

UNIVERSIDAD AUTONOMA JUAN MISAEL SARACHO
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL

DISEÑO HIDRÁULICO
PRESA “SAN PEDRITO”

Por:

Angel Enriquez Díaz
Gonzalo Edmundo Ortega Soto

Tesis de Grado presentado a consideración de la “UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO”, como requisito para optar al grado académico de Licenciatura en Ingeniería Civil

Noviembre de 2012

TARIJA – BOLIVIA

V°B°

.....
Ing. Juan Carlos Loza Vélez
DOCENTE GUÍA

.....
Ing. Luis Alberto Yurquina
DECANO
FACULTAD DE CIENCIAS
Y TECNOLOGÍA

.....
Lic Gustavo Succi.
VICEDECANO
FACULTAD DE CIENCIAS
Y TECNOLOGÍA

APROBADA POR:

TRIBUNAL:

.....
Ing. Ivar Colodro Mendivil

.....
Ing. Mónzon de los Ríos Henry

.....
Ing. Navia Ojeda José

El tribunal calificador del presente trabajo, no se solidariza con la forma, términos, modos y expresiones vertidas en el mismo, siendo éstas responsabilidad del autor.

Dedicatoria:

“A nuestros padres, por
su paciencia y apoyo
incondicional durante
nuestra vida
universitaria”

Agradecimientos:

A Dios por permitirnos llegar hasta esta etapa de nuestra vida.

A los Ingenieros: Luis Franco, José Luis Urquidi y Moisés Perales; por su guía, disposición y buenos consejos.

“Todos somos muy
ignorantes,
afortunadamente no
todos ignoramos las
mismas cosas”

Albert Einstein.

Contenido

CAPÍTULO I PROPUESTA DE PROYECTO.....	19
1.1 PROBLEMÁTICA ACTUAL.....	19
1.2 IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA.....	19
1.3 OBJETIVOS.....	20
1.3.1 OBJETIVO GENERAL.....	20
1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	20
1.4 ALCANCE.....	20
1.5 JUSTIFICACIÓN.....	22
1.5.1 JUSTIFICACIÓN ACADÉMICA.....	23
1.5.2 JUSTIFICACIÓN TÉCNICA.....	23
1.5.3 JUSTIFICACIÓN SOCIAL.....	23
1.5.4 JUSTIFICACIÓN INSTITUCIONAL.....	23
1.6 MARCO LOGICO.....	24
CAPÍTULO II INFORMACION DE LA COMUNIDAD DE SAN PEDRO DE BUENA VISTA.....	28
2.1 UBICACIÓN.....	28
2.1.1 UBICACIÓN POLÍTICA.....	28
2.1.2 UBICACIÓN GEOGRÁFICA.....	29
2.1.3 ACCESOS.....	31
2.2 DIAGNÓSTICO SOCIOECONÓMICO.....	32
2.2.1 ASPECTOS DEMOGRÁFICOS.....	32
2.2.2 ASPECTOS ECONÓMICOS.....	35
2.2.3 ASPECTOS SOCIALES.....	38
2.3 DISPONIBILIDAD DE AGUA.....	47
2.3.1 CARACTERÍSTICAS DE LA ZONA.....	47
2.4 CALIDAD DEL AGUA.....	49
2.4.1 RELACIÓN DE ADSORCIÓN DE SODIO (RAS).....	49

2.4.2	DIAGNÓSTICO DE SUELOS SALINOS Y SÓDICOS	49
2.5	UTILIZACIÓN ACTUAL DE LOS SISTEMAS EXISTENTES.....	51
2.5.1	DESCRIPCIÓN DEL USO ACTUAL	51
2.6	CARACTERÍSTICAS DEL SUELO.....	52
2.6.1	VEGETACIÓN	52
2.6.2	HÁBITATS FRÁGILES	52
2.6.3	SUELOS.....	52
2.6.4	SUELOS DEL VALLE DE SAN PEDRO	53
2.6.5	SITUACIÓN AGRÍCOLA ACTUAL	54
CAPÍTULO III ASPECTOS GENERALES DE PRESAS.....		55
3.1	ASPECTOS GENERALES DEL ALMACENAMIENTO DE AGUA	55
3.1.1	CARACTERÍSTICAS DE LAS PRESAS.....	55
3.1.2	CLASIFICACIÓN DE LAS PRESAS	56
3.1.3	CRITERIOS TÉCNICOS PARA EL DISEÑO DE PRESAS	61
3.1.4	DISPONIBILIDAD DE MATERIAL PARA LA CONSTRUCCIÓN	65
3.1.5	VERTEDERO DE EXCEDENCIAS.....	66
3.1.6	OBRA DE TOMA	67
3.1.7	DESCARGA DE FONDO	69
3.1.8	FILTROS.....	70
3.1.9	DRENAJE DE PRESAS	73
3.1.10	INYECCIONES.....	77
3.1.11	AUSCULTACIÓN DE PRESAS	80
CAPÍTULO IV ESTUDIOS NECESARIOS PARA EL DISEÑO DE PRESAS		89
4.1	ESTUDIO TOPOGRAFICO	89
4.1.1	SISTEMA DE REFERENCIA	89
4.1.2	EQUIPO UTILIZADO	89
4.1.3	UBICACIÓN.....	89
4.1.4	TOPOGRAFÍA DEL EMBALSE SAN PEDRITO.....	90

4.1.5	DELIMITACIÓN SATELITAL DEL SITIO DEL PROYECTO	90
4.2	ESTUDIO HIDROLÓGICO	91
4.2.1	HIDROGRAFÍA Y FISIOGRAFÍA	91
4.2.2	COBERTURA VEGETAL	91
4.2.3	CLIMATOLOGÍA.....	92
4.2.4	PLUVIOMETRÍA	114
4.2.5	TIEMPO DE CONCENTRACIÓN	128
4.2.6	MODELO DE PRECIPITACIÓN – ESCORRENTÍA	131
4.2.7	ANÁLISIS DE CAUDALES	143
4.3	LAMINACION.....	162
4.3.1	INTRODUCCIÓN.....	162
4.3.2	METODOLOGÍA APLICADA	163
4.3.3	RESULTADOS OBTENIDOS	164
4.3.4	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	165
4.4	ESTUDIO SEDIMENTOLÓGICO	167
4.4.1	INTRODUCCIÓN.....	167
4.4.2	METODOLOGÍA APLICADA	171
4.4.3	RESULTADOS OBTENIDOS	176
4.4.4	CONCLUSIONES.....	182
4.5	ESTUDIO GEOLOGIA	187
4.5.1	INTRODUCCIÓN.....	187
4.5.2	SITUACIÓN GENERAL DE LA ZONA DEL PROYECTO	187
4.5.3	GEOMORFOLOGIA.....	187
4.5.4	GEOLOGÍA DE LA ZONA DEL PROYECTO.....	189
4.6	TOMOGRAFÍA DE RESISTIVIDAD ELÉCTRICA	202
4.6.1	UBICACIÓN DEL PERFIL.....	202
4.6.2	PRINCIPIOS TEÓRICOS DEL MÉTODO GEOFÍSICO....	203
4.6.3	METODOLOGÍA DE TRABAJO	204

4.6.4	REPRESENTACIÓN DE LOS RESULTADOS	207
4.6.5	ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	212
4.6.6	DESCRIPCIÓN DE LOS RESULTADOS.....	212
4.7	OFERTA Y DEMANDA DE AGUA.....	212
4.7.1	OFERTA DE AGUA.....	212
4.7.2	DEMANDA DE AGUA	213
4.7.3	ANÁLISIS DEL BALANCE HÍDRICO	222
4.7.4	DETERMINACIÓN DEL ÁREA INCREMENTAL.....	223
CAPÍTULO V INGENIERÍA DEL PROYECTO.....		224
5.1	ESTUDIO DE ALTERNATIVAS.....	224
5.1.1	CONSIDERACIONES GENERALES PARA LA UBICACIÓN DE LA PRESA.....	224
5.1.2	UBICACIÓN DE LAS ALTERNATIVAS	225
5.1.3	ALTERNATIVA ESCOGIDA.....	227
5.2	DISEÑO DEL CUERPO DE LA PRESA.....	228
5.2.1	DETERMINACIÓN DE LA ALTURA ÚTIL DE LA PRESA 228	
5.2.2	DETERMINACIÓN DE LA ALTURA MÁXIMA DE LAS OLAS 235	
5.2.3	DETERMINACIÓN DE LA ALTURA DE BORDE LIBRE 236	
5.2.4	DETERMINACIÓN DE LA ALTURA TOTAL DE LA PRESA 236	
5.2.5	DETERMINACIÓN DEL ANCHO DE CORONAMIENTO 237	
5.2.6	ESTABILIDAD DE LA PRESA.....	237
5.3	DISEÑO DEL CANAL DE APROXIMACIÓN.....	265
5.3.1	DEFINICIÓN	265
5.3.2	EXIGENCIAS HIDRÁULICAS DEL CANAL DE APROXIMACIÓN	265
5.3.3	CARGA SOBRE EL VERTEDOR	265

5.3.4	PÉRDIDAS DE CARGA EN EL CANAL DE APROXIMACIÓN O ACCESO	267
5.3.5	RESULTADOS OBTENIDOS	268
5.4	DISEÑO DEL VERTEDERO DE EXCEDENCIAS	269
5.4.1	DEFINICIÓN Y TIPO DE SECCIONES VERTEDORAS MÁS USADAS	269
5.4.2	ECUACIÓN FUNDAMENTAL QUE CARACTERIZA LA DESCARGA SOBRE EL VERTEDOR	269
5.4.3	EFECTO DE PILAS Y ESTRIBOS	271
5.4.4	DISEÑO HIDRÁULICO DE VERTEDORES DE PERFIL PRÁCTICO SIN VACÍOS	275
5.4.5	RESULTADOS OBTENIDOS	283
5.5	DISEÑO DEL CANAL DE EXCEDENCIAS	283
5.5.1	METODOLOGÍA EMPLEADA PARA EL CÁLCULO DE LOS TIRANTES	283
5.5.2	ESTIMACIÓN DEL BORDE LIBRE DE LAS PAREDES.	287
5.5.3	RESULTADOS OBTENIDOS	288
5.6	DISEÑO DE LA OBRA DE TOMA	288
5.6.1	GENERALIDADES	288
5.6.2	PÉRDIDAS DE CARGA A CONSIDERAR.....	288
5.6.3	PARÁMETROS PARA LA SELECCIÓN DEL DIÁMETRO	294
5.6.4	CURVA DE OPERACIÓN DE LA OBRA DE TOMA	295
5.6.5	METODOLOGÍA DE DISEÑO.....	296
5.6.6	RESULTADOS OBTENIDOS	297
5.7	DESVIO DEL RÍO Y DESCARGA DE FONDO.....	297
5.7.1	DESVÍO DEL RÍO	297
5.7.2	DESCARGA DE FONDO	300
CAPÍTULO VI PRESUPUESTO DEL PROYECTO		301
6.1	INFORMACIÓN BÁSICA PARA EL PRESUPUESTO	301
6.1.1	ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS	301

6.1.2	CANTERAS DE AGREGADOS	303
6.1.3	CÓMPUTO MÉTRICO Y PRESUPUESTO	304
	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	331
	BIBLIOGRAFÍA.....	332