



**FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA
PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA CIVIL**

TESIS

**“PROPUESTA DE DISEÑO DEL TÚNEL DE TRASVASE Y
SU RELACIÓN CON LA MEJORA EN EL CONTROL DE
INUNDACIONES EN LAS MÁRGENES DEL RÍO SHOCOL,
PROVINCIA DE RODRÍGUEZ DE MENDOZA,
DEPARTAMENTO DE AMAZONAS”**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL**

ASESOR:

M.Sc. Ing. Víctor Eduardo Samamé Zatta

AUTORES:

TAFUR ROJAS, Gester

BACALLA TAFUR, Lesly Karen

TARAPOTO – PERÚ

2022

DEDICATORIA

A Mi amada Madre que ahora es mi ángel guardián, y porque siempre guiará mi camino desde el cielo, por su sacrificio y lucha inmensa que tuvo en su vida para que sus hijos se formen con buenos principios y valores, y por haber sido mi motor y motivo para mantenerme firme en mis propósitos; a mi Padre, mis hermanos y sobrinos por estar siempre pendientes de mis logros, todos ustedes han hecho posible que pueda cumplir este propósito.

Gester Tafur Rojas

Dedico con todo mi corazón a mi familia, en especial a mi madre por ser el pilar más importante en mi vida, pues gracias a sus consejos nunca me desvanecí, mi amor y mi cariño es para ti madre mía. A mi padre, por su apoyo incondicional en toda mi vida, cada palabra tuya me lleva a tomar buenas decisiones.

Lesly Karen Bacalla Tafur

AGRADECIMIENTO

A Mis padres quienes me dieron la vida, y a Dios por darme salud, inteligencia, sabiduría y motivos para siempre salir adelante.

A mis hermanos y sobrinos quienes siempre me dieron el apoyo moral para lograr todos mis propósitos.

A la Universidad Científica del Perú y a sus excelentes docentes quienes me brindaron los conocimientos necesarios para concluir la carrera.

Gester Tafur Rojas

Agradezco a DIOS sobre todas las cosas, por guiar e iluminar mi camino en todos los años de estudios.

Mi agradecimiento especial a la UNIVERSIDAD CIENTIFICA DEL PERU por ser mi alma mater en todos estos años de estudios; agradezco también, a cada maestro que se dedicó a brindarnos sus enseñanzas y conocimientos en toda nuestra formación académica, gracias a ello nos dejaron buenas expectativas para un futuro mejor.

Lesly Karen Bacalla Tafur

“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

FACULTAD DE
CIENCIAS E
INGENIERÍA

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA

Con Resolución Decanal N° 757-2021-UCP-FCEI del 02 de noviembre del 2021, la FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ - UCP designa como Jurado Evaluador de la sustentación de tesis a los señores:

- | | |
|--|------------|
| • Ing. Caleb Rios Vargas, M.Sc. | Presidente |
| • Ing. Luis Armando Cuzco Trigozo, M.Sc. | Miembro |
| • Ing. Isaac Duhamel Castillo Chalco. | Miembro |

Como Asesor: **Ing. Víctor Eduardo Samamé Zatta, M. Sc.**

En la ciudad de Tarapoto, siendo las 17:00 horas del día martes 21 de diciembre del 2021, modo virtual con la plataforma del ZOOM, supervisado en línea por la Secretaría Académica de la Facultad y el Director de Gestión Universitaria de la Filial Tarapoto de la Universidad, se constituyó el Jurado para escuchar la sustentación y defensa de la Tesis: **“PROPIUESTA DE DISEÑO DEL TUNEL DE TRASVASE Y SU RELACIÓN CON LA MEJORA EN EL CONTROL DE INUNDACIONES EN LAS MÁRGENES DEL RÍO SHOCOL, PROVINCIA DE RODRÍGUEZ DE MENDOZA, DEPARTAMENTO DE AMAZONAS”**.

Presentado por los sustentantes:

LESLY KEREN BACALLA TAFUR y GESTER TAFUR ROJAS

Como requisito para optar el título profesional de: **INGENIERO CIVIL**.

Luego de escuchar la sustentación y formuladas las preguntas las que fueron: **ABSUELTA**.

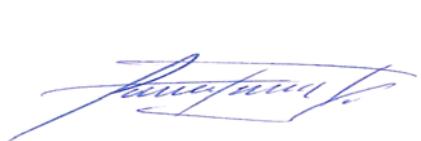
El Jurado después de la deliberación en privado llegó a la siguiente conclusión:

La sustentación es: **APROBADA POR MAYORÍA CON LA NOTA DE DIECISIETE (17)**.

En fe de lo cual los miembros del Jurado firman el acta.



Presidente



Miembro

Miembro

Contáctanos:

Iquitos – Perú
065 - 26 1088 / 065 - 26 2240
Av. Abelardo Quiñones Km. 2.5

Filial Tarapoto – Perú
42 – 58 5638 / 42 – 58 5640
Leoncio Prado 1070 / Martínes de Compagñón 933

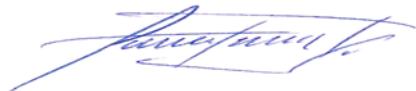
Universidad Científica del Perú
www.ucp.edu.pe

APROBACIÓN

Tesis sustentada en acto público el día 21 de diciembre del 2021 a las 05.00 p.m.



M.Sc. Ing. CALEB RÍOS VARGAS
PRESIDENTE DEL JURADO



M.Sc. Ing. LUIS ARMANDO CUZCO TRIGOZO
MIEMBRO DEL JURADO



Ing. ISAAC DUHAMEL CASTILLO CHALCO
MIEMBRO DEL JURADO



M.Sc. Ing. VICTOR EDUARDO SAMAMÉ ZATTA
ASESOR

“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN DE LA UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ - UCP

El presidente del Comité de Ética de la Universidad Científica del Perú - UCP

Hace constar que:

La Tesis titulada:

“PROPUESTA DE DISEÑO DEL TÚNEL DE TRASVASE Y SU RELACIÓN CON LA MEJORA EN EL CONTROL DE INUNDACIONES EN LAS MÁRGENES DEL RÍO SHOCOL, PROVINCIA DE RODRÍGUEZ DE MENDOZA, DEPARTAMENTO DE AMAZONAS”

De los alumnos: **TAFUR ROJAS GESTER Y BACALLA TAFUR LESLY KAREN**, de la Facultad de Ciencias e Ingeniería, pasó satisfactoriamente la revisión por el Software Antiplagio, con un porcentaje de **1% de plagio**.

Se expide la presente, a solicitud de la parte interesada para los fines que estime conveniente.

San Juan, 06 de Diciembre del 2021.



Dr. César J. Ramal Asayag
Presidente del Comité de Ética – UCP

CJRA/ri-a
538-2021



Av. Abelardo Quiñones Km. 2.5



(065) 261088



www.ucp.edu.pe

Document Information

Analyzed document	UCP_INGENIERÍACIVIL_2021_TESIS_KARENBACALLA_GESTERTAFUR_V1.pdf (D120353667)
Submitted	2021-11-29T16:30:00.0000000
Submitted by	Comisión Antiplagio
Submitter email	revision.antiplagio@ucp.edu.pe
Similarity	1%
Analysis address	revision.antiplagio.ucp@analysis.urnkund.com

Sources included in the report

SA	MEZA-VERASTEGUI- 4 revision.docx Document MEZA-VERASTEGUI- 4 revision.docx (D57077930)	 1
SA	Grupo_4_Proyecto_De_Investigación_Alvarez_Heredia_Torres_Villalva_.docx Document Grupo_4_Proyecto_De_Investigación_Alvarez_Heredia_Torres_Villalva_.docx (D111090680)	 1

ÍNDICE

DEDICATORIA	2
AGRADECIMIENTO	3
APROBACIÓN.....	4
RESUMEN	8
ABSTRACT.....	10
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	12
1.1 Introducción.....	12
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	14
2.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	14
2.1.1 ANTECEDENTES INTERNACIONALES.....	14
2.1.2 ANTECEDENTES NACIONALES	16
2.1.3 ANTECEDENTES LOCALES.....	18
2.2 BASES TEÓRICAS	18
2.3 ANTECEDENTES DEL ESTUDIO	20
2.4 IDENTIFICACIÓN DE LA PROPUESTA	21
2.5 AREA DE ESTUDIO Y EL AREA DE INFLUENCIA	22
2.6 DETERMINACIÓN DEL AMBITO DE ESTUDIO	22
2.7 CARACTERISTICAS DE LA ZONA Y POBLACIÓN AFECTADA	23
2.8 MATRIZ DE DAÑOS EVALUADOS EN ZONAS URBANAS.....	24
2.9 GRAVEDAD DE LA SITUACIÓN NEGATIVA QUE SE INTENTA SOLUCIONAR CON LA PROPUESTA.....	35
2.10PARTICULARIDADES DE OPERACIÓN DEL TÚNEL DE TRASVASE	36
2.11RIESGOS POR INUNDACIÓN.....	36
CAPÍTULO III: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	39
3.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	39
3.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	39
3.2.1 PROBLEMA GENERAL.....	39
3.2.2 PROBLEMAS ESPECIFICOS.....	40
3.3 OBJETIVOS	40
3.3.1 OBJETIVO GENERAL	40
3.3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	40
3.4 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	40
3.5 HIPÓTESIS	41
3.6 VARIABLES.....	41

CAPÍTULO IV: METODOLOGÍA	42
4.1 TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	42
4.1.1 Tipo de Investigación	42
4.1.2 Diseño de Investigación	42
4.2 POBLACIÓN Y MUESTRA	42
4.2.1 Población	42
4.2.2 Muestra	42
4.3 TÉCNICAS, INSTRUMENTO Y PROCESAMIENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS	42
4.3.1 Técnicas	42
4.3.2 Instrumentos	42
4.3.3 Procedimientos	43
4.3.4 PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS	43
CAPÍTULO V: MATERIALES Y MÉTODOS	44
CAPÍTULO VI: RESULTADOS	48
CAPÍTULO VII: DISCUSIÓN DE RESULTADOS	74
CAPÍTULO VIII: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	76
8.1 Conclusiones	76
8.2 Recomendaciones	78
CAPÍTULO IX: REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	79

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Ubicación geográfica del área	23
Ilustración 2: Distrito de Chimorato inundado por el río Shocol.....	25
Ilustración 3: Distrito Chirimoto, viviendas Inundado por el Río Shocol.....	25
Ilustración 4: Distrito Chirimoto, Puente peatonal en peligro por la Inundación del Río Shocol	26
Ilustración 5: Distrito Chirimoto, vías de accesos durante una Inundación del	26
Ilustración 6: Distrito Limabamba, zona urbana.....	27
Ilustración 7: Distrito Limabamba Inundado por el Río Shocol	27
Ilustración 8: Distrito Limabamba, Puente vehicular en peligro por la Inundación del Río Shocol	28
Ilustración 9: Distrito Limabamba, calles de la zona urbana durante una Inundación del Río Shocol.....	28
Ilustración 10: Distrito Limabamba, vías de accesos durante una Inundación del Río Shocol	29
Ilustración 11: Distrito Limabamba, vías de accesos durante una Inundación del Río Shocol	29
Ilustración 12: Distrito de Limabamba, Obra pública (puente) en peligro de colapso sobre el Río Shocol.....	30
Ilustración 13: Distrito de Limabamba, Obra pública (Sist. Desagüe) en peligro de colapso por el Río Shocol	30
Ilustración 14: Distrito de Milpuc durante la última Inundación del Río Shocol.....	31
Ilustración 15: Distrito de Milpuc, Vivienda en zona rural durante la inundación	31
Ilustración 16: Distrito de Milpuc Vivienda en zona rural durante la inundación	32
Ilustración 17: Distrito de Milpuc, Vivienda en zona rural después de la inundación ...	32
Ilustración 18: Áreas de uso agropecuaria totalmente inundadas por el Río Shocol (Chirimoto)	33
Ilustración 19: Áreas de uso agrícola (plantaciones de café) totalmente inundadas por el Río Shocol (Chirimoto).....	33
Ilustración 20: Áreas de uso agrícola (plantaciones de maíz) a orillas del Río Shocol (Limabamba)	34
Ilustración 21: Distrito de Limabamba, vías de acceso a zonas de producción en zona rural durante la inundación	34
Ilustración 22: Imagen satelital del emplazamiento del túnel	49
Ilustración 23: Sección Hidráulica de diseño	70
Ilustración 24: Caudal mínimo de operación.....	71

RESUMEN

El esquema general de desarrollo de la presente tesis está basado en solucionar el problema de inundación en la zona de influencia, haciendo una propuesta de diseño del Túnel de Trasvase para proteger de los daños en la infraestructura pública y privada, y poder recuperar importantes áreas agrícolas perdidas, ocasionadas por el desborde e inundación del río Shocol ubicadas en los márgenes izquierda y derecha en los distritos de Milpuc, Chirimoto, Totora y Limabamba.

Para la presente propuesta de diseño, como elemento principal de mejora en el control de las inundaciones y recuperar las áreas perjudicadas de manera óptima dando salida de derivación de las aguas, las cuales está previsto en la presente tesis con sus dimensiones definitivas necesarias para dicho evento.

Esta solución es perfectamente compatible con los ideales de la propuesta a consecuencia de mejorar la productividad agrícola, de acuerdo con las ideas regeneracionistas, este aumento de productividad solo podía lograrse recuperando la mayor área agrícola posible afectado por las inundaciones, lo que a su vez implicaba la construcción de infraestructura de trasvase.

Con esta propuesta de Túnel de Trasvase conducirá las aguas del río Shocol que servirá para trasvasar el agua y darle un uso adecuado a este insumo y solucionar el problema de inundación, la cual la propuesta tendrá fines positivos, en vista de las constantes inundaciones que sufre el sector de Milpuc y zonas aledañas, se cuenta con la necesidad de plantear una solución a este problema, para lo cual se está recomendando la construcción de un túnel de trasvase, el mismo que se encargara de transportar el agua excedente, principalmente en las temporadas de máximas avenidas. El sistema de conducción está comprendido por el túnel de derivación con una longitud de aproximadamente 2.26 km. totalmente emplazado en roca caliza en todo su desarrollo, cuyo fracturamiento principal es sub horizontal, hecho que le dará buena estabilidad al túnel.

La presente propuesta se orienta a reducir el riesgo de desastres por inundaciones, mediante intervenciones integrales en los ríos y la implementación de los sistemas de evacuación de aguas pluviales.

La región Amazonas es altamente vulnerable al riesgo de desastres por inundaciones.

En lo concerniente al tratamiento integral de los ríos con fines de reducción del riesgo de inundaciones; el enfoque integral está referido a que las intervenciones no estén limitadas a los tradicionales proyectos de encauzamiento y defensas ribereñas, sino que además, incluyan el control de los caudales máximos mediante estructuras de regulación o laminación de avenidas (presas de embalses) y el control de la erosión mediante la denominada infraestructura verde (reforestación, estabilización de laderas, entre otras).

Palabras Claves: Túnel de Trasvase, control de inundaciones.

ABSTRACT

The general development scheme of this thesis is based on solving the problem of flooding in the area by making a design proposal for the Diversion Tunnel to protect from damage to public infrastructure and to be able to recover important agricultural areas, lost by the overflow and flooding of the Shocol river located on the left and right banks in the districts of Milpuc, Chirimoto, Totora and Limabamba.

For the present design proposal, as the main element of improvement in flood control and recovering the damaged areas in an optimal way, giving the water diversion outlet, which is foreseen in this thesis with its definitive dimensions necessary for said event.

This solution is perfectly compatible with the proposed ideals as a result of improving agricultural productivity, according to regenerationist ideas, this increase in productivity could only be achieved by transforming the largest possible surface into irrigation, which in turn implied the construction of infrastructure. of transfer.

With this proposal for a Diversion Tunnel, the waters of the Shocol River will be conveyed, which will serve to transfer the water and give an adequate use to this input and solve the flood problem, which the proposal will have positive purposes, in view of the constant floods it suffers. In the Milpuc sector and surrounding areas, there is a need to propose a solution to this problem, for which the construction of a transfer tunnel is being recommended, the same one that will be in charge of transporting the excess water, mainly during the seasons. of maximum avenues. The conduction system is comprised of the diversion tunnel with a length of approximately 2.26 km. totally located in limestone rock throughout its development, whose main fracturing is sub horizontal, a fact that will give good stability to the tunnel.

This proposal is aimed at reducing the risk of flood disasters, through comprehensive interventions in rivers and the implementation of rainwater evacuation systems.

The Amazon region is highly vulnerable to the risk of flood disasters.

Regarding the integral treatment of rivers for the purpose of reducing the risk of floods; The comprehensive approach refers to the fact that the interventions are not limited to the traditional projects of channeling and river defenses, but also include the control of the maximum flows through regulation structures or lamination of avenues (reservoir dams) and the control of erosion through the so-called green infrastructure (reforestation, stabilization of slopes, among others).

Key Words: Diversion Tunnel, flood control.

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

1.1 Introducción

El proyecto se sustenta fundamentalmente en proteger a la población de cualquier daño que pueda ocasionar las crecidas desmedidas del río Shocol y al mismo tiempo la recuperación de áreas agrícolas.

El proyecto de tesis trata de evitar la pérdida de áreas agrícolas y la inundación de los C.P. de Milpuc, Totora, Chirimoto, y Limabamba pertenecientes a los distritos del mismo nombre respectivamente. Debido al crecimiento desbordante del río Shocol, se busca evitar y prevenir enfermedades infecciosas, pérdidas económicas y erosión de las laderas del río, margen de los poblados y caseríos que se encuentran en su recorrido.

Con el propósito principal de preservar la vida humana, las unidades productoras de servicio que brinda el estado y las propiedades privadas tanto urbanas como rurales se plantea además la posible construcción de defensa ribereña en puntos vulnerables en el recorrido del río Shocol, además teniendo en cuenta el diagnóstico de la situación actual y circunstancias muy particulares como se originan las inundaciones en el valle que no es más que el represamiento de las aguas del río Shocol en tiempos de intensas lluvias por la falta de capacidad desfogue de los tragaderos naturales existentes, se plantea la construcción de un túnel de traspaso de las aguas del río Shocol al cañón de Achamal donde existe una quebrada natural tributario del río Huambo.

Debido a su naturaleza básica de protección de unidades productoras de bienes y servicios públicos frente a inundaciones, es de gran necesidad e importancia para el desarrollo de las ciudades en evidente riesgo; por lo cual, la presente tesis; busca la solución en proponer un diseño para el beneficio de la población en general con la finalidad de lograr la instalación del servicio, con el propósito de mitigar los riesgos de las personas y bienes expuestos al peligro de la inundación en la zona del proyecto.

Ante las amenazas naturales que con frecuencia impactan las áreas urbanas, destacan las de origen hidrometeorológico, sobre todo precipitaciones intensas,

de corto y largo tiempo, las cuales, al vincularse con la dinámica del proceso de ocupación urbana, favorecen el riesgo de desastre por inundaciones. Cabe señalar que el problema aumenta rápidamente y sus consecuencias se manifiestan en pérdidas económicas, daños materiales y humanos.

Este trabajo surge de la necesidad de integrar un conjunto de acciones que ayuden a tomar decisiones en el manejo y control de las inundaciones. En ellos se presentan definiciones sobre cómo es que se ve afectada la hidrología en el medio urbano y agrícola de la zona, la consecuencia que acarrea en forma de inundación. También se presentan diferentes acciones estructurales que pueden ser de forma preventiva o correctiva. Se incluyen igualmente, nuevas tecnologías que ayudan en el control de inundaciones, además de un conjunto de acciones que pueden ser implementadas y finalmente se presenta la propuesta de diseño que pueden ser emprendidas como futuros temas de investigación para solucionar dichos eventos.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

2.1.1 ANTECEDENTES

2.1.2 INTERNACIONALES

- **Yully Alexandra Castrillón Ocampo (2014).** En su tesis “**Estrategias Para El Control De Inundaciones En La Zona Urbana De La Cuenca Del Río Meléndez**”, para optar el título de ingeniería civil en la Universidad del Valle, en cuya investigación, describe el planteamiento del problema A nivel mundial el proceso de urbanización está ocurriendo a una tasa sin precedentes. Esto es una amenaza para la sostenibilidad ambiental urbana, ya que en muchas ocasiones este crecimiento se presenta de manera desordenada, trayendo como consecuencia la impermeabilización del suelo, la presencia de asentamientos humanos en zonas de alto riesgo, el incremento de la demanda de agua y contaminación en los cuerpos de agua (Marsalek et al., 2006). Con el aumento de áreas impermeables, se incrementa de manera considerable la escorrentía superficial, lo cual genera un mayor riesgo de inundaciones en las ciudades.

Este acelerado proceso de urbanización, se presenta también en América Latina y Colombia. Las ciudades son vistas como lugares de oportunidades y por lo tanto la migración de personas desde zonas rurales a las ciudades se está incrementando. En el año 2008 el Valle del Cauca era el cuarto departamento receptor de población en situación de desplazamiento en el país (Gobernación del Valle del Cauca., 2008). Muchas de estas familias llegan a la ciudad de Cali, estableciendo sus viviendas en zonas de alto riesgo, de protección de ríos o en áreas aledañas a los sistemas de regulación, trayendo como consecuencia la disminución de áreas verdes y la generación de procesos erosivos. Esta población se conecta ilegalmente al sistema

de abastecimiento de agua, y descargan sus aguas residuales y residuos sólidos directamente a los ríos o al sistema de drenaje pluvial de la ciudad (Galvis et al., 2010).

La zona urbana de la cuenca del río Meléndez ha venido sufriendo inundaciones desde la década de los 90's, las cuales con el paso del tiempo están afectando nuevos sectores. Esto se da por diferentes situaciones que se presentan en la cuenca: pérdida de vegetación nativa; deforestación; asentamientos humanos irregulares en la ladera, los cuales crecen día a día y se hallan en riesgo de situaciones de deslizamiento y generan aportes de caudales mayores que llegan rápidamente a la cuenca baja, ocasionando un deslave en el área que contribuye a la progresiva erosión de los terrenos, a la sedimentación en el río y al incremento de la contaminación en éste, en especial en épocas de verano; invasión de la margen de protección del río; derrumbes en las riberas del río; caudales de crecientes cada vez más críticos, debido a los anteriores ítems y al Fenómeno de La Niña; incremento de caudales de escorrentía al río debido a la construcción de nuevos proyectos urbanísticos; falta de cultura ciudadana; débil gestión de las instituciones y falta de coordinación entre ellas (UNIVALLE-DAGMA., 2004; Soto, 2011).

- Giuseppe Esaú Lucas Vera, (2018). En su tesis titulada "**Análisis del Riesgo por Inundación en la Localidad de Roblecito, Cantón Urdaneta: Propuesta de Medidas de Mitigación**" para optar el título de ingeniería civil de la Universidad de Guayaquil – Ecuador, tiene como problemática La ineficiente planificación territorial en el Ecuador ha traído serias consecuencias negativas: invasiones, tráfico ilegal de tierras, destrucción de hábitats naturales, asentamiento de poblados en zonas de alto riesgo y con poca o nula cobertura de servicios básicos.

Podemos citar algunos casos que se han dado en el territorio ecuatoriano como por ejemplo la destrucción de los manglares y contaminación del Estero Salado en Guayaquil producto de las invasiones (Ministerio del Ambiente, 2015), colapso de viviendas

asentadas en pantanos en Babahoyo tras el terremoto ocurrido el 16 de abril del 2016, sin dejar de mencionar las constates inundaciones que cada año golpean diversos sectores especialmente en la zona costera.

En el pasado no existía el suficiente conocimiento y mucho menos la conciencia sobre los peligros de asentarse en zonas propensas a la ocurrencia de desastres naturales, por lo general las comunidades se asentaban cerca de ríos, suelos fértiles aptos para la agricultura, zonas boscosas para aprovechamiento de la madera, zonas con presencia de recursos minerales o cualquier otro tipo de recurso natural que sea de beneficio y garantice la supervivencia de los seres humanos.

Lo principal que jamás se debe olvidar es que los fenómenos naturales son eso: fenómenos naturales, que han ocurrido en el pasado, siguen ocurriendo y continuaran ocurriendo en el futuro debido a esto a la hora de realizar cualquier tipo de actividad en determinados territorios siempre se debe respetar al máximo los lugares donde estos ocurren ya que son normales y muchas veces hasta necesarios para los ecosistemas (Ollero Ojeda, 2014).

2.1.3 ANTECEDENTES NACIONALES

- **Miguel Ángel Mendoza Solís, (2017).** En su tesis titulada **“Evaluación del Riesgo por Inundación en la Quebrada Romero, del Distrito de Cajamarca, Periodo 2011- 2016”** para optar el título de ingeniería civil de la Universidad Privada Antonio Guillermo Urrelo, Cajamarca – Perú, tiene como problemática La quebrada Romero es de tipo estacional es decir que solo presenta caudal en épocas de lluvia y en época de estiaje el caudal es nulo, esta característica ha ido cambiando a través del tiempo debido al aumento de viviendas edificadas cerca a la quebrada, las cuales disponen sus aguas servidas al cauce de ésta; el cauce inicia en la habilitación urbana Delta y va hasta la habilitación urbana la Colmena, con una longitud mayor a los 4.50 km, desembocando en el río San Lucas. Según el

estudio de INDECI (2005) estimaron un caudal promedio máximo de 18.33 m³/s con un periodo de retorno de 25 años; al cual, adicionando las aguas servidas de las viviendas, el cambio climático, la erosión, la irregularidad del cauce, la contaminación, la falta de cobertura vegetal, la acumulación de residuos sólidos, el tipo de material de construcción de las viviendas, entre otros factores, incrementara el riesgo de inundación al que están expuestos estos pobladores.

La población que se encuentra en mayor riesgo frente a una inundación producidas por el desborde de la quebrada Romero, son las que no han respetado la faja marginal de 5.00 m y han construido sus viviendas dentro de ésta, las cuales fueron nuestro principal objeto de estudio.

- **Porta Zapata, Guibell Lorena.** En su trabajo de investigación titulado: “**Análisis De Riesgo De Inundación En Prevención De Desbordes Del Río Pocoto En El Distrito De San Vicente De Cañete – 2018**”, de la Universidad Nacional “José Faustino Sánchez Carrión”, Huacho – Perú 2020, , tiene como problemática Las inundaciones en el Perú son un problema que se desarrolla cada año, debido a las precipitaciones en la zona andina, en época de lluvia, se da durante los meses de diciembre hasta marzo, ligado a los efectos de la presencia del Fenómeno del Niño trae como consecuencia que los caudales de los ríos aumenten su magnitud, desbordándose y ocasionando daños en ciudades de la costa. En ocasiones estas inundaciones se han presentado en la ciudad de Lima con los desbordes de los ríos Chillón y Rímac. Dichas inundaciones de gran importancia se han producido en la costa sur del país, en ciudades como Ica, y Pisco, ocasionando grandes daños materiales, así como también ha provocado la pérdida de vidas humanas.

En los años 1983, 1998 y 2017, el fenómeno del Niño fue de alta intensidad de precipitaciones, sobre todo en la zona de estudio, consecuentemente se activaron ríos dormidos de bajo caudal y quebradas de cuenca del río Cañete, produciendo graves daños por

inundaciones y huaycos en centros poblados, infraestructura de riego y drenaje, predios agrícolas, eventos con daños de carácter fatal en las zonas de San Vicente de Cañete, Nuevo Imperial, Socsi, Huantán, Pacará, Pocoto y Lunahuaná.

En nuestra área de estudio tenemos la quebrada Pocoto, que en épocas de lluvias aumentan su caudal, por ello, esto podría afectar con inundaciones de centros poblados, terrenos de cultivos, viviendas, etc.

2.1.4 ANTECEDENTES LOCALES

No se encontraron tesis de investigación local con respecto a nuestro tema.

2.2 BASES TEÓRICAS

2.2.1 INTRODUCCION AL CONCEPTO DE TUNEL

La Real Academia de la Lengua Española (A.1, 2015) define el término túnel como “paso subterráneo abierto artificialmente para establecer una comunicación”.

No obstante, necesitamos una definición desde el punto de vista de la Ingeniería Civil, puesto que es el ámbito en el que se mueve el presente estudio. Así, se puede definir de forma genérica un túnel (A.2, 2015) desde el punto de vista de la Ingeniería Civil como una perforación abierta de forma artificial en un terreno horizontal en la que predomina la longitud sobre el resto de las dimensiones, cualesquiera que fuese su sección tipo.

Otra definición algo más detallista sería (Colegio de Ingenieros de Caminos, 2007); obra subterránea de carácter lineal cuyo objeto es la comunicación de dos puntos, para realizar el transporte de personas o materiales entre otras cosas. Normalmente es artificial. Los túneles se construyen excavando en el terreno, manualmente o con equipos.

Puede servir para:

- Tránsito de peatones o ciclistas, para vehículos a motor, para tráfico ferroviario, etc. en particular, muchos sistemas de transporte están constituidos por redes de túneles ferroviarios;
- Desviar ríos, unir cuencas hidrográficas vecinas, para transportar agua (para consumo, para centrales hidroeléctricas o como cloacas), por medio de canales, o para atravesar elevaciones topográficas importantes;
- Como comunicación de los niveles de extracción en la explotación de minas subterráneas.
- Para extracción del material de la mina siguiendo una capa, filón o masa mineralizada.
- Conducir otros servicios como cables de comunicaciones, tuberías, etc.

Se podrían buscar más definiciones, no obstante, las presentadas aquí son suficientes para llegar a la siguiente conclusión; un túnel dota de mayor accesibilidad a los territorios aumentando su permeabilidad, lo que redunda finalmente en una mejora de la comunicación y el transporte de cualquier tipo.

2.2.2 CONCEPTOS GENERALES DE TUNEL

Las primeras excavaciones subterráneas de las que se tienen registros muestran que se usaban huesos y piedras, como herramientas para realizar esta labor. Luego se pasó a la excavación con herramientas rudimentarias hechas de metal.

Con el descubrimiento del fuego, la técnica de las excavaciones dio un gran avance. Se usaba el fuego para calentar la roca y luego se alteraba bruscamente la temperatura con agua fría. Esta expansión y contracción artificial producía el fracturamiento de la roca y facilitaba su excavación. Pero fue sólo luego de la invención de la pólvora y la necesidad de

extracción de minerales preciosos, con las que nace la primera muestra del método conocido como Perforación y Voladura.

Por otro lado, la historia de las máquinas perforadoras de túneles (TBM por sus siglas en inglés, Tunnel Boring Machine), empieza su desarrollo a inicios del siglo XIX, con la necesidad de construir túneles largos, cuando la exigencia de vías nuevas y más seguras para el transporte terrestre de bienes y personas por ferrocarril promueve la evolución de la construcción civil.

Es en esos momentos cuando el túnel se presenta como una solución alternativa de otras a cielo abierto, sean a nivel o elevadas. El túnel aporta casi siempre una solución brillante, favorecida por los enormes avances que las técnicas de perforación han puesto a punto en los últimos años.

Cuando hay que franquear una divisoria, la solución del túnel se impone, pero aun así hay muchos túneles y solo uno es mejor que los demás.

Mayor dificultad se presenta cuando el usuario produce desgaste del propio revestimiento del túnel, tales como agua potable, aguas negras, etc. En todos estos casos. Las personas solamente entran en el túnel para su vigilancia y conservación.

2.3 ANTECEDENTES DEL ESTUDIO

Esta necesidad ha sido planteada por la población en reiteradas oportunidades durante su participación en los eventos del presupuesto participativo distrital, provincial y regional, sin que hasta la fecha se haya tomado la iniciativa de elaborar un estudio definitivo.

Si se ha registrado intentos de soluciones anteriores, por parte de los pobladores del sector, los trabajos de descolmatación y limpieza de su cauce, se ha realizado en años tras años, con actividades y obras empíricas, mediante trabajos de apoyo comunal y apoyo financiado por los mismos beneficiarios en algunas oportunidades ejecutándose trabajos de prevención en tramos críticos a raíz del programa de emergencias de prevención de

desastres por parte del Gobierno Central para mitigar el fenómeno del niño, pero por su gran magnitud, estos trabajos resultan insuficientes o paliativos.

En diversas oportunidades, los beneficiarios señalan que han venido realizando gestiones ante diversas instituciones para la ejecución de trabajos de descolmatación en todo tramo afectado, pero por limitaciones presupuestales no fueron atendidos.

El proyecto en estudio trata de evitar la pérdida y la inundación de los C.P. de Milpuc, Totora, Chirimoto, y Limabamba pertenecientes a los distritos del mismo nombre respectivamente. Debido al crecimiento desbordante del río Shocol, se busca evitar y prevenir enfermedades infecciosas, pérdidas económicas y erosión de las laderas del río, márgenes de los poblados y caseríos que se encuentran en su recorrido.

El proyecto se sustenta fundamentalmente en proteger a la población de cualquier daño que pueda ocasionar las crecidas desmedidas del río Shocol y al mismo tiempo la recuperación de arreas agrícolas.

Milpuc es otro de los centros poblados afectados del Distrito del mismo nombre que también presenta inundaciones durante épocas de lluvia, con crecida y desborde del cauce del río Shocol afectando principalmente, su plazuela central y viviendas en riesgo de colapso, perdidas de cultivos y terrenos agrícolas, principalmente cultivos de café.

El presente tema de investigación ante todos estos antecedentes se propone diseñar una solución ante estas inundaciones, diseñando una estructura de túnel de traspaso.

2.4 IDENTIFICACIÓN DE LA PROPUESTA

En este punto definiremos claramente el problema central que buscamos resolver, mediante una propuesta de diseño, así como la determinación de los objetivos centrales y específicos del mismo y plantear la alternativa para alcanzar el objetivo en mención.

En base a nuestra investigación de la presente tesis, se obtuvo la información primaria proveniente de las autoridades del distrito y población directamente afectada; así mismo, se ha recurrido a las fuentes oficiales de las instituciones públicas: INEI, FONCODES, INDECI, MINAG, SENAMHI, INGEMMET, Municipalidades Distritales de Milpuc, Totora, Chirimoto y Limabamba.

2.5 AREA DE ESTUDIO Y EL AREA DE INFLUENCIA

Área de estudio: Es el espacio geográfico donde se recogerá información para la elaboración de la propuesta, comprenderá el área donde se localiza la población beneficiaria del proyecto (actual y potencial); la UP del bien o el servicio, cuando esta existe; otras UP a las cuales pueden acceder los demandantes; y el área de ubicación del proyecto (considerando las diversas alternativas de localización).

Área de influencia: Es el espacio geográfico donde se ubican los beneficiarios (actuales y potenciales) del proyecto. En el caso de protección contra inundaciones el área de influencia se establece mediante la magnitud de las Precipitación Máxima (PP máx.) que se suscita en la Cuenca que da lugar a la generación de los caudales máximos, los cuales generan el desborde de los ríos ocasionando los peligros a los beneficiarios.

2.6 DETERMINACIÓN DEL AMBITO DE ESTUDIO

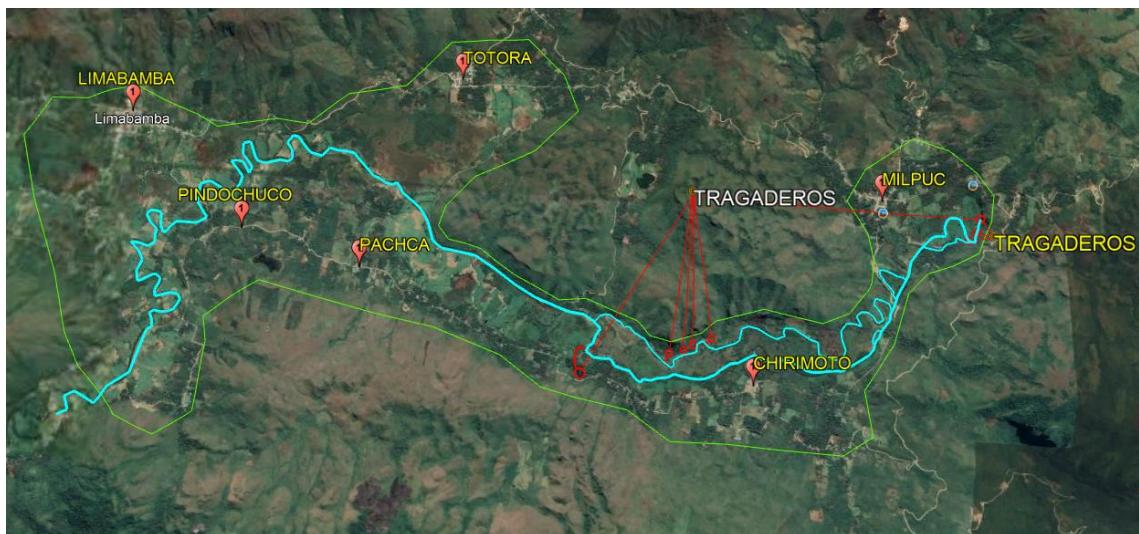
El área afectada por el problema, son los pobladores de los CC.PP. urbano y rural de Milpuc, Totora, Chirimoto y Limabamba, cuya población se dedica íntegramente a la actividad agrícola, pecuaria y comercio.

Determinación del Ámbito de Influencia

Se determina que el ámbito de influencia es el área inundable, en el cual se ha determinado que la zona de influencia es urbana y rural y que cuyas inundaciones afecta considerablemente a propiedades privadas como públicas, en conclusión, con todo lo definido líneas arriba se puede definir que los ámbitos del área de estudio y el área de influencia son los mismos

como se muestra en el siguiente gráfico el área de inundación (Área Delimitada).

Ilustración 1: Ubicación geográfica del área



Fuente: Google maps 2021

2.7 CARACTERISTICAS DE LA ZONA Y POBLACIÓN AFECTADA

El área de Estudio y Área de Influencia está constituida por la población afectada por la inundación según las siguientes características: Tipo de zona, Características socioeconómicas, Características Demográficas, Servicios básicos, Condiciones de accesibilidad a los servicios, Alternativas Privada, Características Físicas del Área del Proyecto, Análisis de peligros.

2.7.1 TIPO DE ZONA

Un diagnóstico se inicia considerando la ubicación de la zona donde se encuentra la población afectada, y que normalmente está tipificada como una zona de riesgo con recurrentes desbordes del cauce de un río o quebrada cercanos a una zona urbana y/o agrícola.

El tipo de zona a considerar para el diagnóstico de la situación actual está dado por la zona urbana, zona rural y zona agrícola.

2.7.2 CARCTERISTICAS SOCIOECONÓMICAS

La información que se presenta es referida a las poblaciones objetos del diagnóstico y población afectada, ha sido elaborada utilizando información oficial proporcionada por el Instituto Nacional de Estadística e Informática – INEI a través de los resultados definitivos del censo llevado a cabo en el año 2017 (población y de vivienda) y de la evaluación de campo.

La actividad agropecuaria se encuentra muy dispersa en Amazonas producto del clima imperante, la poca ayuda técnica y crediticia, la distancia a los principales mercados consumidores y sobre todo la difícil accesibilidad de las zonas productoras de la Región, cuyas vías de comunicación se vuelven prácticamente intransitable en épocas de lluvias.

2.8 MATRIZ DE DAÑOS EVALUADOS EN ZONAS URBANAS

De acuerdo con el trabajo de campo realizado en el área de influencia y a las entrevistas directas con las autoridades y pobladores, se ha podido constatar que las propiedades privadas y públicas que se encuentran en la zona Urbana y rural en riesgo por las inundaciones de las aguas del Río Shocol, tal como se ha identificado en el área de influencia son cuatro distritos los afectados por este fenómeno natural los que se describen de la siguiente forma:

Distritos de Milpuc, Chirimoto, Totora y Limabamba

Todas las propiedades públicas y privadas, existentes en la localidad de Milpuc, Chirimoto, Totora y Limabamba se encuentran vulnerables ante un incremento de las aguas del Río Shocol teniendo antecedentes del último evento de inundación que llegó hasta la plaza principal de la localidad de Milpuc, en una altura de cerca al metro. En la Localidad de Chirimoto la inundación fue total. La Localidad de Totora y Limabamba se inundó parcialmente llegando a la parte baja de la ciudad, siendo las propiedades públicas afectadas las siguientes: Centros Educativos, Centro de Salud,

Carretera Afirmada, Sistema de Agua y Desagüe, Puentes, local de la Municipalidad Distrital y el sistema eléctrico, todo esto en la parte urbana.

Ilustración 2: Distrito de Chirimoto inundado por el río Shocol



Fuente: Fotografías Propias

Ilustración 3: Distrito Chirimoto, viviendas Inundado por el Río Shocol



Fuente: Fotografías Propias

Ilustración 4: Distrito Chirimoto, Puente peatonal en peligro por la Inundación del Rio Shocol



Fuente: Fotografías Propias

Ilustración 5: Distrito Chirimoto, vías de accesos durante una Inundación del Rio Shocol



Fuente: Fotografías Propias

Ilustración 6: Distrito Limabamba, zona urbana



Fuente: Fotografías Propias

Ilustración 7: Distrito Limabamba Inundado por el Rio Shocol



Fuente: Fotografías Propias

Ilustración 8: Distrito Limabamba, Puente vehicular en peligro por la Inundación del Rio Shocol



Fuente: Fotografías Propias

Ilustración 9: Distrito Limabamba, calles de la zona urbana durante una Inundación del Rio Shocol



Fuente: Fotografías Propias

Ilustración 10: Distrito Limabamba, vías de accesos durante una Inundación del Rio Shocol



Fuente: Fotografías Propias

Ilustración 11: Distrito Limabamba, vías de accesos durante una Inundación del Rio Shocol



Fuente: Fotografías Propias

Ilustración 12: Distrito de Limabamba, Obra pública (puente) en peligro de colapso sobre el Rio Shocol



Fuente: Fotografías Propias

Ilustración 13: Distrito de Limabamba, Obra pública (Sist. Desagüe) en peligro de colapso por el Rio Shocol



Fuente: Fotografías Propias

Ilustración 14: Distrito de Milpuc durante la última Inundación del Río Shocol



Fuente: Fotografías Propias

Ilustración 15: Distrito de Milpuc, Vivienda en zona rural durante la inundación



Fuente: Fotografías Propias

Ilustración 16: Distrito de Milpuc Vivienda en zona rural durante la inundación



Fuente: Fotografías Propias

Ilustración 17: Distrito de Milpuc, Vivienda en zona rural después de la inundación



Fuente: Fotografías Propias

Ilustración 18: Áreas de uso agropecuaria totalmente inundadas por el Rio Shocol (Chirimoto)



Fuente: Fotografías Propias

Ilustración 19: Áreas de uso agrícola (plantaciones de café) totalmente inundadas por el Rio Shocol (Chirimoto)



Fuente: Fotografías Propia

**Ilustración 20: Áreas de uso agrícola (plantaciones de maíz) a orillas del Río Shocol
(Limabamba)**



Fuente: Fotografías Propias

Ilustración 21: Distrito de Limabamba, vías de acceso a zonas de producción en zona rural durante la inundación



Fuente: Fotografías Propias

2.9 GRAVEDAD DE LA SITUACIÓN NEGATIVA QUE SE INTENTA SOLUCIONAR CON LA PROPUESTA

Debe mencionarse que la presente propuesta no se trata de un proyecto que a través de la inversión realizada permita obtener beneficios y sin la inversión perderlos; se trata de un diseño de solución que exige inversiones para evitar daños y pérdidas que se producen con frecuencia, y que mantienen en zozobra a la población civil, quienes a través de sus instituciones aspiran a reducir ese fenómeno de destrucción, para vivir en un ambiente adecuado y en armonía con la naturaleza, donde cada poblador e inversionista pueda desarrollar sus capacidades.

La gravedad del problema que se intenta solucionar con la presente propuesta se expresa en términos de su temporalidad, relevancia y grado de avance.

Temporalidad

De no mediar intervención alguna para la protección del margen del río Shocol, con la creación de infraestructura de defensa ribereña, o alguna otra infraestructura que minimice el problema existente, se prevé el colapso paulatino de las zonas agropecuarias, urbanas y rurales, así como también los tramos de accesos a los centros poblados y centros de producción que se ubica al margen del río existente y que muestran fisuras y deterioro.

Relevancia

La problemática es de índole permanente, agravada por el desborde del Río Shocol la margen izquierda y derecha aguas arriba y debajo de la cuenca del valle Shocol, que ha dado lugar a la situación negativa a razón de que año a año se agrava más el escenario por la presencia de las constantes avenidas; la probabilidad que ocurran inundaciones es elevada y latente aún con avenidas por debajo del promedio anual.

El problema detectado constituye una limitación de la situación, por cuanto el problema se considera relevante, es así por lo que es de importancia la solución de minimizar la probabilidad de desastres a las áreas de cultivos.

Grado de Avance

Para conocer el grado de avance de la situación negativa que se intenta resolver es necesario conocer las circunstancias muy particulares de cómo se origina la inundación en el valle Shocol.

Las fuertes precipitaciones pluviales en las partes altas de la cuenca provocan las grandes crecidas del río, al que se suman los flujos de las quebradas tributarias las cuales arrastran gran cantidad de materiales sólidos y lodo (huaycos) como consecuencia de las fuertes lluvias; ocasionando colmatación de los tragaderos de desfogue, inundaciones y desbordes en las partes bajas cercanas al lecho del río; donde los cauces son angostos de bordes débiles o de materiales blandos de fácil erosión, afectando mayormente en los cuatro distrito en sus zona agrícola y el centro poblado.

2.10 PARTICULARIDADES DE OPERACIÓN DEL TÚNEL DE TRASVASE

Se pueden presentar 2 situaciones:

a) Túnel Aislado

Viene a ser el túnel que simplemente conduce agua y después de él no existe ninguna estructura adicional. Hidráulicamente se puede diseñar teniendo en cuenta solamente SUS PROPIAS exigencias, para el caso del estudio.

b) Túnel Conectado

Es el túnel después del cual existen estructuras para otros casos, son necesarias para hidroeléctricas sobre el comportamiento de la Línea Piezométrica.

2.11 RIESGOS POR INUNDACIÓN

El término riesgo se usa comúnmente para asociar posibles consecuencias, positivas o negativas, vinculadas a una decisión específica, acto, hecho o peligro. En el caso de inundaciones, el riesgo

ha sido y sigue siendo a veces considerado como una fatalidad, en la cual las "víctimas" o pérdidas dependen exclusivamente de las fuerzas naturales que guían el evento de inundación. Por lo tanto, el riesgo de inundación se utiliza en gran medida para designar la probabilidad de que ocurran inundaciones. Contrariamente a este uso, la literatura científica acordó en gran medida que las inundaciones no son un riesgo en sí mismas: el concepto de riesgo involucra al menos dos aspectos, un fenómeno peligroso y los sistemas vulnerables expuestos a ella.

La determinación de este riesgo en términos económicos pasa por la combinación de conocimiento hidrológico sobre la frecuencia de eventos de inundación para diferentes intensidades, y la estimación del daño asociado a estas diferentes frecuencias de inundación de ocurrencia (probabilístico enfoque del riesgo). Por lo tanto, el riesgo está representado por curvas de probabilidad de daño. Este concepto ampliamente aceptado se utiliza en esta tesis.

Las inundaciones generan varios efectos en el medio ambiente que alcanzan, de forma directa o indirecta, se introdujo una diferenciación interesante entre efectos de inundación, impactos y daños.

Las inundaciones también pueden tener consecuencias positivas, como la fertilización de llanuras de inundación en áreas rurales no controladas, el aumento o mantenimiento de la biodiversidad en áreas naturales, el refuerzo de los vínculos sociales entre las personas afectadas en el contexto urbano o rural, etc.

DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS

- **LOS TRASVASES:** son obras hidráulicas cuya finalidad es la de incrementar la disponibilidad de agua en una población adicionando agua desde una cuenca vecina. Los usos específicos del agua pueden ser los más variados.
- **RIESGO DE DESASTRE:** El riesgo de desastre es la probabilidad que una determinada población y los recursos del que dependan sufran

daños o pérdidas por el impacto de un peligro o amenaza, se caracteriza por ser cambiante y dinámico ya que va de la mano con las variaciones que sufren sus dos componentes (Amenaza y vulnerabilidad) en el territorio, el tiempo, el ambiente y la sociedad.

- **AMENAZA:** La amenaza o también llamada peligro hace referencia a una serie de eventos que son potencialmente dañinos para la sociedad pueden ser de diferentes tipos.
- **TÚNEL:** Un túnel es una obra subterránea de carácter lineal que comunica dos puntos para el transporte de personas o materiales. Normalmente es artificial.
- **VULNERABILIDAD:** Es el grado de susceptibilidad a sufrir daños de las comunidades, infraestructura y los recursos naturales del que las personas dependen para su subsistencia producto del impacto de un peligro o amenaza.
- **RIESGO DE INUNDACIÓN:** Es un riesgo natural universal, uno de los que mayores daños económicos, sociales y ambientales causan. Comúnmente el más experimenta su estudio, cuantificación y cartografía requiere el análisis de los factores de amenaza, exposición y vulnerabilidad.
- **GESTIÓN DE RIESGOS:** La gestión de riesgos es un proceso orientado a la reducción de las condiciones de riesgo de determinada población, comunidad región o país el cual requiere la participación y planificación de autoridades y de la comunidad que podría ser afectada.

CAPÍTULO III: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

3.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Las inundaciones en el mundo ocurren con frecuencia, por diversas razones, entre ellas, desborde de ríos como consecuencia de lluvias en las zonas de cabecera, o también cuando hay colmatación de los cauces del río, etc. En diversos puntos del globo terráqueo, estamos amenazados, tanto las zonas agrícolas y lo más sensible de esto es cuando están expuestas al riesgo las ciudades o pueblos, en general las condiciones ambientales deterioradas han contribuido mucho a estos estos eventos.

El Perú no es ajeno a esto por ejemplo con la llegada del Niño Costero, las ciudades del Norte del Perú han sufrido daños muy fuertes en la parte agrícola y en las zonas habitadas, en la zona de la sierra igualmente, y en la zona de la selva las inundaciones son cíclicas cada año sobre todo en épocas de lluvias, entonces necesitamos por lo menos mitigar los efectos a fin de minimizar los daños a la propiedad y la vida de las personas.

En el tema de investigación que abordamos, en las márgenes del río Shocol en sus máximas avenidas no tiene una suficiente descarga para ese volumen de agua, por lo que se va represando y eso hace que las localidades dentro del área de influencia se vayan inundando, poniendo en riesgo la infraestructura pública y privada, perdiendo zonas agrícolas existente en ambas márgenes del río Shocol.

3.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

3.2.1 PROBLEMA GENERAL

¿Cómo será la propuesta de diseño del túnel de traspaso y su relación con la mejora en el control de inundaciones en las márgenes del río Shocol, provincia de Rodríguez de Mendoza, departamento de Amazonas?

3.2.2 PROBLEMAS ESPECIFICOS

- ¿Qué características tendrán los estudios de mecánica de suelos que se realizarán en la zona de investigación del túnel de trasvase?
- ¿Cuáles serán las características de los estudios geológicos y geotécnicos a realizarse en la zona de investigación del túnel de trasvase?
- ¿Qué información relevante nos proporcionará el estudio de hidrología e hidráulica fluvial en la zona de investigación del túnel de trasvase?

3.3 OBJETIVOS

3.3.1 OBJETIVO GENERAL

Proponer el diseño del túnel de trasvase y su relación con la mejora en el control de inundaciones en las márgenes del río Shocol, provincia de Rodríguez de Mendoza, departamento de Amazonas.

3.3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Realizar los estudios de mecánica de suelos que correspondan en la zona de investigación del túnel de trasvase.
- Realizar los estudios geológicos y geotécnicos en la zona de investigación del túnel de trasvase.
- Realizar el estudio de hidrología e hidráulica fluvial en la zona de investigación del túnel de trasvase.

3.4 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

Esta investigación se justifica porque permitirá proponer una solución al problema de inundaciones en las márgenes del río Shocol, que afectan la infraestructura pública y privada, y las zonas agrícolas del valle Shocol, la propuesta de diseño del túnel de trasvase permitirá evacuar el agua sobre todo en épocas de máximas avenidas, lo que permitirá recuperar las

áreas agrícolas afectadas y sobre todo dar normalidad de convivencia en la zona.

3.5 HIPÓTESIS

Hipótesis General

Al proponer el diseño del túnel de trasvase, éste mejorará significativamente el control de inundaciones en las márgenes del río Shocol, provincia de Rodríguez de Mendoza, departamento de Amazonas.

3.6 VARIABLES

Identificación de Variables

Variable Independiente:

Propuesta de diseño del túnel de trasvase.

Variable dependiente:

Control de inundaciones.

CAPÍTULO IV: METODOLOGÍA

4.1 TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

4.1.1 Tipo de Investigación

La investigación pertenece a un Tipo de Investigación Cuantitativa y Descriptiva.

4.1.2 Diseño de Investigación

El Diseño de investigación es Cuantitativa, ya que vamos a llegar a un diseño medible, y también es Descriptiva ya que se evaluará los diferentes aspectos de la zona del proyecto a través de los estudios básicos de campo.

4.2 POBLACIÓN Y MUESTRA

4.2.1 Población

Todos los ríos que producen inundación en la provincia de Rodríguez de Mendoza.

4.2.2 Muestra

Río Shocol.

4.3 TÉCNICAS, INSTRUMENTO Y PROCESAMIENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

4.3.1 Técnicas

Se empleará en la recolección de datos a través de la elaboración de los estudios básicos de la investigación.

4.3.2 Instrumentos

Los instrumentos y equipos que se empleen serán básicamente para realizar los estudios básicos de ingeniería en el área de investigación.

4.3.3 Procedimientos

Los procedimientos que se seguirán en la recolección de datos son:

- Se realizarán los estudios básicos de ingeniería en la zona de la investigación.
- Desarrollo de ensayos de laboratorio especiales para la recolección de Datos.
- Validación de los ensayos de Laboratorio y de tal manera validar la información obtenida.
- Procesamiento de datos obtenidos en Laboratorio.
- Organización de los datos en cuadros.
- Representación de los datos mediante tablas y gráficas.
- Análisis e interpretación de los datos.
- Elaboración de los informes respectivos en el Proyecto de Tesis.

4.3.4 PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS

La información será procesada en forma computarizada a través del Programa de Software: Excel, AutoCAD, Hec Ras y otros, en Gabinete se harán los cálculos respectivos. De tal manera el procesamiento de la información nos permitirá elaborar la matriz de datos con la que se diseñará el túnel de trasvase.

CAPÍTULO V: MATERIALES Y MÉTODOS

La presente propuesta de diseño está orientado a la Construcción de un túnel de traspaso de 2.261km para derivación de las aguas del río Shocol a la quebrada afluente del río Huambo, como principal infraestructura complementándose con la defensa ribereña del río en puntos estratégicos a lo largo del cauce del río en estudio, orientado al bienestar y satisfacción de la necesidad de los pobladores.

Recordamos que antes de iniciar el diseño Definitivo del túnel de traspaso es importante definir su POTENCIA, lo cual implica a su vez determinar el CAUDAL DE DISEÑO.

El contenido de la propuesta está basado en lo siguiente:

a) Datos Básicos

Básicamente consisten en los datos encontrados en la documentación existente como también de datos obtenidos como resultados de investigaciones y análisis realizados por los autores de la presente tesis, se realizó una revisión detallada como objetivo de definir el alcance y la confiabilidad de los datos disponibles, entre los datos básicos empleados nos referimos a la topografía, geología y geotecnia, hidrología y sedimentología.

b) Criterios de Diseño

Se presentan los criterios de diseño aplicados en el proceso de optimización y diseño de la variante seleccionada. Estos criterios serán ampliados en la presente fase de propuesta de diseño del túnel de Traspaso, uno de los criterios básicos, ha sido garantizar una vida útil de 60 años para el caso de los elementos estructurales, y lo otro es el criterio de cumplir con las normas vigentes y aplicadas para la siguiente propuesta.

c) Solución Técnica definitiva

Se presentan las variantes analizadas y el proceso de optimización aplicado, donde se han comparado varios métodos de solución para el túnel de

traspase, para seleccionar la variante optima desde el punto de vista técnico y económico.

d) Topografía

Los levantamientos topográficos directos se apoyan en las estaciones geodésicas que se establecieron para la siguiente propuesta de solución.

e) Estudio Geológico y Diseño de Túnel

El diseño el túnel depende del tipo de terreno a atravesar. De esta manera de acuerdo al cartografiado en la zona de estudio podemos definir que se encontró una roca caliza estratificada de manera sub horizontal con fracturamiento moderado de acuerdo a la información se recogen rasgos característicos de las calizas:



Fuente: Fotografías Propias

Se encontró una roca caliza de origen kárstico, fácil de excavar; el cual permitirá un consumo reducido de explosivos y barrenos. El cual según antecedentes de este tipo de rocas se pueden encontrar cavernas, a veces de grandes dimensiones, y manantiales de agua importantes. No suelen hallarse gases peligrosos. Es importante tener en consideración estos aspectos para no caer en fallas durante la ejecución.

También se encontraron dolinas que son depresiones de origen kárstico, estas rocas están presentes en ambientes calcáreos, en este caso relacionado a la formación Chonta conformada por calizas y limolitas en proporciones variadas. A parte de las dolinas encontradas, también

podemos tener otros ambientes kársticos probablemente poco comunes como:

- Lapiaces o lenares, son surcos o cavidades separados por tabiques más o menos agudos. Los surcos se forman por las aguas de escorrentía sobre las vertientes o sobre superficies llanas con fisuras.
- Poljés son depresiones alargadas de fondo horizontal enmarcadas por vertientes abruptas. Están recorridos total o parcialmente por corrientes de agua, que desaparecen súbitamente por sumideros o pozos y continúan circulando subterráneamente.
- Cuevas se forman al infiltrarse el agua. Suelen formarse stalactitas a partir del agua, rica en carbonato cálcico, que gotea del techo, y stalagmitas a partir del agua depositada en el suelo. Cuando el agua, cargada de gas y piedra caliza disuelta en forma de bicarbonato cálcico, llega a una cavidad más grande que las fisuras por las que ha pasado (fisuras y diaclasas causadas por los movimientos tectónicos o por la crioclastia en superficie, por ejemplo), puede evaporarse lentamente y las sales disueltas en el agua llegan a cristalizarse en determinadas circunstancias, por ejemplo, al gotear desde el techo de una cueva hacia el suelo, formando stalactitas en el techo, stalagmitas en el suelo, columnas cuando estas dos formas llegan a unirse o, si se estanca en una cavidad, se pueden formar geodas.
- Simas son aberturas estrechas que comunican la superficie con las galerías subterráneas.
- Ponors son aperturas de tipo de portal donde una corriente superficial o lago fluye total o parcialmente hacia un sistema de agua subterránea.

De acuerdo a lo mencionado, definimos que el área donde se proyectara el túnel está conformada principalmente por sistemas kársticos, para obtener información sobre la naturaleza y las propiedades geotécnicas del terreno se realizará por medio de perforaciones, ello nos servirá para poder hacer un reconocimiento de las cavidades internas, si hay dolinas colmatadas o

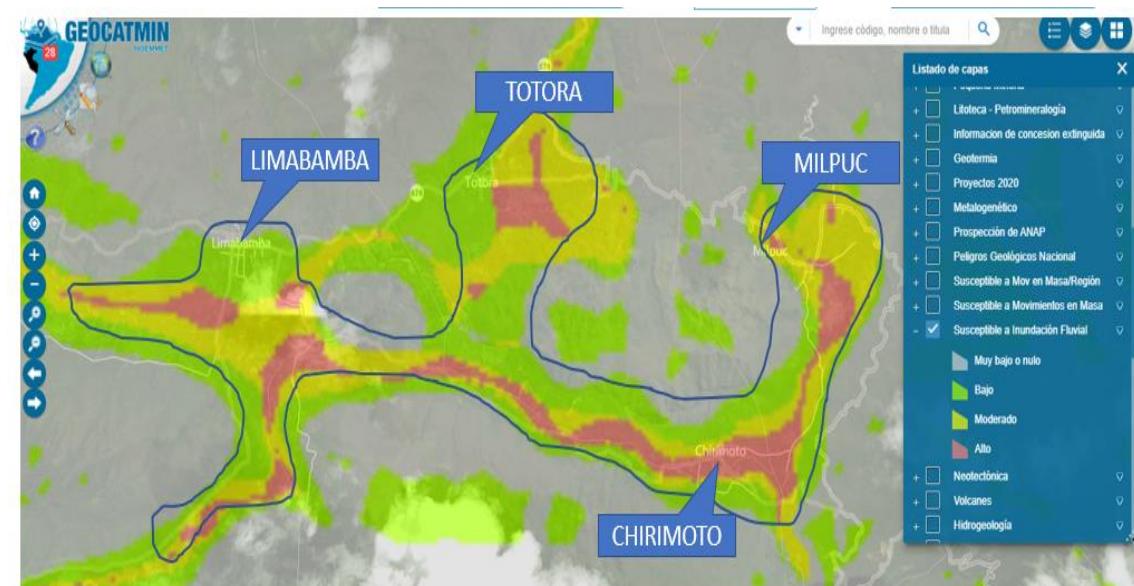
algunas geoformas kársticas mencionadas, en algunos casos las cavidades de grandes o pequeñas dimensiones.

f) Hidrología

Los análisis de hidrología para la propuesta de diseño tienen como objetivo principal de determinar los aspectos hidrológicos del área de estudio, lo cual se puede observar que es una zona con riesgo alto de inundación, lo cual complicaría la operación futura, principalmente el túnel de trasvase desde el punto de vista de parámetros hidrológicos, para definir la posibilidad del uso y definir las obligaciones de solución.

Los análisis presentados han sido elaborados usando datos de varios estudios realizados a la fecha, como también análisis técnicos.

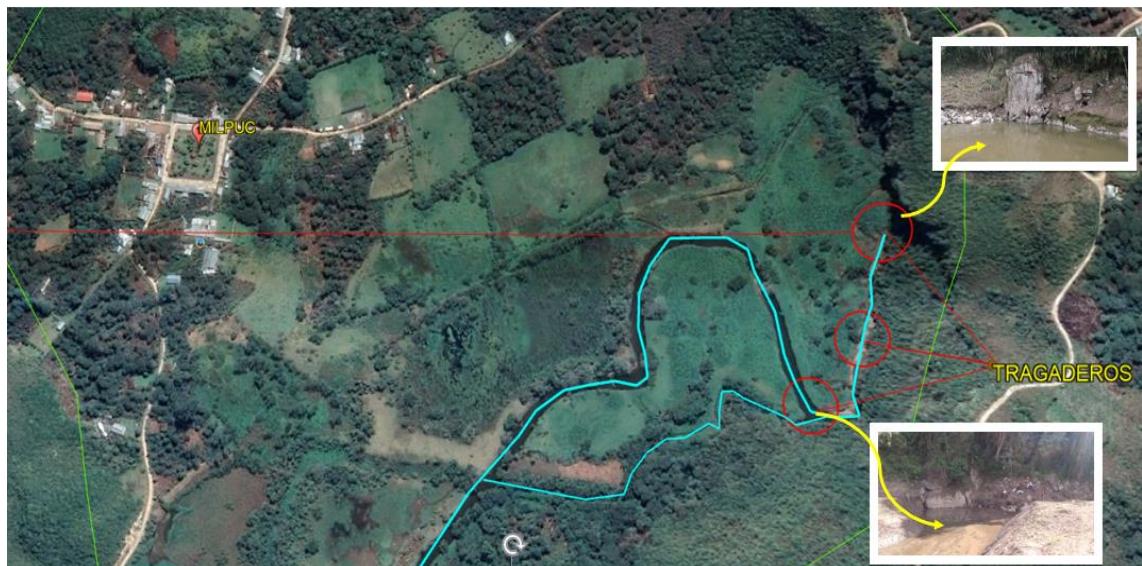
Por lo tanto la demanda agrícola de la zona depende mucho del control de las inundaciones procurando tener caudales necesarios y evitando las inundaciones.



Fuente: Geocatmin

CAPÍTULO VI: RESULTADOS

En el distrito Milpuc de la provincia Rodríguez de Mendoza – Amazonas se encuentra el río Shocol, las aguas de este río se pierden al final de la cuenca infiltrándose por “tragaderos”, fosas naturales ubicadas en la parte baja de las laderas.



Fuente: Google earth

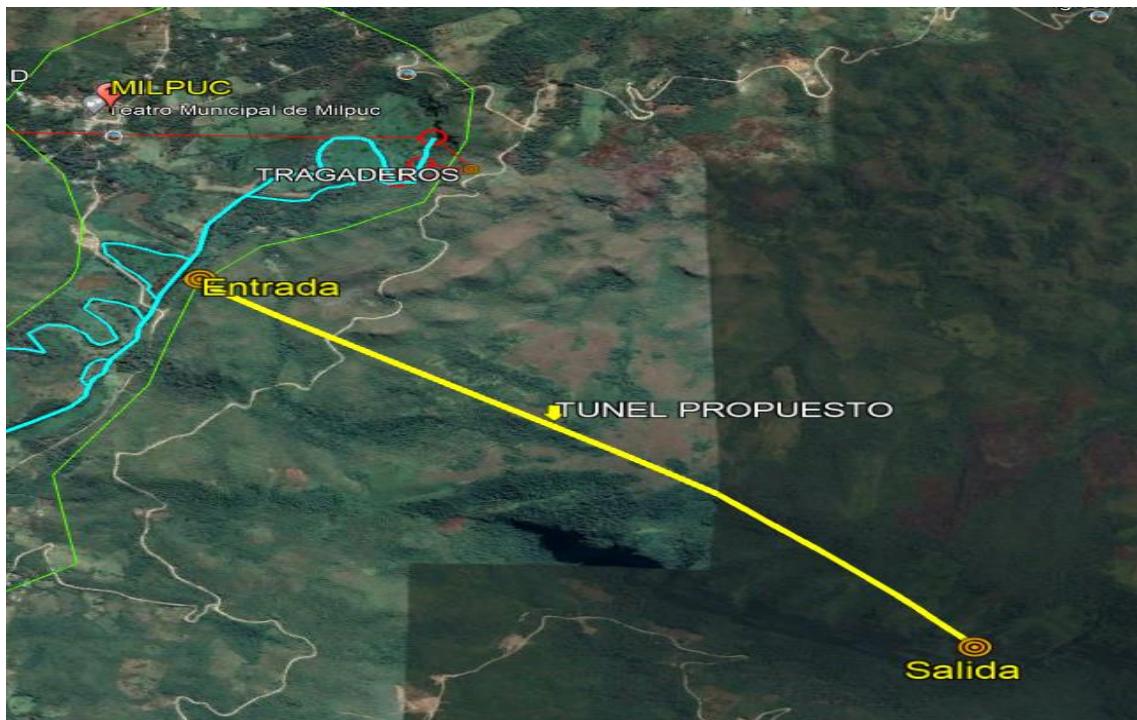
La problemática de este sector es que al subir el caudal del río excede la capacidad de infiltración de estos tragaderos provocando la inundación de tierras de cultivo y caseríos aledaños.



Fuente: fotografías propias

Para tal efecto se determinó que la solución a esta problemática es el planteamiento de un túnel de traspaso para derivar las aguas de este río a otra cuenca por medio de un túnel de 2.26 km aproximadamente con una sección de 5.5 x 5.5 m aprox.

Ilustración 22: Imagen satelital del emplazamiento del túnel



Fuente: Google earth

Para dicho fin se realizarán los estudios hidrogeológicos, topográficos, geológicos, geomecánicas y el diseño del túnel.

Con el diseño del túnel se podrá:

- Evaluar la topografía y geología de la zona.
- Caracterización del macizo rocoso mediante la evaluación geomecánica.
- Establecer las dimensiones y sección del túnel de acuerdo con los parámetros hidrológicos y geomecánicas.
- Establecer el tipo de sostenimiento y fortificación de la excavación.
- Proponer el método de excavación, equipos y servicios auxiliares que se requiera para la construcción.

- Estimar el tiempo, volumen de material extraído y costos de ejecución.

Para lo cual de acuerdo a los estudios realizados se determinó la proyección del túnel de traspaso sobre macizo rocoso de piedra caliza de origen kárstico, para derivación de las aguas del río Shocol en las máximas avenidas. Tal como se puede apreciar en la imagen que toda el área donde se proyectara el túnel es roca caliza de origen kárstico.

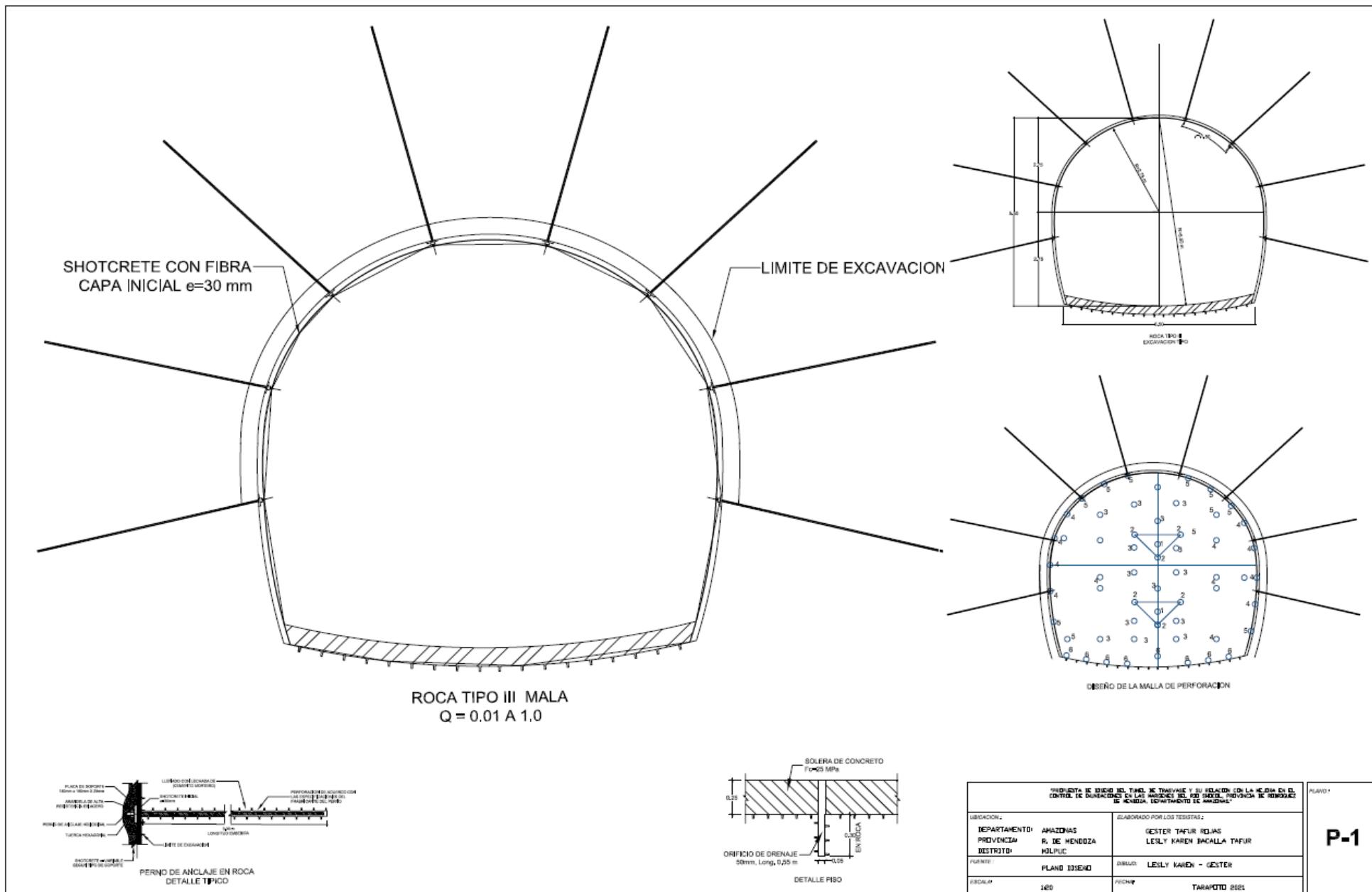


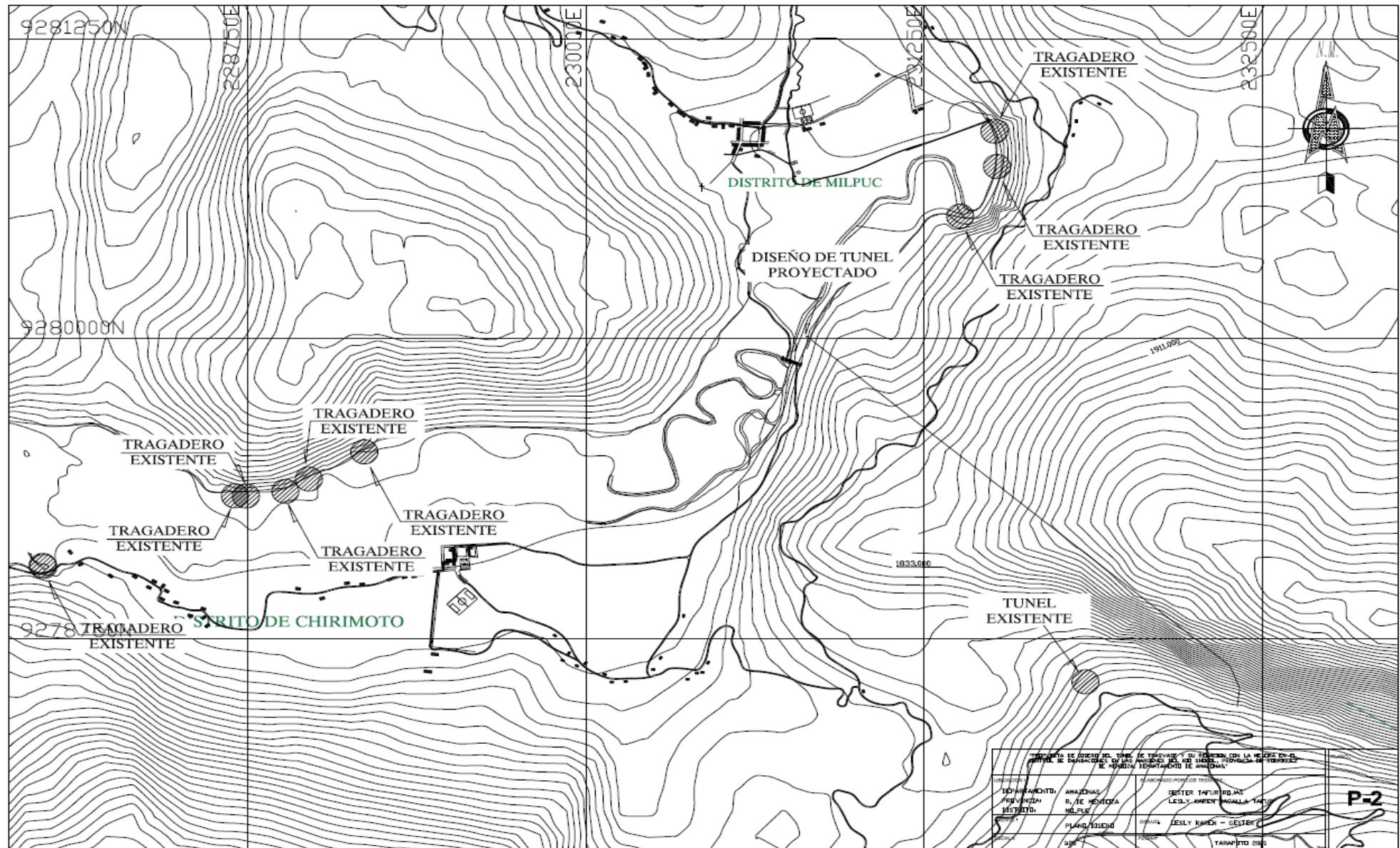
Fuente: Geocatmin – INGEMMET

La caliza encontrada presenta fracturamiento sub - vertical y la otra sub - horizontal, con la cual dan estabilidad del túnel proyectado lo cual presenta las siguientes características.

- Formación: Chambara y chonta – con relieve Karstico
- Edad: Triásico superior, del Cenozoico y Mesozoico
- Tipo de roca: Roca caliza estratificada de manera sub horizontal con fracturamiento moderado.
- Los tragaderos se encuentran conformados por roca caliza.
- El grado de fracturamiento de la caliza es variado.

Por lo tanto, en base a estos estudios determinados, y conociendo que se tiene un terreno ideal como roca caliza de origen kárstico, se procede a diseñar el túnel de traspaso que se proyectará como una alternativa de solución en el presente proyecto.



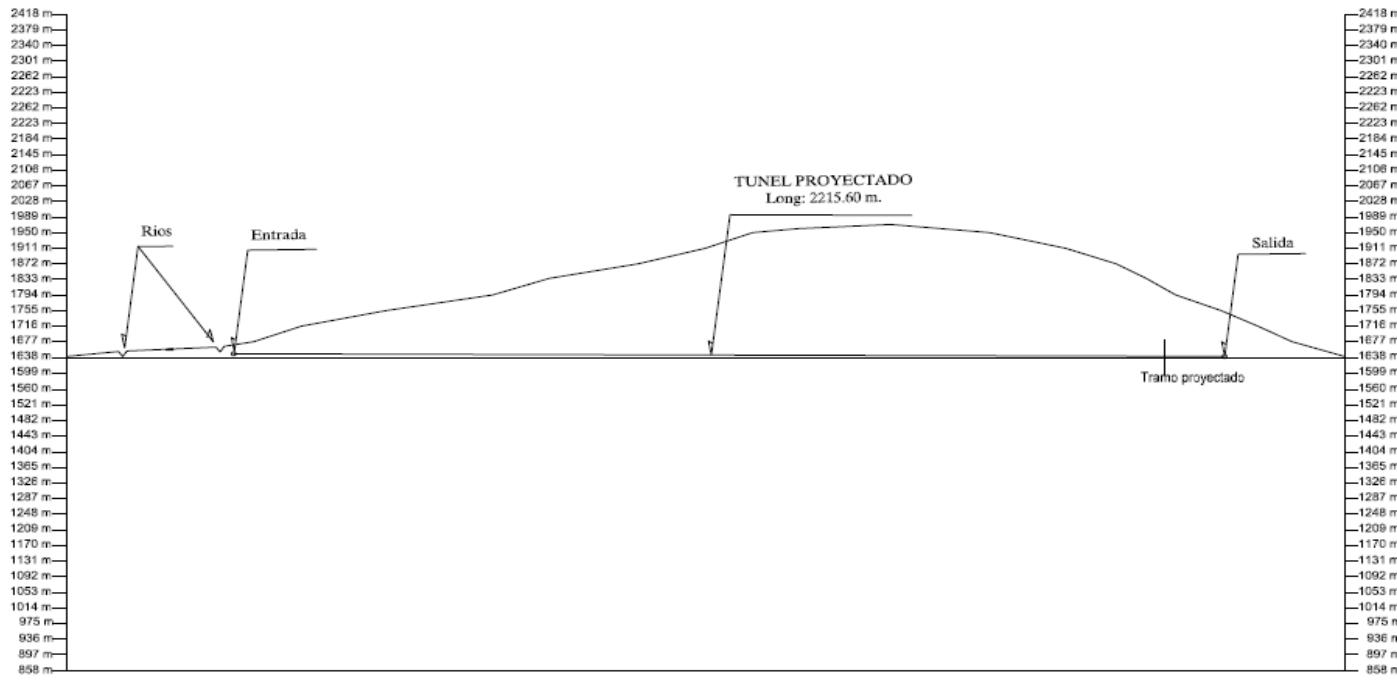


TESIS: PROPUESTA DE DISEÑO DEL TÚNEL DE TRASVASE Y SU RELACIÓN CON LA MEJORA EN EL CONTROL DE INUNDACIONES EN LAS MÁRGENES DEL RÍO SHCOL, PROVINCIA DE RODRÍGUEZ DE MENDOZA, DEPARTAMENTO DE AMAZONAS

PERFIL TOPOGRAFICO - DISEÑO DE TUNEL

NO

SE



DISEÑO DE TUNEL DE TRASVASE Y MEJORA DE LAS MARGENES DEL RÍO SHOCOL		ELABORADO POR LOS TECNICOS	
DEPARTAMENTO: AMAZONAS	PROVINCIA: RÍO DE MENDOZA	INTERNA: TECNICO TUNEL	EXTERNA: DIRECCION TUNEL
ESTADO: VIGENCIA	PERIODICIDAD: ANUAL	PROYECTO: LIDY KAREN - GESTOR	USO: TUNEL
FECHA: 01/01/2024	FECHA: 01/01/2024	FECHA: 01/01/2024	FECHA: 01/01/2024
US	US	US	US

P-3

6.1 EXPLORACIÓN Y ENSAYO DE CAMPO DEL AREA DE INFLUENCIA

6.1.1 Exploración de Campo

a) Calicatas

Se realizaron 03 calicatas a cielo abierto con la finalidad de determinar el perfil estratigráfico ubicadas convenientemente en el área de estudio localizando la siguiente profundidad:

Calicata Nº	Profundidad de Excavación (m)	Profundidad de Filtración y/o Nivel Freático (m)
C-01	3.00	-
C-02	3.00	-
C-03	3.00	-

b) Muestreo Disturbado

Se tomo muestras disturbados en los suelos encontrados, en cantidades suficientes, como para realizar los ensayos de clasificación y distribución del suelo.

c) Muestreo Inalterado

Se extrajo muestras inalteradas a una profundidad de 3.00m de las calicatas excavadas para su posterior traslado al laboratorio, para el ensayo de corte directo.

d) Registro de Excavaciones

Paralelamente el muestreo se realizó el registro de las calicatas anotándose sus principales características, tales como: espesor, distancia, humedad, compacidad, plasticidad, etc.

6.1.2 Registro de Calicatas

Basados en los resultados de los ensayos de laboratorio, se ha elaborado interpretativamente el perfil estratigráfico para las calicatas efectuadas.

De los trabajos realizados en campo y en el laboratorio, se deduce la siguiente conformación:

Calicata Nº 01:

Un primer estrato de 0.00 a 0.20 m. Conformado por una arcilla limosa, con restos de raíces propia de la vegetación de la zona, de color gris oscuro. Siendo su clasificación: **SUCS= CL-ML**. Estrato no muestreado. Suelo no favorable para fundación.

Un segundo estrato de 0.20 a 2.00 m. Conformado por una arcilla limosa con arena y bloques de roca, de baja plasticidad con 70.37% de finos (Que pasa la malla N° 200), Lím. Liq.= 28.43% e Ind. Plast.= 6.28%. Siendo su clasificación: **SUCS= CL-ML** y **AASHTO= A-4(3)**.

Un tercer estrato de 2.00 a 3.00 m. Conformado por una arcilla arenosa con mezcla de gravilla y bloques de roca, de mediana plasticidad con 69.09% de finos (Que pasa la malla N° 200), Lim. Liq.= 30.30% e Ind. Plast.= 10.87%. Siendo su clasificación: **SUCS= CL** y **AASHTO= A-6(6)**.

Calicata Nº 02:

Un primer estrato de 0.00 a 0.20 m. Conformado por una arcilla limosa, con restos de raíces propia de la vegetación de la zona, de color gris oscuro. Siendo su clasificación: **SUCS= CL-ML**. Estrato no muestreado. Suelo no favorable para fundación.

Un segundo estrato de 0.20 a 3.00 m. Conformado por una arcilla limo arenosa, de baja plasticidad con 55.59% de finos (Que pasa la malla N° 200), Lím. Liq.= 24.29% e Ind. Plast.= 5.78%. Siendo su clasificación: **SUCS= CL-ML** y **AASHTO= A-4(1)**.

Calicata Nº 03:

Un primer estrato de 0.00 a 0.20 m. Conformado por una arcilla limosa, con restos de raíces propia de la vegetación de la zona, de color gris oscuro. Siendo su clasificación: **SUCS= CL-ML**. Estrato no muestreado. Suelo no favorable para fundación.

Un segundo estrato de 0.20 a 3.00 m. Conformado por una arena arcillo limosa con mezcla de gravilla, de baja plasticidad con 49.53% de finos (Que pasa la malla N° 200), Lím. Liq.= 24.38% e Ind. Plast.= 4.03%. Siendo su clasificación: **SUCS= SC-SM** y **AASHTO= A-4(0)**.

6.1.3 Memoria de Cálculo de la Capacidad de Carga Admisible

La capacidad ultima y capacidad admisible de carga serán determinadas aplicando la teoría de Karl Terzaghi con las siguientes expresiones:

$$q_u = \frac{2}{3} \cdot C \cdot N_c + \gamma \cdot D_f \cdot N_q + \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot B \cdot N_r$$

$$q_{adm} = q_u / F_s$$

Donde:

q_u	:	Capacidad Última de Carga.
q_{adm}	:	Capacidad Admisible de Carga.
F_s	:	Factor de Seguridad.
γ	:	Densidad Natural o Peso Unitario.
\emptyset	:	Angulo Fricción Interna.
\emptyset'	:	Angulo Fricción Interna Corregido.
B	:	Ancho de la Cimentación.
D_f	:	Profundidad de la Cimentación.
C	:	Cohesión.
N_c, N_q, N_r	:	Factores Adimensionales.

Calicata Nº 01:

-	Angulo de fricción interna	:	\emptyset	=	24°
-	Cohesión	:	C	=	0.22 Kg./cm ²
-	Densidad Natural	:	γ_n	=	1.88x10 ⁻³ Kg./cm ³
-	Profundidad de la Cimentación	:	D_f	=	2.50 m.
-	Factor de Carga	:	N_c	=	10.47
			N_q	=	3.13
			N_r	=	0.76
-	Ancho de la Cimentación	:	B	=	1.00 m.
-	Factor de seguridad	:	F_s	=	3

6.1.4 Ensayo de corte de Calicatas

Calicata N° 02:

-	Angulo de fricción interna	:	\emptyset	=	23º
-	Cohesión	:	C	=	0.18 Kg./cm ²
-	Densidad Natural	:	γ_n	=	1.82x10 ⁻³ Kg./cm ³
-	Profundidad de la Cimentación	:	D_f	=	2.50 m.
-	Factor de Carga	:	N_c	=	10.47
			N_q	=	3.13
			N_r	=	0.76
-	Ancho de la Cimentación	:	B	=	1.00 m.
-	Factor de seguridad	:	F_s	=	3

Calicata N° 03:

-	Angulo de fricción interna	:	\emptyset	=	26º
-	Cohesión	:	C	=	0.12 Kg./cm ²
-	Densidad Natural	:	γ_n	=	1.86x10 ⁻³ Kg./cm ³
-	Profundidad de la Cimentación	:	D_f	=	2.50 m.
-	Factor de Carga	:	N_c	=	10.90
			N_q	=	3.36
			N_r	=	0.88
-	Ancho de la Cimentación	:	B	=	1.00 m.
-	Factor de seguridad	:	F_s	=	3

Calicata	: C-01							
Muestra	: M-3							
Prof. (m)	2.50 m				Velocidad	: 0.50 mm/min		
ESPECIMEN 1								
Altura :	20.0	mm	Altura :	20.0	mm	Altura :	20.0	mm
Lado :	60.0	mm	Lado :	60.0	mm	Lado :	60.0	mm
Densidad Nat.:	1.88	gr/cm ³	Densidad Nat.:	1.88	gr/cm ³	Densidad Nat.:	1.88	gr/cm ³
Densidad seca:	1.40	gr/cm ³	Densidad seca:	1.40	gr/cm ³	Densidad seca:	1.40	gr/cm ³
Humedad :	34.2	%	Humedad :	34.7	%	Humedad :	34.6	%
Esf. Normal :	0.56	kg/cm ²	Esf. Normal :	1.11	kg/cm ²	Esf. Normal :	1.67	kg/cm ²
Esf. Corte:	0.470	kg/cm ²	Esf. Corte:	0.720	kg/cm ²	Esf. Corte:	0.970	kg/cm ²
ESPECIMEN 2								
Deformacion horizontal (%)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Esfuerzo Normalizado (t/s)	Deformacion horizontal (%)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Esfuerzo Normalizado (t/s)	Deformacion horizontal (%)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Esfuerzo Normalizado (t/s)
0.00	0.00	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0.03	0.19	0.340	0.030	0.290	0.260	0.030	0.390	0.230
0.06	0.26	0.470	0.060	0.360	0.320	0.060	0.460	0.270
0.12	0.31	0.560	0.120	0.420	0.380	0.120	0.530	0.320
0.18	0.35	0.620	0.180	0.470	0.420	0.180	0.590	0.360
0.30	0.37	0.660	0.300	0.500	0.450	0.300	0.630	0.380
0.45	0.40	0.720	0.450	0.530	0.480	0.450	0.670	0.400
0.60	0.42	0.750	0.600	0.560	0.500	0.600	0.700	0.410
0.75	0.43	0.760	0.750	0.580	0.510	0.750	0.730	0.430
0.90	0.43	0.760	0.900	0.590	0.520	0.900	0.750	0.440
1.05	0.43	0.760	1.050	0.600	0.530	1.050	0.770	0.460
1.20	0.43	0.760	1.200	0.610	0.540	1.200	0.790	0.470
1.50	0.43	0.760	1.500	0.620	0.540	1.500	0.810	0.470
1.80	0.44	0.760	1.800	0.630	0.550	1.800	0.830	0.490
2.10	0.44	0.760	2.100	0.640	0.560	2.100	0.850	0.490
2.40	0.44	0.760	2.400	0.650	0.560	2.400	0.870	0.500
2.70	0.44	0.760	2.700	0.660	0.570	2.700	0.880	0.500
3.00	0.44	0.760	3.000	0.670	0.570	3.000	0.890	0.514
3.60	0.45	0.760	3.600	0.680	0.580	3.600	0.910	0.520
4.20	0.45	0.760	4.200	0.690	0.580	4.200	0.930	0.520
4.80	0.46	0.760	4.800	0.700	0.580	4.800	0.940	0.520
5.40	0.46	0.760	5.400	0.710	0.580	5.400	0.950	0.520
6.00	0.47	0.760	6.000	0.720	0.580	6.000	0.970	0.520
ESPECIMEN 3								
OBSERVACIÓN :								
1).-Muestra provista e identificada.								
2).-El Especimen fue tallado de la muestra								

Fuente: Resultados del Laboratorio de Suelos

Certificado N°

: 01

Descripción

: Arcilla Arenosa con mezcla de gravilla

Calicata

: C-01

Muestra

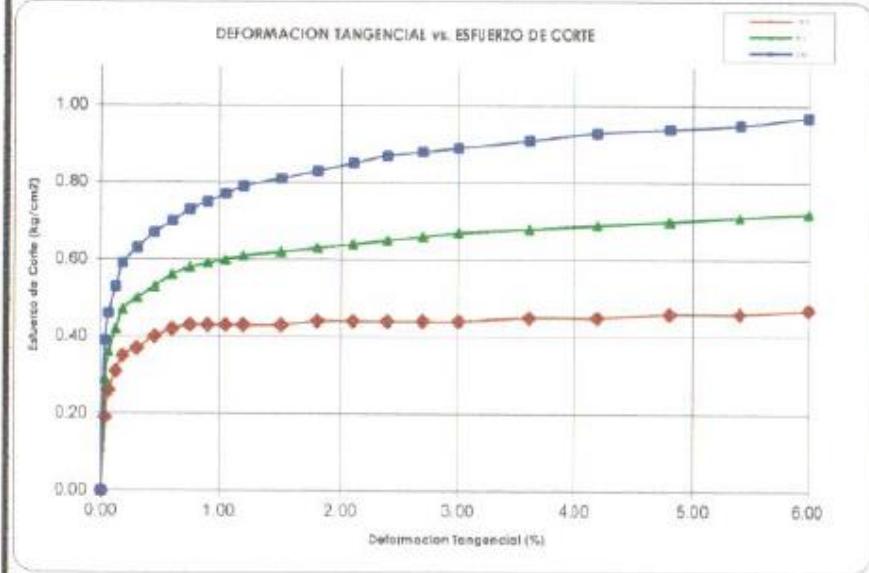
: M-3

Prof. (m)

2.50

Velocidad : 0.50 mm/min

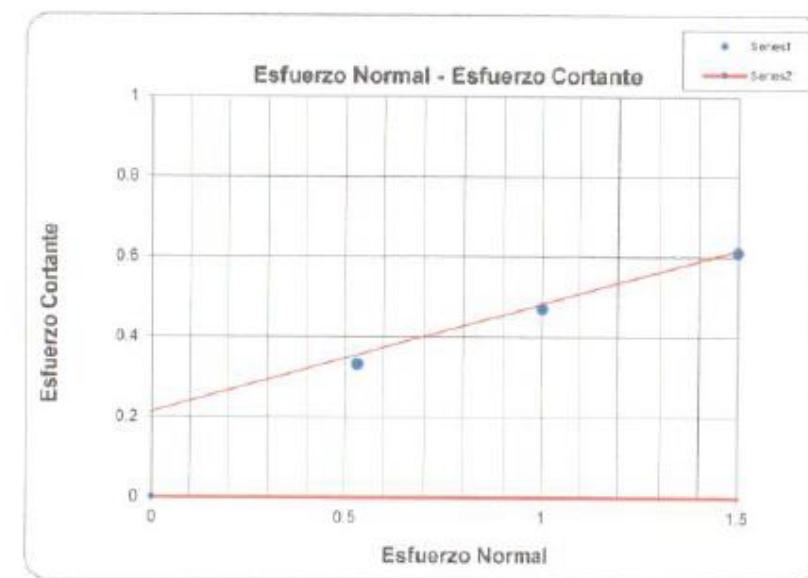
DEFORMACION TANGENCIAL vs. ESFUERZO DE CORTE



Resultados:

Cohesión C : 0.220 kg/cm^2

Angulo de fricción (ϕ) : 24.0 $^{\circ}$



Fuente: Resultados de Laboratorio

Descripción : Arcilla limo arenosa					
Calicata	: C-02				
Muestra	: M-2				
Prof. (m)	2.50 m	Velocidad : 0.50 mm/min			
ESPECIMEN 1					
Altura :	20.0 mm	Altura :	20.0 mm	Altura :	20.0 mm
Lado :	60.0 mm	Lado :	60.0 mm	Lado :	60.0 mm
Densidad Nat.:	1.82 gr/cm ³	Densidad Nat.:	1.82 gr/cm ³	Densidad Nat.:	1.82 gr/cm ³
Densidad seca:	1.37 gr/cm ³	Densidad seca:	1.37 gr/cm ³	Densidad seca:	1.37 gr/cm ³
Humedad :	32.9 %	Humedad :	32.3 %	Humedad :	32.8 %
Est. Normal :	0.56 kg/cm ²	Est. Normal :	1.11 kg/cm ²	Est. Normal :	1.67 kg/cm ²
Est. Corte:	0.42 kg/cm ²	Est. Corte:	0.65 kg/cm ²	Est. Corte:	0.89 kg/cm ²
ESPECIMEN 2					
Deformación horizontal (%)	Est. Corte (kg/cm ²)	Est. Corte Normalizado (t/s)	Deformación horizontal (%)	Est. Corte (kg/cm ²)	Est. Corte Normalizado (t/s)
0.00	0.00	0.00	0.000	0.000	0.000
0.03	0.14	0.260	0.030	0.220	0.200
0.06	0.21	0.380	0.060	0.290	0.216
0.12	0.26	0.480	0.120	0.350	0.320
0.18	0.30	0.540	0.180	0.400	0.360
0.30	0.32	0.580	0.300	0.430	0.390
0.45	0.36	0.640	0.450	0.470	0.420
0.60	0.37	0.660	0.600	0.490	0.440
0.75	0.38	0.680	0.750	0.510	0.450
0.90	0.38	0.680	0.900	0.520	0.460
1.05	0.38	0.680	1.050	0.530	0.470
1.20	0.38	0.680	1.200	0.540	0.480
1.50	0.38	0.680	1.500	0.550	0.480
1.80	0.39	0.680	1.800	0.560	0.490
2.10	0.39	0.680	2.100	0.580	0.500
2.40	0.39	0.680	2.400	0.580	0.500
2.70	0.39	0.680	2.700	0.590	0.510
3.00	0.40	0.680	3.000	0.600	0.510
3.60	0.40	0.680	3.600	0.610	0.520
4.20	0.41	0.680	4.200	0.620	0.520
4.80	0.41	0.680	4.800	0.630	0.520
5.40	0.42	0.680	5.400	0.630	0.520
6.00	0.42	0.680	6.000	0.650	0.520
ESPECIMEN 3					
Deformación horizontal (%)	Est. Corte (kg/cm ²)	Est. Corte Normalizado (t/s)	Deformación horizontal (%)	Est. Corte (kg/cm ²)	Est. Corte Normalizado (t/s)
0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0.03	0.310	0.190	0.030	0.310	0.190
0.06	0.380	0.230	0.060	0.380	0.230
0.12	0.450	0.270	0.120	0.450	0.270
0.18	0.510	0.310	0.180	0.510	0.310
0.30	0.550	0.330	0.300	0.550	0.330
0.45	0.590	0.350	0.450	0.590	0.350
0.60	0.620	0.370	0.600	0.620	0.370
0.75	0.650	0.390	0.750	0.650	0.390
0.90	0.670	0.400	0.900	0.670	0.400
1.05	0.700	0.410	1.050	0.700	0.410
1.20	0.720	0.420	1.200	0.720	0.420
1.50	0.730	0.430	1.500	0.730	0.430
1.80	0.760	0.440	1.800	0.760	0.440
2.10	0.770	0.450	2.100	0.770	0.450
2.40	0.790	0.450	2.400	0.790	0.450
2.70	0.800	0.460	2.700	0.800	0.460
3.00	0.810	0.460	3.000	0.810	0.460
3.60	0.830	0.470	3.600	0.830	0.470
4.20	0.850	0.470	4.200	0.850	0.470
4.80	0.860	0.480	4.800	0.860	0.480
5.40	0.870	0.480	5.400	0.870	0.480
6.00	0.890	0.480	6.000	0.890	0.480

OBSERVACIÓN :

Fuente: Resultados del Laboratorio de Suelos

Descripción

: Arcilla limo arenosa

Calicata

: C-02

Muestra

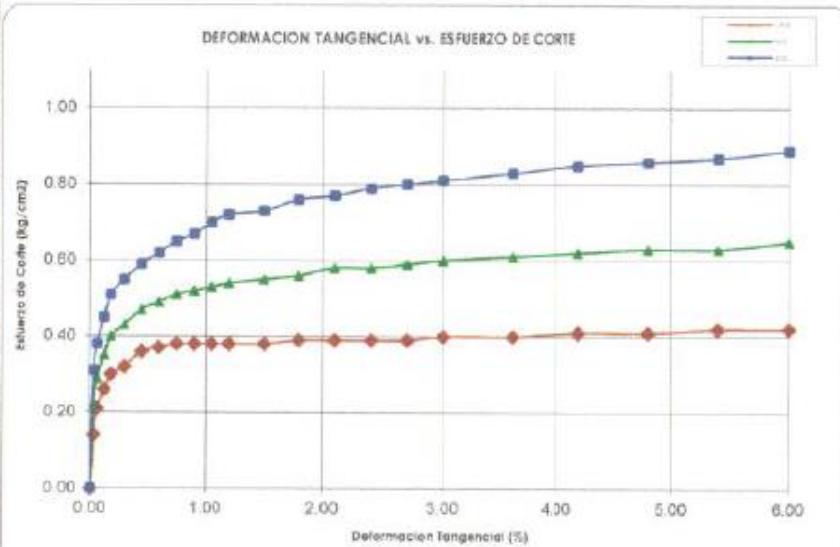
: M-2

Prof. (m)

2.50

Velocidad : 0.50 mm/min

DEFORMACIÓN TANGENCIAL vs. ESFUERZO DE CORTE

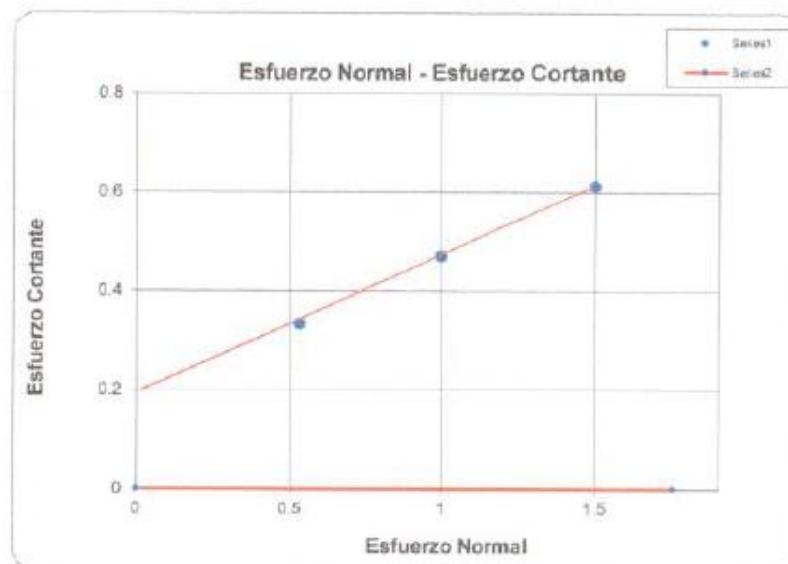


Resultados:

Cohesión C : 0.180 kg/cm^2

Angulo de fricción (ϕ) : 23.0 °

Esfuerzo Normal - Esfuerzo Cortante



Fuente: Resultados del Laboratorio de Suelos

Descripción	Arena Arcilla limo con gravilla								
Fecha	Abril del 2017								
Calicato	: C-03								
Muestra	: M-2								
Prof. (m)	2.50 m								
	Velocidad : 0.50 mm/min								
ESPECIMEN 1		ESPECIMEN 2							
Altura :	20.0	mm	Altura :	20.0	mm	Altura :	20.0	mm	
Lado :	60.0	mm	Lado :	60.0	mm	Lado :	60.0	mm	
Densidad Nat.:	1.86	gr/cm ³	Densidad Nat.:	1.86	gr/cm ³	Densidad Nat.:	1.86	gr/cm ³	
Densidad seca:	1.61	gr/cm ³	Densidad seca:	1.61	gr/cm ³	Densidad seca:	1.61	gr/cm ³	
Humedad:	15.6	%	Humedad:	15.9	%	Humedad:	15.8	%	
Esf. Normal:	0.56	kg/cm ²	Esf. Normal:	1.11	kg/cm ²	Esf. Normal:	1.67	kg/cm ²	
Esf. Corte:	0.39	kg/cm ²	Esf. Corte:	0.66	kg/cm ²	Esf. Corte:	0.94	kg/cm ²	
ESPECIMEN 3									
Deformación horizontal (%)	Esfuerzo de Corte (kg/cm²)	Esfuerzo Normalizado (t/s)	Deformación horizontal (%)	Esfuerzo de Corte (kg/cm²)	Esfuerzo Normalizado (t/s)	Deformación horizontal (%)	Esfuerzo de Corte (kg/cm²)	Esfuerzo Normalizado (t/s)	
0.00	0.00	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
0.25	0.27	0.490	0.280	0.470	0.420	0.360	0.670	0.400	
0.50	0.27	0.490	0.500	0.490	0.440	0.570	0.720	0.430	
0.75	0.29	0.520	0.750	0.530	0.470	0.850	0.770	0.460	
1.00	0.31	0.540	1.000	0.550	0.490	1.060	0.800	0.470	
1.25	0.32	0.560	1.250	0.560	0.500	1.250	0.810	0.480	
1.50	0.33	0.580	1.500	0.580	0.510	1.500	0.840	0.490	
1.75	0.34	0.600	1.750	0.600	0.520	1.750	0.850	0.500	
2.00	0.35	0.610	2.000	0.600	0.520	2.000	0.860	0.500	
2.25	0.35	0.620	2.250	0.610	0.530	2.250	0.870	0.500	
2.50	0.37	0.640	2.500	0.630	0.540	2.500	0.890	0.510	
2.75	0.37	0.640	2.750	0.630	0.540	2.750	0.890	0.510	
3.00	0.37	0.640	3.000	0.630	0.540	3.000	0.890	0.510	
3.25	0.38	0.650	3.250	0.640	0.540	3.250	0.900	0.510	
3.50	0.38	0.650	3.500	0.640	0.540	3.500	0.900	0.510	
3.75	0.38	0.650	3.750	0.640	0.540	3.750	0.910	0.510	
4.00	0.38	0.650	4.000	0.650	0.540	4.000	0.910	0.510	
4.25	0.39	0.650	4.250	0.650	0.540	4.250	0.910	0.510	
4.50	0.39	0.650	4.500	0.650	0.540	4.500	0.920	0.510	
4.75	0.39	0.650	4.740	0.650	0.540	4.750	0.920	0.510	
4.99	0.39	0.650	5.000	0.660	0.540	5.000	0.930	0.510	
5.25	0.39	0.650	5.250	0.660	0.540	5.250	0.930	0.510	
5.50	0.39	0.650	5.500	0.660	0.540	5.510	0.940	0.510	

OBSERVACIÓN :

Fuente: Resultados del Laboratorio de Suelos

Descripción

: Arena Arcilla limo con gravilla

Calicata

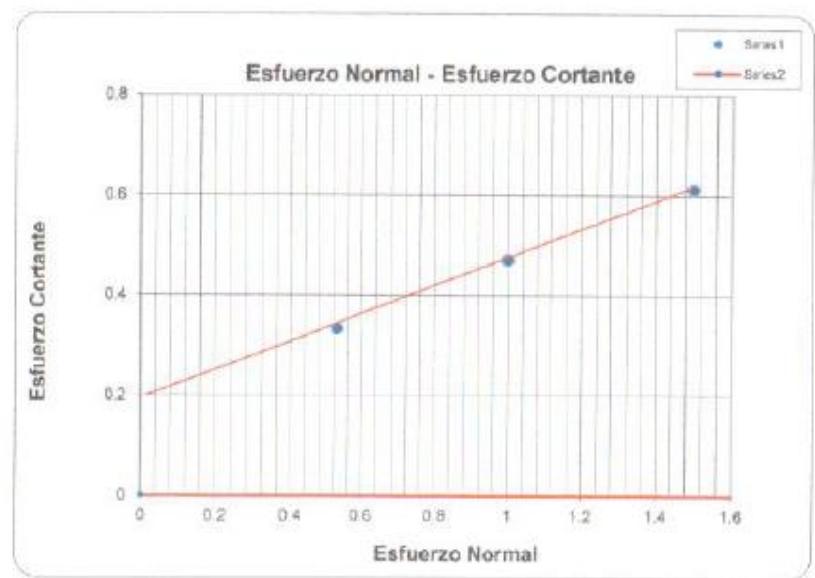
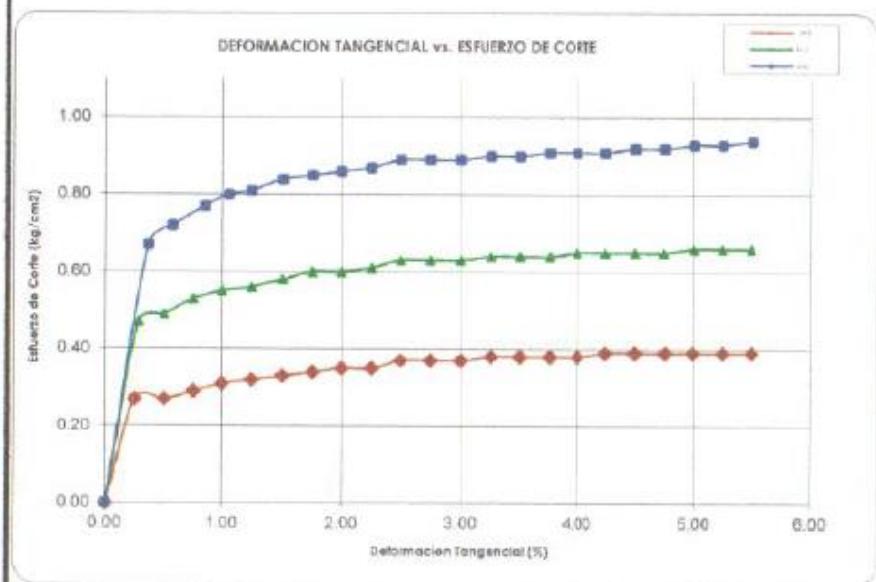
: C-03

Muestra

: M-2

Prof. (m)

2.50

Velocidad : 0.50 mm/min**Resultados:**Cohesión C : 0.120 kg/cm^2 Angulo de fricción (ϕ) : 26.0 °

Fuente: Resultados del Laboratorio de Suelos

ENSAYOS ESTÁNDAR DE CLASIFICACIÓN. NORMAS ASTM D422 - D2216 - D854 - D4318 - D427 - D2487

1. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIIZADO

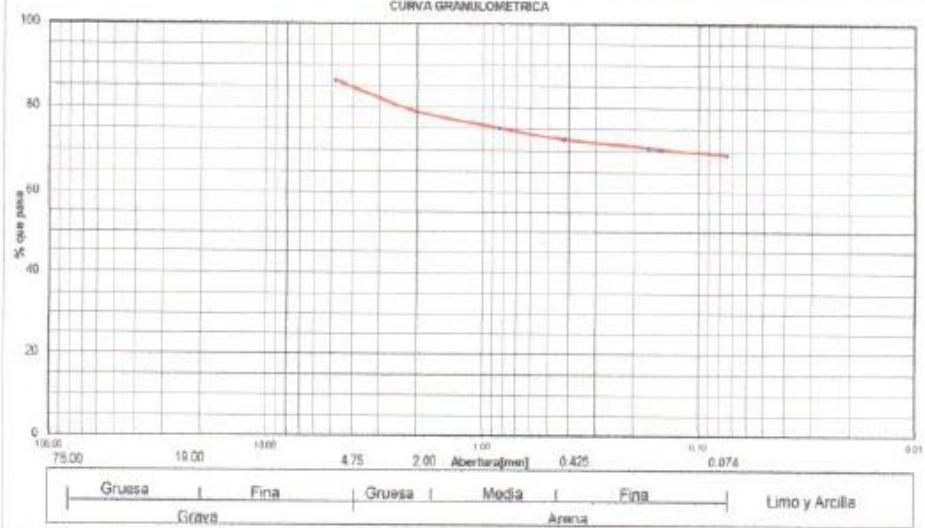
Peso Inicial Seco, [gr]	249.51
Peso Llevado y Seco, [gr]	231.94

Mallas	Abertura [mm]	Peso retenido [gr]	Porcentaje Rel. [%]	Porcentaje Rel. Acumulado [%]	Porcentaje Acum. Pasante [%]
3"	76.200				
2"	59.800				
1 1/2"	38.100				
1"	25.400				
3/4"	19.050	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.525	43.73	5.80	5.80	94.20
Nº 4	4.760	59.68	8.00	13.80	85.20
Nº 10	2.900	53.98	7.15	20.95	79.05
Nº 20	0.949	28.60	3.82	24.76	75.24
Nº 40	0.420	19.65	2.62	27.39	72.61
Nº 80	0.170	14.00	1.87	29.25	70.75
Nº 100	0.150	2.90	0.39	29.64	70.36
Nº 200	0.074	9.80	1.31	30.95	69.05
< Nº 200	0.000	517.67	69.05	100.00	0.00

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

IDENTIFICACIÓN : CALICATA Nº/ MUESTRA Nº	C-01/M-02
PROFUNDIDAD [m]	2.00 - 3.00
P. E. RELAT. DE SOLIDOS [corregido por tº] [gr/cc]	34.60
HUMEDAD NATURAL [%]	30.30
LÍMITE LÍQUIDO [%]	19.45
LÍMITE PLÁSTICO [%]	10.85
MATERIAL MENOR TAMAÑO # 200 [%]	69.05
LÍMITE DE CONTRACCIÓN [%]	Bajo
POTENCIAL DE EXPANSIÓN	
CLASIFICACIÓN S.I.C.S.	Cl
CLASIFICACIÓN A.S.S.H.T.O.	A-6 [7]
INDICE DE CONSISTENCIA	
D10 [mm]	-
D30 [mm]	-
D60 [mm]	-
% Grava	% Arena
13.80	17.15
	% Fines
	69.05

CURVA GRANULOMÉTRICA



2. LÍMITES DE CONSISTENCIA (ASTM D 4318)

A. LÍMITE LÍQUIDO

Procedimiento	Tara N°	Tara N°	Tara N°	
1. No de Golpes	18	22	27	
2. Peso Tara, [gr]	36	26	17	
3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	21.41	20.56	20.16	
4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	63.88	60.14	65.43	
5. Peso Agua, [gr]	54.36	50.97	54.52	
6. Peso Suelo Seco, [gr]	9.52	9.17	10.21	
7. Contenido de Humedad, [%]	(4)-(2)	32.95	30.41	34.36
	(5)(5)(5)(5)(5)	28.90	30.20	31.80

4. CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D 2216)

Procedimiento	Tara N°
1. Peso Tara, [gr]	
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	866.00
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	643.60
4. Peso Agua, [gr]	(3)-(2)
5. Peso Suelo Seco, [gr]	19.50
6. Contenido de Humedad, [%]	(3)(3)(3)(3)(3)
	34.60

B. LÍMITE PLÁSTICO

Procedimiento	Tara N°	Tara N°
1. Peso Tara, [gr]	7	12
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	12.56	12.68
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	52.83	57.77
4. Peso Agua, [gr]	46.26	50.43
5. Peso Suelo Seco, [gr]	(2)-(1)	6.57
6. Contenido de Humedad, [%]	(3)-(1)	33.70
7. Contenido de Humedad Promedio, [%]	(4)(4)(4)(4)(4)	19.50
		19.40
		19.45

DIAGRAMA DE FLUIDEZ



3. PESO ESPECÍFICO (NORMA ASTM D 854-58)

Procedimiento	Prueba N° 01	Prueba N° 02
1. Peso del fresco + peso suelo seco, [gr]		
2. Peso del fresco volumétrico N° 01, [gr]		
3. Peso del Suelo Seco, [gr]	(1)-(2)	
4. Peso del fr. + peso suelo s. + peso agua [gr]		
5. Peso del fresco + peso agua, [gr/c]		
6. Gs = 3 / (3+5) · (1, [gr/c])		

PERFORACION: CIELO ABIERTO

N° CALICATA : 1

PESO VOLUMETRICO ASTM D 2937					
MATERIAL CALICATA	: CAPA N°03 UTM: 230866 E -9280105.592 N : N° 01	IDENTIFICACION			
		1	2	3	Promedio
PESO MOLDE	(g)	1277.0	1285.0	1298.0	
PESO DEL SUELO + MOLDE	(g)	7688	7690	7689	
PESO DE SUELO SECO	(g)	6411	6405	6391	
VOLUMEN DEL MOLDE	(cm ³)	0.0034	0.0034	0.0034	
PESO UNITARIO	(g/cm ³)	1.890	1.880	1.880	1.883

6.2 METODOS Y DISEÑO DE SOSTIMIENTO DE TUNEL

En las condiciones para plantear el diseño para y mejorar la construcción de los túneles hidráulicos se realiza mediante perforación y voladura. El sostenimiento inicial se diseña mediante el método noruego de tunelado, basado en la clasificación de Barton y Grimstad. El revestimiento se asume como el brindado por este método.

$$Q = \frac{RQD}{J_n} \frac{J_r}{J_a} \frac{J_w}{SRF}$$

Donde Q es el índice de clasificación del macizo, RQD es el índice de fracturación, J_n es el índice de diaclasado, J_r es el índice de rugosidad, J_a es el índice de alteración, J_w es el coeficiente reductor por la presencia de agua y SRF el factor de reducción por esfuerzos, por lo tanto se tiene lo siguiente:

Sostenimiento: Concreto lanzado o proyectado Shotcrete e=30 mm, con pernos Helicoidales de 3 m cada 1.5m. x 1.5 m. (clasificación de Barton y Grimstad)

6.3 METODOS Y DISEÑO Y TIPO DE PERFORACIÓN DE TUNEL

Sin embargo, la tecnología de excavación a utilizar (perforación y voladura o máquinas tuneladoras) ejerce una notable influencia en el tipo de

sostenimiento que se puede emplear, debido a las irregularidades y sobre excavaciones producidas por las voladuras, frente a las máquinas integrales, las cuales proporcionan generalmente una superficie más regular y lisa; aunque en estos últimos casos no se descarta la aparición de sobre excavaciones, si existen muchas familias de grietas con una baja resistencia.

Por lo que, para determinar el tipo de excavación a realizar, se procederá a calcular el índice de calidad de la Roca (RQD) según la siguiente formula:

$$RQD = \frac{\text{Sumatoria de longitudes de piezas mayores de } 100\text{ mm}}{1\text{ metro lineal}} \triangleright 81$$

Donde: RQD = Porcentaje de piezas de roca intacta mayores que 100mm

RQD	CALIDAD DE ROCA
25%	Muy mala
25-50%	Mala
50-75%	Regular
75-90%	Buena
90-100%	Muy Buena

Para ello se hizo el levantamiento de información en campo, midiendo la separación entre fracturas de la roca, continuidad, resistencia a la compresión, abertura, etc



Fuente: fotografías propias

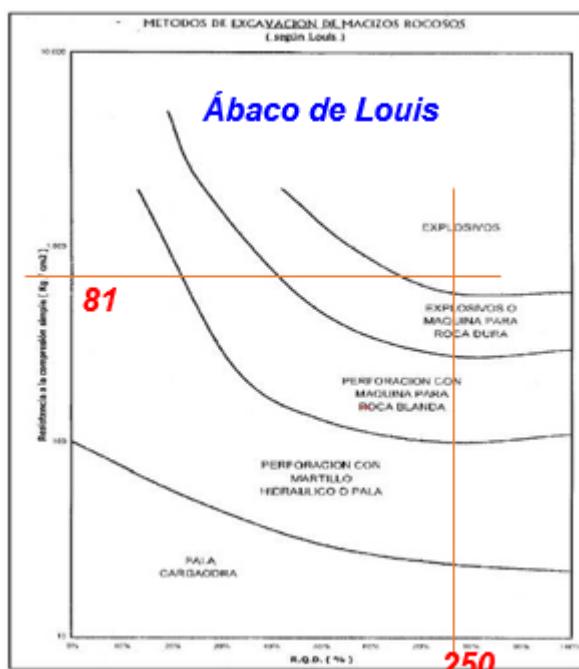
En el cual se obtiene los siguientes datos de campo establecidos en la siguiente tabla:

PROMEDIO VARIABLES GEOMECÁNICAS

VARIABLES GEOMECÁNICAS	PROMEDIO / RANGO DE MEDIDA	
Resistencia a la compresión (Mpa)	250	
RQD (%)	81	
Separación entre fracturas	0.14	≤0.2 m
Persistencia discontinuidad	2.64	1 a 3 m
Abertura	6.64	≥5 mm
Rugosidad	R	Rugoso
Relleno	SR	Sin relleno
Alteración	La	Levemente alterada
Agua freática	S	Seco

Fuente: elaboración propia

Según datos de campo de la tabla se tiene un índice de calidad de la roca RQD= 81, y Mpa = 250, para ello se puede emplear el ábaco de Louis para determinar el tipo de excavación.



Tal como se aprecia en la tabla el tipo de excavación sería por perforación y voladura (Explosivos).

Este método es general para todo tipo de túneles, aunque su mejor efectividad es en macizos de rocas buenas y muy buenas, donde las rigideces del macizo y la estructura soterrada son similares.

Generalmente para el caso de túneles de traspaso no se analizan las cargas producidas por el agua, según el tipo de conducción, libre o a presión; no se consideran las cargas o efectos del sismo y no se tienen en cuenta factores de seguridad que contemplen la vida útil y la calidad de la ejecución.

La estructura del túnel se modela según su forma geométrica, teniendo en cuenta las disposiciones constructivas y el método de ejecución del túnel. Para el diseño se debe comprobar, además de la resistencia a los esfuerzos, las deformaciones y la fisuración.

6.4 ESTUDIO HIDRAULICO DE LA ZONA

El presente estudio tiene como objetivo determinar las máximas avenidas que se generan en la cuenca del proyecto, Cuenca aportante río Shocol, a nivel de toda la cuenca. También se calcularán los niveles máximos de dichas avenidas y las recomendaciones sobre la construcción muy probable de una obra de evacuación de dichos gastos hacia fuera de la cuenca en mención.

Mediante la ejecución del siguiente proyecto se pretende beneficiar a aproximadamente 3000 hectáreas de cultivos y pasturas, entre los cuales se encuentran las jurisdicciones de los distritos de Milpuc, Totora, Limabamba y Chirimoto.

La cuenca aportante del río Shocol, debido a su gran extensión presenta climas y microclimas diversos. Para determinar los parámetros hidrometeorológicos se tienen que hacer uso de las Estaciones climáticas del SENAMHI, las cuales serán regionalizadas al centroide de la cuenca.

El caudal mínimo de operación es el que aún garantiza un completo arrastre del material sólido que ingresa desde el río Shocol. Las obras de regulación en el ingreso al Túnel proyectado deben considerar a este valor como el mínimo umbral de derivación.

Una tensión tractiva media del flujo mayor de 1.00 Pa, garantiza el arrastre del sedimento.

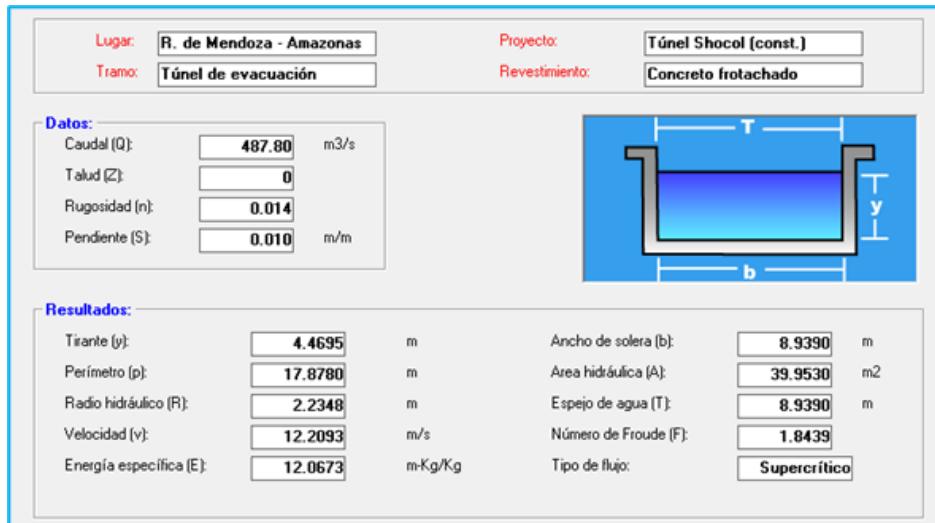
La velocidad máxima tolerable para el caso y el tipo de revestimiento adoptado será de 4.50 m/s. Velocidades mayores ocasionarán desgaste progresivo en su revestimiento.

El predimensionamiento se realizará mediante el criterio de la sección hidráulica de máxima eficiencia.

6.5 PARÁMETROS DE DISEÑO

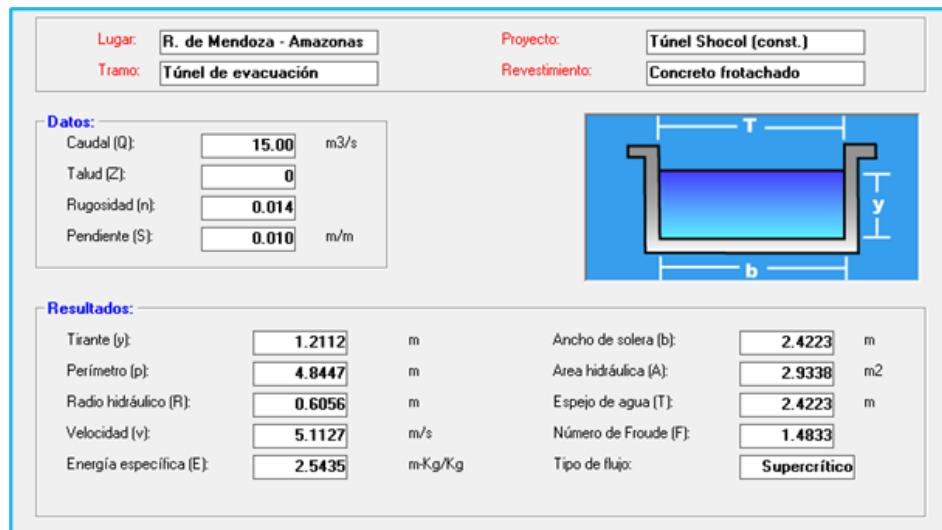
- Caudal de Máxima Avenida (Qma): 517.80 m³/s, TR105.
- Capacidad de evacuación de los Sumideros (Qes): 30.00 m³/s.
- Caudal de Diseño del túnel proyectado (Qma – Qes): 487.80 m³/s.
- Caudal de Operación del túnel proyectado (Qo): 135.00 m³/s.
- Caudal de Operación del túnel proyectado (Qmo): 15.00 m³/s.

Ilustración 23: Sección Hidráulica de diseño



Fuente: Elaboración Propia

Ilustración 24: Caudal mínimo de operación



Fuente: Elaboración Propia

6.6 DISEÑO HIDRAULICO

Se plantea un diseño el túnel tipo baúl, o también conocido como bóveda, Según USBR y Krochin, para caudales variables, la máxima velocidad en túneles a presión es hasta 5 m/s, rugosidad de $n=0.013 - 0.015$. Con pendientes, (1 a 5 o/oo).

Se realizó el diseño para los siguientes datos: $Q= 135 \text{ m}^3/\text{s}$, velocidad: 4.5 m/s.

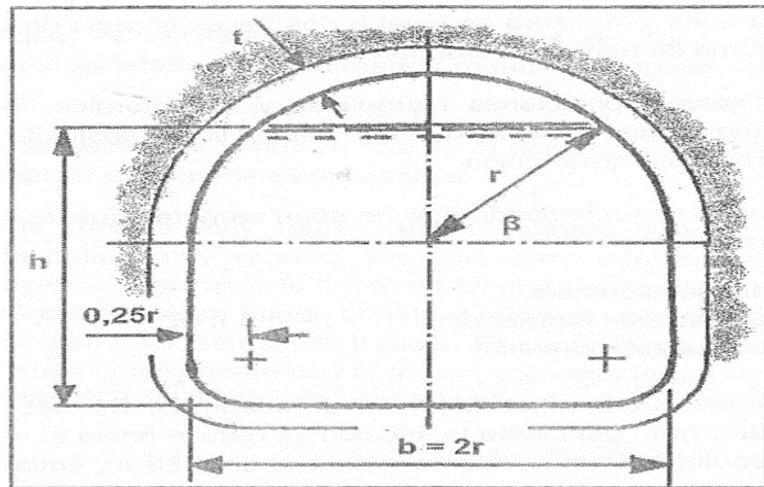
Para el cálculo se tomará como máxima velocidad: 4.5 m/s; aplicando la ecuación de continuidad se tiene:

$$A = Q/V = 135 \text{ m}^3/\text{s} / 4.5 \text{ m/s} = 30 \text{ m}^2$$

Con esta área, diseñamos la sección del Túnel tipo Baúl, o Bóveda.

Se está considerando un borde libre de 0.40, (según recomienda Krochin), sin embargo, se podría aumentar este valor hasta $0.18 \times r$, esto queda a criterio del proyectista.

Teniendo como base 5.90 m y una altura de 5.50 m, se tendría una sección húmeda de 30 m².



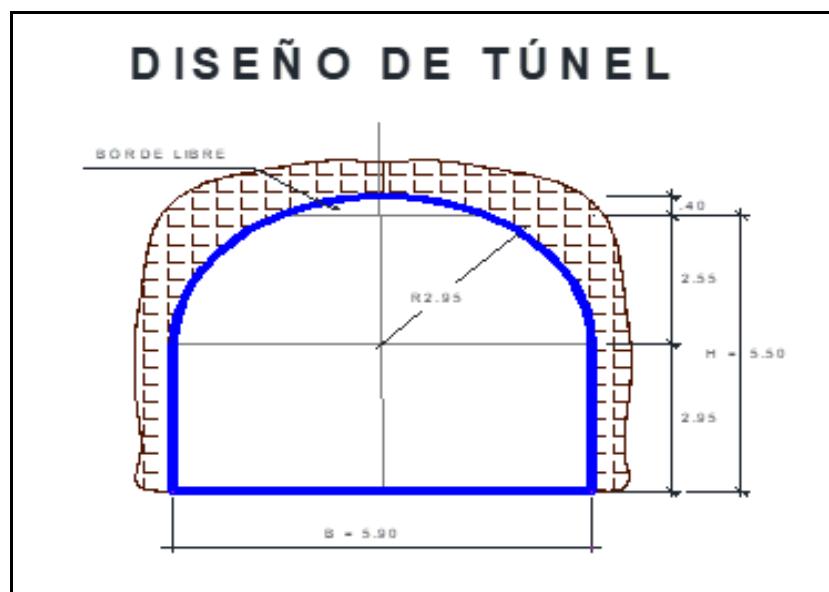
Evaluando la estabilidad del flujo, para ello se calcula el número de Froude:

$$F = \frac{v}{\sqrt{gh}}$$

Para, $v = 4.5 \text{ m/s}$, $h = 5.5 \text{ m}$, $g = 9.81 \text{ m/s}^2$

$F = 0.61$ es correcta, porque debe menor a 0.7, para que se mantenga la estabilidad del flujo.

Por lo tanto, de acuerdo al estudio hidráulico se tiene que trabajando a su capacidad de conducción: $135 \text{ m}^3/\text{s}$, genera una velocidad del flujo de 4.5 m/s , para una pendiente de 5. o/oo; por lo tanto se tiene la sección hidráulica del túnel el siguiente: $B \times H: 5.90 \times 5.50 \text{ m}$.



Por lo que, además, de acuerdo con el modelamiento hidráulico, es necesario también el planteamiento de obras de encauzamiento y protección contra inundaciones hacia aguas arriba de las obras de derivación, debido que la sección hidráulica del río es casi invariable e insuficiente para evitar los desbordes ante caudales de avenida. Se deduce entonces que a partir de la localidad desde donde se pretende evitar las inundaciones (Limabamba, Caserío Shocol) se deba necesariamente plantear obras de protección contra estas. Entre dichas posibilidades tenemos: realizar el encauzamiento del río Shocol, Construcción de diques longitudinales estabilizadores, una combinación de estas dos, Construcción de un embalse de regulación aguas arriba de la cuenca como parte del afianzamiento hídrico de la cuenca, la cual también tendría el propósito de abastecer del recurso hídrico a todo el valle de la cuenca baja (aproximadamente 1,000 Has de terrenos aptos para agricultura), entre otras.

Finalmente se recomienda que, para la siguiente etapa del proyecto, se lleve a cabo un estudio topográfico a detalle (curvas de nivel cada 1.00 m para la zona del río y terrenos adyacentes en general, y 0.50 m para la zona de emplazamiento de las obras del proyecto), que involucre asimismo la batimetría del río. Esta debe hacerse desde 3.50 Km aguas arriba a partir del Caserío Shocol hasta el último sumidero natural de la cuenca, lo que significa un área de 1950 Has.

CAPÍTULO VII: DISCUSIÓN DE RESULTADOS

En esta etapa se plantea y especifica adecuadamente todas las condiciones, procedimientos y diseños necesarios para implementar cada una de las discusiones. No debe entenderse solamente como la descripción de las características técnicas sino para propuesta de mejora, requiriendo analizar los siguientes aspectos:

a. Aspectos Técnicos

La propuesta plateada, es la instalación de un servicio de protección; y evacuación de caudales de manera que se ha tomado la ubicación idónea de la infraestructura; la cual, permitirá minimizar los riesgos de inundación de viviendas, asentadas en el sector de todo el Valle del Rio Shocol.

b. Delimitación de Zonas de Inundación

La cuenca del rio Shocol es una cuenca muy particular, en vista de que el agua colectada por este rio llega a “perderse” en grandes sumideros, sumideros que están compuestos por el fracturamiento y erosión de la roca caliza.

Su origen está ligado a un gran deslizamiento que ha ocasionado el estrangulamiento del valle y por ende la generación de esta cuenca con características de una cuenca endorreica; pero con la diferencia de que el agua no queda almacenada en el vaso de la cuenca si no que ésta se pierde o infiltra a través de estos sumideros naturales o erosiones kársticas, para luego aflorar nuevamente en el rio.

c. Tamaño

Teniendo en cuenta que nuestra demanda es: 517.80 m/seg. De caudal que trae el Rio Shocol, podemos manifestar que la alternativa planteada nos permitirá cubrir con dicha demanda, en donde la población se sienta protegida y pueda desarrollar sus actividades con normalidad, sin que se vea afectada durante los periodos lluviosos que se registran en nuestra zona.

d. Tecnología

La ejecución de la propuesta se regirá en base a los parámetros y especificaciones técnicas que se detallarán cuando se elabore el proyecto, las cuales contendrán las condiciones generales de construcción a ser aplicadas para la protección en el Valle del Río Shocol.

e. Estudio Geológico y Diseño del Túnel

El diseño del túnel depende del tipo de terreno a atravesar. De esta manera de acuerdo con el cartografiado en la zona de estudio podemos definir que se encontró una roca caliza de origen kárstico estratificada de manera sub horizontal con fracturamiento moderado.

Fácil de excavar; consumo reducido de explosivos y barrenos. Pueden encontrarse cavernas, a veces de grandes dimensiones, y manantiales de agua importantes. No suelen hallarse gases peligrosos. Es importante tener en consideración estos aspectos para no caer en fallas durante la ejecución.

Las dolinas son depresiones de origen kárstico, estas rocas están presentes en ambientes calcáreos, en este caso relacionado a la formación Chonta conformada por calizas y limolitas en proporciones variadas.

De acuerdo a lo mencionado, definimos que el área donde se proyectara el túnel está conformada principalmente por sistemas kársticos, para obtener información sobre la naturaleza y las propiedades geotécnicas del terreno se realizará por medio de perforaciones, ello nos servirá para poder hacer un reconocimiento de las cavidades internas, si hay dolinas colmatadas o algunas geoformas kársticas mencionadas, en algunos casos las cavidades de grandes o pequeñas dimensiones, pueden pasar fácilmente desapercibidas, siempre en cuando no se efectúe la localización más apta en la proyección de los taladros.

CAPÍTULO VIII: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

8.1 Conclusiones

- Con una demanda es: 517.80 m³/s de caudal que trae el Rio Shocol, podemos manifestar, que la alternativa planteada nos permitirá cubrir con dicha demanda, en donde la población se sienta protegida y pueda desarrollar sus actividades con normalidad, sin que se vea afectada durante los periodos lluviosos que se registran en nuestra zona
- El túnel proyectado es de baja presión, no revestido, sección de excavación del túnel tipo bóveda es de 5.9 m de alto por 5.9 m de ancho y con sección final (INTERIOR) de 5.5m de alto por 5.5m de ancho, con 0.4 m de borde libre, y con solera de concreto de 0.25 m de espesor.
- El sostenimiento proyectado para la excavación de la roca se considerará la colocación sistemática de Pernos Helicoidales de 3 m cada 1.5m. x 1.5 m y lechada de concreto, concreto lanzado con fibra (Shotcrete) con espesor de 3pulg. en hastiales y bóveda y colocación de malla electrosoldada en bóveda.
- La cuenca del rio Shocol es una cuenca similar a una cuenca endorreica con la diferencia de que en esta cuenca no se deposita el agua de escorrentía superficial, sino que esta es infiltrada a través de sumideros o tragaderos.
- Se deben tener en cuenta todas las combinaciones posibles debido a que todos los túneles son diferentes en cuanto a su ubicación, tipo de geología y condiciones de trabajo.
- Para el presente estudio, se debe incluir el estudio de los fenómenos anómalos, que se presentan como parte de los cambios climáticos, como es el fenómeno del niño.
- En base a la estabilidad efectuados de la presa de embalse y regulación para el ingreso al túnel, pueden concluirse que los taludes y hasta la

misma área de influencia de la propuesta tienen las condiciones estructurales al igual el factor de seguridad las cuales se encuentran estables para dichas condiciones.

- La excavación se realizará empleando técnicas de excavación mecanizada (Perforación y voladura), utilizando para el efecto del correspondiente equipo. Donde sea necesario, el perfil excavado deberá ser estabilizado por un sostenimiento inicial según previsto en el diseño, el que se aplicará inmediatamente atrás del cabezal del TBM o durante la progresión de la excavación.
- La principal actividad es la agricultura concentrando el 57.4% del territorio, donde el 84% del área agrícola es afectado durante las inundaciones.
- Además, el 78.84% de la población viven en áreas rurales vulnerables a las inundaciones, donde el 34.9 % tiene casas de adobe que son afectados cada que hay inundaciones, y el 57.21% tiene casas rústicas de madera que han construido para no ser afectados en la inundación.
- Se concluye, que la propuesta de diseño e implementación de un túnel de derivación de río Shocol cuando hay máximas avenidas, tienen una relación muy importante frente al control de inundaciones, ya mejorará la condición socio económico de la población como beneficiarios directos.

8.2 Recomendaciones

- En vista de las constantes inundaciones que sufre el sector de Milpuc y zonas aledañas, se cuenta con la necesidad de plantear una solución a este problema, para lo cual se está recomendando la propuesta de diseño de túnel de traspaso, el mismo que se encargara de transportar el agua excedente, principalmente en las temporadas de máximas avenidas.
- De acuerdo con el modelamiento hidráulico, es necesario asimismo el planteamiento de obras de encauzamiento y protección contra inundaciones hacia aguas arriba de las obras de derivación.
- Se recomienda realizar el encauzamiento del río, Construcción de diques longitudinales estabilizadores, Construcción de un embalse de regulación aguas arriba de la cuenca como parte del afianzamiento hídrico de la cuenca, y abastecer a aproximadamente 1,000 Has de terrenos aptos para agricultura.
- Se recomienda el diseño y ejecución del túnel de derivación, ya que mejorará la seguridad de la población, y por ende mejorará su condición económica, social y productiva de todo el valle Shocol.

CAPÍTULO IX: REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- APARICIO MIJARES, Francisco Javier, Fundamentos de Hidrología, México D.F., 1992.
- Bobet, A. (2012). Comportamiento sísmico de túneles, Rev. Int. de Desastres Naturales, Accidentes e Infraestructura Civil, 12(1), 69-75.
- Castrillón, Y. (2014). Estrategias Para El Control De Inundaciones En La Zona Urbana De La Cuenca Del Río Meléndez. Universidad del Valle – Cali.
- CENEPRED. (2012). Lineamientos Técnicos del Proceso de Estimación del Riesgo de Desastres. Lima. Recuperado el 5 de diciembre de 2018.
- Dolz, J., Gómez, M. (1994). Problemática del drenaje de aguas pluviales en zonas urbanas y del estudio hidráulico de las redes de colectores.
- Giuseppe, L. (2018). Análisis Del Riesgo Por Inundación En La Localidad De Roblecito, Cantón Urdaneta: Propuesta De Medidas De Mitigación". Universidad de Guayaquil – Ecuador.
- Jordán G., M. (2016). “Vulnerabilidad ante inundaciones en el municipio de Tenancingo, Estado de México”. Tesis de Maestría en Estudios de la Ciudad. Toluca, México: Universidad Autónoma del Estado de México.
- Meza, M.J. (1989): Sistemas de sostenimiento en excavaciones de túneles.
- PALACIOS GALINDO Eugenio Sebastián, Modelo para manejo de la incertidumbre hidrológica en la planificación de la operación del SIC, UNIVERSIDAD DE CHILE.
- Tamez, E. (2000): Diseño Geotécnico de Túneles.