

CAPÍTULO I

ASPECTOS GENERALES

1.1. INTRODUCCIÓN

El agua es el elemento fundamental para la subsistencia del hombre, los animales y las plantas. El gran aumento de la población, el desarrollo industrial, energético, agropecuario, terrestre y las necesidades domésticas son factores que han conducido a que el agua sea considerada como una de las sustancias más complicadas y difíciles de obtener en un estado limpio.

El aprovechamiento racional de los recursos hídricos y el uso óptimo llevó al hombre a determinar la gran importancia de las presas, dado que entre los ciclos hidrológicos y las necesidades humanas generalmente no existe coincidencia, el hombre ha concebido las presas para neutralizar esta diferencia. Dando así seguridad y economía en la dotación y el aprovechamiento hídrico.

El estado Plurinacional de Bolivia considera el acceso al agua como un derecho humano fundamental, debiendo precautelar su calidad y uso tanto para el consumo de la población como para la producción agrícola, la generación eléctrica y las actividades industriales mineras.

La importancia de las presas en la economía boliviana es decisiva en la agricultura bajo riego, ya que proveen agua de un modo seguro, permitiendo planificar la producción, de esta manera en muchas regiones se han creado condiciones favorables para el desarrollo agropecuario.

Las presas son también una importante fuente proveedora de los servicios de agua potable en nuestro País, un uso menos importante es el de la generación hidroeléctrica, aun poco aprovechado y que representa un gran potencial para nuestro País.

Durante la última década, motivaron la construcción de reservorios (presas y atajados) en el departamento de Tarija, lo que representa el desarrollo agropecuario y por ende económico en pro del mejoramiento de calidad de vida de los habitantes que están dentro del área de influencia de cada uno de los embalses.

La cuenca del río Santa Ana al ser considerada como semiárida debido a sus condiciones

ecológicas y ambientales con respecto a las tres restantes cuencas del Valle Central de Tarija (Camacho, Tolomosa, y la cuenca Alta del Guadalquivir), sufre un estado grave de destrucción por la erosión laminar en surcos y zonas con presencia de erosión en cárcavas activas, debido a las condiciones de vegetación pobre, precipitaciones en la cuenca y al deficiente manejo, uso del suelo y del agua. (Cortes Maire, 1999, págs. 35-36)

El riego en la cuenca del río Santa Ana presenta un problema fundamental que impide el desarrollo agropecuario, lo constituye el déficit de agua para riego observándose que este se presenta en mayor incidencia en la zona del noreste es decir en la subcuenca de San Agustín donde prácticamente la producción de cultivos depende de las precipitaciones pluviales con elevados riesgos en la pérdida de sus cosechas, en cambio en los otros sectores se practica el riego complementario de acuerdo a la disponibilidad del agua superficial existente. (Cortes Maire, 1999, pág. 26)

El sistema de producción agrícola se realiza en dos condiciones la primera con riego que representa un área mínima con respecto a la cuenca, y la segunda de secano, los cultivos de mayor difusión son el maíz, papa, arveja, trigo y cebada, los campesinos de estas zonas están sujetos a las restricciones del tipo climática y económicas, condicionando su producción orientada al auto abastecimiento de sus necesidades alimenticias y que desde el punto de vista técnico no respetan las reglas agronómicas, ocasionando el empobrecimiento progresivo de los suelos y la disminución de los rendimientos. (Cortes Maire, 1999, pág. 23)

El Programa Ejecutivo de Rehabilitación de Tierras en el Departamento de Tarija (PERTT) fue la entidad ejecutora y operadora durante la ejecución de las obras (las presas son de interés en este inventario), en la cuenca del río Santa Ana durante el período de mayor inversión (2012-2017) según el estudio “Restauración y Manejo Integral de la subcuenca Media del Río Santa Ana” realizado el año 2012 por el PERTT.

La cuenca del río Santa Ana – Valle Central de Tarija es una de las cuencas de principal interés que aporta a la cuenca del Guadalquivir, frente al crecimiento poblacional de reservorios se ha desarrollado una serie de impactos que merecen ser analizados en futuros estudios, por ello es necesario tener información actualizada y verídica mediante un inventario de presas resulta de gran utilidad.

1.2. ANTECEDENTES

1.2.1. Registro mundial de presas Inventario-Icold

La Comisión Internacional de Grandes Presas por sus siglas en inglés ICOLD fue fundada en el año 1928 y tiene Comités Nacionales de más de 100 países con aproximadamente 10 000 miembros individuales.



Figura 1. Portada de la ICOLD.

Fuente: Comisión Internacional de Grandes Presas, 2020.

El Registro Mundial de Represas es una base de datos que incluye más de 58 000 grandes presas, para ser específicos, en abril 2020 el registro tiene en cuenta 58 713 presas. El Registro Mundial es ampliamente reconocido como la mejor base de datos sobre represas en todo el mundo. (Comisión Internacional de Grandes Presas, 2020)

Pero a pesar de todos los esfuerzos, faltan algunos datos. El Comité del Registro coordina la recopilación de datos dentro de los Comités Nacionales. También incluye datos sobre represas en países no miembros del ICOLD. Se incluyen en la base de datos, previa validación por parte del Comité de Registro. (Comisión Internacional de Grandes Presas, 2020)

Con su almacenamiento total actual de alrededor de 7 714 km³, las presas claramente hacen una contribución significativa a la gestión eficiente de recursos hídricos

Se establecen estadísticas para 58 713 presas inscritas en el registro, siendo 39 110 presas el número significativo.

Las presas referenciadas se pueden dividir en dos categorías principales, presas de un solo

propósito 28 791 que es el 49% de las presas y presas multipropósito 10 319 que es el 17,6% de las presas, como se muestra en la Figura 2 y Figura 3 respectivamente.

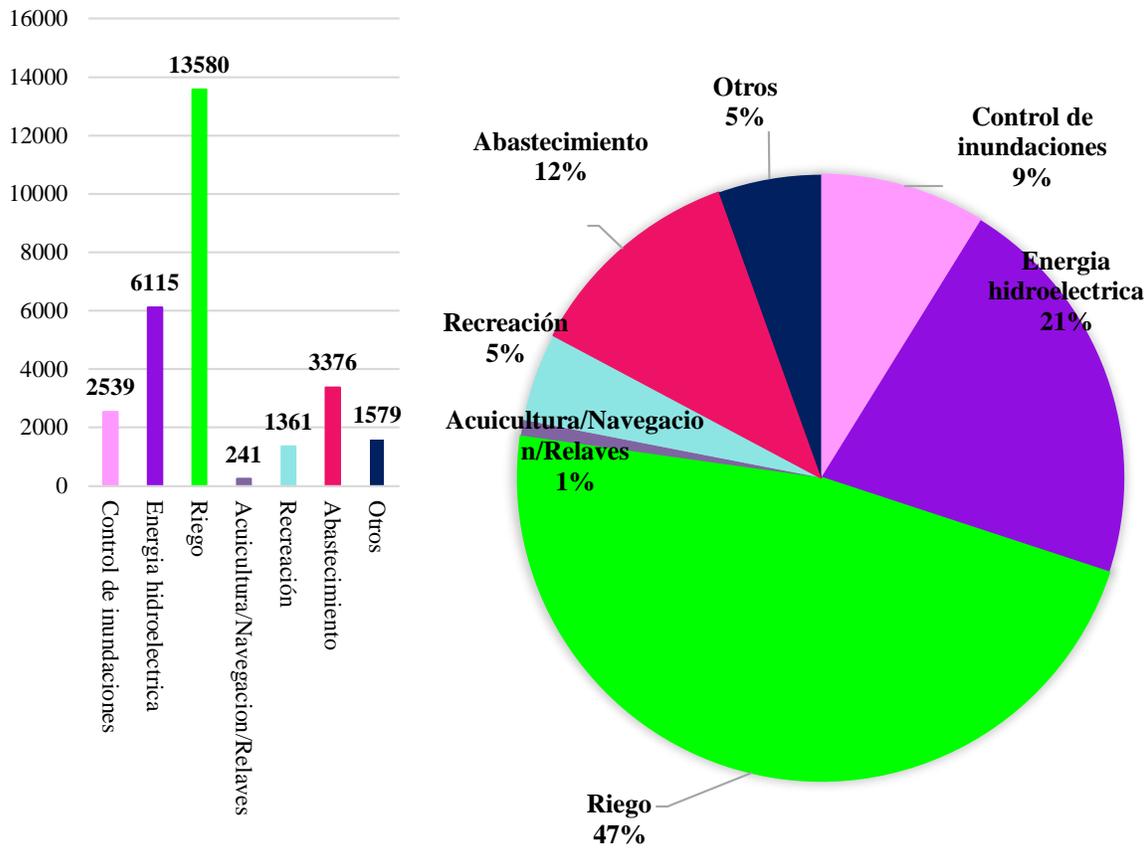


Figura 2. Represas de un solo propósito correspondiente al 49%.
Fuente: Comisión Internacional de Grandes Presas, 2020.

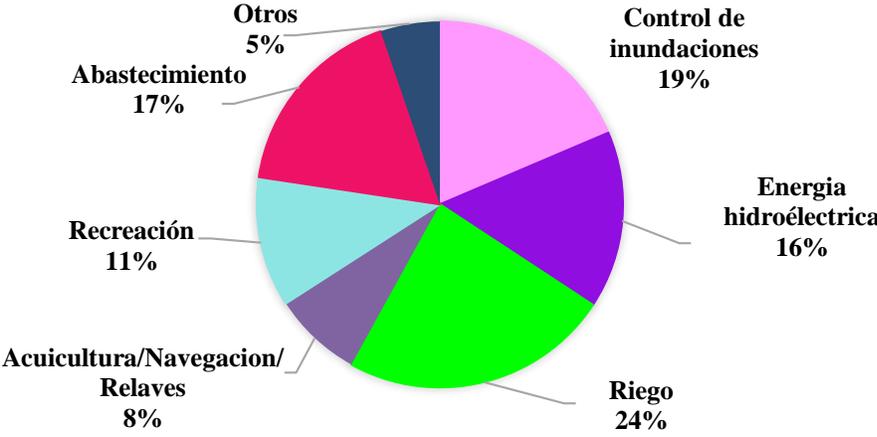


Figura 3. Represas multipropósito correspondiente al 17,6%.
Fuente: Comisión Internacional de Grandes Presas, 2020.

1.2.2. Inventario en Perú

El “Inventario de Presas en el Perú 2015” la Autoridad Nacional del Agua (ANA), en atribución de sus funciones expone que, se han logrado inventariar una cantidad de 743 presas que cumplen las condicionantes de su formato, estas incluyen las 54 presas que están en el registro de la ICOLD. De cada una de estas presas, se ha elaborado una ficha técnica, plano de ubicación, plano de acceso, un esquema en planta y una ficha de fotografías de 253 presas visitadas en campo. (Autoridad Nacional del Agua, 2016, pág. 179)

Además, hace énfasis que la información básica es necesaria para planificar, a nivel nacional, un programa de seguridad de presas y lograr así un mejor aprovechamiento de los recursos hídricos de las cuencas en el país; constituye, además, un mecanismo de gestión que permitirá el accionar de los Consejos de Cuenca y organismos públicos y privados en planes futuros de proyectos de inversión. (Autoridad Nacional del Agua, 2016, pág. 14)

La Tabla 1 muestra la distribución de las cuencas en función de Autoridades Administrativas del Agua (AAA) y las presas inventariadas. Se aprecia un mayor número de presas en las (AAA) Huarmey – Chicama, Cañete Fortaleza y Mantaro. Esto es debido principalmente a la concentración de proyectos de generación hidroeléctrica en dichos sectores. (Autoridad Nacional del Agua, 2016, pág. 179)

Tabla 1. *Número de presas.*

N°	Administrativa del Agua (AAA)	N° de presas
1	Huarmey - Chicama	131
2	Cáete - Fortaleza	129
3	Mantaro	93
4	Pampas - Apurímac	84
5	Huallaga	58
6	Urubamba - Vilcanota	57
7	Caplina - Ocoña	51
8	Marañón	40
9	Chaparra - Chíncha	39
10	Jequetepeque - Zarumilla	28
11	Titicaca	16
12	Madre de Dios	9
13	Ucayali	8
	Total	743

Fuente: Autoridad Nacional del Agua, 2016.

En cuanto a la distribución de las presas inventariadas en las distintas regiones del país; en la Tabla 2 se observa que el departamento de Ancash concentra la mayor cantidad de presas, seguida de Lima y Cusco. (Autoridad Nacional del Agua, 2016, pág. 180)

Tabla 2. *Número de presas por departamento.*

N°	Departamento	N° de presas
1	Ancash	143
2	Lima	115
3	Cusco	86
4	Junín	72
5	Ayacucho	48
6	Pasco	49
7	Huancavelica	48
8	Arequipa	37
9	Cajamarca	30
10	Puno	28
11	La Libertad	25
12	Apurímac	23
13	Huánuco	10
14	Lambayeque	10
15	Tacna	8
16	Moquegua	7
17	Piura	3
18	San Martín	1

Fuente: Autoridad Nacional del Agua, 2016.

En cuanto a la distribución de las presas por departamentos, se observa que existen un mayor número de presas 143 en Ancash, seguida de Lima y Cusco.

Teniendo en cuenta la finalidad de uso de las presas inventariadas; las presas con fines de riego, ocupan el primer lugar; no obstante, que un embalse puede presentar varios usos a la vez. Esto se refleja en la Tabla 3. (Autoridad Nacional del Agua, 2016, pág. 180)

Tabla 3. *Inventario de presas por finalidad o uso.*

N°	Finalidad(es) o uso(s) del embalse	N° de presas
1	Riego	442
2	Riego / Aprovechamiento hidroenergético	61
3	Aprovechamiento hidroenergético	31
4	Riego / Suministro de agua	24
5	Minería	11
6	Suministro de agua	10
7	Riego / Suministro de agua / Aprovechamiento hidroenergético	7
8	Suministro de agua / Minería	5

9	Aprovechamiento hidroenergético / Suministro de agua	5
10	Riego / Suministro de agua / industrial	4
11	Riego / Aprovechamiento hidroenergético / Otros usos	3
12	Riego / Piscícola	3
13	Suministro de agua / Industria	2
14	Riego / Suministro de agua / Aprovechamiento hidroenergético /Otros usos	2
15	Riego / Minería	2
16	Aprovechamiento hidroenergético / Piscícola	2
17	Suministro de agua / Ganadero	1
18	Riego / Suministro de agua / Piscícola	1
19	Riego / Ganadero	1
20	Minería / Control de avenidas	1
21	Minería / Relaves	113
22	Varios	12
Total		743

Fuente: Autoridad Nacional del Agua, 2016.

Con respecto a la clasificación por su finalidad o uso; las presas con fines de riego ocupan el primer lugar en el listado con 442, seguido de las presas de relave que suman 113. (Autoridad Nacional del Agua, 2016, pág. 185)

En cuanto a los tipos de presa identificados, se concluye que, en el Perú, predominan las presas de tipo gravedad y luego las presas de materiales sueltos, dentro de las cuales existen algunas presas mixtas con tramos de tipologías distintas. (Autoridad Nacional del Agua, 2016, pág. 181)

La Tabla 4 resume el número de presas según su tipología. En este cuadro también se pueden visualizar un número importante 113 de presas de relaves. (Autoridad Nacional del Agua, 2016, pág. 181)

Tabla 4. *Presas de acuerdo a su tipología.*

N°	Tipología	N° de presas
1	Presas de gravedad de concreto o mampostería. Se incluye las presas de arco - gravedad y las de concreto armado.	294
2	Presas de materiales sueltos (homogéneas, zonificadas, con núcleo de material impermeable).	249
3	Presas de concreto y/o materiales sueltos con pantalla de concreto o de acero.	29
4	Presas de contrafuertes.	5
5	Presas mixtas (de gravedad y dique de material suelto)	3
6	Presas de arco - gravedad.	4

7	Presas de bóveda.	1
8	Otros.	45
9	Presas de relaves.	113

Fuente: Autoridad Nacional del Agua, 2016.

Con relación a los tipos de presa identificados, predominan las presas de gravedad 294 y luego las presas conformadas por materiales sueltos.

Como resultado en el “Inventario de Presas en el Perú” resuelve que las visitas de campo desarrolladas durante el estudio, se pudo observar que muchas de las presas evidencian la falta de mantenimiento, situación que pone en peligro la seguridad de la estructura y, por tanto, coloca en riesgo a la población situada aguas abajo. Por otro lado, un alto porcentaje de estas presas se encuentra en situación de abandono, con escasa o nula información respecto a su construcción y su operación. (Autoridad Nacional del Agua, 2016, pág. 185)

1.2.3. Inventario en Bolivia

A nivel nacional se tiene como antecedente; el Ministerio de Medio Ambiente y Agua (MMAyA), Programa de Desarrollo Sustentable de la cooperación Técnica Alemana realizó el “Inventario Nacional de Presas Bolivia 2010” desarrollo una información técnica sobre las características de cada embalse, áreas de influencia y cobertura de beneficios en cuanto a los volúmenes de aguas embalsadas; MMAyA considero la metodología propuesta por el Comisión Internacional de Grandes Presas (International Commission of Large Dams) ICOLD, en la metodología propuesta se consideran especificaciones técnicas del cuerpo de presa como ser altura y longitud.

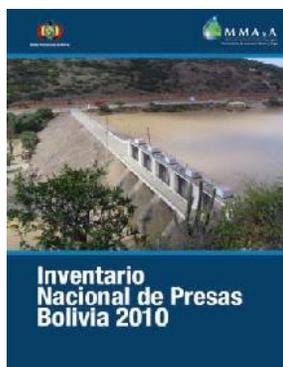


Figura 4. Portada del Inventario Nacional de Presas Bolivia 2010.

Fuente: Programa de Desarrollo Agropecuario Sustentable, (PROAGRO), 2010.

Categorías de análisis

En el análisis de categorías, el Inventario Nacional de Presas de Bolivia 2010, tiene definido las siguientes categorías para el análisis de las presas, se muestra en la Tabla 5.

Tabla 5. *Categorías de Análisis de Presas.*

Categorías	Divisiones	
Tamaño	Pequeñas	
	Medianas	
	Grandes	
Usos del agua	Riego	
	Agua potable	
	Energía	
	Otros:	Industria minería y recreación
	Múltiples:	Combinación de energía/riego
Tipo de presa	Rústica	
	Tierra	
	Enrocado	
	Arco	
	Gravedad	
	Contrafuertes	
	Combinadas:	Tierra/Hormigón
Estado actual	Funcionan	
	No funcionan	
	Regular con problemas:	Filtración, sedimentación, daños, otros.

Fuente: Programa de Desarrollo Agropecuario Sustentable (PROAGRO), 2010.

Categoría por tamaño de presa

Para la clasificación de las presas según su tamaño se ha tomado la clasificación utilizada por sus siglas en inglés International Comisión of Large Dams (ICOLD)

- Se consideran pequeñas aquellas estructuras con menos de medio millón de metros cúbicos de embalse, con una longitud menor a un kilómetro, cuya altura de corona es menor a 10 metros. (Comisión Internacional de Grandes Presas, 2020)

- Se denominan presas medianas a las que embalsan menos de un millón de metros cúbicos, con una longitud de 500 metros y cuya altura de corona se encuentra entre 10 a 15 metros. (Comisión Internacional de Grandes Presas, 2020)
- Las presas grandes embalsan un millón de metros cúbicos o más, cuya longitud de corona es mayor a 500 metros y su altura mayor a 15 metros. (Comisión Internacional de Grandes Presas, 2020)

En total se han registrado 287 presas en siete de los departamentos del país, posiblemente se pueden añadir algunos casos en proceso de construcción y otros que no han sido reportados a la fecha del presente informe. (Programa de Desarrollo Agropecuario Sustentable PROAGRO, 2010, pág. 16)

El departamento que concentra la mayoría de las presas es Cochabamba; le sigue en importancia Potosí, en la Figura 5, su distribución porcentual. (Programa de Desarrollo Agropecuario Sustentable PROAGRO, 2010, pág. 16)

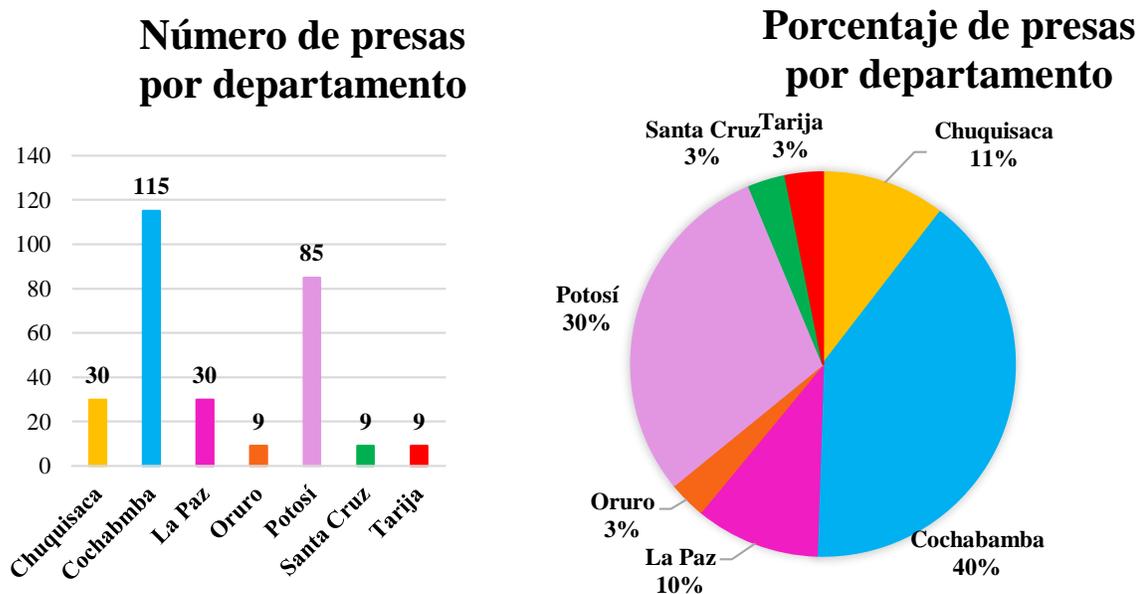


Figura 5. Distribución de presas por departamento *Inventarío Nacional de Presas Bolivia 2010.*
Fuente: Programa de Desarrollo Agropecuario Sustentable (PROAGRO), 2010.

El uso que se otorga al agua embalsada de las presas, es mayoritariamente para riego 74%, para agua de consumo humano 15%, para generar energía hidroeléctrica se utiliza el 3%, para

procesamiento de ingenios mineros 3%, uso ambiental 2% y el uso múltiple que comprende una combinación de energía, riego y/o agua potable alcanza al 3%.

El volumen de embalse y área de las cuencas se realizó una sumatoria de las capacidades de embalse y las áreas de las cuencas de aporte, datos por departamento se expresan en la Figura 6 se expresa la distribución del volumen y el área por departamento.

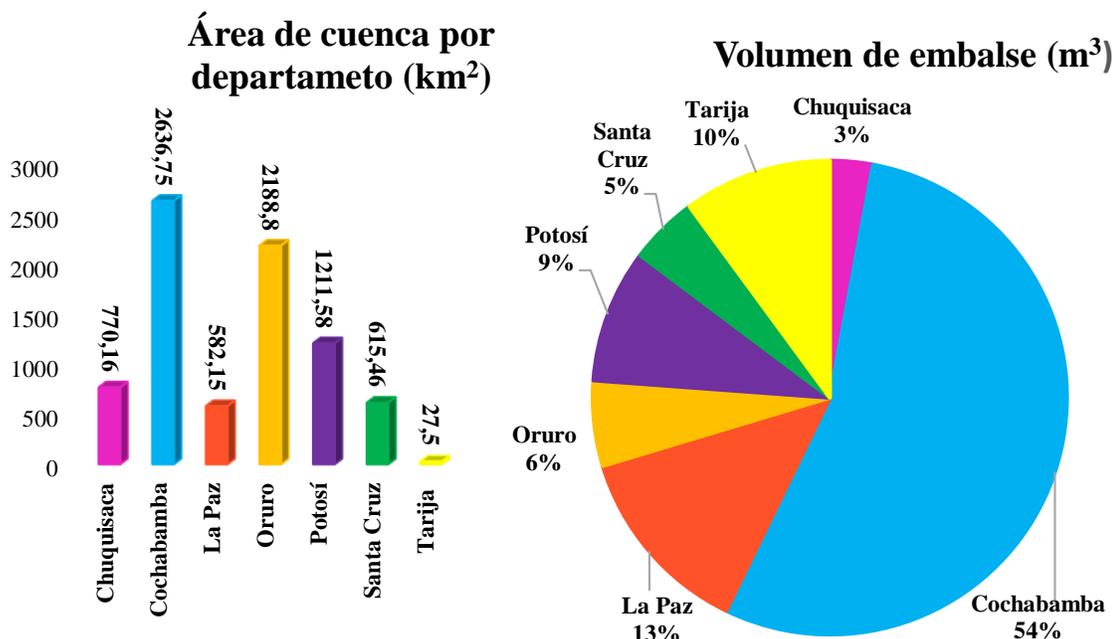


Figura 6. Capacidad de embalse y área de las cuencas por departamento.

Fuente: Programa de Desarrollo Agropecuario Sustentable (PROAGRO), 2010.

En el departamento de Tarija se registraron 9 presas que representan un 3% del total del Inventario Nacional de Presas de Bolivia 2010, dato no fidedigno, a la fecha ya que se considera que existen muchas más y que no fueron consideradas por el alcance de la investigación.

El volumen de agua embalsada en el departamento de Tarija, es de 60 Hm³ con un área de aporte de cuenca de 515 km². En la que sobresale el proyecto múltiple San Jacinto.

La Tabla 6 contiene el resumen del departamento de Tarija en el Inventario Nacional de Presas Bolivia 2010, en la Figura 7 se detalla la distribución del volumen almacenado en el departamento de Tarija.

Tabla 6. Datos generales de las presas en Tarija.

Municipio	Código	Nombre Presa	Material	Capacidad de embalse (m ³)	Área cuenca (km ²)	Uso	Estado
	TJ-G-001	Calderas	Enrocado	4 460 000	30,46	Riego	*Construcción
	TJ-G-002	Chiguaypolla	Tierra	711 500	8,69	Ambiental	Funciona
Cercado	TJ-G-003	Peña Colorada	Tierra	103 500	1,76	Ambiental	Funciona
	TJ-G-004	San Jacinto	Arco	50 000 000	420,00	Energía / Riego	Funciona
	TJ-G-005	La Tipa	Tierra	410 000	3,31	Ambiental	Funciona
San Lorenzo	TJ-G-006	Huacata	Tierra		13,00	Riego	*Construcción
	TJ-G-007	La Hondura	Tierra	1 710 000	7,73	Ambiental	Funciona
Padcaya	TJ-G-008	Trinchera Cabildo	Tierra	301 500	3,18	Ambiental	Funciona
Villa Montes	TJ-G-009	Caigua	Tierra	233 6000	27,50	Riego	Funciona
				*Ya están concluidas.			
Total (m³)				60 032 500			

Fuente: Programa de Desarrollo Agropecuario Sustentable (PROAGRO), 2010.

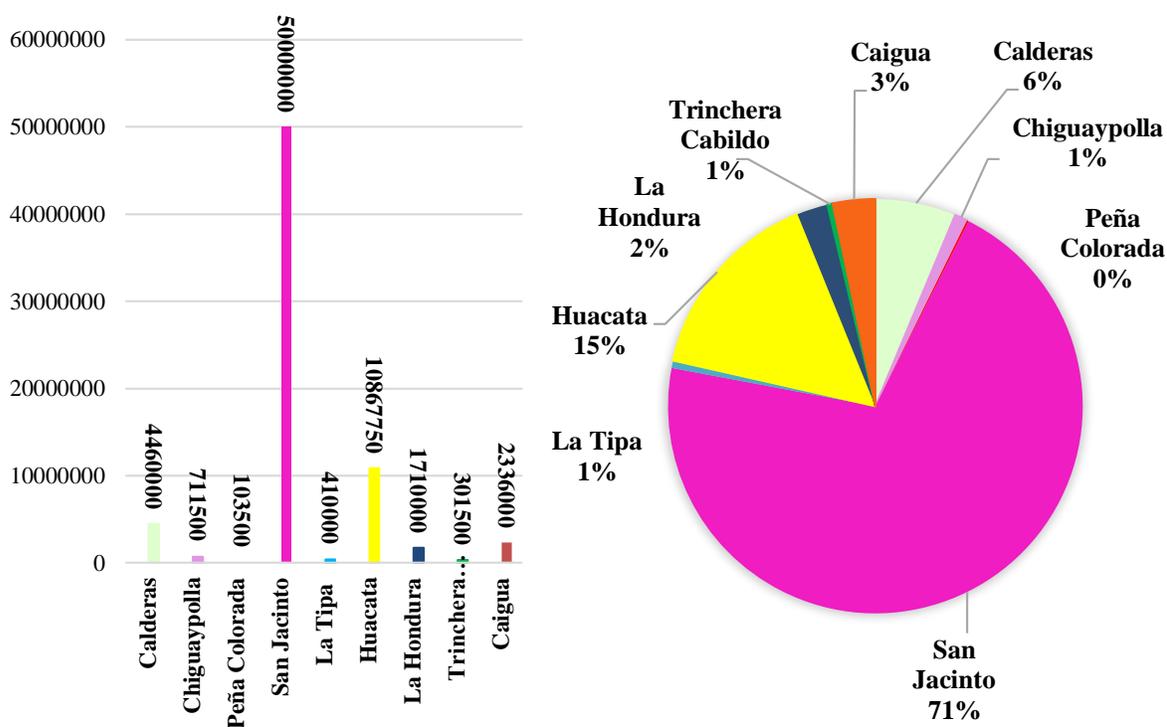


Figura 7. Capacidad de embalse de las presas en Tarija

Fuente: Programa de Desarrollo Agropecuario Sustentable (PROAGRO), 2010.

1.2.4. Valle Central de Tarija

El Programa Ejecutivo de Rehabilitación de Tierras de Tarija (PERTT), contempla la Restauración y Manejo Integral de la subcuenca Media del Río Santa Ana, con la construcción de obras civiles (presas, atajados y gaviones) que permitan la dotación de agua para ampliar la frontera agropecuaria, el aprovechamiento sostenible y la conservación de los recursos naturales de la subcuenca.

El PERTT presento un informe incompleto de fichas técnicas de las presas que construyeron en todo el Valle Central de Tarija, informe que es referencia para el presente estudio, que tiene el fin de centralizar, actualizar y sistematizar la información disponible de la cuenca del río Santa Ana – Valle Central de Tarija.

1.3. PROBLEMA

Actualmente se tienen varias presas en el Valle Central de Tarija que no cuentan con un registro y descripción adecuada, la información que se tenga se encuentra dispersa desordenada incompleta y errónea en las fichas técnicas de las presas. Si se cuenta con un inventario en un futuro se puede proyectar planes y medidas para el mantenimiento y construcción de nuevos reservorios que alcancen con las expectativas de un desarrollo en la zona.

1.3.1. Planteamiento de problema

En la actualidad no se cuenta con una instancia técnica o un organismo técnico nacional o departamental que realice un monitoreo en la etapa de diseño, construcción, mantenimiento y operación de presas.

Al no contar con un seguimiento de las presas construidas, estas estructuras hidráulicas se ven afectadas por un deterioro acelerado de la estructura que ocasionan la erosión y la filtración por tal motivo no se logra cumplir los objetivos planteados en la concepción del proyecto.

Ante la ausencia de un ente regulador en el departamento no se cuenta con una planificación adecuada para el uso del agua embalsada tanto para fines de riego o pecuario.

Se desconoce el estado actual de las diferentes estructuras hidráulicas como canales, ductos, obras complementarias como ser las cámaras y accesorios que por el tiempo sufren deterioro.

1.3.2. Formulación del Problema

¿Cuáles son las características físicas de las presas existentes en la cuenca del río Santa Ana – Valle Central de Tarija hasta la gestión 2022?

¿Cómo se podría calificar las características físicas de las presas en un documento para contar información pertinente de las obras de regulación?

1.3.3. Sistematización del problema

¿Cómo conocer la ubicación de las presas ubicadas en la cuenca del río Santa Ana – Valle Central de Tarija?

¿Cómo obtener información de los proyectos de las obras de regulación insertas en la cuenca del río Santa Ana – Valle Central de Tarija?

¿Cómo hacer una clasificación de las presas identificadas en la cuenca del río Santa Ana – Valle Central de Tarija?

1.4. OBJETIVOS

1.4.1. Objetivo General

Realizar el inventario las presas en la cuenca del río Santa Ana – Valle Central de Tarija, en base a la normativa ICOLD hasta la gestión 2022.

1.4.2. Objetivos Específicos

- Analizar la información disponible de todas las presas construidas en la cuenca del río Santa Ana – Valle Central de Tarija.
- Recabar datos técnicos en el sitio de emplazamiento de todas las presas construidas en la cuenca del río Santa Ana – Valle Central de Tarija, a través de mediciones.
- Comparar la información documental con la información recabada en las visitas técnicas.
- Elaboración de fichas técnicas e indicadores técnicos de cada presa en la cuenca del río Santa Ana – Valle Central de Tarija, a través de mediciones.

1.5. JUSTIFICACIÓN

1.5.1. Teórica

Este estudio permite centralizar información actualizada y confiable, en el Inventario de Presas de la cuenca del río Santa Ana - Valle Central de Tarija, el cual es un instrumento valioso en cuanto a información sintetizada, disponible en el ámbito de las presas existentes en Tarija.

1.5.2. Metodológica

Este estudio está basado en la metodología de la ICOLD, al igual que lo está el Inventario Nacional de Presas Bolivia 2010.

1.5.3. Práctica

Contribuir a un desarrollo consciente en el área de la construcción civil especialmente en la construcción de las presas. Es importante contar con información ordenada, sistematizada de las presas en todas las cuencas del departamento de Tarija que servirá de antecedente referencial a nuevos estudios en el campo de la ingeniería de presas y otras áreas relacionadas a la materia; los cuales podrán ampliar otros campos de influencia concernientes al uso adecuado del agua, ya que no se hizo una actualización al “Inventarío Nacional de Presas Bolivia 2010” realizado ya hace más de una década

1.6. HIPÓTESIS

De acuerdo a la tipología de presas, el porcentaje más representativo de presas existentes en la cuenca del río Santa Ana – Valle Central de Tarija, pertenece a las presas de materiales sueltos, siendo un reflejo de las estadísticas presentadas por la ICOLD.

CAPÍTULO II

MARCO REFERENCIAL

2.1. MARCO TEÓRICO

2.1.1. Bases teóricas

2.1.1.1. Inventario de presas

Toda obra de construcción civil es un proyecto, sin importar su magnitud este requiere ser administrado eficientemente con el fin de que la estructura tenga un óptimo uso. (Almeyda Velandia y Serrano Delgado, 2010, pág. 12)

El inventario de presas tiene como fin administrar información actual del número de presas existentes como también el estado actual de cada infraestructura, es decir el inventario en términos generales es un documento donde se anotan todas las características de la estructura de cada presa. (westreicher, 2020)

2.1.1.2. Las presas y su finalidad



Figura 8. Presa San Jacinto.

Fuente. Foto de Jorge Cortez Hammel, 2020.

Las presas son una estructura hidráulica, que se construye en la sección transversal del cauce

para elevar su nivel de forma permanente o variable para hacerla pasar por una conducción y almacenar el agua para suministrarla en los períodos de escasez. (Santaella Valencia y Morales, 2001, pág. 28)

Esto con la finalidad de asignarles un uso posterior, bien sea abastecimiento, riego, generación hidroeléctrica, control de crecientes, recreacional y sistemas de producción lacustre.

Las presas son construcciones de roca, concreto u otra variedad de materiales sueltos, con la finalidad de almacenar o regular el agua para su posterior aprovechamiento, Se hace un énfasis mayor en las presas de tierra y enrocado, por ser ellas las de mayor uso. (Bolinaga y Isava, 1999, pág. 145)

Los diferentes usos de las presas son extensos desde el abastecimiento humano e industrial, canales de riego para la producción agrícola, el control de las crecidas causadas por largos período de escorrentía causando posibles inundaciones, la generación de energía eléctrica hasta accesos de navegación y recreación.

2.1.1.3. Clasificación de presas

Clasificación de presas según ICOLD (Comisión Internacional de Grandes Presas)

Se califican como grandes presas las que cumplan, al menos, una de las siguientes condiciones:

- Altura superior a 15 m, medida desde la parte más baja de la superficie general de cimentación hasta coronación.
- Altura entre 10 y 15 m, siempre que tengan alguna de las siguientes características.
- Longitud de coronación superior a 500 m.
- Capacidad de embalse superior a 1 hm³.
- Capacidad de desagüe superior a 2.000 m³/s.

Las restantes presas serán calificadas como pequeñas.

A efectos de referencia o registro, se acepta convencionalmente la siguiente clasificación de grandes presas, vigente para el Registro Mundial.

Clasificación de presas según sus materiales

La clasificación más comúnmente empleada, se basa en los materiales que se utilizaron en su construcción. Esta clasificación admite incluso la diferencia del tipo estructural, por ejemplo, presa de gravedad o presa de arco gravedad.

2.1.1.4. Tipología de presas

Presas de concreto

Utilizadas debido a que el concreto es un material que garantiza durabilidad, impermeabilidad y resistencia y la mayoría de las presas de gravedad, arco y contrafuerte están hechas de este material.

El reglamento clasifica las presas según los siguientes tipos entre paréntesis, las abreviaturas usadas por la ICOLD.

Presas de gravedad

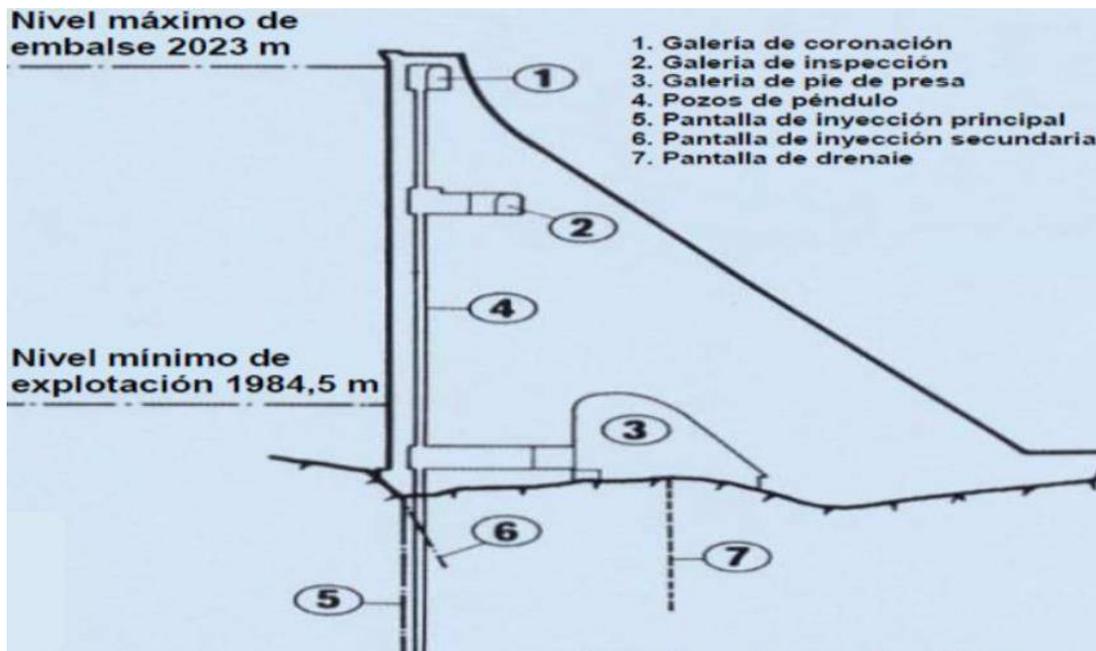


Figura 9. Presas de gravedad.

Fuente. La Comisión Internacional de Grandes Presas (ICOLD/CIGB), 2007.

Es aquella en la que su propio peso es el encargado de resistir el empuje del agua. el empuje del embalse es transmitido hacia el suelo, por lo que éste debe ser suficientemente estable para

soportar el peso de la presa y del embalse. (Instituto Español del Cemento y sus Aplicaciones (IECA), 2013, pág. 35)

Las presas de gravedad de hormigón son la mejor solución en puntos en los que exista una cimentación en roca suficientemente buena, las presas de gravedad pueden ser de planta recta o curva, la planta curva puede ofrecer ventajas en cuanto a seguridad y costos. (Martínez Marín, etal, 2000, pág. 76)

Las presas de gravedad pueden ser a su vez macizas o aligeradas.

Macizas: Suelen consistir en un perfil triangular con suma de taludes de orden de 0,75 a 0,80 (horizontal/vertical) aguas abajo y algo más en terrenos difíciles o de alta sismicidad.

Aligeradas: Tienen reducciones de concreto, pretendiendo emplear mejor el material. Para equilibrar el peso que se quita con el aligeramiento, se le da un talud aguas arriba para disponer el peso adicional del prisma que gravita sobre él. (Vallarino Concavas del Castillo, 2015, pág. 35)

Presas de arco gravedad



Figura 10. Presa de arco San Jacinto Tarija.

Fuente. Fotografía de la autora.

Es aquella en la que su propia forma es la encargada de resistir el empuje del agua. Debido a que la presión se transfiere en forma muy concentrada hacia las laderas de la cerrada, se requiere

que ésta sea de roca muy dura y resistente. Constituyen las represas más innovadoras en cuanto al diseño y que menor cantidad de hormigón se necesita para su construcción. La primera presa de arco de la que se tiene noticia es la presa de Vallon de Baumé, realizada por los romanos cerca de Glanum (Instituto Español del Cemento y sus Aplicaciones (IECA), 2013, pág. 2)

Las presas de arco pueden tener curvatura solo horizontal o doble curvatura, que es lo más normal, la forma de arco se adapta muy bien a condiciones variadas de carga, incluso no previstas lo que contribuye a la seguridad, pero exige unas determinadas condiciones topográficas y geológicas de la cerrada que limita su empleo. (Vallarino Concavas del Castillo, 2015, pág. 36)

Los aspectos estructurales y económicos prohíben el diseño de una presa de arco sobre un cimiento en suelo débil, gravas o bolos. (Martínez Marín, etal, 2000, pág. 76)

Presas de materiales sueltos

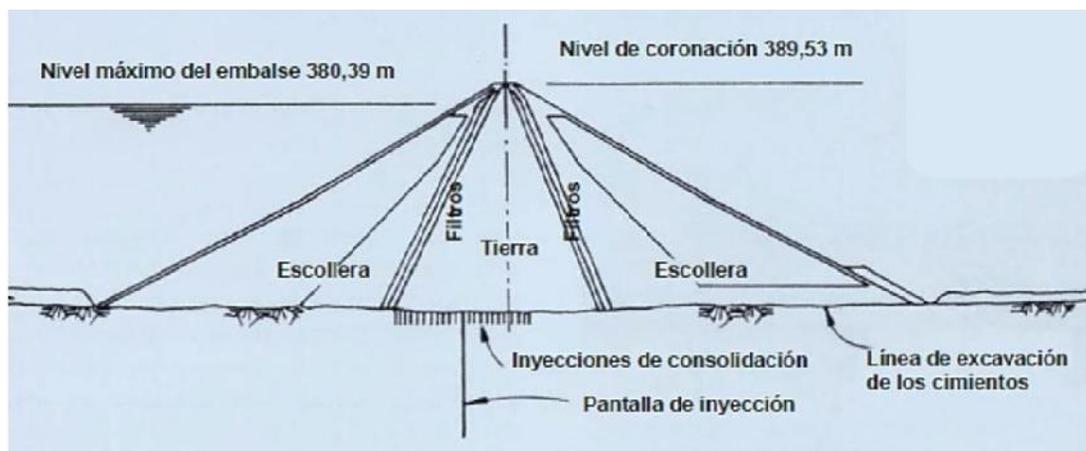


Figura 11. Presa de materiales sueltos.

Fuente. La Comisión Internacional de Grandes Presas (ICOLD/CIGB), 2007.

Son las más utilizadas en los países subdesarrollados ya que son menos costosas y suponen el 77% de las que podemos encontrar en todo el planeta. Son aquellas que consisten en un relleno de tierras, que aportan la resistencia necesaria para contrarrestar el empuje de las aguas. Los materiales más utilizados en su construcción son piedras, gravas, arenas, limos y arcillas, aunque dentro de todos estos los que más destacan son las piedras y las gravas. (Academic, 2010)

En España sólo suponen el 13% del total, este tipo de presas tienen componentes muy

permeables, por lo que es necesario añadirles un elemento impermeabilizante. Además, estas estructuras resisten siempre por gravedad, pues la débil cohesión de sus materiales no les permite transmitir los empujes del agua al terreno. Este elemento puede ser arcilla (en cuyo caso siempre se ubica en el corazón del relleno) o bien una pantalla de hormigón, la cual se puede construir también en el centro del relleno o bien aguas arriba.

Estas presas tienen el inconveniente de que, si son rebasadas por las aguas en una crecida, corren el peligro de desmoronarse y arruinarse. En España es bien recordado el accidente de la Presa de Tous conocido popularmente como la “Pantanada de Tous”. (Academic, 2010)

Tipologías oficiales de presas

Aunque existen numerosas tipologías de presas, en líneas generales podemos clasificarlas en dos grandes grupos: **presas de fábrica** (de hormigón) y **presas de materiales sueltos**, siendo estas últimas las más comunes por su versatilidad.

Tabla 7. *Presas de materiales sueltos.*

Presas de materiales sueltos	
Tipo de presa	Clasificación
De tierra	(TE)
De escollera	(ER)

Fuente: La Comisión Internacional de Grandes Presas (ICOLD/CIGB), 2007.

Tabla 8. *Presas de fábrica.*

Presas de fábrica	
Tipo de presa	Clasificación
Gravedad	(PG)
Contrafuertes	(CB)
Bóveda	(VA)
Bóvedas múltiples	(MV)
Cúpula	(C)
Cúpulas múltiples	(DM)

Fuente: La Comisión Internacional de Grandes Presas (ICOLD/CIGB), 2007.

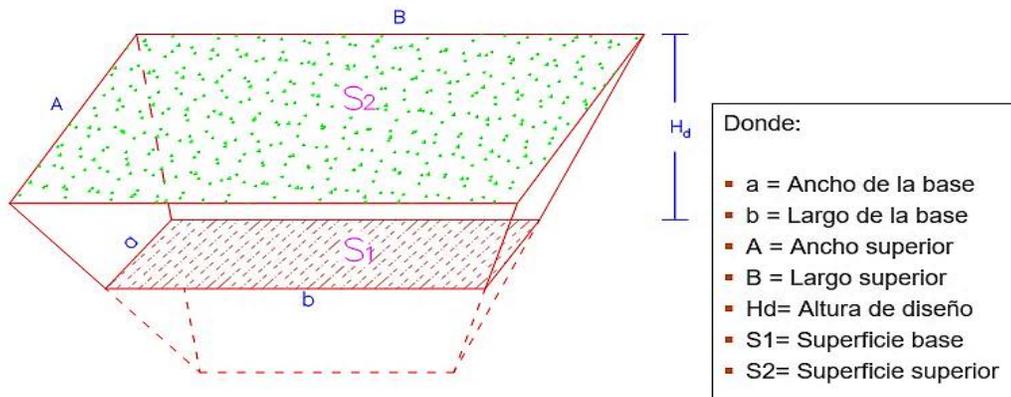


Figura 13. Geometría del atajado.

Fuente: Arzabe y Villegas, 2013.

La altura total del atajado se puede determinar a partir de las siguientes condiciones que propone la guía del PROAGRO, por lo que la altura o profundidad total del atajado (H_t) es la suma de la altura del volumen muerto, la altura de diseño y la altura del bordo libre y se expresa de la siguiente manera. (Tammes, Villegas, y Guamán, 2000, pág. 39).

Altura de diseño:	$H_d = (2 \leftrightarrow 2,5) \text{ m}$
Altura de bordo libre:	$H_b = \left(\frac{H_d}{2} \leftrightarrow \frac{H_d}{2,5}\right)$
Altura muerta :	$H_m = (0,10 \leftrightarrow 0,15)H_d$
Altura total :	$H_t = (H_d + H_b + H_m)$

Figura 14. Consideraciones para el diseño

Fuente: Arzabe y Villegas, 2013.

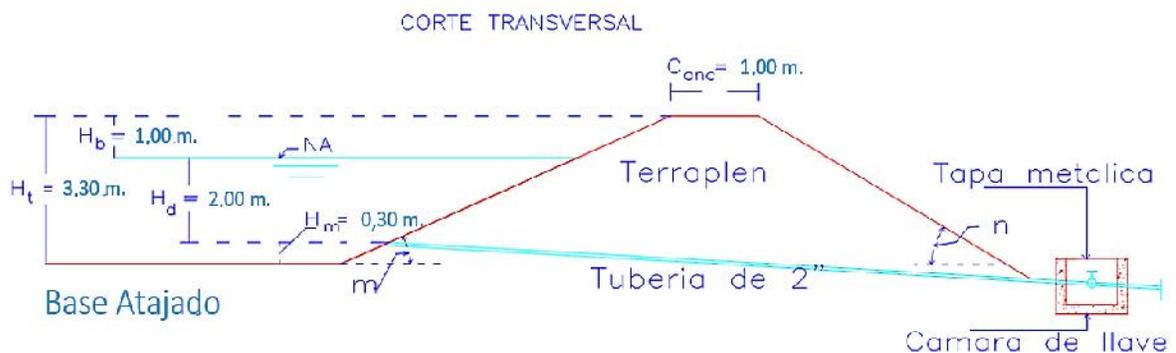


Figura 15. Corte transversal del atajado.

Fuente: Arzabe y Villegas, 2013.

La altura de diseño es la altura entre la salida del tubo de desfogue y el nivel máximo de almacenamiento los atajados, esta altura no debe ser mayor a 2,00 metros, debido a que es la máxima altura del terraplén que se puede conformar con un tractor a oruga, Además, la estabilidad de los terraplenes disminuye por la presión hidráulica a medida que incrementa la altura del espejo del agua. (Tammes, Villegas, y Guamán, 2000, pág. 40).

De acuerdo a las consideraciones que muestra la guía del PROAGRO la altura total de un atajado no ha de ser menor de 5,00 m.

2.2. MARCO CONCEPTUAL

2.2.1. Embalse

Lago artificial construido para almacenar agua durante la estación lluviosa y utilizarla durante la estación seca. (Programa de Desarrollo Agropecuario Sustentable PROAGRO, 2010, pág. 407).

2.2.2. Cuenca hidrográfica

Es el espacio geográfico delimitado por la línea divisoria de las aguas, conformado por un sistema hídrico que conducen sus aguas a un río principal, a un río muy grande, a un lago o a un mar, este es un ámbito tridimensional que integra las interacciones entre la cobertura sobre el terreno, las profundidades del suelo y el entorno de la línea divisoria de las aguas. (Faustino, etal, 2004, pág. 9)

Las cuencas hidrográficas se pueden clasificar en:

2.2.2.1. En relación a su tamaño

Cuencas grandes son aquellas cuencas donde su área es mayor a 250 km², donde predominan las características fisiográficas (pendiente, elevación, área, cauce).

Cuencas pequeñas son aquellas cuencas donde su área es menor a 250 km², la forma y la cantidad de escurrimiento está influenciado por las características físicas (tipo de suelo y vegetación) del suelo, la cuenca pequeña responde a las lluvias de fuerte intensidad y pequeña duración.

2.2.2.2. Relación a su salida

Cuencas endorreicas el punto de salida está dentro de los límites de la cuenca y generalmente es un lago.

Cuenca exorreica el punto de salida se encuentra en los límites de la cuenca, pudiendo ser en otra corriente de agua o en el mar.

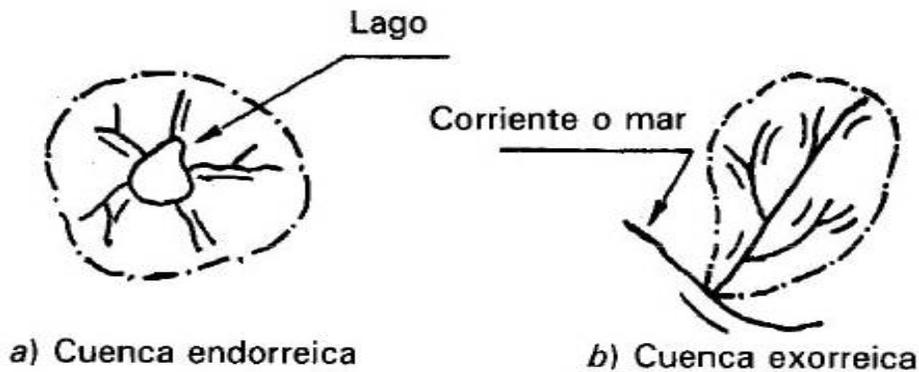


Figura 16. Modelo de cuenca endorreica exorreica.

Fuente: Aparicio Mijares, 1992.

2.2.2.3. Relación a su altura

Cuenca alta llamada como cuenca cabecera o de recepción de la cuenca; por su posición, capta y almacena en los nevados y glaciares de sus cumbres, y en las lagunas y represamientos de las altiplanicies, la mayor parte de los aportes de la precipitación; además, tiene una cobertura vegetal típica de pastos o bosques, y una menor presión demográfica.

Cuenca media de mayor pendiente relativa, con un caudal caracterizado por torrentes turbulentos, también se le denomina zona de transporte de sedimentos o de escurrimiento.

Cuenca baja, cuenca de menor pendiente relativa, con un caudal de flujo continuo.

En la cuenca hidrográfica se encuentran los recursos naturales y la infraestructura creada por las personas, en las cuales desarrollan sus actividades económicas y sociales generando diferentes efectos favorables y no favorables para el bienestar humano. No existe ningún punto de la tierra que no pertenezca a una cuenca hidrográfica. (Faustino, et al. 2004, pág. 10)

2.2.3. Capacidad total de embalse

Debe ser definida considerando su vida física útil. Existe una pérdida de capacidad debido al embanque del área de inundación. Usualmente, se denomina "volumen muerto" o "volumen para embancamiento" a aquel volumen contenido bajo el nivel de las obras de captación de las aguas. De esta manera, la capacidad total del embalse queda definida por la suma del volumen muerto más el volumen de regulación. El nivel de aguas alcanzado para lograr este volumen se denomina "nivel máximo normal". (Arrau del Canto, 2018, pág. 2).

2.2.4. Volumen total de almacenamiento

Volumen del lago generado por la presa, cuando ésta se encuentra en su nivel máximo normal, medido en Hm^3 . (Subsecretaría de Recursos Hídricos, 2010, pág. 165)

2.2.5. Volumen de regulación

Es el volumen necesario para regular las aguas de acuerdo con los objetivos. Se calcula sobre la base de una simulación o balance entre las necesidades de agua y el agua disponible. (Arrau del Canto, 2018, pág. 2)

2.2.6. Volumen del embalse

Volumen de agua retenida y almacenada por la presa.

2.2.7. Volumen inactivo

Volumen entre el órgano de desagüe más bajo y el nivel mínimo de explotación.

2.2.8. Volumen muerto

Volumen de la capa de agua situada debajo de la toma de agua más baja y que, por tanto, no puede evacuarse del embalse excepto por bombeo.

2.2.9. Volumen útil

Volumen del embalse que está disponible para usos como la producción de energía, el regadío, el control de las avenidas, el suministro de agua. Su nivel más bajo del embalse es el nivel mínimo de explotación. Su nivel más alto es el nivel de embalse normal.

2.2.10. Área de la cuenca

Es la proyección del parteaguas a un plano horizontal, caracterizándose así el tamaño de la

cuenca. El valor del área se obtiene de los mapas topográficos a través del uso del planímetro o de otros métodos. Altura de la presa. Está determinada por diferencia entre la cota de coronamiento y la cota del punto más bajo del terreno de fundación. (Breña Puyol y Jacobo Villa, 2006, pág. 28)

2.2.11. Longitud coronamiento

Dimensiones horizontales de la presa, al nivel del coronamiento.

2.2.12. Vertedero de excedencia

Es aquella obra que se construye para evacuar el agua excedente o de avenida que no cabe en el espacio destinado para el almacenamiento. También recibe el nombre de aliviadero.

2.2.13. Cota coronamiento

Altura referida al nivel del mar (m. s. n. m.) del punto más alto de la presa. (Subsecretaría de Recursos Hídricos, 2010, pág. 165)

2.2.14. Ancho de coronamiento

El ancho de coronamiento se define como el plano superficial que delimita la parte superior del cuerpo de la presa.

2.2.15. Talud

Inclinación en relación con un plano horizontal; pendiente mide la inclinación respecto a la vertical.

2.3. MARCO NORMATIVO

En nuestro país no tenemos normativa legal específica para la construcción y evaluación de la seguridad de las presas.

El Ministerio de Medio Ambiente y Agua (MMAyA) es el órgano encargado de formular todas las políticas relacionadas con los recursos hídricos. La ejecución de las competencias del MMAyA corresponde al Viceministerio de Agua Potable y Saneamiento Básico (VAPSB), de Medio Ambiente, Biodiversidad, Cambios Climáticos y Gestión y Desarrollo Forestal (VMABCCGDF), y de Recursos Hídricos y Riego (VRHR).

Por Resolución Ministerial N° 212 del 4 de septiembre de 2012, y su modificación en fecha 10 de abril de 2017, mediante la cual el Ministerio de Medio Ambiente y Agua determina la creación de la Unidad Técnica de Presas (UTP), la misma que se constituye como unidad dependiente de la Dirección General de Planificación, con la responsabilidad técnica de crear los mecanismos para asegurar la operación adecuada de las presas en el territorio nacional.

Las competencias y atribuciones de la Unidad Técnica de Presas son:

- Desarrollar un marco normativo y regulatorio para el diseño, construcción, operación y administración de presas en el territorio nacional.
- Contribuir a ordenar y mejorar la construcción y administración de presas.
- Emitir instrucciones para asegurar el buen manejo de presas.
- Apoyar en la optimización del uso del recurso hídrico, a solicitud

Actualmente la “UTP” viene ejecutando el Programa de Gestión y Seguridad de Presas (PGSP).

Marco regulatorio de seguridad de presas en Bolivia

- Establecer requisitos técnicos para reducir el riesgo de desastres por colapso o daños en la infraestructura de almacenamiento de aguas (represas).
- Establecer un mecanismo interinstitucional y multisectorial para realizar las tareas de identificación, verificación, y mitigación de riesgos de colapso o daños en las presas.
- Establecer una plataforma interinstitucional y multisectorial de coordinación de actividades y actualización del marco regulatorio.

2.4. MARCO ESPACIAL

Este trabajo de investigación, en el proceso de recolección de datos, será desarrollado en cuenca del río Santa Ana – Valle Central de Tarija.

2.4.1. Cuenca de estudio

El presente estudio de investigación se realizó en la cuenca del río Santa Ana – Valle Central de Tarija.

2.4.2. Límite geográfico

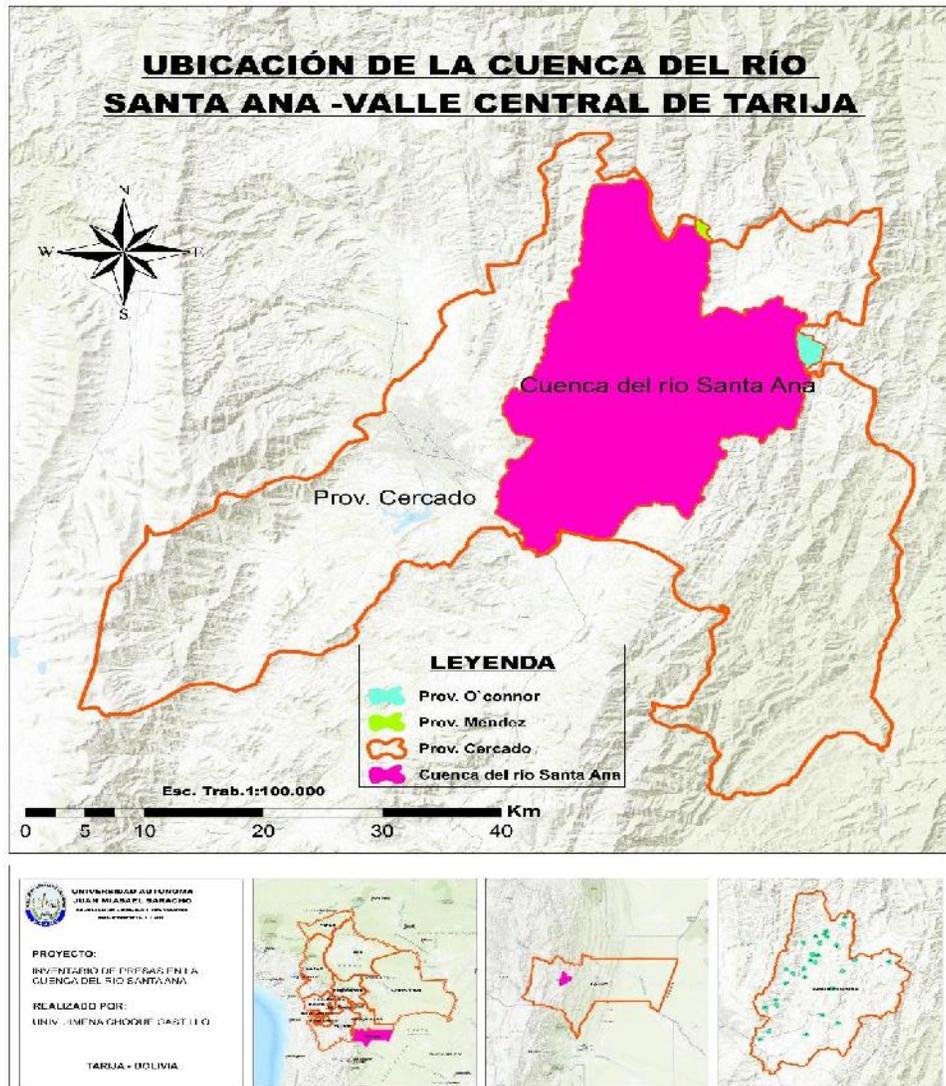


Figura 17. Mapa de ubicación de la cuenca.

Fuente: Elaboración propia con apoyo del Arcgis.

La cuenca del río Santa Ana se ubica, en la parte noreste del Valle Central de Tarija, entre los meridianos $64^{\circ} 24' 10''$ y $64^{\circ} 40' 14''$ de longitud oeste y los paralelos $21^{\circ} 16' 51''$ y $21^{\circ} 38' 25''$ de latitud sur, limita al norte con las subcuencas del río Pilaya, al este con las subcuencas del río Salinas, al oeste con las subcuencas del Alto Guadalquivir y al sur con las subcuencas menores del río Guadalquivir.

La cuenca de Santa Ana comprende un área de 580 km^2 los cuales se encuentran repartidos entre el territorio de la provincia Cercado con un 98,89 %, la provincia Méndez con un 0,22 % y la

provincia con O'Connor un 0,89 % y tiene como afluente principal el río Yesera – Santa Ana, y se caracteriza por ser una zona árida, donde su mayor problema lo constituye la falta de agua especialmente en la época de estiaje, debido a la variabilidad de su escurrimiento superficial.

La altura máxima de la cuenca se encuentra en el norte de la cuenca donde nace el río, con una cota de 3 278,00 (m.s.n.m.) y la altura media de la cuenca es de 2 269,17 (m.s.n.m.).

Tabla 9. *Distribución de la cuenca del río Santa Ana en función al área de intervención de cada provincia.*

Provincia	Área (km²)
Cercado	573,56
Arce	1,27
O'Connor	5,17
Total (km²)	580,00

Fuente: Elaboración propia.

2.5. MARCO TEMPORAL

Esta investigación comprende un periodo de dos años, desde noviembre del 2019 hasta agosto del 2021 por lo cual las visitas de campo se desarrollaron en época seca y época de lluvia.

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1. ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN

3.1.1. Enfoque Cuantitativo

En una investigación cuantitativa se intenta generalizar los resultados encontrados en un grupo o segmento (muestra) a una colectividad mayor (universo o población).

En el enfoque cuantitativo primero se ha recolectando, sistematizado y analizado la información de la cuenca del río Santa Ana – Valle Central de Tarija, para describir las características físicas y estado de las presas, para generar información actual que sirva para la futura planificación y gestión del agua, este enfoque utiliza la recolección de datos para comprobar hipótesis.

3.2. TIPO DE INVESTIGACIÓN

Según Arias (2012), en su publicación “Proyecto de la Investigación”, hace mención que un tipo de investigación es:

“Los estudios descriptivos permiten detallar situaciones y eventos, es decir cómo es y cómo se manifiesta determinado fenómeno y busca especificar propiedades importantes de personas, grupos, comunidades o cualquier otro fenómeno que sea sometido a análisis”. Además, describe cuáles son las técnicas a utilizar para llevar a cabo un buen diagnóstico, teniendo en cuenta los indicadores pertinentes. (Sampieri 1998, página 60).

La investigación descriptiva es un proceso de carácter descriptivo por que muestra la situación actual de las presas, tanto para sus características físicas y estado de las mismas, por medio de revisión documental, visitas técnicas, encuesta y entrevista.

Al término de la investigación se debe lograr una generalización de resultados, predicciones, control de fenómenos y la posibilidad de elaborar réplicas con dicha investigación.

3.3. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

Se refiere al plan o estrategia concebida, para dar respuesta a las preguntas de la investigación

implica seleccionar o desarrollar uno o más diseños de investigación y aplicarlo al contexto particular de estudio. (Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2010)

3.3.1. Población y muestra de población

Teniendo en cuenta lo expresado por Sampieri, que la población es el conjunto de todos los casos que concuerdan con una serie de especificaciones. Es la totalidad del fenómeno a estudiar, donde las entidades de la población poseen una característica común con la cual se estudia y da origen a los datos de la investigación.

Población de estudio por se considera la totalidad de las presas en la cuenca del río Santa Ana – Valle Central de Tarija que cumpla con los parámetros de la clasificación según la ICOLD.

3.4. MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN

3.4.1. Guía de observación sistemática

Se requiere referencia y orientaciones que se van notando en el proceso de observación, ser refiere al análisis documental como instrumento de búsqueda científico que requiere análisis e interpretación sobre lo que estoy haciendo.

3.4.2. Guía de análisis documental

El análisis documental es una operación intelectual que da lugar a un subproducto o documento secundario que actúa como intermediario o instrumento de búsqueda obligado entre el documento original y el usuario que solicita información. El calificativo de intelectual se debe a que el documentalista debe realizar un proceso de interpretación y análisis de la información de los documentos y luego sintetizarlo.

Se aplico el análisis documental la las fichas técnicas de presas emitidas por el PERTT (Programa Ejecutivo de Rehabilitación de Tierras Tarija)

3.4.3. Método de la observación

Consiste en la apreciación directa de las presas en la cuenca del río Santa Ana – Valle Central de Tarija, permite conocer mediante las visitas técnicas el objeto de estudio.

La observación se emplea desde el inicio al fin de la investigación para el diagnóstico del

problema y es de gran utilidad en el diseño de la investigación y comprobación de la hipótesis.

Al finalizar la investigación la observación permite el análisis de conclusiones y predecir las tendencias.

3.4.4. Método de la medición

Se puede decir que la medición es la atribución de valores numéricos a las propiedades de los objetos. En la medición es necesario tener en cuenta el objeto y la propiedad que se va a medir, altura y volumen, la unidad y el instrumento de medición aplicados o empleados fueron una cinta métrica flexible, un nivel de mano y una escuadra, el sujeto que realiza la misma y los resultados que se pueden alcanzar

Tiene como objetivo obtener información numérica acerca de las características físicas de las presas como la altura y volumen, se compara y clasifica según la norma ICOLD

3.5. MEDIOS DE INVESTIGACIÓN

3.5.1. Medios físicos

Se diseñó una encuesta con dos etapas la primera etapa dirigida a la persona del lugar encuestada, la segunda etapa dirigida al trabajo a realizarse en campo, donde se realizaron mediciones de las características del cuerpo de la presa.

Encuesta

El diseño de la encuesta está basado en un sistema de variables fundamentales que están reflejados en la ficha de cada presa.

Sistema de variables

Una variable “es una característica o cualidad, magnitud o cantidad susceptible de sufrir cambios y es objeto de análisis, medición, manipulación o control en una investigación” (Arias Odón, 2006)

A continuación, se presentan las variables consideradas en el presente estudio:

Información

Se refiere a todo el material u contenido disponible referido a las presas situadas dentro de la cuenca del río Santa Ana del Valle central de Tarija.

Sistema de Información Geográfica (SIG)

Los Sistemas de Información Geográfica (SIG) son una integración de hardware, software y datos geográficos diseñados para capturar, almacenar, analizar, manipular y desplegar la información geográfica en todas sus formas con el fin de superar la visión sectorial y consolidar una comprensión del territorio mediante la interacción espacial, ambiental, y social.

Presas

Son estructuras hidráulicas que se construyen con la finalidad de crear embalses para regular los escurrimientos de un río o bien, con el propósito de desviar sus aguas de su cauce natural.

Características medibles del cuerpo de la presa

- Longitud de corona.
- Ancho de corona.
- Altura de la presa.
- Taludes.

Mapa

Representación de un área geográfica (porción de la superficie de la tierra), dibujada o impresa en una superficie plana a una escala determina.

3.5.2. Medios audiovisuales

La recolección de datos para realizar la ficha tuvo dos importantes instrumentos que son:

3.5.2.1. Entrevista

La entrevista es una técnica que consiste en recoger información mediante un proceso directo de comunicación entre entrevistador y entrevistado(s), en el cual el entrevistado responde a

cuestiones, previamente diseñadas en función de las dimensiones que se pretenden estudiar, planteadas por el entrevistador (Bernal, 2010)

La entrevista fue una parte clave para la realización de este inventario y que mediante ella se pudo dialogar con personas de nuestro medio, que están al frente de las instituciones que planifican y desarrollan proyectos en fin de contribuir al desarrollo de la cuenca del río Santa Ana del Valle central de Tarija, en especial con el área de la construcción de reservorios.

3.5.2.2. Recolección fotográfica

Las figuras fotográficas son sin duda una herramienta de gran valor para la representación e interpretación del estado de cada presa mostrada en las fichas correspondientes

Con la fotografía documental se pretende registrar e informar acerca de las formas y las condiciones de la estructura. Se registran los acontecimientos que afectan a la vida útil y el estado actual, lo que en resumen nos dice que la fotografía documental se limita a la naturaleza observada. La fotografía puede servir no solo para reunir resultados tangibles de una investigación, sino también para que el detalle de la evidencia visual obtenida pueda preservar un constante contexto “presente” para un análisis subsecuente (Krieger en Wagner, 1979).

3.6. PROCEDIMIENTO DE LA METODOLOGIA PARA EL LOGRO DE LOS OBJETIVOS

Este estudio se realizó de acuerdo al registro mundial de presas en base a la normativa del ICOLD para la clasificación de presas se tomó en cuenta el tamaño y su capacidad de almacenamiento de las presas.

La metodología consiste en cuatro etapas que son:

- Recolección de datos.
- Análisis de datos procesados.
- Procesamiento de datos.
- Elaboración de fichas técnica

3.6.1. Objetivo 1. Reunir la información disponible de todas las presas construidas en la cuenca del río Santa Ana – Valle Central de Tarija

Dentro de los métodos de investigación y guías de investigación se manifestaron instrumentos y mecanismos elementales para la recolección de datos los cuales se desarrollaron de la siguiente

manera:

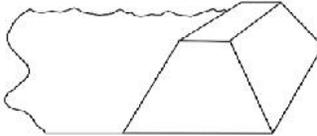
Se consultó a fuentes digitales la información de proyectos de embalses dando importancia a las presas, que se ejecutaron en la cuenca del río Santa Ana - Valle Central de Tarija.

Se visitó a entidades que ejecutaron proyectos de presas en esta cuenca de estudio, dentro de ellas está el PERTT, MMAyA y la secretaria Departamental de Recursos Naturales y Medio Ambiente” para realizar una entrevista y gestionar mediante ella la información necesaria para lograr nuestro objetivo.

3.6.2. Objetivo 2. Recolectar datos técnicos en el sitio de emplazamiento de todas las presas construidas en la cuenca del río Santa Ana – Valle Central de Tarija

Mediante la estructura de una encuesta diseñada para realizarla en campo, con la actuación de personas del lugar, y a través de la medición y observación se recopiló importante información para llenar las fichas técnicas que brindan información básica de cada presa existente.

A continuación, se muestra el diseño de la encuesta:

		ENCUESTA PARA LA OBTENCIÓN DE DATOS BÁSICOS DE LAS PRESAS IDENTIFICADAS EN LA CUENCA DE SANTA ANA			
NOMBRE DE LA PRESA:					
FUENTES DE ALIMENTACION DE LA PRESA:					
FINALIDAD DEL PROYECTO:					
USO DEL EMBALSE ACTUAL:					
VOLUMEN TOTAL DE ALMACENAMIENTO:					
ALTURA DESDE EL NIVEL DEL LECHO DE RÍO:					
ALTURA MÁXIMA DESDE EL NIVEL DE FUNDACIÓN:					
AÑO DE CONSTRUCCION DE LA PRESA:					
QUE INSTITUCION REALIZO EL PROYECTO:					
MEDICIONES REALIZADAS EN CAMPO					
CROQUIS DE LA PRESA:					

LONGITUD DE CORONAMIENTO:	
ANCHO DE CORONAMIENTO:	
ALTURA DESDE EL NIVEL DEL RIO:	
ALTURA DE LA OBRA DE TOMA:	
TALUD AGUAS ARRIBA:	
TALUD AGUAS ABAJO:	
LONGITUD INCLINADA DEL TALUD AGUAS ABAJO:	
CARACTERISTICAS DEL VERTEDERO:	

Figura 18. Planilla de encuesta.

Fuente: Elaboración propia.

En el caso de no contar con los datos de altura de presa y del volumen de embalsamiento se tuvo que realizar cálculos a partir de relaciones trigonométricas y del uso de un GIS para obtener una aproximación a continuación, se desarrolla el procedimiento de cada uno de ellos

✚ Cálculo aproximado de la altura de presa por relación trigonométrica

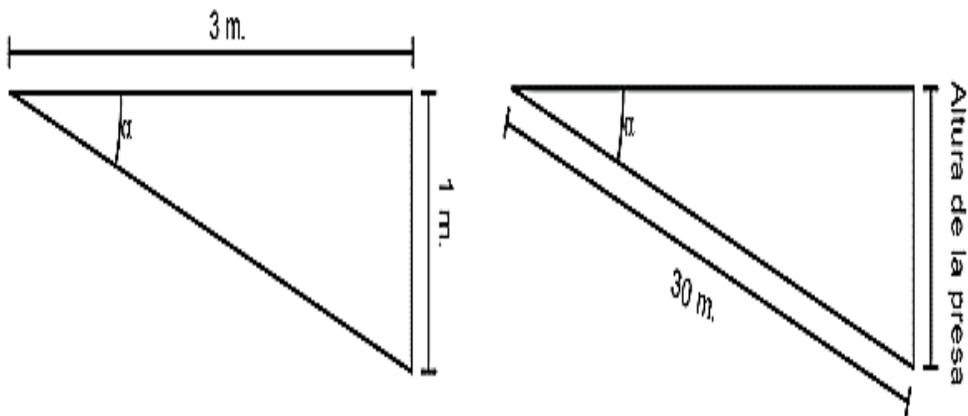


Figura 19. Relación trigonométrica.

Fuente: Elaboración propia, con apoyo de Arcgis.

$$\text{Tan}(\alpha) = \frac{\text{cateto opuesto}}{\text{cateto adyacente}} \Rightarrow \alpha = \text{Tan}^{-1}\left(\frac{1}{3}\right) \Rightarrow \alpha = 18.434^\circ$$

$$\text{Tan}(\alpha) = \frac{\text{cateto opuesto}}{\text{cateto adyacente}} \Rightarrow \text{Sen}(\alpha) = \left(\frac{\text{Altura de la presa}}{\text{hipotenusa}}\right)$$

$$\text{Altura de la presa} = \text{hipotenusa} * \text{Sen}(\alpha)$$

$$\text{Altura de la presa} = 30 * \text{Sen}(18.434)$$

$$\text{Altura de la presa} = 9.48 \text{ m.} \approx 9.50 \text{ m.}$$

✚ Estimación del volumen del embalse aplicando ArcGIS

Para estimar la capacidad de almacenamiento de cuerpos de agua como lagos, lagunas, estanques o embalses, se puede realizar a través de métodos indirectos, que permiten estimar el volumen de agua retenida, a través de información cartográfica, por ello se requiere la batimetría con su modelo de elevación digital, en la presente entrada el procedimiento de cálculo se ejecuta con las herramientas de la extensión 3D Analyst de ArcGIS.

En este ejemplo, se pretende determinar el volumen de agua de una laguna, se procede a cargar las curvas de nivel del área de estudio (opcional el cálculo del embalse).

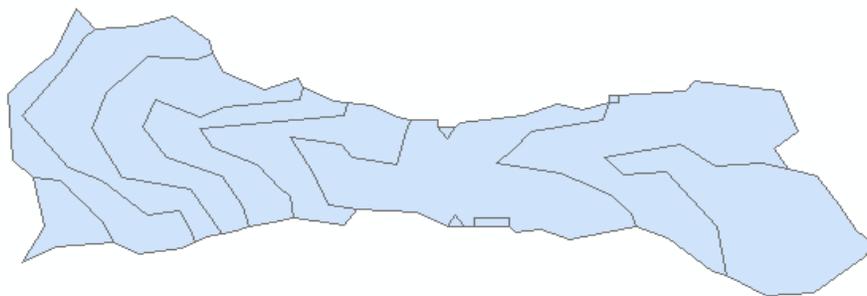


Figura 20. Curvas de nivel.

Fuente: Elaboración propia, con apoyo de Arcgis.

A partir del campo de altitud se genera una red irregular de triángulos (TIN), con la herramienta **Create TIN** (la ubicación suele variar dependiendo de la versión de ArcGIS), ubicada en:

ArcToolbox > 3D Analyst Tools> Data Management > TIN

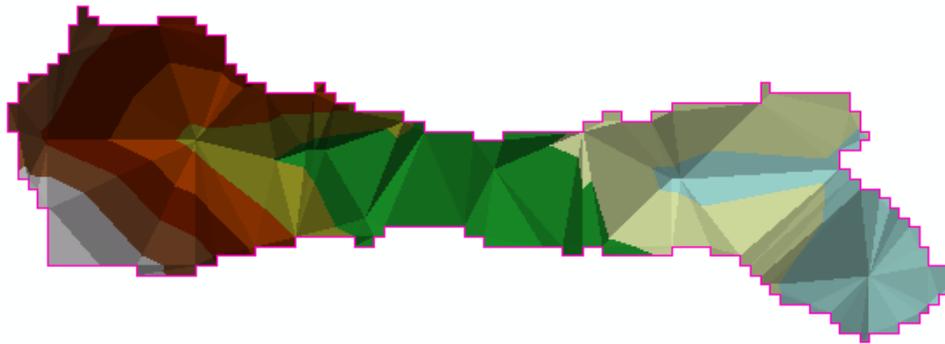


Figura 21. Red de triángulos.

Fuente: Elaboración propia, con apoyo de Arcgis.

El siguiente paso consiste en establecer la superficie del embalse, al convertir de polilínea a polígono la cota correspondiente al perímetro (para el presente ejercicio la cota 2044, también se puede calcular para cada cota de elevación el volumen acumulado, siendo la superficie del espejo de agua de la laguna la cota máxima, así se puede determinar la relación entre el área, capacidad y elevación, con la finalidad de trazar las curvas que muestran el comportamiento del volumen del espejo de agua para cada elevación), con la herramienta **Feature To Polygon** ubicada en:

ArcToolbox > Data Management Tools > Features

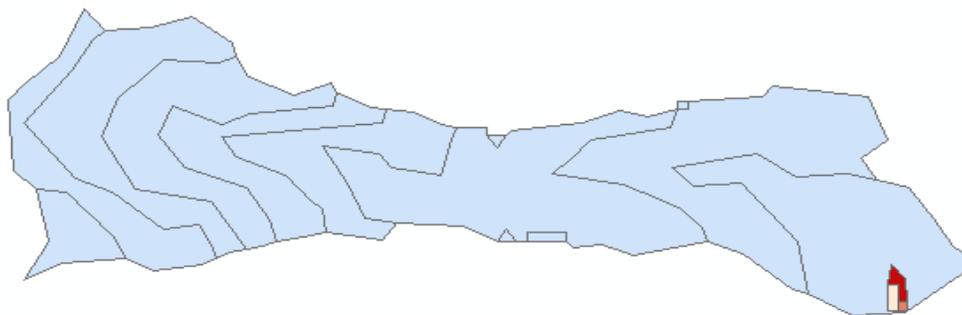


Figura 22.. Generación de la superficie del embalse.

Fuente: Elaboración propia, con apoyo de Arcgis.

Debido a la naturaleza de un método indirecto, se requiere la comprobación en campo para mayor fiabilidad, otro aspecto de suma importancia es la resolución de la información de entrada, los resultados dependen de la resolución del TIN (o de la precisión de las curvas de

nivel), para calcular el volumen de agua retenida y la superficie (sea para el espejo de agua máximo, o para cada cota si se requiere analizar el comportamiento del volumen) se usa la herramienta **Polygon Volume** (en el campo Input Surface colocar el TIN, en el campo Input Feature Class seleccionar el polígono del espejo de agua, en el campo Height Field dejar en <None> si el polígono es 3D, caso contrario seleccionar el campo que contenga la elevación, y en el campo Reference Plane seleccionar **BELOW**, el resto de campos mantener por defecto) ubicada en:

ArcToolbox > 3D Analyst Tools > Triangulated Surface > Polygon Volume

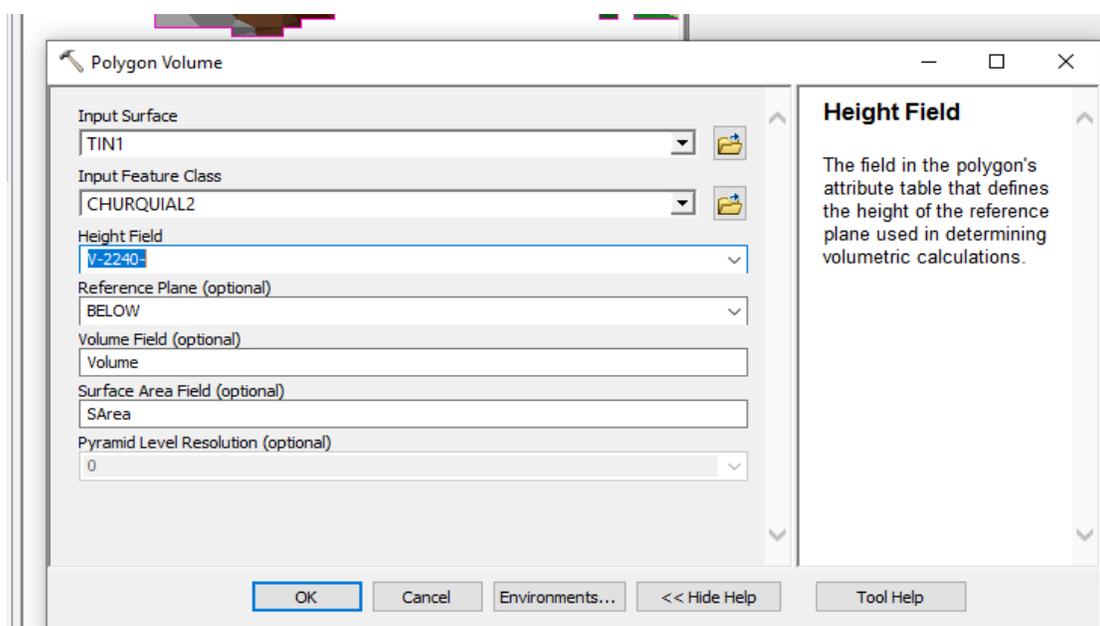


Figura 23. Aproximación del volumen de acuerdo a la cota.

Fuente: Elaboración propia, con apoyo de Arcgis.

El resultado se lo puede observar en la tabla de atributos del polígono del espejo de agua (perímetro de la laguna), la capacidad de almacenamiento se muestra en el campo **Volume** en metros cúbicos, y en el campo **SArea** la superficie en metros cuadrados, este procedimiento se lo puede realizar para cada cota de elevación, si se requiere un estudio del comportamiento del volumen acumulado del espejo de agua.

A partir de los cálculos descritos se obtuvo un valor aproximado de ambos parámetros que son necesarios para realizar un análisis consistente de ambos parámetros, y su registro en las fichas

técnicas de cada presa.

3.6.3. Objetivo 3. Comparar de la información disponible sobre las presas construidas en la cuenca del río Santa Ana

Para realizar un análisis se ordenó la información obtenida por cada presa identificada en la cuenca de estudio, al tratarse de un enfoque cuantitativo el análisis nos permitió responder a las preguntas como ser ¿Cuántas son presas construidas en la cuenca del río Santa Ana – Valle Central de Tarija? ¿Qué dimensiones tienen cada una de las estructuras identificadas? Pero como el estudio también es un estudio descriptivo dio respuesta a otras preguntas por ejemplo ¿Qué características tienen cada una de las presas? Ya que con la fotografía documental se pretende registrar e informar acerca de las formas y las condiciones de la estructura

La información que se obtuvo a partir de las entrevistas y a través de sitios web se analizó bajo una comparación entre los datos tomados de campo los cuales sirvió de verificación, de los que en algunas presas se halló gran similitud y de otras hubo bastante variación en los parámetros de interés, pero también hubo presas donde no se obtuvo información alguna, para el caso se tomó en cuenta los datos obtenidos en campo mediante la encuesta, observación y medición.

En el caso de no contar con los datos de altura de presa y del volumen de embalsamiento se tuvo que realizar cálculos a partir de un GIS y de relaciones trigonométricas para obtener una aproximación a continuación, se desarrolla el procedimiento de cada uno de ellos

3.6.4. Objetivo 4. Elaboración de fichas técnicas de cada presa

Con la información obtenida a través de cumplir el primer objetivo, se realizó el diseño de las fichas técnicas. Del análisis de calidad y validación in situ de la información que se pudo obtener, las características y variables de las presas que se tomó en cuenta están, basadas en la clasificación de presas que realiza la ICOLD y al “Inventario de Presas de Bolivia 2010”

En las fichas técnicas se añadió la ubicación de la presa, datos técnicos de la cuenca, mapa de la cuenca del vaso de almacenamiento, datos técnicos del embalse, datos técnicos de la presa, datos del aliviadero de superficie, datos de estudios, diseño y construcción.

CAPÍTULO IV PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DEL INVENTARIO

4.1. PRECIPITACIÓN PLUVIAL DE LA CUENCA

4.1.1. Datos disponibles

Para los fines del presente trabajo, se utilizó la información existente, tanto de las estaciones en funcionamiento, así como aquella correspondiente a las estaciones cerradas, utilizando además estudios generales realizados en las cuencas de los ríos Pilcomayo y Bermejo, en los cuales se dispone de información de zonas vecinas, la que es usada como apoyo.

Los datos en la mayoría de las estaciones son incompletos y algunas de ellas fueron cerradas. La selección de la información para el análisis se efectuó definiendo de principio el tamaño mínimo de las series, utilizando aquellas de 10 o más años (series más cortas se usan como referencia), y luego, se procedió a la depuración de registros, eliminando, en algunos casos, la información anual y en otros toda la serie.

A la conclusión de esta selección se consideraron para el análisis de la precipitación los datos de 5 estaciones, que se indican en la Tabla 10.

Tabla 10. Estaciones consideradas para la estimación de la precipitación media de la cuenca.

ID	Nombre	Coordenada Este (X)	Coordenada Norte (Y)	Altitud (Z)	Precipitación anual (mm)	Período con datos
1	Gamoneda	330792,55	7622772,51	2150	517,00	1979-2002
2	Junacas	348003,11	7629181,95	2300	563,00	1977-2002
3	San Agustín Sud	342945,00	7616216,73	2060	309,00	1980-1992
4	Yesera Norte	339212,19	7635863,47	2280	659,44	1976-2016
5	Yesera Sud	338538,95	7625338,47	2092	438,43	2002-2016

Fuente: Senamhi.

4.1.2. Características generales de la precipitación

El régimen pluvial está definido por dos períodos bien diferenciados, el lluvioso y el seco. El período lluvioso, que se presenta de noviembre a abril, es donde se concentra del 85 al 90 % del total de la precipitación anual. El período seco (mayo a octubre), en el cual los meses de mayo

a agosto, tienen una precipitación muy reducida o nula, se presenta generalmente en forma de lloviznas.

Las cadenas montañosas son factores muy importantes en la circulación regional de las masas de aire, observándose, de este a oeste, las serranías de El Cóndor (28 00 a 3 400 m.s.n.m.) y Sama (3 800 a 4 600 m.s.n.m.) las cuales tienen una dirección Norte – Sur y son paralelas, y distantes 45 km, son las serranías con mayor influencia y son determinantes, para la distribución espacial de las precipitaciones.

La precipitación media anual varía de 340 mm en el centro–Este, a 1 250 mm, en la parte centro–Oeste, con grandes variaciones en cortas distancias. Las precipitaciones más altas se encuentran en las laderas de la serranía de Sama, expuestas a los vientos del Sur–Este, con disminución significativa hacia el Este.

4.1.3. Precipitación media anual

El método de las isoyetas es el método más preciso, pues permite la consideración de los efectos orográficos en la estimación de la lluvia media sobre la cuenca en estudio. Se basa en el trazado de curvas que unen puntos de igual precipitación de la misma forma que se hace para estimar las curvas de nivel de un levantamiento topográfico.

Sobre la base de los valores puntuales de precipitación en cada estacione dentro de la cuenca, se construyen, por interpolación, líneas de igual precipitación.

Las líneas así construidas son conocidas como isoyetas. Un mapa de isoyetas de una cuenca es un documento básico dentro de cualquier estudio hidrológico, ya que no solamente permite la cuantificación del valor medio, sino que también presenta de manera gráfica la distribución de la precipitación sobre la zona para el período considerado. Una vez construidas las isoyetas será necesario determinar el área entre ellas para poder determinar la precipitación media mediante la expresión:

$$P = \frac{\sum_{j=1}^m [(P_j + P_{j+1}) / 2] \cdot A_j}{\sum_{j=1}^m A_j}$$

Donde:

P_j = Valor de la precipitación de la isoyeta j , en mm.
 A_j = Área incluida entre dos isoyetas consecutivas (j y $j+1$), en km^2 .
 m = Número total de isoyetas.

Este método asume que la lluvia media entre dos isoyetas sucesivas es igual al promedio numérico de sus valores.

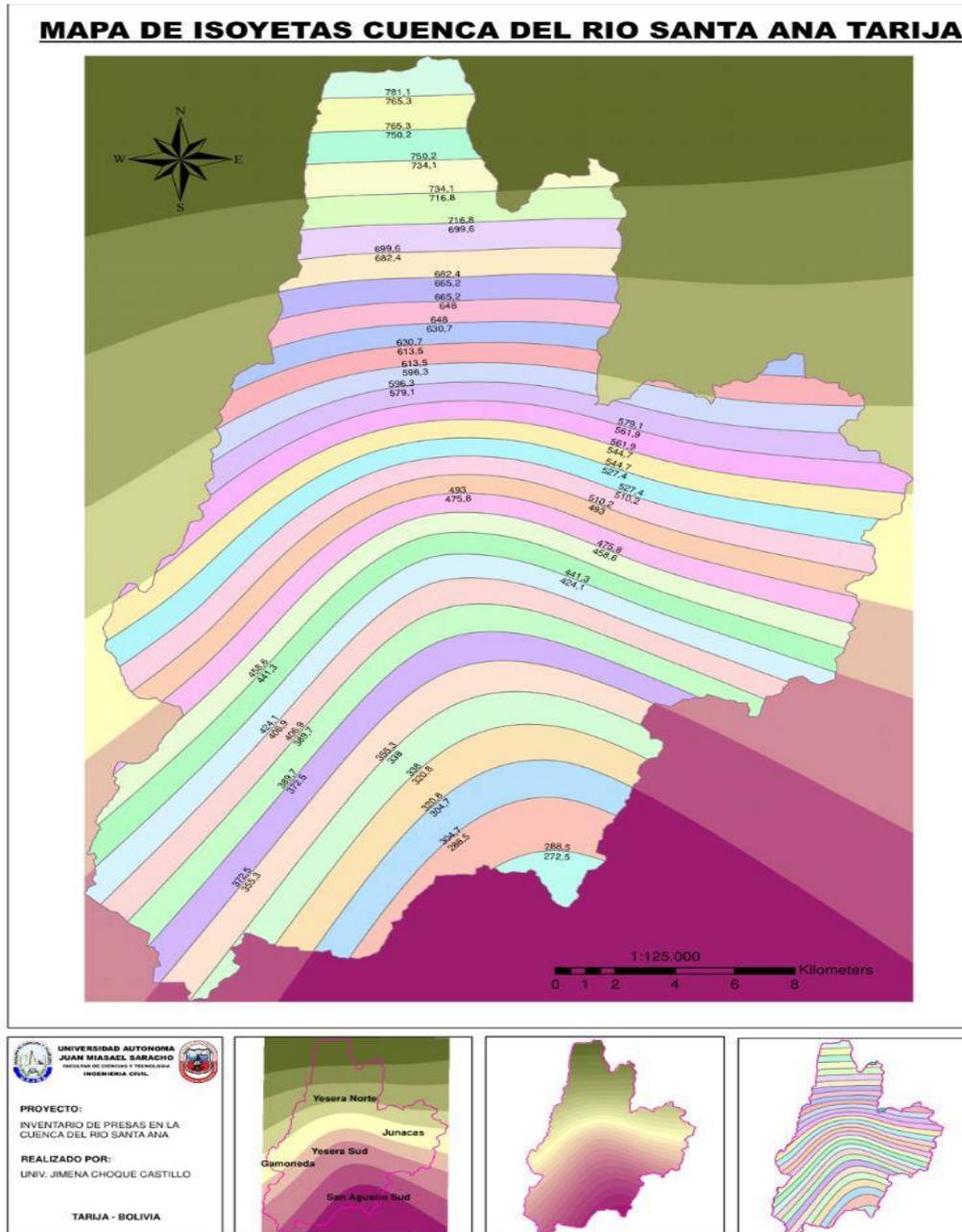


Figura 24. Mapa de isoyetas de la cuenca del río de Santa Ana.

Fuente: Elaboración propia con apoyo del Arcgis.

El procedimiento de interpolación y generación de isoyetas se lo realizo mediante el ArcGIS de donde se desarrolló el mapa de isoyetas que se muestra en la Figura 24.

A partir de los datos de precipitación anual media de las estaciones como se muestra en el estudio de método de las isoyetas.

Se determino la precipitación media de la cuenca del río Santa Ana – Valle Central de Tarija, para ello se tiene 5 estaciones meteorológicas descritas en la Tabla 10, así como su posterior análisis en la Tabla 11.

Tabla 11. *Resultado del método isoyetas.*

N° de Isoyeta	Área (m²)	Min. (mm)	Max. (mm)	PROM. (mm)	Aj (km²)	PROM*Aj (mm*km²)
2	3980000	265,06	279,92	272,49	3,98	1085,39
3	14831800	279,93	297,14	288,53	14,84	4280,74
4	18182800	297,14	312,21	304,68	18,18	5539,56
5	21398500	312,21	329,43	320,82	21,40	6865,19
6	23297100	329,43	346,65	338,04	23,30	7875,12
7	25198600	346,65	363,86	355,25	25,20	8952,35
8	25819200	363,86	381,08	372,47	25,82	9616,43
9	27016400	381,08	398,30	389,69	27,02	10528,05
10	28046200	398,30	415,52	406,91	28,04	11411,42
11	28944900	415,52	432,74	424,13	28,95	12276,37
12	28080800	432,74	449,95	441,34	28,08	12392,91
13	25979900	449,95	467,17	458,56	25,98	11913,59
14	22950400	467,17	484,39	475,78	22,95	10919,37
15	23819800	484,39	501,61	493,00	23,82	11743,48
16	25389600	501,61	518,83	510,22	25,39	12954,11
17	25845800	518,83	536,04	527,44	25,85	13631,58
18	27061300	536,04	553,26	544,65	27,06	14739,02
19	23750600	553,26	570,48	561,87	23,75	13346,38
20	20980000	570,48	587,70	579,09	20,98	12147,74
21	19598400	587,70	604,92	596,31	19,60	11686,15
22	16457500	604,92	622,13	613,53	16,46	10096,86
23	12082100	622,13	639,35	630,74	12,08	7620,26
24	11304500	639,35	656,57	647,96	11,31	7325,50
25	11661500	656,57	673,79	665,18	11,66	7757,41
26	12000900	673,79	691,01	682,40	12,00	8190,47
27	12743300	691,01	708,22	699,62	12,74	8913,98
28	12650100	708,22	725,44	716,83	12,65	9070,84
29	10238700	725,44	742,66	734,05	10,24	7517,24

30	7110700	742,66	757,73	750,19	7,11	5335,66
31	7189900	757,73	772,79	765,26	7,19	5501,92
32	5785000	772,79	789,40	781,09	5,78	4517,84
Total					579,41	285752,94
Precipitación media de la cuenca (PROM*Aj) / (Aj)						493,18

Fuente: Elaboración propia.

A partir del método de las isoyetas, se estimó la precipitación media anual, de la cuenca del río Santa Ana, de la Tabla 11 la precipitación media es 493,18 mm.

4.2. CODIFICACIÓN DE LAS PRESAS

El código de cada presa fue establecido considerando tres elementos:

- Nombre de la cuenca en estudio.
- Magnitud de la presa.
- Ubicación.

La numeración correlativa de las presas está en función del Norte de la cuenca en dirección al Sur, sin importar si la estructura se sitúa en el margen derecho o izquierdo del río principal de la cuenca en estudio. Por ejemplo: en el caso de la Presa Calderas cuyo código es SA-G-21 ver ejemplo en la Tabla 12.

Tabla 12. *Ejemplo de codificación de las presas.*

SA-G-21	SA	G	21
Calderas	Cuenca	Tamaño	Numeración correlativa de dirección Norte a Sur de la cuenca.
	Santa Ana	G, M, P	01, 02, 03

Fuente: Elaboración propia.

4.3. CLASIFICACIÓN DE PRESAS

4.3.1. Clasificación por su tamaño

La “Norma Técnica de Seguridad para la Clasificación de las Grandes Presas y para la Elaboración de Implantación de los Planes de Emergencia de Grandes Presas y sus Embalses” expresa en el “capítulo II, artículo 3.1” que las presas, en función de sus dimensiones, se

clasifican en las siguientes categorías:

- Gran presa es aquella cuya altura sea superior a 15 metros o la que, teniendo una altura comprendida entre 10 y 15 metros, tenga una capacidad de embalse superior a 1 hectómetro cúbico.

El “Inventario de Presas Bolivia 2010” basada en la normativa ICOLD para grandes presas, debido al gran porcentaje de presas que no cumplen con las condiciones anteriores, se consideran:

- Pequeñas presas, aquellas estructuras con menos de medio millón de metros cúbicos de embalse, con una longitud menor a un kilómetro y cuya altura de corona es menor a 10 metros.
- Presas medianas a las que embalsan menos de un millón de metros cúbicos, con una longitud de 500 metros y cuya altura de corona se encuentra entre 10 a 15 metros.
- Presas grandes embalsan un millón de metros cúbicos o más, cuya longitud de corona es mayor a 500 metros y su altura mayor a 15 metros.

En el “Inventario de Presas Bolivia 2010” la clasificación de presas pequeñas según su altura corresponde aquellas que son menores a 10,00 metros, lo que puede inducir a un error al clasificar un atajado como presa, teniendo el conocimiento, que los atajados pueden llegar a tener alturas menores a 5,00 metros, por lo que en este estudio se clasifico como presas pequeñas a aquellas que tengan de 5 a 10 metros, de altura.

Tabla 13. *Clasificación de presas según su altura y capacidad de embalse.*

	Pequeña	Mediana	Grande
Altura de presa	5-10 m	> 10 m	> 15 m
Capacidad de embalse	< 500 000 m ³	< 1 000 000 m ³	> 1 000 000 m ³

Fuente: Programa de Desarrollo Agropecuario Sustentable (PROAGRO), 2010

4.3.2. Clasificación por su tipología

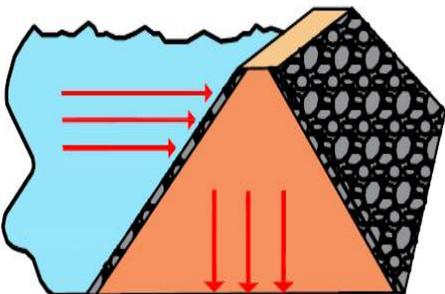
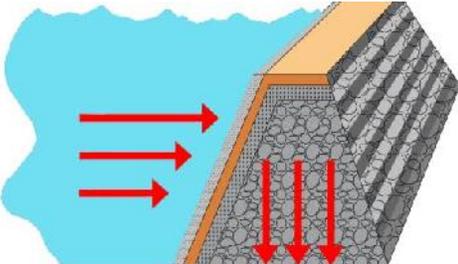
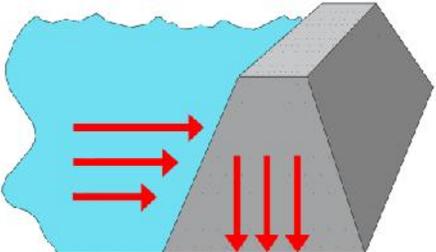
Los diversos tipos de presas responden a las variadas formas de cumplir la doble exigencia de

resistir el empuje del agua y la del uso del agua riego, central hidroeléctrica, etc.

- Una presa es una estructura que tienen por objeto contener el agua en un cauce natural con dos fines, alternativos o simultáneos siguen los casos:
- Elevar su nivel para que pueda derivarse por una conducción (creación de altura).

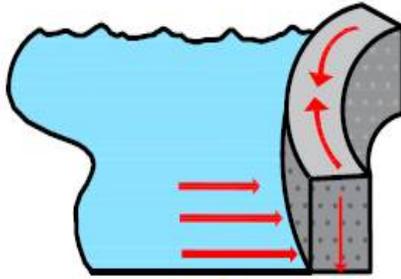
Formar un depósito que retenga los excedentes para suministrar un suplemento en los períodos de escasez (creación de embalse) o para amortiguar (laminar) las puntas de las crecidas. (Vallarino Concavas del Castillo, 2015, pág. 31)

Tabla 14. *Tipología de presas en la cuenca del río Santa Ana*

Clasificación de presas según los materiales		
Tipo de presa	Perfil Típico	Descripción
Presa de Materiales Suelos		La presa de materiales sueltos está construida con materiales naturales extraídos en el mismo lugar de la construcción; se trata de presas de tierra o de escollera. Presa de materiales sueltos construida con más del 50% de tierra compactada.
Presa de Enrocado		La presa de escollera se construye con rocas de todos los tamaños que aseguran la estabilidad y una pantalla impermeable para darle estanquidad.
Presa de Gravedad		Las presas de gravedad están construidas en hormigón y/o mampostería y cuya estabilidad es debida a su propio peso.

Clasificación de presas según los materiales

Presa de Arco Gravedad



Presa de hormigón o de Mampostería curvada hacia aguas arriba con el fin de que la mayor parte del empuje del agua se transmita a los arranques.

Fuente: Elaboración propia con apoyo de Autocad.

4.4. CATEGORÍAS DE ANÁLISIS

La Figura 25 muestra el análisis en función a las categorías por tamaño de presa, uso del agua y tipo de presa.



Figura 25. Categoría de análisis.

Fuente: Elaboración propia.

4.5. SUBCUENCAS DEL RÍO SANTA ANA – VALLE CENTRAL DE TARIJA

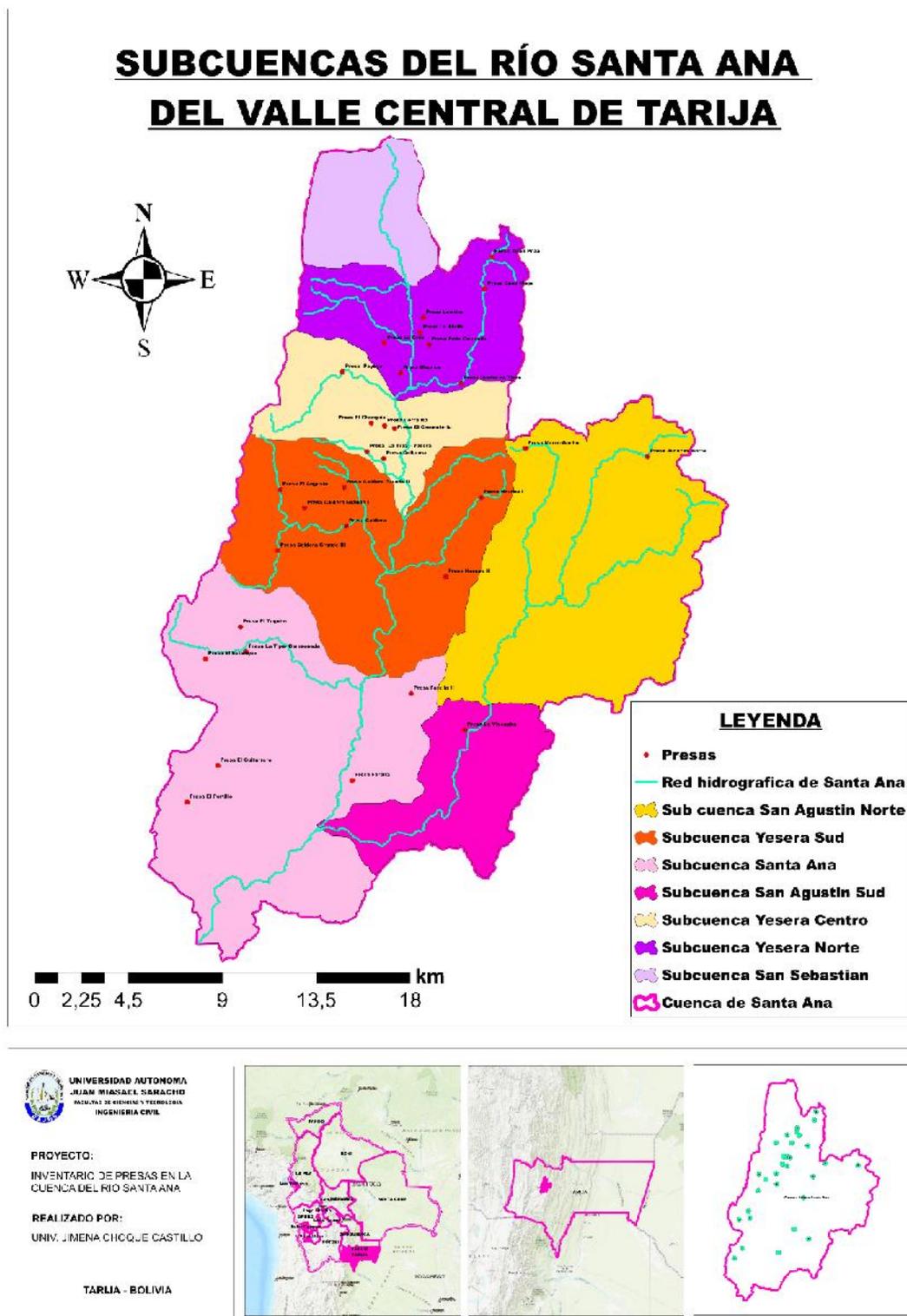


Figura 26. Distribución de la cuenca del río Santa Ana – Valle Central de Tarija.

Fuente: Elaboración propia con apoyo del Arcgis.

En la cuenca del río Santa Ana – Valle Central de Tarija, se registró 31 presas, en seis subcuencas distribuidas dentro de la cuenca, en la Tabla 15 se encuentran los valores de las áreas que corresponden a cada subcuenca entre las que destaca por su mayor área la subcuenca de Santa Ana con el 27% de la cuenca del río Santa Ana – Valle Central de Tarija, que se aprecia en la Figura 27.

Tabla 15. Distribución de subcuencas en función al área.

Subcuenca de Santa Ana	Área (km ²)
Subcuenca San Agustín Norte	134,02
Subcuenca San Agustín Sud	46,19
Subcuenca San Sebastián	32,72
Subcuenca Santa Ana	155,75
Subcuenca Yesera Centro	47,34
Subcuenca Yesera Norte	56,28
Subcuenca Yesera Sud	107,81
Total (km²)	580,11

Fuente: Elaboración propia.

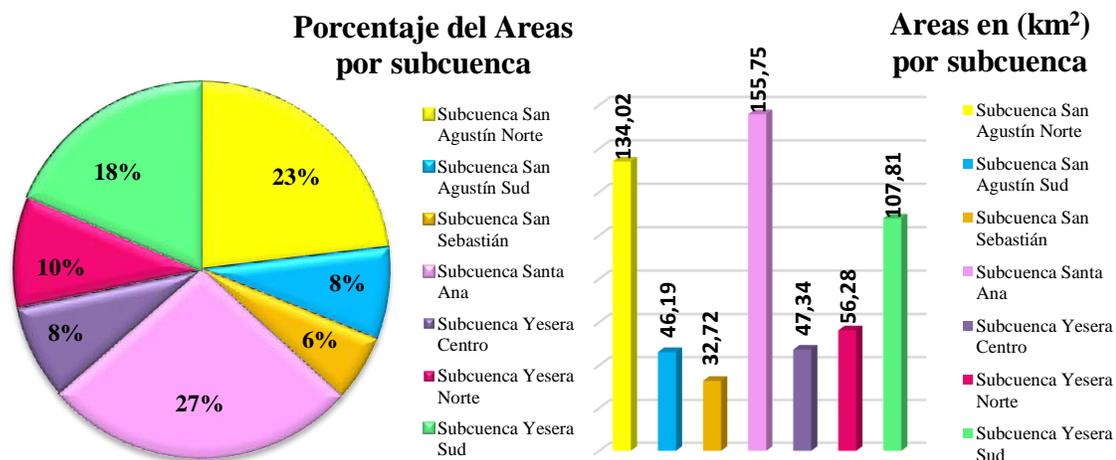


Figura 27. Distribución de áreas por subcuenca.

Fuente: Elaboración propia.

La subcuenca Yesera Norte destaca entre las demás por tener el mayor número de presas, las subcuencas Yesera Sud y Santa Ana le siguen con un número de siete presas en cada subcuenca, en la subcuenca Yesera Centro se registró seis presas, en la subcuenca San Agustín Norte se

tienen dos presas, en la subcuenca San Agustín Sud existe solo una presa y en la subcuenca San Sebastián no se tuvo ningún registro.

De acuerdo a la clasificación de presas por su tamaño, en la Tabla 16 se muestra la distribución de las presas según su tamaño y el número de presas por cada subcuenca, insertas en la cuenca del río Santa Ana – Valle Central de Tarija.

Tabla 16. Número de presas según su tamaño y su distribución por subcuencas de río Santa Ana – Valle Central de Tarija.

Subcuenca de Santa Ana	Tamaño			Total, Presas
	G	M	P	
Subcuenca San Agustín Norte	2			2
Subcuenca San Agustín Sud	1			1
Subcuenca San Sebastián				0
Subcuenca Santa Ana	1	4	2	7
Subcuenca Yesera Centro	1	3	2	6
Subcuenca Yesera Norte	3	2	3	8
Subcuenca Yesera Sud	3	4		7
Total, general	11	13	7	31

Fuente: Elaboración propia.

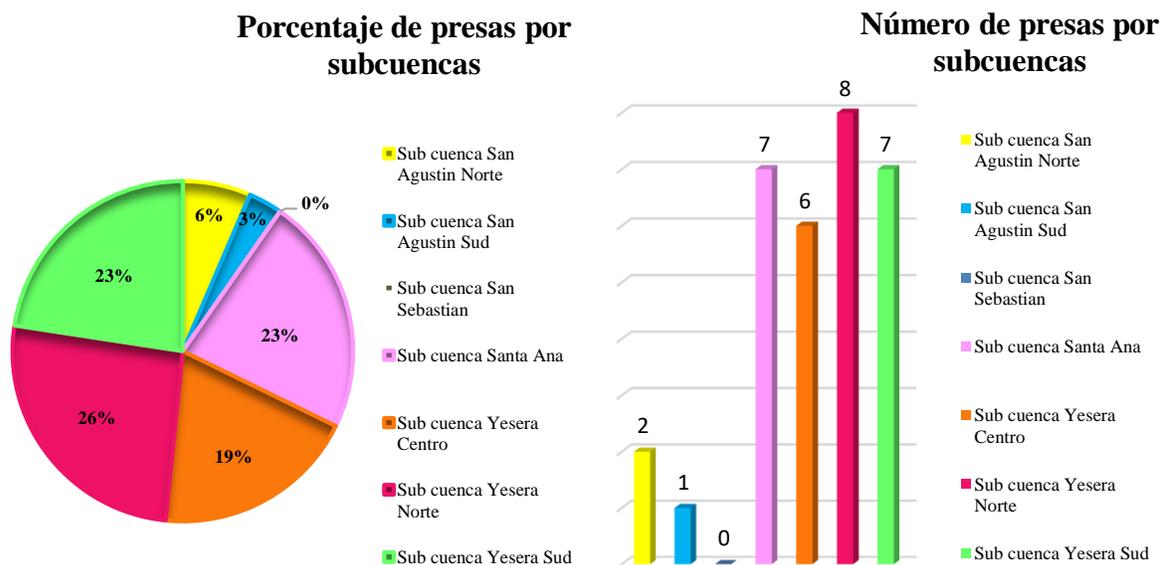


Figura 28. Distribución de presas por subcuenca.

Fuente: Elaboración propia.

La subcuenca Yesera Norte tiene un porcentaje del 26%, Yesera Sud y Santa Ana el 23% cada una, en Yesera Centro el 19%, en San Agustín Norte el 6% y San Agustín Sud el 3%, en la Figura 28 se muestran estos porcentajes.

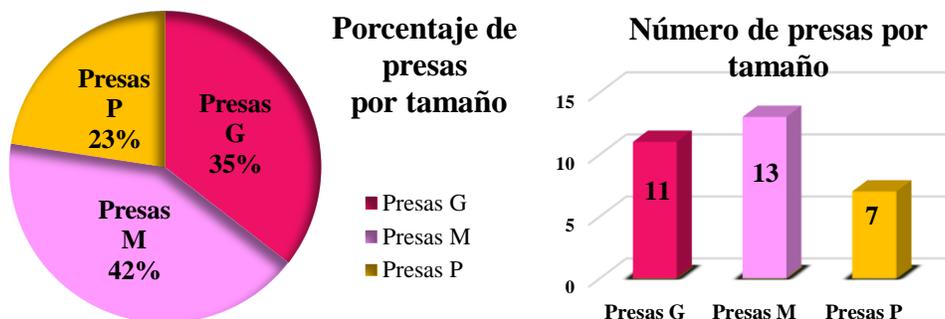


Figura 29. Distribución de presas por tamaño.

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo a la categoría de tamaño presa se observa en la Figura 29 que el porcentaje predominante es del 42% que representa a las presas medianas, seguido de un 35% que corresponde a las presas grandes y un 23% que hace referencia a las presas pequeñas.

Según al uso de las presas se tiene el registro en la Tabla 17.

Tabla 17. Distribución de presas según su uso, en función de subcuenca.

Distribución de presas según el uso en función de subcuencas	
Conservación de tierras	4
Subcuenca San Agustín Norte	2
Subcuenca Santa Ana	1
Subcuenca Yesera Centro	1
riego	27
Subcuenca San Austin Norte	3
Subcuenca San Agustín Sud	1
Subcuenca Santa Ana	6
Subcuenca Yesera Centro	5
Subcuenca Yesera Norte	5
Subcuenca Yesera Sud	7
Total, presas	31

Fuente: Elaboración propia.

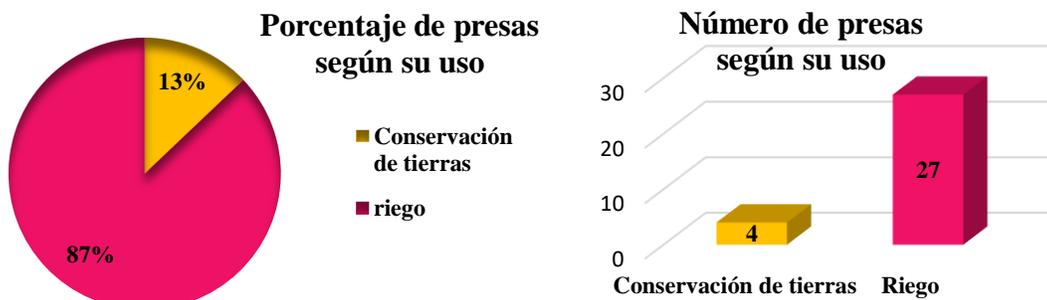


Figura 30. Distribución de presas según su uso.

Fuente: Elaboración propia.

El 87% de las presas son usadas para regadíos y el 13% de las presas están destinadas para la conservación de tierras, se muestra el porcentaje y número de presas en la Figura 30.

Al igual que en el resto del mundo el mayor porcentaje de presas construidas en la cuenca del río Santa Ana – Valle Central de Tarija, corresponde a presas de materiales sueltos con un 81%, en la Tabla 18 se observan los tipos de presas que existen en la cuenca y en la Figura 31 se muestran los porcentajes de cada tipo.

Tabla 18. Tipología de las presas en la cuenca del río Santa Ana – Valle Central de Tarija

Tipología	N° de presas
Arco Gravedad	1
Enrocado	3
Gravedad	2
Materiales sueltos	25
Total, presas	31

Fuente: Elaboración propia

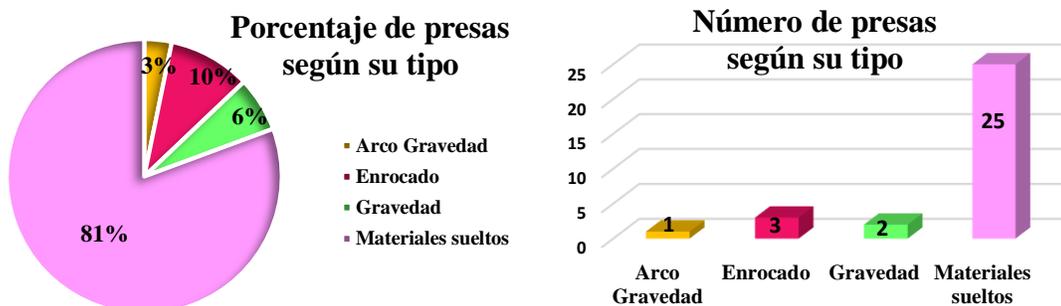


Figura 31. Tipología de presas en la cuenca del río Santa Ana – Valle Central de Tarija.

Fuente: Elaboración propia.

La cantidad de agua embalsada registrada en cada subcuenca de la cuenca del río Santa Ana – Valle Central de Tarija esta descrita en la Tabla 19 que es resultado de la sumatoria de volumen embalsado en las presas de cada subcuenca, en la Figura 32 se muestran los porcentajes de acuerdo a la Tabla 19.

Tabla 19. *Distribución de sub cuncas en función volumen de almacenamiento.*

Subcuenca de Santa Ana	Volumen de agua almacenada (m ³)
Subcuenca San Agustín Norte	35 270,50
Subcuenca San Agustín Sud	118 668,26
Subcuenca San Sebastián	0,00
Subcuenca Santa Ana	458 708,32
Subcuenca Yesera Centro	913 304,20
Subcuenca Yesera Norte	1 728 313,90
Subcuenca Yesera Sud	5 628 227,06
Total (m³)	8 882 492,24

Fuente: Elaboración propia.

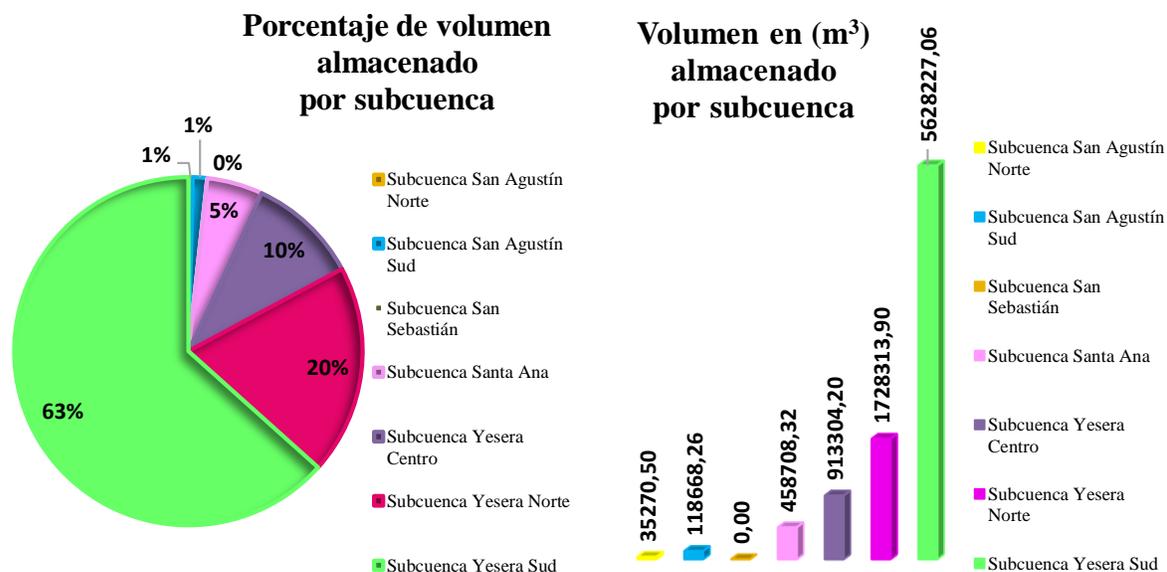


Figura 32. *Distribución de volumen almacenado en cada subcuenca.*

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con la Figura 32 la subcuenca con mayor volumen embalsado es Yesera Sud con un

porcentaje de 63% y otra subcuenca con un porcentaje importante es Yesera Norte con un 20% de todo el volumen embalsado en la cuenca.

Tabla 20. *Volumen de agua almacenado en función a la clasificación de presas por tamaño*

Tamaño de presa	Volumen embalsado (m ³)
G	7 481 783,14
M	1 099 274,31
P	270 373,13
Total (m³)	8 851 430,58

Fuente: Elaboración propia.

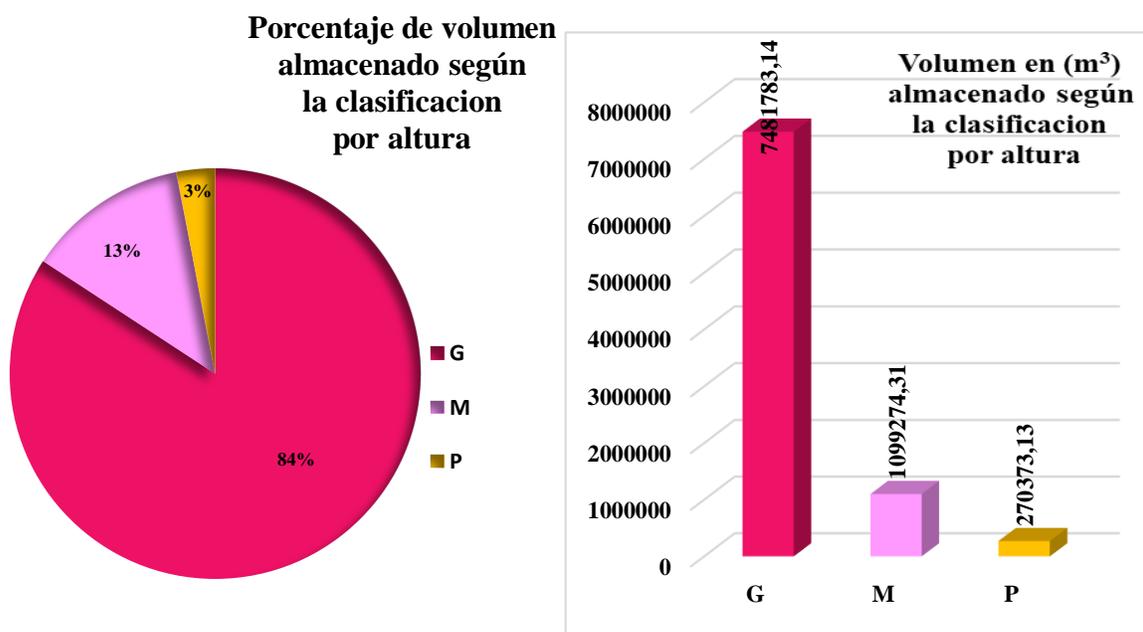


Figura 33. *Distribución de volumen almacenado en cada subcuenca.*

Fuente: Elaboración propia.

La presa de calderas se distingue de todas las demás porque es la que tiene mayor volumen embalsado con el 63% del total del volumen de cuenca del río Santa Ana – Valle Central de Tarija, esta presa se encuentra en la subcuenca de Yesera Sud por lo que tiene sentido que sea la subcuenca con mayor volumen embalsado.

Tabla 21. Número de presas construidas según el año en la cuenca del río Santa Ana – Valle Central de Tarija.

Año de construcción	Presas construidas
año 2003	1
año 2004	3
año 2005	5
año 2006	4
año 2007	4
año 2008	1
año 2009	2
año 2014	2
año 2015	1
año 2016	2
año 2017	3
año 2018	3
Total	31

Fuente: Elaboración propia

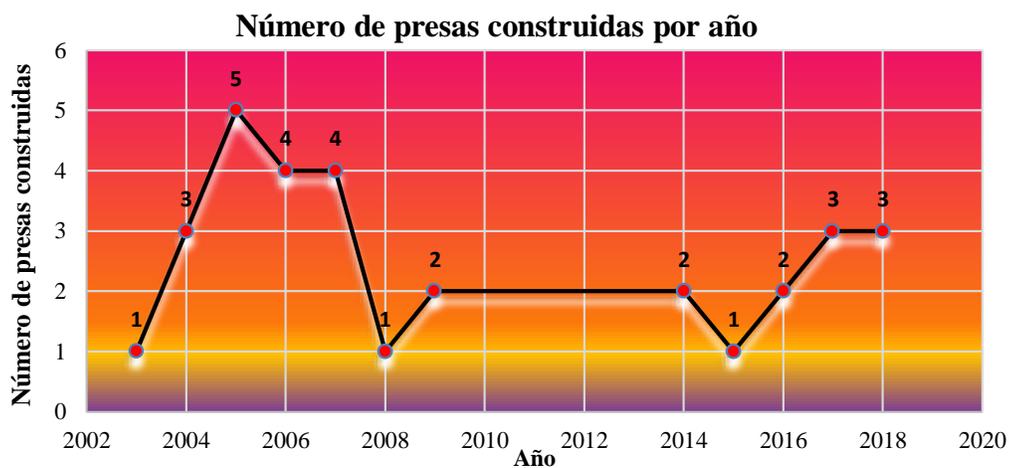


Figura 34. Distribución de presas según el año de construcción.

Fuente: Elaboración propia.

Actualmente son 28 presas que son usadas para riego, aunque no todas cuentan con obra de toma ya que algunas no fueron construidas con fines para riego y en otros casos no se ha construido aun su sistema de riego, por lo que los comunarios extraen el agua con poli tubos haciendo funcionar a las tuberías como un sifón.

4.5.1. Presas grandes de la cuenca del río Santa Ana – Valle Central de Tarija

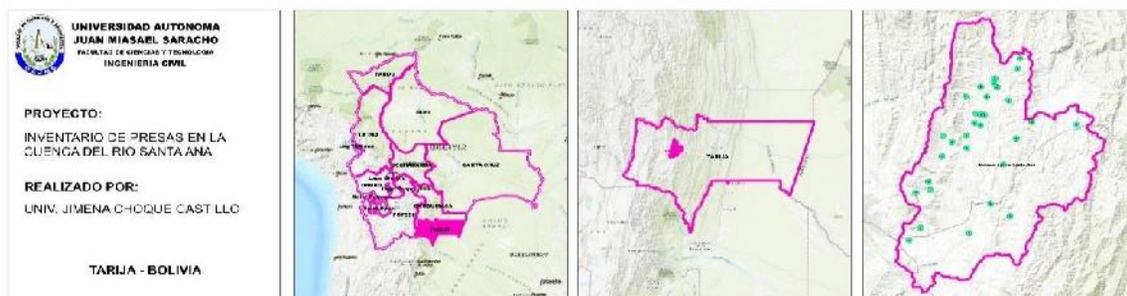


Figura 35. Ubicación de presas grandes en la cuenca del río Santa Ana – Valle Central de Tarija.

Fuente: Elaboración propia con apoyo del Arcgis.

Tabla 22. Presas grandes de la cuenca del río Santa Ana – Valle Central de Tarija.

NOMBRE DE LA PRESA	COORDENADAS GEOGRÁFICAS	ÁREA DE LA CUENCA DE APOORTE (ha)	PRECIPITACIÓN MEDIA ANUAL DE LA CUENCA (mm)	CAPACIDAD DE EMBALSE (hm ³)	ÁREA DEL ESPEJO DE AGUA (ha)	USO DE LA PRESA	TIPO DE PRESA	ALTIMETRIA DE PRESA (m)	LONGITUD DE CORONAMIENTO (m)	AÑO DE CONSTRUCCIÓN	CODIGO	UBICACIÓN POR SUB CUENCA
Presas Casa Vieja	Lat. 21°20'49,03" S Long. 64°30'48,02" O	709,30	708,20	0,815	7,00	Conservación de tierras	Materiales sueltos	19,60	233,00	2009	SA-G-02	Sub cuenca Yesera Norte
Presas La Abrita	Lat. 21°21'55,78" S Long. 64°32'36,09" O	40,08	674,00	0,039	0,36	riego	Materiales sueltos	16,00	51,00	2003	SA-G-04	Sub cuenca Yesera Norte
Presas Payuyo	Lat. 21°22'56,13" S Long. 64°34'46,13" O	1002,00	640,00	0,302	4,50	riego	Gravedad	19,50	82,50	2015	SA-G-07	Sub cuenca Yesera Centro
Presas Vuelta de Tiros	Lat. 21°23'16,32" S Long. 64°31'28,95" O	2029,20	626,00	0,545	4,98	riego	Gravedad	17,80	84,00	2006	SA-G-09	Sub cuenca Yesera Norte
Presas Morro Gacho	Lat. 21°24'58,61" S Long. 64°29'43,18" O	84,93	580,00	0,024	0,36	riego	Materiales sueltos	16,00	45,00	2007	SA-G-13	Sub cuenca San Agustín Norte
Presas Junacas Norte	Lat. 21°25'13" S Long. 64°26'20" O	385,20	595,00	0,011	1,08	riego	Arco Gravedad	17,00	47,00	2008	SA-G-16	Sub cuenca San Agustín Norte
Presas El Angosto	Lat. 21°25'59,06" S Long. 64°36'32,05" O	653,00	553,30	0,308	4,56	riego	Materiales sueltos	23,00	204,00	2017	SA-G-18	Sub cuenca Yesera Sud
Presas Hornos I	Lat. 21°26'14,55" S Long. 64°30'57,25" O	210,55	520,00	0,102	0,74	riego	Materiales sueltos	18,50	56,00	2018	SA-G-19	Sub cuenca Yesera Sud
Presas Calderas	Lat. 21°26'57,01" S Long. 64°34'42,67" O	3010,00	499,00	5,000	51,14	riego	Enrocado	33,00	205,00	2005	SA-G-21	Sub cuenca Yesera Sud
Presas La Viscacha	Lat. 21°32'17,48" S Long. 64°31'29,27" O	280,96	329,00	0,119	1,18	riego	Materiales sueltos	17,00	90,00	2017	SA-G-28	Sub cuenca San Agustín Sud
Presas La Farella	Lat. 21°33'33,74" S Long. 64°34'37,25" O	41,10	352,40	0,216	1,63	riego	Materiales sueltos	17,00	140,00	2014	SA-G-30	Sub cuenca Santa Ana

Fuente: Elaboración propia.

Las presas grandes suman 11 que todas juntas tienen un volumen total embalsado en la cuenca del río Santa Ana es de 7 481 783,14 m³, del cual el 90% del agua es usada para riego.

4.5.2. Presas medianas de la cuenca del río Santa Ana – Valle Central de Tarija

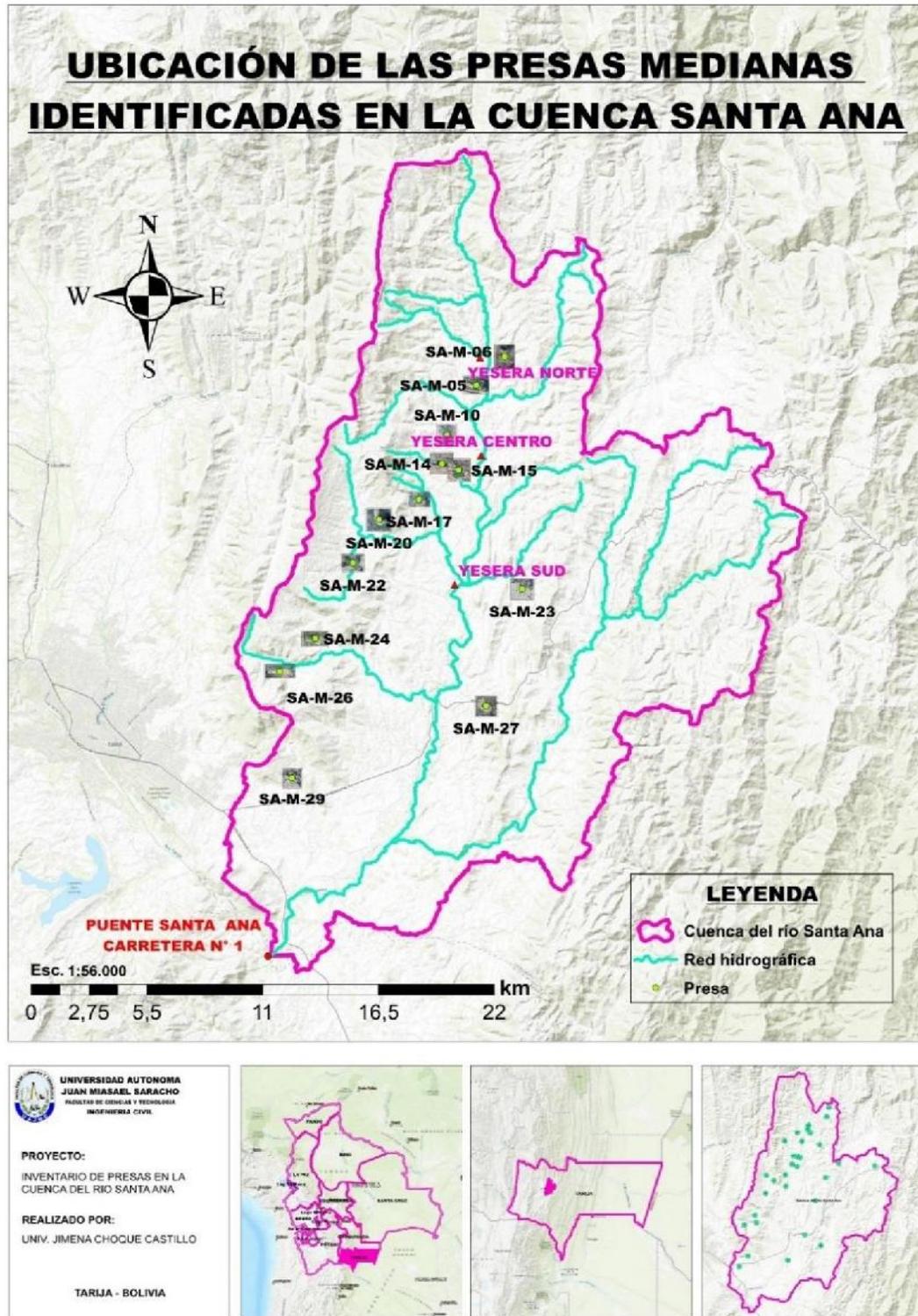


Figura 36. Ubicación de presas medianas en la cuenca del río Santa Ana – Valle Central de Tarija.

Fuente: Elaboración propia con apoyo del Arcgis.

Tabla 23. Presas medianas de la cuenca del río Santa Ana – Valle Central de Tarija.

NOMBRE DE LA PRESA	COORDENADAS GEOGRÁFICAS	ÁREA DE LA CUENCA DE APORTE (ha)	PRECIPITACIÓN MEDIA ANUAL DE LA CUENCA (mm)	CAPACIDAD DE EMBALSE (hm ³)	ÁREA DEL ESPEJO DE AGUA (ha)	USO DE LA PRESA	TIPO DE PRESA	ALTURA DE PRESA (m)	LONGITUD DE CORONAMIENTO	AÑO DE CONSTRUCCIÓN	CODIGO	UBICACIÓN POR SUB CUENCA
Presa La Cruz	Lat. 21°22'12,03" S Long. 64°33'36,04" O	26,81	665,20	0,018	0,33	riego	Materiales sueltos	11,30	57,00	2005	SA-M-05	Sub cuenca Yesera Norte
Presa Peña Colorada	Lat. 21° 22' 17" S Long. 64° 32' 22" O	185,90	660,00	0,129	2,03	riego	Materiales sueltos	14,30	93,60	2005	SA-M-06	Sub cuenca Yesera Norte
Presa El Churquial	Lat. 21°24'16,75" S Long. 64°33'59,14" O	153,33	589,00	0,044	0,90	riego	Materiales sueltos	12,00	72,00	2005	SA-M-10	Sub cuenca Yesera Centro
Presa Tipa – Yesera	Lat. 21° 25' 0,20" S Long. 64° 34' 5,82" O	653,00	561,00	0,410	4,25	Conservación de tierras	Materiales sueltos	15,00	153,40	2007	SA-M-14	Sub cuenca Yesera Centro
Presa Collpana	Lat. 21°25'11,70" S Long. 64°33'39" O	69,37	545,00	0,084	4,5	riego	Materiales sueltos	14,00	82,50	2006	SA-M-15	Sub cuenca Yesera Centro
Presa Caldera Grande II	Lat. 21°25'56,71" S Long. 64°34'45,74" O	95,19	536,00	0,055	0,29	riego	Enrocado	14,20	53,00	2007	SA-M-17	Sub cuenca Yesera Sud
Presa Caldera Grande I	Lat. 21°26'28" S Long. 64°35'52" O	188,60	540,00	0,134	1,31	riego	Enrocado	14,00	79,00	2007	SA-M-20	Sub cuenca Yesera Sud
Presa Caldera Grande III	Lat. 21°26'28" S Long. 64°35'52" O	618,83	510,20	0,024	1,64	riego	Materiales sueltos	12,00	57,00	2004	SA-M-22	Sub cuenca Yesera Sud
Presa Hornos II	Lat. 21°28'17,56" S Long. 64°31'57,86" O	169,63	415,00	0,005	1,05	riego	Materiales sueltos	14,00	90,00	2017	SA-M-23	Sub cuenca Yesera Sud
Presa El Taquito	Lat. 21°29'32,28" S Long. 64°37'39,85" O	42,95	505	0,005	0,15	riego	Materiales sueltos	12,5	40	2014	SA-M-24	Sub cuenca Santa Ana
Presa El Estanque	Lat. 21°30'22,07" S Long. 64°38'38,99" O	107,00	513	0,028	0,98	riego	Materiales sueltos	15	80	2018	SA-M-26	Sub cuenca Santa Ana
Presa Farella II	Lat. 21°31'19,30" S Long. 64°32'57,57" O	122,36	355	0,077	1,26	riego	Materiales sueltos	14,7	115	2018	SA-M-27	Sub cuenca Santa Ana
Presa El Guitarrero	Lat. 21°33'9,08" S Long. 64°38'20,54" O	315,7	441	0,085	1,26	riego	Materiales sueltos	14,5	120	2016	SA-M-29	Sub cuenca Santa Ana

Fuente: Elaboración propia.

Las presas medianas suman 13 que todas juntas tienen un volumen total embalsado en la cuenca del río Santa Ana es de 1 099 274,31 m³ del cual el 92,3% del agua es usada para riego.

4.5.3. Presas pequeñas de la cuenca del río Santa Ana – Valle Central de Tarija

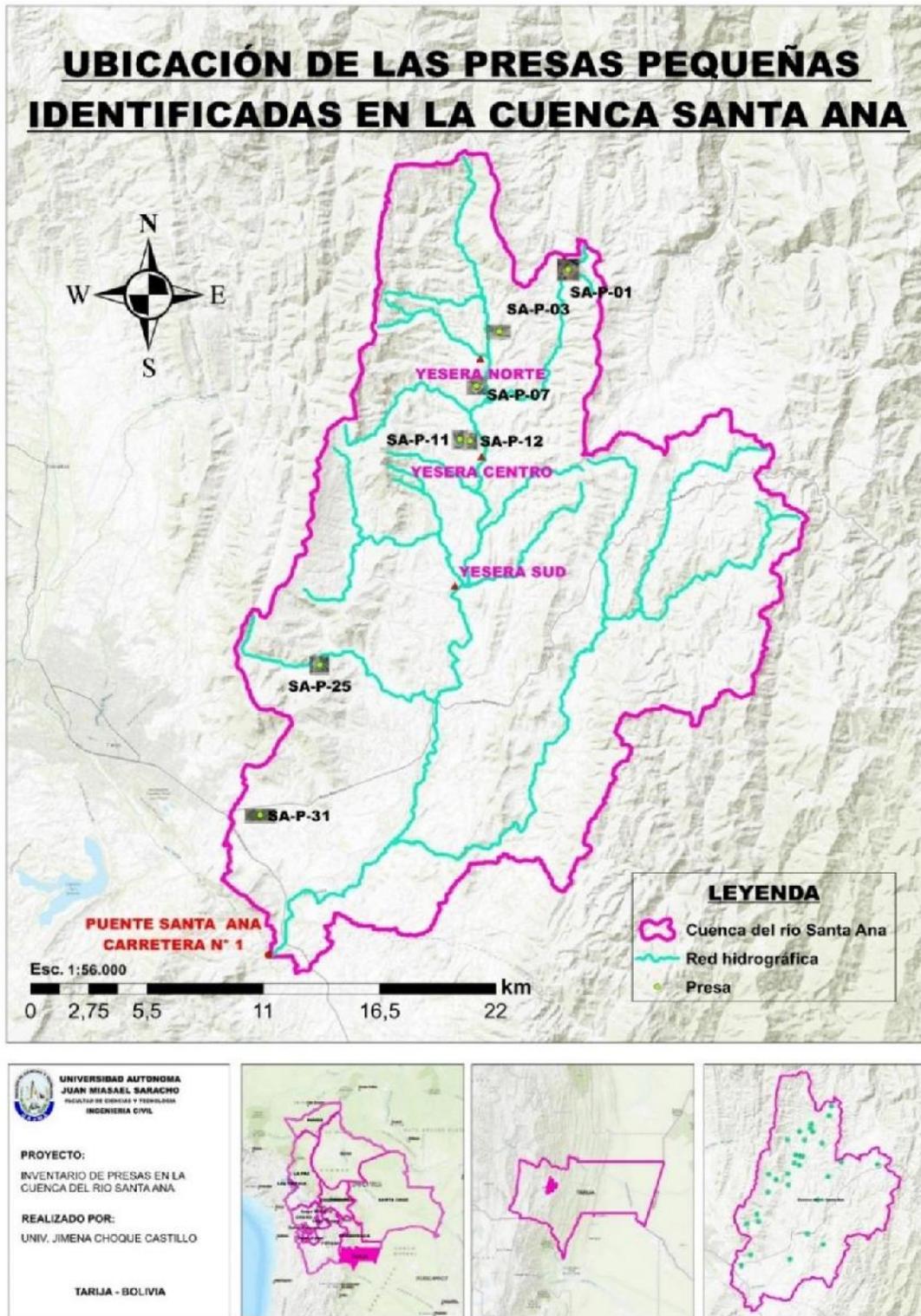


Figura 37. Ubicación de presas pequeñas en la cuenca del río Santa Ana – Valle Central de Tarija.

Fuente: Elaboración propia con apoyo del Arcgis.

Tabla 24. Presas pequeñas de la cuenca del río Santa Ana – Valle Central de Tarija.

NOMBRE DE LA PRESA	COORDENADAS GEOGRÁFICAS	ÁREA DE LA CUENCA DE APORTE (ha)	PRECIPITACIÓN MEDIA ANUAL DE LA CUENCA (mm)	CAPACIDAD DE EMBALSE (hm ³)	ÁREA DEL ESPESO DE AGUA (ha)	USO DE LA PRESA	TIPO DE PRESA	ALTURA DE PRESA (m)	LONGITUD DE CORONAMIENTO (m)	AÑO DE CONSTRUCCIÓN	CODIGO	UBICACIÓN POR SUB CUENCA
Presas La Gran Poza	Lat. 21°19'59" S Long. 64°30'36" O	150,56	730	0,138	2,950	riego	Materiales sueltos	8,00	80,00	2009	SA-P-01	Sub cuenca Yesera Norte
Presas Las Lomitas	Lat. 21°21'33,29" S Long. 64°32'31,33" O	159,58	695	0,012	1,540	riego	Materiales sueltos	8,90	60,00	2004	SA-P-03	Sub cuenca Yesera Norte
Presas Ulupica	Lat. 21°22'58,88" S Long. 64°33'9,67" O	23,88	635	0,031	0,282	riego	Materiales sueltos	9,50	74,00	2006	SA-P-08	Sub cuenca Yesera Norte
Presas El Corralito	Lat. 21° 24'21" S Long. 64° 33'38" O	48,60	585	0,024	0,804	riego	Materiales sueltos	9,00	75,00	2005	SA-P-11	Sub cuenca Yesera Centro
Presas El Cementerio	Lat. 21°24'25,21" S Long. 64°33'20,44" O	17,00	582	0,016	0,341	riego	Materiales sueltos	9,00	53,00	2006	SA-P-12	Sub cuenca Yesera Centro
Presas La Tipa Gamoneda	Lat. 21°30'11,86" S Long. 64°37'31,54" O	40,00	489	0,004	0,180	riego	Materiales sueltos	6,00	25,10	2016	SA-P-25	Sub cuenca Santa Ana
Presas El Portillo	Lat. 21°34'5,35" S Long. 64°39'12,49" O	356,48	441	0,042	0,930	Conservación de tierras	Materiales sueltos	8,00	25,00	2004	SA-P-31	Sub cuenca Santa Ana

Fuente: Elaboración propia.

Las presas medianas suman 7 que todas juntas tienen un volumen total embalsado en la cuenca del río Santa Ana es de 270 373,13 m³, del cual el 85,7% del agua es usada para riego.

CAPÍTULO V

FICHAS TÉCNICAS

La cuenca de río Santa Ana – Valle Central de Tarija esta compuesta por siete subcuencas en las que se distribuyen las treinta y uno presas que se registro en el “Inventario de Presas de la Cuenca del río Santa Ana” de las cuales hay once presas grandes, trece medianas y siete pequeñas, de las que cuatro presas son de uso para conservacion de tierras y las veintisiete de uso para riego.

La presa de mayor embergadura es la presa de Calderas por su gran capacidad de almacenamiento con respecto a las demas, el crecimiento de la construccion de las presas en la cuenca del año 2000 al año 2021 tuvo un porcentaje notorio de 42% entre los años 2005, 2006 y 2007, la tipologia de presas mas recurrente ente todas las presas construidas en la cuencas es la de materiales sueltos la cual abarca un 81% del total.

A continuacion se presenta las fichas técnicas en el orden de subcuenca, en las fichas se encuentra informacion recabada de acuerdo a la metodología, como tambien datos estimados a partir de diferentes herramientas informaticas, por que de algunas presas no se pudo obtener información por lo cual se realizo la ficha a partir de mediciones sencillas, apreciación, y estimación mediante herramientas informaticas.

5.1. SUBCUENCA DE YESERA NORTE

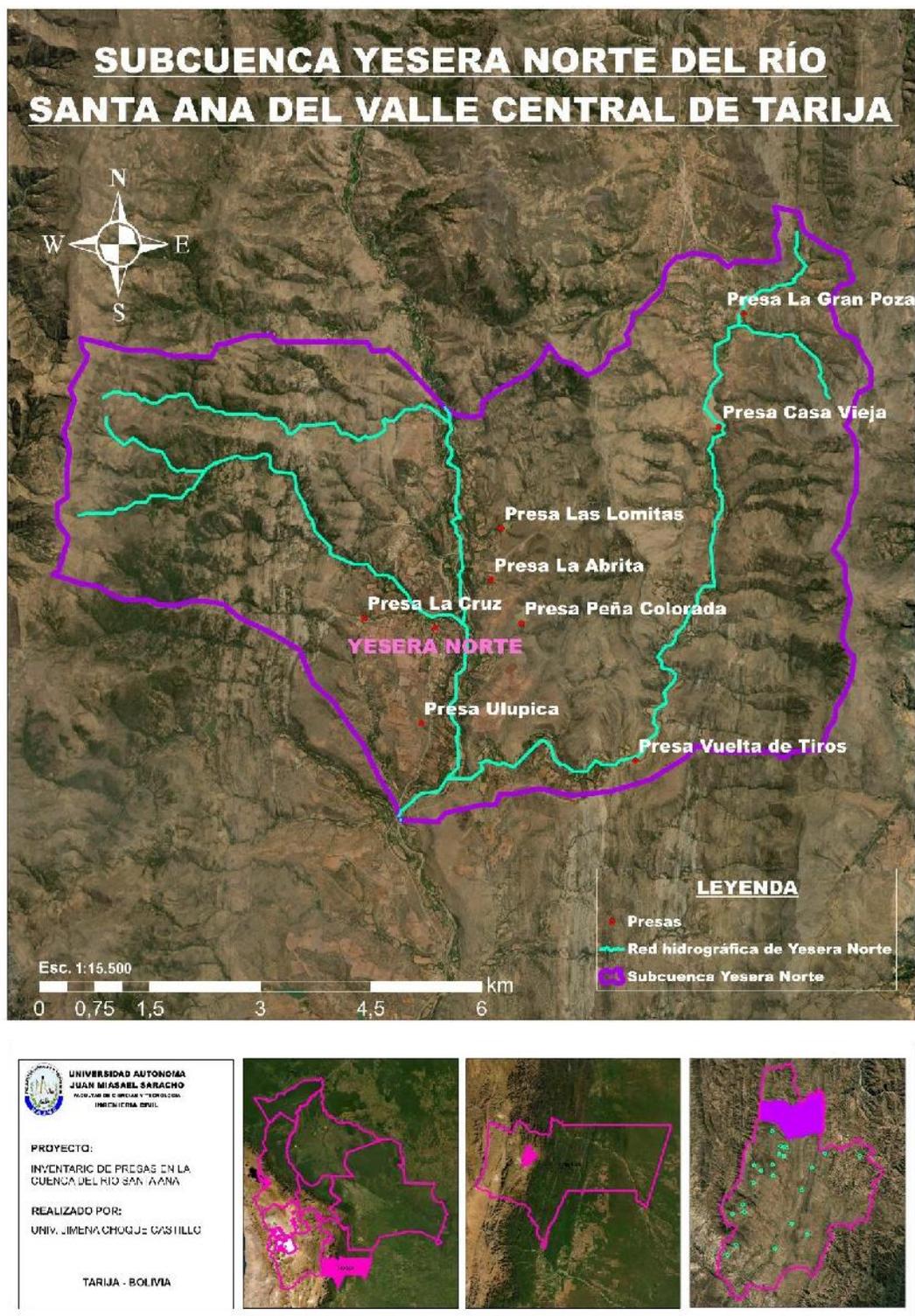
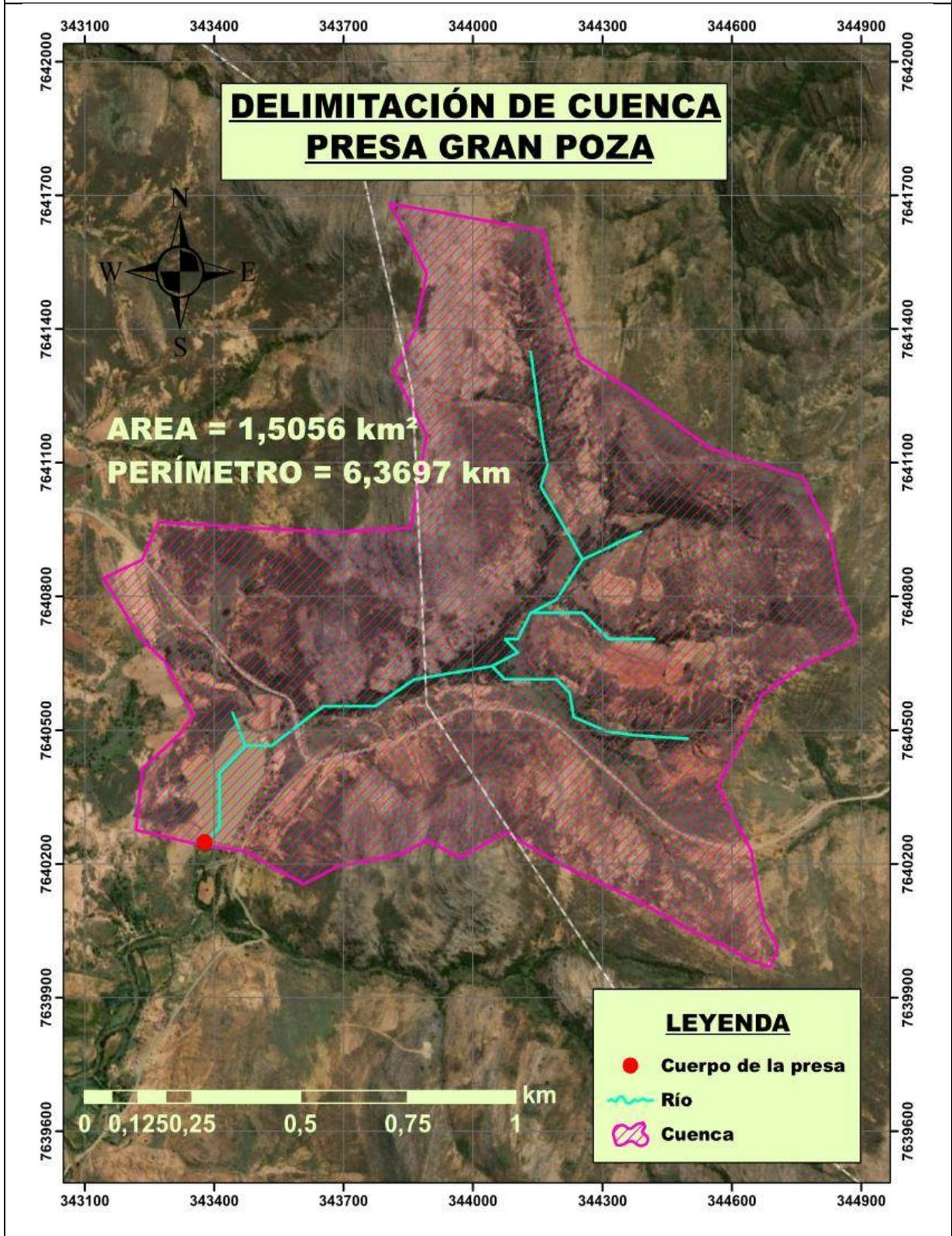


Figura 38. Ubicación de las presas construidas en la subcuenca Yesera Norte.

Fuente: Elaboración propia.

FICHA-1		SA-P-01 PRESA LA GRAN POZA
UBICACIÓN DEL PROYECTO		
RÍO EN EL QUE SE ENCUENTRA LA PRESA	Gran Poza	
CUENCA HIDROGRÁFICA INMEDIATA	Subcuenca Yesera Norte – río Molle Cancha	
CUENCA PRINCIPAL	Santa Ana	
DEPARTAMENTO	Tarija	
PROVINCIA	Cercado	
MUNICIPIO	Cercado	
POBLACIÓN CERCANA	Tarija	
CAMINO DE ACCESO	Tarija – Yesera Sud – Yesera Centro – Yesera Norte - Chiguaypolla	
HOJA DE CARTA IGM 1:50000	6630 II	
COORDENADAS GEOGRÁFICAS	Lat. 21°19'59" S Long. 64°30'36" O	
COORDENADAS UTM	N: 7 640 240,67 m. E: 343 404,84 m.	
DATOS TÉCNICOS DE LA CUENCA		
ÁREA DE LA CUENCA DIRECTA	150,56 ha.	
PERÍMETRO DE LA CUENCA DIRECTA	6 369,68 m.	
PRECIPITACIÓN MEDIA ANUAL DE LA CUENCA	730,00 mm.	
ALTURA MEDIA DE LA CUENCA PRINCIPAL	91 972,37 m ³ /año.	
ALTURAS DE LA CUENCA	Altura Máxima: 2 492,00 m.s.n.m. Altura Media: 2 599,38 m.s.n.m. Altura Mínima: 2 724,00 m.s.n.m.	

CUENCA DEL VASO DE ALMACENAMIENTO



DATOS TÉCNICOS DEL EMBALSE

USO DEL EMBALSE	Riego
ÁREA DEL ESPEJO DE AGUA	2,95 ha.
PERÍMETRO DEL ESPEJO DE AGUA	862,00 m.
VOLUMEN TOTAL DE ALMACENAMIENTO	137 864,86 m ³
VOLUMEN ÚTIL DEL EMBALSE	128 252,07 m ³
NIVEL NORMAL	2 501,50 m.s.n.m.
NIVEL MÁXIMO DE EMBALSE	2 501,80 m.s.n.m.



EMBALSE DE LA PRESA VISTO DESDE AGUAS ARRIBA DE LA PRESA



LAMINACIÓN DEL EMBALSE

DATOS TÉCNICOS DE LA PRESA	
TIPO DE PRESA	Materiales sueltos - homogénea
MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN	Arcilla
LONGITUD DE CORONAMIENTO	**80,00 m.
ANCHO DE CORONAMIENTO	**4,50 m.
COTA DE CORONAMIENTO	2 502,80 m.s.n.m.
ALTURA DESDE EL NIVEL DEL LECHO DE RÍO	8,00 m.
ALTURA MÁXIMA DESDE EL NIVEL DE FUNDACIÓN	10,00 m.
TALUD AGUAS ARRIBA (H: V)	1: 3,00
TALUD AGUAS ABAJO (H: V)	1: 2,50
	
PARAMENTO AGUAS ARRIBA Y AGUAS ABAJO	

** Dato corregido con medición en el lugar, la información que brinda el PERTT fue medida, mediante Google Earth.

** Dato corregido con medición en el lugar, la información que brinda el PERTT fue medida, mediante Google Earth.



EMBALSE Y ENRROCADO AGUAS ARRIBA DE LA PRESA

ESTADO ACTUAL DE LA PRESA	La estructura de la presa se encuentra en buen estado ya que no presenta filtraciones, sus taludes están protegidos y actualmente la presa cuenta con sistema de riego que se encuentra en funcionamiento.
----------------------------------	--

DATOS DEL ALIVIADERO DE SUPERFICIE

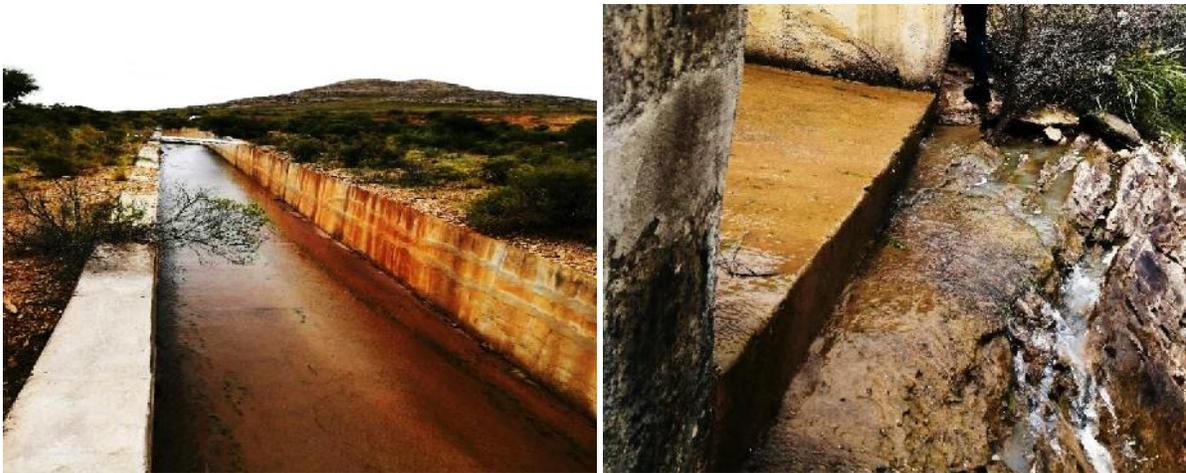
TIPO	Vertedero superficial
POSICIÓN (CON RESPECTO AL CUERPO DE LA PRESA)	Lateral – margen izquierdo
VERTEDERO	Longitud 4,00 m.
ESTRUCTURA DE DISIPACIÓN	Si (x) No ()
CAUDAL DE DISEÑO	7,34 m ³ /s
CARACTERÍSTICA DE LA ESTRUCTURA DE DISIPACIÓN	La estructura está formada por tres tramos sus primeros 24,00 m es una rápida, a partir de ahí hay un cambio de dirección con tres caídas y los siguientes 56,00 m es una rápida escalonada uniformizada que termina asentada en roca.



VERTEDERO DE PERFIL TIPO CREAGER



TRANSICIÓN DE ESTRUCTURA DE DISIPACIÓN VISTA DESDE EL VERTEDERO Y CAMBIO DE DIRECCIÓN DE LA RÁPIDA CON TRES CAÍDAS



RÁPIDA VISTA DESDE AGUAS DEBAJO Y PARTE FINAL DE LA RÁPIDA ASENTADA EN ROCA

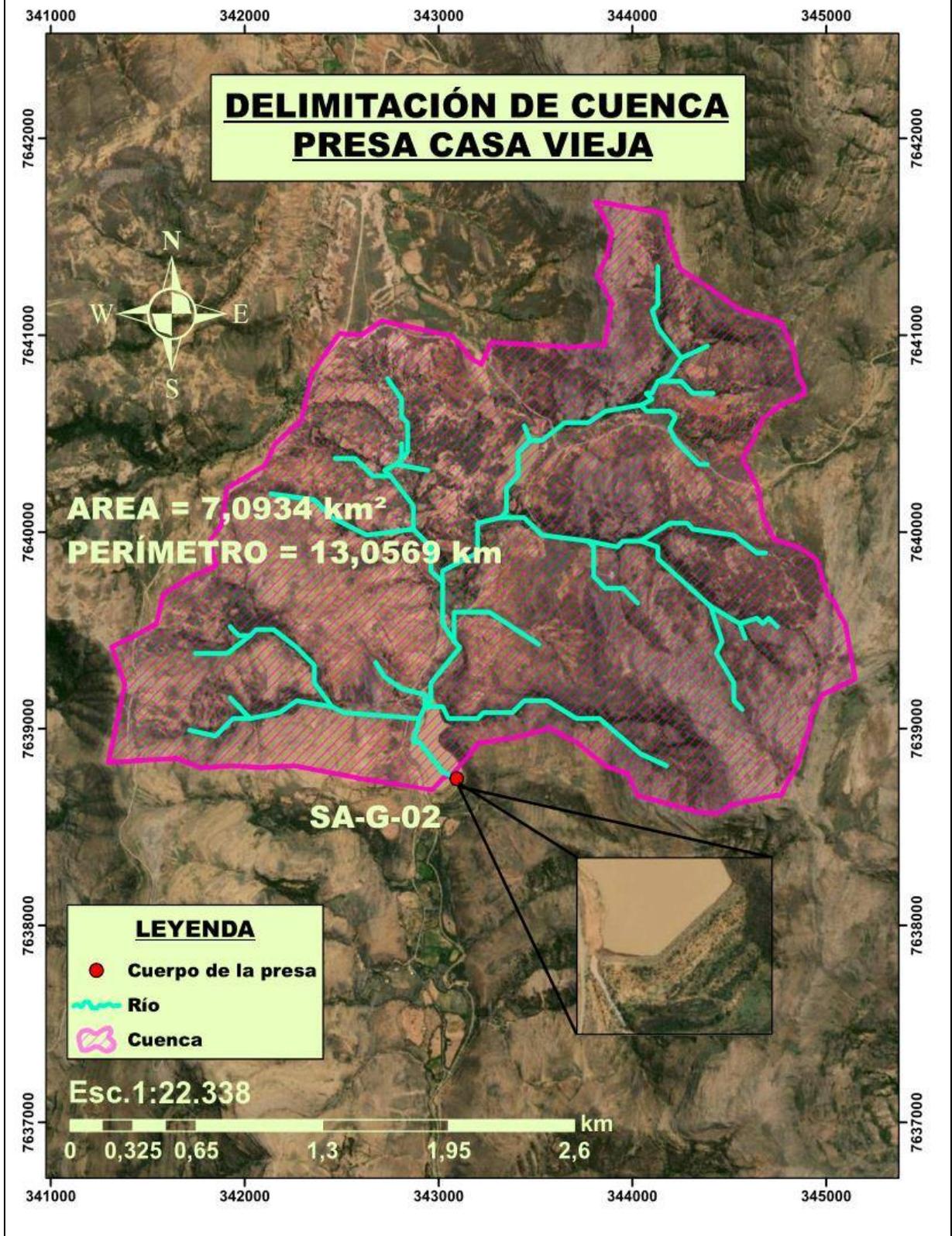
DATOS DE ESTUDIOS, DISEÑO, CONSTRUCCIÓN Y COSTO

FASE	NOMBRE/INSTITUCIÓN	AÑO
ELABORACIÓN Y DISEÑO	Programa Ejecutivo de Rehabilitación de Tierras de Tarija (PERTT).	2009
PERÍODO DE CONSTRUCCIÓN	Desde el 20 de abril al 10 de septiembre del 2009.	
EMPRESA CONSTRUCTORA	Programa Ejecutivo de Rehabilitación de Tierras de Tarija (PERTT).	
EDAD DE LA PRESA	13 años de vida útil	

La fuente de datos de esta ficha técnica, es obtenida del PERTT información registrada en marzo del 2012, en algunos casos se corrigió distancias que fueron medidas en la visita de campo, las fotografías corresponden a la autora de este estudio.

FICHA-2		SA-G-02 PRESA CASA VIEJA	
UBICACIÓN DEL PROYECTO			
RÍO EN EL QUE SE ENCUENTRA LA PRESA	Chiguaypolla		
CUENCA HIDROGRÁFICA INMEDIATA	Subcuenca Yesera Norte – río Molle Cancha		
CUENCA PRINCIPAL	Santa Ana		
DEPARTAMENTO	Tarija		
PROVINCIA	Cercado		
MUNICIPIO	Cercado		
POBLACIÓN CERCANA	Tarija		
CAMINO DE ACCESO	Tarija – Yesera Sud – Yesera Centro – Yesera Norte - Chiguaypolla		
HOJA DE CARTA IGM 1:50000	6629 I		
COORDENADAS GEOGRÁFICAS	Lat. 21°20'49,03" S Long. 64°30'48,02" O		
COORDENADAS UTM	N: 7 638 695 m. E: 343 092 m.		
DATOS TÉCNICOS DE LA CUENCA			
ÁREA DE LA CUENCA DIRECTA	709,34 ha.		
PERÍMETRO DE LA CUENCA DIRECTA	13 056,90 m.		
PRECIPITACIÓN MEDIA ANUAL DE LA CUENCA	54,10 mm.		
APORTE MEDIO ANUAL DE LA CUENCA	286085,52 m ³ /año.		
ALTURAS DE LA CUENCA	Altura Máxima: 2 430,00 m.s.n.m. Altura Media: 2 548,15 m.s.n.m. Altura Mínima: 2 826,00 m.s.n.m.		

CUENCA DEL VASO DE ALMACENAMIENTO



DATOS TÉCNICOS DEL EMBALSE	
USO DEL EMBALSE	Riego
VOLUMEN TOTAL DE ALMACENAMIENTO	815 285,80 m ³ .
VOLUMEN ÚTIL DEL EMBALSE	790 827,30 m ³ .
NIVEL NORMAL	2 459,70 m.s.n.m.
NIVEL MÍNIMO DE EMBALSE	2 443,30 m.s.n.m.
NIVEL MUERTO DEL EMBALSE	2 443,30 m.s.n.m.
DATOS TÉCNICOS DE LA PRESA	
	
TALUD AGUAS ARRIBA	
DATOS DEL ALIVIADERO DE SUPERFICIE	
TIPO DE PRESA	De materiales sueltos - homogénea
MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN	Material granular en los espaldones con núcleo central de material arcilloso
LONGITUD DE CORONAMIENTO	233,00 m.
ANCHO DE CORONAMIENTO	4,50 m.
COTA DE CORONAMIENTO	246,30 m.s.n.m.
ALTURA DESDE EL NIVEL DEL LECHO DE RÍO	19,60 m.
ALTURA MÁXIMA DESDE EL NIVEL DE FUNDACIÓN	16,50 m.
TALUD AGUAS ARRIBA (H: V)	1: 3,00

TALUD AGUAS ABAJO (H: V)

1: 2,50



TALUD AGUAS ABAJO

ESTADO ACTUAL DE LA PRESA

La estructura de la presa presenta filtraciones en el talud aguas abajo y se observa lugares erosionados debido a que la vegetación existente no cubre todo el talud, actualmente la presa cuenta con sistema de riego que se encuentra en funcionamiento.

DATOS DEL ALIVIADERO DE SUPERFICIE



PARTE INICIAL DEL ALIVIADERO

TIPO	Lateral
POSICIÓN (CON RESPECTO AL CUERPO DE LA PRESA)	Margen derecho
CAUDAL DE DISEÑO	13,10 m ³ /s.
PERÍODO DE RETORNO	100 años
VERTEDERO	Longitud 5,50 m.
ESTRUCTURA DE DISIPACIÓN	Si (x) No ()



PARTE INTERMEDIA DEL ALVIADERO



PARTE FINAL DEL ALVIADERO

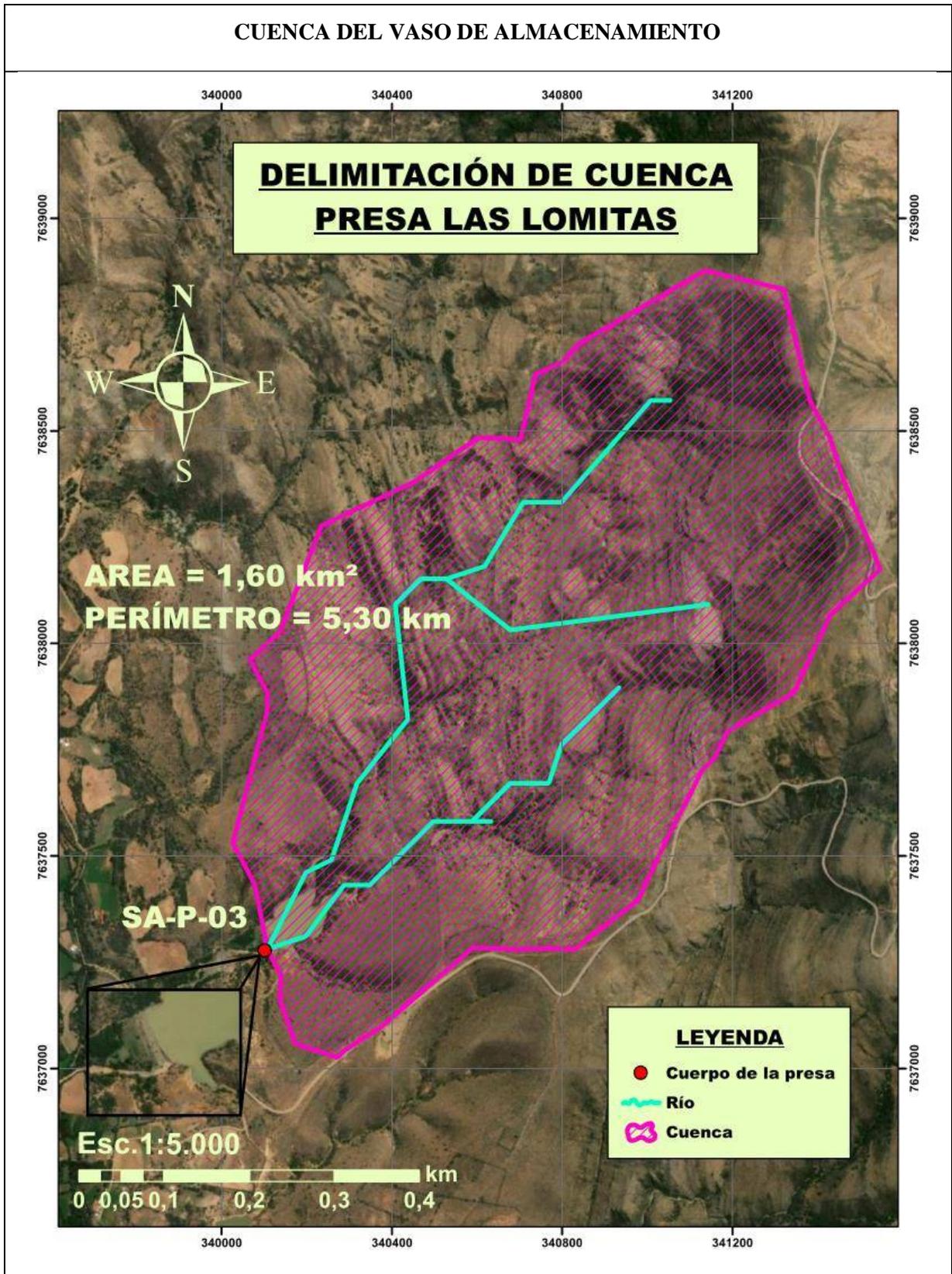
DATOS DE ESTUDIOS, DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN

FASE	NOMBRE/INSTITUCIÓN	AÑO
ELABORACIÓN Y DISEÑO	Programa Ejecutivo de Rehabilitación de Tierras de Tarija (PERTT).	2008
PERÍODO DE CONSTRUCCIÓN	Desde el 07 de abril al 22 de diciembre del 2008.	
EMPRESA CONSTRUCTORA	Programa Ejecutivo de Rehabilitación de Tierras de Tarija (PERTT).	
EDAD DE LA PRESA	14 años de vida útil	

La fuente de datos de esta ficha técnica, es obtenida del PERTT información registrada en marzo del 2012, las fotografías corresponden a la autora de este estudio.

FICHA-3		SA-P-03 PRESA LAS LOMITAS	
UBICACIÓN DEL PROYECTO			
RÍO EN EL QUE SE ENCUENTRA LA PRESA	Quebrada Poza Brava		
CUENCA HIDROGRÁFICA INMEDIATA	Subcuenca – Yesera Norte		
CUENCA PRINCIPAL	Santa Ana		
DEPARTAMENTO	Tarija		
PROVINCIA	Cercado		
MUNICIPIO	Cercado		
POBLACIÓN CERCANA	Tarija		
CAMINO DE ACCESO	Tarija – Yesera Sud – Yesera Centro – Yesera Norte		
HOJA DE CARTA IGM 1:50000	6629 I		
COORDENADAS GEOGRÁFICAS	Lat. 21°21'33,29" S Long. 64°32'31,33" O		
COORDENADAS UTM	N: 7 637 308,87 m. E: 340 110,35 m.		
DATOS TÉCNICOS DE LA CUENCA			
ÁREA DE LA CUENCA	159,58 ha.		
PERÍMETRO DE LA CUENCA	5 295,82 m.		
PRECIPITACIÓN MEDIA ANUAL DE LA CUENCA	695,00 mm.		
PRECIPITACIÓN MEDIA ANUAL DE LA CUENCA	42 866,68 m ³ /año.		
ALTURAS DE LA CUENCA	Altura Máxima: 2 678,00 m.s.n.m. Altura Media: 2 418,10 m.s.n.m. Altura Mínima: 2 301,00 m.s.n.m.		

CUENCA DEL VASO DE ALMACENAMIENTO



DATOS TÉCNICOS DEL EMBALSE	
USO DEL EMBALSE	Riego
ÁREA DEL ESPEJO DE AGUA	1,54 ha.
PERÍMETRO DEL EMBALSE	736,00 m.
VOLUMEN TOTAL DE ALMACENAMIENTO	76 180,00 m ³
VOLUMEN ÚTIL DEL EMBALSE	73 894,60 m ³
NIVEL NORMAL	2 304,83 m.s.n.m.
NIVEL MÍNIMO DE EMBALSE	2 318,20 m.s.n.m.
NIVEL MUERTO DEL EMBALSE	2 318,20 m.s.n.m.
	
EMBALSE DE LA PRESA	
DATOS TÉCNICOS DE LA PRESA	
TIPO DE PRESA	Materiales sueltos – homogénea – con protección en el talud aguas arriba
MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN	Arcilla - roca

LONGITUD DE CORONAMIENTO	**60,00 m.
ANCHO DE CORONAMIENTO	**3,72 m.
COTA DE CORONAMIENTO	2 325,00 m.s.n.m.
ALTURA DESDE EL NIVEL DEL LECHO DE RÍO	8,90 m.
ALTURA MÁXIMA DESDE EL NIVEL DE FUNDACIÓN	10,90 m.
TALUD AGUAS ARRIBA (H: V)	1: 3,00
TALUD AGUAS ABAJO (H: V)	1: 2,50



TALUD AGUAS ARRIBA

** Dato corregido con medición en el lugar, la información que brinda el PERTT fue medida, mediante Google Earth.

** Dato corregido con medición en el lugar, la información que brinda el PERTT fue medida, mediante Google Earth.



TALUD AGUAS ABAJO

ESTADO ACTUAL DE LA PRESA

La estructura de la presa se encuentra en buen estado, no tiene obras complementarias pero el aprovechamiento del agua para riego se realiza a través de una tubería de PVC dispuesta provisionalmente en un sistema de sifón invertido, el embalse también se usa para la siembra de carpas.

DATOS DEL ALIVIADERO DE SUPERFICIE



PARTE INICIAL DEL ALIVIADERO

TIPO	Vertedero superficial
POSICIÓN (CON RESPECTO AL CUERPO DE LA PRESA)	Lateral - margen izquierdo
VERTEDERO	Longitud 7,10 m.
CAUDAL DE DISEÑO	12,83 m ³ /s
ESTRUCTURA DE DISIPACIÓN	Si (x) No ()



ESTRUCTURA DE DISIPACION RÁPIDA



PARTE FINAL DE LA RÁPIDA CON UN POZO DE DISIPACIÓN

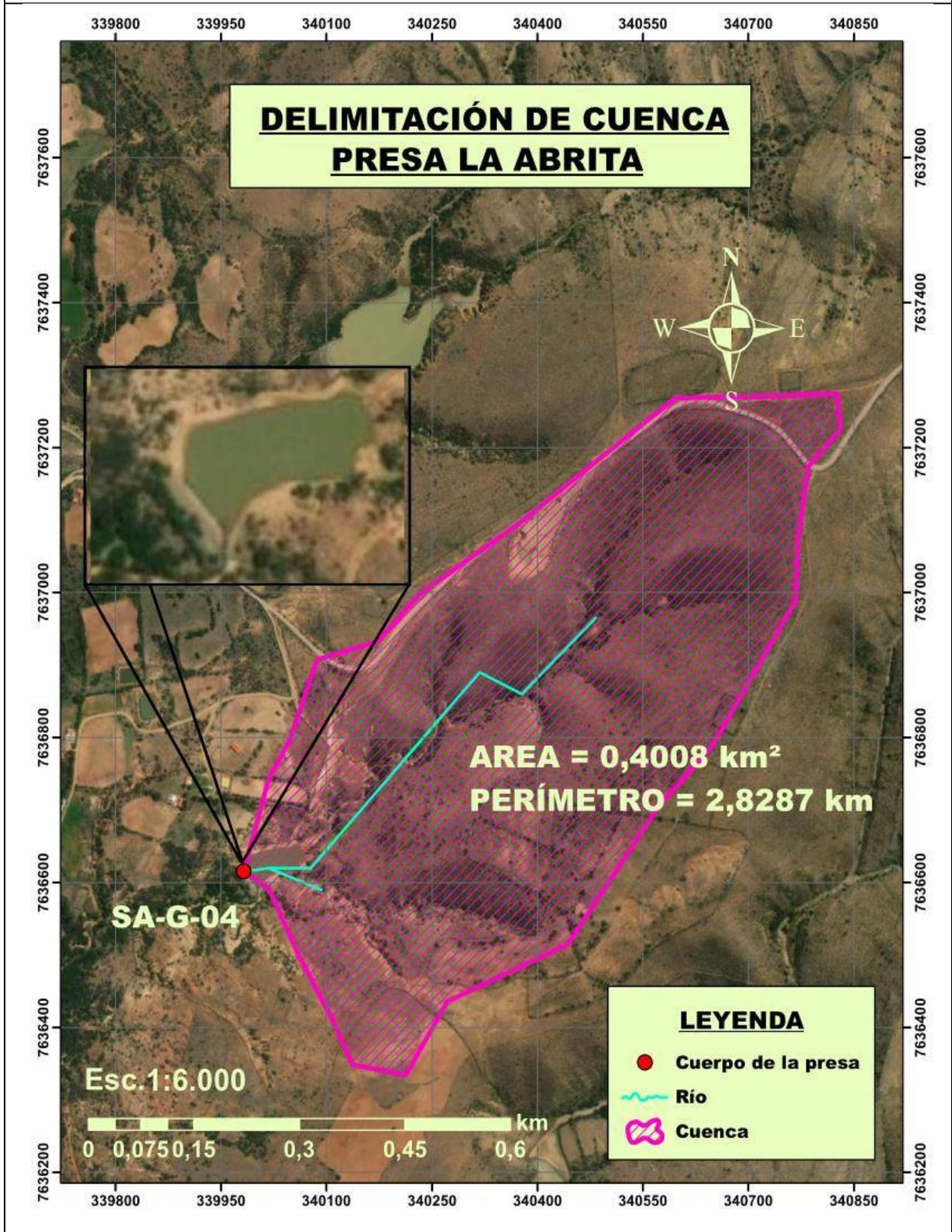
DATOS DE ESTUDIOS, DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN

FASE	NOMBRE/INSTITUCIÓN	AÑO
ELABORACIÓN Y DISEÑO	Programa Ejecutivo de Rehabilitación de Tierras de Tarija (PERTT).	2004
PERÍODO DE CONSTRUCCIÓN	Desde el 12 de agosto al 04 de octubre del 2004	
EMPRESA CONSTRUCTORA	Programa Ejecutivo de Rehabilitación de Tierras de Tarija (PERTT).	
EDAD DE LA PRESA	18 años de vida útil	

La fuente de datos de esta ficha técnica, es obtenida del PERTT información registrada en marzo del 2012, en algunos casos se corrigió distancias que fueron medidas en la visita de campo, las fotografías corresponden a la autora de este estudio.

FICHA-4		SA-G-04 PRESA LA ABRITA	
UBICACIÓN DEL PROYECTO			
RÍO EN EL QUE SE ENCUENTRA LA PRESA	Afluentes menores		
CUENCA HIDROGRÁFICA INMEDIATA	Subcuenca Yesera Norte		
CUENCA PRINCIPAL	Santa Ana		
DEPARTAMENTO	Tarija		
PROVINCIA	Cercado		
MUNICIPIO	Cercado		
POBLACIÓN CERCANA	Tarija		
CAMINO DE ACCESO	Tarija – Yesera Sud – Yesera Centro – Yesera Norte		
HOJA DE CARTA IGM 1:50000	6629 I		
COORDENADAS GEOGRÁFICAS	Lat. 21°21'55,78" S Long. 64°32'36,09" O		
COORDENADAS UTM	N: 7 636 616,95 m. E: 339 980,45 m.		
DATOS TÉCNICOS DE LA CUENCA			
ÁREA DE LA CUENCA	40,08 ha.		
PERÍMETRO DE LA CUENCA DIRECTA	2 828,70 m.		
PRECIPITACIÓN MEDIA ANUAL DE LA CUENCA	674,00 mm.		
ALTURAS DE LA CUENCA	Altura Máxima: 2 288,00 m.s.n.m. Altura Media: 2 351,75 m.s.n.m. Altura Mínima: 2 432,00 m.s.n.m.		

CUENCA DEL VASO DE ALMACENAMIENTO



DATOS TÉCNICOS DEL EMBALSE	
USO DEL EMBALSE	Riego
ÁREA DEL ESPEJO DE AGUA	0,36 ha.
PERÍMETRO DEL EMBALSE	267,94 m.
VOLUMEN TOTAL DE ALMACENAMIENTO	*39 143,53 m ³ .
NIVEL MÁXIMO DE EMBALSE	2 299,00 m.s.n.m.
	
EMBALSE	
DATOS TÉCNICOS DE LA PRESA	
TIPO DE PRESA	Materiales sueltos – homogénea – protección de enrocado en el talud aguas arriba
MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN	Arcilla - roca
LONGITUD DE CORONAMIENTO	51,00 m.

* Nota el volumen es un dato estimado mediante ArcGIS.

ANCHO DE CORONAMIENTO	3,50 m.
COTA DE CORONAMIENTO	2 300,00 m.s.n.m.
ALTURA DESDE EL NIVEL DEL LECHO DE RÍO	16,00 m.
TALUD AGUAS ARRIBA (H: V)	1: 3,00
TALUD AGUAS ABAJO (H: V)	1: 2,50



ANCHO DE CORONA DE LA PRESA



EMBALSE Y TALUD AGUAS ARRIBA DE LA PRESA



TALUD AGUAS DEBAJO DE LA PRESA

ESTADO ACTUAL DE LA PRESA	La estructura de la presa se encuentra en buen estado, no tiene obras complementarias pero el aprovechamiento del agua para riego se realiza a través de una tubería PVC dispuesta provisionalmente en un sistema de sifón invertido.
----------------------------------	---

DATOS DEL ALIVIADERO DE SUPERFICIE

TIPO	Vertedero superficial
POSICIÓN (CON RESPECTO AL CUERPO DE LA PRESA)	Lateral margen izquierdo
VERTEDERO:	Longitud 8,70 m.
ESTRUCTURA DE DISIPACIÓN	Si (x) No ()
CARACTERÍSTICA DE LA ESTRUCTURA DE DISIPACIÓN	La estructura está conformada por cuatro tramos en los primeros 18,50 m está emplazado un canal rectangular con una base de 8,70 m que termina en 4,70 m la altura es de 1,00 m luego se encuentra emplazada una rápida de 37,00 m la base inicia en 4,70 m y termina en 3,00 m a continuación está ubicado un pozo de disipación de 7,50 x 3,00 m y por último se encuentra emplazada una colchoneta de 4,00 x 3,00 m.



VERTEDERO



RÁPIDA



PARTE FINAL DE LA RÁPIDA, POZO DE DISIPACIÓN SEDIMENTADO Y COLCHONETA

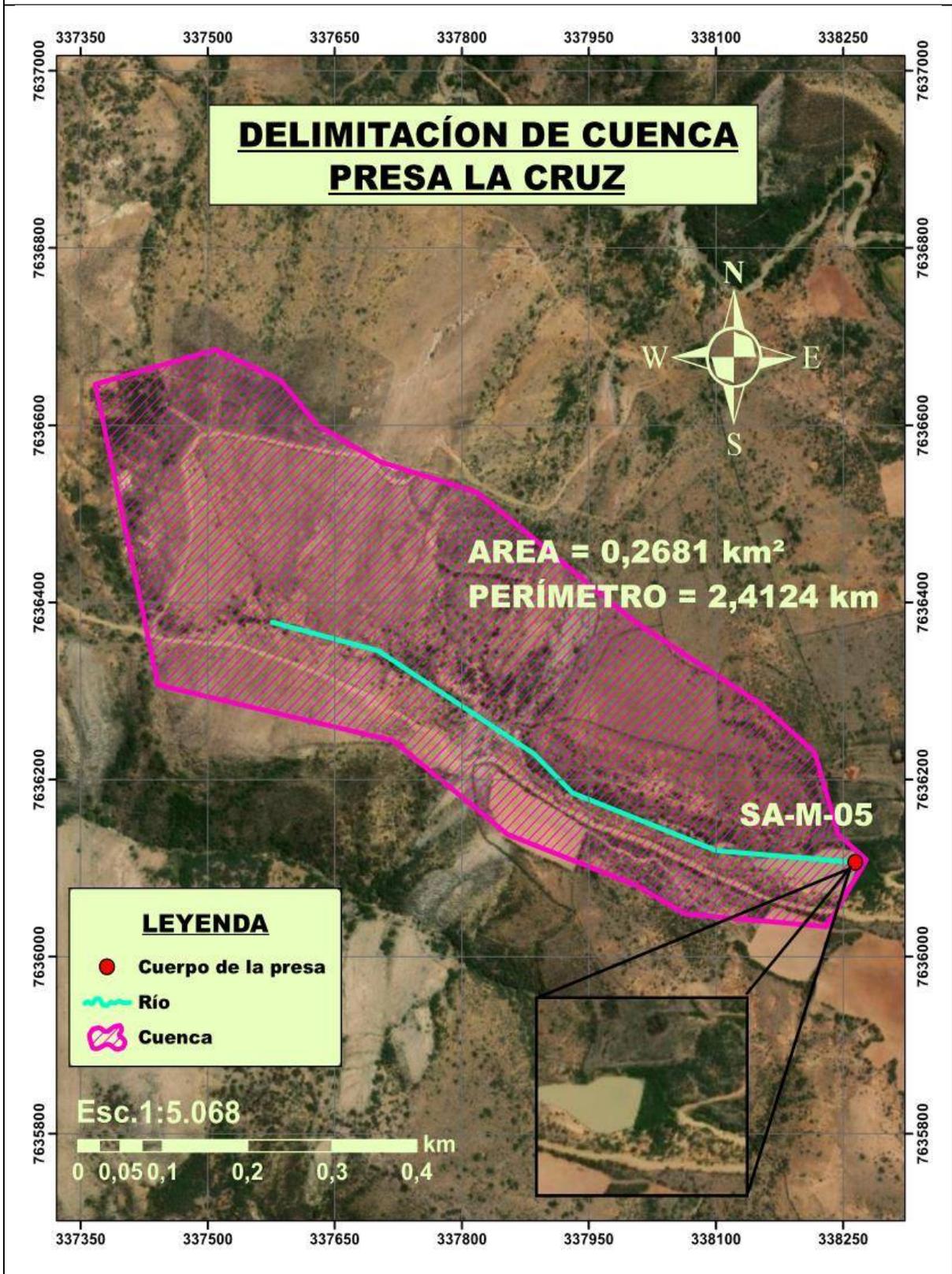
DATOS DE ESTUDIOS, DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN

FASE	NOMBRE/INSTITUCIÓN	AÑO
ELABORACIÓN Y DISEÑO	Programa Ejecutivo de Rehabilitación de Tierras de Tarija (PERTT).	2003
PERÍODO DE CONSTRUCCIÓN	Año 2003 al 2004	
EDAD DE LA PRESA	18 años de vida útil	

Los datos de esta ficha son obtenidos a partir de la información generada en la visita de campo, las encuestas realizadas y en algunos casos como el volumen a estimaciones realizadas con el apoyo de ArcGIS, las fotografías pertenecen a la autora de este estudio.

FICHA-5		SA-M-05 PRESA LA CRUZ
UBICACIÓN DEL PROYECTO		
RÍO EN EL QUE SE ENCUENTRA LA PRESA	Afluentes menores	
CUENCA HIDROGRÁFICA INMEDIATA	Subcuenca Yesera Norte	
CUENCA PRINCIPAL	Santa Ana	
DEPARTAMENTO	Tarija	
PROVINCIA	Cercado	
MUNICIPIO	Ciudad de Tarija – provincia Cercado	
POBLACIÓN CERCANA	Tarija	
CAMINO DE ACCESO	Tarija – Yesera Sud – Yesera Centro – Yesera Norte	
HOJA DE CARTA IGM 1:50000	6629 I	
COORDENADAS GEOGRÁFICAS	Lat. 21°22'12,03" S Long. 64°33'36,04" O	
COORDENADAS UTM	N 7 636 099,13 m. E 338 258,26 m.	
DATOS TÉCNICOS DE LA CUENCA		
ÁREA DE LA CUENCA	26,81 ha.	
PERÍMETRO DE LA CUENCA DIRECTA	2 412,40 m.	
PRECIPITACIÓN MEDIA ANUAL DE LA CUENCA	665,20 mm.	
ALTURAS DE LA CUENCA	Altura Máxima: 2 319,00 m.s.n.m. Altura Media: 2 361,10 m.s.n.m. Altura Mínima: 2 421,00 m.s.n.m.	

CUENCA DEL VASO DE ALMACENAMIENTO



DATOS TÉCNICOS DEL EMBALSE	
USO DEL EMBALSE	Riego
ÁREA DEL ESPEJO DEL LAGO	0,33 ha.
PERÍMETRO DEL EMBALSE	253,52 m.
VOLUMEN TOTAL DE ALMACENAMIENTO	*17 652,71 m ³ .
NIVEL MÁXIMO DE EMBALSE	2 340,30 m.s.n.m.
	
EMBALSE DE LA PRESA VISTA DESDE EL ESTRIBO IZQUIERDO	
DATOS TÉCNICOS DE LA PRESA	
TIPO DE PRESA	Materiales sueltos – homogénea – protección de enrocado
MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN	Arcilla – roca
LONGITUD DE CORONAMIENTO	57,00 m.
ANCHO DE CORONAMIENTO	3,00 m.
COTA DE CORONAMIENTO	2 341,30 m.s.n.m.
ALTURA DESDE EL NIVEL DEL LECHO DE RÍO	11,30 m.
TALUD AGUAS ARRIBA (H: V)	1: 3,00
TALUD AGUAS ABAJO (H: V)	1: 2,50

* Nota el volumen es un dato estimado mediante ArcGIS.



TALUD AGUAS ARRIBA DE LA PRESA



TALUD AGUAS DEBAJO DE LA PRESA

ESTADO ACTUAL DE LA PRESA

La estructura de la presa se encuentra en buen estado, tiene obras complementarias, pero por falta de mantenimiento no funcionan, el aprovechamiento del agua para riego se realiza a través de una tubería PVC dispuesta provisionalmente en un sistema de sifón invertido.

DATOS DEL ALIVIADERO DE SUPERFICIE

TIPO

Vertedero superficial

POSICIÓN (CON RESPECTO AL CUERPO DE LA PRESA)

Lateral - margen derecha

VERTEDERO

Longitud 7,00 m.

ESTRUCTURA DE DISIPACIÓN

Si (x) No ()

CARACTERÍSTICA DE LA ESTRUCTURA DE DISIPACIÓN

La estructura está formada por un canal rectangular de 10,50 m con base de 7,00 m que termina en 3,00 m y su altura es de 1,00 m al canal le precede una rápida de 23,50 m de base 3,00 m al terminar la rápida se encuentra emplazado un pozo de disipación de 5,60 x 3,00 x 0,50 m y al final una colchoneta de 2,00 x 5,00 m.



VERTEDERO



RÁPIDA



POZO DE DISIPACIÓN



PARTE FINAL RAPIDA, POZO DE DISIPACIÓN Y COLCHONETA

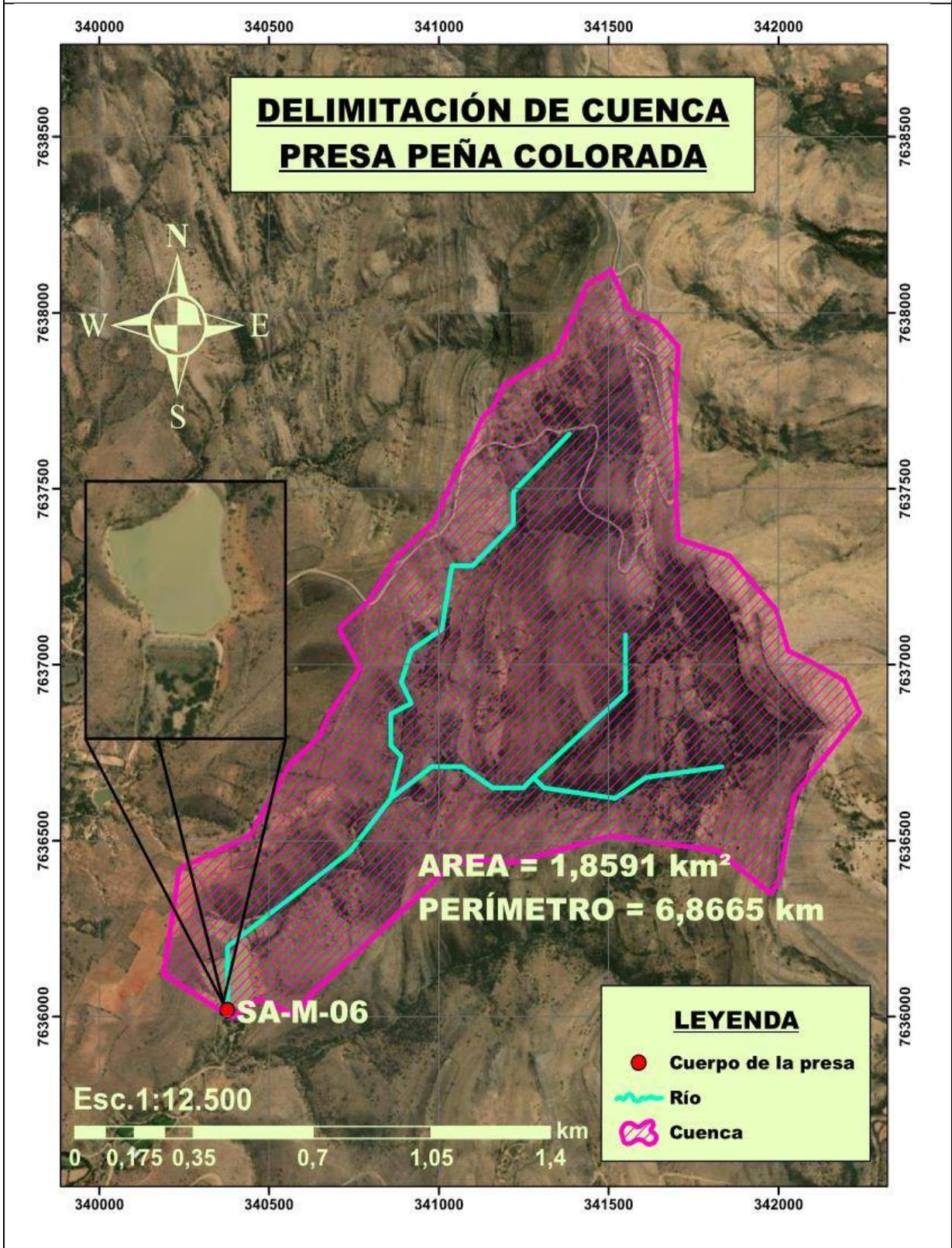
DATOS DE ESTUDIOS, DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN

FASE	NOMBRE/INSTITUCIÓN	AÑO
ELABORACIÓN Y DISEÑO	Programa Ejecutivo de Rehabilitación de Tierras de Tarija (PERTT).	2005
PERÍODO DE CONSTRUCCIÓN	Año 2005	
EDAD DE LA PRESA	18 años de vida útil	

Los datos de esta ficha son obtenidos a partir de la información generada en la visita de campo, las encuestas realizadas y en algunos casos como el volumen a estimaciones realizadas con el apoyo de ArcGIS, las fotografías pertenecen a la autora de este estudio.

FICHA-6		SA-M-06 PRESA PEÑA COLORADA
UBICACIÓN DEL PROYECTO		
RÍO EN EL QUE SE ENCUENTRA LA PRESA	Quebrada Peña Colorada	
CUENCA HIDROGRÁFICA INMEDIATA	Subcuenca Yesera Norte	
CUENCA PRINCIPAL	Santa Ana	
DEPARTAMENTO	Tarija	
PROVINCIA	Cercado	
MUNICIPIO	Cercado	
POBLACIÓN CERCANA	Yesera Norte	
CAMINO DE ACCESO	Tarija – Yesera Sud – Yesera Centro – Yesera Norte	
HOJA DE CARTA IGM 1:50000	6629 I	
COORDENADAS GEOGRÁFICAS	Lat. 21° 22' 17" S Long. 64° 32' 22" O	
COORDENADAS UTM	N 7 636 026,00 m. E 340 391,00 m.	
DATOS TÉCNICOS DE LA CUENCA		
ÁREA DE LA CUENCA DIRECTA	185,9 ha.	
PERÍMETRO DE LA CUENCA	6 866,47 m.	
PRECIPITACIÓN MEDIA ANUAL DE LA CUENCA	660,00 mm.	
APORTE MEDIO ANUAL DE LA CUENCA	57 201,01 m ³ /año.	
ALTURAS DE LA CUENCA	Altura Máxima: 2 278,00 m.s.n.m. Altura Media: 2 424,43 m.s.n.m. Altura Mínima: 2 616,00 m.s.n.m.	

CUENCA DEL VASO DE ALMACENAMIENTO



DATOS TÉCNICOS DEL EMBALSE	
USO DEL EMBALSE	Riego
ÁREA DEL ESPEJO DEL LAGO	2,03 ha.
PERÍMETRO DEL EMBALSE	692,54 m.
VOLUMEN TOTAL DE ALMACENAMIENTO	129 371,70 m ³ .
VOLUMEN ÚTIL DEL EMBALSE	125 489,90 m ³ .
NIVEL MÁXIMO DE EMBALSE (NAM)	2 086,03 m.s.n.m.
NIVEL NORMAL	2 292,70 m.s.n.m.
NIVEL MÍNIMO DE EMBALSE	2 275,80 m.s.n.m.
NIVEL MUERTO DEL EMBALSE	2 275,80 m.s.n.m.
DATOS TÉCNICOS DE LA PRESA	
TIPO DE PRESA	Materiales sueltos – homogénea – con protección en el talud aguas arriba
MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN	Arcilla - roca
LONGITUD DE CORONAMIENTO	93,60 m.
ANCHO DE CORONAMIENTO	4,00 m.
COTA DE CORONAMIENTO	2 293,30 m.s.n.m.
ALTURA DESDE EL NIVEL DEL LECHO DE RÍO	14,30 m.
ALTURA MÁXIMA DESDE EL NIVEL DE FUNDACIÓN	17,15 m.
TALUD AGUAS ARRIBA (H: V)	1: 3,00

TALUD AGUAS ABAJO (H: V)

1: 2,50



TALUD AGUAS ARRIBA



TALUD AGUAS ABAJO CON FITRACIONES

ESTADO ACTUAL DE LA PRESA

La presa se encuentra funcionando, aunque presenta filtraciones en el talud aguas abajo, la presa no cuenta con sistema de riego.

DATOS DEL ALIVIADERO DE SUPERFICIE

TIPO

Vertedero superficial

POSICIÓN (CON RESPECTO AL CUERPO DE LA PRESA)

Lateral, margen izquierdo

CAUDAL DE DISEÑO	13,25 m ³ /s.
PERÍODO DE RETORNO	100 años
VERTEDERO:	Longitud 9,75 m.
ESTRUCTURA DE DISIPACIÓN	Si (x) No ()
CARACTERÍSTICA DE LA ESTRUCTURA DE DISIPACIÓN	Es una estructura compuesta por tres tramos que mide 90,80 m en total, en el primer tramo está emplazado un canal rectangular de 14,80 m de largo, en el segundo tramo una rápida escalonada con un cambio de dirección por lo que en la primera parte mide 48,00 m de longitud, en la segunda parte mide 28,00 m de longitud y en el tercer tramo una colchoneta.



PARTE INICIAL DEL ALIVIADERO



PARTE INTERMEDIA DE LA RÁPIDA



PARTE FINAL DE LA RÁPIDA Y COLCHONETA DEFORMADA

DATOS DE ESTUDIOS, DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN

FASE	NOMBRE/INSTITUCIÓN	AÑO
ELABORACIÓN Y DISEÑO	Programa Ejecutivo de Rehabilitación de Tierras de Tarija (PERTT).	2005
PERÍODO DE CONSTRUCCIÓN	Desde el 22 de marzo al 14 de octubre del 2005	
EMPRESA CONSTRUCTORA	Programa Ejecutivo de Rehabilitación de Tierras de Tarija (PERTT).	
EDAD DE LA PRESA	17 años de vida útil	



AÑO 2005, CONSTRUCCIÓN DE LA PRESA

La fuente de datos de esta ficha técnica, es obtenida del PERTT información registrada en marzo del 2012, las fotografías pertenecen a la autora de este estudio.