

CAPÍTULO I

ASPECTOS GENERALES

1.1. UBICACIÓN

1.1.1. Ubicación política

La zona de influencia del proyecto mini represa Chorcoya Méndez está ubicada en la comunidad de Chorcoya Méndez del municipio de El Puente, segunda sección municipal de la provincia Méndez del departamento de Tarija.

La ubicación política y las características generales del área del proyecto se muestran en la los gráficos de ubicación a continuación.

La comunidad arriba indicada está zonificada de la siguiente manera:

- Presenta tres distribuciones con los siguientes denominaciones:
 - Barrio La Loma
 - Barrio El Puente
 - Barrio Centro
- La zona de influencia del proyecto de la mini represa abarca las tres zonas en el modo de aprovechamiento al máximo de los recursos hídricos para la zona.
- Sólo está considerada en este proyecto la comunidad de Chorcoya Méndez, debido a que se trata de una región con pocos recursos hídricos y tratar de realizar una proyección a otras comunidades sería de poca factibilidad en el desarrollo del mismo.

La comunidad colinda al este con la comunidad de Quebrada Grande, al oeste con Rumi Huasi, al sur con Pucsara y al norte con Pueblo Nuevo

1.1.2. Ubicación geográfica

El proyecto de la Mini Represa Chorcoya Méndez está ubicado entre las coordenadas geográficas 21° 36' 38.52" de latitud sur, y 64° 59' 41.83" de longitud oeste.

En el área del proyecto existe una sola subcuenca hidrográfica:

- La subcuenca de aporte de la Quebrada Niña Wuaykho hasta la sección de la presa (10.94 km²).

La subcuenca de la quebrada Niña Waykho está circundada por dos cadenas montañosas y posee una morfología bastante empinada, especialmente hacia el Oeste, donde se tienen altitudes hasta de más de 3900 m.s.n.m. Esta subcuenca tiene una forma muy compacta. Tomando algunas referencias geográficas, al Norte se encuentra el Cerro Morro Grande (4200 m.s.n.m), al Sur Oeste se destaca el Cerro Pamparayoi (4250 m.s.n.m) y al Oeste el Cerro La Hoyada (4248 m.s.n.m).

1.1.3. Accesos a la zona del proyecto

La comunidad cuenta con los siguientes accesos desde la ciudad de Tarija y desde la comunidad El Puente:

- Tarija – Iscayachi: El tramo tiene una carretera de tierra ripiada (ruta fundamental) estable todo el año, de 51 km de distancia.
- El Puente – Iscayachi: El tramo tiene una carretera asfaltada (Iscayachi-San Lorencito), luego tiene carpeta de ripio (ruta fundamental) estable todo el año, de 60 km de distancia, forma parte de la carretera fundamental que está en construcción Tarija-Potosí.
- Iscayachi a Chorcoya Méndez, la carretera es de tierra y ripiada y tiene una distancia de 12 km.

En las siguientes figuras se muestran la ubicación del proyecto a nivel nacional, departamental y de sección provincial.

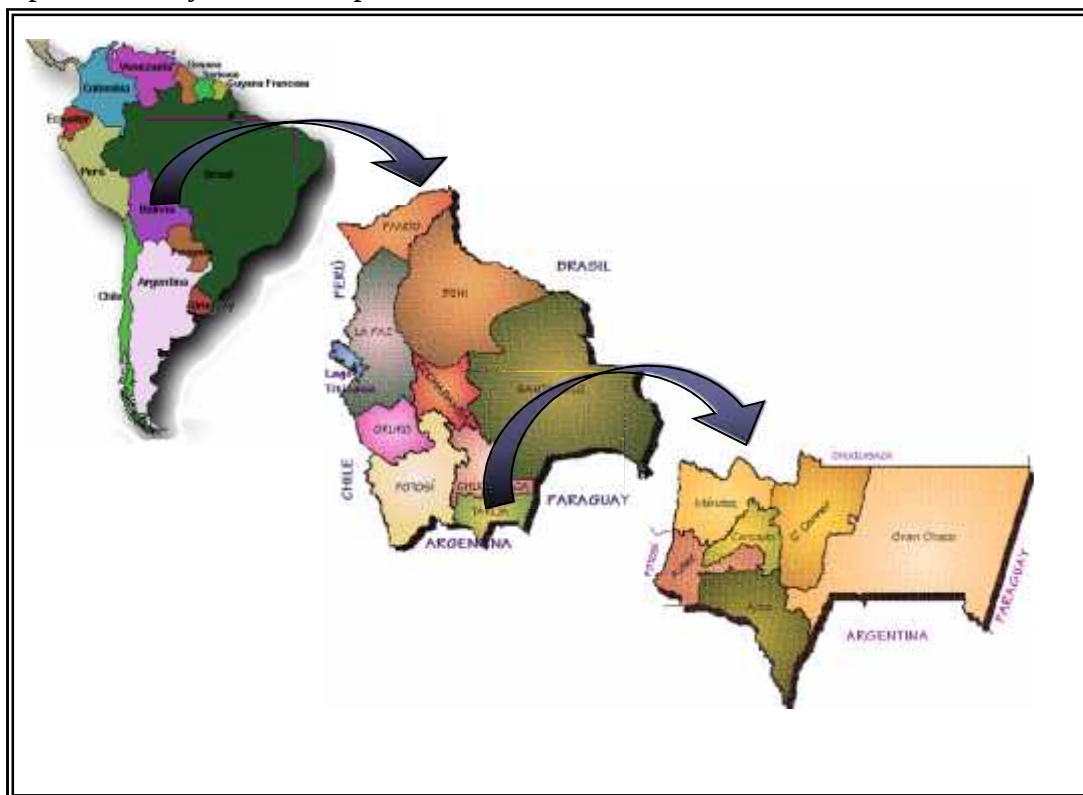


FIGURA N° 1.1 UBICACIÓN DEL PROYECTO A NIVEL NACIONAL



FIGURA N° 1.2 UBICACIÓN DEL PROYECTO A NIVEL DEPARTAMENTAL



FIGURA N° 1.3 UBICACIÓN DEL PROYECTO A NIVEL SECCIÓN PROVINCIAL

CAPÍTULO II

DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DEL PROYECTO

2.1. DIAGNÓSTICO SOCIOECONÓMICO

2.1.1. Aspectos demográficos

➤ Población del área de influencia del proyecto

El área de influencia se encuentra dentro de la segunda sección de la provincia Méndez, denominada comúnmente como zona alta, dentro del área de influencia de la zona periurbana de Iscayachi, cuya población total es de 443 personas.

CUADRO N° 2.1

POBLACIÓN ACTUAL COMUNIDAD CHORCOYA MÉNDEZ

DESCRIPCIÓN	POBLACIÓN	HOMBRES	MUJERES	Nro. DE VIVIENDAS	ÁREA
CHORCOYA MÉNDEZ	443	184	259	143	RURAL

Fuente: Encuesta Comunal y datos INE.

➤ Estabilidad poblacional

De manera general, se puede decir que en la zona de proyecto el fenómeno migratorio es débil, comparado con el resto del municipio y departamento.

Se observa que existe una emigración de tipo temporal por motivos de empleo e ingresos hacia el interior de departamento y país (Yacuiba, Bermejo y Santa Cruz) y al exterior (Argentina). El tiempo de permanencia en los lugares de destino de la población emigrante varía entre los 4 a 6 meses al interior del departamento y país, de 8 a 10 meses a la república Argentina. La principal fuente de trabajo para la población migrante es la agricultura (zafras de caña y horticultura), aunque una buena proporción de mujeres se emplean en labores domésticas.

👉 Composición de la población según diferentes etnias

La población predominante en el municipio de El Puente es la oriunda o lugareña, ya que no se identifica con ningún grupo originario.

En cuanto al área de influencia del proyecto, se puede decir que actualmente toda la población es de origen Mestizo/Criollo.

👉 Lenguajes que habla la población

La totalidad de los habitantes hablan en castellano y es el único idioma de la zona.

👉 Número aproximado de familias

Según el diagnostico participativo elaborado por el municipio, el número aproximado de familias en la zona del proyecto alcanza a ciento veintiocho familias.

La información proporcionada por el censo de población y vivienda establece que el tamaño promedio de integrantes en los hogares particulares en el área rural es de 3.09. Los datos presentados por la carpeta familiar por esta fuente de información están dentro de estos parámetros oficiales establecidos para el departamento.

En el caso de la comunidad beneficiada con el proyecto agrupan a 96 familias encuestadas en el lugar y en el transcurso del proyecto, con un promedio de 4.0 personas por familia; casi similar al que se presenta en el área urbana del municipio, según el Censo Nacional de Población y Vivienda.

El núcleo de la organización de los comunarios es la familia de composición simple: padres e hijos menores solteros y en algunos casos hasta nietos – solteros.

Las familias que se benefician con el proyecto se muestran en el siguiente cuadro:

CUADRO N° 2.2

NÚMERO DE FAMILIAS Y PROMEDIO DE INTEGRANTES

COMUNIDAD	N° DE FAMILIAS	PROMEDIO INTEGRANTES
CHORCOYA MÉNDEZ	96	4

Fuente: Encuesta comunal.

2.1.2. Aspectos económicos

➤ Tenencia de la tierra

En principio la tenencia de la tierra corresponde a la distribución que realizó la reforma agraria, aunque con el saneamiento de tierras se están definiendo ajustes y redistribuciones de tierras con verdaderas dimensiones, porque realizan levantamientos mediante sistema de coordenadas, de manera que por la Ley INRA, dentro de poco se tendrá saneada todas las tierras.

La forma tradicional de cultivos no permite un racional uso del recurso suelo, los métodos de cultivos carecen de tecnologías adecuadas, por otra parte si bien el riego es usado por muchos años, este no es aplicado con los conceptos modernos, es decir adecuadamente, por lo cual los beneficios que otorga el mismo son escasos, por otro lado el agricultor en algunos casos ocasiona procesos erosivos en las parcelas por el inadecuado uso del agua para riego.

Es indudable que la mayoría de los agricultores ubicados en el área de influencia del proyecto, no están incorporados a una economía de mercado, su principal actividad está orientada más que todo hacia la producción para la venta y el auto consumo.

➤ Principales actividades económicas de las familias

La economía en su generalidad se basa por la comercialización del ajo, arveja, haba, cebada, papa y otros cultivos en pequeña escala dependiendo de la productividad y el tamaño de superficie cultivada. Los niveles de ingreso de la población ocupada bajo dependencia están determinados por la actividad que realizan.

Análisis de la participación de la mujer

La actividad de la mujer incide principalmente en los quehaceres del hogar, aunque también tiene participación en las actividades de las cosechas y actividades del orden social, reduciendo estas en un 50%.

Disponibilidad de mano de obra considerando las actividades habituales de la comunidad

La disponibilidad de la mano de obra para con el proyecto, radica en el compromiso que la comunidad para absorber en una contraparte valorizada en jornales, esta actividad será distribuida mediante turnos y horarios.

Es preciso indicar que estos jornales, en principio, vienen a perjudicar algunas actividades de la familia, pero solo se exige a un integrante de la misma, por lo que la disponibilidad de mano de obra será constante dentro del proyecto y de las actividades familiares.

2.1.3. Aspectos sociales

➤ Descripción de las características sociales de beneficiarios, relevantes

La ocupación principal de los comunarios resulta ser la actividad agrícola que se constituye en principal fuente de generación de ingreso y por consiguiente la que mayor mano de obra absorbe.

La actividad de la mujer se reduce en un 50% en la producción agrícola, pudiendo dedicarse a otras actividades de orden social como ser actividades del hogar, y apoyo a la educación de sus hijos.

La magnitud de los ingresos que percibe el agricultor le permite mejorar su condición de vida, y cubrir las necesidades básicas, además la diversificación agrícola, le dotará de productos ricos en proteínas y vitaminas capaces de satisfacer los requerimientos en calorías del agricultor, en una dieta alimentaria.

La producción agrícola intensiva requiere de un elevado número de jornales y la rotación de cultivos, significa disminuir la migración del campesino hacia otras ciudades, además en cierta época es necesaria la contratación de mano de obra temporal para ciertas actividades, lo que significa una creación temporal de nuevas fuentes de trabajo.

La actividad intensiva de la producción agrícola permite a los agricultores organizarse para formar grupos sociales para la producción, comercialización, compra de insumos, transporte, etc., abatiendo de esta manera los costos.

Por lo descrito anteriormente resumimos que el rol del varón dentro de la comunidad es la dedicación a la agricultura, se dedica a la siembra, arado, riego y desinfección de las plantas, cosecha y comercialización de sus productos.

La mujer apoya al hombre en actividades livianas, atención del hogar, etc. El horario de trabajo en el campo comienza muy temprano puesto que el campesino se levanta a las 6:00 AM y trabaja hasta las 12:00 PM luego toma un descanso de 2 horas y vuelve a su trabajo a las 2:00 PM hasta las 6:00 PM cumpliendo de este modo su jornada de trabajo diario.

☛ **Costumbres regionales y fiestas**

La religión católica, históricamente en la región, es la que mayor proporción de creyentes acoge, aunque últimamente se verifica el surgimiento de algunas sectas y movimientos religiosos, que entre las más relevantes se encuentran seguidores de la religión evangélica y adventista.

☛ **Participación y roles de los miembros de la familia**

En cuanto a aspectos productivos se refiere, debemos diferenciar entre los roles de mujeres y varones en la agricultura, ganadería, venta de fuerza laboral y labores domésticas.

Los varones en la agricultura participan mediante la aplicación de todas las labores culturales, en tanto que las mujeres participan en la cosecha, transformación y almacenaje, cuentan con el apoyo de los niños en tanto estos no se encuentren estudiando.

En la ganadería debemos diferenciar entre ganado mayor y ganado menor. El varón en la crianza del ganado mayor se encarga de la sanidad animal, alimentación y almacenamiento de alimentos y gasto del dinero en tanto que las mujeres se encargan

de la alimentación, el ordeño y elaboración de queso, los niños pastean y ordeñan el ganado colaborando a sus padres.

En la crianza del ganado menor está bajo mayor cuidado de las mujeres quienes se encargan del cuidado y alimentación colaborados por sus hijos.

En cuanto a la prestación y venta de la fuerza laboral recae con mayor fuerza sobre los varones quienes emigran a otras latitudes para trabajar en la zafra y así traer dinero a la familia; por lo general son varones jóvenes.

Por otro lado debemos considerar tareas socio-familiares como el cuidado de los niños, limpieza, abastecimiento y preparación de alimentos, educación y salud.

El cuidado de los niños está a cargo de las mujeres en tanto los varones asisten con la compra de medicamentos y otros trabajos complementarios. El abastecimiento de alimentos corre por cuenta de los varones mientras que las mujeres se encargan de la preparación. En la educación y salud participan tanto varones como mujeres activamente en la junta de auxilio escolar o en diversas comisiones, siendo más frecuente el viaje de varones que de mujeres en caso de conformación de comisiones.

➤ **Nivel de pobreza**

De acuerdo al CENSO 2001, del total poblacional el 88,90% se encuentra en el umbral de la pobreza y el 10,60% del índice anterior se encuentra inmerso en la indigencia y un 0,50 % vive en la marginalidad.

➤ **Organizaciones vigentes**

De las organizaciones vigentes en la comunidad podemos nombrar las siguientes:

- * Sindicato Agrario
- * OTB
- * Junta Escolar
- * Almacén comunal
- * Club de Madres

➤ Instituciones presentes en el área del proyecto

Entre las instituciones presentes en el proyecto podemos nombrar:

- * Honorable Alcaldía Municipal de El Puente
- * CARE
- * CARITAS
- * Otros

➤ Servicios básicos existentes

- Agua potable

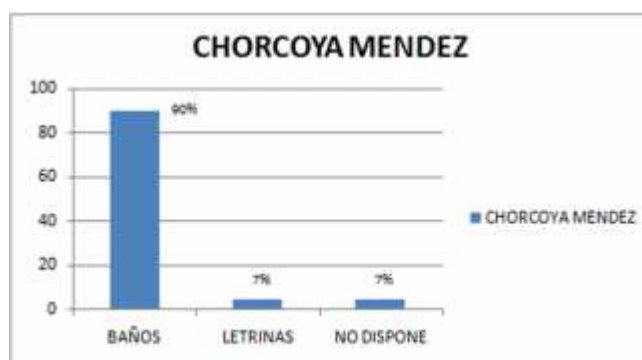
Las comunidades involucradas en el proyecto el 100% cuentan con agua por cañería domiciliaria, este sistema es de mucho beneficio para las distintas comunidades, no dejando de lado la necesidad de tener un sistema de riego, lo cual será de común beneficio para toda la comunidad.

- Alcantarillado

La comunidad carece de este servicio básico, solamente cuentan con baños y letrinas. Como se puede observar en el gráfico 2.1.

GRÁFICO N° 2.1

TENENCIA DE BAÑO



Fuente: Elaboración propia en base a encuestas.

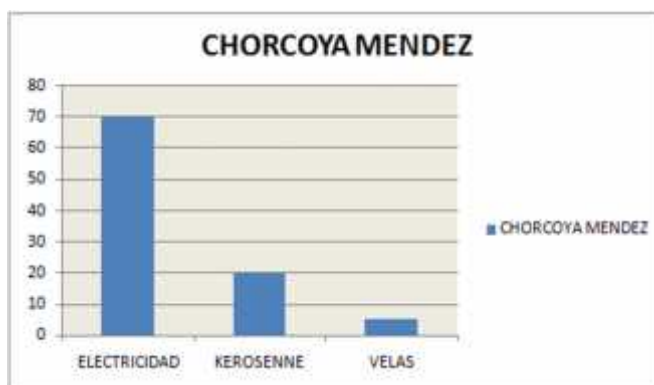
Las comunidad de de Chorcoya Méndez tiene baños en porcentajes elevados que superan el 85% de baños nuevos en Chorcoya, en el caso de letrinas su números son menores y las personas que no cuentan con este beneficio no superan el 5% del total de la población estos datos se consiguen en la encuesta de campo y en base a la información visual realizada en el terreno.

➤ **Energía Eléctrica**

El tipo de energía que usan las comunidades beneficiarias se tiene que el 24% tiene electricidad, 44% utiliza kerosén y 32% utiliza vela para alumbrarse.

GRÁFICO N° 2.2

ENERGÍA QUE SE UTILIZA EN LA COMUNIDAD



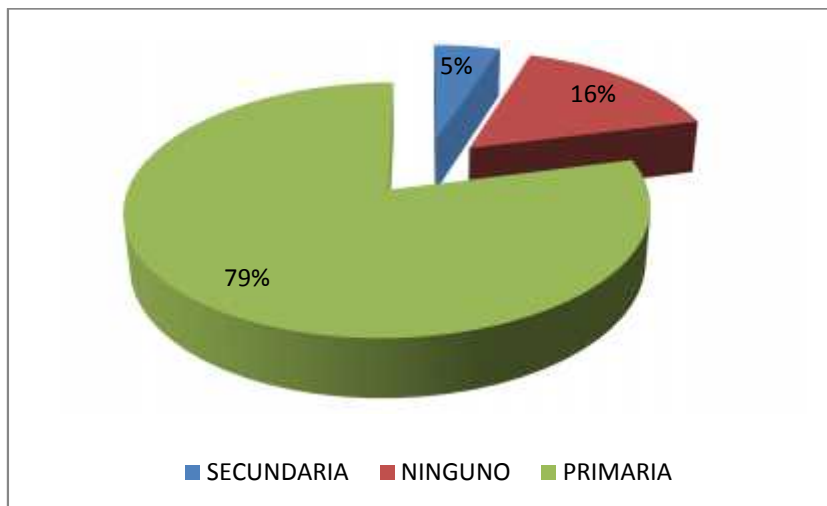
Fuente: Elaboración propia en base a encuestas.

- **Educación**

El analfabetismo en la comunidad es de aproximadamente un 16%, sin embargo un 79% de la población dice haber estudiado hasta primaria y por último solo un 5% afirma tener una educación hasta secundaria.

GRÁFICO N° 2.3

NIVEL DE EDUCACIÓN DE LOS JEFES DE FAMILIA



Fuente: Elaboración propia en base a encuestas.

- **Salud**

El centro de control de salud mayor esta en Iscayachi, donde se concentra la posta de salud más completa de la zona sin embargo hay, en Chorcoya un centro de atención medica, para atender temas de urgencia, aunque cuentan con centro de control de salud muy cercanos antes de llegar a la zona mencionada, es importante anotar que no existen distancias mayores entre las comunidades por lo que se puede afirmar que se tiene cubierta el área de salud, de la zona.

- **Medios de Comunicación**

El servicio de comunicaciones se encuentra ubicado en la comunidad de Chorcoya, con un punto Entel y además es importante anotar que toda la zona esta intercomunicada por celulares.

- Modalidad de Recolección y Disposición de Residuos Sólidos

La modalidad de recolección y disposición de residuos sólidos. No se cuenta con un servicio de recolección de residuos sólidos; en un 64% la comunidad quema la basura, en 30% la entierra y en un 6% la arroja al río o quebrada.

En el caso específico de los desperdicios de frutas y verduras es depositado en los cultivos a manera de que se genere abono de dichos residuos.

2.2. DISPONIBILIDAD DE AGUA

2.2.1. Características de la zona

La información recopilada y sistematizada con relación al clima del área del proyecto y que es de interés desde el punto de vista agrícola se puede resumir como:

CUADRO 2.3
CONDICIONES CLIMÁTICAS DE LA ZONA

MES	Máx.	Mín.	Humedad	Velocidad	Horas	Radiación	Eto	Eto	Precip.	Precip.
	Temp.	Temp.	%	viento	sol	solar	mm / día	mm / mes	real	efect mm
	media	media		km / hra.						
ENERO	17.4	4.7	70	7.10	13.1	337.06	3.64	112.84	90.19	54.73
FEBRERO	17.5	4.1	71	7.39	12.7	349.16	3.5	98	76.31	45.02
MARZO	17.9	3.8	68	7.54	12.1	365.02	3.3	102.3	54.51	29.76
ABRIL	19.7	1.7	62	8.94	11.5	426.49	3.24	97.2	11.93	0.00
MAYO	18.1	-1.1	48	10.41	10.9	440.86	3.02	93.62	0.42	0.00
JUNIO	17.3	-1.7	37	13.75	10.7	429.46	3.12	93.6	0.56	0.00
JULIO	16.5	-1.8	39	13.04	10.8	420.46	3.08	95.48	0.01	0.00
AGOSTO	17.9	-0.6	50	11.40	11.3	445.31	3.39	105.09	2.12	0.00
SEPTIEMBRE	18.9	0.5	54	10.04	11.8	425.39	3.78	113.4	5.36	0.00
OCTUBRE	19.6	3	58	8.82	12.5	413.43	4.05	125.55	18.84	4.79
NOVIEMBRE	19	3.5	61	8.75	13	398.34	4.2	126	22.16	7.11
DICIEMBRE	18.6	4.3	63	8.18	13.2	385.18	4.02	124.62	69.06	39.94
PROMEDIO	18.2	1.7	56.8	9.61	11.97	403.01	3.53	1287.70	351.48	181.35

Fuente: Elaboración Propia - SENAMHI

Los datos del cuadro anterior, corresponden a la Estación Campanario, que es la más representativa climatológicamente de la zona de Chorcoya Méndez. La estación está situada a 3.480 msnm.

En la tabla ETo significa evapotranspiración potencial calculada por el método de Penman – Monteith a través del programa ABRO 3.1 recomendado por PROAGRO, que es el que más se ajusta a las condiciones de altura, alta radiación solar y viento. Es un bioclima subhúmedo. Se nota un período relativamente seco de ocho meses, siendo Mayo, Junio y Julio los meses de menores precipitaciones. La gama de temperaturas es prácticamente similar, variando en un promedio de 18.2 °C a 1.7 °C.

2.2.1.1. Fuentes de agua superficiales

La fuente principal de provisión de agua de la cuenca que será regulada mediante la presa Chorcoya Méndez la constituye la quebrada Niña Waykho en su curso principal con caudales calculados a la altura de la presa de regulación de aguas que se planifica construir.

El coeficiente de escorrentía medio, que determina la proporción de la lluvia total que alcanzará el curso de drenaje en el punto de la presa, depende del porcentaje de permeabilidad, de la pendiente y de las características de encaramiento de la superficie, otras características que influyen en el coeficiente de escorrentía son la intensidad de lluvia, la proximidad del nivel freático, el grado de compactación del suelo, la porosidad del subsuelo y la vegetación. El coeficiente de escorrentía para el proyecto se ha obtenido en base a las características topográficas, de precipitación media anual y de cobertura vegetal de la cuenca, utilizando parámetros determinados para diferentes tipos de superficie, utilizados por diferentes autores.

Para nuestro estudio se adoptó un valor de $C=0.23$, debido al procedimiento de cálculo empleado para nuestro estudio, y sobre todo por su gran similitud con el valor adoptado por el PROYECTO PRESA EL MOLINO.

Actualmente el uso del agua de la quebrada Niña Waykho se limita a la utilización en actividades menores de la comunidad aguas abajo, y posteriormente forma parte de la quebrada Chorcoya, la dotación de agua a partir de la quebrada Niña Waykho es casi nula, puesto que el porcentaje del caudal de la quebrada Niña Waykho es muy bajo en relación al caudal base del curso principal, puesto que en estiaje este caudal superficial disminuye hasta los 0.008 l/s, mes de julio.

Para la obtención de estos datos se siguió un proceso estadístico conceptual, donde se analizaron los caudales para diferentes probabilidades de excedencias, adoptando como probabilidad de excedencia un 60%.

Los caudales obtenidos son de gran similitud a los aforados por nuestras personas en el mes de julio obteniendo un valor de 0.006 l/s de una vertiente aguas arriba.

CUADRO N° 2.4

CAUDALES MEDIOS MENSUALES - QUEBRADA NIÑA WAYKHO

Caudales medios mensuales al 60% de probabilidad de excedencia		
Mes	Q_{sup} (m³/mes)	Q_{sup} (lts/s)
Octubre	37164.54	13.88
Noviembre	43705.01	16.86
Diciembre	136203.42	50.85
Enero	177868.57	66.41
Febrero	150508.79	62.21
Marzo	107512.15	40.14
Abril	23527.75	9.08
Mayo	835.30	0.31
Junio	1097.06	0.42
Julio	23.20	0.01
Agosto	4188.13	1.56
Septiembre	10580.53	4.08
Total =	693214.47	265.82

Fuente: Elaboración Propia

2.2.1.2. Fuentes de aguas subterránea y sub-alvea

No se cuenta con estudios de aguas subterráneas. En la zona del proyecto, el lecho de la quebrada Niña Waykho presenta una conformación rocosa a 7 m de profundidad que emerge en ambas márgenes del río. A pesar de que se podría captar las aguas sub

alveas para el presente embalse, no se tomará en cuenta este valor debido a que no se tiene los parámetros necesarios para su estimación.

2.2.1.3. Embalses

A pesar de que en la cercanía de la comunidad se encuentre en ejecución una presa, PRESA EL MOLINO, esta no beneficiaría a la comunidad, por lo que se tiene prevista o proyectada la construcción del embalse de Chorcoya Méndez, que se construiría con el presente proyecto, con el fin de regular las aguas de la quebrada y lograr una infraestructura de almacenamiento con fines de aprovechamiento de las aguas en las épocas de déficit de agua.

2.2.2. Uso actual del agua

El uso actual del agua de la quebrada son utilizadas para usos domésticos de la población como el consumo humano en aquellas familias que no tienen agua potable, lavado de ropa y aseo personal y finalmente otro uso importante es el consumo por el ganado mayor y menor de las familias que viven a lo largo del cauce de la quebrada, y el caudal sobrante constituye parte del caudal de la quebrada de Chorcoya.

2.2.3. Derechos de terceros

La comunidad de Chorcoya Méndez, por su ubicación se constituye en uno de los asentamientos más próximos, estando la comunidad aguas abajo de la cuenca del río, no existiendo otras comunidades ni asentamientos rurales nucleados aguas arriba de esta comunidad, en este sentido de acuerdo a las normas de aprovechamiento de aguas, no existiría problemas de derechos de terceros. Aguas abajo, conforme las verificaciones realizadas el caudal que aporta a la quebrada Chorcoya que esta aporta a la presa El Molino, sin embargo en el diseño del proyecto de El Molino no se toma en cuenta este caudal, justificando que se estima que estas aguas son aprovechadas en su totalidad por la comunidad de Chorcoya Méndez, por lo que no se afectaría más que la probabilidad de uso de esta agua en forma natural, y más bien con la regulación del río se deberá dejar un caudal constante del 5% del caudal de la demanda es la media que regularmente existe.

La regulación incluso proporcionará no solamente la ampliación de la superficie agrícola, sino que permitirá dotar de un caudal a los sistemas aguas abajo. La dotación de riego desde el embalse se realizaría a la comunidad de Chorcoya Méndez por lo que, por disposiciones legales vigentes el uso de las aguas del río no debe afectar al caudal mínimo ecológico, por lo que la presa de regulación debe permitir un caudal mínimo en época de estiaje que corra en forma continua por el cauce conforme lo previsto.

En lo que se refiere a los derechos de terceros sobre todo de la comunidad de Chorcoya Méndez, la figura está totalmente clara en el entendido de que la comunidad deberá gozar de acuerdos y convenios correspondientes para aprovechar el agua con destino al consumo humano y el aprovechamiento del embalse con fines agrícolas, esta utilización deberá ser exclusivo de toda la comunidad puesto que en este caso específico el curso del río Loma Alta que pasa por la comunidad tienen derechos sobre las aguas de este río.

La toma del agua para el riego del área, debe prever un canal derivador que deje el caudal ecológico sobre el cauce aguas abajo de la presa, una vez construida la presa, tal de no afectar las condiciones actuales de flujo en la quebrada.

2.3. CALIDAD DE AGUA

Este aspecto tiene una importancia de gran relevancia en los proyectos de riego. Cuando el agua es abundante y las condiciones de drenaje son favorables, el exceso de sales es eliminado por lavado. Si la cantidad de agua y el drenaje son insuficientes, la sal se acumula en la superficie del suelo e impide el crecimiento de las plantas, con excepción de algunas halófitas. El agua proveniente de los riegos agrícolas puede contener, además de sales inorgánicas, fertilizantes y pesticidas usados en el cultivo, que la hacen impropia para otros usos. A menudo puede causar problemas de eutrofización y contaminación en lagos y ríos, además de los peligros asociados con la acumulación de productos tóxicos en las cadenas de alimento relacionadas con los animales acuáticos.

Es por ello que en fecha 31/09/2009, se tomaron muestras de agua de la quebrada Niña Waykho, que fueron analizadas por CEANID dependiente de la Universidad Autónoma "Juan Misael Saracho". Los resultados se presentan en la sección del **anexo N° 4** y muestran que no existen rastros de agroquímicos y las aguas son bajas en sales, de pH ligeramente inferior a 8 (7.51) y baja dureza. Por tanto, la calidad del agua es buena y apta para los cultivos propuestos, sin mayores cuidados en su aplicación que puedan afectar la producción agrícola, sin problema de acumulación salina y sin requerir láminas altas de riego para lavado.

2.4. UTILIZACIÓN ACTUAL DE LOS SISTEMAS EXISTENTES

2.4.1. Descripción del uso actual

Infraestructura

El área del proyecto en la actualidad, cuenta con una infraestructura de riego en pésimas condiciones, todo el sistema productivo se desarrolla íntegramente bajo condiciones de temporal, sin embargo se cuenta con una base organizacional conformado por los comunarios para la administración de este.

Desde que se han producido los primeros asentamientos en la zona, las aguas de la quebrada Niña Waykho, siempre han sido aprovechadas por algunos vivientes para la producción de pequeñas parcelas sobre todo de papa, los cuáles extraen agua de la quebrada Niña Waykho y de las pequeñas vertientes aguas arriba, que bajan de la Serranía, mediante pequeñas tomas rústicas hasta las parcelas.

La infraestructura de estas tomas básicamente constan de estructuras rústicas y precarias construidas con materiales del lugar (piedras, troncos y tepes) que tienen formas de azud derivador que con las primeras riadas desaparecen completamente. Las infraestructuras de conducción y distribución del agua son mediante canales de tierra de diferente longitud y sección cuya capacidad de conducción no pasa los 8 l/s. Con este caudal los que se dedican a la producción de hortalizas menores, riegan algunos metros cuadrados que en el mejor de los casos llegan a unos 250 m².

La producción de estas parcelas es principalmente destinada al autoconsumo familiar y eventualmente si existe algún excedente se comercializa en la misma comunidad o en las comunidades vecinas, muy rara vez llegan con la producción a los mercados de Tarija.

La distancia aproximada de las áreas de riego hasta la obra de toma es 2 km, sin embargo si se considera las nuevas áreas a incorporarse al riego, se debe considerar las distancias a los mismos para el posterior diseño del sistema de riego.

2.5. CARACTERÍSTICAS DEL SUELO EN EL ÁREA DEL PROYECTO

2.5.1. Vegetación

La vegetación natural se encuentra en la actualidad muy intervenida en una zona próxima a las parcelas de cultivo y afectada en menor intensidad en las serranías circundantes. Debido a la influencia del hombre con sus actividades agrícolas, la vegetación original fue sustituida parcialmente en áreas cercanas a viviendas y rancheríos por formaciones secundarias de matorral y suelo desnudo.

La vegetación de la asociación climática de la puna de Chorcoya, abarca unas 3 especies por hectárea. Las especies vegetales que se presentan con más frecuencia cerca de las parcelas de cultivo son las siguientes:

CUADRO N°2.5
ESPECIES VEGETALES EN LA ZONA

Nombre Científico	Familia	Nombre Vernacular
Stipa ichu	gramineae	Paja brava
Baccharis sp	compositae	Thola
Azorella sp		Yareta

Fuente: Elaboración Propia

En el área del proyecto se tiene una vegetación más bien rala, con presencia de suelo desnudo y baja cobertura del mismo por parte de la vegetación. Reducida presencia de especies vegetales, por la alta radiación solar y baja precipitación.

2.5.2. Fauna

La fauna de la región ha sido afectada por la intervención humana, de manera que en el área de influencia del proyecto las poblaciones de especies animales nativas, especialmente anfibios, reptiles, aves y mamíferos, están disminuidas.

Por las numerosas visitas de campo se puede mencionar: Esta región, intervenida por el hombre, muestra aspectos de transición entre la fauna andina por un lado, y la fauna chaqueña por otro, siendo predominante la influencia de la fauna andina. Entre los mamíferos se encuentran el puma y zorros. Los anfibios se encuentran representados por varios géneros y los reptiles por cascabel.

Algunas especies comunes de aves en las partes bajas de esta región son el hornero, tordos y leuque leuque.

Se debe mencionar que las especies de animales menores, especialmente de invertebrados (ácaros, arácnidos, insectos, etc.), tienen mayor capacidad de adaptación a las modificaciones de sus hábitats.

2.5.3. Hábitats Frágiles

De la lista de áreas protegidas en Bolivia, en sus diversas categorías, se establece que en la región en la que se implantará el proyecto, no se tiene registrado ni propuesto ninguno de estos tipos de hábitats frágiles. Sin embargo, el proyecto en el sector sur oeste se encuentra próximo con la Reserva Biológica Cordillera de Sama.

2.5.4. Suelos

Los suelos que abarcan el área agrícola de la cuenca se encuentran situados en ambos márgenes de la quebrada Niña Waykho, comprendiendo la zona de Chorcoya Méndez.

Con la finalidad de caracterizar los suelos, se realizaron inspecciones en toda el área de la comunidad tomando muestras que representen las características de cada zona de cultivo. Los resultados de los análisis de suelos se presentan en la sección de anexos.

El área de influencia de riego es de 250 hectáreas, distribuidas de la siguiente manera:

-Barrio La Loma 107 has

-Barrio El Puente 60.5 has

-Barrio Centro 84 has

-Total 251.5 has

A continuación se describen las características principales de los suelos de cada zona:

2.5.5. Suelos del valle de Chorcoya

Chorcoya es un valle semiabierto con características de altiplano, donde se han desarrollado terrazas aluviales amplias que se presentan en ambos márgenes de las quebradas de la zona. En el pie de las montañas hasta unirse con las terrazas aluviales, se han formado abanicos coluvio-aluviales de gran extensión y pendientes ligeramente inclinadas, cuyos suelos son parcialmente utilizados en la producción de papa a secano, debido a la limitante de agua para riego; en cambio, en los suelos de las terrazas aluviales existe una mayor diversificación de cultivos como son el ajo, haba, cebada, arveja, papa y avena, debido a que las mismas disponen de riego aunque los caudales de las diferentes tomas de riego, son insuficientes para regar toda la superficie de las terrazas aluviales, observándose mayor actividad agrícola en la parte donde se tiene mayor caudal de agua para riego, lo cual ocurre en la parte más altas del río, presentándose una mayor producción agrícola que se inicia en invierno con la siembra de ajo, haba y arveja.

En las terrazas aluviales de la parte media y baja del Valle, se observa actividad agrícola solamente donde existe la disponibilidad de agua para riego.

Los suelos de Chorcoya son de origen fluvio-lacustre; sin embargo, sobre estos suelos se depositaron materiales más recientes de origen coluvio-aluvial dando origen a los abanicos que forman los suelos actuales. Por su parte las quebradas, mediante los desbordes formaron las terrazas aluviales, observándose niveles de terrazas con suelos de diferente desarrollo y edad.

Los suelos de las terrazas aluviales bajas se caracterizan por presentar un horizonte Ap, intervenido por la actividad agrícola, seguido de un horizonte AC y un horizonte C que se extiende hasta una profundidad mayor a los 150 cm; sin embargo, en algunas partes la profundidad es menor, presentándose como limitante de la profundidad piedra de lecho del río indicando que el mismo ha cambiado de curso constantemente. La morfológica de los suelos de las terrazas medias es similar a la de las terrazas bajas, diferenciándose por presentar un horizonte Bw indicando mayor desarrollo y mayor edad que los anteriores. En las terrazas aluviales altas, que son las más antiguas, los suelos son mucho más desarrollados presentando un horizonte Bt de acumulación de arcilla aluvial, debajo del horizonte Ap, el mismo que se favoreciendo la escorrentía superficial.

Los suelos de los abanicos coluvio-aluviales del pie de monte, presentan un horizonte A que varía de 20 a 70 cm. Debajo de este horizonte presentan un horizonte Bt de acumulación de arcilla iluvial comportándose también como una capa semipermeable que dificulta la infiltración del agua de lluvia y provoca la saturación del horizonte superficial y eventualmente, escorrentía superficial cuando se tiene lluvias con precipitaciones considerables que son poco comunes en la zona. En los abanicos más antiguos, debajo del horizonte A se ha desarrollado un horizonte E de color blanquecino menor de 5 cm de espesor que ha perdido arcilla y materia orgánica, materiales que se han depositado en el horizonte Bt que se encuentra inmediatamente después de este horizonte. En su generalidad los suelos de los abanicos son profundos, algunos de ellos presentan abundante pedregosidad superficial que es corregida retirando las mismas para permitir la mecanización agrícola; sin embargo, en algunos abanicos se tiene la presencia de piedras en todo el perfil haciendo que estos suelos no sean adecuados para la agricultura.

CUADRO N° 2.6

CARACTERÍSTICAS FÍSICO QUÍMICAS DE LOS SUELOS

IDENTIFICACIÓN	PROF.	pH	CE	Ca	Mg	Na	K	CIC	MO	NT	P	A	L	Y	TEXTURA
	cm	01:05	Mmhos/cm	meq/100g				%	%	ppm	%				
Terraza aluvial	25	7.3	0.119	6.2	2.0	0.75	0.38	---	3.3	0.190	8.7	71	19	10	FA
Terraza aluvial	25	7.5	0.104	6.2	2.2	0.83	0.29	---	3.5	0.200	9	41	36	23	F
Terraza aluvial	20	6.2	0.073	---	---	0.33	0.26	---	2.1	0.118	4.8	56	33	11	FA
Terraza aluvial	20	6.5	0.116	---	---	0.31	0.19	---	1.6	0.094	12	62	20	18	FA
Terraza aluvial	20	6.6	0.086	---	---	0.50	0.08	---	1.2	0.077	7.6	64	16	20	FA
Pie de monte	25	7.6	0.105	5.7	2.2	0.62	0.50	10	3.1	0.300	6	52	32	16	F
Pie de monte	20	7.0	0.053	5.8	3.2	1.95	0.55	13	2.9	0.190	4.8	46	36	18	F
Pie de monte	20	7.1	0.027	6.0	3.2	0.86	0.53	13	2.3	0.210	3.2	46	36	18	F

Fuente: Elaboración En Base al Análisis Químico Suelos. (HOMISEGA SRL.)

Los suelos de las terrazas aluviales presentan pH ligeramente ácidos a ligeramente alcalinos, de 6.2 a 7.5, encontrándose en el rango óptimo que permite la mayor concentración de nutrientes en formas disponibles para las plantas. El pH de los suelos del pie de monte varía entre 7.0 a 7.6, niveles que tampoco presentan restricción para la producción de los cultivos de las zonas; al contrario son favorables.

Son suelos no salinos, presentando niveles de CE de 0.073 a 0.119 mmhos/cm, no restrictivos para el desarrollo normal de todas las plantas.

El Ca y Mg, se encuentran en niveles altos, no presentando limitaciones para los cultivos de la zona. El K, está presente en niveles muy bajos y bajos, aunque existen algunos suelos con niveles óptimos y altos en K. Los suelos con niveles bajos y muy bajos en K corresponden principalmente a los suelos arenosos y aquellos suelos que han sido cultivados por periodos largos de tiempo sin la incorporación de K en forma orgánica e inorgánica.

El sodio está presente en niveles muy bajos, sin causar efecto desfavorable en la estructura y permeabilidad del suelo.

Los suelos presentan niveles de CIC medios, indicando que los mismos tienen una adecuada adsorción de nutrientes y capacidad de retenerlos, evitando su lixiviación.

La materia orgánica y el nitrógeno total, están presentes en niveles medios y bajos en la capa arable y niveles bajos y muy bajos a mayor profundidad.

En la mayoría de los suelos, el fósforo está presente en niveles muy bajos y bajos, deficiente para los cultivos de la zona; sin embargo, se presentan algunos suelos con niveles óptimos y altos, principalmente los suelos cultivados que han recibido aplicaciones de fertilizantes fosfatados y estiércoles.

Los suelos del pie de monte presentan en su generalidad texturas francas; en cambio en las terrazas aluviales predomina la textura franco arenosa, principalmente en las terrazas de niveles bajos.

Clasificación agrologica

Los suelos con aptitud agrícola se clasifican en las clases agrologicas II y III, presentando muy pocas limitaciones para la producción de los principales cultivos de la zona, las mismas que son debidas al bajo nivel de fertilidad de los suelos por los bajos niveles de materia orgánica, fósforo y potasio; también algunos suelos, presentan limitaciones por la presencia de piedra superficial y en los horizontes profundos, dificultando la mecanización y la penetración de las raíces, respectivamente. De manera general, la zona se caracteriza por tener un clima árido frío; por la deficiencia hídrica y la presencia de heladas, implicando que para la producción optima de los cultivos de la zona se debe considerar necesariamente riego complementario y realizar la producción en la época que no hay presencia de heladas o establecer cultivos que resistan las bajas temperaturas.

Con la dotación de riego a la zona y el manejo adecuado de la fertilidad, los suelos de la clase agrologica III podrían mejorar su aptitud y convertirse en suelos de clase II para los principales cultivos de la zona como son la papa, ajo, haba, arveja y avena.

Por otro lado la zonificación agroecológica y socioeconómica del departamento de Tarija a escala 1:250.000 (ZONISIG, 2000), recomienda usos de la tierra en correspondencia con su aptitud de uso, derivada de la evaluación de la tierra y en consideración a los aspectos socioeconómicos relevantes para el uso sostenible de la tierra. Clasifica al área de estudio dentro de la categoría de Tierras de Uso agropecuario extensivo (B), en la subcategoría de Uso Agropecuario Extensivo (B3).

Los paisajes dominantes son terrazas fluvio lacustre alta, terraza fluvio terrestre baja, depósitos y pendientes entre terrazas entre alturas de 1800 y 2100 msnm en el Subandino. Son tierras con pendientes entre 5 y 15%, son poco pedregosas sin afloramientos rocosos. Los suelos generalmente son semi - profundos, sin o con pocos fragmentos gruesos en el perfil y con disponibilidad de nutrientes moderada.

El clima es húmedo, el periodo de disponibilidad de agua en el suelo para el crecimiento de las plantas varía de 6 a 8 meses. Generalmente presentan únicamente heladas en los meses de junio, julio y agosto.

2.5.6. Situación agrícola actual

2.5.6.1. Uso de la tierra

En las zonas y comunidades del proyecto, el uso actual de la tierra es agrícola. Los cultivos principales son ajo, haba, arveja, papa y cebada.

Los productores de la zona no crían animales mayores, tienen en promedio 10 a 12 ovejas por familia y una docena de ave de corral por familia. Es una zona agrícola por excelencia y casi especializada en el cultivo de ajo y haba en el lugar.

2.5.6.2. Tenencia de la tierra

De acuerdo a la información recabada en la zona a través de encuestas de campo (4 reuniones con mujeres y varones de la zona), y encuestas dirigidas a las familias beneficiarias, se pudo constatar que el área del proyecto presenta características productivas y de tenencia de tierra que para fines prácticos se pueden clasificar básicamente en tres tamaños o modelos de finca representativos, basados en el

tamaño de la propiedad, lo que representa 3 estratos económicos dentro de las comunidades y el detalle es:

- Estrato chico, de 0 a 1.5 has
- Estrato medio, de 1.5 a 3 has
- Estrato grande, más de 3 has
- **Estrato chico:** Los productores del estrato chico, en un número de 20 unidades productivas, alcanzando un total de 21 has.
- **Estrato medio:** Los productores del estrato mediano, en un número de 54 unidades productivas, totalizando 117.5 has.
- **Estrato grande:** Los productores del estrato grande, en un número de 22 unidades productivas, totalizando una superficie de 113 has.

De las entrevistas realizadas en la zona se ha elaborado el siguiente cuadro, donde se detalla la superficie promedio que utiliza cada agricultor para un cultivo determinado dentro de su propiedad.

CUADRO N° 2.7

CLASIFICACIÓN DE LA TENENCIA DE TIERRA

ESTRATIFICACIÓN DE LA TIERRA Y POBLACIÓN										
CULTIVO	ESTRATO CHICO			ESTRATO MEDIO			ESTRATO GRANDE			TOTAL ES
	Fam ilia	Prom.- Familia	Total Has	Famil ia	Prom.- Familia	Total Has	Famil ia	Prom.- Familia	Total Has	
TOTAL DE AREAS DISPONIBLES - AREA FÍSICA										
CHORCOYA	20	1.05	21	54	2.176	117.50	22	5.136	112.99	251.50
TOTAL DE AREAS CULTIVADAS										
AJO		0.0105	0.21		0.04352	2.35		0.10272	2.26	4.82
ARVEJA		0.0315	0.63		0.06528	3.53		0.15408	3.39	7.54
CEBADA		0.021	0.42		0.04352	2.35		0.10272	2.26	5.03
HABA		0.042	0.84		0.06528	3.53		0.10272	2.26	6.62
PAPA		0.105	2.1		0.13056	7.05		0.2568	5.65	14.80
										38.82

Fuente: Elaboración Propia – Encuestas de Campo

Del cuadro anterior se deduce que de 96 unidades productivas (familias) en la zona del proyecto, la tenencia de la tierra está en el rango de hasta 3 has para el 77.08 % de las unidades productivas. De ese análisis se desprende, que el proyecto de riego proveerá de agua de riego a agricultores pequeños.

Un aspecto importante, es que la mayoría de los productores no cuenta con títulos de propiedad de sus parcelas (más del 80%), y tan solo cuentan con documentos privados de compra de las tierras.

De las encuestas realizadas en las visitas de campo se pudo resumir la información en el siguiente cuadro

Cabe recalcar que la mitad de las hectáreas ya tienen un sistema de riego, aunque se encuentra en pésimas condiciones.

CUADRO N° 2.8

SITUACIÓN AGRÍCOLA SIN PROYECTO

CULTIVO	INVIERNO		VERANO	
	[Has.]	[%]	[Has.]	[%]
Ajo	0.00	0.00	4.82	1.92
Arveja	0.00	0.00	7.54	3.00
Cebada	0.00	0.00	5.03	2.00
Haba	0.00	0.00	6.62	2.63
Papa	0.00	0.00	14.80	5.88
Área sin Cultivo	251.50	100.00 %	212.69	84.57 %
Área Cultivada	0.00	0.00 %	38.81	15.43 %
Total Cultivable	251.5	100.00 %	251.50	100.00 %

Fuente: Elaboración Propia – Encuestas de Campo

El anterior cuadro nos muestra como las áreas de cultivo no se encuentran optimizadas debido al déficit hídrico que presenta la zona.

En el presente proyecto se asumirá que la represa abastecerá de agua a todos los cultivos, no tomando en cuenta los sistemas de riego actuales.

2.5.6.3. Destino de la producción

De las encuestas realizadas en campo, se puede deducir que el cultivo de cebada está orientado principalmente al consumo animal y otros como el ajo es casi en su totalidad para el mercado.

CUADRO N° 2.9

DESTINO DE LA PRODUCCIÓN

DESTINO DE LA PRODUCCIÓN - SIN PROYECTO				
PRODUCTO	CONSUMO Familiar %	CONSUMO Animal %	SEMILLA %	VENTA %
AJO	5.0	0.0	5.0	90.0
ARVEJA	5.0	0.0	5.0	90.0
CEBADA	30.0	55.0	5.0	10.0
HABA	50.0	0.0	5.0	45.0
PAPA	45.0	0.0	4.0	51.0

Fuente: Elaboración Propia – Encuestas de Campo

CAPÍTULO III

PROPUESTA DE PROYECTO

3.1. PROBLEMÁTICA ACTUAL

En la actualidad la comunidad de Chorcuya Méndez tiene varios problemas de diversos tipos, que se muestran a continuación de manera general:

- En época de lluvia las riadas se lleva los tubos de agua potable, lo cual provoca el corte del servicio por varios días y además el descontento de los comunarios.
- La principal fuente de abastecimiento de agua para el cultivo en la zona son las lluvias, en poca de estiaje sólo se cuenta con el agua de la quebrada que es el sobrante de las lluvias, por consiguiente existe poca cosecha en la zona o sólo se la hace en la época de lluvias.
- En la época de invierno, el frío, sumado a la falta o poca agua en la zona, afecta totalmente a la producción, dejando a la zona improductiva en estas épocas.
- Existe escasez de forraje para los animales debido a que la producción no satisface para todo el año.
- Malas condiciones del sistema de riego y funcionamiento intermitente del mismo, debido a que no existe agua todo el año.

3.2. IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

Debido a lo descrito anteriormente se puede identificar como problema principal la escasez de agua durante ciertas temporadas del año provocando los diversos problemas mencionados. Siendo primordial la regulación del mismo de manera óptima y eficiente.

3.3. OBJETIVOS

3.3.1. Objetivo general

Contribuir al mejoramiento de la calidad de vida de la población agrícola beneficiaria del proyecto, mediante el incremento de sus ingresos económicos, a través de la construcción de la infraestructura de riego con regulación de aguas, que asegure la disponibilidad de agua para riego, durante todo el periodo vegetativo de los cultivos tanto de verano como de invierno.

3.3.2. Objetivos específicos

- Incorporar áreas de cultivo en la zona de Chorcoya Méndez a un sistema de producción bajo riego.
- Asegurar la dotación de agua permanente y en suficiente cantidad, para el riego superficial de 103 has de cultivo en dos campañas por año en la población de Chorcoya Méndez.
- Optimizar el uso y aprovechamiento de los recursos agua y suelo disponibles en el área del proyecto.
- Incrementar el área de cultivos mediante el riego óptimo y lograr la siembra de dos cosechas por año
- Mejorar las condiciones de producción y productividad agrícola.
- Beneficiar a las familias campesinas de escasos recursos de la zona de influencia del proyecto.

- Controlar la erosión hídrica. Tratando de mitigar el problema con la implantación de la presa
- Incrementar la disponibilidad de agua en los meses críticos de estiaje mediante la regulación del recurso hídrico con la construcción de una presa (mayo - noviembre).

3.4. ALCANCE

El proyecto a diseño final será a nivel de ingeniería, comprenderá la realización de toda la parte técnica de la misma; los puntos que se pretenden alcanzar en la realización del proyecto son:

- Visita de campo y recolección de información preliminar de la zona.
- Topografía del vaso de almacenamiento (altimetría, planimetría, perfiles y otros) a escala.
- Análisis geotécnico, geológico y edafológico del lugar, que estará a cargo del ingeniero geólogo contratado por el municipio de El Puente.
- Determinación de las demandas de agua en base a la propuesta agrícola.
- Estudio hidrológico e hidráulico
- Diseño del cuerpo de la presa y obras complementarias.
- Elaboración de planos, especificaciones y presupuesto general de la obra.
- Formular conclusiones del proyecto.

3.5. METAS O RESULTADOS PROPUESTOS

Meta general

Con la construcción de la infraestructura de regulación mediante una presa se tendrá un sistema que garantice la provisión de agua en suficiente cantidad y de adecuada calidad para un sistema de riego en la comunidad de Chorcoya Méndez de manera oportuna durante todo el periodo productivo de los cultivos.

Paralelamente al resultado esperado anteriormente también se pretende que la presa sirva para el control de avenidas, y así, controlar las riadas que se presentan en las épocas húmedas que perjudican a la comunidad.

Metas específicas

Construcción de la presa Chorcoya Méndez: Presa de gravedad de Hormigón masivo de 28.9 m de altura con un volumen útil de 0.22 Hm³, vertedero de excedencias para un caudal laminado de 86.81 m³/s, desagüe de fondo consistente en una conducto cuadrado de 190 cm de lado con sus respectivas compuertas de accionamiento, obra de toma para 55.42 l/s, para el sistema de riego, obras de protección aguas abajo de la presa con muros laterales.

3.6. JUSTIFICACIÓN

La comunidad agrícola beneficiada con el proyecto, a pesar de contar de una gran cantidad de tierras aptas para ampliar la frontera agrícola, no puede garantizar la provisión de agua en los momentos críticos y oportunos sin regular el recurso hídrico, por lo que los cultivos; en las épocas de mayor necesidad de riego como es en invierno, y la necesidad de riego de auxilio o riego suplementario en verano; sufren severas disminuciones o pérdidas de sus cosechas por falta de agua. Por otro lado las temperaturas propias del lugar hace que las necesidades de agua de los cultivos sean mayores y más frecuentes, demandando un sistema de riego que tenga la suficiente capacidad para cubrir estos requerimientos, entonces el problema a resolver es la necesidad de regulación de los recursos hídricos de la cuenca de la quebrada Niña Waykho, que permita a los agricultores ampliar y utilizar sus terrenos en una

extensión económicamente rentable con cultivos bajo riego, teniendo la seguridad de que no se producirán las pérdidas de parte de sus cultivos como ocurre actualmente.

La zona cuenta con suelos potencialmente productivos en una extensión de aproximadamente de 251 has, que solo son aprovechados parcialmente en verano en la época lluviosa del año, con cultivos a secano. En consecuencia, para hacer posible el aprovechamiento del potencial productivo de los suelos y de los cultivos agrícolas de la zona, resulta imprescindible contar con infraestructura necesaria para regular los recursos hídricos de la cuenca y poder utilizar los mismos fundamentalmente en invierno.

El objeto principal del presente proyecto, es la construcción de una presa de regulación, con la respectiva obra de toma para Riego, obras complementarias como vertedero de excedencias y desfogue de fondo, obras de control y medición.

Estas obras permitirán la regulación y distribución de agua de riego en la época más crítica, que se presenta entre los meses de junio a noviembre, ya que durante estos períodos es tanta la necesidad de agua que pone en riesgo los cultivos sembrados actualmente a secano.

El problema de falta de agua en los últimos años se ha acentuado por la necesidad de mejorar la productividad agrícola mediante el riego seguro de los cultivos y que se vuelve importante en el área del proyecto por el aumento de la población en la zona agrícola de Chorcoya Méndez, haciendo necesario revertir esta situación. Este déficit ha motivado la formulación y búsqueda de soluciones con la participación de organismos que tengan relación y estén involucrados en el desarrollo de sistemas de riego mediante programas y proyectos adecuadamente concebidos.

Las consideraciones anteriores hicieron que el Gobierno Municipal de El Puente en convenio interinstitucional con la universidad Autónoma “Juan Misael Saracho”, buscaran soluciones a los problemas indicados, a través del aprovechamiento de las aguas de la cuenca de la quebrada de Niña Waykho, mediante su regulación, para permitir obtener el suficiente caudal durante la época de estiaje.

Esta necesidad se ha establecido a petición de los pobladores de la región, quienes en reuniones con funcionarios de la alcaldía y los presentes estudiantes de la universidad, exigieron el desarrollo del presente estudio para facilitar la posterior construcción de la presa y un posterior diseño de un sistema de riego siendo la obra de captación dicha presa.

En el **anexo N° 6**, se presentan los documentos de las reuniones con los comunarios de Chorcuya Méndez, asimismo se detalla la lista de los beneficiarios agricultores de la zona.

3.7. MARCO LÓGICO

La definición del objetivo general y de los objetivos específicos que se pretende alcanzar con la construcción de la presa Chorcuya Méndez en el horizonte de su vida útil, se resume en el cuadro 3.1, donde se muestran los objetivos, indicadores verificables con y sin proyecto, fuentes de verificación y supuestos importantes del marco lógico para el presente proyecto.

CUADRO N° 3.1

MARCO LÓGICO

OBJETIVOS	INDICADORES VERIFICABLES OBJETIVAMENTE		FUENTES DE VERIFICACIÓN	SUPUESTOS IMPORTANTES
	SIN PROYECTO	CON PROYECTO		
OBJETIVO SUPERIOR Contribuir al mejoramiento de la calidad de vida de la población agrícola beneficiaria del proyecto, mediante el incremento de sus ingresos económicos, a través de la construcción de la infraestructura de riego con regulación de aguas, que asegure la disponibilidad de agua para riego, durante todo el periodo vegetativo de los cultivos tanto de verano como de invierno.	Debido a las condiciones actuales, los campesinos emigran a las ciudades vecinas de la Rep. Argentina, ciudad de Bermejo, Tarija y Santa Cruz.	La utilización de la presa para un posterior sistema de riego, por los beneficiarios del proyecto, mejorará el rendimiento de sus terrenos e incrementará sus ingresos familiares significativamente.	Informe de la Entidad Promotora-Gobierno Municipal de EL PUENTE.	Mejoramiento en la producción de los diferentes cultivos de la zona.
OBJETIVOS ESPECÍFICOS * Incorporar áreas de cultivo en la zona de Chorcuya Méndez a un sistema de producción bajo riego . * Asegurar la dotación de agua permanente y en suficiente cantidad, para el riego superficial de 103 has de cultivo en dos campañas por año en la población de Chorcuya Méndez. * Optimizar el uso y aprovechamiento de los recursos agua y suelo disponibles en el área del proyecto. * Incrementar el área de cultivos mediante el riego óptimo y lograr la siembra de dos cosechas por año .	*Ingresos económicos percibidos muy bajos por los agricultores. *Alimentación balanceada deficiente. *Migración temporal o definitiva por falta de fuentes de trabajo.	* Se incorpora más áreas de cultivo de manera significativa. * Se mejoran los ingresos económicos y alimentación, en consecuencia bajan las tasas de mortalidad infantil. *Se reduce la migración, por que los campesinos podrán trabajar sus propias tierras. *Se cuentan con una obra de captación de alta confiabilidad.	Informe de evaluación periódica de la Entidad Promotora. Informes del supervisor de obras. Informes de coordinación entre autoridades beneficiarias y autoridades financiadores del proyecto.	*El proyecto debe construirse según diseño. *La motivación de los beneficiarios es permanente. *Los comunarios realizarán gestiones para que el proyecto sea ejecutado. *Los comunarios son consientes de los aportes que deben realizar en el proyecto.

METAS Y/O RESULTADOS * Construcción de una Mini Represa con todos sus componentes de operación. * Beneficiar a 96 familias, con el proyecto de riego. * Incrementar la disponibilidad de agua para riego de los cultivos de invierno y verano. * Lograr un incremento en la ocupación de la mano de obra familiar en actividades agrícolas debido al aumento de la superficie cultivada.	Actualmente se cuenta con sistema de riego rústicos bien definidos.	El mantenimiento se consolida con la conformación de un Comité de riego.	-Ficha de seguimiento -Informe de Supervisión y visitas de campo. -Informe de supervisión-Visita de campo y entrega oficial de la obra.	El proyecto funciona como se diseño Los beneficiarios cumplen con su aporte
ACTIVIDADES Licitación el proyecto Contratar servicios de construcción y supervisión. .	COSTOS Inversión: 23620370.88 Bs. Supervisión: 1181018.54 Bs. <u>TOTAL COSTOS 24801389.42 Bs.</u>			El proyecto funciona como se diseño. La empresa contratista cumple las especificaciones.

CAPITULO IV

INFORMACIÓN BÁSICA

4.1. ESTUDIO TOPOGRÁFICO

4.1.1. Sistema de referencia

La información básica disponible es:

Cartografía del Instituto Geográfico Militar (IGM):

CUADRO N° 4.1
CARTAS GEOGRÁFICAS UTILIZADAS

ESCALA	SERIE	NOMBRE
1 : 50 000	6625 II	ÑOQUERA
1 : 50 000	6629 III	TOLOMOSA

Fuente: Elaboración Propia – Encuestas de Campo

Es decir que, el sistema de referencia utilizado es el adoptado por los mapas del IGM mencionados.

Para definir el punto de partida del levantamiento topográfico de detalle realizado, se siguió

la siguiente metodología:

- A partir de la inspección en el sitio de la presa se seleccionó un punto de tal manera que se pueda cubrir todo el embalse desde ahí.
- Con un GPS se tomaron las coordenadas “x”, “y”, “z” de un punto de referencia ubicado en un lugar seguro, que luego fue marcado en el terreno.

Dando la siguiente información:

CUADRO N° 4.2
PUNTO DE REFERENCIA GENERAL

N° PUNTO	NORTE	ESTE	ALTURA	DESCRIPCIÓN
239	7608993,072	293609,443	3925,306	VASO_MOJON

Fuente: Elaboración Propia – Encuestas de Campo

- Se posicionó el equipo en el punto delimitado con su respectiva nivelación para luego pasar a la lectura de las coordenadas de los puntos del embalse.
- Se realizaron mediciones para la sección transversal del posible emplazamiento de la presa cada metro.
- Se realizaron mediciones para el perfil longitudinal del lecho de la quebrada cien metros tanto aguas arriba como aguas debajo de la sección transversal.
- El azimut de partida se definió con una brújula para luego corroborar los puntos en las cartas del IGM.

4.1.2. Equipo utilizado

Se trabajó con el siguiente equipo:

- GPS navegador Garmin 48 de 12 canales.
- Estación total Sokia
- Brújula Keufel & Esser.
- Laptop HP dv5 para el procesamiento de datos tanto en campo como en gabinete.

El resultado del levantamiento topográfico se presenta en los planos. Los puntos de levantamiento se detallan en el **anexo N° 1**

Todo el trabajo fue realizado por el topógrafo de la alcaldía con la colaboración de los estudiantes universitarios.

El procesamiento y la determinación de las curvas del vaso de almacenamiento fueron realizados mediante el software LAND CAD Companion 2009.

4.1.3. Delimitación satelital del sitio del proyecto

Para tener una visión integral de la zona del proyecto, se realizó una composición de imágenes satelitales obtenidas por internet (Google Earth) y revisadas por las cartas del IGM, que cubre:

- Cuenca de aporte.
- Sitio del emplazamiento de la presa.
- Acceso al sitio de emplazamiento
- Zona potencial de riego Chorcoya Méndez



FIGURA N° 4.1 CUENCA DE APORTE

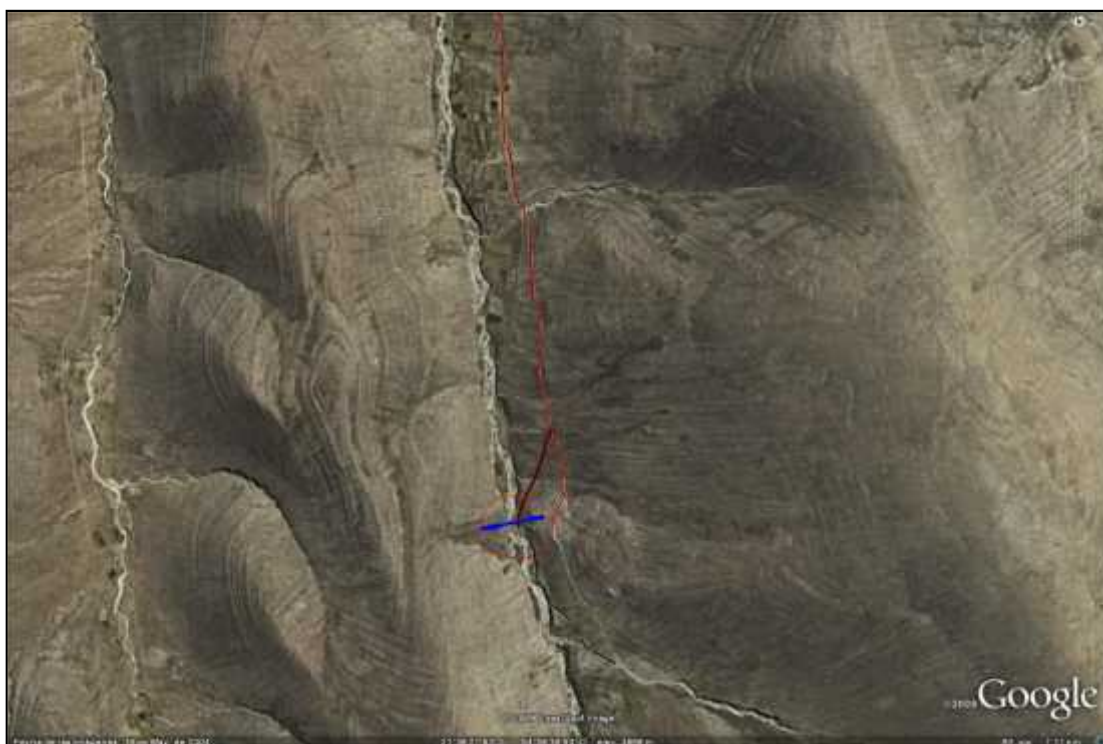


FIGURA N° 4.2 SITIO DEL EMPLAZAMIENTO



FIGURA N° 4.3 ACCESO AL SITIO DE EMPLAZAMIENTO



FIGURA N° 4.4 ZONA POTENCIAL DE RIEGO

4.2. ESTUDIO HIDROLÓGICO

4.2.1. Hidrografía y fisiografía

La subcuenca de la quebrada Niña Waykho, pequeña y de cabecera, pertenecen al sistema fluvial del Río de la Plata. Sus redes de drenaje están constituidas por varias quebradas de fuerte pendiente. Esta sub cuenca presenta dos aportes significativos, de los cuales uno de ellos se trata de una vertiente permanente a principio de la cuenca, ojo de agua, y la otra una pequeña quebrada con una gran pendiente a unos 1200 metros aguas arriba del cuerpo de la presa.

Desde el punto de vista fisiográfico, se tiene reducidos sectores planos. En general, en las laderas que circundan las partes planas, se tienen pendientes abruptas, especialmente en la proximidad al sitio de la presa. En las partes altas las pendientes son fuertes y, por ello, el problema de la erosión y el arrastre de sedimentos es alto

4.2.2. Cobertura vegetal

La cobertura vegetal es poco densa. Varía desde la paja, pastos y musgo que se encuentran en las partes altas de las cuencas y en muy pequeños sectores se tiene un grupo de árboles de mediana estatura. La vegetación corresponde a un clima o piso ecológico de tierras altas. La agricultura bajo riego complementario alcanza apenas a pocas hectáreas, siempre concentradas alrededor de los cursos de agua. Así, la mayor parte de los suelos está sin riego y hay muchos terrenos que requieren de rehabilitación. Además, un fuerte porcentaje de las tierras sin posibilidades de riego, no tiene posibilidad de aprovechamiento agrícola por las abruptas pendientes, la aridez y el suelo muy pedregoso.

4.2.3. Climatología

4.2.3.1. Información disponible

Dado que en el interior de la subcuenca de la quebrada Niña Waykho y, no están instaladas estaciones de medidas, los estudios de Climatología e Hidrología que siguen se han realizado recurriendo a criterios de análisis hidrológico regional.

Para ello, se han considerado y analizado las series históricas registradas en las estaciones de medidas ubicadas en una amplia zona alrededor del área del Proyecto. Se dispone de las series históricas de precipitación mensual y anual registrada en 9 estaciones pluviométricas. La ubicación de estas estaciones se presenta en el cuadro siguiente:

CUADRO N° 4.3

ESTACIONES CLIMATOLÓGICAS Y PLUVIOMÉTRICAS

ESTACIÓN	Latitud (Sur)	Longitud (Oeste)	Altitud (m.s.n.m.)	Tipo de estación	Periodo de registro
CAMPANARIO	21°30'45"	64°58'32"	3460	climatológica	1987 - 2004
TOMAYAPO	21°16'06"	65°02'42"	2734	pluviométrica	1980 - 2005
EL MOLINO	21°22'00"	64°57'00"	3200	pluviométrica	1980 - 2003
SAMA ISCAYACHI	21°28'25"	64°57'05"	3440	pluviométrica	1979 - 1993
SAMA CUMBRE	21°29'30"	64°58'55"	3820	pluviométrica	1980 - 1999
EL PUENTE	21°15'00"	65°12'00"	2345	climatológica	1973 - 1993
COPACABANA	21°48'00"	65°06'00"	3200	pluviométrica	1970 - 1993
TOJO	21°49'00"	65°19'00"	2700	pluviométrica	1975 - 1993
AEROPUERTO	21°32'48"	64°42'39"	1849	climatológica	1954 - 1993

Fuente: Compendio de Datos Meteorológicos SENAMHI.

Para clasificar climáticamente el área del Proyecto, se requiere disponer de los mejores estimadores de los valores medios de:

- Lluvias mensuales y anuales.
- Temperaturas mensuales y anuales.
- Evapotranspiraciones potenciales mensuales y anuales.

Los valores más confiables que se obtienen en las estaciones climatológicas permiten aplicar criterios de similitud hidrológica y climática, y así poder extender los resultados puntuales a superficies cada vez mayores y también llegar a la regionalización de los resultados.

Para poder seleccionar los datos más confiables se realizará la zonificación y subzonificación de las estaciones disponibles, llegando a identificar cuál o cuáles de ellas es la más representativa del lugar.

Todos estos procedimientos se encuentran en el **anexo N° 2** del presente Estudio.

4.2.3.2. Lluvias mensuales y anuales

En el siguiente se presentan los valores medios mensuales y anuales de las precipitaciones en las nueve estaciones consideradas para este estudio. Los valores corresponden a las series históricas disponibles.

CUADRO N° 4.4

LLUVIAS MEDIAS MENSUALES Y ANUALES

ESTACIÓN	ENE	FEB.	MAR	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	ANUAL
CAMPANARIO	90,2	76,3	54,5	11,9	0,4	0,6	0,0	2,1	5,4	18,8	22,2	69,1	351,5
TOMAYAPO	58,5	45,0	35,9	6,6	0,7	0,2	0,0	3,9	4,5	16,8	22,7	39,1	233,9
EL MOLINO	127,8	97,8	80,1	16,5	1,4	0,5	0,7	3,4	3,7	16,2	43,8	73,3	465,2
SAMA ISCAYACHI	104,7	80,0	59,9	14,3	0,9	0,0	0,4	3,1	2,9	14,9	38,1	88,8	407,9
SAMA CUMBRE	179,0	156,3	138,4	23,7	1,3	0,4	0,8	3,4	6,3	25,2	76,1	137,8	748,7
EL PUENTE	80,7	80,7	67,9	9,9	1,1	0,3	0,2	2,7	5,5	22,3	45,3	68,8	385,5
COPACABANA	91,2	66,9	52,2	10,7	0,9	0,4	0,0	2,4	4,0	17,3	40,9	58,8	345,6
TOJO	82,1	65,4	46,2	8,8	0,1	0,4	0,2	1,2	3,1	17,2	34,3	58,7	317,7

Fuente: Compendio de Datos Meteorológicos SENAMHI

En el **CUADRO N° 4.3** se nota que los valores medios de lluvia anual en las estaciones de **Campanario, Tojo, Copacabana y Tomayapo** son bastante menores de aquellos calculados para las estaciones de **Sama Cumbre, Sama Iscayachi, El Molino, El Puente**.

Por otra parte, al examinar la posición de las estaciones, conjuntamente con los valores medios anuales de las precipitaciones, no se logra definir ninguna variación de estas lluvias en función de los parámetros físicos que se asumen normalmente para definir la ubicación de las estaciones (altitud, latitud, longitud, distancia de puntos fijos, etc).

Seguidamente, se analizó la consistencia de la información pluviométrica. En primer lugar, se trazaron y controlaron sobrepuestos los diagramas de sucesión histórica de los valores anuales registrados en las estaciones consideradas, posteriormente se realizaron los análisis de consistencia con curvas doble masa para verificar la

correlación de los datos acumulados, que se presentan en el **anexo N° 2** de este estudio.

4.2.3.3. Temperaturas medias mensuales y anuales

En el siguiente **CUADRO 4.5** se presentan los valores medios mensuales y anuales de las temperaturas en las tres estaciones termo pluviométricas que recaen en el entorno del área del Proyecto y que se consideran en este estudio.

CUADRO N° 4.5
TEMPERATURAS MEDIAS MENSUALES Y ANUALES

ESTACIÓN	ENE	FEB.	MAR	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	MEDIA ANUAL
CAMPANARIO	11,06	10.81	10,75	10.79	8.66	7.66	7.3	8.62	9.72	11.26	11.21	11.45	9.94
EL PUENTE	21,7	21.8	21.2	19.5	15.1	12.6	12.0	14.4	17.0	20.1	21.8	21.9	18.3
AEROPUERTO	20.7	20.4	19.9	18.2	15.5	13.2	13.0	15.0	16.9	19.4	20.2	20.7	17.8

Fuente: Compendio de Datos Meteorológicos SENAMHI

4.2.3.4. Evapotranspiraciones potenciales medias mensuales y anuales

La evapotranspiración potencial mide la máxima necesidad hídrica requerida para el mejor desarrollo de las plantas. Es real si se realiza mediciones puntuales para cada cultivo; es potencial cuando se hace un estimativo referencial para la región de manera independiente a los cultivos. Para calcular las evapotranspiraciones potenciales se ha hecho referencia al procedimiento propuesto por Thornthwaite y Hargreaves con una sus fórmulas correspondientes que consideran las temperaturas mensuales y la influencia de la radiación solar por medio de un coeficiente tabulado en función de la latitud Sur, como también se presentará los resultados calculados por el programa electrónico ABRO 3.1 que utiliza el método de Penman Monteith, donde también se muestra las ETP para cada mes.

CUADRO N° 4.6

VALORES DE EVAPOTRANSPIRACIÓN POTENCIAL EN mm/mes.

MES	MÉTODO		
	THORNTHWAITE	HARGREAVES	PENMAN MONTEITH
ENERO	61.95	97.93	114.29
FEBRERO	53.07	85.48	100.79
MARZO	55.36	90.03	102.42
ABRIL	51.37	85.58	98.05
MAYO	39.97	72.9	93.56
JUNIO	33.34	62.01	93.61
JULIO	33.12	64.54	95.55
AGOSTO	41.47	81.59	105.12
SEPTIEMBRE	47.47	93.96	113.29
OCTUBRE	60.34	105.44	125.48
NOVIEMBRE	60.61	108.28	125.96
DICIEMBRE	65.33	106.15	124.53
ETP (mm/año)	603.4	1053.89	1292.64

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con los resultados expuestos se llega a la determinación de tomar como valores de referencia para el proyecto los mostrados por el método de **Penman Monteith**, debido a que corresponden a los valores más elevados, brindando una garantía más confiable, por otro lado es este método el que recomienda la institución PROAGRO, dedicada a la elaboración y supervisión de proyectos hídricos en nuestro País.

4.2.3.5. Diagramas ombrotérmicos

Los diagramas ombrotérmicos corresponden a la representación gráfica de la variación de los valores medios mensuales de lluvias y evapotranspiraciones potenciales (expresados en mm de agua)

La sucesión de los meses secos del año (con valores mensuales de la evapotranspiración potencial media mayores de los valores correspondientes de la lluvia media mensual), define la estación seca del año, en que se determina un déficit hídrico. La estación seca en la región del Proyecto se extiende por ocho meses, de abril a noviembre).

GRÁFICO N° 4.1

DIAGRAMA OMBROTÉRMICO – PENMAN MONTEITH

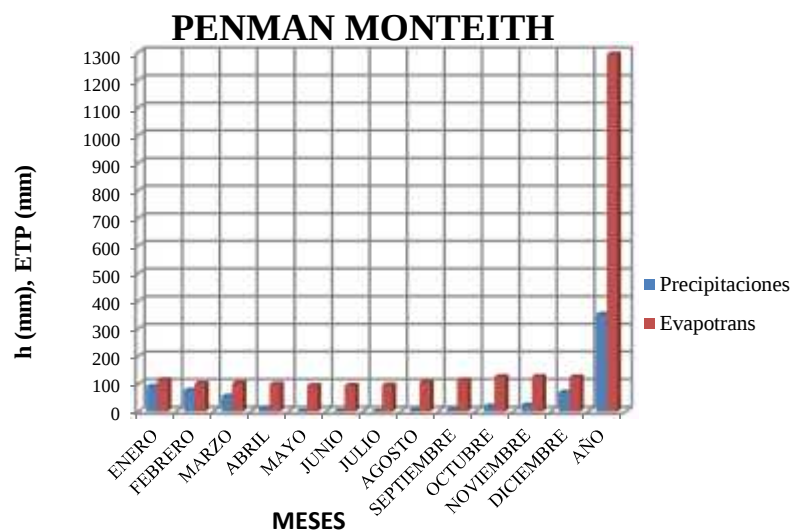


GRÁFICO N° 4.2

DIAGRAMA OMBROTÉRMICO – THORNTHWAITE

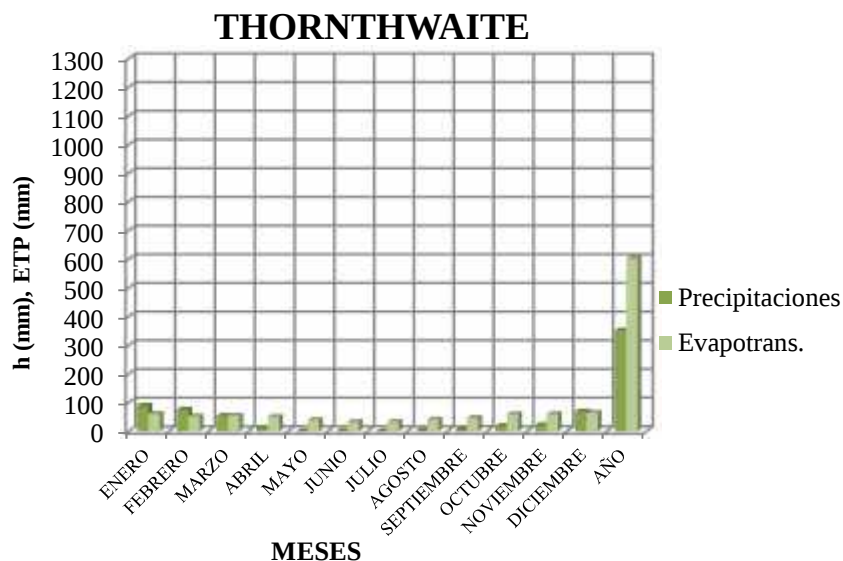
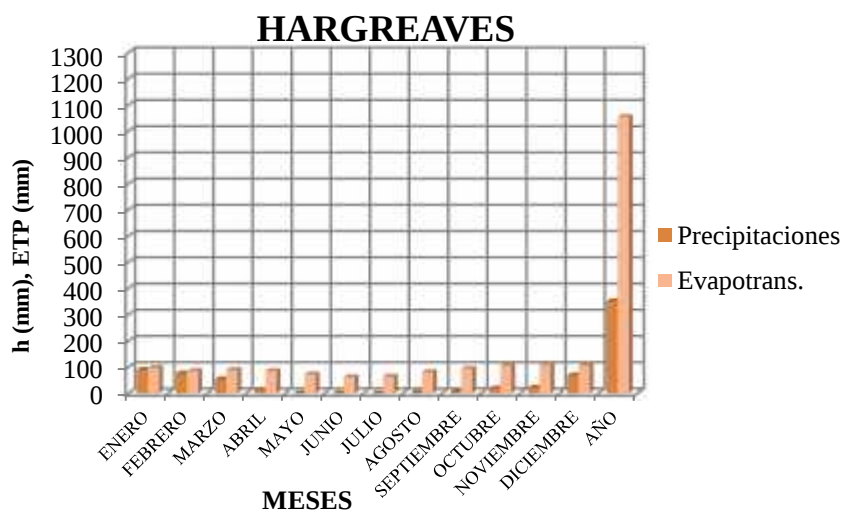


GRÁFICO N° 4.3

DIAGRAMA OMBROTÉRMICO – HARGREAVES



4.2.4. Pluviometría

Los principales objetivos del análisis pluviométrico son:

- Determinar las características de las lluvias anuales, mensuales y diarias, tanto sobre la subcuenca de Niña Waykho definida por las secciones de interés, como en el perímetro de riego.
- Determinar la precipitación media anual, media mensual y máxima diaria para la subcuenca de interés, (teniendo como suposición que en toda la subcuenca llueve al mismo tiempo y con la misma intensidad)
- Determinación de las curvas (Precipitación máxima- Duración - Periodo de retorno), (Intensidad - Duración - Periodo de retorno), para las características tanto de la cuenca como de las precipitaciones adoptadas.
- Determinación del tiempo de concentración de la cuenca, y cálculo de la máxima intensidad para un simulación de T_c = duración de la lluvia.

Para realizar el análisis estadístico se han tomado en cuenta los datos históricos de 5 estaciones pluviométricas ubicadas en la región (para el cálculo de la precipitación máxima en 24 hrs). Para los demás cálculos se utilizó la estación más representativa de la sub zona pluviométrica seleccionada luego de un cálculo de zonificación y sub zonificación de las estaciones de interés.

4.2.4.1. Metodología

En el análisis hidrológico, cada magnitud se considera como una variable aleatoria. Así, se determinaron las funciones de distribución de probabilidades de mejor ajuste y se obtuvieron sus principales parámetros característicos (procedimientos de análisis de muestreo estadístico).

Debido a que el número de datos de las series históricas consideradas es reducido, solamente se pudo obtener una estimación de los parámetros de la distribución. Se ha mejorado la confianza estadística utilizando un criterio de análisis regional, es decir, considerando en su conjunto toda la información estadística de los datos registrados para cada magnitud que interesa, en todas las estaciones de medidas consideradas. A esto se sumó también información complementaria de estudios similares en regiones con similitud climática e hidrológica.

También, de acuerdo con la posición geográfica de cada estación de medidas, analizando los valores que asumen los parámetros de las funciones de distribución de probabilidades para cada variable hidrológica, con el procedimiento de regionalización se logra definir la función de distribución de probabilidades de cada variable, aún en puntos en los cuales no se cuenta con información directa.

4.2.4.2. Lluvias anuales

Para la determinación de las lluvias medias anuales se debe primero realizar una serie de consideraciones tanto de cercanía de las estaciones como de la altitud de las mismas, posteriormente se procedió a realizar la zonificación correspondiente determinándose tres zonas pluviométricas, luego de acuerdo a la ubicación de las mismas se procedió a sub zonificar las estaciones, llegando a la conclusión que la estación de **Campanario** es la más representativa de la subzona pluviométrica.

CUADRO N° 4.7
ZONIFICACIÓN DE LAS ESTACIONES

	Estación	Media	Desviación Est.
SUB ZONA 1	SAMA CUMBRE	733.73	230.31
	EL MOLINO	469.89	139.02
SUB ZONA 2	SAMA		
	ISCAYACHI	409.69	139.58
	EL PUENTE	407.08	157.38
SUB ZONA 3	COPACABANA	352.50	110.58
	CAMPANARIO	337.43	58.36
	TOJO	319.20	85.67
	TOMAYAPO	239.19	80.83

Fuente: Elaboración propia

CUADRO N° 4.8
SUB ZONIFICACIÓN DE LAS ESTACIONES

Parámetro	CAMPANARIO	TOJO	TOMAYAPO
Media	337.43	319.20	239.19
Desv. Estándar	58.36	85.67	80.83
Varianza	3406.00	7339.48	6533.50
Coef. Variación	0.17	0.27	0.34
Núm. Datos	13	17	20

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo al anterior análisis se tiene que la precipitación media anual para la sub cuenca Niña Waykho es de **351.5 mm (ver anexo N° 2)**

4.2.4.3. Lluvias medias mensuales

Para el cálculo de las precipitaciones medias mensuales se procedió al análisis probabilístico mediante el método gráfico de ubicación de puntos característicos como ser:

$$\begin{aligned} M(h) &\rightarrow 50\% \\ M(h) - S(h) &\rightarrow 15.87\% \\ M(h) + S(h) &\rightarrow 84.13\% \end{aligned}$$

Estos valores se los ubica en un papel doble logarítmico para su posterior análisis de la recta que conforman cada uno de ellos por mes graficado, para luego identificar la lluvia media mensual a una probabilidad del 75% y 80 % teniendo como resultado:

CUADRO N° 4.9
PRECIPITACIONES MEDIAS MENSUALES

Mes	Ecuación	Precip. al 75%	Precip. al 80%
Diciembre	$\text{Precip} = 1.247(\text{Prob.}) + 6.696$	37.87	31.64
Enero	$\text{Precip} = 1.031(\text{Prob.}) + 38.61$	64.39	59.23
Febrero	$\text{Precip} = 1.087(\text{Prob.}) + 21.96$	49.14	43.70
Marzo	$\text{Precip} = 0.735(\text{Prob.}) + 17.72$	36.10	32.42

Fuente: Elaboración propia

Los otros meses no presentan lluvia debido a que la diferencia entre la media y el desvío estándar de los mismos es inferior a 10 mm por lo que no son tomados en cuenta. (Método explicado en clase, Ing. José Navia, ver **anexo N° 2.**)

4.2.4.4. Precipitación máxima diaria anual y máxima diaria

La precipitación máxima diaria anual es considerada como una variable aleatoria distribuida según la ley de Gumbell o doble exponencial, cuyos valores característicos son el valor Modal E_d y la Característica K_d , donde estos parámetros se estiman según:

$$E_d = h_d - 0.45 \cdot S_d \quad K_d = S_d / (0.557 \cdot E_d)$$

Para la utilización de estos valores primero se debe realizar la ponderación correspondiente según el número de registros que se tenga en cada una de las estaciones que van a intervenir en el cálculo de la precipitación máxima.

Para tal efecto se realiza el remplazo de los anteriores valores en la siguiente expresión:

$$E_{dp} = \frac{\sum_{j=1}^k N_j \cdot E_{dj}}{\sum_{j=1}^k N_j} \quad K_{dp} = \frac{\sum_{j=1}^k N_j \cdot K_{dj}}{\sum_{j=1}^k N_j}$$

Por último se procede a calcular la precipitación máxima diaria anual de la siguiente manera:

$$h_{dT} = E_{dp} \cdot (1 + K_{dp} \cdot \log Tr)$$

Obteniendo los siguientes resultados:

CUADRO N° 4.10 LLUVIAS MÁXIMAS DIARIAS

Periodo de retorno Tr (años)	Lluvia máxima diaria h_{dT} (mm)
0	50.2
20	55.8
50	63.2
100	68.8
200	74.3
300	77.6
500	81.7

Fuente: Elaboración propia

Para el cálculo de las alturas de lluvia máxima diaria con lluvias menores a 24 hrs se tiene la siguiente metodología.

Es necesario conocer los valores de las lluvias máximas en periodos de 1,2,3 etc. horas, pero no se dispone de datos pluviográficos, por lo que apoyados en la experiencia, se estiman estos usando la ley de regresión de los valores modales, dentro de la cual se conoce un punto, el valor modal expresado en Gumbell seria:

$$h_{tT} = E_{dp} \cdot \left(\frac{t}{a} \right)^b \cdot (1 + K_{dp} \cdot \log Tr)$$

Donde los valores de α , β y t corresponden a los valores de equivalente de lluvia por área (α), factor de acuerdo a la localización de la zona con respecto al globo terrestre (β), y el valor que se le asume a la duración de la lluvia (t)

NOTA: Los valores de t no pueden ser inferiores a 2 hrs. Por lo que para el cálculo de la altura de precipitación para rangos inferiores se realiza el remplazo del valor en una ecuación obtenida a través de la representación gráfica de los valores para 2hrs y el valor de origen 0. (Ver **anexo N° 2**)

Para el empleo de la ecuación se adoptó los valores de $\alpha=2$, $\beta=0.2$

CUADRO N° 4.11
PERIODO DE DURACIÓN DE LLUVIAS

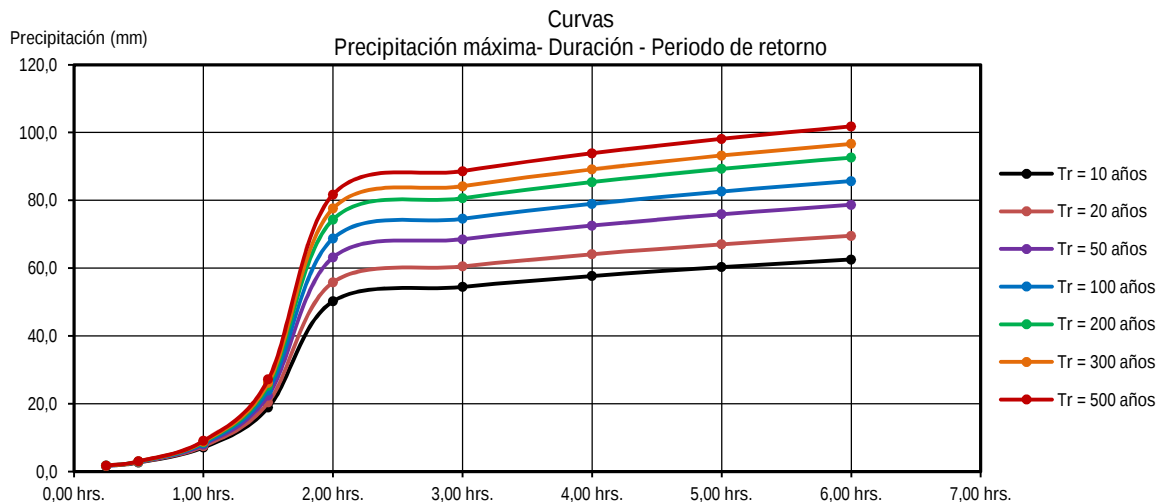
Periodo de retorno T_r (años)	Periodos de duración de lluvias en horas (t)								
	0.25 hrs	0.50 hrs	1.00 hrs	1.50 hrs	2.00 hrs	3.00 hrs	4.00 hrs	5.00 hrs	6.00 hrs
10	6.53	5.32	7.09	12.57	25.10	18.15	14.42	12.06	10.42
20	6.61	5.46	7.46	13.59	27.90	20.17	16.02	13.40	11.58
50	6.71	5.64	7.94	14.92	31.59	22.84	18.14	15.18	13.12
100	6.79	5.76	8.29	15.91	34.38	24.85	19.74	16.52	14.27
200	6.85	5.87	8.62	16.87	37.17	26.87	21.35	17.86	15.43
300	6.89	5.93	8.80	17.41	38.80	28.05	22.29	18.64	16.11
500	6.93	6.01	9.03	18.10	40.86	29.54	23.47	19.63	16.97

Fuente: Elaboración propia

Posteriormente al cálculo de los valores anteriores se pueden reflejar esos valores en los siguientes gráficos.

GRÁFICO N° 4.4

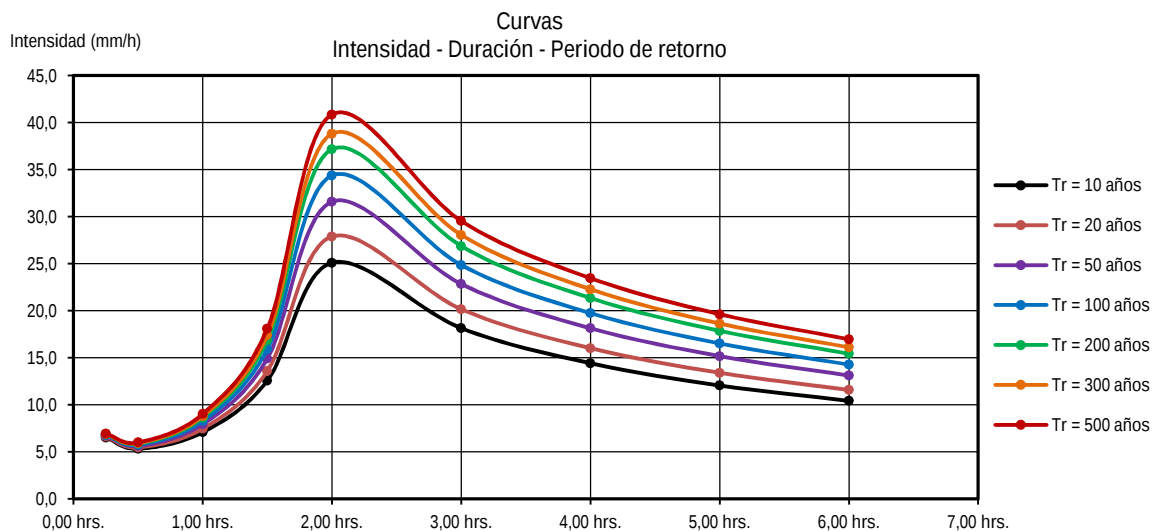
CURVAS: PRECIPITACIÓN – DURACIÓN – FRECUENCIA



Fuente: Elaboración propia

GRÁFICO N° 4.5

CURVAS: INTENSIDAD – DURACIÓN – FRECUENCIA



Fuente: Elaboración propia

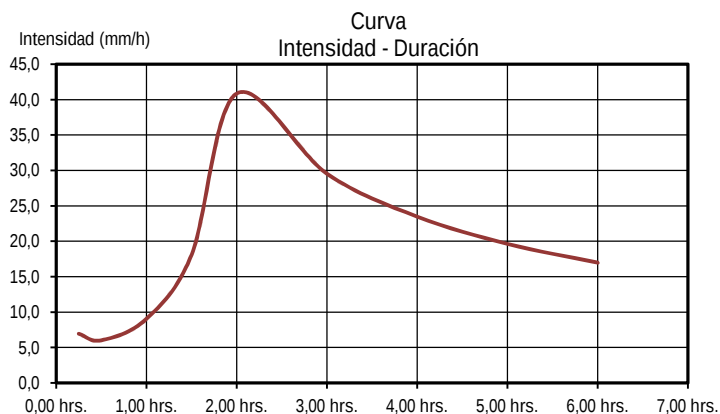
En base a todo lo explicado anteriormente se procede al cálculo de la intensidad de la lluvia para esos tiempos de duración para un periodo de retorno igual a 500 años.

CUADRO N° 4.12
INTENSIDAD MÁXIMA – 500 AÑOS

Período de retorno 500 años	
Período de duración	Intensidad máxima (mm/h)
0.25 hrs.	6.93
0.50 hrs.	6.01
1.00 hrs.	9.03
1.50 hrs.	18.10
2.00 hrs.	40.86
3.00 hrs.	29.54
4.00 hrs.	23.47
5.00 hrs.	19.63
6.00 hrs.	16.97

Fuente: Elaboración propia

GRÁFICO N° 4.6
CURVAS: INTENSIDAD – DURACIÓN



4.2.5. Estimación de caudales

4.2.5.1. Introducción

Dentro de la sección de interés de la sub cuenca de Niña Waykho no existen datos hidrométricos directos, por lo que para obtener informaciones sobre los caudales se deberá proceder por vía indirecta.

Para ello se realizará una estimación primeramente del coeficiente de escorrentía anual por dos diferentes métodos, para luego compararlo con un valor proporcionado del estudio de la presa El Molino, donde hacen referencia a un valor obtenido de una cuenca con similitud hidrológica y con aforaciones.

Una vez determinado este valor se procederá a la determinación de los caudales medios anuales en mm de acuerdo a unas ponderaciones en base a las precipitaciones medias anuales de los diferentes años de registro de la estación para luego convertirlo en m³ de acuerdo al área de la cuenca.

Se determinarán las probabilidades de excedencias de los caudales obtenidos y se evaluará el valor de 60% de probabilidad de excedencia debido a que no se está tomando en cuenta los valores de la escorrentía sub superficial.

Para la determinación de los caudales medios mensuales se determinarán los coeficientes C_p , que vienen de la relación de los aportes medios mensuales de las precipitaciones con los valores medios anuales de las mismas.

Estos coeficientes son los porcentajes de aporte de cada mes para generar una determinada escorrentía superficial.

4.2.5.2. Estimación del coeficiente de escorrentía

Para la estimación del coeficiente de escorrentía se trabajó con formulas empíricas analizadas por diferentes entidades, (Manual para Proyectos de Pequeñas Cuencas Hidráulicas-Colegio de Posgraduados de Chapingo, México; U.S. Soil Conservation Service)

Para realizar el procedimiento con estos métodos es necesario conocer ciertos parámetros como ser:

Manual para Proyectos de Pequeñas Cuencas

Área de la cuenca = 10.94 km²
 Precipitación media anual = 351.48 mm
 Tipo de cubierta vegetal = Sin cultivo
 Pendiente de la cuenca = 14.29 %

Factor de área $F_A = 0.15$
 Factor de precipitación $F_P = 0.025$
 Factor de cubierta $F_V = 0.5$

Donde se obtiene el valor de $C=0.23$

Este valor es de gran similitud con el C adoptado para la pres El Molino, ($C=0.22$) por lo que se trabajará con dicho valor. Ver **anexo N° 2**

4.2.5.3. Determinación de los aportes medios anuales y mensuales

Luego de los procesos de cálculo explicados anteriormente se llegan a determinar los siguientes parámetros resultados.

$$Cp = \frac{\bar{P}_{\text{mensual}}}{\bar{P}_{\text{anual}}}$$

CUADRO N° 4.13

RELACIÓN ENTRE PRECIPITACIÓN MEDIA MENSUAL Y ANUAL

Mes	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP
P_{mensual}	18.8	22.2	69.1	90.2	76.3	54.5	11.9	0.4	0.6	0.0	2.1	5.4
Cp	0.05	0.06	0.20	0.26	0.22	0.16	0.03	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02

Fuente: Elaboración propia

CUADRO N° 4.14

CAUDALES MEDIOS MENSUALES PARA DIFERENTES PROBABILIDADES DE EXCEDENCIA

Probabilidad de excedencia (%)	V_{sup} (Hm³/año)	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP
7.14	1.34	0.072	0.084	0.263	0.343	0.291	0.208	0.045	0.002	0.002	0.000	0.008	0.020
14.29	1.31	0.070	0.083	0.258	0.337	0.285	0.204	0.045	0.002	0.002	0.000	0.008	0.020
21.43	1.09	0.058	0.069	0.214	0.280	0.237	0.169	0.037	0.001	0.002	0.000	0.007	0.017
28.57	0.94	0.050	0.059	0.184	0.240	0.203	0.145	0.032	0.001	0.001	0.000	0.006	0.014
35.71	0.91	0.049	0.057	0.178	0.233	0.197	0.141	0.031	0.001	0.001	0.000	0.005	0.014
42.86	0.87	0.046	0.055	0.170	0.223	0.188	0.134	0.029	0.001	0.001	0.000	0.005	0.013
50.00	0.87	0.046	0.055	0.170	0.222	0.188	0.134	0.029	0.001	0.001	0.000	0.005	0.013
57.14	0.71	0.038	0.045	0.140	0.183	0.154	0.110	0.024	0.001	0.001	0.000	0.004	0.011
64.29	0.67	0.036	0.042	0.131	0.171	0.145	0.103	0.023	0.001	0.001	0.000	0.004	0.010
71.43	0.63	0.034	0.040	0.124	0.162	0.137	0.098	0.021	0.001	0.001	0.000	0.004	0.010
78.57	0.62	0.033	0.039	0.122	0.160	0.135	0.097	0.021	0.001	0.001	0.000	0.004	0.010
85.71	0.56	0.030	0.036	0.111	0.145	0.122	0.087	0.019	0.001	0.001	0.000	0.003	0.009
92.86	0.53	0.029	0.034	0.105	0.137	0.116	0.083	0.018	0.001	0.001	0.000	0.003	0.008

Fuente: Elaboración propia

CUADRO N° 4.15

CAUDALES MEDIOS MENSUALES

Caudales medios mensuales al 60% de probabilidad de excedencia		
Mes	Q_{sup} (m³/mes)	Q_{sup} (lts/s)
Octubre	37164.54	13.88
Noviembre	43705.01	16.86
Diciembre	136203.42	50.85
Enero	177868.57	66.41
Febrero	150508.79	62.21
Marzo	107512.15	40.14
Abril	23527.75	9.08
Mayo	835.30	0.31
Junio	1097.06	0.42
Julio	23.20	0.01
Agosto	4188.13	1.56
Septiembre	10580.53	4.08
Total =	693214.47	265.82

Fuente: Elaboración propia

4.2.5.4. Estimación de los caudales máximos de avenida con método indirecto

4.2.5.4.1. Método de hidrograma unitario

Para el cálculo de la avenida máxima probable se utilizara la metodología propuesta por el DISEÑO DE PEQUEÑAS PRESAS (BUREAU OF RECLAMATION & Hidrograma triangular unitario Víctor Mockus) para una hipótesis de que la rotura de la presa pueda producir víctimas humanas.

Para el presente proyecto se realizó una comparación entre los métodos que normalmente se utilizan para la estimación de caudales máximos, (método racional, formulas empíricas, Hidrograma unitario) obteniendo como mejor cálculo por medio del Hidrograma unitario.

En este tipo de análisis es necesario establecer ciertos parámetros, siendo estos los siguientes:

$$Tp = \frac{D}{2} + 0.6 \cdot tc$$

$$Tb = 2.67 \cdot Tp$$

$$Qp = \frac{0.555 \cdot A \cdot Q}{Tb}$$

$A = 10.94 \text{ km}^2$	Área de la cuenca
$tc = 0.61 \text{ hrs}$	Tiempo de concentración
$D = 0.50 \text{ hrs}$	Periodo de exceso de precipitación
$Tp = 0.62 \text{ hrs}$	Tiempo de pico o tiempo de punta
$Tb = 1.65 \text{ hrs}$	Tiempo base
$Q = 1.00 \text{ mm}$	Caudal unitario
$Qp = 3.69 \text{ m}^3/\text{s}/\text{mm}$	Caudal pico o de punta

De acuerdo con lo descrito anteriormente tenemos los presentes resultados:

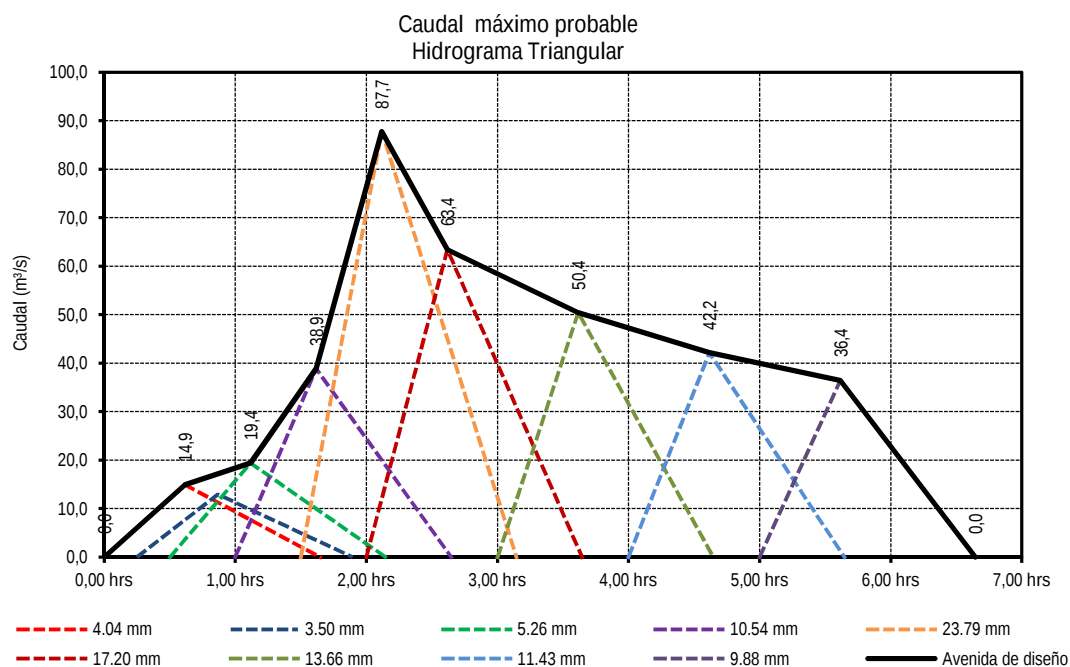
CUADRO N° 4.16
DATOS HIDROGRAMA

Tiempo (hrs)	Intensidades máximas (mm/h)	Índice hidrológico	Incrementos de escorrentía (mm)	Qp para un milímetro de escorrentía (m³/s/mm)	Qp para incremento de escorrentía (m³/s)	HIDROGRAMAS INCREM.		
						Tiempo de inicio (hrs)	Tiempo de punta (hrs)	Tiempo del final (hrs)
0.25	6.93	0.58	4.04	3.69	14.89	0.00	0.62	1.65
0.50	6.01	0.58	3.50	3.69	12.91	0.25	0.87	1.90
1.00	9.03	0.58	5.26	3.69	19.40	0.50	1.12	2.15
1.50	18.10	0.58	10.54	3.69	38.87	1.00	1.62	2.65
2.00	40.86	0.58	23.79	3.69	87.74	1.50	2.12	3.15
3.00	29.54	0.58	17.20	3.69	63.43	2.00	2.62	3.65
4.00	23.47	0.58	13.66	3.69	50.39	3.00	3.62	4.65
5.00	19.63	0.58	11.43	3.69	42.15	4.00	4.62	5.65
6.00	16.97	0.58	9.88	3.69	36.43	5.00	5.62	6.65

Fuente: Elaboración propia

GRÁFICO N° 4.7

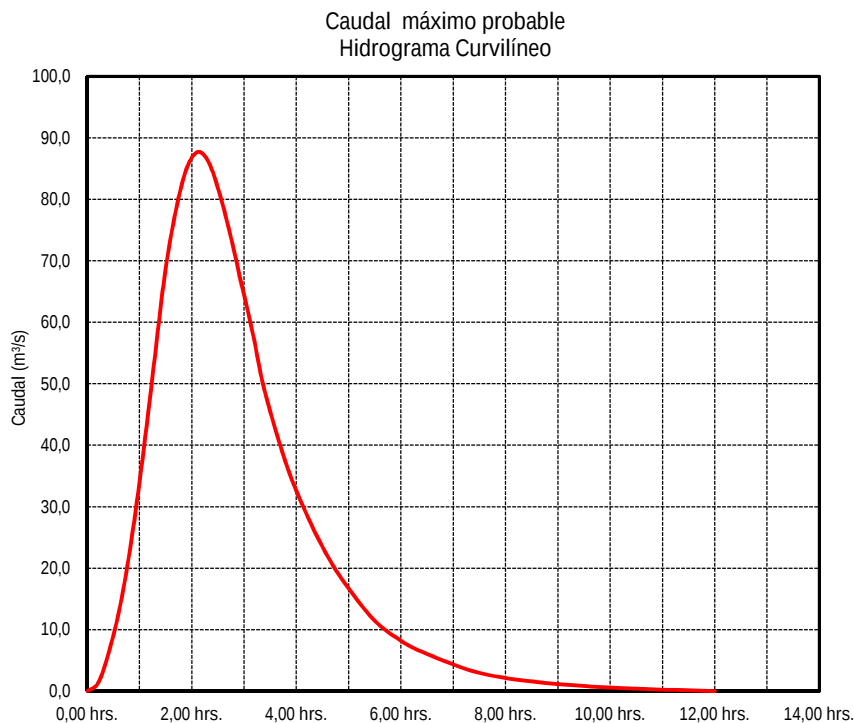
CAUDAL MÁXIMO PROBABLE – HIDROGRAMA TRIANGULAR



Fuente: Elaboración propia

GRÁFICO N° 4.8

CAUDAL MÁXIMO PROBABLE – HIDROGRAMA CURVILÍNEO



Fuente: Elaboración propia

De donde se puede establecer como caudal pico o de máxima crecida para un periodo de retorno de 500 años

$$Q_{max} = 87.74 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Tp = 2.12 \text{ hrs}$$

4.2.6. Sedimentación

El volumen total sedimentado en un embalse se determina por medio de reconocimiento batimétrico, que permite obtener perfiles verticales planos del vaso y, si la red de perfiles es densa, se obtiene el plano batimétrico y la cubicación del vaso.

Si por razones económicas se levanta una red poco densa, se pueden aplicar fórmulas empíricas de cubicación.

Para tal efecto se procedió a la estimación de la carga específica de sedimentación $\text{m}^3/\text{km}^2/\text{año}$ por tres métodos diferentes para luego realizar una comparación con los sedimentos obtenidos en un par de presas de nuestra región y realizar la estimación correspondiente.

4.2.6.1. Producción de sedimentos

Se tiene como un resumen de los métodos empleados en el cálculo lo siguiente:

CUADRO N° 4.17
PRODUCCIÓN DE SEDIMENTOS

Método	Caudal solido ($\text{m}^3/\text{año}$)	Caudal solido específico ($\text{m}^3/\text{Km}^2/\text{año}$)
Ecu. Universal de Perdida de Suelos	9631.13	880.36
Ecu. Universal de Perdida de Suelos (modificada)	3486.80	318.72
Modelo de degradación de suelos Djorovic	6031.02	551.28

Fuente: Elaboración propia

Donde se asume el valor de:

$$P_s = 318.72 \text{ m}^3/\text{año}/\text{Km}^2$$

$$P_s = 3486.80 \text{ m}^3/\text{año}$$

Se adopta el valor obtenido por la Ecuación Universal de Perdida de Suelos modificada por presentar un valor más parecido al Modelo de degradación de suelos por Djorovic, y además por contar con información real sobre el comportamiento de dos embalses de nuestro medio en operación: Culpina y Yotalilla; con los siguientes datos. Culpina: tasa de retención $686 \text{ m}^3/\text{Km}^2/\text{año}$ en un periodo de 40 años. Yotalilla: tasa de retención $548 \text{ m}^3/\text{Km}^2/\text{año}$ en un periodo de 10 años. Cabe destacar que las áreas de las cuencas para estas presas supera en demasía a la del proyecto por lo que sería incoherente asumir valores superiores.

4.2.6.2. Distribución de sedimentos en el embalse

Para prever la distribución de sedimentos existen diferentes métodos, para el siguiente estudio se utilizara el método Área - Incremento (E.A. Cristófono) por su simplicidad, fácil aplicación, y, ya que este es un método de base y desarrollo matemático.

El método adopta una hipótesis fundamental: los sedimentos se distribuyen en el vaso de tal modo que a partir de la nueva cota inferior reducen la superficie de embalse de la misma cantidad en cada nivel. La expresión matemática que sirve de fundamento es:

$$V_s = A_0 \cdot (H - h_0) + V_0$$

Donde:

V_s = Volumen de sedimentos depositados en el vaso (m^3)

A_0 = Área de embalse disminuida para cada nivel. Es el área original del embalse correspondiente a la cota inferior después de la sedimentación (m^2)

V_0 = Volumen de sedimentos depositados por debajo de la nueva cota inferior (m^3)

H = Profundidad primitiva del vaso en el paramento aguas arriba de la presa, Se mide desde el lecho hasta la máxima altura que alcanza las aguas en condiciones normales (m)

h_0 = Altura alcanzada por los sedimentos en el paramento aguas arriba de la presa (m)

La solución al problema consiste en ver cómo se modifican las curvas área - capacidad - altura después de haberse efectuado el aterramiento.

CUADRO N° 4.18

DISTRIBUCIÓN DE SEDIMENTOS EN EL EMBALSE

1	2	3	4	5	6
(m.s.n.m)	(m)	(m²)	(m³)	(m²)	(m³)
3883.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3884.0	1.0	82.1	26.0	0.0	0.0
3885.0	2.0	458.6	216.0	0.0	0.0
3886.0	3.0	1055.2	857.0	0.0	0.0
3887.0	4.0	1325.6	1912.0	0.0	0.0
3888.0	5.0	1709.8	3358.0	0.0	0.0
3889.0	6.0	2655.4	5496.0	0.0	0.0
3890.0	7.0	3400.4	8471.0	0.0	0.0
3891.0	8.0	4620.0	12513.0	1219.5	4042.0
3892.0	9.0	5821.2	17706.0	2420.8	5834.6
3893.0	10.0	6972.6	24051.0	3572.2	8779.1
3894.0	11.0	7852.4	31390.0	4451.9	12717.7
3895.0	12.0	8828.9	39605.0	5428.5	17532.3
3896.0	13.0	9692.0	48736.0	6291.6	23262.9
3897.0	14.0	10721.3	58838.0	7320.8	29964.4
3898.0	15.0	11840.6	70026.0	8440.1	37752.0
3899.0	16.0	13109.8	82487.0	9709.4	46812.6
3900.0	17.0	14551.0	96310.0	11150.6	57235.1
3901.0	18.0	16379.3	111685.0	12978.9	69209.7
3902.0	19.0	18105.8	128771.0	14705.4	82895.3
3903.0	20.0	19843.3	147567.0	16442.9	98290.8
3904.0	21.0	21623.7	168225.0	18223.2	115548.4
3905.0	22.0	23148.1	190479.0	19747.7	134402.0
3906.0	23.0	24834.7	214451.0	21434.3	154973.6
3907.0	24.0	26592.2	240110.0	23191.8	177232.1
3908.0	25.0	28426.4	267510.0	25026.0	201231.7
3909.0	26.0	30427.6	296761.0	27027.2	227082.3
3910.0	27.0	32250.9	327848.0	28850.4	254768.8
3911.0	28.0	34415.2	360743.0	31014.8	284263.4
3912.0	29.0	36340.6	395687.0	32940.2	315807.0
3913.0	30.0	38392.8	432799.0	34992.4	349518.5
3914.0	31.0	40722.6	472207.0	37322.2	385526.1
3915.0	32.0	43417.9	514085.0	40017.4	424003.7

Fuente: Elaboración propia

4.2.6.3. Curvas área – capacidad, modificadas

GRÁFICO N° 4.9

CURVA CAPACIDAD vs. ALTURA DE PRESA

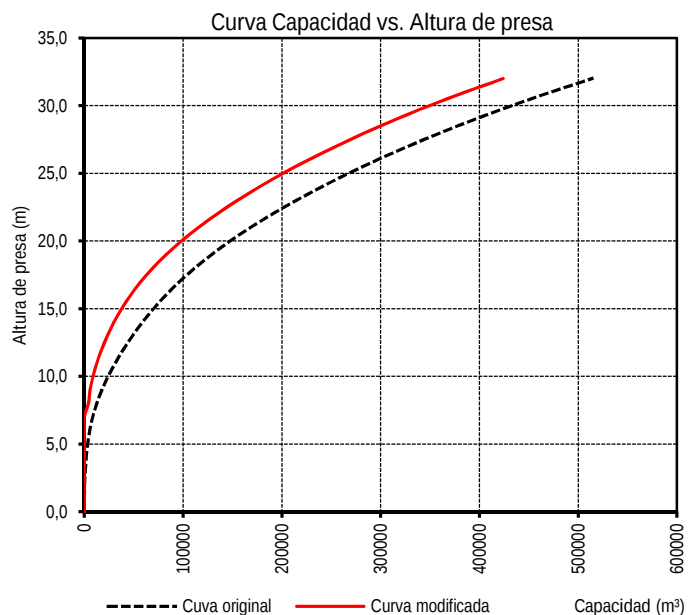
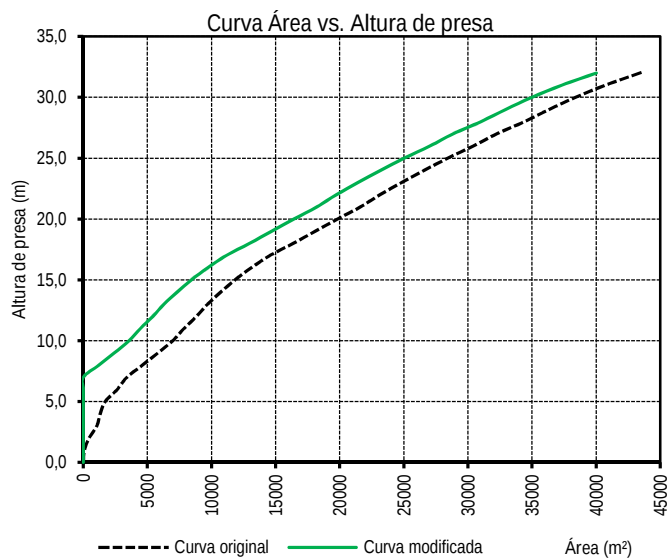


GRÁFICO N° 4.10

CURVA ÁREA vs. ALTURA DE PRESA



4.3. ESTUDIO GEOLÓGICO

4.3.1. Introducción

Para iniciar el estudio geológico del área de interés del proyecto de riego Minirepresa Chorcuya Méndez se realizaron las siguientes etapas:

Recopilación de información

La información que se obtuvo a través de diferentes instituciones y entidades en el departamento de Tarija fue la siguiente:

- Hojas Topográficas N° 6529 II y 6629 III, publicadas por el Instituto Geográfico Militar IGM a escala 1:50000.
- Se utilizó la publicación ZONIFICACIÓN AGROECOLÓGICA Y SOCIO ECONÓMICA DEPARTAMENTO DE TARIJA, Diciembre 2000 ZONIZIG.
- Mapas Geológicos Regionales, escala 1:100000 correspondiente a la Hoja Geológica N° 6528 YUNCHARÁ – SALITRE y la Hoja Geológica N° 6529 CARRIZAL preparada y publicada por el Ex Servicio Geológico de Bolivia hoy SERGEOTECMIN, año 1991.
- Informe Geológico Diseño Final Presa El Molino. Asoc. Accidental CEP, año 2004
- Imágenes del Sistema Google Earth.

Trabajo de Gabinete

Interpretación geológica y geomorfológica de imágenes de satélite en diferentes escalas, bandas y años con el propósito de obtener el cuadro o marco geomorfológico, geológico estructural regional, como apoyo a la posterior interpretación geológica geomorfológica y mapeo de campo.

Trabajo de Campo

Para el presente informe se realizó el siguiente trabajo de campo: Se procedió a realizar una investigación de reconocimiento de campo en la primer visita realizada al

sitio donde se planea construir la obra, donde se pudo observar la geología regional y se pudo realizar un levantamiento geológico del sitio donde se emplazaría la Minirepresa de Chorcuya Méndez,

En una segunda visita de campo se procedió a levantar la información de la calicata que se excavó en el margen derecho.

Transferencia y revisión de la información en gabinete

Al retorno del trabajo de campo, con la información obtenida en dicho trabajo se ha procedido a realizar la transferencia de la información geomorfológica y geológica a los planos topográficos correspondientes y se ha procedido a elaborar el presente informe.

4.3.2. Geomorfología

El área de estudio presenta características geomorfológicas complejas como resultado de los movimientos tectónicos y procesos morfológicos a los que estuvo sometido en épocas pasadas, los mismos que son responsables del desarrollo y evolución del paisaje actual. El sitio donde se emplaza el proyecto se encuentra dentro de la provincia fisiográfica denominada ***Cordillera Oriental***.

La Cordillera Oriental se caracteriza por su aspecto masivo, fuertemente disectado con rumbo predominantemente norte - sur. En general las rocas constituyentes fueron fuertemente plegadas y deformadas, falladas y tectonizadas, dando a la Cordillera Oriental un tipo tectónico propio. La presencia de planicies es otra de las peculiaridades. La amplia variedad litológica y su variabilidad petrológica ha favorecido la presencia de típicas inversiones de relieve, donde es frecuente observar valles localizados en anticlinales, y montañas, colinas o serranías modeladas en estructuras sinclinales.

Los sedimentos coluvio - aluviales y aluviales son el resultado del arrastre de los mismos desde los relieves más altos. La escasa cobertura vegetal en muchos sectores, tanto de las montañas como de las serranías, ha incidido desfavorablemente en la protección de los suelos, los cuales están sometidos a procesos geomorfológicos muy

activos, como erosión laminar, en surcos, en cárcavas, formación de *badlands* y otras formas de remoción en masas, que van degradando y modelando el paisaje.

Unidades de Terreno y Suelos

Las unidades de terreno, en el área de influencia del proyecto, han sido descriptas sobre la base de los grandes paisajes, tomando en consideración al grado de disección, la litología y la amplitud de relieve.

El análisis fisiográfico es un método del levantamiento de suelos que se basa en la relación suelo-paisaje. De esta manera las unidades de terreno se constituyen en unidades de mapeo y son la base para los levantamientos de suelos. A continuación se describen las unidades de terreno y los suelos que se encuentran en ellas.

- Montañas

Las montañas por la superficie que ocupan, se constituyen en el gran paisaje más característico de la Cordillera Oriental, y en el área de influencia del proyecto. Los suelos son generalmente superficiales, solamente en posiciones cóncavas son más profundos. Generalmente muestran signos de erosión laminar moderada y en algunos sectores erosión severa en cárcavas. Los suelos no son calcáreos, no son salinos ni sódicos, los contenidos de materia orgánica son bajos a medios y la disponibilidad de nutrientes generalmente es baja. Entre las montañas se encuentran pequeños valles con pendientes entre 5 y 15%. En este componente los suelos son moderadamente profundos.

- Serranías

Las serranías son altas, medias y bajas, de formas elongadas con cimas subredondeadas e irregulares; la disección varía de moderada a muy fuerte, donde las pendientes varían entre 30 y 60%. Los suelos varían de superficiales a profundos; frecuentemente se aprecia erosión principalmente laminar. Los suelos son bien drenados, no son calcáreos, no son salinos ni sódicos. La disponibilidad de nutrientes generalmente es baja a media.

- Colinas (áreas de riego)

Las colinas son altas, medias y bajas, presentando normalmente cimas subredondeadas a redondeadas. Son ligeramente a fuertemente disectadas con pendientes de 15 a 90 %, con rocosidad predominante en la superficie, acompañada de abundante pedregosidad.

Los suelos varían de muy superficiales a moderadamente profundos, con erosión laminar y surcos. Son moderadamente bien a bien drenados, con contenidos bajos a medios de materia orgánica, mientras la disponibilidad de nutrientes es baja a media. En las unidades de colinas se encuentran además pequeños valles con pendientes entre 2 y 5%. Los suelos en estos valles generalmente son poco desarrollados, son moderadamente profundos con mucha pedregosidad en el subsuelo, el drenaje varía de excesivamente a bien drenados.

- Planicies (áreas de riego)

Dentro del gran paisaje de las planicies se distinguen dos paisajes: las superficies de erosión y las mesetas.

Los suelos en las superficies de erosión son muy superficiales a profundos, con limitaciones de profundidad de horizontes petrocálcicos especialmente en depresiones. Son moderadamente bien drenados a bien drenados. Los suelos no son salinos ni sódicos, el contenido de materia orgánica y la disponibilidad de nutrientes son bajos.

Los suelos en las mesetas son superficiales a moderadamente profundos, bien a moderadamente bien drenados, no calcáreos, localmente con moderados o altos valores de salinidad. Los contenidos de materia orgánica son bajos a muy bajos y la disponibilidad de nutrientes es baja. Los suelos en las superficies de erosión y mesetas son afectados por erosión de tipo laminar ligera a moderada y eólica moderada, mientras en algunos sectores se evidencia erosión severa en cárcavas.

- Piedemontes

Los piedemontes son ligeramente hasta fuertemente disectados. Este gran paisaje presenta inclusiones de llanuras aluviales, depresiones, terrazas. Las pendientes varían de 2 a 30%, sin o con poco afloramiento rocoso, pero con abundante pedregosidad superficial. Los suelos son variables, algunos son poco desarrollados, otros son suelos calcáreos, mientras que otros evidencian enriquecimiento de arcilla. Generalmente se aprecia una erosión acelerada en cárcavas. En general son moderadamente profundos a profundos, desde bien a imperfectamente drenados, generalmente no son salinos ni sódicos.

- Llanuras

Las llanuras están surcadas por cursos de agua que le imprimen una disección que varia desde moderada hasta extremadamente disectada Las pendientes varían generalmente de 0 a 8%.

En el área de influencia del proyecto se trata de llanuras fluvio - glaciales, aledañas a las montañas que fueron afectadas por glaciación, forman un paisaje suavemente ondulado y se ubican en la región alta del departamento, como Tajzara y Yunchará, con alturas que fluctúan entre los 3.600 y 4.000 m.s.n.m.

Los suelos se desarrollaron a partir de la deposición de sedimentos de la deposición acumulada de sedimentos con clastos de muy pobre selección, producto de la post - glaciación en el caso de las llanuras fluvio - glaciales. Se encuentran suelos desde poco hasta bien desarrollados. En general, las llanuras muestran signos de erosión laminar y en surco de grado ligero a moderado, mientras en los badlands la erosión es severa a extrema en cárcavas y laminar, la mayoría de los suelos no son salinos ni sódicos.

4.3.3, Marco geológico regional

Con La interpretación geológica y geomorfológica de las imágenes se ha procedido obtener el modelo geológico estructural y geomorfológico regional que caracteriza a la zona de estudio en la que halla ubicado el proyecto.

De acuerdo a lo indicado anteriormente, regionalmente el área que circunda al sitio de emplazamiento del proyecto, muestra un marcado control estructural, debido a la presencia de un plegamiento asimétrico con flancos de estructuras abruptas y asociados a un sistema de fallas longitudinales y transversales, de extensión regional, que han provocado un acortamiento de los pliegues en rocas de edad paleozoica, razón por la cual los flancos de los indicados pliegos anticlinales y sinclinales se hallan cortados o afectados en algunos casos por fallas inversas de alto ángulo y en otras por fallas de rumbo.

Estas características estructurales corresponden a movimientos tectónicos ocurridos durante el Ciclo Andino, en el que ocurrió la acumulación de depósitos de edad Mesozoica que afloran en áreas aledañas a la zona de estudios y depósitos más restringidos de edad Terciaria, correspondiente a las arcillas del Grupo Honda, de ambiente lacustre, sobre el que se depositan sedimentos de edad cuaternaria por la acción de procesos de glaciación, fluvio-glaciales, fluviales, lacustres, fluvio-lacustres y eólicos, que ocurrieron en pequeñas cuencas intramontanas de la zona, entre ellas se halla la cuenca de Tacsara – Laguna Grande.

En rumbo general de las estructuras circundantes es aproximadamente norte – sur, y constituyen un gran anticlinorio denominado anticlinorio Yunchará - Sama, que comprende a los pliegues anticlinales de Yunchará, Iscayachi y Sama.

En el área, se identifican lineamientos geológicos de dirección Norte – Sur, aproximadamente, que podrían corresponder a fallas longitudinales casi paralelas al rumbo general de la estructura y fallas transversales. El término lineamiento es utilizado para referirse a aquellos rasgos lineares, que varían en longitud desde pocos kilómetros a más de 50 Km que en la mayoría de los casos reflejan o son la expresión

superficial de diferentes tipos de discontinuidades, como fallas, fracturas, que se traducen en la imagen en alineamiento de ríos, alineamiento de segmentos de ríos, ríos de diseño rectilíneo, alineación de vegetación, alineación marcada de tonos fotográficos, o alineamientos de rasgos morfológicos.

Desde el punto de vista geomorfológico, la zona circundante de acuerdo a lo indicado anteriormente y a consecuencia de la existencia de fallamiento longitudinal preponderante en el área, el paisaje se halla fuertemente controlado tanto por el plegamiento como por las indicadas fallas inversas de dirección Norte – Sur de extensión regional desarrollando un paisaje caracterizado por una alternancia de valles y serranías longitudinales (Yunchará, Iscayachi y Sama), alineadas con el rumbo general de las estructuras geológicas de los estratos de edad Cámbrica y Ordovícica muy característico de la zona montañosa que predomina en el área.

El diseño del drenaje, por lo tanto es el reflejo del mismo control estructural, tratándose a nivel regional de un diseño de drenaje. Parrilla modificada por falla o Trellis de falla, donde los ríos principales son subsecuentes de dirección casi Norte Sur, y los ríos transversales y resecuentes que son de menor longitud.

Sitio de emplazamiento de la minirepresa de Chorcoya Méndez

El sitio elegido por el consultor para el emplazamiento de la obra se encuentra en la cabecera de la cuenca del río Tomayapo, específicamente en la Quebrada Niña Huayco.



FIGURA 4.5 UBICACIÓN DEL SITIO DE EMPLAZAMIENTO DE LA PRESA

4.3.4. Estratigrafía

En el área del proyecto, afloran rocas plegadas de edad Paleozoica y Cenozoica. Las rocas paleozoicas corresponden a los Sistemas Cámbrico y Ordovícico, que corresponde a un periodo de depositación en una cuenca subsidente en condiciones distensivas, conocido como Ciclo Tacsariano. Otro grupo de rocas que aflora en el área corresponde a rocas de edad Terciaria y Cuaternaria que pertenecen al Ciclo Andino.

Estratigrafía del sitio de emplazamiento de la presa

En el sitio de emplazamiento de la presa se observan afloramientos esporádicos de roca en la para superior del estribo derecho, se trata de una arenisca cuarcítica perteneciente a la Formación Iscayachi.



FIGURA 4.6 ESTRIBO SUPERIOR DERECHO

Su color es marrón claro, a amarillento y los afloramientos son muy aislados; como se puede observar la roca se encuentra muy diaclasada.

Formación Iscayachi: Es la base del Ordovícico, el principal afloramiento de las rocas de esta formación se halla en la serranía homoclinal, flanco Oeste del anticlinal San Roque. Litológicamente está constituida por una alternancia de bancos de limolitas gris verdosas intercaladas con delgados bancos de areniscas y lutitas grises.

C U A T E R N A R I O

Depósitos Glaciales – Morrenas.

En partes altas de las Serranías de Chorcoya, se encuentra partes de las morrenas terminales, en parte erosionadas, pero que aun conservan sus formas lobuladas y con un contenido de bloques rocosos hasta de 2 m de longitud, con formas poco redondeadas y acumuladas en una masa sin clasificación con otros cantos menores, gravas, arenas y arcillas.



FIGURA 4.7 ESTRIBO IZQUIERDO MORRENAS

Terrazas Fluvio - lacustres

La cuenca de Chorcoya, presenta planicies horizontales adyacentes a los cursos de aguas actuales compuestos por material areno limoso con alto contenido orgánico vegetal, por lo cual tienen coloración gris negruzca. Estos terrenos son muy utilizados para fines agrícolas. Su morfología en planicie y su contenido vegetal hacen que sean considerados como depositados en un ambiente lacustre, posiblemente formados por la acumulación de torrentes fluviales que formaron lagos temporales, actualmente afectados por la erosión retrograda.



FIGURA 4.8 DEPÓSITOS FLUVIO LACUSTRES

Terrazas Aluviales

Corresponden a antiguos lechos o cursos de ríos y que al presente han quedado con cierta diferencia de nivel sobre lechos actuales de ríos que por los efectos de su erosión retrógrada forman ciertas terrazas, donde crece cierta vegetación. Su composición granulométrica es similar a la de los depósitos aluviales con cantos de rocas medianos, gravas y arenas.



FIGURA 4.9 ESTRIBO DERECHO TERRAZA ALUVIAL

Depósitos Aluviales

Si bien consideramos los depósitos más jóvenes, también existen aluviones muy antiguos, pero en general están caracterizados por sus cantos de roca bastante redondeados, además de contenidos de gravas y arenas.

Adyacentes a los lechos actuales existen cursos antiguos o extensiones mayores de los lechos que al presente forman terrazas ubicadas algo menos a un metro sobre los lechos actuales. Su alta permeabilidad hace buenos reservorios acuíferos y si bien muchos de los lechos se los ven secos, a poca profundidad contienen cursos de aguas que no son aprovechados.



FIGURA 4.10 DEPÓSITOS ALUVIALES (LECHO DE QUEBRADA)

4.3.5. Plano geológico

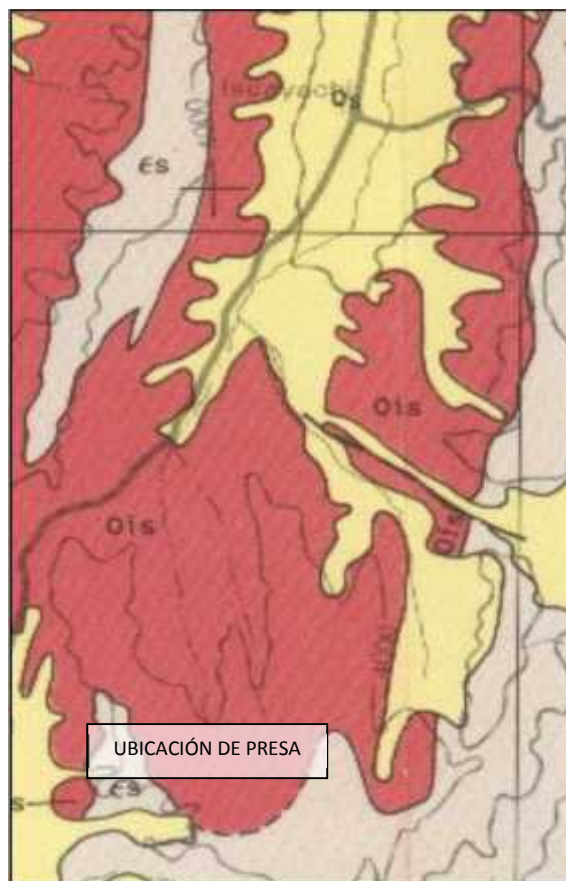
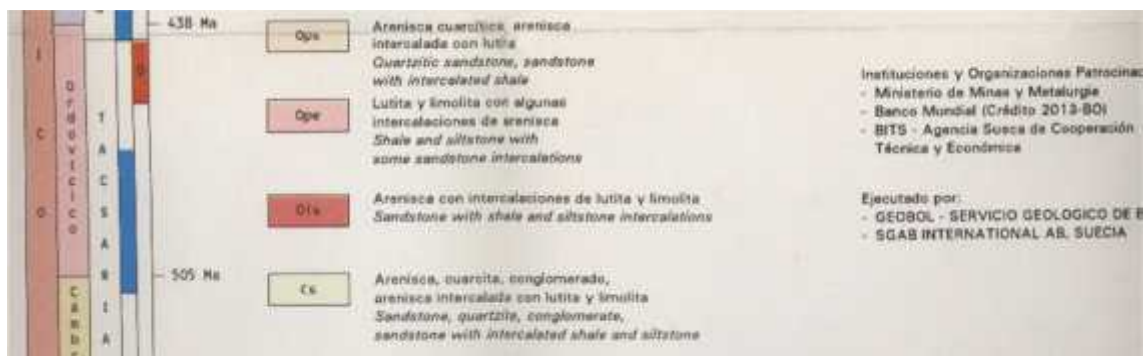


FIGURA 4.11 PLANO GEOLÓGICO

REFERENCIAS



4.3.6. Meteorización

El sector donde se construirá la presa presentan condiciones de una zona medianamente meteorizada donde no se observan elevaciones de magnitud, que pudieran estar sujetas a procesos intensos de descomposición.

Los cambios de temperatura, humedad y tipo de vegetación, son factores que, asociados a las características físico - químicas de ellas, tales como la exfoliación y/o el clivaje contribuyen al fracturamiento de la roca intacta. Estos factores están también relacionados a las diaclasas pero, en menor proporción que al clivaje cuya orientación es paralela a los planos de estratificación.

En base a la precipitación y temperatura media anuales correspondientes al lugar, y de acuerdo a Luis Poitier, la influencia de los procesos geomorfológicos epigenéticos se distribuyen de la siguiente manera:

▪ Meteorización química	nada perceptible
▪ Meteorización mecánica	ninguna
▪ Remoción en masa	muy escasa
▪ Erosión pluvial	media
▪ Erosión eólica	escasa

4.3.7. Sismología

A través del Observatorio de San Calixto, que es la mejor institución que tiene Bolivia en temas sísmicos, se ha realizado un estudio detallado que se adjunta in extenso en el anexo I y que tiene como principales conclusiones las siguientes:

Para el área donde se proyecta la presa, en las proximidades de la ciudad de Tarija, fueron estimadas intensidades máximas de grado VI (64.56 cm/s²), estas intensidades

fueron provocadas por terremotos de magnitudes mayores a 6.0 de profundidad focal intermedia (250 km de profundidad).

Focos de actividad sísmica superficial no son importantes en el área, cuando se presentan producen intensidades máximas que no pasan de V (32.36 cm/s²).

Los focos de actividad sísmica muy profunda no revisten importancia debido a la distancia en que se encuentran desde el sitio de la presa (en promedio 158 km), las mayores aceleraciones calculadas son un poco mayores al 5% de g (49 cm/s²).

La mayor incidencia sobre el riesgo sísmico en el sitio de la presa se debe a la presencia de terremotos de profundidad intermedia (83.0 %), la máxima aceleración calculada para un terremoto de magnitud 7.25 es del 13.54% de la aceleración de la gravedad (132.69 cm/s²).

Aceleraciones de 128.82 cm/s² (Intensidad VII MM) en el sitio de la presa tienen mayores probabilidades de ocurrir en más de 100 años.

El terremoto máximo creíble (MCE) en el área de la presa es de magnitud 6.9, ocurrido en ocasión del terremoto del 17 de mayo de 1909 con foco a 250 km de profundidad y ubicado a 35 km de distancia de la presa.

Para el diseño sismorresistente se debe considerar el sitio de la presa como correspondiente a Zona 2 ($C_o = 0.07$).

4.3.8. Bancos de préstamo



FIGURA 4.12 IMAGEN SATELITAL BANCOS DE PRÉSTAMO

Arcillas

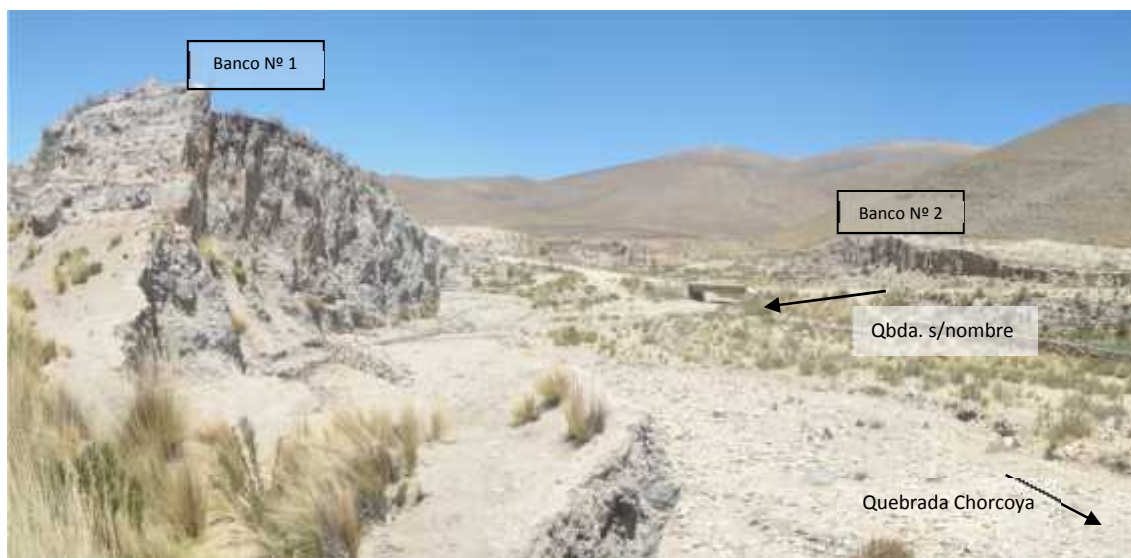


FIGURA 4.13 BANCO DE PRÉSTAMO - ARCILLAS

Como la fotografía indica se han identificado 2 bancos de préstamo, en ambos se procedió a verificar la calidad del material a través de ensayos de laboratorio (que se adjuntan al presente informe) y a cuantificar los volúmenes disponibles de explotación, estos bancos se encuentran ubicados en la zona denominada como Barrio El Puente de la Comunidad de Chorcoya. Estos bancos de préstamo se encuentran ubicados sobre la carretera principal que une a el paraje denominado Cruce Chorcoya (en la escuela) con la comunidad de Iscayachi, exactamente a la altura del puente como la fotografía lo indica. La distancia hasta el sitio de emplazamiento de la presa de Chorcoya Méndez es de 5 Km.

Descripción de los Bancos de Préstamo de Arcillas

Banco N° 1

Ubicación : Sobre Quebrada Chorcoya Méndez. Paraje denominado Barrio El Puente de la Comunidad de Chorcoya Méndez.

Distancia a obra: 5 Km.

Descripción : Arcillas limo arenosas con intercalaciones esporádicas de lentes de gravas y gravillas.

Acceso : 50 m desde el puente (es necesario construir este acceso)

Dimensiones :
 L 150 m
 A 8 m
 E 20 m

Volumen : 24.000 m³

Observaciones: En caso de utilizar este banco deberá prever la construcción de unos 50 m lineales de gavión para proteger terrenos de cultivos

que podrían ser afectados en época de avenidas de la quebrada sin nombre.



FIGURA 4.14 BANCO DE PRÉSTAMO N° 1

Banco N° 2

Ubicación : Sobre Quebrada sin nombre en el Paraje denominado Barrio El Puente de la Comunidad de Chorcoya Méndez.

Distancia a obra: 5 Km.

Descripción : Arcillas

Acceso : 40 m desde el puente (es necesario construir este acceso)

Dimensiones :
L 100 m
A 10 m
E 12 m

Volumen : 12.000 m³

Observaciones: En caso de utilizar este banco deberá prever la reconstrucción de un canal de riego rústico que sería afectado y la reubicación de unos postes de electrificación rural ubicados en la parte alta del banco.



FIGURA 4.15 BANCO DE PRÉSTAMO N° 2

En ambos casos deberá acordarse con los comunarios y firmar las actas correspondientes en las que autoricen la utilización de estos materiales.

Recomendación: Se recomienda la utilización del Banco N°2 debido al índice de plasticidad observado en los ensayos realizados en laboratorio. Se adjunta al presente informe en la Sección Anexos los resultados de laboratorio.

Materiales Granulares

El sitio donde puede aprovecharse materiales de granulometrías variadas es la Quebrada Niña Huayco, en el mismo sitio de emplazamiento de la obra. Se puede obtener materiales de variadas granulometrías.



FIGURA 4.16 BANCO DE PRÉSTAMO N° 3



Calicata ejecutada en sitio de emplazamiento de presa y se puede observar el espesor del relleno aluvial que contiene material granular angular que indica el escaso desplazamiento que ha tenido el mismo. La calicata realizada tuvo una profundidad de 2,5 m profundidad en la cual se mantiene el relleno aluvial.

Banco N° 3

Ubicación	:	Sobre Quebrada Niña Huayco.
Distancia a obra:		En el sitio de emplazamiento de la presa
Descripción	:	Material granular diferentes granulometrías
Acceso	:	en sitio de emplazamiento de obra.
Dimensiones	:	toda la longitud de la quebrada Niña Huayco
Observaciones:		Ninguna.

4.3.9. Programa de inyecciones

Conforme a lo observado en superficie y a la litología que se espera encontrar una vez que se ejecuten las perforaciones a diamantina las cuales tendrán como objeto principal definir el nivel de base donde se encontrará el zócalo de roca donde se procederá a fundar la presa objeto del presente estudio, por razones de seguridad técnica, se recomienda ejecutar un programa de inyecciones, mediante una Pantalla de Impermeabilización.

El objetivo de las inyecciones es el de penetrar y consolidar dentro de la fundación, tanto las discontinuidades más abiertas (planos de estratificación, diaclasas, grietas, y microgrietas).

Antes de iniciar el proceso constructivo se recomienda ejecutar perforaciones a diamantina diámetro NQ con sus respectivas pruebas de permeabilidad “Ensayos Luggeon” lo que permitirá indicar la calidad de la roca de fundación y la permeabilidad de la misma, posteriormente se debe proyectar una Pantalla de Impermeabilización, mediante 2 líneas de inyección.

Los pozos de la LÍNEA A (Pozos Primarios), se ubicaran sobre el eje de la presa tendrán una profundidad de 12,00m, cada pozo con una separación equidistante de 6,00m., las perforaciones serán verticales.

La LÍNEA B (Pozos Secundarios), ubicada 5,00m aguas arriba de la primera tendrán una profundidad de 6,00m., y una separación de 3,00m con respecto a los primarios, dispuestos a 3 bolillo.

Después de concluida la inyección de los pozos de las 2 líneas programadas, de acuerdo a los resultados que se obtengan, si es necesario se ejecutara una tercera o cuarta serie de pozos para inyección, que se realizaran respetando el principio del “Ajuste Progresivo”.

Las perforaciones e inyecciones se realizaran desde la cota de fundación, luego de realizada la excavación sobre el eje de la presa.

En las operaciones de inyección se sugiere efectuar de abajo hacia arriba, en tramos no mayores a 3,00m de profundidad, se puede utilizar una lechada compuesta por cemento y agua, en proporciones que se deben ensayar durante la construcción de la presa.

La secuencia de perforación puede iniciarse por el lecho de la Quebrada de Niña Huayco y luego continuar por los estribos, no es definitiva pudiendo modificarse según los trabajos y avance de la obra.

La Inyección debe utilizar una mezcla de Cemento-Agua, y según la necesidad adicionar Bentonita, con un porcentaje que puede variar del 2 al 3%.

La inyección comenzara por la lechada menos densa, hasta una con mayor porcentaje de cemento, de ser necesario se debe utilizar arena fina para lograr la impermeabilidad del sustrato.

Con relación a la presión de inyección esta puede variar desde 0 hasta 10 kg/cm², dependiendo de la profundidad y la calidad de la roca, la inyección concluye al obtener la presión de rechazo, por un tiempo de 10 minutos de inyección continua, que se logra al no existir absorción en el tiempo considerado y presión constante.

Durante la etapa de inyección, se debe prever ejecutar perforaciones de verificación, con la finalidad de comprobar la eficiencia de los trabajos de inyección, extraer testigos de roca, observar si existen vestigios de la inyección, realizar pruebas de permeabilidad Lugeón si son necesarios, comprobar la calidad de la inyección e inyectar los mismos pozos, lo cual permitirá continuar con lo previsto o cambiar las distancias de pozos, dosificaciones y profundidades.

La inyección debe reportar: N° de pozo, fecha, presión de inyección, tramo de inyección, tipo de lechada, volumen de absorción, tiempo de inyección y otros aspectos que no se describen.

Los materiales a ser utilizados en la inyección son los siguientes:

- Agua, previamente será sometida al análisis físico químico
- Cemento IPC 30, certificado por la Fabrica
- Bentonita, necesaria para la impregnación de las fracturas.
- Arena fina silicea

Equipo de inyección:

- Un equipo de perforación a rotación
- Una mezcladora con agitador
- Una bomba de inyección
- Un medidor para el agua
- Manómetro para el control de la presión
- Obturadores de goma, mangueras y accesorios

En la tabla se muestra de manera indicativa, la dosificación que se puede utilizar.

CUADRO N° 4.19

DOSIFICACIONES PARA INYECCIONES

DOSIFICACIÓN	MEZCLA			MEZCLA	
				Volumen	Peso
Agua/ Cemento	Agua (lts.)	Cemento (Kg.)	Bentonita (Kg.)	Litros	Kg.
2 / 1	100	50	2-3	117.2	150
1/ 1	100	100	2-3	134.5	200
1 / 1.25	100	125	2-3	143.1	225
1 / 1.5	100	150	2-3	151.7	250

Fuente: Elaboración del ingeniero geólogo contratado

4.3.10. Conclusiones

La zona de estudio se encuentra en la Provincia Geológica de la Cordillera Oriental, desde el punto de vista geológico se puede indicar que la presa se podrá fundar sobre rocas consolidadas, que pertenecen a la Formación Iscayachi de edad del Ordovícico. Para realizar la fundación de la presa se recomienda lo siguiente:

Es indispensable proceder a limitar con precisión el contacto existente entre el material de arrastre aluvial y la roca, luego de las prospecciones realizadas a través de la excavación de calicatas no se ha encontrado este contacto, tampoco dentro del presupuesto para el presente estudio se ha contemplado la ejecución de prospección geofísica (sondeos eléctrico verticales) ni perforaciones a diamantina las cuales podrían indicar la profundidad a la que se encuentra el contacto entre el material aluvial y la roca. No obstante en base a los buzamientos de la roca existente en el estribo derecho y a los antecedentes existentes en zonas aledañas, se estima que la roca puede aflorar a una profundidad que oscile 7 metros.

Como se indicó anteriormente se recomienda la ejecución de una Pantalla de Impermeabilización sobre el eje de la presa, para evitar la fuga del agua embalsada, por los planos de estratificación, las fracturas y la porosidad de las limolitas y areniscas.

4.4. OFERTA Y DEMANDA DE AGUA

4.4.1. Oferta de agua

4.4.1.1. Oferta mensual de agua de la fuente

Anteriormente se determinaron los aportes de los caudales medios mensuales de la cuenca, según procedimiento explicado tanto en el presente informe como en la sección de anexos, obteniéndose valores que se muestran en el siguiente cuadro.

Donde también se puede observar los valores de los caudales de la oferta regulada en la presa de acuerdo a las demandas proporcionadas en la propuesta agrícola realizada.

CUADRO N° 4.20
OFERTA MENSUAL DE AGUA

Mes	Caudales medios mensuales al 60% de probabilidad de exc.		Oferta regulada en la presa	
	Qsup (m³/mes)	Qsup (lts/s)	Qsup (m³/mes)	Qsup (lts/s)
Octubre	37164.54	13.876	55649.84	20.777
Noviembre	43705.01	16.862	49906.15	19.254
Diciembre	136203.42	50.853	37667.83	14.064
Enero	177868.57	66.409	57502.25	21.469
Febrero	150508.79	62.214	134073.65	55.421
Marzo	107512.15	40.140	101251.50	37.803
Abril	23527.75	9.077	0.00	0.000
Mayo	835.30	0.312	0.00	0.000
Junio	1097.06	0.423	24559.04	9.475
Julio	23.20	0.009	29953.86	11.183
Agosto	4188.13	1.564	56646.21	21.149
Septiembre	10580.53	4.082	56597.70	21.836
Total =	693214.47	265.819	603808.02	232.430

Fuente: Elaboración propia

En situación con proyecto y bajo las características de regulación de la presa, la oferta de agua mensual se encontrará limitada únicamente por la capacidad máxima de almacenamiento del embalse, que también garantiza la provisión de un caudal de 5 % de los valores de las demandas como caudal ecológico de la quebrada Niña Waykho, y no afectar significativamente a las características de los suelos aguas abajo.

4.4.2. Demanda de agua

4.4.2.1. Demanda de agua del modulo Agrícola

4.4.2.1.1 Cédula de cultivos bajo riego

La implementación del proyecto en una zona donde se tiene poca tradición de riego tendrá connotaciones técnicas y socioeconómicas importantes que introducirá cambios significativos a los sistemas productivos y de comportamiento social de sus habitantes que necesariamente deberán adecuarse a las condiciones que exigirá el nuevo escenario, bajo esta premisa, las condiciones de desarrollo del proyecto,

plantea la necesidad de diseñar un sistema de producción agrícola que conjuncione criterios económicos de mercado y rentabilidad de los productos y las respuestas técnicas a la situación. Con Proyecto, actualmente el plan de cultivos que se practica con regularidad en el área del proyecto básicamente está conformado por ajo, arveja, cebada, y papa, sin embargo en comunidades vecinas como Iscayachi y otras que se encuentran cerca del área de riego, donde existen sistemas de micro riego tanto mejorados como rústicos, los cultivos que se manejan difieren diametralmente de la comunidad de Chorcoya Méndez, ya que la mayoría de estos cultivos han sido adoptados con el criterio de obtener la mayor rentabilidad posible en una superficie reducida.

Además deben ajustarse a la cantidad de agua disponible, haciendo que cultivos extensivos no estén dentro del plan, porque su manejo requiere de mayores esfuerzos técnicos y económicos, además de mayor requerimiento de agua para lograr resultados que no justifican los recursos y dedicación invertidos. Sin embargo los agricultores han logrado una especie de complementación en el sistema productivo de estas comunidades en el sentido de que las áreas bajo riego se destinen exclusivamente a cultivos de alta rentabilidad en poca superficie y las áreas remanentes que no podrán acceder al riego no por ser suelos no aptos para la irrigación, sino porque la disponibilidad de agua no alcanza para estas áreas, la solución es continuar sembrando con cultivos extensivos como el ajo, arveja, haba, y papa, incorporando los cultivos de nabo, oca y hortalizas.

En razón a estas consideraciones y verificando la funcionalidad de sistemas productivos de otras comunidades, se plantea como modelo de producción el sistema productivo de las comunidades cercanas al área del proyecto y que cuentan con sistemas de micro riego, adecuando naturalmente a las condiciones particulares del proyecto. Consecuentemente la cédula de cultivos estaría compuesta, para las áreas extensas por los mismos cultivos manejados actualmente es decir ajo, arveja, haba, y papa, que deberán distribuirse de acuerdo a las condiciones de mercado y disponibilidad de los recursos de los agricultores en una superficie aproximada de

251 has, mientras que el área contemplado como superficie bajo riego que será de 251 has físicas aproximadamente, para los cuales la fuente de agua garantizaría el riego durante 10 meses del año.

Los cultivos planteados para el sistema productivo bajo riego básicamente sobre la base de las anteriores consideraciones se adoptan los cultivos que se implementaron en las zonas contiguas al área del proyecto y consta de los siguientes: ajo, arveja, haba, papa, nabo, oca y hortalizas estos cultivos dan resultados técnicos y económicos ventajosos a otros que se pueden introducir o sugerir pero que para su plena adopción por el productor debe transcurrir un periodo que no es fácil señalarlo, pero es oportuno implementarlo al contarse con agua regulada. Por otro lado se tiene la ventaja de que los productores de la zona del proyecto conocen el manejo técnico y de mercadeo de los productos que se contemplan en la cédula de cultivos para la fase de operación del proyecto, aunque no lo han estado practicando por la carencia de un sistema de riego.

Esta cédula de cultivos que se indica, es compatible con la oferta de agua que será regulada por la presa, y está de acuerdo con el potencial hídrico de la cuenca. Asimismo deberá ser compatible con la operación del sistema de riego adoptado, puesto que en el área del proyecto, no se cuenta con cultivos de mayor demanda hídrica relativa, que puedan alterar la indicada operación.

El planteamiento de la cédula de cultivos con proyecto es el resultado de la interrelación de aspectos como: Frecuencia, tamaño de parcelas a regar por cada usuario, clasificación de suelos según su aptitud para riego, condiciones climáticas, vocación económica de cultivos en función a la oferta y demanda, ventajas comparativas, rotación de cultivos, asistencia técnica y capacitación del agricultor, capacidad de mano de obra familiar y/o alquilada, organización a nivel de la producción y sobre todo a la disponibilidad de agua en la época de estiaje, para no interferir en el desarrollo normal de los cultivos.

La cedula de cultivos también fue definida sobre la base de la utilización intensiva de la tierra con cultivos alternos de verano e invierno según las estructuras, sistemas de

producción (tecnologías que emplean), proximidad de los mercados, condición socioeconómica y culturales según las zonas agro ecológicas.

Un aspecto muy importante en la definición de la cédula de cultivos fue la participación de los agricultores beneficiarios del proyecto de riego, con los cuales luego de reuniones de análisis y discusiones sobre las ventajas y desventajas, se llegó a establecer los cultivos para los diferentes periodos en el año agrícola, tomando en cuenta las prácticas de rotación y el uso sostenible del suelo, obteniendo de esta manera el modelo de finca para una hectárea. Además esta cédula se compatibilizó con la superficie de cultivos distribuidos en las dos épocas del año relacionado con la futura operación del sistema de riego.

Otros criterios para la selección de los cultivos y variedades, es que tienen que ser cultivos y variedades conocidas en su producción y viables para su comercialización, como también considerar otros parámetros, como grado de adaptación a las condiciones climáticas del área, el valor económico de los productos, el fácil almacenamiento por largos períodos y las ventajas agro climáticas que permita obtener cosechas en épocas con mejor ventaja comparativa en cuanto a precio para obtener oportunidad de mercado.

Considerando que toda actividad económica y productiva es dinámica y está sujeta a cambios muchas veces inesperadas ya sea por situaciones técnicas o de mercado, el planteamiento de la cédula en todo caso es referencial, en el entendido de que los que finalmente definirán anualmente las condiciones bajo las cuales asumirán su rol productivo son los beneficiarios, la tarea del estudio es abrir un abanico de alternativas y posibilidades mostrando un horizonte de acciones para concretizar los objetivos planteados.

El modelo sugerido es perfectamente modificable con la incorporación o eliminación de uno o más cultivos nuevos o variando las proporciones de los cultivos, según la importancia, oportunidad, productividad y respuesta de cada uno de ellos a las condiciones agro ecológicas y condiciones de producción intensiva bajo riego.

El actual uso de la tierra está adecuado a los patrones culturales y tradicionales. Las condiciones de clima y suelos permiten lograr un desarrollo normal de los diferentes cultivos y un mejoramiento substancial con el establecimiento del proyecto.

La utilización de la oferta de agua será optimizada, ya que contará para este diseño con la infraestructura de una obra de regulación del recurso hídrico mediante una presa, y en un posterior diseño la implementación de un sistema de conducción principal, además de una red secundaria que conduzca las aguas hasta las unidades parcelarias, que luego se preverá también la implementación de sistemas de medición, distribución y partición hacia las parcelas de riego. Por otra parte, a través del asesoramiento técnico a los usuarios, la aplicación de agua a sus parcelas deberá ser eficiente. De acuerdo a las condiciones agro climatológicas la cedula de cultivos y los periodos de cultivos se efectuará en dos cosechas al año (cultivos en periodo de estiaje o siembra de miska y siembra grande de verano-otoño).

CUADRO N° 4.21

CÉDULA DE CULTIVO PROPUESTA

CULTIVO	INVIERNO		VERANO	
	[Has.]	[%]	[Has.]	[%]
Ajo	0.00	0.00	21.00	8.35
Arveja	11.00	4.37	10.00	3.98
Cebada	0.00	0.00	7.00	2.78
Haba	11.00	4.37	10.00	3.98
Papa	0.00	0.00	21.00	8.35
Nabo	0.00	0.00	3.00	1.19
Oca	0.00	0.00	3.00	1.19
Hortalizas	0.00	0.00	6.00	2.39
Área sin Cultivo	229.50	91.25 %	170.50	67.79 %
Área Cultivada	22.00	8.75 %	81.00	32.21 %
Total Cultivable	251.5	100.00 %	251.50	100.00 %

Fuente: Elaboración propia – Consulta con la comunidad.

4.4.2.1.2 Calendario de cultivos

De acuerdo a los factores mencionados anteriormente se recomienda implementar el siguiente calendario agrícola para los cultivos propuestos, respetando el calendario de los cultivos a secano o extensivos donde es posible introducir ligeras modificaciones para adecuar a las condiciones Con proyecto y sobre todo facilitar el desempeño de los agricultores y no sobrecargar actividades en algunos periodos y en otros no, el siguiente cuadro refleja el calendario para los cultivos propuestos.

CUADRO N° 4.22

CALENDARIO PRODUCTIVO PROPUESTO

CALENDARIO DE CULTIVOS CON PROYECTO												
ÁREA FÍSICA =251.5 has												
CULTIVO	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY
AJO invierno												
ARVEJA invierno	11.00	11.00	11.00	11.00	11.00							
HABA invierno	11.00	11.00	11.00	11.00	11.00							
CEBADA							7.00	7.00	7.00	7.00		
PAPA							21.00	21.00	21.00	21.00		
AJO verano						21.00	21.00	21.00	21.00	21.00		
ARVEJA verano						10	10	10	10	10		
HABA verano						10	10	10	10	10		
NABO							3.00	3.00	3.00	3.00		
OCA							3.00	3.00	3.00	3.00		
HORTALIZAS							6.00	6.00	6.00	6.00		
TOTAL	22	22	22	22	22	41	81.00	81.00	81.00	81.00	0.00	0.00

Fuente: Elaboración propia – Consulta con la comunidad.

De acuerdo al calendario agrícola propuesto, se diferencia claramente dos siembras al año. La siembra de verano-otoño o siembra grande que se realiza en el periodo noviembre – marzo y básicamente con las lluvias, sin embargo se aplica riego complementario para asegurar las cosechas ante variación de las precipitaciones en cuanto a intensidad y frecuencia. La otra siembra del periodo de estiaje o miska que se realiza íntegramente bajo riego.

Las tierras de mayor extensión que la población de la zona del proyecto posee, no están incluidas en el proyecto por la limitación de agua, en consecuencia en esas seguirán con los cultivos tradicionales, por ello no se incluyó estos cultivos en el plan propuesto para el proyecto.

Es importante resaltar la relevancia del riego complementario en la época de lluvia que permitirá asegurar las cosechas con la obtención de buenos rendimientos, cuando se presentan problemas de déficit hídrico por la escasez de lluvias y más aún en esta área donde las lluvias no son muy frecuentes y menos uniformes.

4.4.2.1.3 Requerimientos netos de riego

El plan de cultivos propuestos es la base para estimar la demanda de agua para riego, aunque en el área predomina la producción agrícola a temporal o secano.

Sobre la base de esta cédula de cultivos y con el objeto de conocer aproximadamente la demanda de agua por cultivo por mes y por año, se realizó la distribución porcentual del área disponible a cultivarse entre los cultivos seleccionados respetando la importancia de cada uno, las épocas de siembra y el periodo del ciclo vegetativo.

Asimismo tomando en cuenta los datos climáticos disponibles obtenidos del registro de la Estación Climatológica de Campanario, se procedió al análisis del balance hídrico de riego tomando como herramienta el software “Area Bajo Riego Optimo ABRO 3.1”, preparado por La Dirección General de Riego y Suelos del Vice Ministerio de Desarrollo Rural dependientes del Ministerio de Asuntos Campesinos y Agricultura (MACA), con el apoyo del PROAGRO y GTZ, que se ha instituido como norma general de aplicación obligatoria en la formulación de proyectos de riego, mediante la R. M. MAGDR N° 095/16.06.02. Los procedimientos de cálculo y resultados obtenidos se presentan en las hojas de cálculo del **anexo 4**.

Evapotranspiración potencial (ET_p)

El cálculo de la evapotranspiración potencial por mes, se realizó aplicando el software (ABRO 3.1), cuyos componentes arrojan directamente los resultados de la evapotranspiración por día en función de los datos proporcionados, el cálculo se efectúa mediante el método Penman Monteith. Los resultados obtenidos se presentan en el cuadro 4.22

CUADRO N° 4.23

CÁLCULO DE LA EVAPOTRANSPIRACIÓN POTENCIAL (mm/día) (MÉTODO PENMAN MONTEITH)

ET _o CALCULADO (mm/día):											
JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY
3.12	3.08	3.39	3.78	4.05	4.20	4.02	3.69	3.60	3.30	3.27	3.02

Fuente: Elaboración propia sobre la base de ABRO 3.1

Coefficiente de cultivo (K_c)

En la zona del proyecto Se cuenta con los coeficientes de cultivo (K_c) determinados experimentalmente por el PRONAR. Los valores utilizados para el cálculo de la evapotranspiración real (ETR) corresponden a valores ya incorporados en el paquete ABRO 3.1, por lo que los resultados corresponden a los datos ya procesados en función de la cédula de cultivos y el ciclo de estos que también ya se encuentran inmersos en el paquete. Además los coeficientes K_c de los cultivos han sido determinados experimentalmente por el PRONAR en los diferentes pisos ecológicos del país.

En función a estos datos introducidos en el paquete, se han obtenido los valores que se muestran en el **anexo N° 4**.

CUADRO N° 4.24

PERIODO VEGETATIVO Y COEFICIENTES DE CULTIVO

Cultivo	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY
Arveja	0.44	0.53	0.97	0.89	0.82							
Cebada							0.37	0.76	1.15	0.6		
Haba	0.48	0.57	0.92	0.86	0.81							
Arveja						0.44	0.53	0.97	0.89	0.82		
Haba						0.48	0.57	0.92	0.86	0.81		
Nabo							0.37	0.7	1.03	0.95		
Hortalizas							0.37	0.68	1	0.9		
Ajo						0.4	0.62	0.75	1.03	0.88		
Oca							0.2	0.5	1.3	0.6		
Papa							0.2	0.5	1.3	0.6		

Fuente: Elaboración propia sobre la base de ABRO 3.1

Evapotranspiración real (ETR)

La Evapotranspiración real (ETR) para los cultivos programados se determinó basándose en la ETP y el Kc estimados para la región según la formula siguiente:

Se obtiene multiplicando los coeficientes ponderados de Kc de cada mes por los valores de evapotranspiración potencial sobre la base de la ecuación siguiente:

$$ETR = Kc * ETP$$

Donde:

ETR = Evapotranspiración Real

Kc = Coeficiente de cultivo para cada mes

ETp = Evapotranspiración potencial

La Evapotranspiración Real (ETR) por mes tomando en cuenta la cédula de cultivos, se determinó mediante la sumatoria de los productos de ETp y el Kc para cada cultivo con su respectiva área.

CUADRO N° 4.25

EVAPOTRANSPIRACIÓN REAL POR MES

ETr CALCULADO (mm/mes)											
JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY
86.12	105.10	198.68	198.25	204.53	166.27	402.22	660.58	862.73	630.92	0.00	0.00

Fuente: Elaboración propia sobre la base de ABRO 3.1

Precipitación efectiva (Pe)

La precipitación efectiva se determinó aplicando el paquete ABRO 3.1, en base a los datos de la precipitación de la estación climatológica de Campanario, que tiene información registrada desde 1988 hasta la actualidad.

Para la determinación de la precipitación efectiva (Pef), se empleó el método recomendado por el paquete empleado.

Altiplano : $(pp \text{ mm/mes} - 12) * 0.70$

Valles : $(pp \text{ mm/mes} - 15) * 0.75$

Chaco : $(pp \text{ mm/mes} - 20) * 0.80$

Los resultados obtenidos en el paquete ABRO 3.1 desarrollada por PRONAR, se presenta en el cuadro 4.25

CUADRO N° 4.26

PRECIPITACIÓN EFECTIVA

Prec. Efec. (mm/mes)												
MES	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY
Prec. (mm)	0.60	0.00	2.10	5.40	18.80	22.20	69.10	90.20	76.30	54.50	11.90	0.40
Prec, Efec, (mm)	0	0	0	0	4.76	7.14	39.97	54.74	45.01	29.75	0	0

Fuente: Elaboración propia sobre la base de ABRO 3.1

Demanda neta o consumo teórico (Dn)

Representa la demanda exacta de agua que requiere un cultivo en un periodo de tiempo dado. Se obtiene restando la precipitación efectiva (Pe) de la evapotranspiración real (ETR).

$$Dn = ETR - Pef$$

Donde:

Dn = Requerimiento de riego mensual del cultivo, en mm/mes.

ETR = Evapotranspiración mensual del cultivo, en mm/mes.

Pef = Precipitación efectiva mensual en mm/mes.

CUADRO N° 4.27

REQUERIMIENTO NETO

DEMANDA NETA (mm)												
MES	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY
Dn	43.06	52.55	99.34	99.12	97.50	46.93	17.90	27.31	63.83	48.18	0.00	0.00

Fuente: Elaboración propia sobre la base de ABRO 3.1

CUADRO N° 4.28

CAUDALES REQUERIDOS NETOS

Caudal Neto (l/s) y (l/s/ha)												
MES	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY
Q neto l/s	3.65	4.32	8.16	8.41	8.01	7.42	5.41	8.26	21.37	14.57	0.00	0.00
Q l/s/ha	0.17	0.20	0.37	0.38	0.36	0.18	0.07	0.10	0.26	0.18	0.00	0.00

Fuente: Elaboración propia sobre la base de ABRO 3.1

Eficiencia de riego

Un factor determinante para el cálculo del área incremental del sistema de riego, es la eficiencia total del sistema de riego, considerando el criterio de optimizar al máximo el uso del agua.

La eficiencia es la relación entre el volumen de agua utilizado por los cultivos (evapotranspiración) y el volumen de agua suministrado desde la fuente, la eficiencia varía de acuerdo a muchos factores como ser: Tipo de infraestructura del sistema, suelos, pendientes, habilidad del regador.

La eficiencia de riego que tendrá el sistema de riego implementado en su condición global depende de muchos factores para lo cual es necesario introducir algunos conceptos rescatados de experiencias similares de otros sistemas de riego que tienen previsto la provisión de agua mediante estructuras de almacenamiento y regulación es posible que con implementación del proyecto se logren eficiencias del orden del 100 % para la eficiencia de captación, 90% para el sistema de conducción principal que se deberá conseguir implementando un canal principal y/o tubería de alta resistencia. La eficiencia de conducción parcelaria como la mayoría será de tierra, pero de pequeñas longitudes hasta la parcela es posible alcanzar eficiencias de hasta 75%. La eficiencia de aplicación del agua, en sistemas similares de acuerdo a trabajos de investigación realizados a escala nacional por la FAO, reportó eficiencias de aplicación entre 30 a 60%. Sin embargo, en la zona del proyecto los comunarios no tienen experiencia en riego aunque muchos de ellos procedan de lugares con tradición de riego donde manejan el agua con buen criterio; por lo cual se puede considerar que la eficiencia de aplicación puede alcanzar a un 60% aproximadamente. Con estos parámetros, se obtiene una eficiencia total de sistema en 40.5%, que se considera racionalmente alcanzable y sobre todo conservador.

4.4.2.1.4 Demanda bruta o requerimiento de riego bruto (lámina bruta)

La dotación de agua a las parcelas de cultivo en l/s, se determina de la relación entre la necesidad de riego de los cultivos y la eficiencia del sistema. Los cálculos se realizaron para la situación futura con proyecto, una vez implementadas las obras proyectadas. Estos datos vienen de la relación entre la necesidad de riego de los cultivos y la eficiencia del sistema por captación, conducción, distribución y aplicación al nivel de área de riego o parcela estimada en 40.5% para la situación Con Proyecto.

En el análisis de la eficiencia de riego se consideró el método de riego por gravedad ya sea en surcos o inundación, partiendo de la forma de manejo del agua al nivel de parcela y la experiencia de los agricultores en la práctica del riego.

La demanda de agua de riego para el proyecto, de acuerdo al total de la superficie a regar tanto en la época de invierno como en verano, está satisfecha con el caudal previsto a captarse mediante la obra de toma que está dentro de la presa de regulación, que captará las aguas reguladas en función de la demanda.

La determinación de las demandas brutas, se realizó mediante la ecuación siguiente:

$$Db = Dn * EA / 100$$

Donde:

Db = Demanda unitaria bruta o total al nivel de parcela (l/s)

Dn = Demanda unitaria neta al nivel de parcela (l/s)

EA = Eficiencia de aplicación de riego (40.5%).

CUADRO N° 4.29
DEMANDAS TOTALES

Demanda total (l/s) y (l/s/ha)												
MES	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY
Db l/s	9.02	10.66	20.15	20.77	19.77	18.33	13.37	20.39	52.77	35.98	0.00	0.00
Db m3	23390.27	28546.50	53963.54	53845.55	52964.61	47511.77	35803.72	54613.55	127653.63	96359.55	0.00	0.00

Fuente: Elaboración propia sobre la base de ABRO 3.1

Caudal unitario continuo

CUADRO N° 4.30
CAUDAL UNITARIO CONTINUO

Caudal unitario continuo												
MES	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY
q (l/s/ha)	0.41	0.48	0.92	0.94	0.90	0.45	0.17	0.25	0.65	0.44	0.00	0.00

Fuente: Elaboración propia sobre la base de ABRO 3.1

De acuerdo a los resultados obtenidos, la demanda máxima corresponde al mes de septiembre que es de 0.94 l/s/ha, sin embargo el mayor caudal necesario es en el mes de febrero con un valor de 52.77 l/s y si se aumenta el 5% para el caudal ecológico se tiene un valor de 55.42 l/s o lo que es igual un valor de 134073.65 m³/mes que será el valor asumido para el diseño de la obra de toma.

4.4.3. Análisis del balance hídrico

De acuerdo al balance hídrico se muestra que existe un déficit hídrico, porque la evapotranspiración es mayor frente a la precipitación en los meses de mayo a septiembre, mientras que en los meses de octubre hasta marzo, la precipitación es mayor que la evapotranspiración, esto indica la existencia de dos periodos claramente diferenciados y determinado por las condiciones hidrológicas, un periodo húmedo y un periodo seco, esto además explica el porqué actualmente en el área de riego es posible implantar cultivos extensivos en la época húmeda, y por qué de las limitaciones en la época seca, por esta razón que existe un déficit hídrico que muestra la necesidad de un riego integral para los diferentes cultivos.

Sin proyecto Bajo estas condiciones la comunidad riega pequeñas cantidades en la época de lluvias y nada en época de estiaje del año por falta de una infraestructura de riego, a pesar suelos disponibles. Las siembras son en su totalidad a temporal, en esta forma las necesidades de riego de los cultivos no son cubiertas, con serios riesgos de obtener bajos rendimientos o pérdidas totales por la presencia de bolsones de sequía que se presentan en los meses de verano y la otra parte de las tierras no son sembradas, quedando como suelos de descanso.

Con proyecto Con la implementación del proyecto, la comunidad supuestamente optimiza el uso de agua y cuenta con una infraestructura adecuada de captación y almacenamiento, lo que permite aumentar y asegurar la siembra y el aprovechamiento de 103 has físicas, (103 ha en las dos campañas del año). Sin embargo aún quedan alrededor de 148 has sin dotación de riego, esto porque realmente el agua que se tendrá en la fuente alcanza óptimamente para el riego de las 103 has. La capacidad de dotación del sistema en la época lluviosa es de 55.42 l/s o más, suficientes para el riego óptimo de las 81 has programadas para la época de verano, en esta época es posible que exista algún excedente de agua lo que permite que algunas hectáreas del área remante de las 148 has puedan tener acceso a un riego complementario o de auxilio en periodos o situaciones críticas de déficit hídrico, mientras que la época de estiaje o de invierno solo se puede regar las 22 has, tal como se establece en la cédula de cultivos.

4.4.4. Determinación del área incremental

La ejecución y puesta en marcha del proyecto, proporcionará un conjunto de beneficios en favor de los agricultores de la zona, al lograr implementar una superficie cultivada adicional con riego con el consiguiente incremento de la producción agropecuaria y de los ingresos netos de los beneficiarios, también se incrementará el empleo de la mano de obra desocupada.

Con la finalidad de establecer el efecto del proyecto, se determinó el área incremental bajo riego óptimo, como se explica a continuación.

En primer término se estimó el número de hectáreas que, para la cédula de cultivos establecida y las condiciones de eficiencia del sistema, pueden ser regadas en forma óptima (sin déficit hídrico), en las situaciones “Sin” y “Con” proyecto.

Una vez calculados los balances hídricos para las situaciones Sin y Con proyecto mediante la utilización del programa ABRO 3.1 preparada por el PRONAR, la misma que se muestra en el **anexo N° 3** y establecidas las áreas regadas en forma óptima, por diferencia se obtuvieron el número de hectáreas incrementales. Los resultados

obtenidos se puede observar que en la situación actual (sin proyecto), con riego óptimo sin causar ningún déficit ni producir estrés hídrico en las plantas. Con las obras proyectadas donde se regula el recurso hídrico, se espera regar 103 has en dos campañas, lo que en última instancia determina un incremento de 96.7 has.

4.4.5. Distribución de cultivos en las áreas incrementadas

Mediante encuesta realizada en la comunidad de Loma Alta, se obtuvieron, datos sobre la superficie que ocupan en los terrenos y los cultivos más importantes de la zona; por otra parte, con los datos así obtenidos, se diseñó la distribución de los cultivos en base a la potencialidad del mercado de consumo que constituye principalmente la ciudad de Tarija y Potosí. Por tanto el porcentaje de cultivos y su distribución en superficie propuesto para el área del proyecto, está en función a lo acordado con los comunarios en base a la experiencia con el mercado potencial de la zona que lo constituye principalmente la ciudad de Tarija y Potosí. De esa manera, se determinó el porcentaje de cultivos y su distribución en superficie y en tiempo, tal como se presenta en el siguiente cuadro.

CUADRO N° 4.31

DISTRIBUCIÓN DE LAS SUPERFICIE DE LOS CULTIVOS

ESTRATIFICACIÓN DE LA TIERRA Y POBLACIÓN										
CULTIVO	ESTRATO CHICO			ESTRATO MEDIO			ESTRATO GRANDE			TOTAL ES
	Familia	Prom.-Familia	Total Has	Familia	Prom.-Familia	Total Has	Familia	Prom.-Familia	Total Has	
TOTAL DE ÁÉREAS DISPONIBLES - ÁREA FÍSICA										
CHORCOYA	20	1.05	21	54	2.176	117.50	22	5.136	112.99	251.50
TOTAL DE ÁREAS CULTIVADAS										
AJO		0.105	2.10		0.183	9.86		0.411	9.04	21.00
ARVEJA		0.147	2.94		0.196	10.58		0.340	7.48	21.00
CEBADA		0.021	0.42		0.080	4.32		0.103	2.26	7.00
HABA		0.095	1.89		0.228	12.33		0.308	6.78	21.00
PAPA		0.105	2.10		0.065	3.53		0.699	15.38	21.00
NABO		0.046	0.92		0.022	1.18		0.041	0.90	3.00
OCA		0.095	1.89		0.018	1.00		0.005	0.11	3.00
HORTALIZAS		0.105	2.10		0.065	3.53		0.017	0.37	6.00
			14.36				46.31			

CAPÍTULO V

INGENIERÍA DEL PROYECTO

5.1. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS

La selección del tipo de presa y de sus obras complementarias (aliviadero de crecidas, obras de toma y descargador de fondo) se sustenta en los siguientes criterios:

1. En el plan operativo anual del gobierno municipal de El Puente, se tiene estipulado el diseño para una presa en la comunidad de Chorcoya Méndez, no contando con un anteproyecto, ni factibilidad del mismo, por lo que el diseño estará sujeto a los criterios técnicos más óptimos de acuerdo a la zona de emplazamiento.
2. En la primera inspección de campo realizada conjuntamente con la supervisión y fiscalización del proyecto, fue posible identificar dos posibles sitios de presa, uno de los cuales coincide con el requerimiento por parte de los comunarios de la región.
3. Para la selección de alternativa de materiales para la construcción de la presa se puede definir dos aspectos: Con la alternativa de presa de materiales sueltos (tierra, enrocado), en los dos cierres identificados no existe espacio para ubicar el aliviadero de crecidas, a menos que se lleven a cabo grandes excavaciones laterales. Además, debe considerarse que para las presas de materiales sueltos, también se requiere de obras de toma y descargadores de fondo en torre, independientes del cuerpo de la presa. Las presas de tierra y de enrocado, requieren que los aliviaderos de crecidas se encuentren fuera del cuerpo de la presa para garantizar que asentamientos diferenciales no se transformen en fisuras y/o grietas que luego permitan fugas de agua que; además, pueden afectar la estabilidad de la obra.

4. En el lugar preseleccionado de cierre, la fundación es roca, situación apta para la implantación de presas de gravedad. Los estribos no son óptimos, por la forma y por el nivel de fracturación del macizo rocoso, lo que descarta la alternativa de una presa en arco o una presa de arco / gravedad.
5. El sitio de cierre presenta una sección transversal trapezoidal con gran predisposición para la conformación de volúmenes considerables de sedimentos, por lo que se debe diseñar un desagüe de fondo para prolongar la vida útil de la presa, siendo fundamental la incorporación del mismo en un lugar estratégico que cumpla las funciones requeridas.
6. Desde el punto de vista exclusivo de la disponibilidad de materiales de construcción, las alternativa de análisis son una presa de gravedad y otra de enrocado con pantalla de impermeabilización.
7. En cuanto a la geología del sitio de cierre, se debe manifestar que el sitio elegido está sustentado en el estudio geológico – geotécnico y presenta mejores condiciones de fundación para la alternativa de presa de gravedad.

5.1.1. Alternativa escogida

De acuerdo a un análisis realizado en base a la información básica y a los requerimientos técnicos expuestos, la alternativa elegida consiste en una presa de gravedad, con aliviadero de crecidas, obras de toma y descargador de fondo, incorporados al cuerpo de la presa, ubicados en una sección transversal de cierre que optimiza el embalse y presenta mejores condiciones de fundación.

5.2. DISEÑO DEL CUERPO DE LA PRESA

El diseño de la estructura que constituye la presa, consiste en proponer o determinar las dimensiones, tanto a los taludes como a sus componentes, que son necesarias para lograr su estabilidad en las condiciones de trabajo más desfavorables.

5.2.1. Determinación del ancho de coronamiento

Se fija este ancho para aumentar el volumen de la presa y por consiguiente su estabilidad, para asegurar la resistencia de esta parte contra los deterioros ocasionados por el oleaje y para establecer los servicios que sean necesarios sobre la presa. En ciertos códigos de presas se han fijado como anchos mínimos en la corona los siguientes:

Presas de Tierra de 12 a 30m: 4.5 m

Presas de Gravedad de 12 a 30 m: entre 2 y 4 m

El coronamiento solo servirá de vía de circulación para peatones, debido a que la topografía y la vía de acceso a la zona es limitada. Es posible considerar el tránsito de ciertos tipos de maquinarias pequeñas por motivos constructivos, de operación y mantenimiento por lo que se adoptará como mínimo un valor que cumpla con las condiciones topográficas y de estabilidad.

Por lo que el valor adoptado es de 3 metros en todo el trayecto que cubre la sección sin vertedero.

5.2.2. Determinación de la altura máxima de las olas

Debido a que el viento causa una altura de oleaje se diseña una protección para contrarrestar este fenómeno de acuerdo a parámetros que se pueden definir como los siguientes:

La longitud máxima del embalse sobre la que sopla el viento dominante denominado como Fetch

La velocidad del viento, valor que fue obtenido de la estación campanario

La altura de la presa a nivel del vertedero

De acuerdo a las fórmulas planteadas se pudo llegar a la determinación del valor de la altura máxima de las olas con un incremento del 25 % por la sobre elevación producida por el choque de las olas contra la pantalla, teniendo como resultado:

$$h_o = 0.48\text{m}$$

5.2.3. Determinación de la altura de borde libre

Margen adicional de seguridad considerado necesario para tener en cuenta especialmente asentamientos de la presa, y sub dimensionamiento del vertedero de excedencias.

Los valores que recomienda el Bureau Reclamati3n para las características de la presa es de 1m

5.2.4. Determinación de la altura total de la presa

Para la determinaci3n de la altura total de la presa se consideran todos los niveles que se encuentran en ella.

Para la determinaci3n de la altura total de la presa se realiz3 la suma de las alturas determinadas por la regulaci3n con el m3todo de simulaci3n, (ver **anexo N°5**), m3s la altura obtenida en la laminaci3n, seg3n hidrología, m3s la altura de el oleaje y el borde libre.

Dando como resultado la altura m3xima del cuerpo de la presa igual a 28.90 m.

Las cotas a las que se encuentran los componentes de la presa en su estructura son los siguientes:

Descargador de fondo:	3889.8	m.s.n.m.
Obra de toma:	38997.4	m.s.n.m.
Vertedero de demasías	3908.5	m.s.n.m.

5.2.5. Fundaciones de la presa

Del estudio geológico – geotécnico se sabe que la roca de fundación aflora en ambos estribos, y que el centro del río se encuentra a una profundidad máxima de 7 m. Del mismo estudio también se sabe que se requiere de inyecciones para generar una pantalla impermeable. Los parámetros de resistencia al corte adoptados para la roca (macizo rocoso de mediana calidad) son:

Ø Angulo de fricción interna: Variable entre 25° y 35° (Valor adoptado: 30°)

Ø Cohesión: Variable entre 0.2 y 0.3 MPa (valor adoptado: 0.25 MPa)

El aluvión del río presenta dos problemas: i) Es un material permeable y su resistencia al corte es limitada, aspecto que elimina toda posibilidad de construir una presa de hormigón sobre al aluvión. Es por eso que se decidió rellenar con H°C° desde la roca hasta el nivel del lecho del río y luego construir la presa.

Esta metodología garantiza la impermeabilidad, y permite tener tensiones en la base compatibles con la resistencia al corte de la fundación

5.2.6. Análisis de fuerzas actuantes en la presa

Los manuales de cálculo del Bureau of Reclamation, incluyen todas las fuerzas que deben ser consideradas para definir la geometría de la presa. A continuación, se hace el análisis de cada una de ellas, aplicadas al presente caso:

- **Peso de la presa:** Es la fuerza resistiva más importante. Como peso específico del H°C° se adoptó para el cálculo 2400 kg /m³.
- **Empuje hidrostático:** Incluye las componentes horizontal y vertical del empuje.
- **Empuje de sedimentos:** La acumulación de sedimentos genera un empuje adicional que debe ser considerado. El diseño realizado contempla un descargador de fondo con capacidad de limpieza de sedimentos en cota 3889.8. La operación regular de estas estructuras elimina toda posibilidad de acumulación de sedimentos. No obstante, el cálculo contempla la colmatación hasta la cota de las obras de toma (3897.4).

· **Empuje pasivo del aluvión del río aguas abajo:** En este caso particular es una fuerza importante que no puede ser despreciada. Sólo fue considerado en las secciones donde puede desarrollarse de manera efectiva.

· **Empuje del hielo:** De acuerdo a las observaciones en la región, es necesario incluir este tipo de fuerza debido a las bajas temperaturas que se producen en la zona, aunque el valor del brazo de esta fuerza puede minorarse ya que solo en invierno se produce tal situación, y la altura del agua en el embalse no es la máxima.

· **Supresión:** Es una de las fuerzas más importantes. Para poder evaluar su valor correctamente, se requiere de un conocimiento detallado de la impermeabilidad de la fundación. Se adoptó para el cálculo un diagrama triangular, que resulta ser el más desfavorable para un río como el considerado. En el análisis de la estabilidad se consideró su valor total y también se analizaron reducciones con factores 0.5, debido a que se realizará el sellado en superficie de diaclasas y planos de estratificación y también se realizarán inyecciones con mortero de cemento para garantizar la impermeabilidad de la fundación.

Fuerzas sísmicas: Actúan tanto sobre la presa, como sobre la masa de agua del embalse. El cálculo se realizó considerando un factor a_h/g igual a 0.05, obtenido de un detallado informe preparado al respecto por el Observatorio de San Calixto

Una vez detallado lo anterior se tiene el siguiente esquema para la sección más desfavorable:

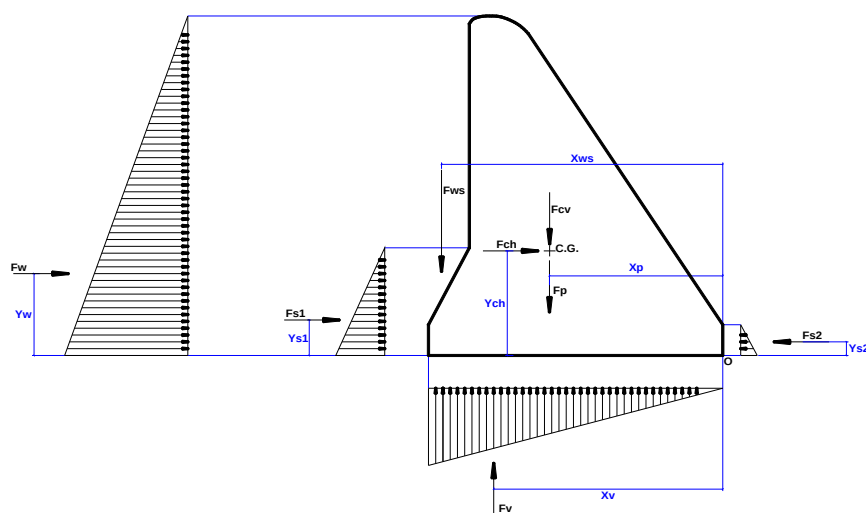


FIGURA 5.1 ESQUEMA DE CUERPO LIBRE – PRESA DE HORMIGÓN

5.2.7. Estabilidad de la presa

Para la estabilidad de la presa se realizaron las hipótesis necesarias de actuación de las fuerzas mencionadas de manera que lleguen a cumplir las siguientes condiciones para una determinada sección.

Verificación contra el vuelco

En general los coeficientes de vuelco oscilan entre 1.5 y 3. En presas pequeñas es a menudo mayor. Si este es inferior a 1.5, la sección de la presa deberá modificarse para aumentar el margen de seguridad. Una presa de gravedad rara vez falla por vuelco, ya que cualquier tendencia al volamiento da una mayor oportunidad a la presa para que falle por deslizamiento. El coeficiente de seguridad contra vuelco es la relación del momento que tiende a enderezar la presa al momento, que tiende a volcarla alrededor del pie de la presa.

Verificación al deslizamiento

En este procedimiento se supone que las fuerzas de corte se suman a las medidas de seguridad. El coeficiente de seguridad contra deslizamiento tiene un valor entre 1.0 y 1.5 para las presas de gravedad sobre roca en las que se utiliza una sección transversal conservadora. La inclusión de la sub presión y de las fuerzas sísmicas en los cálculos

puede reducir el coeficiente de seguridad a aproximadamente la unidad. Estos valores son para la seguridad contra deslizamiento en un plano horizontal.

Verificación de esfuerzos

Se trata de la comprobación de la inexistencia de esfuerzos a tracción, conjuntamente a la verificación de no superar los esfuerzos permisibles del suelo de fundación.

De acuerdo a lo explicado se procedió al análisis de la estabilidad concluyendo en una sección de la presa para poder cumplir con todas las verificaciones.

En el **anexo N° 5** se puede observar los resultados obtenidos.

5.3. DISEÑO DEL VERTEDERO DE EXCEDENCIAS

Para el cálculo del aliviadero de crecidas se utilizó el hidrograma estimado en el estudio hidrológico, que tiene una recurrencia de 500 años. Se optó por diseñar un aliviadero de crecidas convencional, compuesto de: vertedero de excedencias, rápida y un cuenco amortiguador que descarga las aguas aproximadamente 100 m aguas abajo del pie de la presa eliminar cualquier riesgo de erosión. El vertedero es de gran altura con respecto a la carga y en el estudio hidrológico se demuestra que el volumen de regulación disponible a partir de la cota 3908.5 es muy pequeño con relación al volumen de agua aportado por la onda de crecida, lo que genera un hidrograma efluente prácticamente igual al hidrograma afluente.

5.3.1. Determinación de la altura de carga total sobre el vertedero

Para el cálculo de la carga total sobre el vertedero se debe tomar en cuenta la velocidad de llegada del fluido con el valor del caudal laminado y respecto al área de impacto, (longitud del vertedero multiplicado por la altura total desde la base de la presa, incluyendo la altura de laminación)

$$He = Ho + \frac{Vo^2}{2g}$$

Debido a que el parante de la presa es sumamente mayor a la altura de laminación el valor de carga de velocidad se ve reducido, de manera que la altura de carga total es similar al valor de la altura de laminación.

$$H_e = 1.8922$$

5.3.2. Determinación de la longitud total del vertedero

Para la determinación de la longitud efectiva del vertedero se determinó los parámetros que afectan al mismo, siendo estos:

El coeficiente de contracción - estribos

Se debe a los estribos y es afectado por el ángulo entre la pared de aproximación, la forma del estribo y el eje del flujo, la cabeza real en comparación con la cabeza de diseño y la velocidad de aproximación. Para las condiciones de cabeza de diseño se pueden usar los siguientes valores:

Estribo cuadrado con aletas a 90° con la dirección del flujo: $K=0.2$

El coeficiente de contracción – pilas

De acuerdo a la forma de las mismas en el caso que se dispongan de ellas en el cuerpo de la presa.

Para nuestro diseño no se toma en cuenta este valor.

La expresión a utilizar para el cálculo de la longitud efectiva es la siguiente:

$$L_e = L + 2(nK_p + K_a)H_e$$

Donde para un valor de 16m de longitud de vertedero tenemos una longitud efectiva de 15.24 m.

5.3.3. Cálculo de la estructura y coordenadas del cimacio

Se realizó todo el proceso usual para la determinación de la sección del cimacio, comenzando el coeficiente de descarga de acuerdo a las relaciones de la carga de diseño, carga real y parante de la presa. Como la relación entre el parante P y la carga

de diseño es mucho mayor a 1.333 no se corrige por lo que se adopta un valor igual al del diseño en el caudal de laminación teniendo:

$$C = 2.2$$

Coordenadas de la estructura

Para determinar la forma del cimacio del vertedero de excedencias se procede a la selección de la ecuación de las coordenadas para los puntos "Y" y "X" que se grafican a partir del punto más alto del cimacio hacia aguas abajo.

La ecuación planteada por el U.S. Army Corps of Engineerd para modelos standard (WES, formas standard de vertederos) es la siguiente:

$$X^n = KH_d^{n-1} Y$$

Para el cálculo de las coordenadas hacia aguas abajo se adoptará la fórmula correspondiente, mientras que para el cálculo de las coordenadas hacia aguas arriba se empleará el método de los Radios obteniendo los siguientes resultados:

CUADRO N° 5.1
COORDENADAS DEL CIMACIO HACIA AGUAS ABAJO

COORDENADAS HACIA AGUAS ABAJO	
X	Y
0.2	0.0148
0.4	0.0534
0.6	0.1131
0.8	0.1926
1	0.2911
1.2	0.4078
1.4	0.5424
1.6	0.6944
1.8	0.8634
2	1.0493
2.2	1.2516
2.4	1.4702
2.6	1.7048

2.8	1.9553
3	2.2215
3.2	2.5033
3.4	2.8004
3.6	3.1127
3.8	3.4401
4	3.7826

Fuente: Elaboración propia

CUADRO N° 5.2

COORDENADAS DEL CIMACIO HACIA AGUAS ARRIBA

DETERMINACIÓN DE RADIOS DE REFERENCIA HACIA AGUAS ARRIBA	
Parámetros	Valores
R1=	0.378
R2=	0.945
d1=	0.533
X1=	0.331
Y1=	0.234

Fuente: Elaboración propia

5.3.4. Determinación del punto de tangencia del cimacio

Para determinar las coordenadas del punto de tangencia, (Punto de unión entre el cimacio y la rápida), se realiza la derivada de la ecuación anterior $Y=$, respecto de X . De este modo se obtiene el valor de la pendiente para un determinado valor de X .

Debido a que la pendiente de la rápida va estar sujeta a las situaciones de topografía y de estabilidad de la presa, vamos a suponer una pendiente y luego calcular los valores de X,Y del punto de tangencia.

$$\frac{dy}{dx} = \frac{n}{K} \left(\frac{X}{H_d} \right)^{n-1} = \text{pendiente de la superficie vertedora}$$

De acuerdo con el método tenemos los siguientes resultados:

Coordenadas punto de tangencia

$$X = 2.345$$

$$Y = 1.4084$$

5.4. DISEÑO DE LA RÁPIDA

5.4.1. Metodología empleada para el cálculo de los tirantes

La rápida fue calculada de acuerdo a las guías del PRONAR, que elaboró sus manuales con la base de datos del US Bureau of Reclamation. De esta manera se obtuvieron los tirantes para cada tramo de la rápida.

En el diseño de la rápida se tiene un estrechamiento hacia aguas abajo donde en el último tramo se tiene un ancho de sección de 10 m donde se produce un numero de Froude igual a 13.048 y una velocidad de 24.39 m/s con un tirante de 0.36 m.

5.4.2. Estimación del borde libre de las paredes

El borde libre para los diferentes tirantes en la rápida fue adoptado según el I.T.C.R.

Dando los siguientes resultados:

CUADRO N° 5.3
ALTURA DE PAREDES RÁPIDA

Tramo	Li m	Base m	Yi m	V m	BL (Bureau) m	BL (I.T.C.R.) m	Hi m	Hadoptado m
0	0.000	16.000	1.8900	4.306	2.173706512	0.829619156	2.7196	2.70
1	3.241	15.400	0.5436	10.376	1.16579503	0.893838181	1.4375	1.40
2	6.482	14.800	0.4426	13.261	1.051928717	0.93731485	1.3799	1.40
3	9.724	14.200	0.3952	15.480	0.993962124	0.971040195	1.3662	1.40
4	12.965	13.600	0.3691	17.307	0.960572779	1.000071798	1.3692	1.40
5	16.206	13.000	0.3543	18.862	0.941119815	1.026510032	1.3808	1.40
6	19.447	12.400	0.3465	20.216	0.930781755	1.051513705	1.3981	1.40
7	22.688	11.800	0.3438	21.416	0.927026534	1.075842988	1.4196	1.40
8	25.930	11.200	0.3448	22.496	0.928415019	1.100064852	1.4448	1.40
9	29.171	10.600	0.3490	23.481	0.934106841	1.124649219	1.4737	1.50
10	32.412	10.000	0.3562	24.390	0.943630027	1.15002266	1.5062	1.50

Fuente: Elaboración propia

5.5. DISEÑO DEL CUENCO DISIPADOR

5.5.1. Metodología empleada para la selección del tipo de cuenco

De acuerdo a los parámetros del último tramo de la rápida se realizó la selección del tipo de vertedero a emplear según Bureau of Reclamation, llegando a ser el tipo II con las siguientes características.

DATOS

Caudal de diseño $Q=$	86.87	m^3/s
Caudal específico $q=$	8.69	$m^3/s/m$
Velocidad de ingreso $V=$	24.39	m/s
Tirante de ingreso $d_1=$	0.356	m
Froude de ingreso $F=$	13.05	-
Tirante conjugado del resalto $d_2=$	6.40	m
Tirante aproximado restitución $Y_n=$	0.40	m

DISEÑO

Caudal específico límite $q=$	8.69	$m^3/s/m$
Longitud del cuenco $d_2 =$	4.3	
Longitud del cuenco calculado $L_{II} =$	27.506	m
Longitud del cuenco adoptado $L_{II} =$	28	m
Altura de los dados en la escarpa $h_1=d_1=$	0.36	m
Ancho de los dados en la escarpa $=d_1=$	0.36	m
Separación entre dados en la escarpa $=d_1=$	0.360	m
Separación de los dados del muro de protección $=d_1/2=$	0.18	m
Numero de dados en la escarpa $=$	14	
Altura de los dados en el umbral $h_2=0.2d_2$	1.28	m
Ancho de los dados en el umbral $=0.15d_2=$	0.96	m
Separación entre dados en el umbral $=0.15d_2=$	0.96	m
Superficie superior de los dados del umbral $=0.02d_2=$	0.13	m
Número de dados en el umbral $=$	6	

5.6. DISEÑO DE LA OBRA DE TOMA

La obra de toma de agua, representa la estructura necesaria para captar las aguas para el riego de las áreas agrícolas de la comunidad de Chorcoya Méndez.

La obra de toma está compuesta de las siguientes partes:

- Estructura de entrada controlada por compuerta
- Estructura de salida controlada por válvula reguladora

La estructura de entrada está constituida por una rejilla metálica, compuerta de control para mantenimiento. La tubería de la obra de toma es de diámetro 10 plg de fierro galvanizado, de manera constante en el trayecto en el interior del cuerpo de la presa situada a la cota 3897.4 msnm con una pendiente del 1%

5.6.1. Metodología empleada

Para el dimensionamiento de los diámetros y mecanismos de control y mantenimiento se hace referencia a los procedimientos empleados en el Bureau Reclamation, considerando la salida como un orificio a presión.

5.6.2. Parámetros para la selección del diámetro

Los principales parámetros para el dimensionamiento del diámetro de la tubería de obra de toma son las pérdidas producidas tanto locales como por fricción.

Todas las pérdidas presentes en el recorrido de la tubería son presentadas en función del diámetro de la tubería para luego de un proceso iterativo llegar a determinar el mismo con la siguiente expresión:

$$Q = C \cdot A \cdot \sqrt{2g \cdot (Des \cdot H_{min \text{ de embalse}} - (hf_{fricción} + hr_{rejilla} + h_{e_{entrada}} + h_{s_{salida}} + h_{v_{válvulas}}))}$$

Donde el resultado de dicho proceso es:

Diámetro de la tubería = 0.2232 m y asumiendo un diámetro comercial de 10 plg.

5.6.3. Curva de operación de la obra de toma

Se puede reflejar la operación de la tubería de la obra de toma en función de las aberturas que pueda presentar la válvula de regulación

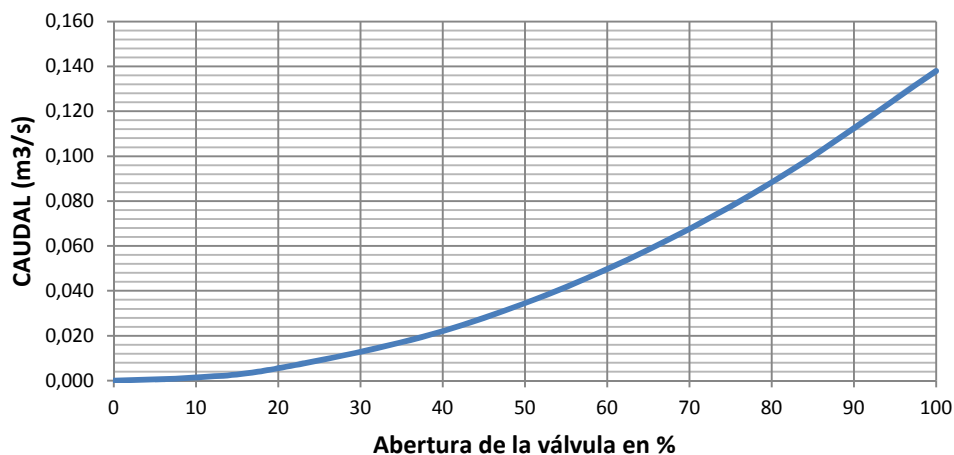
CUADRO N° 5.4
RELACIÓN ABERTURA vs. CAUDAL

Abertura válvula (%)	Caudal obtenido
0	0.000
10	0.001
20	0.006
40	0.022
60	0.050
80	0.088
100	0.138

Fuente: Elaboración propia

GRÁFICO N° 5.1

CURVA DE OPERACIÓN DE LA TOMA



5.7. DISEÑO DEL DESCARGADOR DE FONDO

El descargador de fondo debe estar en la cota 3889.8 msnm.

Debido a que existe un exceso de agua con relación a la demanda, al concluir el riego a fines del mes de Marzo, el nivel de agua se encuentra en la cota de coronamiento del vertedero (3908.5 msnm). Por tanto, es posible generar un descenso brusco del nivel del embalse, para descargar el excedente de agua disponible para favorecer la evacuación de sedimentos finos y gruesos por el descargador de fondo. Luego, con el volumen remanente se inicia el riego de la nueva campaña, con lo que se sigue evacuando sedimentos, hasta que llegan las lluvias de primavera y verano que nuevamente llenan el embalse. La cota mínima esperada con la política de operación propuesta es superior a 3899 msnm. Para la disipación de la energía aguas abajo del descargador de fondo se plantea la construcción de un canal de manera rústica, de material aluvial, con la misma sección del descargador con una longitud un poco mayor a la del colchón amortiguador de la rápida, esto debido a que el fluido que se vierta no altere la estabilidad de las paredes del cuenco. La política de operación propuesta puede llegar a garantizar la vida útil del embalse por tiempo indefinido

5.7.1. Metodología empleada

Para el dimensionamiento de los diámetros y mecanismos de control y emergencia se hace referencia a los procedimientos empleados en el Bureau Reclamation, considerando la salida como un orificio a presión que evacuará un caudal aproximado del 40% del caudal pico para un periodo de retorno de 500 años

5.7.2. Parámetros para la selección de la sección

Los principales parámetros para el dimensionamiento de la sección del desagüe de fondo son las pérdidas que se presentan al igual que en la obra de toma.

Todas las pérdidas presentes en el recorrido de la sección son presentadas en función del lado de la sección cuadrada para luego de un proceso iterativo llegar a determinar el mismo con la siguiente expresión:

$$Q = C * A * \sqrt{2g * \left(Des. H_{max del embalse} - \left(hf^{*} fricción + hr^{*} rejilla + he^{*} entrada + hs^{*} salida \right) \right)}$$

Donde el resultado de dicho proceso es:

Sección del descargador de fondo = 1.97 m. x 1.97 m.

5.8. PLAN DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

La operación y el mantenimiento del aprovechamiento hídrico debe incluir a la presa y sus obras complementarias (aliviadero de crecidas, descargadores de fondo y obras de toma)

5.8.1. Operación

Una tarea que se convierte en prerequisite básico es el levantamiento parcelario en toda el área de riego con la finalidad de efectuar la programación de planes anuales de riego. Esta tarea debe llevarse a cabo durante la etapa de construcción del proyecto y debe estar a cargo de la supervisión. Sin esta información, no es posible una planificación racional de la operación del aprovechamiento hídrico.

Embalse de regulación

La operación del embalse incluye las siguientes actividades:

- Elaboración de calendarios de riego y asignación de horas de riego por usuario según el tamaño de la parcela establecida en el levantamiento parcelario.
- Análisis permanente de los volúmenes de oferta de agua a partir del volumen de agua almacenado en el embalse y con el conocimiento de la ley altura – volumen embalsado.
- Análisis continuo de la demanda de agua para riego.
- Estimación de pérdidas e identificación de su naturaleza para tomar los recaudos del caso.
- Operación del descargador fondo en las siguientes ocasiones:

- o Cuando funciona el aliviadero de crecidas, para tratar de erogar los caudales excedentes por los descargadores de fondo con la deseable eliminación de sedimentos.
- o Durante los meses en que no se riega y el embalse está lleno, se debe abrir y cerrar los descargadores de fondo para generar movimiento en la masa de agua y eliminar sedimentos en suspensión y sobre todo evitar su deposición. Este trabajo debe ser hecho por personal especializado.

5.8.2. Mantenimiento

Los trabajos de mantenimiento mínimos son:

Presa y obras complementarias

- Engrasado y reparación cada vez que sea necesario de las compuertas de los descargadores de fondo y obras de toma (por lo menos una vez al año) Revisión permanente de su estanqueidad. Protección anual con pintura anticorrosiva.
- Pintado anual de la regla que permite determinar los niveles en el embalse.
- Reparación del cuenco amortiguador y de las estructuras a la salida de los descargadores de fondo cada vez que se observen daños.

CAPÍTULO VI

PRESUPUESTO DEL PROYECTO

6.1. INFORMACIÓN BÁSICA PARA EL PRESUPUESTO

6.1.1. Análisis de Precios Unitarios

Para el análisis de los precios unitarios, se recabó información de trabajos similares, considerando los siguientes datos de referencia:

- Niveles de productividad de mano de obra por tipo de trabajo, en base a información obtenida de empresas constructoras asentadas en el departamento y otras que ejecutaron trabajos similares a las obras del presente proyecto.
- Disposiciones legales laborales vigentes como ser: pago de beneficios sociales, seguridad social, vacaciones y otros beneficios de acuerdo a ley.
- Disponibilidad de mano de obra y materiales de construcción en la zona del proyecto
- Costo de maquinaria y equipo en base a cotizaciones de empresas importadoras de este rubro.

La planilla de cálculo adoptada, tiene la estructura establecida en el Modelo del Pliego de Condiciones para Contratación de obras.

6.1.1.1. Materiales

Se considera el costo de los materiales a precios de mercado con IVA, más el costo de transporte a la zona de trabajo.

6.1.1.2. Mano de obra

El costo total del ítem de mano de obra está conformado por el Costo Horario de la mano de obra utilizada en el ítem, Beneficios Sociales sobre el subtotal de Mano de Obra (55%) y el Impuesto al Valor Agregado (19,94%) del subtotal de Mano de Obra + Beneficios Sociales.

Estos costos fueron obtenidos de cotizaciones en la zona donde se ejecutará el proyecto, y también incorpora los niveles salariales vigentes para este tipo de trabajos.

Rendimiento de mano de obra

En los precios unitarios calculados en las planillas, se consideró que un obrero trabaja por día 8 Hrs., 25 días al mes, haciendo un total de 200 horas laborales al mes.

6.1.1.3. Equipo, maquinaria y herramientas

Equipo y maquinaria

Los costos de equipo y maquinaria, se han elaborado en base a cotizaciones hechas a empresas importadoras de este rubro y considerando los factores técnicos recomendados por sus fabricantes. El costo del equipo y maquinaria involucra también el traslado y mantenimiento del mismo.

Herramientas

Se consideró el 5% del costo total de la mano de obra. Este valor comprende el factor de desgaste y reposición de herramientas menores que es utilizado y aceptado por todas las empresas constructoras de Bolivia pertenecientes a la CABOCO.

Total equipo, maquinaria y herramientas

Es la sumatoria de los costos del equipo y maquinaria considerados dentro de cada ítem, más el costo de herramientas.

6.1.1.4. Gastos generales y administrativos

Para los Gastos Generales se adoptó un porcentaje del 10% del total de las partidas de Materiales, Mano de Obra y Equipo, Maquinaria y Herramientas. Es decir, de la sumatoria de los componentes 1+2+3 de la planilla de cálculo. El porcentaje de Gastos Generales adoptado (10%), se desglosa de la siguiente manera:

• Costos de compra de pliegos	0.01%
• Costos de preparación de propuestas	0.14%
• Costos por garantías y seguros	1.10%
• Costos de operación de oficinas	5.00%
• Costos de administración de la obra	2.10%
• Costos por movilización y desmovilización	0.52%
• Costos por gestión de riesgos	1.15%
TOTAL	10.00%

6.1.1.5. Utilidades

Se consideró el factor del diez por ciento (8%) del total de las partidas de Materiales, Mano de Obra, Equipo, Maquinaria y Herramientas. Es decir, de la suma de los componentes 1+2+3+4 de la planilla de análisis de precios unitarios.

6.1.1.6. Impuestos

En conformidad con las la planilla de cálculo propuesta en el modelo del Pliego de licitaciones, se considera el impuesto IT equivalente a 3.09% del total de las partidas de Materiales, Mano de Obra, Equipo, Maquinaria y Herramientas y gastos Generales y Administrativos. Es decir, de la suma de los componentes 1+2+3+4+5 de la planilla de análisis de precios unitarios.

6.1.2. Canteras de agregados

Las obras del proyecto, en su mayoría se encuentran dentro el curso de la quebrada Niña Waykho, el que escurre por un material sedimentario formado por cantos rodados y angular, grava de diferentes gradaciones, arena, etc.

En dicho río no existen aun concesiones de bancos áridos, cualitativamente el material es de buena calidad y la disponibilidad de material es enorme.

El banco de préstamo del material arcilloso, se encuentra próximo a la presa.

6.1.3. Cómputos métricos y presupuesto

Los cómputos métricos para las obras civiles se hicieron en forma modular. En el costo total del proyecto también se tuvo en cuenta la supervisión de la construcción.

El presupuesto general se puede resumir de la siguiente manera:

CUADRO N° 5.5 MÓDULOS DE ÍTEMS

Ítem	Descripción
A	TRABAJOS PRELIMINARES
1	Instalación de Faenas
2	Replanteo de Obra
3	Camino de acceso
4	Limpieza del vaso de embalse
5	Letrero de obras
6	Movilización y Desmovilización
B	PRESA DE GRAVEDAD
7	Obra de desvió pequeña ataguía
8	Excavación terr. Suelto 0-2mts s/agotamiento
9	Excavación en terreno aluvial/agotamiento 0-5mts
10	Excavación en roca 0-2mts Transp 2.5Km
11	Impermeabilización de fundaciones (Inyección de cemento)
12	Hormigón masivo interior
13	Hormigón masivo exterior
14	Cinta Water stop juntas de dil. 35 cm.
15	Regla graduada de 25.5 m.
C	OBRA DE TOMA
16	Compuertas carga 12 m. área lib. 0,25 x 0,25
17	Instalación de compuertas y puesta en marcha
18	Rejas de protección
19	Prov. Transp. y Coloc. Tubería Metálica D=10 plg
20	Prov. y Coloc. Válvula de regulación D= 10plg
D	DESCARGADOR DE FONDO
21	Hormigón armado torre de acceso y tapas
22	Escalera de acceso

23	Compuerta carga 20,00 m., área libre 2 x 2 m.
24	Rejas de protección
25	Caseta de acceso
26	Instalación compuertas y puesta en marcha
27	Sección de desagüe
E	ALIVIADERO DE CRECIDAS
29	Acero estructural vertedero y paredes rápidas, cuenco
30	Cresta del vertedero
31	Paredes de la rápida
32	Hormigón para fundación del cuenco
33	Hormigón armado de losa cuenco amortiguador
34	Paredes cuenco Tipo II
35	Dados de H°C° en el cuenco

Los costos de cada módulo fueron estimados a partir de los cálculos métricos y el correspondiente análisis de precios unitarios de cada ítem.

CUADRO N° 5.6 PRESUPUESTO POR MÓDULOS, ÍTEMS Y GENERAL DE LA OBRA

PROYECTO: MINI REPRESA CHORCOYA MÉNDEZ

MONEDA: Bolivianos

Ítem	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario (Bs)	Precio Total (Bs)
A TRABAJOS PRELIMINARES					
1	Instalación de Faenas	Glb.	1	24,494.18	24494.18
2	Replanteo de Obra	m²	3814.96	3.12	11902.85
3	Camino de acceso	Km.	0.3	2,177.69	653.31
4	Limpieza del vaso de embalse	Has.	1.1	1,155.28	1270.81
5	Letrero de obras	Glb.	1	674.74	674.74
6	Movilización y Desmovilización	Glb.	1	2,080.25	2080.25
COSTO TRABAJOS PRELIMINARES					41076.14
B PRESA DE GRAVEDAD					
7	Obra de desvió pequeña ataguía	Glb.	1	97,976.74	97976.736
8	Excavación terr. Suelto 0-2mts s/agotamiento	m³	2156	24.76	53392.26418
9	Excavación en terreno aluvial, c/agotamiento 0-5mts	m³	5432	80.23	435796.5924
10	Excavación en roca 0-2mts Transp 2.5Km	m³	1321	40.03	52875.35725
11	Impermeabilización de fundaciones (Inyección de cemento)	ml	558	675.06	376683.8327
12	Hormigón masivo interior	m³	28800	605.65	17442746.89
13	Hormigón masivo exterior	m³	4734	801.95	3796444.202
14	Cinta Water stop juntas de dil. 35 cm.	ml	180	528.84	95191.83389
15	Regla graduada de 25.5 m.	ml	25.5	55.11	1405.353807
COSTO PRESA DE HORMIGON					22352513.06
C OBRA DE TOMA					
16	Compuertas carga 12 m. area lib. 0,25 x 0,25	Pza.	2	45,162.38	90324.75292
17	Instalación de compuertas y puesta en marcha	Pza.	2	2,042.40	4084.802294
18	Rejas de protección	Pza.	2	1,964.52	3929.038506
19	Prov. Transp. y Coloc. Tubería Metálica D=10 plg	ml	11.7	886.03	10366.56911
20	Prov. y Coloc. Válvula de regulación D= 10plg	Pza.	2	9,903.45	19806.90006
COSTO OBRAS DE TOMA					128512.0629
D DESCARGADOR DE FONDO					
21	Escalera de acceso	Pza.	1	2,248.24	2248.243308
22	Compuerta carga 20,00 m., area libre 2 x 2 m.	Pza.	2	68,402.27	136804.5491
23	Rejas de protección	Pza.	1	2,311.18	2311.183123
24	Caseta de acceso	Glb.	1	1,347.18	1347.18012
25	Instalación compuertas y puesta en marcha	Pza.	1	2,059.83	2059.829697
26	Sección de desagüe	Glb.	1	4,248.03	4248.026331
COSTO DESCARGADOR DE FONDO					149019.0116

E	ALIVIADERO DE CRECIDAS				
27	Acero estructural vertedero y paredes rápidas, cuenco	Kg.	8568	15.89	136167.6891
28	Cresta del vertedero	m ³	67.2	2,269.75	152527.1415
29	Paredes de la rápida	m ³	25.8	2,226.88	57453.61514
30	Hormigón para fundación del cuenco	m ³	16	782.78	12524.41755
31	Hormigón armado de losa cuenco amortiguador	m ³	112	2,234.99	250318.405
32	Paredes cuenco Tipo II	m ³	145.6	2,226.88	324234.3552
33	Dados de H°C° en el cuenco	m ³	9.63	1,664.07	16024.9847
COSTO ALIVIADERO DE CRECIDAS					949250.6083

PRECIO TOTAL en Bolivianos	23620370.88
PRECIO TOTAL en Bolivianos (Literal)	Veintitrés Millones Seiscientos Veinte Mil Trescientos Setenta 88/100

CAPÍTULO VII

PLANIFICACIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN

7.1. PLANIFICACIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN

Proceso constructivo

Las obras principales del proyecto de Mini Represa Chorcoya Méndez, corresponden al grupo de obras hidráulicas, siendo las más importantes la presa de gravedad de hormigón masivo, sus obras complementarias como ser el desagüe de fondo, el vertedero de excedencias, su obra de toma.

La presa de regulación será construida en el lecho de la quebrada y por debajo del nivel freático, en consecuencia la ejecución del dentellón de esta obra, se efectuará cuando el escurrimiento superficial de la quebrada Niña Waykho haya disminuido (abril a septiembre), de modo que permita la construcción de las obras de fundación sin tener riesgos de crecidas, y permitir dejar inmediatamente una obra de derivación de los caudales a la altura del lecho del río constituida por una tubería de diámetro 400 mm empotrada en la margen derecha de la presa en el estrato rocoso, para ello deberá iniciarse el trabajo con la construcción de la tubería de desvío y del dique de desvío de 7 m de altura, para luego de desviar el flujo superficial iniciar la construcción del dentellón de hormigón en el fondo del cauce y poder desviar el río durante la ejecución de las obras. Para llegar a este nivel es necesario realizar el trabajo en el fondo de la quebrada por sectores, tal de poder desviar el curso del flujo cuando se está colocando el hormigón del dentellón en cada uno de los sectores.

Debe ejecutarse la excavación para ejecución del dentellón, dividiendo como mínimo en dos partes. La primera mitad la que seguramente se inundará, requerirá el funcionamiento de la cantidad de bombas suficientes y permitir la ejecución del relleno de hormigón hasta llegar a la altura del lecho donde está prevista la tubería de desvío de la quebrada. Un procedimiento similar se utilizará en la ejecución de la

segunda parte del dentellón, desviando el caudal del curso del río por la tubería de desvío

Posteriormente se continuará con la construcción del hormigón masivo del cuerpo de la presa. De manera paralela se debe realizar los muros de la rápida y su base.

En forma paralela con el concreto del vertedero de excedencias, iniciarse con las obras del cuenco amortiguador con la compactación del material de fundación para el cuenco amortiguador y continuar inmediatamente con la obra de hormigón armado del cuenco y sus obras de protección aguas abajo.

Para el acceso a la presa existe un camino hasta alturas superiores, por ello a partir de la población de esa ubicación, el contratista como parte de la instalación de faenas deberá realizar el camino de acceso hasta la margen derecha de la presa a construirse, además de prever toda las instalaciones de los campamentos conforme las especificaciones técnicas previstas.

7.1.1. Personal y equipamiento mínimo de la empresa constructora

- Director de obra: Ingeniero Hidráulico - Civil, con 10 años de experiencia, 5 años en dirección de obras y por lo menos la dirección de dos proyectos iguales o similares al presente.
- Ingeniero civil experto en geotecnia con amplia experiencia en fundación de presas y generación de pantallas impermeables con inyecciones en roca (Ocupación temporal).
- Un ingeniero civil experto en tecnología del hormigón y reconocida trayectoria en hormigón masivo durante los últimos 10 años.
- Dos ingenieros civiles con por lo menos 5 años de experiencia en ejecución de obras similares.
- Un jefe de topógrafos y dos topógrafos ayudantes. El contratista debe tener en forma permanente en obra dos brigadas topográficas de apoyo que cuente cada una con estación total, nivel de precisión y todos los elementos

adicionales, como ser: computadoras, brújulas, GPS, prismas, reglas graduadas, cintas de medición, etc., que permitan realizar todos los replanteos y levantamientos topográficos que el supervisor considere conveniente, requeridos para ejecutar todas las obras satisfactoriamente.

- 5 capataces de amplia trayectoria como mínimo.

Equipo

Debido a las características de la obra, la empresa constructora deberá contar en obra como mínimo con el siguiente equipo:

- Una oruga D7 o topadora
- Cuatro martillos neumáticos y tres compresores.
- Dos equipos completos de perforación en roca, inyección para generar una pantalla impermeable y capacidad para realizar ensayos Lugeon.
- Una planta hormigonera de capacidad mayor a 30 m³ / h, con la maquinaria adicional para garantizar la correspondiente producción con control de calidad y dosificación en peso de áridos, cemento, agua, aditivos, etc. La propuesta debe especificar la maquinaria adicional en detalle.
- Dos palas cargadoras de 2 m³ de capacidad de cucharón.
- Dos volquetas de 6 m³ de capacidad mínima.
- Una camioneta doble tracción o camión de estacas.
- La empresa deberá contar con todos los demás equipos y herramientas menores para llevar a cabo la construcción de toda la obra, como ser hormigoneras menores, vibradoras, bombas, compactadores manuales, etc.
- El contratista debe tener capacidad para efectuar la rotura de probetas a compresión simple y realizar el control de calidad del hormigón correctamente, incluyendo ensayos de peso específico, granulometrías de agregados, calidad de agregados, pruebas de impermeabilidad, etc.

Cronograma

CAPÍTULO VIII

ASPECTOS AMBIENTALES

8.1. FICHA AMBIENTAL

8.2. MATRIZ DE IMPACTO

CAPÍTULO IX

EVALUACIÓN DEL PROYECTO

9.1. EVALUACIÓN GENERAL DEL PROYECTO

El proyecto de diseño "Mini Represa Chorcoya Méndez", considera la construcción de un presa de gravedad de hormigón masivo para la regulación de aguas sobre la quebrada Niña Waykho garantizando de esta forma el abastecimiento de agua para las demandas de riego de la comunidad de Chorcoya Méndez según la propuesta agrícola planteada. El presente proyecto tiene el propósito de dotar de agua para 103 has bajo riego óptimo en la comunidad.

Así mismo responde a los criterios socio - económicos que permitirá generar empleo temporal a los mismos habitantes, así como a los inmigrantes temporales para cultivos en general, además de asegurar la subsistencia y el acceso al mercado, los efectos socio - culturales también se verán favorecidos, puesto que los habitantes a través de la presa puede ser utilizada en manera pequeña pero significativa para la piscicultura.

La productividad aumentará aliviando la situación socioeconómica existente de la familia campesina con la consiguiente mejora de su calidad de vida actual.

Por último el proyecto responde favorablemente a los criterios medio ambientales, puesto que la infraestructura del sistema no tiene efectos desfavorables en las condiciones ambientales, y en la gestión del sistema no se tendrán impactos adversos de ninguna índole (en razón de que la calidad de las aguas no presenta riesgos en su uso).

9.2. EVALUACIÓN TÉCNICA

Con la ejecución de la Minirepresa Chorcoya Méndez se pretender cumplir con el 100% de los objetivos planteados siendo estos:

Objetivo General

Contribuir al mejoramiento de la calidad de vida de la población agrícola beneficiaria del proyecto, mediante el incremento de sus ingresos económicos, a través de la construcción de la infraestructura de riego con regulación de aguas, que asegure la disponibilidad de agua para riego, durante todo el periodo vegetativo de los cultivos tanto de verano como de invierno.

Objetivos Específicos

- Incorporar áreas de cultivo en la zona de Chorcoya Méndez a un sistema de producción bajo riego.
- Asegurar la dotación de agua permanente y en suficiente cantidad, para el riego superficial de 103 has de cultivo en dos campañas por año en la población de Chorcoya Méndez.
- Optimizar el uso y aprovechamiento de los recursos agua y suelo disponibles en el área del proyecto.
- Incrementar el área de cultivos mediante el riego óptimo y lograr la siembra de dos cosechas por año.
- Mejorar las condiciones de producción y productividad agrícola.
- Beneficiar a las familias campesinas de escasos recursos de la zona de influencia del proyecto.
- Controlar la erosión hídrica. Tratando de mitigar el problema con la implantación de la presa.
- Incrementar la disponibilidad de agua en los meses críticos de estiaje mediante la regulación del recurso hídrico (mayo - noviembre).

9.3. EVALUACIÓN AMBIENTAL

De acuerdo al análisis de cada uno de los componentes ambientales y sus impactos, se concluye que no habrá efectos negativos o alteraciones de las condiciones ambientales. En el análisis correspondiente a la evaluación del impacto ambiental del proyecto, se describen todos los factores positivos y negativos que en un futuro podrían suceder, así como las medidas más aconsejables para su mitigación y control.

Definición de impactos

Según el Ministerio de Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente, los proyectos deben realizar la identificación de los impactos ambientales, tanto en la ejecución de la obra, como en la operación y mantenimiento de las mismas; de acuerdo a las siguientes definiciones y ponderaciones:

Impactos directos e indirectos

a) Directos

Corresponden a la cuantificación de los impactos directos en la salud y bienestar de los seres humanos, otras formas de vida (animal o vegetal), o en los ecosistemas. Se produce principalmente durante el período de ejecución del proyecto, aunque se puede presentar en la fase de operación.

b) Indirectos

Consideran los efectos que se derivan de las actividades cuyo crecimiento o decaimiento se debe principalmente a la acción desarrollada por el proyecto. Puede presentarse durante la fase de ejecución del proyecto.

Impactos permanentes y temporales

a) Permanentes

Corresponden a los efectos que por sus características serán permanentes, aunque con un análisis cuidadoso pueden determinar medidas para evitar o al menos mitigarlos.

b) Temporales

Son aquellos que están presentes en ciertas etapas del proyecto a partir de su ejecución. Duran un cierto tiempo y luego cesan. Pueden ser también mitigados, de ser muy severa su acción en el ambiente.

Impactos extendidos y localizados

a) Extendido

Si se manifiesta en una superficie de extensión importante.

b) Localizado

De efecto “puntual”, claramente localizado en determinado lugar.

Impactos próximos y alejados

a) Próximos

Si el efecto de la acción se produce en las inmediaciones del área del proyecto.

b) Alejados

Si el efecto se manifiesta a una distancia apreciable del área del proyecto.

Impactos reversibles e irreversibles

a) Reversibles

Cuando las condiciones originales se restablecen de forma natural, luego de un cierto tiempo.

b) Irreversibles

Si la sola participación de los procesos naturales es incapaz de recuperar las condiciones originales.

Impactos recuperables e irrecuperables

a) Recuperables

Si se pueden realizar acciones o medidas correctivas, viables, que aminoren, anulen o reviertan los efectos, se logre o no alcanzar o mejorar las condiciones originales.

Cuando no es posible la práctica de ninguna medida correctiva de mitigación o mejoramiento.

Impactos acumulativos

Se producen cuando la suma de dos o más impactos de baja magnitud adquiere relevancia.

Impactos por sinergia

Se producen cuando en ciertas ocasiones la acción de dos o más impactos diferentes de baja magnitud, adquieren relevancia al presentarse simultáneamente.

Ponderación de impactos

Por su magnitud los impactos negativos tienen la siguiente escala:

Bajos (-1): Cuando la recuperación de las condiciones originales requiere poco tiempo y no se precisan medidas correctivas.

Moderados (-2): Cuando la recuperación de las condiciones originales requiere cierto tiempo y suelen aplicarse medidas correctivas.

Altos (-3): Cuando la magnitud del impacto exige la aplicación de medidas correctivas a fin de lograr la recuperación de las condiciones originales o para la adaptación a nuevas condiciones ambientales aceptables.

Los impactos positivos tienen las mismas ponderaciones que las anteriores, pero cuando la definición es lo contrario.

En el llenado de la ficha de impacto ambiental y la matriz M1 de impactos ambientales se puede ver y decir que en líneas generales la ejecución y mantenimiento del proyecto no presenta efectos negativos de relevancia en el medio ambiente, es el elemento fundamental para el desarrollo de una zona o región, que logra elevar el nivel de vida de sus habitantes, permitiendo que produzcan mayor facilidad cultivos y se pueda comercializar mejor los productos en los mercados locales y nacionales, mejorando los ingresos familiares de todos los beneficiarios de la zona del proyecto.

Los impactos negativos, durante la construcción son puntuales y moderados, los mismos que son temporales y reversibles

9.4. EVALUACIÓN SOCIAL

Los efectos sociales se los puede describir en los siguientes aspectos:

El impacto social del proyecto se plasmará en un mejoramiento sustancial en la atención de las demandas de agua, es bien sabido, que la comunidad de Chorcuya Méndez es atendida en forma deficiente en el sector indicado, debido principalmente a la falta de proyectos puntuales al respecto.

Actualmente la escasez de agua produce un alto índice de desnutrición en la población, precisamente por la falta de áreas cultivables.

Con la ejecución del proyecto, se tendrá un incremento en cuanto a ingresos familiares y jornales, cuyos efectos multiplicadores se traducirán en una mejora de la calidad de vida, además de sus necesidades básicas serán mejor atendidas.

CAPÍTULO X

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

10.1. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Una vez finalizado el trabajo Proyecto Mini Represa Chorcoya Méndez se puede llegar a las siguientes conclusiones y recomendaciones:

Conclusiones en el ámbito técnico

- Como en el presente estudio no se tenía planteado la evaluación socio económica del mismo, se tuvo como principal normativa en el diseño el eficiente y correcto funcionamiento de todas las obras hidráulicas para poder satisfacer las demandas de agua planteadas en la propuesta agrícola.
- De acuerdo al estudio topográfico realizado en la zona del proyecto, es posible observar que el embalse tiene características muy desfavorable ya que según las curvas Capacidad vs. Volumen se necesita de grandes alturas para almacenar la cantidad de volumen necesario para cubrir la demanda.
- El estudio hidrológico realizado nos permitió obtener una idea del comportamiento del recuso hídrico de la zona, tanto en precipitaciones como en caudales, donde para ello se realizaron métodos empíricos ya que la información disponible no permitía el cálculo directo de tales variables analizadas.
- Según el estudio geológico realizado en el lugar por el profesional a cargo, nos indica la ubicación estimativa de la fundación rocosa, siendo ésta la base para la cimentación del cuerpo de nuestra presa, con la recomendación de una serie de inyecciones en la misma, de tal manera que se garantice la impermeabilización de la fundación de la presa para evitar filtraciones que perjudique tanto a la estructura como a la regulación del embalse.

- Con respecto a la selección del lugar de emplazamiento de la presa, es necesario recalcar que los personeros de la alcaldía municipal de El Puente junto con los comunarios ya tenían determinado el sitio, luego con la verificación del geólogo designado, se llegó a la conclusión que el lugar más óptimo coincide con la selección de los comunarios brindando este las características más óptimas con respecto al resto del lugar.
- Luego de una serie de encuestas realizadas a las personas de la comunidad Chorcuya Méndez en reuniones entabladas, se llega a conocer los cultivos predominantes en la zona y aquellos que rinden de mejor manera por la situación climática. Por lo que la propuesta planteada, con las recomendaciones del personal especialista de la alcaldía, cumple de manera óptima con los requerimientos y expectativas de los comunarios, tratando de llegar a cultivar de manera óptima a más de una hectárea por familia.
- La determinación de las elevaciones de los niveles del embalse, nos brindan la seguridad suficiente para poder realizar una operación del embalse, que cumplan con una regulación satisfactoria de manera anual en el transcurso de la vida útil del embalse.
- Los métodos escogidos para los diferentes cálculos y diseños de las obras hidráulicas cumplen a cabalidad la situación de cada complemento planteado.
- Todas las obras complementarias de la presa cumplen con las recomendaciones y normativas de diseño para su correcto funcionamiento, de esta manera se asegura un comportamiento correcto en el transcurso de su operación.

Conclusiones en el ámbito ambiental

- El proyecto responde favorablemente a los criterios medio ambientales, puesto que la infraestructura de regulación mediante una presa no tiene efectos desfavorables en las condiciones ambientales

Conclusiones en el ámbito social

- El proyecto responde a los criterios socio - económicos porque permitirá generar actividad económica importante para la comunidad de Chorcuya Méndez principalmente, así como a inmigrantes temporales para el sistema de producción agrícola previsto, a más de asegurar la subsistencia y el acceso al mercado, los efectos socio - culturales también se verán favorecidos puesto que los comunarios estarán en condiciones de mejorar su organización y la participación en el desarrollo productivo en la zona, y mejorar la productividad de la actividad agrícola.
- Para poder determinar una evaluación económica del proyecto es necesario que se estime un presupuesto para el sistema de riego a empalmarse de tal manera que se llegue a contemplar de forma general el monto total de inversión para satisfacer las demandas planteadas.

Recomendaciones

- Se recomienda cumplir con las especificaciones técnicas para no sufrir altercados en la construcción de la obra, sobre todo con la disposición de estructuras, hormigones, cresta del vertedero y fundaciones de la presa, especificadas en el diseño.
- Para poder asegurar que las condiciones para un posterior empalme de un sistema de riego sea de manera óptima, es necesario el análisis teórico y práctico planteado en el presente estudio de manera que no se cometan errores en el diseño del mismo.
- El análisis del presupuesto general y sus precios unitarios de cada actividad son muy importantes por la cantidad de volúmenes que se incorporan en la construcción, por lo que, si se llega a alterar la estructura de la presa, es necesario tomar recaudos correspondientes para su posterior ubicación.