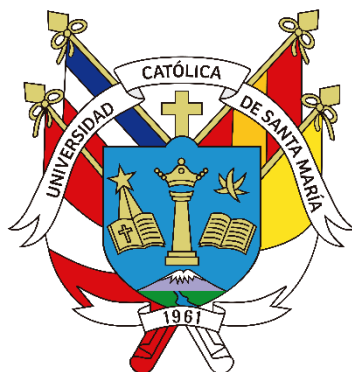


# Universidad Católica de Santa María

Facultad de Ciencias e Ingenierías Biológicas y Químicas

Escuela Profesional Ingeniería Agronómica



**“INFORME TÉCNICO SOBRE LA MEJORA EN LA CAPACIDAD DE RESPUESTA FRENTE A AVENIDAS (DEFENSAS RIBEREÑAS), EN EL ÁMBITO DE LA JUNTA DE USUARIOS VALLE DE MAJES”**

**Trabajo de Suficiencia Profesional  
presentado por el Bachiller:**

Zúñiga Alpaca, Miguel Alejandro

**Para optar el Título Profesional de:**

Ingeniero Agrónomo

**Asesor:**

Mg. Coloma Dongo, Froy

**Arequipa - Perú**

**2023**

UCSM-ERP

**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA**  
**INGENIERIA AGRONOMICA**  
**TITULACIÓN CON TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL**  
**DICTAMEN APROBACIÓN DE BORRADOR**

Arequipa, 06 de Septiembre del 2022

Dictamen: 005479-C-EPIA-2022

Visto el borrador del expediente 005479, presentado por:

2004185791 - ZUÑIGA ALPACA MIGUEL ALEJANDRO

Titulado:

**INFORME TÉCNICO SOBRE LA MEJORA EN LA CAPACIDAD DE RESPUESTA FRENTE A  
AVENIDAS (DEFENSAS RIBEREÑAS), EN EL ÁMBITO DE LA JUNTA DE USUARIOS VALLE DE  
MAJES**

Nuestro dictamen es:

**APROBADO**

1232 - STRETZ CHAVEZ HUMBERTO JOSE  
DICTAMINADOR



2728 - DIAZ VENTO INGRIND MIRNA  
DICTAMINADOR



9662 - ORCON ZAMORA VALENTIN RUBEN  
DICTAMINADOR





Dedicado a mi abuelo Grimaldo, que ya goza de la presencia de Dios y ahora es un ángel en mi vida y desde donde está me bendice y sigue guiando mis pasos como siempre.

A mi Madre, ya que sin ella no lo habría logrado. Tu bendición de todos los días durante toda mi existencia me cuida y me conduce hacia el trayecto del bien.



Agradezco a nuestro Padre Celestial, ser Divino, por entregarme la vida, por mantenerme y gozar de salud y entregarme la ocasión de estudiar y culminar mi carrera académica.

A mi Tío, el Ing. Luis Zúñiga Rosas y su Esposa; por su contribución, motivación y por ningún motivo desistir en confiar en mí.

A mis maestros, por sus instrucciones propicias, recomendaciones y asesorías que han ayudado en la ejecución y finalización de este estudio.

## RESUMEN

El objetivo principal de este informe de investigación es dar a conocer el desarrollo de mis actividades en mi ejercicio profesional como bachiller en Ingeniería Agrónoma desarrollando mis funciones dentro del ámbito de la Junta de Usuarios del Valle de Majes.

El problema principal identificado fue la pérdida de terrenos a causa de las avenidas, para el cual se planteó el diseño y ejecución de defensas ribereñas, actividad de la cual fui supervisor de la construcción de defensas ribereñas en el sector Caspani perteneciente a la Junta de Usuarios del valle de Majes. Cuyo objetivo principal fue: Reducir la vulnerabilidad de las infraestructuras de riego, mejorando el servicio de protección contra inundaciones y avenidas extremas del caudal del río en el Valle de Majes mediante la construcción de diques enrocados para el sector Caspani.

Los resultados de mi informe de suficiencia profesional son la explicación de cómo se desarrolló las actividades de construcción y los criterios que fueron empleados para lograr proteger las áreas de cultivo vulnerables a las avenidas en épocas de lluvia, con el objetivo de asegurar la productividad del valle de majes frente a este tipo de fenómenos.

En conclusión, se ha desarrollado un informe de actividades durante mi ejercicio profesional de mi carrera y logrando resultados que favorecen a mi área de desempeño como es el área agrónoma, destacando por la gestión que llevo como integrante de la Junta de Usuarios del Valle de Majes.

**Palabras clave:** Defensas ribereñas, diques enrocados, junta de usuarios.

## ABSTRACT

The main objective of this research report is to publicize the development of my activities in my professional practice as a bachelor in Agricultural Engineering, developing my functions within the scope of the Majes Valley Users' Board.

The main problem identified was the loss of land due to floods, for which the design and execution of riverside defenses was proposed, an activity for which I was supervisor of the construction of riverside defenses in the Caspani sector belonging to the Board of Users. of the Majes valley. Whose main objective was: To reduce the vulnerability of the irrigation infrastructures, improving the protection service against floods and extreme avenues of the river flow in the Majes Valley through the construction of rock-fill dikes for the Caspani sector.

The results of my professional proficiency report are the explanation of how the construction activities were developed and the criteria that were used to protect the cultivation areas vulnerable to floods in times of rain, with the aim of ensuring the productivity of the valley of majes in front of this type of phenomena.

In conclusion, a report of activities has been developed during my professional practice of my career and achieving results that favor my area of performance such as the agricultural area, standing out for the management that I carry as a member of the Majes Valley Users Board.

**Keywords:** River defenses, rock fill dikes, user board.

## ÍNDICE GENERAL

DICTAMEN APROBATORIO	
DEDICATORIA	
AGRADECIMIENTO	
RESUMEN	
ABSTRACT	
INDICE GENERAL	
INDICE DE CUADROS .....	X
INDICE DE GRAFICOS .....	XI
INTRODUCCIÓN .....	12
1. OBJETIVOS.....	13
<b>1.1. Objetivo general</b> .....	13
<b>1.2. Objetivos específicos</b> .....	13
2. ORGANIZACIÓN DE LA EMPRESA O INSTITUCIÓN.....	13
<b>2.1. Presentación de la empresa</b> .....	13
<b>2.2. Misión y Visión</b> .....	16
<b>2.3. Valores corporativos</b> .....	16
<b>2.4. Política de gestión</b> .....	17
<b>2.4.1. Política de seguridad</b> .....	17
<b>2.4.2. Política de calidad y medio ambiente</b> .....	18
<b>2.5. Organización</b> .....	20
3. ACTIVIDADES DESARROLLADAS DE LA INSTITUCIÓN .....	21
<b>3.1. Actividades principales</b> .....	21
<b>3.2. Actividades secundarias</b> .....	21
4. DESCRIPCIÓN DETALLADA DEL PROYECTO DE MEJORA FORMULADO .....	23

<b>4.1. Descripción del tema .....</b>	<b>23</b>
<b>4.2. Ubicación del proyecto.....</b>	<b>24</b>
<b>4.3. Planteamiento del problema .....</b>	<b>25</b>
<b>4.4. Justificación .....</b>	<b>27</b>
<b>4.5. Marco teórico.....</b>	<b>28</b>
<b>4.5.1 Valle De Majes .....</b>	<b>28</b>
<b>4.5.2 Rio de Majes .....</b>	<b>28</b>
<b>4.5.3 Defensas ribereñas.....</b>	<b>30</b>
<b>4.5.4 Defensas vivas o forestales.....</b>	<b>30</b>
<b>4.5.5 Defensas estructurales.....</b>	<b>31</b>
<b>4.6. Fases del proyecto de mejora.....</b>	<b>36</b>
<b>4.6.1. Estudio topográfico y de campo .....</b>	<b>36</b>
<b>4.6.2. Caracterización geológica y geotécnica .....</b>	<b>37</b>
<b>4.6.3. Estudio hidrológico del Rio Majes .....</b>	<b>41</b>
<b>4.6.4. Caudales.....</b>	<b>43</b>
<b>4.6.5. Caudal de Diseño.....</b>	<b>44</b>
<b>4.6.6. Diagnostico situacional.....</b>	<b>50</b>
<b>4.6.7. Construcción de acceso a zonas de construcción.....</b>	<b>50</b>
<b>4.6.8. Ingeniería de proyecto.....</b>	<b>50</b>
<b>4.6.9. Análisis y selección de alternativas de solución al problema ...</b>	<b>51</b>
<b>4.6.10. Calculo hidráulico y estructural .....</b>	<b>53</b>

A.	Cálculo de la Presión .....	61
B.	Cálculo de la presión: .....	63
C.	Cálculo del Factor de Seguridad al hundimiento .....	63
4.6.11.	Explotación de cantera de roca.....	63
4.6.12.	Descripción de trabajos a realizar en el rio.....	69
5.	EVALUACIÓN TÉCNICO - ECONÓMICA .....	73
5.1.	Evaluación técnica.....	73
5.2.	Evaluación económica.....	74
6.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	79
7.	REFERENCIAS .....	81
8.	ANEXOS Y PLANOS.....	83

## INDICE DE CUADROS

Tabla 1. Comisiones de Usuarios de la Junta de Usuarios Valle de Majes.....	14
Tabla 2. Acceso.....	15
Tabla 3. Maxima avenida estimada.....	51
Tabla 4. Criterio de selección de tipo de defensas ribereñas.....	74
Tabla 5. Descripción del punto de análisis.....	75
Tabla 6. Rendimiento de productos agrícolas.....	75
Tabla 7. Análisis de rentabilidad maíz amarillo.....	76
Tabla 8. Análisis de rentabilidad del arroz.....	76
Tabla 9. Análisis de rentabilidad del ajo.....	77
Tabla 10. Análisis de rentabilidad de la cebolla.....	77
Tabla 11. Resumen de la evaluación económica.....	78

## INDICE DE GRAFICOS

Ilustración 1. Logo de la organización .....	15
Ilustración 2. Organigrama. ....	20
Ilustración 3. Incremento del caudal del rio Majes.....	26
Ilustración 4. Ubicación geográfica del valle de Majes. ....	29
Ilustración 5. Defensas forestales. ....	30
Ilustración 6. Diques enrocado permanente. ....	32
Ilustración 7. Muros de concreto ciclópeo y armado. ....	32
Ilustración 8. Construcción de defensa ribereña tipo colchón. ....	33
Ilustración 9. Defensa ribereña de tipo rayado o terraplén. ....	34
Ilustración 10. Trazado del Dique.....	37
Ilustración 12. Proceso de fraccionamiento del macizo rocos.....	65
Ilustración 13. Carguío de roca en cantera. ....	67
Ilustración 14. Construcción de terraplén. ....	69
Ilustración 15. Construcción de la uña. ....	71
Ilustración 16. Colocado de roca.....	71
Ilustración 17. Revestimiento de la cara húmeda.....	72

## INTRODUCCIÓN

La Junta de Usuarios Valle de Majes es una agrupación que no busca intereses económicos, de facultad privada y con capital personal, con la modalidad de agrupación, conforme con la Carta Magna de nuestro país, Ley 29338, Reglamento de la Ley 29338 - Ley 30157, Reglamento de la Ley 30157, RJ 327 – 2018 – ANA y sus cambios R.J. 230 – 2019 – ANA y RJ N 254 – 2019 – ANA y demás dispositivos vigentes.

El sub distrito de riego Majes está situado en el dpto. y Provincia de Arequipa, de la jurisdicción de riego Camaná-Majes, abarcando parte de las provincias de Camaná, Castilla. El Sub-distrito de riego Majes comprende 7,758.35 Há bajo riego.

Dentro de las actividades principales que he realizado menciono: Operaciones de la limpieza y progreso de las infraestructuras hidráulicas. Reordenamiento de los sistemas hidráulicos, así como integrar los esquemas hidráulicos. Establecer una metodología adecuada y estrategias para el cobro del precio del agua. Mantener el registro de datos hidrométricos de los diferentes puntos de control en los canales principales de las juntas de personas. Así como determinar las pérdidas de agua por conducción

Como Ingeniero Agrónomo fui parte fundamental en la planificación, administración, ejecución de acciones para un desarrollo de los ejercicios de la entidad.

El problema más grande identificado fue la pérdida de terrenos a causa de las avenidas, para el cual se planteó el diseño y ejecución de defensas ribereñas, con criterios técnicos de diseño y construcción, selección de material de cantera y explotación, transporte del material para la construcción de diques enrocados, proceso del cual fui supervisor de la edificación de las protecciones ribereñas en el valle de Majes, en este estudio presento lo realizado en el sector Caspani.

## 1. OBJETIVOS

### 1.1. Objetivo general

- ❖ Reducir la vulnerabilidad de las infraestructuras de riego, mejorando el servicio de protección contra inundaciones y avenidas extremas del caudal del río en el Valle de Majes mediante la construcción de diques enrocados ubicados en el sector Caspani.

### 1.2. Objetivos específicos

- ❖ Lograr la protección de áreas agrícolas e infraestructura de riego en el Valle de Majes Sector Caspani, mediante la ejecución de una obra protegiendo a un total de 100.00 há, y beneficiando a 80 usuarios pertenecientes a las Comisiones de Usuarios.
- ❖ Aplicar criterios técnicos y de diseño para mejorar la ejecución de la construcción de diques enrocados, en la construcción de defensas ribereñas en el sector Caspani dentro de la Junta de usuarios del valle de majes.
- ❖ Lograr la reducción de la inseguridad frente a las avenidas, a través de la ejecución de la obra, e incrementar la protección de los sembríos y garantizar la producción agrícola.
- ❖ Conseguir el mejoramiento de la calidad de vida del usuario del valle de Majes, reduciendo los riesgos de pérdidas económicas a consecuencia de la pérdida de sembríos por inundación.

## 2. ORGANIZACIÓN DE LA EMPRESA O INSTITUCIÓN

### 2.1. Presentación de la empresa

La Junta de Usuarios Valle de Majes es una agrupación que no busca intereses económicos, de facultad privada y con capital personal, con la modalidad de agrupación, conforme con la Carta Magna de nuestro país, Ley 29338, Reglamento de la Ley 29338 - Ley 30157, Reglamento de la Ley 30157, RJ 327 – 2018 – ANA y sus cambios R.J. 230 – 2019 – ANA y RJ N 254 – 2019 – ANA y demás dispositivos vigentes.

El comité de personas del Valle de Majes, tiene su ámbito de influencia en la Subcuenca hidrográfica del río Majes, se encuentra constituida por 16 juntas de Usuarios, presentan como origen de agua principal el río Majes, comprende 7,758.35 ha bajo riego.

**Tabla 1.** Comisiones de Usuarios de la Junta de Usuarios Valle de Majes

COMISIÓN	PREDIOS	ÁREA BAJO RIEGO
ONGORO	607	1963.37 ha
ONGORO BAJO	153	190.68 ha
BERINGA	169	117.49 ha
COSOS	174	125.64 ha
APLAO	328	262.11 ha
HUANCARQUI	493	361.57 ha
LA REAL	265	191.25 ha
MONTE LOS PUROS	392	379.54 ha
QUERULPA	234	283.12 ha
TOMACA	203	378.54 ha
URACA	404	740.35 ha
SOGIATA	236	517.03 ha
SAN VICENTE	163	309.06 ha
CANTAS-PEDREGAL	244	329.34 ha
PITIS	289	252.23 ha
SARCAS TORAN	477	1357.02 ha
<b>TOTAL</b>		<b>7,758.35 ha</b>

Fuente: Elaboración propia

Las Comisiones de Usuarios que conforman la Junta de Usuarios del Valle de Majes tienen su distribución geográfica representada en los planos, mapa de ubicación, red cuenca hidrográfica Anexo 1, Anexo 2, Anexo 3 y Anexo 4, cubriendo un área total de 7,758.35 ha.

La Junta de Usuarios Valle de Majes, considera su principal prioridad la defensa de terrenos agrícolas e infraestructura de riego adyacentes al río Majes, en tal sentido las Comisiones de Usuarios conformantes concentran todos sus esfuerzos en conseguir el financiamiento para obras de Defensa Ribereña.

Geográficamente el ámbito de la Junta de Usuarios Valle de Majes, se encuentra entre los 15° 50' y 16° 24' de Latitud Sur y 72° 26' y 72° 31' de longitud Oeste. Y

cuya dirección es la siguiente: Asentamiento Humano Caspani s/n, Aplao – Castilla – Arequipa.

**Ilustración 1.** Logo de la organización



Fuente: Junta de Usuarios Valle de Majes (2013)

#### Ubicación política

- ❖ Región : Arequipa
- ❖ Departamento : Arequipa
- ❖ Provincia : Castilla
- ❖ Distritos : Aplao
- ❖ Distrito de Riego : Majes
- ❖ Junta de Usuarios : Valle de Majes

El acceso se da por vía terrestre en la siguiente tabla detallamos el acceso.

**Tabla 2.** Acceso

RUTA	DISTANCIA	TIEMPO	TIPO DE CARRETERA
Lima - Arequipa	650	16 horas	Pavimentada
Arequipa - Aplao	195	4 horas	Pavimentada

Fuente: Elaboración propia

La actividad principal de los sectores contemplados dentro de la Junta de Usuarios, es fundamentalmente la agricultura. Los terrenos de los sectores

indicados dentro del valle de Majes desarrollan mayormente los siguientes cultivos: Arroz, maíz, trigo y papa.

El rendimiento promedio de arroz es de 12,500 kg/ha, trigo de 5, 500 kg/ha, papa de 28,000 Kg/ha; así mismo, se cultivan diferentes hortalizas y productos de pan llevar.

## 2.2. Misión y Visión

### Misión

*“Velar por los intereses de los usuarios del Valle de Majes, consolidar e integrar la organización para superar desafíos en los tiempos modernos, actuando como un ente regulador, autónomo y justo, que defienda la causa de la agricultura en nuestra región”.*

### Visión

*“Ser una junta bien consolidada a nivel nacional, garantizar la productividad y afrontar los cambios del mundo actual, lograr la producción del agro eficiente y eficaz para lograr el desarrollo sostenible del Valle de majes”.*

## 2.3. Valores corporativos

Los valores que practicamos en nuestra organización Junta de Usuarios del Valle de Majes son los siguientes:

- ❖ RESPETO: Bajo el lema, “Valora cada voz”, debido a que en nuestra organización es muy frecuente las reuniones con los usuarios del valle de Majes nosotros respetamos las opiniones de todas las personas, además, apreciamos procedencias y vivencias de todo tipo, comunicándose con cada uno de ellos con honestidad.
- ❖ INTEGRIDAD: Bajo el lema, “Actúa con honor”, nuestra organización es una agrupación que no busca intereses económicos, en consecuencia, uno de los valores que practicamos es actuar con honestidad a fin de ganarse la confiabilidad de nuestros usuarios, colegas y población.

- ❖ **PASIÓN:** Bajo el lema “Da lo mejor de ti”, nosotros realizamos nuestras actividades con mucha pasión e interés por hacer las cosas bien, con criterio técnico, además ofrecemos servicios a nuestros usuarios con ímpetu, con el mérito de oír, aprender, vencer e innovar.
- ❖ **RESPONSABILIDAD:** Con el lema Lógralo, tenemos responsabilidad de nuestra labor, compromiso y acción frente a nuestros usuarios y compañeros de trabajo.

## **2.4. Política de gestión**

### **2.4.1. Política de seguridad**

Determina los lineamientos y reglas establecidas a fin de asegurar la salvaguarda de los datos y los medios de trata de la misma, además del obediencia de las metas de seguridad definidas. Las primordiales metas establecidas son las que se señalan en seguida:

- ❖ Tener en cuenta la protección como un recurso primordial hacia el logro de las metas estratégicas de la empresa.
- ❖ Realizar expreso la responsabilidad de la administración con respecto a la protección de los datos, en conformidad con la táctica de comercio, a través de la contribución a la junta de dirección dándole de los recursos y derechos necesarios hacia la ejecución de sus acciones.
- ❖ Establecer, ejecutar e instituir los manejos de carácter técnico y organizativo que resulte necesario a fin de asegurar el secreto, la honestidad, y la disposición de los datos gestionados.
- ❖ Asegurar el acatamiento de la ley actual en asunto de seguridad de informaciones de modo individual, de autoría propia y colectiva de los datos, del mismo modo que cada uno de aquellas exigencias oficiales, reglamentarias y de forma contractual que impliquen ser aplicadas.
- ❖ Formar una cultura de protección ya sea de modo interno, con respecto a cada uno de los trabajadores, como de forma externa, en conformidad con las empresas que nos brindan servicios.

- ❖ Tener en cuenta la protección de los datos como un procedimiento de mejoría progresiva, que logre obtener grados de protección cada vez en mayor progreso.

Esta normativa es el contexto referencial de protección de las estructuras de informaciones. A fin de asegurar el logro de las metas de protección determinados, se han ejecutado leyes y procesos de protección, en lo que se especifican los parámetros técnicos, organizativos y de dirección necesarios a fin de asegurar el obedecimiento de las direcciones determinadas en esta normativa.

#### **2.4.2. Política de calidad y medio ambiente**

Los valores corporativos de suponen la persecución de objetivos para la búsqueda de la excelencia en todos los ámbitos de la organización, por lo que adquirir un SGC, medioambiental y de seguridad de la información, es una consecuencia natural para nuestra organización.

La Dirección está comprometida con las calidades y las protecciones medioambientales, en conformidad con la táctica de mercadeo, a través de su contribución a la junta de dirección dándole de los recursos y potestades requeridas hacia la ejecución de sus actividades.

La presente Política tiene por objeto difundir el estándar de Calidad y de desempeño ambiental, establecido por la Dirección en la prestación de servicios.

Los principios de la política del comité de personas Valle de Majes son los siguientes:

- ❖ Asegurar que todos los servicios son gestionados de forma eficaz y eficiente garantizando la complacencia del usuario, el acatamiento de los requerimientos legales y no legales, y el logro de las metas de medio ambiente y de calidad marcados.
- ❖ Garantizar un servicio ininterrumpido mediante el estudio y dirección de los peligros y aspectos ambientales encontrados.
- ❖ Velar por la calidad, la seguridad medioambiental, la utilización sustentable de medios, la prevención de la contaminación y la mejora continua.

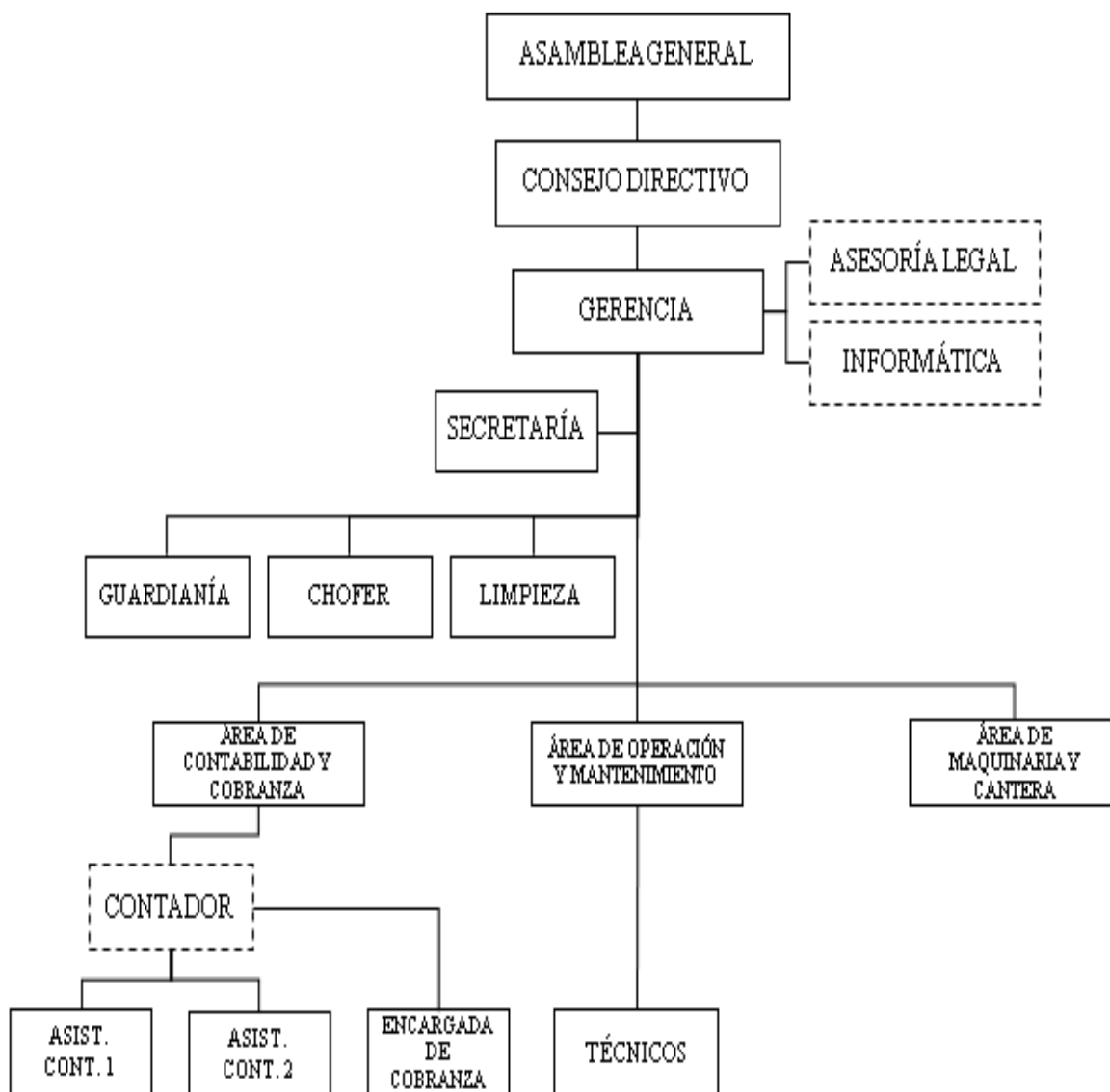
- ❖ Generar una “cultura ambiental y de calidad” ya sea de modo interno, con respecto a todos los trabajadores, como externo, con respecto con las empresas que nos brindan servicios.
- ❖ Fomentar la profesionalidad y especialización del personal potenciando su formación, concienciación y actualización continua de sus conocimientos.
- ❖ Establecer, precisar e instaurar los procedimientos, monitoreos de carácter técnico y organizativo que resulte necesario a fin de asegurar el cumplimiento de esta política.



## 2.5. Organización

Ilustración 2. Organigrama.

### ORGANIGRAMA JUNTA DE USUARIOS VALLE DE MAJES



Fuente: Junta de Usuarios Valle de Majes.

### 3. ACTIVIDADES DESARROLLADAS DE LA INSTITUCIÓN

El Ingeniero Agrónomo es parte fundamental en la planificación, administración, ejecución de acciones para el desarrollo de las actividades en la entidad Junta de Usuarios Valle de Majes, debido a mi formación, criterio técnico, afinidad a la agricultura causa por la cual entrego dedicación en el logro de los objetivos a escala industrial del Valle de Majes.

#### 3.1. Actividades principales

Dentro de las actividades principales se mencionan:

- Supervisión y apoyo en la construcción de defensas ribereñas de tipo diques enrocados para proteger el margen agrícola y proteger los cultivos y áreas de riego.
- Aprovechamiento de canteras de roca para la edificación de defensas ribereñas.
- Operación, Mantenimiento y Desarrollo de la infraestructura hidráulica.

#### 3.2. Actividades secundarias

Todas las actividades que se desarrollan están en base según la Ley N° 30157 - Ley de las Organizaciones de Usuarios de Agua, cuya fuente esta mencionada en los textos citados de la Autoridad Nacional del Agua (ANA) aprobado el 08 de enero del 2015.

- Reordenamiento de los sistemas de riego, así como integrar los esquemas hidráulicos. (ANA, 2015)
- Establecer una metodología adecuada y estrategias para el cobro del importe de agua. Mantener el registro de datos hidrométricos de los diferentes puntos de control en los canales principales de las comisiones de usuarios. Así como determinar las pérdidas de agua por conducción. (ANA, 2015)
- Manejar y conservar las infraestructuras hidráulicas a su disposición, impulsando su ejecución. (ANA, 2015)
- Repartir el agua en el área hidráulica a su responsabilidad, con respecto a la disposición de los medios de carácter hidráulico y a los sistemas de repartición admitidos. En la repartición de agua, las juntas de usuarios están forzadas a asistir primeramente a las personas tituladas de concesiones de

agua y con lo que excede a las personas tituladas de permisos de uso de agua otorgado. (ANA, 2015)

- Cobrar las tarifas de agua y administrar estos recursos públicos. (ANA, 2015)
- Recaudar la retribución económica y transferir estos recursos públicos de forma oportuna a la Autoridad Nacional del Agua. (ANA, 2015)
- Vigilar el acatamiento de las responsabilidades de los consumidores de agua del área hidráulica. (ANA, 2015)
- Realizar y plantear su plan de aprovechamiento de disponibilidades hídricas, incorporando el plan de cultivación e irrigación de su correspondiente área hidráulica. (ANA, 2015)
- Ofrecer la prestación de abastecimiento de agua eficientemente y asistir las reclamaciones de los consumidores de agua del área hidráulica en el rango de los periodos pronosticados. (ANA, 2015)
- Ser participe en los Consejos de Recursos Hídricos de Cuenca, personificando las prioridades de los consumidores de agua del área hidráulica a su disposición. (ANA, 2015)
- Impulsar y desarrollar planes y actividades de concientización, instrucción, propagación y auxilio técnico a beneficio de los consumidores de agua. (ANA, 2015)
- Realizar investigaciones de pre inversión, documentos de modo técnico o investigaciones definitivas. Las investigaciones de pre inversión estarán sujetos a las pautas metodológicas del SNIP, entregándose de forma posterior al organismo público que corresponde. (ANA, 2015)
- Impulsar la aplicación de equipamientos y procesos que promuevan la eficacia en la utilización sustentable de los medios hidráulicos, del mismo modo la preservación de recursos de la naturaleza y los mantenimientos adecuados y oportunos de las infraestructuras hidráulicas. (ANA, 2015)
- Vigilar las funciones de las comisiones que la conformen. (ANA, 2015)
- Supervisar las actividades de las comisiones de usuarios que la integran. (ANA, 2015)
- Desarrollar proyectos, o colaborar en su desarrollo, en armonía con el Plan de Gestión de Recursos Hídricos de Cuenca. (ANA, 2015)

- Impulsar la utilización sustentable y la eficacia en el rendimiento de los medios hidráulicos. (ANA, 2015)
- Impulsar la dirección comprendida de los medios hidráulicos. (ANA, 2015)
- Personificar y proteger lo que le interesa y tiene como derecho ya sea individual o colectivo de los consumidores de agua del área hidráulica a su disposición frente a los organismos públicos y privados, territorial y global. (ANA, 2015)
- Solucionar las reclamaciones que planteen los consumidores de agua acerca de los imperfectos en la repartición del agua, ya sea por no cumplir con las responsabilidades desarrolladas en la Ley N° 29338 y su reglamento y la Ley N° 30157 y su reglamento y otros ordenamientos establecidos a través de la ANA. (ANA, 2015)
- Desarrollar las normativas que establezcan la ANA.
- Las Juntas de Usuarios, por acuerdo de su Consejo Directivo, delegan a las Comisiones de Usuarios debidamente implementadas, determinadas funciones y servicios a su cargo, debiendo establecer de forma específica las condiciones y forma de ejecución. La Junta de Usuarios mantiene en todo momento la responsabilidad por las funciones y servicios a su cargo, aun cuando hayan efectuado delegación en favor de las comisiones de usuarios. Las Juntas de Usuarios pueden reasumir en cualquier momento el ejercicio de las funciones y la prestación de servicios delegadas a las comisiones de usuarios, sin que puedan establecerse limitación o restricción alguna. (ANA, 2015)

#### **4. DESCRIPCIÓN DETALLADA DEL PROYECTO DE MEJORA FORMULADO**

##### **4.1. Descripción del tema**

El proyecto de mejora consiste en la mejora de la capacidad de respuesta frente a avenidas (Construcción y diseño de defensas ribereñas) de tipo diques enrocados para la protección de la superficie agrícola, optando por este método en lugar de los muros gaviones de elevado costo.

Por otro lado, la defensa ribereña de tipo dique enrocado considerada como propuesta de mejora y opción de resolución ha sido seleccionada observando los factores que se muestran a continuación:

- Porque propone la mejor alternativa de solución al dilema integralmente en el lugar en el cual se realiza la construcción de la defensa ribereña.
- Ya que es una obra de modo perdurable, además la remoción de los caudales deberá ser tomado en cuenta como una función de modo complementario y provisional.
- Se ejecuta considerando como soporte, la utilización de los materiales existentes en el área.
- Las defensas ribereñas deberán favorecer a la mayoría de miembros familiares y deberán cubrir al gran volumen agrícola en peligro.
- La repoblación con especímenes del lugar es una función suplementaria a la realización de este tipo de defensa, la cual sería asumida por los beneficiarios.

#### 4.2. Ubicación del proyecto

La ubicación geográfica del lugar donde se ejecutó el expediente técnico y se dieron las obras que se ubican de esta manera.

SECTOR	COORDENADAS	ALTITUD (m.s.n.m.)
Caspani	8 219 390.1312 N 768 740.6211 E	555.00 m.s.n.m.

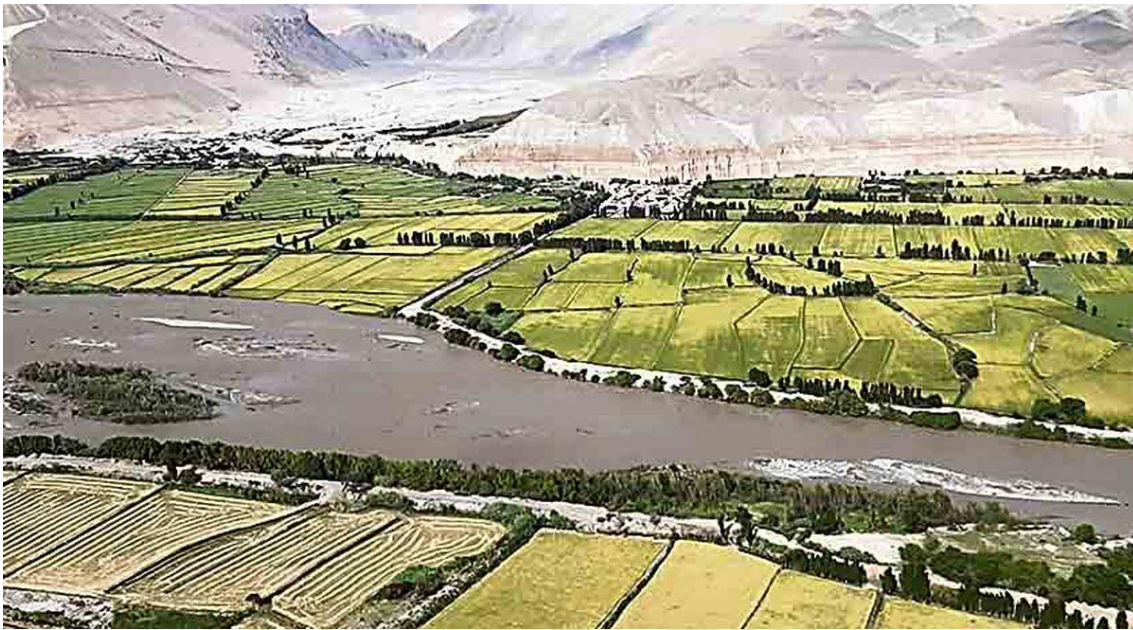
**Fuente:** Elaboración propia

Región	Arequipa
Departamento	Arequipa
Provincia	Castilla
Distrito	Aplao
Distrito de Riego	Majes
Junta de Usuarios	Valle de Majes
Comisiones de Usuarios - sector	La Real - Caspani

### 4.3. Planteamiento del problema

Debido a la geomorfología de los Valles, así como la ubicación y propiedades morfológicas de los cauces de los ríos, sus regímenes hidrológico e hidráulico, en los sectores críticos, con incidencia sobre ambas márgenes, las áreas de cultivo vienen sufriendo perjuicios mediante las lluvias y las inestabilidades de los cauces a lo largo de los periodos de desbordes, este fenómeno origina enormes déficits de caracteres económicos a las personas que se dedican a la agricultura en el área con déficits de parcelas, ante tales circunstancias, es necesario el aseguramiento ribereño en el río Majes, a la fecha tanto en la parte izq. y der. existe defensas ribereñas construidas por los usuarios, las cuales son insuficientes hacia la seguridad de los lugares de cultivación por lo que se hace necesario la continuación de la construcción de estructuras de protección el cual permita reducir sustancialmente los riesgos por inundación y garantizar la producción agrícola y que los agricultores no sufran pérdidas o vean reducidos sus ingresos, por efecto de los daños ocasionados; además que se proteja la integridad física de los pobladores localizados en las cercanías al río.

El río Majes en los sectores críticos identificados no cuenta con las defensas necesarias suficiente, lo que ocasiona que en épocas de máximas avenidas las corrientes de agua ingresen fuertemente a las márgenes causando erosión de la ribera y los terrenos de cultivos, y haciendo peligrar las áreas de cultivo y creando una potencial destrucción de infraestructuras de irrigación existentes, así como de las parcelas y cultivos de agricultura adyacentes a la margen del río.

**Ilustración 3.** Incremento del caudal del río Majes.

Fuente: INGEMMET (2015)

Dado los efectos causados por las máximas avenidas del río Majes, los agricultores o propietarios de los predios agrícolas del valle, a través de sus organizaciones vienen solicitando apoyo estatal para la construcción de defensas ribereñas, con el fin de proteger las áreas en explotación, recuperación de otras y en algunos casos, dichas estructuras permitan ampliar la frontera agrícola.

**PROBLEMA PRINCIPAL**

- Elevado peligro de carencia del volumen agrícola e infraestructuras de irrigación, a consecuencia de las inundaciones en temporada de avenidas en el Valle de Majes, en la zona de Caspani.

**PROBLEMA ESPECÍFICO**

- Devaluación de los terrenos agrícolas en el sector Caspani colindantes a la faja marginal del río en el Valle de Majes a consecuencia del riesgo inminente de erosión.

- Inseguridad de planificación de cultivos por parte de los agricultores en el sector Caspani del Valle de Majes, para la obtención de mejores propuestas de rentabilidad para sus productos.
- Reducción del trabajo y sustento permanente de los agricultores del sector Caspani, reducción de la calidad de vida y nivel socio-económico en la zona.

#### 4.4. Justificación

Se justifica el presente informe de actividades profesionales debido a que presenta preponderancia actual ya que está tratando de planear resoluciones a un dilema vigente nacional en el sector agricultura. Asimismo, implica una preponderancia profesional en lo que respecta a la forma, elección de equipamientos, estimaciones de parámetros de diseño. Presenta preponderancia futura porque la mayor relevancia después de expuesto el informe se obtendrán conocimientos prácticos de la materia de estudio

Este informe de suficiencia profesionales trae beneficios a la sociedad dado que en ella planteo los criterios para la construcción de defensas ribereñas de tipo diques enrocados, ofreciendo al lector materializar los conocimientos prácticos adquiridos en campo y direccionándolos a través del diseño de ingeniería, los investigadores que realicen investigaciones en esta línea de investigación podrán instruirse y emplear los conocimientos expuestos en la vida práctica.

Asimismo, mediante la relevancia de esclarecer dichos saberes, porque frente a los fenómenos naturales impredecibles los especialistas en ingeniería agronómica deberán tomar participación de modo activo contribuyendo sus métodos y una excelente norma, es primordial en este momento que se impulse el aprendizaje de cómo se da las actividades de un sector muy importante a nivel agro industria como es el valle de Majes.

Los beneficiarios son todos los Usuarios integrantes de la Junta de Usuarios del Valle de Majes, los cuales son eminentemente agricultores, por lo que un desborde del río en este punto arrasaría con los terrenos de cultivo y cultivos instalados, lo que traería la reducción de los ingresos al agricultor afectado y originando el deterioro del entorno familiar y por ende social.

## 4.5. Marco teórico

### 4.5.1 Valle De Majes

De acuerdo con el plano de reparticiones, la zona de investigación compete a la sección inferior e intermedia del río Majes, muestra estados de ambiente climatológico sin precipitaciones, los datos del clima provienen de la siguiente fuente Bedia Guillen (2018) cuya información es proveniente de SENAMHI (2020) que corresponde a los periodos estacionales localizados en la cuenca del río Majes.

La condición del clima medio en la zona, en esta temporada es de 17,9 grados centígrados teniendo como conclusión que en los periodos mensuales de calor y con alto número de horas de irradiación solar son el noveno, decimo y onceavo mes con temperaturas por encima de los 25 grados centígrados y con unas temperaturas extraordinarias mensuales de 27,9 grados centígrados en el onceavo mes de 1967, los periodos mensuales frígidos son el sexto, séptimo y octavo mes con una estimación promedia de 15,7 grados centígrados, con apunte excepcional de meses medios de 7,4 grados centígrados en el octavo mes de 1965. Asimismo, se contemplan los periodos mensuales desérticos y con humedad, presenta un periodo árido que comienza en el quinto mes extendiéndose hasta la quincena del décimo mes. (SENAMHI, 2020)

Los vientos son demasiado cambiantes a lo largo del día, apacible en las noches. Las estimaciones promedio elevados se verifican en los periodos mensuales de dic a abr. con 3,2 m/s y en los periodos mensuales de jun. a ago. con una estimación de 2.5 m/s la corriente de aire a razón de ser los alisios marítimos, presenta humedad e impacta al estado climatológico y se encuentra vinculado a una liviana presencia de nubes en las mañanas.

### 4.5.2 Río de Majes

Este río es el primordial compilador de la cuenca, corresponde a la red hidrográfica del pacífico y presenta su inicio en las partes nevadas de las coordenadas occidentales de los Andes, los cauces en sus orígenes captan minúsculos ríos. El río Majes en el momento que transcurre hacia la zona de investigación tiende a ser la corriente media a baja y presenta una inclinación

media de 3,20 % aprox. el río forma una especie de terraza amplia y bastante fértil hacia los cultivos arroceros etc. (MINAM, 2020)

**Ilustración 4.** Ubicación geográfica del valle de Majes.



Fuente: Municipalidad Distrital de Majes (2021)

Este río surge en la intersección de los ríos Colca y Andamayo, después de su trayecto en la sección inferior en la zona de Palo Parado recibe la designación de río Camaná, hasta la afluencia al mar, nombrándose a estos tramos, la cuenca del río Camaná – Majes (INGEMMET, 2015).

La cuenca del río Camaná – Majes presenta una superficie de 17 435 kilómetros cuadrados en el que el 71,60 %, es decir 12 493 kilómetros cuadrados compete a la cuenca con humedad, conocida de esta forma por hallarse sobre los 2, 800 m.s.n.m., marca establecida como demarcación del lugar seco y partiendo de este se toma en cuenta que la lluvia pluvial es una contribución efectiva a la escorrentía de la superficie (Pinazo Beltran , 2020).

#### 4.5.3 Defensas ribereñas

Son infraestructuras empleadas a fin de precaver y contener las lluvias que logren crear los ríos violentos en temporadas de desbordes. Entre las pautas de precaución y manejo del desgaste de los bordes de los ríos se tienen a las contenciones vivas de condición natural, contenciones vivas de modo forestal y pautas de infraestructuras. En el marco de las pautas perdurables se tiene lo que se muestra a continuación: dique, enrocado, infraestructura de cemento. (Téran , 1998)

#### 4.5.4 Defensas vivas o forestales

Se encuentra basado en el cultivo de matas y de plantas arbóreas de ramificaciones hondas, las cuales se realizan luego de haber determinado la parte fija del río. Su consistencia deberá estar en relación a los caracteres de los especímenes. El cultivo se realizará en áreas críticas, o como suplemento a las infraestructuras o defensas no naturales. La anchura del cultivo en todos los márgenes vía conforme a los caracteres del río, generalmente es de 10 a 30 metros. En la zona costera del Perú los especímenes mayormente empleados son los sauces, guayacán, Huarango; arbustos como la chilca, pájaro bobo entre otros; asimismo caña en sus variaciones Guayaquil, caña brava, como se aprecia a continuación. (Serruto, 1997)

**Ilustración 5.** Defensas forestales.



Fuente: Garrido Rivero, Carreira Fernandez, & Iglesias Montes. (2019)

#### 4.5.5 Defensas estructurales

Según Téran (1998) cada uno de los aquellos parámetros que radican en infraestructuras formadas a partir de los fundamentos de la ingeniería, a fin de manejar el desgaste del resultado del escurrimiento exterior. En la dimensión de forma se tiene en consideración la parte hidrológica. Aquí es fundamental considerar los documentos de carácter hidrológico, en otras palabras, las expulsiones de los ríos y las frecuencias con las que estos se ejecutan, generalmente se sugiere 50 periodos anuales de documentos previos al periodo anual de realización, a fin de establecer la temporada de regreso y la expulsión suprema de forma. En hidrología, hacia la forma de la infraestructura se deberá recolectar informaciones como: pendientes, secciones estables, tirantes, sedimentaciones, entre otros. Las clases de infraestructuras mayormente empleadas en la precaución y manejo del desgaste en los márgenes de los ríos son:

**Diques enrocados permanentes:** Son infraestructuras conformadas de acuerdo con los materiales del río dispuesto trapezoidalmente y cubierto con piedra pesada en su lado húmedo; tienden a ser seguidos o trayectos primados en el cual se muestren corrientes de agua que ejercen con enorme fuerza de desgaste. Las minas de piedra deberán ser de óptima calidad y encontrarse situadas a una establecida longitud, sugiriéndose lo mayor próximo oportuno al área de labores, de tal forma como se presenta a continuación:

**Ilustración 6.** Diques enrocado permanente.

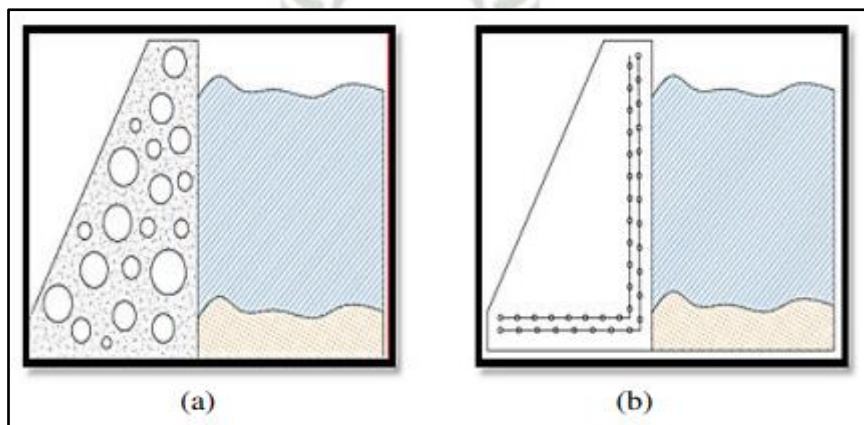


Fuente: Pinazo Beltran (2020)

**Enrocado con roca colocada:** En el momento que la piedra es situada con uso del equipo tractor en la uña y lado húmedo del desmante. La dimensión de piedra utilizada es inferior y el talud que se obtiene es fijo y cumple con los requisitos de la forma.

**Estructura de concreto:** Estas construcciones son edificadas a partir de cemento y ayudan hacia la defensa de la actividad de desgaste del rio, predominan en el marco de estas construcciones las paredes de encauce a, ciclópeo y b, armado, sobresaliéndose lo que se muestra a continuación:

**Ilustración 7.** Muros de concreto ciclópeo y armado.



Fuente: Pinazo Beltran (2020)

**Colchones:** Son infraestructuras ejecutadas a partir de red de alambres galvanizados de grosor cambiante y que se sitúa en el lado húmedo de la represa (Ven , 1983), de la misma forma como se aprecia a continuación:

**Ilustración 8.** Construcción de defensa ribereña tipo colchón.



Fuente: Pinazo Beltran (2020)

**Rayados o terraplenes:** Según Serruto (1997) se refiere a la aglomeración de materiales de río por medio de maquinarias pesadas, generalmente tractor de cadena, esta aglomeración se efectúa con el propósito de cambiar la corriente y salvaguardar parcelas de plantación; estos materiales arrimados generalmente emplean el diseño trapezoidalmente con medidas de 15 metros de base mayor por 4 metros de corona y h cambiante de 2.00 a 2.50 con respecto a los caudales y secciones estables. El componente aglomerado jamás es comprimido, en otras situaciones solamente se acumulan delante de las parcelas de plantaciones, intentando de penetrar el cauce. Estas obras son ejecutadas de forma anual mediante medios estatales o por las mismas personas que se dedican a la agricultura, resultando sus productos muy variables, debido a que generalmente con una expulsión de 400 metros cúbicos por segundo, sencillamente lo desgasta a causa de la corriente concentrada en el área laboral, de la misma forma como se aprecia a continuación:

**Ilustración 9.** Defensa ribereña de tipo rayado o terraplén.

Fuente: Pinazo Beltran (2020)

**Limpieza de cauce:** Es el mantenimiento y la uniformidad del lecho del río a través del uso de maquinarias pesadas a fin de lograr una parte fija, intentando rescatar la inclinación de equilibrio del río en el trayecto complicado. La hondura del tajo de la sección nuclear tiene una media de 1,50 metros en relación al grado de las conformaciones de la altura de la parcela a cuidar; determinando una amplitud mínima fija de 60 metros, donde logra en los iniciales desbordes precisar un lecho en absoluto desgastante, de la forma en el cual se aprecia a continuación. (Gonzales & Garcia D, 2001)

**Método estadístico**

Estos se fundamentan en la presencia de grupos de informaciones de lechos en la zona de atención, donde serán sometidos a un estudio de frecuencia empleando métodos tradicionales de investigación.

Las cifras de lechos usados en la definición de las curvas de frecuencias resultaran ser las descargas máximas del Río Majes, las que se han evaluado teniendo en consideración el comportamiento de las descargas máximas medio anuales.

Las distribuciones de modo teórico hacia el estudio de los mayores desbordes serán las siguientes:

### **Distribución Log-Normal de 2 Parámetros.**

Igualmente, conocido como “Ley de Galtón”, puesto que él fue quien primeramente lo investigo en el año de 1875. Se piensa que Hazen fue el que lo utilizo en el área del estudio del agua, contemplando que los log de las crecidas se acoplan óptimamente a la distribución Laplace – Gauss.

Es aplicado en el ajustamiento de distribuciones experimentales de escurrimiento y lluvias en los años, meses y días, al igual que en los transportes de sedimentaciones, hacia cifras entre 0 a  $+\infty$  de factores hidrológicos.

### **Distribución Extremo Tipo I – Gumbel**

Se le conoce como “Gumbel”. Esta distribución es apropiada hacia cifras extremas de grupos por año.

Aplicado para determinar cifras extremas máximas y cifras extremas mínimas; se ajustan óptimamente a las partes extremas mínimas por año de escurrimiento.

### **Distribución Log-Pearson Tipo III**

La United State Federal Water Resources Council, sugirió en 1967 que se tomara para cada una de las unidades de U.S. Benson, explique que en absoluto hay una pauta estadística rigurosa en la comparativa con las demás distribuciones.

Se aplica en el ajustamiento de distribuciones experimentales a informaciones hidrológicas.

### **Prueba de Bondad de Ajuste de Funciones de Distribución de Probabilidad**

Estas evaluaciones se refieren a cotejar en caso de que la frecuencia experimental del grupo analizado se acopla a una establecida función de prob. teóricas elegidas previo a, descubriendo sus variables de la muestra. Se ha empleado la prueba del error estándar de los estimados, Kite manifiesta que el modo de lograr el error típico, está en la resta entre los sucesos computados y demás anotados en el grupo analizado, donde se ha usado a fin de elegir las distribuciones de frecuencias.

## Factor de Frecuencia

Se ha demostrado que la mayoría de los métodos probabilísticos aplicados a la investigación hidrológica, tienden a ser resueltos generalizadamente, Chow planteo la fórmula que se muestra a continuación:

modelos probabilísticas aplicables al análisis hidrológico, pueden resolverse de la forma generalizada, Chow propuso la siguiente ecuación general:

Donde:

$$X_t = m_1 + K.(m_2)^{1/2}$$

$X_t$  = Dimensión del suceso hacia un tiempo de regreso determinado.

$U$  = Media de población estimada por momento de muestreo,  $m_1$ .

$\sigma$  = Desviación estándar estimada por momento de muestreo,  $m_2$ .

$K$  = Factor de frecuencia, que es de acuerdo con el tiempo de regreso y las variables de la distribución.

## 4.6. Fases del proyecto de mejora

### 4.6.1. Estudio topográfico y de campo

Constituyo el trabajo primario, el levantamiento topográfico de los tramos aludidos del río Majes fueron ejecutados hacia la realización de los mapas respectivos, fueron implementados con respecto a la fundamentación de las identificaciones del lugar, precisados, a priori, para este levantamiento se ha usado un estacionamiento total con sus respectivos Prismas y Porta Prismas, dichos mapas han resultado ser el fundamento para la realización de las estimaciones hidráulicas, capacidad de transporte de sedimentos de la corriente, hondura de excavación total e investigaciones morfológicas del lecho del río.

### TRABAJOS DE CAMPO:

- Identificación y prueba del trayecto a cuidar.

- Verificación de BM conocido, coordenada y cota absoluta
- Ubicación de BM con cotas y puntos geográficos en lugares seguros y fijos.

El levantamiento de la topografía del río Majes, en los sectores indicados se han tomado con cada una de las partes del río, de igual forma como las variantes del cauce. Se tomaron en cuenta ambos bordes del río, lográndose la adyacencia con áreas agrícolas, que podrían afectarse por inundación.

#### **Ilustración 10.** Trazado del Dique



Fuente: Junta de Usuarios Valle de Majes.

#### **TRABAJO DE GABINETE:**

- Verificación y proceso de datos topográficos.
- Trazado de los mapas de planta, contorno longitudinalmente y las partes trasversales.

#### **Plano de Ubicación:**

El plano de Ubicación se presenta en el Anexo 6 correspondiente.

#### **Plano de Planta:**

#### **4.6.2. Caracterización geológica y geotécnica**

En este informe el conocimiento geomorfológico de la cuenca, reviste especial importancia y por eso, a pesar de las limitaciones que se tienen para lograr un conocimiento de la geomorfología de la cuenca, se ha tratado de presentar en

forma preliminar un análisis a nivel de reconocimiento de las principales características geomorfológicas de la cuenca del Río Majes.

### **Geomorfología del río**

La zona de investigación se sitúa en la parte interna del componente geomorfológico denominado llanura costanera, con una amplitud media de 45 kilómetros y una cota estimada de 1400 metros. El río Majes quiebra la apatía del panorama al destapar un extenso valle dotado de exuberantes plantas, atravesando hasta los 850 metros por debajo del ras de la llanura costanera. La elevación que existe es la estabilidad de las anomalías degradadores y el restablecimiento en conjunto. De manera morfológica se localiza al oeste de los Andes Occidentales y en la parte interna de la llanura costanera.

El desagüe del río Majes surge en la intersección de los ríos Andamayo y Colca, que en su trayecto vierten bastantes quebradas afluentes por lo general secos y de modo no regular.

La existencia de médanos señala la incidencia considerable del eolismo, varios de sus hundimientos largos y márgenes inferiores están correspondidos a quebradas envueltas por arena de las dunas.

### **Aspectos de Geología Regional.**

En el área del Proyecto se contemplan piedras meta-mórficas, rocas de carácter ígneo y almacenamiento de sedimentos, que empiezan a partir de la fase precámbrica hasta la cuaternaria vigente; únicamente nos remitiremos a las clases de piedras aledañas al lecho del río.

### **Grupo Yura (JsKi-Yu).**

Corrientes de agua a lo alto de Corire se observa el afloramiento de este grupo en estas vertientes del Valle, principalmente en el borde derecho y en la intersección de las Quebradas de Sicera y Huacán delante de Corire en el borde izquierdo.

En el recorrido Corire – Huancarqui hay farellones de este grupo con una elevación notable que se diferencian con los taludes oblicuos de la conformación Moquegua.

El grupo Yura se esconde en el Valle con disconformidad angulosa a la conformación Moquegua, sin embargo, su soporte es desconocido. Radica

fundamentalmente de metacuarcitas blancuzcas con tonalidades grises, blanco amarillento, plomo oscuro y areniscas blancas grisáceas hacia el cimientó. Las metacuarcitas son muy fuertes y sólidas.

### **Formación Moquegua**

Se localiza largamente repartida entrabmas vertientes del valle en sus 2 integrantes, el Moquegua de abajo y el Moquegua de arriba.

#### **Moquegua Inferior (Ts-moi):**

Se encuentra entrabmas vertientes del valle partiendo de Corire hasta la roca intrusiva diorítica – granodiorita, hacia el norte; resulta a desengrosarse en sentido suroeste.

Este Moquegua yace en disconformidad angulosa encima de los grupos Yura, Ambo y el área desgastada del batolito, infrayacen al Ts – mos con tenue disconformidad angulosa.

#### **Moquegua Superior (Ts-mos)**

Se muestra abarcando un enorme espacio en el Valle de Majes, partiendo de la Hacienda El Pedregal en dirección al norte, descansan con débil disconformidad erosional con el Ts – moi.

Asimismo, yacen de modo directo encima del Complejo Basal, la conformación Torán y el Batolito.

Se diferencian sencillamente de los tonos rojizos del Ts – moi debido a sus tonos claros; generalmente sus cubiertas presentan un posicionamiento plano y en ciertas ocasiones tienen una leve pendiente al sur oeste. Esta constituido fundamentalmente de psamitas blanco grisáceos, de granos finos a medios hasta ruditas, con ciertas cubiertas de caolín y aglomerado de cantos pequeños.

Conglomerado Aluvial Pleistocénicos (Qpl-al). Son almacenes de sedimento que se muestran abarcando un enorme espacio de las pampas de la costa, es levemente definido de diferentes texturas y diagenizaciones; sus componentes principalmente son torneados de forma óptima de grano diorita, metacuarcita entre otros, con intercalación lenticular de arcilla gris y ceniza blanquecina. Los conglomerados aluviales pleistocénicos yacen en discordancias erosionales

encima de las piedras de la conformación Moquegua y se encuentran en partes cubiertos por almacenes de carácter aluvial mayormente reciente.

Dichos almacenes están caracterizados por ser principalmente duros, y en otras situaciones con estratificaciones en bancos de enorme grosor, de posicionamiento o tenuemente inclinado al sur oeste.

Almacenes detríticos vigentes en la zona se localizan los almacenes que se muestran a continuación:

### **Terrazas Fluviales (Qr-f).**

Se encuentran en ambos bordes un conjunto de diminutas terrazas, la mayor preponderante se sitúa al Norte del valle de Majes en la zona oeste del río entre las localidades de la Hacienda Quiscay y La Barranca, con un grosor de alrededor de 100 metros, conformado mediante un elevado % de rodados de carácter ígneo, el cual el 20.0% presenta medidas que oscilan entre 1 – 5 metros; los demás lo conforman los chinarrros, gravilla, guijo.

### **Aluviones (Qr-al)**

Ubicados en los cauces de las quebradas Huacán, Molles y Sicera y en toda la extensión del lecho del Valle de Majes. El  $\varnothing$  de los componentes cambia a partir de los bloques de 1 metro hasta por encima de 1 metro el de fragmentos de arcilla. Loa de gran dimensión en la parte de la cabecera de las marcas de desagüe y en la base de los flancos andinos, p. ej. en la quebrada Huacán del cual nacen se encuentran rodados por encima de los 0.8 metros. La conformación de los aluviones es de metacuarcita, granitoide, entre otros.

### **Depósitos Eólicos (Q-e)**

Esta constituido en capas de material arenoso, médanos aislados, series de médanos y almacén de cenizas volcánicas. Los médanos se localizan en varios sitios en las pampas de la costa con elevaciones medias de tres metros por periodo anual. Los almacenes de cenizas volcánicas se encuentran en las diminutas quebradas y base de talud del lecho del Valle, recubierto por delgados mantos de material arenoso eólico en proporcionalidad sub piedras intrusivas se encuentran abundantemente al norte y nordeste, aproximadamente alejado de la zona de las partes, constituida por piedras del Batolito de La Caldera y competen a Dioritas, y ordenada a tonalita, granitoide y grano diorita y las hipoabisales son en su mayoría de condición andesítico.

## **Geotecnia**

En la zona del proyecto del Valle de Majes se observa conformación de fallas y pliegues; la presencia de la amplia capa de almacenes de carácter aluvial, de forma probable encubre a muchas de ellas.

### **Fallas:**

Las fallas del Valle son debido a fuerzas compresivas o de carácter tensional con direcciones bastante diversas; se les observa claramente en los flancos, describimos las más importantes:

#### **Falla Punta Colorada**

Se observa a lo largo de la margen derecha, algo más de 1 Km que pone en evidencia a las areniscas grisáceas del Ts – mos con las rocas del miembro inferior, en roce prácticamente vertical y con dirección Norte a Sur.

Las areniscas rojas del lado Este es un promontorio notable, que se le conoce en el Valle como “Punta Colorada”.

### **Plegamiento:**

En el Valle, los más notables se observan en el Grupo Yura, con anticlinales y sinclinales, cuyos ejes se orientan casi Este a Oeste. El ancho de la zona plegada es más o menos cinco kilómetros encontrándose truncado en dirección al Sur a través de las piedras del Batolito y las Complejo Basal de la Costa.

#### **Rasgos Estructurales Menores**

Hacia el Norte de la Hacienda “El Pedregal”, cerca al Sector Sacramento existe una falla inversa con orientación NE-SW, que incide a los mantos del Grupo Yura, mientras que las estratificaciones del Moquegua se hallan solamente flexionadas.

### **4.6.3. Estudio hidrológico del Rio Majes**

Toda estructura de defensa ribereña, como es el caso del presente estudio; requiere para su correcto diseño, de un conocimiento de todas las características hidrológicas del río, que es el caso que corresponde al río del presente estudio Majes que nace desde la parte alta de la cuenca.

Según Carrasco Pérez, y otros (2021), el río Majes se caracteriza porque su sistema de expulsión es de tipo correntoso o no regular, siendo de abundancia o avenida los periodos del primer al tercer mes en donde expulsa el 81% de la capacidad completa anual, cuya influencia llega hasta el mes de mayo, siendo de Junio – Diciembre la época de estiaje descargando el 19% del volumen total anual lo cual resulta deficitario para la agricultura del valle.

El río Majes, es una de las bastantes principales hoyas hidrográficas del territorio nacional, de acuerdo con las referencias hidrológicas está considerada como una de las muy caudalosas del declive del Océano Pacífico. Del mismo modo, con respecto al caudal medio mensual distribuido en el transcurso de la temporada anual hidrológica, es expresado de sistema fijo, cuya aportación de la cuenca presenta una productividad media de 4,257 it / km<sup>2</sup>, resultando ser, asimismo el coeficiente de escurrimiento medio de 0,282.

En los estudios de frecuencias de caudales máximos obtenidos, según los métodos de: Log Normal, Gumbel, Log Pearson y Fuller, se ha podido determinar los caudales máximos para una temporada de vuelta de 50 años deberá ser del orden de los 1,691 m<sup>3</sup>/s. Información procesada de los registros obtenidos como consecuencia de los aforos realizados en las siguientes estaciones hidrométricas: Huatiapa, Negropampa, Sibayo y Puente Camaná.

Los resultados de los cálculos hidrológicos que mayormente se acoplan a los estados verídicos del río Majes, pertenecen al método de Gumbel, puesto que muestran una mayor homogenización, comparado a los demás métodos. Así mismo, en la gráfica que sirve de comparación de dichos métodos se contempla, el grafico de Gumbel viene a ser una recta, sin modificación de inclinación; conserva una pendiente leve vinculando referencias ya sea de la temporada menguante y de los desbordes de estación.

El caudal de 1691.0 metros cúbicos por segundo ha estado tomado en cuenta hacia finalidades de forma o cálculo hidráulico, con el objeto de dar el dimensionamiento adecuado al dique y uña de estabilización; con el cual además se ha calculado la profundidad de socavación, dato importante para el funcionamiento de una estructura expuesta a la fuerza hidráulica y otros agentes de erosión, causados en el periodo de avenidas del río Majes.

#### 4.6.4. Caudales

Los datos de caudales en las cuencas son bastante escasas, solo hay una terminal en la sección inferior de la cuenca que tiene una referencia de caudales a partir de 1971, ver Anexo 5.

En la cuenca del río Majes, solamente se cuenta con una terminal de carácter hidrométrico en la sección alta, denominada Huatiapa, esta se halla situada en la sección inferior de la cuenca a una elevación de 900 m.s.n.m. y se localiza en la jurisdicción de Aplao.

Esta terminal tiene un correntímetro para calcular caudales, un limnómetro común que mide los grados momentáneos en una cinta de papel regulado.

De forma adicional desde el año 2000 tiene un limnógrafo automatizado que trasmite de modo satelital los grados de horario del río Majes a la oficina principal del SENAHMI, el que ha resultado ser colocado con propósitos de predicción y precaución.

La parte trasversal de esta terminal es una parte propia, de esta manera deberán ejecutarse capacidades de aforo de manejo de forma regular, en esta situación las capacidades de aforo se ejecutan cada tres días. Esta terminal presenta referencias históricas a partir de 1998 hacia la actualidad.

Para nuestra investigación se ha considerado el caudal medio mensual entre los años de 1971 al 2004, así como se puede observar en la tabla.

Las capacidades de aforo de este río se ejecutan a partir de la estación Huatiapa, la información que a continuación presento en la siguiente tabla, corresponden al Sistema Integrado de Gestión INRENA.

Año	Caudal (Q <sub>x</sub> )	(Q <sub>x</sub> - Q <sub>p</sub> ) <sup>2</sup>	(Q <sub>x</sub> - Q <sub>p</sub> ) <sup>3</sup>	Ln (Q <sub>x</sub> )	( Ln (Q <sub>x</sub> )-Q <sub>y</sub> ) <sup>2</sup>	( Ln (Q <sub>x</sub> )-Q <sub>y</sub> ) <sup>3</sup>
1,971	405.00	53,585	-12,404,094	6.00	0.03	-0.01
1,972	789.80	23,506	3,603,788	6.67	0.23	0.11
1,973	820.00	33,678	6,180,436	6.71	0.27	0.14
1,974	1,000.00	132,144	48,036,267	6.91	0.52	0.37
1,975	925.80	83,704	24,216,739	6.83	0.41	0.27
1,976	500.00	18,628	-2,542,429	6.21	0.00	0.00

1,977	1,250.00	376,401	230,928,154	7.13	0.89	0.84
1,978	2,020.90	1,916,607	2,653,380,156	7.61	2.02	2.88
1,979	173.00	214,818	-99,564,678	5.15	1.07	-1.11
1,980	100.00	287,815	-154,408,510	4.61	2.51	-3.97
1,981	555.00	6,640	-541,032	6.32	0.02	0.00
1,982	340.00	87,903	-26,061,861	5.83	0.13	-0.05
1,983	69.00	322,039	-182,751,826	4.23	3.82	-7.46
1,984	785.00	22,057	3,275,793	6.67	0.23	0.11
1,985	531.00	11,127	-1,173,720	6.27	0.01	0.00
1,986	650.00	183	2,469	6.48	0.08	0.02
1,987	440.00	38,606	-7,585,497	6.09	0.01	0.00
1,988	570.00	4,420	-293,872	6.35	0.02	0.00
1,989	410.00	51,295	-11,617,555	6.02	0.03	-0.01
1,990	78.00	311,905	-174,193,956	4.36	3.35	-6.14
1,991	272.00	132,849	-48,421,334	5.61	0.34	-0.20
1,992	67.00	324,312	-184,690,875	4.20	3.93	-7.80
1,993	300.00	113,222	-38,097,345	5.70	0.23	-0.11
1,994	885.00	61,760	15,348,329	6.79	0.36	0.21
1,995	810.00	30,108	5,224,152	6.70	0.26	0.13
1,996	520.00	13,569	-1,580,531	6.25	0.00	0.00
1,997	950.00	98,292	30,816,093	6.86	0.45	0.30
1,998	983.33	120,302	41,726,183	6.89	0.49	0.35
1,999	1,020.00	147,084	56,409,102	6.93	0.55	0.40
2,000	646.67	104	1,057	6.47	0.08	0.02
2,001	926.67	84,208	24,435,863	6.83	0.41	0.27
2,002	574.33	3,863	-240,113	6.35	0.03	0.00

#### 4.6.5. Caudal de Diseño

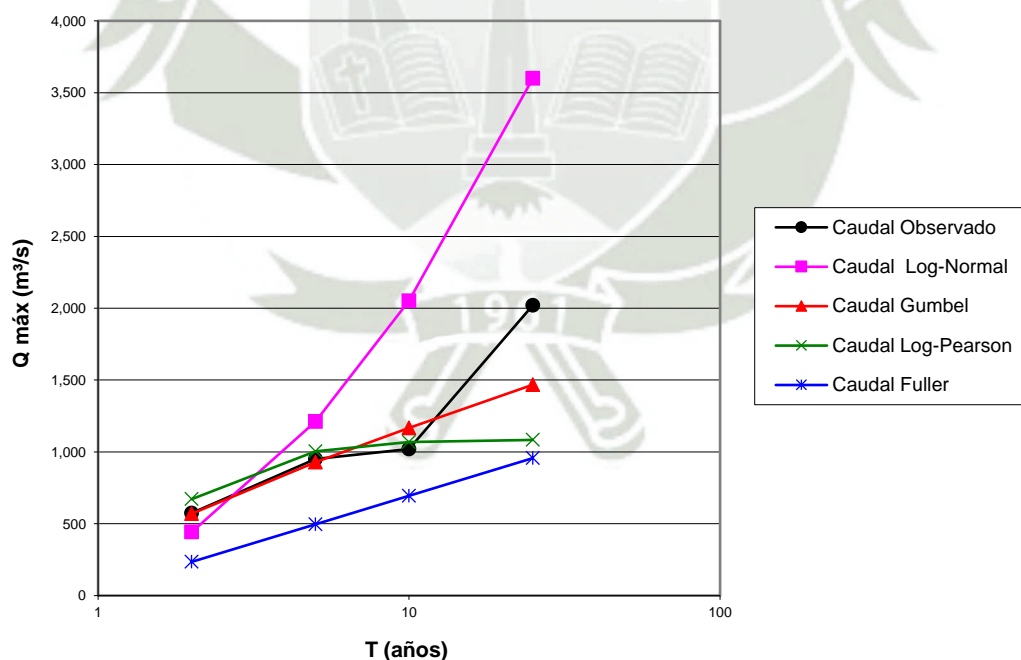
En los estudios de caudales de mayores desbordes del río Majes, se han logrado cifras que discrepan los unos de los otros, para temporadas de vuelta de 25, 50, 75, 100, 200 y 500 años; cuyas metodologías de análisis empleados han resultado ser las de Gumbel, Log Normal, Fuller y Log Pearson. Para los propósitos que se persiguen, la formación de infraestructuras de protección en el río Majes, es oportuno contar de los datos hidrológicos necesarios, del cual las

referencias rebasen los veinte años; para propósitos de forma, es sugerible de modo hidráulico determinar sucesos de mayores desbordes y su temporada de vuelta. Para esta situación se ha tomado en cuenta sucesos con temporadas de vuelta de 50 a 100 años, considerando la vida productiva de la infraestructura. Para el caso del río Majes se cuenta con la información necesaria y suficiente, que garantiza establecer los parámetros de diseño con fines constructivos:



T AÑOS	LOG NORMAL Q(m <sup>3</sup> /s)	GUMBEL Q(m <sup>3</sup> /s)	LOG PEARSON Q(m <sup>3</sup> /s)	FULLER Q(m <sup>3</sup> /s)
25	3599.39	1467.65	1083.41	956.81
50	5174.82	1691.00	1084.29	1154.94
75	6287.55	1820.32	1087.95	1270.84
100	7172.79	1912.07	1093.14	1353.07
200	9670.35	2132.65	1117.28	1551.20
500	13888.99	2423.66	1181.01	1813.12

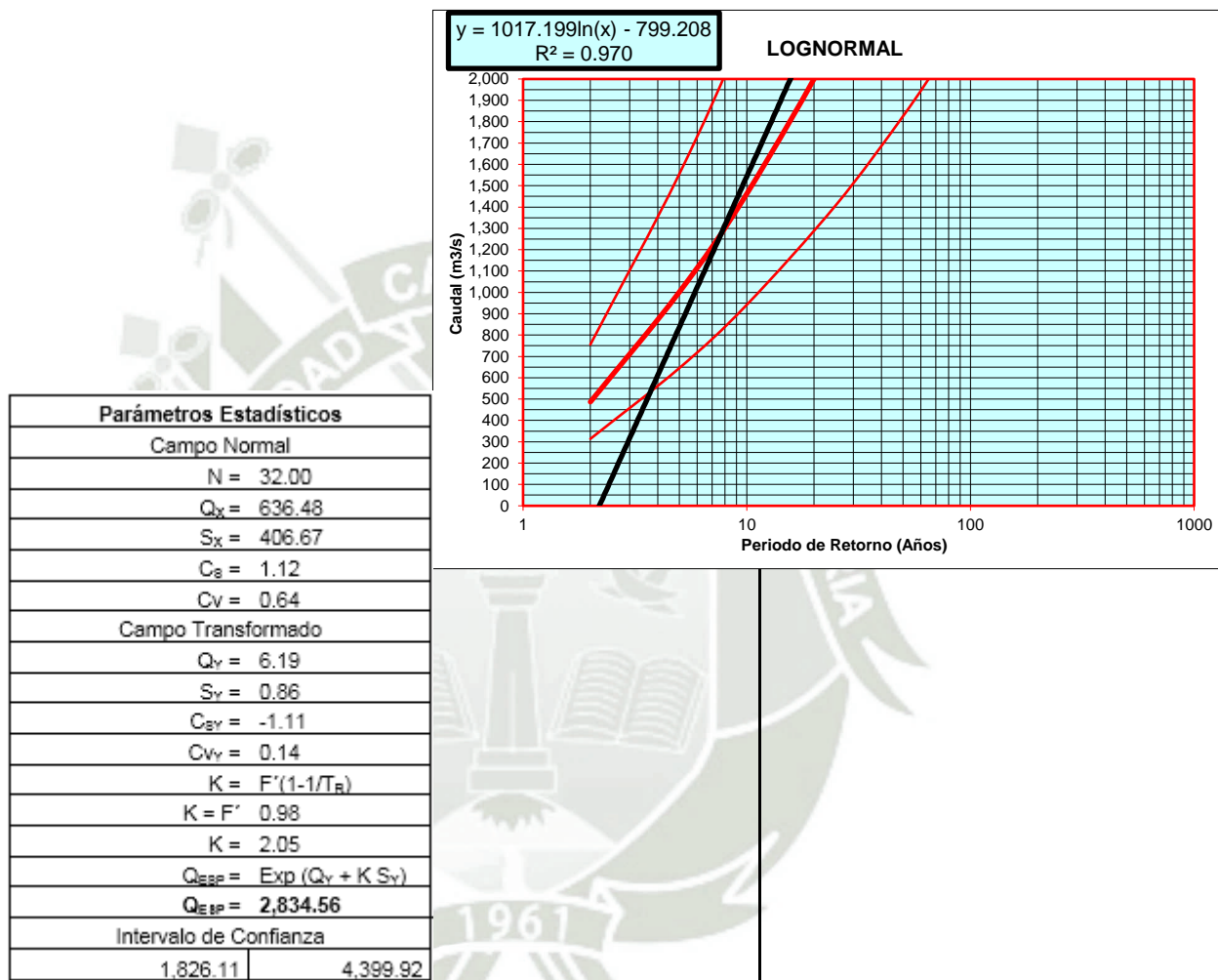
GRÁFICO COMPARATIVO DE MÁXIMOS CAUDALES



Los desbordes del río Majes, se han logrado valores que discrepan los unos de los otros para temporadas de vuelta de 25, 50, 75, 100, 200 y 500 años; cuyas metodologías de análisis empleados han resultado ser las de Gumbel, Log

Normal, Fuller y Log Pearson, en la tabla de síntesis que se muestra a continuación se mencionan los productos de los métodos utilizados:

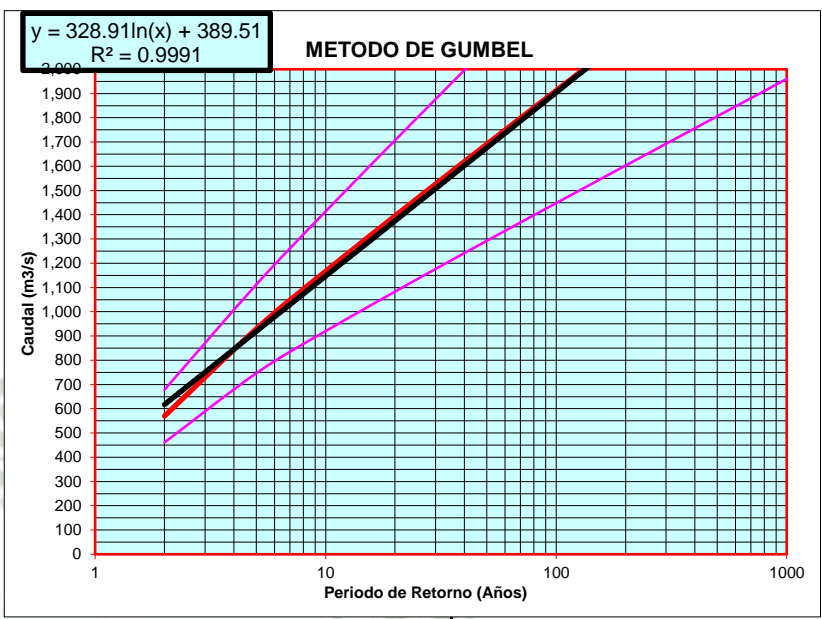
**DISTRIBUCION LOGNORMAL DE DOS PARAMETROS**



$T_R$ (Años)	Probabilidad	$F'(1-1/T_R)$	$K = Z$	$Q_{ESP}$	Intervalo de confianza	
					(-)	(+)
2	0.5000	0.5000	0.0000	487.02	313.75	755.97
5	0.2000	0.8000	0.8416	1,002.34	645.74	1,555.88
10	0.1000	0.9000	1.2816	1,461.75	941.70	2,268.99
25	0.0400	0.9600	1.7507	2,185.78	1,408.15	3,392.86
50	0.0200	0.9800	2.0537	2,834.56	1,826.11	4,399.92
75	0.0133	0.9867	2.2164	3,258.77	2,099.40	5,058.39
100	0.0100	0.9900	2.3263	3,581.12	2,307.07	5,558.75
150	0.0067	0.9933	2.4747	4,067.14	2,620.18	6,313.17
200	0.0050	0.9950	2.5758	4,435.48	2,857.47	6,884.92
300	0.0033	0.9967	2.7131	4,989.43	3,214.34	7,744.78
400	0.0025	0.9975	2.8070	5,408.23	3,484.15	8,394.87
500	0.0020	0.9980	2.8782	5,748.41	3,703.30	8,922.90
1000	0.0010	0.9990	3.0902	6,895.02	4,441.99	10,702.72

**DISTRIBUCION DE GUMBEL O EXTREMA TIPO I**

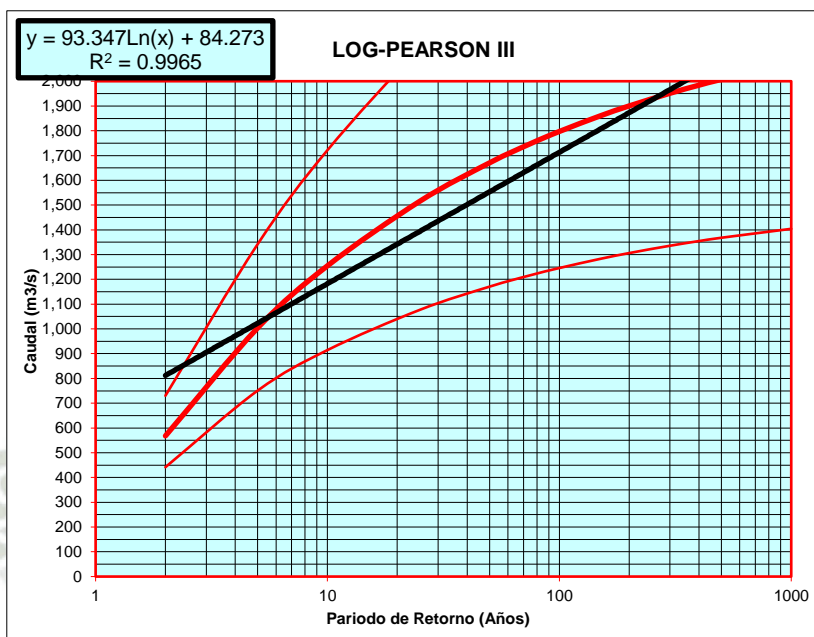
Parámetros Estadísticos	
Campo Normal	
N = 32.00	
Q <sub>x</sub> = 636.48	
S <sub>x</sub> = 406.67	
C <sub>s</sub> = 1.12	
C <sub>v</sub> = 0.64	
Campo Transformado	
Q <sub>y</sub> = 6.19	
S <sub>y</sub> = 0.86	
C <sub>g<sub>y</sub></sub> = -1.11	
C <sub>v<sub>y</sub></sub> = 0.14	
K <sub>t</sub> = T <sub>R</sub> / (T <sub>R</sub> - 1)	
K <sub>t</sub> = 1.0204	
Ln(Ln(K <sub>t</sub> )) = -3.90	
K <sub>T</sub> = 2.59	
Q <sub>ESP</sub> = Q <sub>x</sub> + K <sub>T</sub> S <sub>x</sub>	
<b>Q<sub>ESP</sub> = 1,690.68</b>	
Intervalo de Confianza	
1,292.38	2,088.99



T <sub>R</sub> (Años)	Probabilidad	Ln Ln T <sub>R</sub> / (T <sub>R</sub> - 1)	K <sub>T</sub>	Q <sub>ESP</sub>	Intervalo de confianza	
					(-)	(+)
2	0.5000	-0.3665	-0.16	569.68	461.15	678.22
5	0.2000	-1.4999	0.72	929.06	746.29	1,111.84
10	0.1000	-2.2504	1.30	1,167.01	920.13	1,413.88
25	0.0400	-3.1985	2.04	1,467.65	1,134.78	1,800.51
50	0.0200	-3.9019	2.59	1,690.68	1,292.38	2,088.99
75	0.0133	-4.3108	2.91	1,820.32	1,383.61	2,257.02
100	0.0100	-4.6001	3.14	1,912.07	1,448.07	2,376.06
150	0.0067	-5.0073	3.45	2,041.16	1,538.64	2,543.68
200	0.0050	-5.2958	3.68	2,132.65	1,602.75	2,662.55
300	0.0033	-5.7021	4.00	2,261.47	1,692.93	2,830.01
400	0.0025	-5.9902	4.22	2,352.82	1,756.83	2,948.81
500	0.0020	-6.2136	4.39	2,423.66	1,806.36	3,040.96
1000	0.0010	-6.9073	4.94	2,643.60	1,960.01	3,327.18

**DISTRIBUCION LOG - PEARSON III O GAMA DE TRES PARAMETROS**

Parámetros Estadísticos	
Campo Normal	
N = 32.00	
C <sub>a</sub> = 1.12	
C <sub>v</sub> = 0.64	
Campo Transformado	
Q <sub>y</sub> = 6.19	
S <sub>y</sub> = 0.86	
C <sub>ey</sub> = -1.11	
K = F'(1-1/T <sub>R</sub> )	
K = F' 0.9800	
Z = 2.05	
Z <sup>2</sup> -1 = 3.22	
Z <sup>3</sup> -6Z = -3.66	
C <sub>g</sub> /6 = -0.19	
K <sub>T</sub> = 1.437	
Q <sub>ESP</sub> = Exp(Q <sub>y</sub> + K <sub>T</sub> S <sub>y</sub> )	
Q <sub>ESP</sub> = 1,670.56	
Intervalo de Confianza	
1,170.71	2,383.83



Factor de Frecuencia
$K_T = Z + (Z^2-1)(C_g/6) + (1/3)(Z^3-6Z)(C_g/6)^2 - (Z^2-1)(C_g/6)^3 + Z(C_g/6)^4 + (1/3)(C_g/6)^5$

T <sub>R</sub> (Años)	Probabilidad	Z	K <sub>T</sub>	Q <sub>ESP</sub>	Intervalo de confianza	
					(-)	(+)
2	0.5000	0.0000	0.1792	567.92	441.69	730.21
5	0.2000	0.8416	0.8437	1,004.10	751.05	1,342.41
10	0.1000	1.2816	1.1037	1,254.95	914.64	1,721.89
25	0.0400	1.7507	1.3235	1,515.31	1,076.89	2,132.22
50	0.0200	2.0537	1.4372	1,670.56	1,170.71	2,383.83
75	0.0133	2.2164	1.4899	1,747.78	1,216.67	2,510.74
100	0.0100	2.3263	1.5225	1,797.23	1,245.87	2,592.60
150	0.0067	2.4747	1.5626	1,860.14	1,282.77	2,697.37
200	0.0050	2.5758	1.5875	1,900.36	1,306.23	2,764.73
300	0.0033	2.7131	1.6184	1,951.42	1,335.85	2,850.63
400	0.0025	2.8070	1.6377	1,983.98	1,354.66	2,905.66
500	0.0020	2.8782	1.6514	2,007.32	1,368.10	2,945.20
1000	0.0010	3.0902	1.6873	2,070.15	1,404.12	3,052.11

RESULTADOS CAUDAL DE DISEÑO		
METODO	R <sup>2</sup>	Q(m <sup>3</sup> /s)
LOG NORMAL	0.970	2,834.56
GUMBEL	0.999	1,690.68
LOG PEARSON	0.936	1,670.56
MEJOR AJUSTE	0.999	1691.00
SELECCIONAR >>>>>	Q(m <sup>3</sup> /s) =	1,691.00

De acuerdo al análisis hidrológico y a la gráfica adjunta, se logra observar que los productos de alta resistencia y que se acoplan mejor a los estados del río, son los de la distribución de Gumbel, en consecuencia, los caudales máximos

propuestos para propósitos de forma y medida del dique es de **1 691.0** metros cúbicos por segundo para una temporada de vuelta de 50 años; con el cual además se ha determinado la hondura de socavamiento o altura de uña de estabilizado.

#### **4.6.6. Diagnostico situacional**

La situación actual del sector donde se van a realizar los trabajos de defensa, se encuentra inundado por el río, para lo cual se requiere urgentemente construir el dique enrocado.

La situación actual de la infraestructura ha colapsado en partes por el desgaste y lluvias producidas por el derramamiento del río Majes impactando ya sea la zona rural como la urbana. Los desbordes del río, son indudablemente un serio peligro que de forma periódica y en especial en el área agraria, provoca la falta de la productividad, perjudica los espacios dedicados a la agricultura, erosionando y desbastando terrenos de cultivo e infraestructuras de irrigación y de producción. Ver Anexo 6

#### **4.6.7. Construcción de acceso a zonas de construcción**

Las distancias de separación entre cada obra con las canteras de rocas se describen a continuación:

Para el sector de Caspani se tiene visto el uso de la cantera de Cochate con una distancia de 6.00 Km. El ciclo para el transporte de roca es de 1.10 hora.

#### **4.6.8. Ingeniería de proyecto**

##### **Planteamiento Hidráulico**

El río Majes se encuentra dentro de la cuenca hidrográfica de Camaná – Majes, por su masa hídrica discurrente de régimen permanente, con marcada variación de su caudal respecto a sus periodos de avenidas y estiaje, notándose diferencias en el tipo de sedimento y tamaño de canto rodado que arrastra en su recorrido, la pendiente para efectos de identificación de las obras a ejecutarse se ha tomado desde su desembocadura en el mar del Océano Pacíficos orientado aguas arriba, cuyos cálculos de distancia se ha efectuado en gabinete a través del programa de AUTOCAD. Según la pendiente aguas arriba, tomando

en consideración algunos aspectos específicos se establece el diseño de estructuras que controle el movimiento hidrodinámico y oscilatorio del flujo y lecho móvil que presenta en su periodo de avenidas fundamentalmente, a fin de disminuir o mitigar los daños que causa en su trayectoria en las riberas del río y las áreas con cultivos en ambas márgenes.

El mayor desborde considerado hacia los fines de esta investigación, ha resultado ser considerado un caudal de 1 691.00 metros cúbicos por segundo, información obtenida de las investigaciones hidrológicas, para una temporada de vuelta de 50 años, el cual facilita realizar la infraestructura que sea fija al tamaño determinado y que se presenta en los respectivos mapas.

**Tabla 3.**Maxima avenida estimada.

Evento	Caudal (Q)	Periodo de retorno
Máxima avenida	1691.00	50 años

Fuente: Elaboración propia

El ancho promedio del cauce del río es de 180 metros, el cual facilita el soporte de desbordes con caudales superiores del nivel de los 2000 metros cúbicos, la medida hidráulica nos ha establecido el calado máx. de 2.067 metros y la inclinación del río en el trayecto que se edificara las defensas presentan una inclinación promedio de 0.01 (o el equivalente de 1%), la cual da una velocidad promedio de 4.54 m/s, valor altamente erosivo; por lo que se concluye que las avenidas de estación lluviosa ocasionan grandes efectos de erosión en los cauces ribereños y fundamentalmente a los sectores dedicados a la agricultura, cuyas estratificaciones de conformación de los suelos son aluviales.

#### **4.6.9. Análisis y selección de alternativas de solución al problema**

A Continuación, se detallan las alternativas propuestas para la edificación de los muros ribereños en las áreas del Valle de Majes contenidos en el Expediente Técnico.

- **Fijar la Faja Marginal y efectivizarla mediante Resolución Administrativa**  
Consiste en Delimitar zonas intangibles en ambas márgenes del río Majes a fin de salvaguardar la zona boscosa evitando de esta forma la erosión de terrenos de cultivo.

En la práctica, esta alternativa no es posible de aplicar debido a que en la actualidad ya no existen zonas boscosas adyacentes al río Majes como consecuencia del avance indiscriminado por parte de los agricultores para ampliar sus terrenos agrícolas habiendo logrado inclusive la titulación de estas Tierras.

- **Limpieza de Cauce del río Majes**  
Consiste en ejecutar el movimiento de tierras con apoyo de maquinaria pesada para encauzar el río y de esta manera no ocasione desbordes que pudieran afectar los terrenos de cultivo.

Las experiencias anteriores en este tipo trabajos han demostrado que no dan los resultados esperados debido a que el río Majes en épocas de avenidas incrementa su caudal bruscamente causando el colapso de los bordos e inundando los terrenos agrícolas.

- **Incorporación de Defensa vivas (forestales)**  
Se encuentra fundamentado en el cultivo de matas y plantas arbóreas de ramificaciones hondas en ambas márgenes. Estas especies pueden ser Sauces, Huarango, Callatas, Pájaro Bobo, etc.

Esta alternativa no es viable debido al accionar del ser humano y su inapropiada extracción para propósitos de maderas lo que origina el debilitamiento de esta área causando desbordes y serios daños a los terrenos de cultivo.

- **Construcción de Defensas Rústicas**  
Consiste en la colocación de estructuras formadas por troncos denominados “Barcas” en las márgenes del río con el fin de proteger las áreas de cultivo. Esta alternativa es medianamente factible debido a que resultan efectivas cuando discurren por el cauce del río Majes, caudales moderados. Sin embargo, no dan resultados, si es que las descargas aumentan

considerablemente, lo que causa la destrucción de la defensa rústica y daños a los terrenos agrícolas.

- **Muros de Concreto**

Su utilización por lo general es en muros de encauzamiento antes y después de una estructura de captación o bocatoma o estribos de puentes. Su costo es elevado ya que son estructuras sólidas y consisten de paredes de cemento armado.

- **Construcción de Gaviones**

Esta alternativa consiste en la colocación de infraestructuras elásticas edificadas mediante una estructura de mallas hexagonales tejidas a doble torcimiento. Está compuesto de alambres galvanizados con un revestimiento de plástico para asegurar una vida productiva apropiada del hilo de metal, el relleno de las cestas del gavión se realiza normalmente en función a guijarros, que se hallan en el cauce del río. Esta alternativa, probablemente no sea la más viable por ser el río Majes caudaloso y de pendiente erosiva, que podría hacer colapsar los diques con gaviones y las inversiones sean además insulsas.

- **Construcción de Diques Enrocados**

Esta alternativa es la más viable debido a que estos son armazones conformados en función a materiales del río dispuestos trapezoidalmente y recubierto con piedra de gran peso en su lado húmedo. Tienden a ser en trayectos preferentes en el que se muestren corrientes de agua que ejecutan con enorme fuerza erosiva como es el caso del río Majes.

#### 4.6.10. Calculo hidráulico y estructural

##### Ancho de Cauce Estable

Para la medida de la parte fija se usó el modelo y ecuación de Blench y Altunin.

$$B = 1.81 \left( \frac{Q * Fb}{Fs} \right)^{\frac{1}{2}}$$

**Donde:**

- ❖ B = Ancho medio de la sección (m)
- ❖ Q = Caudal de diseño (1690.68 m<sup>3</sup>/s, análisis de máximas avenidas de Gumbell)
- ❖ Fb = Factor de Fondo (1.20 m)
- ❖ Fs = Factor de orilla (0.20 m)

También se puede aplicar la ecuación de Simons - Henderson

$$B = K1 * (Q)^{\frac{1}{2}}$$

Donde:

K1 = Constante que depende de las condiciones de fondo del río

El dato más representativo y de acuerdo a las características actuales del río, el ancho asumido es de 180 m.

**Tirante Máximo y Altura de Encauzamiento**

Para determinar el Tirante Máximo, se utilizará las Fórmulas de Manning Strickler.

$$Q = B * y * (Ke * y^{\frac{2}{3}} * S^{\frac{1}{2}})$$

$$V = Ke * R^{\frac{2}{3}} * S^{\frac{1}{2}}$$

$$y = \left( \frac{Q}{Ks * B * S^{\frac{1}{2}}} \right)^{\frac{3}{5}}$$

**Donde:**

- ❖  $y$  = Tirante máximo
- ❖  $Q$  = Caudal de diseño (1690.68 m<sup>3</sup>/s)
- ❖  $V$  = Velocidad media
- ❖  $B$  = Ancho de cauce (180 m)
- ❖  $s$  = Pendiente del río ( $s = 0.01$ )
- ❖  $K_s$  = Coeficiente de rugosidad que depende del lecho natural del río ( $1/n$ ,  
 $n = 0.0357$ )
- ❖  $R$  = Radio Hidráulico

La altura de encauzamiento se calcula con la fórmula que se muestra a continuación:

$$H = y + hbr$$

Para el caso de diques enrocados (para espigones, el hbr deberá ser igual o ligeramente mayor que el tirante de diseño, según el régimen del río).

**Donde:**

- ❖  $H$  = Altura del dique (m)
- ❖  $y$  = Tirante máximo (m)
- ❖  $hbr$  = Altura de borde libre (m)

De acuerdo a experiencias de obras ejecutadas por el PERPEC y otras instituciones en los distintos valles del dpto., con relación a construcciones de muros enrocados la elevación inferior para caudales mayores de forma del nivel de los 2000 metros cúbicos por segundo, la elevación deberá ser de 3.50 m, en tramos rectos.

**Profundidad de Socavación**

Para establecer esta profundidad, se usará la metodología planteada por List Van Lebediev que es para lechos regulares específicos.

Esta metodología está basada en el estado: El desgaste de profundidad se frenará a un fondo que obedezca la medida:

$$V_e = V_r$$

**Donde:**

- ❖  $V_e$  = Velocidad erosiva (m/s)
- ❖  $V_r$  = Velocidad real (m/s)

Después para calcular la profundidad de socavamiento se emplearán las ecuaciones que se muestran a continuación:

**a) Para suelos Cohesivos**

$$T_s = \left( \frac{a * y^{\frac{5}{3}}}{0.6 * \delta^{1.18} * B} \right)^{\frac{1}{1+X}}$$

**b) Para suelos no cohesivos**

$$T_s = \left( \frac{a * y^{\frac{5}{3}}}{0.68 * D_m^{0.28} * B} \right)^{\frac{1}{1+X}}$$

$$a = \frac{Q}{y^{\frac{5}{3}} * b}$$

**Donde:**

- ❖  $H_s$  = Profundidad de socavación
- ❖  $\delta$  = Peso específico del suelo seco del lecho (1.8 Tn/m<sup>3</sup>)
- ❖  $B$  = Coeficiente que depende de la frecuencia con se repite la avenida
- ❖  $Q$  = Caudal de diseño (1690.68 m<sup>3</sup>/s)
- ❖  $b$  = Sección de cauce estable (180 m)
- ❖  $t_s$  = Tirante que corresponde a la profundidad a evaluar medido desde la superficie del agua (m)
- ❖  $y$  = Tirante normal (2.067m)
- ❖  $x$  = Exponente para material cohesivo depende del peso específico y para material no cohesivo depende del diámetro característico (0.36).
- ❖  $D_m$  = Diámetro medio (5 mm)

### Ancho de la Base de la Uña y Ancho de corona del Prisma

La anchura del soporte de la uña se llega con la fórmula que se presenta a continuación:

$$Au = 1.5 * Hs$$

**Donde:**

- ❖ Au = Ancho de la base de la uña
- ❖ Hs = Profundidad de socavación

Se opta como ancho de corona de C = 4.00 m, porque permite utilizar como vía para las unidades de transporte y de la maquinaria de movimiento de tierras.

### Diseño del Dique Enrocado

Se usará la metodología de las velocidades y se fundamenta en la pauta subsiguiente: El espesor o la dimensión de las partes propias necesarias para soportar la energía del flujo e impedir que esta sea arrastrada la calcularemos considerando como fundamento la ecuación de S.B. Isbach.

$$V_{lim} = k * \left( \frac{2g * D * (\gamma_R - \gamma_W)}{\gamma_W} \right)^{\frac{1}{2}}$$

**Donde:**

- ❖  $V_{lim}$  = Velocidad límite para inicio de arrastre (m/s)
- ❖ D = Diámetro de una esfera equivalente a la roca (m)
- ❖ K = Coeficiente que para rocas redondeadas varía de 0.86 a 1.20, para velocidades mínima y máxima respectivamente
- ❖  $\gamma_R$  = Peso específico de las rocas (Kg/m<sup>3</sup>), 2750 Kg/m<sup>3</sup>
- ❖  $\gamma_W$  = Peso específico del agua (Kg/m<sup>3</sup>), 1000 Kg/m<sup>3</sup>

Para obtener una acción de disipado de fuerza superior, teniendo en cuenta que la energía de empuje es aplicación del cuadrado de la velocidad y eso es un

máx. en el tercio menor, tomando en cuenta un elemento de protección, esta cifra lo tomaremos en 4.5 multiplicado por la cifra de su dimensión, logrando una dimensión unitaria mínima de 1,53 metros cúbicos ( $D = 2.00$ ) y un peso min. de 2.5 Tn. Los rasgos de esta piedra se pondrán en la uña de cimientos y el tercio de la parte de abajo del muro.

### **Análisis de Estabilidad**

#### **Inclinación de los Taludes**

Para precisar el equilibrio de los elementos del muro, aludido al prisma de anclaje y de la misma figura, se ha proyectado con taludes de equilibrio comprobado en pendientes de taludes inferiores de 39 grados obedecen de forma satisfactoria las exigencias de equilibrio. El ángulo de reposo del elemento de río, mantiene un equilibrio con un talud de 1V:1.5H, para la protección el talud exhibido al flujo del agua será de 1V:2H. Estas pendientes de los taludes que cumplen a pruebas verídicos, se contrastan a través de los estudios de estabilidad.

#### **Análisis de Estabilidad de Taludes**

Para este análisis se conjetura en los estados mayormente críticos que pueden presentar los Diques y el prisma de anclaje. Para investigar el talud menor se tomará que la circunstancia mayormente perjudicial de la circunferencia de falla, es en el momento que su núcleo se encuentra encima de la parte que proyecta la base del talud y de lado tangencial al mapa de cimientos. Las informaciones hacia el estudio son los que se presentan a continuación:

Para el material de río.

- ❖  $H = 2.50$  m
- ❖  $\gamma = 1800$  kilogramos por metro cubico
- ❖  $\phi = 33^\circ$
- ❖  $c = 0$

Para el enrocado:

- ❖  $\gamma_R = 2500$  kilogramos por metro cubico

$$\diamond \phi = 73^{\circ} 18' 2.72''$$

Considerando un segmento de falla

$$\sigma = \frac{w \times \cos \theta}{AL}$$

La resistencia al corte  $S_s$ , se encuentra establecida a través de la fórmula de Coulomb:

$$S_s = c + \sigma \times \operatorname{tg} \phi$$

El Momento Resistente es igual a:

$$Mr = \sum S_s \times AL \times r$$

**Donde:**

- ❖  $c$  = Cohesión del material
- ❖  $\phi$  = Angulo de fricción interna
- ❖  $\sigma$  = Presión efectiva de contactos entre las partículas de suelo a lo largo del arco de falla
- ❖  $AL$  = Longitud de un segmento del arco de falla
- ❖  $r$  = Radio del círculo de falla

Para un segmento reemplazando cifras está dado por:

$$Mr = W \times \cos \theta \times \operatorname{tg} \phi$$

La variable de seguridad hacia cualquier circunferencia de falla que se analice se establece con:

$$FS = \frac{Mr}{Ma}$$

- ❖  $Ma$  = Momento actuante

Resumiendo, luego de desarrollar los análisis de estabilización del talud interno y externo, se tienen los productos que se muestran a continuación:

- ❖ FS (talud interior) = 1,5 en el prisma de anclaje
- ❖ FS (talud exterior) = 0,3 en el enrocado

Examinando los productos alcanzados, con variables de seguridad de carácter positivo, se comprueba que la cifra de los taludes que se analizaron son los oportunos, cuyos valores son:

- ❖ Talud externo de piedra : 1 : 0,3
- ❖ Talud árido del terraplén : 1 : 1,50

### Cálculo de estabilidad del Prisma

#### a) Deslizamiento

La energía que se resiste al derrumbe del prisma se encuentra precisada por medio de la siguiente ecuación:

$$R = W \times tg\phi$$

$$P = \frac{\gamma_w \times y^2}{2}$$

Donde:

- ❖ R = Fuerza resistente (Kg/m)
- ❖ P = Presión del agua sobre el terraplén (Kg/m<sup>2</sup>)
- ❖ W = Peso del terraplén (Kg)
- ❖  $\phi$  = Angulo de fricción interna (33°)
- ❖  $\gamma_w$  = Peso específico del agua (Kg/m<sup>3</sup>)
- ❖  $\gamma_m$  = Peso específico del material (Kg/m<sup>3</sup>)
- ❖ V = Volumen (m<sup>3</sup>)
- ❖ y = Tirante del agua (m)

## Cálculo de la Fuerza Resistente

Reemplazando en la formula, las cifras de las medidas de la porción característica del muro planteado:

$$W = V \times \gamma_m = \left( \frac{4 + 13.00}{2} \right) \times 2.50 \times 1800 = 38250.00 \text{ Kg/m}$$

$$R = W \times \text{tg}\phi = 38250.00 \times \text{tg}33 = 25,500.00 \text{ Kg/m}$$

### A. Cálculo de la Presión

La fuerza del agua ejecutada al prisma es:

$$P = \frac{\gamma_{H2O} \times y^2}{2} = \frac{1000 \times 2.067^2}{2} = 2,136.24 \text{ Kg/m}^2$$

## Cálculo del Factor de Seguridad al desplazamiento

Este factor se establece contrastando los productos conseguidos, la energía resistente es 11.94 veces superior que la energía de presión que efectúa el agua hacia el muro, esto indica que el muro es lo bastante firme a la fuerza del agua.

$$FR = \frac{R}{P} = \frac{25,500}{2,136} = 11.94$$

### b) Hundimiento

Se genera en el momento que la fuerza que aplica el peso de la infraestructura vence al volumen de cargamento del suelo. De la configuración planteada, solamente el enrocamiento es sensible a ser hundido.

## Cálculo de la capacidad de carga del terreno de fundación

Empleando el modelo de Terzaghi para cimientos continuos:

$$Qd = \frac{2}{3} \times c \times N'_c + \gamma_m \times Df \times N'_q + \frac{1}{2} \times \gamma_m \times B \times N'_\gamma$$

**Donde:**

- ❖ Qd = Capacidad de carga del terreno (Kg/m<sup>2</sup>)
- ❖ B = Ancho de la base de la cimentación (6 m)
- ❖ c = Cohesión del material (100 Kg/m<sup>2</sup>)
- ❖  $\gamma_m$  = Peso específico del material (1800 Kg/m<sup>3</sup>)
- ❖ Df = Profundidad de cimentación (3 m)
- ❖  $\phi$  = Angulo de fricción interna del material (33°)
- ❖ N'<sub>c</sub>, N'<sub>q</sub>, N'<sub>γ</sub> = Coeficientes de capacidad de carga, que dependen de  $\phi'$  (se determina del grafico de Terzaghi)

Reemplazando cifras:

$$Qd = \frac{2}{3} \times 100 \times 18 + 1800 \times 3 \times 8 + \frac{1}{2} \times 1800 \times 6 \times 5$$

$$Qd = 71,400 \text{ Kg/ m}^2$$

**Cálculo de la presión que ejerce el enrocado:**

$$P = \frac{Wr}{A}$$

**Donde:**

- ❖ P = Presión del enrocado ( Kg/m<sup>2</sup>)
- ❖ Wr= Peso del enrocado (Kg.)
- ❖ A = Área de la base del enrocado ( 6 m)
- ❖  $\gamma_R$  = Peso específico de la roca (2650 Kg/m<sup>3</sup>)
- ❖ V = Volumen (m<sup>3</sup>)
- ❖ n = Porcentaje de vacíos (15%)
- ❖ = Angulo del talud interno (73°18')

El peso del encorado se encuentra constituido por el peso de la uña y un elemento del peso del lado húmedo, tomando en cuenta un 15% de vacíos.

#### **Cálculo del peso de la uña:**

$$W_{uña} = V \times n \times \gamma_R = \frac{(6+6)}{2} \times 3 \times 0.85 \times 2,650 = 40545Kg$$

$$W_r = W_{uña} = 40545Kg$$

#### **B. Cálculo de la presión:**

$$P = \frac{W_r}{A} = \frac{140545}{(6 \times 6)} = 2,534Kg/m^2$$

#### **C. Cálculo del Factor de Seguridad al hundimiento**

Este factor se establece contrastando los productos alcanzados, la capacidad portante del suelo es 28.18 veces más alto que la energía de presión que aplica el enrocamiento hacia el suelo, esto indica que el enrocado del muro en absoluto sufrirá de hundimientos.

$$FS = \frac{Qd}{P} = \frac{41,250}{2,534} = 28.18$$

Los muros por ser armazones maleables no confinados, en absoluto se encuentran sujetos al viro.

#### **4.6.11. Explotación de cantera de roca**

##### **Naturaleza de los Trabajos Selección de Cantera**

Referenciada la pedrera en el que se va sacar la piedra, aprobada mediante la supervisión de la construcción, tomando en cuenta el tipo de piedra que brinde el proyecto.

La elección de pedrera deberá realizarse con antelación a las obras y que su localización y camino de la pedrera al río, resulte lo mayor cercano factible al trabajo, a fin de ahorrar el costo de transportación y que la piedra este en

dimensiones comprimidas, no quebradas ni desgastadas a través de la fuerza del intemperismo.

Se tendrá en consideración la condición de la vía sin afirmar hacia el desplace de las maquinarias, estableciendo la extensión y los periodos óptimos de transportación.

### **Selección de Roca en cantera**

El distribuidor de las piedras debe obedecer en presentar los subsiguientes requerimientos previo consentimiento del supervisor de obra:

Las piedras deberán ser estudiadas adecuadamente con pruebas hechas en laboratorios, con los productos que se muestran a continuación:

- Contraseña de cantera
- Área de localización
- Clase de piedra
- Dimensión
- Peso definido (tonelada métrica por metro cubico) - P.a. (masa)
- Solidez - P.a. (s.s.s.)
- Absorbencia (%)

Las piedras elegidas deberán ser de clase ígnea como: granito, granodiorita, diabasa, entre otros. Con peso definido apropiado mayor a 2 toneladas métricas por metro cubico.

Las características del material roca deben ser:

- La piedra deberá aguantar una presión estimada de 1480 kilogramos por centímetro cuadrado.
- Límite de fatigación oscilante entre 370 a 3790 kilogramos por centímetro cuadrado.
- Fuerza de tracción de 30-50 kilogramos por centímetro cuadrado, que aguante las fuerzas de ambas presiones entre 150-300 kilogramos por centímetro cuadrado.
- Tomar en cuenta los minerales fundamentales de piedras de carácter ígneo,

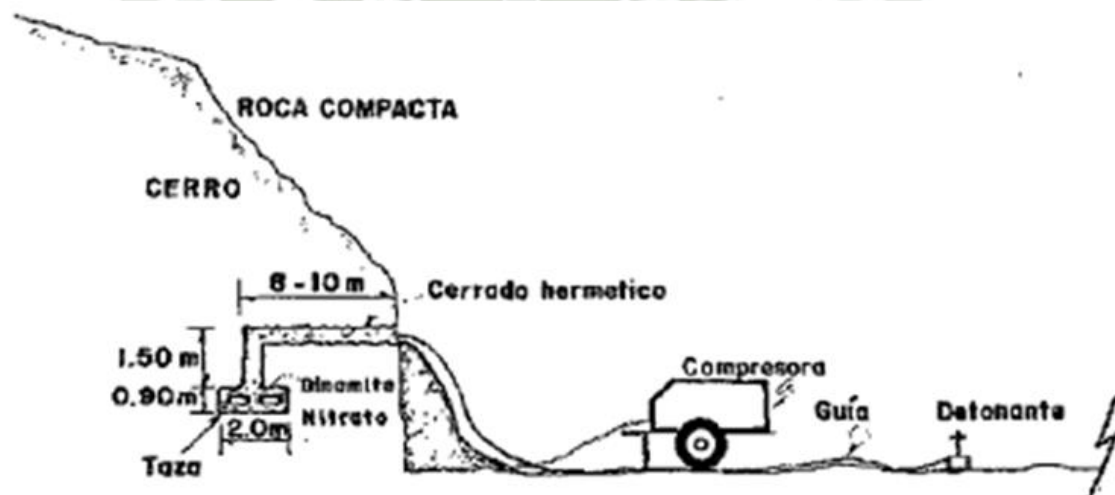
por ejemplo, el feldespato ortosa y el cristal de roca, complementos como herblenda y otros, unas texturas grandulares con fenocristal de ortosa y herblenda a fin de precisar la clase de piedra.

### Procedimiento constructivo extracción de roca por el contratista

#### Descripción.

De acuerdo a la dimensión efectiva de piedra requerida para el trabajo, se realiza la tronadura, dependiendo de la línea del calambuco y el cargamento explosivo; luego se procede a la extracción de la piedra y su preparación para el carguío.

**Ilustración 11.** Proceso de fraccionamiento del macizo rocos.



Fuente: Elaboración propia.

#### Equipos y materiales

Para la extracción es necesario tener un compresor con 2 martillos de 400-800 pies cúbicos por minuto o libras de fuerza, con rendimientos adecuados y barrenos de diferentes dimensiones 20, 40 y 60 centímetros, fundamentalmente.

Los elementos de explosión que se emplearan son el trinitrotolueno (TNT) de clase semexa, aniquilante y nitrato amónico al 65.0 %. Como grupo de trabajadores de deberá disponer de objetos como linterna, guante, casco y gafas protectoras, sogas, balde, punta de acero ortogonal, cable, borceguí de jebe, otorgando protección a los trabajadores.

Los rasgos y productividades de la máquina a utilizar es lo siguiente:

- ❖ Maquinaria : Compresora
- ❖ Cantidad : Uno
- ❖ Potencia : 180 - 200HP
- ❖ Rendimiento : 800 m<sup>3</sup>/día (depende de tipo de
- ❖ Capacidad : 750 – 800 CFM

La selección de las rocas fraccionadas se realizará con una Excavadora o Bulldozer (con cuchillas y cantonera reforzada).

Las características y rendimientos de la maquinaria a emplear es el siguiente:

Maquinaria	:	Tractor s/o	Excavadora
Modelo	:	D155AX-3/5	
Potencia (HP)	:	302-310	325
Rendimiento (m <sup>3</sup> /día)	:	1,136 (40m)	450.00
Capacidad (m <sup>3</sup> )	:		
Hoja- cucharón	:	11.7	1.8

### Descripción de Carguío de roca

Esta referido a la carga del elemento seleccionado en la pedrera Punto de Selección a los componentes de transporte volquete. Se deberá tener precaución en el periodo de retraso de estibar al camión, para prevenir paralizaciones innecesarias. Tener monitoreo por componente de la capacidad transportada diariamente, para observar la variación del coste y tablas de progreso.

**Ilustración 12.** Carguío de roca en cantera.



**Fuente:** Elaboración propia.

La carga de las piedras elegidas se recomendó usar una excavadora de 16 TM de izaje, que es mayormente operativo en lo que respecta al levantamiento de piedras y acomodación en los componentes de transporte, ello por medio de lo que se designa como el estrobado, el cual se trata de un conjunto de alambres denominado cable con ataduras de forma circular en los extremos, los que cruzan por la piedra y adecuadamente sujetos al garfio de izaje. Asimismo, se puede utilizar una excavadora de 325 hp

❖	Maquinaria	:	Excavadora
❖	Modelo	:	320E
❖	Potencia (HP)	:	325 HP
❖	Rendimiento (m3/día)	:	330 (30m) Capacidad
❖	Cucharón	(m3) :	2.5

### Descripción de Transporte de roca

Consistió en el transporte de materiales pesados desde la pedrera al río, al sitio en el cual se encuentra el prisma levantado.

Cabe precisar que fue indispensable apuntar y precisar el lapso de un periodo de partida y vuelta de los componentes, contemplando en este periodo los retrasos por actividades de carga y descarga; para ello de forma previa se deberá establecerse el periodo de trayecto en un tiempo total. Es sugerible tener un control fijo de esta parte.

### Equipo

El equipamiento para el transporte de las piedras estuvo compuesto básicamente de volquetes roqueros o semirroqueros con una amplitud teórica para la clase de materiales, estos equipos deberán estar incluidos en los límites de las capacidades. Es recomendable emplear volquetes de 15 metros cúbicos o de 22 Tm y con rumbo adecuado o elementos de alta capacidad.

El equipo recomendado a usarse tiene las siguientes características y requerimientos que se presentan a continuación:

- ❖ Maquinaria : Volquetes (Roqueros o semirroqueros) Modelo : NL12 Y NL10
- ❖ Potencia (HP) : 330
- ❖ Rendimiento
- ❖ (m3/día) : 55 (10Km) Capacidad
- ❖ Tolva (m3) : 10

### Procedimiento constructivo operación transporte de roca

Luego de estibar los volquetes procedieron a transportar la piedra al lugar de la construcción, éstos marcharan a una rapidez no mayor a 30 kilómetros por hora en rumbos preparados, disminuyendo a 15 kilómetros por hora en trochas sin afirmar. El material fue depositado en la zona abierta en las proximidades de la elevación, así como a lo largo de la base de la uña. Para el área de la base de

la uña anticipadamente se ha preparado una vía de ingreso en situaciones óptimas.

#### 4.6.12. Descripción de trabajos a realizar en el río

##### Construcción del Terraplén

Para la construcción del terraplén de los diques enrocado, se empleó los servicios de un Tractor Bulldozer que realizó los cortes transversales de acuerdo a las plantillas de niveles señalizados por la brigada de topográfica, ubicadas dentro del cauce natural del río, producto del corte el material será arrimado al alineamiento del terraplén proyectado, para luego esparcirlo longitudinalmente por capas de 50.0 cm hasta lograr la sección trapezoidal de acuerdo a los detalles estipulados en los planos de construcción.

**Ilustración 13.** Construcción de terraplén.



**Fuente:** Elaboración propia.

De las investigaciones realizadas y de la prueba efectuada, considerando las particularidades de los muros que existen su comportamiento por medio de los años, se concluyó en asumir el diseño del prisma con una revisión anticipada de las pautas que se muestran a continuación: El prisma con una anchura de corona

de 4 metros, lo que facilitara la transitabilidad de volquetes para el abastecimiento del material de relleno y rocas para el Dique, así como, la limpieza en la fase de operación. Los taludes del terraplén serán de 1V: 1.5H, mientras que el talud de la piedra externa en el espigón será de 0.3. Las dimensiones de todas las secciones se encuentran en los planos respectivos, tanto en los perfiles como en las secciones transversales.

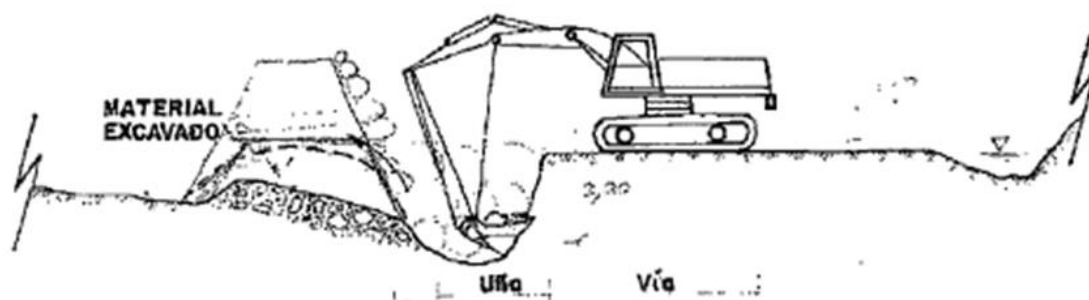
Las labores de replanteo y nivelación serán fijas, para ello se colocarán las cotas que corresponden en las áreas que puedan ejecutar el manejo de la elevación completa del muro. El alineado del dique con relación a su replanteo se demarcará utilizando hitos cada 20 metros, de igual forma, para obtener el talud que corresponde se proveerá en la zona de una cercha.

### **Construcción del Dique**

De acuerdo con el proceso de construcción, previo a iniciar las obras de enrocado se realizó la excavación de la uña de cimentación en forma longitudinal al cauce del río, asimismo se tendrá en el mismo trabajo de construcción la piedra en cantidades apropiadas y de las dimensiones requeridas. La ubicación de piedra en la uña será como se menciona en los requerimientos técnicos, acomodados, llenando las zonas con otras piedras de menores volúmenes, que obedezcan con la tarea de alcanzar un óptimo trabado entre ellas.

La roca que fue colocada en la uña, según el plano de detalles del Dique, donde el tercio inferior del Dique va tener un peso límite de 2.5 Tn y un  $\varnothing$  de 1.25 metros, para contrarrestar la fuerza de arrastre del agua en máximo desborde y la piedra del tercio intermedio será de 1,5 toneladas y de 1 tonelada en el tercio elevado del espigón enrocado.

**Ilustración 14.** Construcción de la uña.



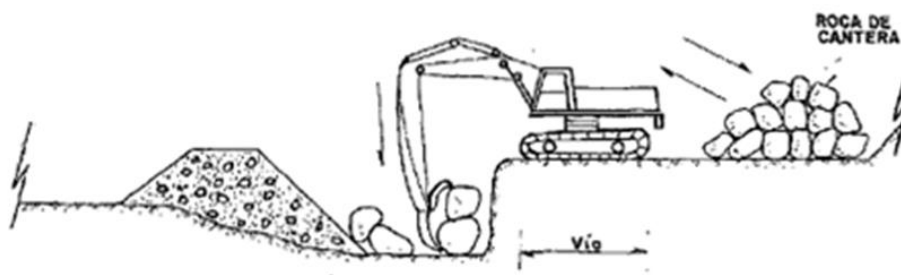
Fuente: Elaboración propia.

El enrocado del Dique se realizó partiendo de la primera línea soltada en el procedimiento de enrocamiento de la uña de cimentación, conforme a los mapas, las piedras de enormes volúmenes serán ubicadas en esta primera línea, donde servirán como soporte hacia el enrocado del dique. Asimismo, para obtener homogeneidad en los taludes, será necesario el uso de una cerca, que facilite chequear el declive del enrocamiento en la cara húmeda del enrocado.

#### **Procedimiento Constructivo Operación del colocado de roca**

El relleno de la uña de equilibrio fue mediante la ruta de ingreso paralelo a la uña, a fin de alcanzar una óptima repartición y uniformidad del elemento roca ya que se trata de la estabilidad del dique colocando la roca de mayor tamaño y el relleno de vacíos con roca de menor tamaño. No se recomendó efectuar por la plataforma dicha distribución. Los acabados pretendidos de las piedras en las uñas se efectúan a la acomodación y entrapado con palas, excavadoras y empleados capacitados para esta actividad.

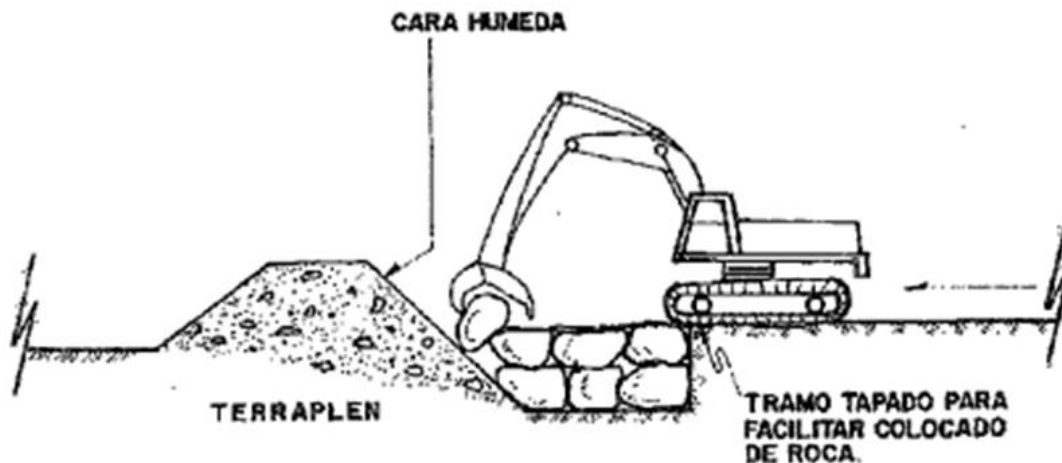
**Ilustración 15.** Colocado de roca.



Fuente: Junta de Usuarios Valle de Majes.

El recubrimiento en el lado húmedo se realizó de forma posterior al relleno de la uña con roca de mayor diámetro entrabada desde el pie del talud del dique y según se fue levantando el prisma hasta alcanzar la altitud de la forma. La última sección del lado húmedo pudo ser revestido mediante la ruta elevada de las plataformas del muro.

**Ilustración 16.** Revestimiento de la cara húmeda.



Fuente: Elaboración propia.

En el coronamiento se traza los progresivos que corresponden de acuerdo a lo planteado. En el caso que la construcción se paralice se debe cubrir con piedra la última sección completa del lado seco a fin de impedir el desgaste de lo realizado.

Las rocas fueron de dimensión homogénea con la repartición granulo-métrica que se presenta a continuación:

- D100 (Dimensión máxima)
- $2D_{85} = 2.00m$   $D_{85} = 2D_{50} = 1.00m$
- $D_{50} = D_{50} = 0.50m$

### Norma Técnica

La edificación de la construcción se realizará obedeciendo con los reglamentos técnicos nacionales (INDECOPI), admitiéndose leyes y políticas de carácter

internacional en el momento que estas aseguren unas calidades iguales o superiores a las territoriales:

- ❖ RNC
- ❖ Reglamentos peruanos de concreto
- ❖ Reglamentos peruanos de carreteras
- ❖ A.C.I. (American Concrete Institute)
- ❖ USBR (U.S. Bureau of Reclamation)
- ❖ ASTM (American Society for Testing Materials)
- ❖ AWS (American Welding Society)
- ❖ AISC (American Institute of Steel Construction)

Los trabajos realizados en el comité de consumidores del Valle de Majes se basan en el obediencia de leyes y leyes territoriales actuales imprescindibles para la clase de obras a realizar.

En caso de que en determinados asuntos nacieran incertidumbres con relación a la utilización de leyes, la disposición del Supervisor/Inspector es el único definitivo y válido.

Puede ser adoptado, con un consentimiento previo del Supervisor/Inspector, otros reglamentos de aprobación global, ya sea que se aseguren las mismas calidades de las obras.

## **5. EVALUACIÓN TÉCNICO - ECONÓMICA**

### **5.1. Evaluación técnica**

Realizando la evaluación técnica del informe de suficiencia profesional de la optimización de la habilidad de reacción frente a avenidas (defensas ribereñas) construcción de diques enrocados en el ámbito de la Junta de Usuario del Valle de Majes, podemos considerar la siguiente tabla de selección del tipo de defensa y el criterio de selección.

**Tabla 4.** Criterio de selección de tipo de defensas ribereñas.

Tipo de defensa	Método	Costo	Tiempo de vida	Seguridad	Selección
Defensas vivas	Plantación de arboles	Bajo	Largo	Baja	X
Limpieza de cauce del río	Movimiento de tierras con maquinaria para encauzar el río.	Medio	Corto	Baja	X
Muros de concreto	Construcción de diques de cemento ciclópeo armado	Muy alto	Largo	Alta	X
Gaviones	Cajas con red de malla hexagonal rellenas de material de río.	Medio	Largo	Baja	X
Diques	Diques enrocados material de río recubierto con piedra de gran peso en su lado húmedo.	Alto	Largo	Alta	

**Fuente:** Elaboración propia

## 5.2. Evaluación económica

Para la evaluación económica he considerado realizar el análisis en un sector el cual corresponde a Caspani, del cual expongo la siguiente data.

**Tabla 5.** Descripción del punto de análisis

<b>Ubicación</b>	
Distrito	Aplao
Provincia	Castilla
Departamento	Arequipa
Área Total del Bloque de Riego	185.00has.
Progresivas	0+580 a 1+715
Longitud de Dique Enrocado	1.135
Presupuesto	S/. 1'958,004.39

**Fuente:** Elaboración propia

En el sector consideramos la producción agropecuaria de los siguientes productos.

**Tabla 6.** Rendimiento de productos agrícolas.

<b>Producto</b>	<b>Rendimiento</b>	<b>Tiempo</b>
Arroz	12,500 kg/ha	6 meses
Trigo	5, 500 kg/ha	6 meses
Papa	28,000 Kg/ha	6 meses
Ajo	9000 kg/ha	10 meses
Maíz	5700 kg/ha	6 meses

**Fuente:** Elaboración propia

Para poder calcular los indicadores financieros primero expondremos el análisis de rentabilidad de los productos que el valle de Majes, específicamente el sector Caspani produce.

**Tabla 7.** Análisis de rentabilidad maíz amarillo

<b>1 Valoración de la Cosecha</b>			
Rendimiento Probable por Hectárea ( kg /Ha.)			5,700.00
Precio Chacra Promedio de Ventas (s/. X kg.)			0.65
<b>Valor Bruto de la Producción</b>	VBP =		3,705.00
<b>2 Análisis de Rentabilidad</b>			
Costo Directo	CD=		2,737.38
Costo Indirecto	CI=		914.51
<b>Costo Total de Producción</b>	CTP=		3,651.88
<b>Valor Bruto de la Producción</b>	VBP =		3,705.00
<b>Utilidad Bruta de la Producción</b>	UB = VBP / CD		967.63
Precio Chacra de Venta Unitario (Kg.)			0.65
Costo de Producción Unitario (kg.)			0.64
Margen de Utilidad Unitario (kg.)			0.01
<b>Utilidad Neta de la Producción</b>	UN = VBP / CTP		53.12
<b>Índice de Rentabilidad ( % )</b>	$IR = (VBP - CTP) * 100 / CTP$	1.45	%
<b>Costo Total + 30 % Rentabilidad = Precio Sugerido Para Kilo Maíz Híbrido</b>			
			S/. 0.83

Fuente: Junta de Usuarios del Valle de Majes

**Tabla 8.** Análisis de rentabilidad del arroz

<b>1 Valoración de la Cosecha</b>			
Rendimiento Probable por Hectárea ( kg /Ha.)			12,000.00
Precio Chacra Promedio de Ventas (s/. X kg.)			0.80
<b>Valor Bruto de la Producción</b>	VBP =		9,600.00
<b>2 Análisis de Rentabilidad</b>			
Costo Directo	CD=		5,769.10
Costo Indirecto	CI=		1,634.16
<b>Costo Total de Producción</b>	CTP=		7,403.26
<b>Valor Bruto de la Producción</b>	VBP =		9,600.00
<b>Utilidad Bruta de la Producción</b>	UB = VBP / CD		3,830.90
Precio Chacra de Venta Unitario (Kg.)			0.80
Costo de Producción Unitario (kg.)			0.62
Margen de Utilidad Unitario (kg.)			0.18
<b>Utilidad Neta de la Producción</b>	UN = VBP / CTP		2,196.74
<b>Índice de Rentabilidad ( % )</b>	$IR = (VBP - CTP) * 100 / CTP$	29.67	%
<b>Costo Total + 30 % Rentabilidad = Precio Sugerido Para Kilo Maíz Híbrido</b>			
			0.80

Fuente: Junta de Usuarios del Valle de Majes

**Tabla 9.** Análisis de rentabilidad del ajo.

<b>1 Valoración de la Cosecha</b>		
Rendimiento Probable por Hectárea ( kg /Ha.)		9,000.00
Precio Chacra Promedio de Ventas (s/. X kg.)		1.50
<b>Valor Bruto de la Producción</b>	VBP =	13,500.00
<b>2 Análisis de Rentabilidad</b>		
Costo Directo	CD=	8,283.50
Costo Indirecto	CI=	2,753.29
<b>Costo Total de Producción</b>	CTP=	11,036.79
<b>Valor Bruto de la Producción</b>	VBP =	13,500.00
<b>Utilidad Bruta de la Producción</b>	UB = VBP / CD	5,216.50
Precio Chacra de Venta Unitario (Kg.)		1.50
Costo de Producción Unitario (kg.)		1.23
Margen de Utilidad Unitario (kg.)		0.27
<b>Utilidad Neta de la Producción</b>	UN = VBP / CTP	2,463.21
<b>Índice de Rentabilidad ( % )</b>	IR = (VBP- CTP)*100 / CTP	22.32 %
<b>COSTO TOTAL + 30 % RENTABILIDAD = PRECIO SUGERIDO PARA KILO AJO</b>		1.59

Fuente: Junta de Usuarios del Valle de Majes

**Tabla 10.** Análisis de rentabilidad de la cebolla.

<b>1 Valoración de la Cosecha</b>		
Rendimiento Probable por Hectárea ( kg /Ha.)		30,000.00
Precio Chacra Promedio de Ventas (s/. X kg.)		0.35
<b>Valor Bruto de la Producción</b>	VBP =	10,500.00
<b>2 Análisis de Rentabilidad</b>		
Costo Directo	CD=	6,264.70
Costo Indirecto	CI=	2,039.35
<b>Costo Total de Producción</b>	CTP=	8,304.05
<b>Valor Bruto de la Producción</b>	VBP =	10,500.00
<b>Utilidad Bruta de la Producción</b>	UB = VBP / CD	4,235.30
Precio Chacra de Venta Unitario (Kg.)		0.35
Costo de Producción Unitario (kg.)		0.28
Margen de Utilidad Unitario (kg.)		0.07
<b>Utilidad Neta de la Producción</b>	UN = VBP / CTP	2,195.95
<b>Índice de Rentabilidad ( % )</b>	IR = (VBP- CTP)*100 / CTP	26.44 %
<b>COSTO TOTAL + 30 % RENTABILIDAD = PRECIO SUGERIDO PARA KILO CEBOLLA</b>		S/ 0.37

Fuente: Junta de Usuarios del Valle de Majes

### Evaluación Económica

Para llevar a cabo la evaluación económica del proyecto he realizado el análisis en el sector Caspani el cual abarca una dimensión de 185 hectáreas, y en el cual se instaló una longitud de dique enrocado de 1.135 km, a continuación, presento la siguiente tabla resumen.

**Tabla 11.** Resumen de la evaluación económica

<b>SECTOR</b>	<b>CASPANI- VALLE DE MAJES</b>	
<b>LONGITUD DE DIQUE</b>	1.135	<b>KM</b>
<b>INVERSIÓN</b>	1'958,004.39	<b>Soles</b>
<b>PERIODO DE RECUPERACIÓN</b>	3	<b>Años</b>

**Fuente:** Elaboración propia

Por tanto, del cuadro podemos mencionar que el monto de inversión para la ejecución del Proyecto de defensas ribereñas está estimado por el siguiente monto de S/. 1'958,004.39 soles, el mismo que tendrá un periodo de recuperación de 3 años.

## 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### Conclusiones

- ❖ En este informe de suficiencia profesional se expuso como mediante la elaboración y ejecución de un expediente técnico en la Junta de Usuarios del Valle de majes se logró realizar el diseño de construcción de diques enrocados para reducir la vulnerabilidad de las infraestructuras de riego en el sector Caspani, mejorando el servicio de protección contra inundaciones y avenidas extremas del caudal del rio en el Valle de Majes.
- ❖ A su vez a través de la ejecución del expediente técnico desarrollado en la Junta de Usuarios del Valle de Majes se logrará la protección de áreas agrícolas e infraestructura de riego en el Valle de Majes correspondientes a un total de 100.00 Has, y beneficiando a 80 usuarios pertenecientes a la Comisión de Usuarios La Real
- ❖ En el presente trabajo se expuso como a través del uso de las pautas técnicas y de diseño se logró dar soporte a la elaboración del expediente técnico durante mi ejercicio profesional y por tanto mejorar la ejecución de la construcción de diques enrocados, en la construcción de defensas ribereñas en la Junta de usuarios del valle de majes en el sector Caspani.
- ❖ Con la ejecución del expediente técnico, mediante la construcción de diques enrocados en el sector Caspani se consigue reducir la inseguridad de los agricultores en épocas de avenidas del rio Majes e incrementar la protección de los sembríos y garantizar la producción agrícola en valle de Majes.
- ❖ Con la ejecución del expediente técnico desarrollado en mi ejercicio profesional dentro de la Junta de Usuarios del Valle de Majes específicamente en el sector Caspani se logra mejorar las calidades de vida del Usuario del Valle de Majes, reduciendo los riesgos de pérdidas económicas a consecuencia de la pérdida de sembríos por inundación.

## Recomendaciones

- ❖ Se recomienda a los usuarios del Valle de Majes aprovechar al máximo las hectáreas de influencia de los proyectos de construcción de diques y realizar sembríos en las épocas de avenidas para incrementar sus ingresos anuales.
- ❖ Se recomienda el uso de modelos de fragmentación los cuales determinan la carga explosiva, para optimizar la fragmentación del macizo rocoso empleado para la construcción de diques enrocados.
- ❖ Se recomienda el uso de maquinaria eficiente para el preparación, extracción, carguío y transporte de material macizo rocoso, dado que cualquier demora operativa e imprevista afectaría la producción y por ende el cronograma de avance físico de la construcción de diques.
- ❖ Se recomienda para futuros trabajos y/o informes, la búsqueda de estudios y/o información sobre los efectos del calentamiento global sobre las precipitaciones pluviales en las temporadas de verano para así tener un conocimiento sobre los efectos con la finalidad de prevenir desastres naturales como los ocurridos en el año 2018 en el Valle de Majes.
- ❖ Se recomienda añadir mejoras a las barreras de diques para incrementar la seguridad de los terrenos agrícolas de protección, y de esta manera asegurar la productividad de los usuarios del Valle de Majes.

## 7. REFERENCIAS

ANA. (03 de abril de 2015). Reglamento de la Ley N° 30157 - Ley de las Organizaciones de Usuarios de Agua. *Decreto Supremo N° 005-2015-MINAGRI*. Lima, Lima, Perú: Repositorio de la Autoridad Nacional Del Agua. Recuperado el 22 de Noviembre de 2022, de <http://www.ana.gob.pe/normatividad/ley-ndeg-30157-ley-de-las-organizaciones-de-usuarios-de-agua-0>

Bedia Guillen , C. (Julio de 2018). DESARROLLO SOSTENIBLE: DESASTRES NATURALES EN EL VALLE DE MAJES, SECTOR PUNTA COLORADA – AREQUIPA 2018. *TESIS PARA OPTAR EL GRADO ACADEMICO DE: DOCTOR EN MEDIO AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE*. Lima, Peru: Repositorio de la Universidad Federico Villarreal.

Carrasco Pérez, M. C., Renou, F., Peña Laureano, F., Acosta Pereira, H., Olarte Concha, Y., Sánchez Díaz, M., . . . Santos Romero, B. L. (Julio de 2021). Estudio hidrogeológico de la cuenca del río Camaná - Majes - Colca. *INGEMMET, Boletín Serie H: Hidrogeología; n° 8(1)*, 295. Arequipa, Arequipa, Peru: Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico - INGEMMET. Recuperado el 12 de Junio de 2022, de <https://hdl.handle.net/20.500.12544/3163>

Garrido Rivero, R., Carreira Fernandez, R., & Iglesias Montes, R. (2019). *Defensa y prevencion de incendios forestales*. Editorial Sintesis.

Gonzales, M., & Garcia D. (2001). *Restauracion de ríos y riberas*. Madrid: Joyra.

INGEMMET. (2015). *Estudio geodinámico de la cuenca del río Camaná-Majes (Colca) (Departamento de Arequipa)*. Arequipa: Ingemmet.

La Republica. (12 de Enero de 2018). Incremento del caudal del rio Majes. *Dominical*, págs. 6-8.

MINAM. (2020). *El valle de Majes*. Lima: Ministerio del Ambiente.

Municipalidad Distrital de Majes. (2021). *CONVENIO DE ASISTENCIA TÉCNICA N° 075-2012-VIVIENDA MINISTERIO DE VIVIENDA, CONSTRUCCIÓN Y SANEAMIENTO*. Arequipa: Ecourbe Consultores.

Pinazo Beltran , K. (2020). Análisis espacio-temporal bioeconómico pesquero, condición biológica y preferencia de hábitat del camarón de río *Cryphiops caementarius* en el río Majes-Camaná, como base para establecer un centro piloto de crianza . *Tesis presentada para optar el título profesional de Maestro en Ciencias con mención en Gerencia Auditoria y Gestion Ambiental*. Arequipa, Perú: Repositorio de la Universidad Nacional de San Agustin.

SENAMHI. (2020). *Climatología del Valle de Majes*. Arequipa: Senami.

Serruto, A. (1997). *Prevención de huaycos e inundaciones*. Lima: Repositorio de la universidad de San Marcos.

Téran , R. (1998). *Diseño y construcción de defensas ribereñas*. Lima: Escuela superior Charles Sutton.

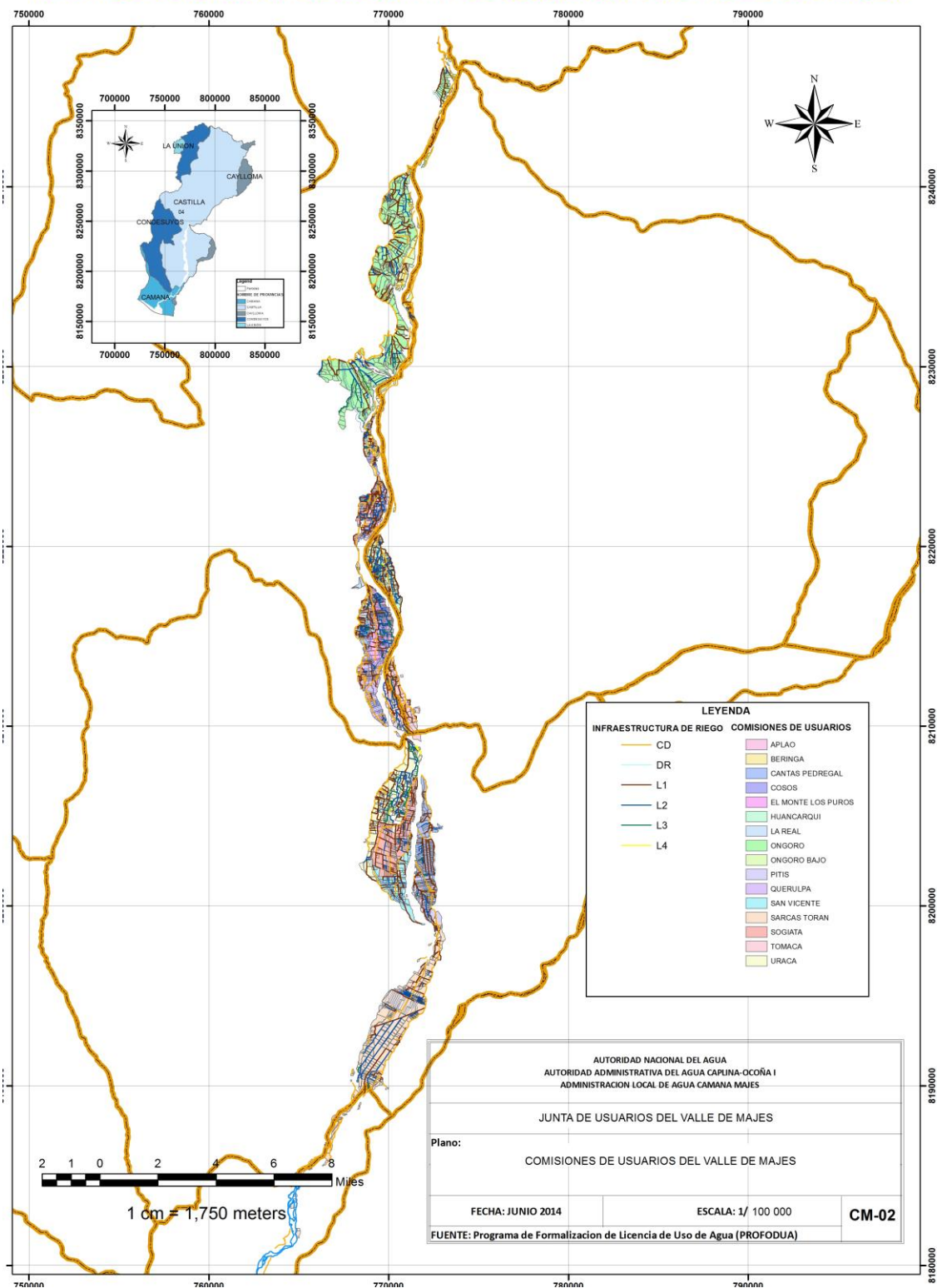
Ven , C. (1983). *Hidraulica de los canales abiertos*. México: Mc Graw Hill.

## 8. ANEXOS Y PLANOS



Anexo 1

MAPA DE UBICACION DE LA JUNTA DE USUARIOS DEL VALLE DE MAJES

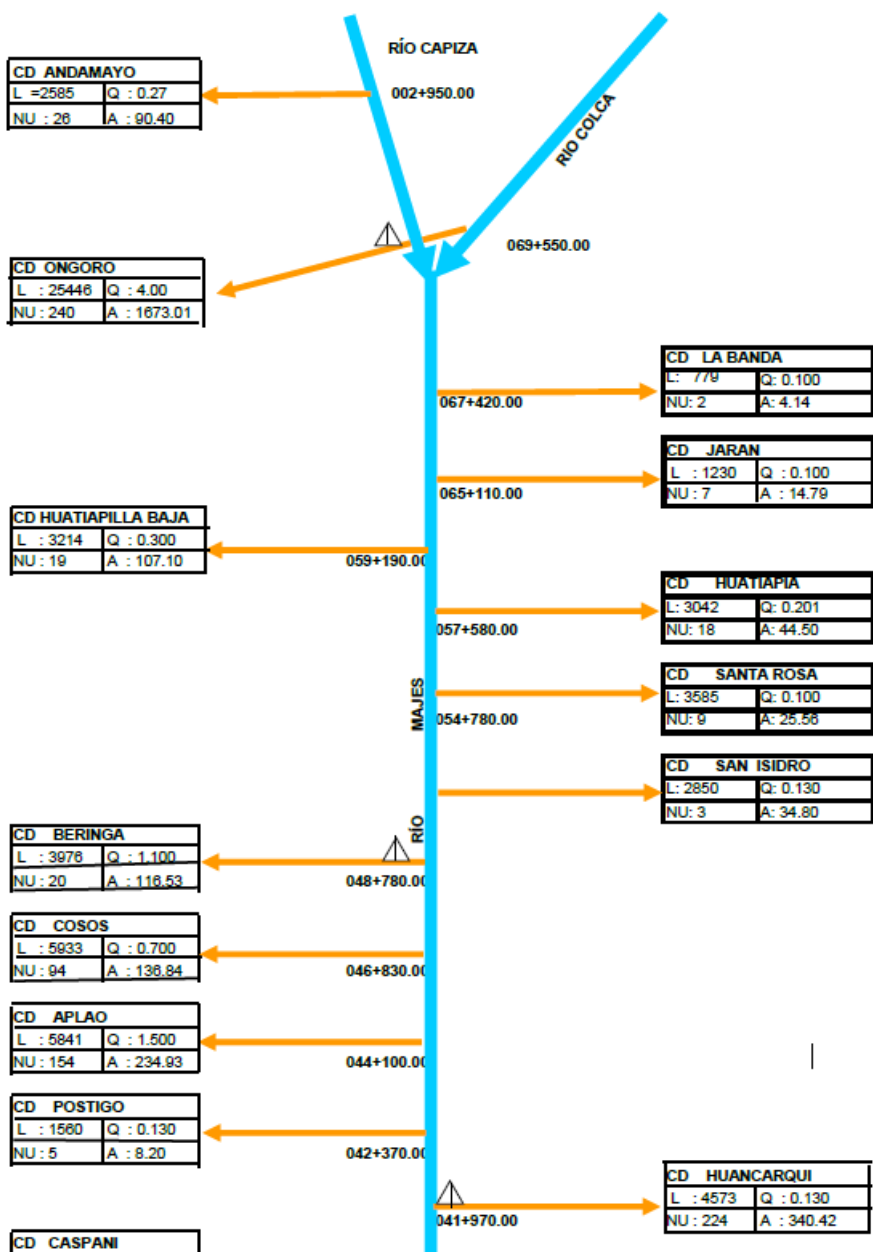


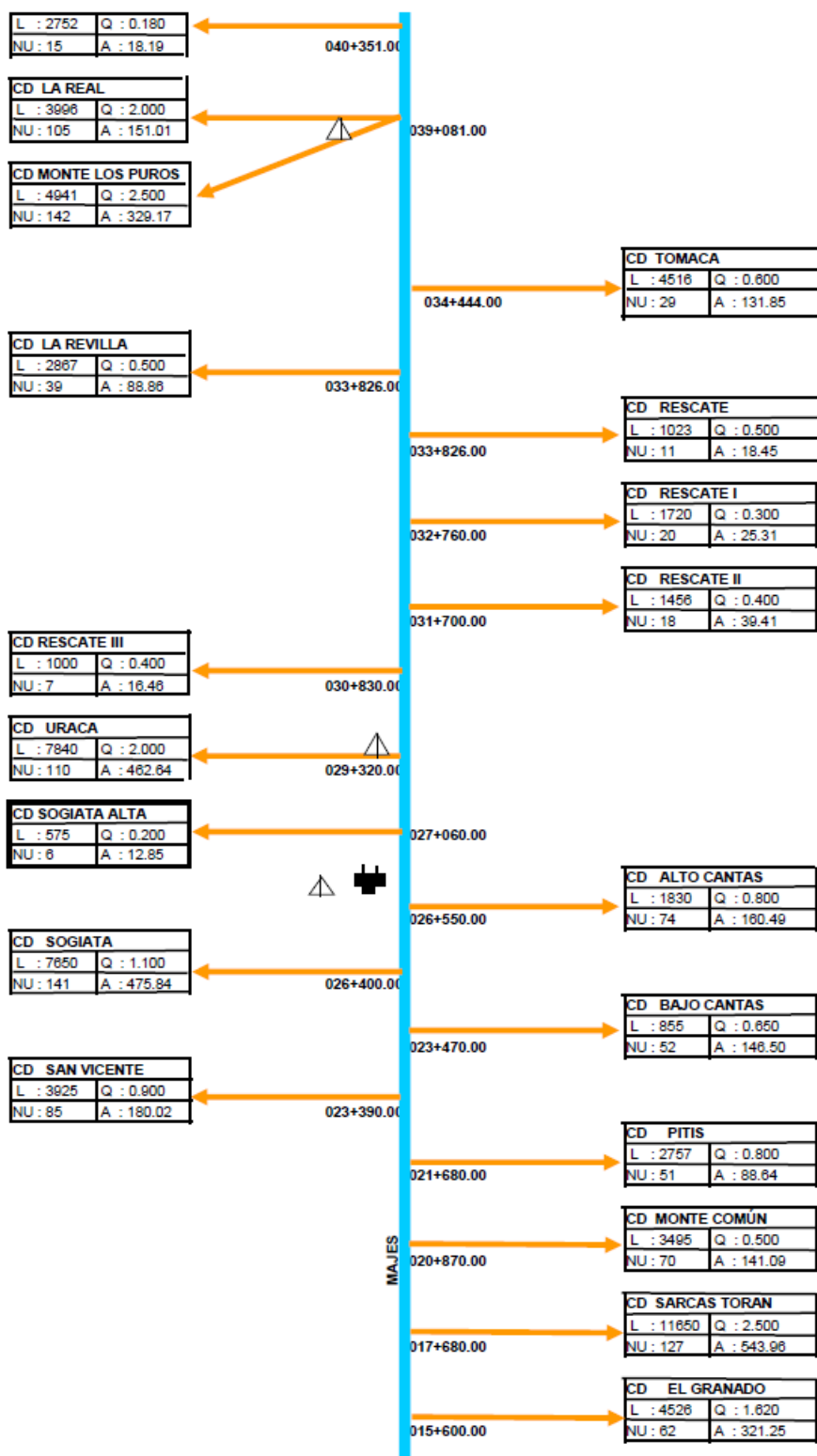


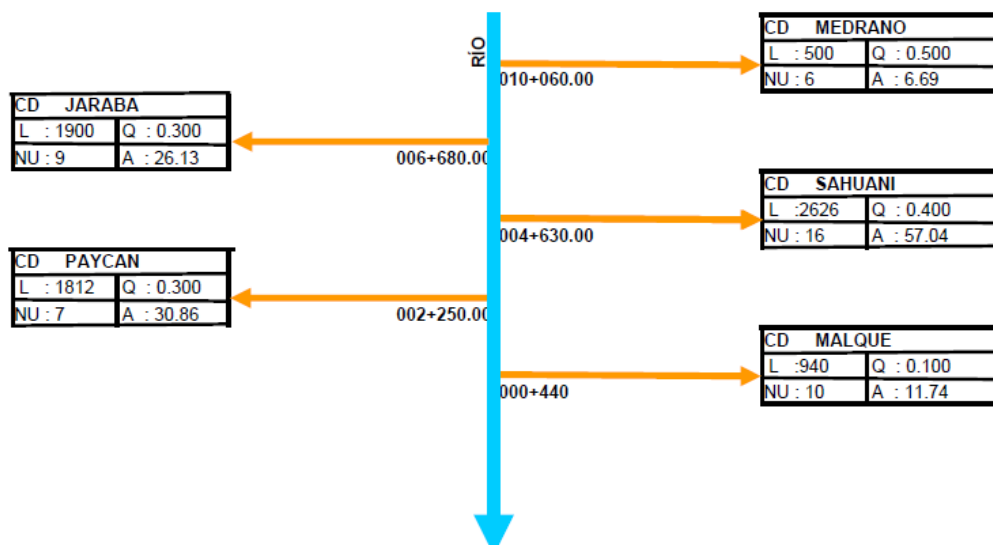





Anexo 4

# ESQUEMA HIDRAULICO DEL SECTOR HIDRÁULICO MENOR VALLE DE MAJES







LEYENDA - SIMBOLOGIA	
CD : Canal Derivación	 R : Bocatoma Rústica
L : Longitud canal (metros)	 PE : Bocatoma Permanente
Q : Caudal m3/s	 BC : Medidor
NU : Número Usuarios	
VALLE DE MAJES-2010	



## Anexo 5

### Caudal Medio Mensual – Histórica Aforado (m3/seg)

Estación : HUATIAPA                      Latitud : 16° 00'      "S"                      Dpto. Arequipa

Cuenca : RIO MAJES                      Longitud : 72°28'      "W"                      Prov. Castilla

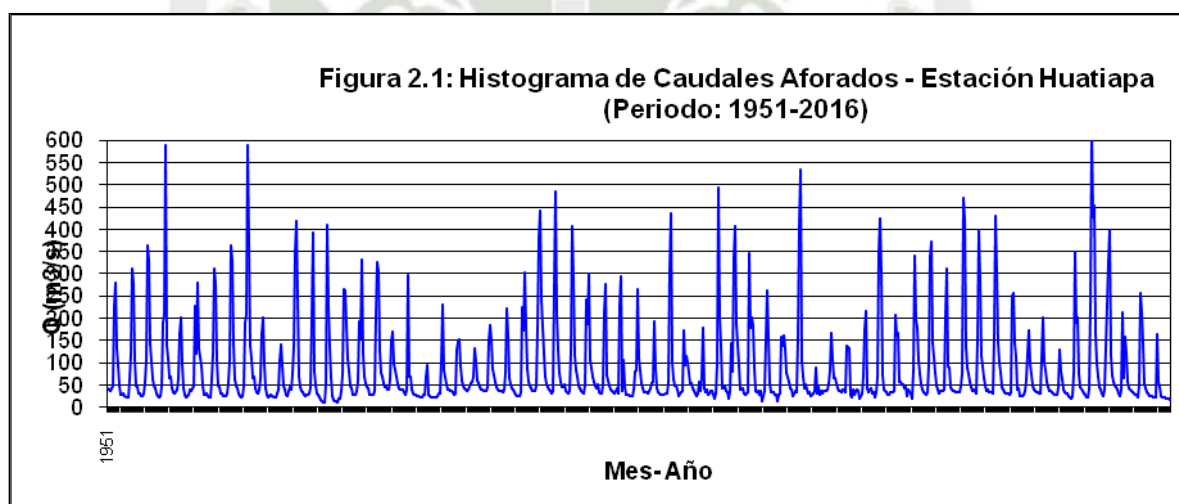
Fuente :Elaboración Propia              Altitud : 700      msnm                      Dist. Aplao

Año	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	MEDIO
1951-52	42.07	40.16	37.57	42.43	46.91	227.57	277.77	132.91	92.35	49.09	29.00	27.68	87.13
1952-53	29.47	24.50	21.53	22.03	62.07	119.51	311.74	277.24	105.04	48.91	43.98	30.42	91.37
1953-54	29.92	23.91	24.09	29.91	58.03	104.52	364.14	329.52	139.83	61.06	48.38	43.32	104.72
1954-55	31.64	26.04	23.09	25.46	47.35	188.15	208.89	587.82	136.20	107.67	66.24	69.39	126.50
1955-56	41.34	33.26	29.30	38.32	66.54	166.52	201.18	96.06	42.33	28.40	21.95	23.94	65.76
1956-57	26.86	23.83	21.51	22.58	31.76	40.36	104.82	139.45	94.24	47.68	39.73	28.23	51.75
1957-58	23.55	35.70	45.71	38.32	77.02	138.08	348.50	417.14	67.63	44.24	36.90	32.72	108.79
1958-59	28.92	23.68	27.32	27.70	31.93	43.78	195.24	392.59	78.74	48.84	31.12	26.72	79.72
1959-60	22.82	15.55	9.72	9.13	54.26	409.41	224.27	134.70	65.36	26.12	17.48	14.28	83.59
1960-61	12.53	11.31	17.78	20.12	37.68	75.50	266.02	261.39	107.52	79.47	47.80	41.20	81.53
1961-62	28.40	27.33	27.43	35.95	59.13	191.53	154.23	330.91	120.88	69.26	54.62	44.39	95.34
1962-63	40.74	27.93	27.17	27.69	37.66	206.02	324.15	305.82	124.65	76.91	68.79	53.20	110.06
1963-64	44.07	46.34	40.10	38.31	62.74	148.94	168.63	96.32	68.45	50.68	40.96	37.87	70.28
1964-65	39.98	40.58	34.06	29.02	37.82	297.53	68.55	69.44	38.07	29.17	27.19	27.54	61.58
1965-66	25.86	24.75	22.60	21.77	28.39	28.45	67.33	93.18	27.20	25.30	23.15	21.73	34.14
1966-67	21.50	21.13	21.37	24.37	29.39	31.93	106.21	229.42	82.46	51.35	40.28	37.93	58.11
1967-68	36.78	35.52	33.65	27.83	29.80	128.41	146.47	153.44	90.16	59.21	49.30	42.90	69.46

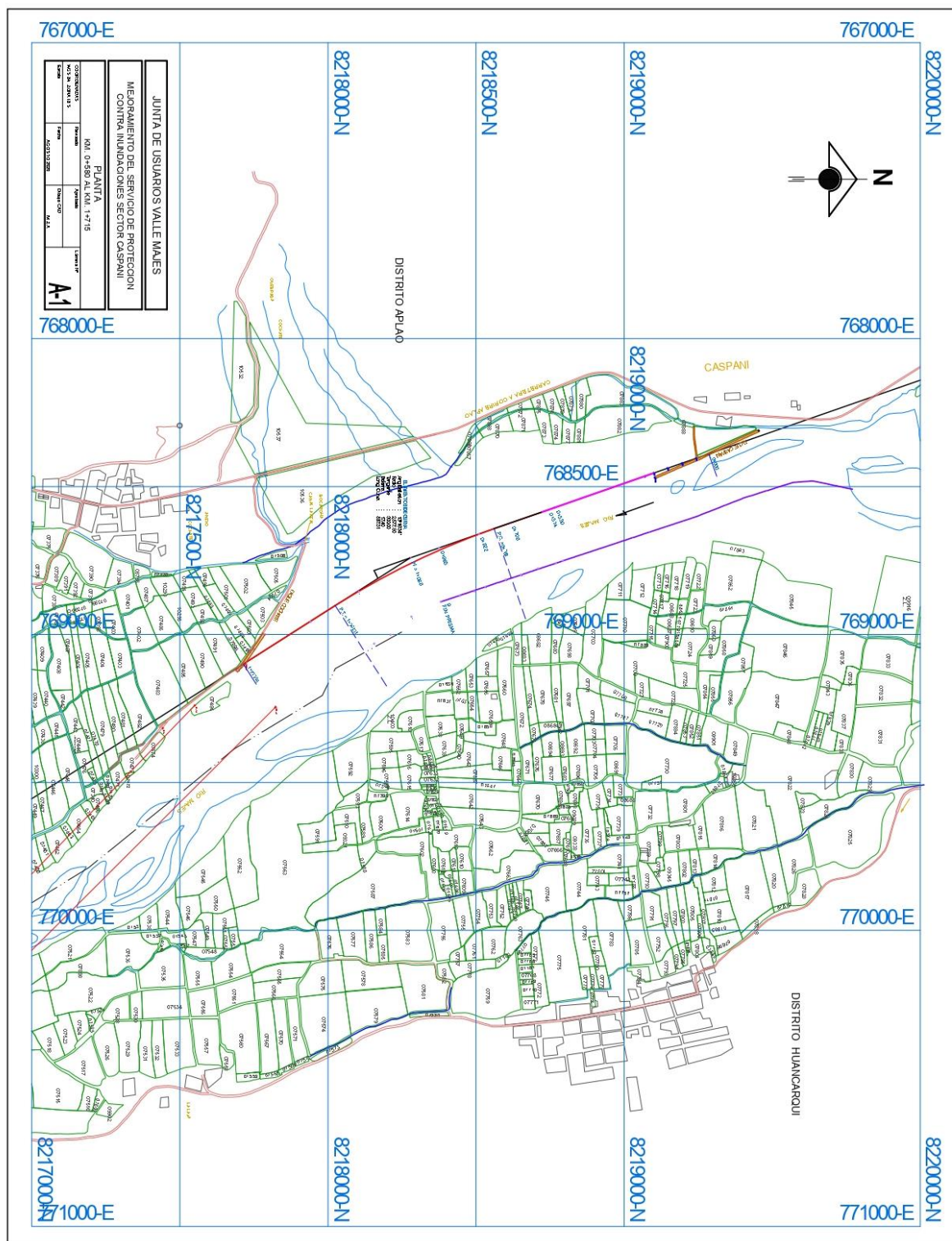
1968-69	38.31	37.53	38.05	53.22	55.66	66.72	133.17	99.47	59.73	52.44	45.62	40.05	60.00
1969-70	38.17	37.52	36.84	36.91	44.63	152.24	183.94	147.74	84.85	55.84	45.39	39.89	75.33
1970-71	37.07	36.32	36.59	34.29	39.47	79.54	221.07	159.29	65.57	51.87	43.50	38.08	70.22
1971-72	32.33	28.04	25.34	23.48	32.22	223.85	172.35	302.44	179.82	85.26	56.70	47.06	100.74
1972-73	41.23	37.00	36.68	36.67	47.87	180.82	381.59	440.85	241.11	119.60	67.81	51.25	140.21
1973-74	43.90	38.19	36.73	31.39	36.63	276.82	483.35	207.29	127.70	76.54	55.46	45.29	121.61
1974-75	46.07	49.62	36.17	31.52	36.76	124.85	406.71	289.31	113.88	83.19	68.05	48.58	111.23
1975-76	42.20	35.93	33.12	30.63	50.61	241.25	186.94	298.27	106.64	69.39	57.44	47.92	100.03
1976-77	42.23	50.10	34.14	29.51	31.63	50.29	213.86	275.80	70.98	58.26	47.16	39.37	78.61
1977-78	36.07	32.85	29.95	41.33	31.81	229.53	294.30	37.24	106.98	44.56	28.09	26.92	78.30
1978-79	27.08	25.95	24.98	25.18	39.89	79.11	83.91	265.69	107.32	54.26	42.78	34.41	67.55
1979-80	32.88	32.53	31.12	35.96	42.37	54.55	58.03	193.56	86.17	41.26	32.51	30.08	55.92
1980-81	26.99	28.63	26.68	30.62	29.81	55.28	311.97	436.55	99.13	62.25	49.14	48.84	100.49
1981-82	38.54	26.09	30.00	32.50	35.37	172.28	93.56	114.63	99.36	49.93	52.66	43.45	65.70
1982-83	35.28	31.74	23.60	29.77	55.32	35.78	68.14	176.71	41.64	34.32	38.44	27.30	49.84
1983-84	30.65	34.96	35.24	18.80	30.35	98.01	494.15	201.51	133.36	41.94	43.22	47.73	100.83
1984-85	36.64	32.54	19.74	35.91	143.65	80.41	335.84	405.77	185.40	93.24	40.20	38.30	120.64
1985-86	40.74	29.14	28.09	30.03	33.43	345.14	176.72	200.94	183.29	89.47	37.43	32.32	102.23
1986-87	37.60	29.02	35.43	12.22	36.61	151.87	261.55	154.40	53.18	34.52	33.52	33.81	72.81
1987-88	26.93	27.31	14.07	28.47	30.36	157.89	138.04	160.26	132.17	75.92	57.85	42.85	74.34
1988-89	37.92	26.22	29.70	36.95	33.49	158.22	410.61	534.47	103.28	67.87	42.97	49.63	127.61
1989-90	40.43	30.90	32.62	23.60	30.35	36.52	87.14	31.46	43.96	28.95	35.42	30.69	37.67
1990-91	37.15	35.75	36.20	39.34	54.98	86.51	165.89	106.17	66.13	64.70	41.93	37.05	64.32
1991-92	36.60	33.75	38.65	38.51	34.22	137.06	134.56	131.39	27.91	22.82	38.29	28.93	58.56

1992-93	37.11	39.21	37.58	20.29	31.92	69.61	174.36	215.80	43.40	34.10	38.16	43.17	65.39
1993-94	31.70	33.73	22.74	33.05	68.85	348.54	424.22	301.79	72.00	39.84	33.98	28.75	119.93
1994-95	26.94	33.69	34.04	33.26	35.74	205.53	160.82	167.33	55.76	57.95	51.71	50.37	76.10
1995-96	43.04	46.05	24.15	38.72	30.75	19.24	83.11	340.00	194.84	179.33	106.48	75.10	98.40
1996-97	51.77	40.39	33.80	31.58	28.30	34.84	97.48	339.21	370.81	142.83	76.00	47.75	107.90
1997-98	39.56	31.73	36.45	35.94	35.26	38.61	202.62	311.78	92.49	87.68	44.05	38.63	82.90
1998-99	36.90	35.99	32.60	32.40	33.55	48.54	76.91	469.43	421.54	135.93	87.06	74.87	123.81
1999-00	57.64	45.06	37.55	38.63	35.54	31.02	154.75	397.51	282.47	113.10	65.17	47.09	108.79
2000-01	35.58	38.71	33.58	33.89	33.73	29.46	164.94	430.34	301.17	144.22	100.37	77.39	118.62
2001-02	43.88	39.79	34.21	32.00	29.70	28.61	33.52	250.82	256.94	143.68	110.10	52.98	88.02
2002-03	41.81	25.37	24.21	25.66	28.20	37.59	62.03	119.86	173.09	96.76	47.07	39.45	60.09
2003-04	35.91	33.78	32.50	30.93	29.68	111.51	200.05	99.57	83.31	55.63	43.68	37.27	66.15
2004-05	36.05	32.35	29.19	27.60	28.00	46.36	128.99	79.74	63.44	38.29	33.87	30.18	47.84
2005-06	28.06	27.53	25.95	23.41	30.79	113.38	204.24	292.98	167.18	86.06	69.21	65.15	94.50
2006-07	61.95	50.50	32.50	21.82	19.33	103.66	117.49	215.75	113.13	54.72	43.66	35.41	72.49
2007-08	29.32	23.44	19.79	19.58	23.80	123.40	107.97	89.21	58.14	41.55	32.40	26.97	49.63
2008-09	24.65	23.47	21.18	19.64	21.82	36.68	101.63	151.96	52.26	33.04	28.78	26.59	45.14
2009-10	24.66	22.37	20.30	18.24	20.37	84.09	149.56	110.67	50.33	43.09	37.95	34.52	51.35
2010-11	30.55	25.44	22.75	19.27	24.98	77.17	347.65	189.23	200.07	74.15	43.59	35.07	90.83
2011-12	30.35	26.88	23.20	22.27	40.73	234.16	628.08	426.59	453.31	164.78	97.99	69.09	184.79
2012-13	43.93	39.15	31.02	24.71	40.53	228.77	324.89	396.71	114.28	71.55	57.91	48.53	118.50
2013-14	45.93	39.15	31.02	24.71	40.53	212.18	66.09	157.80	121.40	57.05	40.87	36.60	72.78
2014-15	34.19	31.04	27.71	27.38	23.04	50.34	256.73	211.81	141.96	55.13	41.75	33.74	77.90
2015-16	29.22	25.81	24.24	24.45	21.36	21.51	163.39	55.53	44.67	26.17	21.73	23.34	40.12

2016-17	21.76	20.09	19.10	17.63	16.34	153.26	109.59	302.32	202.50	74.87	45.07	30.03	84.38
2017-18	24.94	21.77	19.78	18.47	24.09								21.81
<b>Media</b>	35.18	31.96	29.03	29.00	39.30	125.89	205.71	235.49	123.20	66.87	48.29	40.32	83.32
<b>DesvStd</b>	8.57	8.07	7.04	7.89	18.20	89.80	123.54	129.43	88.33	35.00	19.54	13.22	28.98
<b>Min</b>	12.53	11.31	9.72	9.13	16.34	19.24	33.52	31.46	27.20	22.82	17.48	14.28	21.81
<b>Max</b>	61.95	50.50	45.71	53.22	143.65	409.41	628.08	587.82	453.31	179.33	110.10	77.39	184.79



Anexo 6



## Anexo 7















