo 13: Especificaciones técnicas.
- Anexo 14: Ficha ambiental
- Anexo 15: Cronograma de ejecución de obras.
- Anexo 16: Informe Fotográfico
- Anexo 17: Planos del Proyecto

## INDICE DE PLANOS

Plano #1	Plano general
Plano #2	Bimodal sub-sistema 1 (Escuela Central)
Plano #3	Bimodal sub-sistema 2 (Totoral)
Plano #4	Bimodal sub-sistema 4 (Santa María)
Plano #5	Bimodal sub-sistema 3 (Ojo de agua)
Plano #6	Bimodal sub-sistema 5 (Pedregosa) complemento subsistema 3 (loma negra)
Plano #7	Bimodal sub-sistema 6 (Chillcar); 7 (Mesón) ; 11 (Punta Grande)
Plano #8	Bimodal sub-sistema 8 (Huayllar) 0+000 al 2+060
Plano #9	Bimodal sub-sistema 8 (Huayllar) 2+060 al 4+000
Plano #10	Bimodal sub-sistema 10 (Piedra grande); complemento subsistema 8 (Huayllar) 4+000 al 4+420
Plano #11	Bimodal sub-sistema 9 (Campo Chiquiro)
Plano #12	Obra de toma, desarenador, muros
Plano #13	Detalles puente colgante 1 y 2
Plano #14	Detalles estanques de almacenamiento de H <sup>2</sup> O