



FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Civil

**DISEÑO DE SISTEMA DE CAPTACIÓN Y
ALMACENAMIENTO DE AGUA PLUVIAL EN
RESERVORIO TIPO EMBALSE PARA USO
AGRÍCOLA EN EL DISTRITO DE POMACOCHA**

**Trabajo de Investigación para optar el Grado Académico de
Bachiller en Ingeniería Civil**

AIVY MABEL ANAYA CUENCA

(0000-0002-6647-0879)

JAIME AUQUI ARECHE

(0000-0002-4267-210X)

JUDITH BETSABETH ARPASI ALEJOS

(0000-0001-7991-4638)

ASESOR:

Mg. Ing. CARLOS ANDRÉS CACCIUTTOLO VARGAS

Lima – Perú

2021

INDICE GENERAL

1. Resumen del proyecto	6
2. Descripción del problema	7
3. Objetivos de la Investigación	9
3.1 <i>Objetivo General</i>	9
3.2 <i>Objetivos Específicos</i>	9
4. Alcance del proyecto.....	9
4.1 Limitaciones y restricciones	11
4.1.1 Limitación geográfica.....	11
4.1.2 Limitación de recurso hídrico	12
4.1.3 Limitación en el diseño.....	12
5. Evaluación del proyecto.	14
5.1 Factor político	14
5.2 Factor económico.....	14
5.3 Factor Social	15
5.4 Factor Ambiental:	16
6. Revisión de la normativa legal vigente y estándares nacionales e internacionales aplicadas	17
7. Propuesta de solución.....	19
7.1 Desarrollo de la investigación.....	19
7.1.1 Flujograma de captación de agua pluvial.....	19
7.1.2 Marco teórico	20
7.2 Diseño	27
8. Canales.....	45
9. Propuesta reservorio tipo embalses	47
9.1 Introduzca tecnología.....	48
10. Evaluación de impactos y riesgos (matriz de riesgo).....	50
11. Cronograma de ejecución	51
12. Propuesta de análisis de costos	52
13. Modelación con software.....	53
14. Plan de gestión ambiental	55
15. Análisis de Resultados.....	57
16. Conclusiones de la solución.....	57
17. Recomendaciones de la solución propuesta	58
18. Referencias bibliográficas.....	59

19. Anexos.....	62
------------------------	-----------

Índice de tablas

Tabla 1. Rendimiento de los principales cultivos de Acobamba TM/Has.	11
Tabla 2. Población económicamente activa Ocupada de 15 años a más por sector económico a nivel de distritos de la provincia de Acobamba.	15
Tabla 3: Producción de productos agrícolas en toneladas.	16
Tabla 4. Productos sembrados entre los años 2016-2017.....	16
Tabla 5. Relaciones geométricas para secciones de uso frecuente.....	25
Tabla 6. Taludes recomendados por tipo de material.....	25
Tabla 7. Coeficiente de rugosidad por superficie según Manning	26
Tabla 8. Historial de Precipitaciones.....	27
Tabla 9. Precipitaciones de diseño.	30
Tabla 10. Caudales de escorrentía directa.	31
Tabla 11. Datos de Evaporación de la estación Acobamba, 2010.....	32
Tabla 12. Caudal de oferta mínima	32
Tabla 13. Caudal de oferta promedio	32
Tabla 14. Caudal de oferta máxima.....	32
Tabla 15. Evapotranspiración potencial.	34
Tabla 16. Uso consuntivo media (U_{Cmedia}) del maíz.....	35
Tabla 17. Dosis de riego neta (mm) del maíz.....	35
Tabla 18. Precipitación efectiva mínima (mm).	36
Tabla 19: Requerimiento de agua para una precipitación efectiva mínima.	36
Tabla 20. Eficiencia para cada tipo de riego	37
Tabla 21. Requerimiento volumétrico neto de agua (m^3/ha).....	37
Tabla 22. Módulo de riego mensual.	38
Tabla 23. Caudal requerido patrón máximo (m^3/s).	38
Tabla 24: Balance hídrico mensual.	39
Tabla 25. Balance hídrico mensual (m^3). Elaboración propia	41
Tabla 26. SR vs Volumen máximo de almacenamiento de agua. Fuente: Elaboración propia.....	43

Índice de figuras

Figura 1. Precipitación anual del mundo. Fuente: ONUAA, 2014.....	7
Figura 2. Superficie Agrícola bajo riego por tipo, según región natural. Fuente: IV CENAGRO 2012.....	8
Figura 3. Precipitación mensual en el distrito de Pomacocha, provincia de Acobamba, departamento de Huancavelica. Fuente: SENAMHI, 2018.....	9
Figura 4. Microcuenca del río Pomacocha. Fuente: Google Earth, 2020.....	10
Figura 5. Captación de agua pluvial. Fuente: JICA, 2015.....	11
Figura 6. Área destinada a la captación del agua pluvial. Fuente: Google Earth elaboración propia.	12
Figura 7. Volumen disponible. Fuente: PDTI, 2016.	22
Figura 8. Volumen disponible en caso de exceso de agua. PDTI, 2016.	22

Figura 9. Volumen disponible en caso de falta de agua. Fuente: PDTI, 2016.	23
Figura 10. Volumen vertido de agua. Fuente: PDTI, 2016.	23
Figura 11. Flujo Permanente. Fuente: Estrada, 2005.	24
Figura 12. Precipitación promedio de la estación Acobamba. Fuente: Elaboración propia.	28
Figura 13. Consistencia de datos de la estación Acobamba. Fuente: Elaboración propia.	29
Figura 14. Figura 18. Variación de la precipitación en años secos y húmedos. Fuente: Elaboración propia.....	29
Figura 15. Precipitación de Diseño. Fuente: Elaboración propia.	30
Figura 16. Oferta hídrica en m ³ /s. Fuente: Elaboración propia.	33
Figura 17. Balance hídrico. Fuente: Elaboración propia.	39
Figura 18. Balance hídrico mensual en m ³ del año 2010. Fuente: Elaboración propia .	42
Figura 19. SR vs Volumen máximo de almacenamiento de agua. Fuente: Elaboración propia.	43
Figura 20. Curva de embalse. Fuente: Elaboración propia.....	44
Figura 21. Grafica de Área m ² vs Volumen m ³ . Fuente: Elaboración propia.	44
Figura 22. Altura máxima (m) vs Volumen máximo (m ³) Fuente: Elaboración propia.	45
Figura 23. Dimensiones de la sección transversal del canal de la progresiva 0+25m. Fuente: H-Canales, elaboración propia.	46
Figura 24. Sección transversal del canal de captación y conducción, unidad: metros. Fuente: Autodesk AutoCAD 2018, elaboración propia.....	47
Figura 25. Curvas de nivel. Fuente: Elaboración propia.	48
Figura 26. Curvas de nivel. Fuente: Elaboración propia.	49
Figura 27. Modelo del reservorio tipo embalse. Fuente: Elaboración propia	53
Figura 28. Modelo del canal de captación y conducción. Fuente: Elaboración propia..	53
Figura 29. Modelo del canal de captación y conducción. Fuente: Elaboración propia..	54

Índice de anexos

Anexo 1. Estación de Acobamba.....	62
Anexo 2. Estación Lircay	62
Anexo 3. Estación Acostambo.....	62
Anexo 4. Estación Huancalpi	63
Anexo 5. Coeficiente de escorrentía según Benítez et al. (1980).....	63
Anexo 6. Evapotranspiración potencial del año 1991.	63
Anexo 7. Evapotranspiración potencial del año 1993	64
Anexo 8. Precipitación efectiva promedio (mm).....	64
Anexo 9. Precipitación efectiva máximo (mm).....	65
Anexo 10. Requerimiento de agua (mm).....	65
Anexo 11. Requerimiento de agua (mm).....	65
Anexo 12. Requerimiento volumétrico neto de agua, año 1993.	66
Anexo 13. Requerimiento volumétrico neto de agua, año 2011.	66
Anexo 14. Módulo de Riego.....	67
Anexo 15. Caudal requerido (m ³ /s)	67

Hoja de presentación

CARTA DE PRESENTACIÓN

Nombre del proyecto: Diseño de sistema de captación y almacenamiento de agua pluvial en reservorio tipo embalse para uso agrícola en el distrito de Pomacocha

Mandante: Municipalidad Distrital de Pomacocha

Caso de negocio: El proyecto tiene por finalidad la construcción de un sistema de captación y almacenamiento de agua pluvial.

Ubicación: Centro Poblado de Huillhuecc - Pomacocha

Recursos preasignados:

- Ubicación del proyecto.
- Parámetros Hidrológicos y Geotécnicos.
- Planos de Estructuras.

Cronograma del proyecto:

Fecha de Inicio: 02 / 01 / 2020

Fecha de fin: 16 / 03 / 2020

Duración: 53 días

Presupuesto del proyecto:

Costo directo: S/. 265,172.26

Gastos generales: S/. 39,775.84

Utilidad: S/. 26,517.23

Subtotal: S/. 331,465.33

IGV: S/. 59663.76

Total, Presupuesto: S/. 391,129.08

1. Resumen del proyecto

El crecimiento poblacional, el aumento de la contaminación y la sobreexplotación de fuentes naturales de agua ha ocasionado la escasez de este recurso hídrico. Por ello, han surgido diferentes métodos alternativos para el abastecimiento del mismo como: la cosecha de agua pluvial, uso de aguas subterráneas y otros.

Teniendo en cuenta las altas precipitaciones que se registran en la sierra peruana durante el invierno, el “Diseño de sistema de captación y almacenamiento de agua pluvial en reservorio tipo embalse para uso agrícola en el distrito de Pomacocha”, tuvo por objeto generar una alternativa para el riego con fines agrícolas del distrito de Pomacocha, provincia de Acobamba, Huancavelica debido a la ausencia de agua en varios meses que no permite mantener una cosecha permanente en el año.

La metodología empleada fue el método de balance hídrico utilizando el historial de datos hidrológicos obtenidos de ANA recolectados durante 22 años (1989 – 2011) y considerando un periodo de diseño de 25 años. El proyecto consiste en captar agua pluvial en una superficie de 0.5 km^2 y conducirlo mediante el canal hacia un reservorio tipo embalse de $60\,000 \text{ m}^3$ de capacidad, el cual abastecerá la demanda de agua para riego en los meses sin precipitaciones.

En los resultados se observó que el nivel de las precipitaciones es adecuado para satisfacer la demanda de riego de 10 hectáreas al 100%. El presente proyecto mejorará la economía de la población aledaña y la producción agrícola será permanente durante todo el año.

2. Descripción del problema

La Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE, 2012) estima que la demanda mundial de agua aumentará en un 55% para el año 2050. El sector que consume el mayor porcentaje de agua a nivel mundial es la agricultura, con una participación del 70%. En muchos países, dicho porcentaje es excedido puesto que se incluye el agua procedente de ríos, lagos y acuíferos (FAO y WWC, 2015). Según las cifras, aproximadamente 800 millones de personas carecieron de acceso a este recurso hídrico en el año 2014. Asimismo, se estima que entre 6 a 8 millones de seres humanos fallecen cada año a causa de fenómenos y enfermedades vinculados al agua (UN-Water 2013 citado por Jiménez-Cisneros, 2014).

La agricultura es el sector más afectado por el cambio climático debido al incremento de la temperatura, lo cual reduce la producción de cultivos proyectados. Según el World Water Assessment Programme (2015), para el año 2030 el mundo tendrá un déficit del 40 % de agua si el escenario climático sigue alterándose constantemente. Por otro lado, en la actualidad un 43% del agua subterránea se utiliza en el riego de cultivos. Según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (2014), la precipitación anual del mundo es de 814 mm o 110 000 km³. Además, los cultivos regados producen el 40 % de la producción mundial en tan solo el 20% de la superficie cultivable.

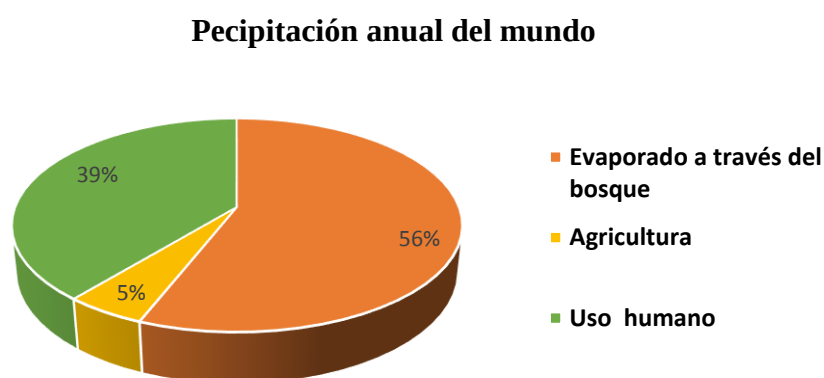


Figura 1. Precipitación anual del mundo. Fuente: ONUAA, 2014.

En el Perú, según el IV Censo Nacional Agropecuario (2012), el 36% de la superficie agrícola cuenta con riego, mientras que el 64% restante depende de la lluvia. Del mismo modo, la superficie agrícola de la costa cuenta con riego el 87%,

mientras que en la sierra solo el 30% de la superficie. Por lo que, la mayoría de la superficie agrícola se encuentra bajo la modalidad de riego por gravedad, lo cual afecta el rendimiento hídrico como se muestra en la *figura 2*.

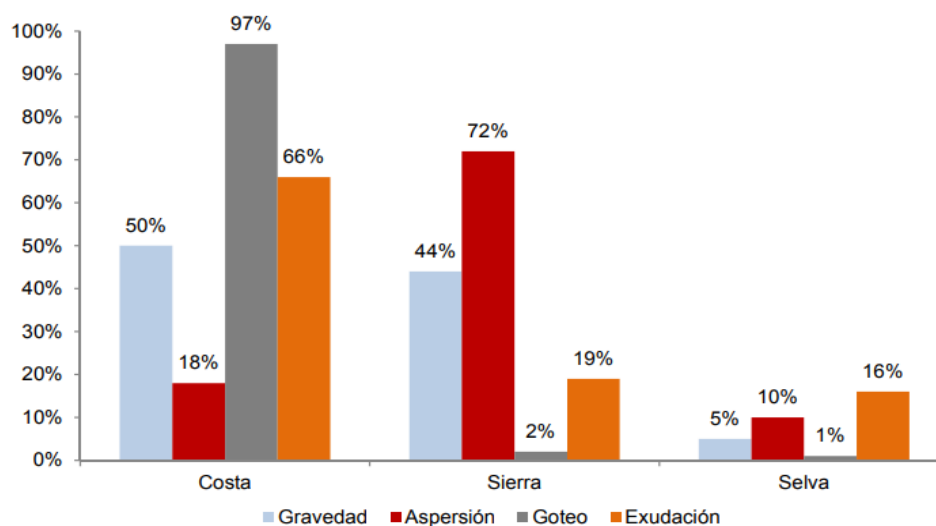


Figura 2. Superficie Agrícola bajo riego por tipo, según región natural. Fuente: IV CENAGRO 2012.

En la provincia de Acobamba, departamento de Huancavelica, el 76.2% de la población se dedica a la agricultura (INEI, 2007), sin embargo, el tiempo de sequía es un problema para los productores de maíz, papa, arveja, quinua y otros productos. Esto se debe principalmente a la ausencia de obras hidráulicas para la irrigación y a la baja precipitación hídrica en los meses de verano entre 20 de abril y 14 de septiembre (SENAMHI, 2018). Además, el 47.7% de la población se encuentra en pobreza extrema debido a la falta de trabajo y las bajas producciones de los cultivos (INEI, 2007).

El distrito de Pomacocha tiene serios problemas de desabastecimiento de agua ya que el 38.83% de su población no cuenta con acceso a un sistema de agua potable (Dirección Regional Vivienda Construcción y Saneamiento, 2006). La restricción al acceso de agua es principalmente debido a su geografía. Además, la ganadería local también se ve afectada debido al desabastecimiento de pasto por falta de riego (Bonfiglio & Torres, 2016). Por otra parte, durante los meses de invierno entre 14 de septiembre y 20 de abril se incrementa la precipitación y en el mes de febrero se alcanza un valor máximo promedio de 72 mm como se muestra en *figura 3*.

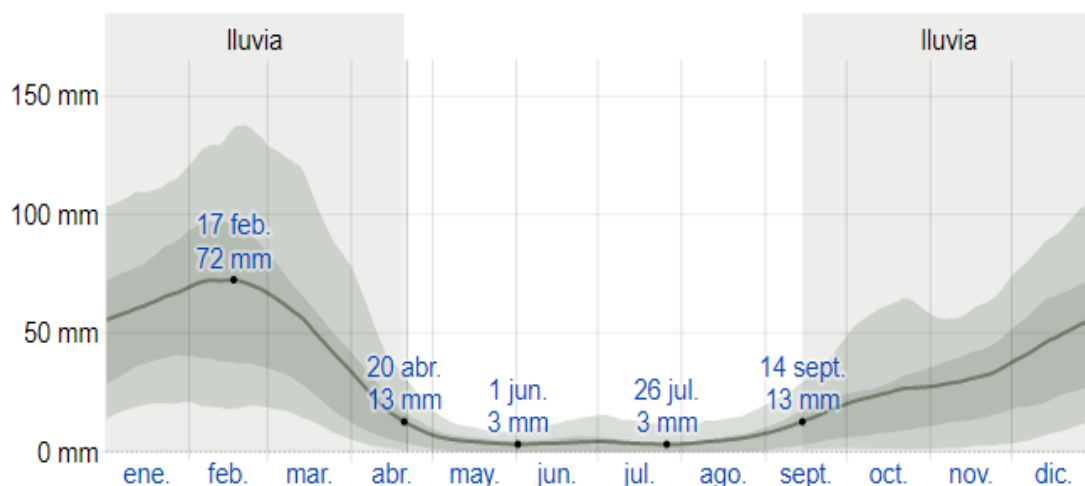


Figura 3. Precipitación mensual en el distrito de Pomacocha, provincia de Acobamba, departamento de Huancavelica.
Fuente: SENAMHI, 2018.

3. Objetivos de la Investigación

3.1 *Objetivo General*

Desarrollar el diseño de un sistema de captación y almacenamiento de agua pluvial mediante canales y un reservorio tipo embalse para ser usado en la agricultura en el distrito de Pomacocha.

3.2 *Objetivos Específicos*

- Analizar las precipitaciones mediante métodos estadísticos con datos obtenidos del SENAMHI y ANA para calcular la oferta hídrica.
- Realizar un balance hídrico de la oferta y demanda de consumo de agua en regadío considerando la hidrología del lugar para el dimensionamiento del reservorio tipo embalse.
- Diseñar el canal de conducción usando el software HCanales para la captación de agua pluvial.
- Proponer alternativas de tecnología de presas y del diseño de la geometría del reservorio mediante el uso del software Autocad Civil 3D para calcular la capacidad del embalse.

4. Alcance del proyecto

El proyecto consiste en el aprovechamiento del agua proveniente de la lluvia captada en las laderas de la microcuenca del río Pomacocha ubicado en el distrito de Pomacocha, provincia de Acobamba y departamento de Huancavelica. En la *figura 4* se muestra la

ubicación de la microcuenca del río Pomacocha en donde se observan tres ramales que conducen el cauce natural del agua.

Ubicación de la microcuenca del río Pomacocha



Figura 4. Microcuenca del río Pomacocha. Fuente: Google Earth, 2020.

El sistema diseñado consta de tres etapas: la captación, conducción y almacenamiento del agua pluvial. La primera etapa consistió en identificar *laderas con mayor* pronunciamiento de la microcuenca del río Pomacocha para la captación del agua pluvial tal como se muestra en la *figura 5*. La segunda etapa consistió en el diseño del canal de conducción del agua captado en las laderas hasta un dique ubicado en la zona baja de la microcuenca. La tercera etapa concluyó con la propuesta de diseño geométrico del dique del reservorio tipo embalse que sirve como almacenamiento de agua pluvial. El agua almacenada beneficiará a pobladores quienes requieren del recurso hídrico para el cultivo de sus productos agrícolas. En la *tabla 1* se observa las variedades de productos que son cultivados en el distrito de Pomacocha, que requieren de este recurso. Es preciso indicar que en este distrito el 76.2% de los habitantes se dedican a la agricultura (INEI, 2007), siendo ésta su principal fuente de ingreso económico.

Captación de agua pluvial

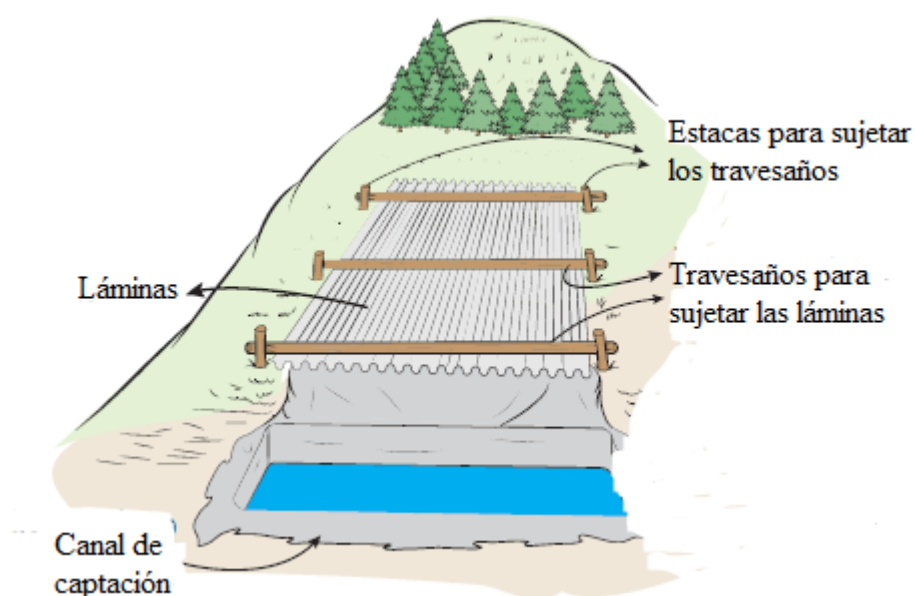


Figura 5. Captación de agua pluvial. Fuente: JICA, 2015.

Tabla 1. Rendimiento de los principales cultivos de Acobamba TM/Has.

Fuente: MPA, 2003.

DISTRITOS	No.U.A	ARVEJA	MAIZ	PAPA	HABA	CEBADA	TRIGO	TOTAL
ACOBAMBA	1717	5.1	1.31	10	2.1	1.8	1.3	21.61
ANDABAMBA	838	3.3	1.21	8.47	1.21	1.3	1.2	16.69
ANTA	1388	3.5	1.2	8.3	1.22	1.3	1.2	16.72
CAJA	858	4.2	1.3	8.9	1.32	1.4	1.22	18.34
MARCAS	561	4.1	1.21	8.4	1.22	1.5	1.29	17.72
PAUCARA	2450	2.2	0	8.61	1.3	1.5	1.2	14.81
POMACOA	1037	4.2	1.3	8.7	1.32	1.6	1.3	18.42
ROSARIO	1296	3.1	1.2	8.58	1.26	1.7	1.2	17.04
TOTAL								
PROMEDIO	10145	3	1.09	8.75	1.37	1.51	1.24	16.96

4.1 Limitaciones y restricciones

4.1.1 Limitación geográfica

- El área de estudio en el cual se propone establecer el sistema de captación de agua pluvial se encuentra dentro de una pequeña microcuenca que abastece a un pequeño riachuelo, cuyas laderas están destinadas como zonas de captación de precipitaciones líquidas (ver fig. 6).

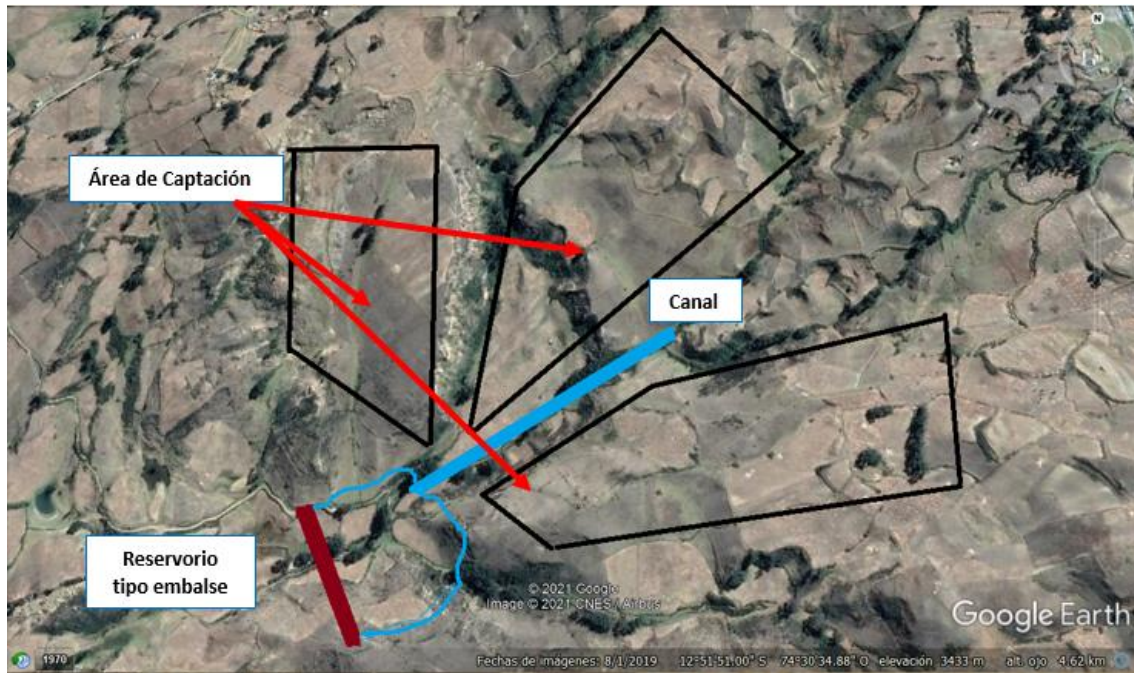


Figura 6. Área destinada a la captación del agua pluvial. Fuente: Google Earth elaboración propia.

- El sector agrícola que va a ser abastecido por el agua captada va a ser determinada con ayuda de la obtención del balance hídrico donde se obtendrá la oferta y demanda de agua que va a almacenar y proporcionar el dique.

4.1.2 Limitación de recurso hídrico

- El mayor volumen de agua pluvial captada se desarrollará entre los meses de setiembre y abril (ver fig. 3), el resto de los meses del año solo aportarán pequeños volúmenes de agua.
- El agua almacenada que abastecerá el reservorio tipo embalse es proveniente del agua pluvial y del riachuelo que es alimentado por la pequeña microcuenca establecida en la zona de estudio.

4.1.3 Limitación en el diseño

- Se van a diseñar un canal específicamente para conducir el agua captada de las precipitaciones que sigue la dirección del ramal principal hacia el dique. El canal principal será diseñado mediante el software H-Canales.
- Se va a presentar el diseño geométrico y la capacidad de almacenamiento del reservorio tipo embalse mediante uso del software AutoCAD Civil 3D, que va a ser desarrollado en función de la oferta y demanda de agua calculada en el balance hídrico.

- La demanda de agua solo fue calculada para un área de siembra de 10 hectáreas.
- La demanda de agua utilizada en el balance hídrico fue calculada en base al uso consuntivo del maíz.
- Se consideró nula la demanda de agua para los primeros cuatro meses del año (enero, febrero, marzo y abril).

4.1.4 Limitación ambiental

- El área de captación y almacenamiento del reservorio tipo embalse no dañará el ecosistema de la zona.
- Se utilizará diferentes tipos de riego que permitan el uso desmedido del agua almacenada, por ejemplo, riego por goteo.

4.1.5 Restricción ambiental

- La inaccesibilidad a ciertos puntos de la zona de construcción, debido a la topografía de la zona.
- No se altera el flujo del caudal base o mínimo que transcurre por el pequeño riachuelo.

4.1.6 Limitación económica

- La lejanía de la ubicación de las canteras para la extracción de los materiales pétreos dificulta la construcción de la obra, y además ésta repercute en el presupuesto de la obra, sobre todo en el transporte de los materiales.

4.1.7 Restricción económica

- La carencia de recursos económicos por parte de la población no ha permitido el desarrollo de obras de infraestructura que permitan la captación y almacenamiento de agua pluvial.
- El costo elevado de destinado a la construcción de obras hidráulicas almacenadoras de agua elaboradas con concreto armado son superiores en comparación a los que son hechos con material terreo. Debido a ello se optó por la construcción de la obra con materiales térreos.

4.1.8 Restricción con respecto a la salud pública

- El agua captada y almacenada en el reservorio tipo embalse a pesar de ser proveniente de las precipitaciones pluviales no es para consumo humano, ya que primero necesitaría ser tratada y convertida en agua potable. Por lo tanto, es netamente para el uso en el sector agrícola.

4.1.9 Restricción con respecto a la seguridad social

- La carencia de una institución envuelta en la construcción de obras con infraestructura dedicada al manejo y aprovechamiento sostenible del recurso hídrico por parte de las precipitaciones.
- La poca interacción de las autoridades y la población en general de la zona no propicia la evaluación de proyectos de construcción de estos tipos de obras.

5. Evaluación del proyecto.

5.1 Factor político

Actualmente el distrito de Pomacocha es gobernado por la Ing. Zulma Arias Carrasco (Gestión 2019-2022). El distrito está ubicado en -12.8736° (latitud) y -74.5308° (longitud), a una elevación de 3145 m.s.n.m. y cuenta con 55,00 km² de área superficial, el cual representa el 24.77% del área de la provincia de Acobamba. Además, está conformado por 14 anexos o localidades como: San Lorenzo de Pomacocha, Ayahuasan, Yanaccara, Huillhuecc, Cusicancha, Choclococha, Yanacocha, Huayllapampa, Chilcapite, Leoncio Prado, Dos de Mayo, Cuicha, Incapacchan y Huanapampa.

El proyecto se desarrollará en el anexo de Huillhuecc, donde la topografía del lugar favorece para el desarrollo del proyecto. Del mismo modo, el proyecto estará construido con materiales de la zona, lo cual facilita y hace más accesible para su aprobación por la municipalidad distrital de Pomacocha y su ejecución. Asimismo, el costo de ejecución será menor, debido a que se usará principalmente materiales de la zona y tendrá un bajo costo en mantenimiento. Sin embargo, el mal manejo del proyecto podría generar un mayor costo de ejecución y mantenimiento.

5.2 Factor económico

Las principales actividades económicas en el distrito son la agricultura y la ganadería los cuales son el sustento de vida de la población. Según INEI (2017), el PBI del departamento de Huancavelica se ubica en 21° lugar con 5.1 miles de millones de Nuevo

Soles que equivale aproximadamente al 0.8 % del PBI nacional. Además, según (Censo de Población y Vivienda, 2007), la población económicamente activa (PEA) de 15 años a más es de 16 380, que representa el 35.70 % de la PEA departamental; asimismo, el 68.42% del PEA representa los varones y el 31.58 % son mujeres.

Según INEI (2017), los sectores económicos de mayor relevancia en la provincia son el primario y terciario que conforman el 67.8% y 21.76% del PEA respectivamente. Además, el distrito de Pomacocha cuenta con aproximadamente 8.3 % PEA primaria, 0.36% de PEA secundaria y 1.13% de PEA terciaria tal como se muestra en la *tabla 2*. En comparación a los otros distritos, Pomacocha cuenta con un PEA promedio.

Tabla 2. Población económicamente activa Ocupada de 15 años a más por sector económico a nivel de distritos de la provincia de Acobamba.

DISTRITO	SECTOR ECONÓMICO						NO ESPECIFICADO	%	TOTAL	%
	PRIM.	%	SEC.	%	TER.	%				
ACOBAMBA	1028	11.29	172	1.89	744	8.17	92	1.01	2036	22.37
ANDABAMBA	100	1.1	13	0.14	142	1.56	10	0.11	265	2.91
ANTA	1439	15.81	18	0.2	93	1.02	38	0.42	1588	17.45
CAJA	152	1.67	23	0.25	50	0.55	5	0.06	230	2.53
MARCAS	158	1.74	13	0.14	52	0.57	21	0.23	244	2.68
PAUCARA	1610	17.69	217	2.38	712	7.82	205	2.25	2744	30.16
POMACOCCHA	755	8.3	33	0.36	103	1.13	18	0.2	909	9.99
ROSARIO	881	9.68	38	0.42	86	0.94	79	0.87	1084	11.91
PROVINCIAL	6123	67.28	527	5.78	2456	21.76	625	5.15	9100	100

Fuente: INEI, 2007.

Este proyecto será de gran beneficio para el distrito ya que generará mayor empleo y aumentará el potencial productivo de la agricultura en la zona a intervenir. Además, se fomentará la producción de hortalizas y frutas para la exportación, ya que el clima es favorable para su producción. De esta manera se disminuirá la tasa de desempleo en el distrito y mejorará la calidad de vida de los pobladores.

5.3 Factor Social

La población total estimada al 30 de junio del 2017 para la provincia de Acobamba es de 80,849, ahora particularmente para el distrito de Pomacocha la población proyectada para el mismo año es de 3,914 (INEI, 2017).

Beneficio social brindados a la población de Pomacocha:

La elaboración del sistema de captación y almacenamiento del agua de lluvia va a generar los siguientes beneficios, principalmente al sector de la agricultura, ya que el sistema de riego para los productos agrícolas de la zona es mediante la lluvia.

- Abastecimiento de agua para el regadío de los principales productos sembrados en la zona.
- Abastecimiento del agua en temporadas secas.

5.4 Factor Ambiental:

El distrito de Pomacocha es una zona que se dedica a la agricultura, entre los principales productos que producen están la cebada, el maíz, el trigo, la papa, etc. Según INEI (2017), en la provincia de Acobamba los principales productos agrícolas que son producidos en la zona para el 2017 se muestran a continuación en la *tabla 3*.

Tabla 3: Producción de productos agrícolas en toneladas.

NOMBRE	PRODUCTO/AÑO (toneladas)
Cebada	5 895.85
Maíz	3 950.23
Quinua	408.11
Trigo	1 324.50
Haba	2 203.16
Olluco	1052.20
Papa	30 537.59
Arveja grano verde	6 451.30
Alfalfa	1 831.62

Fuente: INEI, 2017.

En cuanto a la siembra de los principales cultivos, según el INEI (2017) para los años 2016-2017 en el departamento de Huancavelica se cultivan los siguientes productos tal y como se muestra en la *tabla 4*.

Tabla 4. Productos sembrados entre los años 2016-2017.

NOMBRE	Cultivos (hectáreas)
Cebada	14 453
Maíz	18 313
Quinua	1 938

Trigo	4 421
Haba	6 856
Olluco	2 398
Papa	7 761
Arveja grano verde	3 494

Fuente: INEI, 2017.

6. Revisión de la normativa legal vigente y estándares nacionales e internacionales aplicadas

El desarrollo del siguiente trabajo se llevó acabo siguiendo las siguientes recomendaciones mínimas para el correcto diseño presentes en los siguientes ítems:

6.1 Normas internacionales

- Manual práctico para el diseño de sistemas de mini riego- Honduras. Permite identificar los diversos factores, parámetros y propiedades que se deben tener en cuenta para diseñar sistemas de riego.
- Manual de captación y aprovechamiento del agua de lluvia - Experiencias en América Latina. Guía para evaluar los diversos tipos de sistemas de captación de agua pluvial que se emplean en países como Chile, Argentina, Perú, etc; De esta forma se pudo identificar el tipo de sistema desarrollado.
- Centro internacional de demostración y aprovechamiento del agua de Lluvia – CIDECALL. Brinda información sobre la importancia y beneficios de aprovechar agua de lluvia de acuerdo con experiencias en México, República popular de China, Bangladesh, Tailandia, etc. Asimismo, se identificaron una variedad de sistemas de captación de agua de lluvia empleados para diversos fines en México, como para uso doméstico, riego para huertas, etc.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura – FAO.
- International Commission on Large Dams – ICOLD. Guía de conocimiento básico en diseño de presas.

6.2 Normas nacionales

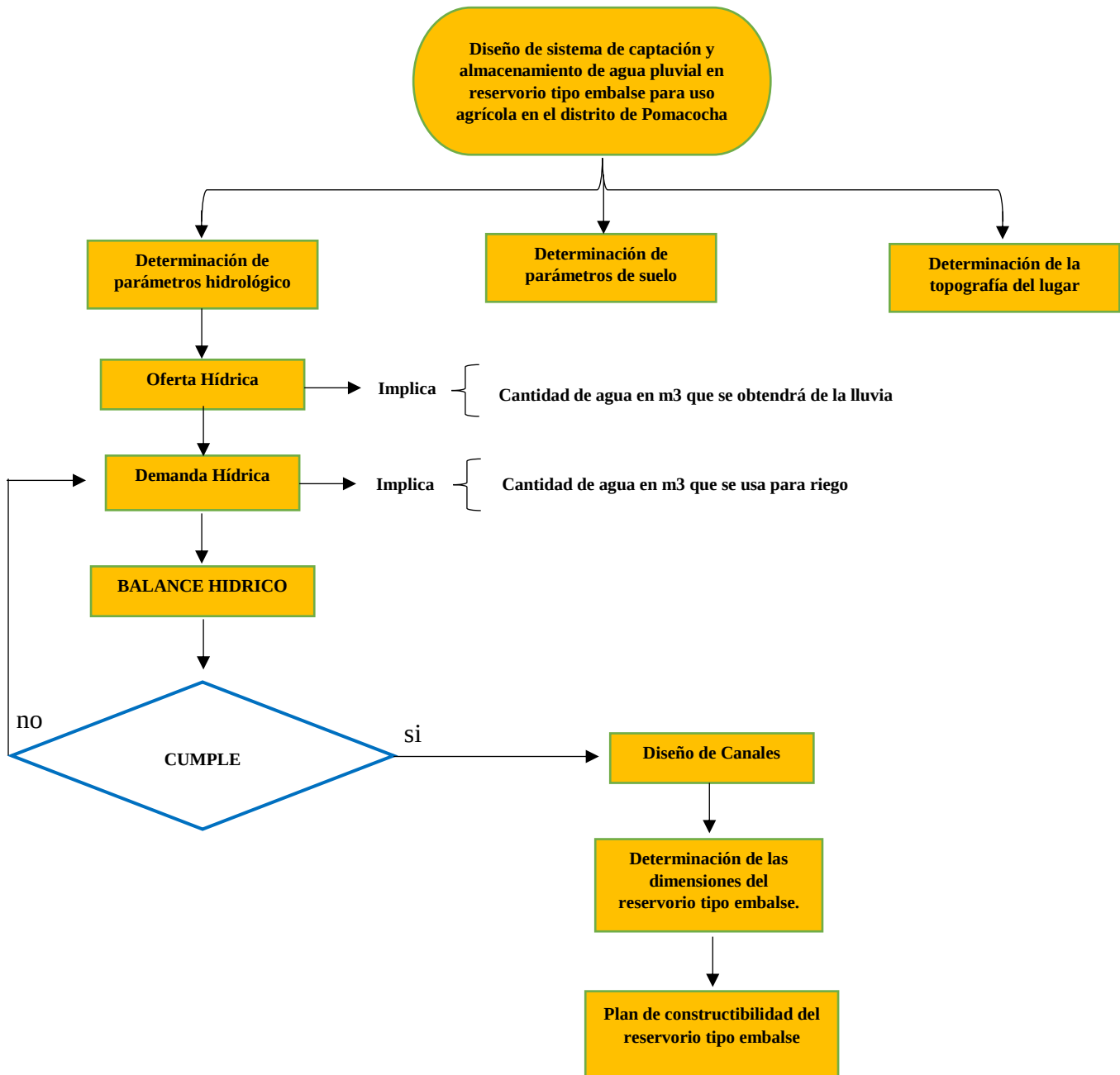
- Manual Criterios de diseños de obras hidráulicas para la formulación de proyectos hidráulicos multisectoriales y de afianzamiento hídrico- ANA. Se revisó el manual para evaluar criterios en el diseño de canales abiertos.

- Manual del cálculo de eficiencia para sistemas de riego-MINAGRI. Se revisó el manual para la orientación en el cálculo de los sistemas de riego.
- Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje – MTC. Se revisó el manual como guía para el diseño de canales, evaluando los parámetros encontrados.
- Políticas y estrategias nacional de Recursos Hídricos – ANA. Permitió conocer las precipitaciones del área en estudio.
- Enfoque de cuenca – ANA. Brinda información de la gestión integrada por cuenca hidrográfica.

7. Propuesta de solución

7.1 Desarrollo de la investigación

7.1.1 Flujograma de captación de agua pluvial



Fuente: elaboración propia

7.1.2 Marco teórico

Metodología y consideraciones teóricas para el Balance Hídrico

Balance hídrico

Según Van & Prieto (2000), el balance hídrico se basa en la aplicación del principio de conservación de masas de agua, conocida también como la ecuación de continuidad. Este método analiza la entrada y salida de agua de un espacio territorial como por ejemplo una cuenca hidrográfica a lo largo del tiempo.

La ecuación del balance hídrico generalmente está comprendida por las siguientes entradas como son la precipitación recibidas en la superficie del suelo (P), y las aguas superficiales y subterráneas dentro de la cuenca (Q). Las salidas en la ecuación estas dadas por la evaporación y transpiración (ET) y las salidas de aguas superficiales, ósea la escorrentía (ES) y las aguas subterráneas (ST).

$$P + Q = ET + ES + ST$$

Los componentes de la ecuación de balance hídrico pueden expresarse como una altura media de agua sobre la cuenca (mm), como un volumen (m³) y en forma de caudal (m³/s).

Parámetros:

- **Precipitación:** Se define como el agua meteorológica que cae en la superficie de la tierra en forma sólida o líquida proveniente de la condensación de las nubes (SENAMHI, 2011).
- **Análisis de consistencia de datos:** Los datos pluviométricos a nivel mensual, se procesan con el fin de determinar su confiabilidad y consistencia, que comprende la elaboración de tablas con valores promedios a nivel mensual y anual, la construcción de histogramas, curvas de doble masa y pruebas estadísticas, con el fin de identificar y si es necesario cuantificar inconsistencias, saltos o tendencias de los datos. Para el desarrollo del este trabajo se utilizó el método de doble masa.
- **Temperatura:** Esta variable se analiza a nivel anual y mensual, considerando los valores mínimos, máximos y medios, para las cuencas de interés. La información de temperatura corresponde a la estación Acobamba proporcionado por SENAMHI y ANA.

- **Evapotranspiración:** Para el cálculo de la evapotranspiración se utilizó la fórmula racional.
- **Caudal y determinación de la escorrentía:** Para el análisis y estimación de los caudales proporcionados por la lluvia se utilizó la siguiente ecuación.

$$Qx = \frac{Ax * Px * Q}{A * P}$$

Donde:

Qx: Caudal a estimar en m³/s

Ax: Área de la microcuenca en Km²

Px: Precipitación en mm

Q: Caudal en el río de la microcuenca

A: Área de la cuenca

P: Precipitación de la cuenca

Balance Hídrico Mensual.

Se realizó un balance hídrico mensual de los volúmenes de agua afluentes y efluentes al embalse, y así calcular mes a mes la magnitud del volumen acumulado en el embalse.

Los volúmenes por intervenir en el balance hídrico son los siguientes:

V_o: Volumen acumulado en el embalse al inicio del mes.

V_{min}: Volumen mínimo que se puede acumular en el embalse (volumen muerto sin considerar sedimentos acumulados en el fondo del embalse).

V_{max}: Volumen máximo que se puede acumular en el embalse (capacidad del embalse).

V_A: Volumen afluente al embalse.

V_{EV}: Volumen evaporado.

V_{EC}: Volumen asociado al caudal ecológico.

V_R: Volumen requerido.

- **Volumen disponible:** Se calculará de utilizando la siguiente ecuación:

$$V_D = V_o + V_A - V_{min} - V_{EV} - V_{EC}$$

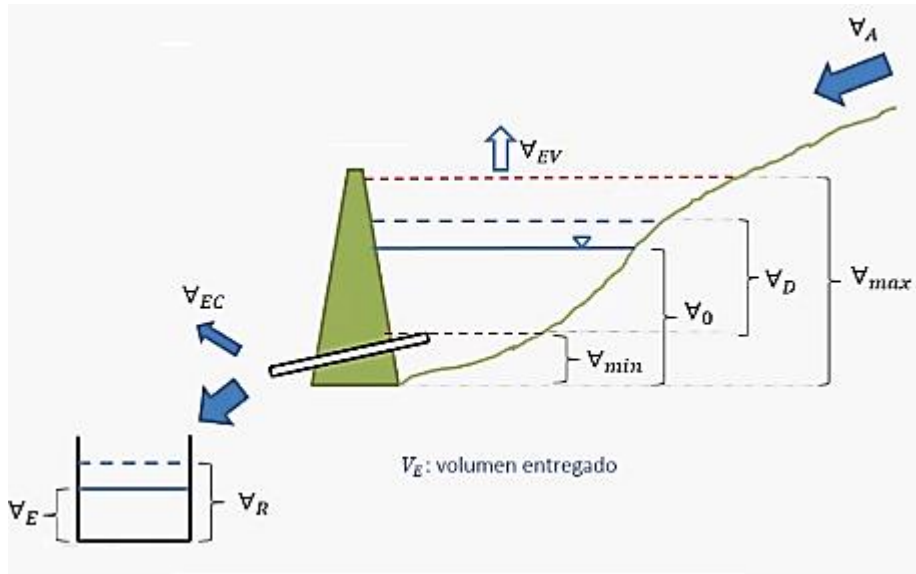


Figura 7. Volumen disponible. Fuente: PDTI, 2016.

Caso 1: Exceso de agua

$$V_D = V_o + V_A - V_{min} - V_{EV} - V_{EC}$$

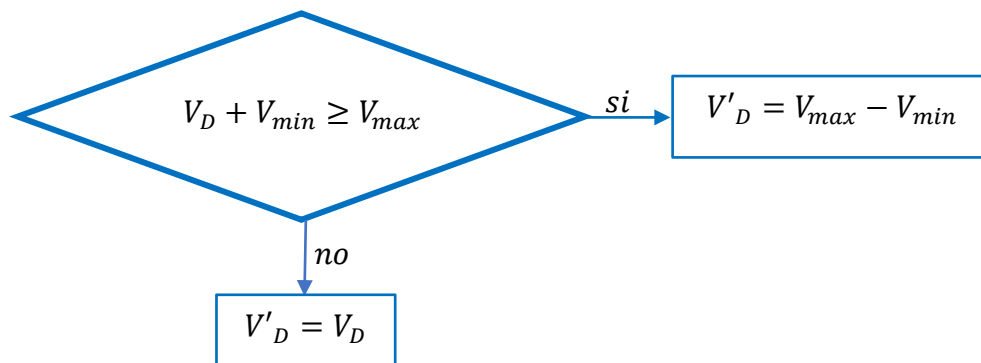


Figura 8. Volumen disponible en caso de exceso de agua. PDTI, 2016.

Caso 2: Falta de agua

$$V_D = V_o + V_A - V_{min} - V_{EV} - V_{EC}$$

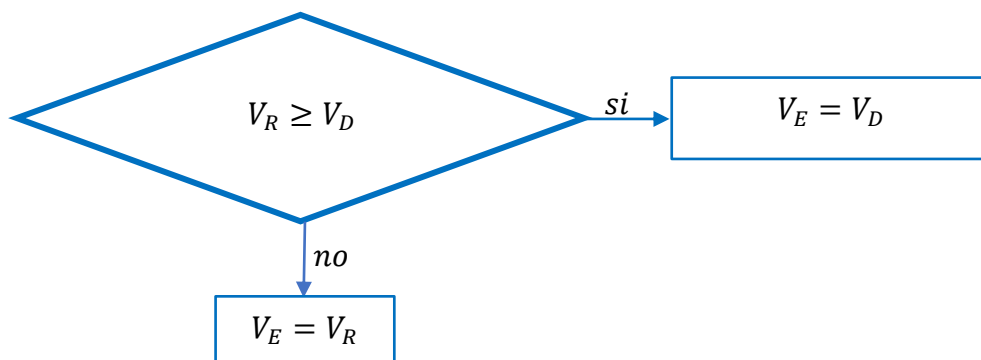


Figura 9. Volumen disponible en caso de falta de agua. Fuente: PDTI, 2016.

- **Volumen vertido:** Se calculará utilizando la siguiente ecuación:

$$V_v = (V_o + V_A - V_{EV} - V_{EC} - V_E) - V_{max}$$

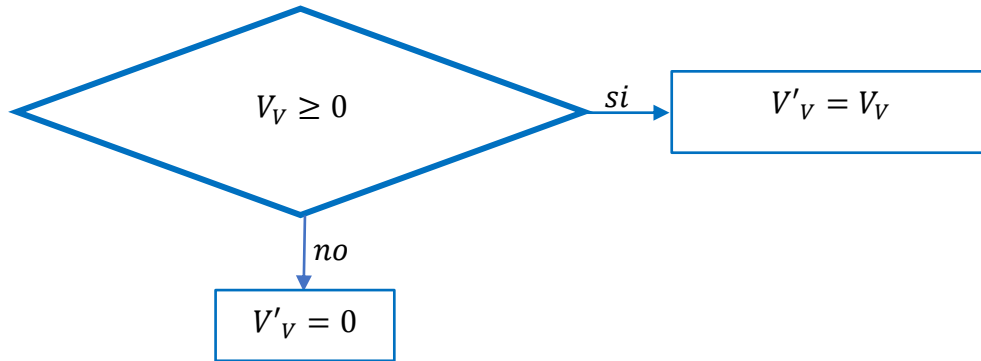


Figura 10. Volumen vertido de agua. Fuente: PDTI, 2016.

- **Canales de captación (Canales abiertos y propiedades)**

El funcionamiento de canales abiertos se remota en la antigua Roma imperial o Mesopotamia, teniendo como criterio el abastecimiento para el riego agrícola. El flujo del agua es conducido por un canal abierto con superficie libre por lo cual está sometida a la presión atmosférica (Ven te Chow, 1994).

Características de un canal abierto

- Área hidráulica (A) es la sección transversal del flujo en el canal conocido comúnmente como área mojada.
- Perímetro mojado (P) es la longitud lineal en contacto del agua en el canal
- Tirante hidráulico (Y) es la distancia vertical medido desde la base del canal hasta la cara o espejo del agua.
- Ancho de la superficie libre (T) es el ancho libre superficial del canal
- Profundidad hidráulica (D) comprende la relación entre el área hidráulica y el ancho de la superficie del canal.

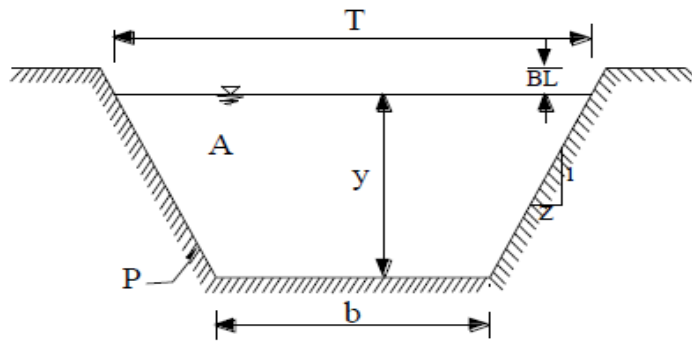


Figura 11. Flujo Permanente. Fuente: Estrada, 2005.

Diseño de un canal abierto

Formula de Manning

La fórmula de Manning es empírica, usado frecuentemente en flujos uniformes, permanentes y turbulentos, éste proviene de la fórmula de Chezy.

$$c = \frac{R^{\frac{1}{6}}}{n}$$

La ecuación de Manning:

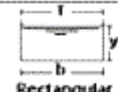
$$Q = \frac{S^{\frac{1}{2}} * A^{\frac{5}{3}}}{n * P^{\frac{2}{3}}}$$

Donde:

S: Pendiente de la línea de energía. Se obtiene a partir de datos geométricos de la sección a intervenir.

A: Área mojada de la sección y P: Perímetro mojado de la sección.

Tabla 5. Relaciones geométricas para secciones de uso frecuente.

Sección	Area hidráulica A	Perímetro mojado P	Radio hidráulico R	Espejo de agua T
 Rectangular	by	$b+2y$	$\frac{by}{b+2y}$	b
 Trapezoidal	$(b+zy)y$	$b+2y\sqrt{1+z^2}$	$\frac{(b+zy)y}{b+2y\sqrt{1+z^2}}$	$b+2zy$
 Triangular	zy^2	$2y\sqrt{1+z^2}$	$\frac{zy}{2\sqrt{1+z^2}}$	$2zy$
 Circular	$\frac{(\theta-\text{sen}\theta)D^2}{8}$	$\frac{\theta D}{2}$	$(1-\frac{\text{sen}\theta}{\theta})\frac{D}{4}$	$(\text{sen}\frac{\theta}{2})D$ ó $2\sqrt{y(D-y)}$
 Parabólica	$\frac{2}{3}Ty$	$T+\frac{8y^2}{3T}$	$\frac{2T^2y}{3T+8y^2}$	$\frac{3A}{2y}$

Fuente: Manual: Criterios de diseño de obras hidráulicas para la formulación de proyectos hidráulicos (ANA, 2010).

Taludes (z)

Tabla 6. Taludes recomendados por tipo de material

MATERIAL	TALUD (h : v)
Roca	Prácticamente vertical
Suelos de turba y detritos	0.25 : 1
Arcilla compacta o tierra con recubrimiento de concreto	0.5 : 1 hasta 1:1
Tierra con recubrimiento de piedra o tierra en grandes canales	1:1
Arcilla firme o tierra en canales pequeños	1.5 : 1
Tierra arenosa suelta	2:1
Greda arenosa o arcilla porosa	3:1

Fuente: Manual: Criterios de diseño de obras hidráulicas para la formulación de proyectos hidráulicos (ANA, 2010).

n: Coeficiente de rugosidad del material utilizado en el canal

Tabla 7. Coeficiente de rugosidad por superficie según Manning

n	Superficie
0.010	Muy lisa, vidrio, plástico, cobre.
0.011	Concreto muy liso.
0.013	Madera suave, metal, concreto frotado.
0.017	Canales de tierra en buenas condiciones.
0.020	Canales naturales de tierra, libres de vegetación.
0.025	Canales naturales con alguna vegetación y piedras esparcidas en el fondo.
0.035	Canales naturales con abundante vegetación.
0.040	Arroyos de montaña con muchas piedras.

Fuente: Hidráulica de canales abiertos (Chow, 1994)

Sección de máxima eficiencia hidráulica

Un canal es de máxima eficiencia hidráulica si conduce un caudal máximo para una misma pendiente y área hidráulica (ANA, 2010). La sección de máxima eficiencia hidráulica se calcula usando la fórmula de Manning.

De la *tabla 5*, para secciones trapezoidales, se tiene que:

$$A = by + zy^2$$

$$P = b + 2y\sqrt{1 + z^2}$$

Teniendo en cuenta que para un caudal máximo ($Q_{\text{máx}}$) el perímetro es mínimo (P_{min}), se tiene que:

$$P_{\text{min}} \text{ si: } \frac{dP}{dy} = 0 \quad y \quad \frac{dP^2}{dy^2} > 0$$

$$\text{De lo anterior se obtiene: } \frac{b}{y} = 2(\sqrt{1 + z^2} - z)$$

La relación b/y es representado por la ecuación anterior, el cual se cumple en canales de secciones de máxima eficiencia hidráulica, que garantiza la conducción de un caudal máximo a lo largo de un canal.

7.2 Diseño

7.2.1 Hidrología

Precipitación

Para obtener los datos de las precipitaciones que se muestran en la tabla 8, se hizo uso de la estimación de los datos faltantes mediante el método de la razón normal, para el cual se hace uso de los datos de las estaciones Acobamba, Lircay, Acostambo y Huancalpi (ver en anexos 1, 2, 3 y 4), todo el historial de datos de las precipitaciones fue obtenidas de la página web del ANA.

Se trabajó con los datos de la estación Acobamba debido a la cercanía de esta a la zona de estudio.

Método de la razón normal:

$$P_x = \frac{1}{3} \left(\frac{N_x}{N_A} P_A + \frac{N_x}{N_B} P_B + \frac{N_x}{N_C} P_C \right)$$

Tabla 8. Historial de Precipitaciones.

Año	PRECIPITACIÓN MENSUAL (mm) ENTRE (1998 - 2011) DE ESTACIÓN ACOBAMBA - HUANCVELICA												
	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ag.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	P.Ac. (mm)
1988	257.7	159.9	216.2	80.3	40.3	0.0	0.0	0.0	20.1	50.5	27.8	49.7	903
1989	97.5	92.0	64.2	23.6	54.9	33.6	0.0	25.4	13.6	52.0	17.6	4.6	479
1990	59.1	16.3	17.2	6.0	28.5	55.5	12.4	16.7	18.8	65.7	188.9	90.7	576
1991	53.9	58.5	71.7	11.8	12.9	26.4	5.7	0.0	14.3	38.9	20.8	51.3	366
1992	53.7	55.1	7.0	5.1	7.5	20.1	10.1	50.8	18.4	105.3	46.4	65.9	445
1993	124.7	87.6	57.4	22.8	0.0	0.0	10.7	26.5	13.7	23.7	148.2	117.5	633
1994	149.8	94.3	35.2	32.7	1.2	1.4	0.0	0.0	12.5	14.5	19.0	31.9	393
1995	92.8	89.0	66.3	7.3	0.0	4.6	9.9	8.2	32.1	35.1	53.0	53.3	452
1996	108.8	209.5	127.1	49.9	1.1	3.4	0.0	16.5	18.1	62.4	47.7	68.3	713
1997	135.6	110.0	62.3	42.3	14.7	0.0	7.4	29.9	54.2	52.6	101.1	87.3	697
1998	74.1	111.4	85.0	28.7	3.6	10.5	0.0	10.4	19.5	96.2	42.8	117.9	600
1999	147.8	163.6	65.8	33.9	2.0	16.8	6.5	0.0	47.7	14.0	86.9	70.0	655
2000	147.9	211.0	147.2	10.8	20.6	26.6	32.6	4.9	7.9	55.5	27.6	133.1	826
2001	215.8	49.6	110.5	34.2	54.4	4.9	38.3	17.7	38.6	40.0	73.7	114.0	792
2002	71.5	210.2	116.6	50.4	37.2	1.4	23.2	22.8	55.8	71.4	96.1	125.6	882
2003	80.6	134.9	113.2	80.7	8.2	0.9	0.0	54.9	28.4	11.6	35.6	132.4	681
2004	95.1	141.1	45.3	24.3	20.7	20.2	15.0	7.5	23.4	38.1	43.5	151.5	626
2005	71.5	51.0	83.3	19.8	12.2	2.4	11.7	6.7	11.8	64.7	38.1	141.3	515
2006	141.5	91.0	121.1	55.0	3.2	2.8	0.5	27.6	7.9	56.4	104.5	74.8	686
2007	108.2	68.0	152.5	88.6	40.9	0.0	7.0	2.0	47.1	74.0	27.2	109.7	725
2008	179.1	100.6	50.9	9.2	51.3	8.7	4.7	8.0	11.6	64.4	28.9	80.8	598
2009	120.4	164.3	68.3	30.4	18.1	3.4	5.9	18.4	19.8	30.0	118.7	115.4	713
2010	202.1	108.5	104.2	55.4	10.0	3.8	0.0	13.3	24.2	60.3	34.3	148.4	765
2011	239.9	256.3	171.4	73.2	10.1	7.6	11.8	16.8	28.2	76.1	88.4	109.0	1089

P. P (mm)	117	109	83	34	17	10	8	15	23	48	58	86	608
Desviación	66	67	54	26	18	13	10	15	15	27	46	45	243
Varianza	4295	4437	2885	688	330	182	101	218	234	742	2140	2040	59154
P.máx. (mm)	258	256	216	89	55	56	38	55	56	105	189	152	1089
P min (mm)	54	16	7	5	0	0	0	0	8	12	18	5	366

Fuente: ANA, 2020.

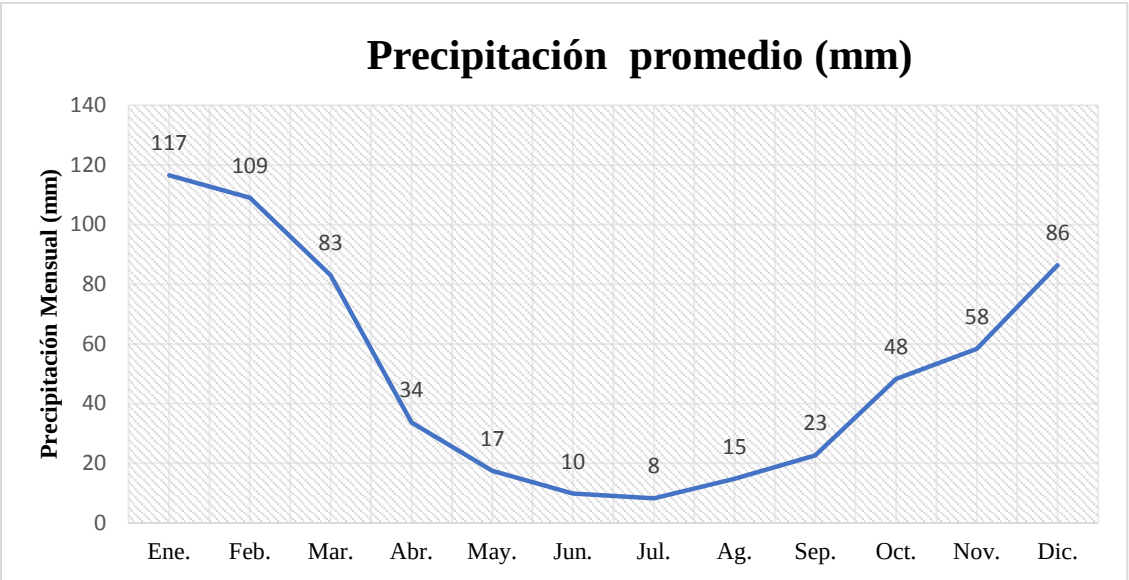


Figura 12. Precipitación promedio de la estación Acobamba. Fuente: Elaboración propia.

Análisis de consistencia de datos.

El análisis de consistencia de datos de las precipitaciones se realizó con el método de doble masa considerando las estaciones meteorológicas más cercanas (Lircay, Acostambo y Huancalpi).

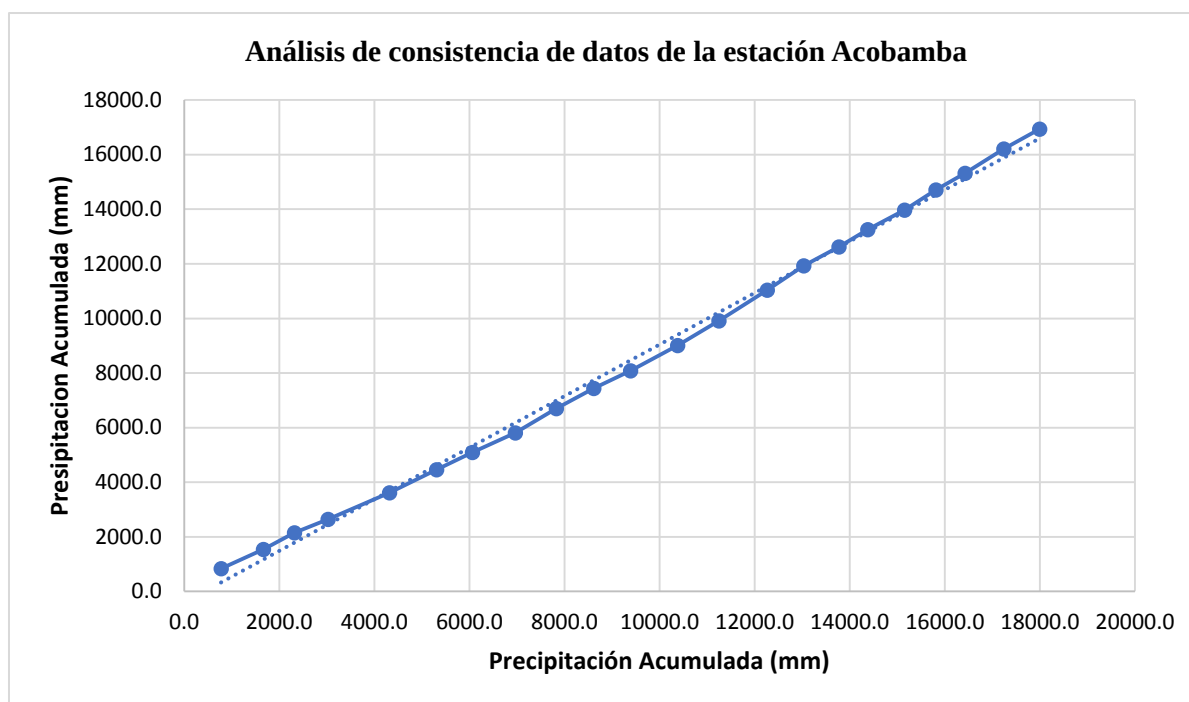


Figura 13. Consistencia de datos de la estación Acobamba. Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se muestra la gráfica de variación de las precipitaciones considerando un año con poca lluvia (año seco) y un año con mucha lluvia (año húmedo).

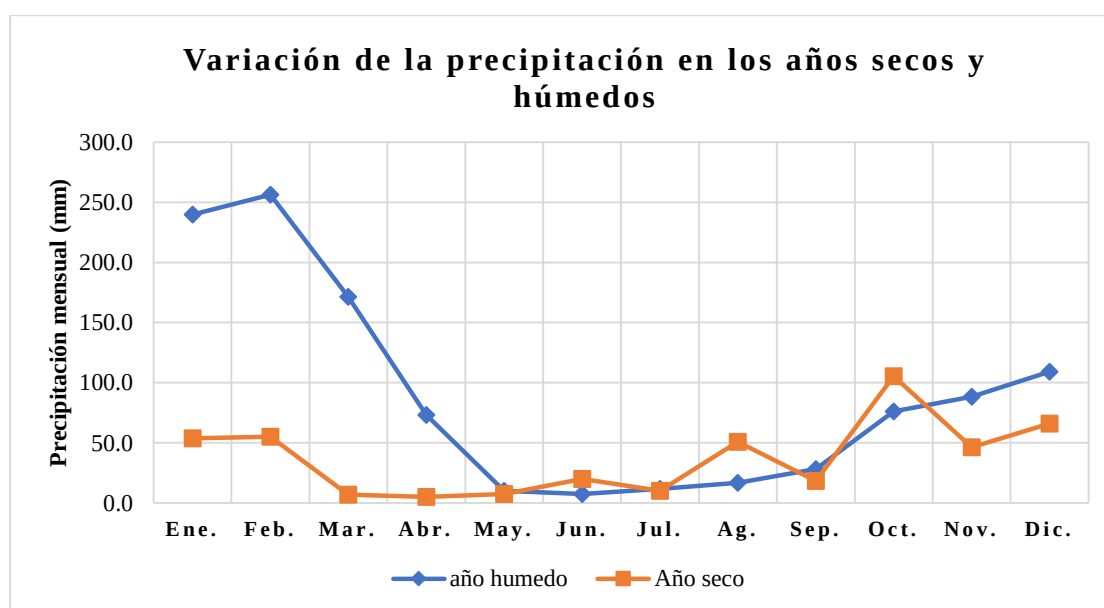


Figura 14. Figura 18. Variación de la precipitación en años secos y húmedos. Fuente: Elaboración propia.

Precipitaciones de diseño

Para determinar las precipitaciones de diseño, como se muestra en la tabla 9, se tuvo en cuenta los años cuyos eventos de precipitación anual son la mínima (1991), la media (1993) y la máxima (2011) que son recopilados de la tabla 8. Estos representan las eventualidades como sequía, lluvia normal o lluvia extrema, respectivamente.

Tabla 9. Precipitaciones de diseño.

MES	Mín. (Año 1991) P(mm)	Med. (Año 1993) P(mm)	Máx. (Año 2011) P(mm)
ENERO	53.9	124.7	239.9
FEBRERO	58.5	87.6	256.3
MARZO	71.7	57.4	171.4
ABRIL	11.8	22.8	73.2
MAYO	12.9	0.0	10.1
JUNIO	26.4	0.0	7.6
JULIO	5.7	10.7	11.8
AGOSTO	0.0	26.5	16.8
SETIEMBRE	14.3	13.7	28.2
OCTUBRE	38.9	23.7	76.1
NOVIEMBRE	20.8	148.2	88.4
DICIEMBRE	51.3	117.5	109.0

Fuente: ANA, 2016.

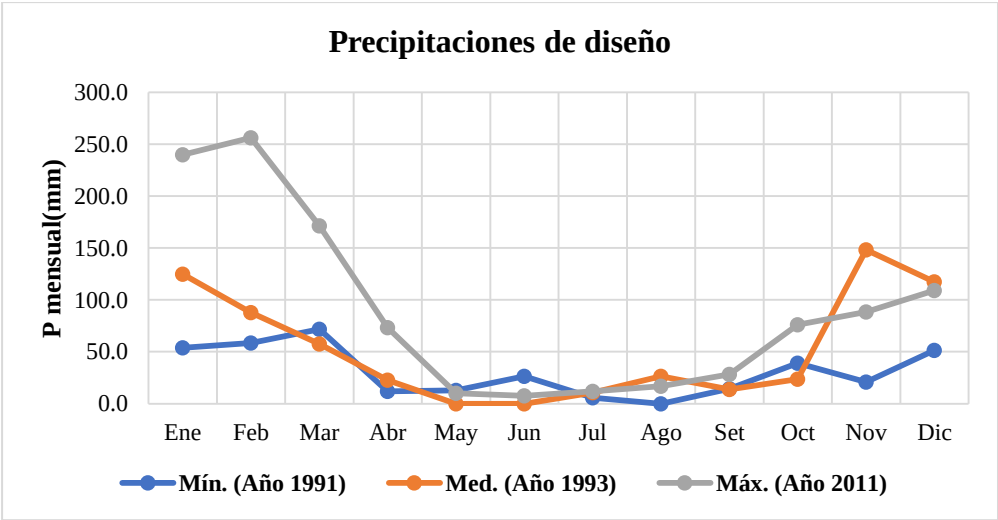


Figura 15. Precipitación de Diseño. Fuente: Elaboración propia.

Oferta de agua

1. Caudal de escorrentía directa

Para el cálculo de los caudales de escorrentía directa (Q_{esco}) se aplicó la fórmula racional.

Para ello se consideró:

Área de captación	0.55	Km ²
Coefficiente de escorrentía (C)	0.4 (ver anexo 5)	(0.60-0.40)

$$Q = \frac{A(km^2) * I\left(\frac{mm}{h}\right) * C}{3.6}$$

Tabla 10. Caudales de escorrentía directa.

MES	MÍNIMO			PROMEDIO			MÁXIMO		
	P(mm)	I(mm/h)	Q(m3/s)	P(mm)	I(mm/h)	Q(m3/s)	P(mm)	I(mm/h)	Q(m3/s)
ENERO	53.9	2.246	0.14	124.7	5.196	0.32	239.9	9.996	0.61
FEBRERO	58.5	2.438	0.15	87.6	3.650	0.22	256.3	10.679	0.65
MARZO	71.7	2.988	0.18	57.4	2.392	0.15	171.4	7.142	0.44
ABRIL	11.8	0.492	0.03	22.8	0.950	0.06	73.2	3.050	0.19
MAYO	12.9	0.538	0.03	0.0	0.000	0.00	10.1	0.421	0.03
JUNIO	26.4	1.100	0.07	0.0	0.000	0.00	7.6	0.317	0.02
JULIO	5.7	0.238	0.01	10.7	0.446	0.03	11.8	0.492	0.03
AGOSTO	0.0	0.000	0.00	26.5	1.104	0.07	16.8	0.700	0.04
SETIEMBRE	14.3	0.596	0.04	13.7	0.571	0.03	28.2	1.175	0.07
OCTUBRE	38.9	1.621	0.10	23.7	0.988	0.06	76.1	3.171	0.19
NOVIEMBRE	20.8	0.867	0.05	148.2	6.175	0.38	88.4	3.683	0.23
DICIEMBRE	51.3	2.138	0.13	117.5	4.896	0.30	109.0	4.542	0.28

Fuente: Elaboración propia.

2. Caudal Ecológico

Para determinar el caudal ecológico (Q_{ecol}) o mínimo que transcurre en el riachuelo de la pequeña microcuenca, se usaron los datos y ecuación mostrados a continuación:

Área de captación	0.55	Km ²
P _{prom. anual} (mm)	633	(0.50-0.40)

Fuente: Elaboración propia.

$$Q_{ecol} = \frac{A_{cap.} * P_{prom. anual}}{10^6}$$

$$Q_E = 0.0003 \text{ m}^3/\text{s}$$

3. Caudal generado por la evaporación

Los datos de la evaporación (mm) fueron recopilados del ANA, tomados del año 2010 y de la estación de Acobamba. La evaporación se produce exactamente en el espejo de agua del reservorio tipo embalse.

Para el cálculo de los caudales generados por la evaporación (Q_{evap}) se consideran los siguientes datos:

Área total del espejo de agua	38151.84	Km ²
A (10% de A _{espejo})	0.00382	Km ²

$$Q \left(\frac{\text{m}^3}{\text{s}} \right) = 1000 * Evap \left(\frac{\text{mm}}{\text{h}} \right) * A$$

Tabla 11. Datos de Evaporación de la estación Acobamba, 2010

MES	AÑO 2010		
	Evap(mm)	Evap(mm/h)	Q(m3/s)
ENERO	52.6	4.383	0.005
FEBRERO	30.9	2.575	0.003
MARZO	50.8	4.233	0.004
ABRIL	79.1	6.592	0.007
MAYO	55.4	4.617	0.005
JUNIO	55.2	4.600	0.005
JULIO	79.2	6.600	0.007
AGOSTO	102.8	8.567	0.009
SETIEMBRE	110.8	9.233	0.010
OCTUBRE	130.1	10.842	0.011
NOVIEMBRE	109.6	9.133	0.010
DICIEMBRE	55.2	4.600	0.005

Fuente: Elaboración propia

Para el cálculo de la oferta hídrica pluvial (m^3/s) se realiza el balance hídrico en el reservorio tipo embalse, con datos de entrada como el caudal de escorrentía directa (Qesco), caudal ecológico (Qecol) y el caudal generado por la evaporación (Qevap).

$$Q_{oferta} = Q_{Esco} + Q_{Ecol.} - Q_{Evap.}$$

Tabla 12. Caudal de oferta mínima

PARÁMETRO	UNIDAD	MESES											
		Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ag.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
P. Efectiva	m3/s	0.14	0.15	0.18	0.03	0.03	0.07	0.01	0.00	0.04	0.10	0.05	0.13
Caudal Eco.	m3/s	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003
Evaporación	m3/s	0.005	0.003	0.004	0.007	0.005	0.005	0.007	0.009	0.010	0.011	0.010	0.005
Oferta	m3/s	0.13	0.15	0.18	0.02	0.03	0.06	0.01	-0.01	0.03	0.09	0.04	0.13

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 13. Caudal de oferta promedio

PARÁMETRO	UNIDAD	MESES											
		Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ag.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
P. Efectiva	m3/s	0.32	0.22	0.15	0.06	0.00	0.00	0.03	0.07	0.03	0.06	0.38	0.30
Caudal Eco.	m3/s	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003
Evaporación	m3/s	0.005	0.003	0.004	0.007	0.005	0.005	0.007	0.009	0.010	0.011	0.010	0.005
Oferta	m3/s	0.31	0.22	0.14	0.05	0.00	0.00	0.02	0.06	0.03	0.05	0.37	0.29

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 14. Caudal de oferta máxima

[illegible]

Evaporación	m3/s	0.005	0.003	0.004	0.007	0.005	0.005	0.007	0.009	0.010	0.011	0.010	0.005
Oferta	m3/s	0.61	0.65	0.43	0.18	0.02	0.01	0.02	0.03	0.06	0.18	0.22	0.27

Fuente: Elaboración propia.

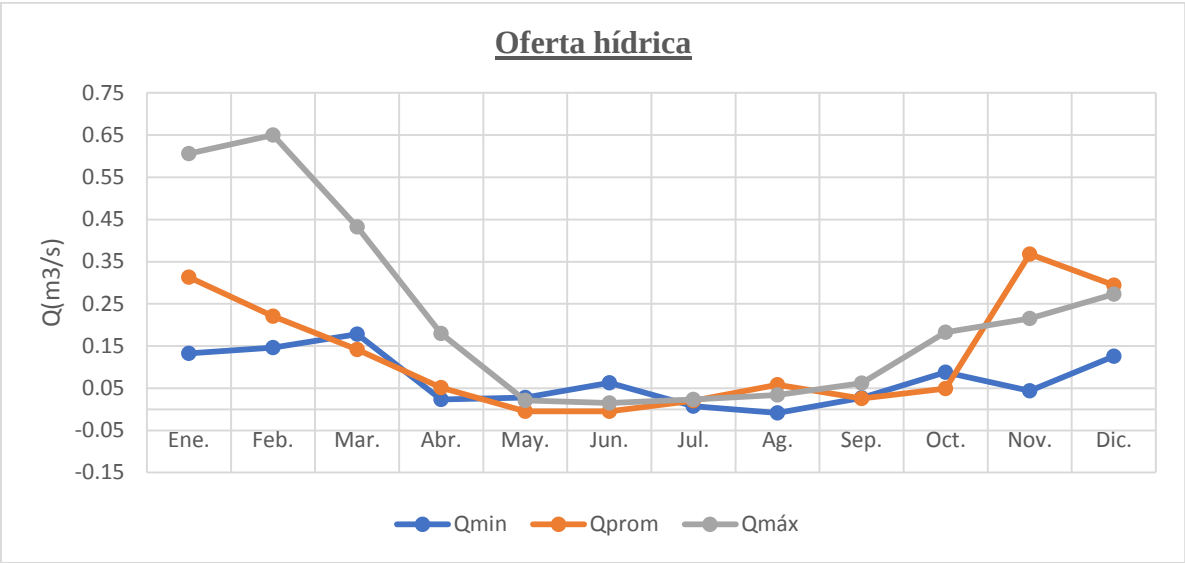


Figura 16. Oferta hídrica en m3/s. Fuente: Elaboración propia.

Demanda de agua para riego

La demanda hídrica es calculada en base al consumo de agua que se necesita para abastecer el sector de área de riego agrícola.

1. Precipitación efectiva

Para el cálculo de la precipitación efectiva (P_{ef}) se utilizó el método elaborado por el Servicio de Conservación de Suelos (SCS) del Ministerio de Agricultura de Estados Unidos.

$$P_{ef} = (1.25247 * P^{0.82416} - 2.93522) * 10^{0.00095 * U_c * f}$$

Donde:

P_{ef}= Precipitación efectiva (mm).

P= Precipitación total mensual (mm).

U_c=Uso consuntivo medio mensual

$$f = 0.531747 + 0.011621 * \Delta s - 8.9 * 10^{-5} * \Delta s^2 + 2.3 * 10^{-7} * \Delta s^3$$

siendo: Δs=dosis de riego neta (mm).

1.1. Cálculo del uso consuntivo (Uc)

$$U_c = ETo * Kc$$

Donde:

Eto=Evapotranspiración potencial (mm).

Kc=Coeficiente de cultivo.

a) Evapotranspiración potencial

Para el cálculo de la ETo se utiliza la ecuación de Thornthwaite.

$$ETo = 16 \left(\frac{10T}{I} \right)^{a(I)} * Kd$$

Donde:

T= Temperatura media (ver anexos).

I= Índice térmico anual

$$I = \sum_j^{12} i_j, \text{ siendo } i_j = \left(\frac{T_j}{5} \right)^{1.514}$$

$$a(I) = 6.75 * 10^{-7} * I^3 - 7.71 * 10^{-5} * I^2 + 1.79 * 10^{-2} * I + 0.49$$

Kd= Coeficiente de duración del sol y número de días del mes.

$$Kd = \frac{N}{12} \times \frac{d}{30}$$

N= Número máximo de horas de sol, dependiendo del mes y latitud.

d= Número de días del mes.

- Evapotranspiración potencial patrón

Tabla 15. Evapotranspiración potencial.

MES	Tmax	Evapotranspiración potencial			
		i _j	a(I)	Kd	ETP
ENERO	20.4	8.41	2.17	1.09	82.65
FEBRERO	21	8.78	2.17	1.00	81.12
MARZO	19.6	7.91	2.17	1.04	72.77
ABRIL	19.9	8.10	2.17	0.98	70.37
MAYO	20.1	8.22	2.17	0.98	72.41
JUNIO	19.9	8.10	2.17	0.94	67.97
JULIO	20.6	8.53	2.17	0.98	76.38
AGOSTO	20.6	8.53	2.17	1.00	77.72
SETIEMBRE	19.8	8.03	2.17	0.99	70.80
OCTUBRE	20.7	8.59	2.17	1.06	83.28
NOVIEMBRE	21.1	8.85	2.17	1.05	86.06
DICIEMBRE	18.7	7.37	2.17	1.09	68.97
	I	99.41			

Fuente: Elaboración propia

b) Coeficiente de cultivo (kc)

Los datos de los coeficientes de cultivo (kc) del maíz fueron obtenidos de la FAO (2006) y del estudio realizado por Carmenza *et al.* (2010).

PRODUCTO	K _{Cinicial}	K _{Cmedia}	K _{Cfinal}
MAÍZ	0.30	1.20	0.50

Para el cálculo del uso consuntivo se hizo uso de la evapotranspiración potencial patrón y con el coeficiente de cultivo (K_{Cmedia}), tal y como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 16. Uso consuntivo media (U_{Cmedia}) del maíz.

MES	ET _o (mm)	U _{Cinicial}	MAÍZ	
			U _{Cmedia}	U _{Cfinal}
ENERO	82.65	24.79	99.18	41.32
FEBRERO	81.12	24.34	97.34	40.56
MARZO	72.77	21.83	87.32	36.38
ABRIL	70.37	21.11	84.45	35.19
MAYO	72.41	21.72	86.89	36.20
JUNIO	67.97	20.39	81.56	33.98
JULIO	76.38	22.91	91.65	38.19
AGOSTO	77.72	23.31	93.26	38.86
SETIEMBRE	70.80	21.24	84.96	35.40
OCTUBRE	83.28	24.98	99.93	41.64
NOVIEMBRE	86.06	25.82	103.27	43.03
DICIEMBRE	68.97	20.69	82.76	34.48

1.2. Dosis de riego neta

A continuación, se muestra la dosis de riego neta del maíz.

Tabla 17. Dosis de riego neta (mm) del maíz

MES	Maíz Δs (mm)
ENERO	15.6
FEBRERO	14.1
MARZO	0
ABRIL	0
MAYO	15.5
JUNIO	0
JULIO	0
AGOSTO	0

SETIEMBRE	0
OCTUBRE	0
NOVIEMBRE	0
DICIEMBRE	0

Adaptado: Rueda (2017)

Fuente: Anuarios Meteorológicos (INAMHI) y FAO (CROPWAT)

1.3. Cálculo de la precipitación efectiva

Al aplicar el método de la SCS se obtiene la precipitación efectiva tal y como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 18. Precipitación efectiva mínima (mm).

MES	Precipitación efectiva				
	P(mm)	Δs (mm)	f	Uc(mm)	P _{ef} (mm)
ENERO	53.90	15.6	0.692249	99.18	26.27
FEBRERO	58.50	14.1	0.679	97.34	27.61
MARZO	71.7	0	0.532	87.32	25.38
ABRIL	11.8	0	0.532	84.45	4.25
MAYO	12.9	15.5	0.691	86.89	6.16
JUNIO	26.4	0	0.532	81.56	9.95
JULIO	5.70	0	0.532	91.65	1.51
AGOSTO	0.0	0	0.532	93.26	0.00
SETIEMBRE	14.3	0	0.532	84.96	5.31
OCTUBRE	38.9	0	0.532	99.93	14.99
NOVIEMBRE	20.8	0	0.532	103.27	8.23
DICIEMBRE	51.3	0	0.532	82.76	18.62

2. Requerimiento de agua

Representa la lámina adicional de agua que se debe aplicar a un cultivo para que esta supla sus necesidades hídricas. Se calcula mediante la siguiente ecuación.

$$Req = Uc - P_{ef}$$

Tabla 19: Requerimiento de agua para una precipitación efectiva mínima.

MES	Requerimiento de agua		
	Uc(mm)	P _{ef} (mm)	Req(mm)
ENERO	99.18	26.27	72.90
FEBRERO	97.34	27.61	69.73
MARZO	87.32	25.38	61.94
ABRIL	84.45	4.25	80.20
MAYO	86.89	6.16	80.73

JUNIO	81.56	9.95	71.61
JULIO	91.65	1.51	90.14
AGOSTO	93.26	0.00	93.26
SETIEMBRE	84.96	5.31	79.65
OCTUBRE	99.93	14.99	84.94
NOVIEMBRE	103.27	8.23	95.04
DICIEMBRE	82.76	18.62	64.14

3. Requerimiento volumétrico neto de agua

Es el volumen de agua requerido para una hectárea de cultivo.

$$Req.Vol.Bruto(m^3/ha) = 10 * Req$$

$$Req.Vol.Neto(m^3/ha) = \frac{Req.Vol.Bruto}{Ef.Riego}$$

Tabla 20. Eficiencia para cada tipo de riego

Eficiencia de aplicación de agua para diferentes sistemas de riego		
Riego por superficie		
Riego por surco	50%	70%
Riego por fajas	60%	75%
Riego por inundación	60%	80%
Riego por inundación permanente	30%	40%
Riego por aspersión		
Riego por goteo	65%	85%
	75%	90%

Fuente: Técnicas de riego (Yagüe, 2003).

El tipo de riego que se aplica para regar las hectáreas de maíz es por inundación permanente, por lo tanto, la eficiencia de riego fue de 30%.

Tabla 21. Requerimiento volumétrico neto de agua (m³/ha).

MES	Req(mm)	Req.Vol(m ³ /ha)	Req. Vol neto(m ³ /ha)
ENERO	72.90	729.04	2430.12
FEBRERO	69.73	697.30	2324.33
MARZO	61.94	619.37	2064.57
ABRIL	80.20	801.97	2673.23
MAYO	80.73	807.30	2690.99
JUNIO	71.61	716.08	2386.94
JULIO	90.14	901.43	3004.78
AGOSTO	93.26	932.60	3108.66
SETIEMBRE	79.65	796.50	2654.99
OCTUBRE	84.94	849.40	2831.33
NOVIEMBRE	95.04	950.43	3168.11

DICIEMBRE	64.14	641.42	2138.08
------------------	-------	--------	---------

4. Módulo de riego (MR)

Es el caudal continuo de agua que necesita o requiere una hectárea de cultivo. Para ello se consideró como 24 horas al tiempo de riego efectivo.

$$MR(l/s/ha) = Re.Vol.Neto * \left(\frac{1000}{3600 * N^{\circ}diasmes * N^{\circ}horasriego} \right)$$

Tabla 22. Módulo de riego mensual.

MES	MR
ENERO	0.91
FEBRERO	0.96
MARZO	0.77
ABRIL	1.03
MAYO	1.00
JUNIO	0.89
JULIO	1.12
AGOSTO	1.16
SETIEMBRE	1.02
OCTUBRE	1.06
NOVIEMBRE	1.22
DICIEMBRE	0.80

Fuente: Elaboración propia

5. Caudal requerido o demandado

El caudal requerido es calculado para un área de siembra de maíz de 10 hectáreas, mediante la siguiente ecuación.

$$Qdem = Area Total (ha) * MR$$

Se consideró un caudal requerido patrón debido a que sus valores de demanda eran máximos.

Tabla 23. Caudal requerido patrón máximo (m³/s).

MES	Qreq(l/s)	Qreq(m ³ /s)
ENERO	9.07	0.009
FEBRERO	9.61	0.010
MARZO	7.71	0.008
ABRIL	10.31	0.010
MAYO	10.05	0.010
JUNIO	8.91	0.009
JULIO	11.22	0.011

AGOSTO	11.61	0.012
SETIEMBRE	10.24	0.010
OCTUBRE	10.57	0.011
NOVIEMBRE	12.22	0.012
DICIEMBRE	7.98	0.008

Fuente: Elaboración propia

Balance hídrico entre el caudal de oferta y el demandado

El balance hídrico se realiza con los caudales de oferta y el caudal de demanda patrón tal y como se puede observar en la siguiente tabla y gráfica.

Tabla 24: Balance hídrico mensual.

Parámetro	Unidad	MES											
		Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ag.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
Qofer(mín)	m3/s	0.13	0.15	0.18	0.02	0.03	0.06	0.01	-0.01	0.03	0.09	0.04	0.13
Qofer(prom)	m3/s	0.31	0.22	0.14	0.05	0.00	0.00	0.02	0.06	0.03	0.05	0.37	0.29
Qofer(máx)	m3/s	0.61	0.65	0.43	0.18	0.02	0.01	0.02	0.03	0.06	0.18	0.22	0.27
Qdemanda	m3/s	0.000	0.000	0.000	0.000	0.010	0.009	0.011	0.012	0.010	0.011	0.012	0.008
Balance (min)	m3/s	0.13	0.15	0.18	0.02	0.02	0.05	0.00	-0.02	0.02	0.08	0.03	0.12
Balance (prom)	m3/s	0.31	0.22	0.14	0.05	-0.01	-0.01	0.01	0.05	0.02	0.04	0.36	0.29
Balance (máx)	m3/s	0.61	0.65	0.43	0.18	0.01	0.01	0.01	0.02	0.05	0.17	0.20	0.26

Fuente: Elaboración propia.

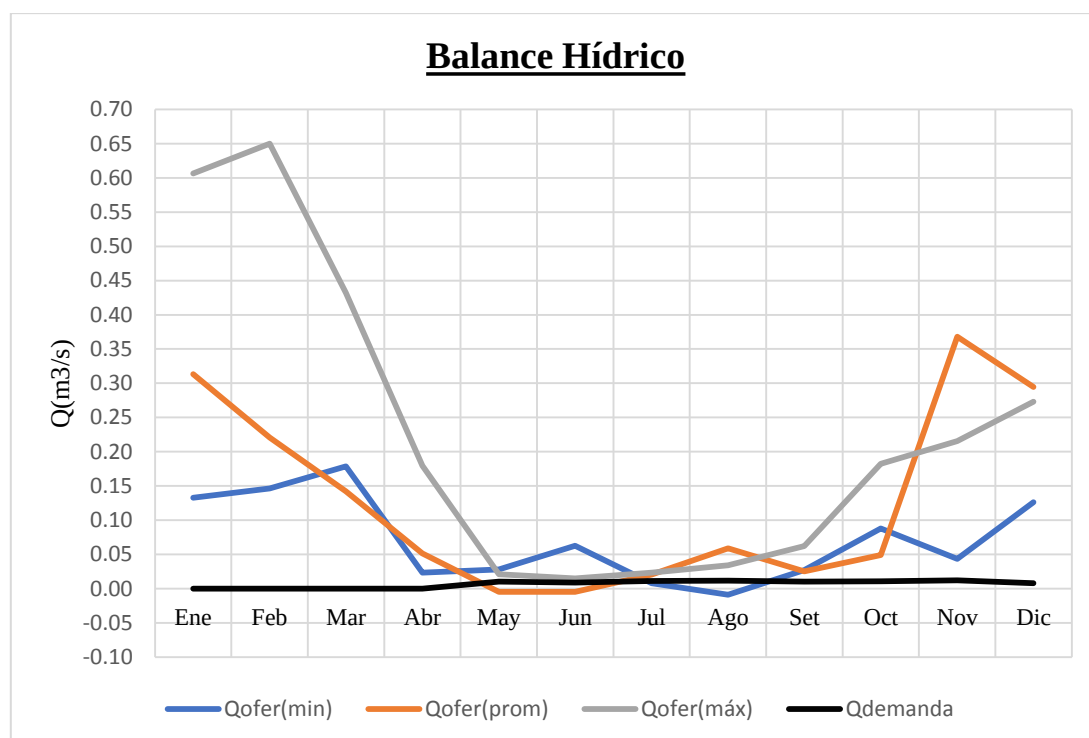


Figura 17. Balance hídrico. Fuente: Elaboración propia.

Balance hídrico considerando el historial de precipitaciones en m³.

Considerando el historial de precipitaciones durante 22 años (1989 - 2011) y los caudales calculados en los ítems anteriores, se realizó el balance hídrico mensual en m³ tal como se muestra en la tabla 25. En este balance se consideró los siguientes parámetros: volumen o demanda requeridos (V.R.), volumen evaporado (V.E.), volumen afluente o precipitada (V.A.) y volumen generado por el caudal ecológico (V.E). Con dichos parámetros se realizó el cálculo de un volumen disponible (V.D.) cuando hay exceso de agua y falta de agua. Asimismo, se realizó el cálculo del volumen final (V.F.) al finalizar el mes.

Tabla 25. Balance hídrico mensual (m3). Elaboración propia

Año Hidrológico	Mes	Vol Req [m3/mes]	Vol. Eva [m3/mes]	Vol. Eco [m3/mes]	Vol. Inicial [m3/mes]	Vol. Entregado [m3/mes]	V f [m3/mes]	Eficiencia %	Criterio 1 (1: falla; 0: no falla)	Criterio 2 (1: falla; 0: no falla)	Falla anual de riego (1: falla; 0: no falla)
89/90	abril	0.00	76.448	25.92	7500	0.00	20383.13	n/a	0	0	0
	mayo	26909.91	160.529	26.78	20383.13	26909.91	23480.91	100.00	0	0	
	junio	23869.36	185.582	25.92	23480.91	23869.36	17880.05	100.00	0	0	
	julio	30047.76	199.777	26.78	17880.05	14658.99	3000.00	48.79	0	0	
	agosto	31086.60	30.009	26.78	3000.00	13924.21	3000.00	44.79	0	0	
	septiembre	26549.86	32.345	25.92	3000.00	7427.24	3000.00	27.97	0	0	
	octubre	28313.26	37.979	26.78	3000.00	28313.26	3227.48	100.00	0	0	
	noviembre	31681.09	35.732	25.92	3227.48	9851.33	3000.00	31.10	0	0	
	diciembre	21380.80	16.114	26.78	3000.00	2492.60	3000.00	11.66	0	0	
	enero	0.00	15.355	26.78	3000.00	0.00	30000.00	n/a	0	0	
	febrero	0.00	134.082	24.19	30000.00	0.00	30000.00	n/a	0	0	
	marzo	0.00	220.432	26.78	30000.00	0.00	30000.00	n/a	0	0	
90/91	abril	0.00	343.231	25.92	30000.00	0.00	30000.00	n/a	0	0	0
	mayo	26909.91	240.392	26.78	30000.00	26909.91	18497.92	100.00	0	0	
	junio	23869.36	144.351	25.92	18497.92	23869.36	24988.79	100.00	0	0	
	julio	30047.76	284.172	26.78	24988.79	28503.33	3000.00	94.86	0	0	
	agosto	31086.60	30.009	26.78	3000.00	9133.71	3000.00	29.38	0	0	
	septiembre	26549.86	32.345	25.92	3000.00	10287.24	3000.00	38.75	0	0	
	octubre	28313.26	37.979	26.78	3000.00	28313.26	10762.48	100.00	0	0	
	noviembre	31681.09	159.524	25.92	10762.48	31681.09	30000.00	100.00	0	0	
	diciembre	21380.80	239.524	26.78	30000.00	21380.80	30000.00	100.00	0	0	
	enero	0.00	228.242	26.78	30000.00	0.00	30000.00	n/a	0	0	
	febrero	0.00	134.082	24.19	30000.00	0.00	30000.00	n/a	0	0	
	marzo	0.00	220.432	26.78	30000.00	0.00	30000.00	n/a	0	0	

Para un mejor análisis del balance hídrico, también se realizó el cálculo de la eficiencia de riego y los criterios de falla (1: falla; 0: no falla), el cual permite verificar si el riego falla o es eficiente. A continuación, se muestra el balance hídrico mensual del año 2010.

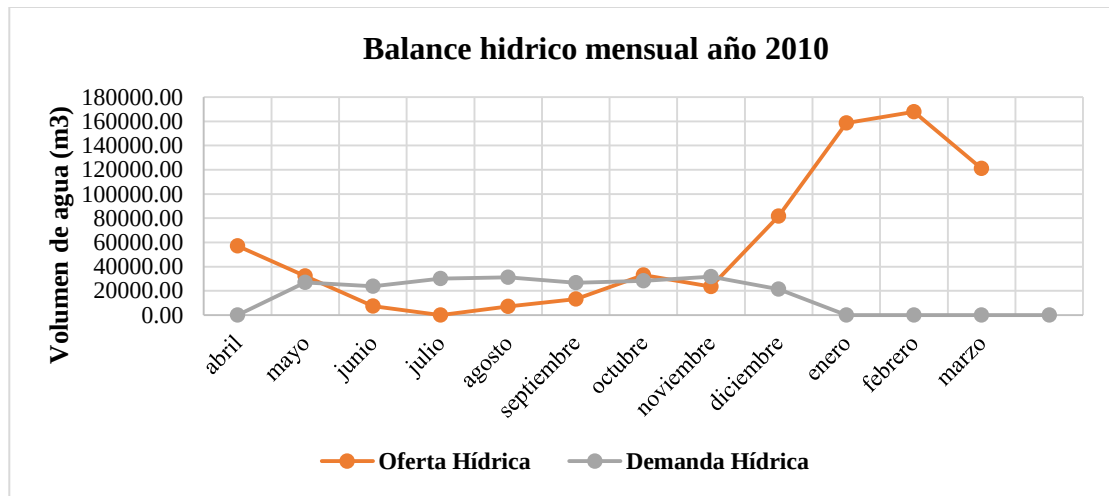


Figura 18. Balance hídrico mensual en m³ del año 2010. Fuente: Elaboración propia

- **Seguridad de riego:** Se puede evaluar utilizando la siguiente ecuación:

$$SR = \frac{n - n_i}{n}$$

Donde:

n: Número de años de riego (periodo de análisis)

n_i: Número de años donde falla el riego.

Se considerará que el riego en un año falla cuando sucede una de las situaciones:

- Cuando existe al menos 1 mes en que se suple al menos del 85% de la demanda.
- Cuando existe a lo menos 2 meses consecutivos en los cuales se suple del 90% de la demanda del mes respectivo.

Capacidad Óptima: La capacidad optima del embalse se determinó mediante la gráfica de la capacidad optima del reservorio el cual relaciona el % SR vs Volumen máximo de almacenamiento. Además, en este proyecto el volumen máximo del reservorio se consideró al 85% de la seguridad de riego.

Tabla 26. SR vs Volumen máximo de almacenamiento de agua. Fuente: Elaboración propia.

Vol max [m3]	SR
20000	52.38
30000	57.14
40000	61.90
50000	71.40
60000	85.71
70000	90.48
80000	95.24
90000	95.24
100000	100.00

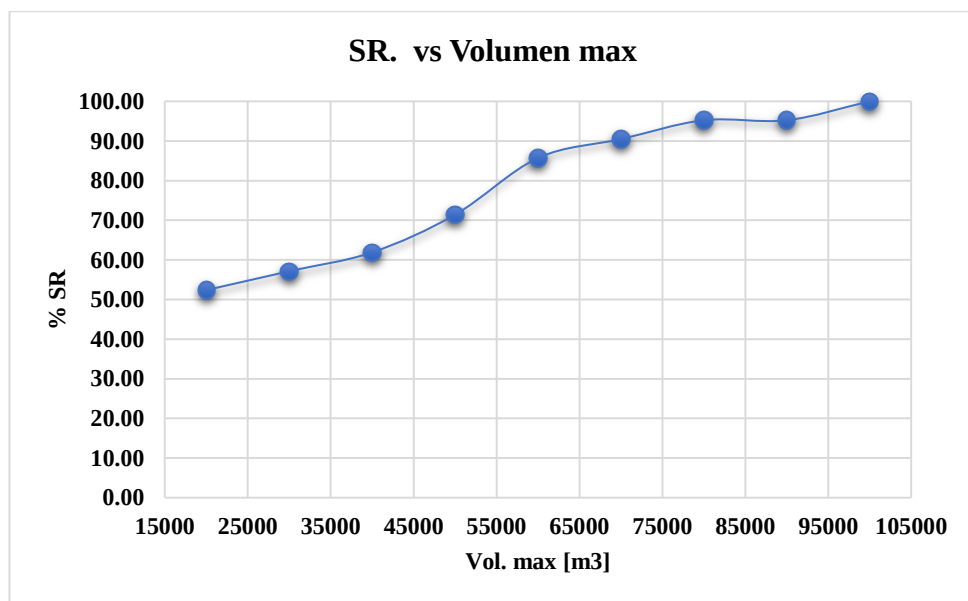


Figura 19. SR vs Volumen máximo de almacenamiento de agua. Fuente: Elaboración propia.

- Curvas del embalse (Relación altura vs volumen):** La curva de embalse relaciona el volumen de almacenamiento respecto a la altura del reservorio. El cálculo del volumen y la altura del reservorio se realizó con el programa AutoCAD Civil 3D considerando intervalos de 2 metros, además con los datos obtenidos se realizó el grafico de volumen vs altura y se aproximó a una curva polinómica que se acomode más a la ecuación. En este caso la curva se puede comparar con ecuación polinómica elevado a la 5 el cual se puede usar para calcular la altura del reservorio para cualquier volumen de almacenamiento.

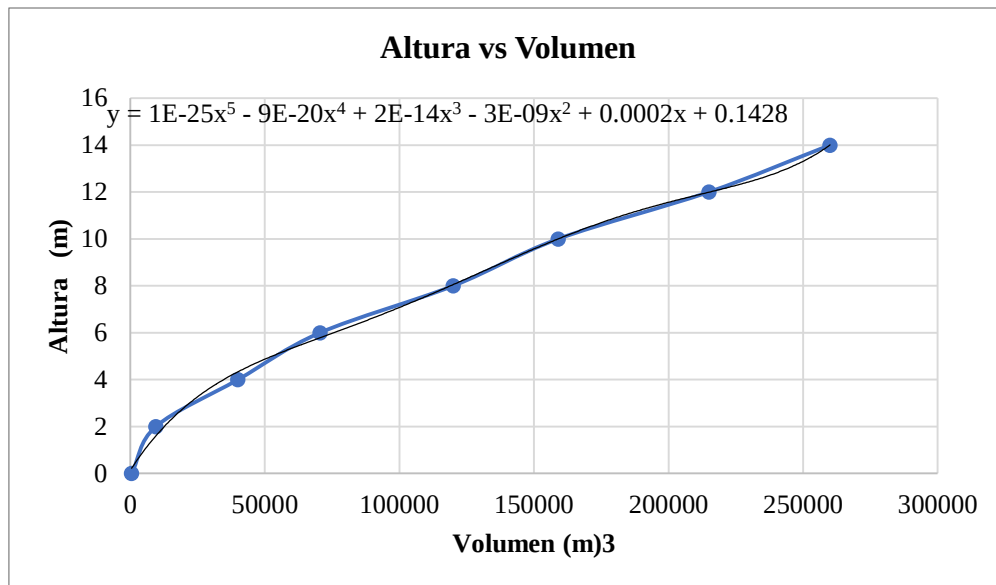


Figura 20. Curva de embalse. Fuente: Elaboración propia.

La curva de área vs volumen se utilizó para calcular el área de la superficie del reservorio (espejo de agua) para cualquier volumen el cual nos ayudó a calcular el volumen evaporado.

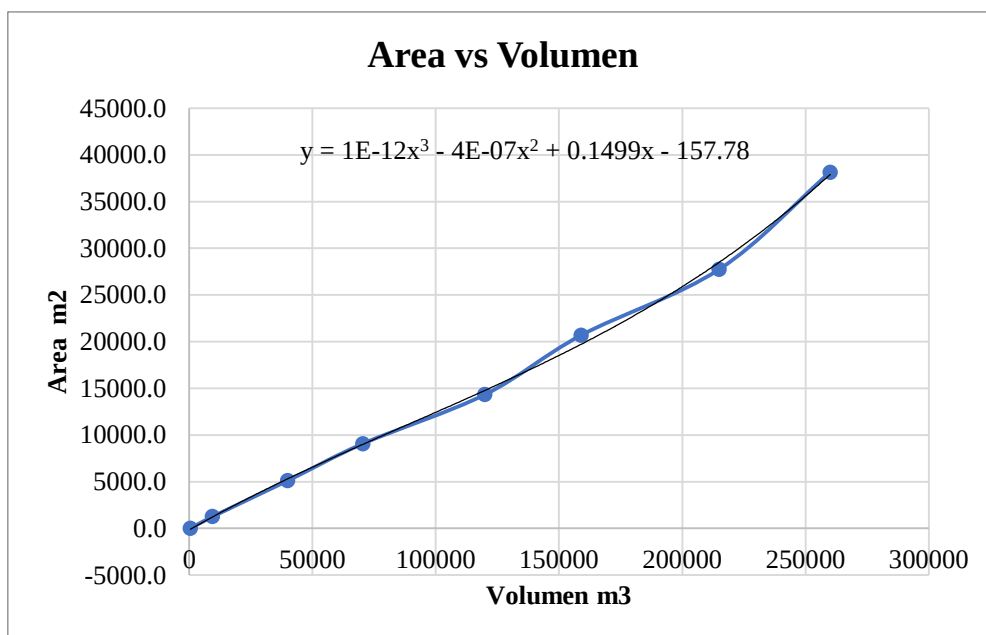


Figura 21. Grafica de Área m² vs Volumen m³. Fuente: Elaboración propia.

Considerando el 85% de SR, el volumen de almacenamiento será de 60 000 m³ y la altura del reservorio será de 12.14 m. el cual se puede verificar en la siguiente grafica de altura de reservorio vs Volumen máximo de almacenamiento.

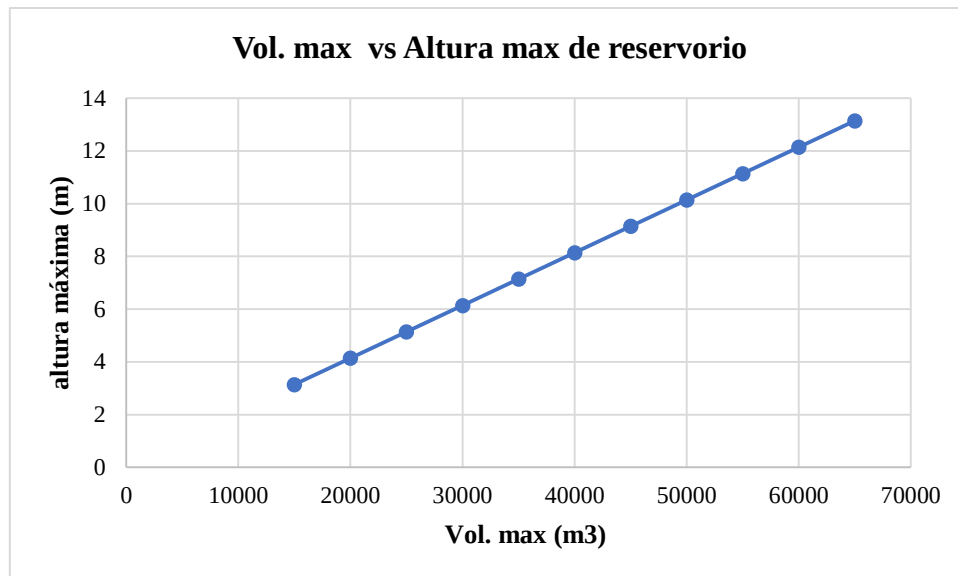


Figura 22. Altura máxima (m) vs Volumen máximo (m³) Fuente: Elaboración propia.

8. Canales

Memoria de cálculo de diseño de canal

Ecuación de Manning

$$Q = \frac{S^{\frac{1}{2}} * A^{\frac{5}{3}}}{n * P^{\frac{2}{3}}}$$

Sección de máxima eficiencia hidráulica

$$\frac{b}{y} = 2(\sqrt{1 + z^2} - z)$$

Con la finalidad de obtener las dimensiones de la sección transversal del canal, se utilizó el programa H-Canales, para lo cual los datos de inserción necesarios fueron: Q, n, S y z, determinados de la siguiente manera:

El caudal (Q) se determinó a partir de los cálculos realizados con las precipitaciones del lugar, teniendo Q=0.5m³/s.

La rugosidad (n) se determinó de acuerdo con la *tabla 7*, teniendo n=0.013 para un canal de concreto.

La pendiente (S) se determinó de acuerdo con el perfil del terreno y los cálculos realizados usando el programa CIVIL 3D, teniendo S= 0.001.

El talud (z) se determinó de acuerdo con la *tabla 6*, teniendo z=1.5.

El espesor del revestimiento se estableció hallando el promedio de los espesores usados comúnmente en el país, que son de 5 a 7.7 cm (ANA, 2010). Por lo que el espesor de revestimiento usado fue de 6.5cm.

Diseño para una sección trapezoidal de máxima eficiencia hidráulica

Lugar: **DISTRITO DE POMACCOCHA**

Tramo: **0+25M**

Proyecto: **CAPTACION DE AGUA FLUV**

Revestimiento: **6.5CM**

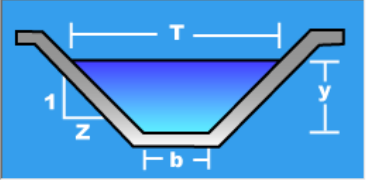
Datos:

Caudal (Q): **0.5** m³/s

Talud (Z): **1.5**

Rugosidad (n): **0.013**

Pendiente (S): **0.001** m/m



Resultados:

Tirante (y): **0.4970** m

Perímetro (p): **2.0928** m

Radio hidráulico (R): **0.2485** m

Velocidad (v): **0.9615** m/s

Energía específica (E): **0.5441** m-Kg/Kg

Ancho de solera (b): **0.3009** m

Área hidráulica (A): **0.5200** m²

Espejo de agua (T): **1.7919** m

Número de Froude (F): **0.5698**

Tipo de flujo: **Subcrítico**

Calcular

Limpiar Pantalla

Imprimir

Menú Principal

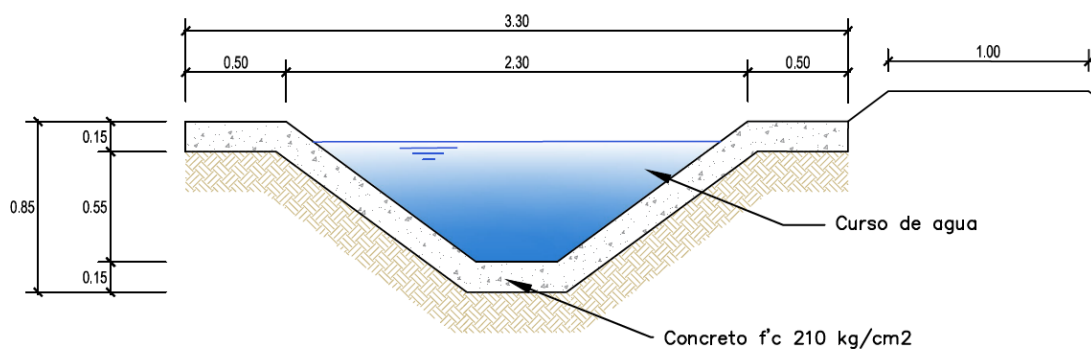
Calculadora

09
020

Figura 23. Dimensiones de la sección transversal del canal de la progresiva 0+25m. Fuente: H-Canales, elaboración propia.

De acuerdo con el análisis de los resultados obtenidos, se está conforme con el ancho de solera (b) puesto que el manual del ANA indica que el ancho mínimo debería ser 25cm. Asimismo, la velocidad obtenida es menor a la velocidad máxima de 3.00 m/s para canales revestidos con concreto, establecida por Villón, 2008. Finalmente, se cuenta con un tipo de flujo subcrítico, que es un tipo de flujo lento, en el cual las fuerzas gravitatorias son las que influyen significativamente en su movimiento.

El dimensionamiento se realizó teniendo en cuenta los datos obtenidos del programa H-Canales y el manual del ANA.



SECCION TÍPICO DE CANAL

Figura 24. Sección transversal del canal de captación y conducción, unidad: metros. Fuente: Autodesk AutoCAD 2018, elaboración propia.

9. Propuesta reservorio tipo embalses

Sistema de almacenamiento del agua captada.

Dentro de la zona existen reservorios antiguos con capacidad variable entre 10 m³ a 18 m³, construidos por cooperación popular desde hace más de 30 años, sin embargo, estos se encuentran obstruidos, con válvulas rotas e incluso muchas veces colapsados.

Debido a las captaciones realizadas en las laderas de la microcuenca, es necesario contar con un almacenamiento general para posteriormente distribuir el agua hacia los terrenos de cultivo. Es por ello que se propone la evaluación de materiales y con ello la propuesta geométrica del reservorio tipo embalse.

- **Evaluación de materiales**

Textura del suelo

De acuerdo con el estudio de mecánica de suelo (EMS) realizado para el proyecto “Mejoramiento de la transitabilidad vehicular y peatonal en los jirones Centenario, Mariscal Cáceres, 28 de Julio, Manco Cápac, Bolognesi, Lampa, Planicie, Belaunde, Acapulco, Cahuide, Huampuri y Mariscal Castilla del Distrito de Cajas, Provincia de Acobamba, Región de Huancavelica” a cargo de la empresa GEOLUMAS SAC, se realizaron 4 calicatas. Los resultados indican que el suelo estudiado está caracterizado por arenas y gravas limosas, como se muestra en la tabla 25.

Tabla 25. Cuadro de resumen de SUCS y AASTHO.

ITEM	PROGRESIVA	CALICATAS	CLASIFICACIÓN	
	PROG	TR	SUCS	AASHTO
1	C-1, Jr Manc	M-1	SM	A-2-4(0)
2	C-1, Jr Manc	M-1	GM	A-2-4(0)
3	C-1, Jr Manc	M-1	SM	A-2-4(0)
4	C-1, Jr Manc	M-1	GM	A-2-4(0)

Fuente: EMS, 2017.

- **Propuesta de reservorio tipo embalse**

El embalse propuesto será de tipo arcilla, que de acuerdo con los cálculos tendrá una altura 12.14 m y una capacidad de almacenamiento máximo de 60 000 m³ de agua.

9.1 Introduzca tecnología

- Curvas de nivel
Usando del programa AutoCAD Civil 3D se representó las curvas de nivel del área en intervención, incluido el reservorio tipo embalse.

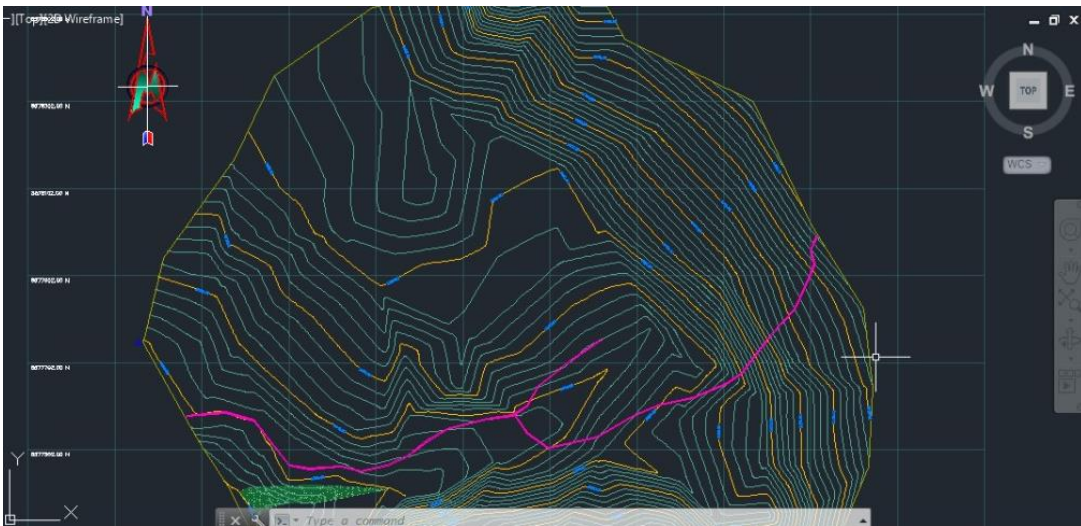


Figura 25. Curvas de nivel. Fuente: Elaboración propia.



Figura 26. Curvas de nivel. Fuente: Elaboración propia.

10. Evaluación de impactos y riesgos (matriz de riesgo)

1. NÚMERO Y FECHA DEL DOCUMENTO			Número		1		2. DATOS GENERALES DEL PROYECTO		Nombre del Proyecto		" "DISEÑO DE SISTEMA DE CAPTACIÓN Y ALMACENAMIENTO DE AGUA PLUVIAL EN RESERVORIO TIPO EMBALSE PARA USO AGRÍCOLA EN EL DISTRITO DE POMACOCOA" DISTRITO DE POMACOCOA	
			Fecha		dic-20				Ubicación Geográfica			
3.INFORMACIÓN DEL RIESGO							4 PLAN DE RESPUESTA A LOS RIESGOS					
			4.1 ESTRATEGIA SELECCIONADA						4.3 RIESGO ASIGNADO A			
3.1 CÓDIGO DE RIESGO	3.2 DESCRIPCIÓN DEL RIESGO	3.3 PRIORIDAD DEL RIESGO	Mitigar el riesgo	Evitar el riesgo	Aceptar el riesgo	Transferir el riesgo	4.2 ACCIONES A REALIZAR EN EL MARCO DEL PLAN		Entidad		Contratista	
A1	ERROR DE DISEÑO	Prioridad Baja	X				Contratar asesoría externa, replantear en campo los límites del proyecto				X	
A2	RIESGO DERIVADOS DE VENTOS POR FUERZA MAYOR O CASO FORTUITO	Prioridad Moderada			X		Preparar un plan de Contingencia que permita disminuir o prevenir los desastres que pueda ocasionar.	X			X	
A3	EXPOSICIÓN A ALTOS NIVELES DE RUIDOS O VIBRACIONES	Prioridad Moderada	X				Uso de protectores auditivos con tampones auditivos. Estos deben ser utilizados por el operados y trabajadores en la zona.				X	
A4	DERRUMBES Y/O DAÑOS DE ESTRUCTURAS POR EXPOSICIÓN A VIBRACIONES	Prioridad Moderada		X			Verificar el estado de las laderas de la zona en intervención al momento de realizar el transporte de materiales.				X	
A5	CONTAMINACIÓN DEL AIRE, AFECCIONES A LA PIEL Y/O VISTA	Prioridad Moderada	X				Uso correcto de los EPPs, principalmente de respiradores para polvo. Capacitación en el uso correcto de los mismos.				X	

11. Cronograma de ejecución

DISEÑO DE SISTEMA DE CAPTACIÓN Y ALMACENAMIENTO DE AGUA PLUVIAL EN RESERVOIRIO TIPO EMBALSE PARA USO AGRÍCOLA EN EL DISTRITO DE POMACOCHA

Id	ITEMS	Nombre de tarea	Duración	Gantt Chart (January to March 2021)																											
1		DISEÑO DE SISTEMA DE CAPTACIÓN Y ALMACENAMIENTO DE AGUA PLUVIAL EN RESERVOIRIO TIPO EMBALSE PARA USO AGRÍCOLA EN EL DISTRITO DE POMACOCHA	0 días	01/01																											
2		INICIO	53 días	[Timeline bar from 01/01 to 16/03]																											
3	01.00	OBRAS PRELIMINARES	6 días	[Timeline bar from 01/01 to 07/01]																											
4	01.01	CARTEL DE OBRA	1 día	[Timeline bar from 01/01 to 02/01]																											
5	01.02	MOV. Y DESMOV. DE EQUIPOS Y MAQUINARIAS	5 días	[Timeline bar from 02/01 to 07/01]																											
6	01.03	TRAZO Y REPLANTEO	3 días	[Timeline bar from 02/01 to 05/01]																											
7	02.00	OBRAS PROVISIONALES	12 días	[Timeline bar from 05/01 to 17/01]																											
8	02.01	DESBROCE Y LIMPIEZA DE MATERIAL	6 días	[Timeline bar from 05/01 to 11/01]																											
9	02.02	CAMINOS DE ACCESO	6 días	[Timeline bar from 11/01 to 17/01]																											
10	03.00	MOVIMIENTO DE TIERRAS	38 días	[Timeline bar from 17/01 to 24/02]																											
11	03.01	EXCAVACION PARA CIMIENTACION DE UÑA DE ROCA	10 días	[Timeline bar from 24/02 to 04/03]																											
12	03.02	CONFORMACION DE TERRAPLEN CON MATERIAL PROPIO	8 días	[Timeline bar from 04/03 to 12/03]																											
13	04.00	ENROCADADO DE PROTECCION	30 días	[Timeline bar from 12/03 to 11/04]																											
14	04.01	SELECCION Y ACOPIO DE ROCA EN CANTERA	20 días	[Timeline bar from 12/03 to 31/03]																											
15	04.02	CARGUIO Y TRANSPORTE DE PIEDRA DE CANTERA	15 días	[Timeline bar from 19/03 to 04/04]																											
16	04.03	COLOCACION DE PIEDRAS EN DIQUE	20 días	[Timeline bar from 04/04 to 24/04]																											
17	05.00	CANALES DE CAPTACION	5 días	[Timeline bar from 24/04 to 29/04]																											
18	05.01	EXCAVACION PARA CANAL	2 días	[Timeline bar from 24/04 to 26/04]																											
19	05.02	REVESTIMIENTO DEL CANAL	3 días	[Timeline bar from 26/04 to 29/04]																											
20	06.00	MITIGACION AMBIENTAL	3 días	[Timeline bar from 29/04 to 02/05]																											
21	06.01	LIMPIEZA Y RESTAURACION DE PATIO DE MAQUINAS	3 días	[Timeline bar from 29/04 to 02/05]																											
22	07.00	CAPACITACION	8 días	[Timeline bar from 02/05 to 10/05]																											
23	07.01	GESTION DE LOS BENEFICIARIOS EN PREVENCION DE DESASTRES	8 días	[Timeline bar from 02/05 to 10/05]																											
24	07.02	GESTION DE LOS BENEFICIARIOS ANTE LA OCURRENCIA DE EMERGENCIAS	8 días	[Timeline bar from 02/05 to 10/05]																											
25		FIN	0 días	16/03																											

Tarea: [Barra azul]

División: [Punto de división]

Hito: [Diamante]

Resumen: [Barra con flechas]

Resumen del proyecto: [Barra con flechas]

Tarea inactiva: [Barra gris]

Hito inactivo: [Punto de división]

Resumen inactivo: [Barra con flechas]

Tarea manual: [Barra con flechas]

solo duración: [Barra con flechas]

Informe de resumen manual: [Barra con flechas]

Resumen manual: [Barra con flechas]

solo el comienzo: [Barra con flechas]

solo fin: [Barra con flechas]

Tareas externas: [Barra con flechas]

Hito externo: [Barra con flechas]

Fecha limite: [Barra con flechas]

Tareas criticas: [Barra con flechas]

División critica: [Punto de división]

Progreso: [Barra con flechas]

Progreso manual: [Barra con flechas]

12. Propuesta de análisis de costos

PRESUPUESTO					
Presupuesto	DISEÑO DE SISTEMA DE CAPTACIÓN Y ALMACENAMIENTO DE AGUA PLUVIAL EN RESERVORIO TIPO EMBALSE PARA USO AGRÍCOLA EN EL DISTRITO DE POMACocha - HUANCavelica				
Cliente	MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE POMACocha				
Lugar	HUANCavelica - ACOBAMBA - POMACocha				
Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01	OBRAS PRELIMINARES				4,051.78
01.01	CARTEL DE OBRA	und	1.00	539.92	539.92
01.02	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS Y MAQUINARIAS	glb	1.00	3,087.00	3,087.00
01.03	TRAZO Y REPLANTEO	km	0.15	2,832.37	424.86
02	OBRAS PROVISIONALES				1,549.12
02.01	DESBROCE Y LIMPIEZA DE MATERIAL	ha	0.11	3,080.28	351.15
02.02	CAMINOS DE ACCESO	km	0.60	1,996.62	1,197.97
03	MOVIMIENTO DE TIERRAS				13,094.76
03.01	EXCAVACION PARA CIMIENTACION DE UÑA DE ROCA	m3	1,527.00	6.51	9,940.77
03.02	CONFORMACION DE TERRAPLEN CON MATERIAL PROPIO	m3	979.50	3.22	3,153.99
04	ENROCADO DE PROTECCION				243,865.60
04.01	SELECCION Y ACOPIO DE ROCA EN CANTERA	m3	3,520.00	13.26	46,675.20
04.02	CARGUIO Y TRANSPORTE DE PIEDRA DE CANTERA	m3	3,520.00	46.88	165,017.60
04.03	COLOCACION DE PIEDRAS EN EMBALSE	m3	3,520.00	9.14	32,172.80
05	CANALES DE CAPTACION				5,198.70
05.01	EXCAVACION PARA CANAL	m3	25.00	40.98	1,024.50
5.02	REVESTIDO DE CANAL	m2	180.00	23.19	4,174.20
6	MITIGACION AMBIENTAL				111.00
6.01	LIMPIEZA Y RESTAURACION DE PATIO DE MAQUINAS	m2	300.00	0.37	111.00
7	CAPACITACION				2,500.00
7.01	GESTION DE LOS BENEFICIARIOS EN PREVENCIÓN DE DESASTRES	glb	1.00	1,250.00	1,250.00
7.02	GESTION DE LOS BENEFICIARIOS ANTE LA OCURRENCIA DE EMERGENCIAS	glb	1.00	1,250.00	1,250.00
	Costo Directo				265,172.26
	SON : DOS CIENTOS SESENTA Y CINCO MIL CIENTO SETENTA Y DOS Y 26/100 NUEVOS SOLES				

13. Modelación con software

Modelo del reservorio tipo embalse en AutoCAD Civil 3D.

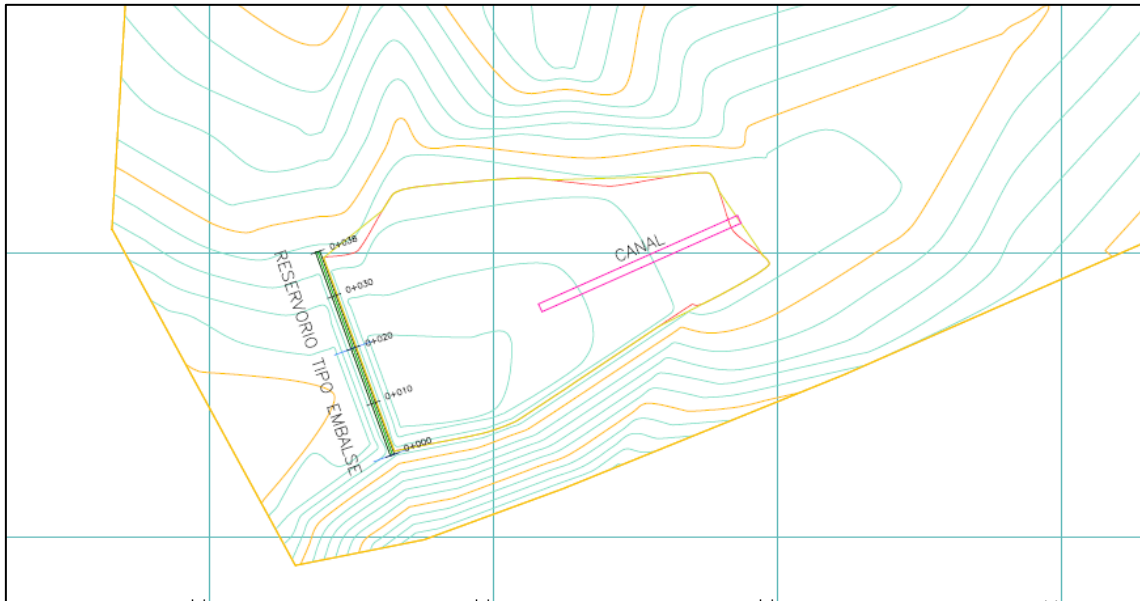


Figura 27. Modelo del reservorio tipo embalse. Fuente: Elaboración propia

Modelo del canal de captación y conducción en H-Canales.

Diseño para una sección trapezoidal de máxima eficiencia hidráulica

Lugar:	DISTRITO DE POMACOCHA	Proyecto:	CAPTACION DE AGUA FLUV
Tramo:	0+25M	Revestimiento:	6.5CM

Datos:

Caudal (Q):	0.5	m ³ /s
Talud (Z):	1.5	
Rugosidad (n):	0.013	
Pendiente (S):	0.001	m/m

Resultados:

Tirante (y):	0.4970	m	Ancho de solera (b):	0.3009	m
Perímetro (p):	2.0928	m	Área hidráulica (A):	0.5200	m ²
Radio hidráulico (R):	0.2485	m	Espejo de agua (T):	1.7919	m
Velocidad (v):	0.9615	m/s	Número de Froude (F):	0.5698	
Energía específica (E):	0.5441	m-Kg/Kg	Tipo de flujo:	Subcrítico	

Calculador

Limpiar Pantalla

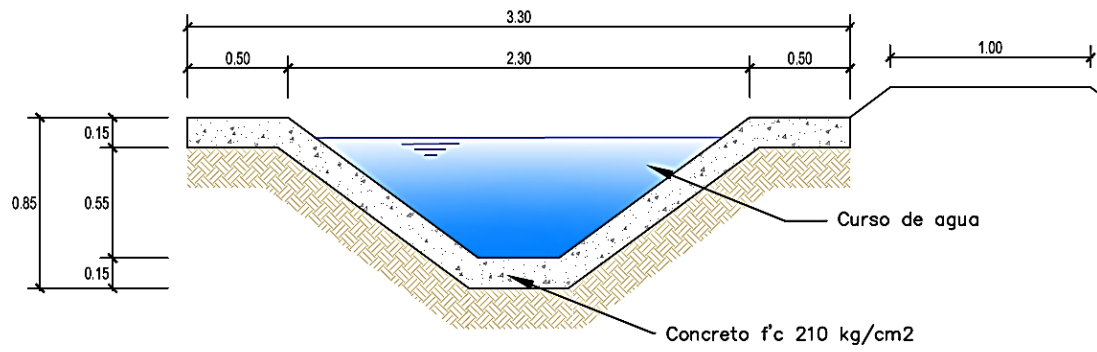
Imprimir

Menú Principal

09 020

Figura 28. Modelo del canal de captación y conducción. Fuente: Elaboración propia.

Modelo del canal de captación y conducción en Autodesk AutoCAD 2018.



SECCION TÍPICO DE CANAL

Figura 29. Modelo del canal de captación y conducción. Fuente: Elaboración propia.

14. Plan de gestión ambiental

FICHA DE EVALUACION AMBIENTAL PRELIMINAR

1. DATOS DEL PROYECTO DE INVERSION PUBLICA

Nombre del Proyecto:

“Diseño de sistema de captación y almacenamiento de agua pluvial en reservorio tipo embalse para uso agrícola en el distrito de Pomacocha – Acobamba – Huancavelica”

1.1. Localización

Región: Huancavelica
Provincia: Acobamba
Distrito: Pomacocha
Centro Poblado: Huillhuecc

Aire	Agua	Suelo	Flora Silvestre	Fauna Silvestre	Paisaje Natural	Población salud vivienda urbanismo	Infraestructura económica social	Economía	Recursos culturales históricos
X	X	X				X	X		

3. DESCRIPCION DE IMPACTOS SIGNIFICATIVOS

Aire: El impacto ambiental sólo se da en la etapa de implementación por la emisión de ruidos del personal, equipos menores, vehículos como volquetes, el cual es mínimo. En el inicio, operación y fin de obra no se produce impacto ambiental.

Agua: Durante la ejecución, se alterará en forma temporal cursos de agua en la cantera de agregados, sin embargo, el impacto es mínimo.

Suelo: El suelo estará expuesto a la contaminación por la deposición indiscriminada de excretas del personal.

En la zona del botadero se producirá erosión del relleno. Así mismo estará expuesto a la contaminación de desechos como: restos de concreto, saldo de agregado, envases plastificados, alambre, clavos, bolsas vacías de cemento etc.

En la etapa de operación y mantenimiento, siendo el impacto ambiental mínimo.

Flora Silvestre: Al inicio y durante la ejecución de la obra el impacto es mínimo por la poca presencia de plantas y árboles en el área del proyecto.

Fauna silvestre: Durante la ejecución de la obra, por la circulación constante del personal y equipos, se ahuyentará temporalmente la fauna silvestre principalmente de aves, reptiles y roedores.

4. MEDIDAS DE MITIGACION

Aire: Como el impacto es mínimo no se ha considerado medidas de mitigación

Agua: Como el impacto es mínimo no se ha considerado medidas de mitigación

Suelo:

- Todo material de excedencia 1000 m³ deberá ser retirado a botaderos autorizados.
- El área donde se depositará el material de excedencia, primeramente, deberá ser nivelado para reforestarse con especie de gramínea en un área de 600 m², el distanciamiento entre esquejes será de 5.00 cm en surcos de 1.00m.
- Todo desecho como: restos de concreto, saldo de agregado, envases plastificados alambre, clavos, madera, bolsas vacías de cemento deberá ser recogido y depositado en trincheras y/o botaderos autorizados. Esta actividad se realizará en forma permanente durante la ejecución de la obra.

Flora silvestre: Reforestar el área del proyecto con plantones ornamentales.

Fauna silvestre: Se instruirá permanentemente a los trabajadores para que eviten la caza de animales silvestres.

Población: Implementar en obra con señales preventivas y restrictivas, con la finalidad de indicar con anticipación la aproximación de ciertas condiciones de la obra que implican un peligro real o potencial que puede ser evitado tomando las precauciones necesarias.

Implementar la Promoción y Capacitación: Esta actividad estará orientada a promover y capacitar en forma objetiva e in situ de los diferentes componentes del sistema de captación de agua pluvial. Además, se debe programar 2 charlas: 1 talleres de capacitación y sensibilización en gestión comunitaria, temas sociales y charlas en capacitación ambiental y conservación de la infraestructura y otra capacitación sobre seguridad y prevención en el trabajo.

15. Análisis de Resultados

En la tabla 24 se muestra que, en el diseño del balance hídrico mínimo, el caudal de oferta del mes de agosto es el único que no satisface la demanda establecida a comparación de los demás meses que si lo satisfacen. En cuanto al balance hídrico promedio se puede observar que los caudales de oferta de los meses de mayo y junio no satisfacen la demanda. Por el contrario, en el balance hídrico máximo los caudales de oferta de todos los meses satisfacen la demanda propuesta permitiendo que durante todo el año fluya un caudal al reservorio tipo embalse.

El balance hídrico muestra que la oferta hídrica pluvial es satisfactoria para el riego de 10 hectáreas de cultivo considerando 60 000 m³ de capacidad del almacenamiento. Además, en el balance hídrico se analizó la eficiencia de riego y los criterios de falla, es decir, si la oferta hídrica pluvial es suficiente para abastecer el riego agrícola o no es suficiente. En el presente proyecto se cumple que la oferta es mayor a la demanda para todos los meses durante el tiempo de análisis como se muestra en la figura 18, ya que se consideró que solo se usará al agua pluvial para riego durante los meses de ausencia de lluvia.

Mediante la curva del embalse se determinó que para un volumen de almacenamiento de 60 000 m³ se necesita un reservorio de 12.14 m de altura como se muestra en la figura 18. La altura de reservorio obtenido en comparación de los reservorios que se diseñan para proyectos de riego tiene similitud, debido a que es necesario contar con un volumen de agua de reserva para cualquier eventualidad como escasez de agua.

16. Conclusiones de la solución

En general los meses de septiembre hasta abril ofrecen un caudal máximo al reservorio tipo embalse que permite el almacenamiento de agua. Por el contrario, los meses de mayo hasta agosto ofrecen un mínimo o nulo caudal al embalse, esto es debido a que dichos meses no presentan precipitaciones hídricas significativas.

A pesar de que hay meses que presentan un caudal mínimo o nulo, de manera global la oferta hídrica satisface a la demanda establecida. Esto es debido a que para los meses de enero, febrero, marzo y abril se consideró una demanda nula ya que los pobladores cuentan con el agua de lluvia para sus cultivos, lo que permite que el reservorio tipo embalse tenga un mayor abastecimiento de agua.

Como la oferta hídrica satisface la demanda, el reservorio tipo embalse garantiza el abastecimiento de agua a las 10 hectáreas de terreno dedicado a la siembra durante los meses de mayo a diciembre. Además, se permite que a través del reservorio fluya un caudal mínimo o ecológico que no cause repercusión aguas abajo del pequeño riachuelo, e incluso no existe un impacto ambiental agresivo, ya que la flora existente es mínima.

El método del balance hídrico es muy usual para desarrollar el estudio de este tipo de proyectos y brinda resultados certeros, ya que para su desarrollo se utiliza un historial de datos hidrológicos. Esto simplifica o reduce la probabilidad de falla en el diseño debido a que los datos recolectados durante un periodo de tiempo contienen eventualidades meteorológicas (sequía, huaico, etc).

El balance hídrico indica que el riego es eficiente y no tendrá falla considerando un volumen de almacenamiento de 60 000 m³, una altura de reservorio de 12.00 m y una Seguridad de Riego del 85% para un periodo de diseño de 25 años.

El canal en intervención resulta ser una sección trapezoidal, con una base de 0.30 m, un tirante de 0.55 m, espejo de 2.30 m y un talud de 1.5, lo que permite la correcta conducción del agua recogida hacia el reservorio tipo embalse. Este será revestido para evitar pérdida de agua por infiltración en el conducto de agua.

Este proyecto garantiza la calidad de vida y la economía de la población del distrito de Pomacocha, ya que se mejora principalmente la agricultura y ganadería aumentando la producción y exportación de cultivos a lo largo del año como: maíz, papa, arveja, haba, trigo, alfalfa, manzana, durazno, tuna, limón, palta, etc.

17. Recomendaciones de la solución propuesta

- Para un análisis con mayor precisión se recomienda usar las estaciones más cercanas al lugar de estudio.
- Para tener datos topográficos más exactos, se recomienda colocar BMs en el lugar y realizar un levantamiento topográfico utilizando nivel de ingeniero, teodolito y estación total.
- Para el diseño del canal de captación se recomienda utilizar el software Hcanales.
- Se recomienda realizar un balance hídrico mensual para verificar si la oferta hídrica satisface la demanda cada mes.
- La constructibilidad tiene un rol decisivo para la selección del tipo de reservorio ya que depende mucho de las canteras cercanas, el cual influye directamente en el costo. Por otro lado, el tipo de material a usar influye también en el tiempo de ejecución del proyecto.
- En el ámbito de distribución de agua se recomienda usar tuberías y realizar el riego por goteo con el fin reducir el uso excesivo de agua.
- Un caudal mínimo o ecológico debe fluir del reservorio durante todo el año de manera que no repercuta daños en el ecosistema aguas abajo del riachuelo.
- El impacto ambiental que genera el reservorio tipo embalse debe considerarse al momento de hacer un estudio de prefactibilidad, ya que puede generar algún impacto negativo aguas abajo.

18. Referencias bibliográficas

- Agencia peruana de Noticias Andina (2020). *Desarrollo proyecto de siembra y cosecha de agua en Ica y Huancavelica*
- Allen, R. G., Pereira, L. S., Raes, D., & Smith, M. (2006). *Evapotranspiración del cultivo: guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos*. Roma: FAO, 298(0).
- Autoridad Nacional del Agua (2018). *Reúso de aguas residuales tratadas en el riego de áreas verdes, como medida de adaptación al cambio climático*.
- Autoridad Nacional del Agua (2010). *Manual: Criterios de diseño de obras hidráulicas para la formulación de proyectos hidráulicos*. Lima. Recuperado de: https://www.ana.gob.pe/normatividad?field_tipo_de_norma_target_id=All&title=Criterios+de+diseño+de+obras+hidráulicas+para+la+formulación+de+proyectos+hidráulicos&year=all
- Ayuda en Acción Perú (2015). *Siembra y cosecha de agua en Ayacucho*
- Bonfiglio, G. y Torres, N. (2016). *La pequeña agricultura en dos provincias de Huancavelica: Angaraes y Acobamba*.
- BENÍTEZ, C., ARIAS y W., QUIROZ, J. (1980): *Manual de conservación de suelos y aguas*. Ministerio de Agricultura y Alimentación. Perú.
- Carmenza, M., Saldarriaga, G., & Jaramillo, O. (2010). *Estimación de la demanda de agua, Conceptualización y dimensionamiento de la demanda hídrica sectorial*. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. Bogotá, Colombia.
- Chávez Herrera, J. (2012). *Diplomado en Formulación y Evaluación de Proyectos dentro del Marco del Sistema Nacional de Inversión Pública «Proyectos de Riegos»* [Ebook]. Retrieved 25 September 2020, from https://www.mef.gob.pe/contenidos/inv_publica/docs/capacidades/capac_12/PRESENTACIONES_julio_ago/RIEGO/2_Identificaci_Riegos.pdf.
- Chow, V., (1994). *Hidráulica de canales abiertos*. Santa fe de Bogotá, Colombia, Nomos S.A.
- Cooperación Internacional del Japón (2015). *Guía práctica para cosechar el agua de lluvia*.
- Erazo, W. R. S., & Ortiz, E. P. A. (2014). Determinación de Caudales en cuencas con poca información Hidrológica. *Ciencia Unemi*, 7(12), 100-110.
- FAO. (s/f). CROPWAT (Versión 8.0). Roma: Land and Water Development Division of FAO. Recuperado a partir de http://www.fao.org/nr/water/infores_databases_cropwat.html

- Global Water Partnership (2008). *Cosecha de agua lluvia: sustento para la vida*.
- Granados Aguedo, Y. (2017). *DEMANDA HÍDRICA CON FINES DE RIEGO Y FERTILIDAD DE SUELOS EN EL CENTRO POBLADO DE CARCAS, DISTRITO CHIQUIÁN, PROVINCIA BOLOGNESI - 2016* [Ebook]. Retrieved 13 September 2020, from <http://mountain.pe/recursos/attachments/article/137/3.-Demanda-Hidrica-en-el-Centro-Poblado-de-Carcas---YENI-GRANADOS.pdf>.
- INAMHI. (2015). Geoinformación Hidrometeorológica. Recuperado a partir de <http://www.serviciometeorologico.gob.ec/geoinformacion-hidrometeorologica/>
- “Mejoramiento de reservorio e infraestructura de riego en el sector de Charipampa en el Distrito de Cuchumbaya, Provincia de Mariscal Nieto, Región Moquegua”. [Ebook]. Retrieved 10 September 2020, from https://www.academia.edu/39371160/OFICINA_DE_PROGRAMACION_E_INVERSIONES_MDC_RESUMEN_EJECUTIVO_NOMBRE_DEL_PROYECTO_DE_INVERSI%C3%93N_P%C3%9ABLICA.
- Ministerio de agricultura y riego (2015). *Programa Nacional de Siembra y Cosecha de Agua*.
- Montes, M. (2004). *La Gestión del Agua Lluvia y la Reducción de Riesgos Urbanos*.
- Núñez, A. (2015). Manual del cálculo de eficiencia para sistemas de riego. Lima, Perú: La Dirección General de Infraestructura Agraria y Riego. DGIAR.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (2014). *Sistema de información global sobre el agua*.
- Rueda Punina, V. J. (2017). *Estimación de la Huella Hídrica de los cultivos de palma africana y maíz duro en la provincia de Los Ríos y caña de azúcar en la provincia del Guayas para la producción de biocombustibles* (Bachelor's thesis, Quito, 2017.).
- Salinas Acosta, A., Rodríguez Quirós, R., & Morales Hidalgo, D. (2010). *Manual de especificaciones técnicas básicas para la elaboración de estructuras de captación de agua de lluvia (SCALL) en el sector agropecuario de Costa Rica y recomendaciones para su utilización. Documento: D-06* (No. P10/10360). Servicio Nacional de Aguas Subterráneas, Riego y Avenamiento, San José (Costa Rica) Universidad Nacional, Guanacaste (Costa Rica). CEMEDE-UNA Ministerio de Agricultura y Ganadería, San José (Costa Rica).
- Van Veenhuizen, R., & Prieto-Celi, M. (2000). Manual de captación y aprovechamiento del agua de lluvia, experiencias en América Latina. *Serie: zonas áridas y semiáridas. Oficina regional de la FAO (Food and Agriculture Organization) para América Latina y el Caribe Santiago, Chile*.
- Van Wambeke, J. (2013). Captación y almacenamiento de agua de lluvia. Opciones técnicas para la agricultura familiar en América Latina y el Caribe. *Santiago de Chile*.

Velasco, H., Silva, A., Veenhuizen, R., Pérez, S., Prieto, M., Anaya, M., & Morales, R. (2000). Manual de Captación y Aprovechamiento del agua de lluvia, Experiencias en América Latina. Fao, 1–14.

Ven te Chow, (1994). Hidráulica de canales.

Vila Solier, J. F. (2019). Estimación de la eficiencia del sistema de riego por surcos en el cultivo de tara (*Caesalpinia spinosa*), en el fundo Tanón, Región Cajamarca.

WWDR (2015). *Informe de las Naciones Unidas sobre los recursos hídricos en el mundo.*

Villón, M., (2008). *Hidráulica de canales*. Cartago, Costa Rica. Editorial tecnológica de Costa Rica.

Yagüe, J. L. F. (2003). *Técnicas de riego*. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.

19. Anexos

Precipitación

1. Estimación de datos faltantes

Anexo 1. Estación de Acobamba

N°	Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
1	1989	97.5	92.0	64.2	23.6	54.9	33.6	0.0	25.4	13.6	52.0	17.6	4.6
2	1990	59.1	16.3	17.2	6.0	28.5	55.5	12.4	16.7	18.8	65.7	188.9	90.7
3	1991	53.9	58.5	71.7	11.8	12.9	26.4	5.7	0.0	14.3	38.9	20.8	51.3
4	1992	53.7	55.1	7.0	5.1	7.5	20.1	10.1	50.8	18.4	105.3	46.4	65.9
5	1993	124.7	87.6	57.4	22.8	0.0	0.0	10.7	26.5	13.7	23.7	148.2	117.5
6	1994	149.8	94.3	35.2	32.7	1.2	1.4	0.0	0.0	12.5	14.5	19.0	31.9
7	1995	92.8	89.0	66.3	7.3	0.0	4.6	9.9	8.2	32.1	35.1	53.0	53.3
8	1996	108.8	209.5	127.1	49.9	1.1	3.4	0.0	16.5	18.1	62.4	47.7	68.3
9	1997	135.6	110.0	62.3	42.3	14.7	0.0	7.4	29.9	54.2	52.6	101.1	87.3
10	1998	74.1	111.4	85.0	28.7	3.6	10.5	0.0	10.4	19.5	96.2	42.8	117.9
11	1999	147.8	163.6	65.8	33.9	2.0	16.8	6.5	0.0	47.7	14.0	86.9	70.0
12	2000	147.9	211.0	147.2	10.8	20.6	26.6	32.6	4.9	7.9	55.5	27.6	133.1
13	2001	215.8	49.6	110.5	34.2	54.4	4.9	38.3	17.7	38.6	40.0	73.7	114.0
14	2002	71.5	210.2	116.6	50.4	37.2	1.4	23.2	22.8	55.8	71.4	96.1	125.6
15	2003	80.6	134.9	113.2	80.7	8.2	0.9	0.0	54.9	28.4	11.6	35.6	132.4
16	2004	95.1	141.1	45.3	24.3	20.7	20.2	15.0	7.5	23.4	38.1	43.5	151.5
17	2005	71.5	51.0	83.3	19.8	12.2	2.4	11.7	6.7	11.8	64.7	38.1	141.3
18	2006	141.5	91.0	121.1	55.0	3.2	2.8	0.5	27.6	7.9	56.4	104.5	74.8
19	2007	108.2	68.0	152.5	88.6	40.9	0.0	7.0	2.0	47.1	74.0	27.2	109.7
20	2008	179.1	100.6	50.9	9.2	51.3	8.7	4.7	8.0	11.6	64.4	28.9	80.8
21	2009	120.4	164.3	68.3	30.4	18.1	3.4	5.9	18.4	19.8	30.0	118.7	115.4
22	2010	202.1	108.5	104.2	55.4	10.0	3.8	0.0	13.3	24.2	60.3	34.3	148.4

Anexo 2. Estación Lircay

N°	Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
1	1989	182.7	115.7	220.5	83.1	19.6	18.6	3.0	23.8	34.5	55.3	42.1	33.5
2	1990	140.6	20.4	62.3	53.4	24.1	88.8	10.5	36.4	50.2	66.0	0.0	147.3
3	1991	96.3	94.3	105.0	29.5	30.9	44.0	7.7	2.7	24.2	73.6	56.8	44.1
4	1992	70.1	73.0	53.8	47.2	0.0	24.4	24.6	42.3	20.4	72.4	25.2	40.8
5	1993	239.0	107.6	103.4	96.7	0.0	13.2	28.0	19.7	25.8	67.5	138.5	137.5
6	1994	186.3	218.6	137.0	76.1	29.9	7.8	0.5	0.0	24.8	30.3	52.4	77.2
7	1995	140.8	153.5	110.2	26.0	15.3	0.0	5.0	7.0	22.1	37.7	77.8	41.2
8	1996	131.5	161.6	120.4	52.1	8.4	0.0	0.0	33.6	27.8	55.4	37.2	88.0
9	1997	203.9	139.6	66.1	72.2	8.0	1.9	0.0	33.1	72.8	35.6	100.2	154.9
10	1998	193.0	115.8	100.0	71.0	0.0	12.1	0.0	4.6	15.1	69.2	69.4	95.0
11	1999	94.4	149.6	103.8	71.9	20.2	9.4	29.7	0.0	13.7	49.1	30.6	68.0
12	2000	175.4	204.2	84.6	14.3	34.5	22.1	61.9	39.6	6.7	127.0	20.5	133.7
13	2001	220.1	119.7	132.6	43.7	49.9	6.4	25.9	20.1	54.4	44.8	72.6	116.9
14	2002	116.4	230.8	165.8	68.0	44.6	6.5	41.7	16.4	51.5	120.5	90.5	169.2
15	2003	139.4	193.9	180.8	61.5	53.0	0.4	4.2	37.4	21.1	27.2	60.8	116.7
16	2004	92.4	158.9	100.9	34.7	16.9	37.3	10.9	16.4	32.5	29.9	46.7	112.8
17	2005	71.8	91.1	143.8	35.7	25.0	1.4	15.6	5.1	34.3	71.3	27.4	113.4
18	2006	123.8	109.1	120.9	43.7	1.2	8.4	1.9	44.9	16.7	49.5	77.4	122.4
19	2007	124.1	71.6	173.1	63.4	36.6	0.0	26.9	1.8	36.8	41.8	53.0	104.5
20	2008	197.2	121.0	48.0	27.5	23.4	9.7	4.1	2.4	25.3	46.1	24.0	85.2
21	2009	133.6	180.4	65.9	55.1	24.2	11.1	26.6	8.9	33.4	45.3	131.6	170.3
22	2010	168.5	115.7	118.4	40.6	19.1	9.8	0.0	1.2	12.1	28.8	28.7	188.1

Anexo 3. Estación Acostambo

N°	Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
1	1989	125.4	159.3	215.3	97.7	20.3	20.8	0.0	41.7	67.1	90.0	45.0	76.8
2	1990	149.2	55.7	60.8	47.2	18.6	56.8	16.1	40.6	40.6	96.7	117.2	140.0
3	1991	46.2	81.1	111.9	31.1	20.2	29.9	12.4	0.0	79.0	27.7	65.5	50.1
4	1992	75.9	77.7	100.4	18.2	0.0	14.8	14.6	18.0	28.9	75.7	39.4	54.6
5	1993	181.1	136.0	96.1	50.2	0.0	3.2	24.4	32.6	73.1	62.0	162.5	115.3
6	1994	170.9	205.6	153.0	76.6	7.2	3.7	1.0	8.6	41.4	75.9	31.3	105.1
7	1995	80.0	151.7	158.6	38.8	6.8	12.5	11.8	12.4	41.4	31.5	92.0	90.3
8	1996	104.8	136.6	87.3	52.5	4.3	0.0	0.0	7.5	24.3	52.2	64.5	102.7
9	1997	137.9	115.0	81.3	49.7	1.9	2.0	4.4	28.3	76.2	44.3	77.6	96.9
10	1998	132.6	145.2	55.2	7.6	6.6	5.0	0.0	14.0	11.6	108.3	88.1	90.9
11	1999	107.7	162.4	100.2	69.2	19.0	25.4	10.0	2.2	62.0	48.6	61.5	73.7
12	2000	139.8	146.3	107.9	39.6	53.3	8.7	21.5	20.1	22.9	102.7	13.9	88.9
13	2001	189.5	143.2	109.6	23.6	18.7	16.9	49.0	16.3	34.0	80.4	91.1	81.2
14	2002	52.7	202.5	133.0	32.7	20.3	2.5	50.0	29.8	41.8	73.5	64.1	117.5
15	2003	69.5	119.2	134.4	63.5	10.9	0.0	0.0	45.5	51.1	17.8	90.1	87.3
16	2004	60.2	71.7	96.4	33.3	17.7	48.0	11.8	17.0	40.7	70.6	119.3	116.6
17	2005	68.5	100.8	85.7	41.2	19.4	0.0	6.0	4.5	24.5	93.2	56.0	87.7
18	2006	147.0	119.5	104.5	49.7	6.5	12.3	0.0	27.9	27.4	77.3	111.7	96.0
19	2007	85.5	68.7	132.8	38.2	25.5	0.0	20.0	7.5	34.3	67.5	85.9	87.4
20	2008	131.8	120.5	62.3	35.9	16.6	18.1	4.0	5.0	53.0	101.2	32.3	85.3
21	2009	105.3	144.6	90.3	40.3	42.5	0.0	19.8	28.9	26.9	66.2	119.5	161.6
22	2010	209.2	101.0	116.8	16.6	11.5	11.3	0.0	29.8	9.6	74.2	43.3	125.9

Anexo 4. Estación Huancalpi

Nº	Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
1	1989	104.7	77.3	47.2	18.0	8.2	16.4	22.8	24.5	23.0	79.6	52.5	56.5
2	1990	79.3	50.4	29.4	27.9	51.7	88.0	59.1	59.1	122.6	191.5	245.5	123.1
3	1991	72.1	51.3	70.6	39.1	67.3	106.1	8.6	12.2	24.1	135.7	91.0	118.9
4	1992	65.4	66.1	36.3	29.8	26.0	174.5	22.0	55.0	23.1	301.3	133.1	184.8
5	1993	308.0	216.4	196.4	209.8	0.0	27.3	69.9	62.8	109.1	231.5	308.0	227.2
6	1994	246.1	297.6	224.4	88.9	36.8	11.6	34.5	37.0	36.3	46.5	49.4	130.8
7	1995	114.3	138.8	145.6	61.6	9.6	0.0	13.3	8.0	74.2	50.2	82.2	194.0
8	1996	288.1	249.7	207.9	100.6	22.0	2.0	11.7	28.2	46.0	84.1	121.6	200.4
9	1997	173.3	174.5	85.0	67.0	36.6	3.7	3.7	104.8	49.8	89.9	70.7	121.3
10	1998	217.5	145.8	147.3	107.8	2.7	13.7	0.0	22.1	12.7	57.4	77.3	160.7
11	1999	110.9	188.4	131.6	117.3	14.9	11.3	4.0	2.3	40.5	78.3	51.2	186.1
12	2000	273.2	301.4	145.4	46.9	5.2	17.7	66.3	39.4	17.9	132.8	45.8	180.2
13	2001	266.7	124.7	165.0	39.0	19.4	14.3	12.7	6.5	3.0	67.7	54.9	72.3
14	2002	102.6	236.9	191.4	64.0	26.5	4.3	106.7	18.4	76.2	99.9	82.5	97.8
15	2003	78.9	99.3	150.8	94.8	6.0	5.0	6.0	34.4	27.2	22.0	63.7	134.3
16	2004	62.3	180.2	78.3	5.2	18.6	14.2	17.6	22.4	65.6	90.5	68.3	195.6
17	2005	100.0	84.1	82.2	20.7	23.7	2.0	4.5	13.5	41.6	92.6	31.8	109.4
18	2006	115.5	113.2	131.2	90.6	11.1	12.5	0.0	36.7	54.2	71.5	90.1	100.9
19	2007	72.7	35.1	175.3	35.3	14.9	0.0	2.0	3.2	48.0	44.5	57.1	96.3
20	2008	133.0	116.8	57.8	26.7	7.6	15.6	5.0	22.2	13.6	52.7	58.0	52.0
21	2009	52.7	89.1	69.5	61.3	35.9	2.0	26.6	5.9	25.6	48.2	113.1	182.8
22	2010	185.0	167.3	134.4	37.5	5.0	3.0	0.0	17.0	20.3	80.2	61.8	70.1

Oferta de agua

1. Coeficiente de escorrentía

Anexo 5. Coeficiente de escorrentía según Benítez et al. (1980).

COBERTURA DEL SUELO	TIPO DE SUELO	PENDIENTE (%)				
		> 50	20-50	5-20	1-5	0-1
Sin vegetación	Impermeable	0,80	0,75	0,70	0,65	0,60
	Semipermeable	0,70	0,65	0,60	0,55	0,50
	Permeable	0,50	0,45	0,40	0,35	0,30
Cultivos	Impermeable	0,70	0,65	0,60	0,55	0,50
	Semipermeable	0,60	0,55	0,50	0,45	0,40
	Permeable	0,40	0,35	0,30	0,25	0,20
Pastos, vegetación ligera	Impermeable	0,65	0,60	0,55	0,50	0,45
	Semipermeable	0,55	0,50	0,45	0,40	0,35
	Permeable	0,35	0,30	0,25	0,20	0,15
Hierba	Impermeable	0,60	0,55	0,50	0,45	0,40
	Semipermeable	0,50	0,45	0,40	0,35	0,30
	Permeable	0,30	0,25	0,20	0,15	0,10
Bosque, vegetación densa	Impermeable	0,55	0,50	0,45	0,40	0,35
	Semipermeable	0,45	0,40	0,35	0,30	0,25
	Permeable	0,25	0,20	0,15	0,10	0,05

Demanda de agua

1. Precipitación efectiva

Uso consuntivo

a) Evapotranspiración potencial

Anexo 6. Evapotranspiración potencial del año 1991.

Año 1991						
MES	Tmax	i _j	a(I)	Kd	ETP	
ENERO		18.7	7.37	1.87	1.09	75.67
FEBRERO		18.1	7.01	1.87	0.96	63.28
MARZO		17.9	6.90	1.87	1.04	66.95
ABRIL		19.1	7.61	1.87	0.98	70.75
MAYO		19.4	7.79	1.87	0.98	73.34
JUNIO		18	6.95	1.87	0.94	61.15

JULIO	17.3	6.55	1.87	0.98	59.18
AGOSTO	16.7	6.21	1.87	1.00	56.36
SETIEMBRE	17.7	6.78	1.87	0.99	62.40
OCTUBRE	18.4	7.19	1.87	1.06	71.67
NOVIEMBRE	18.9	7.49	1.87	1.05	74.70
DICIEMBRE	18.7	7.37	1.87	1.09	76.27
I	85.21				

Anexo 7. Evapotranspiración potencial del año 1993

Año 1993						
MES	Tmax	i_j	a(I)	Kd	ETP	
ENERO	17.1	6.43	1.88	1.09	63.72	
FEBRERO	17.3	6.55	1.88	0.96	57.89	
MARZO	17.7	6.78	1.88	1.04	65.30	
ABRIL	17.3	6.55	1.88	0.98	58.53	
MAYO	17.1	6.43	1.88	0.98	57.65	
JUNIO	18.5	7.25	1.88	0.94	64.13	
JULIO	19	7.55	1.88	0.98	70.30	
AGOSTO	19.5	7.85	1.88	1.00	75.12	
SETIEMBRE	17.9	6.90	1.88	0.99	63.47	
OCTUBRE	18.7	7.37	1.88	1.06	73.61	
NOVIEMBRE	20.4	8.41	1.88	1.05	85.97	
DICIEMBRE	19.2	7.67	1.88	1.09	79.88	
I	85.73					

Precipitación efectiva promedio y máximo.

Anexo 8. Precipitación efectiva promedio (mm).

Promedio					
MES	P(mm)	Δs(mm)	f	UC	P_{ef}(mm)
ENERO	124.7	15.6	0.692249	99.18	54.96
FEBRERO	87.6	14.1	0.679	97.34	39.49
MARZO	57.4	0	0.532	87.32	20.81
ABRIL	22.8	0	0.532	84.45	8.67
MAYO	0.0	15.5	0.691	86.89	0.00
JUNIO	0.00	0	0.532	81.56	0.00
JULIO	10.7	0	0.532	91.65	3.83
AGOSTO	26.5	0	0.532	93.26	0.00
SETIEMBRE	13.7	0	0.532	84.96	5.06
OCTUBRE	23.7	0	0.532	99.93	9.31
NOVIEMBRE	148.2	0	0.532	103.27	49.41
DICIEMBRE	117.5	0	0.532	82.76	38.69

Anexo 9. Precipitación efectiva máximo (mm).

Máximo					
MES	P(mm)	Δs (mm)	f	UC	P _{ef} (mm)
ENERO	239.9	15.6	0.692249	99.18	96.05
FEBRERO	256.3	14.1	0.678554	97.34	92.26
MARZO	171.4	0	0.531747	87.32	54.04
ABRIL	73.2	0	0.531747	84.45	25.69
MAYO	10.1	15.5	0.691347	86.89	4.59
JUNIO	7.6	0	0.531747	81.56	2.37
JULIO	11.8	0	0.531747	91.65	4.31
AGOSTO	16.8	0	0.531747	93.26	6.44
SETIEMBRE	28.2	0	0.531747	84.96	10.69
OCTUBRE	76.1	0	0.531747	99.93	27.50
NOVIEMBRE	88.4	0	0.531747	103.27	31.60
DICIEMBRE	109.0	0	0.531747	82.76	36.26

Requerimiento de agua

Anexo 10. Requerimiento de agua (mm).

Año 1993			
MES	Uc(mm)	Pef(mm)	Req(mm)
ENERO	99.18	26.27	72.90
FEBRERO	97.34	27.61	69.73
MARZO	87.32	25.38	61.94
ABRIL	84.45	4.25	80.20
MAYO	86.89	6.16	80.73
JUNIO	81.56	9.95	71.61
JULIO	91.65	1.51	90.14
AGOSTO	93.26	0.00	93.26
SETIEMBRE	84.96	5.31	79.65
OCTUBRE	99.93	14.99	84.94
NOVIEMBRE	103.27	8.23	95.04
DICIEMBRE	82.76	18.62	64.14

Anexo 11. Requerimiento de agua (mm).

Año 2011			
MES	Uc(mm)	Pef(mm)	Req(mm)
ENERO	99.18	54.96	44.21
FEBRERO	97.34	39.49	57.85
MARZO	87.32	20.81	66.51
ABRIL	84.45	8.67	75.78

MAYO	86.89	0.00	86.89
JUNIO	81.56	0.00	81.56
JULIO	91.65	3.83	87.82
AGOSTO	93.26	0.00	93.26
SETIEMBRE	84.96	5.06	79.90
OCTUBRE	99.93	9.31	90.62
NOVIEMBRE	103.27	49.41	53.86
DICIEMBRE	82.76	38.69	44.07

Requerimiento volumétrico neto de agua

Anexo 12. Requerimiento volumétrico neto de agua, año 1993.

MES	Req	Req.Vol	Req. Vol bruto neto
ENERO	44.21	442.13	1473.77
FEBRERO	57.85	578.51	1928.36
MARZO	66.51	665.08	2216.93
ABRIL	75.78	757.82	2526.07
MAYO	86.89	868.92	2896.39
JUNIO	81.56	815.62	2718.72
JULIO	87.82	878.19	2927.30
AGOSTO	93.26	932.60	3108.66
SETIEMBRE	79.90	798.99	2663.30
OCTUBRE	90.62	906.18	3020.59
NOVIEMBRE	53.86	538.57	1795.23
DICIEMBRE	44.07	440.67	1468.90

Anexo 13. Requerimiento volumétrico neto de agua, año 2011.

MES	Req	Req.Vol	Req. Vol bruto neto
ENERO	3.12	31.25	104.15
FEBRERO	5.09	50.86	169.55
MARZO	33.28	332.84	1109.46
ABRIL	58.76	587.61	1958.71
MAYO	82.30	823.03	2743.44
JUNIO	79.19	791.92	2639.73
JULIO	87.34	873.37	2911.23
AGOSTO	86.82	868.19	2893.98
SETIEMBRE	74.27	742.65	2475.51
OCTUBRE	72.43	724.32	2414.41
NOVIEMBRE	71.67	716.70	2389.02
DICIEMBRE	46.50	465.01	1550.04

Módulo de riego

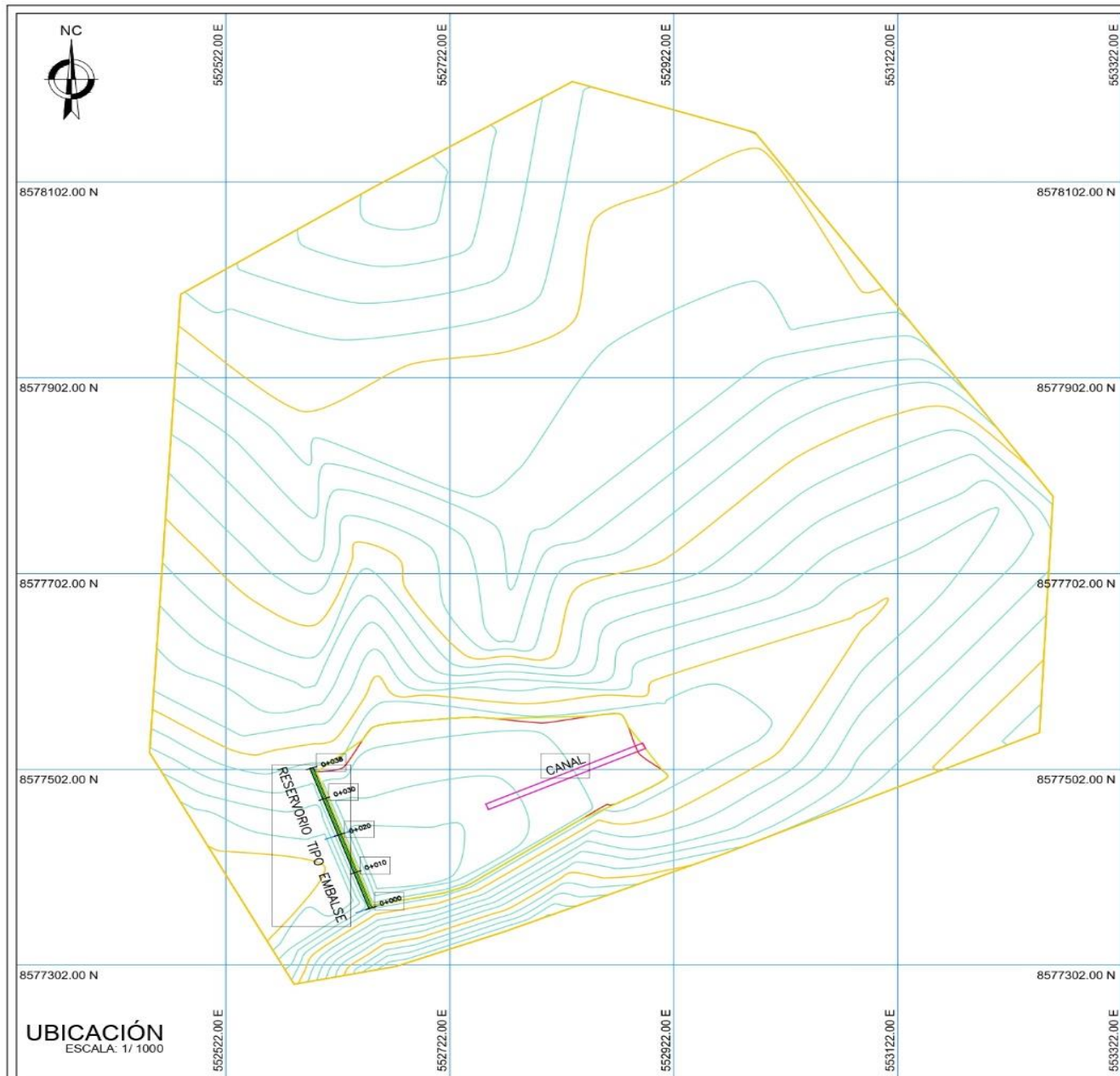
Anexo 14. Módulo de Riego

	Año 1993	Año 2011
MES	MR	MR
ENERO	0.55	0.04
FEBRERO	0.80	0.07
MARZO	0.83	0.41
ABRIL	0.97	0.76
MAYO	1.08	1.02
JUNIO	1.02	0.99
JULIO	1.09	1.09
AGOSTO	1.16	1.08
SETIEMBRE	1.03	0.96
OCTUBRE	1.13	0.90
NOVIEMBRE	0.69	0.92
DICIEMBRE	0.55	0.58

Caudal requerido o demandado

Anexo 15. Caudal requerido (m3/s)

	Año 1993		Año 2011	
MES	Qreq(l/s)	Qreq(m3/s)	Qreq(l/s)	Qreq(m3/s)
ENERO	5.50	0.006	0.389	0.000
FEBRERO	7.97	0.008	0.701	0.001
MARZO	8.28	0.008	4.142	0.004
ABRIL	9.75	0.010	7.557	0.008
MAYO	10.81	0.011	10.243	0.010
JUNIO	10.15	0.010	9.856	0.010
JULIO	10.93	0.011	10.869	0.011
AGOSTO	11.61	0.012	10.805	0.011
SETIEMBRE	10.28	0.010	9.551	0.010
OCTUBRE	11.28	0.011	9.014	0.009
NOVIEMBRE	6.93	0.007	9.217	0.009
DICIEMBRE	5.48	0.005	5.787	0.006



CUADRO DE ÁREAS (m ²)		DATOS DEL TERRENO
AMBIENTES	ÁREA	DEPARTAMENTO : HUANCVELICA
ÁREA DE EMBALSE	38 151.8 m ²	PROVINCIA : ACOBAMBA
ÁREA DE CAPTACIÓN	500 000.0 m ²	DISTRITO : POMACOCCHA
ÁREA TOTAL	538 151.8 m ²	

UNIVERSIDAD SAN IGNACIO DE LOYOLA

UBICACIÓN

DPTO. : HUANCVELICA

PROV. : ACOBAMBA

DIST. : POMACOCCHA

LUGAR : CHILCAPITE

FECHA : NOVIEMBRE 2020

PROYECTO:

"DISEÑO DE SISTEMA DE CAPTACIÓN Y ALMACENAMIENTO DE AGUA PLUVIAL EN RESERVOIRIO TIPO EMBALSE PARA USO AGRÍCOLA EN EL DISTRITO DE POMACOCCHA"

PLANO:

PLANO DE UBICACIÓN

INDICADA

INDICADA

INDICADA

INDICADA

LÁMINA

U-01

Anexos

Lima, 03 de julio del 2020

Mg. Ing. Paula Rojas Julián
Director de la carrera de Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería

Presente. –

Ref. Docente Asesor del Proyecto de Grado

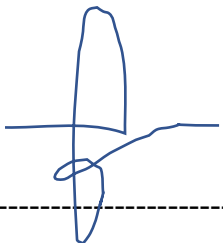
De mi mayor consideración

Mediante la presente confirmo mi participación en el asesoramiento del proyecto de investigación DISEÑO DE SISTEMA DE CAPTACIÓN Y ALMACENAMIENTO DE AGUA PLUVIAL EN RESERVORIO TIPO EMBALSE PARA USO AGRÍCOLA EN EL DISTRITO DE POMACUCHA, para optar por el Título de Bachiller en Ingeniería Civil de los siguientes alumnos:

- ACUÑA PIMENTEL, RONALDO
- ANAYA CUENCA, AIVY MABEL
- ARPASI ALEJOS, JUDITH BETSABETH
- AUQUI ARECHE, JAIME

Cumpliendo las funciones respectivas, brindando orientación y absolviendo dudas en el transcurso de la elaboración de su proyecto, según lo establecido en los documentos presentados por la facultad.

Atentamente,

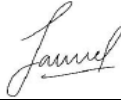
A handwritten signature in blue ink, consisting of a large loop at the top and a horizontal line extending to the right, with a smaller loop below it. The signature is positioned above a dashed horizontal line.

Mg. Ing. Cacciuttolo Vargas, Carlos Andrés
Asesor del Proyecto de Grado

TRABAJO DE GRADO N° 001 – CP-CICIVIL

ACTA DE REUNIÓN	
Grupo 12:	Acta N° 001
Semestre: 2020-1	Fecha: 23 – 05- 2020
Asesor: Mg. Ing. Cacciuttolo Vargas, Carlos Andrés	Hora Inicio: 8:00pm Hora Fin: 10:00pm
Revisor: Ing. Paula Rojas	Lugar: Plataforma Zoom

AGENDA

PARTICIPANTES			
N°	Nombre	Cargo	Firma
1	Acuña Pimentel, Ronaldo	Estudiante	
2	Anaya Cuenca, Aivy Mabel	Estudiante	
3	Arpasi Alejos, Judith Betsabeth	Estudiante	
4	Auqui Areche, Jaime	Estudiante	

PUNTOS DE DISCUSIÓN	
1	Definición del tema y título
2	Definición y redacción del Planteamiento del problema
3	

DESARROLLO DE LA REUNIÓN
Siendo las 8:00 pm del 23 de mayo del año 2020, se reunieron todos los integrantes de la investigación con la finalidad de definir el tema y título del trabajo de bachiller, además se definió el planteamiento del problema sobre el desabastecimiento de agua para riego agrícola en el distrito de Pomacocha, provincia de Acobamba y departamento de Huancavelica. Para que el equipo de trabajo pueda tener mayor conocimiento sobre la situación problemática se ha tomado como fuentes de referencia a las páginas de la MINAGRI, INEI, SENAMHI y la municipalidad provincial de Acobamba.

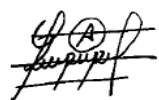
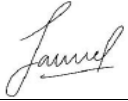
Finalmente, se llenó el formulario F259-1 Solicitud de aprobación de tema de trabajo de investigación.
Observaciones: Ninguna

CONCLUSIONES				
N°	Tarea	Responsable	Periodo de cumplimiento	Observaciones
1	Investigación en SENAMHI	Acuña Pimentel, Ronaldo	(23/05/20 – 06/06/20)	Ninguna
2	Investigación en MINAGRI	Anaya Cuenca. Aivy Mabel	(23/05/20 – 06/06/20)	Ninguna
3	Investigación en INEI	Arpasi Alejos, Judith Betsabeth	(23/05/20 – 06/06/20)	Ninguna
4	Investigación en Municipalidad Prov. Acobamba	Auqui Areche, Jaime	(23/05/20 – 06/06/20)	Ninguna

TRABAJO DE GRADO N° 002 – CP-CICIVIL

ACTA DE REUNIÓN	
Grupo 12:	Acta N° 002
Semestre: 2020-1	Fecha: 06 – 06- 2020
Asesor: Mg. Ing. Cacciuttolo Vargas, Carlos Andrés	Hora Inicio: 8:00pm Hora Fin: 10:00pm
Revisor: Ing. Paula Rojas	Lugar: Plataforma Zoom

AGENDA

PARTICIPANTES			
N°	Nombre	Cargo	Firma
1	Acuña Pimentel, Ronaldo	Estudiante	
2	Anaya Cuenca, Aivy Mabel	Estudiante	
3	Arpasi Alejos, Judith Betsabeth	Estudiante	
4	Auqui Areche, Jaime	Estudiante	

PUNTOS DE DISCUSIÓN	
1	Definición y redacción de objetivos generales y específicos
2	Definición y redacción de alcances del proyecto
3	Elaboración de solicitud docente asesor

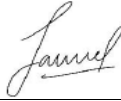
DESARROLLO DE LA REUNIÓN
Siendo las 8:00 pm del 06 de junio del año 2020 se reunieron todos los integrantes de la investigación con la finalidad de definir los objetivos generales y específicos del trabajo de bachiller, además se definió el alcance del proyecto ubicado en el distrito de Pomacocha, provincia de Acobamba y departamento de Huancavelica. Para que el equipo de trabajo pueda tener mayor conocimiento sobre los alcances a se ha usado como herramientas el análisis FODA MACA. Finalmente, se elaboró una solicitud para el docente: Mg. Ing. Cacciuttolo Vargas, Carlos Andrés con fines de nombrarlo asesor del trabajo de investigación.
Observaciones: Ninguna

CONCLUSIONES				
N°	Tarea	Responsable	Periodo de cumplimiento	Observaciones
1	Definir limitaciones	Acuña Pimentel, Ronaldo	(06/06/20 – 23/06/20)	Ninguna
2	Definir limitaciones	Anaya Cuenca. Aivy Mabel	(06/06/20 – 23/06/20)	Ninguna
3	Definir limitaciones	Arpasi Alejos, Judith Betsabeth	(06/06/20 – 23/06/20)	Ninguna
4	Definir limitaciones	Auqui Areche, Jaime	(06/06/20 – 23/06/20)	Ninguna

TRABAJO DE GRADO N° 003 – CP-CICIVIL

ACTA DE REUNIÓN	
Grupo 12:	Acta N° 003
Semestre: 2020-1	Fecha: 23 – 06- 2020
Asesor: Mg. Ing. Cacciuttolo Vargas, Carlos Andrés	Hora Inicio: 8:00pm Hora Fin: 10:00pm
Revisor: Ing. Paula Rojas	Lugar: Plataforma Zoom

AGENDA

PARTICIPANTES			
N°	Nombre	Cargo	Firma
1	Acuña Pimentel, Ronaldo	Estudiante	
2	Anaya Cuenca, Aivy Mabel	Estudiante	
3	Arpasi Alejos, Judith Betsabeth	Estudiante	
4	Auqui Areche, Jaime	Estudiante	

PUNTOS DE DISCUSIÓN	
1	Definición y redacción de limitaciones
2	Definir fecha de reunión con el asesor
3	

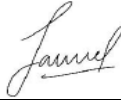
DESARROLLO DE LA REUNIÓN
Siendo las 8:00 pm del 23 de junio del año 2020 se reunieron todos los integrantes de la investigación con la finalidad de definir las limitaciones del proyecto, teniendo en cuenta los siguientes aspectos: geográficos, hidrológicos y del diseño. Finalmente, se definió la fecha de reunión para la revisión del avance 1 juntamente con el asesor: Mg. Ing. Cacciuttolo Vargas, Carlos Andrés.
Observaciones: Ninguna

CONCLUSIONES				
N°	Tarea	Responsable	Periodo de cumplimiento	Observaciones
1	Revisión de avance	Acuña Pimentel, Ronaldo	(23/06/20 – 30/07/20)	Ninguna
2	Revisión de avance	Anaya Cuenca. Aivy Mabel	(23/06/20 – 30/07/20)	Ninguna
3	Revisión de avance	Arpasi Alejos, Judith Betsabeth	(23/06/20 – 30/07/20)	Ninguna
4	Revisión de avance	Auqui Areche, Jaime	(23/06/20 – 30/07/20)	Ninguna

TRABAJO DE GRADO N° 004 – CP-CICIVIL

ACTA DE REUNIÓN	
Grupo 12:	Acta N° 004
Semestre: 2020-1	Fecha: 30 – 06- 2020
Asesor: Mg. Ing. Cacciuttolo Vargas, Carlos Andrés	Hora Inicio: 8:00pm Hora Fin: 10:00pm
Revisor: Ing. Paula Rojas	Lugar: Plataforma Zoom

AGENDA

PARTICIPANTES			
N°	Nombre	Cargo	Firma
1	Acuña Pimentel, Ronaldo	Estudiante	
2	Anaya Cuenca, Aivy Mabel	Estudiante	
3	Arpasi Alejos, Judith Betsabeth	Estudiante	
4	Auqui Areche, Jaime	Estudiante	

PUNTOS DE DISCUSIÓN	
1	Reunión con el asesor
2	Revisión y corrección del avance 1
3	Redacción de carta de aceptación de asesor

DESARROLLO DE LA REUNIÓN
Siendo las 8:00 pm del 30 de junio del año 2020, se reunieron todos los integrantes de la investigación, incluido el asesor: Mg. Ing. Cacciuttolo Vargas, Carlos Andrés, con la finalidad de revisar y corregir el avance 1 del trabajo de investigación. Finalmente, se redactó la carta de aceptación de asesor dirigido a la directora: Mg. Ing. Paula Rojas Julián.
Observaciones: Ninguna

CONCLUSIONES				
N°	Tarea	Responsable	Periodo de cumplimiento	Observaciones
1	Revisión de avance 1	Acuña Pimentel, Ronaldo	(30/06/20 – 02/07/20)	Ninguna
2	Revisión de avance 1	Anaya Cuenca. Aivy Mabel	(30/06/20 – 02/07/20)	Ninguna
3	Revisión de avance 1	Arpasi Alejos, Judith Betsabeth	(30/06/20 – 02/07/20)	Ninguna
4	Revisión de avance 1	Auqui Areche, Jaime	(30/06/20 – 02/07/20)	Ninguna

TRABAJO DE GRADO N° 005 – CP-CICIVIL

ACTA DE REUNIÓN	
Grupo 12:	Acta N° 005
Semestre: 2020-1	Fecha: 17 – 07- 2020
Asesor: Mg. Ing. Cacciuttolo Vargas, Carlos Andrés	Hora Inicio: 8:00pm Hora Fin: 10:00pm
Revisor: Ing. Paula Rojas	Lugar: Plataforma Zoom

AGENDA

N°	Nombre	Cargo	Firma
1	Acuña Pimentel, Ronaldo	Estudiante	
2	Anaya Cuenca, Aivy Mabel	Estudiante	
3	Arpasi Alejos, Judith Betsabeth	Estudiante	
4	Auqui Areche, Jaime	Estudiante	

PUNTOS DE DISCUSION	
1	Segunda etapa del trabajo de bachiller
2	Reparto de los temas de la segunda etapa (Evaluación del Entorno, Revisión de la Normativa y Propuesta de Solución).
3	

DESARROLLO DE LA REUNIÓN
Siendo las 8:00 pm del 17 de julio del año 2020, se reunieron todos los integrantes del trabajo de investigación para ver los puntos a tratar en la segunda etapa del trabajo de bachiller, evaluación del entorno, revisión de la normativa legal y vigente y estándares nacionales e internacionales aplicables, y propuesta de solución. Para ello se hizo un sorteo de las dos primeras partes de la segunda etapa, con la finalidad de buscar información referente a esos dos temas. Dicha información se

tendrá que plasmar en un word que será presentado el siguiente lunes 20 como un avance. Por otra parte, todos en conjunto tendrán que buscar información referente a la propuesta de solución.

Observaciones: Ninguna

CONCLUSIONES				
N°	Tarea	Responsable	Periodo de cumplimiento	Observaciones
1	Evaluación del entorno	Acuña Pimentel, Ronaldo	(17/07/20 – 20/07/20)	Ninguna
2	Revisión de la normativa	Anaya Cuenca. Aivy Mabel	(17/07/20 – 20/07/20)	Ninguna
3	Revisión de la normativa	Arpasi Alejos, Judith Betsabeth	(17/07/20 – 20/07/20)	Ninguna
4	Evaluación del entorno	Auqui Areche, Jaime	(17/07/20 – 20/07/20)	Ninguna

TRABAJO DE GRADO N° 006 – CP-CICIVIL

ACTA DE REUNIÓN	
Grupo 12:	Acta N° 006
Semestre: 2020-1	Fecha: 21– 07- 2020
Asesor: Mg. Ing. Cacciuttolo Vargas, Carlos Andrés	Hora Inicio: 7:00pm Hora Fin: 8:00pm
Revisor: Ing. Paula Rojas	Lugar: Plataforma Zoom

AGENDA

N°	Nombre	Cargo	Firma
1	Acuña Pimentel, Ronaldo	Estudiante	
2	Anaya Cuenca, Aivy Mabel	Estudiante	
3	Arpasi Alejos, Judith Betsabeth	Estudiante	
4	Auqui Areche, Jaime	Estudiante	

PUNTOS DE DISCUSIÓN	
1	Establecer la metodología
2	Validación de documentos
3	Agendar una reunión con el Esnyder Peche para ver las curvas de nivel

DESARROLLO DE LA REUNIÓN
Siendo las 7:00 pm del 21 de julio del año 2020, se reunieron todos los integrantes del trabajo de investigación y se realizó la 2da reunión con el asesor para darle una revisión a la evaluación del entorno y la normativa legal vigente y estándares nacionales e internacionales aplicables. Asimismo, se realizó un esquema para ver definir nuestro flujograma de la metodología con revisión del asesor.

Para ello se hizo una lluvia de ideas donde cada integrante compartió sus conocimientos y se procedió a esquematizar el trabajo. Se nos recomendó trabajar con valores promedios para nuestro balance hídrico, y tener en cuenta las restricciones económicas que implican las posibles soluciones.

Por último, el asesor propuso enviarnos textos bases mediante correo que compete en parte de metodología, y se envió un correo hacia el asistente de laboratorio Esnyder Pêche, para que nos oriente en relación con la topografía para el trabajo de investigación con la finalidad de reservar una reunión para las 6:00pm del miércoles 24 de julio.

Observaciones: La reunión el asesor fue desde las 7:00 pm a 8:00 pm

CONCLUSIONES				
N°	Tarea	Responsable	Periodo de cumplimiento	Observaciones
1	Evaluar mediante ArcGIS la data de precipitaciones	Acuña Pimentel, Ronaldo	(21/07/20 – 22/07/20)	Ninguna
2	Buscar las dotaciones agua para riego.	Anaya Cuenca. Aivy Mabel	(21/07/20 – 22/07/20)	Ninguna
3	Recolectar las precipitaciones y analizarla mediante Excel.	Arpasi Alejos, Judith Betsabeth	(21/07/20 – 22/07/20)	Ninguna
4	Realizar el análisis topográfico mediante Civil 3D	Auqui Areche, Jaime	(21/07/20 – 22/07/20)	Ninguna

TRABAJO DE GRADO N° 007 – CP- CICIVIL

ACTA DE REUNIÓN	
Grupo 12:	Acta N° 007
Semestre: 2020-1	Fecha: 24 – 07 - 2020
Asesor: Mg. Ing. Cacciuttolo Vargas, Carlos Andres	Hora Inicio: 5:50 Hora Fin: 8:00
Revisor: Ing. Paula Rojas	Lugar: Plataforma Zoom

AGENDA

N°	Nombre	Cargo	Firma
1	Acuña Pimentel, Ronaldo	Estudiante	
2	Anaya Cuenca, Aivy Mabel	Estudiante	
3	Arpasi Alejos, Judith Betsabeth	Estudiante	
4	Auqui Areche, Jaime	Estudiante	

PUNTOS DE DISCUSION	
1	Revisión de plano topográfico
2	Cálculo de la demanda de agua para riego
3	Reunión con Esnyder Peche

DESARROLLO DE LA REUNIÓN
Siendo las 5:50 pm del 24 de julio del año dos mil veinte, se reunieron todos los integrantes de la investigación con la finalidad de revisar el plano topográfico de las curvas de nivel y se hizo una discusión para calcular la demanda de agua para riego de los diferentes productos.

Finalmente, se llenó el formulario F259-1 Solicitud de aprobación de tema de Trabajo de Investigación.

Observaciones: Ninguna

CONCLUSIONES				
N°	Tarea	Responsable	Periodo de cumplimiento	Observaciones
1	Revisar el área de riego en el distrito.	Acuña Pimentel, Ronaldo	(24/07/20 – 01/08/20)	Ninguna
2	Revisar el área de riego en el distrito.	Anaya Cuenca. Aivy Mabel	(24/07/20 – 01/08/20)	Ninguna
3	Revisar el área de riego en el distrito.	Arpasi Alejos, Judith Betsabeth	(24/07/20 – 01/08/20)	Ninguna
4	Revisar el área de riego en el distrito.	Auqui Areche, Jaime	(24/07/20 – 01/08/20)	Ninguna

TRABAJO DE GRADO N° 008 – CP- CICIVIL

ACTA DE REUNIÓN	
Grupo 12:	Acta N° 008
Semestre: 2020-2	Fecha: 10 –10 - 2020
Asesor: Mg. Ing. Cacciuttolo Vargas, Carlos Andres	Hora Inicio: 5:50 Hora Fin: 8:00
Revisor: Ing. Paula Rojas	Lugar: Plataforma Zoom

AGENDA

N°	Nombre	Cargo	Firma
1	Acuña Pimentel, Ronaldo	Estudiante	
2	Anaya Cuenca, Aivy Mabel	Estudiante	
3	Arpasi Alejos, Judith Betsabeth	Estudiante	
4	Auqui Areche, Jaime	Estudiante	

PUNTOS DE DISCUSION	
1	Revisión de datos hidrológicos.
2	Cálculo de la demanda de agua para riego
3	

DESARROLLO DE LA REUNIÓN
Siendo las 5:50 pm del 10 de setiembre del año dos mil veinte, se reunieron todos los integrantes de la investigación con la finalidad de revisar los datos hidrológicos para realizar el cálculo de la oferta hídrica. Además, se determinó la demanda de riego.

Finalmente, se llenó el formulario F259-1 Solicitud de aprobación de tema de Trabajo de Investigación.
Observaciones: Ninguna

CONCLUSIONES				
N°	Tarea	Responsable	Periodo de cumplimiento	Observaciones
1	Demanda de riego	Acuña Pimentel, Ronaldo	(10/10/20 – 31/10/20)	Ninguna
2	Demanda de riego	Anaya Cuenca. Aivy Mabel	(10/10/20 – 31/10/20)	Ninguna
3	Demanda de riego	Arpasi Alejos, Judith Betsabeth	(10/10/20 – 31/10/20)	Ninguna
4	Demanda de riego	Auqui Areche, Jaime	(10/10/20 – 31/10/20)	Ninguna

TRABAJO DE GRADO N° 009 – CP- CICIVIL

ACTA DE REUNIÓN	
Grupo 12:	Acta N° 009
Semestre: 2020-2	Fecha: 05 – 11 - 2020
Asesor: Mg. Ing. Cacciuttolo Vargas, Carlos Andres	Hora Inicio: 5:50 Hora Fin: 8:00
Revisor: Ing. Paula Rojas	Lugar: Plataforma Zoom

AGENDA

N°	Nombre	Cargo	Firma
1	Acuña Pimentel, Ronaldo	Estudiante	
2	Anaya Cuenca, Aivy Mabel	Estudiante	
3	Arpasi Alejos, Judith Betsabeth	Estudiante	
4	Auqui Areche, Jaime	Estudiante	

PUNTOS DE DISCUSION	
1	Cálculo de la oferta hídrica
2	Verificación de la demanda de agua para riego.
3	

DESARROLLO DE LA REUNIÓN
Siendo las 5:50 pm del 05 de noviembre del año dos mil veinte, se reunieron todos los integrantes de la investigación con la finalidad de revisar el procedimiento de cálculo de la oferta hídrica para riego de los diferentes productos.

Finalmente, se llenó el formulario F259-1 Solicitud de aprobación de tema de Trabajo de Investigación.
Observaciones: Ninguna

CONCLUSIONES				
N°	Tarea	Responsable	Periodo de cumplimiento	Observaciones
1	Informe sobre la demandada hídrica	Acuña Pimentel, Ronaldo	(05/11/20 – 15/11/20)	Ninguna
2	Informe sobre la Oferta hídrica	Anaya Cuenca. Aivy Mabel	(05/11/20 – 15/11/20)	Ninguna
3	Informe sobre el balance hídrico.	Arpasi Alejos, Judith Betsabeth	(05/11/20 – 15/11/20)	Ninguna
4	Informe sobre el balance hídrico	Auqui Areche, Jaime	(05/11/20 – 15/11/20)	Ninguna

TRABAJO DE GRADO N° 010 – CP- CICIVIL

ACTA DE REUNIÓN	
Grupo 12:	Acta N° 010
Semestre: 2020-2	Fecha: 15 – 11 - 2020
Asesor: Mg. Ing. Cacciuttolo Vargas, Carlos Andres	Hora Inicio: 5:50 Hora Fin: 8:00
Revisor: Ing. Paula Rojas	Lugar: Plataforma Zoom

AGENDA

N°	Nombre	Cargo	Firma
1	Acuña Pimentel, Ronaldo	Estudiante	
2	Anaya Cuenca, Aivy Mabel	Estudiante	
3	Arpasi Alejos, Judith Betsabeth	Estudiante	
4	Auqui Areche, Jaime	Estudiante	

PUNTOS DE DISCUSION	
1	Revisión del balance hídrico
2	Metrado, presupuesto y cronograma de obra
3	Estudio de impacto ambiental

DESARROLLO DE LA REUNIÓN
Siendo las 5:50 pm del 15 de noviembre del año dos mil veinte, se reunieron todos los integrantes de la investigación con la finalidad de revisar el procedimiento de cálculo del balance hídrico, metrado y presupuesto para realizar la programación de obra. Finalmente, se hizo la revisión general del proyecto.

Observaciones: Ninguna

CONCLUSIONES				
N°	Tarea	Responsable	Periodo de cumplimiento	Observaciones
1	Planos	Acuña Pimentel, Ronaldo	(15/11/20 – 29/11/20)	Ninguna
2	Diseño de canales de captación	Anaya Cuenca. Aivy Mabel	((15/11/20 – 29/11/20)	Ninguna
3	Presupuesto y cronograma de obra	Arpasi Alejos, Judith Betsabeth	(15/11/20 – 29/11/20)	Ninguna
4	Metrado	Auqui Areche, Jaime	(15/11/20 – 29/11/20)	Ninguna

TRABAJO DE GRADO N° 011 – CP- CICIVIL

ACTA DE REUNIÓN	
Grupo 12:	Acta N° 011
Semestre: 2021-1	Fecha: 02 – 02 - 2021
Asesor: Mg. Ing. Cacciuttolo Vargas, Carlos Andres	Hora Inicio: 6:00 Hora Fin: 10:00
Revisor: Ing. Cristina Cordova	Lugar: Plataforma Zoom

AGENDA

N°	Nombre	Cargo	Firma
1	Acuña Pimentel, Ronaldo	Estudiante	
2	Anaya Cuenca, Aivy Mabel	Estudiante	
3	Arpasi Alejos, Judith Betsabeth	Estudiante	
4	Auqui Areche, Jaime	Estudiante	

PUNTOS DE DISCUSION	
1	Revisión general y levantamiento de observaciones de entrega 2
2	
3	

DESARROLLO DE LA REUNIÓN
Siendo las 6:00 pm del 2 de febrero del año dos mil veintiuno, se reunieron todos los integrantes de la investigación con la finalidad de revisar de manera general el documento y hacer el levantamiento de observaciones de la entrega 2.
Observaciones: Ninguna

CONCLUSIONES				
N°	Tarea	Responsable	Periodo de cumplimiento	Observaciones
1	Revisión y levantamiento de observaciones	Acuña Pimentel, Ronaldo	(02/02/21 – 02/03/21)	Ninguna
2	Revisión y levantamiento de observaciones	Revisión general	(02/02/21 – 02/03/21)	Ninguna
3	Revisión y levantamiento de observaciones	Arpasi Alejos, Judith Betsabeth	(02/02/21 – 02/03/21)	Ninguna
4	Revisión y levantamiento de observaciones	Auqui Areche, Jaime	(02/02/21 – 02/03/21)	Ninguna

TRABAJO DE GRADO N° 012 – CP- CICIVIL

ACTA DE REUNIÓN	
Grupo 12:	Acta N° 012
Semestre: 2021-1	Fecha: 04 – 02- 2021
Asesor: Mg. Ing. Cacciuttolo Vargas, Carlos Andres	Hora Inicio: 6:00 Hora Fin: 10:00
Revisor: Ing. Cristina Córdova	Lugar: Plataforma Zoom

AGENDA

N°	Nombre	Cargo	Firma
1	Acuña Pimentel, Ronaldo	Estudiante	
2	Anaya Cuenca, Aivy Mabel	Estudiante	
3	Arpasi Alejos, Judith Betsabeth	Estudiante	
4	Auqui Areche, Jaime	Estudiante	

PUNTOS DE DISCUSION	
1	Elaboración de análisis de resultados
2	
3	

DESARROLLO DE LA REUNIÓN
Siendo las 6:00 pm del 4 de febrero del año dos mil veintiuno, se reunieron todos los integrantes de la investigación con la finalidad de realizar la parte de análisis de resultados. Para ello todos los miembros en conjunto debían presentar el análisis de resultados del alcance hídrico y del dimensionamiento del reservorio tipo embalse hasta la próxima reunión.

Observaciones: Ninguna

CONCLUSIONES				
N°	Tarea	Responsable	Periodo de cumplimiento	Observaciones
1	Elaboración de análisis de resultados	Acuña Pimentel, Ronaldo	(04/02/21 – 07/02/21)	Ninguna
2	Elaboración de análisis de resultados	Revisión general	(04/02/21 – 07/02/21)	Ninguna
3	Elaboración de análisis de resultados	Arpasi Alejos, Judith Betsabeth	(04/02/21 – 07/02/21)	Ninguna
4	Elaboración de análisis de resultados	Auqui Areche, Jaime	(04/02/21 – 07/02/21)	Ninguna

TRABAJO DE GRADO N° 013 – CP- CICIVIL

ACTA DE REUNIÓN	
Grupo 12:	Acta N° 013
Semestre: 2021-1	Fecha: 07 – 02- 2021
Asesor: Mg. Ing. Cacciuttolo Vargas, Carlos Andres	Hora Inicio: 6:00 Hora Fin: 10:00
Revisor: Ing. Cristina Córdova	Lugar: Plataforma Zoom

AGENDA

N°	Nombre	Cargo	Firma
1	Acuña Pimentel, Ronaldo	Estudiante	
2	Anaya Cuenca, Aivy Mabel	Estudiante	
3	Arpasi Alejos, Judith Betsabeth	Estudiante	
4	Auqui Areche, Jaime	Estudiante	

PUNTOS DE DISCUSION	
1	Revisión del análisis de resultado
2	Elaboración de las conclusiones
3	Elaboración de las recomendaciones

DESARROLLO DE LA REUNIÓN
Siendo las 6:00 pm del 7 de febrero del año dos mil veintiuno, se reunieron todos los integrantes de la investigación con la finalidad de revisar los análisis de resultados elaborados para darle el punto bueno. Así mismo, se procedió con la elaboración de las conclusiones y recomendaciones en base a los resultados calculados anteriormente.

Observaciones: Ninguna

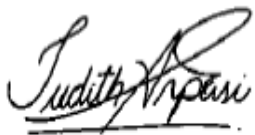
CONCLUSIONES				
N°	Tarea	Responsable	Periodo de cumplimiento	Observaciones
1	Elaboración de conclusiones y recomendaciones.	Acuña Pimentel, Ronaldo	(07/02/21 – 11/02/21)	Ninguna
2	Elaboración de conclusiones y recomendaciones.	Revisión general	(07/02/21 – 11/02/21)	Ninguna
3	Elaboración de conclusiones y recomendaciones.	Arpasi Alejos, Judith Betsabeth	(07/02/21 – 11/02/21)	Ninguna
4	Elaboración de conclusiones y recomendaciones.	Auqui Areche, Jaime	(07/02/21 – 11/02/21)	Ninguna

TRABAJO DE GRADO N° 014 – CP- CICIVIL

ACTA DE REUNIÓN	
Grupo 12:	Acta N° 014
Semestre: 2021-1	Fecha: 12 – 02- 2021
Asesor: Mg. Ing. Cacciuttolo Vargas, Carlos Andres	Hora Inicio: 6:00 Hora Fin: 10:00
Revisor: Ing. Cristina Córdova	Lugar: Plataforma Zoom

AGENDA

N°	Nombre	Cargo	Firma
1	Acuña Pimentel, Ronaldo	Estudiante	
2	Anaya Cuenca. Aivy Mabel	Estudiante	

3	Arpasi Alejos, Judith Betsabeth	Estudiante	
4	Auqui Areche, Jaime	Estudiante	

PUNTOS DE DISCUSION

1	Revisión de las conclusiones y recomendaciones
2	Revisión general de todo el trabajo
3	

DESARROLLO DE LA REUNIÓN

Siendo las 6:00 pm del 12 de febrero del año dos mil veintiuno, se reunieron todos los integrantes de la investigación con la finalidad de revisar las conclusiones y recomendaciones elaboradas anteriormente. Así mismo, se hizo una revisión general de todo el trabajo para que este este listo para la tercera entrega.

Observaciones: Ninguna

CONCLUSIONES

N°	Tarea	Responsable	Periodo de cumplimiento	Observaciones
1	Revisión general de todo el trabajo	Acuña Pimentel, Ronaldo	(12/02/21 – 13/02/21)	Ninguna
2	Revisión general de todo el trabajo	Revisión general	(12/02/21 – 13/02/21)	Ninguna
3	Revisión general de todo el trabajo	Arpasi Alejos, Judith Betsabeth	(12/02/21 – 13/02/21)	Ninguna
4	Revisión general de todo el trabajo	Auqui Areche, Jaime	(12/02/21 – 13/02/21)	Ninguna

TRABAJO DE GRADO N° 015 – CP- CICIVIL

ACTA DE REUNIÓN	
Grupo 12:	Acta N° 015
Semestre: 2021-1	Fecha: 07 – 04- 2021
Asesor: Mg. Ing. Cacciuttolo Vargas, Carlos Andres	Hora Inicio: 6:00 Hora Fin: 10:00
Revisor: Ing. Cristina Córdova	Lugar: Plataforma Zoom

AGENDA

N°	Nombre	Cargo	Firma
1	Acuña Pimentel, Ronaldo	Estudiante	
2	Anaya Cuenca. Aivy Mabel	Estudiante	
3	Arpasi Alejos, Judith Betsabeth	Estudiante	
4	Auqui Areche, Jaime	Estudiante	

PUNTOS DE DISCUSION	
1	Revisión de las conclusiones
2	Revisión general de todo el trabajo
3	Levantamiento de observaciones

DESARROLLO DE LA REUNIÓN
Siendo las 6:00 pm del 07 de abril del año dos mil veintiuno, se reunieron todos los integrantes de la investigación con la finalidad de revisar las conclusiones elaboradas anteriormente. Así mismo, se hizo una revisión general de todo el trabajo para levantar

las observaciones que se nos hizo mención en la tercera entrega, para una correcta presentación.

Observaciones: Ninguna

CONCLUSIONES				
N°	Tarea	Responsable	Periodo de cumplimiento	Observaciones
1	Revisión general de todo el trabajo	Acuña Pimentel, Ronaldo	(07/04/21 – 07/04/21)	Ninguna
2	Revisión general de todo el trabajo	Revisión general	(07/04/21 – 07/04/21))	Ninguna
3	Revisión general de todo el trabajo	Arpasi Alejos, Judith Betsabeth	(07/04/21 – 07/04/21)	Ninguna
4	Revisión general de todo el trabajo	Auqui Areche, Jaime	(07/04/21 – 07/04/21)	Ninguna

Reunión con el asesor el 30 de junio del 2020

Usted está viendo la pantalla de Jaime Auqui Areche

Tiempo restante de la reunión: 02:27

Cambiar a pantalla completa

Auto guardado

Archivos Inicio Insertar Diseño Disposición Referencias Correspondencia Revisar Vista Ayuda Buscar

Compartir Comentarios

Portapapeles

Fuente

Estilos

Edición

Ilustración 1: Microcuenca del río Pomacocha.

El sistema diseñado consta de tres etapas: la captación, conducción y almacenamiento del agua pluvial. La primera etapa consistió en la colocación de **saliminas** en un área de **limo** en las laderas de la microcuenca del río Pomacocha para la captación del agua pluvial. La segunda etapa consistió en el diseño del canal de conducción del agua captado en las **saliminas** hasta un dique ubicado en la zona baja de la microcuenca.

Participantes (5)

- AM Aivy Mabel Anaya Cuenca (Yo)
- BETSABETH ARPASI ALE... (Anfitrión)
- Jaime Auqui Areche
- RA RONALDO ACUÑA PIMENTEL
- CA CARLOS ANDRES CACCIUTTOLO V...

Invitar Mudo Me Levantar la mano

Salir

Reunión con el asesor el 30 de noviembre del 2020

Usted está viendo la pantalla de Jaime Auqui Areche

Tiempo restante de la reunión: 07:51

Cambiar a pantalla completa

Google Earth

Archivos Editar Ver Herramientas Añadir Ayuda

Buscar

Logares

- Mis lugares
- Recomiendo visual
- Le Torre Eiffel
- El Cristo Redentor
- El Gran Cañón del Colorado

Uso de capas

- Base de datos principal
- Actualización disponible
- Anuncios
- Fronteras y etiquetas
- Lugares
- Fotografías
- Calles
- Edificios 3D
- Océano
- Tempo
- Galería
- Concienciación global
- Otros

De Jaime Auqui Areche a Todos: cargando word

De BETSABETH ARPASI ALEJOS a Todos: 100 ha, 2200 m3 de riego, $80 \times 50 \times 3/2 = 6000 \text{ m}^3$ almacenamiento

Enviar a: Todos Archivo

Escribir mensaje aquí...

Salir

Reunión con final de revisión de trabajo el 12 de febrero 2021

The screenshot shows a Microsoft Word document titled "GRUPO 213 - CAPSTONE PROJECT - FASE 3 V.1.3 (1).docx" being shared in a Teams meeting. The document content is as follows:

El balance hídrico indica que el riego es eficiente y no tendrá falla considerando un volumen de almacenamiento de 60 000 m³, una altura de reservorio de 12.14 m y una Seguridad de Riego del 85% para un periodo de diseño de 25 años.

El reservorio solo abastecerá el riego en tiempos de ausencia de lluvia (verano), ya que en los meses de invierno solo recolectará agua. Este criterio se utilizó debido a que en la temporada de lluvia el agua precipitada directamente es suficiente para abastecer el riego de los cultivos.

Este proyecto garantiza la calidad de vida y la economía de la población del distrito de Pomacocha, ya que se mejora principalmente la agricultura y ganadería aumentando la producción y exportación de cultivos a lo largo del año como: maíz, papa, arveja, haba, trigo, alfalfa, manzana, durazno, tuna, limón, palta, etc.

17. Recomendaciones de la solución propuesta

- Para un análisis con mayor precisión se recomienda usar las estaciones más cercanas al lugar de estudio.
- Para tener datos topográficos más exactos, se recomienda colocar BMs en el lugar y realizar un levantamiento topográfico utilizando nivel de ingeniero, teodolito y estación total.
- Para del diseño del canal de captación se recomienda utilizar el software Hcanales.
- Se recomienda realizar un balance hídrico mensual para verificar si la oferta hídrica satisface la demanda cada mes.
- La constructibilidad tiene un rol decisivo para la selección del tipo de reservorio ya que depende mucho de las canteras cercanas, el cual influye directamente en el costo. Por otro lado, el tipo de material a usar influye también en el tiempo de ejecución del proyecto.
- En el ámbito de distribución de agua se recomienda usar tuberías y realizar el riego por goteo con el fin reducir el uso excesivo de agua.

The Teams interface on the right shows four participants: BETSABETH ARPASI ALEJOS (Anfitrión, yo), Aivy Mabel Anaya Cuenca, Jaime Auqui Areche, and RONALDO ACUÑA PIMENTEL. There is a chat window at the bottom right.

Está compartiendo la pantalla

Deja de

Participantes (4)

BETSABETH ARPASI ALEJOS (Anfitrión, yo)

Aivy Mabel Anaya Cuenca

Jaime Auqui Areche

RONALDO ACUÑA PIMENTEL

Invitar

Silenciar a todos

Chat

Enviar a: Todos

Archivo

Escribir mensaje aquí...

Página 57 de 98 15689 palabras Español (Perú) 90%