

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de **Ingeniería Civil**

“ELABORACIÓN DE UN ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA
RESGUARDAR LA ESTABILIDAD Y PERMANENCIA DE
CIMENTACIÓN PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA PRESA
CITAN EN EL DISTRITO DE CHULUCANAS-MORROPÓN-
PIURA 2021”

Trabajo de suficiencia profesional para optar el título
profesional de:

Ingeniera Civil

Autor:

Bella Susy Sanchez Espinoza

Asesor:

Mg. Gerson Elías Vega Rivera
<https://orcid.org/0000-0002-8672-3239>

Lima - Perú

2023

INFORME DE SIMILITUD

3ra entrega

INFORME DE ORIGINALIDAD



FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	8%
2	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	1%
3	repositorio.uandina.edu.pe Fuente de Internet	1%
4	edisciplinas.usp.br Fuente de Internet	1%
5	peihap.gob.pe Fuente de Internet	1%
6	Submitted to Universidad Andina del Cusco Trabajo del estudiante	<1%
7	Submitted to Universidad Privada del Norte Trabajo del estudiante	<1%
8	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	<1%
9	repositorio.uss.edu.pe Fuente de Internet	<1%

DEDICATORIA

A Dios

Por todo lo obtenido y sigo logrando, por concederme a alcanzar esta meta y las que están por venir, por brindarme salud, trabajo y amor, y por encima de todo dar gracias por seguir logrando mis objetivos y aún contar con los seres más queridos que tengo en la vida que son mis padres.

A Mis padres: Virgilio Sánchez Dimas y Noemí Espinoza Murga por brindarme la vida y por sus apoyos incondicionales brindados, de la misma manera por mostrarme con el gran esfuerzo, perseverancia y dedicación su amor y comprensión.

AGRADECIMIENTO

A Dios

Por mantenerme con buena salud, trabajo y concederme la oportunidad de poder seguir escalando a lograr alcanzar mis objetivos, metas trazadas y siempre encaminándome por el sendero del bien, para así seguir prosiguiendo a alcanzar la meta trazada

A mi Asesor, director de Carrera y Docentes:

Un reconocimiento y gratitud enorme a mi casa de estudios donde me forme como profesional a la Universidad Privada del Norte, facultad de ingeniería civil y a toda la plana docente que conforma dicha facultad, por haberme brindado y compartido todo el conocimiento durante todo el tiempo permanecido en la casa de estudios.

Al Ing. Gerson Elías Vega Rivera, mi asesor, quien me ayudó mucho en este gran proceso de mi camino a dar claridad mis ideas y proseguir adelante con el presente proyecto, a él le debo un enorme agradecimiento por todo lo brindado

También se agradece al Coordinador de Carrera, Ing. Julio Christian Quesada Llanto y al Ing. Juan Demetrio Espiritu Gálvez quien nos ayudó para llevar a cabo la investigación en total conformidad.

Tabla de contenidos

INFORME DE SIMILITUD	2
DEDICATORIA	3
AGRADECIMIENTO.....	4
ÍNDICE DE TABLAS	9
ÍNDICE DE FIGURAS	11
ÍNDICE DE ECUACIONES	16
RESUMEN EJECUTIVO.....	17
CAPITULO I. INTRODUCCIÓN	19
1.1. Contextualización de la experiencia profesional	19
1.2. Antecedentes de la empresa	20
1.2.1. Creación	20
1.2.2. Valores de la empresa	20
1.2.3. Organización	21
1.2.4. Rubro	22
1.2.5. Administración.....	23
1.2.6. Reseña histórica.....	23
1.2.7. Descripción de la empresa	24
1.2.8. Visión y Misión	24

1.2.9.	<i>Organigrama</i>	25
CAPITULO II. MARCO TEÓRICO		27
2.1.	Descripción del Proyecto	27
2.1.1.	<i>Lugar en estudio</i>	27
2.1.2.	<i>Ubicación geográfica</i>	27
2.1.3.	<i>Accesibilidad</i>	29
2.1.4.	<i>Medio físico</i>	30
2.2.	Bases Teóricas	33
2.2.1.	<i>Presas</i>	33
2.2.2.	<i>Estabilidad</i>	33
2.2.3.	<i>Geotecnia</i>	34
2.2.4.	<i>Mecánica de Suelos</i>	35
2.2.5.	<i>Propiedades Geotécnicas</i>	37
2.2.6.	<i>Resistencia al corte del material</i>	45
2.2.7.	<i>Cimentaciones</i>	52
2.2.8.	<i>Criterios para el diseño de cimentación</i>	54
2.3.	Limitaciones.....	54
CAPITULO III. DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA		55
3.1.	Experiencia laboral	55
3.2.	Proceso de ingreso a la empresa	61
3.3.	Equipo técnico del proyecto.....	63

3.4.	Explica las funciones que desempeño.....	65
3.5.	Etapas de la Experiencia	65
3.5.1.	<i>Identificación del problema</i>	65
3.5.2.	<i>Planteamiento del Objetivo</i>	66
3.5.3.	<i>Planificación e Implementación de los objetivos</i>	67
CAPITULO IV. RESULTADOS		109
4.1.	Resultados del objetivo específico 01	109
4.2.	Resultados del objetivo específico 02.....	115
4.3.	Resultados del objetivo específico 03.....	126
CAPITULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		137
5.1.	Conclusiones	137
5.1.1.	<i>Conclusiones del objetivo específico 01</i>	137
5.1.2.	<i>Conclusiones del objetivo específico 02</i>	137
5.1.3.	<i>Conclusiones del objetivo específico 03</i>	138
5.2.	Lecciones Aprendidas	139
5.2.1.	<i>Lecciones del objetivo específico 01</i>	139
5.2.2.	<i>Lecciones del objetivo específico 02</i>	139
5.2.3.	<i>Lecciones del objetivo específico 03</i>	139
5.3.	Recomendaciones	140
5.3.1.	<i>Recomendaciones del objetivo específico 01</i>	140
5.3.2.	<i>Recomendaciones del objetivo específico 02</i>	140

5.3.3. <i>Recomendaciones del objetivo específico 03</i>	141
CAPITULO VI. REFERENCIAS	142
CAPITULO VII. ANEXOS	143

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: <i>Coordenadas del sistema de Riego.</i>	27
Tabla 2: <i>Camino de acceso</i>	30
Tabla 3: <i>Clasificación de suelo, según sus tamaños.</i>	38
Tabla 4: <i>Equipo técnico en el proyecto</i>	64
Tabla 5 <i>Unidades Geomorfológicas local.</i>	77
Tabla 6: <i>Valores para los distintos tipos de perfiles de suelo</i>	82
Tabla 7: <i>Factor de suelo “S”</i>	82
Tabla 8: <i>Parámetros del sitio de proyecto</i>	83
Tabla 9: <i>Ubicación de calicatas en presa citán</i>	85
Tabla 10: <i>Resultado de los ensayos en calicatas de represa.</i>	94
Tabla 11: <i>Resultado de corte directo calicatas represa.</i>	96
Tabla 12: <i>Resultados de ensayos Químicos</i>	97
Tabla 13: <i>Resultados de capacidad admisible CPC – 2 Citán</i>	103
Tabla 14: <i>Resultado de capacidad admisible CPC – 4 citán.</i>	104
Tabla 15: <i>Resultados de asentamiento CPC-2 Presa Citán</i>	105
Tabla 16: <i>Resultados de asentamiento CPC-4 Presa Citán</i>	105
Tabla 17: <i>Resultados de agresividad Química.</i>	106
Tabla 18: <i>Contenido del objetivo 1</i>	110
Tabla 19: <i>Resultados del objetivo 2</i>	116
Tabla 20: <i>Análisis granulométrico - tamizado</i>	118
Tabla 21: <i>Limite liqui</i>	122
Tabla 22: <i>Limite plástico</i>	123
Tabla 23: <i>Contenido de humedad</i>	124

Tabla 24: <i>Resultado objetivo 3</i>	130
Tabla 25: <i>Resultado de corte directo en calicatas – presa citan</i>	132
Tabla 26: <i>Factores de seguridad mínimos para el análisis de estabilidad</i>	133
Tabla 27: <i>Resultados obtenidos del modelamiento con Slide</i>	135

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 <i>Organigrama de la empresa</i> Organigrama de la empresa.....	26
Figura 2 <i>Macro localización</i>	28
Figura 3 <i>Ubicación política del proyecto</i>	29
Figura 4 <i>Eje de la presa Citan</i>	31
Figura 5 <i>Lugar de embalse</i>	32
Figura 6 <i>Curva granulométrica</i>	38
Figura 7 <i>Relación volumetrico</i>	42
Figura 8 <i>Formas de relaciones para γ, γ_d y γ_{sat}</i>	44
Figura 9 <i>Línea de resistencia intrínseca o envolvente de rotura del suelo</i>	45
Figura 10 <i>La envolvente de rotura y el círculo de Mohr-estados posibles (ayb) imposibles(c)</i>	46
Figura 11 <i>Representación esquemática del aparato de ensayo de corte directo</i>	47
Figura 12 <i>Envolvente de rotura y los parámetros de resistencia al corte</i>	48
Figura 13 <i>Ensayo de corte directo en el laboratorio</i>	48
Figura 14 <i>Curva de ensayo de corte drenado</i>	49
Figura 15 <i>Curva de ensayo de corte drenado en muestra arcillosa</i>	51
Figura 16 <i>Tipos de cimentaciones</i>	53
Figura 17 <i>Proyecto parque Dammert – Miraflores</i>	56
Figura 18 <i>Vista panorámica de los sótanos (2 y 3) del edificio</i>	56
Figura 19 <i>Ensayo de densidad del suelo</i>	57
Figura 20 <i>Ensayo de densidad de suelo y vaciado de concreto simple</i>	57
Figura 21 <i>Ensayo in situ de Sev</i>	58
Figura 22 <i>Permeabilidad del suelo</i>	58

Figura 23 <i>Inspecciones del canal de derivación en el área de proyecto</i>	59
Figura 24 <i>Revisiones previas a dar inicio los trabajos en el área del proyecto</i>	59
Figura 25 <i>Ejecución de las demarcaciones y las perforaciones a cielo abierto In Situ</i>	60
Figura 26 <i>Perforaciones a cielo abierto In Situ(calicatas)</i>	61
Figura 27 <i>Calicatas en lugar del proyecto</i>	61
Figura 28 <i>Planificación del objetivo N°1</i>	67
Figura 29 <i>Proceso de documentación al SEACE.</i>	68
Figura 30 <i>Documento de requerimiento de servicio</i>	69
Figura 31 <i>Otorgamiento de buena pro</i>	70
Figura 32 <i>Lugar donde se va a ubicar la estructura.</i>	71
Figura 33 <i>Levantamiento topográfico</i>	72
Figura 34 <i>Vista panorámica del área de estudio.</i>	74
Figura 35 <i>Eje Presa Citan</i>	75
Figura 36 <i>Mapa Geológico local presa citan.</i>	76
Figura 37 <i>Mapa de sección presa citan.</i>	76
Figura 38 <i>Geomorfología del área en estudio.</i>	78
Figura 39 <i>Zona de embalse – presa citan</i>	78
Figura 40 <i>Zona de embalse – citan.</i>	79
Figura 41 <i>Eje de presa citan – Zona de cierre</i>	79
Figura 42 <i>Geodinámica de la presa citan</i>	81
Figura 43 <i>Geodinámica en el vaso de la presa citan – cubierto por cobertura vegetal.</i> <i>Geodinámica en el vaso de la presa citan – cubierto por cobertura vegetal.</i>	81
Figura 44 <i>Distribución de los trabajos a realizar</i>	83

Figura 45 <i>Exploración a cielo abierto In Situ</i>	85
Figura 46 <i>Calicata presa citán(CPC -1)</i>	86
Figura 47 <i>Calicata presa citán (CPC-2)</i>	87
Figura 48 <i>calicata presa citan(CPC – 4)</i>	87
Figura 49 <i>Mapa de ubicación de las calicatas</i>	89
Figura 50 <i>Perfil estratigráfico</i>	90
Figura 51 <i>Ensayo por tamizado en laboratorio</i>	91
Figura 52 <i>Resultado del ensayo análisis granulométrico</i>	92
Figura 53 <i>Ensayo limite liquido – plástico</i>	93
Figura 54 <i>Resultado del ensayo límite de atterberg</i>	93
Figura 55 <i>Resultado del ensayo contenido de humedad</i>	95
Figura 56 <i>Resultado del ensayo de análisis químico del suelo</i>	97
Figura 57 <i>Grafico de que es a presentar</i>	98
Figura 58 <i>Perfil estratigráfico en el eje de la presa citán</i>	99
Figura 59 <i>Modelamiento en el software slide</i>	101
Figura 60 <i>Formula para determinar la estabilidad del talud</i>	101
Figura 61 <i>Carta de levantamiento de observaciones del primer entregable</i>	112
Figura 62 <i>granulométrica</i>	120
Figura 63 <i>Grafica de limite liquido – plástico</i>	122
Figura 64 <i>Gráfica limite plástico</i>	123
Figura 65 <i>Húmedad natural</i>	124
Figura 66 <i>Caratula del estudio geotécnico</i>	126
Figura 67 <i>Índice de contenido del estudio geotécnico</i>	128
Figura 68 <i>Índice de contenido del estudio geotécnico</i>	129

Figura 69 <i>Análisis de estabilidad condición estática presa citán</i>	134
Figura 70 <i>Análisis de estabilidad condición Pseudo estático presa citan</i>	135
Figura 71 <i>Análisis químico del suelo resultado laboratorio</i>	143
Figura 72 <i>Análisis granulométrico resultado laboratorio</i>	144
Figura 73 <i>Limite liquido – plástico resultado ensayo</i>	145
Figura 74 <i>Análisis granulométrico – tamizado</i>	146
Figura 75 <i>Limite de atterberg</i>	147
Figura 76 <i>Análisis por tamizado</i>	148
Figura 77 <i>Humedad natural – resultado ensayo</i>	149
Figura 78 <i>Mapa geológico localización presa citan</i>	150
Figura 79 <i>Mapa geológico – limite presa citan – canal derivación</i>	151
Figura 80 <i>Mapa geomorfológico – presa citan</i>	152
Figura 81 <i>Mapa geomorfológico regional – presa citan</i>	153
Figura 82 <i>Mapa geomorfológico regional</i>	154
Figura 83 <i>Mapa de pendientes regional</i>	155
Figura 84 <i>Perfil estratigráfico – presa citan</i>	156
Figura 85 <i>Perfil estratigráfico – M-2 presa citan</i>	157
Figura 86 <i>Perfil estratigráfico – M-3 presa citan</i>	158
Figura 87 <i>Perfil estratigráfico – M-4 presa citan</i>	159
Figura 88 <i>Perfil estratigráfico – M-5 presa citan</i>	160
Figura 89 <i>calicata en el lugar de emplazamiento de la presa citan</i>	161
Figura 90 <i>calicata en el eje de la presa citan</i>	161
Figura 91 <i>Cálculo de limites liquidos - plásticos</i>	162
Figura 92 <i>Determinación de limite liquido - plástico</i>	163

Figura 93 <i>Ejecución de corte directo</i>	163
Figura 94 <i>Proceso de secado de material en horno</i>	164

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1: <i>coeficiente</i>	39
Ecuación 2: <i>Velocidad de sedimentación</i>	39
Ecuación 3: <i>Índice plástico</i>	41
Ecuación 4: <i>Índice líquido</i>	41
Ecuación 5: <i>Suelo en actividad</i>	41
Ecuación 6: <i>Formula de vacíos</i>	43
Ecuación 7: <i>Formula para porosidad</i>	43
Ecuación 8: <i>Porosidad en función de vacíos</i>	43
Ecuación 9: <i>Contenido de humedad</i>	43
Ecuación 10: <i>Peso específico húmedo</i>	44
Ecuación 11: <i>Resistencia al corte de terreno</i>	45
Ecuación 12: <i>Esfuerzo Normal</i>	49
Ecuación 13: <i>Índice de poros</i>	50

RESUMEN EJECUTIVO

El informe corresponde a una investigación de suficiencia profesional, que tiene un fin académico, profesional y laboral de brindar información que contiene todo el proceso realizado a lo largo de la experiencia profesional correspondiente al ámbito de las investigaciones geotécnicas para resguardar la estabilidad y permanencia de cimentación en la construcción de la presa Citan en el Distrito de Chulucanas – Morropón – Piura, que comprende desde el proceso de adjudicación del servicio en el sistema SEACE hasta el entregable final del estudio.

El proceso del estudio se realizó de la siguiente manera, se dio inicio con la postulación al sistema de SEACE para la obtención de las bases para el concurso del proyecto, siendo ganador el Consorcio Yapatera conformado por los representantes (Juan Demetrio y Luis Miguel Mayurí Rivera), siendo el representante legal el Ing. Juan Espiritu Gálvez, ya obtenido los documentos de buena pro y la firma de contrato se dio inicio con la obtención de la información en campo, datos del terreno a explorar, de la estructura proyectada en construcción y todas la investigaciones involucradas del lugar del proyecto (geología, geomorfología, sismicidad, topografía etc), con estos datos de campo, se procedió con los labores en gabinete y laboratorio encaminado por las sugerencias y exigencias normativas (Sencico & Norma E.050 Suelos y Cimentaciones, 2020), con los cuales se hallaron los parámetros y factores que son determinantes y condicionantes en el diseño, estabilidad y sostenimiento de la estructura, de la misma manera un análisis de las condiciones en las que están expuestas la cimentación.

Los trabajos ejecutados en campo abarco en la perforación de calicatas (04) a profundidades de 1.50 – 2.00m, con referencia a la profundidad a la superficie del terreno, acarreo del material para su respectivo análisis en laboratorio, ejecución del perfil estratigráfico, obtención de parámetros y factores geotécnicos para después ser plasmado en el estudio

geotécnico, donde se efectúa la verificación de estabilidad con los factores de profundidad, el tipo de material, ángulo de fricción, cohesión y peso específico en el software slide.

Palabras claves: estabilidad, cimentación, estudio geotécnico, construcción y presa.

CAPITULO I. INTRODUCCIÓN

Las estructuras involucradas a las obras civiles ya sean construidas o previas a su construcción, se pueden decir que hasta tiempos actuales son cimentadas en la superficie del terreno, que lo cual hace que interactúen en conjunto suelo-estructura, es por ello que es importante poder realizar los estudios geotécnicos – mecánica de suelo – geológico, que así se podrá analizar la estabilidad de la estructura. La única manera de poder garantizar la seguridad, buen funcionamiento y evitar posibles fallas a lo largo de su vida útil, es realizando una buena investigación de la zona del emplazamiento de la obra y con ello tener una idea muy clara y precisa al momento de elegir sobre el tipo de material cementante, altura, estabilidad, identificación de las patologías de acuerdo al tipo de suelo (suelos expansivos, suelos colapsables, agentes químicos, entre otros), así poder prever serios y graves problemas ya sean como las fallas, fisuramiento, agrietamiento, asentamientos, hasta darse el colapso total de la estructura.

1.1. Contextualización de la experiencia profesional

La investigación está enfocada en la realización del análisis y elaboración del estudio geotécnico con fines de resguardar la estabilidad y permanencia de su cimentación de la presa Citan, con coordenadas 601140.8E; 9443641.0N y 268msnm, en la zona sur 17, el estudio engloba a ciertos centros poblados tales como; Chililique, Palo Blanco, Panecillo, Papelillo, Platanal Bajo, Fatima, Chapicas De Campana, Yapatera, Cruz Pampa, Chulucanas, pertenecientes al distrito de Chulucanas, Morropon –Piura, con los resultados obtenidos se efectúan la ejecución de los requerimientos mínimos para dar inicio los estudios de acuerdo al reglamento (Sencico & Norma E.050 Suelos y Cimentaciones, 2020), con el fin objetivo de garantizar la estabilidad y funcionalidad de la estructura proyectada. De acuerdo a ello se da en relevancia todas las etapas y procesos que conlleva el estudio dándose desde; programación,

cronograma, organización, exploración, ensayos in situ, laboratorio, análisis de los resultados y elaboración del mismo informe del estudio.

En la investigación se comparte el proceso efectuado en la experiencia profesional desde sus inicios hasta la actualidad, en donde se pone en evidencia el crecimiento como profesional poniendo a prueba todo lo adquirido en la aula universitaria, ya sean teóricos y prácticos sobre el tema del estudio geotécnico y análisis de estabilidad con fines de cimentación de una estructura(presa Citan), con esto poder obtener las soluciones confiables sobre la interacción suelo-estructura, añadiendo a ello se busca optimizar el buen desempeño profesional para estar apto para tomar decisiones ante la presencia de diferentes problemas en las etapas de su formulación, proyección y construcción de la obra, es por ende que es muy necesario, obligatorio e impredecible la ejecución de un estudio geotécnico, con lo cual se permite conocer las propiedades físicas, mecánicas y químicas del material.

1.2. Antecedentes de la empresa

1.2.1. Creación

Corporación Juan Demetrio Espíritu Gálvez, está enfocada a la realización de labores de consultoría a proyectos de ingeniería, en etapas de formulación, ejecución de obras y todo lo relacionado con proyectos de ingeniería hidráulica- geotécnicas, fue fundada en la fecha 18/04/1997, con el propósito de brindar servicios de consultoría y la ejecución de obras con un nivel alto a empresas ya sean privadas o con el mismo estado.

1.2.2. Valores de la empresa

Corporación fomenta con principios de:

Profesionalidad; le entusiasma el trabajo en equipo y lo refleja en el resultado de los trabajos realizados.

Integridad; Es una empresa transparente y responsable en sus actividades a realizar.

Calidad; Está comprometido en la ejecución de sus labores de calidad que tiene como garantía y base la enorme experiencia y magnitud de sus recursos y conocimientos con las que cuenta.

Fiable; Es veras en todos sus trabajos, buscando la solución sin crear problemas y siempre respetando la opinión de los clientes y de la mano con el compromiso con los mismos.

Respeto; Se fomenta una cultura y ambiente de trabajo donde sus clientes, personal u otra gente externa se tratan con respeto todos por igualdad, con cortesía, empatía e respeto, así tomando en práctica la empatía y igualdad de oportunidades para todos.

Innovación; Es innovada de manera permanente, ideando los nuevos métodos de brindar los servicios, desarrollando las herramientas técnicas y la gestión de la mano con la tecnología.

1.2.3. Organización

El personal de la empresa Juan Demetrio Espiritu Gálvez, está organizada de la siguiente manera.

Gerente: Este encabezado por la gerencia quien ocupa el puesto es el Ing. Juan D. Espiritu Gálvez, entre sus labores y habilidades principales es representar a la empresa ante cualquier evento, liderar, poder de negociación, capacidad de planificación, controlar el buen desempeño de la empresa, y manejo de conflictos.

Subgerencia: Ocupando el puesto por la economista Cecilia tirado salas, quien entre sus labores es hacer cumplir con las políticas, normas, procesos, procedimientos de la institución, implantar una política de calidad en la empresa.

Jefe de proyecto: El puesto ocupado por el Ing. César reyes soto, quien es el jefe de los proyectos elaborados, es quien da en aprobación de los proyectos, estudios y coordina sobre los proyectos.

Gerente técnico: Encabezado a cargo del Ing. Gonzalo Huamán, su función es gerencia la parte técnica en la empresa.

Gerencia comercial: Ocupado el puesto por la socióloga María Laura Gonzales, entre sus funciones es poder organizar las publicidades comerciales y el marketing de la empresa.

Jefe de Área de estudios: Puesto ocupado por la Ing. Andrea Gamarra solis, quien es la encargada de supervisar en el cumplimiento de los entregables de los proyectos estudio por estudio, ya sean de los especialistas, técnicos y cadistas.

Administración: El área de administración está distribuida en logística, recursos humanos y la parte de finanzas. La persona encargada de la administración es la Lc. Lupe Leyva, quien vela por la administración de la empresa en conjunto con los representantes de la parte logística. Recursos humanos y finanzas.

1.2.4. Rubro

Juan Demetrio Espíritu Gálvez, es una empresa que pertenece al rubro de ejecución de las actividades de arquitectura, ingeniería y todo lo relacionado con la consultoría técnica en ingeniería.

1.2.5. Administración

El tipo de administración a la que pertenece la empresa (Juan Demetrio Espíritu Gálvez), es la administración privada, ya que gestiona, distribuye y planifica los diferentes patrimonios que pertenecen a la empresa, debido a que se desempeña en su labor como empresa en el bienestar y estabilidad de sus trabajadores e institución, de diferentes maneras; dirigiendo o motivando al personal, solucionando las inquietudes que se generan entre ellos, optimizando el trabajo en equipo así evitar inconvenientes en la empresa

La empresa lo administra la Lc. Lupe Leyva en conjunto con el gerente de la empresa son los que velan por los derechos, ingresos, egresos y la estabilidad de la misma.

1.2.6. Reseña histórica

La compañía Juan Demetrio Espíritu Gálvez, fue fundada por el Ingeniero Juan Demetrio Espiritu Gálvez, en la fecha 18/04/1997, con el propósito de brindar servicios de consultoría y construcciones especializados en proyectos de mucha envergadura a diversas empresas ya sean privadas o del estado, desde entonces se fue reconociendo a nivel nacional por dar un rango de alto nivel en su rubro, a lo largo de su trayectoria fue acumulando una gran experiencia única a través de más de 200 proyectos realizados en el territorio nacional, orientando su desarrollo a poder dar soluciones para una prestación de servicios integrales de consultoría y ejecución de las obras civiles hidráulicas, pero como empresa tienen sus altibajos, pero lo saben sobrellevar gracias a la buena gerencia y administración de la empresa.

1.2.7. Descripción de la empresa

Juan Demetrio Espíritu Gálvez, RUC: 10156781059, Razón Social; Juan Demetrio Espíritu Gálvez. Tipo de Empresa; Persona natural con negocios; Dirección; Jr. De la unión Nro.284 Dpto. 307 Cercado de Lima (piso 3), Distrito lima, Departamento Lima, es una empresa que ofrece trabajos de arquitectura e ingeniería y actividad relacionada en la consultoría técnica en ingeniería, está dentro del grupo de las pequeñas empresas por la cantidad de empleados que son 26, fue fundada en la fecha 18/04/1997, con el propósito de ofrecer labores de consultoría y construcciones especializados en proyectos de gran envergadura a diversas empresas ya sean privadas o del estado. Hasta la actualidad se ha relacionado de manera perfecta cubriendo todas las inquietudes, dudas y exigencias de sus clientes, esto es debido a la amplia experiencia y constante actualización con las que cuenta la empresa, gracias a ello a brindando de manera muy favorable todo lo referido a su rubro y enfoque a la que se dedica.

1.2.8. Visión y Misión

a. Visión

Proporcionar un modelo a seguir como empresa en el rubro y ámbito de la ingeniería civil e hidráulica, selecto por destreza e dedicación con la que cuenta a sus proveedores, de esa forma poder ir consolidándose e involucrándose dentro las mejores empresas en el enfoque de estudios técnicos y económicos con calidades disponible en el ámbito nacional.

b. Misión

Brindar labores que generen soluciones de manera técnica, fiable, que estén en niveles de eficacia en el cumplimiento de las labores relacionados a la ejecución de estudios, diseños y construcción de proyectos enfocados a la ingeniería,

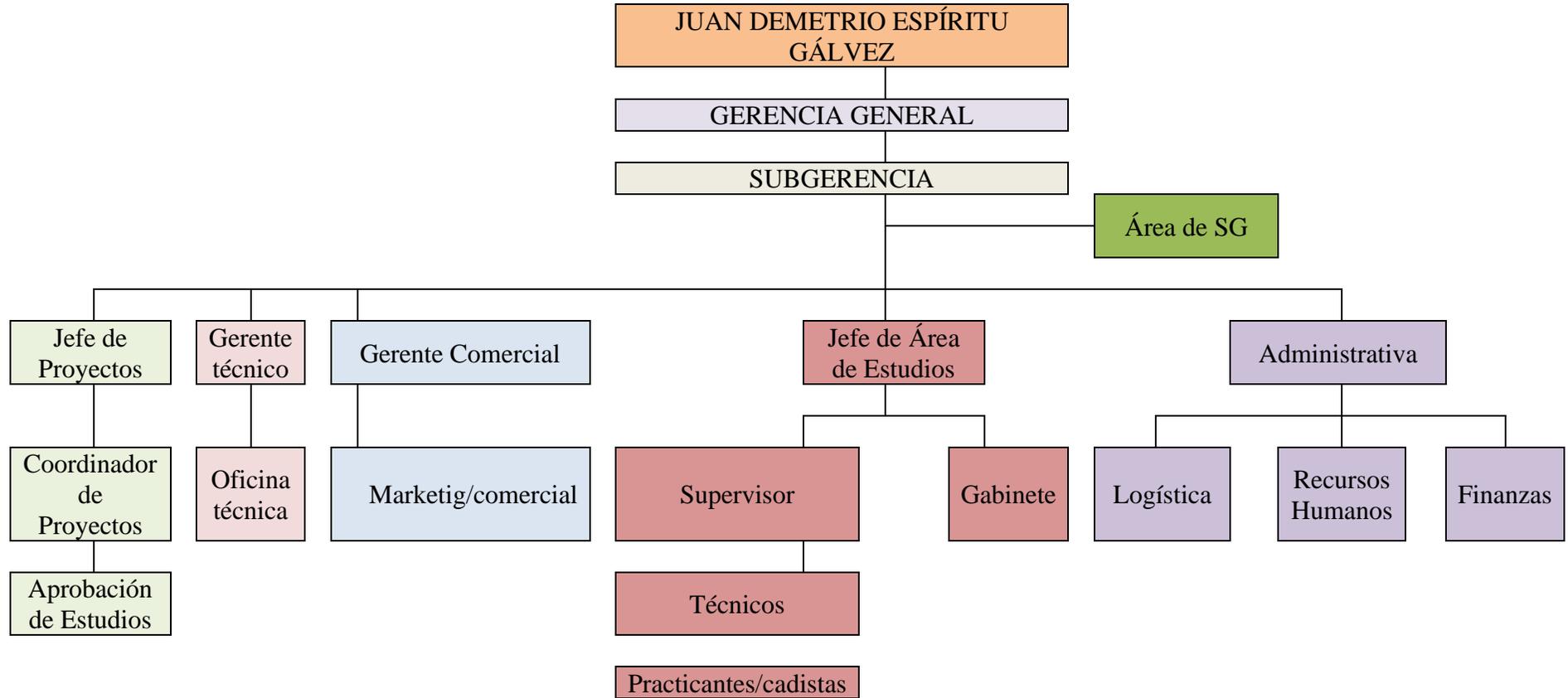
generando confianza, garantía y así poder optimizar la conformidad y confiabilidad de sus clientes.

1.2.9. Organigrama

La empresa Juan Demetrio Espíritu Gálvez, cuenta con un organigrama, apoyándose en eso para el cumplimiento de sus objetivos, ver figura N°1.

Figura 1

Organigrama de la empresa.



Nota. Elaboración propia.

CAPITULO II. MARCO TEÓRICO

2.1. Descripción del Proyecto

2.1.1. Lugar en estudio

El lugar de estudio, donde se localiza el proyecto está definido como “espacio geográfico, que es un antecedente para contextualizar la situación negativa”, la siguiente intervención, comprende el lugar de localización de la población afectada e influenciada. De igual manera, engloba la superficie donde se encuentra la infraestructura de riego existente, así como el terreno donde se construirá la estructura de almacenamiento del recurso hídrico para abastecer el sistema de riego.

2.1.2. Ubicación geográfica

Geográficamente el lugar del estudio donde está situado es en la zona 17-Sur, Departamento Piura, provincia de Morropón, por su ubicación política abarca ciertos centros poblados tales como; Chililique, Palo Blanco, Panecillo, Papelillo, Platanal Bajo, Fatima, Chapicas Campana, Yapatera, Cruz Pampa Y Chulucanas, pertenecientes al distrito de Chulucanas – Morropón, Piura.

En la tabla N°1, se pone en evidencia las coordenadas de ubicación, mapa de ubicación política y la macro localización.

Tabla 1:

Coordenadas de ubicación subsector Yapatera

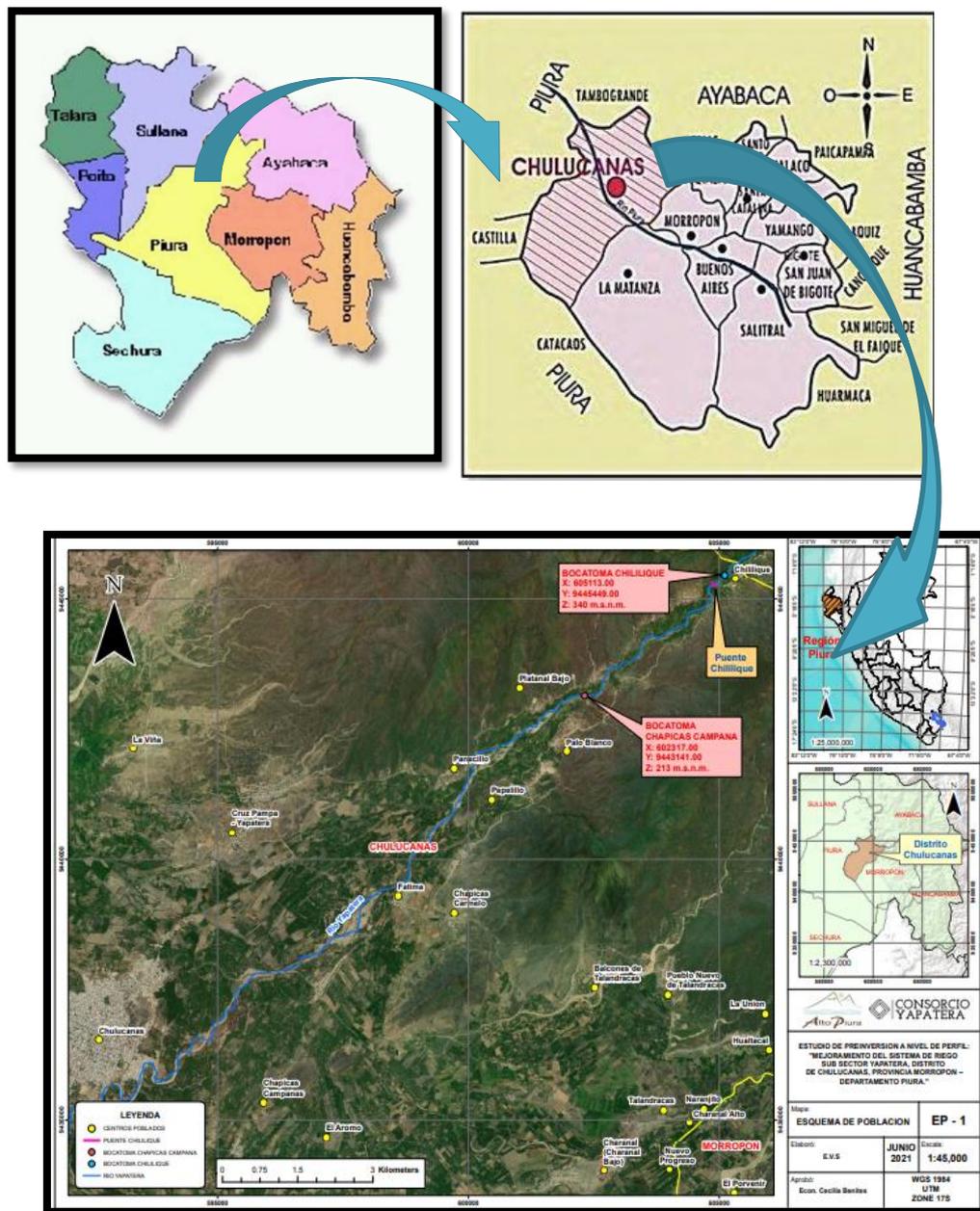
Coordenadas De Ubicación Sub Sector Yapatera			
Estructuras	Este	Norte	Altitud (m.s.n.m)
Presa Citán	601140.8	9443641	268
Embalse 1 (Margen Derecha)	603047	9444728	367
Embalse 2 (Margen Izquierda)	600438.8	9441045	166
Canal yapatera	600082	9441768	165
Canal Chapicas	602340	9443062	214

Coordenadas De Ubicación Sub Sector Yapatera			
Estructuras	Este	Norte	Altitud (m.s.n.m)
Canal Prieto	596661	9437978	108
Canal Cañón	598632	9439492	128

Nota. Elaboración propia.

Figura 2

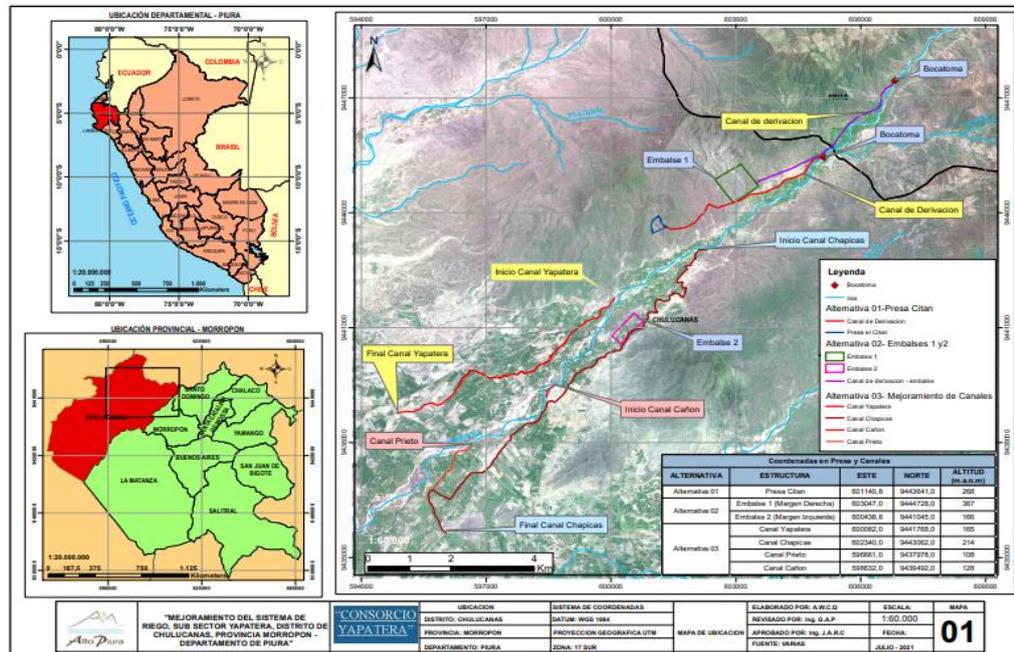
Macro localización.



Nota. Elaboración propia.

Figura 3

Ubicación política del proyecto.



Nota. Elaboración propia.

De acuerdo como lo indicado en las coordenadas y figuras, se observa el esquema de localización del terreno en estudio del proyecto y las zonas que lo colindan, teniendo en claridad la ubicación, se procedería a realizar los estudios para finalmente dar en ejecución de la misma obra, con el fin de abastecer las necesidades de la población afectada.

2.1.3. Accesibilidad

La ruta de accesibilidad al lugar del proyecto se distribuye de la siguiente manera desde la ciudad de Lima es por la carretera panamericana norte Lima – Chiclayo por 771.3km (12 horas con 30min), de Chiclayo hasta Chulucanas por 228km con tiempo de 3 horas con 40 minutos y de Chulucanas al área de estudio se recorre a una distancia de 15km con un tiempo de 25 minutos.

Tabla 2

Camino de acceso

Tramo	Rutas de acceso al Proyecto			
	Distancia (Km)	Tiempo (Horas)	Tipo De Camino	Estado De Camino
Lima - Chiclayo	771.3	12 hrs 30 min	Asfaltado	Bueno
Chiclayo - Chulucanas	228	3 hrs 40 min	Asfaltado	Bueno
Chulucanas - Yapatera	15	25 min	Afirmado	Regular
Yapatera - Presa Citan	9.3	15 min	Trocha	Regular
Yapatera - Bocatoma de derivación	12.5	21 min	Trocha	Regular

Nota. Elaboración propia.

2.1.4. Medio físico

- a) **Climatología:** Presenta un clima subtropical litoral, con presencia de pluviosidad parcial, clima un poco más de lo normal y escasas de oscilaciones temporales, la presencia de lluvias es de manera irregular durante todo el año y esto va variando en manera directa según la altitud en la que se encuentra, esto ocurre en los meses de enero – abril. En lo que resta de los meses del año, la precipitación en los lugares bajos es casi cero, pero, sin embargo, en los meses muy húmedos que generalmente está influenciado por la presencia del FEN, las precipitaciones son muy altas y se prolongan de manera excepcional, como lo sucedido entre los años de 1982 y 1983, en donde se verifico la acumulación total de la lluvia a 4 100 mm en los puntos de; Chulucanas, Yapatera y Cruz Pampa. La misma intensidad de precipitaciones se presentaron en el Niño Costero del 2017, con precipitaciones que sobrepasaban los 4,000 mm. Las temperaturas en épocas de verano oscilan alrededor de los 32°C y en invierno baja a los 18°C, con promedio anual de

22°C, la humedad relativa del aire consta de 72%, con velocidad media anual de viento 268.6km/h.

- b) **Hidrología:** Su cuenca hidrográfica del río Yapatera da su inicio a 3,300msnm, desembocando en el río Piura a 1km aproximadamente en la dirección aguas arriba con referencia del puente Ñacara, transcurriendo una distancia de 47.7km, con extensión de 217.24km², es anormal torrencioso su régimen de descarga, con presencia de aceptación versátil instantánea, frecuente y mensual, dándose en épocas de sus máximas avenidas.
- c) **Geología:** Es importante poder presentar su geología regional, estructural y local de la obra proyectada, para ello se planteó la necesidad de conocer las cualidades geológicas de la zona en estudio de la obra, facilitando la explicación de la localización de la estructura de almacenamiento de agua (presa Citan), en tal sentido se describirá las principales características geológicas, se tomó como referencia de información a los datos existentes de la zona y complementado con lo verificado en campo. En el lugar donde se llevarán las investigaciones, presenta un ambiente plutónico, el cual es propio de la parte baja de cordillera occidental que está constituido en gran mayoría por granitos de textura fanerítica, en tanto a pétreos representativos son; ortosa pertita en un porcentaje de 40%, cuarzo con el 30% y plagioclasa con 20% y también se puede apreciar la presencia de afloramientos con secuencia de arenisca gris de grano grueso.

Figura 4

Eje de la presa Citan.

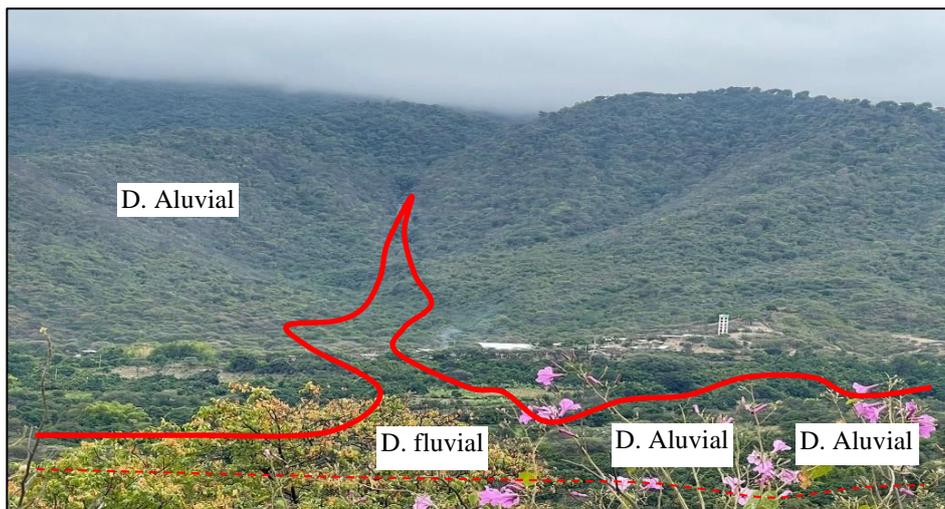


Nota. Se visualiza en el lado derecho depósitos polomicticos poco consolidados con un matriz limo arcillosa.

De acuerdo a la figura 4, se describe que las composiciones varían dependiendo de los terrenos de donde provienen en la parte central, también se puede apreciar los depósitos acumulados, esto se debe al recorrido fluvial; que básicamente están conformados por conglomerados no consolidados como pueden ser; arena suelta, canto rodado y bloques de roca de diámetros variables.

Figura 5

Lugar de embalse.



Nota. Se aprecia el área de la presa Citan, que está cubierto completamente por vegetación en el cual se pudo evidenciar la presencia de depósitos aluviales moderadamente regidos y depósitos fluviales.

2.2. Bases Teóricas

2.2.1. Presas

Se puede definir como una estructura de barrera, que es colocada para la retención del curso de agua o un determinado río, de esa manera poder retener el agua mediante ello tomar el control del caudal, esto es variable en referente a su tamaño, porque puede ser un terraplén de menor tamaño con fines de transportar o retener el agua para usos pequeños como pueden ser; granjas, canalitos y puquiales, pero también hay otros que podrían llegar a ser enormes estructuras conformado por material macizo, ya sean de hormigón, que en su generalidad sirve para el abastecimiento de agua, generar energía y riego. (Braja M., 2012).

En el ámbito de la ingeniería se le denomina “cortina”, nombre propiamente dicha en su lenguaje, entre sus funciones principales destacan; asegurar la estabilidad de la presa a lo largo de su vida útil, sosteniendo todas las fuerzas actuantes tales como, la fuerza hidrostática generado por el agua, su peso propio y las cargas provenientes del suelo, cumpliendo todo ello mencionado puede retener la infiltración que afectaría la funcionalidad de la estructura de la presa.

2.2.2. Estabilidad

La estabilización de un determinado talud de una estructura implica en la determinación de su capacidad de resistencia a los esfuerzos actuantes sobre ella, ya que si falla se genera una inestabilidad en el cuerpo de la estructura y por consecuencia el deslave en la zona de corte. De manera básica la verificación de estabilidad de una estructura radica en la determinación de factores que lo favorecen para que pueda mantenerse estable la obra.

Esto implica en realizar un proceso de tanteo en la que se suponen la presencia de diversas situaciones de carga a las que esta sometidas. (Chalán Chávez & Guevara Paredes, 2014).

Ecuación para determinar resistencia al esfuerzo cortante – presión efectiva, de Mohr – Coulom.

$$t = \sigma \tan(\phi) + c$$

Donde:

$t =$ *Esfuerzo cortante*

$\sigma =$ *Tensión Normal*

$c =$ *Cohesión*

$\phi =$ *Angulo de rozamiento interno*

$$\sigma' = \sigma + \mu$$

Donde:

$\sigma' =$ *La tensión normal*

$\mu =$ *Presión del agua en los poros*

Con esto se concluye que el análisis de estabilidad se puede determinar tomando en consideración el esfuerzo efectivo totales de Mohr – Coulom.

2.2.3. Geotecnia

Se puede decir con más claridad que una de las definiciones sobre la geotecnia lo describe Luis Gonzales de Vallejos en su libro titulado Ingeniería geológica.

La geotecnia es una parte de la ciencia geológica que está enfocada en la realización de las investigaciones y dar posibles soluciones ante la presencia de problemas que involucren al suelo y el material de construcción y el medio ambiente, por efecto de la interacción y actividad humana que es con su entorno geológico. El propósito de esta ciencia es poder garantizar y resguardar que los cuantificaciones

geológicos condicionantes de las estructuras de ingeniería sean considerados e interpretados de manera correcta, con esto poder prevenir los riesgos a presentarse en futuro (Gonzales de Vallejos, 2002, págs. Pág.7-15).

Según (Rodriguez Serquen , 2019), el estudio geotécnico es una actividad que está comprendida en el reconocimiento en campo, las perforaciones en el subsuelo, el debido análisis del material extraído y las respectivas recomendaciones a nivel de ingeniería que son necesarios para dar en inicio los estudios básicos para la ejecución de su propio diseño de las estructuras proyectadas y que estarán en contacto con el suelo, ofreciendo la confiabilidad al momento de su interacción de la estructura con su medio, ya sea el suelo, viento y otros.

De acuerdo a la complejidad del estudio geotécnico que principalmente radica en la acción necesarias para saber con certeza las características geotécnicas de un material mediante las perforaciones In Situ y los sondeos, esto en base a las observaciones en la zona en estudio.

2.2.4. Mecánica de Suelos

El mecanismo de los materiales es un acápite de la geotecnia, que se enfoca en la caracterización, parametrización y factorización de los materiales extraídos de campo hacia el laboratorio. Los expertos en el tema nos definen que la mecánica de suelos “implica en el empleo de la reglas hidráulicas ante eventos problemáticos tales como; sedimentación de los materiales de arrastre, socavación y otros elementos no consolidados generado por efecto de descomposición química, mecánica y física de las muestras de suelo((Crespo Villalaz, 2004, págs. Pág,18).

Con lo relatado en las líneas arriba se verifica que el mecanismo de los suelos está involucrado en la variabilidad, compleja y el efecto de los procesos que se generan en el material están fuera de control, ya que son provenientes de la misma

naturaleza, por ello es de suma importancia poder hacer las investigaciones a fondo del material involucrado en la obra, esto mediante las exploraciones in situ, laboratorio, perforaciones, los sondeos geofísicos, el manejo apropiado de las muestras y la interpretación apropiada, para así no tener problemas a futuro (Alva Hurtado, pág. Pág 68)

2.2.4.1. Origen y formación

De acuerdo a (Juárez Badillo & Rico Rodríguez, 2005) el suelo está constituido por grupos pequeños con partículas de diferentes tamaños y cuentan con organizaciones muy definidas dependiendo a las que pertenecen, sus características varían de manera vectorial en el sentido vertical de la manera muy generalizada y con ello sus afectando en cambio a sus propiedades de manera más acelerada en sentido horizontal.

La interpretación del suelo cambia dependiendo su interés, para un especialista en el tema, su interprete más reconocible es “suelo” que básicamente involucra el tipo de material a la pertenece, desde una zona con relleno hasta la arena en proceso de cementación, de acuerdo a ello quedan en fuera las rocas ya sean ígneas, metamórficas o sanas y los depósitos sedimentados (Juárez Badillo & Rico Rodríguez, 2005).

Los agentes físico-químicos que generan ciertas modificaciones en el material rocoso están influenciadas básicamente por los agentes de la naturaleza como el sol, agua, aire y los glaciares, estos al momento de interactuar con el material rocoso, generan efectos del calentamiento, provocando las diferencias de expansión que son generadores de los esfuerzos muy fuertes, que estos por efecto dan resultados de desintegración y desprendimiento de la capa superficial. Ahora en referente al agua en estado de movimiento es un elemento que genera el efecto de erosión, al

generar el arrastre de los residuos de la roca, ocasionando la fricción entre ellos mismos, formándolas a futuro en canto rodado y más aún con la ayuda del viento en el desgates del material haciendo perder sus propiedades, cuando realiza el arrastre de las arenas en este caso en caso de las loes y médanos que se le conoce como los suelos eólicos (Vascular).

2.2.5. Propiedades Geotécnicas

Las propiedades geotécnicas de un determinado material son empleado en un estudio con el fin de cimentación a tener en consideración de acuerdo a (Braja M., 2012), son los siguientes: su forma de distribución, diámetro, clasificación, plasticidad, compresibilidad y resistencia con la que soporta a los efectos de la fuerza, estos son evaluados pasando por pruebas de laboratorio.

a) **Distribución granulométrica:** Para tener un buen entendimiento de todas las características, propiedades y valores de cada material, se procede realizar un ensayo en el laboratorio, lo cual es el análisis granulométrico en el estado seco, procediendo por mallas, comenzando de una determinada cantidad haciendo un movimiento y el pasante con el retenido y el último pasante es la que define el tipo material al que corresponde la muestra analizada (Gonzales de Vallejos, 2002).

El tamaño máximo de las partículas que contiene un determinado material, está enfocado en brindar una aportación descriptiva del mismo material. Viendo los resultados del análisis granulométrico realizado, se define de acuerdo a las normas establecidas el tipo material a la que pertenece.

Tabla 3:

Clasificación de suelo, por su tamaño.

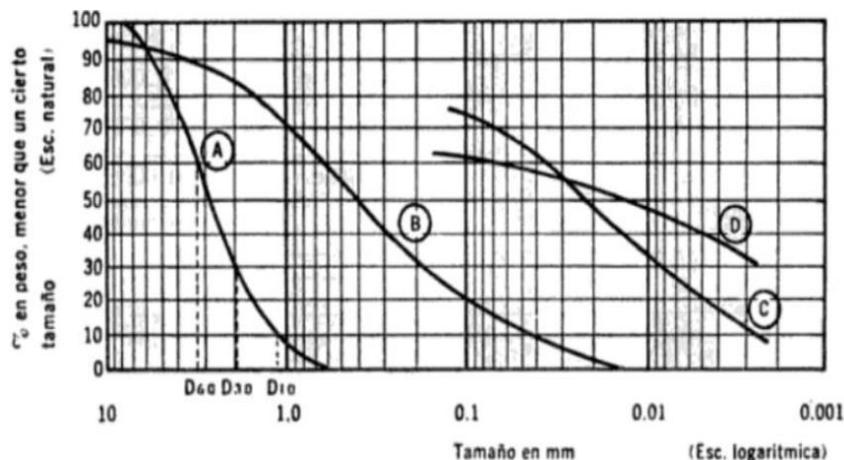
Clasificación del suelo por sus tamaños				
	Británico(mm)	AASHTO ø(mm)	ASTM ø(mm)	SUCS ø(mm)
Grava	60 – 2	75 - 2	> 2	75 - 4.75
Arena	2 - 0.06	2 - 0.05	2 - 0.075	4.75 - 0.075
Limo	0.06 - 0.002	0.05 - 0.002	0.075 - 0.005	< 0.075 finos
Arcilla	< 0.002	< 0.002	< 0.005	

Nota. Se observa que la división del análisis granulométrico está comprendido por

dos ensayos; tamizado de las partículas gruesas (gravas – arenas), a las muestras finas afectaría la sedimentación(limo –arcillas), en cuanto al método de tamizado según ASTM D 422, que básicamente está basado en la división de acuerdo al tamaño con las que cuenta el material, que se realiza mediante la sedación en movimientos en mallas, y con los resultados obtenidos de las mallas se grafica en el formato Excel en forma de curvas semilogaritmicas, la que se le denomina “porcentaje pasante” (ASTM en la región de América Latina).
Extraído de (Mendoza Medina).

Figura 6

Curva granulométrica.



Nota. Adaptado del libro de (Juárez Badillo & Rico Rodríguez, 2005, pág. 101)

Del proceso granulométrico efectuado se obtuvo el factor de uniformidad(cc) y de curvatura(cc) que son valores primordiales en el diseño de la estructura.

Ecuación 1:

coeficiente de uniformidad

$$Cc = \frac{D_{60}}{D_{10}} \quad ; \quad A = \frac{D_{30}^2}{D_{10} \times D_{60}}$$

Añadiendo a esto se cuenta con otro “método hidrómetro”, consiste básicamente en determinar un dato aproximado del contenido granulométrico del material mediante rangos menores a 0.2mm.

(Crespo Villalaz, 2004, pág. 51).

Los pasos a seguir para la determinación de las partículas que cuentan con valores por debajo de 0.074mm, es mediante las leyes de Stokes, que consiste en proporcionar la velocidad de sedimentación de los tamaños de la muestra sólida en estado líquido.

Ecuación 2:

Velocidad de sedimentación.

$$v = \frac{2 \cdot g \cdot r^2 (D_a - D_w)}{9 \cdot \rho} = \frac{H}{t}$$

En donde:

V = velocidad de caída de las partículas(cm/seg)

g = aceleración de la gravedad(cm/seg²)

r = radio de la esfera(cm)

Da = densidad absoluta del material(g/cm³)

D_w = densidad absoluta del agua(g/cm-seg)

p = viscosidad absoluta del agua(g/cm-seg)

H = altura de caída de la esfera(cm)

t = tiempo transcurrido(seg)

b) **Plasticidad:** Según las revisiones bibliográficas que han resaltado, puede definirse que el estado plástico de un material lo define la humedad con la que contiene dicho material, por medio de sus partículas pequeñas que tiene (Juárez Badillo & Rico Rodríguez, 2005, pág. 128), “ plasticidad es un carácter físico con la que cuenta cada material, gracias a dicha propiedad es capaz de sostener los efectos de las deformaciones rápida, sin el efecto de rebote elástico, variación volumétrica ni la presencia de grietas”.

Por otro lado, de acuerdo a Atterberg, “El estado de consistencia – límite plástico”, no es una propiedad que se mantiene permanente, más bien es circunstancial que se presenta en su mayoría en las arcillas y depende básicamente del contenido de su humedad con la que cuenta. Un material que es susceptible a plasticidad puede estar en los siguientes estados (Juárez Badillo & Rico Rodríguez, 2005, pág. 129).

- Estado limite
- Estado semilíquido
- Estado plástico
- Estado semisólido
- Estado sólido

Para la consolidación de las fases se recurren a la consistencia de límites establecidos por Atterberg:

- Frontera convencional - semilíquido – plástico (limite liquido)

- Frontera convencional - plástico – semisólido (limite plástico)

Al intervalo de separación que determina la separación de limite plástico del material, es denominado con el nombre “límites de plasticidad” y la diferencia de sus valores de estos mismos se le denomina con el nombre de “índice plástico”.

Ecuación 3:

Índice plástico.

$$I_p = LL - LP$$

Por otro lado, los límites que son representantes en algunas aplicaciones están definidos por lo siguiente: $Ll - Lp - Lc$.

- c) **Ensayos:** Los ensayos a realizarse están determinados por la norma y son los siguientes a tener en consideración:

Ecuación 4:

Índice líquido.

$$I_P = \frac{W_n - L_p}{I_p}$$

A estos ensayos se le es añadido una actividad según (Crespo Villalaz, 2004, págs. 79-80), esto es termino que es aplicado a los materiales plásticos que están propensos a sufrir ciertas alteraciones en su tamaño con el contenido de humedad.

Ecuación 5:

Suelo en actividad.

$$A = \frac{IP}{\%part. < 0.002mm}$$

La actividad de los materiales arcillosos es medible en función de (A), que está dado por lo siguiente:

$A < 0.5$, arcilla relativamente inactiva – caolinitico

$A > 0.5 < 1.0$, arcilla con actividad normal – ilitico

$A > 1.0$ arcilla progresiva más activa – montmorillonitico

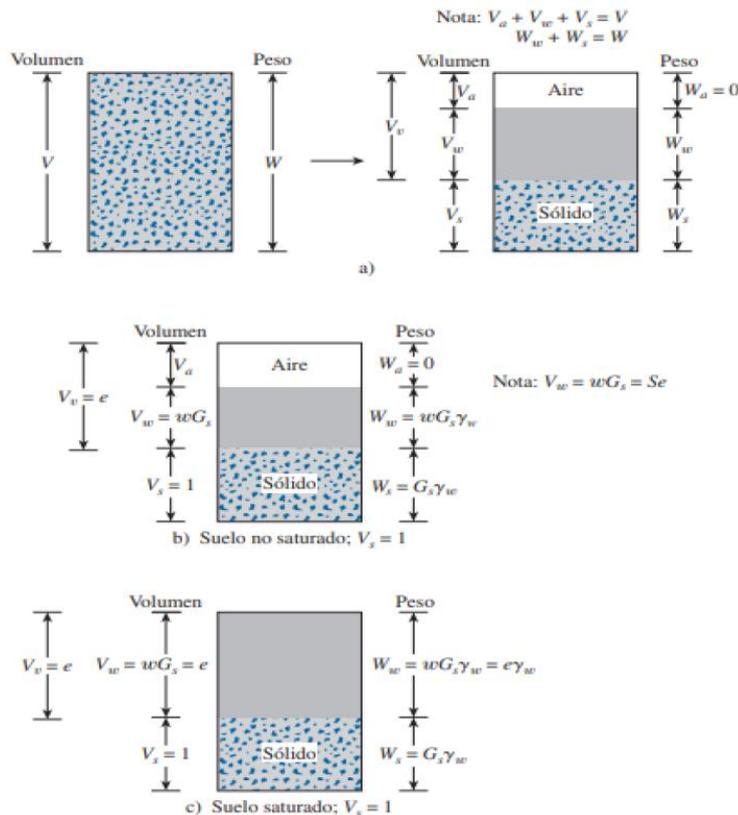
2.2.5.1. Relación volumétrica – granulométrica

La definición más clara sobre la relación volumen – granulometría nos relata (Juárez Badillo & Rico Rodríguez, 2005, pág. 52) está distinguido en tres etapas:

- Solida – líquida – gaseosa; sólida (partículas del suelo), Líquida(agua) y la gaseosa(aire).

Figura 7

Relación volumétrica



Nota. Adaptado de Fundamentos de ingeniería de cimentaciones (Braja M., 2012, pág. 6).

Las definiciones de (Braja M., 2012), nos dice que la relación del volumen está dada por lo siguiente:

La relación es definida como la relación que existe el volumen con respecto al volumen de sólido del material.

Ecuación 6:

Formula de Vacíos.

$$e = \frac{v_v}{v_s}$$

Donde:

V_v = volumen vacíos

V_s = volumen de sólido

$n = \frac{v_v}{v}$; donde v = *volumen total de suelo, además se añade lo siguiente.*

Ecuación 7:

Fórmula para porosidad.

$$n = \frac{V_v}{V} = \frac{V_v}{V_s + V_v} = \frac{\frac{V_v}{V_s}}{\frac{v_s}{v_s} + \frac{v_v}{v_s}} = \frac{e}{1 + e}$$

De acuerdo a la ecuación mostrada, el nivel saturado corresponde a la relación que existe del volumen de agua en los poros y se expresa en %.

Ecuación 8:

Porosidad en función de vacíos.

$S(\%) = \frac{v_w}{v_v} \times 100$ donde; V_w = *volumen de agua*

Ecuación 9:

Contenido de humedad.

$$\text{contenido de humedad} = w(\%) = \frac{W_w}{W_s} \times 100$$

Donde; W_s = peso del solido del suelo; W_w = peso del agua

peso especifico húmedo = $\gamma = \frac{W}{v}$; donde, w = peso de muestra

= $W_s + W_w$; peso del aire (W_a) masa, se obvia por insignificante.

Ecuación 10:

Peso específico húmedo.

$$\text{peso especifico seco} = \gamma_d = \frac{W_s}{v}$$

A continuación, en la figura 8, se evidencian las relaciones que se consideran para γ , γ_d y γ_{sat} .

Figura 8

Formas de relaciones para γ , γ_d y γ_{sat}

Relaciones del peso específico	Peso específico seco	Peso específico saturado
$\gamma = \frac{(1+w)G_s\gamma_w}{1+e}$	$\gamma_d = \frac{\gamma}{1+w}$	$\gamma_{sat} = \frac{(G_s+e)\gamma_w}{1+e}$
$\gamma = \frac{(G_s+Se)\gamma_w}{1+e}$	$\gamma_d = \frac{G_s\gamma_w}{1+e}$	$\gamma_{sat} = [(1-n)G_s + n]\gamma_w$
$\gamma = \frac{(1+w)G_s\gamma_w}{1+\frac{wG_s}{S}}$	$\gamma_d = G_s\gamma_w(1-n)$	$\gamma_{sat} = \left(\frac{1+w}{1+wG_s}\right)G_s\gamma_w$
$\gamma = G_s\gamma_w(1-n)(1+w)$	$\gamma_d = \frac{G_s}{1+\frac{wG_s}{S}}\gamma_w$	$\gamma_{sat} = \left(\frac{e}{w}\right)\left(\frac{1+w}{1+e}\right)\gamma_w$
	$\gamma_d = \frac{eS\gamma_w}{(1+e)w}\gamma_w$	$\gamma_{sat} = \gamma_d + n\gamma_w$
	$\gamma_d = \gamma_{sat} - n\gamma_w$	$\gamma_{sat} = \gamma_d + \left(\frac{1+w}{1+e}\right)\gamma_w$
	$\gamma_d = \gamma_{sat} - \left(\frac{e}{1+e}\right)\gamma_w$	

Nota. Adaptado de fundamentos de ingeniería de cimentaciones (Braja M., 2012, pág. 9).

2.2.6. Resistencia al corte del material

Según (Gonzales de Vallejos, 2002), quien define, que al alterar el estado tensional del material, se generan las diferentes deformaciones que pueden dar origen a posibles roturas, aunque los materiales que cuentan con cohesión, se rompen debido a la fuerza de tracción, y se presentan en forma de grietas verticales, que con facilidad se puede observar en la parte de la corona de un talud en estado de deslizamiento, esto se puede comprobar mediante la rotura de un material por medio del esfuerzo cortante. (pág. 74).

a) Criterio de rotura

De acuerdo a las definiciones de (Gonzales de Vallejos, 2002) resistencia al corte del material, no es considerable como un parámetro único e constante, porque depende de la naturaleza de donde fue extraída, partículas que la conforman, su estructura, su nivel de deformación ante la presencia de esfuerzos y cargas y las presiones de agua con las que se rellenan sus poros, el criterio de tener en consideración más relevante es la de Coulomb, que consiste en relacionar las tensiones efectivas con las normales, interactuando así en cualquier plano en la que esté ubicado el material. (pág. 74):

Ecuación 11:

Resistencia al corte de terreno.

$$\tau = c' + (\sigma_n - \mu) \tan \phi'$$

= resistencia al corte del terreno a favor de un determinado plano

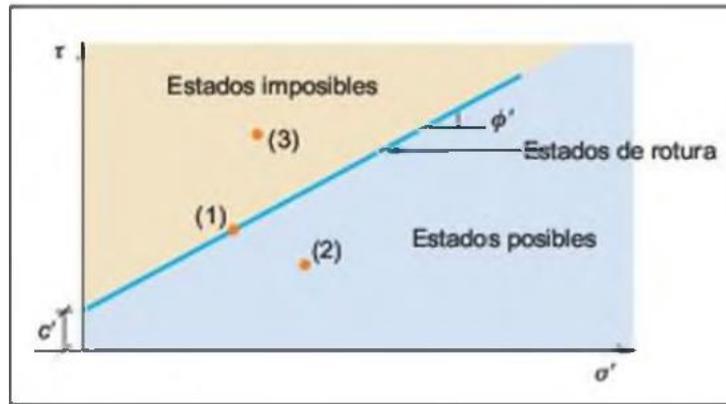
σ_n = tensión total normal actuando sobre el mismo plano plano

μ = presión intersticial ; c' = cohesión efectiva

ϕ' = ángulo de rozamiento interno efectivo

Figura 9

Línea de resistencia intrínseca o envolvente de rotura del suelo



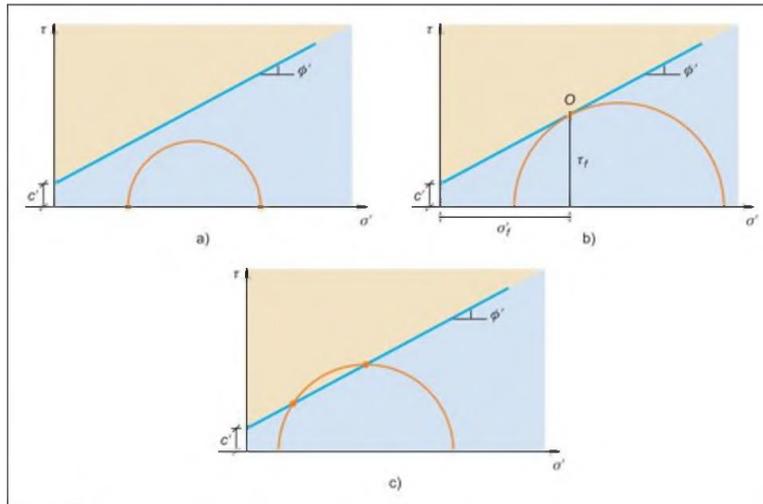
Nota. De la ecuación anterior y de la figura 9 se pueden deducir que; la ecuación expresa la recta en el espacio del plano (σ', τ) , que es denominado con la expresión de “línea resistencia o la envolvente de la rotura”, esto genera un valor específico para cada tensión efectivo a cada plano que la atraviesa. (pág. 74).

- En la figura 9, en la línea de las ordenadas se ubica la cohesión efectiva, por efecto en el lugar donde se da inicio la rotura.
- Las movilizaciones máximas en tensiones en el plano casi siempre son mayores a la medida que va en incrementando las tensiones efectivas que están actuando sobre el plano.
- Las líneas de las resistencias interactúan como una especie de envolventes o superficies de estado.

De acuerdo a la verificación se obtiene las posibles condiciones de rotura en un elemento de material en estudio, en el estado tensional del círculo de Mohr que está expresado de manera tangencial a la línea. (pág. 75).

Figura 10

La envolvente de rotura y el círculo de Morh-estados posibles (ayb) imposibles(c).



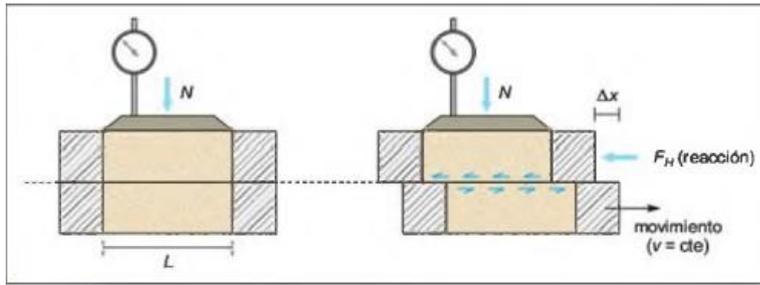
Nota. Adaptado de *ingeniería geológica* (Gonzales de Vallejos, 2002).

b) Ensayos de corte directo

El equipo con la que se realiza el ensayo es una caja dura de material acero, en forma cuadrada, es dividido en dos divisiones y al interior se coloca la muestra del material extraído, y en la parte superior se añade una especie de placa dura, sobre la que se le añade una carga de manera vertical, toda de manera equipada es introducida en una bandeja de acero a una dimensión determinada que en su posterioridad se llena de agua para luego proceder con el ensayo en condición saturada, la introducción de las fuerzas tensionales cortantes, es mediante el traslado de manera horizontal la parte inferior de la caja de corte, para que impida el movimiento proveniente de la parte superior. Una prueba completa sobre un determinado suelo consiste en realizar un ensayo de tres muestras idénticas del mismo material aplicando tres cargas verticales distintas (N_1, N_2, N_3) (pág. 76).

Figura 11

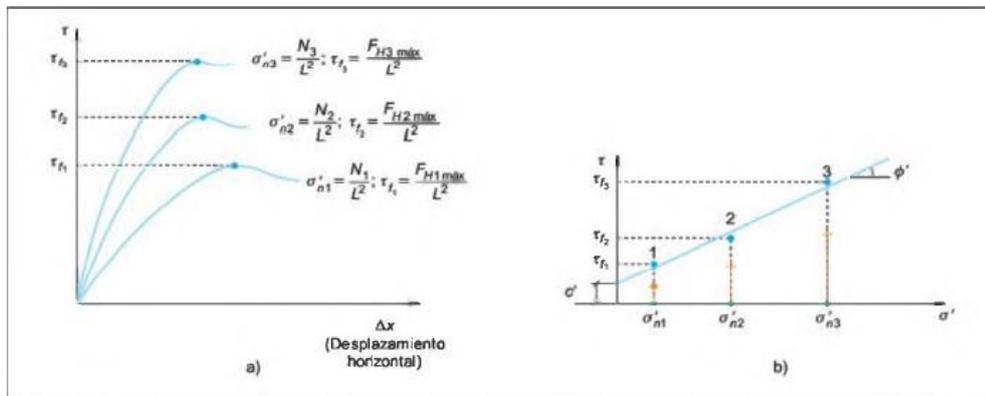
Representación esquemática del aparato de ensayo de corte directo.



Nota. Adaptado de *ingeniería geológica* (Gonzales de Vallejos, 2002).

Figura 12

Envolvente de rotura y los parámetros de resistencia al corte



Nota. Adaptado de *ingeniería geológica* (Gonzales de Vallejos, 2002).

Figura 13

Ensayo de corte directo en el laboratorio.



Nota. Se observa la ejecución del ensayo de corte directo, con lo que se determina los parámetros de resistencia drenado no consolidado, mediante este ensayo se

determina las propiedades de resistencia del material, en las condiciones efectuadas de una carga, en donde que la fuerza de corte se genere por una superficie horizontal, con el ensayo también se determinan los parámetros; resistencia al corte, ángulo de fricción(ϕ) y cohesión (c), es un ensayos más aplicado debido a que su ejecución es sencillo y económico.

2.2.6.1. Comportamiento del suelo sometido a corte

El ensayo de corte directo cuenta ciertas limitaciones, su sencillez proceso de realización favorece en tener conceptos variados, pautas y técnicas de interpretación de las características del material, que a la larga puede generar problemas en la presencia de las solicitaciones que son grupo de suelos granulares y arcillosos. (pág. 78).

➤ **Material granular**

Para dar inicio a referente a los materiales granulares, vamos a suponer que se llevan en análisis tres muestras de un mismo material(arena), en condiciones diferentes de densidad, de manera simplificada se supondrá que las muestras se analizan en condiciones drenadas, de manera que las tensiones integrales y efectivas coinciden en todo tiempo (pág. 78).

Ecuación 12:

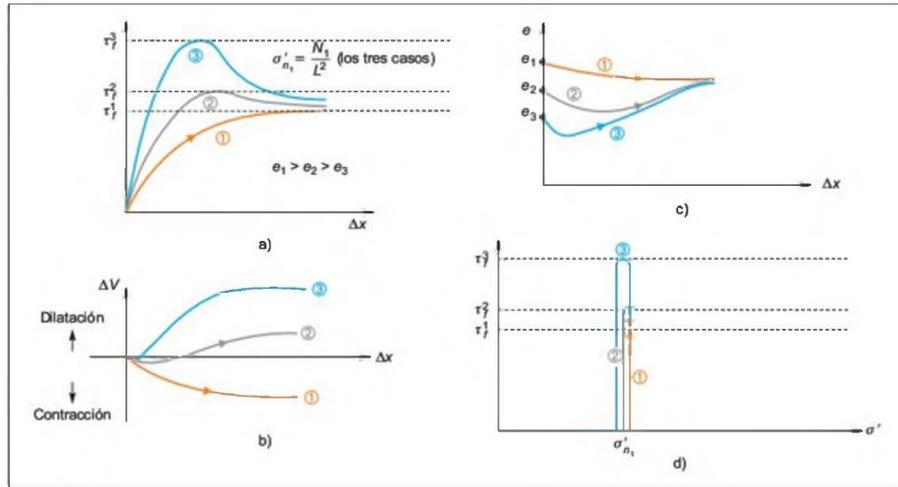
Esfuerzo Normal.

$$\sigma'_{n1} = \frac{N_1}{L_2}$$

Esto al final es sometido a corte de la forma descrita anteriormente.

Figura 14

Curva de ensayo de corte drenado



Nota. Adaptado de *ingeniería geológica* (Gonzales de Vallejos, 2002).

En la gráfica de la figura 14, se representa de manera cualitativa el resultado de los ensayos, la curva de tensión – tangencial desplazado – desplazamiento horizontal – intercambio volumen – índice de poros – desplazamiento y en el d, se evidencia el traslado tensional mediante el plano (σ', τ).

El índice de poros en cada tiempo del análisis transcurrido es determinable de una forma sencilla mediante la ecuación mostrada.

Ecuación 13:

Índice de poros.

$$\frac{\Delta H}{H_0} = \frac{e_0 - e}{1 + e_0} \rightarrow e = e_0 - \frac{\Delta H}{H_0} (1 + e_0)$$

Siendo:

H_0 = la altura inicial de la muestra

e_0 = el índice de poros inicial de cada muestra (e_1, e_2 y e_3 respectivamente)

ΔH el desplazamiento vertical medio (positivo si es de compresión)

De las observaciones mostradas se detallan lo siguiente:

- Muestra de baja densidad
- Muestra de densidad media

➤ Muestra de densidad elevada

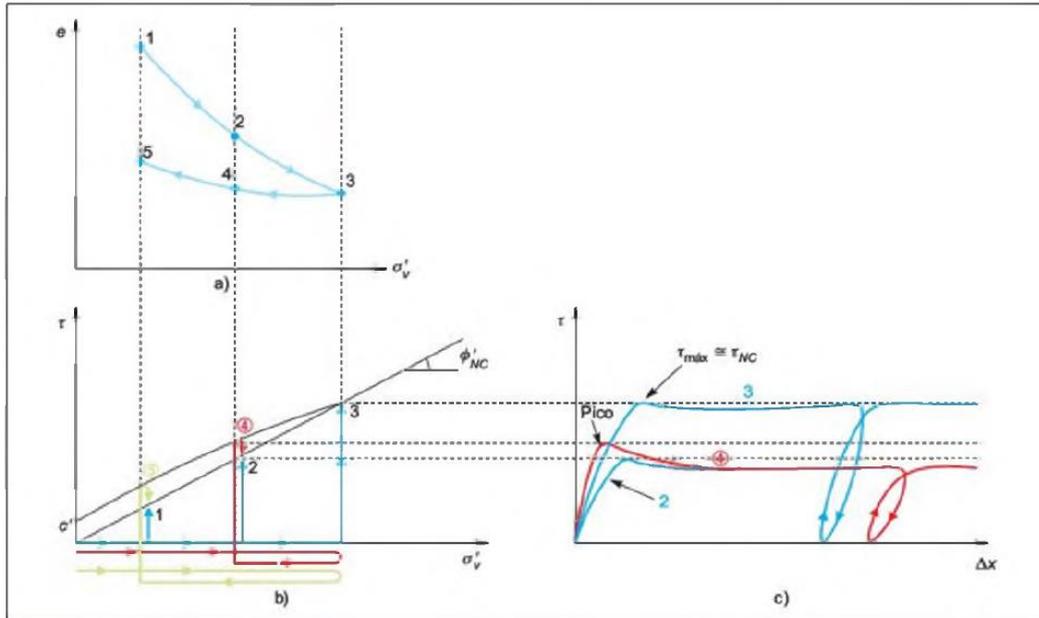
➤ **Material arcilloso**

Se deduce que por la sencillez con la que se cuenta en la realización de los ensayos que en ocasiones suele ejecutarse en la condición no drenada del material, esto consiste en la disipación de cualquier excesividad de las presiones intersticiales producidos por el efecto las tensiones ya sean normales o tangenciales, se supone que el material en análisis es arcilla reconstituida consolidada en el laboratorio a partir de una suspensión, con tal idea aceptable se procede a realizar el transcurso de formación de un depósito arcilloso sin la presencia de efectos complementarios.

Dentro de un material que cuenta con las características arcillosas el proceso de consolidación de las arcillas de baja plasticidad se encuentra el proceso de consolidación, mediante el transcurso de este proceso el material pasa por etapas de cambios de consolidación unidimensional. En la figura n°14 se observa, la etapa de consolidación, los numerales representativos 1,2 y 3 representan a las etapas normales de consolidación, en tanto que los numerales 4 y 5 pertenecen a estados sobre consolidados, bajo una presión de pre consolidación igual a la del estado 3, una vez que se llega al límite de consolidación que se finaliza en el número 5, se somete al material al ensayo de corte directo drenado, es ahí donde se verifica el recorrido de las tensiones ($\sigma'\tau$), de los 5 ensayos y finalmente se muestran las curvas ($\tau, \Delta x$), *correspondientes*. (Gonzales de Vallejos, 2002, pág. 81)

Figura 15

Curva de ensayo de corte drenado sobre muestra arcillosa



Nota. Adaptado de *ingeniería geológica* (Gonzales de Vallejos, 2002, pág. 81).

De acuerdo a la gráfica mostrada se define que las muestras normales se encuentran consolidados y están representadas con los numerales 1,2 y 3, en donde la tensión tangencial movido es incrementada de manera normal en función al desplazamiento horizontal alcanzando un valor máximo (Gonzales de Vallejos, 2002, pág. 81).

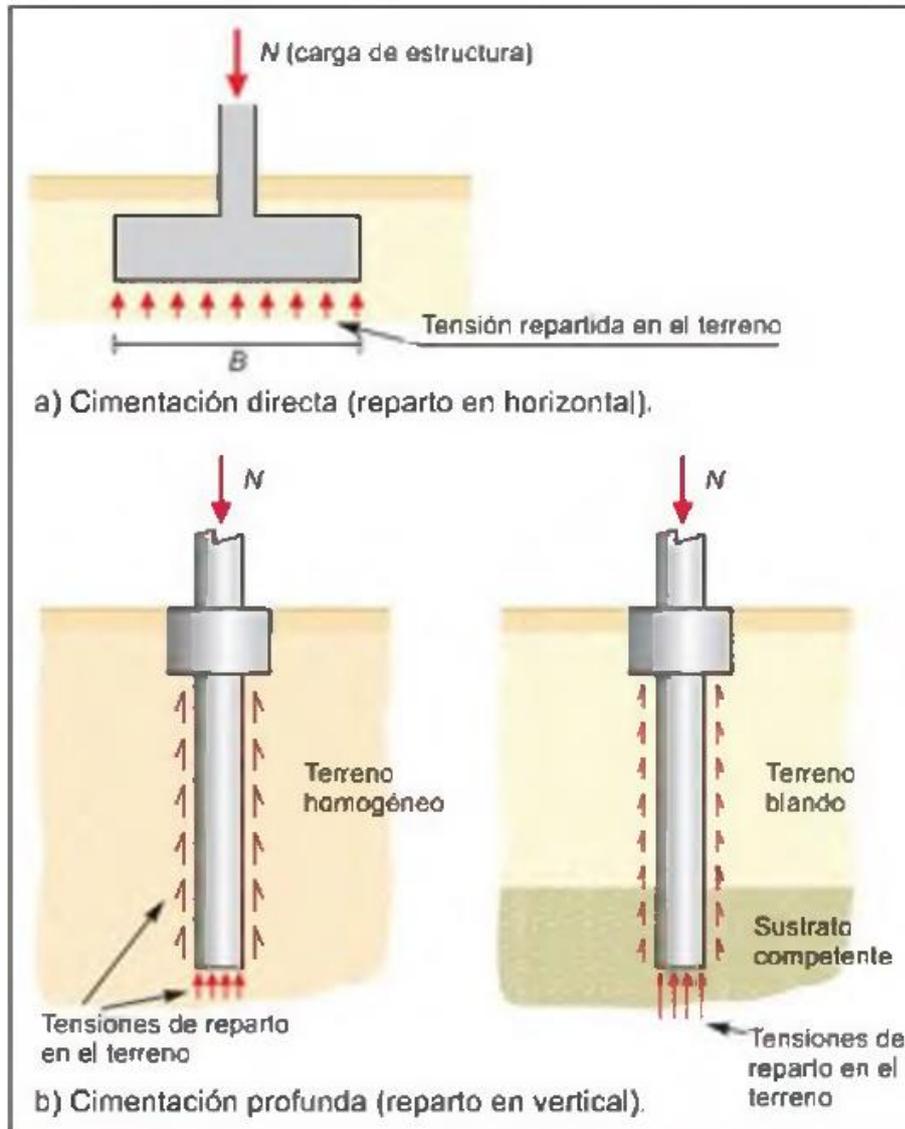
2.2.7. Cimentaciones

La cimentación es el medio por donde son transmitidas las cargas de las estructuras hacia el terreno generando una interacción de cimiento estructura, proporcionando un conjunto de fuerzas que son resistidos con certeza y asentamiento tolerable.

De acuerdo a (Gonzales de Vallejos, 2002, pág. 394) indica que toda estructura ha de ser apoyada de manera necesaria en el suelo que puede ser considerado a futuro el material que la conforma, pero sin embargo en paralelo con el resto del material estructural, como pueden ser el hormigón, acero o metal, el suelo pierde su resistencia al estar en contacto con dichos materiales y se deforma con facilidad.

Figura 16

Tipos de cimentaciones.



Nota. Adaptado de *ingeniería geológica* (Gonzales de Vallejos, 2002, pág. 394).

En las imágenes de la figura 16, se pueden observar con claridad las formas y dimensiones de apoyos que están en relación de la carga cedida y la naturaleza del terreno, en los casos así, se presentan las cimentaciones directas, que consiste en la distribución de las cargas de la estructura en el plano de una manera considerable, pero esto no siempre se puede dar ya este tipo de cimentaciones se dan a una profundidad menor de lo normal, por

lo que también se les llama con el nombre de cimentaciones superficiales (Gonzales de Vallejos, 2002, pág. 394).

2.2.8. Criterios para el diseño de cimentación

Para tener un buen esquema de la estructura proyecta en construcción se debe tener cierta consideración con los parámetros y factores provenientes del análisis de los ensayos efectuados de los materiales extraídos de campo, también tener en cuenta la zona de ubicación considerando la factibilidad del proyecto.

2.3. Limitaciones

El presente informe de suficiencia laboral es limitado al tiempo de la realización del mismo estudio, debido al trabajo y otras actividades intervinientes en el mismo centro laboral ya sean reuniones, viajes a campo y las exploraciones realizadas en campo añadiendo a eso el resultado de los ensayos realizadas en laboratorio para el proyecto.

CAPITULO III. DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA

Dentro de tantos estudios realizados se menciona al trabajo que corresponde a la consultoría para la realización del estudio de pre inversión a nivel de perfil denominado “Mejoramiento del sistema de riego sub sector Yapatera, Distrito Chulucanas, Morropón – Departamento Piura”, lo cual implica en la realización de todos los trabajos ejecutados en campo como son; ensayos In situ, caracterización geológica, análisis en laboratorio, las conclusiones y resultados de cada evaluación realizado, con el objetivo de determinar la información y datos requeridos para el planteamiento, idealización y diseño de la estructura que contempla el proyecto.

3.1. Experiencia laboral

Mi experiencia profesional cuenta con los siguientes proyectos ejecutados y elaborados, en las empresas a mencionar.

Experiencia N°1: Asistente del residente de obra en el proyecto denominado” Edificio Multifamiliar Parque Dammert - Miraflores”, a cargo de la empresa “Galindo Ruiz Nell Alonso”, en donde estuve a cargo del cumplimiento de la partida de movimiento de tierra y vaciado de concreto simple en los sótanos 2 y 3 del edificio. El proyecto se desarrolló en los periodos de 17/08/2020 hasta 20/11/2020.

Figura 17

Proyecto parque Dammert – Miraflores.



Nota. Se visualiza la vista panorámica del lugar de proyecto en ejecución “Edificio Multifamiliar Parque Dammert – Miraflores.

Figura 18

Vista de los sótanos (2 y 3) del edificio.



Nota: Nivelación topográfica del sótano para dar inicio a las partidas de rasante y subrasante.

Figura 19

Ensayo de densidad del suelo



Nota. Se observa la ejecución del ensayo de densidad de suelo realizados en los sótanos a nivel de rasante y subrasante.

Figura 20

Vaciado de concreto simple.



Nota. Se observa el vaciado de concreto simple en los sótanos 2 y 3.

Experiencia N°2: Asistente de Ing. Geóloga en la empresa Juan Demetrio Espiritu Gálvez, en el proyecto denominado “Creación del servicio de agua para el sistema de riego en los sectores Teclla, Chaupi y Pichaccachurí – Distrito de Puquío, Provincia de Lucanas – Ayacucho”, en donde estuve a cargo de los ensayos en campo y ejecución del estudio que

corresponde a geología, geotecnia y geofísica, el proyecto dio sus inicios en 19/08/2021 hasta 12/12/2021.

Figura 21

Ensayo in situ de sondeo eléctrico vertical (Sev).



Nota. Ejecución del ensayo de geofísica (sondeo eléctrico vertical), In Situ para hallar la distribución de resistividad del suelo.

Figura 22

Permeabilidad del suelo.



Nota. Se observa la ejecución del ensayo de permeabilidad In situ, que se llevó a cabo para el reconocimiento geotécnico, con el objetivo de determinar del coeficiente de permeabilidad del material In situ.

Experiencia N°3: Asistente de Ing. Geóloga en la empresa Corporación Cons & Project Servicios de Ingeniería “Mejoramiento del canal de irrigación IRCHIM desde el km 40+100 ámbito del P.E. CHINECAS en el Distrito de Chimbote – provincia del Santa”, en donde estuve a cargo de los ensayos en campo y realización de los informes en gabinete de los estudios que corresponden a geología y geotecnia, el proyecto dio sus inicios en 01/06/2022 hasta 31/08/2022.

Figura 23

Inspecciones del canal de derivación en el área de proyecto.



Nota. Se visualizan las respectivas mediciones del canal y obras de arte, para su respectivo mejoramiento.

Figura 24

Revisiones previas a dar inicio los trabajos en el área del proyecto.



Nota. Se observa las inspecciones en el lugar del proyecto en acompañamiento de los profesionales responsables del tema en campo y el equipo técnico, en posterior para su respectivo planteamiento de las obras en mejora y construcción.

Experiencia N°4: Asistente de Ing. Geóloga en la empresa Consorcio de Irrigación Piura(JEG y CHERO), en la obra denominado “Mejoramiento del sistema de riego Bigote, Malacasi y Buenos Aires, en el Distrito de San Juan de Bigote, Salitral y Buenos Aires, Provincia de Morropón – Departamento de Piura”, en donde estuve a cargo de ejecución de los ensayos en campo y ejecución de los informes en gabinete del estudio que corresponde a geología y geotecnia, el proyecto dio sus inicios en 18/02/2021 hasta 12/07/2021

Figura 25

Ejecución de las demarcaciones y las perforaciones a cielo abierto In Situ.



Nota. Se visualizan los trabajos de geofísica (ensayo de sondeo eléctrico vertical), mediante el cual se establece la forma en la que se distribuye la resistencia eléctrica y propiedades de los materiales que constituyen el subsuelo.

Experiencia N°5: Asistente de Ing. Geóloga en la empresa Camsa Ingenieros Sac, en el proyecto denominado “Rehabilitación de la Bocatoma Huayto en el distrito de Pativilca, provincia de Barranca, Departamento de Lima”, en donde estuve a cargo de los

ensayos en campo y realización de los informes en gabinete del estudio que corresponde a geología y geotecnia, el proyecto dio sus inicios en 03/04/2020 hasta 02/06/2020.

Figura 26

Perforaciones a cielo abierto In Situ (calicatas)



Nota. Se muestra la toma de datos In Situ, de la ejecución de las calicatas.

Figura 27

Calicatas en lugar del proyecto



Nota. Parte del trabajo evaluado en campo.

3.2. Proceso de ingreso a la empresa

Mi experiencia profesional en la empresa Juan Demetrio Espiritu Gálvez, da sus inicio cuando a principios del año 2017 en la etapa de culminación del octavo ciclo de la

carrera de ingeniería civil, ocupaba el puesto de practicante en el área que correspondía a los estudios de geotecnia, primeramente se dio inicio como asistente y ya después a comienzos del año 2020 se da inicio mi labor como bachiller en ingeniería civil, en donde ocupaba el cargo de asistente junior de la ingeniera geóloga, donde mis labores principales eran realizar visitas a campo para realizar los ensayos in situ, descripción geología, descripción estratigráfica de la zona de estudio, realizar los ensayos en laboratorio, realizar los mapas, el informe del estudio geológico y geotécnico en gabinete, el proceso se da sus inicios a medida que fui asumiendo responsabilidades que abarcan mucho compromiso en campo laboral, para ello se debería contar con una serie de instrumentos que conformen mi perfil profesional tales como la adquisición de nuevos conocimientos, habilidades y la consolidación de las mismas, con la experiencia laboral obtenida en el proceso.

Mi ingreso como parte del equipo técnico de la empresa Juan Demetrio Espiritu Gálvez, se da a comienzo del año 2017, como practicante, cuando cursaba el octavo ciclo de mi carrera profesional, el proceso se dio mediante el contacto de un colega de clases el Ing. César Reyes soto, quien laboraba en dicha empresa como Ing. Agrícola, en la especialidad de hidrología, fue el quien me comento que requerían de un practicante para el apoyo en realización de diversas actividades relacionados a la carrera de Ing. Civil para la ejecución de proyectos, y me contacto con el área de recursos humanos para sacar una cita con el gerente de la empresa para su entrevista, paso seguido logre sacar una entrevista con el gerente el cual me pregunto sobre mis habilidades, debilidades, virtudes entre otras cosas relacionadas sobre la carrera, en seguida me dijo que el día siguiente comenzaba con mis actividades en la empresa y me explico sobre mis responsabilidades como practicante, es así como me fui involucrando poco a poco y ganando más experiencia en distintas temas y áreas de la carrera y empresa.

Dentro de tantos estudios realizados se encuentra el proyecto de consultoría para la ejecución del estudio de pre inversión a nivel perfil denominado “Mejoramiento del sistema de riego sub sector Yapatera, Distrito, Chulucanas, Morropón – Departamento Piura”, en donde se ponen en evidencia los trabajos ejecutados en campo y gabinete, dando inicio desde los ensayos realizados In situ, la caracterización geológica, las perforaciones de las calicatas, toma de las muestras, ensayos en laboratorio, y la realización del mismo estudio que corresponde a geología y geotecnia, y con los resultados obtenidos hacer la idealización, el planteamiento y diseño de la estructura que contempla el proyecto.

3.3. Equipo técnico del proyecto

Lo que corresponde al personal y el equipo especializado que participo en la ejecución del proyecto denominado “Mejoramiento del sistema de riego subsector yapatera, Distrito Chulucanas, Morropón – Departamento Piura”, estuvo conformado por los siguientes profesionales.

- El Ing. Juan Demetrio Espiritu Gálvez, identificado con CIP; N°68919, cuya responsabilidad la que ocupaba fue de ser el jefe del proyecto de todos los estudios básicos y especialidades, cuyas funciones fueron de ser el responsable y el encargado de la organización, dirección, planificación, distribución y coordinar con los representantes de distintos subcontratos que son intervinientes en el proyecto.
- La Ing. Ghiovanny Aguilar Puma, identificado con CIP; N°111277, cuyo cargo dentro del proyecto fue ser la especialista en geología, cuyas funciones fueron la ejecución, visualización, exploraciones en el subsuelo, las exploraciones superficiales – profundas, la supervisión de los ensayos In Situ, laboratorio y la supervisión de la misma ejecución del estudio de geología – geotecnia.

- Bach. Bella Susy Sánchez Espinoza, cuyo cargo que ocupó en el proyecto fue, Ingeniera en campo, asumiendo la responsabilidad de la verificación de la ejecución y cumplimiento correcto de la realización de las exploraciones de las calicatas, muestreo de materiales, ensayos en In Situ, laboratorio y realización del estudio completo de geología- geotecnia con los fines de la estabilidad de cimentación y permanencia de la estructura.

Tabla 4:
Equipo técnico en el proyecto

Equipo Profesional Que Conformo El Proyecto					
Equipo en campo			Equipo gabinete		
Especialista	Cargo	Función	Especialista	Cargo	Función
Juan Demetrio Espiritu Gálvez	Jefe de Proyecto	Controlar, verificar y coordinación con los avances del Proyecto	Guadalupe Leyva	Licenciada	Postulación en el Seace
Giovany Aguilar	Ingeniera Geóloga	Supervisión de los trabajos del estudio geológico y geotécnico	Erica Calderón	Administradora	Postulación en el Seace
Rubén Fernández	Topógrafo	levantamiento topográfico en campo y realización del informe topográfico	Rafael Humani	Cadista	Informe topográfico
César Reyes Soto	Ingeniero Hidráulico	Planteamiento y diseño Hidráulico de la estructura de riego	Enrique valencia	Bachiller	Elaboración de los Mapas y planos
Bella susy Sánchez Espinoza	Bachiller	Elaboración del estudio geológico, geotécnicos	Joswer Barrientos	Bachiller	Elaboración de los planos a nivel constructivo
Andrea gamarra	Ingeniera Ambiental	Elaboración del estudio Ambiental	Amilkar Condori	Bachiller	Elaboración del estudio social

Nota. Elaboración Propia.

3.4. Explica las funciones que desempeño

Las funciones que desempeño durante la elaboración del proyecto fueron las siguientes responsabilidades:

- Coordinación e dirección al equipo técnico en campo para la ejecución y correcto cumplimiento de las labores en campo – laboratorio.
- Elaboración de los informes de campo y gabinete
- Responsable de las coordinaciones con la entidad contratante para la entrega de los estudios de acuerdo a los entregables
- Ejecución del cronograma y programación de las actividades a realizar ya sean en campo y gabinete, cumpliendo los respectivos requerimientos del proyecto.
- Contribuir con el gerente en realizar el respectivo seguimiento para la culminación del cronograma de actividades establecido en el régimen de trabajo del proyecto.
- Administración de los gastos en campo y el pago del equipo técnico
- Encargada de las coordinaciones con la movilidad para el transporte del equipo técnico en campo

3.5. Etapas de la Experiencia

3.5.1. Identificación del problema

3.5.1.1. Problema General

¿Cómo elaborar el estudio geotécnico para resguardar la estabilidad y permanencia de la cimentación para la construcción de la presa citan en el Distrito de Chulucanas – Morropón – Piura 2021?

3.5.1.1.1. Problemas específicos

- A. ¿Cuál será el contenido del Estudio Geotécnico para resguardar la estabilidad y permanencia de la cimentación para la construcción de la presa citan en el Distrito de Chulucanas – Morropón – Piura 2021?
- B. ¿De qué manera se realizan los ensayos establecidos para el Estudio Geotécnico a fin de resguardar la estabilidad y permanencia de la cimentación para la construcción de la presa citan en el Distrito de Chulucanas – Morropón – Piura 2021?
- C. ¿Cómo influye el Estudio Geotécnico en el diseño de la estructura para resguardar la estabilidad y permanencia de la cimentación para la construcción de la presa citan en el Distrito de Chulucanas – Morropón – Piura 2021?

3.5.2. Planteamiento del Objetivo

3.5.2.1. Objetivo General

- I. Elaboración del Estudio Geotécnico para resguardar la estabilidad y permanencia de la cimentación para la construcción de la presa citan en el Distrito de Chulucanas – Morropón – Piura 2021.

3.5.2.1.1. Objetivos Específicos

- A. Determinar el contenido del Estudio Geotécnico para resguardar la estabilidad y permanencia de la cimentación para la construcción de la presa citan en el Distrito de Chulucanas – Morropón – Piura 2021.
- B. Realizar los ensayos establecidos para el Estudio Geotécnico a fin de resguardar la estabilidad y permanencia de la cimentación para la construcción de la presa citan en el Distrito de Chulucanas – Morropón – Piura 2021.

C. Elaboración del Estudio Geotécnico para resguardar la estabilidad y permanencia de la cimentación para la construcción de la presa Citan en el Distrito de Chulucanas – Morropón – Piura 2021.

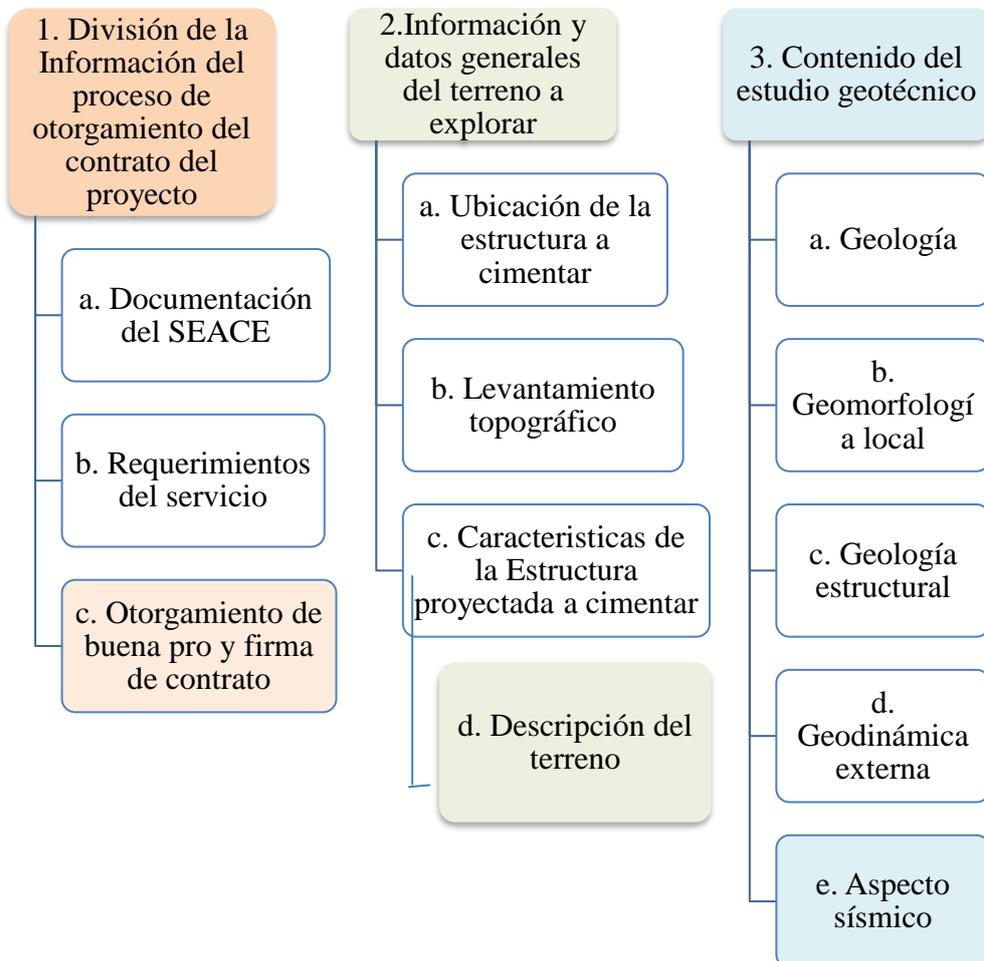
3.5.3. Planificación e Implementación de los objetivos

A. Del objetivo específico 1

a. Planificación

Figura 28

Flujograma del objetivo N°1



Nota. Elaboración Propia.

b. Implementación

1. División de la Información del Proceso de Otorgamiento del Contrato del Proyecto

a. Documentación del SEACE

Con fecha 08/03/2021, con Nomenclatura AS-SM-1-2021-PEIHAP-1, se dio la publicación de las bases para dar inicio a las labores en referente a la consultoría en la ejecución del estudio de pre inversión a nivel del perfil” Mejoramiento del sistema de riego sub sector yapatera, Distrito, Chulucanas, Morropón, departamento Piura” concurso de la cual el ganador fue la empresa Consorcio Yapatera con RUC: 10156781059, en la fecha 18/03/2021.

Figura 29

Proceso de documentación al SEACE.

Etapa	Fecha Inicio	Fecha Fin
Convocatoria	08/03/2021	08/03/2021
Registro de participantes(Electronica)	09/03/2021 00:01	17/03/2021 23:59
Formulación de consultas y observaciones(Electronica)	09/03/2021 00:01	10/03/2021 23:59
Absolución de consultas y observaciones(Electronica)	11/03/2021	15/03/2021
Integración de las Bases a través de la plataforma del seace	15/03/2021	15/03/2021
Presentación de ofertas(Electronica)	18/03/2021 00:01	18/03/2021 23:59
Evaluación y calificación EN EL AUDITORIO DE LA ENTIDAD	19/03/2021	19/03/2021
Otorgamiento de la Buena Pro A TRAVES DE MESA DE PARTES DE LA ENTIDAD	19/03/2021 08:30	19/03/2021

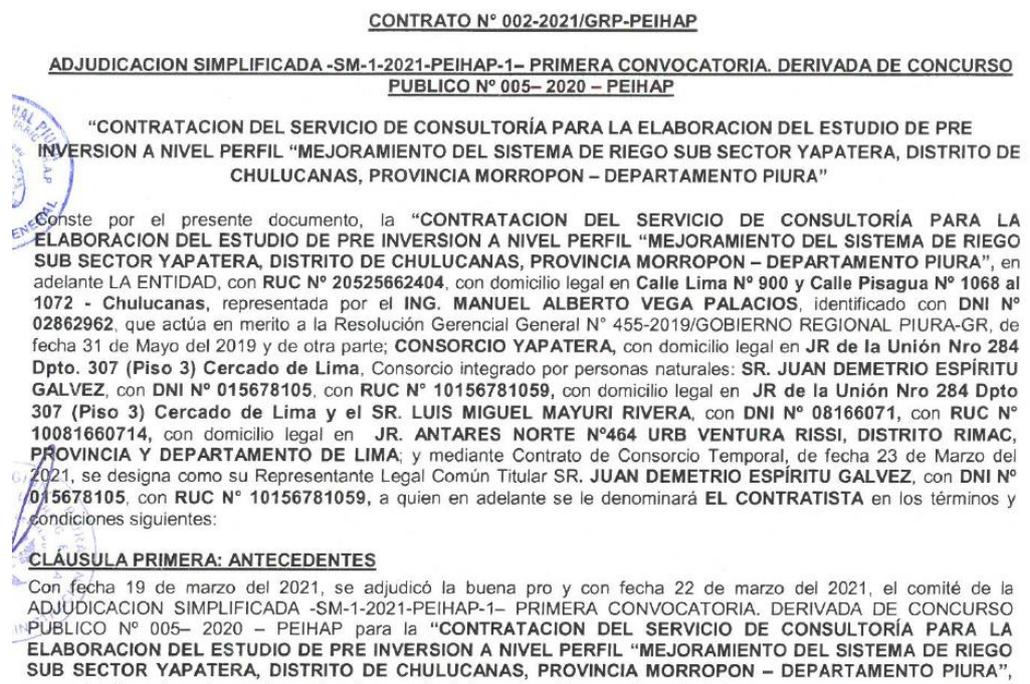
Nota. Adaptado de la entidad del estado SEACE.

b. Requerimiento del Servicio

Entre los documentos a presentar en el requerimiento para el servicio de consultoría, se presentó toda la documentación legalizada de todos los profesionales conformantes de acuerdo a la experiencia profesional obtenida.

Figura 30

Documento de requerimiento de servicio



Nota. Adaptado de la documentación presentada en la entidad y el consorcio.

c. Otorgamiento de buena Pro y firma de contrato

En el distrito de Chulucanas, siendo las 13.50 horas del día 19 de marzo del 2021, en la oficina del proyecto especial de irrigación e hidro energetico del Alto Piura, ubicado en Jirón Lima N° 219 – 221 del distrito de Chulucanas, Morropón, Piura, se reunieron los integrantes del comité de selección, designado mediante resolución gerencial general N°137 – 2020/GRP – PEIHAP, de fecha 21 de diciembre del 2020, encargada de la organización,

conducción y ejecución del proceso de la adjudicación simplificada – SM – 1 -2021 – PEIHAP – 1- Primera convocatoria derivada del concurso publico N°005 – 2020 – PEIHAP, de la “Contratación del servicio de consultoría para la elaboración del estudio de pre inversión a nivel de perfil “Mejoramiento del sistema de riego sub sector yapatera, distrito Chulucanas - Morropón - Piura”, que se hizo pública mediante el sistema SEACE, con fecha 08/03/2021. Acto seguido en la reunión el señor presidente del comité da el resultado final, dándole la Buena Pro en la Mesa a la empresa ganadora “Consortio Yapatera “, que está conformado por Juan Demetrio Espiritu Gálvez y Luis Miguel Mayurí Rivera. con ello la firma de contrato en la fecha 19/03/2021.

Figura 31

Otorgamiento de buena pro

3. -OTORGAMIENTO DE LA BUENA PRO:

Como consecuencia del resultado final, este Colegiado otorga la Buena Pro en Mesa, conforme al siguiente detalle:

EMPRESA ADJUDICADA	
POSTOR GANADOR	CONSORCIO YAPATERA Conformado por: JUAN DEMETRIO ESPIRITU GALVEZ y LUIS MIGUEL MAYURI RIVERA
RUC	10156781059
DOMICILIO LEGAL	JR SAN MARTIN N°119 DISTRITO DE PARAMONGA PROVINCIA DE BARRANCA LIMA
MONTO TOTAL ADJUDICADO	S/. 699,063.17 soles (Seiscientos noventa y nueve mil sesenta y tres con 07/100 Soles)

El otorgamiento de la Buena Pro se registrara y notificara en el SEACE.
Sin otro asunto que tratar, siendo las 16:10 horas de la misma fecha se dio por concluida la reunión, suscribiéndose la presente acta luego de ser

Nota. Adaptado de la documentación presentada al sistema SEACE.

2. Información y Datos Generales del Terreno a Explorar

a. Ubicación de la estructura a cimentar

Se ha previsto el planteamiento para la construcción de una presa revestido con geomembrana, ubicado en la parte de margen izquierda del río Yapatera, en el

sector de palo blanco, con las coordenadas E. 600586.00, N.9441172.00, se propone construir en una área irregular con el objetivo de abarcar la mayor área posible, los taludes internos y externos para la conformación del terraplén serán 2:1, las dimensiones representativas de la presa corresponden a 485m, de largo y 240m de ancho y una altura total de 15.5, con una capacidad de almacenamiento de 1.67Hm³, que mejoraría la seguridad hídrica en el sector denominado chapica campana, añadiendo a ello, contaría con la implementación de accesibilidad de los caminos, construcción de canal de trasvase y un canal de aproximación hacia el canal Chapica campana.

Figura 32

Lugar donde se va a ubicar la estructura.



Nota. Lugar de ubicación de la estructura, eje de la presa citan.

b. Levantamiento topográfico

Se efectuó la nivelación topográfica de la zona influenciada, se definió 04 puntos geodésicos georreferenciados. De acuerdo a la configuración del terreno y con la finalidad de que se pueda apreciar de mejor manera la obra proyectada en el estudio, se tomó en consideración un intervalo de curvas de nivel cada

1m, aunque en el TDR, se indica que deben estar a 0.5m en la zona de la estructura.

Figura 33

Levantamiento topográfico



Nota. Adaptado del estudio topográfico, punto de control con dron y godesia.

c. Características de la estructura proyectada a cimentar

Se proyecta la construcción de una presa revestido con geomembrana, que presentara las siguientes características; sus taludes internos y externos para la conformación del terraplén serán 2:1, las dimensiones representativas de la presa corresponden a 485m, de largo y 240m de ancho y una altura total de 15.5, con una capacidad de almacenamiento de 1.67Hm³, que mejoraría la seguridad hídrica en el sector denominado chapica campana, añadiendo a ello, contaría con la implementación de caminos de accesibilidad, construcción de canal de trasvase y canal de aproximación al canal Chapica campana. En referente a sus propiedades de mecánica de suelos presenta que su subsuelo

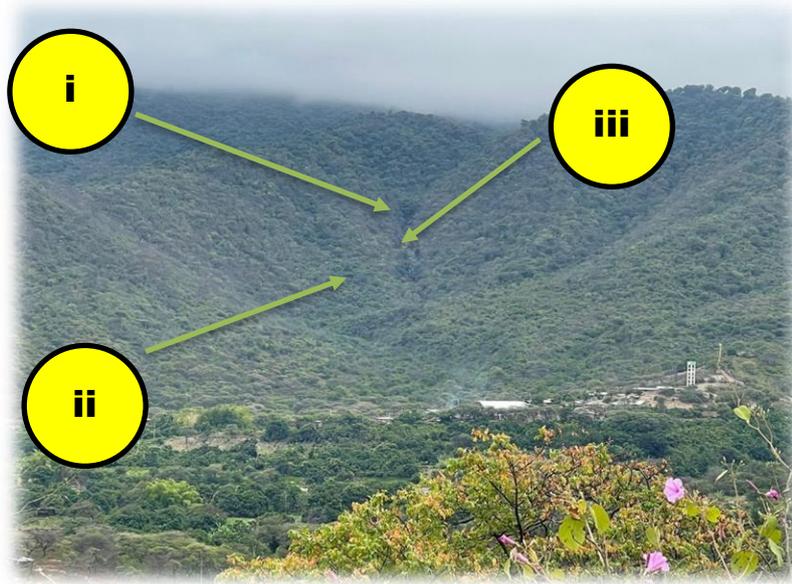
donde se va cimentar la estructura presenta materiales como gravas bien gradadas(GW), grava arcillosa(GC), arena limosa(SM), arena mal gradada(SP), son suelos no agresivos, que se encuentran por debajo de los valores permisibles, tanto en las sales solubles, cloruros y sulfato.

d. Descripción del terreno

El terreno donde a construirse se encontró libre de la presencia de agentes agresivos para la estructura, no presenta construcciones cercanas que pueden ser afectados y que impliquen tomar decisiones respecto a ello, el lugar no cuenta con un cerco perimétrico actualmente, se pudo observar que la zona presenta material suelto a consecuencia de los cortes que se realizaron tiempos atrás, deslizamiento del talud encontrado es a consecuencia del movimiento del material que se encuentra sin compactar. También se pudo evidenciar la existencia de bloques de rocas en etapa de desintegración por los alrededores del lugar, la parcela de la zona de la obra presenta pequeñas irregularidades en un aproximado de 2 metros en dirección sur – norte. Se visualiza una vía de acceso de Chulucanas al área de trabajo en un aproximado de km, con un tiempo de 25 minutos.

Figura 34

Vista panorámica del área de estudio.



Nota. Extraído del informe de geología – geotecnia (consorcio yapatera).

- i.** Lugar de emplazamiento de la estructura, su topografía presenta una pendiente moderada, se requiere la nivelación y compactación del material en ciertas partes, por otra parte, la cota con el nivel del terreno en esta zona es aceptable.
- ii.** El suelo en esta zona está constituido por material orgánico con presencia de grava arcillosa y raíces, con compacidad media con color marrón oscuro.
- iii.** Esta parte del terreno se realizará una descolmatación, debido a que se encuentra con la presencia de material acumulado, desechos y raíces de las plantas en mal estado, para su mejor estado se colocará elementos que den soporte y estabilidad a terreno de fundación de la zona.

3. Contenido del Estudio Geotécnico

a. Geología

Geología: La zona de estudio en su generalidad corresponde a un ambiente plutónico, el cual es propio de la parte baja de cordillera occidental, constituido

por granitos de textura fanerítica. Los minerales más presentes son: ortosa pertita con un porcentaje de 40% cuarzo con porcentaje de 30% y plagioclasa con 20%. La ortosa es alterable con los minerales de arcilla, los procesos externos han afectado de manera directa en la zona de estudio, dando lugar a materiales cuaternarios, los cuales cubre gran parte de la zona de interés. La zona presenta un afloramiento con secuencia de arenisca gris de grano grueso, chert volcánico porfiroide. Las unidades litológicas predominantes corresponden a la acumulación de grava y arena, envueltas en matriz limosa arcillosa, con la presencia de bolones y bloques de origen volcánico sedimentario. Las gravas presentan un $TM=0.7m$, subredondeadas, polimicticas, arena medio grano fino, cubierto en una especie de un molde limo arcilloso de color marrón con la presencia de bolones $TM=0.2m$.

Figura 35

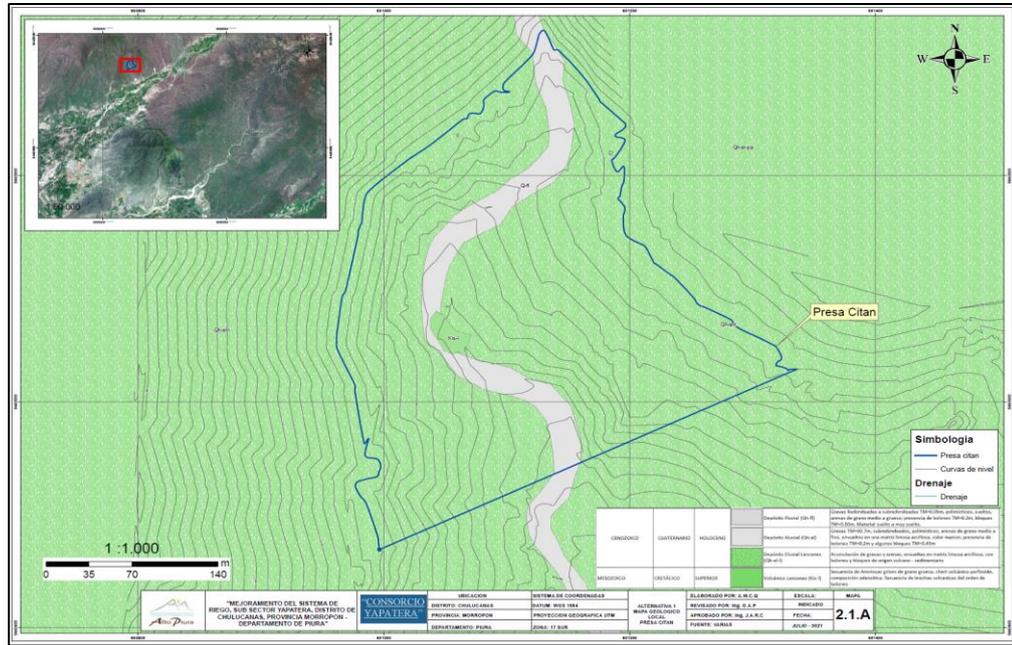
Eje Presa Citan.



Nota. Adaptado del estudio de geología (consorcio yapatera).

Figura 36

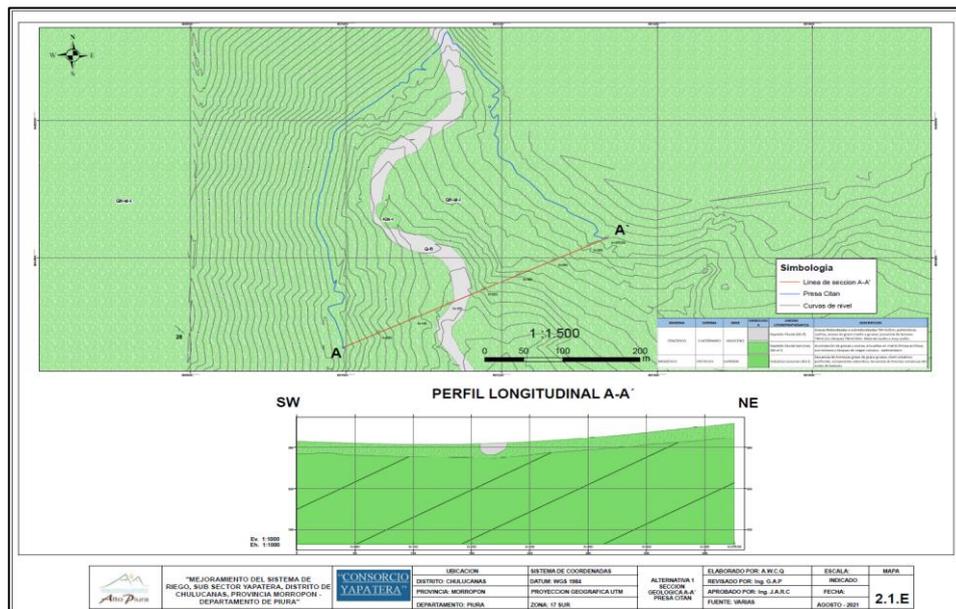
Mapa Geológico local presa citan.



Nota. Adaptado del estudio de geología (consorcio yapatera).

Figura 37

Mapa de sección presa citan.



Nota. Adaptado del estudio de geología (consorcio yapatera).

b. Geomorfología Local

Geomorfología local – presa Citan: El área en estudio corresponde a valles controlados por relieves montañosos, abanicos de piedemonte con presencia de aluvial torrencial, recostado por la colmatación de enormes bloques de masas de arena, bloques de roca con diferentes diámetros y terrazas aluviales cubierto por arbustos.

Tabla 5

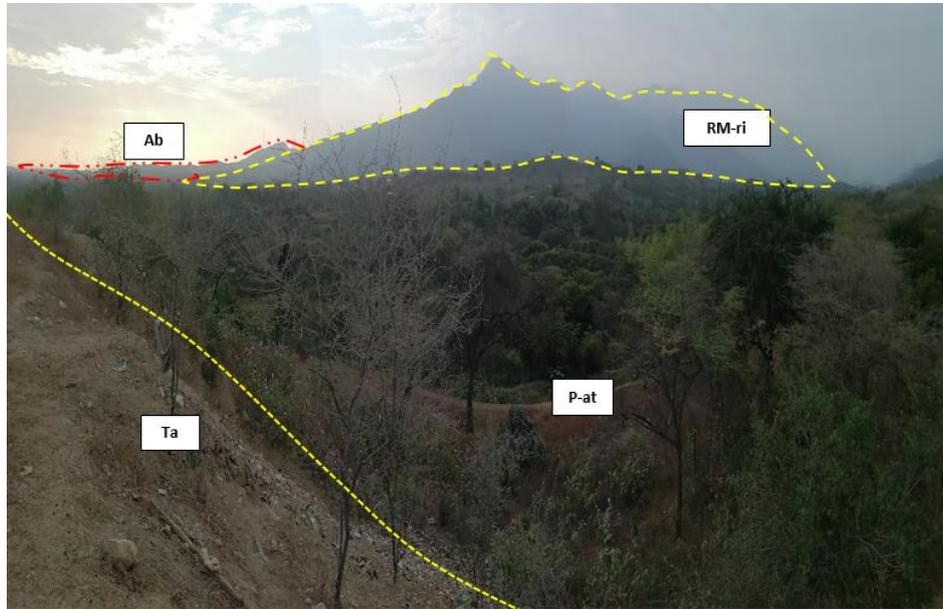
Unidades Geomorfológicas local.

Macro Unidad	Unidades Geomorfológica	Simbología	Descripción
Llanuras	Terraza aluvial	Ta	Unidad formada por las grandes crecidas, durante el pleistoceno; generado por grandes movimientos en masa, tipo flujo de detritos
Piedemonte	Abanicos de piedemonte	Ab	Corresponde a un lugar de moderada elevación, producto de la formación de pequeños pliegues observadas en el intrusivo
	Piedemonte aluvial - torrencial	P-at	Corresponde a zonas con planicies de inclinación ligera, que está ubicada de manera aislada por la parte inferior del relieve montañoso de la vertiente occidental, asociados usualmente al fenómeno de El Niño.
Montaña	Relieve montañoso en rocas intrusivas	RM-ri	Zona montañosa de moderada a fuertemente elevada, comprende básicamente el intrusivo Paltashiac q forma parte de la Cordillera Occidental

Nota. Adaptado del estudio de geología – INGEMMET.

Figura 38

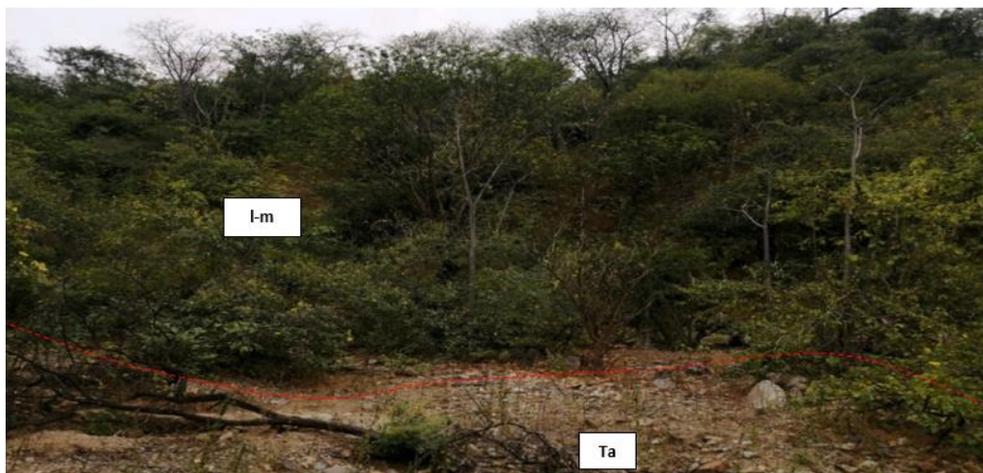
Geomorfología del área en estudio.



Nota. Adaptado del estudio de geología – INGEMMET.

Figura 39

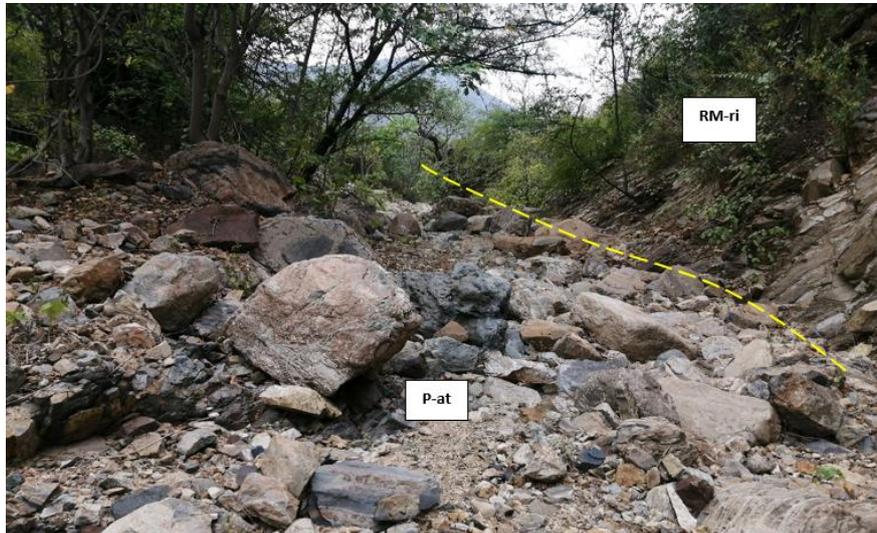
Zona de embalse – presa Citan



Nota. Se visualiza que en ambos márgenes hay laderas de montañas (I-m), con pendiente 15° a 20°, con presencia de terrazas aluviales (Ta), con pendiente de 5° - 10°, cauce con predominancia de material detrítico, aluvial torrencial (gravas – arenas), bloque de roca de TM = 2.00m a más.

Figura 40

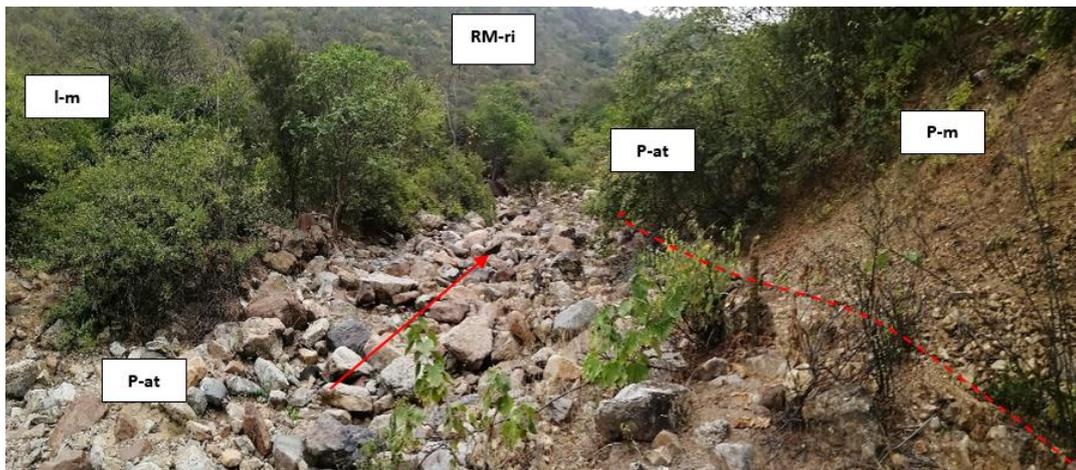
Zona de embalse – citan.



Nota. Se puede visualizar la presencia de terraza aluvial y hacia el lado derecho se aprecia el granito fracturado.

Figura 41

Eje de presa citan – Zona de cierre.



Nota: Se puede observar que las unidades predominantes en la zona de cierre corresponden al relieve montañoso de rocas intrusivas (RM – ri), con elevaciones que oscilan entre los 25° - 28° y las unidades que presentan menor pendiente identificadas son ; terrazas aluviales (Ta), con pendiente de 5° - 10° y el cauce aluvial torrencial (P-at), con pendientes de 5° - 8°

de forma algo onduladas , con la predominancia de gravas , arenas, cantos y bloques de roca con diámetros variables ,debido a la causa de variedad , esto puede ser empleado como base de acumulación del material rocoso. Se evidencia que en el eje de la presa se aprecia el tipo de relieve montañoso de rocas intrusivas y cauce aluvial torrencial.

c. Geología estructural Regional

Geología estructural regional: Su geología estructural está influenciado de acuerdo a su ubicación dentro del país, donde al momento de planificar la construcción de estructuras se provee el desarrollo de la parte geométrica de la cuenca mesozoica, donde el depósito de las unidades geológicas están afectadas por la tectogenesis andina, la zona o grupo estructural, que se desarrollan de una manera muy particular para cada cuenca, a consecuencia de ello se le es llamado con el nombre de sinclinorio de lancanes, lugar de presencia de posibles corrimientos de Ñaupe y estructuralmente perteneciente a huancabamba.

d. Geodinámica Externa

Geodinámica Externa: La actividad geodinámica está restringida a la caída de bloques, debido al tipo de litología, no se evidenciaron presencia de humedad, pero si la presencia de extensa vegetación del tipo residual en estado seco. Por última instancia se debe considerar la presencia de pequeñas quebradas, las cuales deben ser consideradas como factores que podrían desencadenar el movimiento en masa.

Figura 42

Geodinámica de la presa citan



Nota. Se puede visualizar la presencia de bloques de origen ígneo que se encuentran en la zona.

Figura 43

Geodinámica en el vaso de la presa citan – cubierto por cobertura vegetal.



Nota. Adaptado del estudio de geología (consorcio yapatera).

e. Aspecto sísmico

Aspecto sísmico: Dando énfasis a (Norma peruana, 2016), que zonifico al territorio nacional en 4 zonas sísmicas, en tal sentido la zona del proyecto a

trabajar pertenece a zona 4, con $Z= 0.45$, considerando que la actividad sísmica en casi permanente y que influye en el diseño de la estructura, en este caso se considera las condiciones sísmicas a mediana intensidad con aceleración máxima del 10% en un periodo de retorno de 50 años.

$$V = \frac{ZUCS}{R} P ; Z = 0.45, U = 1.5, C = 2.5, S = 1.05$$

Tabla 6:

Valores para los distintos tipos de perfiles de suelo.

Valores para cada perfil del material			
Perfil	V_s	\bar{N}_{60}	S_u
S_0	> 1500 m/s	-	-
S_1	500 m/s a 1500 m/s	>50	>100 kPa
S_2	180 m/s a 500 m/s	15 a 50	50 kPa a 100 kPa
S_3	< 180 m/s	< 15	25 kPa a 50 kPa
S_4	Clasificación basada en el EMS		

Nota. Adaptado (Sencico & Norma E.050 Suelos y Cimentaciones, 2020)“DISEÑO

SISMORRESISTENTE”

Tabla 7:

Factor de suelo “S”

Factor De Suelo “S”				
Zona\Suelo	S_0	S_1	S_2	S_3
Z_4	0,80	1,00	1,05	1,10
Z_3	0,80	1,00	1,15	1,20
Z_2	0,80	1,00	1,20	1,40
Z_1	0,80	1,00	1,60	2,00

Nota. Adaptado (Sencico & Norma E.050 Suelos y Cimentaciones, 2020)“DISEÑO

SISMORRESISTENTE”.

$R = 6$, sistema estructural según el material utilizado, siendo el coeficiente de reducción de la fuerza sísmica.

$$v = \frac{0.45 \times 1.5 \times 2.5 \times 1.05}{6}$$

$$v = 0.295.g$$

De acuerdo a los resultados, se estima como parámetro de diseño, para una intensidad de VIII a X grados de la escala de mercalli un rango de valores de aceleración máxima de 0.45, un rango de aceleración efectiva de 0.30g.

Tabla 8:

Parámetros del sitio de proyecto

	Períodos “Tp” Y “TL”			
	Perfil de suelo			
	S_0	S_1	S_2	S_3
Tp (S)	0,3	0,4	0,6	1,0
TL (S)	3,0	2,5	2,0	1,6

Nota. Adaptado del (Sencico & Norma E.050 Suelos y Cimentaciones, 2020),

SISMORRESISTENTE”.

De acuerdo a las normas de diseño sismo resistente del reglamento nacional De construcciones, el suelo de cimentación del área de proyecto corresponde a suelos intermedios tipo S2, con periodo predominante $T_p(s) = 0.6$ y factor de

Amplificación del suelo $T_l(s) = 2.0$

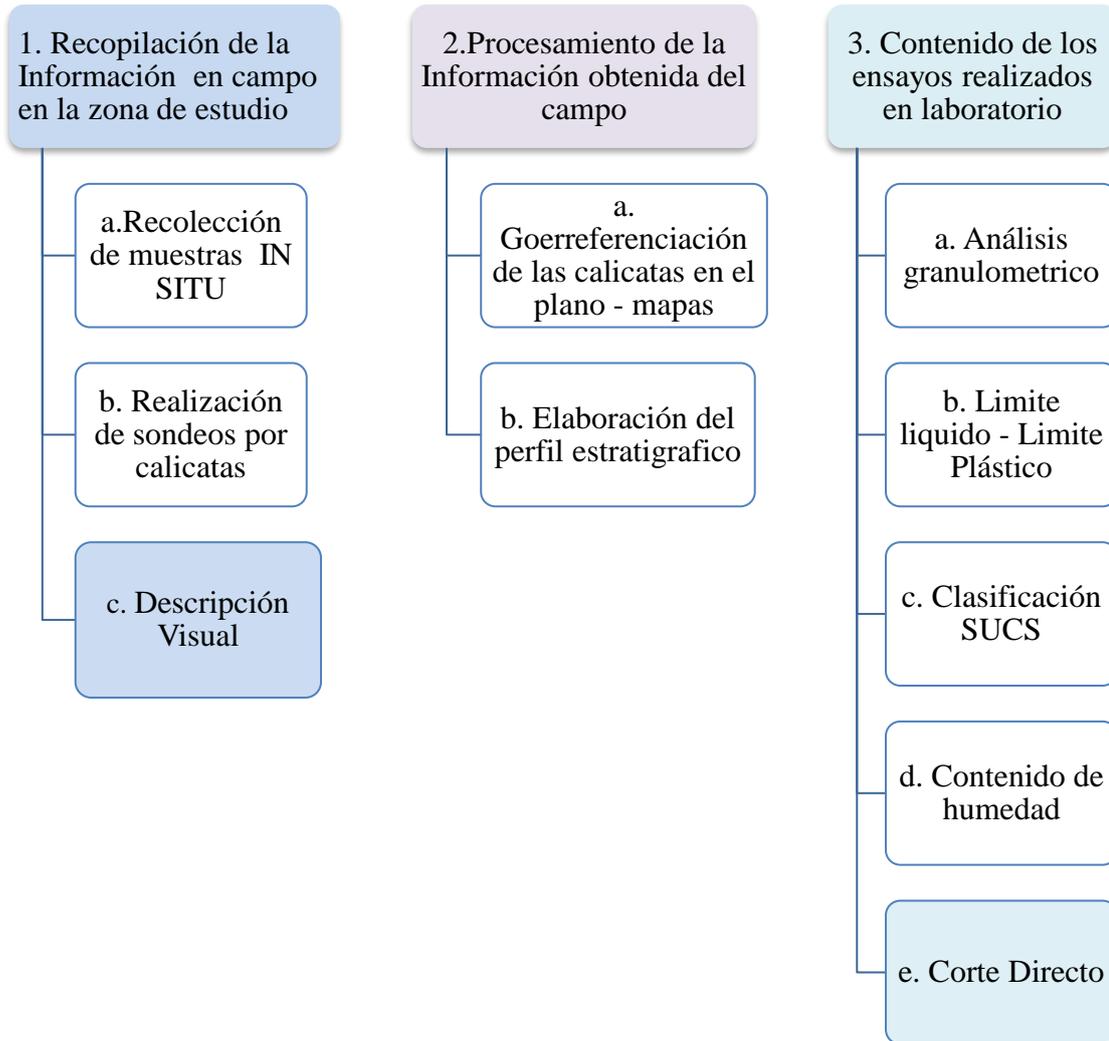
En referencia a la aceleración máxima le corresponde; 0.32g a 0.34. g

B. Del objetivo específico 2

a. Planificación

Figura 44

Flujograma del objetivo N°2



Nota. Elaboración propia.

b. Implementación

1. Recopilación de la Información en Campo en la zona de Estudio

a. Recolección de muestras In Situ

La obtención de cada muestra in situ se realizó teniendo en consideración las recomendaciones de (Sencico & Norma E.050 Suelos y Cimentaciones, 2020), la cantidad de las muestras a obtener, está en función al tamaño de las muestras y el tipo de ensayo a realizar. En los materiales arcillosos, arenosos, la cantidad suficiente es de 3 kilos de acuerdo a la norma E.050.

b. Realización de sondeos por calicatas

Calicatas (exploración directa a cielo abierto)

Con el objetivo de obtener las propiedades físicas, mecánicas y químicas del material correspondiente al lugar de fundación de la estructura, fue necesario efectuar el sondeo de calicatas (04 calicatas en la presa citán), con profundidad de 1.50m a 3.00 m hasta encontrarse con la presencia de nivel freático en BD – 1 a 1.20m.

Figura 45

Exploración a cielo abierto In Situ



Nota. Adaptado de tofos de campo del equipo técnico.

Cantidad y ubicación

Se ha realizado la descripción del perfil del material explorado, muestreo y extracción del material de suelo en cada calicata aperturada, con estas muestras representativas se ejecutaron los ensayos del laboratorio, tal como se muestra en la tabla n°9.

Tabla 9:

Ubicación de calicatas en presa citán

Estructura	Calicata	Prof.	Este	Norte	Altitud (msnm)
Presa Citan	CPC-1	1.20	601048.0	9443473.0	293
	CPC-2	1.50	601132.0	9443531.0	265
	CPC-3	1.75	601234.0	9443575.0	280
	CPC-4	1.60	601156.0	9443489.0	260

Nota. Elaboración propia.

Calicata N°1(CPC – 1):

Se realizó a una altura de 0.00 a 0.40m, material constituido básicamente orgánicos con presencia de grava y raíces, compacidad media, de color marrón oscuro.

A profundidad de 0.40 a 1.20m, suelo constituido por grava arcillosa, plasticidad media a alta, compacidad dura, color marrón, sub angular, polimictico con porcentajes de G = 51.7%, Ar = 16.2%, F = 32.1% y contenido de humedad de 11.72%.

Figura 46

Calicata presa citán(CPC -1).



Nota. Se visualizan la ejecución de CPC-1 In Situ, para obtener la muestra, realizado con el equipo técnico en campo, Fotografía del equipo técnico en campo.

Calicata N°2 (CPC – 2)

Se realizó a profundidad de 0.00 a 1.80m, de lo cual se pudo observar que el material está constituido por Grava Arcillosa, plasticidad media a alta, compacidad baja, color marrón, sub angular, polimicticio, con porcentajes de $G = 65\%$, $Ar = 13.9\%$, $F = 21.1\%$ y contenido de humedad de 2.93%.

Figura 47

Calicata presa citán (CPC-2).



Nota. Ejecución de CPC-2 In Situ, para obtener la muestra, realizado con el equipo técnico en campo, Fotografía del equipo técnico en campo.

Calicata N°3(PCP – 3)

A una profundidad de 0.00 a 0.80m se observa un suelo que está constituido por gravas, arcilla, raíces y material orgánico material, compacidad media de color marrón oscuro, a la perforación de 0.40 a 1.20m, se evidencia un suelo constituido por grava arcillosa, plasticidad media a alta, compacidad dura, color marrón, sub angular, polimictico, con porcentajes de $G = 18.1\%$, $Ar = 7.7\%$, $F = 74.2\%$ y contenido de humedad de 5.75%.

Figura 48

calicata presa citan (CPC – 4).



Nota. Se visualizan la ejecución de CPC -4 In Situ, para obtener la muestra, realizado con el equipo técnico en campo, Fotografía del equipo técnico en campo.

Calicata N°4(CPC – 4)

A una profundidad de 0.00 a 0.50m se observa un suelo que está constituido por material orgánico, con presencia de grava arcillosa y raíces, compacidad baja húmedo de color marrón oscuro, heterogéneo sub angular a la perforación de 0.50 a 1.50m, se evidencia un suelo constituido por arena arcillosa, con bolones $TM = 0.80m$ sub redondeadas a sub angular, plasticidad baja, compacidad media, con porcentajes de $G = 43.5\%$, $Ar = 44.2\%$, $F = 12.3\%$ y contenido de humedad de 2.54% .

c. Descripción Visual

En lo siguiente se ha determinado conocer de manera visual la descripción del sitio donde se proyecta la construcción de la obra, tomando las consideraciones mínimas, las características con las que cuenta el lugar de ubicación de la presa citán, que comprende la identificación de las condiciones físicas, químicas y mecánicas en las que se encuentra el material de la zona en estudio, para ello es necesario realizar ensayos en laboratorio y en In Situ (visual, contacto con el material, perfil estratigráfico). La verificación en laboratorio fue efectuada mediante; granulometría, clasificación, caracterización, límites, humedad, peso

específico, capacidad última, capacidad admisible, cohesión y corte directo, cada uno de ellos de acuerdo a la normativa que lo corresponde.

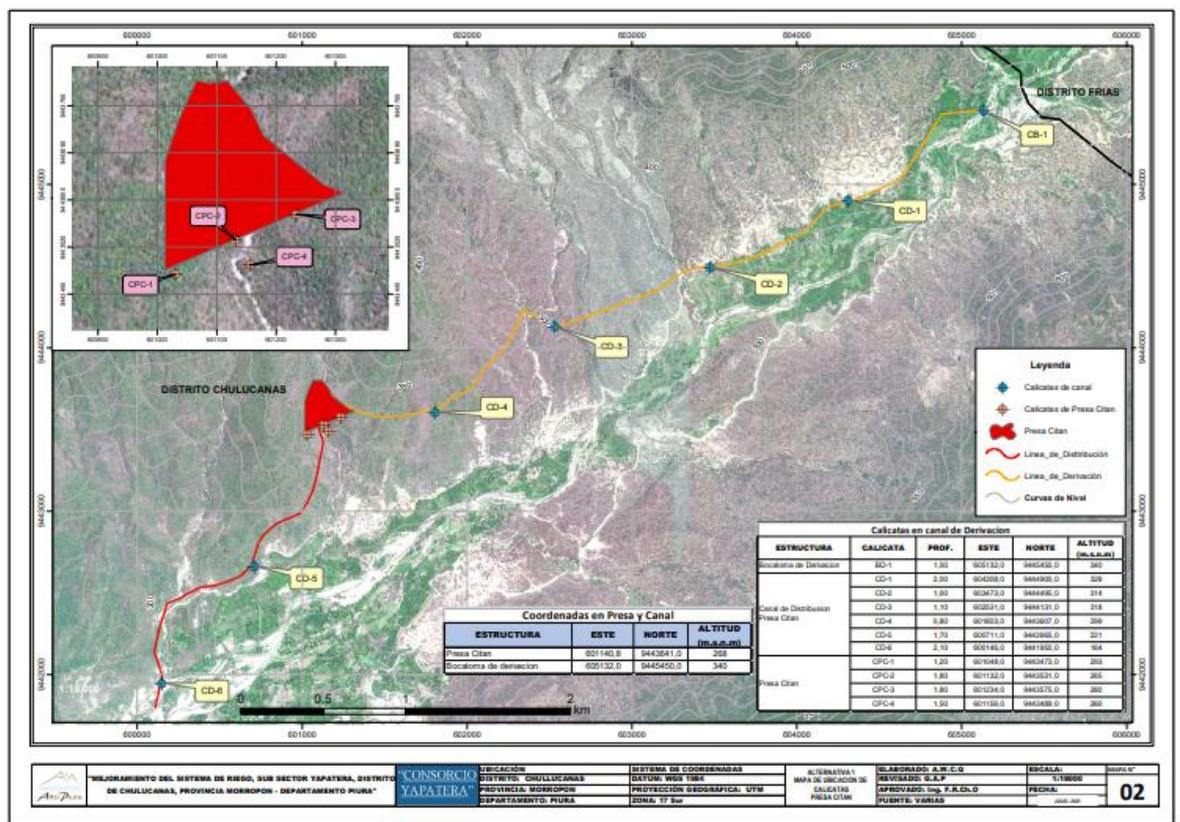
2. Procesamiento de la Información Obtenida de Campo

a. Georreferenciación de las calicatas en el plano – mapas

Se han georreferenciado en mapa y plano, la ubicación de las calicatas de las perforaciones efectuadas en campo.

Figura 49

Mapa de ubicación de las calicatas



Nota. Extraído del estudio geotécnico del consorcio yapatera.

b. Realización del perfil estratigráfico

Perfil estratigráfico – presa citán

La definición estratigráfica del material se efectuó siguiendo las consideraciones de norma ASTM- D- 2488, aplicando la terminología

recomendada D – 653 y la obtención de muestras según ASTM D – 420, tal como se visualiza el perfil estratigráfico.

Figura 50

Perfil estratigráfico.

Alto Piura		REGISTRO DE CALICATAS				"CONSORCIO YAPATERA"	
PROYECTO		PROYECTO ESPECIAL DE IRRIGACIÓN E HIDROENERGETICO DEL ALTO PIURA				Eje de la Presa Citán	
UBICACIÓN		MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE RIEGO SUB SECTOR YAPATERA, DISTRITO DE CHULUCANAS, PROVINCIA DE MORROPON - DEPARTAMENTO DE PIURA				CALICATA N°	
PROF CALICATA (m)		1.00		DIMENSION DE CALICATA:		1.2mx1.50m	
COORDENADAS		UTM		ESTE		NORTE	
NIVEL FREATICO		WGS84 -17M		605132		9445450	
FECHA:		07/06/2021		Eje-1			
PROFUNDIDAD	SIMBOLOGIA	SUCS ASSHT	DESCRIPCIÓN			MUESTRA	ENSAYO IN SITU
0.70m		MH	Suelo organico arenoso, con presencia de raíces				
1.00m		SP A-1-a(0)	Suelo constituido por arena pobremente gradada, compactada baja, color gris. Con porcentajes de S=41.0%, Ar=54.4%, F=4% y contenido de humedad 3.93%			M-1	
OBSERVACIONE Presencia de bloque de Roca, imposibilita el avance de la excavación							
							

Nota. Adaptado de los resultados obtenidos del ensayo en laboratorio (EGEL, 2021).

c. Elaboración del estudio geológico – geotécnico

La realización del estudio geológico – geotécnico, se arma en gabinete tomando todos los datos recolectados en campo, se comienza con la georreferenciación de la zona del proyecto en mapas, planos y google Eart.

3. Contenido de los ensayos realizados en el laboratorio

Ensayos de Laboratorio

La descripción estratigráfica del material explorado se realizó según ASTM, seguido de D-2488, aplicando las recomendaciones de D-653 y la obtención de muestras de acuerdo a ASTM D-420.

Ensayos estándar:

- Identificación de manera visual (ASTM D – 2488)
- Análisis granulométrico por tamizado (ASTM D – 422)
- Límites de Atterberg (líquido y plástico) (ASTM D – 4318)
- Clasificación de suelos, sistemas SUCS (ASTM D – 2487)
- Humedad (ASTM D – 2216)
- Análisis químico

Ensayos especiales:

- Corte directo (ASTM D – 3080).

a. Análisis granulométrico

Granulometría: Se ha desarrollado el análisis mecánico por tamizado.

Figura 51

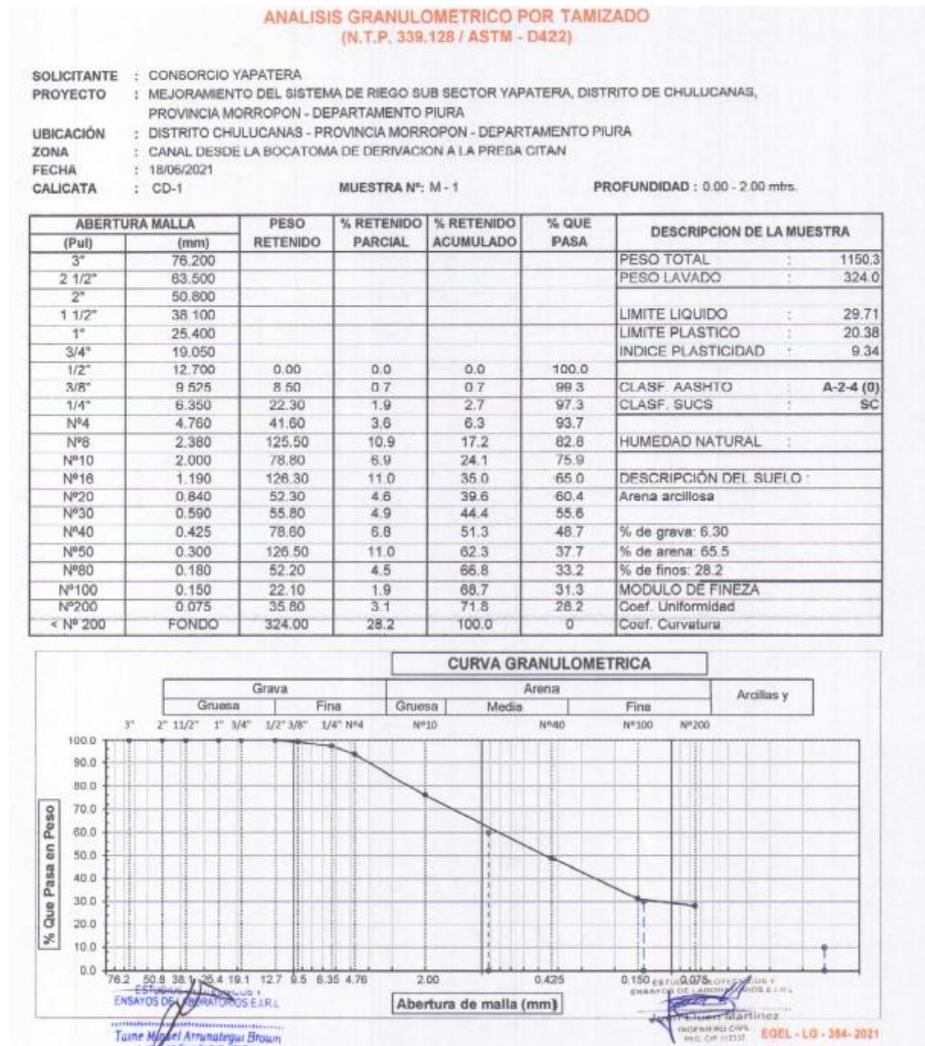
Ensayo por tamizado en laboratorio



Nota. Se visualiza el proceso de la ejecución del ensayo de tamizado de materiales.

Figura 52

Resultado del ensayo análisis granulométrico



Nota. Adaptado de la fuente del laboratorio de los ensayos efectuados (EGEL, 2021).

b. Limite liquido – limite plástico

Consistencia del material: En el ensayo efectuado están considerados la determinación de los límites de Atterberg, consistencia en el Limite Liquido (LL), limite plástico (LP), y el cálculo de índice de plasticidad ($IP = LL - LP$).

Figura 53

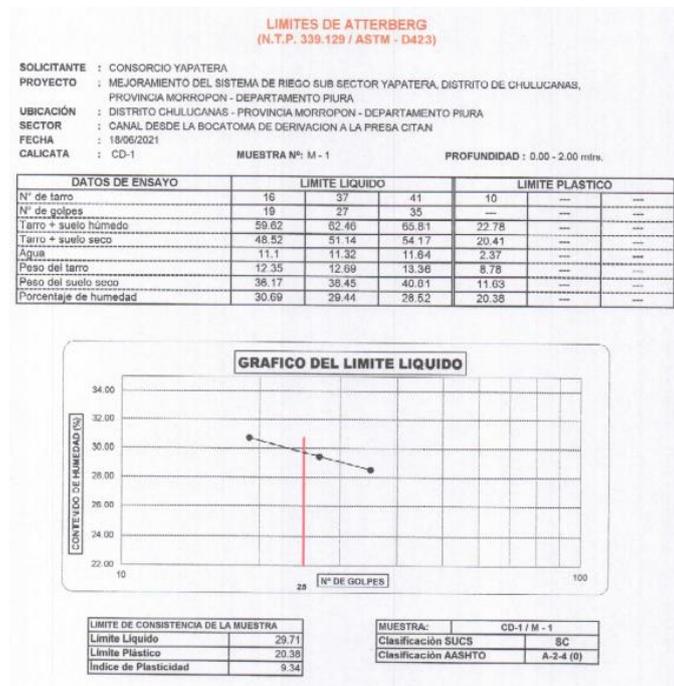
Ensayo limite liquido – plástico



Nota. Se visualiza el manipúlelo del material mediante la verificación del procedimiento de la ejecución de limite liquido – plástico.

Figura 54

Resultado del ensayo límite de atterberg



Nota. Obtenido del fuente de laboratorio (EGEL, 2021).

c. Clasificación SUCS

Se han clasificado a los materiales de acuerdo a las normativas de AASHTO.

Tabla 10:

Resultado de los ensayos en calicatas de represa.

Estructura	Calicata	Prof.	Grava	Arena	Finos	clasif Sucs	Lim. Líquido	Lim. Plástico	Ip	Humedad
Presa Citan	CPC-1	1.20	51.7	16.2	32.1	GC	41.73	22.40	19.33	11.72
	CPC-2	1.80	65	13.9	21.1	GC	43.79	23.17	20.62	2.93
	CPC-3	1.80	18.1	7.7	74.2	CL	35.89	20.22	15.67	5.75
	CPC-4	1.50	43.5	44.2	12.3	SC	28.65	20.82	7.83	2.54

Nota. Se puede visualizar los valores hallados mediante el ensayo efectuado en laboratorio, por defecto el material está constituido de arcillas de baja plasticidad (CL), Arenas arcillosas (SC) y gravas arcillosas (GC).

d. Contenido de humedad

Humedades Naturales: Este ensayo es un método estandarizado para hallar la humedad del material en el instante de su extracción. En vista de la subsecuente alteración de humedades durante el periodo de estudio, el procedimiento se ha ejecutado en forma empírica en campo. Sin embargo, en laboratorio se han ejecutado ensayos estandarizados en la gran mayoría de especímenes.

Figura 55

Resultado del ensayo contenido de humedad

HUMEDAD NATURAL ASTM D - 2216				
SOLICITANTE : CONSORCIO YAPATERA				
PROYECTO : MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE RIEGO SUB SECTOR YAPATERA, DISTRITO DE CHULUCANAS PROVINCIA DE MORROPÓN - DEPARTAMENTO DE PIURA				
UBICACIÓN : DISTRITO CHULUCANAS - PROVINCIA MORROPON - DEPARTAMENTO PIURA				
FECHA : 18/06/2021				
ZONA	CANAL DESDE LA BOCATOMA DE DERIV A LA PRESA CITAN			
CALICATA	CD-1	CD-2	CD-3	CD-4
MUESTRA	M - 1	M - 1	M - 1	M - 1
PROFUNDIDAD	0.00 - 2.00	0.00 - 1.00	0.00 - 1.10	0.00 - 0.80
Nº Recipiente	97	55	71	106
Peso Suelo Húmedo + Recipiente	286.40	203.70	168.70	215.30
Peso Suelo Seco + Recipiente	278.70	200.10	163.30	211.30
Peso del Agua	7.70	3.60	5.40	4.00
Peso Recipiente	39.30	23.50	9.30	11.80
Peso Suelo Seco	239.40	176.60	154.00	199.50
Porcentaje de Humedad	3.22%	2.04%	3.61%	2.01%
ZONA	CANAL DESDE LA BOCATOMA DE DERIV A LA PRESA CITAN			
CALICATA	CD-5	CD-6		
MUESTRA	M - 1	M-1		
PROFUNDIDAD	0.00 - 1.70	0.00 - 2.10		
Nº Recipiente	75	44		
Peso Suelo Húmedo + Recipiente	358.10	434.90		
Peso Suelo Seco + Recipiente	327.70	416.50		
Peso del Agua	30.40	18.40		
Peso Recipiente	38.90	41.10		
Peso Suelo Seco	288.80	375.40		
Porcentaje de Humedad	10.53%	4.90%		
ZONA				
CALICATA				
MUESTRA				
PROFUNDIDAD				
Nº Recipiente				
Peso Suelo Húmedo + Recipiente				
Peso Suelo Seco + Recipiente				
Peso del Agua				
Peso Recipiente				
Peso Suelo Seco				
Porcentaje de Humedad				

EGEL - 0126B - HN - 2021

Nota. Adaptado de la fuente de laboratorio (EGEL, 2021).

e. Corte directo

Corte directo: El ensayo fue ejecutado para hallar los valores de cohesión y Angulo de fricción del material analizado, con cuyas conclusiones se infiere su adecuada calidad para los fines propuestos. Asimismo, mediante

los valores obtenidos se ha podido identificar las propiedades de los suelos en el área propuestas.

Tabla 11:

Resultado de corte directo calicatas represa.

Calicata	Estructura	Prof.	Clasif. Sucs	Densidad G/Cm3	Cohesion Kg/Cm ²	Ángulo De Fricción Interna
CPC-2	Presa Citan	1.80	GC	1.79	0.34	16.50
CPC-4		1.50	SC	1.66	0.35	14.20

Nota. Se muestran que corresponden a la verificación de corte directo que corresponden a las calicatas CPC-2, CPC-4, que son factores que comprende a Angulo de fricción y cohesión. Elaboración propia.

f. Ensayos Químicos:

Los ensayos ejecutados para la determinación de los agentes químicos en el material son:

- Contenido de Cloruro Soluble de materiales y agua, ASTM T291
- Contenido de Sulfato Soluble en suelos y agua subterránea ASTM T290
- Sales Solubles Totales en suelos y agua subterránea, NTP 339.152:2002

Se han realizado ensayos químicos al suelo con muestras representativas de las siguientes calicatas, con la finalidad de verificar los agentes agresivos al concreto armado.

En tanto al resultado correspondiente a los ensayos químicos se ubican en el anexo n°1.

Figura 56

Resultado análisis químico del suelo

ANALISIS QUIMICO DEL SUELO					
SOLICITANTE	:	CONSORCIO YAPATERA			
PROYECTO	:	MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE RIEGO SUB SECTOR YAPATERA, DISTRITO DE CHULUCANAS, PROVINCIA MORROPON - DEPARTAMENTO PIURA			
UBICACIÓN	:	DISTRITO CHULUCANAS - PROVINCIA MORROPON - DEPARTAMENTO PIURA			
CERTIFICADO N°	:	EGEL - LG- 0198 - AQS - 2021			
ZONA	:	BOCATOMA DE DERIVACION			
FECHA	:	29/06/2021			

RESULTADOS DE LABORATORIO					
CALICATA	PROF, (m)	P.P.M.			
		PH	Sales Totales	Cloruros	Sulfatos
BD-1	0.00 - 1.00	7.2	275.5	174.2	56.6

Nota. Adaptado de los resultados obtenidos del ensayo en laboratorio (EGEL, 2021).

Tabla 12:

Resultados de ensayos Químicos

Calicata	Prof.	Sst (Ppm)	Cloruros (Ppm)	Sulfatos (Ppm)
BD-1	1.00	275.5	174.2	56.6

Nota. Se visualizan los resultados obtenidos del ensayo químicos en laboratorio que son valores de cloruros, sulfato y sales en los materiales. Elaboración propia

Ensayos Especiales de Laboratorio:

Se extrajeron las muestras del lugar donde se ubicará la infraestructura, paso seguido se verifico las propiedades y características en el laboratorio, mediante ello se determinó los factores a emplearse en el diseño que son;, ángulo de fricción (ϕ) y cohesión (c), que también las mismas que serán empleados en el cálculo de capacidad de carga admisible, cumpliendo las exigencias de la norma ASTM D – 3080, para

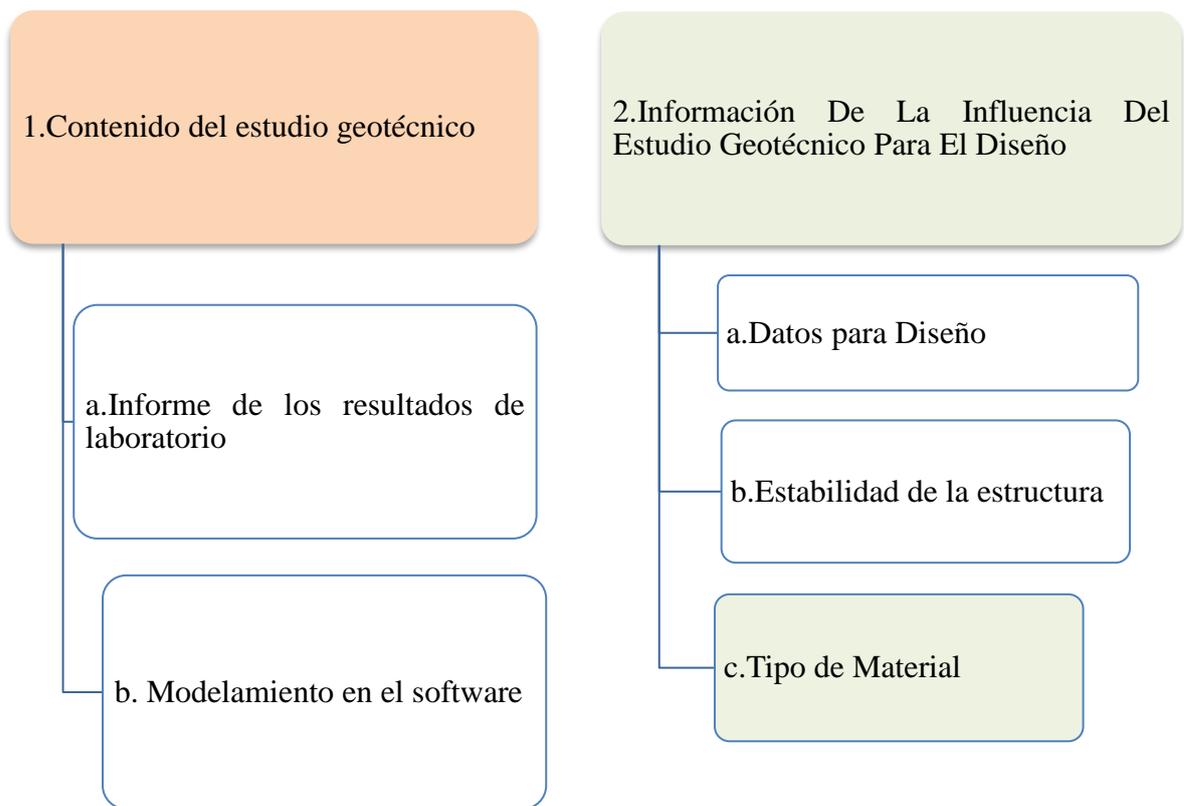
ver el comportamiento de los suelos y así establecer los diseños correspondientes de su aplicación estructural o como material de construcción.

C. Del objetivo específico 3

a. Planificación

Figura 57

Flujograma del objetivo específico 3.



Nota. Elaboración propia.

b. Implementación

1. Contenido del estudio Geotécnico

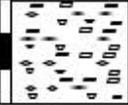
a. Informe de los resultados de laboratorio

El informe comprende básicamente la verificación de los trabajos ejecutados a las muestras extraídas del campo, en donde se presentan todas las propiedades y características de los materiales, siendo estos de suma importancia para la manifestación de la estructura a lo largo de su vida útil. La propiedad física de cada material es de gran utilidad en la ejecución de cada obra civil, puesto que se obtiene de una manera sencilla, mediante perforaciones a cielo abierto a una cierta profundidad que considera el especialista encargado, debido a que la manifestación y resistencia de cada material en la construcción depende de ello. Para tal caso los ensayos efectuados son; análisis granulométrico, límites de atterbeg, humedad, análisis químico y corte directo, de las muestras correspondientes al eje de la presa citán, en su totalidad se realizaron una cantidad de 4 calicatas y los resultados de dichos análisis se evidencian en los anexos.

Perfil Estratigráfico.

Figura 58

Perfil estratigráfico en el eje de la presa citán.

		REGISTRO DE CALICATAS				
PROYECTO		PROYECTO ESPECIAL DE IRRIGACIÓN E HIDROENERGETICO DEL ALTO PIURA			Eje-1	
UBICACIÓN		Eje de la Presa Citán			CALICATA N°	
PROF CALICATA (m)	1.00	DIMENSION DE CALICATA:		1.2mx1.50m	Eje-1	
COORDENADAS	UTM	ESTE	NORTE	FECHA:		
	WGS84 -17M	805132	9445450	07/06/2021		
NIVEL FREATICO						
PROFUNDIDAD	SIMBOLOGIA	SUCS ASSHT	DESCRIPCIÓN	MUESTRA	EN SAYO IN SITU	
0.70m		MH	Suelo organico arenoso, con presencia de raices			
1.00m		SF A-1 a(0)	Suelo constituido por arena pobremente gradada, compactad baja, color gris. Con porcentajes de G=41.6%, Ar=54.4%, F=4% y contenido de humedad 3.93%	M-1		
OBSERVACIONE Presencia de bloque de Roca, imposibilita el avance de la excavación						
						

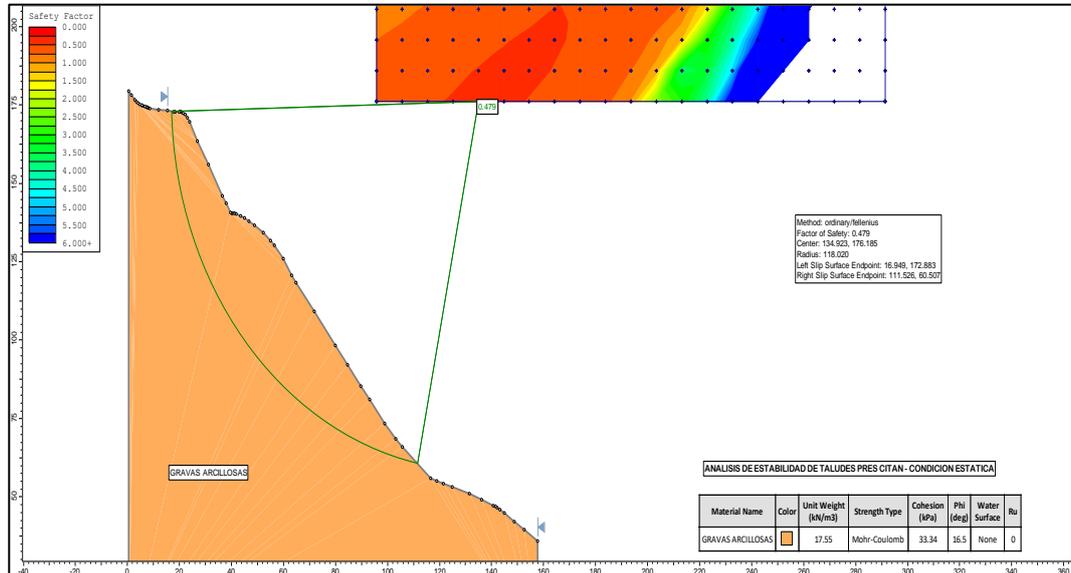
Nota. Adaptado de los resultados obtenidos del ensayo en laboratorio (EGEL, 2021).

b. Modelamiento en el software

El análisis del talud en el software fue verificado mediante la ayuda del método Bishop simplificado, puesto que con esto se logra hallar la resistencia al deslizamiento de un talud, considerando una idea de que exista una relación con el mecanismo de falla, condición de equilibrio, nivel freático y resistencia cortante.

Figura 59

Modelamiento en el software slide.



Nota. Adaptado del procesamiento del software slid.

Software empleado para el análisis: El análisis fue efectuado mediante el software Slide v.06, el factor de posible falla se determinó con el método de Bishop, en donde se analizó el talud en la zona más crítica que corresponde a la presa Citan, con el cual se determinó que tanto puede resistir mediante la presencia de un deslizamiento, tomando en consideración ciertos parámetros relacionados para dicho análisis que pueden ser; ángulo de fricción, cohesión peso específico, condiciones de equilibrio, nivel freático y resistencia cortante. Para la cimentación se tomó los factores de capacidad de carga.

Figura 60

Fórmula para determinar la estabilidad del talud

$$q_u = S_c C N_c + S_\gamma \frac{1}{2} \gamma B N_\gamma + S_q + D_f N_q; q_{ad} = \frac{q_u}{F_s}$$

Donde:

q_u = Carga última

q_{ad} = Capacidad admisible de carga

γ = Densidad bajo la cimentación

B = Ancho de cimiento corrido

D_f = Profundidad de cimentación

N_c, N_q, N_γ = Los parámetros que están en función de (ϕ)

S_c, S_γ, S_q = Parámetros de factor forma

A continuación, se da a conocer el ancho de cimentación, profundidad y la capacidad de carga admisible.

Tabla 13:

Resultados de capacidad admisible CPC – 2 Citan.

Capacidad Portante Cpc-2 Presa Citan												
B	Df	y	C	f	N _c	N _q	N _γ	S _c	S _q	S _γ	qu	Q.adm
m	m	gr/cm ³	Kg/cm ²	o		q'	y'	c'	q'	y'	Kg/cm ²	Kg/cm ²
1	1.5	1.79	0.34	1	12.3	4.7	3.5	0.9	1.0	1	5.73	1.91
1	3	1.79	0.34	1	12.3	4.7	3.5	0.9	1.0	1	7.04	2.35
1	6	1.79	0.34	1	12.3	4.7	3.5	0.9	1.0	1	9.65	3.22

Nota. Se tienen los valores de capacidad admisible que serán empleados para el diseño de la estructura.

Tabla 14:

Resultado de capacidad admisible CPC – 4 citán.

Capacidad portante Cpc-4 presa Citan												
B	Df	y	C	f	N c`	N q`	N y`	S c`	S q`	S y`	qu	q. adm
m	M	gr/cm ³	Kg/cm ²	o							Kg/cm ²	Kg/cm ²
1	1.	1.66	0.35	1	10.3	3.5	2.2	0.9	1.0	1	4.47	1.49
	5			4	7	9	9	8	2			
1	3	1.66	0.35	1	10.3	3.5	2.2	0.9	1.0	1	5.56	1.85
				4	7	9	9	8	2			
1	6	1.66	0.35	1	10.3	3.5	2.2	0.9	1.0	1	7.38	2.46
				4	7	9	9	8	2			

Nota. Se visualizan los valores de capacidad portante que serán empleados en el diseño de la estructura.

Los valores de los parámetros empleados, condiciones de cimentación, así como el cálculo de capacidad admisible para las profundidades de desplante y dimensiones de cimentación, fueron determinados prosiguiendo las respectivas normativas de diseño.

Cálculo de Asentamiento Instantáneo: Es lo que en su mayoría se le denomina asentamientos totales o diferenciales. estos asentamientos diferenciales deberían ser precitados, ya que comprometen la efectiva seguridad de la estructura.

Por ende, el asentamiento diferencial máximo para el caso de las estructuras convencionales, que es el caso del presente estudio, no debe ser mayor de 1°(2.54cm), prosiguiendo con la idea de la elasticidad propuesta por lambe y withman.

$$S_i = \frac{qB(1 - \mu^2)If}{Es}$$

Donde:

- Si = Asentamiento probable
- q = capacidad admisible
- B = Ancho de cimentación
- u = relación de poisson

Es = Modulo de elasticidad

If = Factor de forma

Tabla 15:

Resultados de asentamiento CPC-2 Presa Citan

Capacidad portante Cpc-2 presa Citan											
B	Df	qadm - re	Es	u	Si max	If	Si	Obs	qadm-as	Si - final	Obs
m	m	kg/cm2	kg/cm2		cm	m/m	cm		kg/cm2	cm	
1	1.5	1.91	2032.09	0.4	2.5	2.25	0.2	Ok	1.97	0.18	Ok
1	3	2.35	2032.09	0.4	2.5	2.25	0.2	Ok	2.72	0.25	Ok
1	6	3.22	2032.09	0.4	2.5	2.25	0.3	Ok	3.71	0.35	Ok

Nota. Se visualizan los valores de capacidad portante que serán empleados en el diseño de la estructura.

Tabla 16:

Resultados de asentamiento CPC-4 Presa Citan

Capacidad portante Cpc-4 presa Citan											
B	Df	qadm - re	Es	u	Si max	If	Si	Obs.	qadm-as	Si - final	Obs.
m	m	kg/cm2	kg/cm2		cm	m/m	cm		kg/cm2	cm	
1	1.5	1.49	640.43	0.155	2.5	2.25	0.51	Ok	1.6	0.55	Ok
1	3	1.85	640.43	0.155	2.5	2.25	0.64	Ok	2.11	0.72	Ok
1	6	2.46	640.43	0.155	2.5	2.25	0.84	Ok	2.74	0.94	Ok

Nota. Se visualizan los valores de capacidad portante que serán añadidos en el diseño de la estructura.

Según los valores hallados y reemplazando datos, se puede observar que los asentamientos diferenciales están en menores rangos a los máximos permisibles si < 2.54cm.

Agresividad del suelo a cimentar: Se ha efectuado ensayos para verificar la presencia de agresividad del material al estar en contacto con el concreto armado como son; contenido de cloruros, sulfatos y sales solubles totales en las muestras de suelos provenientes de las

calicatas, en donde se puede diferir que, la estructura estará expuesta en poca intensidad a tales efectos de agresividad y para proteger se recomienda el empleo de cemento tipo I.

Tabla 17:

Resultados de agresividad Química.

Reporte de resultados	Norma Ntp	Valores de referencia		Resultados de Ensayo	
		%	Agresividad	Presencia Citan Valor (Ppm)	Valor (%)
Sulfatos solubles en agua presente en el suelos-agua subterránea % peso	339.178	0.0-0.1	Insignificante	56.6	0.006
		0.1 -0.2	Moderada		
		0.2-2.0	Severa		
		>2.0	Muy severa		
Sales Solubles en suelos-agua subterránea	339.152	≤0.1	No Agresivo	275.5	0.028
Iones de cloruros solubles en suelos agua subterránea	339.177	<0.15	No	174.2	0.017

Nota. Se visualizan los valores obtenidos del análisis químico de los materiales, que fueron para determinar la agresividad del suelo.

Según los resultados del análisis químico de los suelos se consideran no agresivos, están por debajo de los valores permisibles, tanto en sales solubles, cloruros y sulfatos, por lo cual, el cemento para el concreto será del tipo I.

Análisis de Cimentación:

Para el análisis de la cimentación se deben considerar los factores y parámetros que afectan a la capacidad de carga en la estructura; ancho de cimentación, profundidad, nivel freático, ángulo de fricción, la estratigrafía del material, capacidad del suelo, peso volumétrico y

problemas de asentamiento dependiendo el tipo de material. Esto implica también las condiciones e indicaciones del solicitante del proyecto.

b. Estabilidad de la estructura

Análisis de estabilidad: El talud fue analizado en su pendiente más crítica de la presa Citán, mediante el software slide. 06, tomando las consideraciones el mapeo geológico y las investigaciones efectuadas tomando las muestras de material actuales, el valor del factor de seguridad fue determinado por el método de Bishop, mediante ello fue verificado la relación que existe entre la resistencia disponible del suelo al corte y el esfuerzo cortante requerido para mantener para poder mantenerse en estable en la superficie y la falla fue definida en modo circular, en el software los datos introducidos fueron el Angulo de fricción, cohesión, peso específico, las características geométricas y otros parámetros que influyen en el deslizamiento.

Los parámetros utilizados para suelos:

- Peso específico (γ) KN/m³
- Cohesión (c) KN/m²
- Angulo de fricción interna (θ)

c. Tipo de material

El tipo de material con la que se va cimentar la estructura, debe ser granulares tipo GM o GC, debidamente compactados. El área a intervención debe estar reforestada mediante el empleo de material orgánico, descolmatado, retirado antes de dar inicio con la construcción.

Añadiendo a ello con lo que corresponde a la zona de sismicidad que es $z=0.45$, el tipo de material con la que se proyecta la cimentación, es material

flexible del tipo S2, con periodo $t_p(s) = 0.6$ y factor de amplificación $T_I(s) = 2.0$

De acuerdo a los valores del Análisis químico del material se consideran, suelos no agresivos, están por debajo de los valores permisibles, tanto en sales solubles, cloruros y sulfatos, por lo cual, el cemento para el concreto será del tipo I.

CAPITULO IV. RESULTADOS

En el presente capítulo se dan a conocer el resultado del trabajo que corresponde a suficiencia profesional, que está enfocado en la realización del estudio geotécnico para resguardar la estabilidad y permanencia de cimentación para la construcción de la presa Citan en el distrito de Chulucanas-Morropón – Piura 2021.

En base a las investigaciones ejecutados en campo se determinan los resultados y el procesamiento de datos en gabinete y laboratorio, teniendo en consideración y cumpliendo las exigencias de (Sencico & Norma E.050 Suelos y Cimentaciones, 2020).

4.1. Resultados del objetivo específico 01

Tabla 18:

Contenido del objetivo 1

Contenido del Estudio Geotécnico	Observaciones
Introducción	El estudio consta de los trabajos ejecutados desde la postulación en el sistema SEACE, trabajos en campo y gabinete hasta el entregable final del estudio. Para dar por realizado el trabajo de suficiencia profesional se requirió realizar estudios en campo- laboratorio, con ello se muestran todo el procedimiento realizado, ya sean el mapeo respectivo de la zona de estudio como pueden ser; la geología, geomorfología local - estructural, geodinámica y sismicidad.
Objetivos del estudio	Se efectuó con el fin de identificar las propiedades del material en el lugar de proyecto con el propósito de asegurar la estabilidad y permanencia de la cimentación en la construcción de la presa citán
Descripción General del Proyecto	La investigación consistió en la determinación de las características físicas, mecánicas y químicas del material que comprende al lugar del proyecto, para ello se requirió realizar sondeos mediante perforaciones a cielo abierto a una profundidad de 1.50 - 3 m, de acuerdo a ello se realizó el perfil estratigráfico por niveles de cada material constituyente, se procedió a la realización de ensayos estándares - especiales en el laboratorio y en base a los resultados se trabajó y proceso los datos en el software slid para la estabilización de la cimentación de la estructura.
Geología	Con las Características geológicas se determinan los movimientos telúricos, propiedades de los materiales existentes, ya sean las rocas y suelo. En este caso en la zona del proyecto es un ambiente plutónico, constituido por granitos de textura fanerítica, en cuanto a los minerales es de arcilla, materiales cuaternarios, los cuales cubren gran parte de la zona del proyecto.
Geomorfología local	La geomorfología corresponde a valles controlados por relieves montañosos, existencia de abanicos de pie de monte con la presencia de aluvial torrencial que están rodeadas por la colmatación de grandes masas de arena, bloques de roca con diferentes diámetros y terrazas aluviales cubierto de arbustos.

Contenido del Estudio Geotécnico	Observaciones
Geodinámica Externa	Con la geodinámica externa se determina el tipo de relieve a la que pertenece el lugar de estudio, entre sus factores condicionantes se encuentra el material geológico, tipo de roca - suelo, la estructura geológica, deformación del terreno, presencia de actividad volcánica, los procesos de actividad tectónica. De acuerdo a la evaluación realizada en campo de la zona de proyecto, la actividad geodinámica se encuentra restringida, esto gracias al tipo de litología a la que pertenece.
Aspectos Sísmicos	Con esto llega a determinar la zona sísmica a la que pertenece el lugar del proyecto, en este caso corresponde a la zona n°4, ya que con los datos que corresponden se trabajan en el diseño estructural. Con esto se define que $Z=0.45$; $u= 1.5$, $c=2.5$, $s=1.05$, $v=0.0295$,g.

Nota. Elaboración propia.

Para poder tener concordancia y complementar con los resultados de los objetivos planteados y formulados se describen y presentan en los siguientes párrafos.

Lo que corresponde a la documentación comprende al sistemas SEACE, que corresponde a la carta N° de contrato 002-2021/GRP-PEIHAP, de adjudicación simplificada – SM – 1 – 2021 – PEIHAP – 1 – la convocatoria fue derivada del concurso publico N° 005 – 2020 – PEIHAP, que se adquirió la contratación para la realización de consultoría de la elaboración del servicio de consultoría en realización de los estudios del proyecto de pre inversión a nivel perfil denominado con el nombre “Mejoramiento del sistema de riego sub sector Yapatera, Distrito de Chulucanas, Provincia Morropón – Departamento Piura”.

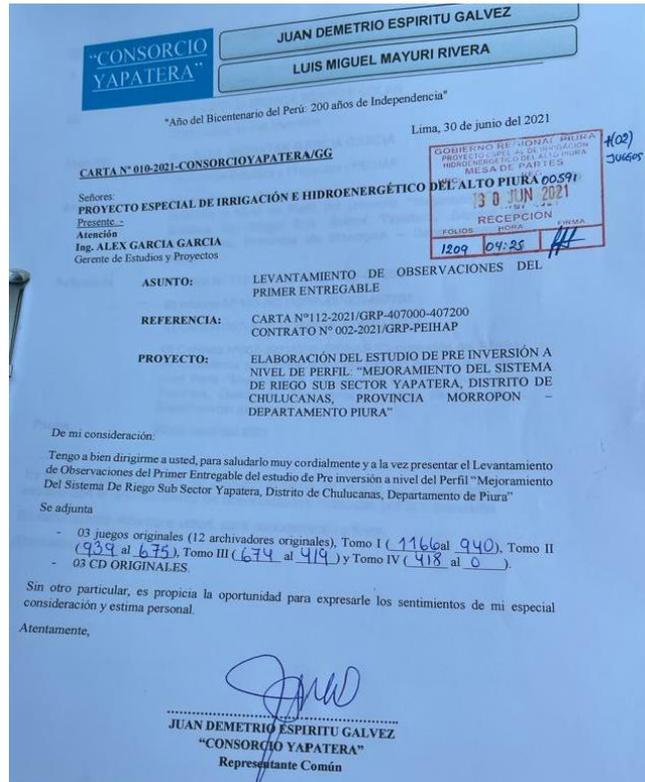
Con fecha 19/03/2021, se adjudicó la buena pro al ganador del concurso público, de acuerdo al contrato y las bases de la contratación los entregables a presentar a la entidad, luego de firmar el contrato a los 30 días de suscrito, el consultor en la elaboración del estudio deberá entregar el 50% de todos los estudios básicos y dentro de ello se encuentra el estudio geotécnico y geología, lo cual comprende la geología, geomorfología local – estructural y geodinámica externa.

En seguida tal fecha se realizó el requerimiento del servicio para la consultoría del proyecto y la correspondiente firma de contrato.

Con carta N°010-2021-CONSORCIO YAPATERA/GG, se hizo el levantamiento de las observaciones del primer entregable por parte de la entidad de PEIHAP, ver figura n°61.

Figura 61

Carta de levantamiento de observaciones del primer entregable.



Nota. Adaptado de la documentación de la empresa Consorcio Yapatera.

La estructura proyectada a construir se encuentra en las coordenadas E. 600586.00, N.9441172.00, en lo cual se realizó 4 puntos geodésicos, la topografía se la zona presenta un intervalo de curva de nivel a cada 1m, que lo cual debe ser nivelado antes de iniciar los trabajos de construcción a niveles existentes a la cota del terreno.

Las cualidades a tener en consideración de la estructura a cimentar es la construcción de una presa revestido con geomembrana, que presentará las características que sus taludes internos y externos para su conformación de su terraplén será de 2.1, las dimensiones de la presa L=485m, A=240m, A=155m y su capacidad de almacenamiento = 1.67Hm3.

En referente a las propiedades mecánica de suelos presenta que su subsuelo donde se va cimentar la estructura presenta materiales como gravas bien gradadas(GW), grava arcillosa(GC), arena limosa(SM), arena mal gradad(SP), son suelos no agresivos, que se encuentran por debajo de los valores permisibles, tanto en las sales solubles, cloruros y sulfato.

La geología de la zona del proyecto corresponde a un ambiente plutónico, el cual es propio de la parte baja de cordillera occidental, constituido por granitos de textura fanerítica, los minerales más sobresalientes en la zona están representados por: ortosa + pertita 40%, cuarzo 30% y plagioclasa 20%, el mineral ortosa resulta alterable al entrar en contacto con la arcilla y la zona está afectado debido a que ha sufrido un proceso externo, esto da lugar la presencia de minerales cuaternarios, los cuales cubren gran parte de la zona de interés. El lugar en investigación presenta un afloramiento con secuencia de arenisca gris de grano grueso, chert volcánico porfiroide, en tanto a las unidades litológicas el que más se evidencian son las gravas y arenas envueltas en matriz limosa arcillosa, con la presencia de bolones y bloques de origen volcánico sedimentario. Las gravas presentan un $TM=0.7m$, subredondeadas, polimicticas, arena medio grano fino, combinados con un matriz limo arcillosa de color marrón con la presencia de bolones $TM=0.2m$.

Con una geomorfología que corresponde a valles controlados por relieves montañosos, abanicos de piedemonte con presencia de aluvial torrencial, apoyada por la colmatación de grandes masas de arena, bloques de roca con diferentes diámetros y terrazas aluviales cubierto por arbustos.

En su actividad geodinámica está restringida a la caída de bloques, debido al tipo de litología, no se evidenciaron presencia de humedad, a eso se le suma la presencia de vegetación excesiva que tiene que ser descolmatada antes de dar inicio la obra y el tipo de suelo residual, en estado seco. Por última instancia se debe considerar la presencia de pequeñas quebradas, las cuales deben ser consideradas como factores que podrían desencadenar el movimiento en masa.

En la parte sísmica se encuentra en la zona 4, con un $z = 0.45$, este valor es primordial para el diseño estructural, a eso se le implementan los factores del perfil del suelo, las propiedades dinámicas, nivel freático y las cargas que interactúan en la estructura.

Para la zona del proyecto le corresponde un factor de $Z=0.45$ y la fuerza cortante que actúa en la base de la estructura es determinado por:

$$V = \frac{ZUCS}{R} P ; \quad Z = 0.45, U = 1.5, C = 2.5, S = 1.05; \text{ con un factor de suelo}$$

$s=1.05; v=0.295, g$ rango de aceleración, periodo $TP(s) = 0.6$ y Periodo $TI(s) = 2.0$.

4.2. Resultados del objetivo específico 02

Tabla 19:

Resultados del objetivo 2

Ensayos Realizados	Observaciones
Análisis Granulométrico	La verificación granulométrica fue efectuada de acuerdo a la norma ASTM D 422, mediante el tamizado, mediante este ensayo se obtiene la distribución por tamaño de las partículas que constituyen el material del suelo. Para ello se utiliza tamices estándares e enumeradas. Este ensayo - análisis es importante para la base de la cimentación, debido a que permite la permeabilidad y cohesión del suelo. De acuerdo al resultado obtenido del ensayo, el resultado es favorable.
Limite Líquido - Limite Plástico	Mediante este ensayo se determina la presencia de posibles problemas en el suelo, como el caso de humedad, material licuable ya que si existe agua en los poros del material genera problemas de hinchamiento y esto a la larga destruir la estructura. En el ensayo realizado el resultado es óptimo cumpliendo los estándares para el diseño.
Clasificación SUCS	Los materiales obtenidos de campo se clasifico mediante el sistema de SUCS, que es usado en la ingeniería y geología, esta clasificación se realizó con el fin de analizar la textura y tamaño de las partículas, lo cual se realizó mediante el análisis granulométrico por tamizado.
Contenido de Humedad	Mediante este análisis se determinó la cantidad de agua que se encuentra en las muestras obtenidas de las calicatas
Corte Directo	Con el ensayo se realizó mediante la norma ASTM D 3080, con esto se determina la resistencia al esfuerzo cortante y/o capacidad portante del suelo, siendo favorable el resultado obtenido $q_u=16.5\text{kg/cm}^2$, cumpliendo los estándares de resistencia.
Análisis Químico	

Con el ensayo se determina la existencia de agresividad del suelo a cimentar, con ello se analizan los agentes agresivos con el concreto, como pueden ser; cloruro, sulfatos y sales solubles. De acuerdo al análisis realizado en laboratorio resultan suelos no agresivos y están por debajo de los valores permisibles, ya sean en sales solubles, cloruros y sulfatos, por lo cual se considerará el tipo cemento a utilizar para el concreto es del tipo I.

Nota. Elaboración propia.

Los valores de la verificación en laboratorio del material extraído las calicatas (4) han permitido la caracterización de los suelos analizados, con cuyas conclusiones se infiere su adecuada calidad para los fines propuestos. Asimismo, mediante los valores obtenidos se ha podido identificar las propiedades de los suelos en el área propuestas.

Tabla 20:

Análisis granulométrico - tamizado

Ejecución Granulométrica - Manual

Norma ASTM D -422

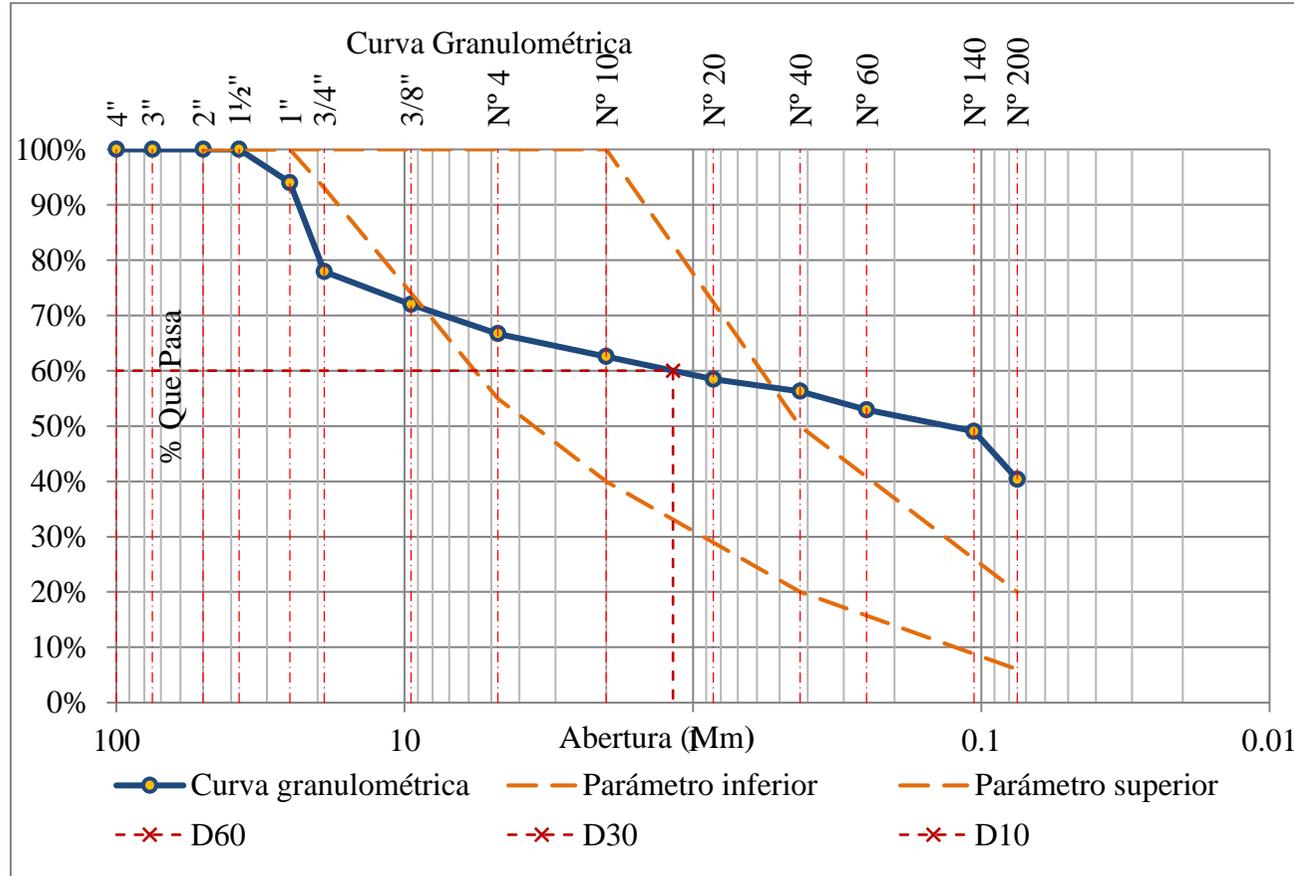
Tamiz	Abertura(mm)	Peso retenido(gr)	% Retenido corregido	% Retenido Acumulado	% Que pasa
4"	100	0	0.00%	0.00%	100.00%
3"	75	0	0.00%	0.00%	100.00%
2"	50	0	0.00%	0.00%	100.00%
1½"	37.5	0	0.00%	0.00%	100.00%
1"	25	125.32	6.02%	6.02%	93.98%
¾"	19	334.66	16.07%	22.09%	77.91%
⅜"	9.5	123.45	5.93%	28.02%	71.98%
Nº 4	4.75	110.31	5.30%	33.32%	66.68%
Nº 10	2	85.97	4.13%	37.44%	62.56%
Nº 20	0.85	85.33	4.10%	41.54%	58.46%
Nº 40	0.425	45.61	2.19%	43.73%	56.27%
Nº 60	0.25	69.66	3.35%	47.08%	52.92%
Nº 140	0.106	81.21	3.90%	50.98%	49.02%
Nº 200	0.075	180.42		59.64%	40.36%
Total		2153.84	Error =11.69%	100.00%	

Nota. Elaboración propia.

De acuerdo a la gráfica y el análisis granulométrico realizado, se puede evidenciar que la descripción de las muestras resultantes procesadas por las mallas, resultan favorables para las condiciones de diseño de la estructura, con estos valores se enfatiza y resguarda la confiabilidad de la constitución del material a emplearse en la construcción. Asimismo, mediante los valores obtenidos se ha podido identificar las propiedades de los suelos en el área propuestas.

Figura 62

Curva granulométrica



Nota. Se puede evidenciar el resultado de la ejecución del proceso de ensayo de límite líquido y plástico, correspondiente a la muestra M-1, a una profundidad de 2.00m, en ello resulta que de acuerdo a la tabla resultan favorables solo en el límite líquido, más no en lo plástico.

Tabla 21:

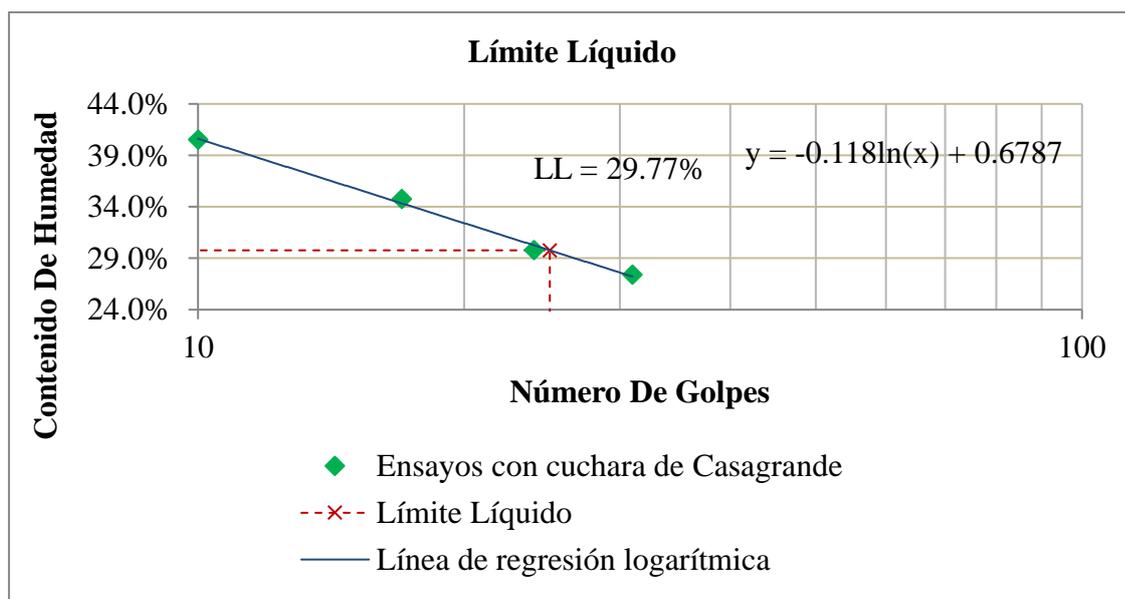
Limite líquido.

Límite Líquido				
Norma ASTM D-4318				
Descripción	Muestra 01	Muestra 02	Muestra 03	Muestra 04
Número de Golpes	31	24	17	10
Peso Capsula (gr)	8.20	7.20	9.20	9.45
Peso Capsula + Muestra Húmeda (gr)	29.45	27.42	35.42	29.88
Peso de Capsula + Muestra Seca (gr)	24.88	22.78	28.66	23.99
Peso del Agua (gr)	4.57	4.64	6.76	5.89
Peso de la Muestra Seca (gr)	16.68	15.58	19.46	14.54
Contenido de Humedad	27.40%	29.78%	34.74%	40.51%

Nota. Se puede evidenciar el resultado de la ejecución del proceso de ensayo de limite líquido - plástico, correspondiente a la muestra M-1, a una profundidad de 2.00m, en ello resulta que de acuerdo a la tabla resultan favorables solo en el límite líquido, más no en lo plástico.

Figura 63

Grafica de limite liquido – plástico



Nota. Elaboración propia

Tabla 22:

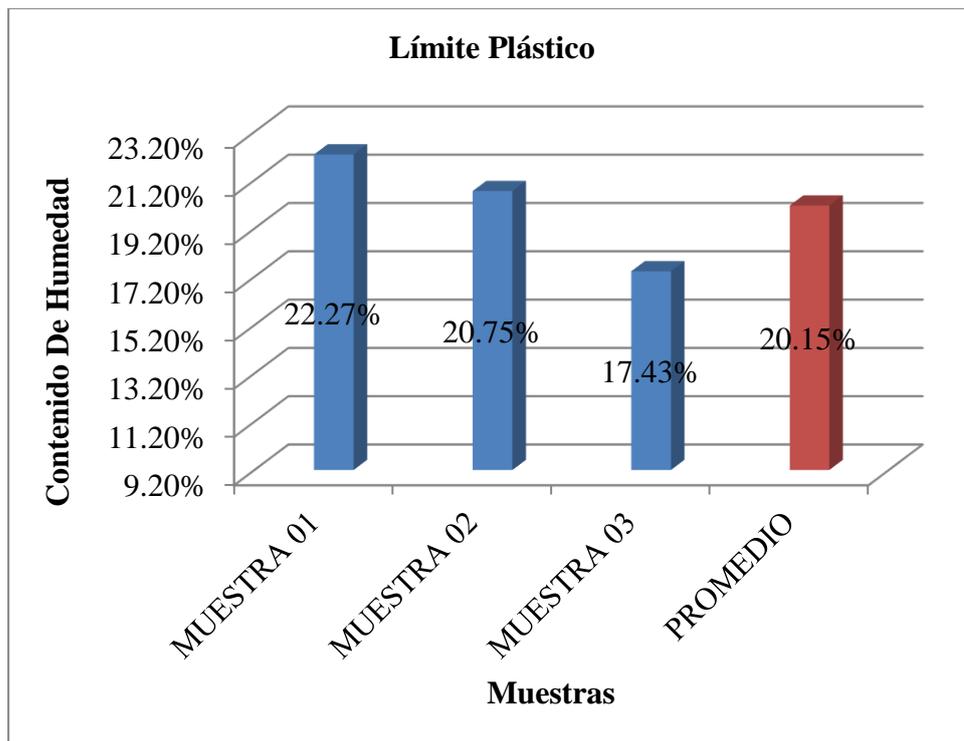
Límite plástico

Límite Plástico			
MTC E 111- Norma ASTM D-4318			
Descripción	Muestra 01	Muestra 02	Muestra 03
Peso de Capsula (gr)	9.50	5.70	9.55
Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr)	18.78	15.01	16.22
Peso de Capsula + Muestra Seca (gr)	17.09	13.41	15.23
Peso del Agua (gr)	1.69	1.60	0.99
Peso de la Muestra Seca (gr)	7.59	7.71	5.68
Contenido de Humedad	22.27%	20.75%	17.43%

Nota. Elaboración propia.

Figura 64

Gráfica límite plástico



Nota. Se observa el valor en la gráfica los valores efectuados en humedad, procesados en el laboratorio, en el cual se describe que el porcentaje de Húmedad resultante es de 10.53% y 4.80%, que, de acuerdo a la norma, son favorables y están dentro del rango de los límites.

Tabla 23:

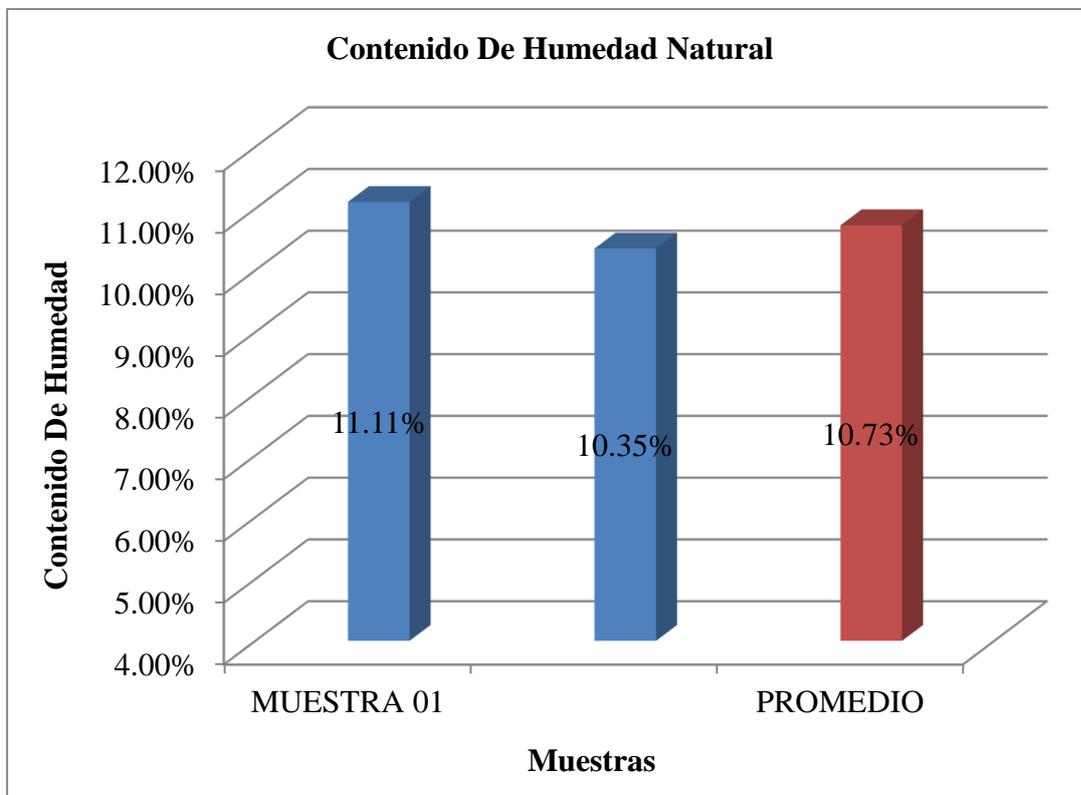
Contenido de humedad

Contenido De Humedad Natural		
Norma ASTM D-2216		
Descripción	Muestra 01	
Peso de Capsula (gr)	12.30	14.25
Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr)	100.23	99.64
Peso de Capsula + Muestra Seca (gr)	91.44	91.63
Peso del Agua (gr)	8.79	8.01
Peso de la Muestra Seca (gr)	79.14	77.38
Contenido de Humedad	11.11%	10.35%

Nota. Elaboración propia.

Figura 65

Húmedad natural



Nota. Se verifican los valores derivados de la realización del ensayo análisis químico, que se realizó para poder determinar la agresividad del suelo en el lugar de cimentación de la estructura, el

resultado arrojado corresponde a un $Ph = 7.2$, cloruros = 174.2, sales totales = 275.5 y sulfatos=56.6, con esto se puede decir que el suelo no está expuesta a gran cantidad de agresividad, por lo tanto, no presenta riesgos para la estructura a cimentar.

De acuerdo con las perforaciones en campo y valores de la verificación en laboratorio de las muestras representativas, se concluye que el sub-suelo, estará conformado por; gravas bien graduadas, grava arcillosa, arena limosa y arena arcillosa combinado con material granular del tipo GW o GC, con el propósito de incrementar la capacidad portante del suelo de cimentación de la estructura.

El ensayo de corte directo es aplicado para hallar los valores de Cohesión y Angulo de Fricción, debido a que estos factores influyen en el diseño de la estructura y ante todo manifiestan el comportamiento del suelo antes acciones de sismo, agua y carga.

Los factores obtenidos (Angulo de fricción, peso específico y cohesión), es utilizado para la verificación de estabilidad de la presa, esto es procesado mediante el Software Slide, fue efectuado en la pendiente más crítica de la presa citán, considerando el modelo geológico, en las condiciones estáticas y pseudo estática, el factor de seguridad se halló por el método de las dovelas teniendo en consideración el equilibrio. Los datos procesados para el análisis son de la CPC-2, que se perforo a una profundidad de 1.80m, su clasificación SUCS = GC, densidad(g/cm³) = 1.79g/cm³, cohesión = 0.34kg/cm², Angulo de fricción = 16.50.

En el estado estático la estructura estará bajo efectos de su propio peso, cargas internas y externas, infiltración. La infiltración es el agente generador de la existencia de las presiones de poros, esto influye en la estabilidad de la estructura.

Para la verificación pseudoestatico se consideró a $z=0.45$, material cohesivo (grava arcillosa, periodo de retorno a 475 años, es de 0.25g, el valor de coeficiente sísmico $\alpha = 0.13$, equivalente al 50% de la aceleración máxima dada por norma, para tales valores de

estabilidad de la estructura, los factores de seguridad en la presa en las condiciones estáticas y pseudoestáticas son: 0.479 y 0.307.

Según los resultados del Análisis químico de los suelos se consideran no agresivos, están por debajo de los valores permisibles, tanto en sales solubles, cloruros y sulfatos, por lo cual, el cemento para el concreto será del tipo I.

4.3. Resultados del objetivo específico 03

En lo que comprende a la influencia del estudio geotécnico para el diseño de la estructura para resguardar la estabilidad y permanencia de la cimentación para la construcción de la presa Citan en el distrito de Chulucanas – morropón – Piura, involucra todo lo relacionado al resultado de los ensayos en laboratorio, perfil estratigráfico del material, la verificación de datos en el software slide, que con ello se dio por finalidad la garantía de la estabilidad de la estructura, evaluándolo en condiciones estáticas y pseudoestáticas.

En lo referenciado al contenido del estudio geotécnico en donde se ha plasmado todo a detalle las partes que involucren a la investigación, que fue presentado en su cuarta entregable final firmado y sellado por los especialistas que corresponden a la Ing. Ghiovanny Aguilar poma y Ing. Juan Demetrio Espiritu Gálvez a la entidad encargada de la supervisión del estudio.

Figura 66

Caratula del estudio geotécnico

**“CONSORCIO
YAPATERA”**



ESTUDIO GEOTÉCNICO

**“MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE RIEGO SUB SECTOR
YAPATERA, DISTRITO DE CHULUCANAS, PROVINCIA MORROPON
– DEPARTAMENTO PIURA”**

PIURA - 2022

Nota. Se evidencia la caratula del estudio geotécnico

Figura 67

Índice de contenido del estudio geotécnico.



ESTUDIO DE PRE INVERSION A NIVEL DE PERFIL: "MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE RIEGO SUB SECTOR YAPATERA, DISTRITO DE CHULUCANAS, PROVINCIA MORROPON – DEPARTAMENTO PIURA"
GOBIERNO REGIONAL DE PIURA
PROYECTO ESPECIAL DE IRRIGACION E HIDROENERGETICO DEL ALTO PIURA
Página 2 de 113



ÍNDICE GENERAL

1. INTRODUCCIÓN.....	7
1.1 Objetivo	8
1.2 Objetivo Especifico.....	8
1.2.1 Alternativa 01 - Presa Citan.....	8
1.2.2 Alternativa 02 - Embalses 1 y 2.....	9
1.2.3 Alternativa 03 - Mejoramiento de canales.....	9
1.3 Ubicación.....	9
1.4 Vías de acceso.....	10
1.5 Clima.....	11
2 INSTRUMENTOS Y EQUIPOS DE RECOLECCION DE DATOS.....	12
2.1 Equipos y otros utilizados.....	13
3. GEOTECNIA.....	14
3.1. Generalidades.....	14
3.2. Alternativa 01 - Trabajos realizados Presa Citan.....	14
3.2.1 Exploración directa a cielo abierto - Calicatas.....	14
3.2.2 Alternativa 01 - Toma de muestras.....	16
3.2.3 Perfil Estratigráfico Presa Citan.....	16
3.2.4 Alternativa 01 - Ensayos de Laboratorio.....	22
3.2.5 Resultados de laboratorio.....	23
3.2.6 Ensayos Químicos.....	24
3.2.7 Ensayos Especiales de laboratorio.....	25
3.2.8 Análisis de Cimentación.....	25
3.2.9 Capacidad de Carga Admisible.....	26
3.2.10 Cálculo de Asentamiento Instantáneo.....	27
3.2.11 Agresividad del suelo a cimentar.....	29
3.3 Alternativa 02 - Trabajos realizados Embalse 1 y 2.....	29
3.3.1 Exploración directa a cielo abierto.....	29
3.3.2 Alternativa 02 - Toma de muestras.....	31
3.3.3 Perfil Estratigráfico Embalse 1 y 2.....	31
3.4 Alternativa 03 - Trabajos realizados en Mejoramiento de Canales.....	40
3.4.1 Exploración directa a cielo abierto.....	40
3.4.2 Alternativa 03 - Toma de muestras.....	43
3.4.3 Perfil Estratigráfico Canales.....	43
3.4.4 Alternativa 03 - Ensayos de laboratorio.....	59



Estudio Geológico - Geotécnico
JUAN DEMETRIO ESPINOZA GALVEZ
INGENIERO AGRICOLA
Reg. CIP N° 68919



JUAN DEMETRIO ESPINOZA GALVEZ
Representante Común



Página 2
GIOVANNY AGUILAR PUMA
INGENIERO GEOLOGO
Reg. CIP N° 111277

Nota. Se muestran las partes que contiene el estudio geotécnico, en este caso el trabajo de suficiencia profesional fue enfocada a las investigaciones para la presa Citan.

Figura 68

Índice de contenido del estudio geotécnico

		ESTUDIO DE PRE INVERSION A NIVEL DE PERFIL: "MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE RIEGO SUB SECTOR YAPATERA, DISTRITO DE CHULUCANAS, PROVINCIA MORROPON - DEPARTAMENTO PIURA" GOBIERNO REGIONAL DE PIURA PROYECTO ESPECIAL DE IRRIGACION E HIDROENERGETICO DEL ALTO PIURA Página 3 de 113	
3.4.5	Resultados de Laboratorio	60	
3.4.6	Ensayos Especiales de Laboratorio	63	
3.4.7	Análisis de Cimentación	65	
3.4.8	Capacidad de Carga Admisible	65	
3.4.9	Cálculo de Asentamiento instantáneo	69	
4.	PROSPECCION GEOFISICA	73	
4.1.	Interpretación de resultados de Refracción Sísmica	74	
4.1.1	Ubicación de líneas de Refracción Sísmica Embalse y Bocatoma	74	
4.1.2	Ubicación de líneas de Refracción Sísmica Embalse 2	78	
4.2.	Interpretación de resultados de Sondaje Eléctrico Vertical en el Embalse y Bocatoma	80	
4.2.1.	Ubicación de Sondaje Eléctrico Vertical en la Embalse 1 y Bocatoma	80	
4.2.2.	Ubicación de Sondaje Eléctrico Embalse 2	81	
5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	82	
5.1.	Conclusiones	82	
5.1.1.	Conclusión Alternativa 01	82	
5.1.2.	Conclusión Alternativa 02	84	
5.1.3.	Conclusión Alternativa 03	85	
6.	ANEXOS	90	

 Estudiante Geológico - Geotécnico JUAN DEMETRIO ESPIRITU GALVEZ INGENIERO AGRICOLA Reg. CIP N° 68919	 "CONSORCIO YAPATERA" JUAN DEMETRIO ESPIRITU GALVEZ Representante Común	 Página 3 GIOVANNI AGUILARI PUMA INGENIERO GEOLOGO Reg. CIP N° 111277
--	---	--

Nota. Se muestra la parte final del contenido del estudio geotécnico de la presa citan.

Tabla 24:

Resultado objetivo 3

Influencia del Estudio geotécnico	Observaciones
Datos para el diseño	En primera instancia se requiere tener un conocimiento de las propiedades de los materiales en conjunto con el comportamiento ante la presencia de situaciones nuevas y en segundo se debe tener conocimiento claro de la geometría y distribución de las capas que conforman el terreno de cimentación, estos datos se obtienen mediante las perforaciones en campo y análisis en laboratorio. Los datos obtenidos mediante el ensayo realizado son; cohesión = 0.34, Angulo de fricción = 16.5, factor de seguridad en estado estático - pseudo estático = 0.479, 0.307, de acuerdo a ello se propone el tipo de cimentación a emplearse en la obra.
Estabilidad de la estructura	La estabilidad de talud se realizó en la pendiente más crítica de la presa de citán, como base para su verificación se consideró a su modelo geológico ejecutado, para la determinación del factor de seguridad fue por el método de Bishop simplificado (la relación suelo disponible -corte-esfuerzo requerido). En tal efecto la estructura se encuentra estable antes la presencia de condiciones.
Tipo de material	El tipo de material con la que se va cimentar la estructura, debe ser granulares tipo GM o GC, debidamente compactados, debe ser revegetado antes de dar inicio las actividades constructivas De acuerdo a las normas de diseño sismo resistente del reglamento nacional de construcción, el suelo de cimentación en el área del proyecto corresponde a suelos intermedios tipo S2, con periodo predominante $T_p(s) = 0.6$ y factor de amplificación del suelo $T_I(s) = 2.0$, en lo que comprende a la agresividad del suelo, son suelos que están por debajo de los suelos permisibles para construcción y estar en contacto con el concreto y considerando ello se recomienda el tipo de cemento a emplear tipo I.

Modelamiento en el
Software

El modelamiento en el software slid se realizó con el fin de analizar la estabilidad del talud, que empleo el método de equilibrio limite en el cálculo de la estabilidad, los factores empleados en el análisis es Angulo de fricción=16.5, peso específico, densidad=1.79g/cm³ y cohesión=0.34kg/cm², ya que con estos datos se determinan las propiedades de comportamiento de los suelos y establecer de acuerdo a ello los diseños correspondientes.

Nota. Elaboración propia.

Verificación de la estabilidad.

Para dar énfasis de la estabilidad de los taludes del vaso de la presa fue mediante el criterio de equilibrio límite por el método de Bishop, Fellenius donde la superficie de falla se definió por circular.

Las características incluyen la investigación de superficies de deslizamiento críticas, circulares por los métodos Bishop. El estado de carga críticos analizados, fueron:

- Condición estática
- Condición Pseudoestática

Tabla 25:

Resultado de corte directo en calicatas – presa Citan

Calicata	Estructura	Prof.	Clasif. Sucs	Densidad G/Cm ³	Cohesión Kg/Cm ²	Angulo de fricción interna
Cpc-2	Presa Citan	1.8	Gc	1.79	0.34	16.5

Nota. Se visualizan la verificación obtenido del ensayo de corte directo, que son valores de Angulo de fricción y cohesión de los suelos. Elaboración propia.

Factores de seguridad mínimos: Se puede afirmar que actualmente hay variedad de normas ya sean nacionales e internacionales que podrían ser aplicada en el país, con los cuales se regula de manera efectiva el factor de seguridad a emplearse de acuerdo a los requerimientos, por ende, al momento de elegir el coeficiente de seguridad se deben tomar en consideración la vida útil de la obra y las amenazas e situaciones con las que se va a enfrentar, mencionando ello ya sean sísmicas o estáticas.

Tabla 26:

Factores de seguridad mínimos para el análisis de estabilidad

Condición	Talud Permanente	
	Estática	Sísmica
Aashto Lrfd	1.33 - 1.53	1.1
Navfac – Dm7	1.5	1.1 – 1.15
Fhwanhi-11-032	-----	1.1
Ce 020	1.5	1.25

Nota. Se visualizan los coeficientes de seguridad a emplearse de manera mínima, que fueron obtenidos de los ensayos realizados en laboratorio, que son valores para verificar estabilidad de la estructura.

Verificación situacional de estabilidad de talud: Para poder estimar el estado situacional de la estabilidad de un determinado talud, el especialista en la materia debe tener consideraciones mínimas para el empleo de dicha verificación.

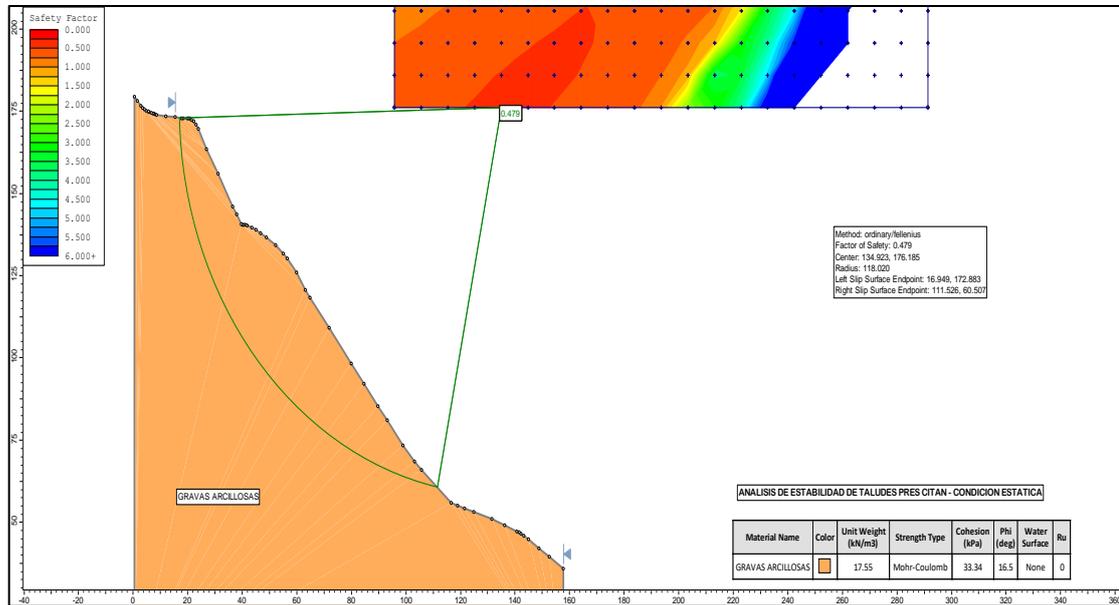
- El mecanismo del suelo
- El comportamiento geodinámica de la zona de la obra
- La geometría del talud
- La topografía

Condiciones de análisis:

a. **Análisis estático:** Fue verificado considerando que la estructura estará en constante interacción con diferentes fuerzas, ya sean provenientes de su peso propio, cargas externas y las mismas condiciones de infiltración, que provocan presiones de poros afectando de manera directa en la estabilidad de la estructura.

Figura 69

Análisis de estabilidad condición estática presa citán

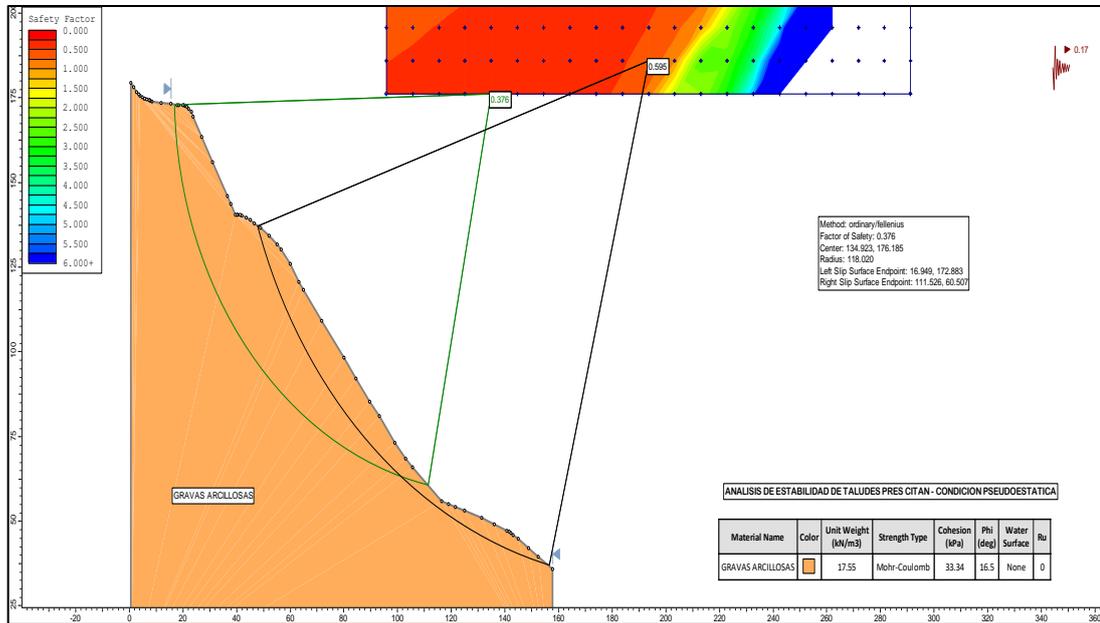


Nota. Se observa que la estructura resulta estable, para la verificación más favorable se empleó el software slid, en lo cual se introdujo los factores sísmicos y parámetros para la estabilidad en la zona más crítica de la presa, por el equilibrio limite aplicando el método de Bishop, en la que se verifica que la superficie de falla está definida por circular. Adaptado del Software Slide 6.0.

b. **Análisis Pseudoestático:** El coeficiente sísmico en el análisis pseudoestático, se ha tomado en consideración de acuerdo a la norma de sismicidad E.0.30 del RNE, perteneciente a la zona n°4, según la clasificación de zonas sísmicas en el Perú. De acuerdo a la litología se indica que el material predominante lo conforman las gravas – limosas, con un perfil tipo S2, que comprende de suelos intermedios, con aceleración máxima de 0.25g, para un periodo de retorno de 475 años, de acuerdo a la exigencia de la norma.

Figura 70

Análisis de estabilidad condición Pseudo estático presa Citan



Nota. Se visualiza el modelamiento efectuado en el programa Slide, en donde se puede tomar en evidencia que la estructura se mantiene estable, permanente y enfrenta las aceleraciones máximas de 0.25g, que se pueden presentar en un determinado periodo de retorno de 475 años, en este caso para el estudio se empleó un valor determinado de coeficiente sísmico que equivale a $\alpha = 0.13$, equivalente al 50% de la aceleración máxima dada por norma. estabilidad de la estructura. Adaptado del Software Slide 6.0.

Tabla 27:

Resultados obtenidos del modelamiento con Slide

Estructura	Factor De Seguridad	
	Estatica	Pseudo Estatico
Presa Citan	0.479	0.307

Nota. Se visualizan los factores obtenidos del modelamiento con Software Slide, que con la cual se analizó la estabilidad de la estructura. Elaboración propia.

De acuerdo a los resultados hallados mediante el modelamiento del software V.6.0, el talud presenta un factor de seguridad estable según se muestra en la tabla 27.

CAPITULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

5.1.1. Conclusiones del objetivo específico 01

Cumpliendo con el procedimiento del primer objetivo del estudio, es primordial tener en consideración la información y datos existentes del terreno de fundación, como pueden ser la localización, el levantamiento topográfico, las características de la estructura a cimentar, el mapeo geológico de la zona como (geología, geomorfología, geodinámica y el aspectos sísmico), y de acuerdo a ello poder proseguir con el proceso de ejecución de un buen estudio geotécnico con el objetivo proveer una buena cimentación, trabajando en conjunto con la normativa peruana de las cimentaciones, E.050 Suelos y Cimentaciones.

Respecto a la Vulnerabilidad Sísmica en el área del proyecto, está en función a, Norma E-030 Diseño Sismorresistente, su ubicación territorial corresponde a la zona 4, su factor de aceleración máxima que le corresponde a $z = 0.45$ con probabilidad del 10 % si es excedida en 50 años, los resultados se toman en consideración en diseño de la estructura, para una intensidad de VII a IX grados en la escala de Mercalli y con índice de valores de aceleración máxima de 0.35, aceleración efectiva de 0.25.g, el factor de suelo $S = 1.20$ el periodo $TP(s) = 0.6$ y periodo $TL(s) = 2.0$.

5.1.2. Conclusiones del objetivo específico 02

Cumpliendo con el objetivo n°2, se prosiguió a la realización de la recopilación de la información en campo (recolección de muestras In Situ, calicatas), de acuerdo a ello se plasmaron los datos en un informe y finalmente la ejecución de los ensayos en laboratorio con el fin de determinar los parámetros y factores de los materiales para su respectivo diseño de la estructura. Para tal efecto se empleó las técnicas de exploración en campo, extracción de las muestras en estratos de perfil muy representativos, de acuerdo a ello se realizó el análisis para la cimentación y la obtención de los datos como; la profundidad a cimentar, las

dimensiones de la cimentación y la identificación de la agresividad química de los materiales, ya a la larga esto podría generar las patologías y problemas graves como (fisuras, grietas, asentamiento de la estructura y siendo más serios hasta el colapso de la misma estructura), por ende para poder prever tal efecto. Por otra parte, tener un desconocimiento o mala práctica de los procesos, métodos y técnicas de sondaje de acuerdo el tipo de material, está influenciado en poder hallar de manera los factores y parámetros geotécnicos, que lo cual condiciona en gran medida en la permanencia, estabilidad y seguridad de la estructura a lo largo de su vida útil.

5.1.3. Conclusiones del objetivo específico 03

Para poder cumplir con el adecuado procesamiento de los datos obtenidos del campo, es necesario tener en claro lo que se busca y requiere en la investigación, teniendo en claro lo requerido se procede al análisis de los ensayos en laboratorio, con ello obtener los factores y parámetros para el diseño de la estructura y definir la estabilidad en base al tipo de material a emplear.

El inapropiado empleo de los métodos de exploración en campo, de acuerdo al tipo de material, confusión en el empleo de la norma, está influenciado en la verificación de la estabilidad y permanencia de la estructura.

Al no realizar los ensayos In Situ y laboratorio prosiguiendo las normativas existentes, afecta en la determinación de factores y parámetros de manera errónea para su cimentación, ya sea en sus dimensiones, estabilidad y/o seguridad, hasta incluso sobredimensionamiento de las estructuras.

Respecto a los análisis de estabilidad sísmicos (Pseudoestático), el valor de la máxima aceleración esperada (M.A.E.) en la zona es de 0.25g; el coeficiente sísmico asumido es de 0.13g, igual a $0.5 \times \text{M.A.E.} = 0.125\text{g}$.

En el vaso y embalse de la presa no hay presencia de fenómenos de geodinámica externa que comprometan en afectar la estructura, sin embargo, se debe considerar las consecuencias de ocurrencia de intensas lluvias que dan lugar a inundaciones, derrumbes, huaycos, deslizamientos, etc., defecto a ello se Tomaran en consideración ciertas medidas de resguardo y prevención para evitar daños y desastres de gran.

5.2. Lecciones Aprendidas

5.2.1. Lecciones del objetivo específico 01

En el proceso de la elaboración del estudio geotécnico se llegó a aprender, comprender y diferenciar las pautas y procesos a seguir para la ejecución de una buena investigación así evitar cometer errores, esto implica seguir ciertas normas existentes, el contenido a tener el mismo y las bases para armarlo. En la parte profesional se consolidaron los conocimientos aportados y se adquirió más experiencia en bien del crecimiento profesional.

5.2.2. Lecciones del objetivo específico 02

Se comprendió con más claridad la ejecución de los ensayos de los materiales, ya sean en campo o laboratorio, haciendo un énfasis de diferenciación de lo práctico en campo con la teoría. Por ejemplo, se entendió a diferenciar que ensayo corresponde de acuerdo al tipo de material y que factores son requeridos dependiendo de los mismos, ya que estos son empleados en el diseño de la estructura o si es que requiere un mejoramiento del suelo.

5.2.3. Lecciones del objetivo específico 03

De la elaboración del estudio geotécnico se aprendió a comprender la relación importante que existe entre lo evaluado en campo con lo plasmado en gabinete, ya que si se obtienen los datos en condiciones desfavorables los resultados estarán fuera del objetivo buscado. Añadiendo a ello se complementa que el proceso de la ejecución de este mismo

informe no fue nada fácil, hubo contratiempos, dificultades, sobrecargas laborales y desaliento, pero con la perseverancia y disciplina se llega a cumplir los objetivos planteados.

5.3. Recomendaciones

5.3.1. Recomendaciones del objetivo específico 01

Debido a la longitud de los ejes de presa se recomienda hacer mayor investigación a nivel de expediente para tener mejor precisión de las unidades litológicas y descartar la falla inferida según la geología regional en el emplazamiento de la presa Citan. Mediante investigaciones Geofísicas a mayor detalle.

Identificar los posibles deslizamientos con mayor detalle en los cartografiados y realizar pruebas directas e indirectas a fin de saber el comportamiento litoestático a profundidad.

Implementar estudios de lineamientos estructurales y neotectónica reciente en la zona de estudio, añadiendo a ello realizar los ensayos de tensiones a mayor detalle en zonas de confinamiento, aportando un énfasis de manera sistemática en la estabilización de los taludes ya sean en roca o suelo.

5.3.2. Recomendaciones del objetivo específico 02

Por ningún motivo se debe de cimentar sobre suelos orgánicos o suelos muy blandos, ante esta condición se debe de profundizar la excavación de la cimentación o mejorar su compacidad reemplazando materiales granulares tipo GM o GC debidamente compactados.

Revegetación del lugar intervenido por la obra, mediante el empleo de material orgánico extraído a los comienzos de la construcción, así proporcionando la trabajabilidad en la construcción y cuidado de la vegetación en conjunto a la especie a la que corresponde de acuerdo al lugar que pertenece.

Presentaciones de secciones geológicas geotécnicas geomecánicas sectorizadas tanto transversales como longitudinales con datos reales de perforaciones y geofísica de tomografía eléctrica principalmente.

En efecto al tener las evidencias del análisis ejecutado en laboratorio, de las muestras extraídas de las calicatas (4), se pudo realizar la caracterización de los suelos, con ello se concluye que es un material adecuado y de calidad para los fines propuestos. Asimismo, mediante los valores obtenidos se ha podido identificar las propiedades físicas y mecánicas de los suelos en el área propuesta

Recomendar implementar instrumentación geotécnica como plataformas de monitoreo a tiempo real con radares, sensores de oxígeno, sensores de humedad, piezómetros de cuerda vibrante, inclinómetros, acelerógrafos, entre otros que ayuden a alertar y activar plan de contingencia, implementar planes de contingencia de evacuación de personal en caso de falla de la presa.

5.3.3. Recomendaciones del objetivo específico 03

Según las unidades Geomorfológicas y el plano de pendiente del proyecto se puede apreciar que la presa el Citan atraviesa Relieve montañosos, con pendiente de 25° - 45° y laderas de montaña (l-m) con pendiente de 15° - 25°

De acuerdo al modelamiento con el software Slide v.6.0, para el talud del vaso, los factores de seguridad se encuentran dentro del rango admisible por las normas (AASHTO LRFD, NAVFAC - DM7, FHWA-NHI-11-032 y CE 020).

Tener en consideración las sugerencias necesarias de prevención para actuar ante la presencia de las máximas avenidas en la zona, debido a que en las épocas de las lluvias se presentan gran cantidad de flujos torrenciales y con ello incrementa el caudal del río, dándose posibles inundaciones, derrumbes, huaycos, deslizamientos entre otros.

CAPITULO VI. REFERENCIAS

Alva Hurtado, J. E. (s.f.). *Suelos Expansivos y Colapsables*, FACULTAD DE INGENIERÍA
CIVIL, UNIDAD POSGRADO.

ASTM en la región de América Latina. (s.f.). *Normas ASTM*.

Braja M., D. (2012). *Fundamentos de ingeniería de cimentaciones*.

Chalán Chávez, A. M., & Guevara Paredes, K. E. (2014). *Evaluación y Análisis de la
Estabilidad de la Presa Garrapón del Centro Poblado Garrapón -Ascope - la
Libertad*. La Libertad.

Crespo Villalaz, C. (2004). *Mecánica de Suelos y Cimentaciones* . Monterrey.

EGEL, E. (2021). Lima.

Gonzales de Vallejos, L. I. (2002). *Ingeniería Geologica*. Madrid: Pearson Educación.

Juárez Badillo, E., & Rico Rodríguez, A. (2005). *Mecánica de Suelos(Fundamentos de la
mecánica de suelos)*. España.

Norma peruana. (2016). *Diseño sismoresistente del reglamento nacional de edificaciones*.
Lima.

Rodriguez Serquen , W. (2019). *Ingenieria Geotécnica(suelos y cimentaciones)*. Ecuador.

Sencico, & Norma E.050 Suelos y Cimentaciones. (2020). *Norma E.050 Suelos y
Cimentaciones*. Lima: Servicio Nacional de Capacitación para la industria de la
construcción - SENCICO.

Vascular, F. (s.f.). *Biología Sur, Apuntes de C. de la Tierra*.

CAPITULO VII. ANEXOS

Anexo N°1 (Resultados de los ensayos en laboratorio)

Figura 71

Análisis químico del suelo resultado laboratorio



EGEL Estudios Geotecnicos y Ensayos de Laboratorios E.I.R.L.
 Direccion Av. Augusto B. Leguia Nro 1001 - Ferreñafe y/o Ca. Los Eucaliptos Mz. H - Lte. 6 - La Molina - Sector II - Zona A - Piura - Telefono 074-583735 - Cel. 978175500 - Rpm * 789102



ANALISIS QUIMICO DEL SUELO					
SOLICITANTE	: CONSORCIO YAPATERA				
PROYECTO	: MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE RIEGO SUB SECTOR YAPATERA, DISTRITO DE CHULUCANAS, PROVINCIA MORROPON - DEPARTAMENTO PIURA				
UBICACIÓN	: DISTRITO CHULUCANAS - PROVINCIA MORROPON - DEPARTAMENTO PIURA				
CERTIFICADO N°	: EGEL - LG- 0198 - AQS - 2021				
ZONA	: BOCATOMA DE DERIVACION				
FECHA	: 29/06/2021				

RESULTADOS DE LABORATORIO					
CALICATA	PROF, (m)	P.P.M.			
		PH	Sales Totales	Cloruros	Sulfatos
BD-1	0.00 - 1.00	7.2	275.5	174.2	56.6

OBSERVACIONES : _____



ESTUDIOS GEOTECNICOS Y ENSAYOS DE LABORATORIOS E.I.R.L.
Miguel Arranzategui Braun
 LABORATORISTA

LABORATORISTA



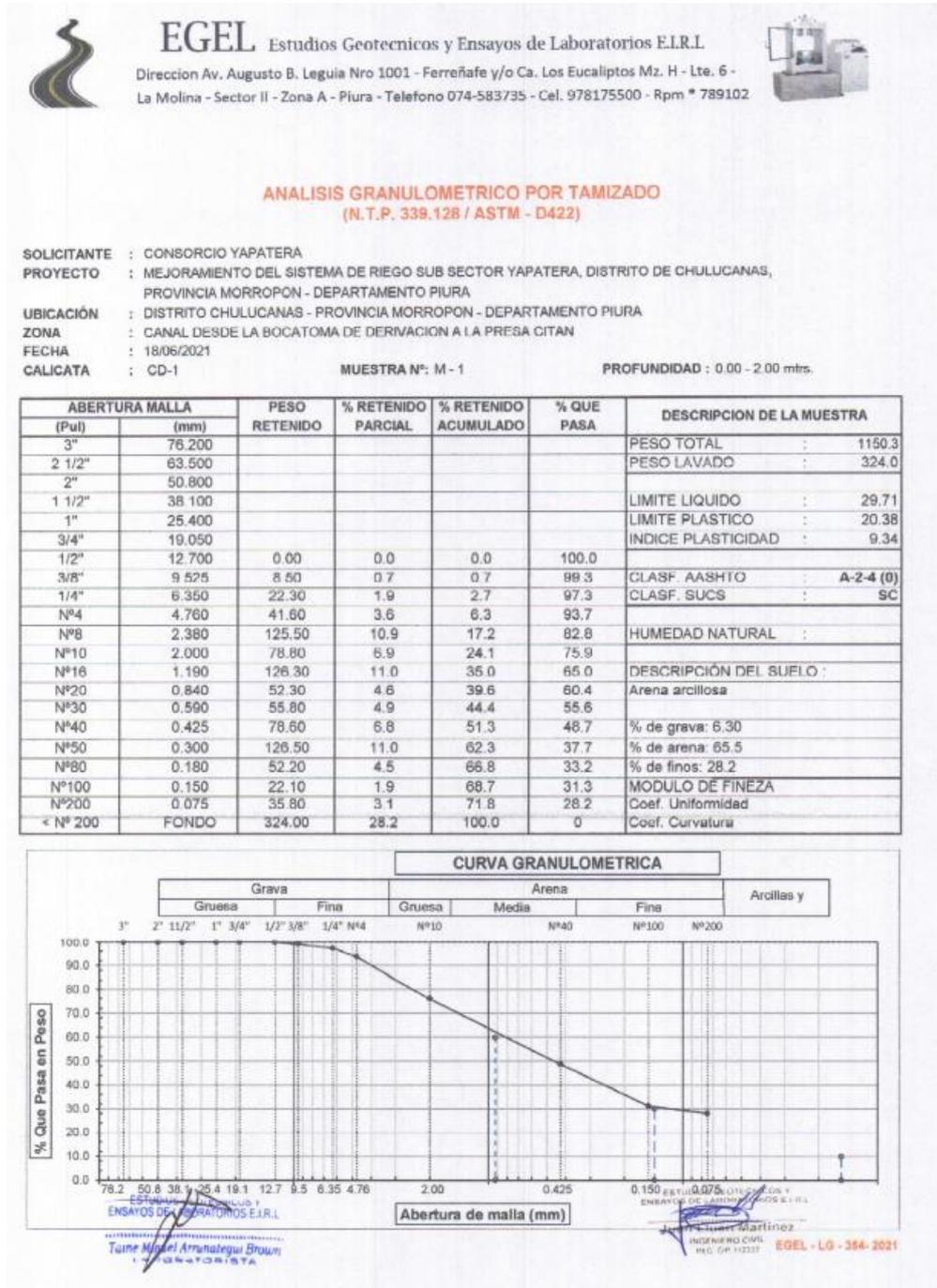
ESTUDIOS GEOTECNICOS Y ENSAYOS DE LABORATORIOS E.I.R.L.
Juan Lujan Martinez
 INGENIERO CIVIL
 N° CP 112337

ING° JEFE

Nota. Adaptado de los resultados obtenidos del ensayo en laboratorio (EGEL, 2021).

Figura 72

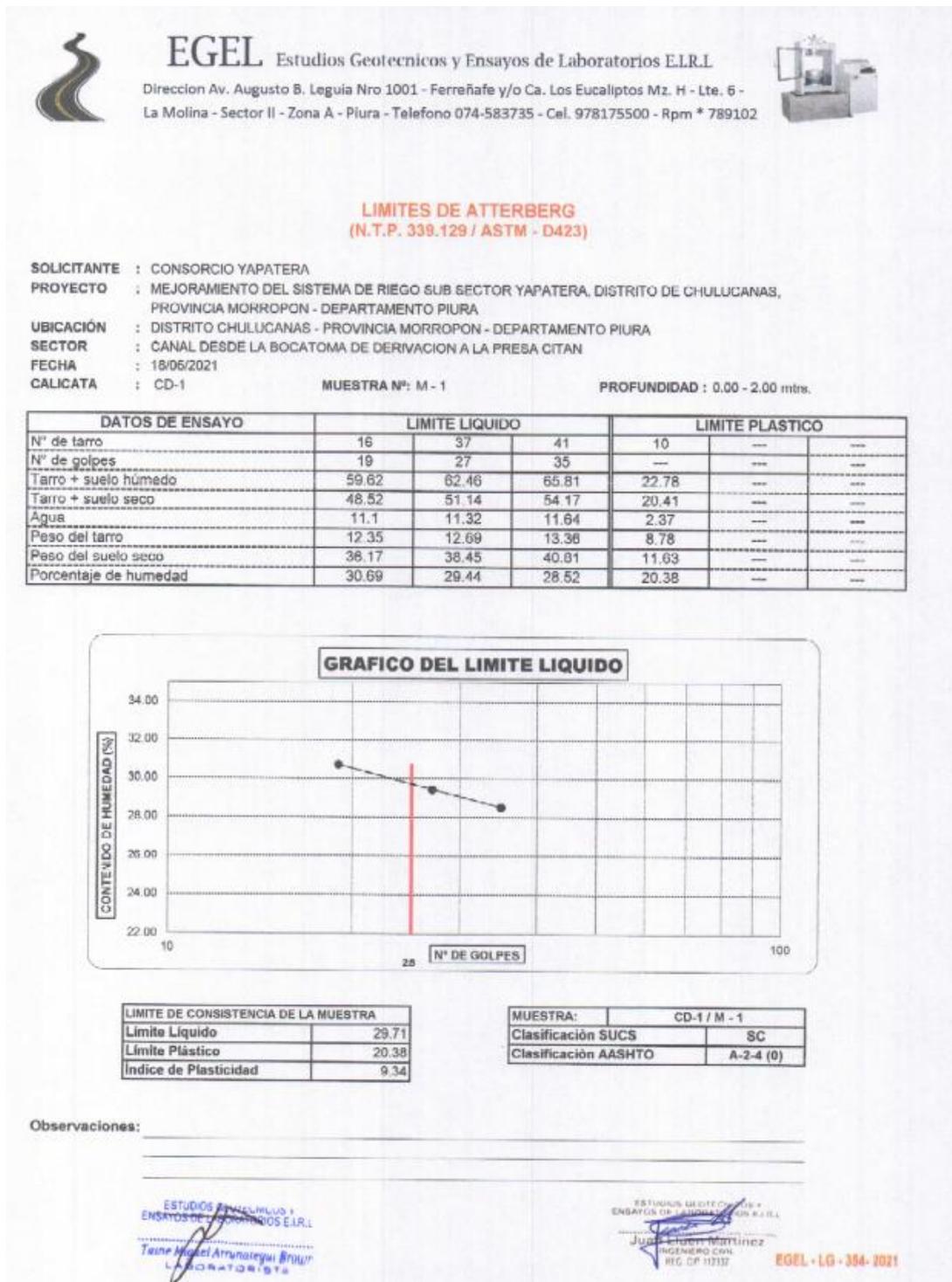
Análisis granulométrico resultado laboratorio



Nota. Adaptado de los resultados obtenidos del ensayo en laboratorio (EGEL, 2021).

Figura 73

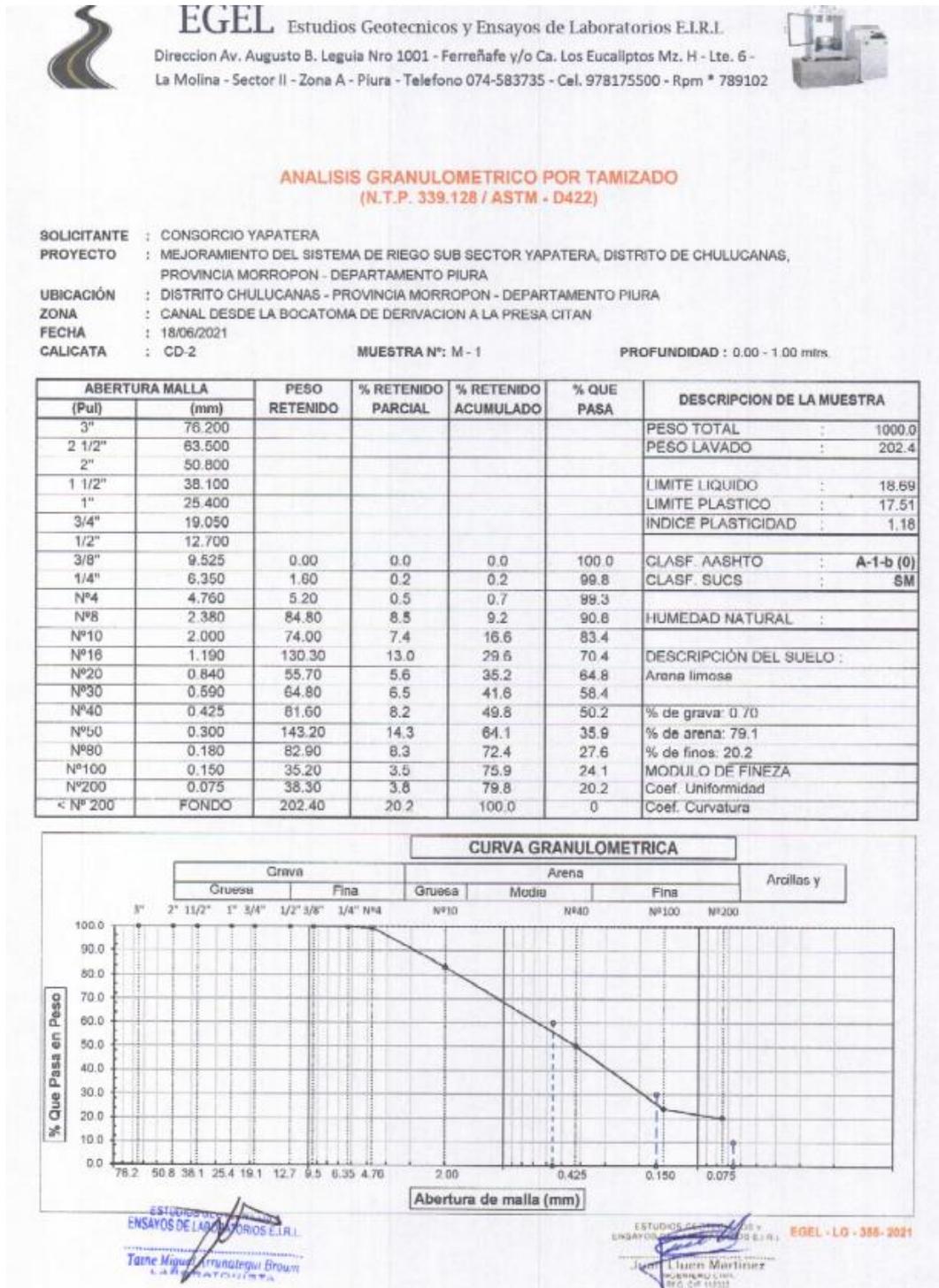
Limite liquido – plástico resultado ensayo



Nota. Adaptado de los resultados obtenidos del ensayo en laboratorio (EGEL, 2021).

Figura 74

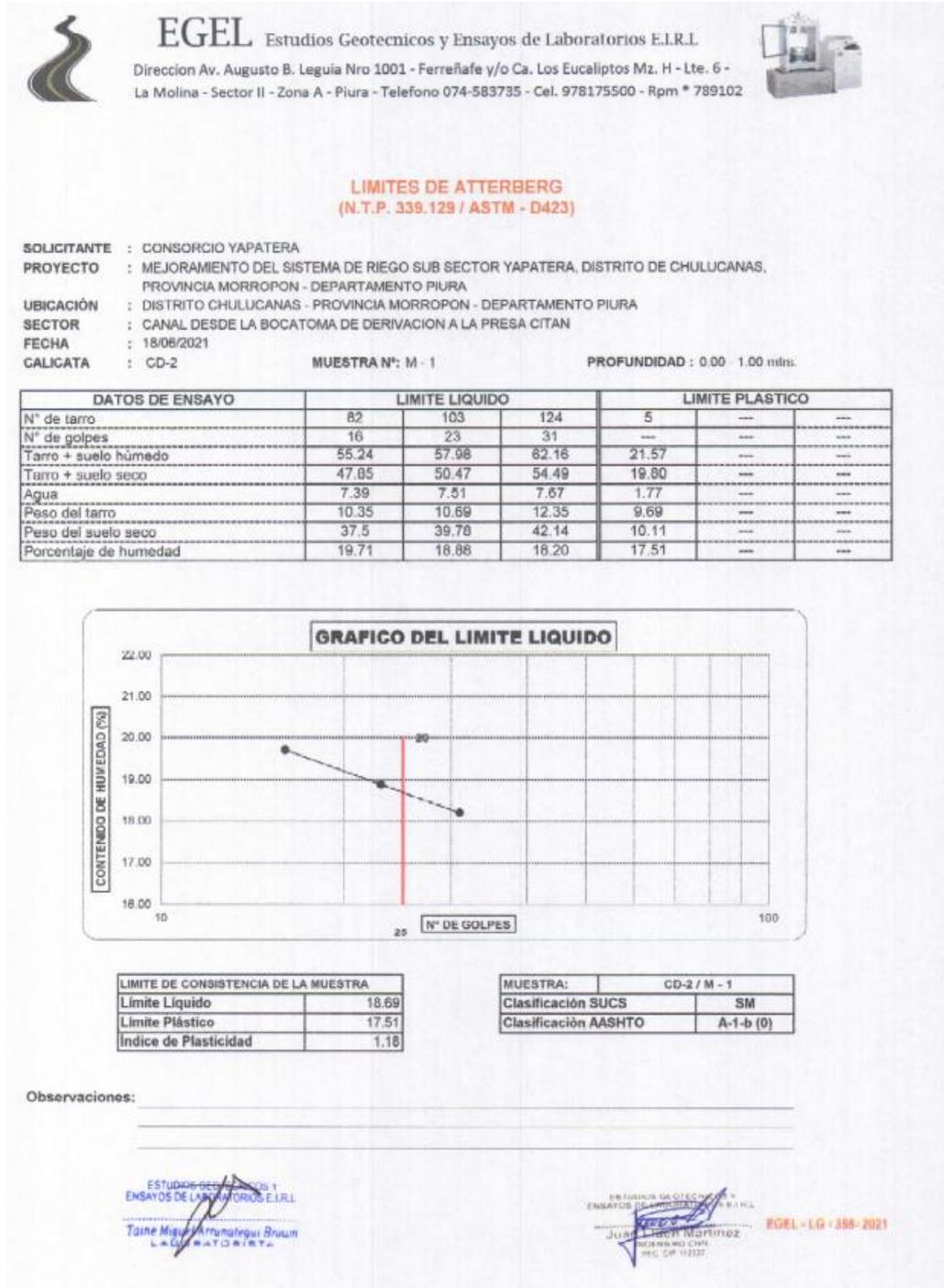
Análisis granulométrico – tamizado



Nota. Adaptado de los resultados obtenidos del ensayo en laboratorio (EGEL, 2021).

Figura 75

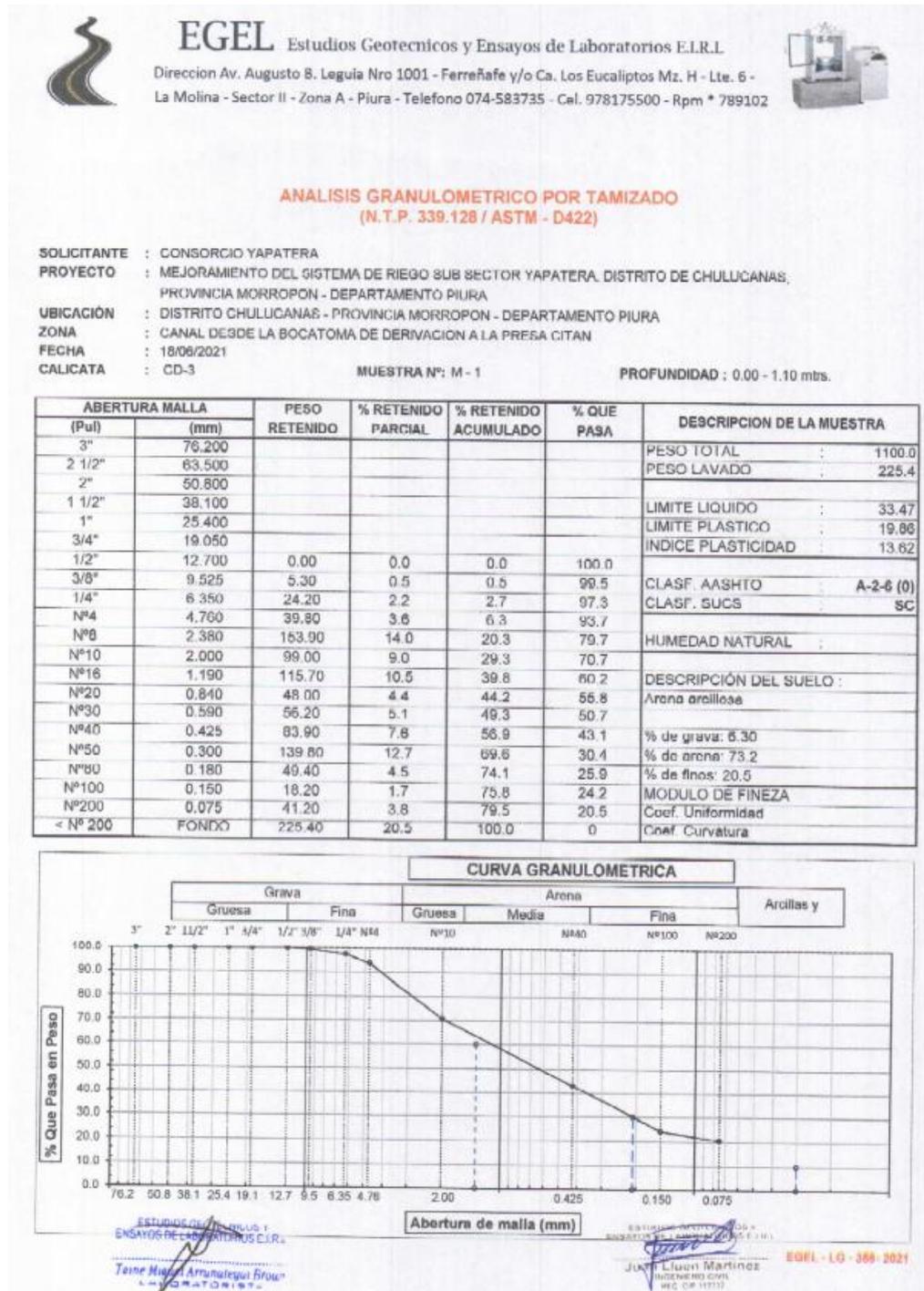
Límite de atterberg



Nota. Adaptado de los resultados obtenidos del ensayo en laboratorio (EGEL, 2021).

Figura 76

Análisis por tamizado



Nota. Adaptado de los resultados obtenidos del ensayo en laboratorio (EGEL, 2021).

Figura 77

Humedad natural – resultado ensayo

HUMEDAD NATURAL ASTM D - 2216				
SOLICITANTE : CONSORCIO YAPATERA				
PROYECTO : MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE RIEGO SUB SECTOR YAPATERA, DISTRITO DE CHULUCANAS PROVINCIA DE MORROPÓN - DEPARTAMENTO DE PIURA				
UBICACIÓN : DISTRITO CHULUCANAS - PROVINCIA MORROPON - DEPARTAMENTO PIURA				
FECHA : 18/06/2021				
CANAL DESDE LA BOCATOMA DE DERIV A LA PRESA CITAN				
CALICATA	CD-1	CD-2	CD-3	CD-4
MUESTRA	M - 1	M - 1	M - 1	M - 1
PROFUNDIDAD	0.00 - 2.00	0.00 - 1.00	0.00 - 1.10	0.00 - 0.80
N° Recipiente	97	55	71	106
Peso Suelo Húmedo + Recipiente	286.40	203.70	188.70	215.30
Peso Suelo Seco + Recipiente	278.70	200.10	183.30	211.30
Peso del Agua	7.70	3.60	5.40	4.00
Peso Recipiente	39.30	23.50	9.30	11.80
Peso Suelo Seco	239.40	176.60	154.00	199.50
Porcentaje de Humedad	3.22%	2.04%	3.51%	2.01%
CANAL DESDE LA BOCATOMA DE DERIV A LA PRESA CITAN				
CALICATA	CD-5	CD-6		
MUESTRA	M - 1	M-1		
PROFUNDIDAD	0.00 - 1.70	0.00 - 2.10		
N° Recipiente	75	44		
Peso Suelo Húmedo + Recipiente	358.10	434.90		
Peso Suelo Seco + Recipiente	327.70	416.50		
Peso del Agua	30.40	18.40		
Peso Recipiente	38.90	41.10		
Peso Suelo Seco	288.80	375.40		
Porcentaje de Humedad	10.53%	4.90%		
ZONA				
CALICATA				
MUESTRA				
PROFUNDIDAD				
N° Recipiente				
Peso Suelo Húmedo + Recipiente				
Peso Suelo Seco + Recipiente				
Peso del Agua				
Peso Recipiente				
Peso Suelo Seco				
Porcentaje de Humedad				

EGEL - 0126B - HN - 2021

ESTUDIOS GEOTECNICOS Y
ENSAYOS DE LABORATORIOS E.L.R.L.
Tante Miguel Arrunategui Brown
LABORATORISTA

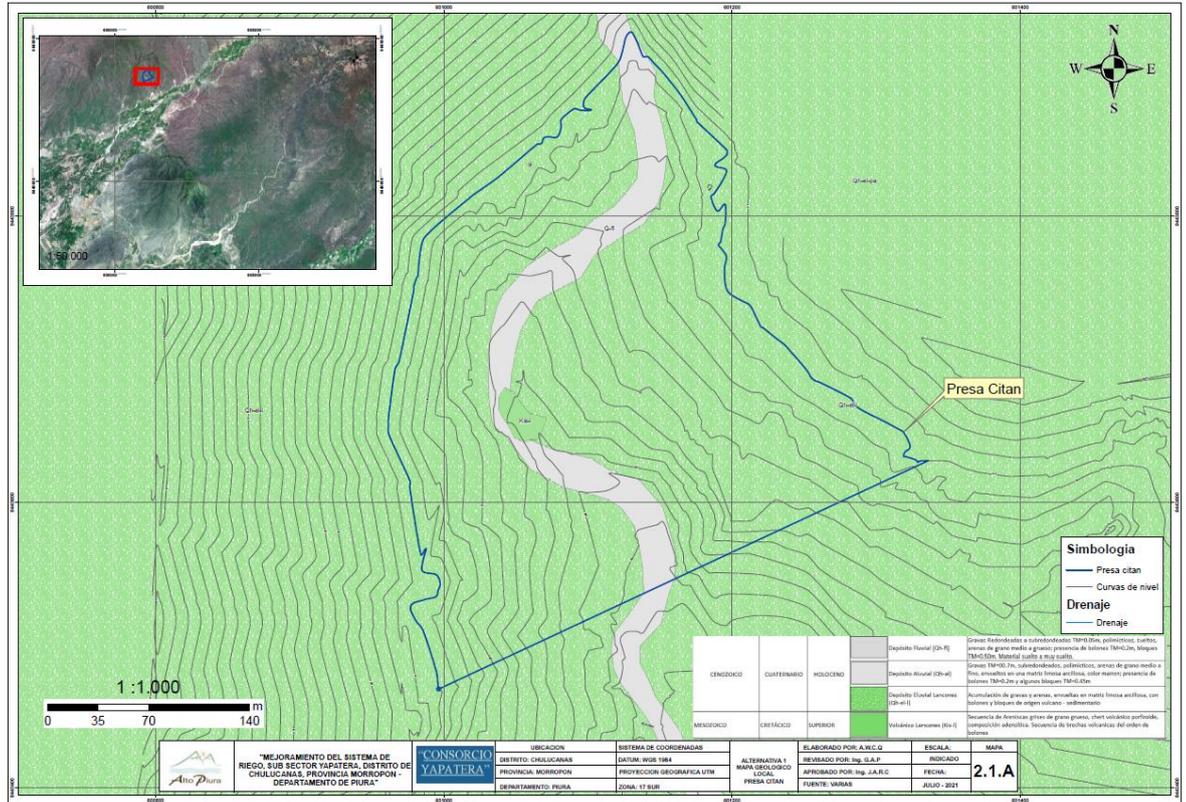
ESTUDIOS GEOTECNICOS Y
ENSAYOS DE LABORATORIOS E.L.R.L.
Juan Esteban Martínez
INGENIERO CIVIL
N.º 04 11038

Nota. Adaptado de los resultados obtenidos del ensayo en laboratorio (EGEL, 2021).

Anexo N°2 (Mapas geológico – geotécnico)

Figura 78

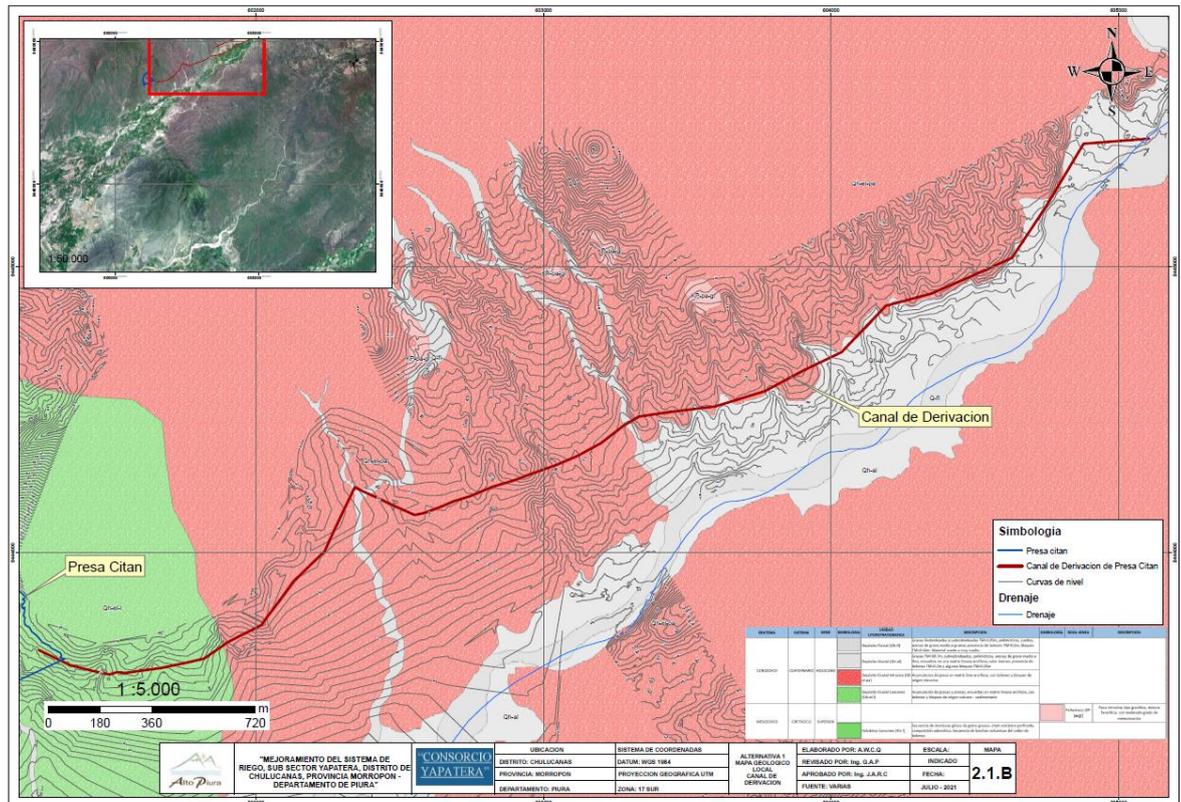
Mapa geológico localización presa citan



Nota. Adaptado del estudio de geología (consorcio yapatera).

Figura 79

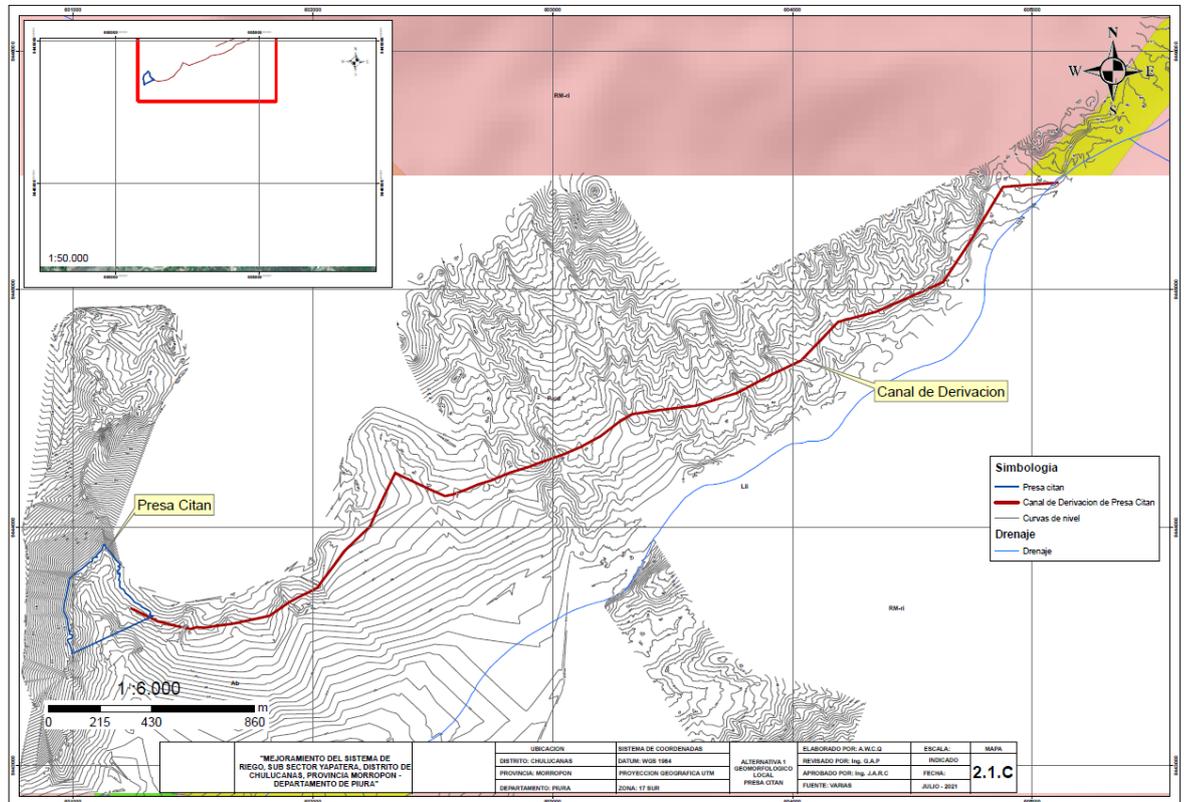
Mapa geológico – limite presa citan – canal derivación



Nota. Adaptado del estudio de geología (consorcio yapatera).

Figura 80

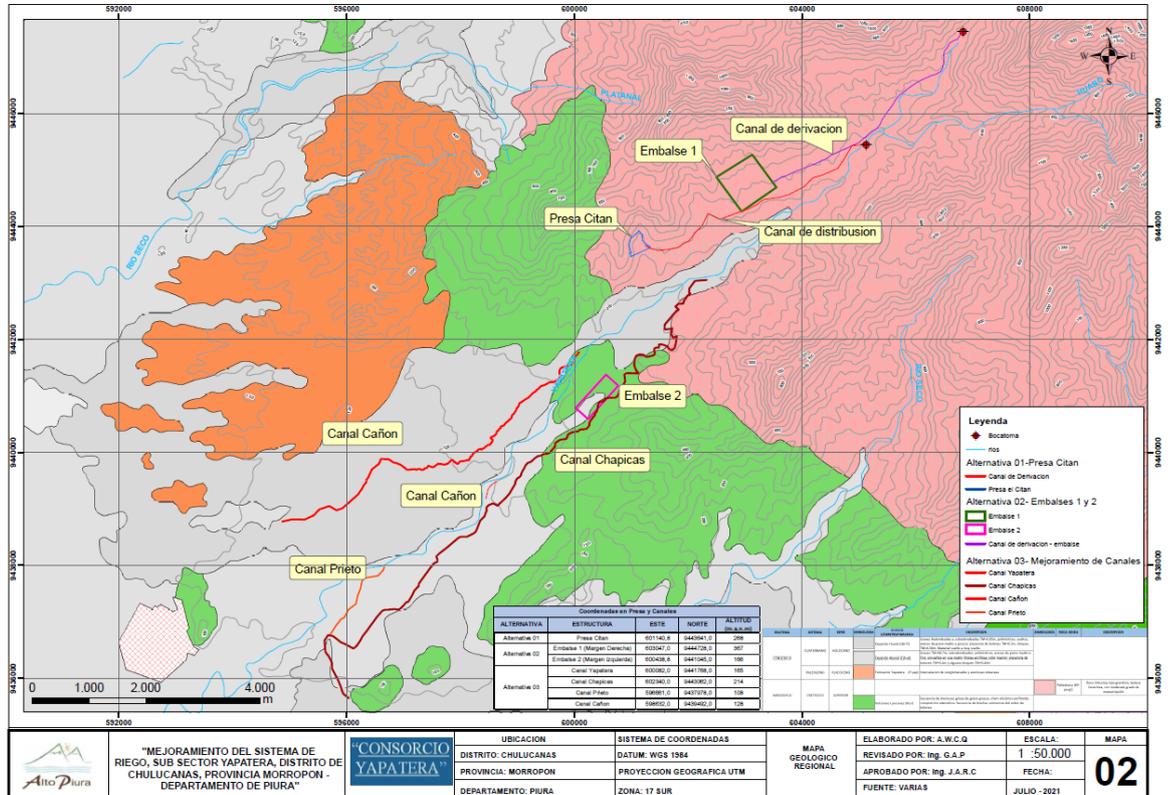
Mapa geomorfológico – presa citan



Nota. Adaptado del estudio de geología (consorcio yapatera).

Figura 81

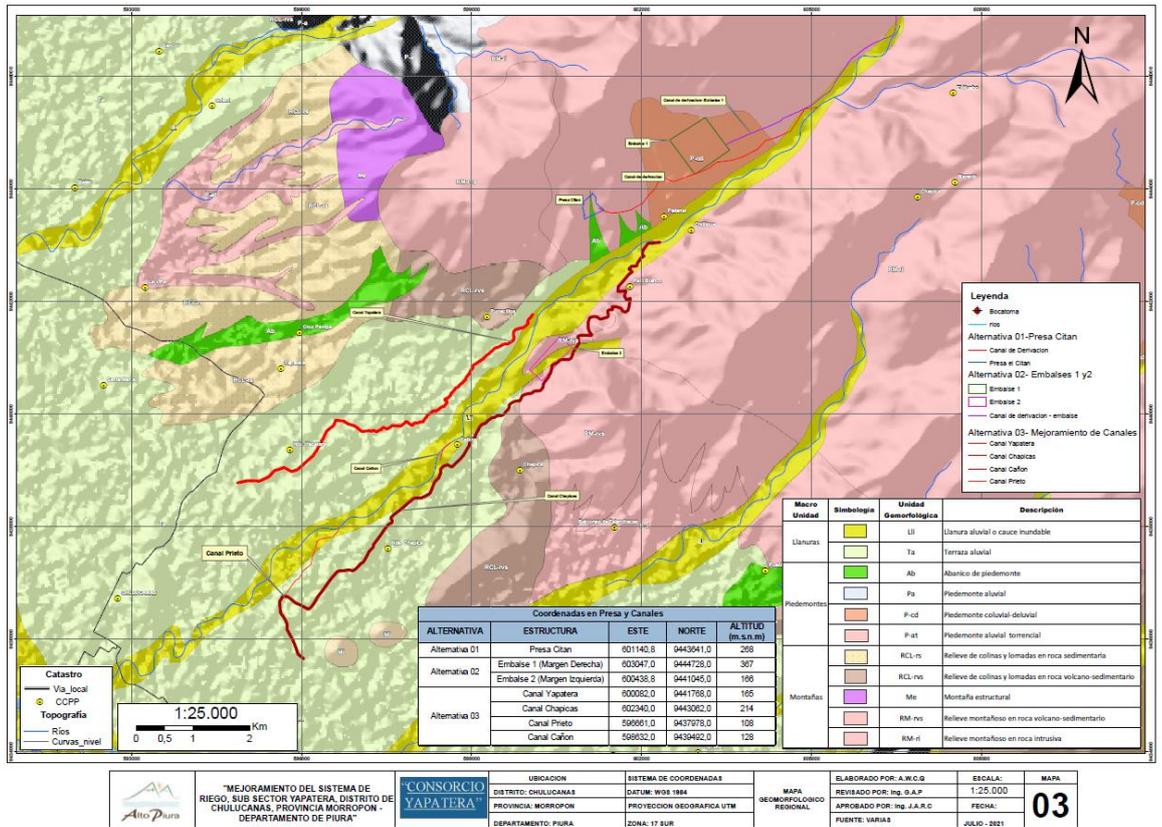
Mapa geológico regional – presa citan



Nota. Adaptado del estudio de geología (consorcio yapatera).

Figura 82

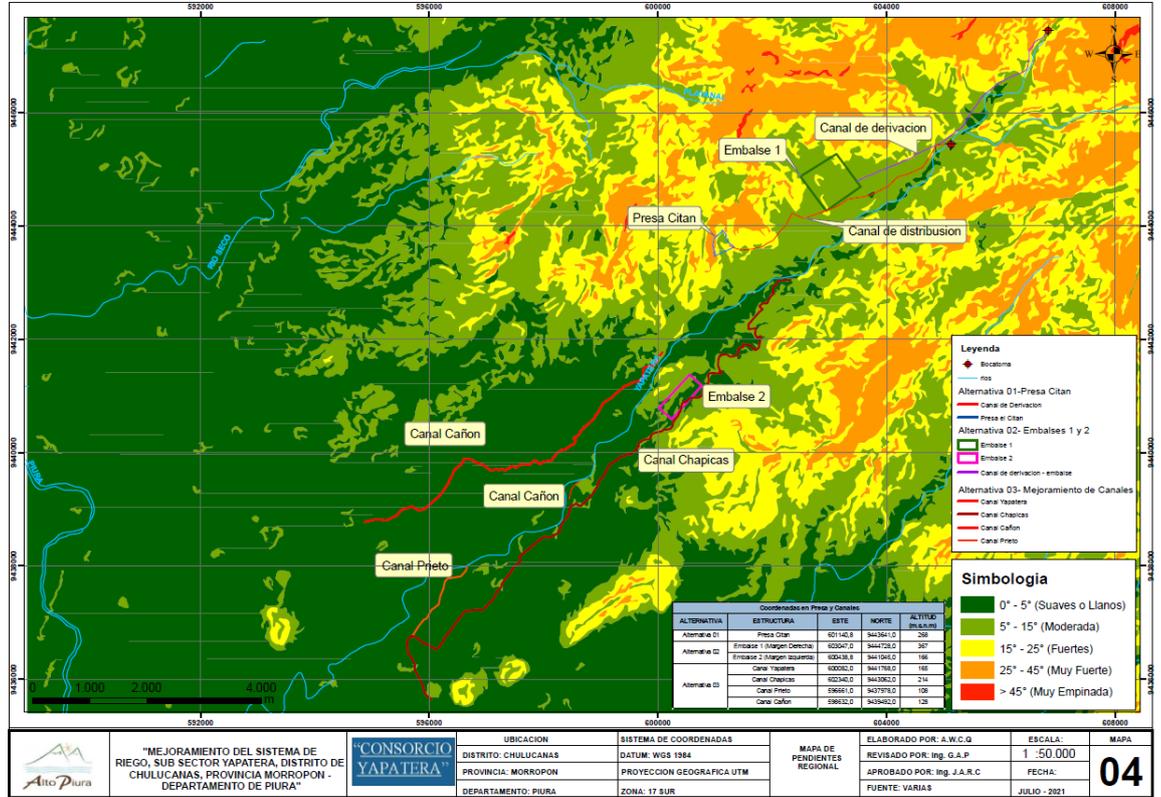
Mapa geomorfológico regional



Nota. Adaptado del estudio de geología (consorcio yapatera).

Figura 83

Mapa de pendientes regional

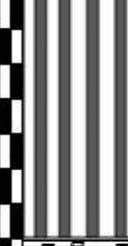
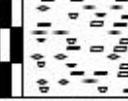


Nota. Adaptado del estudio de geología (consorcio yapatera).

Anexo N°3 (perfil estratigráfico)

Figura 84

Perfil estratigráfico – presa citan

		REGISTRO DE CALICATAS					
PROYECTO		PROYECTO ESPECIAL DE IRRIGACIÓN E HIDROENERGETICO DEL ALTO PIURA					
UBICACIÓN		Presa Citan				CALICATA N°	
PROF CALICATA (m)	1.00	DIMENSION DE CALICATA:		1.2mx1.50m		BD-1	
COORDENADAS	UTM	ESTE	NORTE	FECHA:			
	WGS84 -17M	605132	9445450	07/06/2021			
NIVEL FREATICO							
PROFUNDIDAD	SIMBOLO GIA	SUCS AS SHT	DESCRIPCIÓN		MUESTR.	EN SAYO IN SITU	
0.70m		MH	Suelo organico arenoso, con presencia de raices				
1.00m		SP A-1 s(0)	Suelo constituido por arena pobremente gradada, compacidad baja, color gris. Con porcentajes de G=41.6%, Ar=54.4%, F=4% y contenido de humedad 3.93%		M-1		
OBSERVACIONE Presencia de bloque de Rocs, imposibilita el avance de la excavación							
							
Nombre:		Nombre:		Nombre:			
ING. RESPONSABLE		JEFE DE GEOLOGÍA		SUPERVISIÓN			

Nota. Adaptado de la ejecución efectuada del perfil del material en laboratorio

(EGEL, 2021).

Figura 85

Perfil estratigráfico – M-2 presa Citan

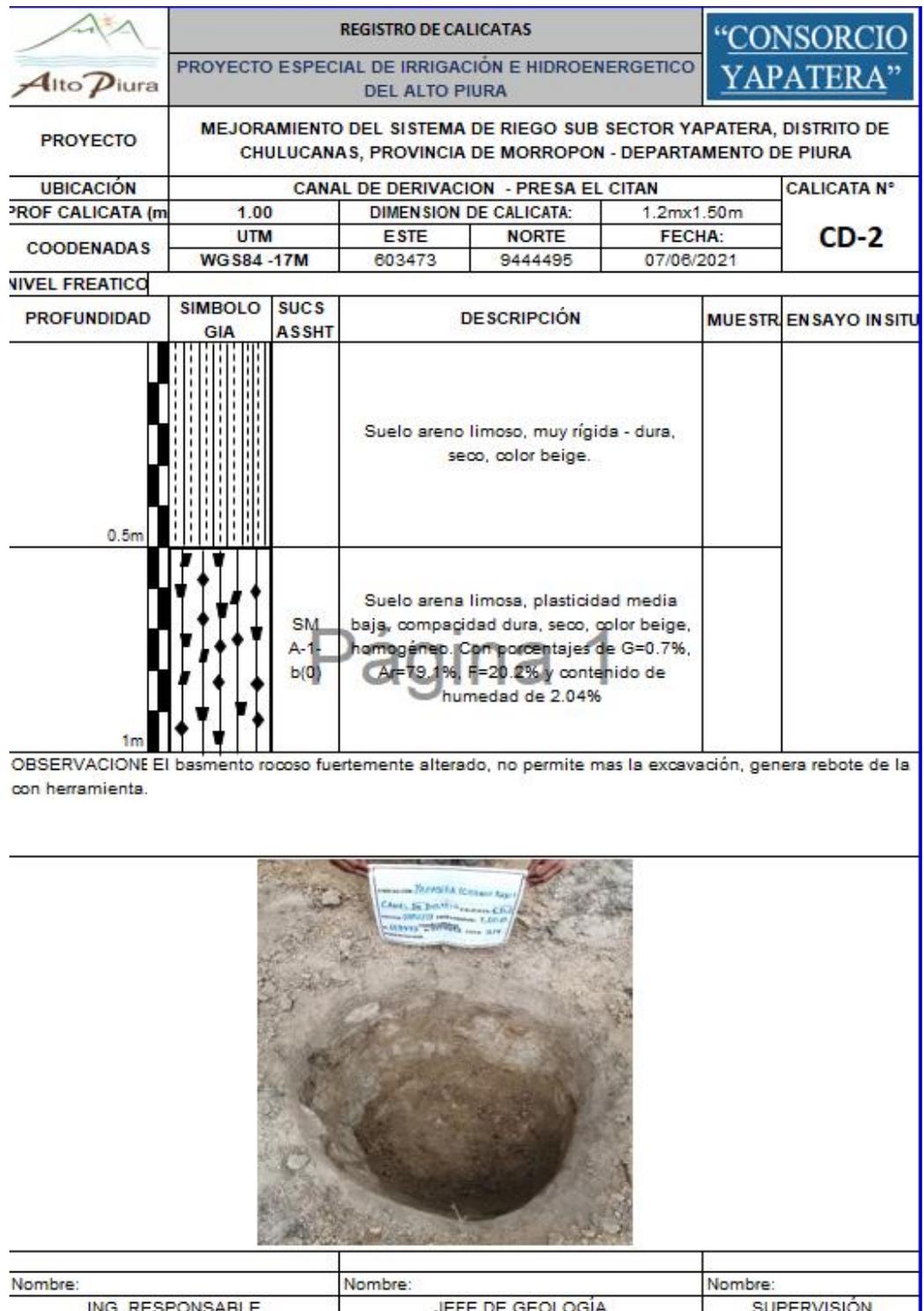
ALTO PIURA		REGISTRO DE CALICATAS				"CONSORCIO YAPATERA"			
PROYECTO		PROYECTO ESPECIAL DE IRRIGACIÓN E HIDROENERGETICO DEL ALTO PIURA							
UBICACIÓN		CANAL DE DERIVACION - PRESA EL CITAN				CALICATA N°			
ROF CALICATA (m)	2.00	DIMENSION DE CALICATA:		1.2mx1.50m		CD-1			
COORDENADAS		UTM	ESTE	NORTE	FECHA:				
		WGS84 -17M	804308.0	9444900.0	07/06/2021				
IVEL FREATICO									
PROFUNDIDAD	SIMBOLOGIA	SUCS ASSHT	DESCRIPCIÓN			MUESTRA	ENSAYO IN SITU		
1m		SC A-2-4(0)	Suelo constituido por arena arcillosa, plasticidad media a alta, consistencia semi dura, color beige. Con porcentajes de G=8.3%, Ar=65.5%, F=28.2% y contenido de humedad 3.22%			M-1			
2m									
OBSERVACION									
Nombre:		Nombre:			Nombre:				
ING. RESPONSABLE		JEFE DE GEOLOGIA			SUPERVISION				

Nota. Adaptado de la ejecución efectuada del perfil del material en laboratorio

(EGEL, 2021).

Figura 86

Perfil estratigráfico – M-3 presa citan

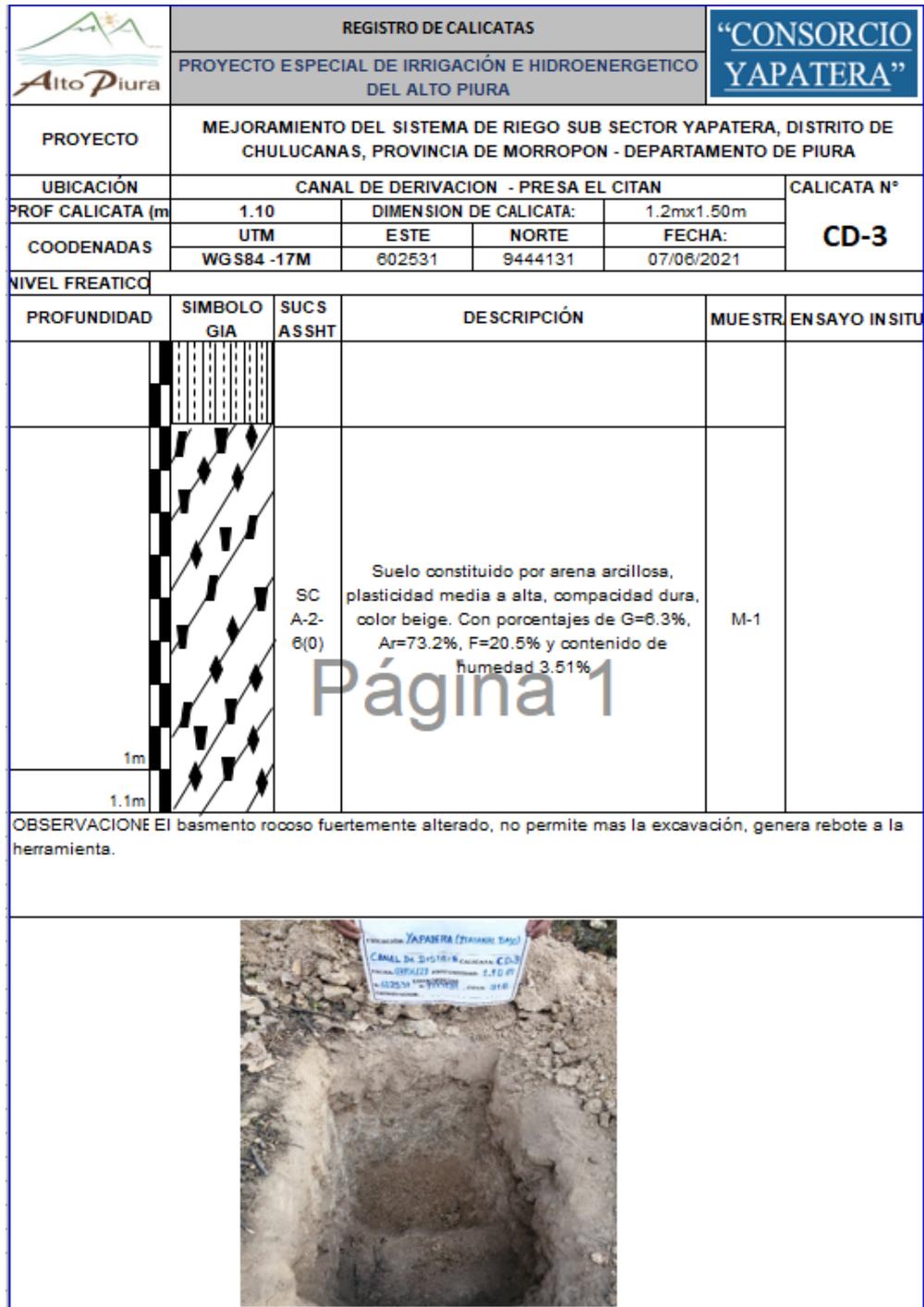


Nota. Adaptado de la ejecución efectuada del perfil del material en laboratorio

(EGEL, 2021).

Figura 87

Perfil estratigráfico – M-4 presa citan



Nota. Adaptado de la ejecución efectuada del perfil del material en laboratorio (EGEL, 2021).

Figura 88

Perfil estratigráfico – M-5 presa Citan

		REGISTRO DE CALICATAS				
PROYECTO		PROYECTO ESPECIAL DE IRRIGACIÓN E HIDROENERGETICO DEL ALTO PIURA				
UBICACIÓN		CANAL DE DERIVACION - PRESA EL CITAN			CALICATA N°	
PROF CALICATA (m)	0.80	DIMENSION DE CALICATA:		1.2mx1.50m		
COORDENADAS	UTM	ESTE	NORTE	FECHA:		
	WGS84 -17M	601803	9443607	07/06/2021		
NIVEL FREATICO						
PROFUNDIDAD	SIMBOLOGIA	SUCS ASSHT	DESCRIPCIÓN	MUESTRA	ENSAYO INSITU	
0.20m			Suelo limoso, con grava y arena, muy rígida a dura, seco, color marron, homogéneo.			
0.80m		GC A-7-6(5)	Suelo constituido por grava arcillosa, plasticidad media a alta, compacidad rigida, bloques de roca. Con porcentajes de G=36.7%, Ar=16.5%, F=46.8% y contenido de humedad de 2.01%	M-1		
OBSERVACIONE Presencia de bloque de roca imposibilita el abanse de la excavacion						
						
Nombre:		Nombre:		Nombre:		
ING. RESPONSABLE		JEFE DE GEOLOGÍA		SUPERVISIÓN		

Nota. Adaptado de la ejecución efectuada del perfil del material en laboratorio (EGEL, 2021).

Anexo N°4 (panel fotográfico)

Figura 89

calicata en el lugar de emplazamiento de la presa Citan



Nota. Adaptado del estudio de geología (consorcio yapatera).

Figura 90

calicata en el eje de la presa Citan



Nota. Adaptado del estudio de geología (consorcio yapatera).

Figura 91

Determinación de límites líquidos – plásticos



Nota. Adaptado del estudio de geología (consorcio yapatera).

Figura 92

Determinación de limite liquido - plástico



Nota: Adaptado del estudio de geología (consorcio yapatera).

Figura 93

Ejecución de corte directo



Nota. Adaptado del estudio de geología (consorcio yapatera).

Figura 94

Proceso de secado de material en horno



Nota. Se evidencia la ejecución de los trabajos en laboratorio, adaptado del estudio de geotecnia (consorcio yapatera).