

**UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL**



**DISEÑO COMPARATIVO DEL CANAL GARCÍA DE SEGUNDO
ORDEN CON MAMPOSTERÍA UTILIZANDO GEOMEMBRANA Y
CONCRETO EN MOCHUMÍ, LAMBAYEQUE 2020**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL AMBIENTAL**

AUTOR

RICHARD ALONSO BAUTISTA BALLENA

ASESOR

JUSTO DAVID PEDRAZA FRANCO

<https://orcid.org/0000-0002-1027-2267>

Chiclayo, 2021

**DISEÑO COMPARATIVO DEL CANAL GARCÍA DE SEGUNDO
ORDEN CON MAMPOSTERÍA UTILIZANDO GEOMEMBRANA Y
CONCRETO EN MOCHUMÍ, LAMBAYEQUE 2020**

PRESENTADO POR

RICHARD ALONSO BAUTISTA BALLENA

**A la Facultad de Ingeniería de la
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo
para optar el título de**

INGENIERO CIVIL AMBIENTAL

APROBADA POR

Carlos Rafael Tafur Jiménez

PRESIDENTE

Justo David Pedraza Franco

SECRETARIO

Justo David Pedraza Franco

VOCAL

DEDICATORIA

Dedico este proyecto de tesis principalmente a cada una de las personas que se involucraron directa e indirectamente que me dieron la mano y todo su apoyo en esta contante lucha de aprendizaje con el respaldo de Dios, en especial a mi madre que a pesar de todas las adversidades, los bajones económicos hemos sabido salir de esas y al negocio familiar que desde niño me involucre en el cual aportó mucho en lo poco o mucho que soy, me siento afortunado de contar con mis padres vivos que mi madre Bertha y mi papá Julián que me brindan su apoyo incondicional, me queda decir que en la universidad he conocido personas maravillosas a las cuales respeto mucho.

A mis compañeros de universidad que hemos dado lo mejor de cada uno por haber llegado a tal punto de la tesis aportando, aunque sea con lo mínimo a la sociedad.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a todos los que me ayudaron a implementar este tema y realizar esta tesis, gracias a Dios, porque me guió a hacer el bien en cada acto, agradezco a mi madre Bertha por tratar constantemente de que sus hijos marquen la diferencia, a mi padre Julián por la comprensión; gracias por la orientación brindada al personal de laboratorio de la USAT, Henry y Marco, en cada prueba realizada, hicieron que mi desempeño fuera satisfactorio satisfactoria y a la Linda chica que me acompaña y motiva para ser mejor persona, estudiante, compañero y ser humano.

ÍNDICE

RESUMEN	10
ABSTRACT	11
I. INTRODUCCIÓN	12
II. MARCO TEÓRICO	20
2.1 Antecedentes del Problema	20
2.2. BASES TEÓRICAS CIENTÍFICAS	23
III. MATERIALES Y MÉTODOS	25
3.1. Diseño de Investigación.....	25
3.1.1. Tipo de Investigación	25
3.2. METODOLOGÍA.....	25
3.2.1. Estudios Topográficos	26
3.2.2. Estudios de mecánica de suelos.....	30
3.2.3. Análisis de agregados de canteras	32
3.2.4. Estudio hidrológico	34
3.2.5. Cálculo de diseño de canales a cielo abierto	47
3.2.6. Sección hidráulica óptima	50
3.2.7. Diseño de secciones hidráulicas	51
3.2.8. Modelamiento.....	56
3.2.9. Impacto Ambiental	56
3.2.9.1. Generalidades	56
3.2.9.2. Identificación y evaluación de los aspectos e impactos ambientales	57
3.3 CONSIDERACIONES ÉTICAS.....	57
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	58
4.1. Estudios Topográficos	58
4.1.1. Ubicación.....	58
4.1.2. Trabajo de gabinete	59
4.2. Estudio de mecánica de suelos.....	62
4.2.1. Ubicación de exploraciones.....	62
4.2.2. Trabajo de Laboratorio	62
4.2.3. Perfil estratigráfico	63
4.3. Análisis De Agregados De Canteras.....	63
4.3.1. Ubicación de canteras.....	63

4.3.2. Trabajo de laboratorio	63
4.4. Estudio Hidrológico	63
4.4.1. Generalidades	63
4.4.2. Oferta de agua	66
4.4.3. Periodo de retorno	68
4.4.4. Precipitaciones.....	69
4.4.4. Método estadístico.....	71
4.4.5. Cálculo de intensidades Máx(Hidroesta2).....	75
4.4.5. Demanda Agrícola.....	77
4.4.7. Estudio Hidráulico.....	81
4.4.8. Evaluación de Impacto Ambiental	82
4.4.9. Uso del suelo	84
V. CONCLUSIONES	85
5.1. Topografía	85
5.1. Mecánica De Suelos.....	85
5.2. Hidrología	86
5.3. Tipo de Canal	86
5.4. Hidráulica Del Canal	87
5.5. Evaluación Impacto Ambiental.....	87
5.6. Resumen comparativo entre revestimiento de geomembrana con mampostería y concreto	88
5.7. Modelamiento	88
5.8. Costo beneficio.....	89
VI. RECOMENDACIONES.....	89
VII. LISTA DE REFERENCIAS.....	90
VIII. ANEXOS:	93

LISTA DE FIGURAS

Figura 2: Cuenca Chancay Lambayeque.....	65
Figura 3: Sección Típica en todo El Canal García	81
Figura 4: Sección Típica del canal de mampostería y geomembrana	82
Figura 5: Parámetros del Canal García	82
Figura 6: Sección Típica en todo El Canal García	86

LISTA DE TABLAS

Tabla 1: Clasificación de canales	15
Tabla 2: Clasificación de Canales del Ámbito De La Comisión De Usuarios Mochumí	16
Tabla 3: Especificaciones técnicas Leica TC -407.....	29
Tabla 4: Cédula de cultivos.....	36
Tabla 5: Demandas m ³ /s.....	36
Tabla 6: Valores tarifarios de utilización	37
Tabla 7: Estaciones climatológicas	39
Tabla 8: Valores de estación Lambayeque.....	39
Tabla 9: Valores de coeficientes de escurrimiento "C"	41
Tabla 10: Criterios de diseño generalizados para estructuras de control de agua.....	43
Tabla 11: Coeficientes de cultivo promedio temporal	46
Tabla 12: Radio mínimo en canales abiertos para $Q < 20$ m ³ /seg.	48
Tabla 13: Elementos de curva	49
Tabla 14: Valores de rugosidad.....	52
Tabla 15: Pendientes Laterales en canales según tipo de suelo	54
Tabla 16: P I.....	59
Tabla 17: Oferta De Agua Superficial De Río Chancay - Lambayeque	66
Tabla 18: Oferta media de agua en el sistema Regulado Chancay – Lambayeque.....	66
Tabla 19: Demanda total en sistema regulado Valle Chancay Lambayeque (MMC).....	67
Tabla 20: Evaluación de la distribución por volúmenes	67
Tabla 21: Criterios de diseño Generalizado para estructuras de control de agua	68
Tabla 22: Precipitaciones	69
Tabla 23: Intensidades de Precipitación.....	70
Tabla 24: Distribución Normal	71
Tabla 25: Distribución Log-Normal 2 parámetros.....	72
Tabla 26: Distribución Log - Normal 3 Parámetros.....	72
Tabla 27: Distribución Gamma de 2 Parámetros	73
Tabla 28: Distribución Gamma 3 Parámetros	73
Tabla 29: Distribución Log - Pearson Tipo III.....	74
Tabla 30: Distribución Gumbel.....	74

Tabla 31: Distribución Log - Gumbel O de Frech't	75
Tabla 32: Ecuación máx a partir de Pmáx diarios utilizando el criterio de Freerich Bell	75
Tabla 33: Resultados y Gráficos Imáx Bell	76
Tabla 34: CAUDAL DE PRECIPITACIONES	76
Tabla 35: Temperatura media en C° Estación Lambayeque	77
Tabla 36: Formula Thronthwaite.....	78
Tabla 37: Valores Thornthwaite.....	79
Tabla 38:Blaney - Criddle	79
Tabla 39: Vásquez Bernal	79
Tabla 40: Promedio de la evapotranspiración Potencial en (m3*ha).....	80
Tabla 41: Caudales calculados	80

LISTA DE IMÁGENES

Imagen 1: Obras de obra existentes.....	16
Imagen 2: Obras de arte existentes la cual falta la colocación de la compuerta de acero.....	17
Imagen 3: Canal García cubierto de maleza.....	17
Imagen 4: Inicio de Canal García.....	18
Imagen 5: Km 0.17 Final del canal revestido con concreto e inicio del canal sin revestir	19
Imagen 6: Siembra de arroz	44
Imagen 7: Consideraciones de canales	49
Imagen 8: Relaciones geométricas de las secciones transversales más frecuentes.....	53
Imagen 9: Valores de talud.....	54

RESUMEN

La finalidad que tiene este proyecto es diseñar, analizar y comparar los métodos de diseño de mampostería utilizando geomembrana y concreto de un canal de regadío García (segundo orden) en el distrito de Mochumí, este canal ya existe siendo un sistema regulado de tierra a cielo abierto teniendo pérdidas por infiltración, el cual no abastece de manera óptima a los cultivos que está destinado, el sistema de distribución tiene carencia de algunas obras de arte y las existentes son rústicas e inadecuadas para una distribución eficiente. Al diseñar y comparar la infraestructura, sabremos cuál es más económico, duradero, óptimo y se adecue a las condiciones que tiene el canal para garantizar la eficiencia de utilización del recurso hídrico, rentabilidad de riego, menos pérdidas por infiltración y que el caudal sea más dinámico abasteciendo a todos los cultivos. La sección original del canal se ha perdido por acumulación de sedimentos y por el crecimiento de maleza dentro de la misma sección la cual hace que el tiempo asignado de agua no satisface a las plantaciones en su totalidad.

Palabras claves: Mampostería, Geomembrana, Infiltración, Recurso Hídrico.

ABSTRACT

The purpose of this project is to design, analyze and compare masonry design methods using geomembrane and concrete from a García irrigation canal (second order) in the district of Mochumí, this canal already exists as a regulated system from earth to sky open having losses due to infiltration, which does not supply optimally to the crops it is intended for, the distribution system lacks some works of art and the existing ones are rustic and inadequate for efficient distribution. When designing and comparing the infrastructure, we will know which one is more economical, durable, optimal and is adapted to the conditions of the canal to guarantee the efficiency of the use of the water resource, irrigation profitability, less losses due to infiltration and that the flow is more dynamic supplying all crops. The original section of the canal has been lost due to the accumulation of sediments and the growth of weeds within the same section, which makes the allotted water time not satisfying the plantations as a whole.

Keywords: Masonry, Geomembrane, Infiltration, Water Resources.

I. INTRODUCCIÓN

Como sabemos el agua es elemental para la vida del ser humano, así como el riego ha sido fuente fundamental de las antiguas civilizaciones, esto contribuyó al surgimiento de las primeras sociedades sedentarias en Egipto, el valle del Indo, Mesopotamia y China, que se organizaron a un alto nivel. La agricultura de regadío se desarrolló ya en el siglo VII a. C. En pequeña medida en lugares como Jericó y el asentamiento Çatal Hüyük en el sur de Turquía de hoy. Durante este tiempo, los antiguos sumerios llegaron a practicar varios métodos de riego primitivos entre los ríos Tigris y Éufrates. Los sumerios llegaron a aportar los más importantes y principales sistemas de riego entre estos dos ríos al noroeste de sus asentamientos originales. Los analistas concluyeron que en el 3500 a. C. varias ciudades-estado sumerias utilizaron grandes sistemas de riego. Durante 300 años consecutivos se desarrolló el riego y se controló el agua en las cuencas de los otros ríos nombrados [1].

La importancia del manejo del agua y además la rentabilidad del riego es importante para la producción agrícola. El rendimiento agrícola en la mayoría de los cultivos está por debajo del valor que debería alcanzarse en condiciones de riego. La Junta de Usuarios Chancay Lambayeque, reconocida por Resolución Ministerial N°5257 del año 1972, es una organización civil sin fines de lucro, cuyo propósito es involucrar activa y permanentemente a sus asociados en las trabajos de Operación y Mantenimiento de la Infraestructura Hidráulica del Valle Chancay Lambayeque; hoy es el Operador de la Infraestructura Hidráulica Menor, realizado por mandato de Ley, por lo que debe implementar la Ley de Recursos Hídricos y sus Reglamentos.

Según ‘‘Herrera, López y Gonzáles 2011’’ la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura informa que a nivel mundial la agricultura es el mayor consumidor de agua, coincidiendo todos los reportes al respecto en señalar que consume anualmente el 70% del agua total utilizada en el planeta. Esto es debido a dos factores fundamentales; primero, la gran demanda de agua por unidad de producción que tienen los productos agrícolas, y las eficiencias globales de riego.

También afirman que el progreso de la eficiencia de los sistemas de riego es un tema relevante para la gran parte de los países del mundo. La primera comprobación es que los elementos agropecuarios en secano alcanzaron, en todo el país, a 1’242,970 en 2012, lo que

significa el 56.15% de las 2'213,506 unidades con tierras a escala nacional. En la parte de la sierra existe un (50.7%) de superficie agrícola bajo y en la selva hay un (44.5%). En cuanto a la superficie de la costa el (4.8%) no tiene riego.

Si bien es cierto las unidades bajo riego han incrementado en 792,394 a 970,536 entre 1994 y 2012 (22.48%), aun se puede observar que debe de realizar mejoras, ya que la mitad todavía depende de las lluvias que están variando y ya no es predecible, convirtiendo esto en una dificultad para que los agricultores organicen sus diferentes actividades [2].

La utilización de geomembranas de PVC-P para la impermeabilización de canales es una tecnología suficientemente segura para evitar reducir el volumen debido a grietas y daños en la construcción básica.

Los países con escasez de agua tienen que transportar agua durante mucho tiempo hasta el destino y la única forma es a través de canales. En el pasado se han construido miles de metros de tubería de concreto de largo recorrido, pero estas tuberías no pueden cumplir con sus tareas de manera adecuada, debido a las desventajas de este importante líquido en largas distancias que al día de hoy no se puede ignorar. Derrochan agua a través de grietas, aberturas en las juntas de concreto y concreto roto.

Este inconveniente se puede solucionar mediante el uso de geomembranas de impermeabilización que prueba la estanqueidad del agua dentro de un cierto periodo de tiempo, especialmente cuando están protegidas. Las geomembranas con un recubrimiento especial de PMMA (metacrilato) que tiene un alto grado de protección contra los rayos ultravioleta, se utilizan para la impermeabilización de canales, debido a un rendimiento excepcional mecánico y resistencia a la punción [3]

Recursos hídricos (Junta de Usuarios Chancay Lambayeque)

Las fuentes para abastecer de agua, que se consideran en la repartición del Recurso Hídrico en el ámbito de la Comisión de Usuarios Mochumí son:

- Las aportadas por el Río Chancay, derivadas al Río Taymi y conducidas al canal de Derivación Taymi el cual alimenta al Lateral de Primer orden Túcume, que distribuye sus aguas a los laterales de Segundo Orden, Tercer Orden, Cuarto Orden, Quinto Orden, Sexto Orden, Séptimo Orden y Tomas Prediales respectivamente.

- Las Aguas Subterráneas en actual explotación.
- Las aguas que provienen de las precipitaciones pluviales directas.

La disponibilidad hídrica en el ámbito de la Comisión de Usuarios Mochumí, lo constituyen:

- El agua de la cuenca natural del río Chancay, la esorrentía de los ríos Chotano y Conchano, según el Balance Hídrico de la Cuenca establecido por la ALA(Administración Local del Agua)- Chancay- Lambayeque con una persistencia de 75%.
- Las reservas explotables del acuífero.
- Las aguas de recuperación.
- La reserva de agua utilizable del reservorio Tinajones.

Resumen De La Infraestructura De Riego Inventariada

Sub Sector Hidráulico Mochumí

Comisión de Usuarios Mochumí

Fuente de Agua : Río Taymi

Canal de Derivación : Canal Taymi

Partidor : Cachinche

Tipo de Partidor : Permanente

Clasificación de canales : Cuadro N° 1 [4]

Tabla 1: Clasificación de canales

CANALES DE PRIMER ORDEN (L-01)	CANAL DE SEGUNDO ORDEN (L-02)	CANAL DE TERCER ORDEN (L-03)	CANAL DE CUARTO ORDEN (L-04)	CANAL DE QUINTO ORDEN (L-05)
MOCUMI	<i>CACHINCHE</i>	COMUNIDAD, PASAPERA, MORALES, PISCOYA, DE LA CRUZ	--	--
	<i>PITIPO</i>	GONZALES, MANGUITO, GUAYAQUIL, HIGUERON, CHIMOY, TEJADA, FIESTAS, MONJA, CAJUSOL, LOS AQUINOS, CAJUSOL ACOSTA, CHANAME, CEREZO, SANTAMARIA, COLOCHE, MOYOPU	SIRLOPU, BENITES, VENTURA, SALITRAL, CHIROQUE, LA PARED, MENDOZA, MORENO II, SANTISTEBAN, MORENO I	--
	<i>SIALER</i>	FIESTAS, CUEVA, QUIÑONEZ, VELARDE, PAICO	OLIVOS, BANCES	--
	<i>ZANJON</i>	HUASIMO, SANTAMARIA OLIVOS, SAUCE, CHOLOQUE, POMARROSA, CORONADO, CHAPOÑAN, SALITRAL, TAMARINDO, VILELA, CHOLOQUE I, GOMEZ, ZAPOTE, COLOCHE II, SILVA, EL HIGO	SANTAMARIA, BANCES, CORONADO II, PAICO, SIESQUEN, ILUQUIS, COBEÑAS, SERQUEN, IPANAQUE, GUEVARA, PAICO, HUABO, ANCAJIMA, YOYERA, PURIZACA, MELCHORITA SIPUA, ZEÑA, BALLONA	BANCES II, ALDANA, CAJUSOL, MARIA, SANDOVAL
	<i>TEPO</i>	BEDON, LA VIÑA, TRAPICHE, SIXTO, PAPAYO, CHIMOY, MORENO, GUAYAQUIL, MANGUITO, ESPINO, CARRIZO I, SANDOVAL, SEGURA, MANGO MOCHO, BANCES, BALDERA, CHAPOÑAN, DAMIAN, LOS MORENOS, CARRIZO II, CARRIZO III, CHARRAN, MEDANO GRANDE, SAN ISIDRO	DE LA CRUZ, SANDOVAL, VIDAURRE, GUANABANO, LA CAÑA, GONZALES, BALDERA, FLORES, BANCES, CHIMOY, HERMANOS DAMIAN, ACOSTA, GARCIA, CHAPOÑAN I, BALDERA, HEREDEROS DAMIAN, PECHE, SANDOVAL I, POLO BANCES, TUÑOQUE, ACOSTA, SIESQUEN, SANDOVAL, GOMEZ, TUÑOQUE II, PAPELILLO, PAY PAY, SANTISTEBAN	SANTISTEBAN I, SANTISTEBAN II, DAMIAN, SIAPOS, ACOSTA I, ACOSTA II, JOSEFA, TUÑOQUE I
	<i>FERNANDEZ</i>	TAMARINDO, FARRO, SIESQUEN, CARRIZO, GARCIA, GUEVARA, ALBURQUEQUE I, ALBURQUEQUE II, HUEREQUEQUE, E UCALIPTO, BALAZO, PAY PAY, CHERO, SILVA, TUNGA, GEMIN	SUCLUPE, INOÑAN, BALDERA, YAMPUFE, SANTISTEBAN ARANA	--
	<i>GARCIA</i>	PERALTA I, PERALTA II, CHINCHAY, CHOLOQUE, CHIMOY, PAY PAY, SAUCE, PAREDON, GUAYABO, CIRUELO, ZEÑA, ALAMO, SUCLUPE, LA CHIRA, CHERRES, GUAYAQUIL, VIDAURRE, CHITO, PLATANO II, PLATANO I, GUANABANO, BALDERA	MORENOS, AGUNAGA, MORI, LLONTOP	BARRETO
	<i>SARMIENTO</i>	ZURITA, EL PUEBLO, LA CONCORDIA, HIGUERON, JUAREZ	SARMIENTO CHICO	--

Fuente: [4]

Tabla 2: Clasificación de Canales del Ámbito De La Comisión De Usuarios Mochumí

NIVEL DE LATERAL	CANTIDAD DE LATERALES	REVESTIDO (Km)	NO REVESTIDO (Km)	SUB TOTAL (Km)
L01	01	7.785	0.00	7.785
L02	08	9.408	44.424	53.832
L03	109	0.007	104.954	104.961
L04	68	0.00	40.976	40.976
L05	13	0.00	4.180	4.180
TOTAL	199	17.200	194.534	211.734

Fuente: [4]

Las condiciones del agua en el sistema de riego y la necesidad de una implementación efectiva de esta gestión hacen que sea cada vez más necesario controlar y distribuir eficazmente los recursos hídricos, pero esto se ve obstaculizado por la falta de una estructura de gestión eficaz, las cuencas hidrográficas mayoritariamente terrestres, no cuentan con las estructuras adecuadas para regular y distribuir el caudal de agua, lo que conlleva una gran pérdida de agua por infiltración. De igual forma, otro problema que enfrenta el valle es la degradación paulatina del suelo afectado, entre otros factores, principalmente por la siembra de cultivos con alto consumo de agua provoca graves problemas de mal drenaje [4].

La infraestructura de riego del canal García (segundo orden) ya existe el cual carece de eficiencia con respecto a distribuir y conducir el agua, siendo un medio de riego regulado de tierra a cielo abierto con alto grado de pérdidas por infiltración, el sistema de distribución tiene carencia de obras de arte y las existentes son rusticas e inadecuadas para una distribución eficiente.

Imagen 1: Obras de obra existentes

Fuente: Propia

Imagen 2: Obras de arte existentes la cual falta la colocación de la compuerta de acero.



Fuente: Propia

Imagen 3: Canal García cubierto de maleza



Fuente: Propia

La cabida de conducción actual del canal García es de $1 \text{ m}^3/\text{s}$ con una longitud de 7.414 Km, de los cuales 0.17 Km están revestidos de concreto y 7.244 Km se encuentran sin revestir, permitiendo irrigar en promedio 436.48 Hectáreas que en su gran mayoría son

cultivos de arroz, caña de azúcar, legumbres como son las arvejas entre otros, gran parte del tramo se encuentra sin revestir y la cual requiere limpieza debido a la maleza que crece en ella y un diseño óptimo que evite las pérdidas de agua por infiltración.

Imagen 4: Inicio de Canal García



Fuente: Propia

El canal García de segundo orden se ubica a la margen izquierda del lateral de primer orden de Mochumí en la progresiva 4+894.50 Km, empieza en sector Peralta I y termina en el sector Baldera.

El uso del agua se realiza por sectores y turnos respectivamente, establecida por junta de regantes de Mochumí de acuerdo al área de cultivo que posee, la junta de regantes suministra a los cultivos con riegos que tienen un caudal aproximado de 160 litros por segundo; sin embargo, dada la capacidad de conducción del canal, ya que la sección original se ha perdido por acumulación de sedimentos y por el crecimiento de maleza dentro de la misma sección hace que el tiempo asignado no satisface a las plantaciones en su totalidad, más por las pérdidas de agua por infiltración que baja la eficiencia del riego. Todo ello desencadena un robo en los turnos de agua, creando conflictos entre los propios usuarios por el uso del recurso hídrico en épocas de escasez.

La Comisión de regantes de Mochumí es la responsable de la limpieza del canal García de segundo orden cuatro veces al año ya que como es un canal de tierra a cielo abierto, este se

cubre de maleza constantemente por lo que pregunte a los mismos agricultores y me informaron que ellos mismos son los responsables de la limpieza de dicho canal, la limpieza es proporcional de acuerdo a la cantidad de hectáreas posee dicho usuario (Descripción personal).

Investigando y consultando con los agricultores antiguos (mayor edad) el canal García fue construido (abierto) entre los años 1977-1980 paralelamente cuando se ejecutó el reservorio tinajones (Descripción personal).

Imagen 5: Km 0.17 Final del canal revestido con concreto e inicio del canal sin revestir



Fuente: Propia

En la LISTA DE USUARIOS POR CANAL Y CULTIVO DE LA CAMPAÑA AGRICOLA 2017 AL 2018 DEL CANAL GARCIA(segundo orden) realizado por la Junta de Usuarios Chancay/ Comisión de Usuarios de Mochumí bajo la supervisión de SINAGEA(Sistema Nacional de Gestión del Agua) el cual es un reporte generado por: Diana Jiménez Malca en donde cada usuario tiene un código de predio de su terreno, se registra su DNI, la fecha de siembra, Nombre del predio y el tipo de cultivo que tiene cada usuario, por tanto este documento constata que hay 64 usuarios registrados en dicho canal.

En el PADRON DE USO AGRICOLA DEL CANAL GARCIA (segundo orden) 2018 realizado por la Junta de Usuarios Chancay/ Comisión de Usuarios de Mochumí bajo la

supervisión de SINAGEA (Sistema Nacional de Gestión del Agua) el cual es un reporte generado por: Diana Jiménez Malca en donde cada usuario tiene el nombre de su predio, su código, orden, resolución, nombre completo de los usuarios, se registra su DNI, también tiene el área total, área bajo riego, licencia y permiso cada usuario, por tanto este documento constata que hay 68 usuarios registrados en la Comisión de regantes de Mochumí.

En el cuadro N° 07 se presenta COMPARATIVA DE VOLUMENES DE AGUA [Del Día 01/08/2017 Al 31/07/2018] (segundo orden) 2018 realizado por la Junta de Usuarios Chancay/ Comisión de Usuarios de Mochumí bajo la supervisión de SINAGEA(Sistema Nacional de Gestión del Agua) el cual es un reporte generado por: Diana Jiménez Malca; en que nos da a conocer la cantidad de volúmenes(m^3/s) de agua recibidas y distribuidas y nos muestra también las pérdidas por distribución que presenta dicho canal en el que se recibió 2824992 m^3/s de agua de las cuales 312480 m^3/s (11%) son por perdidas de distribución ya que el canal presenta infiltraciones en todo su recorrido.

II. MARCO TEÓRICO:

2.1 Antecedentes del Problema

IRRIGATION TECHNOLOGY IN SOUTH AFRICA AND KENYA

Este documento presenta las tecnologías de riego en Sudáfrica y Kenia que permiten mejoras en sus condiciones socioeconómicas. Estos países están ubicados en áreas semiáridas que experimentan fluctuaciones extremas en la reserva de agua de lluvia para el aumento de las plantas. La población crece descontroladamente el cual supera la capacidad de producir alimentos en numerosos países del mundo y estos países no son una excepción. Este estudio examinó las limitaciones que enfrentan los agricultores y el rol del gobierno y las organizaciones no gubernamentales en la adopción de tecnologías modernas para el riego. Se implementa mecanismos detallados y opciones para asegurar un riego sostenible que sea económicamente viable. Ahora hay mayor producción en los cultivos que discuten el área de riego total, los cultivos y los sistemas de riego utilizados en los dos países [5].

STUDY ON GEOSYNTHETICS IN CANAL SEEPAGE CONTROL PROJECT

La geomembrana es un material impermeable, ligero, resistencia a la corrosión, construcción conveniente, bajo costo, es uno de los principales controles de infiltración de ingeniería de materiales. Este documento presenta la selección de materiales de geomembrana comunes y

los procedimientos y precauciones de construcción, y se propuso una combinación de material de geomembrana impermeable compuesto y otras prácticas de materiales y formas impermeables.

Los geosintéticos como ingeniería impermeable para tratar un nuevo material principal, desde la década de 1970, la introducción de esta tecnología en el campo del agua, la construcción, los ferrocarriles, las carreteras, los puertos marítimos y la energía eléctrica se ha utilizado ampliamente en la ingeniería hidráulica. El canal más utilizado es el canal. Proyecto de control de infiltraciones. Con años de práctica y mejora gradual, los materiales geosintéticos, especialmente la geomembrana compuesta, han demostrado ser un nuevo tipo de tecnología de control de infiltraciones que debe popularizarse [6].

Municipalidad Distrital de Pariahuanca– “MEJORAMIENTO DEL CANAL DE IRRIGACIÓN ANCASH III ETAPA EN EL DISTRITO DE PARIAHUANCA – CARHUAZ – ANCASH”. Expediente Técnico – Pariahuanca – Perú.

Los bajos rendimientos de los cultivos son un problema por una inadecuada infraestructura de riego que no permite mejorar el uso del recurso hídrico en gran parte de su área cultivable, restringiendo también el desarrollo de toda su potencialidad agrícola. El proyecto ha sido planteado con el fin de aprovechar los recursos hídrico superficiales que esta aprovechables en la cuenca del río Seco, para el regado de las tierras con capacidad agrícola, ubicadas en el margen izquierdo del mencionado lugar. El esquema hidráulico principal plantea la conducción de 0. 040 m³/seg de aguas del río Seco tal como indica el Expediente Técnico prolongando la dotación eficiente del recurso hídrico hacia el tramo final del Canal Ancash donde se ubican las tierras más productivas con vocación para cultivos permanentes.

Promocionando así el desarrollo de cultivos rentables, llegando a mejorar la calidad de vida de las familias de los agricultores de la zona, promoviendo el uso eficaz del agua en el regado de los cultivos para mejorar los rendimientos de los mismos, obteniendo mayores ingresos económicos; aprovechando las parcelas demostrativas en riego presurizado que va a implementar el Gobierno Regional en las diferentes Comisiones de Regantes; siendo una de las beneficiadas la Comisión de Regantes de Pariahuanca [7].

Carhuapoma Córdova Richard – “MEJORA DEL SISTEMA HIDRÁULICO DE RIEGO DEL CASERIO DE MOSSA – DISTRITO SANTA CATALINA DE MOSSA – PROVINCIA DE MORROPÓN – PIURA”. Tesis Profesional Universidad Nacional de Piura, 2015. Piura – Perú.

Este proyecto tiene el fin realizar mejoras en el sistema de regadío del caserío de Mossa para el adecuado uso racional del recurso hídrico mediante diseños hidráulicos y estructurales de las obras de arte. Generando en la población empleo, ya que la economía está relacionada con el agro ya sea de manera directa por medio de la producción o indirecta a través de empresas que elaboran cultivos habituales. Por ende se planteó ejecutar una evaluación técnico-profesional con averiguación de información, y hallar opciones de resolver el problema con respecto a la problemática del caserío Mossa en los diferentes aspectos: socio-económicos, infraestructura de riego, cultural y ambiental [8].

Portal MINAGRI- "MINISTRO DE AGRICULTURA HIZO ENTREGA DE S/. 8 MILLONES PARA REALIZAR MEJORAS EN LOS CANALES DE RIEGO DE LA REGIÓN LAMBAYEQUE"

En Túcume, MINAG elabora mejoras del Canal Túcume, el cual se utilizar para el regado de 12,225 hectáreas y favorece a 7067 familias.

Este aporte se utilizará para ser más eficiente el trabajo de los sembradores de Pítipo, Ferreñafe, Chongoyape y Monsefú. El establecimiento de conductos de riego y las mejoras de estos valdrá para incrementar la producción de los insumos de esta zona, el cual se convertirá en un emporio de la agricultura del norte con la elaboración de varios proyectos de irrigación, como Chavimochic, Jequetepeque-Zaña, Olmos y Chinecas, entre otros, informó el titular del sector Agricultura [9].

GOICOCHEA FLORES, REYES GUITIERREZ "DISEÑO DEL CANALL ROMERO – DISTRITO DE MOTUPE – PROVINCIA DE LAMBAYEQUE – DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE. "Tesis profesional Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo 2018-Lambayeque- Perú"

Esta tesis tuvo como objetivo realizar mejoras en el sistema de riego del canal Romero para el adecuado uso racional del recurso hídrico mediante los diseños hidráulicos y estructurales de la obra. Llegando a generar en la población empleos, ya que la economía está relacionada con el agro de manera directa por medio de la producción o indirecta por medio de las empresas que procesas los cultivos. Por lo que planteo elaborar una evaluación técnico-profesional con averiguación para informarse y así encontrar soluciones en cuanto a la realidad del canal Romero el cual conduce un caudal de 2.0 m^3 en los diferentes aspectos: socio-económicos, infraestructura de riego, cultural y ambiental. Tiene por finalidad la

eficacia de conducción y distribución del recurso hídrico y reduce las pérdidas por infiltración [10].

VALORACIÓN ECONÓMICA DE USO DIRECTO DEL AGUA DE RIEGO PARA CULTIVOS AGRICOLAS DEL VALLE CHANCAY – LAMBAYEQUE “Tesis Profesional de la Universidad Santo Toribio de Mogrovejo” El sector agrario, es el que realiza el uso más importante del recurso hídrico, el cual lo usan para el regado de los diferentes cultivos. Es por ello, que se puede decir que el agua tiene un alto valor en cuanto a su respectivo uso de igual forma tenemos que su valor de cambio es muy bajo. El cual conlleva que el recurso sea sobre utilizado originando su desvanecimiento. El propósito de esta tesis es tomar en cuenta la Comisión de Regantes (CR) y la superficie territorial, el valor de los ingresos económicos por uso directo del agua de riego, que es un factor en la provisión de ingresos fijos. Utilizando el método del valor residual (MVR) para cultivar arroz, caña de azúcar, maíz blanco y maíz amarillo más duro en el Valle Chancay Lambayeque (VCHL) atribuyendo como valor económico del agua la discrepancia entre los ingresos y también de los costos excepto el del agua.

En esta investigación se obtuvo que el valor residual del agua fue de $0.074 \text{ S}/\text{m}^3$, asimismo tenemos que la Junta de Usuarios Chancay Lambayeque (JUCHL) utilizó un valor promedio para proveer el servicio de $0.02 \text{ S}/\text{m}^3$ (Periodo 2014-2015), o sea que es 3.7 veces superior. Esta disconformidad se debe a que en la indagación se consideran varios costos en relación con lo que plantea la Gestión Integral de los Recursos Hídricos (GIRH), quienes aún no son efectuados por la Junta de Usuarios (JU). La indagación estipula que el valor residual del agua de riego es mayor que el precio considerado por las JU de VCHL [11].

2.2. BASES TEÓRICAS CIENTÍFICAS

MANUAL DE HIDROLOGÍA, HIDRÁULICA Y DRENAJE (MTC).

El Reglamento Nacional de Gestión de Infraestructura Vial aprobado mediante Decreto Supremo N° 034 – 2008 – MTC orienta la ejecución del Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje, donde indica mediante un documento que resume lo más fundamental de la materia, el cual se utilizara como una orientación para el realizar procedimientos de diseños de las diferentes obras como el drenaje subterránea y superficial de la infraestructura vial, apropiados al sitio de localización de cada proyecto. El Manual cuenta con recomendaciones sobre diseño de manera en general para la producción de estudios hidráulicas, hidrológicas

y de drenaje, por lo que es importante para determinar los parámetros hidrológicos e hidráulicos de diseño. Sin embargo, estos métodos anticipadamente a su aplicación deben ser validadas a las condiciones particulares de cada proyecto vial.

Eduardo García Trisolini (2008), MANUAL DE PEQUEÑAS IRRIGACIONES – FPA.

Este manual orienta de manera general y táctica a aquellas personas que están orientadas a las pequeñas irrigaciones, con el fin de perfeccionar todos los proyectos de riego. Para realizar el cumplimiento de este objetivo, el presente manual con particularidades como: aspectos considerables en los programas y proyectos de riego, el cual está conformado por el desarrollo, planificación y diseño, tipo ayuda memoria en lo que se debe de considerar ciertos aspectos. Es una lista de verificación para la elaboración de un estudio. Asimismo, este manual cuenta con dos partes. En la primera parte hace referencia a la conceptualización del proyecto, el cual está conformado por la planeación y su desarrollo. La segunda parte indica sobre los aspectos técnicos, está conformado por la demanda, la oferta de agua y el esquema de la infraestructura.

MANUAL DE CRITERIOS DE DISEÑOS DE OBRAS HIDRAULICAS PARA LA FORMULACION DE PROYECTOS HIDRAULICOS MULTISECTORIALES Y DE AFIANZAMIENTO HIDRICO (ANA - 2010).

En el manual de proyectos se describe los criterios, definiciones; acerca del diseño hidráulico de: canales abiertos, Sifón, Aliviadero Lateral, Alcantarillas, Desarenadores, Rápidas, Partidores, Aforador Parshall, Bocatomas de Montaña y de Presas pequeñas. Considerando al caudal como una medida clave en las dimensiones de las mismas y que está relacionado a disponer el recurso hídrico (hidrología), tipo de cultivo, tipo de suelo, condiciones climáticas, métodos de riego, etc., o sea que mediante el conjunto de relación que existe entre el planta -agua – suelo. En cuanto a realizar planificaciones de proyectos de riego se trata de un diseñador que tenga experiencia y formación esto tiene relevancia, el cual destaca la ingeniería agrícola.

MANUAL DEL CÁLCULO DE EFICIENCIA PARA SISTEMAS DE RIEGO (MINAGRI).

La función principal que tiene el Ministerio de Agricultura y Riego del Perú es normalizar en relación a los proyectos de riego, realizar manuales y guías de riego, a la vez realizar capacitaciones a los agricultores. Asimismo, este manual tiene como función brindar información de base para todos aquellos profesionales y técnicos implicados en el adecuado

uso del recurso hidrológico para el riego. Además, cuenta describe como se debe de calcular la eficiencia de un sistema de riego, por medio de la distribución, conducción y aplicación. Además de criterios de los cálculos de cada eficiencia, conteniendo las metodologías de campo para su determinación.

Hugo Amado Rojas Rubio - LINEAMIENTOS PARA EL DISEÑO DE TOMAS DE CAPTACIÓN – MANUAL DE ESTRUCTURAS HIDRAULICAS.

El lineamiento presentado del manual de estructuras hidráulicas detalla los criterios, definiciones, acerca del diseño de tomas de captación que establece de manera general la obra básica para realizar un adecuado aprovechamiento hídrico. Estos lineamientos indican que con los estudios básicos: Hidrología, Geología- Geotecnia, Topografía del lugar es posible saber el indicado diseño para ello se debe de considerar ciertos elementos: lugar adecuado para la ubicación de la toma, opciones de disposición y tipo de obra, elegir las opciones más importantes en relación al diseño hidráulico y estructural.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Diseño de Investigación

3.1.1. Tipo de Investigación

El tipo de diseño de la investigación es descriptivo, ya que se busca puntualizar fenómenos, situaciones, sucesos y contextos para luego especificar estas situaciones. Además, se recolecta datos basado en diferentes teorías, permitiendo así respaldar las bases teóricas y antecedentes, para ello se realizó búsqueda en diferentes fuentes como: libros, revistas, documentos, sitios de internet, etc.

Esta tesis es de tipo aplicada el cual se desarrolló en el canal de segundo orden ‘‘García’’ donde nace del canal de primer orden Mochumí en el Km 4+894.5 ubicados en el distrito de Mochumí en la cual la comisión de regantes de dicho distrito junto con la junta de usuarios de riego Chancay Lambayeque monitorean y controlan su sistema de riego.

3.2. METODOLOGÍA

Con respecto a la metodología empleada es de observación - experimentación.

La observación se realizó acudiendo varias veces al lugar de estudio para luego a proceder a recolectar datos e información relevantes para la ejecución del proyecto.

En cuanto a la experimentación se obtuvo que los datos que conllevan a determinar las características de suelo y materiales a usar en el proyecto.

3.2.1. Estudios Topográficos

3.2.1.1. Generalidades

El levantamiento topográfico se ejecuta con el objetivo de conseguir las características geomorfológicas, el relieve del terreno, su ubicación el cual se utiliza la data del canal para su respectivo diseño, su infraestructura hidráulica se encuentra de tierra a cielo abierto cubierto de maleza impidiendo el recorrido óptimo del recurso hídrico. Se realizó desde margen izquierda del lateral de primer orden de Mochumí en la progresiva 4+894.50 Km, empieza en sector Peralta I y termina en el sector Baldera con un recorrido total de 7.414 Km, el uso de instrumentos como equipos de radiocomunicación, wincha, estación total, trípode, estacas, prismas y similares sirvieron para la medición longitudinal.

Al realizar los levantamientos topográficos se hicieron puntos estratégicos, y sobre esta base se formó un polígono abierto, para tomar como referencia un BM. Todos los datos obtenidos en el sitio se registran en la memoria interna de la estación total para facilitar el procedimiento de datos. Continuamente, instalamos los prismas en diferentes puntos estratégicos, que se pueden ver desde el vértice más cercano, de modo que se pueda encontrar la distancia recorrida y los puntos visados.

3.2.1.2. Ubicación

- DEPARTAMENTO: Lambayeque.
- PROVINCIA: Lambayeque.
- DISTRITO: Mochumí.
- UBICACIÓN: Margen izquierda del lateral de primer orden de Mochumí en la progresiva 4+894.50 Km.
- ALTITUD: 36 m.s.n.m.

3.2.1.3. Descripción del terreno

El terreno donde se trabajó presenta un relieve plano y por otros lados relieves moderados, con abundante vegetación (sembríos predominantes son el arroz, maíz; árboles de mango, Guanábana, guaba).

3.2.1.4. Equipos utilizados

- 02 winchas
- 01 estación total
- Leicats-02
- 01 GPS Garmin
- 02 prismas
- 01 trípode
- Pintura
- 10 Estacas
- 02 Equipos de comunicación
- 03 Libretas de campo

3.2.1.5. Panel fotográfico de equipos



Estación Total LEICA TC-407



GPS



Prisma



trípode



Wincha de 3 mts.

3.2.1.6. Especificaciones técnicas de la estación total

Se procedió a realizar levantamiento topográfico en el lugar donde se realizó el estudio, en el cual se empleó una estación total marca LEICA modelo TC-407.

Este elemento es idóneo para medir hasta 3.500 metros con un prisma estándar, y puede medir hasta 500m en modo sin prisma a una precisión de 2mm +2ppm.

La velocidad de medición es más rápido que nunca, debido a que la precisión de centrado de la plomada láser es de 1.5mm a 1.5m, por lo que el láser de color rojo brillante manifiesta los puntos con facilidad.

MODELO: LEICA -TC-407

Tabla 3: Especificaciones técnicas Leica TC -407

Leica TC403/5/7	-Medición de distancia con prisma (modo IR)		
Leica TCR403/5/7 power	-Medición de distancia con prisma (modo IR) -PinPoint R400 medición de distancia sin prisma (modo RL)		
Leica TCR403/5/7 ultra	-Medición de distancia con prisma (modo IR) -PinPoint R1000 medición de distancia sin prisma (modo RL)		
Datos técnicos	TPS 403	TPS 405	TPS 407
Medición de ángulos. (Hz, º)			
Método	absoluto, continuo		
Resolución de pantalla	1" / 0.1 mgon / 0.01 mil		
Desviación típica (ISO 17123-3)	3" (1 mgon)	5" (1.5 mgon)	7" (2 mgon)
Anteojo			
Aumento	30 x		
Campo visual	1° 30' (26 m a 1 km)		
Distancia mínima de enfoque	1.7 m		
Reticulo	iluminado		
Compensador			
Sistema	Compensador electrónico de aceite de dos ejes		
Precisión de estabilización	1"	1.5"	2"
Medición de distancias con prisma (IR)			
Alcance de medición con prisma circular GPR1	3'500 m		
Medición con dianas reflectantes (60 mm x 60 mm)	250 m		
Desviación típica (ISO 17123-4) (Preciso/Rápido/Tracking)	2 mm + 2 ppm / 5 mm + 2 ppm / 5 mm + 2 ppm		
Tiempo para una medición (Preciso/Rápido/Tracking)	typ. 2.4 s / 0.8 s / < 0.15 s		
PinPoint medición de distancias sin prisma (RL)			
Alcance:	PinPoint R400 («power»)	> 400 m (90% reflexivo)	
(Condiciones atmosféricas medias)	PinPoint R1000 («ultra»)	> 1000 m (90% reflexivo)	
	Láser al prisma circular GPR	7'500 m	
Desviación típica (ISO 17123-4)	0- 500 m	2 mm + 2 ppm	
	>500m	4 mm + 2 ppm	
Tiempo por medición. (Normal/Tracking)	tip. 3 - 6 s, max. 12 s		
Tamaño del punto láser a 100 m	12 mm x 40 mm		
Comunicación			
Almacenamiento interno de datos	12.500 mediciones o 18.000 puntos fijos		
Interfaz	RS232		
Formatos de datos	GSI / IDEX / ASCII / dxf / Formatos de libre definición		
Operación			
Pantalla	Gráfica de 160 x 280 pixeles Alfanumérico 8 líneas x 31 characters		
Plomada láser			
Tipo	Punto láser, luminosidad ajustable en pasos		
Precisión	1.5 mm a 1.5 m de altura del instrumento		
Condiciones ambientales			
Intervalo de temperaturas (en funcionamiento)	-20° C a +50° C (-4° F a +122° F)		
Resistencia a salpicaduras y polvo (IEC 60529)	IP55		
Humedad	95%, sin condensación		
Peso			
Peso incluyendo batería y base nivelante	5.2 kg		
Periodo de funcionamiento con GEB121	approx. 6 horas		
Número de mediciones de distancia con GEB121	approx. 9'000		

Fuente: [13]

3.2.1.7. Trabajo de campo

Se elaboró el inspeccionamiento del terreno en ambos márgenes de la infraestructura de riego “Canal García” de segundo orden.

Para la realización de levantamientos topográficos se implantan los puntos de un polígono abierto como soporte para llegar al sitio de investigación y posteriores mediciones. Un punto está ubicado en el suelo, donde se puede observar una gran cantidad de puntos para su investigación.

Se usó 01 Estación Total marca LEICA modelo TC-407, con precisión de 2mm +2ppm, 02 prismas, 02 equipos de radiocomunicación.

Instalamos la estación sobre el punto marcado y empezamos a tomar los puntos en la estación, tomando en cuenta los prismas.

Con los demás puntos marcados se realizó el mismo procedimiento.

3.2.1.8. Trabajo de gabinete

Al final del trabajo de campo, estos puntos se descargaron de la memoria interna de la estación total, y luego se procesó la información topográfica en el software AutoCAD Civil 3D 2018 para producir cortes longitudinales, escalas y vistas transversales, con curvas de nivel mayores a 5.00 m y la curvas menores a 1.00 m a escala conveniente.

3.2.2. Estudios de mecánica de suelos

3.2.2.1. Generalidades

El propósito del estudio de mecánica de suelos es evaluar los correspondientes Estudios de Mecánica de Suelos con fines de Cimentación para el Expediente Técnico: Diseño comparativo del canal García de segundo orden con mampostería utilizando geomembrana y concreto en el distrito de Mochumí provincia y departamento de Lambayeque, mediante excavación (calicatas), ensayos SPT, trabajo de laboratorio y gabinete; en el que se puede definir el perfil del estrato , las características de resistencia y deformación, que nos pueden orientar para determinar el tipo y profundidad de la cimentación, salinidad, capacidad de carga admisible y asentamiento.

La extracción de muestra de suelo, para las calicatas se realizó en el eje y al lado del canal García. Los ensayos se realizaron en el laboratorio de suelos de la universidad.

3.2.2.2. Normatividad

En este estudio se realizó, en cuanto a su alcance y procedimiento, está relacionado a la Norma E0.50 de Suelos y Cimentaciones del Reglamento Nacional de Edificaciones.

3.2.2.3. Ubicación del área en estudio

- DEPARTAMENTO: Lambayeque.
- PROVINCIA: Lambayeque.
- DISTRITO: Mochumí.
- TRAMO: Inicia en el margen izquierdo del lateral de primer orden de Mochumí en la progresiva 4+894.50 Km y culmina en el Km 7.4 de dicho canal.
- ALTITUD: 36 m.s.n.m.

3.2.2.4. Equipos utilizados

- SPT
- Palana
- Balde
- Wincha

3.2.2.5. Investigación de campo

En cuanto a realizar el estudio geotécnico se ha ejecutado 14 investigaciones a cielo abierto (14 calicatas) las cuales se realizaron cada 500m como la normatividad manda, estas exploraciones se ejecutaron en el eje del canal García, las cuales se realizaron cada 500 m como la normatividad manda, también se realizaron 3 CBR.

En cada sondaje se obtuvo muestras de suelo tipo alterado Mab (Muestras alterada de bolsa de polietileno) y en estado inalterada Mit (Muestras inalteradas en tubo de plástico) las cuales luego de ser relatadas visualmente de acuerdo a la Norma Técnica Peruana NTP 399, 150 (ASTDM D2488) fueron llevadas al laboratorio para sus respectivos ensayos.

3.2.2.6. Trabajo de laboratorio

Después de haber adquirido las muestras de campo de la presente investigación, se ha procedido a elaborar ensayos de las diferentes muestras de suelo, con el fin de conseguir las características y propiedades del suelo. Los ensayos bajo la NTP 339 del Reglamento Nacional de Edificaciones son las siguientes:

Contenido de humedad (NTP 339.127) (ASTM D2216)

Análisis Granulométrico (NTP 339.128) (ASTM D422)

Límite líquido y límite plástico (NTP 339.129) (ASTM D4318)

Peso específico relativo de sólidos (NTP 339.131) (ASTM D854)

Clasificación unificada de suelos (SUCS) (NTP 339.134) (ASTM D2487)

Contenido de sales solubles totales en suelos y agua subterránea (NTP 339.152) (BS 1377)

Contenido de cloruros solubles en suelos y agua subterránea (NTP339.177) (AASHTO T291)

Contenido de sulfatos solubles en suelos y agua subterránea (NTP 339.178) (AASHTO T290)

Se obtuvo 14 muestras de suelo, los ensayos aludidos anteriormente se realizaron en el laboratorio de mecánica de suelos de la universidad según norma.

3.2.2.7. Trabajo de laboratorio

Después de haber obtenido información de las perforaciones del lugar muestra el suelo que conforma la columna estratigráfica, donde se puede elaborar la estratigrafía del subsuelo. Con los datos recopilados en el lugar evaluado y en el laboratorio se han formulado los perfiles estratigráficos de cada perforación realizada.

3.2.3. Análisis de agregados de canteras

En el análisis de agregados de canteras se realizará trabajos adecuados para elaborar las bases que consentirán un correcto proceso constructivo, y así poder determinar los usos y tratamientos que se necesitarán con dichos materiales, antes de ser usados en su ejecución futura del proyecto, como en capas de rellenos, mampostería, estabilización de taludes, concreto de cemento portland, entre otros y así proveer una apropiada eficiencia y durabilidad de la construcción de riego, minimizando los costos con el empleo de recursos con que cuenta el lugar de estudio.

Seguidamente al estudio de suelos, se realizó el reconocimiento de fuentes de suministro de materiales térreos, para la construcción de una adecuada estructura de encauzamiento y conducción divisadas en el presente proyecto con mezclas de concreto.

Como parte de la evaluación de fuentes de materiales, se tomaron como datos las averiguaciones dadas por el proveedor de la cantera sobre su ubicación, fácil acceso, potencia y rendimientos.

3.2.3.1. Alcance de análisis

El propósito es determinar y delinear las fuentes de materiales disponibles y obtener la información necesaria para captar los parámetros de mejora de la infraestructura de riego.

- Análisis granulométrico por tamizado	ASTM D422
- Determinación del límite líquido	ASTM D423
- Determinación del límite plástico	ASTM D424
- Capacidad de soporte del suelo (CBR)	ASTM D1883
- Clasificación de suelos SUCS	ASTM D2487
- Clasificación de suelos AASHTO	ASTM D3282
- Abrasión	ASTM C131

3.2.4. Estudio hidrológico

3.2.4.1. Generalidades

Este estudio está orientado al proyecto ‘‘Diseño comparativo del canal García de segundo orden con mampostería utilizando geomembrana y concreto en el distrito de Mochumí provincia y departamento de Lambayeque’’.

El sistema hidráulico de Tinajones proporciona agua de riego para áreas agrícolas en la provincia de Lambayeque. El agua de riego fluye a través del canal Taymi, el mismo que en el Repartidor Cachinche, su agua también fluye hacia el canal principal Mochumí que es un afluente de primer orden. De este canal nace el canal de segundo orden llamado García.

El Sub Sector Hidráulico Mochumí es uno de los quince (15) subsectores pertenecientes a la Junta de Usuarios Chancay Lambayeque, el área total de regadío es de 4,224.27 hectáreas, involucrando un total de 1,793 usuarios en promedio. El Sub Sector Hidráulico Mochumí se ubica en el conocido Sub Sector Hidráulico Lambayeque, el cual se organiza en Comisiones de Usuarios, específicamente como organización de productores agrícolas oficialmente reconocida.

Este canal fue construido en tierra en la década de 1970. Con el paso del tiempo, su área de regadío ha seguido aumentando; debido a la infiltración, la cantidad de agua a lo largo de la ruta del canal ha disminuido y el suministro de agua se ha vuelto más crítico. El área aguas abajo no puede recolectar bien el flujo requerido.

También se puede observar que debido a la sedimentación de la materia en suspensión, el arenado ocurre continuamente a lo largo del recorrido del canal en el fondo del tanque hidráulico. Esto significa que los agricultores deben limpiar manualmente el bloqueo en el

fondo del canal de forma regular, lo que aumenta la cantidad de horas-hombre dedicadas al mantenimiento.

El mejoramiento del Canal García del Sub Sector Hidráulico Mochumí, hará que el agua de riego sea más eficiente, lo que beneficiará tanto a los agricultores como agricultoras de este canal de riego, lo que contribuirá a incrementar la productividad y el rendimiento de los cultivos y la mejora permitirá tener una mejor eficiencia en la operatividad del agua de riego, para los agricultores hombres y mujeres de este canal de riego, lo cual aportará a mejorar la productividad y producción de cultivos y crianzas.

De tal manera, el proyecto para el Mejoramiento del Canal García del Sub Sector Hidráulico Mochumí, se enmarca dentro del Plan de Desarrollo Regional Lambayeque, concretamente en el objetivo estratégico de impulsar la competitividad en la región para lograr el desarrollo económico sostenible, incrementar la productividad y rentabilidad de los principales sistemas productivos, garantizando la seguridad alimentaria en la región y desarrollar las exportaciones agrícolas.

3.2.4.2. Información Hidrológica

El agua del distrito de Mochumi se obtiene por medio del Reservorio de Tinajones donde el principal canal es distribuido por los diferentes canales laterales y sub laterales que bañan los campos de la agricultura, siendo este distrito que es parte de la cuenca del río Chancay – Lambayeque.

3.2.4.3. Tipo de canal

En cuanto al tipo de canal se consideró los tipos de canales existentes según Villón (2005) indica que la función principal es la operación de la velocidad y rugosidad.

3.2.4.4. Calidad del agua

El agua es uno de los recursos más elementales para los seres humanos, de lo cual esta se da en una correlación de manera constante y directa, lo que no solo determina la cantidad que dispone el recurso sino también la calidad. Siendo estos componentes indispensables que llega a satisfacer las necesidades tanto económico-sociales y biológicas de los pobladores, los cuales conforman los diferentes insumos productivos y de aquellos que son el complemento de la producción.

El agua es de alta calidad porque desde la perspectiva de sus características ambientales, la planificación y gestión del agua, esta es la variabilidad que representa el medio acuático,

porque define la capacidad del agua para proteger la naturaleza y satisfacer diferentes necesidades.

No hay problema con la calidad del agua, porque además de su uso para humanos, también es apta para cultivos en desarrollo. Se ha confirmado que la demanda de agua de riego calculada en base al ID de cultivo de la zona afectada por el canal corresponde al año agrícola 2018-2019(ver tabla adjunta), que es la misma que la demanda de agua calculada en el perfil de preinversión.

Tabla 4: Cédula de cultivos

CEDULA DE CULTIVOS	
2017-2018	
CULTIVO	MOCHUMI (HAS)
CANA AZUCAR	129.15
ALGODÓN	43.45
ARROZ	3,601.55
MAIZ AMARILLO DURO	161.45
ÁREA CULTIVADA	3,935.60
FUENTE: Comisión de regantes de Mochumí	

Fuente: Propia

Tabla 5: Demandas m3/s

DESCRIPCION	UND	DICIEMBRE 17-30	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO 1-19	PROMEDIO ANUAL	TOTAL
DEMANDA m3 2018-2019	MMC	204480	733536	842256	719712	550368	140832	531864	3191184

Fuente: Propia

Tabla 6: Valores tarifarios de utilización

VALOR UNITARIO DE TARIFA POR UTILIZACION DE INFRAESTRUC. MENOR MAS APORTES VOLUNTARIOS 2019											
COMISION DE USUARIOS	CULTIVOS	Retribucion Económica (S/. X m3)	TARIFA POR INFR. HIDR. MENOR (S/ M3)			TARIFA POR INFR. HIDR. MAYOR (S/ x m3)	APORTES VOLUNTARIOS			POR UNIDAD DE VOLUMEN (S/. M3)	VALOR (S/ x hora de 160 L/S)
			Junta de Usuarios	Com. Usuarios	Total TUIHME		J.N.U.P	CUOTA	JNUP		
10 Com. Usuarios	varios	0.0024000	0.0094600	0.0133351	0.0227951	0.0132812	0.0003608	0.0000000	0.0003608	0.0388371	S/22.37017
	caña individ.	0.0024000	0.0099710	0.0152721	0.0252431	0.0152823	0.000405	0.0000000	0.0004053	0.0433307	S/24.95848
Empresas Agroind.	Caña Tomas Directas	0.0024000	0.018872	0.0000000	0.0188715	0.0266157	0.000455	0.0000000	0.0004549	0.0483421	S/27.84505
	Caña en C. Usuarios (Chongoyape, Reque, Monsefú)	0.0024000	0.012083	0.0185071	0.0305903	0.0152823	0.000459	0.0000000	0.0004587	0.0487313	S/28.06923
La Ramada Carriche	varios	0.0024000	0.011398	0.0079255	0.0193230	0.00693946	0.0003200	0.0000000	0.0003200	0.034738960	S/20.00964
Comites Canal Taymi	Caña y Vario	0.0024000	0.009662	0.0000000	0.0096615	0.0132812	0.000229	0.0000000	0.0002294	0.0255721	S/14.72953
Huca China	Varios	0.0024000	0.022795	0.0000000	0.0227951	0.0132812	0.000361	0.0000000	0.0003608	0.0388371	S/22.37017
NOTAS:											
RETRIB. ECONOM. POR EL USO DEL AGUA.- Decreto Supremo N°014-2018-MINAGRI y transferida a la ANA.											
TUIHMA.- Aprobada con Resol. Adm. N°795-2018-ANA-AAA.JZ-ALA.CHL,que administr la JUSHMCHL- CLASE A y tranfiere al PEOT.											
TUIHME.- Aprobada con Resol. Ad., N° 796-2018-ana-aaa. JZ-ALA. CHL, que administra la JUSHMCHL - CLASE A.											
JNUP.- Decreto Supremo N° 003-1990- Junta Nacional de Usuarios del Perú.											

Fuente: [4]

3.2.4.5. Información Hidrometereológica

Las primordiales variables climáticas de los lugares de estudio se basan en recopilar, procesar y sintetiza la investigación hidrometereológica concerniente a intensidades máximas para diferentes periodos de tiempo, por ser esa información la más exacta para predecir máximas avenidas en los cauces, así como de drenaje longitudinal.

3.2.4.6. Información climatológica general

En concordancia con la evaluación regional de variables climatológicas del lugar, existe una posibilidad de detallar las peculiaridades de variabilidad especial y temporal de los mecanismos climáticos promedio en la zona de estudio.

3.2.4.7. Pluviosidad

En cuanto al lugar de estudio el módulo pluviométrico anual es de un aproximado de 2.698 mm.

Consecuentemente, para un mismo año, las mayorías de láminas de precipitación tienen lugar en el periodo húmedo, en cambio las mínimas se registran en el periodo de estiaje.

3.2.4.8. Temperatura

El régimen térmico es característico de un clima desértico. Para ello se debe de tener en cuenta los diferentes promedios tanto mensuales y anuales de la temperatura, es por ello que

se puede decir que la temperatura media mensual varía de 24.02 °C en el mes de Marzo, a 19.26 °C, en el mes de Septiembre, siendo el promedio anual de 21.586 °C.

3.2.4.9. Humedad relativa

De los valores medios mensuales de la humedad relativa, se observa que la humedad varía de 75.35% en el mes de enero, a 85.13% en Julio, con un promedio anual de 77.60%.

3.2.4.10. Evatranspiración

De acuerdo a las estadísticas, la evaporación promedio en el lugar de estudio y su ámbito de influencia es del orden de 2.809 mm/día.

Los mayores valores se registran en Diciembre a Mayo, que corresponden a la estación de verano; los valores más bajos se dan en Junio y Julio.

3.2.4.11. Información climatológica específica

Con respecto al tipo de área receptora – colectora de las aguas pluviales de los distintos trayectos de vía, la información relevante para este tipo de estudio está conformada por intensiones máximas de precipitaciones. Del mismo modo, esta investigación registra el Fluviógrafos es muy insuficiente, requiriéndose de metodologías correctas que accedan la transposición de información desde localidades climatológicas similares al lugar de estudio, iniciando de variables regionales de mayor suceso y de parámetros hidrológicos adimensionales más representativos.

Evaluando el comportamiento de variables climatológicas regionales, se ha determinado que, en la zona de estudio, por estar ubicada a una altitud semejante que la estación Lambayeque es posible generar información a partir de tal estación, ubicados ambos en el Dpto. de Lambayeque. Y esta estación es la más cercana al proyecto en estudio.

La información, es a partir de la estación climatológica de Lambayeque ubicada en la zona en estudio antes mencionada, se basa en la climatología y geografía y en la cantidad de agua precipitable que depende del punto de rocío, el que a su vez depende de la altitud sobre el nivel del mar y de la temperatura.

Valor con el que se ha obtenido las intenciones máximas en 24 horas.

Tabla 7: Estaciones climatológicas

ESTACION	UBICACIÓN		COORDENADAS		ALTITUD (m.s.n.m.)
	PROV.	REG.	LONG.	LAT.	
Lambayeque	Lambayeque	Lambayeque	W 79°5'	S06 ° 42'	38

Fuente: Propia

3.2.4.12. Precipitaciones

Se ha tomado como referencia la Estación Lambayeque, como se aprecia en los siguientes cuadros, una presentación numérica de estas variaciones y de la variación de la precipitación a lo largo de un año en el cuadro siguiente:

Tabla 8: Valores de estación Lambayeque**DETERMINACION DE INTENSIDADES PARA EL PROYECTO**

Información Meteorológica													
ESTACIÓN:	LAMBAYEQUE	LATITUD:	06° 42' 12"	REGIÓN:	LAMBAYEQUE								
CATEGORIA:	"CP"	LONGITUD:	79° 55' 16"	PROVINCIA:	LAMBAYEQUE								
PERIODO:	15 años (2001-2016)	ALTURA:	38 msnm	DISTRITO:	LAMBAYEQUE								
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROM
Temperatura Media (°C)	23.51	25.40	25.55	23.87	22.11	20.46	19.70	19.68	19.64	20.17	20.89	21.85	21.900
Temperatura Máxima (°C)	27.69	29.30	29.62	27.64	25.88	23.68	22.82	22.74	23.09	23.85	24.87	25.00	25.515
Temperatura Mínima (°C)	19.33	21.49	21.47	20.09	18.34	17.24	16.58	16.62	16.18	16.48	16.90	18.69	18.284
Humedad Relativa (%)	75.35	74.18	73.80	75.83	77.25	79.33	85.13	80.10	78.95	78.43	76.80	76.05	77.600
Evaporación (mm)	3.37	3.55	3.34	3.10	2.56	2.21	2.09	2.14	2.34	2.62	3.07	3.32	2.809
Precipitación (mm)	1.69	6.75	14.02	4.77	0.33	0.27	0.05	0.10	0.55	0.95	0.77	2.13	2.698
Horas de Sol	7.60	5.90	67.00	5.60	6.53	5.53	5.03	4.65	6.53	6.85	7.25	6.68	11.263
Velocidad del Viento (m/s)	5.48	4.13	4.23	4.63	5.18	5.00	5.03	4.73	5.98	5.70	6.10	5.80	5.166

Fuente: estación CP. Lambayeque- Lambayeque.

Fuente: Propia

3.2.4.13. Hidrología de drenaje superficial

La hidrología del drenaje de carreteras alcanza el sistema interceptor de flujos laterales (Cunetas y canales de coronación), y el sistema transversal constituido por: alcantarillas, puentes, pontones, badenes, etc.

3.2.4.14. Determinación de caudales

Los caudales que aportan las sub-cuencas colectoras tanto para los cursos de agua establecidos, así como para las zonas que no presentan curso establecido, pero que drenan a las cunetas, han sido obtenidos teniendo en cuenta el tiempo base de escurrimiento, la

velocidad de escurrimiento en la superficie y la longitud de trayectoria de la partícula más alejada a los puntos de drenaje a diseñar, en este caso las cunetas, alcantarillas.

Se ha utilizado el factor de escorrentía directa, que es una variable poco precisa del método racional, requiere conocimiento y experiencia por parte del hidrólogo, su valor depende del porcentaje de permeabilidad y pendiente del suelo, así como de las características de encharcamiento y cobertura de la superficie. Los valores que aparecen en las tablas presentadas por los diferentes textos, sirven únicamente como referencia, pues obedecen a investigaciones de otras realidades. Para el presente Proyecto se ha hecho uso del cuadro 2 del texto “Hidrología Aplicada”, Editorial MC Graw Hill publicado en el año 1994, por los autores, Ven Te Chow, David R. Maidment y Larry W. Mays. Para el efecto se ha observado en campo y se ha optado por diferentes valores según el tipo de cobertura superficial.

3.2.4.15. Método Racional Mejorado

Modelo más antiguo de la relación lluvia-escorrentamiento (1889).

En cuanto al método el área determinada se da una precipitación de similar intensidad en el tiempo y espacio, alcanzara un determinado tiempo en que el agua que desciende equivaldrá a la que sale del área, siempre y cuando esta sea impermeable. El tiempo para alcanzar el equivalente se denomina tiempo de concentración “ T_c ”.

Con respecto a la superficie siempre se habrá pérdidas por evaporación, por ello el coeficiente “ C ” ajusta la relación: volumen neto/ volumen total.

En ausencia de información histórica de caudales, se utiliza el método Racional para estimar el caudal de máxima avenida.

Tabla 9: Valores de coeficientes de escurrimiento "C"

Tipo de vegetación	Pendiente (%)	Textura		
		Franco arenosa	Franco arcillo limosa franco limosa	Arcillosa
Forestal	0-5	0.10	0.30	0.40
	5-10	0.25	0.35	0.50
	10-30	0.30	0.50	0.60
Praderas	0-5	0.10	0.30	0.40
	5-10	0.15	0.35	0.55
	10-30	0.20	0.40	0.60
Terrenos cultivados	0-5	0.30	0.50	0.60
	5-10	0.40	0.60	0.70
	10-30	0.50	0.70	0.80

Fuente: [14]

3.2.4.16. Caudal Máximo

En cuanto al diseño hidrológico el cual se realiza el control de agua tiene relación con los efectos que no son favorables por los altos caudales, crecientes o máximas avenidas. Se toma en cuenta que un incremento de algún canal es por el alto caudal de diques naturales o artificiales desbordados. Las dimensiones de las crecientes están detalladas para sus elevaciones, caudales y sus volúmenes. Se necesita el proceso de diseño más grande para determinar el tamaño de la estructura de ajuste (embalses de detención, embalses para el control de crecientes, etc) y para estructuras de conducción (alcantarillado de aguas de lluvia, canales de drenaje, diques de crecientes, estructuras de derivación, etc.)

La dimensión del diseño del caudal, es función directa del periodo de retorno que se le asigne, el que depende la importancia de la obra y de la vida útil de ésta.

$$Q = 0,278 \text{ CIA}$$

Dónde:

Q= caudal máximo, en m^3/s , correspondiente a un periodo de retorno dado.

I= máxima intensidad media para el intervalo de duración t_c (tiempo de concentración)

Para el mismo periodo de retorno, en mm/hr .

A= área de la cuenca en km^2

$n= 3$, para valores de $25 < A \leq 100 \text{ km}^2$

3.5 para valores de $100 < A \leq 1000 \text{ km}^2$

4 para valores de $1000 < A \leq 10000 \text{ km}^2$

C= coeficiente de escurrentía que se estima en función de las características del suelo, vegetación, topografía y precipitación.

3.2.4.17. Predicciones de avenidas

Hoy en día la predicción hidrológica se ha convertido es uno de los puntos más relevantes, siendo esta de suma importancia en relación con la regulación del escurrimiento normal y extraordinario (avenidas), para tener en cuenta las medidas fundamentales con el fin de impedir pérdidas materiales y de vida de seres humanos.

Es por ende, que se debe de considerar:

- Periodo cubierto por la predicción.
- Elementos del régimen hidrológico de pronóstico.
- Métodos de predicción.
- Pronóstico o finalidad de la predicción.

En cuanto al anticipado conocimiento para las avenidas, consiste en usar el tiempo que hay entre la predicción y su llegada, para tomar medidas de protección. La predicción tiene como función la precisión cuantitativa, número de datos y naturaleza de los mismos, que pueden ser:

- Investigaciones de caudales aguas arriba del sector estudiado.
- Investigaciones de precipitación máxima.
- Pronóstico de precipitaciones máximas.

3.2.4.18. Periodo de recurrencia de eventos máximos

Se precisa el período de regresó como el tiempo promedio dentro del cual se puede originar una avenida con una determinada intensidad.

Su determinación es de importancia para ofrecer seguridad a la obra y lugares cercanos a su emplazamiento.

Con fines de diseño se consideró como eventos máximos, durante la vida de las obras propuestas, a las avenidas que con ciertos periodos de retorno transitan por ella. Se tuvo como base las experiencias pasadas, se han elaborado varios criterios donde se generalizan el diseño para estructuras de control de agua, tal como se resumen en la Tabla

Tabla 10: Criterios de diseño generalizados para estructuras de control de agua

TIPO DE ESTRUCTURA	PERIODO DE RETORNO (AÑOS)
Alcantarillas de carreteras	
Volúmenes de tráfico bajos	5-10
Volúmenes de tráfico intermedios	10-25
Volúmenes de tráfico altos	50-100
Puentes de carreteras	
Sistema secundarios	10-50
Sistema primario	50-100

Fuente: [15]

3.2.4.19. Periodo de recurrencia de eventos máximos

La evaluación de la adquisición de agua para el regado va relacionada con la cedula de cultivos, calendario de siembra y rotación de cultivos los cuales están recomendados por la Autoridad Nacional del Agua (ANA), para lo cual se tendrá en cuenta ciertos parámetros, para así determinar la demanda de agua para los riegos durante su tiempo vegetativo del cultivo, cuya demanda se detallará en los resultados.

Para calcular la adquisición de agua con fines agrícolas, se ha tomado en cuenta los siguientes parámetros:

- La cédula de cultivos propuesta

Para establecer la cédula de cultivo, en un área de riego, se debe de incluir los siguientes aspectos:

- Especies y períodos de sus cultivos.
- Áreas de cobertura de estas especies.
- Número de campañas agrícolas al año.

Para detallar y medir las variables de la producción para la agricultura en la situación actual, se ha determinado en base al padrón de beneficiarios y al plan de cultivo de riego de años

anteriores proporcionada por la Junta de Usuarios de Mochumí. Posteriormente se consolidó la información de acuerdo a entrevistas de campo.

El período vegetativo del cultivo

La fase vegetativa (período vegetativo) del arroz, comprende desde el momento de la germinación, hasta que se inicie el proceso de macollaje.

La fase vegetativa: Comúnmente dura de 55 a 60 días en las diferentes variedades de período intermedio. E indica la formación de la semilla, emergencia, macollamiento (ahijamiento), hasta la diferenciación del primordio floral.

Imagen 6: Siembra de arroz



Fuente: Propia

Etapa reproductiva: Desde la formación de el primordio floral, llenado (14-7 días antes de la aparición de las panículas), hasta la aparición de las panículas(floración). Esta etapa suele ser de 35 días y 40 días.

Imagen 7: Fase de reproducción



Fuente: Propia

La fase de madurez: Abarca desde la emergencia de la panícula (floración), el llenado y desarrollo de los granos (estado lechoso y pastoso) hasta la cosecha (madurez del grano) y dura de 30 a 40 días.

Imagen 8: Cultivo de arroz macollado



Fuente: Propia

El ciclo vegetativo y reproductivo del arroz según el estudio de la FAO varía desde 150 a 180 días desde la germinación hasta realizar su cosecha del grano, donde, los datos de campo en lugar de estudio, son aproximadamente 72 días por campaña que recibe riego.

Los elementos K_c de cada cultivo según Manual de Riego y Drenaje 56 – FAO

En cuanto a los efectos está compuesto por la transpiración del cultivo y la evaporización del suelo. En cuanto a la dimensión K_c agrega las similitudes del cultivo y los efectos que da la evaporación en el suelo. Con respecto a la etapa de crecimiento del cultivo, la variación del coeficiente del cultivo K_c pronuncia los cambios en los vegetación y en el grado de cobertura del suelo.

Las diferencias de evaporarse y transformarse del cultivo de referencia con respecto a un cultivo en particular, son integradas en un factor conocido como (K_c) coeficiente de cultivo [1].

Para realizar el cálculo de la demanda de agua se ha tenido en cuenta la siguiente tabla de K_c :

Tabla 11: Coeficientes de cultivo promedio temporal

Cultivo	$K_{c,ini}^1$	$K_{c,med}$	$K_{c,fin}$	Altura Máx. Cultivo (h) (m)
e. Leguminosas (Leguminosae)	0,4	1,15	0,55	
Frijoles o judías, verdes	0,5	1,05 ²	0,90	0,4
Frijoles o judías, secos y frescos	0,4	1,15 ²	0,35	0,4
Garbanzo (chick pea)		1,00	0,35	0,4
Habas - Fresco	0,5	1,15 ²	1,10	0,8
- Seco/Semilla	0,5	1,15 ²	0,30	0,8
Garbanzo hindú	0,4	1,15	0,35	0,8
Caupis (cowpeas)		1,05	0,60-0,35 ⁴	0,4
Maní		1,15	0,60	0,4
Lentejas		1,10	0,30	0,5
Guisantes o arveja - Frescos	0,5	1,15 ²	1,10	0,5
- Secos/Semilla		1,15	0,30	0,5
Soya		1,15	0,50	0,5-1,0
f. Hortalizas perennes (con letargo invernal y suelo inicialmente desnudo o con mantillo)	0,5	1,00	0,80	
Alcachofa	0,5	1,00	0,95	0,7
Espárragos	0,5	0,95 ⁷	0,30	0,2-0,8
Menta	0,60	1,15	1,10	0,6-0,8
Fresas	0,40	0,85	0,75	0,2
g. Cultivos Textiles	0,35			
Algodón		1,15-1,20	0,70-0,50	1,2-1,5
Lino		1,10	0,25	1,2
Sisal ⁸		0,4-0,7	0,4-0,7	1,5
h. Cultivos Oleaginosos	0,35	1,15	0,35	
Ricino		1,15	0,55	0,3
Canola (colza)		1,0-1,15 ⁹	0,35	0,6
Cártamo		1,0-1,15 ⁹	0,25	0,8
Sésamo (ajonjolí)		1,10	0,25	1,0
Girasol		1,0-1,15 ⁹	0,35	2,0
i. Cereales	0,3	1,15	0,4	
Cebada		1,15	0,25	1
Avena		1,15	0,25	1
Trigo de Primavera		1,15	0,25-0,4 ¹⁰	1
Trigo de Invierno - con suelos congelados	0,4	1,15	0,25-0,4 ¹⁰	1
- con suelos no-congelados	0,7	1,15	0,25-0,4 ¹⁰	
Maiz, (grano)		1,20	0,60,0,35 ¹¹	2
Maiz, (dulce)		1,15	1,05 ¹²	1,5
Mijo		1,00	0,30	1,5
Sorgo - grano		1,00-1,10	0,55	1-2
- dulce		1,20	1,05	2-4
Arroz	1,05	1,20	0,90-0,60	1

Fuente: [1]

3.2.5. Cálculo de diseño de canales a cielo abierto

3.2.5.1. Generalidades

Es parte del progreso de la infraestructura de riego su revestimiento total del canal, manteniendo su sección trapezoidal, el caudal es una medida clave las dimensiones de las estas y que está relacionado a disponer el recurso de la hidrología, tipo de suelo, tipo de cultivo, circunstancias climáticas, métodos de riego, etc., es decir por medio de la correlación agua – suelo – planta. Así mismo se debe tener en cuenta los materiales que son utilizables en el mercado más cercano, precio de materiales, disponibilidad de mano de obra calificada, tecnología actual, optimización económica, socioeconomía de los usuarios, etc. Si se llega a tener en cuenta todos los factores mencionados, se obtendrá una solución técnica y económica más conveniente.

3.2.5.2. Canales de riego por su función

Los canales de regadío tienen varias funciones que adquieren las siguientes designaciones:

- Canal de primer ord en. – Igualmente denominado como canal madre o de derivación, el cual se le traza como pendiente mínima, usualmente se utiliza por un lugar ya que por el otro lado da con terrenos altos. El canal García nace del canal de primer orden Mochumí en la progresiva Km 4+894.5.
- Canal de segundo orden. – Denominado laterales, las cuales sale del canal madre y el caudal que ingresa a ellos, es distribuido hacia los sub – laterales, el área de riego que sirve un lateral se conoce como unidad de riego. En la infraestructura de riego hay 8 canales de segundo orden incluido el canal García.
- Canal de tercer orden. – Llamado sub – laterales, nace de los canales laterales, el caudal que ingresa es distribuido hacia las propiedades individuales a través de las tomas del solar, el área de riego que sirve un sub – lateral se conoce como unidad de rotación.

Por consiguiente, se puede deducir que diferentes unidades de rotación conforman una unidad de riego, y varias unidades de riego componen un sistema de riego, este último es adoptado con el nombre de canal madre o de primer orden.

3.2.5.3. Elementos básicos en el diseño de los canales

3.2.5.3.1. Trazo de canales.

Al momento de realizar un trazo de un canal o un sistema de ellos es preciso contar la siguiente información:

- Fotografías aéreas, imágenes de satélite para encontrar pueblos, caseríos, zonas agrícolas, vías de comunicación, etc.
- Planos topográficos y catastrales.
- Estudios geológicos, salinidad, suelos y otra información que se pueda combinar en la línea del canal.

Después de obtener los datos necesarios, se comenzó a trabajar en gabinete, dando un esquema preliminar, y luego reconsiderando en el lugar, haciendo los ajustes necesarios y finalmente obteniendo el esquema final.

3.2.5.4. Radios mínimos de canales

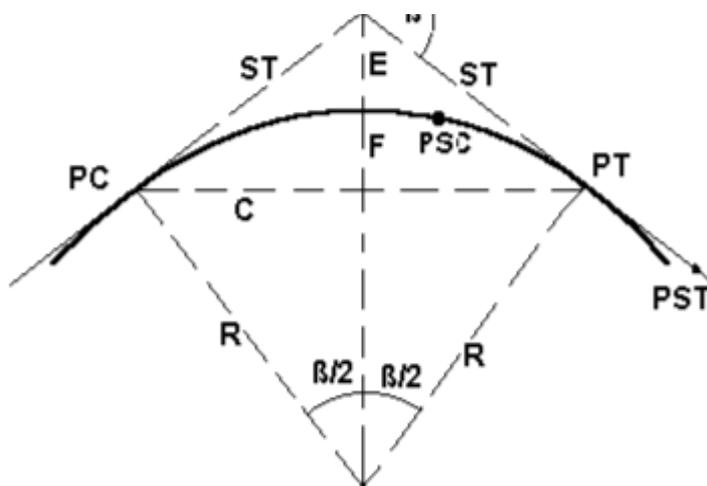
Con la elaboración de los diseños de los canales, el cambio de dirección se reemplaza por una curva cuyo radio no debe ser muy grande, y el cual se debe elegir un radio mínimo, dado que al trazar curvas con radios mayores al mínimo no significa ningún ahorro de energía, es por ello que la curva no será hidráulicamente más eficiente, pero sí será más costoso ya que se le da una mayor longitud. El caudal de diseño del canal madre es de 3m³/seg, por lo que el radio mínimo considerado en el alineamiento es de 15 m.

La siguiente tabla indica radios mínimos según fuente:

Tabla 12: Radio mínimo en canales abiertos para $Q < 20$ m³/seg.

Capacidad del canal	Radio mínimo
20 m ³ /seg	100 m
15 m ³ /seg	80 m
10 m ³ /seg	60 m
5 m ³ /seg	20 m
1 m ³ /seg	10 m
0.5 m ³ /seg	5 m

Fuente: [16]

Imagen 7: Consideraciones de canales

Elementos de curva

Tabla 13: Elementos de curva

A =	Arco, es la longitud de curva medida en cuerdas de 20 m
C =	Cuerda larga, es la cuerda que sub – tiende la curva desde PC hasta PT.
β =	Angulo de deflexión, formado en el PI.
E =	External, es la distancia de PI a la curva medida en la bisectriz.
F =	Flecha, es la longitud de la perpendicular bajada del punto medio de la curva a la cuerda larga.
G =	Grado, es el ángulo central.
LC =	Longitud de curva que une PC con PT.
PC =	Principio de una curva.
PI =	Punto de inflexión.
PT =	Punto de tangente.
PSC =	Punto sobre curva.
PST =	Punto sobre tangente.
R =	Radio de la curva.
ST =	Sub tangente, distancia del PC al PI.

Fuente: [16]

3.2.5.5. Rasante de un canal

Luego de haber identificado el trazo del canal, se procede a dibujar el perfil longitudinal de este trazo, las escalas más habituales son de 1:1000 ó 1:2000 para el lado horizontal y 1:100 ó 1:200 para el lado vertical, usualmente la relación que hay entre las escalas es de 1 a 10. El proceso de la investigación y dibujo se efectuó utilizando el software AUTOCAD CIVIL 3D 2018.

Para realizar el diseño de la rasante se debe tener en cuenta:

- El declive se debe de trabajar en base a una copia del perfil longitudinal del trazo.
- Se debe de tener en cuenta los puntos de captación cuando sea de un canal de riego y los puntos de confluencia si se trata de un dren u obra de arte.
- La pendiente de la rasante de fondo, debe ser igual al pendiente natural promedio del terreno (mejorar el movimiento de la tierra), si esta no es viable por algunos pendientes fuertes, se realizan caídas o saltos de agua.
- Para determinar el declive de fondo se prueba con el caudal determinado y otras cajas hidráulicas, observando la velocidad que se obtiene en relación con el tipo de revestimiento a proyectar o si va ser en lecho natural, también se tiene la máxima eficiencia o mínima infiltración.
- El plano final del perfil longitudinal de un canal, debe mostrar como mínimo la siguiente información: ubicación de las obras de arte, sección o secciones hidráulicas del canal, indicando su kilometraje, Tipo de suelo y cuadro con elementos geométricos e hidráulicos del diseño, kilometraje, cota de terreno, BMs, pendiente, cota rasante, indicación de las deflexiones del trazo con los elementos de curva.

3.2.6. Sección hidráulica óptima

Determinación de Máxima Eficiencia Hidráulica

Con respecto que un canal es de máxima eficiencia hidráulica para la propia área y pendiente el cual dirige la mayor cauda posible, esta situación está relacionada a un perímetro húmedo mínimo, la ecuación que identifica la sección de máxima eficiencia hidráulica es:

$$\frac{b}{y} = 2 * \operatorname{tg}\left(\frac{\theta}{2}\right)$$

Siendo θ el ángulo que forma el talud con la horizontal, $\arctan(1/z)$, b plantilla del canal y 'y' tirante o altura de agua.

Determinación de Mínima Infiltración

$$\frac{b}{y} = 4 * \operatorname{tg}\left(\frac{\theta}{2}\right)$$

Se usa cuando se quiere conseguir la mínima pérdida posible de agua por infiltración en canales de tierra, esta situación depende del tipo de suelo y del tirante del canal, la ecuación que determina la mínima infiltración es:

De todas las secciones trapezoidales, la más eficiente es aquella donde el ángulo α que forma el talud con la horizontal es 60° , además para cualquier sección de máxima eficiencia debe cumplirse: $R = y/2$

Donde:

R = Radio hidráulico

y = Tirante del canal

No siempre se puede diseñar de acuerdo a las condiciones mencionadas, al final se imponen una serie de circunstancias locales que imponen un diseño propio para cada situación.

3.2.7. Diseño de secciones hidráulicas

Se debe identificar algunos factores como lo son: el tipo de material del cuerpo del canal, coeficiente de rugosidad, velocidad máxima y mínima permitida, pendiente del canal, taludes, etc. La ecuación más utilizada es la de Manning o Strickler, y su expresión es:

$$Q = \frac{1}{n} AR^{2/3} S^{1/2}$$

Donde:

Q = Caudal (m³/s)

n = Rugosidad

A = Área (m²)

R = Radio hidráulico = Área de la sección húmeda / Perímetro húmedo

3.2.7.1. Criterios de diseño

Se cuenta con varios elementos que se considera en el proyecto de los canales, los cuales se tienen en cuenta: el caudal a conducir, factores geométricos e hidráulicos de la sección,

materiales de revestimiento, la topografía existente, la geología y geotecnia de la zona, los materiales adecuados en la zona o en el mercado más cercano, costos de materiales, disponibilidad de mano de obra, tecnología actual, optimización económica, socioeconomía de los beneficiarios, climatología, altitud, etc. Si se tiene en cuenta todos estos factores, se llegará a una solución técnica y económica más conveniente.

a) Rugosidad: Este depende del cauce y el talud, dado a las paredes laterales del mismo, vegetación, irregularidad y trazado del canal, radio hidráulico y obstrucción en el canal, normalmente cuando se realizan diseños de canales en tierra se supone que el canal está recientemente abierto, limpio y con un trazado uniforme, sin embargo, el valor de rugosidad primeramente asumido difícilmente se conservará con el tiempo, es por ello que da a entender que en la práctica constante se hará frente a un continuo cambio de la rugosidad.

En canales proyectados con revestimiento, la rugosidad es función del material usado, que puede ser de concreto, geomanta, tubería PVC ó HDP ó metálica, o si van a trabajar a presión atmosférica o presurizados.

En la siguiente tabla nos da valores de “n” estimados, estos valores pueden ser refutados con investigaciones y manuales, sin embargo, no dejan de ser una referencia para el diseño:

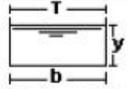
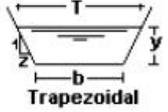
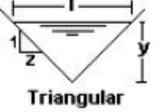
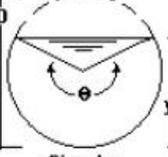
Valores de n dados por Horton para ser usados en las fórmulas de Kutter y de Manning.

Tabla 14: Valores de rugosidad

Superficie	Condiciones de las paredes			
	Perfectas	Buenas	Medianas	Malas
<i>Acueductos de tablón:</i>				
Labrado	0.010	0.012*	0.013	0.014
Sin labrar	0.011	0.013*	0.014	0.015
Con astillas	0.012	0.015*	0.016	
Canales revestidos con concreto	0.012	0.014*	0.016*	0.018
Superficie de mampostería con cemento	0.017	0.020	0.025	0.030
Superficie de mampostería en seco	0.025	0.030	0.033	0.035
Acueducto semicirculares metálicos, lisos	0.011	0.012	0.013	0.015
Acueducto semicirculares metálicos corrugados	0.0225	0.025	0.0275	0.030
<i>Canales y zanjas:</i>				
En tierra, alineados y uniformes	0.017	0.020	0.0225	0.025*
En roca, lisos y uniformes	0.025	0.030	0.033*	0.035
En roca, con salientes y sinuosos	0.035	0.040	0.045	
Sinuosos y de escurrimiento lento	0.0225	0.025*	0.0275	0.030
Degradados en tierra	0.025	0.0275*	0.030	0.033
Con lecho pedregoso y bordos de tierra enhierbados	0.025	0.030	0.035*	0.040
Plantilla de tierra, taludes ásperos	0.028	0.030*	0.033*	0.035

Fuente: [17]

Imagen 8: Relaciones geométricas de las secciones transversales más frecuentes

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	$\frac{(\theta - \text{sen}\theta)D^2}{8}$	$\frac{\theta D}{Fu}$	$(1 - \frac{\text{sen}\theta}{\theta})\frac{D}{4}$	$(\text{sen}\frac{\theta}{2})D$ ó $\frac{2\sqrt{y(D-y)}}{2}$
 Parabólica	$\frac{2}{3}Ty$	$T + \frac{8y^2}{3T}$	$\frac{2T^2y}{3T+8y^2}$	$\frac{3A}{2y}$

Fuente: [17]

Fuente: “Cálculos Hidrológicos e Hidráulicos en Cuencas Hidrográficas”, M. Villón.

Talud adecuado según el tipo de material: en cuanto a la inclinación de las paredes laterales de un canal, este depende de varios elementos, pero en sí del tipo de terreno donde están alojados, la U.S. BUREAU OF RECLAMATION recomienda un talud único de 1:1 para sus canales.

Se muestra un cuadro de taludes adecuados para distintos tipos de material: Taludes apropiados para distintos tipos de material.

Imagen 9: Valores de talud

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 fina o tierra en canales pequeños	1.5 : 1
Tierra arenosa suelta	2:1
Greda arenosa o arcilla porosa	3:1

Fuente: [18]

Tabla 15: Pendientes Laterales en canales según tipo de suelo

MATERIAL	CANALES POCO	CANALES
	PROFUNDOS	PROFUNDOS
Roca en buenas condiciones	Vertical	0.25 : 1
Arcillas compactas o conglomerados	0.5:1	1 : 1
Limos arcillosos	1 : 1	1.5:1
Limos arenosos	1.5:1	2 : 1
Arenas sueltas	2 : 1	3 : 1
Concreto	1 : 1	1.5:1

Fuente: [18]

c) Velocidades máximas y mínima permisible:

La mínima velocidad permisible es aquel que no tolera sedimentación, este valor es muy variable y no se puede definir con exactitud, cuando el agua fluye sin limo este no tiene valor importante, pero la reducida velocidad beneficia el desarrollo de las plantas, en canales de tierra. El valor de 1 m/seg es considerado como la velocidad adecuada que no permite sedimentación y además impide el desarrollo de las plantas en el canal.

La máxima velocidad permisible, es confuso y normalmente se estima empleando la experiencia de un ingeniero; la siguiente tabla nos dan valores sugeridos.

Pero las máximas velocidades en general a los canales antiguos soportan mayores velocidades que los actuales; además un canal hondo transportará el agua a mayores velocidades sin erosión, que otros menos profundos.

Para los valores de velocidad admisibles altos, la U.S. BUREAU OF RECLAMATION, indica que, para el caso de revestimiento de canales de hormigón no armado, las velocidades

no deben exceder de 2.5 – 3.0 m/seg. Para impedir la posibilidad de que el revestimiento se levante.

Cuando se tiene que proyectar las tomas laterales u obras de alivio lateral, se debe de considerar que las velocidades tienen que ser anticipadamente controladas (pozas de regulación), con el fin que no exista turbulencias que originen perturbaciones y no se pueda cumplir con el objetivo.

d) Borde libre: Está relacionado al espacio que existe entre la cota de la corona y la superficie del agua, no existe alguna regla fija que se pueda admitir universalmente para el cálculo del borde libre, esto se debe las fluctuaciones de la superficie del agua en un canal, se puede originar por causas incontrolables. La U.S. BUREAU OF RECLAMATION encomienda apreciar el borde libre con la siguiente fórmula:

Donde:

$$\text{BordeLibre} = \sqrt{CY}$$

Borde libre: en pies

C = 1.5 para caudales menores a 20 pies³ / seg., y hasta 2.5 para caudales del orden de los 3000 pies³/seg.

Y = Tirante del canal en pies

e) Criterios de espesor de revestimiento:

Actualmente no se cuenta con una regla principal para especificar los espesores del revestimiento de concreto, asimismo, la práctica recolectada en la construcción de canales en el país, se puede usar un espesor de 5 a 7.7 cm para pequeños canales y medianos, y 10 a 15 cm para canales medianos y grandes, siempre que estos se diseñen sin armadura.

En el caso particular que se quiera proyectar un revestimiento con geomembranas, se tiene que tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- En cuanto a los canales pequeños se debe emplear la geomembrana de PVC y para canales grandes geomembrana de polietileno - HDP.
- El espesor de la geomembrana, varían entre 1 a 1.5 mm

- Si el canal se encuentra ubicado en lugares donde puede ser vigilado de manera permanente, es por ello que se puede decir que no puede ser afectada la membrana.
 - Características y cuidado en las actividades de operación y mantenimiento
 - Técnicas y cuidados de instalación de la geomembrana
 - El grupo social a servir tiene que capacitado para el manejo de dicho tipo de revestimiento.

Asimismo, puede estar relacionada a la geomembrana con un revestimiento de concreto; la geomembrana actúa como elemento impermeabilizante (el concreto se deteriora con las bajas temperaturas) y el concreto como elemento de protección, sobre todo cuando se trata de obras ubicadas por encima de los 4, 000 m.s.n.m. o zonas desoladas.

3.2.8. Modelamiento

En el proceso de modelamiento del Canal de riego García se elaboró en el programa “IBER”, en donde se realizó la simulación de flujo turbulento en lámina libre en régimen no-permanente, y de procesos medioambientales en hidráulica fluvial; trabaja sobre una malla no estructurada de volúmenes finitos formada por elementos triangulares y/o cuadriláteros. El programa tiene cuatro etapas, en la primera se encuentra el reprocesamiento, aquí se ingresa la geometría y parámetros que son importantes para la corrida; la segunda se insertan los datos con los que se va a modelar, en la tercera está el de proceso que viene a ser el cálculo numérico y la cuarta que el pos procesamiento donde se visualiza los resultados obtenidos.

3.2.9. Impacto Ambiental

3.2.9.1. Generalidades

En la etapa de ejecución, operación y mantenimiento del Canal de riego García, se realizará la reproducción de grandiosos impactos ambientales que serán efectivos y nocivos en el lugar de influencia directa e indirecta, por lo cual es indispensable tener una apreciación de impacto ambiental.

Durante el proceso de la Evaluación de Impacto Ambiental, se tomó la Línea Base, en la que contiene aspectos como el clima, geología, hidrología, sismicidad, flora, fauna, entre otros.

3.2.9.2. Identificación y evaluación de los aspectos e impactos ambientales

Para evaluar los impactos ambientales se usó la Matriz de Leopold, el cual nos facilitó en conocer los impactos más perjudiciales y provechosos para el medio ambiente y para los seres humanos. Por medio de esta matriz se pudo efectuar el plan de mitigación y prevención de impactos negativos. Se ha considerado tres etapas: de construcción, operación, mantenimiento y por último la etapa de abandono.

3.3 CONSIDERACIONES ÉTICAS

Para una buena elaboración de la investigación se debe tener en cuenta diferentes series como:

- La honestidad desde el momento que se propone, se hace y se presenta los datos de una determinada indagación.
- Detalla con exactitud los aportes de los autores a las propuestas de investigación y/o sus resultados.
- Se debe de ser transparentes en los diferentes conflictos con interés.
- Proteger a los participantes que ayudan en la investigación como son en los casos que se aplican en las encuestas.
- El cumplir las compromisos que existe entre el investigador y las personas partícipes de la indagación.

A la vez, dichos autores mencionan sobre la falsificación o el plagio desde el momento en que se propone, para luego llevar a cabo la indagación, así como en la publicación de los resultados.

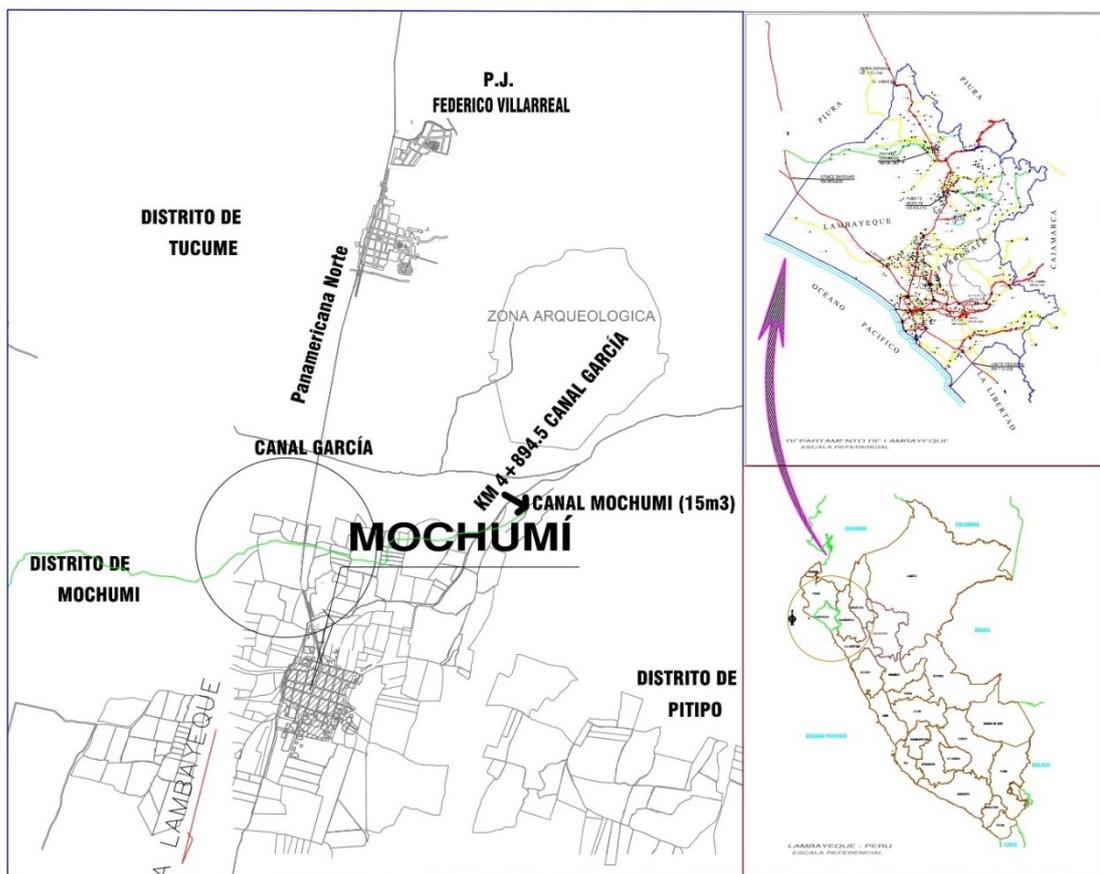
- Elaborar está relacionado a indagar datos o resultados para luego considerarlo en la tesis.
- Adulterar es alterar los materiales que se está investigando o algunos de los procesos que intervienen, así como la olvido algunos datos de forma en que los resultados de la investigación no son específicos de la indagación elaborada.
- Copiar está relacionado al derecho de apropiarse de procesos, ideas. [12]

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Estudios Topográficos

4.1.1. Ubicación

Fig 4.1 Ubicación del terreno dónde se realizó la topografía



Fuente: Elaboración propia

4.1.2. Trabajo de gabinete

Tabla 16: P I

NºPI	LONG. CURVA	RADIO	TANGENTE	EXTERNA	CUERDA	ANG.DEFLEXION	PROG.PC	PROG.PI	PROG.PT	PI - COORD. ESTE	PI - COORD. NORTE
PI-1	15.694	20	8.276	1.645	15.294	44°57'32"	0+112.429"	0+120.705	0+128.123	627105.014	9277828.443
PI-2	7.989	7	4.493	1.318	7.562	65°23'18"	0+162.503"	0+166.996	0+170.491	627093.783	9277782.942
PI-3	47.029	168	23.669	1.659	46.876	16°02'21"	0+196.130"	0+219.799	0+243.159	627040.785	9277773.948
PI-4	11.705	100	5.859	0.172	11.698	6°42'23"	0+278.570"	0+284.429	0+290.275	626982.841	9277744.628
PI-5	23.731	88	11.938	0.806	23.659	15°27'03"	0+364.371"	0+376.309	0+388.101	626896.868	9277712.403
PI-6	9.968	59	4.996	0.211	9.956	9°40'48"	0+458.637"	0+463.633	0+468.605	626809.751	9277705.499
PI-7	53.1	188	26.728	1.89	52.924	16°10'59"	0+487.437"	0+514.165	0+540.537	626761.304	9277691.051
PI-8	46.742	66	24.4	4.366	45.771	40°34'40"	0+572.505"	0+596.904	0+619.247	626678.21	9277690.439
PI-9	40.549	178	20.363	1.161	40.461	13°03'08"	0+628.167"	0+648.530	0+668.716	626637.696	9277655.221
PI-10	4.977	20	2.501	0.156	4.964	14°15'29"	0+711.932"	0+714.433	0+716.909	626579.323	9277624.251
PI-11	13.134	14	7.095	1.695	12.658	53°45'10"	0+885.519"	0+892.614	0+898.653	626403.412	9277647.241
PI-12	17.607	20	9.42	2.107	17.044	50°26'25"	0+927.154"	0+936.574	0+944.761	626368.908	9277618.565
PI-13	9.166	56	4.593	0.188	9.156	9°22'42"	0+957.192"	0+961.785	0+966.358	626343.582	9277626.173
PI-14	16.672	200	8.341	0.174	16.667	4°46'34"	1+050.569"	1+058.910	1+067.241	626247.577	9277640.948
PI-15	6.749	6	3.782	1.092	6.399	64°26'49"	1+109.581"	1+113.362	1+116.329	626193.281	9277645.194
PI-16	5.143	9	2.644	0.38	5.073	32°44'19"	1+121.378"	1+124.021	1+126.520	626187.54	9277635.26
PI-17	32.351	35	17.435	4.102	31.212	52°57'33"	1+134.584"	1+152.019	1+166.935	626162.518	9277622.379
PI-18	3.847	20	1.929	0.093	3.841	11°01'14"	1+371.420"	1+373.349	1+375.267	626124.371	9277401.931
PI-19	13.711	9	8.584	3.437	12.423	87°17'12"	1+391.412"	1+399.995	1+405.123	626116.567	9277376.441
PI-20	5.68	48	2.844	0.084	5.677	6°46'50"	1+442.524"	1+445.368	1+448.205	626069.253	9277388.51
PI-21	85.919	390	43.134	2.378	85.745	12°37'21"	1+472.156"	1+515.290	1+558.075	626004.008	9277413.673
PI-22	12.643	42	6.369	0.48	12.595	17°14'49"	1+576.901"	1+583.271	1+589.544	625936.424	9277423.735
PI-23	14.4	59	7.236	0.442	14.364	13°59'02"	1+596.340"	1+603.575	1+610.739	625918.043	9277432.587
PI-24	10.986	185	5.494	0.082	10.984	3°24'08"	1+641.150"	1+646.644	1+652.136	625875.803	9277441.359
PI-25	15.796	35	8.035	0.91	15.662	25°51'31"	1+678.303"	1+686.338	1+694.100	625837.483	9277451.722
PI-26	29.72	70	15.087	1.607	29.497	24°19'34"	1+703.163"	1+718.250	1+732.883	625813.189	9277472.834
PI-27	43.153	390	21.599	0.598	43.131	6°20'23"	1+808.469"	1+830.067	1+851.622	625706.113	9277506.523
PI-28	7.51	74	3.758	0.095	7.507	5°48'53"	1+920.177"	1+923.935	1+927.687	625615.711	9277531.535
PI-29	4.604	34	2.306	0.078	4.601	7°45'34"	1+934.732"	1+937.037	1+939.336	625602.766	9277533.606
PI-30	10.409	28	5.265	0.491	10.349	21°17'58"	1+958.082"	1+963.347	1+968.491	625577.579	9277541.234
PI-31	3.273	31	1.638	0.043	3.272	6°03'00"	1+984.210"	1+985.849	1+987.484	625555.024	9277539.478
PI-32	12.012	32	6.078	0.572	11.942	21°30'28"	2+029.885"	2+035.963	2+041.897	625504.927	9277540.876
PI-33	11.809	38	5.952	0.463	11.761	17°48'17"	2+044.926"	2+050.878	2+056.734	625491.077	9277546.786
PI-34	1.45	9	0.727	0.029	1.449	9°13'54"	2+090.839"	2+091.565	2+092.289	625451.017	9277553.967
PI-35	2.014	9	1.011	0.057	2.01	12°49'11"	2+119.192"	2+120.203	2+121.206	625424.631	9277565.108
PI-36	2.23	9	1.121	0.069	2.224	14°11'41"	2+131.808"	2+132.928	2+134.037	625412.094	9277567.335
PI-37	5.646	26	2.834	0.154	5.635	12°26'32"	2+174.973"	2+177.807	2+180.619	625371.17	9277585.783
PI-38	13.901	109	6.96	0.222	13.892	7°18'25"	2+213.789"	2+220.749	2+227.690	625329.117	9277594.587
PI-39	13.946	50	7.018	0.49	13.901	15°58'50"	2+239.632"	2+246.650	2+253.577	625304.629	9277603.081
PI-40	16.208	114	8.118	0.289	16.195	8°08'46"	2+264.306"	2+272.423	2+280.514	625278.803	9277604.503

PI-41	11.095	12	5.979	1.407	10.704	52°58'23"	2+306.293"	2+312.272	2+317.387	625239.7	9277612.314
PI-42	12.979	28	6.608	0.769	12.863	26°33'31"	2+326.988"	2+333.597	2+339.967	625223.127	9277597.56
PI-43	24.026	90	12.085	0.808	23.955	15°17'45"	2+343.447"	2+355.532	2+367.473	625201.721	9277591.777
PI-44	4.159	16	2.091	0.136	4.147	14°53'38"	2+416.659"	2+418.751	2+420.819	625147.078	9277559.701
PI-45	11.058	50	5.552	0.307	11.036	12°40'18"	2+447.954"	2+453.506	2+459.012	625113.567	9277550.395
PI-46	6.39	23	3.216	0.224	6.369	15°55'02"	2+482.517"	2+485.733	2+488.907	625085.123	9277535.149
PI-47	26.55	82	13.392	1.086	26.434	18°33'04"	2+507.964"	2+521.357	2+534.514	625050.273	9277527.567
PI-48	5.953	106	2.977	0.042	5.953	3°13'04"	2+573.098"	2+576.075	2+579.051	625003.084	9277499.408
PI-49	14.943	69	7.501	0.406	14.914	12°24'30"	2+653.819"	2+661.320	2+668.762	624932.447	9277451.685
PI-50	3.371	15	1.693	0.095	3.364	12°52'32"	2+682.610"	2+684.302	2+685.981	624916.572	9277434.985
PI-51	10.506	17	5.427	0.845	10.34	35°24'33"	2+704.823"	2+710.250	2+715.329	624894.942	9277420.628
PI-52	21.064	61	10.638	0.921	20.959	19°47'05"	2+725.889"	2+736.526	2+746.952	624885.394	9277395.774
PI-53	10.012	29	5.056	0.437	9.962	19°46'49"	2+790.798"	2+795.854	2+800.809	624845.248	9277351.939
PI-54	9.07	34	4.562	0.305	9.043	15°17'06"	2+805.188"	2+809.750	2+814.258	624838.108	9277339.9
PI-55	13.73	101	6.875	0.234	13.719	7°47'19"	2+863.467"	2+870.343	2+877.197	624794.517	9277297.735
PI-56	4.362	20	2.19	0.12	4.353	12°29'46"	2+907.063"	2+909.253	2+911.425	624770.46	9277267.126
PI-57	6.234	9	3.248	0.568	6.11	39°41'12"	2+931.457"	2+934.705	2+937.691	624754.477	9277247.857
PI-58	4.993	43	2.499	0.073	4.99	6°39'12"	2+962.726"	2+965.225	2+967.719	624726.094	9277235.942
PI-59	4.866	20	2.445	0.149	4.854	13°56'26"	2+985.330"	2+987.775	2+990.196	624706.448	9277224.861
PI-60	7.189	21	3.63	0.311	7.154	19°36'56"	3+034.974"	3+038.605	3+042.164	624657.44	9277211.284
PI-61	7.19	9	3.799	0.769	7.001	45°46'32"	3+067.515"	3+071.314	3+074.705	624630.621	9277192.435
PI-62	7.396	15	3.775	0.468	7.321	28°15'02"	3+080.892"	3+084.667	3+088.288	624628.439	9277178.848
PI-63	5.755	7	3.051	0.636	5.594	47°06'20"	3+091.757"	3+094.808	3+097.512	624622.189	9277170.667
PI-64	7.161	20	3.619	0.325	7.123	20°30'52"	3+109.058"	3+112.678	3+116.219	624604.056	9277168.915
PI-65	2.952	196	1.476	0.006	2.952	0°51'46"	3+229.908"	3+231.384	3+232.860	624489.317	9277199.649
PI-66	16.583	56	8.352	0.619	16.522	16°57'59"	3+344.292"	3+352.644	3+360.875	624372.672	9277232.784
PI-67	25.151	258	12.585	0.307	25.141	5°35'08"	3+403.659"	3+416.244	3+428.810	624308.962	9277231.551
PI-68	15.807	34	8.049	0.94	15.665	26°38'14"	3+432.104"	3+440.153	3+447.911	624285.197	9277228.762
PI-69	10.917	15	5.713	1.051	10.678	41°41'57"	3+490.750"	3+496.463	3+501.667	624231.99	9277248.069
PI-70	9.996	15	5.191	0.873	9.812	38°10'53"	3+517.739"	3+522.931	3+527.735	624206.935	9277238.07
PI-71	5.015	25	2.516	0.126	5.007	11°29'38"	3+554.973"	3+557.489	3+559.988	624173.416	9277247.951
PI-72	2.699	17	1.352	0.054	2.696	9°05'50"	3+571.219"	3+572.572	3+573.919	624158.372	9277249.25
PI-73	4.239	18	2.129	0.126	4.229	13°29'35"	3+583.764"	3+585.893	3+588.003	624145.442	9277252.48
PI-74	6.469	30	3.247	0.175	6.456	12°21'15"	3+592.721"	3+595.968	3+599.190	624135.348	9277252.575
PI-75	7.929	62	3.97	0.127	7.924	7°19'39"	3+666.332"	3+670.302	3+674.261	624062.863	9277269.163
PI-76	11.07	30	5.598	0.518	11.007	21°08'29"	3+686.999"	3+692.598	3+698.069	624041.931	9277276.872
PI-77	6.167	29	3.095	0.165	6.156	12°11'06"	3+703.166"	3+706.261	3+709.333	624028.142	9277276.65
PI-78	11.315	204	5.659	0.078	11.313	3°10'41"	3+799.488"	3+805.147	3+810.803	623931.137	9277295.965
PI-79	6.745	67	3.375	0.085	6.742	5°46'06"	3+820.253"	3+823.628	3+826.998	623913.237	9277300.574
PI-80	2.142	12	1.074	0.048	2.139	10°13'36"	3+843.185"	3+844.259	3+845.327	623892.836	9277303.685
PI-81	21.282	44	10.854	1.319	21.075	27°42'48"	3+872.342"	3+883.195	3+893.624	623855.993	9277316.298
PI-82	14.227	18	7.508	1.503	13.859	45°17'08"	3+895.860"	3+903.368	3+910.086	623835.639	9277313.141
PI-83	7.334	13	3.767	0.535	7.237	32°19'21"	3+939.377"	3+943.144	3+946.711	623803.017	9277337.254
PI-84	18.78	46	9.523	0.975	18.65	23°23'30"	3+948.071"	3+957.593	3+966.851	623797.717	9277350.912
PI-85	8.371	16	4.284	0.564	8.276	29°58'36"	4+014.670"	4+018.954	4+023.041	623754.447	9277394.791
PI-86	2.853	10	1.436	0.103	2.843	16°20'41"	4+037.591"	4+039.027	4+040.443	623734.908	9277400.182
PI-87	10.743	23	5.471	0.642	10.646	26°45'45"	4+046.253"	4+051.724	4+056.996	623724.096	9277406.878
PI-88	7.375	35	3.701	0.195	7.362	12°04'26"	4+072.459"	4+076.161	4+079.835	623699.554	9277409.027
PI-89	12.238	61	6.14	0.308	12.218	11°29'43"	4+101.511"	4+107.651	4+113.749	623669.426	9277418.284
PI-90	36.491	29	21.107	6.868	34.131	72°05'48"	4+128.875"	4+149.982	4+165.366	623632.215	9277438.552

PI-91	12.173	18	6.33	1.08	11.942	38°44'52"	4+186.122"	4+192.452	4+198.295	623597.27	9277405.365
PI-92	8.419	23	4.257	0.391	8.372	20°58'23"	4+200.054"	4+204.311	4+208.473	623584.968	9277404.337
PI-93	4.407	8	2.261	0.313	4.352	31°33'48"	4+222.788"	4+225.049	4+227.195	623566.202	9277395.287
PI-94	2.452	8	1.236	0.095	2.442	17°33'38"	4+246.113"	4+247.349	4+248.565	623543.904	9277397.559
PI-95	6.844	8	3.647	0.792	6.637	49°01'05"	4+324.798"	4+328.445	4+331.642	623464.802	9277379.692
PI-96	4.939	13	2.499	0.238	4.909	21°45'58"	4+340.791"	4+343.290	4+345.729	623452.19	9277388.346
PI-97	12.795	21	6.603	1.014	12.598	34°54'35"	4+375.384"	4+381.987	4+388.179	623414.379	9277396.86
PI-98	3.837	14	1.931	0.133	3.825	15°42'15"	4+433.328"	4+435.259	4+437.165	623364.683	9277376.559
PI-99	5.791	17	2.924	0.25	5.763	19°31'08"	4+457.516"	4+460.440	4+463.307	623339.64	9277373.698
PI-100	5.603	8	2.922	0.517	5.489	40°07'45"	4+470.509"	4+473.431	4+476.113	623327.916	9277367.971
PI-101	4.713	18	2.37	0.155	4.7	15°00'09"	4+494.625"	4+496.996	4+499.339	623304.828	9277373.768
PI-102	21.639	48	11.007	1.246	21.457	25°49'49"	4+510.578"	4+521.585	4+532.218	623280.214	9277373.378
PI-103	7.53	8	4.07	0.976	7.255	53°55'56"	4+540.134"	4+544.204	4+547.664	623259.362	9277383.067
PI-104	5.96	65	2.982	0.068	5.958	5°15'14"	4+565.341"	4+568.323	4+571.302	623237.735	9277371.074
PI-105	7.764	7	4.336	1.234	7.372	63°32'51"	4+585.647"	4+589.982	4+593.410	623219.832	9277358.877
PI-106	10.333	6	6.985	3.208	9.103	98°40'33"	4+611.095"	4+618.080	4+621.429	623194.533	9277373.065
PI-107	12.052	64	6.044	0.285	12.034	10°47'21"	4+648.363"	4+654.407	4+660.415	623180.467	9277335.659
PI-108	8.091	71	4.05	0.115	8.086	6°31'45"	4+679.092"	4+683.142	4+687.183	623165.479	9277311.101
PI-109	22.001	57	11.139	1.078	21.865	22°06'55"	4+698.359"	4+709.498	4+720.360	623149.273	9277290.304
PI-110	7.965	16	4.067	0.509	7.883	28°31'15"	4+726.236"	4+730.303	4+734.201	623143.53	9277270.019
PI-111	3.956	20	1.985	0.098	3.95	11°20'01"	4+750.139"	4+752.123	4+754.095	623148.368	9277248.569
PI-112	9.377	14	4.872	0.823	9.203	38°22'30"	4+779.884"	4+784.756	4+789.261	623161.669	9277218.756
PI-113	9.537	43	4.788	0.266	9.518	12°42'29"	4+802.436"	4+807.224	4+811.973	623156.017	9277196.631
PI-115	5.654	40	2.832	0.1	5.649	8°05'55"	4+861.971"	4+864.802	4+867.625	623147.999	9277139.658
PI-116	7.84	67	3.925	0.115	7.836	6°42'17"	4+873.914"	4+877.838	4+881.754	623147.646	9277126.617
PI-118	7.395	40	3.708	0.171	7.384	10°35'33"	5+334.724"	5+338.432	5+342.119	622741.399	9277148.351
PI-119	2.225	7	1.122	0.089	2.215	18°12'29"	5+348.103"	5+349.224	5+350.327	622730.589	9277148.636
PI-120	9.762	52	4.895	0.23	9.747	10°45'20"	5+372.003"	5+376.898	5+381.765	622704.52	9277157.978
PI-121	5.698	20	2.869	0.205	5.679	16°19'29"	5+403.654"	5+406.522	5+409.352	622675.132	9277161.344
PI-122	8.279	77	4.143	0.111	8.275	6°09'37"	5+477.414"	5+481.557	5+485.692	622601.675	9277176.436
PI-123	7.913	60	3.962	0.131	7.907	7°33'21"	5+517.382"	5+521.344	5+525.295	622563.016	9277185.584
PI-124	15.435	26	7.953	1.189	15.209	34°00'51"	5+561.352"	5+569.304	5+576.787	622516.866	9277198.678
PI-125	19.489	40	9.942	1.217	19.297	27°54'57"	5+584.232"	5+594.174	5+603.721	622492.791	9277190.774
PI-126	6.124	35	3.07	0.134	6.116	10°01'30"	5+612.299"	5+615.369	5+618.423	622471.513	9277194.426
PI-127	23.204	158	11.623	0.427	23.183	8°24'53"	5+693.649"	5+705.272	5+716.853	622381.595	9277193.981
PI-128	15.03	16	8.121	1.943	14.484	53°49'23"	5+753.743"	5+761.865	5+768.774	622325.529	9277201.991
PI-129	17.035	96	8.54	0.379	17.013	10°10'02"	5+787.762"	5+796.302	5+804.797	622300.628	9277176.481
PI-130	13.091	60	6.571	0.359	13.065	12°30'03"	5+822.906"	5+829.477	5+835.997	622273.591	9277157.178
PI-131	10.275	21	5.242	0.644	10.172	28°01'58"	5+882.086"	5+887.329	5+892.361	622222.54	9277130.057
PI-132	8.393	74	4.201	0.119	8.389	6°29'55"	5+904.509"	5+908.710	5+912.902	622200.949	9277130.028
PI-133	11.609	222	5.806	0.076	11.607	2°59'46"	5+981.141"	5+986.947	5+992.750	622123.217	9277121.069
PI-134	5.491	51	2.748	0.074	5.488	6°10'06"	6+025.562"	6+028.310	6+031.053	622082.427	9277114.191
PI-135	24.447	81	12.317	0.931	24.355	17°17'34"	6+045.317"	6+057.634	6+069.764	622053.15	9277112.45

PI-136	6.798	6	3.816	1.111	6.44	64°55'03"	6+075.163"	6+078.980	6+081.962	622033.006	9277104.841
PI-137	3.295	200	1.648	0.007	3.295	0°56'38"	6+103.451"	6+105.098	6+106.746	622030.944	9277077.967
PI-138	11.609	127	5.809	0.133	11.605	5°14'15"	6+157.344"	6+163.152	6+168.953	622025.55	9277020.164
PI-139	29.66	149	14.879	0.741	29.611	11°24'20"	6+224.326"	6+239.205	6+253.986	622011.6	9276945.393
PI-140	29.041	628	14.523	0.168	29.038	2°38'58"	6+296.109"	6+310.632	6+325.149	621984.836	9276879.064
PI-141	6.559	30	3.293	0.18	6.546	12°31'39"	6+371.398"	6+374.691	6+377.957	621963.637	9276818.609
PI-142	7.774	11	4.057	0.724	7.613	40°29'31"	6+438.069"	6+442.126	6+445.843	621937.087	9276756.696
PI-143	6.764	25	3.403	0.23	6.743	15°30'04"	6+471.584"	6+474.987	6+478.348	621907.627	9276741.382
PI-144	5.763	33	2.889	0.126	5.756	10°00'23"	6+517.198"	6+520.087	6+522.961	621863.467	9276732.023
PI-145	2.575	12	1.292	0.069	2.57	12°17'34"	6+533.698"	6+534.990	6+536.272	621848.558	9276731.514
PI-146	6.649	57	3.328	0.097	6.645	6°40'59"	6+645.112"	6+648.440	6+651.761	621736.938	9276751.867
PI-147	2.793	115	1.397	0.008	2.793	1°23'30"	6+715.348"	6+716.745	6+718.141	621668.849	9276757.291
PI-148	9.53	6	6.106	2.561	8.559	91°00'12"	6+763.132"	6+769.238	6+772.662	621616.715	9276763.432
PI-149	8.271	39	4.151	0.22	8.255	12°09'02"	6+803.932"	6+808.083	6+812.203	621612.58	9276722.112
PI-150	9.337	11	4.971	1.071	9.059	48°38'05"	6+822.377"	6+827.348	6+831.714	621606.66	9276703.746
PI-151	7.191	21	3.631	0.312	7.156	19°37'12"	6+834.153"	6+837.784	6+841.344	621596.535	9276699.344
PI-152	6.799	12	3.493	0.498	6.708	32°27'43"	6+919.490"	6+922.984	6+926.289	621534.294	9276641.059
PI-153	6.736	6	3.773	1.088	6.388	64°19'25"	6+927.995"	6+931.768	6+934.731	621525.476	9276639.4
PI-154	7.916	6	4.653	1.593	7.354	75°35'17"	6+957.081"	6+961.734	6+964.997	621517.501	9276609.675
PI-155	8.236	6	4.915	1.756	7.605	78°39'00"	6+966.188"	6+971.103	6+974.424	621506.743	9276609.789
PI-156	3.142	13	1.579	0.096	3.134	13°50'53"	7+030.923"	7+032.502	7+034.065	621493.692	9276548.162
PI-157	3.369	54	1.685	0.026	3.369	3°34'30"	7+092.930"	7+094.615	7+096.299	621466.647	9276492.229
PI-158	4.592	32	2.3	0.083	4.588	8°13'22"	7+135.118"	7+137.419	7+139.711	621445.647	9276454.93
PI-159	3.98	29	1.993	0.068	3.977	7°51'47"	7+172.341"	7+174.334	7+176.321	621432.32	9276420.495
PI-160	7.412	20	3.749	0.348	7.369	21°13'57"	7+203.852"	7+207.600	7+211.263	621416.179	9276391.4

Fuente: Elaboración propia

4.2. Estudio de mecánica de suelos

Ver Tabla 15

4.2.1. Ubicación de exploraciones

Ver Anexo N°03 -Plano de ubicación de calicatas

4.2.2. Trabajo de Laboratorio

Ver Anexo N°03 – Suelos

4.2.2.1. Cuadro de resumen de estudio de suelos

TABLA 15 Resultados de ensayos de laboratorio

Calicata Muestra	Distancia km	Coordenadas		Contenido de humedad	Límite Líquido	Límite Plástico	Peso específico relativo de sólidos	Contenido de sales solubles totales (%)	Clasificación SUCS	Clasificación AASHTO	Descripción del suelo
		Este	Norte								
C-1 M-1	0+000	627204.70	9277881.53	17.26	30.75	24.09	2.273	0.04	SM		Arena limosa
C-2 M-1	0+500	626773.30	9277694.04	20.66	28.43	16.87	2.381	0.25	SC	A-6(2)	Arena arcillosa
C-3 M-1	1+000	626304.07	9277630.36	20.81	30.75	22.37	2.500	0.30	SC	A-2-4(0)	Arena arcillosa
C-4 M-1	1+500	626016.23	9277407.75	27.37	28.79	19.15	2.632	0.15	SC	A-2-4(0)	Arena arcillosa
C-5 M-1	2+090	625455.42	9277549.10	23.35	21.13	21.39	2.247	0.40	SC	A-2-4(0)	Arena arcillosa
C-6 M-1	2+500	625069.22	9277530.65	30.32	20.96	10.91	2.326	0.12	CL	A-4(3)	Arcilla de baja de plasticidad
C-7 M-1	3+000	624687.75	9277218.06	20.70	24.69	17.91	2.439	0.04	CL-ML	A-4(9)	Arcilla limosa de baja plasticidad
C-8 M-1	3+500	624224.97	9277242.88	18.90	25.13	13.16	2.326	0.18	CL	A-6(9)	Arcilla de baja de plasticidad
C-9 M-1	4+000	623765.45	9277381.85	13.58	25.37	17.71	2.278	0.30	SC	A-4(2)	Arena arcillosa
C-10 M-1	4+500	623299.35	9277372.13	10.98	26.12	15.45	2.336	0.25	SC	A-6(3)	Arena arcillosa
C-11 M-1	5+000	623070.51	9277078.37	17.22	22.82	11.76	2.283	0.13	SC	A-6(3)	Arena arcillosa
C-12 M-1	5+500	622581.03	9277179.95	18.13	27.93	14.91	2.331	0.17	SC	A-6(1)	Arena arcillosa
C-13 M-1	6+000	622108.70	9277117.62	20.84	25.58	12.40	2.288	0.18	SC	A-6(3)	Arena arcillosa
C-14 M-1	6+500	621885.64	9276734.41	20.01	31.58	12.15	2.643	0.23	SC	A-6(3)	Arena arcillosa

Fuente: Elaboración propia

4.2.3. Perfil estratigráfico

Ver Anexo N° 03-Suelos

4.3. Análisis De Agregados De Canteras

4.3.1. Ubicación de canteras

Ver Anexo N°04 - Canteras

4.3.2. Trabajo de laboratorio

Ver Anexo N°04 – Canteras

4.4. Estudio Hidrológico

4.4.1. Generalidades

Los primordiales elementos de recursos hidrológicos que se debe de tener para satisfacer las demandas de la agricultura en el Valle Chancay-Lambayeque son los aportes del río Chancay y la derivación de los ríos Chotano y Conchano, regulados en el reservorio Tinajones.

La Cuenca de río Chancay-Lambayeque se encuentra ubicado en el Norte del Perú. Está conformado por dos partes precisas del Valle (costa) en la Región Lambayeque y la sierra

en la Región Cajamarca. Su principal afluente es el Río Chancay que pertenece a la vertiente del Pacífico, de régimen irregular, que tiene una longitud de 170 km.

Geográficamente, se encuentra entre los paralelos 6° 20' y 6° 56' de Latitud Sur, y entre el meridiano 78° 38' y 80° 00' de Longitud Oeste. Políticamente su territorio corresponde a los Departamentos de Lambayeque y Cajamarca.

La Cuenca que abastece tiene una extensión de 5, 702 km², de los cuales, 5, 309 km² pertenece a la cuenca propia y 391 km² corresponden a la cuenca del río Chotano y 2 km² a la cuenca del río Conchano. Se divide en el Sub distrito de Riego Regulado que se extiende desde la Bocatoma Raca Rumi hasta el límite con el Océano Pacífico y el Sub distrito de Riego No Regulado, desde la Bocatoma Raca Rumi hacia aguas arriba. La Cuenca limita por el Norte con las cuencas de los ríos Motupe – La Leche por el Sur con las cuencas del Jequetepeque y Zaña, por el Este con las Cuencas de los ríos Llaucano y Chotano y por el Oeste con el Océano Pacífico.

El Río Chancay tiene sus nacientes en las alturas de los cerros Coymolache y los Callejones, donde se encuentra la laguna Mishacocha, a una altitud de 3,800 msnm. Sus aguas circulan en dirección Este a Oeste, en una longitud aproximada de 170 Km., recibiendo en su trayecto aportes por ambos márgenes; así, por la margen izquierda recibe los aportes de los ríos Colorado, Tacamache, Llantén, Las Nieves, Chillal y San Lorenzo; por la margen derecha, recibe los aportes de los ríos Huamboyo, La Chilera, Cumbil, Camellón y Chiriquipe, estos dos últimos, entregan sus aguas después de la estación de aforo Raca Rumi, ubicada a 245 msnm. A la altura del Partidor La Puntilla, luego de recibir las descargas controladas del reservorio Tinajones, reparte sus aguas al río Reque al Sur, al río Lambayeque al Centro y al Canal Taymi al Norte. Las aguas del río Reque desembocan al Océano Pacífico al Norte con Ciudad Eten, mientras que las aguas que discurren por el río Lambayeque y el Canal Taymi no llegan al mar, debido a que son utilizadas para el riego hasta su agotamiento. Este canal construido en tierra en la década de los setenta con el transcurso del tiempo ha ido aumentando su cobertura de riego, viendo mermado el volumen de agua en todo el recorrido del canal, como consecuencia de la infiltración, siendo más crítico el abastecimiento de las zonas que se encuentran aguas abajo, quienes reciben de manera deficiente el caudal solicitado.

4.4.2. Oferta de agua

a) Oferta de agua superficial de río Chancay – Lambayeque incluido trasvases

Tabla 17: Oferta De Agua Superficial De Río Chancay - Lambayeque

RIO	DESCARGA	UNIDAD	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	ANUAL
CUMPLIMIENTO DE OBLIGACIONES	PROMEDIO	m ³ /s	32,058	50,667	70,380	69,531	41,011	21,467	13,021	9,265	10,546	19,785	23,964	25,347	32,254
		MMC	85,864	122,574	188,506	180,224	109,844	55,642	34,875	24,815	27,335	52,992	62,115	67,889	1012,677
	50%	m ³ /s	28,672	44,190	61,688	64,919	39,780	20,720	12,232	8,366	9,766	16,770	21,227	22,632	29,247
		MMC	76,795	106,904	165,225	168,27	106,547	53,706	32,762	22,407	25,313	44,917	55,020	60,618	918,486
	75%	m ³ /s	21,073	29,066	41,938	49,653	30,501	16,193	9,567	6,297	5,832	10,693	14,151	16,385	20,946
		MMC	56,442	70,316	112,327	128,701	81,694	41,972	25,624	16,866	15,117	28,640	36,679	43,886	658,264
	90%	m ³ /s	12,986	21,297	31,550	35,737	24,187	12,229	7,280	5,068	4,639	7,101	9,515	7,723	15,013
		MMC	34,782	51,522	84,504	92,630	64,782	31,698	19,499	13,574	12,024	19,019	24,663	20,685	469,382

Fuente: [19]

b) Oferta media de agua en el sistema Regulado Chancay – Lambayeque (Aguas Superficiales, aguas subterráneas y agua de retorno,

Tabla 18: Oferta media de agua en el sistema Regulado Chancay – Lambayeque

OFERTA HÍDRICA	DESCRIPCION	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	ANUAL
CHANCAY+TRASVASES	CAUDAL (m ³ /s)	32.049	50.465	70.689	69.111	41.145	21.58	12.988	9.308	10.581	20.167	24.42	24.893	32.283
	Volumen (M M.C)	85.840	122.085	189.333	179.136	110.203	55.935	34.787	24.931	27.426	54.015	63.297	66.673	1013.661
AGUAS DE RETORNO	CAUDAL (m ³ /s)	1.586	2.251	1.749	2.227	2.196	2.311	1.749	2.318	1.933	1.586	1.597	1.749	1.938
	Volumen (M M.C)	4.248	5.446	4.685	5.772	5.882	5.990	4.685	6.209	5.010	4.248	4.139	4.685	60.998
AGUAS SUBTERRÁNEAS	CAUDAL (m ³ /s)	2.765	2.765	2.765	2.765	2.765	2.765	2.765	2.765	2.765	2.765	2.765	2.765	2.765
	Volumen (M M.C)	7.406	6.689	7.406	7.167	7.406	7.167	7.406	7.406	7.167	7.406	7.167	7.406	87.197
TOTAL	CAUDAL (m ³ /s)	36.400	55.481	75.203	74.103	46.106	26.656	17.502	14.391	15.279	24.518	28.782	29.407	36.986
	Volumen (M M.C)	97.494	134.220	201.424	192.075	123.490	69.092	46.877	38.545	39.603	65.669	74.603	78.764	116.1856

Fuente: [19]

c) Demanda total en sistema regulado o Valle Chancay Lambayeque (MMC)

Tabla 19: Demanda total en sistema regulado Valle Chancay Lambayeque (MMC)

USO	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	TOTAL
Agrario	29.89	32.41	39.64	40.22	76.33	187.83	170.01	166.65	110.24	81.78	39.50	34.85	1009.36
Poblacional	4.00	3.79	3.95	3.88	3.92	4.14	3.70	4.19	4.10	4.19	3.90	3.97	47.72
Industrial	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	25.2
TOTAL NETO*	35.99	38.29	45.70	46.20	82.35	194.07	175.81	172.94	116.44	88.06	45.50	40.92	1082.28

Fuente: [19]

Tabla 20: Evaluación de la distribución por volúmenes

Oficina de Larja

EVALUACION DE LA DISTRIBUCION POR VOLUMENES

CAMPAÑA AGRÍCOLA: 2018-2019

MES: ERO A DICIEMBRE - 2018

SUB SECTORES	VOLÚMEN				PERD.xCONDUC.		PERD.x DISTRIB.		PERDIDA TOTAL	
	ASIGNADO	ENTREGADO	DISTRIBUIDO	FACTURADO	VOLUMEN	%	VOLUMEN	%	VOLUMEN	%
		1	2	3	1-2		2-3		1-3	
MOCHUMI	43945977.60	43651094.00	35429818.00	31979290.00	8221276.00	18.83	3450528.00	9.74	11671804.00	26.74
MORROPE	44632080.00	44716320.00	39428064.00	34855200.00	5288256.00	11.83	4572864.00	11.60	9861120.00	22.05
MUY FINCA	94499660.40	93876105.40	78639487.00	66872296.00	15236618.40	16.23	11767191.00	14.96	27003809.40	28.77
TUCUME	15724800.00	15562800.00	13324608.00	11901888.00	2238192.00	14.38	1422720.00	10.68	3660912.00	23.52
SASAPE	37160640.00	37136358.80	29735236.24	25727322.24	7401122.56	19.93	4007914.00	13.48	11409036.56	30.72
LA RAMADA	14610240.00	21874751.00	12769278.00	11819278.00	9105473.00	41.63	950000.00	7.44	10055473.00	45.97
CHONGOYAPE	88262611.20	100543058.00	87442861.00	83552263.00	13100197.00	13.03	3890598.00	4.45	16990795.00	16.90
CHICLAYO	57916080.00	57891888.00	47361201.00	42469478.00	10530687.00	18.19	4891723.00	10.33	15422410.00	26.64
LAMBAYEQUE	67765420.80	67959907.00	56355803.00	46140962.00	11604104.00	17.07	10214841.00	18.13	21818945.00	32.11
ETEN	1531440.00	701222.00	418752.00	352512.00	282470.00	40.28	66240.00	15.82	348710.00	49.73
MONSEFU	45215280.00	46329495.00	37047021.00	28922898.00	9282474.00	20.04	8124123.00	21.93	17406597.00	37.57
REQUE	9417600.00	11143004.00	7405796.00	6819994.00	3737208.00	33.54	585802.00	7.91	4323010.00	38.80
HUACA CHINA	0.00	258509.00	265392.00	241200.00	-6883.00	-2.66	24192.00	9.12	17309.00	6.70
CAPOTE	40224988.80	40328064.00	31096368.00	28814256.00	9231696.00	22.89	2282112.00	7.34	11513808.00	28.55
FERREÑAFE	142460640.00	142655558.00	115205144.00	107418003.00	27450414.00	19.24	7787141.00	6.76	35237555.00	24.70
PITIPO	33302880.00	33398005.00	26261958.00	24368256.00	7136047.00	21.37	1893702.00	7.21	9029749.00	27.04
PAMPA DE BUI	57021494.40	57021494.40	802216.63	802216.63	56219277.77	98.59	0.00	0.00	56219277.77	98.59
PUCALA	28422315.00	34311427.20	34311427.00	34311427.00	0.20	0.00	0.00	0.00	0.20	0.00
TUMAN	11000448.00	12983932.80	13176777.80	13176777.80	-192845.00	-1.49	0.00	0.00	-192845.00	-1.49
POMALCA	77744878.00	82958083.20	82958082.80	82958082.80	0.40	0.00	0.00	0.00	0.40	0.00
TOTAL	910,859,474	945,301,077	749,435,291	683,503,600	195,865,785	20.72	65,931,691	8.80	261,797,476	27.69

Fuente: [4]

4.4.3. Periodo de retorno

El tiempo de retorno para la máxima avenida para obras de canales es de 10 años el cual se obtuvo a partir de los siguientes cuadros que indican el periodo de retorno según tipo de estructura.

Tabla 21: Criterios de diseño Generalizado para estructuras de control de agua

TIPO DE ESTRUCTURA	PERIODO DE RETORNO (AÑOS)
Alcantarillas de carreteras	
Volúmenes de tráfico bajos	5-10
Volúmenes de tráfico intermedios	10-25
Volúmenes de tráfico altos	50-100
Puentes de carreteras	
Sistema secundarios	10-50
Sistema primario	50-100

Fuente: [15]

4.4.4. Precipitaciones

Tabla 22: Precipitaciones

ORDEN	AÑO	PRECIPITACIÓN (mm)
1	1987	0.01
2	1988	2.1
3	1989	3.4
4	1990	2.2
5	1991	0.9
6	1992	14.2
7	1993	6.6
8	1994	16.1
9	1995	5.7
10	1996	2
11	1997	10.5
12	1998	71.3
13	1999	20.1
14	2000	5.7
15	2001	40.8
16	2002	15.2
17	2003	14.7
18	2004	3.6
19	2005	2.4
20	2006	1
21	2007	2.4
22	2008	11.7
23	2009	5.7
24	2010	19.7
25	2011	7.1
26	2012	22.1
27	2013	8.5
28	2014	3.7
	Pmaxd	71.3

Fuente: Propia

Tabla 23: Intensidades de Precipitación

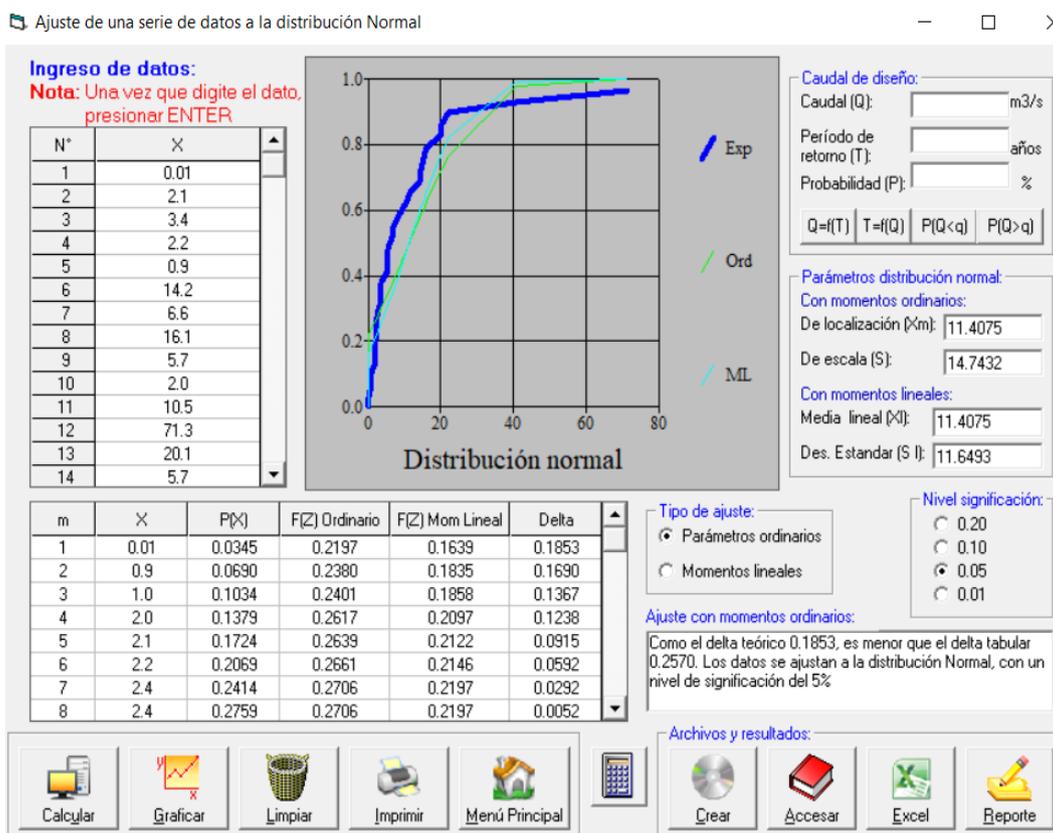
INTENSIDAD DE PRECIPITACIÓN																
Año	Precipitaciones e Intensidad		Intensidad Historica (mm/hr)													
	Pmáx. 24 hr. I24		Duración de Lluvia, en minutos													
	(mm)	(mm/hr)	5	10	15	20	25	30	60	ln(P5)	ln(P10)	ln(P15)	ln(P20)	ln(P25)	ln(P30)	ln(P60)
1988	2.10	0.088	1.48	1.05	0.86	0.74	0.66	0.61	0.43	0.40	0.05	-0.15	-0.30	-0.41	-0.50	-0.85
1989	3.40	0.142	2.40	1.70	1.39	1.20	1.08	0.98	0.69	0.88	0.53	0.33	0.18	0.07	-0.02	-0.37
1990	2.20	0.092	1.56	1.10	0.90	0.78	0.70	0.64	0.45	0.44	0.10	-0.11	-0.25	-0.36	-0.45	-0.80
1991	0.90	0.038	0.64	0.45	0.37	0.32	0.28	0.26	0.18	-0.45	-0.80	-1.00	-1.15	-1.26	-1.35	-1.69
1992	14.20	0.592	10.04	7.10	5.80	5.02	4.49	4.10	2.90	2.31	1.96	1.76	1.61	1.50	1.41	1.06
1993	6.60	0.275	4.67	3.30	2.69	2.33	2.09	1.91	1.35	1.54	1.19	0.99	0.85	0.74	0.64	0.30
1994	16.10	0.671	11.38	8.05	6.57	5.69	5.09	4.65	3.29	2.43	2.09	1.88	1.74	1.63	1.54	1.19
1995	5.70	0.238	4.03	2.85	2.33	2.02	1.80	1.65	1.16	1.39	1.05	0.84	0.70	0.59	0.50	0.15
1996	2.00	0.083	1.41	1.00	0.82	0.71	0.63	0.58	0.41	0.35	0.00	-0.20	-0.35	-0.46	-0.55	-0.90
1997	10.50	0.438	7.42	5.25	4.29	3.71	3.32	3.03	2.14	2.00	1.66	1.46	1.31	1.20	1.11	0.76
1998	71.30	2.971	50.42	35.65	29.11	25.21	22.55	20.58	14.55	3.92	3.57	3.37	3.23	3.12	3.02	2.68
1999	20.10	0.838	14.21	10.05	8.21	7.11	6.36	5.80	4.10	2.65	2.31	2.10	1.96	1.85	1.76	1.41
2000	5.70	0.238	4.03	2.85	2.33	2.02	1.80	1.65	1.16	1.39	1.05	0.84	0.70	0.59	0.50	0.15
2001	40.80	1.700	28.85	20.40	16.66	14.42	12.90	11.78	8.33	3.36	3.02	2.81	2.67	2.56	2.47	2.12
2002	15.20	0.633	10.75	7.60	6.21	5.37	4.81	4.39	3.10	2.37	2.03	1.83	1.68	1.57	1.48	1.13
2003	14.70	0.613	10.39	7.35	6.00	5.20	4.65	4.24	3.00	2.34	1.99	1.79	1.65	1.54	1.45	1.10
2004	3.60	0.150	2.55	1.80	1.47	1.27	1.14	1.04	0.73	0.93	0.59	0.39	0.24	0.13	0.04	-0.31
2005	2.40	0.100	1.70	1.20	0.98	0.85	0.76	0.69	0.49	0.53	0.18	-0.02	-0.16	-0.28	-0.37	-0.71
2006	1.00	0.042	0.71	0.50	0.41	0.35	0.32	0.29	0.20	-0.35	-0.69	-0.90	-1.04	-1.15	-1.24	-1.59
2007	2.40	0.100	1.70	1.20	0.98	0.85	0.76	0.69	0.49	0.53	0.18	-0.02	-0.16	-0.28	-0.37	-0.71
2008	11.70	0.488	8.27	5.85	4.78	4.14	3.70	3.38	2.39	2.11	1.77	1.56	1.42	1.31	1.22	0.87
2009	5.70	0.238	4.03	2.85	2.33	2.02	1.80	1.65	1.16	1.39	1.05	0.84	0.70	0.59	0.50	0.15
2010	19.70	0.821	13.93	9.85	8.04	6.97	6.23	5.69	4.02	2.63	2.29	2.08	1.94	1.83	1.74	1.39
2011	7.10	0.296	5.02	3.55	2.90	2.51	2.25	2.05	1.45	1.61	1.27	1.06	0.92	0.81	0.72	0.37
2012	22.10	0.921	15.63	11.05	9.02	7.81	6.99	6.38	4.51	2.75	2.40	2.20	2.06	1.94	1.85	1.51
2013	8.50	0.354	6.01	4.25	3.47	3.01	2.69	2.45	1.74	1.79	1.45	1.24	1.10	0.99	0.90	0.55
2014	3.70	0.154	2.62	1.85	1.51	1.31	1.17	1.07	0.76	0.96	0.62	0.41	0.27	0.16	0.07	-0.28
		0.493	8.36	5.91	4.83	4.18	3.74	3.41	2.414713	2.1240338	1.7774602	1.5747276	1.4308866	1.3193148	1.23	0.88
									Promedio	1.56	1.22	1.02	0.87	0.76	0.67	0.32
									Desv. Stand.	1.09	1.09	1.09	1.09	1.09	1.09	1.09
									n° datos	52	52	52	52	52	52	52
									α	0.850	0.850	0.850	0.850	0.850	0.850	0.850
									μ	1.074	0.727	0.524	0.381	0.269	0.178	-0.169

Fuente: Propia

4.4.4. Método estadístico

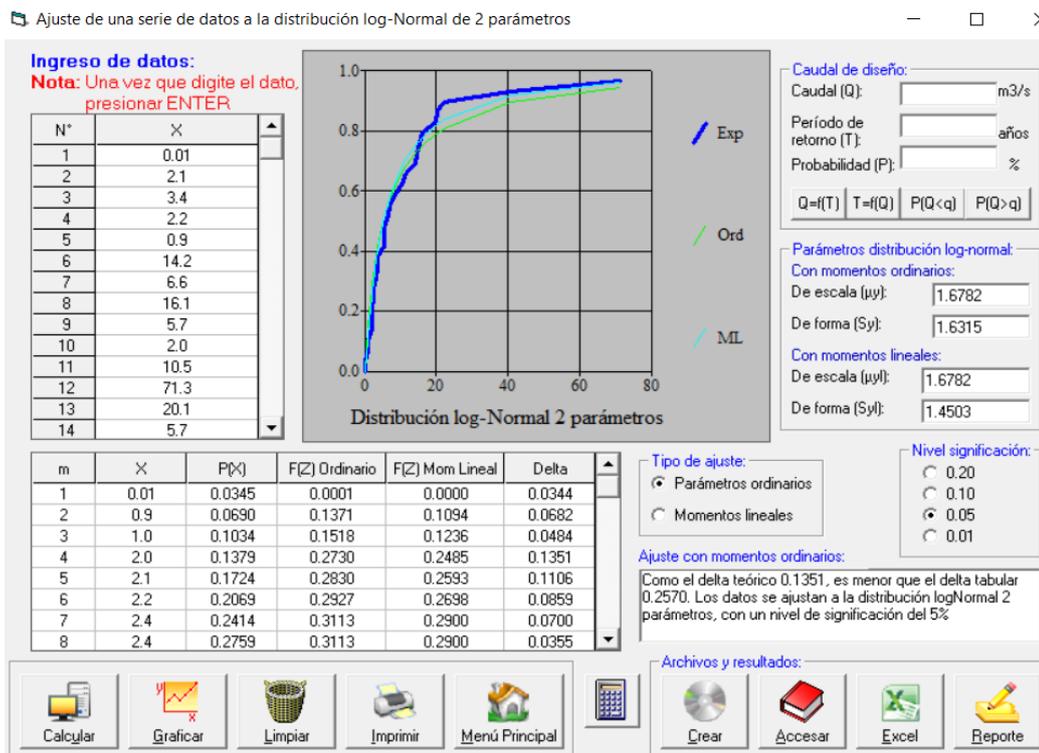
Se calculó el caudal de diseño para un periodo de retorno de 10 años, mediante los siguientes modelos de distribución: Normal, LogNormal 2Parámetros, LogNormal 3Parámetros, Gamma 2Parámetros, Gamma 3Parámetros, LogPearson Tipo III, Gumbel, LogGumbel.

Tabla 24: Distribución Normal



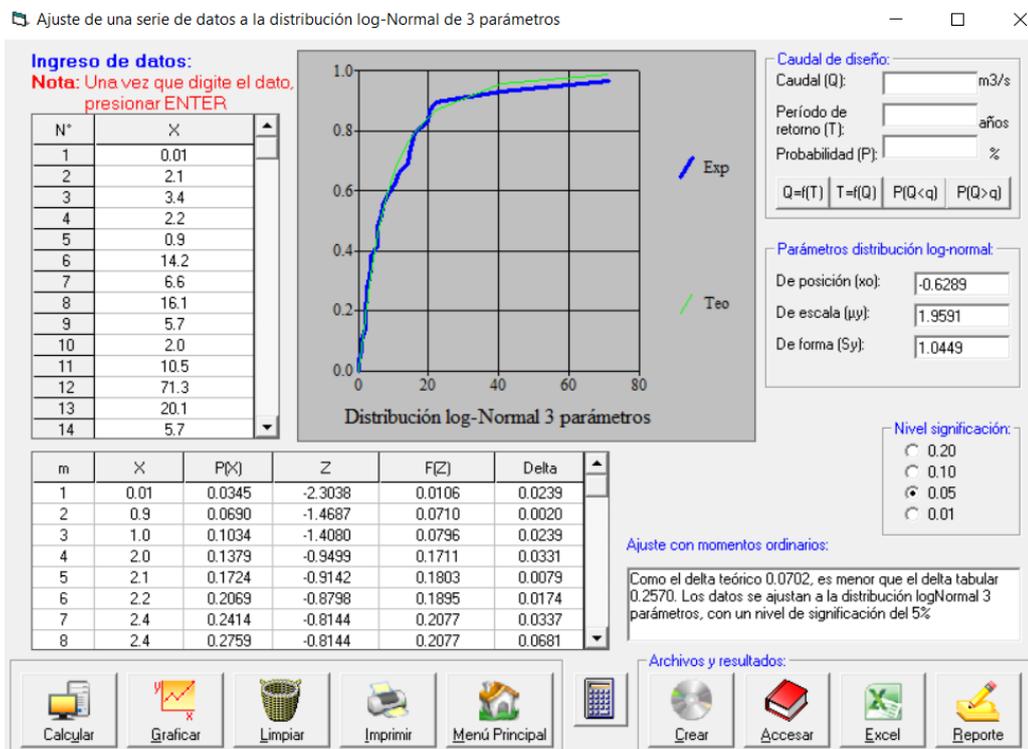
Fuente: Propia

Tabla 25: Distribución Log-Normal 2 parámetros



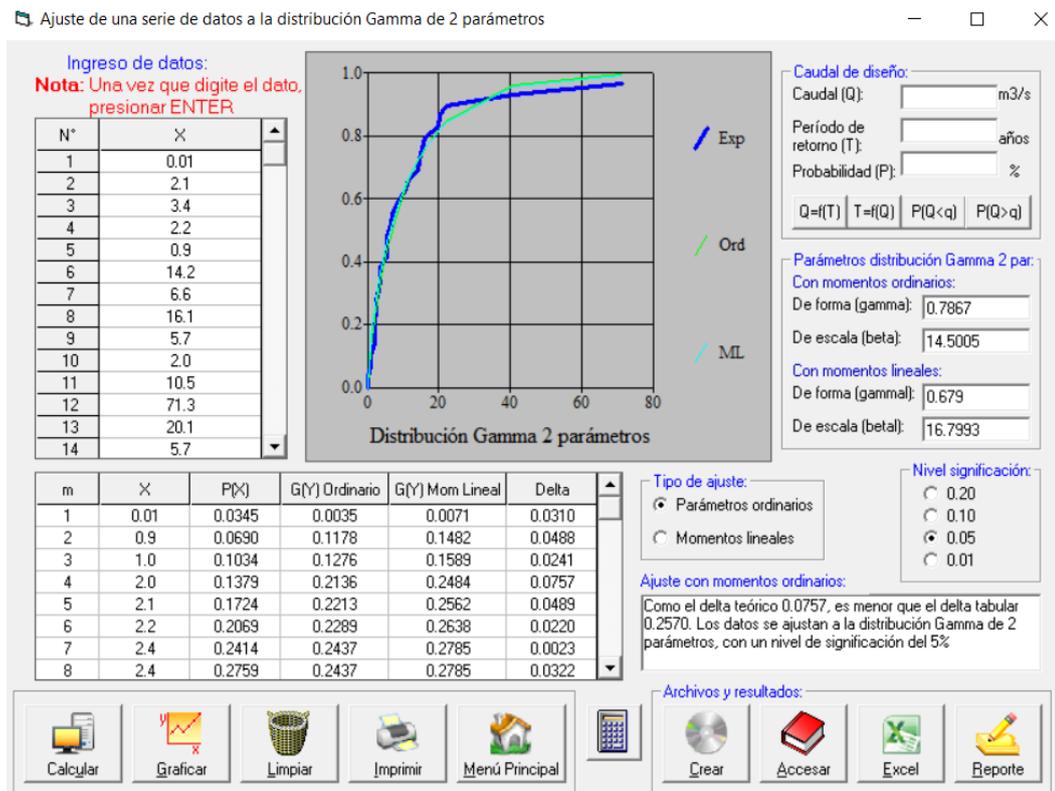
Fuente: Propia

Tabla 26: Distribución Log - Normal 3 Parámetros



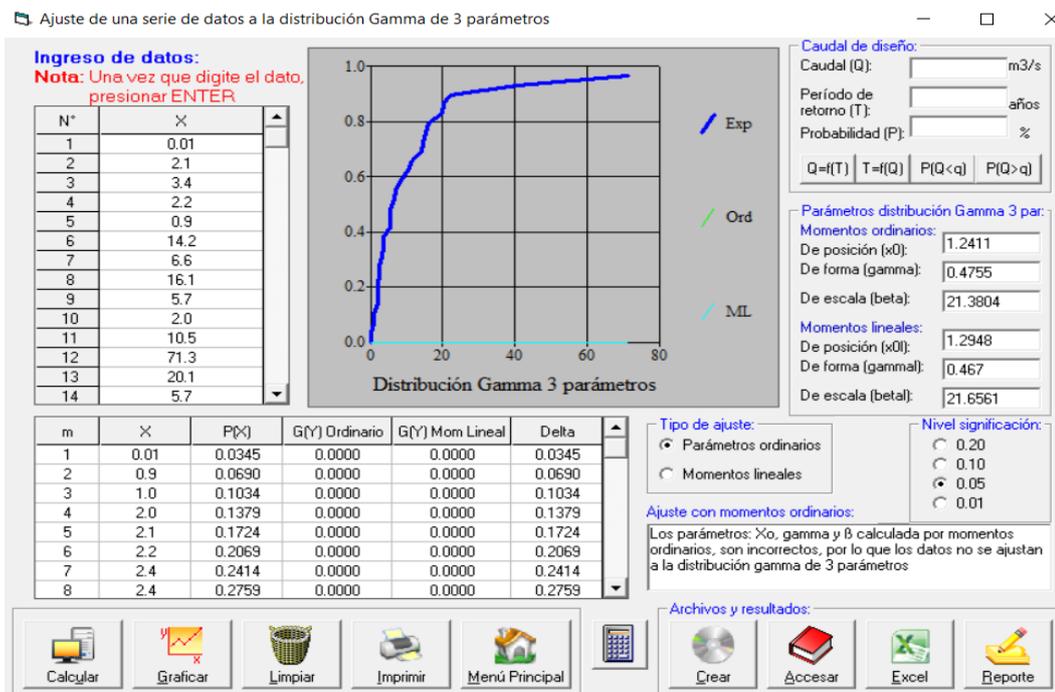
Fuente: Propia

Tabla 27: Distribución Gamma de 2 Parámetros



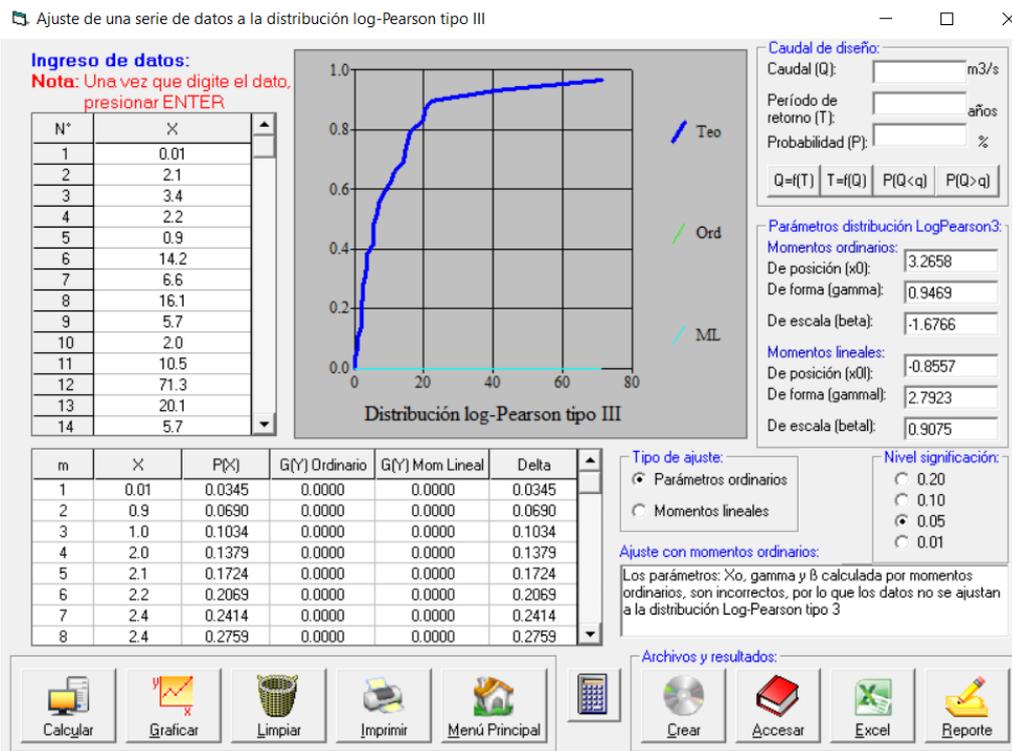
Fuente: Propia

Tabla 28: Distribución Gamma 3 Parámetros



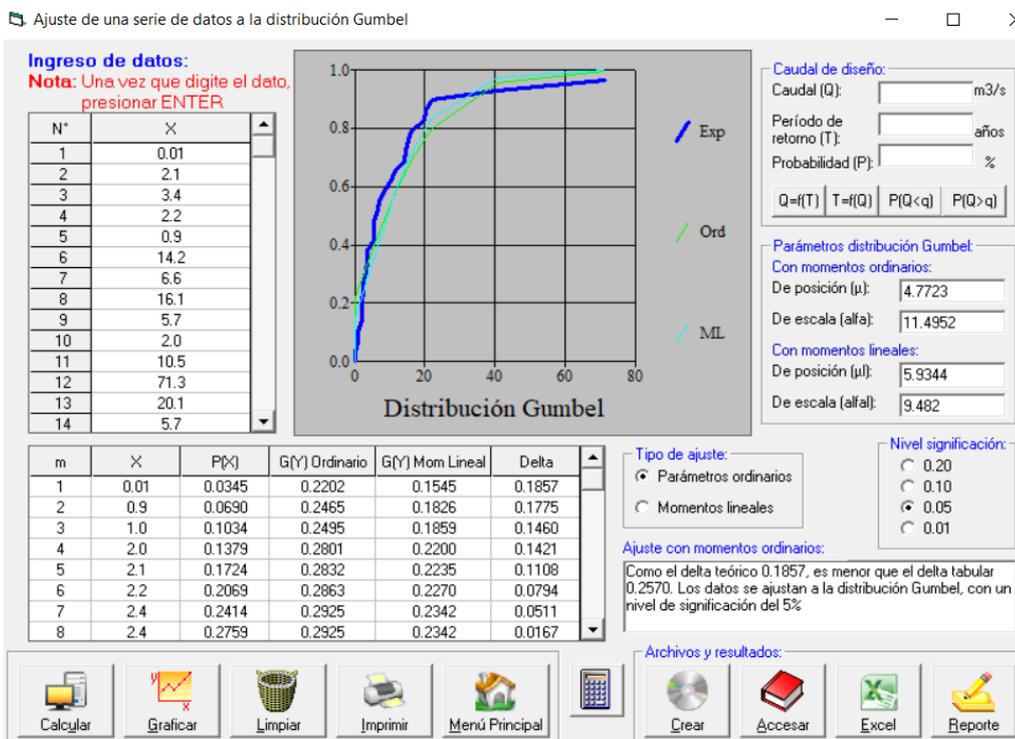
Fuente: Propia

Tabla 29: Distribución Log - Pearson Tipo III



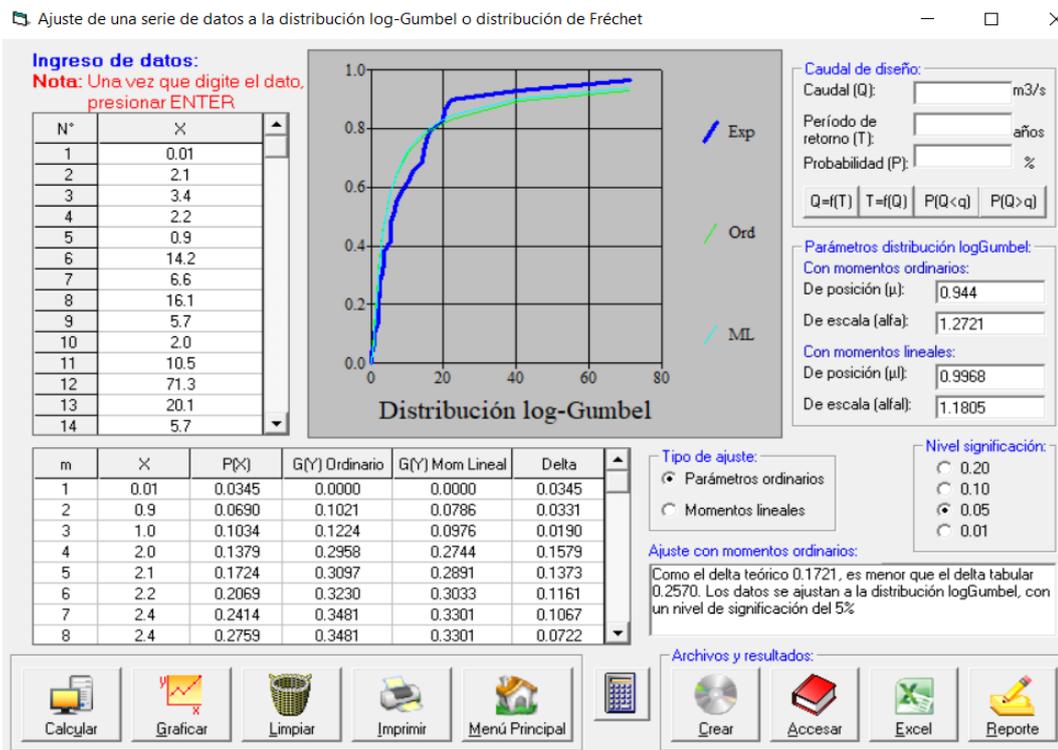
Fuente: Propia

Tabla 30: Distribución Gumbel



Fuente: Propia

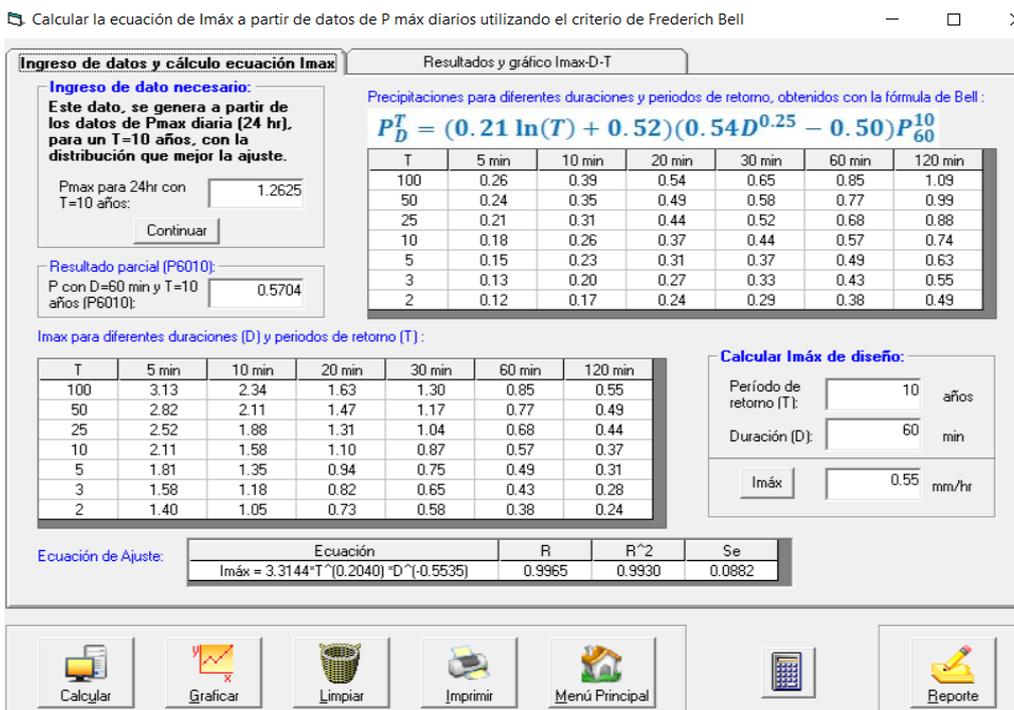
Tabla 31: Distribución Log - Gumbel O de Frech't



Fuente: Propia

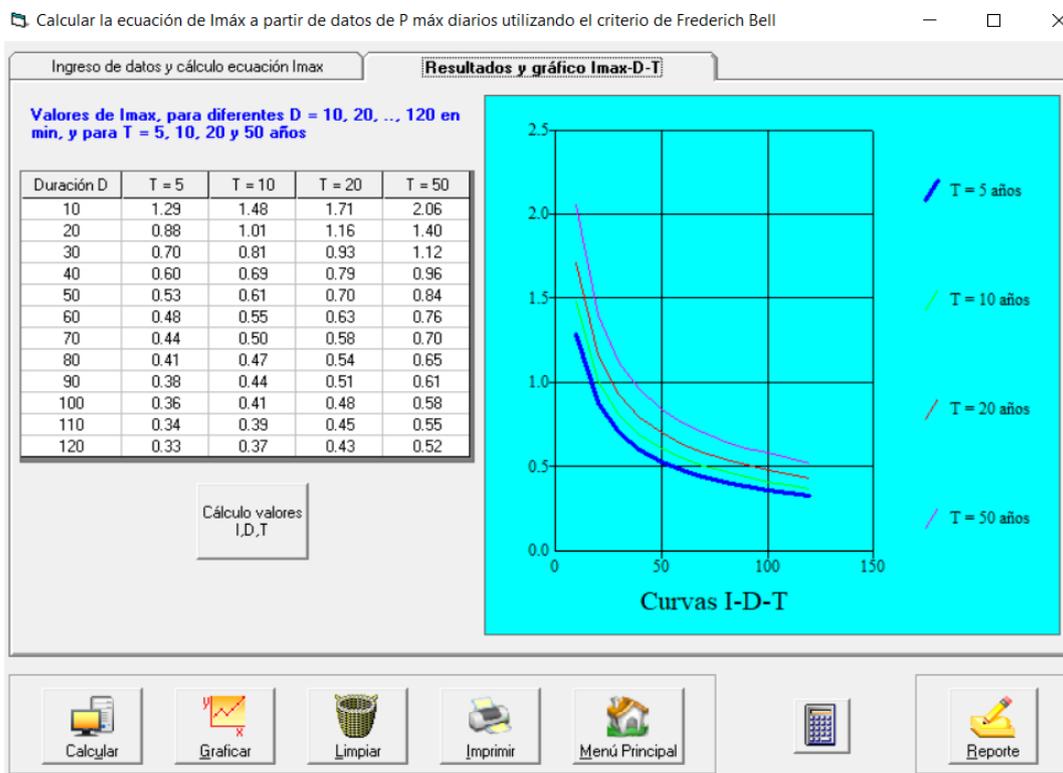
4.4.5. Cálculo de intensidades Máx(Hidroesta2)

Tabla 32: Ecuación máx a partir de Pmáx diarios utilizando el criterio de Freerich Bell



Fuente: Propia

Tabla 33: Resultados y Gráficos Imáx Bell



Fuente: Propia

Tabla 34: CAUDAL DE PRECIPITACIONES

CARACTERÍSTICAS DE LA SUB CUENCA		
DESCRIPCIÓN	UND	VALOR
De la superficie		
Área	km2	6.389
Perímetro de la cuenca	km	13.56
Cotas		
Cota máxima	msnm	2296.71
Cota mínima	msnm	1315.36
Cancroide (PSC:wgs 1984 UTM Zone 17 S)		
X centroide	m	725231.02
Y centroide	m	9268576.93
Z centroide	msnm	1864.59
Método Racional		
Estima el caudal máximo a partir de la precipitación, abarcando todas las abstracciones en un solo coeficiente c (coef. escorrentía) estimado sobre la base de las características de la cuenca. Muy usado para cuencas, A<10 Km ² . Considerar que la duración de P es igual a tc.		
La descarga máxima de diseño, según esta metodología, se obtiene a partir de la siguiente expresión:		
$Q = 0,278 \text{ CIA} \quad (28)$		
METODO RACIONAL		
$Q = 0,278 \text{ CIA}$		
I=	1.44	
A=	6.389	
C=	0.4	
Q=	1.02	m ³ /s

Fuente: Propia

4.4.5. Demanda Agrícola

Se trabajará con la data de la estación Lambayeque debido a que es la estación más cerca a la captación.

Tabla 35: Temperatura media en C° Estación Lambayeque

DETERMINACION DE INTENSIDADES PARA EL PROYECTO													
Información Meteorológica													
ESTACIÓN:	LAMBAYEQUE		LATITUD:	06° 42' 12"	REGIÓN:	LAMBAYEQUE							
CATEGORIA:	"CP"		LONGITUD:	79° 55' 16"	PROVINCIA:	LAMBAYEQUE							
PERIODO:	15 años (2001-2016)		ALTURA:	38 msnm	DISTRITO:	LAMBAYEQUE							
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROM
Temperatura Media (°C)	23.51	25.40	25.55	23.87	22.11	20.46	19.70	19.68	19.64	20.17	20.89	21.85	21.900
Temperatura Máxima (°C)	27.69	29.30	29.62	27.64	25.88	23.68	22.82	22.74	23.09	23.85	24.87	25.00	25.515
Temperatura Mínima (°C)	19.33	21.49	21.47	20.09	18.34	17.24	16.58	16.62	16.18	16.48	16.90	18.69	18.284
Humedad Relativa (%)	75.35	74.18	73.80	75.83	77.25	79.33	85.13	80.10	78.95	78.43	76.80	76.05	77.600
Evaporación (mm)	3.37	3.55	3.34	3.10	2.56	2.21	2.09	2.14	2.34	2.62	3.07	3.32	2.809
Precipitación (mm)	1.69	6.75	14.02	4.77	0.33	0.27	0.05	0.10	0.55	0.95	0.77	2.13	2.698
Horas de Sol	7.60	5.90	67.00	5.60	6.53	5.53	5.03	4.65	6.53	6.85	7.25	6.68	11.263
Velocidad del Viento (m/s)	5.48	4.13	4.23	4.63	5.18	5.00	5.03	4.73	5.98	5.70	6.10	5.80	5.166

Fuente: Estación CP Lambayeque - Lambayeque

4.4.5.1. Fórmulas para promediar la evatranspiración Potencial (Eto)

a) Fórmula Rhornhwai

Tabla 36: Formula Thornthwaite

1.1. Fórmula de Thornthwaite						
$ETp = Ct^a$						
donde:						
	Evp	Evapotranspiración potencial media mensual (cms)				
	t	Temperatura media del mes (°C)				
	C y a	Funciones del índice térmico anual				
	I	Índice Anual				
	i	Índice Mensual				
$C = 16 * \left(\frac{10}{I}\right)^a$		$a = \frac{1.6}{100} * I + 0.5$		$I = \sum_{n=1}^{12} i$		$i = \left(\frac{t}{5}\right)^{1.514}$
La Ecuación fue deducida para mes de 30 días y 12 horas de luz diaria. Por lo tanto hay que corregir los valores de i por un coeficiente de corrección, dado por Criddle en función del mes y la latitud.						
Latitud						
Sur	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
6	1.03	0.94	1.02	1	1.04	0.87
	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
	1.02	1.03	1	1.05	1.03	1.06

Fuente: Propia

Tabla 37: Valores Thornthwaite

Thornthwaite	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
t (°C)	23.51	25.4	25.55	23.87	22.11	20.46	19.7	19.68	19.64	20.17	21.85	24
i	10.42	11.71	11.82	10.66	9.49	8.44	7.97	7.96	7.94	8.26	9.33	10.75
l	62.55	62.55	62.55	62.55	62.55	62.55	62.55	62.55	62.55	62.55	62.55	62.55
a	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
C	1.0213	1.0213	1.0213	1.0213	1.0213	1.0213	1.0213	1.0213	1.0213	1.0213	1.0213	1.0213
Factor corrección	1.03	0.94	1.02	1.00	1.04	0.87	1.02	1.03	1.00	1.05	1.03	1.06
EVp (mm/mes)	120.21	123.21	134.88	119.41	110.70	82.43	91.30	92.06	89.10	97.37	107.70	127.61
EVp (m3/ha)	1202.14	1232.10	1348.82	1194.05	1106.97	824.27	913.02	920.56	891.03	973.72	1077.03	1276.06

Fuente: Propia

Tabla 38:Blaney - Criddle

Blaney - Criddle	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Tm(°C)	25.2	26.1	26	24.9	23.1	21.2	20.3	19.8	19.9	20.7	21.5	24
p (%)	8.68	7.76	8.51	8.15	8.34	8.05	8.33	8.38	8.19	8.56	8.37	8.68
EVp (mm/mes)	170.1	155.2	169.9	158.6	155.3	142.9	144.4	143.4	140.5	150.0	149.7	165.3
EVp (m3/ha)	1700.6	1552.5	1698.6	1585.5	1553.4	1429.0	1444.3	1433.7	1404.9	1499.9	1497.4	1652.7

Fuente: Propia

Tabla 39: Vásquez Bernal

Vásquez Bernal	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Dias	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
t (°C)	25.2	26.1	26	24.9	23.1	21.2	20.3	19.8	19.9	20.7	21.5	24
$\sum t$ (°C)	781.2	730.8	806	747	716.1	636	629.3	613.8	597	641.7	645	744
EVp (m3/ha)	1718.64	1607.76	1773.2	1643.4	1575.42	1399.2	1384.46	1350.36	1313.4	1411.74	1419	1636.8

Fuente: Propia

4.4.7. Estudio Hidráulico

a) Calado (Tirante) Máximo

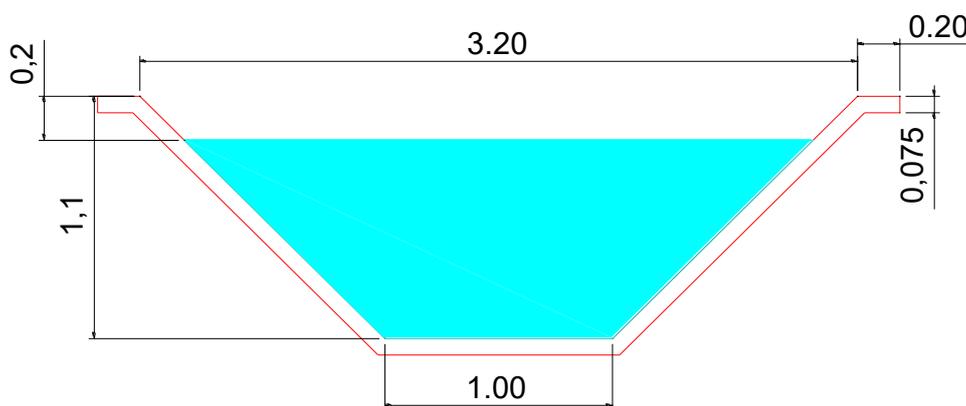
- Zona De Canal García

En la imagen consiguiente se pueden apreciar la asignación del caudal inicial de 2 m³/s en el tramo inicial a 42 msnm el cual no presenta ningún desborde ya que ya sección existente contiene su caudal sin desbordarse, la cota final de llegada es de 32 msnm en que a través de todo el trayecto hay una pendiente moderada permitiendo la libre fluencia del recurso hídrico (10 años de periodo de retorno). El tirante máximo alcanzado en todo el modelo es de 0.823 m.

b) Diseño de canal

La sección típica en cada uno de los diseños propuestos es el siguiente:

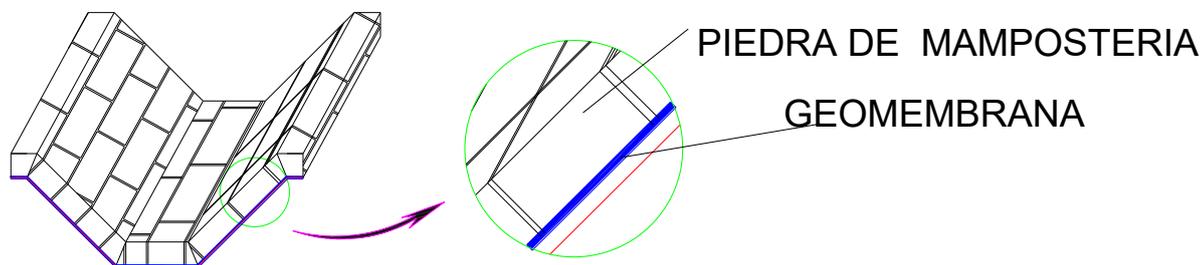
Figura 2: Sección Típica en todo El Canal García



Fuente: Propia

En el segundo diseño la disposición final se coloca la geomembrana se coloca por debajo de la mampostería

Figura 3: Sección Típica del canal de mampostería y geomembrana



Fuente: Propia

Figura 4: Parámetros del Canal García

PARAMETROS OBTENIDOS PARA EL DISEÑO DE CANAL		
$b(\text{plantilla}) =$	2.00	m
$y =$	0.90	m
$T =$	2.79	m
$A =$	1.165	m ²
$V =$	1.18	m/s
$BL =$	0.20	m
$h = BL + Y =$	1.10	m
F	0.58	m

Fuente: Propia

4.4.8. Evaluación de Impacto Ambiental

El responsable de llevar los pasivos ambientales son la junta de regantes de Mochumí en coordinación con el ingeniero residente y la municipalidad para ubicar el destino final (DME).

Identificar los impactos ambientales, por medio de la determinación de las acciones estimadas como fuente de impactos ambientales y de la identificación de los componentes o factores ambientales que serán impactados.

Cuando ya está elaborada la identificación de los factores ambientales que están afectados y las acciones del proyecto que son generadoras de impactos, se procede a evaluar los criterios

de evaluación de impactos, para efectos metodológicos se ha optado por seleccionar como método de evaluación de impactos la matriz de Leopold.

En cuanto a la etapa de ejecución, operación y mantenimiento del Nuevo Desarenador Desaguadero del Canal Taymi, se originará la generación grandes impactos ambientales tanto negativos y positivos en el área de influencia directa e indirecta, por lo cual es indispensable contar con una estimación de impacto ambiental.

Para el desarrollo de la Evaluación de Impacto Ambiental, se consideró la Línea Base, en la que incluye aspectos como el clima, geología, hidrología, sismicidad, flora, fauna, entre otros.

4.4.8.1. Estudio de Impacto Ambiental

Luego de haber elaborado la identificación de los elementos ambientales potencialmente afectados y las acciones del proyecto que son generadoras de impactos, se pasa a establecer los criterios de evaluación impactos, para efectos metodológicos se ha optado por elegir como método de evaluación de impactos la matriz de Leopold.

4.4.8.2. Plan de Participación Ciudadana

El objetivo del Plan de Participación Ciudadana será difundir los alcances del proyecto en forma sencilla y transparente, y recoger las opiniones y expectativas de la población del área de influencia del proyecto para establecer las posibles implicaciones sociales que se puedan derivar de su ejecución y como objetivo específico es la aplicación de los mecanismos obligatorios de participación ciudadana tales como los talleres participativos, buzón de observaciones y sugerencias y el acceso a la información.

Los mecanismos empleados fueron los talleres participativos y las encuestas.

4.4.8.3. Plan de Manejo Ambiental

Manejo de residuos sólidos no peligrosos y peligrosos:

Residuos No Peligrosos: Son aquellos residuos domésticos, algunos residuos de construcción y/o demolición, residuos industriales que no tienen efecto sobre la salud de las personas, animales y plantas y que en general no deterioran la calidad del ambiente.

Residuos Peligrosos: Son las características explosivas, corrosivas, inflamables, combustibles, reactivas, radiactivas, patógenas y/o tóxicas, el cual tiene un efecto en la salud de las personas, animales y plantas, además que se deteriora la calidad del medio ambiente, tales como pilas, baterías, grasas, paños absorbentes con hidrocarburos y productos químicos, trapos contaminados con hidrocarburos y productos químicos, filtros de aceite, pinturas, aerosoles, suelos contaminados, algunos residuos de construcción, entre otros.

La disposición final se tendrá en cuenta de acuerdo al material clasificado llevado por La Empresa Operadora de Residuos Sólidos.

4.4.8.4. Plan de Compensación Ambiental

Se busca mitigar los posibles impactos y procesos erosivos sobre las áreas afectadas aledañas a la rehabilitación

la construcción del canal de riego, generados por los movimientos de suelos, extracción de rocas, construcción de accesos, rellenos, taludes, etc.

a) Revegetación con pastos naturales en áreas afectadas:

Las áreas afectadas por el movimiento de suelos y de taludes de relleno que se generarán en la construcción del canal de riego, en donde se encontraran áreas descubiertas de vegetación lo cual generara erosión, sedimentación y deslizamientos al producirse las precipitaciones pluviales, por lo que se ha previsto realizar la revegetación de los mismos empleando las especies herbáceas de la zona.

4.4.9. Uso del suelo

Motivos por lo cual no debemos usar el mismo tipo de suelo:

El rango de la capacidad portante del suelo esta en 0.305 y 0.805 Kg/cm².

Los resultados del estudio de suelos se obtuvo que es un suelo arcillo limoso por lo cual se debe usar arenilla y afirmado.

Para la construcción del canal se debe de optar por aislar la estructura del canal con el tipo de suelo nativo.

Se debe de optar por usar arenilla en una capa inferior luego usar afirmado compactado en diferentes capas luego hacer la excavación y perfilado correspondiente.

Al usar el suelo arcillo limoso con el nivel freático alto corre el riesgo de asentamientos.

V. CONCLUSIONES

Mediante los resultados que se ha obtenido en el capítulo anterior, ha permitido determinar el siguiente análisis:

5.1. Topografía

El levantamiento topográfico permitió determinar las características geomorfológicas, el relieve del terreno, su ubicación y así utilizar la data del canal para su respectivo diseño.

La topografía se realizó en una zona relativamente plana la cual no tuvo inconveniente con el relieve, un factor que retrasaba el levantamiento topográfico fue la cantidad de vegetación (árboles frutales) el cual los avances diarios por cada levantamiento eran de 300 m al día en el peor de los casos.

Del estudio topográfico se concluye que el canal inicia con una altitud de 42 msnm y termina con 32 msnm el cual permite aplicar unas pendientes moderadas reduciendo las posibles sedimentaciones.

5.1. Mecánica De Suelos

Calicatas

Se realizaron 14 calicatas en todo el tramo del canal, una cada 500m como requiere la normativa.

La exploración de las calicatas nos muestra que la zona en estudio presenta como terreno natural, según clasificación SUCS, (SC, SL, SM, CL-MM).

El esfuerzo a corte oscila entre 0.351 kg/ cm² y 0.805 kg/cm², lo cual no se debe usar el mismo suelo nativo ya que no es apta para la construcción del canal de riego.

El nivel freático oscila entre los 60 cm y 1m dependiendo que tal alejado este del canal principal (Mochumí).

5.2. Hidrología

El proyecto se encuentra ubicado dentro la cuenca del Río Chancay – Lambayeque, era un canal de segundo orden regulado de 1 m³/s pero al calcular las precipitaciones correspondientes se obtuvo otro m³/s más que se puede generar y ahora el diseño final es de 2 m³/s.

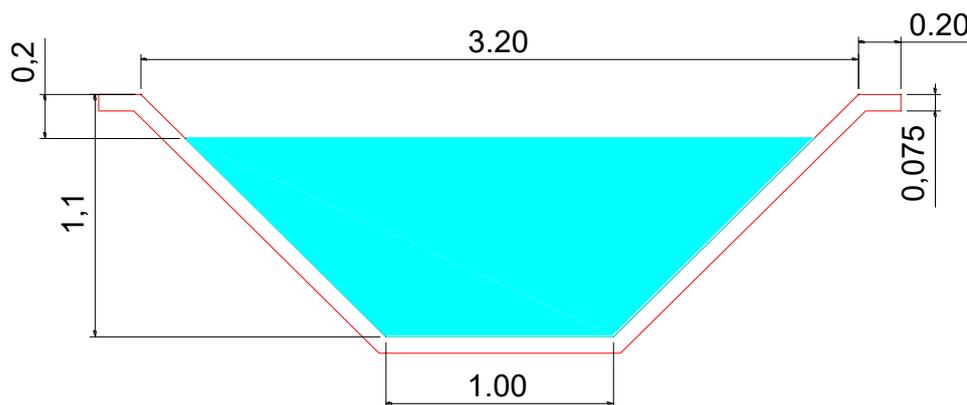
5.3. Tipo de Canal

El análisis hidráulico del canal se sustenta mediante la Máxima Eficiencia hidráulica y la mínima infiltración, lo cual es correcto si el canal no fuera a revestirse, por lo que conforme se estipulaban los parámetros de diseño, estas características iban cambiando de acuerdo a la pendiente del terreno y de la subrasante, Caudal de diseño, Ancho inicial, etc.

Es claro precisar que los criterios antes mencionados sirvieron de base para el diseño hidráulico de los canales.

El análisis estructural de los canales influyó en el espesor del revestimiento del canal, escogiéndose un espesor de 7.5 cm que no solo serviría de apoyo al caudal de diseño y los empujes que genera este, sino que también serviría para minimizar las infiltraciones y así el caudal llegue con su máxima eficiencia hidráulica.

Figura 5: Sección Típica en todo El Canal García



Fuente: Propia

5.4. Hidráulica Del Canal

Para el diseño se tuvo en cuenta que al ser una tesis comparativa de mampostería utilizando geomembrana y concreto se diseñó por cada uno de estos tipos y al considerar la condición más desfavorable se obtuvo que el de mampostería y se consideraron las medidas de este modelo para el diseño final.

Para mejor eficiencia del flujo del canal se usó un canal de sección trapezoidal ya que sus paredes se inclinan 45° , el agua que circula es de 2 m³/s, con una pendiente mayor a 1 por mil tenido así un adecuado flujo por gravedad.

Las pérdidas por distribución, infiltración y evaporación se determinan con la diferencia de caudales entregados y facturados.

5.5. Evaluación Impacto Ambiental

- El presente proyecto presenta impactos positivos a nivel agroeconómico por el mejor uso del agua, menores costos de producción y ampliación de meta de cultivo, beneficiando directamente a los agricultores – usuarios de agua de riego y cuenta con el interés de la comunidad beneficiaria y la comisión de usuarios Mochumí.
- El proyecto provee dentro de su propuesta de mitigación ambiental la restauración de canteras, ya que el contratista tratará de reducir el daño de impacto ambiental; en caso de comprar los agregados puestos en obra deberá constatar el informe de impacto ambiental de dicha cantera de donde se extraerían los agregados a utilizar.
- En la primera propuesta de diseño de concreto el revestimiento de 7.21374 Km de canal y luego de la evaluación realizada a las actividades que se desarrollaran para la construcción, operación y mantenimiento del proyecto, su conjunto determinó que este generará impactos irrecuperables por la utilización de concreto en obras de construcción.
- Dentro de la participación ciudadana se debe lograr un entendimiento y cooperación mutua entre los pobladores (usuarios) y otros grupos de interés para que las actividades del proyecto se desarrollen de manera óptima y sin complicaciones.

- El Programa de revegetación y reforestación tiene como fin de este programa de atenuar los posibles impactos y procesos erosivos sobre las áreas afectadas aledañas a la rehabilitación la construcción del canal de riego, generados por los movimientos de suelos, extracción de rocas, construcción de accesos, rellenos, taludes, etc.

5.6. Resumen comparativo entre revestimiento de geomembrana con mampostería y concreto

- La vida útil de un canal de concreto tiene un tiempo de duración de 20 años.
- La vida útil de sólo la geomembrana está por encima a los 100 años y más aún si esta por debajo de la mampostería, esto hace que la geomembrana este segura a robos de los mismos pobladores u extraños en tiempos de estiaje.
- El costo que representa el canal de geomembrana con mampostería es más elevado en casi 6 veces que el de concreto ya que se utiliza dos capas para cubrir la superficie del canal, el cual el costo de la geomembrana es elevado.
- El canal de geomembrana con mampostería se adapta a irregularidades que pueda sufrir la caja de canal al sufrir asentamientos inesperados.
- El canal con geomembrana reduce casi en un 95% las infiltraciones(consideraciones del fabricante), sin embargo el canal de concreto si sufre infiltraciones por conducción de recurso hídrico ya que el concreto se cuartea con los asentamientos.

5.7. Modelamiento

- El calado de flujo de canal se comporta de forma optima.
- No presenta rebaso de caudal dentro del canal.
- En las curvas la velocidad del caudal.
- Los resaltos hidráulicos en cada curva son moderados.

5.8. Costo beneficio.

- El diseño de concreto es rentable ya que el beneficio es mayor que el costo del proyecto, esto es posible considerando más áreas de cultivo para irrigar.
- Al producir todas las hectáreas el consumo del agua aumentaría por ende aumentarían las ganancias.
- La recuperación del costo del proyecto se recupera en 10 años.
- El diseño de mampostería usando una geomembrana también es rentable pero en más de 10 años de recuperación del costo del proyecto considerando las nuevas áreas de irrigación como en el diseño anterior, además las filtraciones se reducen al 95%.
- El presupuesto del diseño con concreto es de 4140687.63 nuevos soles mientras que el diseño de mampostería con geomembrana es de 17885706.90 nuevos soles.

VI. RECOMENDACIONES

- El esfuerzo a corte oscila entre 0.351 kg/cm² y 0.805 kg/cm² por lo cual se debe usar arenilla en la parte inferior del canal y después compactar por capas el afirmado.
- El modelamiento hidráulico mediante el programa Iber, se debe de tomar de referencia en algunos aspectos ya que los resultados obtenidos no son confiables en su totalidad ya que los software tienen error.
- Para La Junta de Usuarios de Mochumí y la población del área de influencia del proyecto deben ser partícipes en manejar los aspectos sociales de participación ciudadana relacionados con el proyecto “Diseño comparativo del canal García de segundo orden con mampostería utilizando geomembrana y concreto en el distrito de Mochumí provincia – Lambayeque 2020”
- Dentro de la participación ciudadana del impacto ambiental se debe lograr que los grupos de interés aprueben y se encuentren satisfechos con el desarrollo del proyecto.

- En caso el órgano ejecutor de este proyecto no llegue a comprar estos agregados de estas canteras la empresa responsable en abastecer agregados deberá presentar los ensayos correspondientes con un estudio de impacto ambiental para que sea responsable con el ambiente, esta empresa deberá establecer un precio puesto en obra.
- En el impacto ambiental se debe coordinar bien con la población y con el órgano responsable que es la comisión de regantes de Mochumí para que este proyecto se realice en un futuro y no tener inconvenientes cuando este sea ejecutado y la población obstaculice dicho proyecto.
- Si el canal presentaría alguna sedimentación los mismos usuarios deben reportar para se realice con la limpieza de dicho canal y tenga su diseño de vida útil.
- En la manipulación de la geomembrana se debe usar los mismos productos y personal que abastece la geomembrana para garantizar el empalme de cada pliegue de geomembrana.

VII. LISTA DE REFERENCIAS

- [1] D. N. -. FAO, «Política de desarrollo agrícola conceptos y principios,» 2014.
- [2] D. F. G. Robaina y J. Herrera Puebla, «Productividad del agua en algunos cultivos agrícolas en Cuba,» *Revistas Técnicas agropecuarias* , 2014.
- [3] Renolit, «Geomembranas para impermeabilización de canal,» *Renolit*, 2018.
- [4] J. d. U. C. Lambayeque, «Actualización del inventario de la infraestructura Hidráulica del ambito de la Comisión de Usuarios de Mochumí,» 2018.
- [5] J. Rodrigo Octavio Camara Monteiro, «Redalyc,» Universidade Federal de Snata María, 10 Octubre 2010. [En línea]. Available: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=33119160027>. [Último acceso: 2010].

- [6] L. M. Zhang, «Scientific.net,» junio 2013. [En línea]. Available: <https://www.scientific.net/AMM.329.40>. [Último acceso: 2012].
- [7] M. d. d. Pariahuanca, «Mejoramiento del canal de irrigación Ancahs III etapa en el distrito de Pariahuanca-Carhuaz - Ancash,» Ancash, 2015.
- [8] R. C. Carhuapoma, «Mejoramiento del sistema hidráulico de riego del caserío de Mossa - distrito Santa Catalina de Mossa provincia de Morropón - Piura,» Piura, 2015.
- [9] M. d. A. y. Riego, «Ministerio de Agricultura hizo entrega de 8 millones para mejorar canales de riego de región Lambayeque.,» Minagri, 2009. [En línea]. Available: <http://www.minagri.gob.pe/portal/notas-de-prensa/2009/3495-8-millones-para-mejorar-canales-de-riego-de-region-lambayeque>. [Último acceso: 2009].
- [10] R. G. Goicochea Florez, «Diseño del canal Romero- distrito de Motupe-provincia de Lambayeque-departamento de Lambayeque,» Lambayeque, 2017.
- [11] L. F. Jhesenia, «Valoración económica de uso directo del agua de riego para cultivos agrícolas del Valle Chancay-Lambayeque,» Chiclayo, 2017.
- [12] P. Avanzas, A. Bayes-Genis, L. Pérez de Isla, J. Sanchis y M. Heras, «Consideraciones éticas de la publicación de artículos científicos,» p. 3, 06 04 2011.
- [13] KAPLA, «ESTACIÓN TOTAL LEICA TC - 407,» [En línea].
- [14] CHAPINGO, Manual de conservación del suelo y del agua, México, 1977.
- [15] D. R. M. y. L. W. M. Ven Te Chow, Hidrología aplicada, McGraw- Hill Education, 1994.
- [16] ANA, «Manual de Criterios de diseño de obras Hidráulicas,» 2010.
- [17] M. Villón, Cálculos Hidrológicos e Hidráulicos en Cuencas Hidrográficas.
- [18] J. Aguirre Pe, Hidráulica de canales, Venezuela, 1974.

- [19] M. d. Agricultura, «Diagnóstico Participativo de la Gestión de los Recursos Hídricos,» Lambayeque, 2015.
- [20] MINAGRI, «Plan estratégico sectorial multianual 2012-2016,» 2016.
- [21] M. (. d. Agricultura), «Plan estratégico sectorial multianual 2012-2016,» *Ministerio de Agricultura*, p. 123, 2016.
- [22] G. R. d. Lambayeque, «COMITÉ DE COORDINACION PLAN DE CULTIVO Y RIEGO ESTABLECE PLAZO PARA TRASPLANTE DE ARROZ,» *Nota de Prensa*, 2018.
- [23] [En línea].
- [24] MINAGRI, «Lambayeque:Cosechando desarrollo en el campo Resultados 2011-2016,» *Perú progreso para todos*, 2016.
- [25] M. d. A. y. Riego, «Ministerio de Agricultura y Riego,» 07 Diciembre 2018. [En línea]. Available: <http://www.psi.gob.pe/noticia/canal-mochumi-presenta-un-60-de-avance/>. [Último acceso: Diciembre 2018].
- [26] T. (GRUPO), «TDM geosintéticos,» 2016. [En línea]. Available: <http://www.tdm.com.pe/soluciones-impermeabilizacion-canales.php>. [Último acceso: 2016].

VIII. ANEXOS: REVISAR

<https://drive.google.com/drive/folders/1RKtrM9zdBqUO1ckArvZarkVYarqiV8KN?usp=sharing>