

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINAS Y METALÚRGICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOLÓGICA



TESIS

**ESTUDIO GEOLOGICO Y GEOTECNICO PARA LA CONSTRUCCION
DEL CANAL DE AGUA CCARAMPA – WILACCOTA. DISTRITO DE
ANTABAMBA, PROVINCIA DE ANTABAMBA APURIMAC -2025**

PRESENTADO POR:

BR. WALDIR EXALTACION ARONI MOREANO

**PARA OPTAR AL TITULO PROFESIONAL DE
INGENIERO GEÓLOGO**

ASESOR:

ING. VICTOR VIDAL GARATE GONGORA

CUSCO – PERÚ

2025

INFORME DE ORIGINALIDAD

(Aprobado por Resolución Nro.CU-303-2020-UNSAAC)

El que suscribe, **Asesor** del trabajo de investigación/tesis titulada: "ESTUDIO GEOLOGICO Y GEOTECNICO PARA LA CONSTRUCCION DEL CAANAL DE AGUA CCARAMPA - WILACCOTA, DISTRITO DE AHTABAMBA, PROVINCIA DE AHTABAMBA APURIMAC - 2025"

Presentado por: WALDIR EXALTACION ARONI MOREANO DNI N° 48322654
presentado por: DNI N°:
Para optar el título profesional/grado académico de INGENIERO GEOLOGO

Informo que el trabajo de investigación ha sido sometido a revisión por 02 veces, mediante el Software Antiplagio, conforme al Art. 6° del **Reglamento para Uso de Sistema Antiplagio de la UNSAAC** y de la evaluación de originalidad se tiene un porcentaje de 9%.

Evaluación y acciones del reporte de coincidencia para trabajos de investigación conducentes a grado académico o título profesional, tesis

Porcentaje	Evaluación y Acciones	Marque con una (X)
Del 1 al 10%	No se considera plagio.	X
Del 11 al 30 %	Devolver al usuario para las correcciones.	
Mayor a 31%	El responsable de la revisión del documento emite un informe al inmediato jerárquico, quien a su vez eleva el informe a la autoridad académica para que tome las acciones correspondientes. Sin perjuicio de las sanciones administrativas que correspondan de acuerdo a Ley.	

Por tanto, en mi condición de asesor, firmo el presente informe en señal de conformidad y adjunto las primeras páginas del reporte del Sistema Antiplagio.

Cusco, 30 de Mayo de 2025


Firma

Post firma: VICTOR VIDAL GARATE GOMBORA

Nro. de DNI: 29390015

ORCID del Asesor: 0000-0002-4296-6482

Se adjunta:

1. Reporte generado por el Sistema Antiplagio.
2. Enlace del Reporte Generado por el Sistema Antiplagio: oid: 27259:463230442 ✓

Waldir Aroni

Estudio Geológico y Geotécnico para la construcción del canal de agua Ccarapampa

 Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid:::27259:463230442

Fecha de entrega

29 may 2025, 8:55 p.m. GMT-5

Fecha de descarga

29 may 2025, 9:10 p.m. GMT-5

Nombre de archivo

Tesis Aroni, Waldir.pdf

Tamaño de archivo

16.3 MB

184 Páginas

64.825 Palabras

338.323 Caracteres

9% Overall Similarity

The combined total of all matches, including overlapping sources, for each database.

Filtered from the Report

- ▶ Small Matches (less than 15 words)
- ▶ Internet sources
- ▶ Crossref database
- ▶ Crossref posted content database

Exclusions

- ▶ 3 Excluded Matches

Top Sources

- 0%  Internet sources
- 0%  Publications
- 9%  Submitted works (Student Papers)

Integrity Flags

2 Integrity Flags for Review

-  **Replaced Characters**
53 suspect characters on 18 pages
Letters are swapped with similar characters from another alphabet.
-  **Hidden Text**
17 suspect characters on 1 page
Text is altered to blend into the white background of the document.

Our system's algorithms look deeply at a document for any inconsistencies that would set it apart from a normal submission. If we notice something strange, we flag it for you to review.

A Flag is not necessarily an indicator of a problem. However, we'd recommend you focus your attention there for further review.



INDICE

RESUMEN	11
Palabras clave	11
INTRODUCCIÓN	13
CAPITULO I.....	14
1.1. UBICACIÓN	14
1.1.1. UBICACION POLITICA.....	14
1.1.2. UBICACIÓN GEOGRAFICA.....	14
1.2. ACCESIBILIDAD	14
1.3. CLIMA	15
1.4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACION.....	16
1.5.1. FORMULACION DEL PROBLEMA	17
1.5.1.1. PROBLEMA GENERAL.....	17
1.5.1.2. PROBLEMAS ESPECIFICAS.....	17
1.5. OBJETIVOS.....	17
1.6.1. OBJETIVO GENERAL	17
1.6.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	18
1.6. JUSTIFICACIÓN	18
1.7. HIPOTESIS	19
1.8.1. HIPOTESIS GENERAL	19
1.8.2. HIPOTESIS ESPECIFICAS	19
1.8. VARIABLES	19
1.9.1. VARIABLES INDEPENDIENTES	19
1.9.2. VARIABLE DEPENDIENTE	20
1.9. METODOLOGIAS.....	20
1.10.1. FASE PRELIMINAR GABINETE.....	20
1.10.2. FASES DE CAMPO I.....	20
1.10.3. FASE DE CAMPO II.....	20
1.10.4. FASES DE GABINETE FINAL Y LABORATORIO	20
1.10.5. TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN	21
1.10. RECOLECCION DE DATOS.....	21
1.11.1. TÉCNICAS.....	21
1.11. NORMATIVA UTILIZADA.....	22
CAPITULO II.....	25
2. MARCO TEORICO	25
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACION.....	25



2.2.	BASES TEORICAS	25
2.3.	CONCEPTOS BASICOS	27
CAPÍTULO III.....		31
3.	GEOMORFOLOGÍA	31
3.1.	GEOMORFOLOGÍA REGIONAL.....	31
3.1.1.	GEOMORFOLOGÍA LOCAL.....	35
3.2.	GEOFORMAS CARACTERISTICAS DE LA ZONA DE ESTUDIO	37
CAPITULO IV		48
4.1.	GEOLOGÍA Y GEODINAMICA	48
4.1.1.	GEOLÓGIA REGIONAL.....	48
4.1.2.	GEOLÓGIA LOCAL.....	51
4.1.3.	GEOLOGÍA ESTRUCTURAL	69
4.1.4.	GEODINÁMICA	72
4.1.4.1.	GEODINÁMICA INTERNA.....	72
4.1.4.1.1.	SISMICIDAD.....	72
4.1.4.1.2.	ANTECEDENTES DE SISMOS EN EL PERÚ Y EN LA REGIÓN APURÍMAC..	73
4.1.4.1.3.	MAPA DE SISMOS DEL PERU	75
4.1.4.1.4.	INTENSIDAD Y ACELERACIONES SISMICAS	75
4.1.4.2.	GEODINÁMICA EXTERNA.....	77
4.1.4.2.1.	DESLIZAMIENTOS SUPERFICIALES.....	77
4.1.4.2.2.	CAIDA DE ROCAS	79
4.1.4.2.3.	EROSIÓN DE LADERAS.....	80
CAPÍTULO V		81
5.	GEOTECNIA	81
5.1.	PROSPECCION GEOTECNICA DIRECTA.....	81
5.1.1.	PROSPECCION POR CALICATAS	81
5.1.1.1.	UBICACIÓN Y EXCAVACION Y DESCRIPCION DE CALICATAS.....	82
5.1.1.2.	TOMA DE MUESTRAS E IDENTIFICACION DE LOS SUELOS NTP 339.150(ASTM D2488)	93
5.1.1.3.	ENSAYOS DE DENSIDAD DE CAMPO	94
5.1.2.	CARACTERISTICAS FISICO – MECANICAS DEL SUELO	96
5.1.2.1.	ENSAYOS DE SUELOS ESTANDARES	96
5.1.2.2.	ENSAYOS ESPECIALES	110
5.1.2.3.	PERFILES DEL SUELO	114
5.1.3.	ANALISIS DE LA INFORMACION	153
5.1.3.1.	CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE.....	153



5.1.4. TALUDES DE CORTE Y RELLENO.....	163
5.1.5. ANALISIS QUIMICO DEL TERRENO DE CIMENTACION	164
RESULTADOS	172
CONCLUSIONES.	172
RECOMENDACIONES	181
BIBLIOGRAFÍA.	184
ANEXOS.....	185

INDICE DE TABLAS

Cuadro 01.- Acceso a la zona de estudio-----	15
Cuadro 02: Clasificación de pendientes, según Lugo (1988)-----	36
Cuadro 03.- Ladera de montaña volcánica en la línea de conducción del canal aproximadamente 50% del área de línea de conducción. -----	38
Cuadro 04.- Ladera de montaña sedimentaria en la línea de conducción del canal aproximadamente 20% del área de línea de conducción. -----	39
Cuadro 05.- Ladera de montaña metamorfica, en la línea de conducción del canal.-----	41
Cuadro 06.- Lomada volcanica, en la línea de conducción del canal. -----	41
Cuadro 07.- Lomada Sedimentaria, en la línea de conducción del canal. -----	42
Cuadro 08.- Llanura de montaña, en la línea de conducción del canal. -----	43
Cuadro 09.- Llanura de montaña, en la línea de conducción del canal. -----	43
Cuadro 10.- Morreanas, en la línea de conducción del canal (Fuente: propia).-----	44
Cuadro 11.- Bofedal, en la línea de conducción del canal -----	45
Cuadro 12- Quebradas, en la línea de conducción del canal. -----	46
Cuadro 13- Parámetros Geomorfológicos-----	47
Cuadro 14.- Afloramiento de macizo rocoso, en la línea de conducción del canal. -----	57
Cuadro 15.- Depósitos de formación Ichullo, en la línea de conducción del canal). -----	58
Cuadro 16.- Depósitos de formación Murco, en la línea de conducción del canal. -----	59
Cuadro 17.- Depósitos de formación Orcopampa, en la línea de conducción del canal.-----	59
Cuadro 18.- Depósitos de formación Orcopamapa, en la línea de conducción del canal. -----	60
Cuadro 18.- Depósitos de formación Arcurquina, en la línea de conducción del canal. -----	60
Cuadro 19.- Depósitos de formación Arcurquina, en la línea de conducción del canal. -----	61
Cuadro 20.- Depósitos de formación Hualhuani, en la línea de conducción del canal. -----	62
Cuadro 21.- Depósitos Residuales, en la línea de conducción del canal. -----	66
Cuadro 22.- Depósitos Bofedalesl, en la línea de conducción del canal. -----	68



Cuadro 23.- Depósitos Proluviales, en la línea de conducción del canal -----	69
Cuadro 24.- Diseño sismo resistente del reglamento nacional de ----- Edificaciones (Fuente: Norma técnica e-030 – 2016). -----	72
Cuadro 25.- Zona Sísmica de la provincia de Antabamba ----- (Fuente: Norma técnica e-030 – 2016).-----	73
Cuadro 26.- Catalogo de sísmico en la región de Apurímac Edificaciones (Fuente: IGP).-----	75
Cuadro 27.- Direccion de Sismología IGP-----	76
Cuadro 28.-Escala de intensidad modificada de Mercalli Tavera, 2008-----	76
Cuadro 29.- Puntos de Deslizamiento. -----	78
Cuadro 30.- Probabilidad de ocurrencia de deslizamiento según pendiente-----	79
Cuadro 31.- Puntos críticos de caída de rocas-----	79
Cuadro 32.- Puntos críticos de caída de rocas-----	80
Cuadro 33.- Ubicación y descripción de calicatas-----	93
Cuadro 34.- Resumen de ensayos de Densidad de terreno en obras de arte. -----	95
Cuadro 35.- Resumen de ensayos de densidad del terreno en reservorios. -----	95
Cuadro 36.- Tabla de Clasificación de suelos según Braja, M Das -----	101
Cuadro 37.- Ensayo de granulometría en captaciones. -----	102
Cuadro 38.- Ensayo de granulometría en captaciones. -----	102
Cuadro 39.- Clasificación de suelos en Captación. -----	102
Cuadro 40.- Ensayo de granulometría en desarenador. -----	103
Cuadro 41.- Ensayo de granulometría en desarenador. -----	103
Cuadro 42.- Clasificación de suelos en desarenador.-----	103
Cuadro 43.- Ensayo de granulometría en puentes de canal. -----	104
Cuadro 44.- Ensayo de granulometría en puentes de canal. -----	104
Cuadro 45.- Clasificación de suelos en puentes de canal.-----	104
Cuadro 46.- Ensayo de granulometría en sifones. -----	105
Cuadro 47.- Ensayo de plasticidad en sifones -----	105
Cuadro 48.- Clasificación de suelos en sifones. -----	106
Cuadro 49.- Ensayo de granulometría en reservorios.-----	106
Cuadro 50.- Ensayo de plasticidad en reservorios. -----	107
Cuadro 52.- Clasificación de suelos en reservorios. -----	108
Cuadro 53.- Ensayo de granulometría en muros de contención -----	109
Cuadro 54.- Ensayo de granulometría en muros de contención -----	109
Cuadro 55.- Clasificación de suelos en muros de contención -----	110



Cuadro 56.- Ensayos para cimentación en captaciones-----	111
Cuadro 57.- Ensayos para cimentación en desarenador-----	111
Cuadro 58.- Ensayos para cimentaciones en puente de canal -----	111
Cuadro 59.- Ensayos para cimentación en sifones-----	112
Cuadro 60.- Ensayos para cimentación en reservorios -----	113
Cuadro 61.- Ensayos para cimentación en muro de contención -----	113
Cuadro 62.- Ubicación de calicatas de los perfiles descritos de 0+000a 9+690km -----	141
Cuadro 63.- Ubicación de calicatas de los perfiles descritos de la Captación Sonccooyuma. ---	141
Cuadro 64.- Ubicación de calicatas de los perfiles descritos de Km 10+190 a 12+020 -----	142
Cuadro 65.- Ubicación de calicatas de los perfiles descritos de la Prg. Km 12+020 a 22+930 -	143
Cuadro 66.- Ubicación de calicatas de los perfiles descritos de la prog. Km 22+930 a 24+820 -----	144
Cuadro 67.- Ubicación de calicatas de los perfiles descritos 24+890 A 27+010-----	144
Cuadro 68.- Ubicación de calicatas de los perfiles descritos de la prog. Km 27+010 a 30+020	145
Cuadro 69.- Ubicación de calicatas de los perfiles descritos de la Prog. 30+020 a 31+240 -----	145
Cuadro 70.- Ubicación de calicatas de los perfiles descritos de la prog. 31+240 a 36+180 -----	146
Cuadro 71.- Ubicación de calicatas de los perfiles descritos de la prog. Km 36+180 a 39+110	147
Cuadro 72.- Ubicación de calicatas de los perfiles descritos de la prog. Km 39+110 a41+620	147
Cuadro 73.- Ubicación de calicatas de los perfiles descritos de la Prog. 41+620 a 42+320 -----	148
Cuadro 74.- Ubicación de calicatas de los perfiles descritos de la Prog. Km 42+320 a 44+180	148
Cuadro 75.- Ubicación de calicatas de los perfiles descritos de la Prog. 44+180 a 45+580 -----	149
Cuadro 76.- Ubicación de calicatas de los perfiles descritos de la Prog. 45+580 a 48+150 -----	149
Cuadro 77.- Ubicación de calicatas de los perfiles descritos de la Prog.48+150 a49+150 -----	150
Cuadro 78.- Ubicación de calicatas de los perfiles descritos de la Prog. Km49+150 a51+51+019 -----	150
Cuadro 79.- Grado de susceptibilidad prog Km. 0+000 a 1+000-----	164
Cuadro 80.- Cuadro de Grado de afectación para el concreto- Análisis químico Captación --	165
Cuadro 81.- Cuadro de Grado de afectación para el concreto- Análisis químico Desarenador -----	165
Cuadro 82.- Cuadro de Grado de afectación para el concreto- Análisis químico Puente Canal -----	165
Cuadro 83.- Cuadro de Grado de afectación para el concreto- Análisis químico Pasarela Peatonal -----	166
Cuadro 84.- Cuadro de Grado de afectación para el concreto- Análisis químico Sifon -----	166
Cuadro 85.- Cuadro de Grado de afectación para el concreto- Análisis químico Reservorio -	167
Cuadro 86.- Limites Permisibles de agresividad- Comité 318-83 ACI-----	168



Cuadro 87.- Limites Permisibles de agresividad- Comité 318-83 ACI-----	168
Cuadro 88.- Borde Libre en función del caudal – canal trapezoidal -----	169
Cuadro 89.- Borde Libre en función del caudal – canal rectangular-----	171

INDICE DE FOTOGRAFIAS

Fotografía 01.- Montañas de rocas volcánicas, que afloran en la línea de conducción de la zona de estudio (Fuente: propia).....	32
Fotografía 02.- Montañas de rocas metamórficas, que afloran en la línea de conducción de la zona de estudio (Fuente: propia).....	32
Fotografía 03.- Montañas de rocas sedimentarias Fm. Huallhuani areniscas cuarzosas blancas y grises de grano fino, que afloran en la línea de conducción de la zona de estudio (Fuente: propia)	33
Fotografía 04.- Colina y lomas sedimentarias, que afloran en la línea de conducción de la zona de estudio (Fuente: propia).....	33
Fotografía 05.- Colina y lomas volcánicas, que afloran en la línea de conducción de la zona de estudio (Fuente: propia).....	34
Fotografía 06.- Morrena, que afloran en la línea de conducción de la zona de estudio (Fuente: propia)	34
Fotografía 07.- Superficie de flujos de piroclastos, que afloran en la línea de conducción de la zona de estudio (Fuente: propia).....	35
Fotografía 08.- Deslizamiento antiguo , que afloran en la línea de conducción en la zona de estudio (Fuente: propia).....	35
Fotografía 09, 10.- Ladera de montaña volcánica, que afloran como macizos rocosos ubicados en UTM – WGS 18L: E: 740813, N: 8394890, de una altitud de 4182m en la línea de conducción en la zona de estudio.	38
Fotografía 11, 12.- Ladera de montaña sedimentaria, que afloran como macizos rocosos ubicados en WGS - UTM 18L E: 7395508, N: 8395467 Altitud 4187m.s.n.m. del Km 11 + 900 al Km 11+ 940, de una altitud de 4187m, aproximadamente 20% del área en la línea de conducción en la zona de estudio.....	40
Fotografía 13, 14.- Ladera de montaña sedimentaria, que afloran como DEPOSITOS meteorizados, aproximadamente 3% del área en la línea de conducción en la zona de estudio.	40
Fotografía 15.- Ladera de montaña sedimentaria (Fuente: propia).....	41
Fotografía 16, 17.- Ladera de montaña sedimentaria.	42
Fotografía 18, 19.- Llanura de montaña, en la línea de conducción.	43
Fotografía 20, 21.- Zona deslizamiento, en la línea de conducción	44
Fotografía 22.- Morrena, en la línea de conducción.....	44



Fotografía 23,24.- Deposito bofedal, en la línea de conducción.....	45
Fotografía 25,26.- Quebradas, en la línea de conducción (Fuente: propia).	46
Fotografía 27,28.- Rocas de origen Volcanico, en la línea de conducción.	52
Fotografía 29.- Depósitos de la formación Ichullo, bloques de origen volcánico envuelta en un matriz limo/arcillo arenoso, en la línea de conducción.	57
Fotografía 30.- Depósitos de la formación murco, paquetes gruesos de areniscas de grano medio con intercalaciones de limoarcillitas, en la línea de conducción.	59
Fotografía 31.- Depósitos de la formación orcopampa, se intercalan con limoarcillitas rojas, en la línea de conducción (Fuente: propia).	59
Fotografía 32.- Depósitos de la formación Arcurquina, limo arcillas de color pardo, en la línea de conducción.	60
Fotografía 33.- Depósitos de la formación Huallhuani areniscas cuarzosas de origen de material metamórfico, en la línea de conducción.	61
Fotografía 34.- Depósitos Residuales.	63
Fotografía 35.- Depósitos coluviales estando compuestos por fragmentos angulares de variado tamaño, en la línea de conducción.	66
Fotografía 36.- Depósitos Bojedales, en la línea de conducción.	67
Fotografía 37.- Depósitos Proluviales, en la línea de conducción.....	69
Fotografía 38.- Deslizamiento superficial en la progresiva 0000-0+700km	78
Fotografía 39.- Caída de rocas en la progresiva 0+700.....	80
Fotografía 40.- Erosión de rocas y suelo).	80
Fotografía 41.- Calicata 75 donde se observa suelo arcilloso con arena y gravas en la base (Fuente: propia).....	94
Fotografía 42.- Ensayo de Densidad en campo (Fuente: propia).	96
Fotografía 43.- Nivel freático a 0.80m desde en nivel de terreno actual.....	151
Fotografía 44.- Nivel freático a 0.70m desde en nivel de terreno actual, puente de canal prog. 1+000 y 45+200	152
Fotografía 45.- Puntos de deslizamiento en la línea de conducción prog. 0+000 a 1+000.....	164

INDICE DE IMAGENES

Imagen 01.- Climograma de la cuenca Ccarampa- Wilaccota.	16
Imagen 02.- Unidades Lito estratigráficas regionales (Fuente: INGEMMET).	48
Imagen03.- ZONAS SISMICAS DEL PERU (Fuente: IGP).	73
Imagen 04.- MAPA SISMICO DEL PERU (Fuente: IGP).	75
Imagen 05.- Instalación de tubería hdp en la progresiva Km 0+000 a1+000 (Fuente: Sidelsa).	78



Imagen 06.- Tamices para granulometria -----	97
Imagen 07.- Cuchara de casa grande-----	98
Imagen 08.- Especificaciones para el limite liquido -----	98
Imagen 09.- Determinacion de limite liquido -----	99
Imagen 10.- Procedimiento de limite plastico-----	99
Imagen 11.- Carta de plasticidad para materiales finos -----	100
Imagen 12.-Equipo de Corte directo -----	110
Imagen 13.- Grafica para la ecuación de Terzachi -----	155
Imagen 14.- Elementos Basicos para el Diseño de Canales (Manual Criterios de Diseño de Obras Hidraulicas – ANA) - Canal Trapezoidal -----	169
Imagen 15.- Diseño Hidráulico – Especificaciones canal trapezoidal -----	170
Imagen 16.- Elementos Basicos para el Diseño de Canales (Manual Criterios de Diseño de Obras Hidraulicas – ANA) – Canal Rectangular-----	170
Imagen 17.- Diseño Hidráulico – Especificaciones canal trapezoidal -----	171



DEDICATORIA

A mi madre Rosa Moreano Valenzuela, hasta el cielo a mi padre querido Juan Nicolás Aroni Nina, de igual manera con mucho cariño a mis hermanos Gladis, Elizabeth, Vicente, Wilfredo, Juan Nico por su amor incondicional y apoyo constante para cumplir mis sueños y a todos mis familiares que apoyaron durante mi formación profesional.

De manera especial a Antuanet, Sandra, Theo quienes son mi motivación para cumplir este objetivo.

Waldir Exaltación Aroni Moreano



AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por darme una oportunidad de vida sin él no hubiera sido posible lograr este objetivo fundamental para mí.

Enseguida a mi alma mater Universidad Nacional De San Antonio Abad Del Cusco UNSAAC, Escuela Profesional de Ingeniería Geológica donde logre fortalecerme con conocimientos de la Ingeniería y poder desenvolverme en las diferentes ramas de la Geología.

También a mi asesor de tesis Ing. Víctor Vidal Garate Góngora por guiarme con su conocimiento en la presente investigación y a todos los docentes de Ingeniería Geológica quienes fueron un soporte fundamental en el conocimiento y sus recomendaciones para que esta investigación sea concluido y ser un aporte fundamental para el para el proyecto.



RESUMEN

La zona de estudio está ubicada en la comunidad de Chuñohuacho, Distrito de Antabamba Departamento de Apurímac presentado clima seco, frígido típico de las zonas altas que están sobre los 3800msnm.

En cuanto a la metodología de este estudio son variables que se ajustan al tema a tratar así llegar a las conclusiones y recomendaciones, usando bibliografías en referencia al tema desarrollado en el campo Geológico y Geotécnico.

Así mismo se ha identificado las unidades, geomorfológicamente que representan las formas de la superficie de la tierra. las unidades predominantes corresponden a: Montañas modeladas en roca metamórficas, Montañas modeladas en rocas sedimentarias, Montañas modeladas en rocas volcánicas, Morrenas, superficies de flujos piroclásticas y volcanoclastos, avalancha de detritos, deslizamientos, reptación de suelos, colinas y lomas volcánicas, colinas y lomas sedimentarias.

En cuanto Las unidades geológicas presentes en el área de estudio corresponden a las Formación Murco, Formación Hualhuani, Formación Arcurquina, Formación Ichucollo, Formación Orcopampa, Complejo Volcánico Vilcarani, Depositos Morrenicos y Depositos Aluviales. En cuanto a la Geodinámica externa se ha identificado dos deslizamientos que van a ser tratados mediante trabajos de ingeniería, instalación de tuberías altamente resistentes y en el Km7+210 mediante banquetas.

Es fundamental realizar Estudio Geotécnico, para determinar la capacidad de carga del terreno, para las obras de ingeniería del sistema de riego; y finalmente con la información obtenida, emitir las recomendaciones de los procedimientos constructivos necesarios, de acuerdo a las características de los materiales del terreno y a las estructuras por construir.

El presente estudio contiene información en relación a la evaluación de las diferentes unidades Geológicas y Geotecnicas, donde se emplazará la cimentación de las obras de ingeniería para prever la seguridad necesaria de construcción del canal garantizando que permanezca en el tiempo necesario y no presente deterioros y fallas durante su vida útil. Además de proporcionar un valor añadido sobre los métodos de análisis, la investigación aportará un valor adicional para la toma de decisiones en la edificación de obras de ingeniería, a como se debe mejorar los suelos, como tratar los niveles freáticos presentes en la superficie con drenajes y sub drenajes a lo largo de la línea de conducción que podrían afectar la condición física del canal y las obras de arte en Ccarampa-Wilaccota.

Palabras clave: “Geomorfológico, Geológico, Geodinámico y geotécnico”



SUMMARY

The study area is located in the community of Chuñoahuacho, Antabamba District, Apurímac Department, with a dry, frigid climate typical of highland areas above 3,800 meters above sea level.

Regarding the methodology of this study, these variables are tailored to the topic at hand, leading to conclusions and recommendations, using bibliographies relevant to the subject developed in the Geological and Geotechnical field.

Likewise, the geomorphological units that represent the shapes of the Earth's surface have been identified. The predominant units are: mountains modeled in metamorphic rock, mountains modeled in sedimentary rock, mountains modeled in volcanic rock, moraines, pyroclastic and volcanoclastic flow surfaces, debris avalanches, landslides, soil creep, volcanic hills and mounds, and sedimentary hills and mounds.

The geological units present in the study area correspond to the Murco Formation, Hualhuani Formation, Arcurquina Formation, Ichucollo Formation, Orcopampa Formation, Vilcarani Volcanic Complex, Moraine Deposits, and Alluvial Deposits. Regarding external geodynamics, two landslides have been identified that will be addressed through engineering works, installation of highly resistant pipes, and sidewalks at Km 7+210.

It is essential to conduct a geotechnical study to determine the soil's load-bearing capacity for the irrigation system engineering works. Finally, based on the information obtained, recommendations for the necessary construction procedures will be issued, according to the characteristics of the soil materials and the structures to be built.

This study contains information related to the evaluation of the different geological and geotechnical units where the foundations for the engineering works will be located, to ensure the necessary safety for the construction of the canal, ensuring that it will remain in place for the required time and will not deteriorate or fail during its useful life. In addition to providing added value in analytical methods, the research will contribute to decision-making in the construction of engineering works, such as how to improve soils and how to address surface water tables with drainage and sub-drainage along the pipeline, which could affect the physical condition of the canal and the artwork in Ccarampa-Wilaccota.

Keywords: "Geomorphological, Geological, Geodynamic, and Geotechnical"



INTRODUCCIÓN

El canal de agua es un trabajo de ingeniería cuyo propósito es proporcionar agua para el riego, con el objetivo de mejorar la calidad de vida de los individuos involucrados en diversas actividades económicas, particularmente en las zonas rurales Chuñohuacho, Mollocco, Antabamba y Matara pertenecientes al distrito de Antabamba y Huaquirca, provincia Antabamba de la región Apurímac, con un total de 1117 L/S de caudal, 51km de línea de conducción, 1310 hectáreas a irrigar y una población de 1225 personas beneficiarias. El área de estudio se encuentra en la subcuenca de Ccarampa y la Microcuenca de Soncoyuma. Este estudio se lleva a cabo para la caracterización Geológico y Geotécnico de los distintos componentes de la línea de conducción, reconocer las diversas estructuras geológicas del suelo donde se proyectará el canal de agua, identificar las diferentes unidades geomorfológicas en las que se situará el canal de agua. Por otra parte, es necesario determinar los parámetros geotécnicos con los cuales se podrán establecer reglas, estándares y métodos que faciliten el diseño y edificación de canales de agua que ofrezcan excelentes condiciones de calidad, resistencia y seguridad, pero que simultáneamente permitan maximizar los gastos de las inversiones durante los periodos de construcción. El presente estudio comprende una serie de disciplinas, tales como, cartografiado geológica, excavaciones de calicatas, ensayos in-situ, y ensayos de laboratorio de Mecánica de Suelos, Mecánica de Rocas, que debidamente correlacionadas y evaluadas, nos permitieron obtener la información necesaria para la evaluación y en consecuencia elaboración del informe del estudio.

En el presente estudio, geomorfológicamente las unidades predominantes corresponden a: Montañas modeladas en roca metamórficas, Montañas modeladas en rocas sedimentarias, Montañas modeladas en rocas volcánicas, Morrenas, superficies de flujos piroclásticas y volcanoclastos, avalancha de detritos, deslizamientos, reptación de suelos, colinas y lomas volcánicas, colinas y lomas sedimentarias. En cuanto Las unidades geológicas presentes en el área de estudio corresponden a las Formación Murco, Formación Hualhuani, Formación Arcurquina, Formación Ichucollo, Formación Orcopampa, Complejo Volcánico Vilcarani, Depositos Morrenicos y Depositos Aluviales. En cuanto Estudio Geotécnico, Es necesario para determinar la capacidad de carga del terreno, para las obras de ingeniería del sistema de riego; y finalmente con la información obtenida, emitir las recomendaciones de los procedimientos constructivos necesarios, de acuerdo a las características de los materiales del terreno y a las estructuras por construir.



CAPITULO I

1.1. UBICACIÓN

1.1.1. UBICACION POLITICA

El área de la Apertura de plataforma de canal de agua jarampa-matara, distrito de Antabamba, provincia de Antabamba departamento de Apurímac olíticamente está distribuido en las comunidades de Chuñohuacho, Mollocco, Antabamba y Matara pertenecientes al distrito de Antabamba y Huaquirca, provincia Antabamba de la región Apurímac. Los límites del distrito son:

- Por el Norte : Con el distrito de Huaquirca
- Por el Noroeste : Con el distrito de Juan espinosa Medrano
- Por el Sur : Con el departamento de Arequipa
- Por el Noreste : Con el distrito de Oropesa

1.1.2. UBICACIÓN GEOGRAFICA

En relación con su ubicación geográfica, está situado en la Cordillera Occidental de los Andes, entre los sectores denominados como: Ccarampa, Chuñohuacho, Mollocco, Antabamba y Matara, la ubicación geográfica de las obras de ingeniería: canal entubado, canal abierto, sifones, captaciones, desarenadores, puente canal, pasarelas peatonales, pasarelas vehiculares, cámaras de ingreso de sifones.

Dotum	: WGS84
Zona	: 18L
Norte	: 743823.87
Este	: 8389490.16
Altitud	: 4195

1.2. ACCESIBILIDAD

Para llegar a la zona de estudio se tiene acceso:

- Abancay – Antabamba vía asfaltada, Antabamba – Chuñohuacho – Pararani trocha carrózale (5 horas de viaje).



Tramo	Ruta	Tipo	Estado	Distancia	Tiempo
1	Abancay - Santa Rosa	Asfaltada	Buena	76 km	1:30 Hora
2	Santa Rosa - Antabamba	Asfaltada	Buena	137 km	3.30 Hora
3	Antabamba - Chuñohuacho	Trocha carrozable	Regular	9 km	30 min
Total				222 km	5 horas 30 min

Cuadro 01.- Acceso a la zona de estudio

1.3. CLIMA

La zona de estudio dentro del Mapa Climático Nacional del Servicio Nacional de Meteorología e hidrología del Perú SENAMHI, Se clasifica en un CLIMA FRIO BOREAL (de valles mesoandinos), exhiben lluvia semiseca, temperaturas frías y humedad seca. Este tipo de clima es típico de la región andina, se extiende entre los 3000 y 4900 metros sobre el nivel del mar. Se distingue por sus lluvias anuales medias de 700mm y sus temperaturas anuales de 12oC. Presentando veranos lluviosos los meses de diciembre a marzo e inviernos fuertes con heladas los meses de abril a junio.

La caracterización del comportamiento climático del área de estudio a nivel de la micro cuenca presenta un régimen pluviométrico muy marcado en época de avenida y estiaje, esta se produce en los meses de noviembre – marzo, llegando a su pico en el mes de enero con 263 mm, mientras los meses de estiaje se produce entre mayo – septiembre, con un mínimo en el mes de junio de 11.08 mm.

La precipitación promedio anual regionalizada en la cuenca Ccarampa es de 1302.59

La temperatura media multianual en la zona de oferta hídrica (cuenca Ccarampa) es de 8.0°C y en la zona de la Micro cuenca Sonccooyuma es de 8.11°C, mientras que en las áreas de riego es de 9.66°C en la zona alta y de 11.35°C en la zona baja.

La humedad relativa media anual en la zona de oferta hídrica es de 62.62%, en las áreas de riego parte baja es de 72.17% y en la zona alta de riego es de 67.36%. La época de transición se considera que ocurre en los meses de octubre y abril.

Por lo general, el mes más frío es julio, mientras que el más caluroso es noviembre, es importante destacar que las variaciones son mínimas entre las distintas medias mensuales. Para la temperatura más baja, el promedio multimensual más bajo ocurre en julio y el más elevado en noviembre.

En el mapa 05 se ha realizado la clasificación climática para la zona a partir del mapa climático del Perú realizado y/o clasificado por SENAMHI. En resumen. El área de estudio la comunidad de Antabamba el clima se clasifica de forma general en; cálido y templado. Los veranos son mucho más lluviosos que los inviernos. La clasificación del clima de Köppen-Geiger es Cwb. La temperatura media anual en Antabamba se encuentra a 13.8 °C. En un año, la precipitación media es 931 mm.

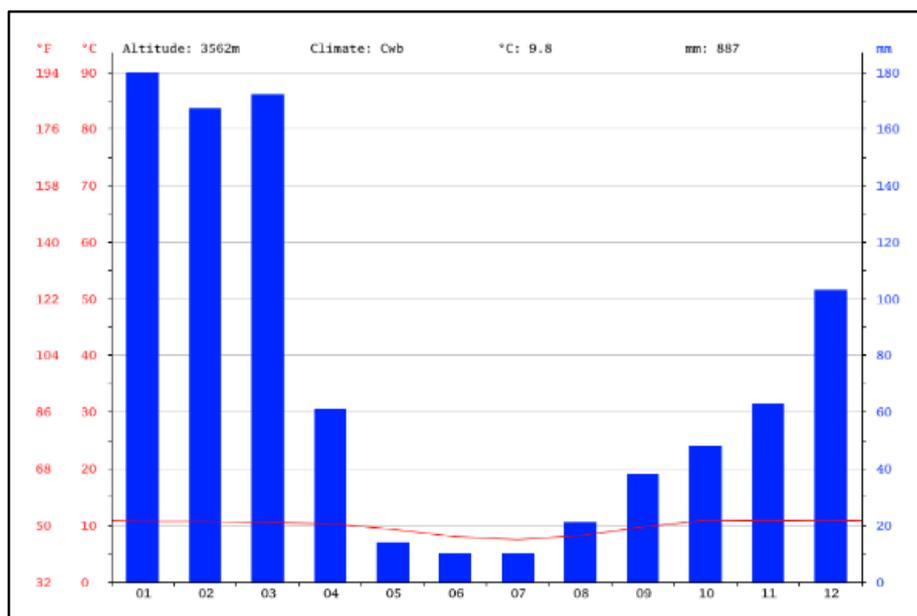


Imagen 01.- Climograma de la cuenca Ccarampa- Wilaccota.

1.4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACION

La región de estudio para la edificación del canal de agua muestra una topografía con pendientes elevadas que varían entre el 12 y el 45%. la geomorfología que predomina son las montañas modeladas en diferentes geoformas como son: Montañas en roca metamórfica, Montañas en roca sedimentaria, Montañas en roca volcánica, Morrenas, superficies de flujos piroclásticas y volcanoclastos, avalancha de detritos, deslizamientos, reptación de suelos, colinas y lomas volcánicas, colinas y lomas sedimentarias que podrían afectar la estabilidad del suelo.

La estructura geológica de esta zona la conforman un grupo de erupciones rocosas de carácter clásico, calcárea, rocas metamórficas e ígneas, cubiertos por depósitos recientes de variada génesis y espesores los que se presentan generalmente estables, en el tramo del canal se han inventariado geo-estructuras principales, las cuales serán reemplazadas por las obras de arte del proyecto.

Es necesario identificar las unidades geomorfológicas lito estratigráficas, estructurales, geodinámicas y su incidencia frente a la construcción del canal de agua y las diferentes obras



de arte a lo largo de la línea de conducción también se podrá identificar las zonas que tengan erosiones, zonas inestables de las unidades geológicas presentes como son: son Formación Murco, Formación Hualhuani, Formación Arcurquina, Formación Ichucollo, Formación Orcopampa, Complejo Volcánico Vilcarani, Depositos Morrenicos y Depositos cuaternarios inestables donde será emplazado el canal de agua.

En cuanto Estudio Geotécnico, s imprescindible para establecer la capacidad de soporte del terreno, para los trabajos de ingeniería del sistema de riego y finalmente con la información obtenida, emitir las recomendaciones de los procedimientos constructivos necesarios, de acuerdo a las características de los materiales del terreno y a las estructuras por construir. El estudio se realizará mediante la exploración y muestreo de calicatas en línea de conducción, estructurales, las cuales se ubicarán en el terreno de forma representativa.

1.5.1. FORMULACION DEL PROBLEMA

Frente a esta problemática se plantea las siguientes interrogantes:

1.5.1.1. PROBLEMA GENERAL

¿Cuáles son las Características, Geológicas y Geotecnicas que garanticen la seguridad y durabilidad en el tiempo de la construcción del canal de agua Ccarampa-Wilaccota, distrito de Antabamba, provincia de Antabamba Apurímac.

1.5.1.2. PROBLEMAS ESPECIFICAS

Frente a esta problemática se plantea las siguientes interrogantes:

1. ¿Cuáles son las características geomorfológicas en el área de estudio de la construcción del canal de agua?
2. ¿Cuáles son las unidades y condiciones litoestratigraficos locales en el área de estudio?
3. ¿Identificar y evaluar las zonas con Geodinámica?
4. ¿Cuáles son las condiciones Físico - Mecánicos del terreno en la zona de estudio para garantizar la construcción de canal de agua?

1.5. OBJETIVOS

1.6.1. OBJETIVO GENERAL

Realizar Estudio Geologico y Geotecnico para la Construcción de Canal de Agua Ccarampa-Wilaccota, Distrito de Antabamba, Provincia Antabamba Apurimac, para garantizar la construcción y durabilidad en el tiempo.



1.6.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Determinar las características geomorfológicas en el área de estudio de la construcción de canal de agua.
2. Identificar las unidades litológicas locales, afloramientos, contactos presentes en el área de estudio.
3. Identificar y Evaluar las zonas de Geodinámica.
4. Determinar las características Físico Mecánicas del terreno en la zona de estudio para garantizar la construcción de canal de agua.

1.6. JUSTIFICACIÓN

El agua es un componente vital para el desarrollo de una población, el distrito de Antabamba y la comunidad de Matara presenta un crecimiento poblacional debido a la actividad minera, ganadera y agrícola (predominantemente) por tal motivo se propone disponer de una buena construcción de canal de agua siguiendo un control Geológico y Geotécnico adecuado para el abastecimiento para las actividades ganaderas y agrícolas, con ello mejorar la calidad de vida de la población dedicada a mencionadas actividades económicas, se ha visto por conveniente realizar la caracterización Geológica y Geotécnica de los distintos componentes del proyecto como una alternativa de solución a la demanda de agua y con una visión para las futuras generaciones.

La importancia de la presente tesis, se fundamenta en brindar datos de caracterización, Geológica y Geotécnica de los materiales donde se emplazará trabajos de ingeniería para la construcción de canal de agua Ccarampa-Wilaccota, distrito de Antabamba, provincia de Antabamba Apurimac -2025.

El estudio Geológico es importante porque se determinará las características geológicas en el área del sistema del canal, donde se emplazarán las obras de canal, reservorios y obras de arte, así como el analizar, evaluar y dar recomendaciones de solución a los problemas naturales que puedan poner en riesgo la edificación y su funcionamiento futuro, como la inestabilidad de los suelos, inundaciones, erosiones y otros. Se determinarán los problemas geodinámicos más relevantes, sus características, y se evaluarán su envergadura y efectos en la edificación del canal de agua para sugerir acciones de mitigación y/o resolución de estos problemas.

El Estudio Geotécnico, se realiza para determinar la capacidad de carga admisible del terreno necesario para la construcción del canal de agua y las obras de arte, el estudio inicia desde la inspección de las características del subsuelo mediante calicatas,



exploración, muestreo y ensayos de laboratorio, para determinar las propiedades físicas y mecánicas, obtención del perfil estratigráfico, con la información obtenida, emitir las recomendaciones generales para el proceso constructivo.

El estudio Geológico y Geotécnico, prevé la seguridad necesaria para que el proyecto sea garantizado y permanezca en el tiempo necesario y no presente deterioros durante su vida útil.

1.7. HIPOTESIS

1.8.1. HIPOTESIS GENERAL

Las características Geológicas y Geotécnicas son adecuadas para garantizar la seguridad y durabilidad en el tiempo de la construcción de canal de agua Ccarampa-Wilaccota, distrito de Antabamba, provincia de Antabamba Apurímac -2025.

1.8.2. HIPOTESIS ESPECIFICAS

1. La zona de estudio presenta una Geomorfología adecuada para la construcción del canal de agua Ccarampa – Wilaccota.
2. Las unidades Litoestratigraficas en la zona de estudio presentan características apropiadas para la construcción del canal de agua Ccarampa – Wilaccota.
3. Existen Deslizamientos antiguos y recientes con actividad (inestables) a lo largo de la línea de conducción, se realizará canal circular (entubado) con tubería HDP, drenajes donde existan aguas superficiales, subterráneas y banquetas.
4. Los Parámetros Físico - Mecánicos que presenta a lo largo donde se emplaza las obras de ingeniería en el canal de agua Ccarampa – Wilaccota, son adecuados para la capacidad de carga del terreno que permitirán la durabilidad en el tiempo.

1.8. VARIABLES

1.9.1. VARIABLES INDEPENDIENTES

Estudio Geológico y Geotécnico



1.9.2. VARIABLE DEPENDIENTE

Para la construcción de canal de agua Ccarampa - Wilaccota, distrito de Antabamba, provincia de Antabamba Apurímac.

1.9. METODOLOGIAS

Los métodos que se emplean en la investigación son:

- **Hipotética:** Orientación a la investigación, con bajo presupuesto y tiempo.
- **Deductiva:** Partirá del Marco Teórico y Conceptual para llegar a la identificación las condiciones Geológicas, Geomorfológicas, hidrológicas y Geotécnicas en el proyecto.
- **Descriptivo:** La investigación que se basa en observar y describir las características de un fenómeno, situación o grupo.

1.10.1. FASE PRELIMINAR GABINETE

Corresponde a la recolección de fundamentos teóricos respecto a la evaluación de riesgo; así como también antecedentes de la zona de estudio.

Se elaboraron diferentes mapas temáticos (topográficos, ubicación).

1.10.2. FASES DE CAMPO I

En esta segunda fase se realizó una inspección de la región y se recolectaron datos en terreno con los siguientes objetivos:

- En el **aspecto geológico**, se reconocieron las distintas unidades geológicas a través de la cartografía.
- Se reconocieron las distintas unidades geomorfológicas en el **aspecto geomorfológico**.
- En el **aspecto Geodinámico** se identificó los derrumbes, caída de rocas mediante el mapeo Geodinámico.
- En el **aspecto Geotécnico** se evaluó las características geotécnicas y se tomó muestras para evaluar las propiedades físico-mecánicas.
- En drenajes se identificó y se ha evaluado el drenaje existente a lo largo de la quebrada.

1.10.3. FASE DE CAMPO II

En la tercera etapa se hizo un recorrido de la zona para la recopilación de datos Geológicos, Geomorfológicos, Hidrológicos Geotécnicos, obtención de muestras para ensayos.

1.10.4. FASES DE GABINETE FINAL Y LABORATORIO

- Ensayos de laboratorio con las muestras extraídas en campo.



- Generación de mapas temáticos tales como Geológicos, Geomorfológicos, de Pendientes.
- Interpretación de datos hidrológicos, elaboración de perfiles de calicatas etc., a para la determinar las características Geológicas y Geotécnicas.
- Interpretación de datos Geotecnicos.

1.10.5. TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

Uso del análisis bibliográfico, observación, medición, recolección de datos (graficación y encuestas) del área objeto de estudio; para posteriormente procesar los datos construyendo tablas, gráficos, mapas, etc.; conducentes a llegar a conclusiones y recomendaciones.

1.10. RECOLECCION DE DATOS.

Para alcanzar las metas establecidas en el trabajo de investigación se incluyen lo siguiente:

1.11.1. TÉCNICAS.

Preparación de mapa base (topográfico), muestreo (ensayos de laboratorio), cartografiado geológico y geomorfológico a escala semidetallada preparación de fichas para la encuesta de beneficiarios de agua.

a. EQUIPOS.

Instrumentos de campo

- Brújula
- GPS
- Cronometro
- Wincha
- Picota
- Cíncel
- Lupa
- Cámara fotográfica.

Instrumentos de gabinete

- Laptop
- Impresora
- Plotter
- escáner



- Fotocopiadora

b. MATERIALES

Materiales de campo

- Tablero
- cuaderno de campo
- Imagen satelital
- Juego de escuadras
- Escalímetro
- Lápices de colores
- Papel milimetrado
- Rayadores
- Cartas nacionales
- Bolsas de muestras para suelo
- Ácido muriático al 10%
- Lupa 15X 20
- Rayador
- Protactor
- Ficha de encuesta
- Ponchos de agua.

c. MATERIALES DE GABINETE

- Material de recopilación bibliográfica
- Papel (A4, A3).

d. PROCESAMIENTO DE DATOS

Se utilizará programas informáticos como:

- ArcGIS, SAS planet, Google Earth, Microsoft Office 2024.

Que servirán para elaboración de:

- Mapas temáticos de la zona de estudio (ubicación, geológico, geomorfológico, pendiente, geodinámica, etc.

1.11. NORMATIVA UTILIZADA

Interpretación y Análisis de Resultados

- Norma E - 050, Suelos y Cimentaciones.



- Norma E - 030, Diseño Sismo resistente

➤ **MTC E 117: ENSAYO PARA DETERMINAR LA DENSIDAD Y PESO UNITARIO DEL SUELO IN SITU MEDIANTE EL METODO DEL CONO DE ARENA**

Establecer el procedimiento estándar de ensayo para medir la densidad y el peso unitario del suelo mediante el in situ utilizando el método del cono de arena.

El método es aplicado para medir la densidad in-situ en el lugar de los diferentes materiales como, agregados, mezcla de suelos u otro material similar.

➤ **ENSAYOS DE LABORATORIO**

El Estudio de Mecánica de Suelos ha seguido las pautas y recomendaciones referidas en torno al manual de ensayos de materiales, incluyendo las normas de la ASTM (American Society for Testing and Materials) y la AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials).

Se han utilizado diversas referencias como base de consulta para analizar y comprender los resultados obtenidos tanto en el laboratorio y en el campo, así como para determinar si los materiales analizados cumplen con los estándares establecidos por la normativa vigente, se han utilizado las siguientes referencias como base de consulta:

➤ **GRANULOMETRIA (CLASIFICACION SUCS)**

ASTM D422: Standard Test Method for particle -Size of Solis

MTC E 201: Análisis Granulométrico de Suelos por Tamizado

Este método permite tamizar mediante una muestra de suelo de diferentes tamaños y desarrollar el porcentaje de suelo que pasa por cada tamiz, hasta el de 74 mm. (N.º 200).

➤ **INDICE DE CONSISTENCIA**

NTP 339.129: Método de Ensayo para determinar el límite líquido, limite plástico e índice de plasticidad del suelo.

MTC E 110: Determinación del límite líquido de los suelos

MTC E 101: Determinación del límite plástico (L.P) de los suelos e índice de plasticidad (IP)

Es un parámetro el límite líquido que define la humedad contenida en un suelo se encuentra en un estado intermedio entre estados líquido y plástico. El límite plástico,



por otro lado, el nivel más bajo de humedad en el que el suelo puede formar barritas de 3.2 mm (1/8") de diámetro.

Estos límites, son bastante utilizados en correlación con otras propiedades junto con el índice de plasticidad, para evaluar su comportamiento ingenieril. Estas propiedades incluyen su compresibilidad, permeabilidad, capacidad de compactación, contracción-expansión y resistencia al corte. Al correlacionar estos límites con estas propiedades, se obtiene información importante para el diseño y la evaluación de estructuras y obras de ingeniería en suelos.

➤ **CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO**

MTC E 101: Determinación del contenido de humedad de un suelo

ASTM D 2216: Standard Test Method of Laboratory Determination of Water (Moisture) Content of Soil and Rock

El procedimiento de ensayo busca establecer el volumen de humedad de un suelo. El cual se define como la relación, dada en porcentaje, entre el peso del agua presente en una masa específica de suelo y el peso de las partículas sólidas del mismo.



CAPITULO II

2. MARCO TEORICO

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACION

- Establecimiento del servicio de agua en el sistema de irrigación de Antabamba, distrito de Antabamba - provincia de Antabamba. 2020, Expediente técnico elaborado por Proyecto Especial Sierra Centro Sur (PESCS), Estudios Básicos canal circular, trapezoidal y rectangular.
- Establecimiento del servicio de agua para el sistema de riego en Huaquirca, en el distrito de Huaquirca, en la provincia de Antabamba, en el departamento del Apurímac -2019, Expediente técnico elaborado por Proyecto Especial Sierra Centro Sur (PESCS), Estudios Básicos para la construcción de canal circular, trapezoidal y rectangular.
- Mejoramiento de Saneamiento básico en las comunidades de Molloqo, Chuño Huacho Antabamba 2023, Expediente Técnico de la Municipalidad Provincial de Antabamba, Estudios Geológicos y Geotécnicos.

2.2. BASES TEORICAS

❖ <u>TAMICES</u>	<u>Designación ASTM</u>
75,0 mm	(3 pulg)
50,0 mm	(2 pulg)
37,5 mm	(1 ½ pulg)
25,0 mm	(1 pulg)
19,0 mm	(¾ pulg)
9,5 mm	(3/8 pulg)
4,75 mm	(No. 4)
2,00 mm	(No. 10)
850 um	(No. 20)
425 um	(No. 40)
250 um	(No. 60)
106 um	(No.140)
75 um	(No. 200)

Serie de tamices de malla cuadrada según Norma Técnica Peruana (NTP)339.28

Pag.03



❖ **LIMITE LIQUIDO (LL)**

Es el contenido de humedad, expresada en porcentaje, para el cual el suelo se halla en el límite entre los estados líquido y plástico. Arbitrariamente se designa como el contenido de humedad al cual el surco separador de dos mitades de una pasta de suelo se cierra a lo largo de su fondo en una distancia de 13mm(1/2pul) cuando se deja caer la copa 25 veces desde una altura de 1 cm a razón de dos caídas por segundo. Norma Técnica Peruana (NTP 339.129), 2014, Pag.03.

❖ **LIMITE PLASTICO (LP)**

Es el contenido de Humedad, expresado en porcentaje, para lo cual el suelo se halla en el límite entre dos estados plástico y semisólido. Arbitrariamente se designa como el contenido de humedad más bajo al cual el suelo puede ser rolado en hilos 3.2mm(1/8pul) sin que se rompa en pedazos. Norma Técnica Peruana (NTP 339.129), 2019, Pag.03.

❖ **INDICE DE PLASTICIDAD (IP)**

Es un suelo que tiene un rango de contenido de humedad sobre el cual exhibe plasticidad y sobre el cual mantendrá su forma bajo secado. Norma Técnica Peruana (NTP 339.129), 2019, Pag.04.

❖ **APLICACIÓN Y MEDICION DE LA FUERZA NORMAL**

La fuerza normal es aplicada por una palanca de yugo carga, lo cual es accionado por pesos muertos por un dispositivo de carga neumática. Este dispositivo será capaz de mantener la fuerza normal dentro de ± 1 por ciento de la fuerza especificada, rápidamente sin excederla. Norma Técnica Peruana (NTP 339.171), 2019, Pag.08.

❖ **DISPOSITIVO PARA MEDIR LA FUERZA DE CORTE**

Un anillo de carga o una celda de carga con una precisión de 2,5 N (0,5 LBS), o de uno por ciento (1%) de la fuerza de corte en la falla. Norma Técnica Peruana (NTP 339.171), 2019, Pag.09.

❖ **DETERMINACIÓN DE HUMEDAD**

Se determina el peso de agua eliminada, secando el suelo húmedo hasta un peso constante en un horno controlado a 110°C más menos 5°C*. El peso del suelo que permanece del secado en horno es usado como peso de las partículas. Norma Técnica Peruana (NTP 339.127), 2019, Pag.02.



❖ DENSIDAD

Se excava manualmente un hueco de prueba en el terreno donde se realizará el ensayo, y todo el material obtenido del hueco se recupera en un recipiente. El orificio se rellena con arena de densidad determinada en caída libre y se establece su volumen. La densidad húmeda del suelo en el lugar se establece al dividir la masa húmeda del material extraído entre el volumen del orificio. Luego se determina la masa seca del material y la densidad seca del lugar, empleando la masa húmeda del suelo. Norma Técnica Peruana (NTP 339.143), 2019, Pag.05.

2.3. CONCEPTOS BASICOS

➤ TOPOGRAFÍA.

Es una disciplina de la ingeniería que busca establecer la ubicación relativa de los puntos, a través de la recolección y tratamiento de datos de los componentes físicos del geode. Se asume que la superficie terrestre observada es una superficie plana horizontal. En términos simples: la topografía se encarga de realizar mediciones en una porción de tierra relativamente pequeña, las informaciones se obtienen de instituciones especializadas en cartografía y/o a través de mediciones realizadas sobre el terreno (“levantamiento topográfico”), complementando esta información con la aplicación de elementales procedimientos matemáticos. (Mendoza D. J. y Mora Q. S., 2004, p. 5)

➤ GEOMORFOLOGÍA

Si definiéramos la geomorfología sobre la base de las tres raíces griegas de las cuales se derivó la palabra, Significaría “disertación sobre formas terrestres”. Generalmente se le considera como “la ciencia de las formas terrestres”, y así será entendida, aunque extenderemos el concepto para incluir las formas submarinas. Según fue definida por Worcester (1939), es una descripción e interpretación de las características del relieve terrestre (Thornbury, 1960, p. 01).

➤ GEOLOGÍA

La geología es la ciencia que estudia la Tierra, su composición, su estructura, los fenómenos que han ocurrido y ocurren en la actualidad, su evolución como planeta ... así como la evolución de la vida mediante los documentos que de ella han quedado en las rocas” (Rivera, 2001, p. 8).

➤ GEOTECNIA

La ingeniería geotécnica es la rama de la ingeniería civil que enfoca su estudio en las propiedades mecánicas e hidráulicas de suelos y rocas, tanto en superficie como en el



subsuelo, incluyendo la aplicación de los principios de la mecánica de suelos y mecánica de rocas en el diseño de los cimientos, estructuras de contención y las estructuras de tierra. (Gangopadhyay, 2013, p 78).

➤ **SUELOS**

Es la capa más baja de la corteza terrestre, producto de la degradación de las rocas a causa de las fluctuaciones bruscas de temperatura y de la influencia del agua, el viento y los organismos vivos. El proceso por el cual los fragmentos de roca se reducen progresivamente, se disuelven o se transforman en nuevos compuestos, se denomina meteorización. Los residuos rocosos del cambio climático se combinan con el aire, agua y residuos orgánicos de plantas y animales para crear terrenos. Posteriormente, se puede interpretar el suelo como el resultado de la interacción entre la litosfera, la atmósfera, la hidrosfera y la biosfera. Este procedimiento se prolonga durante muchos años, motivo por el cual los terrenos son vistos como recursos naturales no renovables. Gran parte de la vida en la Tierra se desarrolla en el suelo, donde florecen numerosas plantas y habitan numerosos animales. (Ribera M. H., 2005, p. 55).

➤ **CLASIFICACIÓN DE SUELOS**

Para estudiar un material complejo como el suelo (con diferente tamaño de partículas y composición química) es necesario seguir una metodología con definiciones y sistemas de evaluación de propiedades, de forma que se constituya un lenguaje fácilmente comprensible por los técnicos de diferentes especialidades y países. Así, se han clasificado los suelos en cuatro grandes grupos en función de su granulometría (D.I.N., A.S.T.M, A.E.N.O.R, etc.): (Vallejo, Mercedes, Luis, & Carlos, 2002)

➤ **CAPACIDAD PORTANTE**

Se denomina como capacidad de carga admisible de una cimentación aquella carga que al ser aplicada no provoque falla o daños en la estructura soportada, con la aplicación de un factor de seguridad. La capacidad de carga no solo está en función de las características del suelo, sino que depende del tipo de cimentación y del factor de seguridad adoptado. (Patzan,2009).

➤ **GEODINÁMICA EXTERNA.**

La geodinámica externa estudia el impacto de los componentes del aire externo: el viento, las aguas de las continentales, los mares, los océanos, los hielos, los glaciares y la gravedad, en la capa superficial del planeta. Estos sucesos conducen a una destrucción y modelación gradual del paisaje rocoso y del suelo, y de su efecto se desprenden materiales que, al



depositarse, forman las rocas sedimentarias. Asimismo, la geomorfología estudia los impactos que tienen las formas del terreno, su evolución y el proceso de modelado. Fuerzas de construcción y destrucción Las fuerzas que operan tanto dentro como fuera de la Tierra llevan llevando a cabo ese trabajo desde la formación del planeta. Ambas fuerzas son opuestas, pues la interna (dinámica interna) "construye" y transforma continuamente la corteza terrestre desde el centro de la Tierra, es decir, elevando o declinando el terreno y alterando los materiales física y químicamente (volcanes y manifestaciones sísmicas); mientras que la externa (dinámica externa) "destruye", actuando por medio de las fuerzas que tienen su origen en la radiación solar y por tanto en los cambios de temperatura, es decir, el viento, lluvia, hielos y glaciares, aguas continentales, mares y océanos, etc., los cuales proceden a la erosión o meteorización, desplazamiento y sedimentación de los materiales. (Guevara S. M., 2010, p 01).

➤ **MOVIMIENTO EN MASA**

El término movimiento en masa abarca un conjunto de procesos denudativos relacionados con la deformación del terreno y el desplazamiento o transposición más o menos rápida y localizada de diferentes volúmenes de suelo, de mantos completos de meteorización, incluyendo material de suelos, detritos, bloques y masas de rocas, cuesta abajo, por incidencia de las fuerzas de desplazamiento (gravedad, movimientos sísmicos), a veces con participación mayor y menor del agua, del hielo y otros agentes (Villota, 2005).

➤ **DESLIZAMIENTO**

Se trata de un movimiento descendente de una masa de tierra o piedra cuyo desplazamiento sucede. Principalmente a lo largo de una superficie de falla, o de un área delgada donde se produce una deformación cortante significativa.

En el método de Varnes (1978), los deslizamientos se categorizan de acuerdo a la forma de la superficie de falla donde se desplaza el material, en traslacionales y rotacionales. Los deslizamientos de traslado pueden ser planares o de forma de cuña. Sin embargo, las superficies de rotura de movimientos en masa son generalmente más complejas que las de los dos tipos anteriores, pues pueden consistir de varios segmentos planares y curvos, caso en el cual se hablará de deslizamientos compuestos (Hutchinson, 1988).

➤ **DERRUMBE**

Es la disgregación generalmente de roca, que forma en la base un depósito caótico de material grueso. Es producido por el socavamiento de la base de riveras fluviales, áreas costeras, acantilados rocosos, en laderas de pendiente moderada a fuerte, por acción de



lluvias, movimientos sísmicos antrópica (cortes de carreteras o áreas agrícolas). (Luque, G.; Pari, W. & Dueñas, K. ,2021).

➤ **FLUJO DE COLADA**

Se trata de movimientos de masas de suelo (flujos de barro o tierra), derrubios (coladas de derrubios o debris flow) o bloques de roca (coladas de fragmentos de roca) con una gran cantidad de agua, en los que el material se encuentra disgregado y actúa como un <<fluido>>. de forma constante, sin tener superficies de rofura claras.

➤ **SISMOS**

Una repentina liberación de energía provocada por el desplazamiento de grandes cantidades de rocas dentro de la Tierra, entre su corteza y su manto superior, se difunden en forma de vibraciones a través de las distintas capas terrestres, incluyendo los núcleos internos o externos de la Tierra. (INDESI).



CAPÍTULO III

3. GEOMORFOLOGÍA

La descripción de las formas del relieve de la naturaleza, clasifica las formas de los paisajes y las relaciona con aspectos de la geología, clima e hidrología. En el Sistema de riego, la clasificación fisiográfica del terreno se emplea para conocer la caracterización de las obras de arte en qué tipo de relieve se emplazarán y sus condiciones de terreno.

3.1. GEOMORFOLOGÍA REGIONAL

La geomorfología se encarga de analizar las superficies del terreno, explorando su origen y evolución como consecuencia de la aparición de procesos tanto endógenos como exógenos. Según las propiedades del terreno, tales como altura y inclinación, es posible definir geoformas presentes.

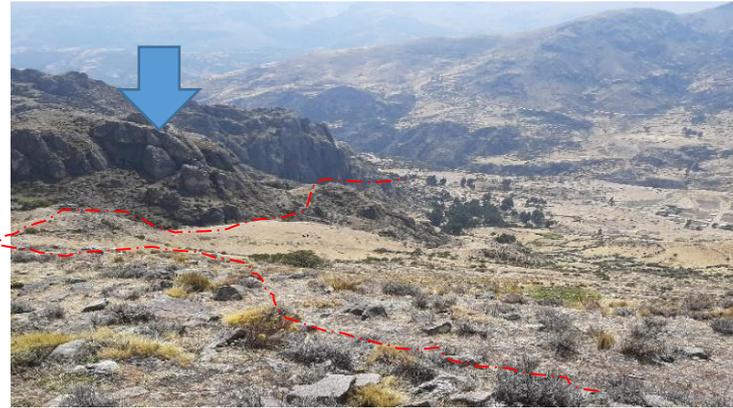
Estas geoformas se identifican en función a un Modelo Digital del Terreno (MDT), que consiste en un conjunto de capas (generalmente raster) que representan las distintas características físicas de la superficie terrestre.

Regionalmente las obras de ingeniería en la zona de estudio están influenciadas por las unidades geomorfológicas tales como: Montañas modeladas en roca metamórfica, Montañas modeladas en roca sedimentaria, Montañas modeladas en roca volcánica, Morrenas, superficies de flujos piroclásticas y volcanoclastos, avalancha de detritos, deslizamientos, reptación de suelos, colinas y lomas volcánicas, colinas y lomas sedimentarias. Esta descripción se considera en la base de datos del INGEMMET, la geomorfología regional a una escala de 1/50,000, focalizando regionalmente al área de estudio. (ver mapa 3 / geomorfológico regional).

La superficie del campo de estudio se compone de una variedad de formas distintas que, correctamente descritas e interpretadas, se han categorizado de forma consistente. La combinación de estas formas en un área específica es lo que otorga su particularidad a los variados paisajes que se distinguen regionalmente en el área de estudio de nuestro proyecto.

3.1.1. MONTAÑAS EN ROCAS VOLCANICAS

Regionalmente el área del proyecto, se ha modelado entre montañas de rocas volcánicas, donde se extiende al Nor - Oeste del canal, por encima de los 3500 m.s.n.m, que corresponde a las montañas asociadas al afloramiento de rocas volcánicas como Dacita, Andesita, Riolita de acuerdo a lo observado en campo, donde presenta pendientes, mayores de 50%, muy empinadas a extremadamente empinadas.



Fotografía 01.- Montañas de rocas volcánicas, que afloran en la línea de conducción de la zona de estudio (Fuente: propia)

3.1.2. MONTAÑAS EN ROCAS METAMORFICAS

Estas geoformas se definen en términos morfo-estructurales y bioclimáticos, así la montaña baja de nuestra área de estudio, además ser parte integral en su conjunto, muestra su interior diferencias bioclimáticas como también formas estructurales (relieves), formas y formaciones superficiales (modelados) y unos procesos morfogenético que junto con las demás características permiten definir esta macro unidad. regional se ubica en la parte Nor – Oeste y Nor - Este de la apertura del canal.



Fotografía 02.- Montañas de rocas metamórficas, que afloran en la línea de conducción de la zona de estudio (Fuente: propia)

3.1.3. MONTAÑAS EN ROCA METAMORFICA

Se refieren a áreas de topografía poco accidentada compuestas por laderas de montaña con moderadas ramas, los procesos geomorfológicos también se asemejan a los de escorrentía superficial, donde el agua al fluir provoca erosión en las laderas. Conformadas litológicamente por rocas sedimentarias de la formación Hualhuani (Areniscas cuarzosas blancas y grises de grano fino) y algunos erupciones volcánicas, tienen un impacto regional en el canal del sistema de irrigación del proyecto.



Fotografía 03.- Montañas de rocas sedimentarias Fm. Huallhuani areniscas cuarzosas blancas y grises de grano fino, que afloran en la línea de conducción de la zona de estudio (Fuente: propia)

3.1.4. COLINAS Y LOMAS SEDIMENTARIAS.

La colina y/o loma en el área del proyecto representa un cerro o colina que es una eminencia del terreno que, en general, no supera los 100 metros desde la base hasta la cima. Que han sido formados por varios fenómenos; entre los más comunes están los geomorfológicos: por la surgencia de fallas; por erosión de otros accidentes mayores del terreno, tales como las mismas montañas u otros cerros; por movimiento y deposición de sedimentos de un glaciar.



Fotografía 04.- Colina y lomas sedimentarias, que afloran en la línea de conducción de la zona de estudio (Fuente: propia)

3.1.5. COLINA Y LOMAS VOLCANICAS

El sistema de riego del proyecto geomorfológicamente también se ha modelado en colinas y lomas volcánicas que representan los cerros que son eminencia del terreno que no superan los 100m., desde la base hasta la cima. En este caso han sido formados por varios fenómenos; por erosión de otros accidentes mayores del terreno, tales como las mismas montañas u otros cerros; por movimiento y deposición de sedimentos de un glaciar (por ejemplo, morrenas y drumlins); etcétera.



Fotografía 05.- Colina y lomas volcánicas, que afloran en la línea de conducción de la zona de estudio (Fuente: propia)

3.1.6. MORRENAS

Esta unidad geomorfológica inmerso en medio de las montañas altas de rocas intrusivas, cuyo origen fue por la actividad de la glaciación y desglaciación de la cadena oriental de los nevados cercanos a la zona de estudios. La extensión de esta unidad es adyacente y en direcciones paralelas a las quebradas y ríos alto andinas, mostrando áreas irregulares de acumulación que pueden llegar hasta las decenas de hectáreas.



Fotografía 06.- Morrena, que afloran en la línea de conducción de la zona de estudio (Fuente: propia)

3.1.7. SUPERFICIES DE FLUJOS PIROCLASTICOS

Corresponden a los flujos piroclásticos que están conformados por las rocas volcánicas del área de estudio en este caso por las tobas volcánicas que han sido dispersados en la superficie, se caracteriza por presentar relieves ondulados a veces abruptos.



Fotografía 07.- Superficie de flujos de piroclastos, que afloran en la línea de conducción de la zona de estudio (Fuente: propia)

3.1.8. DESLIZAMIENTOS

Zonas donde se aprecian relieves abruptos a empinados, producto de los eventos de la geodinámica externa como son la caída de detritos, suelos, derrumbes, volcamiento de rocas y otros similares; los cuales dejan huellas y rastros a manera de escarpas.

En el área de la zona de regulación se identificaron deslizamientos antiguos y en actividad, regionalmente estas geoformas tienen influencia en el proyecto.



Fotografía 08.- Deslizamiento antiguo, que afloran en la línea de conducción en la zona de estudio (Fuente: propia)

3.1.1. GEOMORFOLOGÍA LOCAL

Para la identificación de la geomorfología del proyecto, se ha realizado el cartografiado y mapeo semidetallado en la identificación de variación de geoformas en el área proyectado, en base al plano topográfico del Proyecto, las cuales se caracterizaron por la geoforma y el tipo de relieve que presenta, además se ha identificado en base a las siguientes características del terreno.



- Topografía local
- Pendientes
- Geoformas características en la zona

Esto con la finalidad, de identificar las geoformas localizadas del terreno que modela en el área del proyecto, se describe los parámetros indicados que representaran las distintas características físicas de la superficie terrestre en las zonas donde se emplazaran las obras de ingeniería del sistema de riego del proyecto.

3.2.1. TOPOGRAFIA DE LA ZONA DE ESTUDIO

La configuración del relieve de la zona de regulación del proyecto, se trabajó sobre la base de la información topográfica, el mismo que contiene información altimétrica compuesto por curvas de nivel equidistantes de 1 metro, las que ha servido para la descripción y delimitación de las características topográficas geomorfológicas del área de estudio, Esta con la finalidad de realizar detalles en esta área de influencia para los planteamientos de las obras de ingeniería y se tenga a detalles las características geomorfológicas y geológicas del terreno.

3.2.2. PENDIENTES

Para determinar la superficie que abarca cada rango de pendiente en el área de análisis, se ha tomado en cuenta la pendiente producida por la topografía localizada. En este contexto, la pendiente hace referencia a la inclinación que muestra la superficie del terreno respecto a la superficie horizontal, se muestra en grados.

Este parámetro es de gran relevancia ya que afecta porque tiene un impacto significativo. como factor desencadenante en peligros de geodinámica externa se ha realizado una clasificación de pendientes por el autor Lugo en ($^{\circ}$), esto con la finalidad de ingeniería del área de estudio donde clasifica en 5 rangos.

<i>Clase de Pendiente</i>	<i>Rango de Pendiente ($^{\circ}$)</i>	<i>Termino descriptivo</i>	<i>Calificación</i>
1	0 - 3	Plana a ligeramente inclinada	Plana Planicie
2	3 - 12	Moderadamente inclinada a fuertemente inclinada	Ligeramente inclinado
3	12 - 30	Empinada	Deslizamiento
4	30 - 45	Muy empinada	Deslizamiento
5	> 45	Extremadamente empinada	Caída Libre

Cuadro 02: Clasificación de pendientes, según Lugo (1988)



3.2. GEOFORMAS CARACTERISTICAS DE LA ZONA DE ESTUDIO

Las geformas locales del área de estudio, se ha obtenido de un trabajo de campo (Mapeo y cartografiado), en base al levantamiento topográfico y criterio, procesando esta información con el apoyo de programas (ArgGIS Gis, AutoCAD y otros).

El área de estudio muestra la superficie producto de los procesos endógenos, tectónicos, erosivos y geodinámicos que han tenido lugar y siguen ocurriendo en este territorio durante millones de años. El tectonismo andino de la época Cretácica Terciaria es el encargado de moldear la superficie de la región, deformando y comprimiendo las rocas ya existentes; luego, en el Plio-Pleistoceno y Neógeno tardío, se presentaron fases de erosión, inicialmente de carácter glacial y luego fluvial, que persiste hasta nuestros días. Todos estos sucesos llevaron a la completa erosión de las secuencias Cretáceas y Terciarias en la zona del Sistema de Riego del proyecto, así como al actual modelado de la superficie del terreno.

Se han reconocido en toda la zona del terreno del sistema de riego del proyecto, geformas y unidades geomorfológicas Locales, basándose en datos regionales, mediante la sistematización de los datos de topografía levantados en terreno, así como su reconocimiento e identificación en terreno, para posteriormente manejar esta información en el gabinete, resultando en el Modelado de Terreno – DEM. A partir de esta información, se pueden identificar con facilidad a través de características variadas como pendientes y distribución de drenaje. Así, estos fenómenos tectónicos y erosivos en la región de investigación originaron las siguientes unidades geomorfológicas.

3.3.1 LADERAS DE MONTAÑAS VOLCANICAS

Esta unidad de Ladera está conformada por afloramientos de rocas y secuencias volcánicas de; gruesos paquetes de afloramientos de macizos rocosos de origen volcánico, y depósitos cuaternarios recientes de origen volcánico, constituyendo una superficie de topografía de empinada a extremadamente empinada, que forman laderas de pendientes de rangos de 12° a 45° de inclinación del terreno, a una altitud mayor de los 3800m.s.n.m., Este lugar está circundado por varias fuentes tributarias. Hoy en día, tanto la erosión por flujo como la erosión por escorrentía superficial son los factores de modelación más sobresalientes de esta unidad.



Fotografía 09, 10.- Ladera de montaña volcánica, que afloran como macizos rocosos ubicados en UTM – WGS 18L: E: 740813, N: 8394890, de una altitud de 4182m en la línea de conducción en la zona de estudio.

Esta Unidad se ubica entre las progresivas de acuerdo al siguiente gráfico. Se caracteriza por poseer zonas afectadas por pequeñas erosiones superficiales, erosión por escorrentía superficial y derrumbes causados por problemas de drenaje, un alto grado de fracturación/alteración de la matriz de rocas y la calidad de los terrenos. Una parte de esta zona se emplea en la agricultura, la ganadería y la construcción de viviendas.

PROGRESIVA (km)	GEOMORFOLOGÍA LOCAL	PENDIENTE Y CARACTERÍSTICAS
2+850 – 5+720	Ladera en Montaña Volcánica	De acuerdo al mapa de pendientes, en estas geoformas las pendientes varían desde 12° a mayores de 45° de inclinación del terreno, en la que estas mismas nos indican que son zonas susceptibles a deslizamientos y caídas de rocas. Que podrían desencadenar por factores naturales y/o antrópicos. Estas laderas están conformadas por afloramientos de rocas y secuencias volcánicas de; gruesos paquetes de afloramientos de macizos rocosos de origen volcánico, y depósitos cuaternarios recientes de origen volcánico.
7+600 – 7+900	Ladera en Montaña Volcánica	
9+750 – 11+240	Ladera en Montaña Volcánica	
11+270 – 11+730	Ladera en Montaña Volcánica	
13+980 – 14+670	Ladera en Montaña Volcánica	
14+820 – 17+540	Ladera en Montaña Volcánica	
17+560 – 17+680	Ladera en Montaña Volcánica	
17+720 – 17+850	Ladera en Montaña Volcánica	
17+940 – 18+210	Ladera en Montaña Volcánica	
18+370 – 18+880	Ladera en Montaña Volcánica	
19+210 – 20+210	Ladera en Montaña Volcánica	
20+260 – 21+240	Ladera en Montaña Volcánica	
21+300 – 23+730	Ladera en Montaña Volcánica	
23+800 – 30+600	Ladera en Montaña Volcánica	
41+380 – 43+200	Ladera en Montaña Volcánica	
44+250 – 45+650	Ladera en Montaña Volcánica	
47+800 – 49+700	Ladera en Montaña Volcánica	

Cuadro 03.- Ladera de montaña volcánica en la línea de conducción del canal aproximadamente 50% del área de línea de conducción.

3.3.2 LADERAS DE MONTAÑAS SEDIMENTARIAS

Esta unidad de Ladera está conformada por afloramientos de rocas y secuencias Sedimentarias de afloramientos de macizos rocosos de origen Sedimentario, y depósitos cuaternarios recientes de origen sedimentario, constituyendo una superficie de topografía suave a moderada con laderas de pendientes de entre 12 a 30° de inclinación del terreno, a una altitud



mayor de los 3500m.s.n.m., este espacio está inundado por diversas fuentes tributarias. En la actualidad, tanto la erosión por flujo como la erosión por escorrentía superficial son los factores modeladores más significativos de esta unidad.

Afloramiento de macizo rocoso, que representa la geoforma de ladera de montaña de origen sedimentario.

Esta geoforma representa aproximadamente el 20% del área que se emplazara la línea de conducción, representado por afloramientos y depósitos que han meteorizado de estas mismas, que han formado las laderas de montañas de origen sedimentario.

Esta Unidad está situada entre las progresivas conforme al cuadro siguiente. Se distingue por tener áreas impactadas por minúsculos deslizamientos superficiales, erosión por escorrentía superficial y derrumbes originados por problemas de drenaje, alto grado de fracturamiento/alteración de la matriz rocosa y calidad de suelos. Una porción de esta área se utiliza para la agricultura, el pastoreo y la edificación de viviendas.

PROGRESIVA (km)	GEOMORFOLOGÍA LOCAL	PENDIENTE Y/O CARACTERÍSTICAS
1+510 – 2+420	Ladera en Montaña Sedimentaria	De acuerdo al mapa de pendientes, en estas geoformas las pendientes varían desde 12° a mayores de 45° de inclinación del terreno, en la que estas mismas nos indican. Que son zonas susceptibles a deslizamientos y caídas de rocas. Que podrían desencadenar por factores naturales y/o antrópicas. Están conformadas por afloramientos de rocas y secuencias Sedimentarias de afloramientos de macizos rocosos de origen Sedimentario, y depósitos cuaternarios recientes de origen sedimentario.
32+600 – 32+250	Ladera en Montaña Sedimentaria	
33+300 – 34+240	Ladera en Montaña Sedimentaria	
34+470 – 35+100	Ladera en Montaña Sedimentaria	
36+540 – 39+100	Ladera en Montaña Sedimentaria	
41+380 - 42+200	Ladera en Montaña Sedimentaria	
43+200 – 44+250	Ladera en Montaña Sedimentaria	
49+700 – 50+900	Ladera en Montaña Sedimentaria	

Cuadro 04.- Ladera de montaña sedimentaria en la línea de conducción del canal aproximadamente 20% del área de línea de conducción.



Fotografía 11, 12.- Ladera de montaña sedimentaria, que afloran como macizos rocosos ubicados en WGS - UTM 18L E: 7395508, N: 8395467 Altitud 4187m.s.n.m. del Km 11 + 900 al Km 11+ 940, de una altitud de 4187m, aproximadamente 20% del área en la línea de conducción en la zona de estudio.

3.3.3. LADERAS DE MONTAÑAS METAMORFICAS

Esta unidad de Ladera está conformada por afloramientos de rocas y secuencias metamórficas de afloramientos de macizos rocosos de origen metamórfico, y depósitos cuaternarios recientes del mismo origen, constituyendo una superficie de topografía suave a moderada con laderas de pendientes de entre 12° a 30° de inclinación del terreno, a una altitud mayor de los 3500m.s.n.m., Este espacio está inundado por diversas fuentes tributarias. En la actualidad, tanto la erosión por flujo como la erosión por escorrentía superficial son los factores modeladores más significativos de esta unidad.

Esta geoforma representa aproximadamente el 3% del área que se emplazara la línea de conducción, representado por afloramientos y depósitos que han meteorizado de estas mismas, que han formado las laderas de montañas de origen metamórfico.



Fotografía 13, 14.- Ladera de montaña sedimentaria, que afloran como DEPOSITOS meteorizados, aproximadamente 3% del área en la línea de conducción en la zona de estudio.

Esta Unidad está situada entre las progresivas conforme al cuadro siguiente. Se distingue por tener áreas impactadas por minúsculas erosiones superficiales, erosión por escorrentía superficial y derrumbes provocados por dificultades de drenaje, un elevado nivel de

fracturación/modificación de la matriz de rocas y la calidad de los suelos. Una porción de esta región se utiliza para la agricultura, el pastoreo y la creación de viviendas.

PROGRESIVA (km)	GEOMORFOLOGÍA LOCAL	PENDIENTE Y/O CARACTERÍSTICAS
0+710 – 1+300	Ladera en Montaña Metamórfica	De acuerdo al mapa local de pendientes, en este tramo los rangos varían de: 12° a 30° de inclinación del terreno, estos valores y/o parámetros nos indican que estas zonas no son muy propensas a deslizamientos y/o caída de rocas.
2+420 – 2+850	Ladera en Montaña Metamórfica	
8+850 – 9+750	Ladera en Montaña Metamórfica	
35+100 – 36+540	Ladera en Montaña Metamórfica	
39+100 – 42+200	Ladera en Montaña Metamórfica	

Cuadro 05.- Ladera de montaña metamórfica, en la línea de conducción del canal.

3.3.4 LOMADA VOLCANICA

Se denomina Lomadas Volcánicas a las mínimas altitudes detectadas en el suelo, en la línea de alimentación del sistema de riego, en una zona donde estas altitudes oscilan entre 30 y 300 metros. Las lomadas, también denominadas colinas del área, muestran un fundamento de rocas volcánicas.



Fotografía 15.- Ladera de montaña sedimentaria (Fuente: propia).

PROGRESIVA (km)	GEOMORFOLOGIA LOCAL	PENDIENTE
6+220 – 7+600	Lomadas Volcánicas	De acuerdo al mapa local de pendientes, en este tramo los rangos varían de: 3° a 12° de inclinación del terreno, estas zonas por su geoforma característica nos indica que no existen problemas geodinámicos.
11+800 – 11+840	Lomadas Volcánicas	
11+900 – 12+100	Lomadas Volcánicas	
12+110 – 12+400	Lomadas Volcánicas	
12+500 – 12+700	Lomadas Volcánicas	
32+250 – 32+500	Lomadas Volcánicas	
45+650 – 47+800	Lomadas Volcánicas	

Cuadro 06.- Lomada volcánica, en la línea de conducción del canal.

3.3.5 LOMADAS SEDIMENTARIAS

Se considera Lomas Sedimentarias a las pequeñas elevaciones que se han observado en el terreno, de la línea de conducción del sistema de riego del proyecto, del área donde estas elevaciones van de 30 a 300 metros, Las lomadas, también denominadas colinas en la zona, muestran un fundamento de rocas sedimentarias. Esta Unidad está posicionada entre las progresivas conforme al siguiente diagrama.



Fotografía 16, 17.- Ladera de montaña sedimentaria.

PROGRESIVA (km)	GEOMORFOLOGIA LOCAL	PENDIENTE
1+300 – 1+510	Lomada Sedimentaria	De acuerdo al mapa local de pendientes, en este tramo los rangos varían de: 3° a 12° de inclinación del terreno, estas zonas por su geoforma característica nos indica que no existen problemas geodinámicas. Que son pequeñas elevaciones dadas en el terreno tipo un cono.
12+700 – 13+600	Lomada Sedimentaria	

Cuadro 07.- Lomada Sedimentaria, en la línea de conducción del canal.

3.3.6 LLANUARAS DE MONTAÑAS

Se consideran llanura de montaña a las superficies que presentan pendientes muy suaves que van de 0 a 3° de inclinación, En el área de influencia las planicies se encuentran constituidas por gravas, arenas y limos de origen de las rocas por meteorización y/o otros agentes geológicos producidos en la zona.



Fotografía 18, 19.- Llanura de montaña, en la línea de conducción.

PROGRESIVA (km)	GEOMORFOLOGIA LOCAL	PENDIENTE
5+720 – 5+900	Llanura de Montaña	De acuerdo al mapa local de pendientes, en este tramo los rangos varían de: plano a casi nivel de 0° a 12 de inclinación del terreno. Estas áreas y/o zonas llanas corresponden a las montañas. Que generalmente se han formado por una diagénesis.
6+020 – 6+220	Llanura de Montaña	
34+240 – 34+470	Llanura de Montaña	

Cuadro 08.- Llanura de montaña, en la línea de conducción del canal.

3.3.7 ZONAS DE DESLIZAMIENTOS

Usualmente, los procesos geotécnicos en los taludes y laderas están relacionados con movimientos de masa descendentes y exteriores de los materiales que forman un talud de roca, suelo natural o relleno, o una combinación de estos. Usualmente, los movimientos ocurren a través de superficies deterioradas, como resultado de la caída libre, movimientos de masa, erosión o corrientes. Algunas secciones del terreno o ladera poseen la habilidad para ascender, mientras que otras se mueven hacia abajo.

PROGRESIVA (km)	GEOMORFOLOGIA LOCAL	PENDIENTE
0+180 – 0+700	Zona Deslizable / Deslizamientos	De acuerdo al mapa local de pendientes, en este tramo los rangos varían de: moderadamente empinada 12° a 45° de inclinación del terreno. Esta área son zonas de deslizamientos en algunos casos existe cantidad de agua subterránea y superficial.
7+210 - 7+360	Zona Deslizable / Deslizamientos	

Cuadro 09.- Llanura de montaña, en la línea de conducción del canal.



Fotografía 20, 21.- Zona deslizamiento, en la línea de conducción

3.3.8 MORRENAS

Las geoformas de tipo morrenas son paisajes formados por mantos de material glacial no estratificado, depositados cerca de las montañas, en el área de la zona del sistema de riego del proyecto, las morrenas están constituidos por los materiales más gruesos abandonados por la lengua del glaciar, un cono de transición que prolonga la morrena aguas abajo pero cuyo origen es puramente fluvial.

PROGRESIVA (km)	GEOMORFOLOGIA LOCAL	PENDIENTE
7+900 – 8+570	Morrena	De acuerdo al mapa local de pendientes, en este tramo los rangos varían de: 3° a 12° de inclinación del terreno.
8+600 – 8+660	Morrena	
8+880 – 8+850	Morrena	

Cuadro 10.- Morreanas, en la línea de conducción del canal (Fuente: propia).



Fotografía 22.- Morrena, en la línea de conducción

3.3.9 BOFEDALES

En el tramo del sistema de riego del proyecto, se ha podido observar este tipo de geoforma que representa el humedal de altura, y se considera una pradera nativa poco extensa con permanente humedad. Las plantas o vegetales que residen en el bofedal se conocen como vegetales hidrofíticas. Los bofedales se originan en áreas similares a las de los grandes Andes situadas a más de 3.800 metros de altura, donde las llanuras acumulan agua proveniente de las

lluvias, el deshielo de glaciares y, en su mayoría, erupciones superficiales de aguas subterráneas.



Fotografía 23,24.- Deposito bofedal, en la línea de conducción

PROGRESIVA (km)	GEOMORFOLOGIA LOCAL	PENDIENTE
0+300 – 0+320	Bofedal	De acuerdo al mapa local de pendientes, en este tramo los rangos varían de: 0° a 3° de inclinación del terreno. Estas áreas y/o zonas son llanas donde se acumulan agua y humedad, que se depositan suelos de material orgánico.
0+520 – 0+710	Bofedal	
8+570 – 8+600	Bofedal	
8+660 – 8+880	Bofedal	
11+730 – 11+800	Bofedal	
11+840 – 11+900	Bofedal	
12+100 – 12+110	Bofedal	
12+400 – 12+500	Bofedal	
13+600 – 13+980	Bofedal	
14+670 – 14+820	Bofedal	
17+540 – 17+560	Bofedal	
17+680 – 17+720	Bofedal	
17+850 – 17+900	Bofedal	
18+210 – 18+370	Bofedal	
19+000 – 19+210	Bofedal	

Cuadro 11.- Bofedal, en la línea de conducción del canal

3.3.10 QUEBRADAS

Morfología de extensión local situada en una depresión natural causada principalmente por procesos de erosión hídrica, cuyo origen es tectónico, se compone del cauce, las terrazas y las laderas.

El nivel de actividad en esta unidad local es inferior en las distintas quebradas, impactando de manera leve las laderas a causa del ensanche de las paredes del cauce y en el cauce mismo, generando una ligera socavación; en ciertas situaciones, la socavación es escasa y se nota una reciente colmatación de la estructura.



Fotografía 25,26.- Quebradas, en la línea de conducción (Fuente: propia).

PROGRESIVA (km)	GEOMORFOLOGIA LOCAL	PENDIENTE
11+240 – 11+270	Quebrada	De acuerdo al mapa local de pendientes, en este tramo los rangos varían de: 12° a 45° de inclinación del terreno, Estas áreas son accidentadas y generalmente ocurren problemas de flujos de detritos y lodos. En temporadas de lluvias.
17+900 – 17+940	Quebrada	
20+210 – 20+260	Quebrada	
21+240 – 21+300	Quebrada	
23+730 – 23+800	Quebrada	

Cuadro 12- Quebradas, en la línea de conducción del canal.



PARAMETROS GEOMORFOLOGICOS				MICRO CUENCAS			
PARAMETROS			UNIDAD	CUENCA (CCARAMPA)	MICRO CUENCA (SONCCOYUMA DERECHO)		
AREA DE LA CUENCA			Km ²	203.61	30.88		
PERIMETRO			Km	91.56	32.30		
PARAMETROS DE FORMA	FACTOR DE CUENCA	Coeficiente de Compacidad (Gravelius)		Kc	1.81	1.64	
		FACTOR DE FORMA	Longitud (// al curso más largo)		Km	19.88	10.63
			Ancho Medio		Km	10.24	2.90
			Radio de Circularidad		1	0.31	0.37
			Factor de Forma		Kf	0.12	0.16
	RECTANGULO EQUIVALENTE		Lado Mayor	Km	41.16	14.07	
			Lado Menor	Km	4.95	2.19	
	Longitud total de los ríos de diferentes grados		Orden 1	Km	52.29	12.98	
			Orden 2	Km	36.68	6.85	
			Orden 3	Km	7.98	-	
			Orden 4	Km	11.95	-	
Orden 5			Km	-	-		
PARAMETROS DE RELIEVE	Curva Hipsométrica			-	✓	✓	
	Polígono de Frecuencia			-	✓	✓	
	Altitud Máxima de la Cuenca			m.s.n.m.	5212	5050	
	Altitud Mínima de la Cuenca			m.s.n.m.	4175	4156	
	Desnivel total de la Cuenca			Km	1.04	0.89	
	Altitud de Frecuencia Media			m.s.n.m.	4785.94	4678.73	
	Altitud Media de la Cuenca			m.s.n.m.	4785.94	4678.73	
	Altura Máxima del cauce			m.s.n.m.	5212	5050	
	Altura más frecuente			m.s.n.m.	4883 - 4990	4779 - 4868	
Pendiente de la cuenca (sist. del rectángulo equivalente)			%	2.52	6.35		
PARAMETROS DE LA RED HIDROGRAFICA DE LA MICROCUENCA	Tipo de corriente			-	Perenne	Perenne	
	Densidad de drenaje			Km/Km ²	0.10	0.34	
	Pendiente media del río principal			m/m	0.0522	0.0841	
	Altura Máxima del cauce			m.s.n.m.	5212	5050	
	Altitud Mínima del cauce			m.s.n.m.	4175	4156	
	Tiempo de concentracion			Hr.	2.43	1.22	
	Grado de ramificacion			-	4°	2°	

Cuadro 13- Parámetros Geomorfológicos (FUENTE: PESCS)

CAPITULO IV

4.1. GEOLOGÍA Y GEODINAMICA

4.1.1. GEOLÓGIA REGIONAL

El medio geológico se encuentra en constante cambio y los procesos inciden tanto en los materiales rocosos como en los suelos, así como en el entorno natural en general, está basada en una serie de unidades geológicas, las cuales varían de rocas antiguas, paleozoico hasta la actualidad suelos cuaternarios. Donde están emplazados sobre cuadrángulos 29q (Antabamba) y 30q (Chulca) los cuales describen una serie de rocas sedimentarias, intrusivas y suelos cuaternarios, acorde a la secuencia litoestratigráfica regional del Instituto Geológico Minero y Metalúrgico. - INGEMMET. A una escala 1/50,000.

ESTRATIGRAFIA REGIONAL

Edad	Unidad Litoestratigráfica			Grosor Aprox. en (m)	Litología	Descripción	
	Era/etna	Sistema	Serie				
CENOZOICA	CUATERNARIA	Holocena	Depósitos	Aluviales/bofedales	Qh-albo		Bloques, guijeros en una matriz de arena y limo principalmente limos y arcillas.
			Fluvio glaciares	Qh-fg		Generalmente conglomerádicos, acumulaciones diáclicas muy heterogéneas y con estratificación gruesa.	
			Morrénicos	Qpl-mo		Bloques heterométricos angulosos, cantos y gravas de diferentes tipos de rocas en una matriz arenarcillosa.	
		Pleistocena	Grupo Barroso		NQ-vitb.fl	± 150	Tobas con pómez, biotitas, cuarzo y abundante ilitas.
				Complejo Volcánico Vilcarani	NQ-vitb.ce.po	70-100	Tobas soldadas de ceniza, pómez y biotitas, lavas.
	NEÓGENA	Pliocena	Grupo Barroso		NQ-vitbia.bi	± 100	Tobas blanquecinas lapilíticas de ceniza y biotitas alternadas con tobas retrabajadas.
				Complejo Volcánico Malmafya	NQ-mal/tbc.bi	100-200	Tobas soldadas de cristales con biotita, plagioclasa y cuarzo en matriz afanítica.
					NQ-mal/tbc.pg	± 300	Tobas grises, soldadas de cristales con plagioclasa, biotita y cuarzo en matriz afanítica de composición dacítica.
		Miocena	Grupo Maure		Nm-ma	± 200	Limoarcillas laminadas, tobáceas de colores grises, verdes, cremas a blancas, alternadas con tobas retrabajadas, areniscas tobáceas y conglomerados. Tobas con pómez, ilitas de caliza, cuarcita y rocas volcánicas.
				Formación Ichucello	PN-ich	± 250	Lavas andesíticas, tobas, tobas retrabajadas y brechas.
PALEOZOICA	Oligocena	Grupo Tacaza		PN-or	700-500	Conglomerados, areniscas y limoarcillas rojas, brechas, aglomerados y tobas retrabajadas.	
			Formación Orcopampa	PN-or	700-500	Conglomerados rojos con clastos de calizas, cuarcitas y areniscas en matriz arenosa calcárea. Se intercalan con areniscas, lutitas y limoarcillas rojas.	
	CRETÁCEO	Grupo Yura	Superior	Formación Arcurquina	Kis-ar	800-900	Calizas masivas monótonas a la base; al medio calizas estratificadas; la parte superior secuencia masiva de calizas. En conjunto las calizas son grises y negras, contienen niveles de limoarcillas, abundante fósil y nódulos de chert.
			Inferior	Formación Murco	Kl-mu		Limoarcillas rojas, violáceas y verdes intercaladas con areniscas con laminación oblicua de bajo ángulo, horizontales y flaser bedding. Además de areniscas cuarcosas blancas y calizas.
				Formación Hualhuani	Kl-hu	400-500	Areniscas cuarcosas, blancas de grano fino a medio, masivas y con laminación oblicua de bajo ángulo, se intercalan limoarcillas negras carbonosas con restos de plantas mal conservadas.
MESOZOICA	JURÁSICO	Grupo Yura	Superior	Formación Gramadal	Js-gr	± 60	Limoarcillas grises, verdes y gris oscuras, intercaladas con calizas grises con escasos fósiles. En conjunto la serie no es continua.
				Formación Labra	Js-la	500-600	Bancos de areniscas grises y blancas a veces laminadas de grano fino a medio se intercalan niveles delgados de limoarcillas negras y grises.
				Formación Cachios	Jm-ca	350-400	Limoarcillas negras, grises, verdes y gris oscuras intercaladas con algunos niveles delgados de areniscas grises.
			Medio	Formación Puente	Jm-pu	300-400	Areniscas de grano fino a medio, grises, verdes y pardas, intercaladas con delgados niveles de limoarcillas grises laminadas a veces con nódulos y abundante contenido de fósiles.
				Formación Socosani	Jm-so	± 1000	Principalmente calizas negras con niveles de limoarcillas y areniscas grises. Yacen bancos de limoarcillas laminadas negras, carbonosas y niveles de calizas con nódulos y fósiles.
Inferior	Formación Chocolate	Jl-ch	200-300	Sobre la base aflorante de andesitas yacen intercalaciones de areniscas retrabajadas de grano fino a grueso, gris verdosas y amarillentas, con lutitas grises, verdes y pardas.			

Imagen 02.- Unidades Lito estratigráficas regionales (Fuente: INGEMMET).



4.1.1.1. FORMACION MURCO (Ki-mu).

La Formación Murco (Jenks, 1948) aflora en los alrededores de Antabamba, que influye en el área del sistema de riego del proyecto.

En términos litológicos, la base se compone de areniscas rojas de tamaño medio a grueso con laminaciones oblicuas de ángulo bajo, intercaladas con niveles de limoarcillitas rojas, pardas y verdes. La sección media más fina se compone de una alternancia de limoarcillitas de tonos rojo, verde y en ocasiones blanco, que se entrelazan con areniscas de tonos rojo y púrpura y microconglomerados.

En la parte central se destacan dos filas de areniscas cuarzosas blancas en bancos de tamaño medio, mientras que hacia el techo se entrecruzan areniscas rojas y limoarcillitas de tonalidades rojas y verdes, acompañadas de niveles finos de calizas. En su totalidad, la Formación Murco puede llegar a tener un grosor de 200 m. Las cuarcitas blancas de la Formación Hualhuan descansan de manera uniforme sobre el contacto inferior. No se han descubierto fósiles; no obstante, debido a sus vínculos estratigráficos, se le atribuye al Cretáceo, posiblemente dentro del Barremiano Aptiano.

El contacto inferior se acomoda de manera uniforme sobre las cuarcitas blancas de la Formación Huani Hualhuani. No se han descubierto fósiles; no obstante, debido a sus vínculos estratigráficos, al situarse bajo la Formación Arcurquina y sobre la Formación Hualhuani, se le atribuye al Cretáceo. Probablemente se encuentre dentro del Barremiano- Aptiano o incluso entre el Barremiano- Aptiano. Igualmente, BENAVIDES, V., (1962) En la zona de Arequipa, no detecta fósiles y atribuye a esta unidad, debido a su ubicación estratigráfica, la edad del Cretáceo. (posiblemente pre Albiano medio).

4.1.1.2. FORMACION HUALLHUANI (ki-hu)

La Formación Hualhuani (JENKS, 1948) es de amplia distribución en el cuadrángulo de Antabamba, aflora formando crestas alineadas en las partes altas de los cerros. Se proyecta al este de Calcausa y se expande hasta el cuadrángulo de Chulca. Asimismo, se notan erupciones en las cercanías de Antabamba, Matara, Chusca, el cerro Punta Orjo, el cerro Mantequilla y en las zonas elevadas de la quebrada Orjomayo, al oeste del cuadrángulo. Litológicamente se compone de una alternancia monótona de areniscas cuarzosas blancas de grano fino a medio con estratificación cruzada, formando bancos de grano grueso y mediano. Las areniscas grises de grano fino son menos comunes, aunque a veces se entrelazan con niveles finos de limoarcillitas negras carbonizadas. Es agradable el contacto mínimo con la Formación Murco. Esta formación está en ciertos sitios en conexión directa con las areniscas de la Formación Huallhuani, en aparente acuerdo. (PECHO V. 1981). En su totalidad, la unidad tiene



alrededor de 800 a 900 metros de grosor. Gran cantidad de fósiles se han obtenido en las calizas que fueron identificados en el departamento de Paleontología del INGEMMET (ROMERO, L.), entre ellos una serie de moluscos, equinodermos y cefalópodos tales como: *Exogira squamata* D'ORB, *Neithea tenow klensis* COQUAND de edad Cenomaniana y otros *Pracal veolina* cf. *P tenuis* REICHEL del Albiano-Turoniano. *Holectypus* sp. del Aptiano y otros fósiles que presentan un rango mayor del Cretáceo superior (equinoideos, ostrea sp, foraminíferos, bivalvia ind). Sobre la base de estos fósiles se le asigna la edad del Albiano-Cenomaniano

4.1.1.3. FORMACIÓN ARCURQUINA (Kis-ar).

La Formación Arcurquina (JENKS, 1948), en el cuadrángulo de Antabamba se encuentra en las zonas de Antabamba, Huaquirca, extendiéndose hacia el cuadrángulo de Abancay.

La secuencia baja se compone de bancos de gran grosor de calizas grises y negras, mientras que la secuencia media se compone de calizas grises y negras bien estratificadas en bancos de grosor medio a delgado. En la parte superior, las calizas vuelven a ser masivas en bancos de tamaño medio a grande. En su totalidad, las calizas se encuentran plegadas, exhiben un gran número de fósiles, nódulos de chert y ciertos niveles de limoarcillitas carbonizadas de color negro.

El contacto inferior con la Formación Murco es concordante. Esta formación se encuentra en algunos lugares en contacto directo sobre las areniscas de la Formación Huallhuani en aparente concordancia (PECHO V. 1981). En su totalidad, la unidad tiene alrededor de 800 a 900 metros de grosor.

4.1.1.4. FORMACIÓN ICHUCOLLO (PN-ich).

El Tacaza superior (Ichucollo) se refiere a la extensión de los reservorios del cuadrángulo de Chulco. Únicamente se manifiesta al sureste del cuadrángulo Antabamba. Esta unidad se compone de derrames lávicos andecíticos de gris a negro, alternándose con tobas, tobas retrabajadas y ciertos niveles de espacios vacíos de tonalidades blanquecinas y verdosas. El grosor aproximado puede alcanzar los 250 m. Suprayace al Tacaza inferior e infrayace en discordancia al Grupo Barroso.

4.1.1.5. FORMACIÓN ORCOPAMPA (PN-OR).

El Tacaza inferior (Orcopampa) posee una distribución extensa, que se asemeja a la extensión de los depósitos del cuadrángulo de Chulco. Surge en las zonas rurales de Ninaccasa, Jochu y Mollojo, en el extremo noroeste de la localidad de Antabamba..

La base se compone de conglomerados de gran grosor, formados por clastos subredondeados de caliza y cuarcita, secuencias de areniscas de tonos rojos, grises y verdes a blanquecinas que



se entrelazan con limoarcillitas de color rojo-violáceo de carácter tobáceo y espacios vacíos. En la parte superior se presenta una secuencia volcánica formada por brechas, agrupaciones de tobaceos, tobas de rebajo y finalmente lavas. Esta unidad posee un grosor que varía entre 700 y 800 metros. Se encuentra en discordancia angular con el Grupo Puno y las formaciones Socosani, Puente, Hualhuani, Murco y Arcurquina y a un intrusivo granodiorítico. Infrayace al Tacaza superior, al Grupo Maure y está cubierto por rocas volcánicas del Grupo Barroso.

4.1.1.6. COMPLEJO VOLCÁNICO VILCARANI (NQ-Vi/tb,fl).

La parte superior (NQ-vi/tb,fl) aflora al sureste del cuadrángulo de Antabamba, en el límite con el cuadrángulo de Santo Tomás donde se encuentra bien desarrollado, consiste en afloramientos de rocas volcánicas.

Las emisiones de los volcanes han llenado los valles de los ríos Vilcabamba y Oropesa. Posee un espesor cercano a 150 metros y se halla en discordancia angular sobre las rocas de las formaciones del Grupo Yura, las limoarcillitas de la Formación Murco, las calizas de la Formación Arcurquina, Grupo Tacaza, Barroso inferior y un intrusivo granodiorítico (plutón Progreso).

4.1.1.7. DEPOSITOS MORRENICOS (Qpl-mo).

se sitúan en las zonas superiores del campo de estudio. Se componen de aglomeraciones de bloques heterométricos y gravas poliméricas encapsuladas en una matriz arenoarcillosa.

4.1.1.8. DEPOSITOS ALUVIALES (Qh-al).

son esos que se hallan en los cauces antiguos, recientes, las pendientes de los valles y las quebradas, así como en las extensas altiplanicies, creando terrazas y conos aluviales. Estos depósitos se componen de gravas, cantos con formas redondeadas y angostas que se encuentran dentro de una matriz arenoarcillosa. El espesor de estos depósitos puede oscilar entre unos pocos metros hasta más de 50 metros.

4.1.2. GEOLÓGIA LOCAL

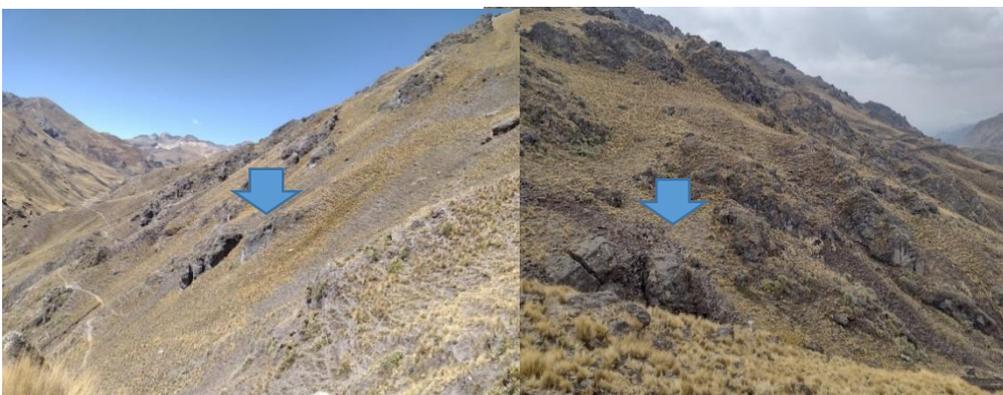
En el área de la zona de estudio, localmente se ha identificado la geología, donde se ha evidenciado afloramientos de los macizos rocosos de origen volcánico, sedimentario y metamórfico, donde se han formado depósitos de las formaciones geológicas como la formación Murco, formación Arcurquina y formación Orcopampa, y por último se han formado depósitos cuaternarios y actuales las que se han clasificado como: depósitos Residuales, Coluviales, Proluviales y Aluviales, algunos sectores de estos depósitos son afectados por fenómenos de deslizamientos superficiales, y caídas de rocas.

4.1.2.1. ROCAS DE ORIGEN VOLCANICO (R-Vo)

En el tramo de la línea de conducción se han identificado afloramientos de macizos rocosos en diferentes progresivas de origen volcánico, que representan a diferentes variedades como las tobas de cristales blanco verdoso con textura Porfirica que presentan cristales de plagioclasa, cuarzo, biotita, fragmentos, líticos polimicticos menor a 1cm de grosos aproximadamente 250m. tobas de cristales gris, textura Porfirica constituidas por cristales de biotita, cuarzo y anfíbol también presentan líticos volcánicos heterogéneos de espesores aproximadamente 600m, y así mismo se ha identificado la roca volcánica dacita que corresponde a la unidad de Totorá.

La morfología que predomina en estos afloramientos es de montañas de ladera muy empinada, pendiente con taludes altos generalmente se encuentran estables, estos afloramientos se ha observado que no presentan problemas geodinámicos relevantes, el problema principal, desde el punto de vista ingenieril, presenta la altura de sus taludes de corte que demandaría un gran movimiento de material rocoso.

Desde el punto de vista geotécnico estos afloramientos se presentan estables que podrían soportar taludes de corte aproximadamente de 6:1 a 8:1, en algunos sectores presentan fracturas abiertas en el mismo sentido del talud de corte produciéndose fallas de tipo planar por lo que el talud de corte debe coincidir aproximadamente en 3:1.



Fotografía 27,28.- Rocas de origen Volcanico, en la línea de conducción.

TRAMO		FORMACIÓN / DEPOSITO	ASPECTOS LITOESTRATIGRÁFICO, ESTRUCTURALES Y GEOTÉCNICOS APRECIADOS Y PREDOMINANTES
PROGRESIVAS			
3 + 840	4 + 530	Afloramiento de Macizo Rocosó	Rocas de origen volcánico, el color de la roca varia de gris a rojo pardo por el contenido de sus minerales, las rocas corresponden a andesitas dacitas, tobas y brechas volcánicas. Los taludes se presentan en la mayoría estables.



TRAMO		FORMACIÓN / DEPOSITO	ASPECTOS LITOESTRATIGRÁFICO, ESTRUCTURALES Y GEOTÉCNICOS APRECIADOS Y PREDOMINANTES
PROGRESIVAS			
4 + 930	5 + 000	Afloramiento de Macizo Rocoso	Rocas de origen volcánico, el color de la roca varia de gris a rojo pardo por el contenido de sus minerales, las rocas corresponden a andesitas dacitas, tobas y brechas volcánicas. Los taludes se presentan en la mayoría estables.
5 + 040	5 + 200	Afloramiento de Macizo Rocoso	Rocas de origen volcánico, el color de la roca varia de gris a rojo pardo por el contenido de sus minerales, las rocas corresponden a andesitas dacitas, tobas y brechas volcánicas. Los taludes se presentan en la mayoría estables.
5 + 380	5 + 400	Afloramiento de Macizo Rocoso	Rocas de origen volcánico, el color de la roca varia de gris a rojo pardo por el contenido de sus minerales, las rocas corresponden a andesitas dacitas, tobas y brechas volcánicas. Los taludes se presentan en la mayoría estables.
5 + 420	5 + 460	Afloramiento de Macizo Rocoso	Rocas de origen volcánico, el color de la roca varia de gris a rojo pardo por el contenido de sus minerales, las rocas corresponden a andesitas dacitas, tobas y brechas volcánicas. Los taludes se presentan en la mayoría estables.
7 + 150	7 + 200	Afloramiento de Macizo Rocoso	Rocas de origen volcánico, el color de la roca varia de gris a rojo pardo por el contenido de sus minerales, las rocas corresponden a andesitas dacitas, tobas y brechas volcánicas. Los taludes se presentan en la mayoría estables.
7 + 270	7 + 280	Afloramiento de Macizo Rocoso	Rocas de origen volcánico, el color de la roca varia de gris a rojo pardo por el contenido de sus minerales, las rocas corresponden a andesitas dacitas, tobas y brechas volcánicas. Los taludes se presentan en la mayoría estables.
11 + 400	11 + 500	Afloramiento de Macizo Rocoso	Rocas de origen volcánico, el color de la roca varia de gris a rojo pardo por el contenido de sus minerales, las rocas corresponden a andesitas dacitas, tobas y brechas volcánicas. Los taludes se presentan en la mayoría estables.
12 + 160	12 + 320	Afloramiento de Macizo Rocoso	Rocas de origen volcánico, el color de la roca varia de gris a rojo pardo por el contenido de sus minerales, las rocas corresponden a andesitas dacitas, tobas y brechas volcánicas. Los taludes se presentan en la mayoría estables.
12 + 550	12 + 560	Afloramiento de Macizo Rocoso	Rocas de origen volcánico, el color de la roca varia de gris a rojo pardo por el contenido de sus minerales, las rocas corresponden a andesitas dacitas, tobas y brechas volcánicas. Los taludes se presentan en la mayoría estables.
12 + 660	12 + 700	Afloramiento de Macizo Rocoso	Rocas de origen volcánico, el color de la roca varia de gris a rojo pardo por el contenido de sus minerales, las rocas corresponden a andesitas dacitas, tobas y brechas volcánicas. Los taludes se presentan en la mayoría estables.
14 + 300	14 + 350	Afloramiento de Macizo Rocoso	Rocas de origen volcánico, el color de la roca varia de gris a rojo pardo por el contenido de sus minerales, las rocas



TRAMO		FORMACIÓN / DEPOSITO	ASPECTOS LITOESTRATIGRÁFICO, ESTRUCTURALES Y GEOTÉCNICOS APRECIADOS Y PREDOMINANTES
PROGRESIVAS			
			<i>corresponden a andesitas dacitas, tobas y brechas volcánicas. Los taludes se presentan en la mayoría estables.</i>
14 + 460	14 + 700	<i>Afloramiento de Macizo Rocoso</i>	<i>Rocas de origen volcánico, el color de la roca varia de gris a rojo pardo por el contenido de sus minerales, las rocas corresponden a andesitas dacitas, tobas y brechas volcánicas. Los taludes se presentan en la mayoría estables.</i>
16 + 600	16 + 750	<i>Afloramiento de Macizo Rocoso</i>	<i>Rocas de origen volcánico, el color de la roca varia de gris a rojo pardo por el contenido de sus minerales, las rocas corresponden a andesitas dacitas, tobas y brechas volcánicas. Los taludes se presentan en la mayoría estables.</i>
19 + 500	19 + 550	<i>Afloramiento de Macizo Rocoso</i>	<i>Rocas de origen volcánico, el color de la roca varia de gris a rojo pardo por el contenido de sus minerales, las rocas corresponden a andesitas dacitas, tobas y brechas volcánicas. Los taludes se presentan en la mayoría estables.</i>
19 + 980	20 + 000	<i>Afloramiento de Macizo Rocoso</i>	<i>Rocas de origen volcánico, el color de la roca varia de gris a rojo pardo por el contenido de sus minerales, las rocas corresponden a andesitas dacitas, tobas y brechas volcánicas. Los taludes se presentan en la mayoría estables.</i>
20 + 440	20 + 470	<i>Afloramiento de Macizo Rocoso</i>	<i>Rocas de origen volcánico, el color de la roca varia de gris a rojo pardo por el contenido de sus minerales, las rocas corresponden a andesitas dacitas, tobas y brechas volcánicas. Los taludes se presentan en la mayoría estables.</i>
20 + 510	20 + 210	<i>Afloramiento de Macizo Rocoso</i>	<i>Rocas de origen volcánico, el color de la roca varia de gris a rojo pardo por el contenido de sus minerales, las rocas corresponden a andesitas dacitas, tobas y brechas volcánicas. Los taludes se presentan en la mayoría estables.</i>
20 + 700	20 + 710	<i>Afloramiento de Macizo Rocoso</i>	<i>Rocas de origen volcánico, el color de la roca varia de gris a rojo pardo por el contenido de sus minerales, las rocas corresponden a andesitas dacitas, tobas y brechas volcánicas. Los taludes se presentan en la mayoría estables.</i>
21 + 070	21 + 100	<i>Afloramiento de Macizo Rocoso</i>	<i>Rocas de origen volcánico, el color de la roca varia de gris a rojo pardo por el contenido de sus minerales, las rocas corresponden a andesitas dacitas, tobas y brechas volcánicas. Los taludes se presentan en la mayoría estables.</i>
21 + 430	21 + 500	<i>Afloramiento de Macizo Rocoso</i>	<i>Rocas de origen volcánico, el color de la roca varia de gris a rojo pardo por el contenido de sus minerales, las rocas corresponden a andesitas dacitas, tobas y brechas volcánicas. Los taludes se presentan en la mayoría estables.</i>
22 + 920	22 + 930	<i>Afloramiento de Macizo Rocoso</i>	<i>Rocas de origen volcánico, el color de la roca varia de gris a rojo pardo por el contenido de sus minerales, las rocas corresponden a andesitas dacitas, tobas y brechas volcánicas. Los taludes se presentan en la mayoría estables.</i>



TRAMO		FORMACIÓN / DEPOSITO	ASPECTOS LITOESTRATIGRÁFICO, ESTRUCTURALES Y GEOTÉCNICOS APRECIADOS Y PREDOMINANTES
PROGRESIVAS			
23 + 200	23 + 260	Afloramiento de Macizo Rocosó	Rocas de origen volcánico, el color de la roca varia de gris a rojo pardo por el contenido de sus minerales, las rocas corresponden a andesitas dacitas, tobas y brechas volcánicas. Los taludes se presentan en la mayoría estables.
23 + 280	23 + 300	Afloramiento de Macizo Rocosó	Rocas de origen volcánico, el color de la roca varia de gris a rojo pardo por el contenido de sus minerales, las rocas corresponden a andesitas dacitas, tobas y brechas volcánicas. Los taludes se presentan en la mayoría estables.
23 + 380	23 + 400	Afloramiento de Macizo Rocosó	Rocas de origen volcánico, el color de la roca varia de gris a rojo pardo por el contenido de sus minerales, las rocas corresponden a andesitas dacitas, tobas y brechas volcánicas. Los taludes se presentan en la mayoría estables.
23 + 800	23 + 880	Afloramiento de Macizo Rocosó	Rocas de origen volcánico, el color de la roca varia de gris a rojo pardo por el contenido de sus minerales, las rocas corresponden a andesitas dacitas, tobas y brechas volcánicas. Los taludes se presentan en la mayoría estables.
24 + 040	24 + 100	Afloramiento de Macizo Rocosó	Rocas de origen volcánico, el color de la roca varia de gris a rojo pardo por el contenido de sus minerales, las rocas corresponden a andesitas dacitas, tobas y brechas volcánicas. Los taludes se presentan en la mayoría estables.
24 + 230	24 + 260	Afloramiento de Macizo Rocosó	Rocas de origen volcánico, el color de la roca varia de gris a rojo pardo por el contenido de sus minerales, las rocas corresponden a andesitas dacitas, tobas y brechas volcánicas. Los taludes se presentan en la mayoría estables.
24 + 280	24 + 340	Afloramiento de Macizo Rocosó	Rocas de origen volcánico, el color de la roca varia de gris a rojo pardo por el contenido de sus minerales, las rocas corresponden a andesitas dacitas, tobas y brechas volcánicas. Los taludes se presentan en la mayoría estables.
25 + 360	25 + 370	Afloramiento de Macizo Rocosó	Rocas de origen volcánico, el color de la roca varia de gris a rojo pardo por el contenido de sus minerales, las rocas corresponden a andesitas dacitas, tobas y brechas volcánicas. Los taludes se presentan en la mayoría estables.
25 + 540	25 + 560	Afloramiento de Macizo Rocosó	Rocas de origen volcánico, el color de la roca varia de gris a rojo pardo por el contenido de sus minerales, las rocas corresponden a andesitas dacitas, tobas y brechas volcánicas. Los taludes se presentan en la mayoría estables.
26 + 660	26 + 680	Afloramiento de Macizo Rocosó	Rocas de origen volcánico, el color de la roca varia de gris a rojo pardo por el contenido de sus minerales, las rocas corresponden a andesitas dacitas, tobas y brechas volcánicas. Los taludes se presentan en la mayoría estables.
26 + 750	26 + 800	Afloramiento de Macizo Rocosó	Rocas de origen volcánico, el color de la roca varia de gris a rojo pardo por el contenido de sus minerales, las rocas



TRAMO		FORMACIÓN / DEPOSITO	ASPECTOS LITOESTRATIGRÁFICO, ESTRUCTURALES Y GEOTÉCNICOS APRECIADOS Y PREDOMINANTES
PROGRESIVAS			
			<i>corresponden a andesitas dacitas, tobas y brechas volcánicas. Los taludes se presentan en la mayoría estables.</i>
27 + 140	28 + 280	<i>Afloramiento de Macizo Rocosó</i>	<i>Rocas de origen volcánico, el color de la roca varia de gris a rojo pardo por el contenido de sus minerales, las rocas corresponden a andesitas dacitas, tobas y brechas volcánicas. Los taludes se presentan en la mayoría estables.</i>
28 + 450	28 + 580	<i>Afloramiento de Macizo Rocosó</i>	<i>Rocas de origen volcánico, el color de la roca varia de gris a rojo pardo por el contenido de sus minerales, las rocas corresponden a andesitas dacitas, tobas y brechas volcánicas. Los taludes se presentan en la mayoría estables.</i>
28 + 960	29 + 000	<i>Afloramiento de Macizo Rocosó</i>	<i>Rocas de origen volcánico, el color de la roca varia de gris a rojo pardo por el contenido de sus minerales, las rocas corresponden a andesitas dacitas, tobas y brechas volcánicas. Los taludes se presentan en la mayoría estables.</i>
29 + 460	29 + 500	<i>Afloramiento de Macizo Rocosó</i>	<i>Rocas de origen volcánico, el color de la roca varia de gris a rojo pardo por el contenido de sus minerales, las rocas corresponden a andesitas dacitas, tobas y brechas volcánicas. Los taludes se presentan en la mayoría estables.</i>
31 + 560	32 + 000	<i>Afloramiento de Macizo Rocosó</i>	<i>Rocas de origen volcánico, el color de la roca varia de gris a rojo pardo por el contenido de sus minerales, las rocas corresponden a andesitas dacitas, tobas y brechas volcánicas. Los taludes se presentan en la mayoría estables.</i>
45 + 150	46 + 180	<i>Afloramiento de Macizo Rocosó</i>	<i>Complejo volcánico / Rocas de origen volcánico, el color de la roca varia de gris a rojo pardo por el contenido de sus minerales, las rocas corresponden a andesitas dacitas, tobas y brechas volcánicas. Los taludes se presentan en la mayoría estables.</i>
46 + 220	46 + 430	<i>Afloramiento de Macizo Rocosó</i>	<i>Complejo volcánico / Rocas de origen volcánico, el color de la roca varia de gris a rojo pardo por el contenido de sus minerales, las rocas corresponden a andesitas dacitas, tobas y brechas volcánicas. Los taludes se presentan en la mayoría estables.</i>
46 + 430	46 + 700	<i>Afloramiento de Macizo Rocosó</i>	<i>Rocas de origen volcánico, el color de la roca varia de gris a rojo pardo por el contenido de sus minerales, las rocas corresponden a andesitas dacitas, tobas y brechas volcánicas. Los taludes se presentan en la mayoría estables.</i>
46 + 700	46 + 760	<i>Afloramiento de Macizo Rocosó</i>	<i>Complejo volcánico / Rocas de origen volcánico, el color de la roca varia de gris a rojo pardo por el contenido de sus minerales, las rocas corresponden a andesitas dacitas, tobas y brechas volcánicas. Los taludes se presentan en la mayoría estables.</i>
46 + 760	46 + 880	<i>Afloramiento de Macizo Rocosó</i>	<i>Rocas de origen volcánico, el color de la roca varia de gris a rojo pardo por el contenido de sus minerales, las rocas</i>

TRAMO		FORMACIÓN / DEPOSITO	ASPECTOS LITOESTRATIGRÁFICO, ESTRUCTURALES Y GEOTÉCNICOS APRECIADOS Y PREDOMINANTES
PROGRESIVAS			
			corresponden a andesitas dacitas, tobas y brechas volcánicas. Los taludes se presentan en la mayoría estables.
46 + 880	47 + 200	Afloramiento de Macizo Rocoso	Complejo volcánico / Rocas de origen volcánico, el color de la roca varia de gris a rojo pardo por el contenido de sus minerales, las rocas corresponden a andesitas dacitas, tobas y brechas volcánicas. Los taludes se presentan en la mayoría estables.

Cuadro 14.- Afloramiento de macizo rocoso, en la línea de conducción del canal.

4.1.2.2. DEPOSITOS DE LAS FORMACIONES

Estos depósitos se han asignado localmente considerando la geología regional y lo visto en campo de acuerdo a la composición del terreno, donde afloran a lo largo de la línea de conducción, distintas formaciones esta se ha reconocido con apoyo de la carta geológica regional para localizar y delimitar en nuestra área de estudio, los depósitos de las formaciones que pasan en el trazo del canal son los siguientes.

4.1.2.3. DEPOSITOS DE LA FORMACION ICHUCOLLO (PN –or)

Estos depósitos en el área de estudio localmente representan o corresponden al afloramiento de depósitos que se han compuesto por derrames lávicos andecíticos grises a negros, intercalados con tobas, así mismo estos se encuentran en contacto con las rocas calizas y sus depósitos.



Fotografía 29.- Depósitos de la formación Ichullo, bloques de origen volcánico envuelta en un matriz limo/arcillo arenoso, en la línea de conducción.



TRAMO		FORMACIÓN / DEPOSITO	ASPECTOS LITOESTRATIGRÁFICO, ESTRUCTURALES Y GEOTÉCNICOS APRECIADOS Y PREDOMINANTES
PROGRESIVAS			
7 + 670	8 + 650	Formación Ichucollo	Suelos compuestos por bloques de origen volcánico envuelta en un matriz limo/arcillo arenoso
8 + 660	11 + 240	Formación Ichucollo	Suelos compuestos por bloques de origen volcánico envuelta en un matriz limo/arcillo arenoso
11 + 240	11 + 380	Formación Ichucollo	Suelos compuestos por bloques de origen volcánico envuelta en un matriz limo/arcillo arenoso
12 + 740	13 + 030	Formación Ichucollo	Suelos compuestos por bloques de origen volcánico envuelta en un matriz limo/arcillo arenoso
13 + 220	13 + 600	Formación Ichucollo	Suelos compuestos por bloques de origen volcánico envuelta en un matriz limo/arcillo arenoso
14 + 850	15 + 040	Formación Ichucollo	Suelos compuestos por bloques de origen volcánico envuelta en un matriz limo/arcillo arenoso
15 + 060	15 + 650	Formación Ichucollo	Suelos compuestos por bloques de origen volcánico envuelta en un matriz limo/arcillo arenoso
15 + 710	15 + 730	Formación Ichucollo	Suelos compuestos por bloques de origen volcánico envuelta en un matriz limo/arcillo arenoso
15 + 750	16 + 100	Formación Ichucollo	Suelos compuestos por bloques de origen volcánico envuelta en un matriz limo/arcillo arenoso
16 + 230	16 + 600	Formación Ichucollo	Suelos compuestos por bloques de origen volcánico envuelta en un matriz limo/arcillo arenoso
16 + 750	17 + 500	Formación Ichucollo	Suelos compuestos por bloques de origen volcánico envuelta en un matriz limo/arcillo arenoso
16 + 580	17 + 670	Formación Ichucollo	Suelos compuestos por bloques de origen volcánico envuelta en un matriz limo/arcillo arenoso
17 + 710	17 + 860	Formación Ichucollo	Suelos compuestos por bloques de origen volcánico envuelta en un matriz limo/arcillo arenoso
17 + 930	18 + 000	Formación Ichucollo	Suelos compuestos por bloques de origen volcánico envuelta en un matriz limo/arcillo arenoso
18 + 090	18 + 210	Formación Ichucollo	Suelos compuestos por bloques de origen volcánico envuelta en un matriz limo/arcillo arenoso
18 + 400	19 + 000	Formación Ichucollo	Suelos compuestos por bloques de origen volcánico envuelta en un matriz limo/arcillo arenoso

Cuadro 15.- Depósitos de formación Ichullo, en la línea de conducción del canal).

4.1.2.4. DEPOSITOS DE FORMACIÓN MURCO(KI-mu)

En el área de estudio del sistema de riego del proyecto específicamente a lo largo del trazo del canal, se ha identificado depósitos de esta formación que se encuentra conformado litológicamente por paquetes gruesos de areniscas de grano medio con intercalaciones de limoarcillitas, en algunos sectores la arenisca presenta alto grado de metamorfismo.

Superficialmente esto depósitos se encuentran conformados por bloques de origen volcánico.



Fotografía 30.- Depósitos de la formación murco, paquetes gruesos de areniscas de grano medio con intercalaciones de limoarcillitas, en la línea de conducción.

TRAMO		FORMACIÓN / DEPOSITO	ASPECTOS LITOESTRATIGRÁFICO, ESTRUCTURALES Y GEOTÉCNICOS APRECIADOS Y PREDOMINANTES
PROGRESIVAS			
13 + 640	13 + 660	Formación Murco	Suelo conformado por areniscas rojas de grano medio a grueso, intercaladas con limoarcillitas rojas pardas y verdes.
44 + 620	45 + 130	Formación Murco	Suelo conformado por areniscas rojas de grano medio a grueso, intercaladas con limoarcillitas rojas pardas y verdes.

Cuadro 16.- Depósitos de formación Murco, en la línea de conducción del canal.

4.1.2.5. DEPOSITOS DE FORMACIÓN ORCOPAMPA(PN-or)

Estos depósitos de esta formación Orcopampa son característicos que se ha identificado en el área del sistema de riego del proyecto, en el trazo del canal, litológicamente están constituido por conglomerados gruesos y clastos subredondeados, secuencias de areniscas rojas, grises y verdes a blanquecinas que se intercalan con limoarcillitas rojas-violáceas de naturaleza tobácea y brechas. En la parte superior se halla una secuencia volcánica formada por brechas, aglomerados de tobaceos, tobas retrabajadas y finalmente lavas. Esta unidad posee un grosor cercano a 700 a 800 metros.



Fotografía 31.- Depósitos de la formación orcopampa, se intercalan con limoarcillitas rojas, en la línea de conducción.

TRAMO		FORMACIÓN / DEPOSITO	ASPECTOS LITOESTRATIGRÁFICO, ESTRUCTURALES Y GEOTÉCNICOS APRECIADOS Y PREDOMINANTES
PROGRESIVAS			
25 + 800	26 + 600	Formación Orcopampa	Suelos compuestos por conglomerados de caliza y cuarcita envuelta en una, matriz limo arcillosa.
28 + 300	28 + 400	Formación Orcopampa	Suelos compuestos por conglomerados de caliza y cuarcita envuelta en una, matriz limo arcillosa.
28 + 580	28 + 960	Formación Orcopampa	Suelos compuestos por conglomerados de caliza y cuarcita envuelta en una, matriz limo arcillosa.
29 + 010	29 + 280	Formación Orcopampa	Suelos compuestos por conglomerados de caliza y cuarcita envuelta en una, matriz limo arcillosa.
30 + 100	30 + 650	Formación Orcopampa	Suelos compuestos por conglomerados de caliza y cuarcita envuelta en una, matriz limo arcillosa.

Cuadro 18.- Depósitos de formación Orcopampa, en la línea de conducción del canal.

4.1.2.6. DEPÓSITOS DE FORMACIÓN ARCURQUINA (Kis-ar)

Los depósitos de la formación Arcurquina en el trazo del canal se ha identificado, litológicamente que están constituidas por secuencias de bancos gruesos de calizas grises y negras, por efectos de la meteorización y alteración de un proceso de diagénesis estos depósitos se han formado cubiertas por limo arcillas de color pardo y gris verdoso como se aprecia en las fotografías



Fotografía 32.- Depósitos de la formación Arcurquina, limo arcillas de color pardo, en la línea de conducción.

TRAMO		FORMACIÓN / DEPOSITO	ASPECTOS LITOESTRATIGRÁFICO, ESTRUCTURALES Y GEOTÉCNICOS APRECIADOS Y PREDOMINANTES
PROGRESIVAS			
33 + 650	34 + 180	Formación Arcurquina	Compuesto por bancos gruesos de calizas grises y negras
34 + 300	34 + 860	Formación Arcurquina	Compuesto por bancos gruesos de calizas grises y negras
35 + 220	35 + 550	Formación Arcurquina	Compuesto por bancos gruesos de calizas grises y negras
36 + 820	36 + 000	Formación Arcurquina	Compuesto por bancos gruesos de calizas grises y negras
36 + 500	36 + 900	Formación Arcurquina	Compuesto por bancos gruesos de calizas grises y negras

TRAMO		FORMACIÓN / DEPOSITO	ASPECTOS LITOESTRATIGRÁFICO, ESTRUCTURALES Y GEOTÉCNICOS APRECIADOS Y PREDOMINANTES
PROGRESIVAS			
37 + 410	37 + 950	Formación Arcurquina	Compuesto por bancos gruesos de calizas grises y negros
38 + 060	39 + 220	Formación Arcurquina	Compuesto por bancos gruesos de calizas grises y negros
39 + 650	39 + 900	Formación Arcurquina	Compuesto por bancos gruesos de calizas grises y negros
40 + 050	40 + 400	Formación Arcurquina	Compuesto por bancos gruesos de calizas grises y negros
40 + 760	42 + 450	Formación Arcurquina	Compuesto por bancos gruesos de calizas grises y negros
43 + 040	44 + 270	Formación Arcurquina	Compuesto por bancos gruesos de calizas grises y negros

Cuadro 19.- Depósitos de formación Arcurquina, en la línea de conducción del canal.

4.1.2.7. DEPOSITOS DE LA FORMACIÓN HUALHUANI (Ki-hu)

Estos depósitos localmente han sido identificados por estar alineadas en las partes altas de las montañas que están formadas por areniscas cuarzosas de origen de material metamórfico de grano fino a medio con una estratificación cruzada que forman bancos gruesos y medianos.



Fotografía 33.- Depósitos de la formación Hualhuani areniscas cuarzosas de origen de material metamórfico, en la línea de conducción.

TRAMO		FORMACIÓN / DEPOSITO	ASPECTOS LITOESTRATIGRÁFICO, ESTRUCTURALES Y GEOTÉCNICOS APRECIADOS Y PREDOMINANTES
PROGRESIVAS			
0 + 060	0 + 315	Formación Hualhuani	Suelos compuestos por areniscas cuarzosas blancas de grano fino a medio con una estratificación cruzada por formar bancos gruesos y medianos
0 + 320	0 + 470	Formación Hualhuani	Suelos compuestos por areniscas cuarzosas blancas de grano fino a medio con una estratificación cruzada por formar bancos gruesos y medianos
0 + 480	0 + 580	Formación Hualhuani	Suelos compuestos por areniscas cuarzosas blancas de grano fino a medio con una estratificación cruzada por formar bancos gruesos y medianos



TRAMO		FORMACIÓN / DEPOSITO	ASPECTOS LITOESTRATIGRÁFICO, ESTRUCTURALES Y GEOTÉCNICOS APRECIADOS Y PREDOMINANTES
PROGRESIVAS			
0 + 590	0 + 700	Formación Hualhuani	Suelos compuestos por areniscas cuarzosas blancas de grano fino a medio con una estratificación cruzada por formar bancos gruesos y medianos
47 + 200	47 + 540	Formación Hualhuani	Suelos compuestos por areniscas cuarzosas blancas de grano fino a medio con una estratificación cruzada por formar bancos gruesos y medianos
47 + 750	49 + 500	Formación Hualhuani	Suelos compuestos por areniscas cuarzosas blancas de grano fino a medio con una estratificación cruzada por formar bancos gruesos y medianos
49 + 700	49 + 720	Formación Hualhuani	Suelos compuestos por areniscas cuarzosas blancas de grano fino a medio con una estratificación cruzada por formar bancos gruesos y medianos
50 + 050	50 + 320	Formación Hualhuani	Suelos compuestos por areniscas cuarzosas blancas de grano fino a medio con una estratificación cruzada por formar bancos gruesos y medianos
50 + 600	50 + 900	Formación Hualhuani	Suelos compuestos por areniscas cuarzosas blancas de grano fino a medio con una estratificación cruzada por formar bancos gruesos y medianos

Cuadro 20.- Depósitos de formación Hualhuani, en la línea de conducción del canal.

4.1.2.8. DEPOSITOS CUATERNARIOS

Se refieren a los materiales generados por la degradación físico-química de las rocas existentes hace miles de años, que han sido trasladadas o no, y usualmente se hallan sin consolidar o apenas consolidadas, únicamente en algunas situaciones parcialmente unidas por carbonatos. Estas acumulaciones se categorizan en función de su origen en terrenos residuales, coluviales, morrénicos y aluviales.

Por lo general, estos depósitos en su estado natural permanecen estables, sin embargo, al ser modificados (alterados) pueden desestabilizarse, generando deslizamientos, derrumbes y erosión de tipo ladera. Al estar saturados, los suelos residuales arcillosos son los más susceptibles a la aparición de deslizamientos superficiales.

4.1.2.9. DEPOSITO RESIDUAL

Estos depósitos se caracterizan por suelos residuales parte de una roca se mantiene en su lugar mediante procesos químicos de meteorización, usualmente por medio de disolución o lixiviación. Están formados por arenas, limos y arcillas, a veces con gravas.

Son el resultado de la meteorización "in situ" de rocas ya existentes en el entorno, especialmente en las erupciones de rocas volcánicas de toba de cristal blanco verdoso, tobas de cristales grises y tobas de pómez, así como fragmentos líticos y fragmentos líticos; Estos están poco consolidados o parcialmente compactos, cubriendo, en cierta medida, las erupciones de rocas con una capa usualmente delgada, que puede alcanzar unos pocos metros

de espesor. La región estudiada presenta espesores significativos en áreas irregulares a lo largo del trayecto del canal, usualmente en sitios cóncavos, constituyendo un terreno de cobertura.



Fotografía 34.- Depósitos Residuales.

TRAMO		FORMACIÓN / DEPOSITO	ASPECTOS LITOESTRATIGRÁFICO, ESTRUCTURALES Y GEOTÉCNICOS APRECIADOS Y PREDOMINANTES
PROGRESIVAS			
1 + 200	2 + 700	Depositos residuales	Suelos compuestos por arenas, limos y arcillas, esporádicamente presentan gravas, que son origen de una matriz rocosa producto la meteorización y lixiviación de esta.
3 + 100	3 + 850	Depositos residuales	Suelos compuestos por arenas, limos y arcillas, esporádicamente presentan gravas, que son origen de una matriz rocosa producto la meteorización y lixiviación de esta.
4 + 550	4 + 920	Depositos residuales	Suelos compuestos por arenas, limos y arcillas, esporádicamente presentan gravas, que son origen de una matriz rocosa producto la meteorización y lixiviación de esta.
5 + 000	5 + 040	Depositos residuales	Suelos compuestos por arenas, limos y arcillas, esporádicamente presentan gravas, que son origen de una matriz rocosa producto la meteorización y lixiviación de esta.
5 + 180	5 + 370	Depositos residuales	Suelos compuestos por arenas, limos y arcillas, esporádicamente presentan gravas, que son origen de una matriz rocosa producto la meteorización y lixiviación de esta.
5 + 400	5 + 430	Depositos residuales	Suelos compuestos por arenas, limos y arcillas, esporádicamente presentan gravas, que son origen de una matriz rocosa producto la meteorización y lixiviación de esta.
5 + 480	5 + 750	Depositos residuales	Suelos compuestos por arenas, limos y arcillas, esporádicamente presentan gravas, que son origen de una matriz rocosa producto la meteorización y lixiviación de esta.
5 + 850	6 + 510	Depositos residuales	Suelos compuestos por arenas, limos y arcillas, esporádicamente presentan gravas, que son origen de una matriz rocosa producto la meteorización y lixiviación de esta.
6 + 520	7 + 120	Depositos residuales	Suelos compuestos por arenas, limos y arcillas, esporádicamente presentan gravas, que son origen de una matriz rocosa producto la meteorización y lixiviación de esta.
7 + 200	7 + 260	Depositos residuales	Suelos compuestos por arenas, limos y arcillas, esporádicamente presentan gravas, que son origen de una matriz rocosa producto la meteorización y lixiviación de esta.



TRAMO PROGRESIVAS		FORMACIÓN / DEPOSITO	ASPECTOS LITOESTRATIGRÁFICO, ESTRUCTURALES Y GEOTÉCNICOS APRECIADOS Y PREDOMINANTES
7 + 280	7 + 700	Depositos residuales	Suelos compuestos por arenas, limos y arcillas, esporádicamente presentan gravas, que son origen de una matriz rocosa producto la meteorización y lixiviación de esta.
11 + 500	11 + 700	Depositos residuales	Suelos compuestos por arenas, limos y arcillas, esporádicamente presentan gravas, que son origen de una matriz rocosa producto la meteorización y lixiviación de esta.
12 + 000	12 + 100	Depositos residuales	Suelos compuestos por arenas, limos y arcillas, esporádicamente presentan gravas, que son origen de una matriz rocosa producto la meteorización y lixiviación de esta.
12 + 110	12 +160	Depositos residuales	Suelos compuestos por arenas, limos y arcillas, esporádicamente presentan gravas, que son origen de una matriz rocosa producto la meteorización y lixiviación de esta.
12 + 300	12 +400	Depositos residuales	Suelos compuestos por arenas, limos y arcillas, esporádicamente presentan gravas, que son origen de una matriz rocosa producto la meteorización y lixiviación de esta.
12 + 510	12 + 550	Depositos residuales	Suelos compuestos por arenas, limos y arcillas, esporádicamente presentan gravas, que son origen de una matriz rocosa producto la meteorización y lixiviación de esta.
12 + 580	12 + 650	Depositos residuales	Suelos compuestos por arenas, limos y arcillas, esporádicamente presentan gravas, que son origen de una matriz rocosa producto la meteorización y lixiviación de esta.
12 + 700	12 +720	Depositos residuales	Suelos compuestos por arenas, limos y arcillas, esporádicamente presentan gravas, que son origen de una matriz rocosa producto la meteorización y lixiviación de esta.
13 + 980	14 +300	Depositos residuales	Suelos compuestos por arenas, limos y arcillas, esporádicamente presentan gravas, que son origen de una matriz rocosa producto la meteorización y lixiviación de esta.
14 + 360	14 + 450	Depositos residuales	Suelos compuestos por arenas, limos y arcillas, esporádicamente presentan gravas, que son origen de una matriz rocosa producto la meteorización y lixiviación de esta.
19+ 240	19 + 500	Depositos residuales	Suelos compuestos por arenas, limos y arcillas, esporádicamente presentan gravas, que son origen de una matriz rocosa producto la meteorización y lixiviación de esta.
19 +560	19 + 940	Depositos residuales	Suelos compuestos por arenas, limos y arcillas, esporádicamente presentan gravas, que son origen de una matriz rocosa producto la meteorización y lixiviación de esta.
19 +960	20 + 270	Depositos residuales	Suelos compuestos por arenas, limos y arcillas, esporádicamente presentan gravas, que son origen de una matriz rocosa producto la meteorización y lixiviación de esta.
20 + 380	20 + 400	Depositos residuales	Suelos compuestos por arenas, limos y arcillas, esporádicamente presentan gravas, que son origen de una matriz rocosa producto la meteorización y lixiviación de esta.
20 + 460	20 + 510	Depositos residuales	Suelos compuestos por arenas, limos y arcillas, esporádicamente presentan gravas, que son origen de una matriz rocosa producto la meteorización y lixiviación de esta.
20 + 610	20 + 680	Depositos residuales	Suelos compuestos por arenas, limos y arcillas, esporádicamente presentan gravas, que son origen de una matriz rocosa producto la meteorización y lixiviación de esta.
20 + 710	21 + 040	Depositos residuales	Suelos compuestos por arenas, limos y arcillas, esporádicamente presentan gravas, que son origen de una matriz rocosa producto la meteorización y lixiviación de esta.



TRAMO PROGRESIVAS		FORMACIÓN / DEPOSITO	ASPECTOS LITOESTRATIGRÁFICO, ESTRUCTURALES Y GEOTÉCNICOS APRECIADOS Y PREDOMINANTES
21 + 100	21 + 240	Depositos residuales	Suelos compuestos por arenas, limos y arcillas, esporádicamente presentan gravas, que son origen de una matriz rocosa producto la meteorización y lixiviación de esta.
21 + 360	21 + 430	Depositos residuales	Suelos compuestos por arenas, limos y arcillas, esporádicamente presentan gravas, que son origen de una matriz rocosa producto la meteorización y lixiviación de esta.
21 + 490	22 + 930	Depositos residuales	Suelos compuestos por arenas, limos y arcillas, esporádicamente presentan gravas, que son origen de una matriz rocosa producto la meteorización y lixiviación de esta.
22 + 960	23 + 180	Depositos residuales	Suelos compuestos por arenas, limos y arcillas, esporádicamente presentan gravas, que son origen de una matriz rocosa producto la meteorización y lixiviación de esta.
23 + 240	23 + 260	Depositos residuales	Suelos compuestos por arenas, limos y arcillas, esporádicamente presentan gravas, que son origen de una matriz rocosa producto la meteorización y lixiviación de esta.
23 + 300	23 + 370	Depositos residuales	Suelos compuestos por arenas, limos y arcillas, esporádicamente presentan gravas, que son origen de una matriz rocosa producto la meteorización y lixiviación de esta.
23 + 400	23 + 550	Depositos residuales	Suelos compuestos por arenas, limos y arcillas, esporádicamente presentan gravas, que son origen de una matriz rocosa producto la meteorización y lixiviación de esta.
23 + 570	23 + 730	Depositos residuales	Suelos compuestos por arenas, limos y arcillas, esporádicamente presentan gravas, que son origen de una matriz rocosa producto la meteorización y lixiviación de esta.
23 + 880	24 + 040	Depositos residuales	Suelos compuestos por arenas, limos y arcillas, esporádicamente presentan gravas, que son origen de una matriz rocosa producto la meteorización y lixiviación de esta.
24 + 110	24 + 230	Depositos residuales	Suelos compuestos por arenas, limos y arcillas, esporádicamente presentan gravas, que son origen de una matriz rocosa producto la meteorización y lixiviación de esta.
24 + 260	24 + 280	Depositos residuales	Suelos compuestos por arenas, limos y arcillas, esporádicamente presentan gravas, que son origen de una matriz rocosa producto la meteorización y lixiviación de esta.
24 + 400	25 + 360	Depositos residuales	Suelos compuestos por arenas, limos y arcillas, esporádicamente presentan gravas, que son origen de una matriz rocosa producto la meteorización y lixiviación de esta.
25 + 400	25 + 520	Depositos residuales	Suelos compuestos por arenas, limos y arcillas, esporádicamente presentan gravas, que son origen de una matriz rocosa producto la meteorización y lixiviación de esta.
25 + 560	25 + 740	Depositos residuales	Suelos compuestos por arenas, limos y arcillas, esporádicamente presentan gravas, que son origen de una matriz rocosa producto la meteorización y lixiviación de esta.
26 + 680	26 + 740	Depositos residuales	Suelos compuestos por arenas, limos y arcillas, esporádicamente presentan gravas, que son origen de una matriz rocosa producto la meteorización y lixiviación de esta.
26 + 800	26 + 850	Depositos residuales	Suelos compuestos por arenas, limos y arcillas, esporádicamente presentan gravas, que son origen de una matriz rocosa producto la meteorización y lixiviación de esta.
26 + 920	27 + 140	Depositos residuales	Suelos compuestos por arenas, limos y arcillas, esporádicamente presentan gravas, que son origen de una matriz rocosa producto la meteorización y lixiviación de esta.

TRAMO PROGRESIVAS		FORMACIÓN / DEPOSITO	ASPECTOS LITOESTRATIGRÁFICO, ESTRUCTURALES Y GEOTÉCNICOS APRECIADOS Y PREDOMINANTES
29 + 260	29 + 440	Depositos residuales	Suelos compuestos por arenas, limos y arcillas, esporádicamente presentan gravas, que son origen de una matriz rocosa producto la meteorización y lixiviación de esta.
29 + 500	30 + 080	Depositos residuales	Suelos compuestos por arenas, limos y arcillas, esporádicamente presentan gravas, que son origen de una matriz rocosa producto la meteorización y lixiviación de esta.
30 + 680	31 + 550	Depositos residuales	Suelos compuestos por arenas, limos y arcillas, esporádicamente presentan gravas, que son origen de una matriz rocosa producto la meteorización y lixiviación de esta.
32 + 000	33 + 070	Depositos residuales	Suelos compuestos por arenas, limos y arcillas, esporádicamente presentan gravas, que son origen de una matriz rocosa producto la meteorización y lixiviación de esta.

Cuadro 21.- Depósitos Residuales, en la línea de conducción del canal.

4.1.2.10. DEPÓSITOS COLUVIALES.

Estos depósitos se encuentran muy restringidos en la zona de estudio, debido a las características climáticas y topográficas del terreno. Se hallan mayormente en al pie de algunos de los taludes de corte de los afloramientos rocosos con espesores y dimensiones restringidas a pocas decenas de metros cúbicos. Se derivan de procesos de meteorización físico-química, llevados por la acción de la gravedad, compuestos por fragmentos angulares de diverso tamaño, desde bolones y gravas (principalmente fragmentos de mayor tamaño), dentro de una matriz areno-limo y/o limo-arcillosa, en ciertas situaciones.



Fotografía 35.- Depósitos coluviales estando compuestos por fragmentos angulares de variado tamaño, en la línea de conducción.

4.1.2.11. DEPÓSITOS BOFEDALES.

Se describe así a zonas o áreas con vegetación de humedales que presentan capas de turba subyacentes, Los bofedales en nuestra área se han formado en zonas como conocidas como alto andinas ubicadas sobre los 3800 metros de altura, en donde las planicies almacenan aguas

provenientes de precipitaciones pluviales, presentando principalmente afloramientos superficiales de aguas subterráneas.



Fotografía 36.- Depósitos Bojedales, en la línea de conducción.

TRAMO		FORMACIÓN / DEPOSITO	ASPECTOS LITOESTRATIGRÁFICO, ESTRUCTURALES Y GEOTÉCNICOS APRECIADOS Y PREDOMINANTES
PROGRESIVAS			
0 + 315	0 + 320	<i>Depósitos bofedales</i>	<i>Suelos compuestos por materia orgánica y suelos saturados de agua.</i>
0 + 470	0 + 480	<i>Depósitos bofedales</i>	<i>Suelos compuestos por materia orgánica y suelos saturados de agua.</i>
0 + 580	0 + 590	<i>Depósitos bofedales</i>	<i>Suelos compuestos por materia orgánica y suelos saturados de agua.</i>
6 + 510	6 + 520	<i>Depósitos bofedales</i>	<i>Suelos compuestos por materia orgánica y suelos saturados de agua.</i>
7 + 700	7 + 730	<i>Depósitos bofedales</i>	<i>Suelos compuestos por materia orgánica y suelos saturados de agua.</i>
8 + 650	8 + 670	<i>Depósitos bofedales</i>	<i>Suelos compuestos por materia orgánica y suelos saturados de agua.</i>
11 + 700	12 + 000	<i>Depósitos bofedales</i>	<i>Suelos compuestos por materia orgánica y suelos saturados de agua.</i>
12 + 100	12 + 110	<i>Depósitos bofedales</i>	<i>Suelos compuestos por materia orgánica y suelos saturados de agua.</i>
12 + 400	12 + 510	<i>Depósitos bofedales</i>	<i>Suelos compuestos por materia orgánica y suelos saturados de agua.</i>
12 + 650	12 + 660	<i>Depósitos bofedales</i>	<i>Suelos compuestos por materia orgánica y suelos saturados de agua.</i>
12 + 720	12 + 730	<i>Depósitos bofedales</i>	<i>Suelos compuestos por materia orgánica y suelos saturados de agua.</i>
13 + 040	13 + 210	<i>Depósitos bofedales</i>	<i>Suelos compuestos por materia orgánica y suelos saturados de agua.</i>
13 + 600	13 + 980	<i>Depósitos bofedales</i>	<i>Suelos compuestos por materia orgánica y suelos saturados de agua.</i>
14 + 700	14 + 830	<i>Depósitos bofedales</i>	<i>Suelos compuestos por materia orgánica y suelos saturados de agua.</i>
15 + 050	15 + 060	<i>Depósitos bofedales</i>	<i>Suelos compuestos por materia orgánica y suelos saturados de agua.</i>
15 + 610	15 + 710	<i>Depósitos bofedales</i>	<i>Suelos compuestos por materia orgánica y suelos saturados de agua.</i>



TRAMO PROGRESIVAS		FORMACIÓN / DEPOSITO	ASPECTOS LITOESTRATIGRÁFICO, ESTRUCTURALES Y GEOTÉCNICOS APRECIADOS Y PREDOMINANTES
15 + 760	15 + 770	Depósitos bofedales	Suelos compuestos por materia orgánica y suelos saturados de agua.
16 + 100	16 + 210	Depósitos bofedales	Suelos compuestos por materia orgánica y suelos saturados de agua.
17 + 500	17 + 580	Depósitos bofedales	Suelos compuestos por materia orgánica y suelos saturados de agua.
17 + 680	17 + 710	Depósitos bofedales	Suelos compuestos por materia orgánica y suelos saturados de agua.
17 + 780	17 + 800	Depósitos bofedales	Suelos compuestos por materia orgánica y suelos saturados de agua.
17 + 880	17+ 900	Depósitos bofedales	Suelos compuestos por materia orgánica y suelos saturados de agua.
18 + 000	18 + 080	Depósitos bofedales	Suelos compuestos por materia orgánica y suelos saturados de agua.
18 + 220	18 + 340	Depósitos bofedales	Suelos compuestos por materia orgánica y suelos saturados de agua.
18 + 380	18 + 400	Depósitos bofedales	Suelos compuestos por materia orgánica y suelos saturados de agua.
19 + 000	19 + 240	Depósitos bofedales	Suelos compuestos por materia orgánica y suelos saturados de agua.
21 + 240	21 + 360	Depósitos bofedales	Suelos compuestos por materia orgánica y suelos saturados de agua.
23 + 550	23 + 570	Depósitos bofedales	Suelos compuestos por materia orgánica y suelos saturados de agua.
23 + 730	23 + 820	Depósitos bofedales	Suelos compuestos por materia orgánica y suelos saturados de agua.
26 + 580	26 + 600	Depósitos bofedales	Suelos compuestos por materia orgánica y suelos saturados de agua.
26 + 880	26 + 920	Depósitos bofedales	Suelos compuestos por materia orgánica y suelos saturados de agua.

Cuadro 22.- Depósitos Bofedales, en la línea de conducción del canal.

4.1.2.12. DEPÓSITO PROLUVIALES.

Estos depósitos Proluviales se encuentran constituyendo en las zonas de los cauces de ríos en las partes laterales de las quebradas de nuestra zona de estudio, presentan gravas de forma subangulosos, además de arenas y limos, que han sido transportadas por acción del agua. En temporadas de lluvias



Fotografía 37.- Depósitos Proluviales, en la línea de conducción.

TRAMO		FORMACIÓN / DEPOSITO	ASPECTOS LITOESTRATIGRÁFICO, ESTRUCTURALES Y GEOTÉCNICOS APRECIADOS Y PREDOMINANTES
PROGRESIVAS			
0 + 200	0 + 220	Depositos Proluviales	Compuestos por suelos de gravas y arenas producto de las precipitaciones pluviales. Que generan huaycos.

Cuadro 23.- Depósitos Proluviales, en la línea de conducción del canal

4.1.3. GEOLOGÍA ESTRUCTURAL

El cuadrángulo de Antabamba (29-q) se sitúa en el límite meridional de la Deflexión de Abancay (MAROCCO, R., 1978) donde se observan fallas y pliegues de orientación E-O y NO-SE que han afectado a rocas del Mesozoico y Cenozoico. El área presenta un esquema estructural que consta de dos dominios estructurales, cada uno de ellos distinguido por su propio estilo tectónico: Dominio Este con estructuras E-O y Dominio Oeste con estructuras NO-SE, E-O y N-S.

4.1.3.1. GEOLOGÍA ESTRUCTURAL REGIONAL

4.1.3.1.1. DOMINIO ESTE

Se refiere a la extensión de las construcciones del cuadrángulo de Santo Tomás. Se sitúa en la zona este del cuadrángulo y se encuentra separado del Dominio Oeste por un sistema de fallas E-o. Este dominio se distingue por contar con dos sectores distintos. En el Sector Norte, situado entre la frontera con el cuadrángulo de Abancay y el norte de Mamara, Turpay y Virundo, se observan rocas mesozoicas de las estructuras Chocolate, Socosani y Grupo Yura, junto con las estructuras Murco y Arcurquina, destacando la existencia de entidades invasoras. La tectónica se distingue por la existencia de pliegues y desviaciones de dirección E-O que inciden en las rocas mesozoicas. Dentro de los anticlinales sobresale el de la quebrada Acarane, al este de Ayrihuanca, que está inclinado hacia el norte, alterando la secuencia y



dando lugar a la aparición de rocas Jurásicas de las formaciones Chocolate, Socosani y rocas pertenecientes al Grupo Yura. Las fallas suelen ser comunes, sobresaliendo la falla inversa de Coronta, que en esta sección tiene una orientación E-O y al norte de Bellavista, interfiere con las calizas de la Formación Socosani en las areniscas cuarzosas de la Formación Hualhuani y con las granodioritas del plutón de Progreso. El Sector Sur se ubica entre el límite del cuadrángulo de Chulca y sur de Mamara, Turpay y Virundo, con afloramientos de rocas volcánicas del Paleógeno-Neógeno (grupos Tacaza y Barroso) que han cubierto a rocas mesozoicas. Las rocas del Grupo Tacaza, se encuentran plegadas como en el este de Ninacasa y afectadas por fallas E-O como la de Mollebamba y del río Oropesa. Las rocas pertenecientes al Grupo Barroso, exhiben una estratificación horizontal con algunas inclinaciones y están ligeramente deformadas con pliegues que sostienen flancos de inclinación muy suave. Además, poseen disyunción columnar y funcionan como sello para las estructuras y rocas que se formaron antes de su depósito.

4.1.3.1.2. DOMINIO OESTE

Se distingue por tener anticlinales y sinclinales orientados NO-SE en el sector norte y ONO-ESE en el sector sur del cuadrángulo. Está restringido con el Dominio Este debido al cambio de dirección de las estructuras, que en esta sección adoptan una dirección NO-SE. Este control se segmentó en tres áreas: El Sector Norte, se encuentra entre el límite del cuadrángulo de Abancay y la parte norte de las fallas de Chancara y Rumicruz. La parte este se caracteriza por la presencia de pliegues de dirección NO-SE que han afectado a rocas mesozoicas. Los anticlinales en el núcleo incluyen calizas y limoarcillitas de la Formación Socosani o areniscas de la Formación Puente Las areniscas o limoarcillitas de la Formación Cachíos forman los sinclinos. Los pliegues en esta zona se restringen al noroeste por la falla de Rumicruz en dirección NE-SO, al sur por las fallas de Chisi y Chancara en dirección E-O, y al noreste por la falla de Coronta, además del Plutón de Parca. La falla de Coronta inversa (Foto N° 11) en esta sección adopta una orientación NO-SE y conecta las calizas y limoarcillitas de la Formación Socosani con las limoarcillitas de la Formación Cachíos, así como con las areniscas de las formaciones Labra y Hualhuani. Se pueden apreciar más al norte erupciones de las formaciones Gramadal, Hualhuani y Arcurquina, con pliegues orientados SE-NO. En los sectores medio, oeste y noroeste, se observan intrusivos de tipo paleógeno-neógeno de los plutones de Parco y Ojococha, con fallas y señales E-O y N-S. El Sector Central está restringido al norte por las fallas de Chancara y Rumicruz, mientras que el límite sur abarca el norte de Chapichapi, Utupara y la falla Matara. Se distingue por tener erupciones de rocas paleógeno-neógenas (grupos Tacaza y Barroso) en el este y centro, que han ocultado a las



rocas mesozoicas. En la zona oeste, la erupción de rocas Jurásicas se ubica en un amplio anticlinal que se proyecta hacia el cuadrángulo de Chalhuanca, dando lugar a la erupción de rocas de la Formación Socosani que han sido infiltradas por tonalitas del plutón de Oyoní. Se pueden apreciar anticlinales y sinclinales de dirección NO-SE y NNOSSE en la zona central, que impactan las rocas cretácicas de las formaciones Hualhuani, Murco y las calizas de la Formación Arcurquina. El sector sur, ubicado entre la frontera del cuadrángulo de Chulca y el sur de Chapichapi, Utupara y la falla Matara. La parte este corresponde principalmente, a afloramientos de rocas paleógeno-neógenas del Grupo Tacaza y la parte central y este comprende afloramientos mesozoicos. Se caracteriza por la presencia de pliegues y fallas de dirección E-O. Las fallas que han afectado a las rocas mesozoicas son principalmente normales. Resalta la falla de Mollebamba de dirección ONO-ESE que es interpretada como de rumbo sinistral y que pone en contacto a la Formación Socosani con las formaciones Labra, Gramadal y Hualhuani del Grupo Yura, más al este pone en contacto a las areniscas de la Formación Hualhuani con las formaciones Murco, Arcurquina y el Grupo Tacaza. PECHO V., (1981) señala que el fallo de Mollebamba inicialmente se movió horizontalmente, pero luego se comportó con movimientos verticales, lo cual se refleja en el campo debido a la relación de contactos. Asimismo, en la zona oeste de este área emergen las granodioritas del plutón de Jatunjasa, las cuales están en contacto inadecuado con las areniscas de la Formación Hualhuani.

4.1.3.2. GEOLOGÍA ESTRUCTURAL LOCAL

Localmente el resultado de los procesos tectónicos se evidencia en los afloramientos rocosos por el fracturamiento y la inclinación de los estratos.

PLIEGUES.

El área del Sistema de Riego del Proyecto en su desarrollo atraviesa estructuras de este tipo cortando flancos de pliegues que deben extenderse por decenas de kilómetros que se encuentran afectando los afloramientos rocosos de los Grupos Ambo, Mitu y Pucará, estas estructuras desde la carretera solo se observan por la dirección y buzamiento.

FALLAS INFERIDAS

Las estructuras no definidas, ya sean de origen local o regional, no obstante, poseen ciertos rasgos o componentes de estas fallas. En el ambiente más próximo a la zona de estudios se han observado algunos alineamientos, la presencia de bofedales y quebradas alineadas, lo que sugiere una posible falla, ya sea de tipo normal o inverso. Las unidades más próximas se encuentran a 3.8 a SE de la región de proyecto. Es importante resaltar que su existencia



no influye en el proceso de desarrollo del proyecto, consultar el mapa estructural local. Numerosas de estas fallas deducidas se encuentran en la dirección N-S, NW-SE y NE-SW, dado que podrían ser las tensionales de las fallas principales vistas en la región.

FALLAS NORMALES

Estas fallas habituales exhiben un movimiento horizontal y vertical, no obstante, podrían estar vinculadas con otros sistemas de fallas o tipos de movimientos como el sinistral o el dextral.

FALLAS INVERSAS

En el contexto local, estas fallas se localizan al noroeste y oeste de la región de ubicación del proyecto, evidenciando longitudes de al menos 4km, y en relación al área de estudios, al menos 5-7 km. Este tipo de averías exhiben desplazamientos verticales, considerando que el movimiento puede ser fusionado de forma sinistral y dextral.

4.1.4. GEODINÁMICA

4.1.4.1. GEODINÁMICA INTERNA

4.1.4.1.1. SISMICIDAD

En el marco del sismo tectónico global, Perú está situado en lo que se conoce como "el Cinturón del Fuego Circumpacífico", que es el territorio global donde se producen aproximadamente el 80% de los terremotos a nivel mundial. El ambiente tectónico de Perú se encuentra enmarcado en lo que se conoce como "La Tectónica de placas", que sitúa la placa de nacimiento frente a la placa continental o sudamericana, provocando una colisión y subducción de la primera sobre la segunda. Este movimiento convergente de placas describe la creación de la Cordillera Andina y la deformación continental, además de las profundas depresiones del fondo marítimo.

De acuerdo a la norma E-030 del diseño sismorresistente, el área dónde donde:

ZONA	Z
4	0.45
3	0.35
2	0.25
1	0.10

Cuadro 24.- Diseño sismo resistente del reglamento nacional de Edificaciones (Fuente: Norma técnica e-030 – 2016).

REGIÓN	PROVINCIA	DISTRITO	ZONA SÍSMICA	ÁMBITO
APURÍMAC	ANTABAMBA	ANTABAMBA	2	Todos los distritos
		EL ORO		
		HUAQUIRCA		
		JUAN ESPINOSA MEDRANO		
		OROPESA		
		PACHACONAS		
SABAINO				

Cuadro 25.- Zona Sísmica de la provincia de Antabamba
(Fuente: Norma técnica e-030 – 2016).



Imagen03.- ZONAS SISMICAS DEL PERU (Fuente: IGP).

4.1.4.1.2. ANTECEDENTES DE SISMOS EN EL PERÚ Y EN LA REGIÓN APURÍMAC.

Para las características sísmicas de la zona se debe revisar el catálogo de terremotos se convierte en una base de datos fiable para llevar a cabo cualquier investigación en sismología. En este marco, el catálogo de terremotos debe contener los parámetros que caracterizan a un



terremoto estimado bajo las mismas condiciones del entorno, con el propósito de crear una serie de sucesos homogéneos, los cuales se detallan a continuación:

La actividad sísmica de la región es registrada por la estación sísmica de Chalhuanca a 2,900 m.s.n.m. a 110 Km al Sur Oeste de Abancay, las coordenadas geográficas son: 14°17'40" Latitud Sur: 73°14'64" Longitud Oeste. Los datos proporcionados por el Instituto Geofísico del Perú y los que se encuentran en otras referencias, se han recolectado de manera ordenada en el tiempo y se presentan en el cuadro que se presenta a continuación.

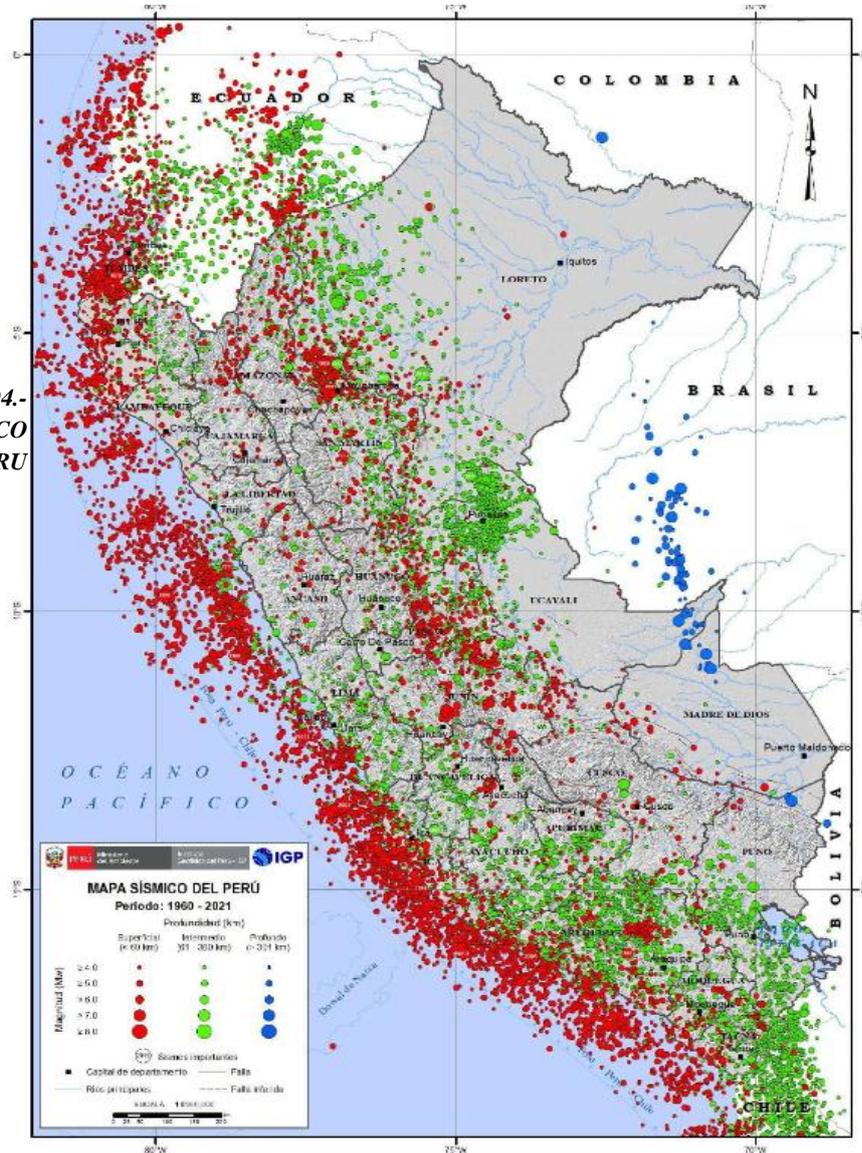
LUGAR	DAÑO Y ÁREA AFECTADA	FECHA	INTENSIDAD
Cusco	Terremoto del Cuzco, cuyos efectos se ha notado en la ciudad de Abancay y Andahuaylas.	1650-01-31	
Aymaraes	Terremoto en el pueblo de Santa Catalina	1739-03-24	
Huancarama	Terremoto destruye el pueblo de Huancarama al oeste de Abancay.	1847-01-01	
Andahuaylas	Terremoto ocasionado en Andahuaylas, Talavera y San Jerónimo.	1862-04-13	
Cotabambas	Sismo de regular intensidad con destrucción de algunas viviendas y daños materiales.	1870-07-10	
Abancay	Fuerte sismo en Abancay a las 21.30 produciendo averías en muchas edificaciones con 27 réplicas hasta las 06 a.m. del día siguiente, fue percibido en forma notoria en Curahuasi.	1875-12-05	
Abancay		1876-01-04	IX MM
Abancay	Terremoto ocasionado en Huamanmarca, al SW de Abancay, cuyo pueblo quedo desolado a consecuencia de este fenómeno.	1905-01-20	
Aymaraes	Violento sismo en la provincia de Aymaraes, puente Huayquipa, Sañayca, con daños en Colcabamba, Amoray, murieron más de 150 personas con replicas en Chalhuanca, Abancay con daños en las construcciones.	1913-11-04	
Abancay	Sismo de gran intensidad con extensos daños	1925-01-05	VI MM
Cusco	Gran sismo que afecto fuertemente la zona urbana.	1941-09-18	VI – VII
Cusco	Histórico sismo que asoló la ciudad y alrededores.	1950-05-21	VI MM
Aymaraes	Terremoto que afectó las viviendas de comunidades en toda la zona	1964-07-01	(5.3) MM
Chalhuanca	Sismo de proporciones con consecuencias en toda la zona.	1965-12-19	(5.1) MM
Chuquibambilla	Fuerte temblor sentido en la población y alrededores.	1969-06-12	(5.2) MM
Aymaraes	Sismo destructor en Soraya, Mosecco, Sañayca, Toraya: ubicados al margen izquierdo del río Pachachaca. Los deslizamientos destruyeron diversos tramos en la carretera Abancay Chalhuanca.	1971-10-14	
Cotaruse – Aymaraes	Sismo de regular intensidad con afectación de construcciones.	1994-06-16	(4.4) MM

LUGAR	DAÑO Y ÁREA AFECTADA	FECHA	INTENSIDAD
Antabamba	Sismo de 6.2 en la escala de Richter con daños materiales en construcciones de viviendas.	2001-08-08	

Cuadro 26.- Catalogo de sísmico en la región de Apurímac Edificaciones (Fuente: IGP).

4.1.4.1.3. MAPA DE SISMOS DEL PERU

Imagen 04.- MAPA SISMICO DEL PERU (Fuente: IGP).



El Mapa Sísmico del Perú muestra la distribución espacial de sucesos con magnitudes que superan o exceden el 4.0 en la escala "magnitud momento" (M_w), que tuvieron lugar durante el periodo de 1960 a 2017.

4.1.4.1.4. INTENSIDAD Y ACELERACIONES SISMICAS

Las intensidades sísmicas en la zona de estudio y en la región de Apurímac pueden llegar a niveles de VI – VII, donde la percepción del evento sísmico podría llegar a calificarse como fuerte y muy fuerte, con aceleraciones de 0.092 a 0.34 gals. La aceleración sísmica es un

indicador empleado en eventos sísmicos como sismos, que se basa en la medición directa de las aceleraciones que experimenta la superficie del terreno. Es una evaluación de gran relevancia en la ingeniería sísmica. Normalmente la unidad de aceleración utilizada es la intensidad del campo gravitatorio ($g = 9,81 \text{ m/s}^2$).

Estos parámetros y descriptores de evaluación, enfocados a la zona de proyecto han sido desarrollados a partir de la identificación de peligros en donde cada uno de los componentes forman un conjunto de características, las cuales describen el nivel de peligrosidad.

ESCALA DE MERCALLI	ACELERACIÓN SÍSMICA (g)	VELOCIDAD SÍSMICA cm/s	PERCEPCIÓN DEL TEMBLOR	POTENCIAL DE DAÑO
I	<0.0017	<0.1	No apreciable	Ninguno
II-III	0.0017-0.014	0.1-1.1	Muy leve	Ninguno
IV	0.014-0.039	1.1-3.4	Leve	Ninguno
V	0.039-0.092	3.4-8.1	Moderado	Muy leve
VI	0.092-0.18	8.1-16	Fuerte	Leve
VII	0.18-0.34	16-31	Muy fuerte	Moderado
VIII	0.34-0.65	31-60	Severo	Moderado a fuerte
IX	0.65-1.24	60-116	Violento	Fuerte
X+	>1.24	>116	Extremo	Muy Fuerte

Cuadro 27.- Dirección de Sismología IGP

I	Casi nadie lo siente.
II	Sentido por unas cuantas personas.
III	Notado por muchos, pero sin la seguridad de que se trate de un temblor.
IV	Sentido por muchos en el interior de las viviendas. Se siente como si un vehículo pesado golpeara la vivienda.
V	Sentido por casi todos; mucha gente despierta; los árboles y los postes de alumbrado se balancean.
VI	Sentido por todos; mucha gente sale corriendo de sus viviendas; los muebles se desplazan y daños menores se observan.
VII	Todos salen al exterior; se observan daños considerables en estructuras de pobre construcción. Daños menores en edificios bien construidos.
VIII	Daños ligeros en estructuras de buen diseño; otro tipo de estructuras colapsan.
IX	Todos los edificios resultan con daños severos; muchas edificaciones son desplazadas de su cimentación; grietas notorias en el suelo.
X	Muchas estructuras son destruidas. El suelo resulta considerablemente fracturado.
XI	Casi todas las estructuras caen. Puentes destruidos. Grandes grietas en el suelo.
XII	Destrucción total. las ondas sísmicas se observan en el suelo. los objetos son derribados y lanzados al aire.

Cuadro 28.-Escala de intensidad modificada de Mercalli Tavera, 2008



4.1.4.2. GEODINÁMICA EXTERNA

Como parte de la evaluación de geodinámica externa, se han identificado e inventariado sectores con presencia de fenómenos activos o potenciales dentro de la línea de conducción; en total se han identificado 5 sectores con problemas los que se detallan a continuación:

4.1.4.2.1. DESLIZAMIENTOS SUPERFICIALES

Son movimientos de masas de suelo o roca con inclinación descendente, que se mueven en relación a otro sustrato firme (suelo, roca o combinación de ambas) a través de una o varias superficies de falla. Usualmente, la masa se desplaza en conjunto, pudiendo ser este movimiento lento o muy resuelto. En el área de estudio, existen áreas que impactan en suelos residuales, solo poniendo en riesgo la capa superficial del piso superior.

Estos desplazamientos se caracterizan por la topografía que exhiben, que abarcan: escarpas (principales y secundarias), cabeceras, grietas, saltos y depósitos de pie debido al deslizamiento.

Dentro del trayecto del sistema de riego del proyecto en análisis, este fenómeno se ha ubicado en los depósitos y terrenos generados por la meteorización y erosión de las rocas. Estos depósitos suelen ser gravo-arcillo-limosos a arcillosos que, al sobresaturarse, adquieren características plásticas y suelen deslizarse con una inclinación descendente, lo que en el futuro impactaría el canal. Suelen estar situadas en pequeñas áreas cóncavas donde se acumulan aguas de escorrentía superficial y de filtraciones. En el inicio del canal se aprecia una zona deslizable aproximadamente de 700m de largo por donde atravesará el canal, e incluso con dos puntos críticos. Esta zona deslizable se considera de una gran magnitud y extensión, que en futuro afectaría la línea de conducción, donde se aprecia agrietamientos, hundimientos y desplazamientos laterales en este sector.

Otro punto crítico es el deslizamiento antiguo que queda en el Km 7 + 210 hasta el Km 7 + 360, en este sector la línea de conducción del sistema de riego del proyecto está proyectado por la cabecera y/o corona del deslizamiento en una potencia aproximadamente de 150m, en este punto se puede indicar que el deslizamiento ya ha descargado la mayor parte de los depósitos inestables llegando casi a un nivel de equilibrio, pero al realizar trabajos de movimiento de tierra tanto para la trocha carrozable y la plataforma del canal se podría activar nuevamente, por la que recomendamos algunas medidas para estabilizar estos fenómenos. Los sectores afectados por estos fenómenos se presentan en el siguiente cuadro:

Sector	Progresiva		Tipo de Fenómeno Geodinámico
	Inicio	Final	
P1	0 + 100	0 + 700	Deslizamiento Superficial
P2	7 + 210	7 + 360	Deslizamiento Superficial

Cuadro 29.- Puntos de Deslizamiento.



Fotografía 38.- Deslizamiento superficial en la progresiva 0000-0+700km

Medida planteada: Instalación de tuberías Hdp corrugado de 1100mm de diámetro de alta densidad, resistentes a las diferentes temperaturas.



Imagen 05.- Instalación de tubería hdp en la progresiva Km 0+000 a1+000 (Fuente: Sidelsa).

Probabilidad de deslizamiento en las obras de ingeniería

Las condiciones Geológicas y Geotécnicas están enfocados a la evaluación de la estabilidad física (taludes) condicionantes geomorfológicos y a la evaluación del sub suelo.



CALICATA	DESCRIPCIÓN	INCLINACIÓN	PROBABILIDAD DE OCURRENCIA DE DESLIZAMIENTO
C-1	CAPTACION 1 CCARAMPA	0–5	Probable
C-2	DESARENADOR 1	0–5	Muy probable
C-3	PUENTE CANAL 1	25–30	Probable

CALICATA	DESCRIPCIÓN	INCLINACIÓN	PROBABILIDAD DE OCURRENCIA DE DESLIZAMIENTO
C-1	RESERVORIO 1	0–5	Poco probable
C-2	RESERVORIO 2	0–5	Improbable
C-1	RESERVORIO 3	0–5	Improbable
C-2	RESERVORIO 4	0–5	Improbable
C-1, C-2	RESERVORIO 5	0–5	Improbable
C-1	RESERVORIO 7	0–5	Probable
C-2	RESERVORIO 8	0–5	Improbable
C-2	RESERVORIO 9	0–5	Improbable

Cuadro 30.- Probabilidad de ocurrencia de deslizamiento según pendiente

4.1.4.2.2. CAIDA DE ROCAS

En el caso de caída de rocas son desprendimientos repentinos y bruscos de una porción de sustrato rocoso por la pérdida de la resistencia del talud, lo cual ocasiona el colapso casi vertical de los materiales. En la zona de estudio estos eventos son ocasionados en su mayoría por la elevada pendiente del talud, fracturamiento y planos de estratificación en sentido del talud, la fuerza de la gravedad y sismos. En el trazo del canal del sistema de riego del proyecto se ha identificado 2 sectores críticos don caída de material rocoso de un afloramiento intrusivo en sentido de talud de corte.

Sector	Progresiva		Tipo de Fenómeno Geodinámico
	Inicio	Final	
CR 1	0 + 100	0 + 700	Caída de Roca
CR2	7 + 210	7 + 360	Caída de Roca

Cuadro 31.- Puntos críticos de caída de rocas



Fotografía 39.- Caída de rocas en la progresiva 0+700.

Mediadas planteadas

- Desquinche de materiales que se encuentren sueltos, evitando el uso de explosivos.

4.1.4.2.3. EROSIÓN DE LADERAS

Como surcos y cárcavas, empiezan con canales muy estrechos que, a medida que la erosión persiste, pueden llegar a profundizarse, provocados por la infiltración de lluvias en terrenos sueltos y desprovistos de vegetación. Su desarrollo se regula por la estructura geológica, la dureza de los materiales y la carga del flujo fluvial.

Sector	Progresiva		Tipo de Fenómeno Geodinámico
	Inicio	Final	
CR 1	0 + 100	0 + 700	Caída de Roca
CR2	7 + 210	7 + 360	Caída de Roca

Cuadro 32.- Puntos críticos de caída de rocas



Fotografía 40.- Erosión de rocas y suelo).

Medidas planteadas:

- Estabilización estructural con la colocación de muros de contención de gaviones.
- Revegetación los cuales evitaran la saturación del talud y la erosión por escorrentía superficial.



CAPÍTULO V

5. GEOTECNIA

5.1. PROSPECCION GEOTECNICA DIRECTA

La investigación se ha efectuado de acuerdo a las Normas correspondientes. Las labores realizadas se utilizan para establecer las propiedades físicas mecánicas y químicas del terreno, además de su estructura presente y su reacción frente a cargas externas.

5.1.1. PROSPECCION POR CALICATAS

Se llevó a cabo la excavación de pozos o calicatas de exploración, afloramientos de laderas existentes, lo que permitió visualizar de manera directa el perfil estratigráfico del área de estudio, abarcando el área de influencia del posible lugar de ubicación de la base de las construcciones proyectadas. Extrayéndose muestras en cantidad suficiente que nos ha permitido inferir características del suelo de fundación.

El resumen de las exploraciones, donde se muestra sus ubicaciones, profundidades, depósitos y tipo de suelos se presenta en el siguiente cuadro:

- a. Calicatas, Trincheras y Afloramientos de exploración
 - Toma de Muestras e identificación de los suelos NTP 339.150 (ASTM D 2488)
 - Ensayos de Densidad de Campo.
- b. Ensayos de Laboratorio
 - Ensayos Estándares.
 - Ensayos Especiales.
- c. Perfil del Suelo
- d. Análisis Químico del Terreno de Cimentación
- e. Análisis de la Información
 - Capacidad de Carga Admisible de Trabajo
 - Taludes Recomendados de Corte y Relleno.



5.1.1.1. UBICACIÓN Y EXCAVACION Y DESCRIPCION DE CALICATAS

Calicatas en eje de canal, obras de arte del eje del canal

N°	EXPL.	UBICACIÓN : WGS 84 - 18 L	ESTRATO/ MUESTRA	PROFUNDIDAD (m)	ESPESO R	DEPÓSITOS	SUELO / MACIZO ROCOSO
1	: C-1 CAPTACIÓN N° 1 CCARAMPA	Este=743803m, Norte=8389502m.	E1/M1	0.00 - 1.50	1.50	Depósitos Aluviales	Grava Bien Graduada Con Arena
2	: C-2 DESARENADOR N° 1	Este=743723m, Norte=8389519m.	E1/M1	0.00 - 0.80	0.80	Terreno de cobertura	Suelo Orgánico Arenoso Con Grava
			E2/M2	0.80 - 3.00	2.20	Depósitos Coluviales	Grava Mal Graduada Con Arcilla y Arena
3	: C-3 PUENTE CANAL N° 1	Este=743300m, Norte=8390134m.	E1/M1	0.00 - 0.90	0.90	Terreno de cobertura	Suelo Orgánico Arenoso Con Grava
			E2/M2	0.90 - 3.00	2.10	Depósitos Coluviales	Grava Mal Graduada Con Arcilla y Arena
4	: C-4 CANAL ENTUBADO	Este=743300m, Norte=8390150m.	E1/M1	0.00 - 1.00	1.00	Terreno de cobertura	Suelo Orgánico Arenoso Con Grava
			E2/M2	1.00 - 1.50	0.50	Depósitos Coluviales	Grava Mal Graduada Con Limo y Arena
5	: C-5 PUENTE CANAL N° 2	Este=743207m, Norte=8390487m.	E1/M1	0.00 - 0.70	0.70	Terreno de cobertura	Suelo Orgánico Arenoso Con Grava
			E2/M2	0.70 - 3.00	2.30	Depósitos Coluviales	Grava Arcillosa Con Arena
6	: C-6 PASARELA PEATONAL N° 1	Este=743163m, Norte=8390707m.	E1/M1	0.00 - 0.70	0.70	Terreno de cobertura	Suelo Orgánico Con Arena
			E2/M2	0.70 - 3.00	2.30	Depósitos Residuales	Grava Limosa Con Arena
7	: C-7 CANAL ENTUBADO	Este=743038m, Norte=8390760m.	E1/M1	0.00 - 0.70	0.70	Terreno de cobertura	Suelo Orgánico Arenoso Con Grava
			E2/M2	0.70 - 1.50	0.80	Depósitos Coluviales	Grava Limosa Con Arena



N°	EXPL	UBICACIÓN : WGS 84 - 18 L	ESTRATO/ MUESTRA	PROFUNDIDAD (m)	ESPESO R	DEPÓSITOS	SUELO / MACIZO ROCOSO
8	: C-8 CANAL ENTUBADO	Este=742565m, Norte=8391471m.	E1/M1	0.00 - 0.30	0.30	Terreno de cobertura	Suelo Orgánico Arenoso Con Grava
			E2/M2	0.30 - 1.50	1.20	Depósitos Residuales	Grava Arcillosa Con Arena
9	: C-9 CANAL ENTUBADO	Este=742517m, Norte=8392243m.	E1/M1	0.00 - 0.40	0.40	Terreno de cobertura	Suelo Orgánico Con Arena
			E2/M2	0.40 - 1.50	1.10	Depósitos Residuales	Arena Limosa Con Grava
10	: C-10 CANAL ENTUBADO	Este=742216m, Norte=8392878m.	E1/M1	0.00 - 0.40	0.40	Terreno de cobertura	Suelo Orgánico Arenoso Con Grava
			E2/M2	0.40 - 1.50	1.10	Depósitos Residuales	Grava Arcillosa Con Arena
11	: C-11 CANAL ENTUBADO	Este=741774m, Norte=8393565m.	E1/M1	0.00 - 0.60	0.60	Terreno de cobertura	Suelo Orgánico Con Arena
			E2/M2	0.60 - 1.50	0.90	Depósitos Coluviales	Grava Arcillosa Con Arena
12	: C-12 PASARELA PEATONAL N° 2	Este=741482m, Norte=8394252m.	E1/M1	0.00 - 0.40	0.40	Terreno de cobertura	Suelo Orgánico Arenoso Con Grava
			E2/M2	0.40 - 0.90	0.50	Depósitos Residuales	Grava Mal Graduada con Arcillosa y Arena
			E3/M3	0.90 - 1.50	0.60	Depósitos Volcánicos	Macizos Rocosos Riodacita
13	: C-13 CANAL ENTUBADO	Este=741470m, Norte=8394408m.	E1/M1	0.00 - 0.35	0.35	Terreno de cobertura	Suelo Orgánico Arenoso Con Grava
			E2/M2	0.35 - 1.50	1.15	Depósitos Residuales	Arcilla Ligera Arenosa
14	: C-14 PASARELA PEATONAL N° 3	Este=741421m, Norte=8394473m.	E1/M1	0.00 - 0.30	0.30	Terreno de cobertura	Suelo Orgánico Con Arena
			E2/M2	0.30 - 1.50	1.20	Depósitos Residuales	Arena Limosa Con Grava
15	: C-15 CANAL ENTUBADO	Este=740785m, Norte=8394871m.	E1/M1	0.00 - 0.80	0.80	Terreno de cobertura	Suelo Orgánico Arenoso Con Grava
			E2/M2	0.80 - 1.50	0.70	Depósitos Residuales	Arena Arcillosa Con Grava
16	: C-16 CANAL ENTUBADO	Este=740334m, Norte=8395592m.	E1/M1	0.00 - 0.40	0.40	Terreno de cobertura	Suelo Orgánico Arenoso Con Grava
			E2/M2	0.40 - 0.70	0.30	Depósitos Residuales	Arena Limosa
			E3/M3	0.70 - 1.50	0.80	Depósitos Residuales	Arcillosa Ligera Arenosa
17	: C-17 CANAL ENTUBADO	Este=740459m, Norte=8395977m.	E1/M1	0.00 - 0.50	0.50	Terreno de cobertura	Suelo Orgánico Arenoso Con Grava
			E2/M2	0.50 - 1.50	1.00	Depósitos Coluviales	Grava Limosa Con Arena



N°	EXPL.	UBICACIÓN : WGS 84 - 18 L	ESTRATO/ MUESTRA	PROFUNDIDAD (m)	ESPESOR	DEPÓSITOS	SUELO / MACIZO ROCOSO
18	: C-18 CAPTACIÓN N° 2 SONCCOYUMA	Este=739637m, Norte=8394588m.	E1/M1	0.00 - 0.40	0.40	Terreno de cobertura	Suelo Orgánico Con Arena
			E2/M2	0.40 - 0.70	0.30	Depósitos Aluviales	Grava Limosa Con Arena
			E3/M3	0.70 - 3.00	2.30	Depósitos Coluviales	Arena Limosa Con Grava
19	: C-19 DESARENADOR N° 2	Este=739610m, Norte=8394650m.	E1/M1	0.00 - 0.50	0.50	Terreno de cobertura	Suelo Orgánico
			E2/M2	0.50 - 0.90	0.40	Depósitos Aluviales	Grava Mal Graduada Con Arena
			E3/M3	0.90 - 3.00	2.10	Depósitos Aluviales	Arena Mal Graduada Con Grava
20	: C-20 PUENTE CANAL N° 3	Este=739580m, Norte=8394678m.	E1/M1	0.00 - 0.60	0.60	Terreno de cobertura	Suelo Orgánico Con Arcilla
			E2/M2	0.60 - 0.80	0.20	Depósitos Sedimentarios	Macizos Rocosos Calizas
21	: C-21 CANAL ENTUBADO	Este=739669m, Norte=8395409m.	E1/M1	0.00 - 0.60	0.60	Terreno de cobertura	Suelo Orgánico Arcilloso Con Grava
			E2/M2	0.60 - 1.50	0.90	Depósitos Residuales	Arcilla Ligera Con Arena
22	: C-22 CANAL ENTUBADO	Este=739807m, Norte=8396030m.	E1/M1	0.00 - 0.50	0.50	Terreno de cobertura	Suelo Orgánico Arenoso Con Grava
			E2/M2	0.50 - 0.80	0.30	Depósitos Residuales	Arena Limosa Con Grava
			E3/M3	0.80 - 1.50	0.70	Depósitos Residuales	Arena Arcillosa
23	: C-23 SIFÓN N° 1 CÁMARA DE INGRESO	Este=740175m, Norte=8396334m.	E1/M1	0.00 - 0.30	0.30	Terreno de cobertura	Suelo Orgánico Arenoso Con Grava
			E2/M2	0.30 - 1.80	1.50	Depósitos Coluviales	Grava Mal Graduada Con Limo y Arena
24	: C-24 SIFÓN N° 1 ESTRIBO DERECHO ANCLAJE 1	Este=739382m, Norte=8396984m.	E1/M1	0.00 - 0.30	0.30	Terreno de cobertura	Suelo Orgánico Arenoso Con Grava
			E2/M2	0.30 - 1.20	0.90	Depósitos Residuales	Arcilla Ligera
			E2/M2	1.20 - 1.40	0.20	Depósitos Sedimentarios	Macizos Rocosos Arenisca
25	: C-25 SIFÓN N° 1 ESTRIBO IZQUIERDO ANCLAJE 2	Este=739322m, Norte=8397015m.	E1/M1	0.00 - 1.40	1.40	Terreno de cobertura	Suelo Arcillosos con Grava
			E2/M2	1.40 - 1.80	0.40	Depósitos Residuales	Limo Arenoso



N°	EXPL.	UBICACIÓN : WGS 84 - 18 L	ESTRATO/ MUESTRA	PROFUNDIDAD (m)	ESPESOR	DEPÓSITOS	SUELO / MACIZO ROCOSO
26	: C-26 SIFÓN N° 1 CAMARA DE SALIDA	Este=738690m, Norte=8397335m.	E1/M1	0.00 - 0.40	0.40	Terreno de cobertura	Suelo Orgánico Limosos Con Arena y Grava
			E2/M2	0.40 - 1.60	1.20	Depósitos Residuales	Grava Mal Graduada Con Arena
27	: C-27 CANAL ENTUBADO	Este=738829m, Norte=8397828m.	E1/M1	0.00 - 0.20	0.20	Terreno de cobertura	Suelo Orgánico Arenoso Con Grava
			E2/M2	0.20 - 1.50	1.30	Depósitos Residuales	Arena Limosa Con Grava
28	: C-28 CANAL ENTUBADO	Este=738849m, Norte=8398458m.	E1/M1	0.00 - 0.40	0.40	Terreno de cobertura	Suelo Orgánico Limosos
			E2/M2	0.40 - 1.50	1.10	Depósitos Residuales	Arena Arcillosa Con Grava
29	: C-29 CANAL ENTUBADO	Este=738387m, Norte=8398977m.	E1/M1	0.00 - 0.40	0.40	Terreno de cobertura	Suelo Orgánico Limosos
			E2/M2	0.40 - 1.50	1.10	Depósitos Residuales	Arena Limosa Con Grava
30	: C-30 CANAL ENTUBADO	Este=737910m, Norte=8399532m.	E1/M1	0.00 - 0.40	0.40	Terreno de cobertura	Suelo Orgánico Limosos
			E2/M2	0.40 - 1.50	1.10	Depósitos Residuales	Arena Arcillosa Con Grava
31	: C-31 PUENTE CANAL N° 4	Este=737747m, Norte=8399465m.	E1/M1	0.00 - 0.50	0.50	Terreno de cobertura	Suelo Orgánico Con Arena
			E2/M2	0.50 - 1.50	1.00	Depósitos Residuales	Arena Limosa con Grava
32	: C-32 CANAL ENTUBADO	Este=737467m, Norte=8399927m.	E1/M1	0.00 - 0.60	0.60	Terreno de cobertura	Suelo Orgánico Con Arena
			E2/M2	0.60 - 1.50	0.90	Depósitos Residuales	Arena Limosa
33	: C-33 PUENTE CANAL N° 5	Este=736735m, Norte=8399849m.	E1/M1	0.00 - 0.50	0.50	Terreno de cobertura	Suelo Orgánico Con Arena
			E2/M2	0.50 - 1.50	1.00	Depósitos Aluviales	Arena limosa con Grava
34	: C-34 CANAL ENTUBADO	Este=736697m, Norte=8399942m.	E1/M1	0.00 - 1.50	1.50	Terreno de cobertura	Suelos Orgánico con Arena Limosa



N°	EXPL.	UBICACIÓN : WGS 84 - 18 L	ESTRATO/ MUESTRA	PROFUNDIDAD (m)	ESPESO R	DEPÓSITOS	SUELO / MACIZO ROCOSO
35	: C-35 CANAL ENTUBADO	Este=736638m, Norte=8400734m.	E1/M1	0.00 - 0.40	0.40	Terreno de cobertura	Suelo orgánico con arena limosa
			E2/M2	0.40 - 1.50	1.10	Depósitos Residuales	Grava Mal Graduada con Limo y Arena
36	: C-36 CANAL ENTUBADO	Este=736585m, Norte=8401293m.	E1/M1	0.00 - 0.90	0.90	Terreno de cobertura	Suelo Orgánico Arcilloso Con Grava
			E2/M2	0.90 - 1.50	0.60	Depósitos Coluviales	Grava Arcillosa con Arena
37	: C-37 CANAL ENTUBADO	Este=736393m, Norte=8401968m.	E1/M1	0.00 - 0.40	0.40	Terreno de cobertura	Suelo Orgánico con Arena Limosa
			E2/M2	0.40 - 1.50	1.10	Depósitos Residuales	Arena Limosa
38	: C-38 CANAL ENTUBADO	Este=735922m, Norte=8402528m.	E1/M1	0.00 - 0.90	0.90	Terreno de cobertura	Suelos Orgánico con Arena Limosa y Grava
			E2/M2	0.90 - 1.50	1.50	Depósitos Coluviales	Arena Limosa con Grava
39	: C-39 CANAL ENTUBADO	Este=735542m, Norte=8403192m.	E1/M1	0.00 - 1.00	1.00	Terreno de cobertura	Suelos Orgánico con Grava Limosa y Arena
			E2/M2	1.00 - 1.50	0.50	Depósitos Residuales	Grava Limosa con Arena
40	: RESERVORIO N° 1 C-1	Este=736014m, Norte=8403713m.	E1/M1	0.00 - 0.30	0.30	Terreno de cobertura	Grava Limosa con Material Orgánico
			E2/M2	0.30 - 0.60	0.30	Depósitos Residuales	Grava Limosa
			E3/M3	0.30 - 3.00	2.70	Depósitos Residuales	Arena Limosa
41	: RESERVORIO N° 1 C-2	Este=735998m, Norte=8403702m.	E1/M1	0.00 - 0.90	0.90	Terreno de cobertura	Arena orgánica Arcillosa con Grava,
			E2/M2	0.90 - 3.00	2.10	Depósitos Residuales	Arena Arcillosa con Grava
42	: C-40 CANAL ENTUBADO	Este=735433m, Norte=8403791m.	E1/M1	0.00 - 0.40	0.40	Terreno de cobertura	Arena Orgánicas Limosa con Gravas
			E2/M2	0.40 - 0.60	0.20	Depósitos Volcánicos	Andesitas
43	: C-41 PASARELA PEATONAL N° 4	Este=735443m, Norte=8403814m.	E1/M1	0.00 - 0.90	0.90	Terreno de cobertura	Suelos orgánico con arena limosa
			E2/M2	0.90 - 3.00	2.10	Depósitos Residuales	Arena limosa con Grava



N°	EXPL.	UBICACIÓN : WGS 84 - 18 L	ESTRATO/ MUESTRA	PROFUNDIDAD (m)	ESPESOR	DEPÓSITOS	SUELO / MACIZO ROCOSO
44	: C-42 CANAL ENTUBADO	Este=735345m, Norte=8404644m.	E1/M1	0.00 - 0.60	0.60	Terreno de cobertura	Arena Limosa con material orgánico
			E2/M2	0.60 - 1.50	0.90	Depósitos Residuales	Limo Arenoso
45	: RESERVORIO N° 2 C-1	Este=735053m, Norte=8404929m.	E1/M1	0.00 - 0.30	0.30	Terreno de cobertura	Suelos Arcillosos con Material Orgánico
			E2/M2	0.30 - 3.00	3.00	Depósitos Residuales	Arena Arcillosa con Grava
46	: RESERVORIO N° 2 C-2	Este=735060m, Norte=8404926m.	E1/M1	0.00 - 0.50	0.50	Terreno de cobertura	Suelos arcillosos con Material Orgánico
			E2/M2	0.50 - 3.00	2.50	Depósitos Residuales	Limo Arenoso
47	: C-43 CANAL ENTUBADO	Este=734593m, Norte=8404674m.	E1/M1	0.00 - 0.60	0.60	Terreno de cobertura	Suelos Arenosos con Material Orgánico
			E2/M2	0.60 - 1.50	0.90	Depósitos Residuales	Grava Limosa con Arena
48	: C-44 CANAL ENTUBADO	Este=733695m, Norte=8405172m.	E1/M1	0.00 - 0.50	0.50	Depósitos Volcánicos	Andesitas
49	: RESERVORIO N° 3 C-1	Este=733505m, Norte=8405661m.	E1/M1	0.00 - 1.50	1.50	Terreno de cobertura	Suelos Arcillosos con Material Orgánico
			E2/M2	1.50 - 3.00	1.50	Depósitos Residuales	Arcilla Densa Arenosa
50	: RESERVORIO N° 3 C-2	Este=733501m, Norte=8405653m.	E1/M1	0.00 - 1.00	1.00	Terreno de cobertura	Suelos Orgánico con Arena Arcillosa
			E2/M2	1.00 - 1.50	0.50	Depósitos Residuales	Arcilla Densa Arenosa
			E3/M3	1.50 - 2.80	1.30	Depósitos Residuales	Arena Limosa
			E4/M4	2.80 - 3.00	0.20	Depósitos Sedimentarios	Arenisca
51	: C-45 CANAL ENTUBADO	Este=733608m, Norte=8404513m.	E1/M1	0.00 - 1.00	1.00	Terreno de cobertura	Suelo Orgánico Con Arena
			E2/M2	1.00 - 1.50	0.50	Depósitos Residuales	Arena Limosa
52	: C-46 CANAL ENTUBADO	Este=733983m, Norte=8403736m.	E1/M1	0.00 - 0.20	0.20	Terreno de cobertura	Suelo Orgánico Con Arena
			E2/M2	0.20 - 1.50	1.30	Depósitos Residuales	Grava Arcillosa con Arena



N°	EXPL.	UBICACIÓN : WGS 84 - 18 L	ESTRATO/ MUESTRA	PROFUNDIDAD (m)	ESPESOR	DEPÓSITOS	SUELO / MACIZO ROCOSO
53	: C-47 CANAL ENTUBADO	Este=733672m, Norte=8403390m.	E1/M1	0.00 - 0.50	0.50	Depósitos Volcánicos	Andesitas
54	: C-48 SIFÓN N° 2 CÁMARA DE INGRESO	Este=733567m, Norte=8403221m.	E1/M1	0.00 - 0.35	0.35	Terreno de cobertura	Suelos Gravo Arenosos con Material Orgánico
			E2/M2	0.35 - 1.70	1.35	Depósitos Coluviales	Grava Limosa con Arena
55	: C-49 SIFÓN N° 2 ESTRIBO DERECHO ANCLAJE 1	Este=733030m, Norte=8403117m.	E1/M1	0.00 - 0.35	0.35	Terreno de cobertura	Suelos Orgánicos con Arcilla y Arena
			E2/M2	0.35 - 2.00	1.65	Depósitos Coluviales	Grava Arcillosa con Arena
56	: C-50 SIFÓN N° 2 ESTRIBO IZQUIERDO ANCLAJE 1	Este=732933m, Norte=8403082m.	E1/M1	0.00 - 0.20	0.20	Terreno de cobertura	Suelo Orgánico Arenoso Con Grava
			E2/M2	0.20 - 2.00	1.80	Depósitos Residuales	Arena Limosa con Grava
			E3/M3	0.20 - 2.40	2.20	Depósitos Residuales	Roca Meteorizada
57	: C-51 SIFÓN N° 2 CÁMARA DE SALIDA	Este=732407m, Norte=8402923m.	E1/M1	0.00 - 0.60	0.60	Terreno de cobertura	Suelos Limo Arenosos con Material Orgánico
			E2/M2	0.60 - 2.00	1.40	Depósitos Residuales	Arena Limosa
58	: C-52 CANAL TRAPEZOIDAL	Este=732176m, Norte=8403171m.	E1/M1	0.00 - 0.80	0.80	Terreno de cobertura	Suelo Orgánico Limo Arenoso
			E2/M2	0.80 - 1.50	0.70	Depósitos Residuales	Grava Limosa con Arena
59	: C-53 CANAL TRAPEZOIDAL	Este=731945m, Norte=8403555m.	E1/M1	0.00 - 0.40	0.40	Terreno de cobertura	Suelos Arenosos con Material Orgánico
			E2/M2	0.40 - 1.50	1.10	Depósitos Residuales	Arena Limosa
60	: C-54 CANAL TRAPEZOIDAL	Este=731496m, Norte=8403639m.	E1/M1	0.00 - 0.50	0.50	Terreno de cobertura	Suelo Orgánico Arcillosa con Arena
			E2/M2	0.50 - 1.50	1.50	Depósitos Residuales	Grava Arcillosa con Arena



N°	EXPL.	UBICACIÓN : WGS 84 - 18 L	ESTRATO/ MUESTRA	PROFUNDIDAD (m)	ESPE- SOR	DEPÓSITOS	SUELO / MACIZO ROCOSO
61	: C-55, CANAL TRAPEZOIDAL	Este=731228m, Norte=8403608m.	E1/M1	0.00 - 0.80	0.80	Terreno de cobertura	Suelos Orgánico con Arcilla y Arena
			E2/M2	0.80 - 1.50	0.70	Depósitos Residuales	Grava Arcillosa con Arena
62	: C-56, CANAL TRAPEZOIDAL	Este=730847m, Norte=8403843m.	E1/M1	0.00 - 0.40	0.40	Terreno de cobertura	Suelos Arenosos Arcillosos con Material Orgánico
			E2/M2	0.40 - 1.50	1.10	Depósitos Residuales	Arcilla Ligera y Tipo Grava con Arena
63	: C-57, CANAL TRAPEZOIDAL	Este=730449m, Norte=8404117m.	E1/M1	0.00 - 0.90	0.90	Terreno de cobertura	Suelo Orgánico Con Arena
			E2/M2	0.90 - 1.50	0.60	Depósitos Coluviales	Limos Orgánicos con Clastos de Caliza
64	: C-58, CANAL TRAPEZOIDAL	Este=730416m, Norte=8404492m.	E1/M1	0.00 - 0.20	0.20	Terreno de cobertura	Suelo Orgánico Arenoso Con Grava
			E2/M2	0.20 - 0.40	0.20	Depósitos Sedimentarios	Caliza
65	: C-59, CANAL TRAPEZOIDAL	Este=730268m, Norte=8404887m.	E1/M1	0.00 - 0.30	0.30	Terreno de cobertura	Suelos orgánicos con arcilla y arena
			E2/M2	0.30 - 1.50	1.20	Depósitos Residuales	Grava Limo-Arcillosa con Arena
66	: C-60, CANAL TRAPEZOIDAL	Este=730044m, Norte=8405225m.	E1/M1	0.00 - 0.30	0.30	Terreno de cobertura	Suelos Arenosos con Material Orgánico
			E2/M2	0.30 - 0.40	0.10	Depósitos Sedimentarios	Calizas
67	: C-61, CANAL TRAPEZOIDAL	Este=729802m, Norte=8405598m.	E1/M1	0.00 - 0.40	0.40	Terreno de cobertura	Suelos Orgánicos con Arcilla y Arena
			E2/M2	0.40 - 1.50	1.10	Depósitos Residuales	Arcilla Ligera con Arena
68	: C-1, RESERVORIO N° 4	Este=729764m, Norte=8405752m.	E1/M1	0.00 - 0.70	0.70	Terreno de cobertura	Suelo Orgánico con arena
			E2/M2	0.70 - 1.60	0.65	Depósitos Residuales	Grava Limosa con Arena
			E3/M3	1.60 - 2.30	0.70	Depósitos Sedimentarios	Arenisca
69	: C-2, RESERVORIO N° 4	Este=729752m, Norte=8405754m.	E1/M1	0.00 - 0.60	0.60	Terreno de cobertura	suelos Orgánicos con Limo y Arena
			E2/M2	0.60 - 3.00	2.40	Depósitos Residuales	Grava Mal Graduada con Limo y Arena



N°	EXPL.	UBICACIÓN : WGS 84 - 18 L	ESTRATO/ MUESTRA	PROFUNDIDAD (m)	ESPESO R	DEPÓSITOS	SUELO / MACIZO ROCOSO
70	: C-62, CANAL TRAPEZOIDAL	Este=729644m, Norte=8405980m.	E1/M1	0.00 - 0.50	0.50	Terreno de cobertura	suelos Orgánicos con Limo y Arena
			E2/M2	0.50 - 1.50	1.00	Depósitos Residuales	Limo Elástico Arenoso
71	: C-63, CANAL TRAPEZOIDAL	Este=729979m, Norte=8406125m.	E1/M1	0.00 - 0.30	0.30	Terreno de cobertura	Suelos Orgánicos con Arena y Grava
			E2/M2	0.30 - 1.50	1.20	Depósitos Residuales	Arcilla Ligera Arenosa con Grava
72	: C-64, CANAL TRAPEZOIDAL	Este=729539m, Norte=8406246m.	E1/M1	0.00 - 0.30	0.30	Terreno de cobertura	Suelos Arcillosos con Material Orgánico
			E2/M2	0.30 - 1.50	1.20	Depósitos Residuales	Arcilla densa
73	: C-65, CANAL TRAPEZOIDAL	Este=729155m, Norte=8406317m.	E1/M1	0.00 - 0.40	0.40	Terreno de cobertura	Suelos Orgánicos con Limo y Arena
			E2/M2	0.40 - 1.50	1.10	Depósitos Residuales	Grava Limosa con Arena
74	: C-66, CANAL TRAPEZOIDAL	Este=728857m, Norte=8406644m.	E1/M1	0.00 - 0.60	0.60	Terreno de cobertura	Suelos Orgánicos con Arena Limosa
			E2/M2	0.60 - 1.50	0.90	Depósitos Residuales	Arena Limosa
75	: C-67, CANAL TRAPEZOIDAL	Este=728961m, Norte=8406991m.	E1/M1	0.00 - 1.10	1.10	Terreno de cobertura	Suelos orgánicos con arena limosa
			E2/M2	1.10 - 1.50	0.40	Depósitos Residuales	Arena Arcillosa con Grava
76	: RESERVORIO N° 5, C-1	Este=729195m, Norte=8407181m.	E1/M1	0.00 - 1.00	1.00	Terreno de cobertura	Suelos Orgánicos con Limo y Arena
			E2/M2	1.00 - 2.00	1.00	Depósitos Coluviales	Grava Mal Graduada con Limo y Arena
77	: RESERVORIO N° 5, C-2	Este=729192m, Norte=8407191m.	E1/M1	0.00 - 1.10	1.10	Terreno de cobertura	Suelos Orgánicos con Limo y Arena
			E2/M2	1.10 - 2.00	0.90	Depósitos Coluviales	Grava Limosa con Arena
78	: C-68, CANAL TRAPEZOIDAL	Este=729098m, Norte=8407108m.	E1/M1	0.00 - 0.30	0.30	Terreno de cobertura	Suelos Arcillosos y Arena con Material Orgánico
			E2/M2	0.30 - 1.50	1.20	Depósitos Coluviales	Arcilla ligera
79	: C-69, CANAL TRAPEZOIDAL	Este=728805m, Norte=8407500m.	E1/M1	0.00 - 0.30	0.30	Terreno de cobertura	Suelos orgánicos con grava y arena
			E2/M2	0.30 - 1.50	1.20	Depósitos Coluviales	Grava Mal Graduada con Arcilla



N°	EXPL.	UBICACIÓN : WGS 84 - 18 L	ESTRATO/ MUESTRA	PROFUNDIDAD (m)		ESPESOR	DEPÓSITOS	SUELO / MACIZO ROCOSO
80	: C-70, CANAL TRAPEZOIDAL	Este=728849m, Norte=8407882m.	E1/M1	0.00	- 0.60	0.60	Depósitos Sedimentarios	Caliza
81	: C-71, CANAL TRAPEZOIDAL	Este=728661m, Norte=8408247m.	E1/M1	0.00	- 0.80	0.80	Terreno de cobertura	Suelos orgánicos con arcilla y arena
			E2/M2	0.80	- 1.50	0.70	Depósitos Residuales	Arcilla Ligera
82	: C-72, CANAL TRAPEZOIDAL	Este=728727m, Norte=8408551m.	E1/M1	0.00	- 0.60	0.60	Terreno de cobertura	Suelos orgánicos con arcilla y grava
			E2/M2	0.60	- 1.50	0.90	Depósitos Residuales	Grava Arcillosa con Grava
83	: RESERVORIO N° 6, C-1	Este=728905m, Norte=8408894m.	E1/M1	0.00	- 1.00	1.00	Terreno de cobertura	Suelos orgánicos con arcilla y grava
			E2/M2	1.00	- 3.00	2.00	Depósitos Residuales	Arcilla Ligera con Grava
84	: RESERVORIO N° 6, C-2	Este=728894m, Norte=8408881m.	E1/M1	0.00	- 0.80	0.80	Terreno de cobertura	Suelos orgánicos con arcilla y grava
			E2/M2	0.80	- 3.00	2.20	Depósitos Residuales	Arcilla Ligera con Arena
85	: C-73, CANAL TRAPEZOIDAL	Este=728715m, Norte=8408923m.	E1/M1	0.00	- 0.90	0.90	Terreno de cobertura	Suelos orgánicos con arcilla y grava
			E2/M2	0.90	- 1.50	0.60	Depósitos Coluviales	Arcilla Ligera Arenosa con Grava
86	: C-74, CANAL TRAPEZOIDAL	Este=728746m, Norte=8409142m.	E1/M1	0.00	- 0.70	0.70	Terreno de cobertura	Suelos orgánicos con arcilla y grava
			E2/M2	0.70	- 1.50	0.80	Depósitos Residuales	Arcilla Ligera con Arena
87	: RESERVORIO N° 7, C-1	Este=728542m, Norte=8409548m.	E1/M1	0.00	- 1.10	1.10	Terreno de cobertura	Suelos orgánicos con arcilla y grava
			E2/M2	1.10	- 3.00	1.90	Depósitos Residuales	Arcilla Ligera y Tipo Grava con Arena
88	: RESERVORIO N° 7, C-2	Este=728539m, Norte=8409548m.	E1/M1	0.00	- 1.20	1.20	Terreno de cobertura	Suelos orgánicos con arcilla y grava
			E2/M2	1.20	- 3.00	1.80	Depósitos Residuales	Grava Arcillosa
89	: C-75, CANAL TRAPEZOIDAL	Este=728470m, Norte=8409515m.	E1/M1	0.00	- 0.30	0.30	Terreno de cobertura	Suelos arenosos con material orgánico
			E2/M2	0.30	- 0.40	0.10	Depósitos Sedimentarios	Caliza
90	: C-76, CANAL TRAPEZOIDAL	Este=727731m, Norte=8409391m.	E1/M1	0.00	- 0.40	0.40	Terreno de cobertura	Suelos arenosos con material orgánico
			E2/M2	0.40	- 0.80	0.90	Depósitos Sedimentarios	Caliza
			E3/M3	0.40	- 1.50	1.10	Depósitos Residuales	Grava Mal Graduada con Arcilla y Arena



N°	EXPL.	UBICACIÓN : WGS 84 - 18 L	ESTRATO/ MUESTRA	PROFUNDIDAD (m)	ESPE SOR	DEPÓSITOS	SUELO / MACIZO ROCOSO
91	: C-77, CANAL TRAPEZOIDAL	Este=727572m, Norte=8409326m.	E1/M1	0.00 - 0.40	0.40	Terreno de cobertura	Arena arcillosa con material orgánico
			E2/M2	0.40 - 1.50	1.10	Depósitos Residuales	Arena Arcillosa
92	: C-78, CANAL TRAPEZOIDAL	Este=727231m, Norte=8409351m.	E1/M1	0.00 - 0.50	0.50	Terreno de cobertura	Arena arcillosa con material orgánico
			E2/M2	0.50 - 1.50	1.00	Depósitos Residuales	Arcilla Ligera y Tipo Grava con Arena
93	: RESERVORIO Nº 8, C-1	Este=726687m, Norte=8409653m.	E1/M1	0.00 - 0.60	0.60	Terreno de cobertura	Arena arcillosa con material orgánico
			E2/M2	0.60 - 3.00	2.40	Depósitos Residuales	Arcilla ligera y tipo Grava con Arena
94	: RESERVORIO Nº 8, C-2	Este=726696m, Norte=8409634m.	E1/M1	0.00 - 0.70	0.70	Terreno de cobertura	Arena arcillosa con material orgánico
			E2/M2	0.70 - 3.00	2.30	Depósitos Residuales	Arena Arcillosa con Grava
95	: C-79, CANAL TRAPEZOIDAL	Este=726552m, Norte=8409627m.	E1/M1	0.00 - 0.60	0.60	Terreno de cobertura	Suelos orgánicos con arena limosa
			E2/M2	0.60 - 1.50	0.90	Depósitos Residuales	Arena Limosa con Grava
96	: C-80, CANAL TRAPEZOIDAL	Este=726154m, Norte=8409892m.	E1/M1	0.00 - 0.50	0.50	Terreno de cobertura	Suelos orgánicos con arena limosa
			E2/M2	0.50 - 1.50	1.00	Depósitos Residuales	Arena Limosa con Grava
97	: C-81, CANAL ENTUBADO	Este=725925m, Norte=8410122m.	E1/M1	0.00 - 0.40	0.40	Terreno de cobertura	Suelos orgánicos con arena limosa
			E2/M2	0.40 - 1.50	1.10	Depósitos Residuales	Grava Mal Graduada con Limo y Arena
98	: C-82, CANAL ENTUBADO	Este=725606m, Norte=8410713m.	E1/M1	0.00 - 0.40	0.40	Terreno de cobertura	Suelos arenosos con material orgánico
			E2/M2	0.40 - 1.50	1.10	Depósitos Residuales	Limo Arenoso
99	: C-83, CANAL ENTUBADO	Este=724759m, Norte=8411052m.	E1/M1	0.00 - 0.40	0.40	Terreno de cobertura	Suelo Orgánico Con Arena y Grava
			E2/M2	0.40 - 1.50	1.10	Depósitos Coluviales	Grava Mal Graduada con Limo y Arena
100	: RESERVORIO Nº 9, C-1	Este=724617m, Norte=8411251m.	E1/M1	0.00 - 1.30	1.30	Terreno de cobertura	Suelo Orgánico Arenoso Con Grava
			E2/M2	1.30 - 3.00	1.70	Depósitos Residuales	Arena Arcillosa con Grava



N°	EXPL.	UBICACIÓN : WGS 84 - 18 L	ESTRATO/ MUESTRA	PROFUNDIDAD (m)	ESPESO R	DEPÓSITOS	SUELO / MACIZO ROCOSO
101	: C-2, RESERVORIO Nº 9	Este=724625m, Norte=8411249m.	E1/M1	0.00 - 1.20	1.20	Terreno de cobertura	Suelo Orgánico Arenoso Con Grava
			E2/M2	1.20 - 2.20	1.00	Depósitos Residuales	Grava Limosa
			E3/M3	2.20 - 3.00	0.80	Depósitos Residuales	Arena Arcillosa
102	: C-84, CANAL ENTUBADO	Este=724049m, Norte=8411636m.	E1/M1	0.00 - 0.40	0.40	Terreno de cobertura	Suelo Orgánico Arcillosos Con Grava
			E2/M2	0.40 - 1.50	1.10	Depósitos Residuales	Arcilla Ligera Arenosa
103	: C-85, CANAL ENTUBADO	Este=723369m, Norte=8412283m.	E1/M1	0.00 - 0.40	0.40	Terreno de cobertura	Suelo Orgánico Arenoso Con Grava
			E2/M2	0.40 - 1.50	1.10	Depósitos Residuales	Arena Arcillosa con Grava
104	: C-86, CANAL ENTUBADO	Este=723177m, Norte=8413102m.	E1/M1	0.00 - 0.40	0.40	Terreno de cobertura	Suelo Orgánico Arenoso Con Grava
			E2/M2	0.40 - 1.50	1.10	Depósitos Residuales	Arena Bien Graduada con Arcilla y Grava

Cuadro 33.- Ubicación y descripción de calicatas

5.1.1.2. TOMA DE MUESTRAS E IDENTIFICACION DE LOS SUELOS NTP 339.150(ASTM D2488)

De las excavaciones hechas en campo se extrajo muestras de los estratos más representativos, según la inspección visual realizada en campo, la identificación visual, es el reconocimiento preliminar del suelo sin necesidad de empleo de equipos o ensayos de laboratorio, según NTP 339.150 ASTM D 2488. Los ensayos de laboratorio confirmarán y permitirán precisar la información obtenida del terreno.

Se obtuvo muestras alteradas tipo Mab (Muestra alterada en bolsa de plástico) de las calicatas para los ensayos estándares, así como para los ensayos especiales muestras inalteradas en bloque (tipo Mib) o muestras alteradas las cuales fueron remoldeadas en laboratorio para simular las condiciones de campo, también se obtuvo muestras alteradas para la determinación del contenido de humedad en recipientes herméticamente cerrados (Tipo Mah).



Fotografía 41.- Calicata 75 donde se observa suelo arcilloso con arena y gravas en la base

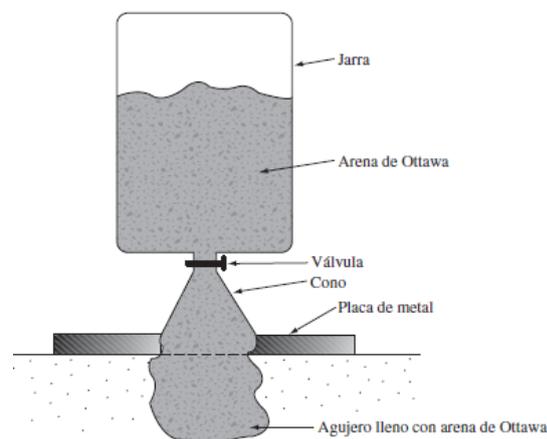
5.1.1.3. ENSAYOS DE DENSIDAD DE CAMPO

Se realizó la medida de la densidad natural del suelo mediante tres métodos:

Para el método del cono de arena, se llevó a cabo lo establecido en la Norma Peruana MTC-E17, NTP 339.143, basada en la norma ASTM D 1556, este método permite determinar el volumen del hoyo de análisis mediante el reemplazo con arena calibrada.

Para el método de densidad natural del suelo mediante el método de la parafina, se llevó a cabo bajo lo establecido en la Norma Peruana NTP 339.139, este procedimiento facilita la determinación de la densidad de un terreno a través de una muestra sin modificaciones. El método se fundamenta en el principio de Arquímedes, que posibilita establecer el volumen de una muestra mediante el volumen de agua que se mueve.

Para el método de densidad natural del suelo mediante el método del peso unitario compacto y peso unitario suelto, se llevó a cabo bajo lo establecido en el MTC E 203, este método permite determinar la relación de masa/volumen compacto y suelto, donde se desconoce la relación entre el grado de compactación del suelo y los cuales son llevados a determinar el peso unitario seco.





RESUMEN DE ENSAYOS DE DENSIDAD DEL TERRENO EN OBRAS DE ARTE

MUESTRA		Densidad Aparente (Tn/m ³)	Densidad Seca (Tn/m ³)	MUESTRA		Densidad Aparente (Tn/m ³)	Densidad Seca (Tn/m ³)
: CAPTACIÓN N° 1 CCARAMPA	: E-1	1.84	1.50	: C-24, SIFON N° 1 ESTRIBO DERECHO ANCLAJE 1	: E-2	1.32	1.19
: DESARENADOR N°1	: E-2	1.74	1.64	: C-25, SIFON N° 1 ESTRIBO IZQUIERDO ANCLAJE 2	: E-2	1.68	1.33
: C-3, PUENTE CANAL N° 1	: E-2	1.56	1.39	: C-26, SIFON N° 1 CAMARA DE SALIDA	: E-2	1.40	1.18
: C-5, PUENTE CANAL N° 2	: E-2	1.59	1.34	: C-31, PUENTE CANAL N° 4	: E-2	1.29	1.03
: C-6, PASARELA PEATONAL N° 1	: E-2	1.35	1.16	: C-33, PUENTE CANAL N° 5	: E-2	1.87	1.38
: C-14, PASARELA PEATONAL N° 3	: E-2	1.50	1.29	: C-41, PASARELA PEATONAL N° 4	: E-2	1.41	1.22
: C-18, CAPTACIÓN N° 2 SONCCOYUMA	: E-3	2.01	1.63	: SIFON N° 2 CAMARA DE INGRESO	: C-48	1.30	1.16
: C-19, DESARENADOR N° 2	: E-3	1.56	1.40	: SIFON N° 2 ESTRIBO DERECHO ANCLAJE 1	: C-49	1.82	1.57
: C-23, SIFON N° 1 CAMARA DE INGRESO	: E-2	1.62	1.40	: SIFON N° 2 CAMARA DE SALIDA	: C-51	1.39	1.16

Cuadro 34.- Resumen de ensayos de Densidad de terreno en obras de arte.

RESUMEN DE ENSAYOS DE DENSIDAD DEL TERRENO EN RESERVORIOS

MUESTRA		Densidad Aparente (Tn/m ³)	Densidad Seca (Tn/m ³)	MUESTRA		Densidad Aparente (Tn/m ³)	Densidad Seca (Tn/m ³)
: RESERVORIO N° 1	: C-1	1.44	1.20	: RESERVORIO N° 6	: C-1	2.04	1.61
: RESERVORIO N° 1	: C-2	1.40	1.22	: RESERVORIO N° 6	: C-2	1.45	1.07
: RESERVORIO N° 2	: C-1	1.42	1.13	: RESERVORIO N° 7	: C-1	1.22	1.06
: RESERVORIO N° 2	: C-2	1.39	1.10	: RESERVORIO N° 7	: C-2	2.01	1.63
: RESERVORIO N° 3	: C-1	1.83	1.37	: RESERVORIO N° 8	: C-2	1.63	1.50
: RESERVORIO N° 4	: C-2	1.50	1.24	: RESERVORIO N° 9	: C-1	1.63	1.50
: RESERVORIO N° 5	: C-2	1.57	1.49				

Cuadro 35.- Resumen de ensayos de densidad del terreno en reservorios.



Fotografía 42.- Ensayo de Densidad en campo.

5.1.2. CARACTERISTICAS FISICO – MECANICAS DEL SUELO

5.1.2.1. ENSAYOS DE SUELOS ESTANDARES

Se llevaron a cabo pruebas estándar de laboratorio para la categorización de suelos y establecer sus características físicas, conforme a las Normas dictadas por la Sociedad Americana para Pruebas de Materiales (ASTM) de Estados Unidos, además de la Norma Técnica Peruana NTP.

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO NTP 339.128 (ASTM D-422).

Las gravas son trozos de rocas que contienen a veces partículas de cuarzo, feldespato y cuarzo otra variedad de minerales.

En las **partículas de arena**, el cuarzo y el feldespato son los más predominantes. En ocasiones también pueden ocurrir. Granos de otros minerales pueden encontrarse presentes..

Los limos son las partículas microscópicas del terreno que se componen de fragmentos muy finos de cuarzo y algunas partículas en forma laminar que son partículas de minerales micáceos.

Las arcillas son principalmente partículas que se presentan en forma de láminas de mica, minerales de arcilla y otros minerales.. Como se muestra en la tabla 2.3, las arcillas se definen generalmente como partículas menores de 0.002 mm.

❖ TAMICES	<u>Designación ASTM</u>
75,0 mm	(3 pulg)
50,0 mm	(2 pulg)
37,5 mm	(1 ½ pulg)
25,0 mm	(1 pulg)
19,0 mm	(¾ pulg)
9,5 mm	(3/8 pulg)
4,75 mm	(No. 4)
2,00 mm	(No. 10)
850 um	(No. 20)
425 um	(No. 40)
250 um	(No. 60)
106 um	(No.140)
75 um	(No. 200)

Serie de tamices de malla cuadrada según Norma Técnica Peruana (NTP)339.28



Imagen 06.- Tamices para granulometria

LÍMITES DE CONSISTENCIA DE ATTERBERG NTP 339.129 (ASTM D-4318).

• LIMITE LIQUIDO

La figura presenta el esquema (vista lateral) de un dispositivo de limitación. Fluido. Este aparato se compone de una copa de latón y una base de goma resistente. La copa de latón puede liberarse de su posición base mediante una leva controlada por una manivela. Para la prueba del límite líquido, se sitúa una pasta de suelo en la copa y se realiza un corte en su centro con el uso de la herramienta de ranurado estándar (figura 3.9b). Así, la copa se levanta con la leva impulsada por la manivela y se deja caer desde un nivel de 10 mm de altura.

El porcentaje de humedad requerido para establecer una separación de 12.7 mm en la parte inferior de la ranura (ver las figuras 3.9c y 3.9d) tras 25 impactos se conoce como el límite líquido. La figura 3.10 muestra la fotografía de un dispositivo de límite líquido y una herramienta de ranurado. El procedimiento para la prueba de límite líquido dada en ASTM es la Designación ASTM

Imagen 07.-
Cuchara de casa
grande

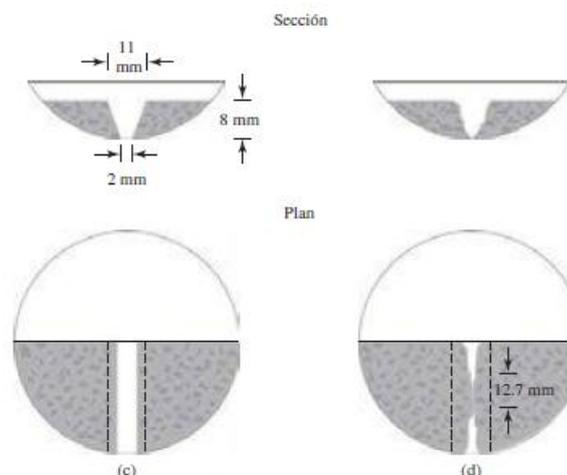
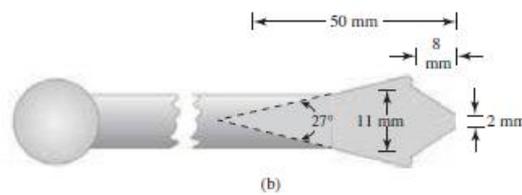
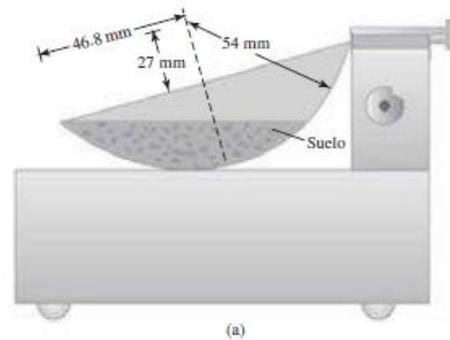


Imagen 08.- Especificaciones para el limite liquido

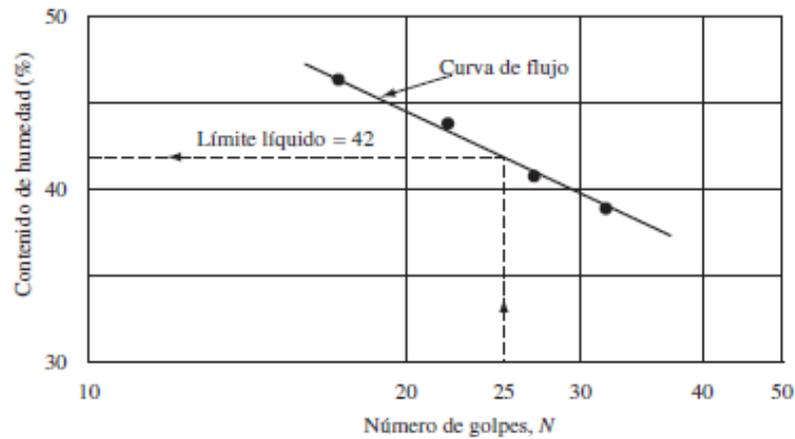


Imagen 09.- Determinacion de limite liquido

• LIMITE PLASTICO

El límite plástico se caracteriza por su contenido de humedad, en términos porcentuales, donde el suelo que se enreda en hilos de 3.2 mm de diámetro se derrumba. El margen plástico representa la frontera más baja del escenario plástico del terreno. El examen es sencillo y se lleva a cabo a través de rodamientos reiterados de una masa de tierra de forma elipsoidal sobre una placa de vidrio esmerilado.



Imagen 10.- Procedimiento de limite plastico

INDICE DE PLASTICIDAD

El índice de plasticidad (PI) es la diferencia entre el límite líquido y el límite plástico de un suelo

CLASIFICACIÓN UNIFICADA DE SUELOS NTP 339.134 (ASTM D-2487)

• CLASIFICACIÓN DE SUELOS

Para estudiar un material complejo como el suelo (con diferente tamaño de partículas y composición química) es necesario seguir una metodología con definiciones y sistemas de evaluación de propiedades, de forma que se constituya un lenguaje fácilmente comprensible por los técnicos de diferentes especialidades y países. Así, se han

clasificado los suelos en cuatro grandes grupos en función de su granulometría (D.I.N., A.S.T.M, A.E.N.O.R, etc.): (Vallejo, Mercedes, Luis, & Carlos, 2002)

- Gravas, con tamaño de grano entre unos 8-10 cm y 2 mm; se caracterizan porque los granos son observables directamente. No retienen el agua, por la inactividad de su superficie y los grandes huecos existentes entre partículas. (Vallejo, Mercedes, Luis, & Carlos, 2002)
- Arenas, con partículas comprendidas entre 2 y 0.060 mm, todavía son observables a simple vista. Cuando se mezclan con el agua no se forman agregados continuos, sino que se separan de ella con facilidad. (Vallejo, Mercedes, Luis, & Carlos, 2002).
- Limos, con partículas que oscilan entre 0.060 y 0.002 mm (algunas regulaciones sugieren que este último valor debería ser 0.005 mm, pero no existen grandes diferencias prácticas entre ambas diferencias. Retienen el agua mejor que los tamaños superiores. Si se forma una pasta agua-limo y se coloca sobre la mano, al golpear con la mano se ve como el agua se exhuda con facilidad. (Vallejo, Mercedes, Luis, & Carlos, 2002).

1. Suelo grueso de grano que es de grava y arena en su estado natural, con menos del 50% que pasa por el tamiz número 200. Los símbolos de grupo comienzan con un prefijo de G o S. G es para el suelo de grava o grava, y S para la arena o suelo arenoso. (DAS, 2013)

2. Suelos de grano fino que superan el 50% al atravesar el tamiz número 200. Los símbolos grupales se inician con una preposición de M, que se traduce como limo inorgánico, C para la arcilla inorgánica y O para limos orgánicos y arcillas.. El símbolo Pt se utiliza para la turba, lodo y otros suelos altamente orgánicos. (DAS, 2013).

• CARTA DE PLASTICIDAD

Para suelos finos

Imagen 11.- Carta de plasticidad para materiales finos

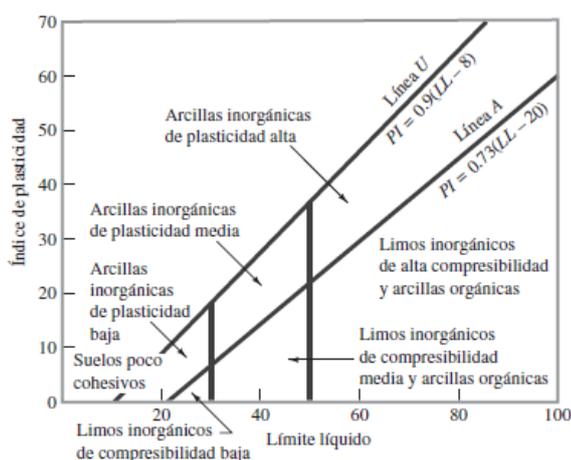




Tabla 4.1 Clasificación de materiales de carreteras subrasantes

Clasificación general	Materiales granulares (35% o menos del total de la muestra pasada por el núm. 200)						
	A-1			A-2			
Grupo de clasificación	A-1-a	A-1-b	A-3	A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7
Análisis de tamiz (porcentaje de paso)							
Núm. 10	50 máx.						
Núm. 40	30 máx.	50 máx.	51 mín.				
Núm. 200	15 máx.	25 máx.	10 máx.	35 máx.	35 máx.	35 máx.	35 máx.
Características de la fracción de paso núm. 40							
Límite líquido				40 máx.	41 mín.	40 máx.	41 mín.
Índice de plasticidad	6 máx.		NP	10 máx.	10 máx.	11 mín.	11 mín.
Tipos comunes de materiales significativos constituyentes	Fragmentos de roca, grava y arena		Arena fina	Limo o grava arcillosa y arena			
Clasificación general de la subrasante	Excelente a bueno						
Clasificación general	Materiales granulares (35% o menos del total de la muestra pasada por el núm. 200)						
Grupo de clasificación		A-4		A-5		A-6	A-7 A-7-5* A-7-6†
Análisis de tamiz (porcentaje de paso)							
Núm. 10							
Núm. 40							
Núm. 200		36 mín.		36 mín.		36 mín.	36 mín.
Características de la fracción de paso núm. 40							
Límite líquido		40 máx.		41 mín.		40 máx.	41 mín.
Índice de plasticidad		10 máx.		10 máx.		11 mín.	11 mín.
Tipos comunes de materiales significativos constituyentes			Suelos limosos			Suelos arcillosos	
Clasificación general de la subrasante	Regular a malo						
*Para A-7-5, $PI \leq LL - 30$							
†Para A-7-6, $PI > LL - 30$							

Tabla 4.2 Sistema unificado de clasificación de suelo (basado en el material que pasa por el tamiz núm. 75)

Criterio para la asignación de símbolos de grupo				Símbolos de grupo
Suelos de grano grueso Más de 50% retenido en el tamiz núm. 200	Gravas	Gravas limpias	$C_u \geq 4$ y $1 \leq C_c \leq 3^c$	GW
	Más de 50% de fracción gruesa retenida en el tamiz núm. 4	Menos de 5% finos ^a	$C_u < 4$ y/o $1 > C_c > 3^c$	GP
		Gravas con finos	$PI < 4$ o gráficos por debajo de línea "A" (figura 4.2)	GM
		Más de 12% finos ^{a,d}	$PI > 7$ y gráficos en o por encima de línea "A" (figura 4.2)	GC
Suelos de grano fino 50% o más pasa a través del tamiz núm. 200	Arenas	Arenas limpias	$C_u \geq 6$ y $1 \leq C_c \leq 3^c$	SW
	50% o más de la fracción gruesa pasa tamiz núm. 4	Menos de 5% finos ^b	$C_u < 6$ y/o $1 > C_c > 3^c$	SP
		Arenas con finos	$PI < 4$ o gráficos por debajo de línea "A" (figura 4.2)	SM
		Más de 12% finos ^{b,d}	$PI > 7$ y gráficos en o por encima de línea "A" (figura 4.2)	SC
Suelos altamente orgánicos	Limos y arcillas Límite líquido menor que 50	Inorgánico	$PI > 7$ y gráficos en o por encima de línea "A" (figura 4.2) ^e	CL
		Orgánico	$PI < 4$ o gráficos por debajo de línea "A" (figura 4.2) ^e	ML
	Limos y arcillas Límite líquido 50 o más	Inorgánico	Límite líquido: secado < 0.75; vea la figura 4.2; zona OL	OL
		Orgánico	Límite líquido: no secado < 0.75; vea la figura 4.2; zona OH	OH
Materia orgánica principalmente, color oscuro y orgánico				Pt

^aGravas con 5 a 12% de finos requieren símbolos dobles: GW-GM, GW-GC, GP-GM, GP-GC.
^bArenas con 5 a 12% de finos requieren símbolos dobles: SW-SM, SW-SC, SP-SM, SP-SC.
^c $C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}}$; $C_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{60} \times D_{10}}$
^dSi $4 \leq PI \leq 7$ y gráficos en la zona rayada en la figura 4.2, se usa doble símbolo GC-GM o SC-SM.
^eSi $4 \leq PI \leq 7$ y gráficos en la zona rayada en la figura 4.2, se usa doble símbolo CL-ML.

Cuadro 36.- Tabla de Clasificación de suelos FUENTE: Braja, M Das(2001)



CAPTACION:

MUESTRA		ENSAYOS DE GRANULOMETRIA																		
MUESTRA		% GRAVA	Cantidad	% Grava Gruesa	% Grava Fina	% ARENA	Cantidad	% Arena Gruesa	% Arena Media	% Arena Fina	% FINO S	Cantidad	D ₁₀ (mm)	D ₃₀ (mm)	D ₆₀ (mm)	Coefficiente de Uniformidad Cu	Coefficiente de Curvatura Cc	D ₁₅ (mm)	D ₅₀ (mm)	D ₈₅ (mm)
: CAPTACIÓN N° 1 CCARAMPA	: E-1	65.3	Bastante	34.1	31.3	32.3	Mucha	14.9	12.3	5.0	2.4	Trazos	0.58	3.82	15.09	26.2	1.7	1.07	9.85	40.44
: C-18, CAPTACIÓN N° 2 SONCCOYUMA	: E-3	25.0	Pequeña	11.0	14.0	38.1	Mucha	9.0	14.8	14.4	36.9	Mucha	0.02	0.06	0.98	48.0	0.2	0.03	0.38	12.43

Cuadro 37.- Ensayo de granulometría en captaciones.

MUESTRA		ENSAYOS DE PLASTICIDAD (PASANTE MALLA N° 40)												
MUESTRA		Plasticidad en función al LL	Limite Líquido LL %	Índice de Compresibilidad Cc=0.009(LL-10)	Clasificación de la Compresibilidad	Limite Plástico LP %	Plasticidad en función al IP	Clasificación del suelo en función al IP	Índice Plástico IP %	Potencial de Expansión Ep (US Bureau of Reclamation 1998)	Humedad w (%)	Índice de Fluidez IL	Consistencia de la fracción fina según el Índice de Fluidez	
: CAPTACIÓN N° 1 CCARAMPA	: E-1	No plástico	NP	--	Baja	NP	No plástico	Casi exentos de arcilla	NP	--	22.4%	--	--	--
: C-18, CAPTACIÓN N° 2 SONCCOYUMA	: E-3	Baja	28.8%	0.169	Baja	NP	No plástico	Casi exentos de arcilla	NP	--	23.5%	--	--	--

Cuadro 38.- Ensayo de granulometría en captaciones.

MUESTRA		CLASIFICACION DE SUELOS				
MUESTRA		Clasificación AASTHO	Clasificación del suelo en función al Índice de Grupo	Clasificación SUCS	Nombre de Grupo (ASTM D-2487)	
: CAPTACIÓN N° 1 CCARAMPA	: E-1	A-1-a (0)	Muy bueno	GW	GRAVA BIEN GRADUADA CON ARENA	
: C-18, CAPTACIÓN N° 2 SONCCOYUMA	: E-3	A-4 (0)	Muy bueno	SM	ARENA LIMOSA CON GRAVA	

Cuadro 39.- Clasificación de suelos en Captación.



DESARENADOR

MUESTRA		ENSAYOS DE GRANULOMETRIA																		
MUESTRA		% GRAVA	Cantidad	% Grava Gruesa	% Grava Fina	% ARENA	Cantidad	% Arena Gruesa	% Arena Media	% Arena Fina	% FINOS	Cantidad	D ₁₀ (mm)	D ₃₀ (mm)	D ₆₀ (mm)	Coefficiente de Uniformidad Cu	Coefficiente de Curvatura Cc	D ₁₅ (mm)	D ₅₀ (mm)	D ₈₅ (mm)
: DESARENADOR N°1	: E-2	63.2	Bastante	35.1	28.1	25.7	De pequeña a mucha	9.9	8.7	7.1	11.0	De poca a pequeña	0.07	2.73	15.62	229.3	7.0	0.27	10.28	33.47
: C-19, DESARENADOR N° 2	: E-3	37.2	Mucha	5.1	32.1	60.7	Bastante	19.9	34.8	6.0	2.1	Trazos	0.48	1.01	4.33	8.9	0.5	0.63	2.78	11.23

Cuadro 40.- Ensayo de granulometría en desarenador.

MUESTRA		ENSAYOS DE PLASTICIDAD (PASANTE MALLA N° 40)												
MUESTRA		Plasticidad en función al LL	Limite Liquidado LL %	Índice de Compresibilidad Cc=0.009(LL-10)	Clasificación de la Compresibilidad	Limite Plástico LP %	Plasticidad en función al IP	Clasificación del suelo en función al IP	Índice Plástico IP %	Potencial de Expansión Ep (US Bureau of Reclamation 1998)	Humedad w (%)	Índice de Fluidez IL	Consistencia de la fracción fina según el Índice de Fluidez	
: DESARENADOR N°1	: E-2	Baja	28.5%	0.166	Baja	19.0%	Media	Arcilloso	9.4%	Potencial bajo	6.0%	-1.4	Estado Semisólido	Muy Duro
: C-19, DESARENADOR N° 2	: E-3	No plástico	NP	--	Baja	NP	No plástico	Casi exentos de arcilla	NP	--	11.5%	--	--	--

Cuadro 41.- Ensayo de granulometría en desarenador.

MUESTRA		CLASIFICACION DE SUELOS			
MUESTRA		Clasificación AASTHO	Clasificación del suelo en función al Índice de Grupo	Clasificación SUCS	Nombre de Grupo (ASTM D-2487)
: DESARENADOR N°1	: E-2	A-2-4 (0)	Muy bueno	GP-GC	GRAVA MAL GRADUADA CON ARCILLA Y ARENA
: C-19, DESARENADOR N° 2	: E-3	A-1-a (0)	Muy bueno	SP	ARENA MAL GRADUADA CON GRAVA

Cuadro 42.- Clasificación de suelos en desarenador.



PUENTES CANALES

MUESTRA		ENSAYOS DE GRANULOMETRIA																		
MUESTRA		% GRAVA	Cantidad	% Grava Gruesa	% Grava Fina	% ARENA	Cantidad	% Arena Gruesa	% Arena Media	% Arena Fina	% FINOS	Cantidad	D ₁₀ (mm)	D ₃₀ (mm)	D ₆₀ (mm)	Coefficiente de Uniformidad Cu	Coefficiente de Curvatura Cc	D ₁₅ (mm)	D ₅₀ (mm)	D ₈₅ (mm)
: C-3, PUENTE CANAL N° 1	: E-2	69.1	Bastante	33.3	35.8	24.4	Pequeña	10.8	8.8	4.8	6.5	Poca	0.29	4.51	15.54	52.9	4.5	0.89	11.20	29.82
: C-5, PUENTE CANAL N° 2	: E-2	53.0	Bastante	28.1	24.9	26.9	De pequeña a mucha	8.5	10.7	7.7	20.1	Pequeña	0.04	0.59	11.70	313.5	0.8	0.06	6.28	36.08
: C-31, PUENTE CANAL N° 4	: E-2	16.6	Pequeña	0.0	16.6	50.4	Bastante	26.0	19.4	5.0	33.0	Mucha	0.02	0.07	2.14	94.2	0.1	0.03	1.29	5.21
: C-33, PUENTE CANAL N° 5	: E-2	24.0	Pequeña	10.3	13.7	51.3	Bastante	10.7	22.5	18.0	24.7	Pequeña	0.03	0.17	1.24	40.8	0.8	0.05	0.69	12.04

Cuadro 43.- Ensayo de granulometría en puentes de canal.

MUESTRA		ENSAYOS DE PLASTICIDAD (PASANTE MALLA N° 40)												Consistencia de la fracción fina según el Índice de Fluides	
MUESTRA		Plasticidad en función al LL	Límite Líquido LL %	Índice de Compresibilidad Cc=0.009(LL-10)	Clasificación de la Compresibilidad	Límite Plástico LP %	Plasticidad en función al IP	Clasificación del suelo en función al IP	Índice Plástico IP %	Potencial de Expansión Ep (US Bureau of Reclamation 1998)	Humedad w (%)	Índice de Fluides IL			
: C-3, PUENTE CANAL N° 1	: E-2	Media	40.0%	0.270	Media	24.8%	Media	Arcilloso	15.2%	Potencial Medio	11.8%	-0.9	Estado Semisólido	Muy Duro	
: C-5, PUENTE CANAL N° 2	: E-2	Media	42.3%	0.291	Media	20.9%	Alta	Muy Arcilloso	21.4%	Potencial Alto	19.2%	-0.1	Estado Semisólido	Muy Duro	
: C-31, PUENTE CANAL N° 4	: E-2	Alta	66.0%	0.504	Alta	42.6%	Alta	Muy Arcilloso	23.4%	Potencial Alto	25.4%	-0.7	Estado Semisólido	Muy Duro	
: C-33, PUENTE CANAL N° 5	: E-2	Media	34.9%	0.224	Media	NP	No plastico	Casi exentos de arcilla	NP	--	34.8%	--	--	--	

Cuadro 44.- Ensayo de granulometría en puentes de canal.

MUESTRA		CLASIFICACION DE SUELOS			
MUESTRA		Clasificación AASTHO	Clasificación del suelo en función al Índice de Grupo	Clasificación SUCS	Nombre de Grupo (ASTM D-2487)
: C-3, PUENTE CANAL N° 1	: E-2	A-2-6 (0)	Muy bueno	GP-GC	GRAVA MAL GRADUADA CON ARCILLA Y ARENA
: C-5, PUENTE CANAL N° 2	: E-2	A-2-7 (1)	Muy bueno	GC	GRAVA ARCILLOSA CON ARENA
: C-31, PUENTE CANAL N° 4	: E-2	A-2-7 (2)	Bueno	SM	ARENA LIMOSA CON GRAVA
: C-33, PUENTE CANAL N° 5	: E-2	A-1-b (0)	Muy bueno	SM	ARENA LIMOSA CON GRAVA

Cuadro 45.- Clasificación de suelos en puentes de canal.



SIFONES

MUESTRA		ENSAYOS DE GRANULOMETRIA																		
MUESTRA	% GRAVA	Cantidad	% Grava Gruesa	% Grava Fina	% ARENA	Cantidad	% Arena Gruesa	% Arena Media	% Arena Fina	% FINO S	Cantidad	D ₁₀ (mm)	D ₃₀ (mm)	D ₆₀ (mm)	Coefficiente de Uniformidad Cu	Coefficiente de Curvatura Cc	D ₁₅ (mm)	D ₅₀ (mm)	D ₈₅ (mm)	
: C-23, SIFON N° 1 CAMARA DE INGRESO	: E-2	60.3	Bastante	20.2	40.0	30.8	Mucha	15.6	9.8	5.4	8.9	Poca	0.13	2.92	9.35	73.3	7.1	0.51	7.19	21.94
: C-24, SIFON N° 1 ESTRIBO DERECHO ANCLAJE 1	: E-2	1.4	Trazos	0.0	1.4	11.9	De poca a pequeña	1.5	4.1	6.3	86.7	Bastante	0.01	0.03	0.05	6.0	1.5	0.01	0.04	0.07
: C-25, SIFON N° 1 ESTRIBO IZQUIERDO ANCLAJE 2	: E-2	3.4	Trazos	0.5	3.0	41.9	Mucha	3.7	15.4	22.8	54.7	Bastante	0.01	0.04	0.17	12.4	0.7	0.02	0.07	0.72
: C-26, SIFON N° 1 CAMARA DE SALIDA	: E-2	60.3	Bastante	31.2	29.1	29.0	De pequeña a mucha	8.4	11.3	9.2	10.7	De poca a pequeña	0.07	1.70	13.64	195.5	3.0	0.22	9.13	25.94
: SIFON N° 2 CAMARA DE INGRESO	: C-48	41.9	Mucha	21.9	20.0	24.6	Pequeña	6.0	9.0	9.6	33.5	Mucha	0.02	0.07	6.05	270.1	0.0	0.03	1.26	26.86
: SIFON N° 2 ESTRIBO DERECHO ANCLAJE 1	: C-49	56.1	Bastante	33.3	22.8	27.8	De pequeña a mucha	8.3	10.9	8.6	16.1	Pequeña	0.05	0.95	14.44	310.6	1.4	0.07	8.01	34.27
: SIFON N° 2 ESTRIBO IZQUIERDO ANCLAJE 2	: C-50	22.9	Pequeña	5.3	17.6	49.8	De mucha a bastante	16.9	25.0	8.0	27.3	De pequeña a mucha	0.03	0.22	1.98	71.9	0.9	0.04	1.06	8.53
: SIFON N° 2 CAMARA DE SALIDA	: C-51	9.7	Poca	3.8	5.9	52.4	Bastante	6.6	23.0	22.8	37.9	Mucha	0.02	0.06	0.41	20.6	0.4	0.03	0.22	2.27

Cuadro 46.- Ensayo de granulometría en sifones.

MUESTRA		ENSAYOS DE PLASTICIDAD (PASANTE MALLA N° 40)												
MUESTRA	Plasticidad en función al LL	Limite Líquido LL %	Índice de Compresibilidad Cc=0.009(LL-40)	Clasificación de la Compresibilidad	Limite Plástico LP %	Plasticidad en función al IP	Clasificación del suelo en función al IP	Índice Plástico IP %	Potencial de Expansión Ep (US Bureau of Reclamation 1998)	Humedad w (%)	Índice de Fluidez IL	Consistencia de la fracción fina según el Índice de Fluidez		
: C-23, SIFON N° 1 CAMARA DE INGRESO	: E-2	Media	43.4%	0.301	Media	31.8%	Media	Arcilloso	11.6%	Potencial bajo	15.6%	-1.4	Estado Semisólido	Muy Duro
: C-24, SIFON N° 1 ESTRIBO DERECHO ANCLAJE 1	: E-2	Baja	24.3%	0.128	Baja	15.9%	Media	Arcilloso	8.4%	Potencial bajo	11.4%	-0.5	Estado Semisólido	Muy Duro
: C-25, SIFON N° 1 ESTRIBO IZQUIERDO ANCLAJE 2	: E-2	No plastico	NP	--	Baja	NP	No plastico	Casi exentos de arcilla	NP	--	26.2%	--	--	--
: C-26, SIFON N° 1 CAMARA DE SALIDA	: E-2	Alta	51.6%	0.374	Media	33.5%	Media	Arcilloso	18.1%	Potencial Medio	19.0%	-0.8	Estado Semisólido	Muy Duro
: SIFON N° 2 CAMARA DE INGRESO	: C-48	Baja	26.5%	0.149	Baja	23.9%	Baja	Poco arcilloso	2.7%	Potencial bajo	11.6%	-4.6	Estado Semisólido	Muy Duro
: SIFON N° 2 ESTRIBO DERECHO ANCLAJE 1	: C-49	Media	35.6%	0.230	Media	22.7%	Media	Arcilloso	12.9%	Potencial Medio	15.8%	-0.5	Estado Semisólido	Muy Duro
: SIFON N° 2 ESTRIBO IZQUIERDO ANCLAJE 2	: C-50	Media	47.7%	0.339	Media	30.6%	Media	Arcilloso	17.1%	Potencial Medio	19.6%	-0.6	Estado Semisólido	Muy Duro
: SIFON N° 2 CAMARA DE SALIDA	: C-51	Media	46.8%	0.332	Media	32.4%	Media	Arcilloso	14.4%	Potencial Medio	19.7%	-0.9	Estado Semisólido	Muy Duro

Cuadro 47.- Ensayo de plasticidad en sifones



MUESTRA		CLASIFICACION DE SUELOS				
MUESTRA		Clasificación AASTHO	Clasificación del suelo en función al Índice de Grupo	Clasificación SUCS	Nombre de Grupo (ASTM D-2487)	
: C-23, SIFON N° 1 CAMARA DE INGRESO	: E-2	A-2-7 (0)	Muy bueno	GP-GM	GRAVA MAL GRADUADA CON LIMO Y ARENA	
: C-24, SIFON N° 1 ESTRIBO DERECHO ANCLAJE 1	: E-2	A-4 (5)	Pobre	CL	ARCILLA LIGERA	
: C-25, SIFON N° 1 ESTRIBO IZQUIERDO ANCLAJE 2	: E-2	A-4 (0)	Muy bueno	ML	LIMO ARENOSO	
: C-26, SIFON N° 1 CAMARA DE SALIDA	: E-2	A-2-7 (0)	Muy bueno	GP-GM	GRAVA MAL GRADUADA CON LIMO Y ARENA	
: SIFON N° 2 CAMARA DE INGRESO	: C-48	A-2-4 (0)	Muy bueno	GM	GRAVA LIMOSA CON ARENA	
: SIFON N° 2 ESTRIBO DERECHO ANCLAJE 1	: C-49	A-2-6 (0)	Muy bueno	GC	GRAVA ARCILLOSA CON ARENA	
: SIFON N° 2 ESTRIBO IZQUIERDO ANCLAJE 2	: C-50	A-2-7 (1)	Muy bueno	SM	ARENA LIMOSA CON GRAVA	
: SIFON N° 2 CAMARA DE SALIDA	: C-51	A-7-5 (2)	Bueno	SM	ARENA LIMOSA	

Cuadro 48.- Clasificación de suelos en sifones.

RESERVORIOS

MUESTRA		ENSAYOS DE GRANULOMETRIA																		
MUESTRA	% GRAVA	Cantidad	% Grava Gruesa	% Grava Fina	% ARENA	Cantidad	% Arena Gruesa	% Arena Media	% Arena Fina	% FINO S	Cantidad	D ₁₀ (mm)	D ₃₀ (mm)	D ₅₀ (mm)	Coefficiente de Uniformidad Cu	Coefficiente de Curvatura Cc	D ₁₅ (mm)	D ₂₀ (mm)	D ₆₀ (mm)	
RESERVORIO N° 1	C-1	6.0	Poca	0.0	6.0	57.6	Bastante	14.1	27.8	15.8	36.4	Mucha	0.02	0.06	0.66	32.0	0.3	0.03	0.38	2.51
RESERVORIO N° 1	C-2	26.3	De poca a mucha	16.1	10.2	47.5	De mucha a bastante	11.4	19.2	16.9	26.2	De poca a mucha	0.03	0.17	1.69	58.9	0.6	0.04	0.77	41.00
RESERVORIO N° 2	C-1	39.3	Mucha	15.3	24.1	43.5	Mucha	9.7	23.1	10.7	17.2	Pequeña	0.04	0.56	4.54	104.0	1.6	0.07	1.80	19.19
RESERVORIO N° 2	C-2	1.1	Trazos	0.0	1.1	47.3	De mucha a bastante	0.6	12.9	33.8	51.7	Bastante	0.01	0.04	0.15	10.1	0.9	0.02	0.07	0.42
RESERVORIO N° 3	C-1	14.0	De poca a mucha	9.8	4.2	26.0	De poca a mucha	2.7	7.7	15.6	60.0	Bastante	0.01	0.04	0.08	6.1	1.5	0.02	0.06	3.52
RESERVORIO N° 3	C-2	3.1	Trazos	0.0	3.1	59.1	Bastante	7.6	30.2	21.3	37.8	Mucha	0.02	0.06	0.44	22.3	0.4	0.03	0.31	1.27
RESERVORIO N° 4	C-1	58.0	Bastante	29.2	28.8	24.2	Pequeña	10.3	9.9	4.0	17.8	Pequeña	0.04	1.64	12.82	303.6	5.0	0.06	8.80	23.50
RESERVORIO N° 4	C-2	58.7	Bastante	24.1	34.6	30.1	Mucha	11.5	12.0	6.5	11.2	De poca a mucha	0.07	2.04	11.17	166.5	5.5	0.25	7.80	25.07
RESERVORIO N° 5	C-1	69.3	Bastante	39.6	29.7	22.9	Pequeña	10.4	9.1	3.4	7.8	Poca	0.27	4.56	18.75	69.1	4.1	0.94	12.79	36.77
RESERVORIO N° 5	C-2	71.5	Bastante	43.9	27.6	15.3	Pequeña	7.8	5.1	2.4	13.2	De poca a mucha	0.06	5.43	22.46	395.5	23.1	0.28	14.79	63.33
RESERVORIO N° 6	C-1	17.0	Pequeña	3.4	13.6	12.4	De poca a mucha	2.4	2.4	7.6	70.6	Bastante	0.01	0.03	0.06	6.0	1.5	0.02	0.05	7.17
RESERVORIO N° 6	C-2	0.6	Trazos	0.0	0.6	19.0	Pequeña	0.5	4.2	14.3	80.4	Bastante	0.01	0.03	0.06	6.0	1.5	0.01	0.05	0.17
RESERVORIO N° 7	C-1	33.9	Mucha	10.3	23.6	14.6	De poca a mucha	3.5	4.6	6.4	51.5	Bastante	0.01	0.04	0.86	58.7	0.2	0.02	0.07	16.33
RESERVORIO N° 7	C-2	84.8	Bastante	65.2	19.7	3.0	Trazos	0.8	0.6	1.6	12.1	De poca a mucha	0.06	16.72	27.09	438.0	167.0	4.19	23.13	55.76
RESERVORIO N° 8	C-1	25.4	De poca a mucha	9.2	16.1	19.8	Pequeña	5.9	5.8	8.1	54.9	Bastante	0.01	0.04	0.26	18.8	0.5	0.02	0.07	12.65
RESERVORIO N° 8	C-2	29.6	De poca a mucha	13.1	16.5	33.6	Mucha	7.9	12.0	13.6	36.7	Mucha	0.02	0.06	1.35	66.3	0.1	0.03	0.42	16.13
RESERVORIO N° 9	C-1	16.4	Pequeña	9.9	6.5	54.5	Bastante	2.8	15.6	36.0	29.1	De poca a mucha	0.03	0.08	0.35	13.6	0.7	0.04	0.25	6.90
RESERVORIO N° 9	C-2	10.7	De poca a mucha	1.2	9.5	62.3	Bastante	4.4	19.0	38.9	26.9	De poca a mucha	0.03	0.10	0.35	12.6	1.0	0.04	0.25	2.05

Cuadro 49.- Ensayo de granulometría en reservorios.



MUESTRA		ENSAYOS DE PLASTICIDAD (PASANTE MALLA N° 40)												
MUESTRA		Plasticidad en función al LL	Límite Líquido LL %	Índice de Compresibilidad Cc=0.009(LL-10)	Clasificación de la Compresibilidad	Límite Plástico LP %	Plasticidad en función al IP	Clasificación del suelo en función al IP	Índice Plástico IP %	Potencial de Expansión Ep (US Bureau of Reclamation 1998)	Humedad w (%)	Índice de Fluidez IL	Consistencia de la fracción fina según el Índice de Fluidez	
RESERVORIO N° 1	: C-1	Media	38.7%	0.258	Media	26.3%	Media	Arcilloso	12.4%	Potencial Medio	20.1%	-0.5	Estado Semisólido	Muy Duro
RESERVORIO N° 1	: C-2	Media	32.6%	0.203	Media	23.1%	Media	Arcilloso	9.5%	Potencial bajo	15.3%	-0.8	Estado Semisólido	Muy Duro
RESERVORIO N° 2	: C-1	Media	38.6%	0.258	Media	29.5%	Media	Arcilloso	9.1%	Potencial bajo	26.0%	-0.4	Estado Semisólido	Muy Duro
RESERVORIO N° 2	: C-2	Media	45.4%	0.318	Media	27.9%	Media	Arcilloso	17.4%	Potencial Medio	26.5%	-0.1	Estado Semisólido	Muy Duro
RESERVORIO N° 3	: C-1	Alta	52.0%	0.378	Media	24.6%	Alta	Muy Arcilloso	27.4%	Potencial Alto	33.2%	0.3	Estado Plástico	Duro
RESERVORIO N° 3	: C-2	Media	46.9%	0.333	Media	27.9%	Media	Arcilloso	19.0%	Potencial Medio	18.9%	-0.5	Estado Semisólido	Muy Duro
RESERVORIO N° 4	: C-1	Media	36.9%	0.242	Media	26.4%	Media	Arcilloso	10.4%	Potencial bajo	10.8%	-1.5	Estado Semisólido	Muy Duro
RESERVORIO N° 4	: C-2	Baja	27.6%	0.158	Baja	NP	No plastico	Casi exents de arcilla	NP	--	20.9%	--	--	--
RESERVORIO N° 5	: C-1	No plastico	NP	--	Baja	NP	No plastico	Casi exents de arcilla	NP	--	6.0%	--	--	--
RESERVORIO N° 5	: C-2	Media	32.1%	0.199	Baja	23.4%	Media	Arcilloso	8.7%	Potencial bajo	5.8%	-2.0	Estado Semisólido	Muy Duro
RESERVORIO N° 6	: C-1	Media	40.4%	0.274	Media	22.4%	Media	Arcilloso	18.1%	Potencial Medio	26.5%	0.2	Estado Plástico	Muy Duro
RESERVORIO N° 6	: C-2	Media	39.1%	0.262	Media	21.0%	Media	Arcilloso	18.1%	Potencial Medio	35.8%	0.8	Estado Plástico	Muy Blando
RESERVORIO N° 7	: C-1	Media	34.1%	0.216	Media	16.2%	Media	Arcilloso	17.8%	Potencial Medio	15.3%	-0.1	Estado Semisólido	Muy Duro
RESERVORIO N° 7	: C-2	Media	32.9%	0.206	Media	18.8%	Media	Arcilloso	14.1%	Potencial Medio	15.7%	-0.2	Estado Semisólido	Muy Duro
RESERVORIO N° 8	: C-1	Media	34.9%	0.224	Media	17.4%	Media	Arcilloso	17.6%	Potencial Medio	19.8%	0.1	Estado Plástico	Muy Duro
RESERVORIO N° 8	: C-2	Media	32.3%	0.200	Media	18.8%	Media	Arcilloso	13.5%	Potencial Medio	23.3%	0.3	Estado Plástico	Duro
RESERVORIO N° 9	: C-1	No plastico	NP	--	Baja	NP	No plastico	Casi exents de arcilla	NP	--	9.8%	--	--	--
RESERVORIO N° 9	: C-2	No plastico	NP	--	Baja	NP	No plastico	Casi exents de arcilla	NP	--	8.6%	--	--	--

Cuadro 50.- Ensayo de plasticidad en reservorios.



MUESTRA		CLASIFICACION DE SUELOS			
MUESTRA		Clasificación AASTHO	Clasificación del suelo en función al Índice de Grupo	Clasificación SUCS	Nombre de Grupo (ASTM D-2487)
RESERVORIO N° 1	: C-1	A-6 (1)	Muy bueno	SM	ARENA LIMOSA
RESERVORIO N° 1	: C-2	A-2-4 (0)	Muy bueno	SC	ARENA ARCILLOSA CON GRAVA
RESERVORIO N° 2	: C-1	A-2-4 (0)	Muy bueno	SM	ARENA LIMOSA CON GRAVA
RESERVORIO N° 2	: C-2	A-7-6 (7)	Pobre	ML	LIMO ARENOSO
RESERVORIO N° 3	: C-1	A-7-6 (14)	Muy pobre	CH	ARCILLA DENSA ARENOSA
RESERVORIO N° 3	: C-2	A-7-6 (3)	Regular	SM	ARENA LIMOSA
RESERVORIO N° 4	: C-1	A-2-6 (0)	Muy bueno	GM	GRAVA LIMOSA CON ARENA
RESERVORIO N° 4	: C-2	A-1-a (0)	Muy bueno	GP-GM	GRAVA MAL GRADUADA CON LIMO Y ARENA
RESERVORIO N° 5	: C-1	A-1-a (0)	Muy bueno	GP-GM	GRAVA MAL GRADUADA CON LIMO Y ARENA
RESERVORIO N° 5	: C-2	A-2-4 (0)	Muy bueno	GM	GRAVA LIMOSA CON ARENA
RESERVORIO N° 6	: C-1	A-7-6 (12)	Muy pobre	CL	ARCILLA LIGERA CON GRAVA
RESERVORIO N° 6	: C-2	A-6 (14)	Muy pobre	CL	ARCILLA LIGERA CON ARENA
RESERVORIO N° 7	: C-1	A-6 (6)	Pobre	CL	ARCILLA LIGERA Y TIPO GRAVA CON ARENA
RESERVORIO N° 7	: C-2	A-2-6 (0)	Muy bueno	GC	GRAVA ARCILLOSA
RESERVORIO N° 8	: C-1	A-6 (6)	Pobre	CL	ARCILLA LIGERA Y TIPO GRAVA CON ARENA
RESERVORIO N° 8	: C-2	A-6 (1)	Muy bueno	SC	ARENA ARCILLOSA CON GRAVA
RESERVORIO N° 9	: C-1	A-2-4 (0)	Muy bueno	SM	ARENA LIMOSA CON GRAVA
RESERVORIO N° 9	: C-2	A-2-4 (0)	Muy bueno	SM	ARENA LIMOSA

Cuadro 52.- Clasificación de suelos en reservorios.



Se tiene suelos en el terreno de cimentación de los reservorios con un potencial de expansión de medio a alto, por lo que se deberá realizar los mejoramientos planteados en las conclusiones.

MUROS DE CONTENCIÓN

MUESTRA		ENSAYOS DE GRANULOMETRIA																		
MUESTRA		% GRAVA	Cantidad	% Grava Gruesa	% Grava Fina	% ARENA	Cantidad	% Arena Gruesa	% Arena Media	% Arena Fina	% FINOS	Cantidad	D ₁₀ (mm)	D ₃₀ (mm)	D ₆₀ (mm)	Coefficiente de Uniformidad Cu	Coefficiente de Curvatura Cc	D ₁₅ (mm)	D ₅₀ (mm)	D ₈₅ (mm)
: MURO DE CONTENCIÓN N° 1	: C-1	23.4	Pequeña	1.3	22.1	43.3	Mucha	12.7	17.4	13.3	33.3	Mucha	0.02	0.07	1.39	61.7	0.1	0.03	0.59	8.28
: MURO DE CONTENCIÓN N° 2	: C-1	8.3	Poca	0.5	7.9	40.4	Mucha	6.9	19.1	14.4	51.3	Bastante	0.01	0.04	0.28	19.0	0.5	0.02	0.07	2.04
: MURO DE CONTENCIÓN N° 03 (KM. 5+311)	: E-01	49.9	De mucha a bastante	21.6	28.3	26.3	De pequeña a mucha	8.5	11.1	6.7	23.8	Pequeña	0.03	0.40	9.16	290.9	0.6	0.05	4.71	25.68
: MURO DE CONTENCIÓN N° 4	: C-1	37.8	Mucha	14.7	23.0	39.7	Mucha	14.7	19.1	5.9	22.5	Pequeña	0.03	0.54	4.26	127.7	2.1	0.05	2.22	18.77
: MURO SECO N° 01	:	64.1	Bastante	26.8	37.2	26.2	De pequeña a mucha	9.4	9.1	7.7	9.7	Poca	0.10	2.95	14.28	140.4	6.0	0.33	9.52	23.47

Cuadro 53.- Ensayo de granulometría en muros de contención

MUESTRA		ENSAYOS DE PLASTICIDAD (PASANTE MALLA N° 40)											Consistencia de la fracción fina según el Índice de Fluidez	
MUESTRA		Plasticidad en función al LL	Limite Liquido LL %	Índice de Compresibilidad Cc=0.009(LL-10)	Clasificación de la Compresibilidad	Limite Plástico LP %	Plasticidad en función al IP	Clasificación del suelo en función al IP	Índice Plástico IP %	Potencial de Expansión Ep (US Bureau of Reclamation 1998)	Humedad w (%)	Índice de Fluidez IL		
: MURO DE CONTENCIÓN N° 1	: C-1	Baja	25.8%	0.142	Baja	17.5%	Media	Arcilloso	8.3%	Potencial bajo	18.5%	0.1	Estado Plástico	Muy Duro
: MURO DE CONTENCIÓN N° 2	: C-1	Media	35.6%	0.230	Media	21.4%	Media	Arcilloso	14.2%	Potencial Medio	19.9%	-0.1	Estado Semisólido	Muy Duro
: MURO DE CONTENCIÓN N° 03 (KM. 5+311)	: E-01	Media	34.2%	0.218	Media	20.3%	Media	Arcilloso	13.9%	Potencial Medio	10.8%	-0.7	Estado Semisólido	Muy Duro
: MURO DE CONTENCIÓN N° 4	: C-1	Media	33.5%	0.212	Media	20.6%	Media	Arcilloso	12.9%	Potencial Medio	11.5%	-0.7	Estado Semisólido	Muy Duro
: MURO SECO N° 01	:	Media	41.0%	0.279	Media	25.4%	Media	Arcilloso	15.6%	Potencial Medio	15.3%	-0.7	Estado Semisólido	Muy Duro

Cuadro 54.- Ensayo de granulometría en muros de contención

MUESTRA		CLASIFICACION DE SUELOS				
MUESTRA		Clasificación AASTHO	Clasificación del suelo en función al Índice de Grupo	Clasificación SUCS	Nombre de Grupo (ASTM D-2487)	
: MURO DE CONTENCIÓN N° 1	: C-1	A-2-4 (0)	Muy bueno	SC	ARENA ARCILLOSA CON GRAVA	
: MURO DE CONTENCIÓN N° 2	: C-1	A-6 (4)	Regular	CL	ARCILLA LIGERA ARENOSA	

Cuadro 55.- Clasificación de suelos en muros de contención

5.1.2.2. ENSAYOS ESPECIALES

Los ensayos especiales considerados para cimentaciones son:

➤ **ENSAYO DE CORTE DIRECTO NTP 339.171 (ASTM D 3080)**

Las muestras de suelo pueden ser cuadradas o circulares. El tamaño de las muestras utilizadas generalmente es alrededor de 20 a 25 cm² de sección transversal y de 25 a 30 mm de altura. La caja se divide horizontalmente en dos mitades La fuerza normal se ejerce sobre la muestra desde el extremo superior de la caja para cortar. El esfuerzo normal sobre las muestras puede ser tan grande como 1000 kN/m². La fuerza de corte se ejerce al mover la mitad de la caja en relación a la otra para causar un desgarro en la muestra de terreno.



Imagen 12.-Equipo de Corte directo

Con el Ensayo de Resistencia se obtuvo los coeficientes geotécnicos que representan el criterio de rotura de Mohr Coulomb como son la Cohesión del suelo (C) y el ángulo de fricción del suelo (ϕ).



CAPTACIONES

MUESTRA		Nombre de Grupo (ASTM D-2487)	Densidad Aparente (Tn/m3)	Densidad Seca (Tn/m3)	Cohesión C' Corte Directo (kN/m2)	Angulo de Fricción Corte Directo ϕ' (°)
: CAPTACIÓN N° 1 CCARAMPA	: E-1	GRAVA BIEN GRADUADA CON ARENA	1.84	1.50	0.03	35.5
: C-18, CAPTACIÓN N° 2 SONCCOYUMA	: E-3	ARENA LIMOSA CON GRAVA	2.01	1.63	14.02	28.8

Cuadro 56.- Ensayos para cimentación en captaciones

DESARENADOR

MUESTRA		Nombre de Grupo (ASTM D-2487)	Densidad Aparente (Tn/m3)	Densidad Seca (Tn/m3)	Cohesión C' Corte Directo (kN/m2)	Angulo de Fricción Corte Directo ϕ' (°)
: DESARENADOR N°1	: E-2	GRAVA MAL GRADUADA CON ARCILLA Y ARENA	1.74	1.64	1.65	31.4
: C-19, DESARENADOR N° 2	: E-3	ARENA MAL GRADUADA CON GRAVA	1.56	1.40	0.01	31.2

Cuadro 57.- Ensayos para cimentación en desarenador

PUENTES CANALES

MUESTRA		Nombre de Grupo (ASTM D-2487)	Densidad Aparente (Tn/m3)	Densidad Seca (Tn/m3)	Cohesión C' Corte Directo (kN/m2)	Angulo de Fricción Corte Directo ϕ' (°)
: C-3, PUENTE CANAL N° 1	: E-2	GRAVA MAL GRADUADA CON ARCILLA Y ARENA	1.56	1.39	0.97	34.9
: C-5, PUENTE CANAL N° 2	: E-2	GRAVA ARCILLOSA CON ARENA	1.59	1.34	22.45	28.1
: C-31, PUENTE CANAL N° 4	: E-2	ARENA LIMOSA CON GRAVA	1.29	1.03	3.59	30.2
: C-33, PUENTE CANAL N° 5	: E-2	ARENA LIMOSA CON GRAVA	1.87	1.38	1.05	31.4

Cuadro 58.- Ensayos para cimentaciones en puente de canal



SIFONES

MUESTRA	Nombre de Grupo (ASTM D-2487)	Densidad Aparente (Tn/m3)	Densidad Seca (Tn/m3)	Cohesión C' Corte Directo (kN/m2)	Angulo de Fricción Corte Directo ϕ' (°)
: C-23, SIFON N° 1 CAMARA DE INGRESO : E-2	GRAVA MAL GRADUADA CON LIMO Y ARENA	1.62	1.40	9.61	29.8
: C-24, SIFON N° 1 ESTRIBO DERECHO ANCLAJE 1 : E-2	ARCILLA LIGERA	1.32	1.19	35.39	10.3
: C-25, SIFON N° 1 ESTRIBO IZQUIERDO ANCLAJE 2 : E-2	LIMO ARENOSO	1.68	1.33	3.14	31.5
: C-26, SIFON N° 1 CAMARA DE SALIDA : E-2	GRAVA MAL GRADUADA CON LIMO Y ARENA	1.40	1.18	9.60	28.6
: SIFON N° 2 CAMARA DE INGRESO : C-48	GRAVA LIMOSA CON ARENA	1.30	1.16	1.09	34.5
: SIFON N° 2 ESTRIBO DERECHO ANCLAJE 1 : C-49	GRAVA ARCILLOSA CON ARENA	1.82	1.57	8.03	30.8
: SIFON N° 2 CAMARA DE SALIDA : C-51	ARENA LIMOSA	1.39	1.16	16.09	29.0

Cuadro 59.- Ensayos para cimentación en sifones



RESERVORIOS

MUESTRA		CLASIFICACION DE SUELOS	ESTADO DEL SUELO		ENSAYOS DE RESISTENCIA				
MUESTRA		Nombre de Grupo (ASTM D-2487)	Densidad Aparente (Tn/m3)	Densidad Seca (Tn/m3)	Cohesión C' Corte Directo (kN/m2)	Angulo de Fricción Corte Directo ϕ' (°)	Cohesión Cuu Triaxial UU (kN/m2)	Consistencia en función de su resistencia	Angulo de Fricción Triaxial UU ϕ_{uu} (°)
: RESERVORIO N° 1	: C-1	ARENA LIMOSA	1.44	1.20	3.05	31.1			
: RESERVORIO N° 2	: C-2	LIMO ARENOSO	1.39	1.10	9.30	29.1			
: RESERVORIO N° 3	: C-1	ARCILLA DENSA ARENOSA	1.83	1.37	23.44	8.4			
: RESERVORIO N° 4	: C-2	GRAVA MAL GRADUADA CON LIMO Y ARENA	1.50	1.24	0.09	34.5			
: RESERVORIO N° 5	: C-2	GRAVA LIMOSA CON ARENA	1.57	1.49	0.64	34.3			
: RESERVORIO N° 6	: C-2	ARCILLA LIGERA CON ARENA	1.45	1.07	28.86	7.7			
: RESERVORIO N° 7	: C-1	ARCILLA LIGERA Y TIPO GRAVA CON ARENA	1.22	1.06	15.53	22.4			
: RESERVORIO N° 8	: C-2	ARENA ARCILLOSA CON GRAVA	2.01	1.63	11.13	30.6	19.00	Blando	8.4
: RESERVORIO N° 9	: C-2	ARENA LIMOSA	1.63	1.50	1.64	31.3			

Cuadro 60.- Ensayos para cimentación en reservorios

MURO DE CONTECION

MUESTRA		CLASIFICACION DE SUELOS	ESTADO DEL SUELO		ENSAYOS DE RESISTENCIA		
MUESTRA		Nombre de Grupo (ASTM D-2487)	Densidad Aparente (Tn/m3)	Densidad Seca (Tn/m3)	Cohesión C' Corte Directo (kN/m2)	Angulo de Fricción Corte Directo ϕ' (°)	
: MURO DE CONTENCIÓN N° 1	: C-1	ARENA ARCILLOSA CON GRAVA	1.43	1.21	19.54	15.1	
: MURO DE CONTENCIÓN N° 2	: C-1	ARCILLA LIGERA ARENOSA	1.77	1.48	25.63	14.2	
: MURO DE CONTENCIÓN N° 03 (KM. 5+311)	: E-01	GRAVA ARCILLOSA CON ARENA	1.81	1.64	10.56	30.6	
: MURO DE CONTENCIÓN N° 4	: C-1	ARENA ARCILLOSA CON GRAVA	1.45	1.30	8.03	28.2	
: MURO SECO N° 01	:	GRAVA MAL GRADUADA CON ARCILLA Y ARENA	1.50	1.30	7.35	27.5	

Cuadro 61.- Ensayos para cimentación en muro de contención



5.1.2.3. PERFILES DEL SUELO

A partir de los resultados de las exploraciones de campo, los hallazgos de los ensayos de laboratorio y la información evaluada, se ha establecido el siguiente perfil estratigráfico para la fundación del área de estudio. Los formatos completos se muestran en el anexo II de registro de exploraciones, además de la localización de las exploraciones.

C-01 CAPTACIÓN N° 1 CCARAMPA

De 0.00m a 3.00m, Depósitos aluviales, terreno de color gris, conformado por una Grava Bien Graduada con Arena que se clasifica en el sistema unificado de clasificación de suelos SUCS como un GW y en el sistema de Clasificación del AASHTO como un A-1-a(0), presenta bastante cantidad de Grava (65.3%), mucha cantidad de Arena (32.3%) y presenta Trazos de finos (2.4%). La fracción gruesa es de perfil sub redondeada con textura semi rugosa, la fracción que pasa la malla N° 40 no presenta plasticidad (no presenta Índice plástico lo que indica que la fracción fina es casi exentos de arcilla), y de compresibilidad baja (no presenta Limite Liquido, no presenta Limite Plástico), el terreno se encuentra húmedo sin presencia visible de agua (humedad de 22.4%), de densidad aparente de 1.84 tn/m³ y la densidad seca de 1.5tn/m³.

El Nivel Freático se encontró a 0.20m de profundidad medido desde la superficie.

C-03 PUENTE CANAL N° 01

De 0.00m a 0.90m terreno de cobertura de color marrón claro, conformado por suelos arenosos y grava de media a gruesa con material orgánico, con presencia de raíces incipientes, material muy suelto, estrato no adecuado para el desplante de cimentación, estrato en lo posible a eliminar.

De 0.90m a 1.50m, Depósitos Coluviales, terreno de color gris claro, conformado por una Grava Mal Graduada con Arcilla y Arena que se clasifica en el sistema unificado de clasificación de suelos SUCS como un GP-GC y en el sistema de Clasificación del AASHTO como un A-2-6(0), presenta bastante cantidad de Grava (69.1%), presenta pequeña cantidad de Arena (24.4%) y presenta poca cantidad de finos (6.5%). La fracción que pasa la malla N° 40 es de plasticidad media (Índice plástico de 15.2% lo que indica que la fracción fina es muy arcilloso), y de compresibilidad media (Limite Liquido 40.0%, Limite Plástico de 24.8%), el terreno se encuentra húmedo sin presencia visible de agua (humedad de 11.8%), la fracción fina presenta una consistencia muy duro y está en un estado semisólido, de densidad aparente de 1.56 tn/m³ y la densidad seca de 1.39tn/m³.

El Nivel Freático no se encuentra a la profundidad de exploración.



C-04 CANAL ENTUBADO

De 0.00m a 1.00m terreno de cobertura de color café oscuro, conformado por suelos orgánicos arenoso con grava, con presencia de raíces incipientes, esta matriz envuelve aproximadamente bolones en un 20% y bloques en 10% en volumen, material muy suelto, estrato no adecuado para el desplante de cimentación, estrato en lo posible a eliminar.

De 1.00m a 1.20m, Depósitos coluviales, terreno de color marrón, conformado por una Grava Mal Graduada con Limo y Arena que se clasifica en el sistema unificado de clasificación de suelos SUCS como un GP-GM y en el sistema de Clasificación del AASHTO como un A-1-a-(0), presenta bastante cantidad de Grava (77.5%), pequeña cantidad de Arena (17.4%) y presenta poca cantidad de finos (5.1%), esta matriz envuelve aproximadamente bolones en un 20% y bloques en 15% en volumen. La fracción que pasa la malla N° 40 es de plasticidad baja (Índice plástico de 4.4% lo que indica que la fracción fina es poco arcilloso), y de compresibilidad baja (Limite Liquido 28.7%, Limite Plástico de 24.3%), el terreno de encuentra húmedo sin presencia visible de agua (humedad de 3.6%), la fracción fina presenta una consistencia muy duro y está en un estado semisólido.

El Nivel Freático no se encuentra a la profundidad de exploración.

El Nivel Freático no se encuentra a la profundidad de exploración.

C-05 PUENTE CANAL N° 02

De 0.00m a 0.70m terreno de cobertura de color marrón, conformado por suelos arenosos y grava de media a gruesa, esta matriz envuelve aproximadamente boleas en un 10% con material orgánico, con presencia de raíces incipientes, material muy suelto y muy compresible, estrato no adecuado para el desplante de cimentación, estrato en lo posible a eliminar.

De 0.70m a 1.50m, Depósitos coluviales, terreno de color marrón oscuro, conformado por una grava arcillosa con arena que se clasifica en el sistema unificado de clasificación de suelos SUCS como un GC y en el sistema de Clasificación del AASHTO como un A-2-7(1), presenta bastante cantidad de Grava (53.0%), de pequeña a mucha cantidad de Arena (26.9%) y pequeña cantidad de finos (20.1%). La fracción que pasa la malla N° 40 es de plasticidad Alta (Índice plástico de 21.4% lo que indica que la fracción fina es muy arcilloso), y de compresibilidad media (Limite Liquido 42.3%, Limite Plástico de 20.9%), el terreno de encuentra húmedo sin presencia visible de agua (humedad de 19.2%), la consistencia de la fracción fina es muy duro y está en estado semisólido.

El Nivel Freático no se encuentra a la profundidad de exploración.

C-06 PASARELA PEATONAL N° 01.



De 0.00m a 0.70m terreno de cobertura de color negro, conformado por grava fina a media en poca cantidad y suelos orgánicos con presencia de raíces incipientes, material muy suelto y muy compresible, estrato no adecuado para el desplante de cimentación, estrato en lo posible a eliminar.

De 0.70m a 1.50m, Depósitos Residuales, terreno de color marrón claro, conformado por una grava limosa con arena que se clasifica en el sistema unificado de clasificación de suelos SUCS como un GM y en el sistema de Clasificación del AASHTO como un A-1-b(0), presenta de mucha a bastante cantidad de Grava (47.1%), mucha cantidad de Arena (34.6%) y presenta pequeña cantidad de finos (18.3%). La fracción que pasa la malla N° 40 es no plástico (no presenta Índice plástico lo que indica que la fracción fina es casi exentos de arcilla), y de compresibilidad baja (no presenta limite líquido, no presenta limite plástico), el terreno se encuentra húmedo sin presencia visible de agua (humedad de 16%), de densidad aparente de 1.35 tn/m³ y de densidad seca de 1.16tn/m³.

El Nivel Freático no se encuentra a la profundidad de exploración.

C-11 CANAL ENTUBADO

De 0.00m a 0.60m terreno de cobertura de color negro, conformado por suelos arenosos, con material orgánico, con presencia de raíces incipientes, material muy suelto y compresible, estrato no adecuado para el desplante de cimentación, estrato en lo posible a eliminar.

De 0.60m a 1.50m Depósitos Coluviales, terreno de color marrón claro, conformado por una Grava Arcillosa con Arena que se clasifica en el sistema unificado de clasificación de suelos SUCS como un GC y en el sistema de Clasificación del AASHTO como un A-2-7(0), presenta bastante cantidad de Grava (55.9%), de pequeña a mucha cantidad de Arena (26.8%) y pequeña cantidad de finos (17.3%), esta matriz envuelve aproximadamente bolones en un 20% en volumen. La fracción que pasa la malla N° 40 es de plasticidad alta (Índice plástico de 24.8% lo que indica que la fracción fina es muy arcilloso), y de compresibilidad media (Limite Liquido 49.2%, Limite Plástico de 24.4%), el terreno de encuentra húmedo sin presencia visible de agua (humedad de 10.5%), la consistencia de la fracción fina es muy duro y está en estado semisólido.

El Nivel Freático no se encuentra a la profundidad de exploración.

C-14 PASARELA PEATONAL N° 3

De 0.00m a 0.30m terreno de cobertura de color marrón claro, conformado por suelos arenosos y grava media a gruesa en poca cantidad y suelos orgánicos, con presencia de raíces



incipientes, material poco suelto y muy compresible, estrato no adecuado para el desplante de cimentación, estrato en lo posible a eliminar.

De 0.30m a 1.50m, Depósitos residuales, terreno de color marrón, conformado por una Arena Limosa con Grava que se clasifica en el sistema unificado de clasificación de suelos SUCS como un SM y en el sistema de Clasificación del AASHTO como un A-6(1), presenta pequeña cantidad de Grava (22.1%), mucha cantidad de Arena (41.7%) y presenta mucha cantidad de finos (36.2%). La fracción gruesa es de perfil sub angular con textura semi rugosa, La fracción que pasa la malla N° 40 es de plasticidad media (Índice plástico de 11.9% lo que indica que la fracción fina es arcilloso), y de compresibilidad media (Limite Liquido 38.2%, Limite Plástico de 26.4%), el terreno se encuentra húmedo sin presencia visible de agua (humedad de 16.2%), la fracción fina presenta una consistencia muy dura y está en un estado semisólido.

El Nivel Freático no se encuentra a la profundidad de exploración.

C-18 CAPTACIÓN N° 2 SONCCOYUMA

De 0.00m a 0.40m terreno de cobertura de color café oscuro, conformado por suelos arenosos con material orgánico, con presencia de raíces incipientes, material muy suelto y muy compresible, estrato no adecuado para el desplante de cimentación, estrato en lo posible a eliminar.

De 0.40m a 0.70m, Depósitos Aluviales, terreno de color beige, conformado por una Grava Limosa con Arena que se clasifica en el sistema unificado de clasificación de suelos SUCS como un GM, presenta bastante cantidad de Grava, mucha cantidad de Arena y poca cantidad de finos. La fracción gruesa es de perfil sub redondeada con textura semi rugosa, el terreno se encuentra húmedo sin presencia visible de agua.

De 0.70m a 3.00m, Depósitos Coluviales, terreno de color marrón, conformado por una Arena Limosa con Grava que se clasifica en el sistema unificado de clasificación de suelos SUCS como un SM y en el sistema de Clasificación del AASHTO como un A-4(0), presenta pequeña cantidad de Grava (25%), mucha cantidad de Arena (38.1%) y presenta mucha cantidad de finos (36.9%). La fracción que pasa la malla N° 40 es no plástico (no presenta Índice plástico lo que indica que la fracción fina está casi exentos de arcilla), y de compresibilidad baja (Limite Liquido 28.8%, no presenta limite Plástico NP), el terreno se encuentra húmedo sin presencia visible de agua (humedad de 23.5%).

El Nivel Freático no se encuentra a la profundidad de exploración.

C-19 DESARENADOR N° 2



De 0.00m a 0.50m terreno de cobertura de color café oscuro, conformado por suelos orgánicos, con presencia de raíces incipientes, material muy suelto y muy compresible, estrato no adecuado para el desplante de cimentación, estrato en lo posible a eliminar.

De 0.50m a 0.90m, Depósitos Aluviales, terreno de color marrón, conformado por una Grava Mal graduada con Arena que se clasifica en el sistema unificado de clasificación de suelos SUCS como un GP, presenta bastante cantidad de Grava, mucha cantidad de Arena y poca cantidad de finos. La fracción gruesa es de perfil sub redondeada con textura semi rugosa, el terreno se encuentra húmedo sin presencia visible de agua.

De 0.90m a 2.00m, Depósitos Aluviales, terreno de color marrón, conformado por una Arena Mal Graduada con Grava que se clasifica en el sistema unificado de clasificación de suelos SUCS como un SP y en el sistema de Clasificación del AASHTO como un A-1-a(0), presenta mucha cantidad de Grava (37.2%), bastante cantidad de Arena (60.7%) y presenta trazos de finos (2.1%). La fracción gruesa es de perfil sub redondeada con textura semi rugosa, la fracción que pasa la malla N° 40 es no plástico (no presenta Índice plástico lo que indica que la fracción fina es casi exentos de arcilla), y de compresibilidad baja (no presenta limite Liquido, no presenta limite Plástico), el terreno se encuentra húmedo sin presencia visible de agua (humedad de 11.5%).

El Nivel Freático no se encuentra a la profundidad de exploración.

C-23 SIFÓN N° 1 CÁMARA DE INGRESO

De 0.00m a 0.30m terreno de cobertura de color marrón claro, conformado por suelos arenosos y grava media a gruesa en pequeña cantidad con material orgánico, esta matriz envuelve aproximadamente boleos en un 20% con presencia de raíces incipientes, material muy suelto, estrato no adecuado para el desplante de cimentación, estrato en lo posible a eliminar.

De 0.30m a 2.00m, Depósitos Coluviales, terreno de color crema, conformado por una Grava Mal Graduada con Limo y Arena que se clasifica en el sistema unificado de clasificación de suelos SUCS como un GP-GM y en el sistema de Clasificación del AASHTO como un A-2-7(0), presenta bastante cantidad de Grava (60.3%), mucha cantidad de Arena (30.8%) y poca cantidad de finos (8.9%), esta matriz envuelve aproximadamente boleos en un 15% y bloques en un 20%. La fracción gruesa es de perfil sub angular con textura semi rugosa, esta fracción gruesa es de litología variada predominando la litología volcánica Andesítica de dureza de moderadamente dura, la fracción que pasa la malla N° 40 es de plasticidad Media (Índice plástico de 11.6% lo que indica que la fracción fina es arcilloso), y de compresibilidad media



(Limite Liquido 43.4%, Limite Plástico de 31.8%), el terreno de encuentra húmedo sin presencia visible de agua (humedad de 15.6%), La fracción fina presenta una consistencia muy duro y está en un estado semisólido.

El Nivel Freático no se encuentra a la profundidad de exploración.

C-24 SIFÓN N° 1 ESTRIBO DERECHO ANCLAJE 1

De 0.00m a 0.30m terreno de cobertura de color negro, conformado por suelos arenosos y grava media a gruesa en poca cantidad con material orgánico, con presencia de raíces incipientes, material muy suelto, estrato no adecuado para el desplante de cimentación, estrato en lo posible a eliminar.

De 0.30m a 1.20m, Depósitos Residuales, terreno de color rojizo, conformado por una Arcilla Ligera que se clasifica en el sistema unificado de clasificación de suelos SUCS como un CL y en el sistema de Clasificación del AASHTO como un A-4(5), presenta trazos de Grava (1.4%), de poca a pequeña cantidad de Arena (11.9%) y presenta bastante cantidad de finos (86.7%). la fracción que pasa la malla N° 40 es de plasticidad Media (Índice plástico de 8.4% lo que indica que la fracción fina es arcilloso), y de compresibilidad baja (Limite Liquido 24.3%, Limite Plástico de 15.9%), el terreno de encuentra húmedo sin presencia visible de agua (humedad de 8.4%), La fracción fina presenta una consistencia muy duro y está en un estado semisólido.

De 1.20m a 2.00m, profundidad a la que se pudo excavar, Depósitos Sedimentarios, terreno rocoso de color rojizo, conformado por un macizo rocoso de una matriz de origen sedimentario de litología Arenisca, esta matriz rocosa presenta una resistencia a la compresión simple 5.71 Mpa Lo que lo clasifica como una roca blanda de clase R2 presenta una densidad de 1.85 gr/cm³, y una absorción 2.40% y una porosidad de 4.43% , una fricción de 22.5° y una cohesión de 0.82 kg/cm² según el corte directo. El macizo rocoso se clasifica como un tipo IV de clase mala, esto según a la clasificación geo mecánica de Bieniawski (RMR), pues presenta un RQD de 25% a 50%.

El Nivel Freático no se encuentra a la profundidad de exploración.

C-25 SIFÓN N° 1 ESTRIBO IZQUIERDO ANCLAJE 2

De 0.00m a 1.40m terreno de cobertura de color marrón oscuro, conformado por suelos arcillosos y grava media a gruesa en poca cantidad, esta matriz envuelve aproximadamente boleos en un 20% con material orgánico, con presencia de raíces incipientes, material muy suelto, estrato no adecuado para el desplante de cimentación, estrato en lo posible a eliminar.



De 1.40m a 1.80m, Depósitos Residuales, terreno de color gris, conformado por un Limo Arenoso que se clasifica en el sistema unificado de clasificación de suelos SUCS como un ML y en el sistema de Clasificación del AASHTO como un A-4(0), presenta trazos de Grava (3.4%), mucha cantidad de Arena (41.9%) y presenta bastante cantidad de finos (54.7%), la fracción que pasa la malla N° 40 es no plástico (no presenta Índice plástico lo que indica que la fracción fina es casi exentos de arcilla), y de compresibilidad baja (no presenta Limite Liquido, no presenta Limite Plástico), el terreno de encuentra húmedo sin presencia visible de agua (humedad de 26.2%).

El Nivel Freático no se encuentra a la profundidad de exploración.

C-26 SIFÓN N° 1 CAMARA DE SALIDA

De 0.00m a 0.40m terreno de cobertura de color marrón oscuro, conformado por suelos limo arenosos y grava fina a media en poca cantidad con material orgánico, con presencia de raíces incipientes, material muy suelto, estrato no adecuado para el desplante de cimentación, estrato en lo posible a eliminar.

De 0.40m a 2.00m, Depósitos Residuales, terreno de color beige rojizo, conformado por una Grava Mal Graduada con Arena que se clasifica en el sistema unificado de clasificación de suelos SUCS como un GP-GM y en el sistema de Clasificación del AASHTO como un A-2-7(0), presenta bastante cantidad de Grava (60.3%), de pequeña a mucha cantidad de Arena (29%) y presenta de poca a pequeña cantidad de finos (10.7%). la fracción que pasa la malla N° 40 es de plasticidad Media (Índice plástico de 18.1% lo que indica que la fracción fina es arcilloso), y de compresibilidad media (Limite Liquido 51.6%, Limite Plástico de 33.5%), el terreno de encuentra húmedo sin presencia visible de agua (humedad de 19%), con una cementación considerable, La fracción fina presenta una consistencia muy duro y está en un estado semisólido.

El Nivel Freático no se encuentra a la profundidad de exploración.

C-35 CANAL ENTUBADO

De 0.00m a 0.40m terreno de cobertura de color marrón oscuro, conformado por suelos arenosos y grava media a gruesa con material orgánico, con presencia de raíces incipientes, material muy suelto y muy compresible, estrato no adecuado para el desplante de cimentación, estrato en lo posible a eliminar.

De 0.40m a 1.50m, Depósitos Residuales, terreno de color naranja, conformado por una Grava Mal Graduada con Limo y Arena que se clasifica en el sistema unificado de clasificación de suelos SUCS como un GP-GM y en el sistema de Clasificación del AASHTO como un A-1-



a(0), presenta bastante cantidad de Grava (66.9%), pequeña cantidad de Arena (23.2%) y presenta poca cantidad de finos (9.9%), la fracción que pasa la malla N° 40 es no plástico (no presenta Índice plástico lo que indica que la fracción fina es casi exentos de arcilla), y de compresibilidad alta (Limite Liquido 58.6%, no presenta Limite Plástico), el terreno de encuentra húmedo sin presencia visible de agua (humedad de 6.3%).

El Nivel Freático no se encuentra a la profundidad de exploración.

C-39 CANAL ENTUBADO

De 0.00m a 1.00m terreno de cobertura de color marrón oscuro, conformado por suelos arenosos y grava media a gruesa en poca cantidad con material orgánico, con presencia de raíces incipientes, material muy suelto y compresible, estrato no adecuado para el desplante de cimentación, estrato en lo posible a eliminar.

De 1.00m a 1.20m, Depósitos Residuales, terreno de color marrón rojizo, conformado por una Grava Limosa con Arena que se clasifica en el sistema unificado de clasificación de suelos SUCS como un GM y en el sistema de Clasificación del AASHTO como un A-2-4(0), presenta mucha cantidad de Grava (42.7%), mucha cantidad de Arena (30.8%) y presenta de pequeña a mucha cantidad de finos (26.5%), la fracción que pasa la malla N° 40 es no plástico (no presenta Índice plástico lo que indica que la fracción fina es casi exentos de arcilla), y de compresibilidad baja (no presenta Limite Liquido, no presenta Limite Plástico), el terreno de encuentra húmedo sin presencia visible de agua (humedad de 17.1%), con una cementación nula.

El Nivel Freático no se encuentra a la profundidad de exploración.

RESERVORIO N° 1 C-1

De 0.00m a 0.30m terreno de cobertura de color marrón oscuro, conformado por suelos arenosos y poca grava con material orgánico, con presencia de raíces incipientes, material suelto y compresible, estrato no adecuado para el desplante de cimentación, estrato en lo posible a eliminar.

De 0.30m a 0.60m, Depósitos Residuales, terreno de color marrón claro, conformado por una Grava Limosa que se clasifica en el sistema unificado de clasificación de suelos SUCS como un GM, presenta bastante cantidad de Grava, poca cantidad de Arena y poca cantidad de finos. La fracción gruesa es de perfil sub angular con textura rugosa, la fracción que pasa la malla N° 40 no presenta plasticidad, el terreno se encuentra húmedo sin presencia visible de agua.

De 0.60m a 3.00m, Depósitos Residuales, terreno de color marrón rojizo, conformado por una Arena Limosa que se clasifica en el sistema unificado de clasificación de suelos SUCS como



un SM y en el sistema de Clasificación del AASHTO como un A-6(1), presenta poca cantidad de Grava (6%), bastante cantidad de Arena (57.6%) y presenta mucha cantidad de finos (36.4%). La fracción que pasa la malla N° 40 es de plasticidad Media (Índice plástico de 12.4% lo que indica que la fracción fina es arcilloso), y de compresibilidad media (Limite Liquido 38.7%, Limite Plástico de 26.3%), el terreno se encuentra húmedo sin presencia visible de agua (humedad de 20.1%), densidad aparente de 1.44 tn/m³ y una densidad seca de 1.2 tn/m³, la fracción fina presenta una consistencia muy dura y está en estado semisólido.

El Nivel Freático no se encuentra a la profundidad de exploración.

RESERVORIO N° 1 C-2

De 0.00m a 0.90m terreno de cobertura de color marrón oscuro, conformado por los suelos arcillas limosas con material orgánico, con presencia de raíces incipientes, material suelto y compresible, estrato no adecuado para el desplante de cimentación, estrato en lo posible a eliminar.

De 0.90m a 3.00m, Depósitos Residuales, terreno de color marrón claro con un olor inorgánico, conformado por una Arena Arcillosa con Grava que se clasifica en el sistema unificado de clasificación de suelos SUCS como un SC y en el sistema de Clasificación del AASHTO como un A-2-4(0), presenta de pequeña a mucha cantidad de Grava (26.3%), de mucha a bastante cantidad de Arena (47.5%) y de pequeña a mucha cantidad de finos (26.2%). La fracción gruesa es de perfil sub angular con textura semi rugosa. La fracción que pasa la malla N° 40 es de plasticidad Media (Índice plástico de 9.5% lo que indica que la fracción fina es arcilloso), y de compresibilidad media (Limite Liquido 32.6%, Limite Plástico de 23.1%). El terreno de encuentra húmedo sin presencia visible de agua (humedad de 15.3%), de densidad aparente es de 1.40 tn/m³ y la densidad seca de 1.22 tn/m³, la fracción fina presenta una consistencia muy dura y está en estado semisólido.

El Nivel Freático no se encuentra a la profundidad de exploración.

C-42 CANAL ENTUBADO

De 0.00m a 0.60m terreno de cobertura de color marrón oscuro, conformado por suelos arenoso y limoso con material orgánico, con presencia de raíces incipientes, material muy suelto y no compresible, estrato no adecuado para el desplante de cimentación, estrato en lo posible a eliminar.

De 0.60m a 1.50m, Depósitos Residuales, terreno de color marrón, conformado por un Limo Arenoso que se clasifica en el sistema unificado de clasificación de suelos SUCS como un ML y en el sistema de Clasificación del AASHTO como un A-7-6(8), presenta poca cantidad



de Grava (1.9%), mucha cantidad de Arena (33.5%) y presenta bastante cantidad de finos (57.0%), la fracción que pasa la malla N° 40 es de plasticidad Media (Índice plástico de 17.8% lo que indica que la fracción fina es arcilloso), y de compresibilidad media (Limite Liquido 45.3%, Limite Plástico de 27.5%), el terreno de encuentra húmedo sin presencia visible de agua (humedad de 17.8%), la fracción fina presenta una consistencia muy dura y un estado semisólido.

El Nivel Freático no se encuentra a la profundidad de exploración.

RESERVORIO N° 2 C-2

De 0.00m a 0.50m terreno de cobertura de color marrón oscuro, conformado por suelos arcillosos con material orgánico, con presencia de raíces incipientes, material muy suelto y muy compresible, estrato no adecuado para el desplante de cimentación, estrato en lo posible a eliminar.

De 0.50m a 2.70m, Depósitos Residuales, terreno de color verde claro con un olor inorgánico, conformado por Limo Arenoso que se clasifica en el sistema unificado de clasificación de suelos SUCS como un ML y en el sistema de Clasificación del AASHTO como un A-7-6(7), presenta trazos de Grava (1.1%), de mucha a bastante cantidad de Arena (47.3%) y de mucha a bastante cantidad de finos (51.7%). La fracción que pasa la malla N° 40 es de plasticidad Media (Índice plástico de 17.4% lo que indica que la fracción fina es arcilloso), y de compresibilidad media (Limite Liquido 45.4%, Limite Plástico de 27.9%). El terreno se encuentra húmedo sin presencia visible de agua (humedad de 26.5%), de densidad aparente de 1.39 tn/m³ y la densidad seca de 1.10 tn/m³, la fracción fina presenta una consistencia dura y está en estado semisólido.

El Nivel Freático no se encuentra a la profundidad de exploración.

C-44 CANAL ENTUBADO

De 0.00m a 1.50m, Depósitos Volcánicos, terreno de color marrón claro con un olor inorgánico, conformado por un macizo rocoso de una matriz de origen volcánico de litología de Andesitas, esta matriz rocosa presenta una resistencia a la compresión simple de 4.36 Mpa que lo clasifica como una roca muy blanda de clase R1, presenta una densidad de 2.28 tn/m³, una absorción de 1.90% y una porosidad de 4.32%.

El Nivel Freático no se encuentra a la profundidad de exploración.

RESERVORIO N° 3 C-1

De 0.00m a 1.50m terreno de cobertura de color marrón oscuro, conformado por suelos arcillosos con material orgánico, con presencia de raíces incipientes, material muy suelto y



muy compresible, estrato no adecuado para el desplante de cimentación, estrato en lo posible a eliminar.

De 1.50m a 3.00m, Depósitos Residuales, terreno de color rojizo, conformado por una Arcilla Densa Arenosa que se clasifica en el sistema unificado de clasificación de suelos SUCS como un CH y en el sistema de Clasificación del AASHTO como un A-7-6(14), presenta de poca a pequeña cantidad de Grava (14.0%), de pequeña a mucha cantidad de Arena (26%) y presenta bastante cantidad de finos (60%), esta matriz envuelve aproximadamente boleos en un 15%, la fracción que pasa la malla N° 40 es de plasticidad alta (Índice plástico de 27.4% lo que indica que la fracción fina es muy arcilloso), y de compresibilidad media (Limite Liquido 52%, Limite Plástico de 24.6%), el terreno de encuentra húmedo sin presencia visible de agua (humedad de 33.2%), la fracción fina presenta una consistencia duro y está en un estado plástico.

C-45 CANAL ENTUBADO

De 0.00m a 1.00m terreno de cobertura de color marrón oscuro, conformado por suelos arenosos con material orgánico, con presencia de raíces incipientes, material muy suelto y muy compresible, estrato no adecuado para el desplante de cimentación, estrato en lo posible a eliminar.

De 1.00m a 1.50m, Depósitos Residuales, terreno de color beige, conformado por una Arena Limosa que se clasifica en el sistema unificado de clasificación de suelos SUCS como un SM y en el sistema de Clasificación del AASHTO como un A-2-5(0), presenta de poca a pequeña cantidad de Grava (10.3%), bastante cantidad de Arena (27.8%) y presenta mucha cantidad de finos (31.9%), la fracción que pasa la malla N° 40 es de plasticidad baja (Índice plástico de 6.3% lo que indica que la fracción fina es poco arcilloso), y de compresibilidad media (Limite Liquido 40.4%, Limite Plástico de 34.2%), el terreno de encuentra húmedo sin presencia visible de agua (humedad de 16.4%), la fracción fina presenta una consistencia media muy duro y está en un estado semisólido.

El Nivel Freático no se encuentra a la profundidad de exploración.

C-47 CANAL ENTUBADO

De 0.00m a 1.50m, Depósitos Volcánicos, terreno de color gris con un olor inorgánico, conformado por un macizo rocoso de una matriz de origen volcánico de litología de Andesitas, esta matriz rocosa presenta una resistencia a la compresión simple de 2.33 Mpa que lo clasifica como una roca muy blanda de clase R1, presenta una densidad de 2.46 tn/m³, una absorción de 2.30% y una porosidad de 5.65%.



El Nivel Freático no se encuentra a la profundidad de exploración.

C-48 SIFÓN N° 2 CÁMARA DE INGRESO

De 0.00m a 0.35m terreno de cobertura de color marrón oscuro, conformado por suelos gravo arenosos con material orgánico, con presencia de raíces incipientes, material muy suelto, estrato no adecuado para el desplante de cimentación, estrato en lo posible a eliminar.

De 0.35m a 2.00m, Depósitos Coluviales, terreno de color marrón claro, conformado por una matriz de Grava Limosa con Arena que se clasifica en el sistema unificado de clasificación de suelos SUCS como un GM y en el sistema de Clasificación del AASHTO como un A-2-4(0), la matriz presenta mucha cantidad de Grava (41.9%), pequeña cantidad de Arena (24.6%) y presenta mucha cantidad de finos (33.5%), esta matriz envuelve aproximadamente bolones en un 10% y bloques en un 15% en volumen. La fracción gruesa es de perfil sub angular con textura semi rugosa, esta fracción gruesa es de litología volcánica Andesítica de dureza moderadamente débil. La fracción que pasa la malla N° 40 es de plasticidad Baja (Índice plástico de 2.7% lo que indica que la fracción fina es Poco arcilloso), y de compresibilidad Baja (Limite Liquido 26.5%, Limite Plástico de 23.9%). El terreno de encuentra húmedo sin presencia visible de agua (humedad de 9.0%), de compacidad media pues la densidad aparente es de 2.0 tn/m³ y la densidad seca de 1.6tn/m³, la fracción fina presenta una consistencia muy dura, y está en un estado semisólido.

El Nivel Freático no se encuentra a la profundidad de exploración.

C-49 SIFÓN N° 2: ESTRIBO DERECHO ANCLAJE 1

De 0.00m a 0.35m terreno de cobertura de color negro, conformado por suelos orgánicos, con presencia de raíces incipientes, material muy suelto y muy compresible, estrato no adecuado para el desplante de cimentación, estrato en lo posible a eliminar.

De 0.35m a 2.00m, Depósitos Coluviales, terreno de color marrón, conformado por una Grava Arcillosa con Arena que se clasifica en el sistema unificado de clasificación de suelos SUCS como un GC y en el sistema de Clasificación del AASHTO como un A-2-6(0), presenta bastante cantidad de Grava (56.1%), de pequeña a mucha cantidad de Arena (27.8%) y presenta pequeña cantidad de finos (16.1%). La fracción gruesa es de perfil sub angular con textura semi rugosa, la fracción que pasa la malla N° 40 es de plasticidad Media (Índice plástico de 12.9% lo que indica que la fracción fina es arcilloso), y de compresibilidad media (Limite Liquido 35.6%, Limite Plástico de 22.7%), el terreno de encuentra húmedo sin presencia visible de agua (humedad de 15.8%), con una cementación nula, de compacidad



floja de densidad aparente de 1.82 tn/m³ y una densidad seca de 1.57tn/m³, la fracción fina presenta una consistencia muy dura y está en un estado semisólido.

El Nivel Freático no se encuentra a la profundidad de exploración.

C-50: SIFÓN N° 2: ESTRIBO IZQUIERDO ANCLAJE 1

De 0.00m a 0.20m terreno de cobertura de color marrón claro, conformado por suelos arenosos con material orgánico, con presencia de raíces incipientes, material muy suelto y muy compresible, estrato no adecuado para el desplante de cimentación, estrato en lo posible a eliminar.

De 0.20m a 2.00m, Depósitos Residuales, terreno de color amarillo, conformado por una Arena Limosa con Grava que se clasifica en el sistema unificado de clasificación de suelos SUCS como un SM y en el sistema de Clasificación del AASHTO como un A-2-7(1), presenta pequeña cantidad de Grava (22.9%), de mucha a bastante cantidad de Arena (49.8%) y presenta de pequeña a mucha cantidad de finos (27.3%), la fracción que pasa la malla N° 40 es de plasticidad Media (Índice plástico de 17.1% lo que indica que la fracción fina es arcilloso), y de compresibilidad media (Limite Liquido 47.7%, Limite Plástico de 30.6%), el terreno de encuentra húmedo sin presencia visible de agua (humedad de 19.6%), la fracción fina presenta una consistencia muy duro y está en un estado semisólido.

De 2.00m a 3.00m, Depósitos Residuales, terreno de color amarillo con un olor inorgánico, conformado por un macizo rocoso de posible origen volcánico, esta matriz rocosa presenta una resistencia a la compresión simple de 2.65 Mpa que lo clasifica como una roca muy blanda de clase R1, presenta una densidad de 2.07 tn/m³, una absorción de 2.39% y una porosidad de 4.95%, una fricción de 21.6° y una cohesión de 0.68 kg/cm² según el corte directo. El macizo rocoso se clasifica como un tipo V muy mala, esto según la clasificación geo mecánica de Bieniawski (RMR), pues presenta un RQD menor a 25%.

El Nivel Freático no se encuentra a la profundidad de exploración.

C-51: SIFÓN N° 2 CÁMARA DE SALIDA

De 0.00m a 0.60m terreno de cobertura de color marrón claro, conformado por suelos limo arenosos con material orgánico, con presencia de raíces incipientes, material muy suelto y muy compresible, estrato no adecuado para el desplante de cimentación, estrato en lo posible a eliminar.

De 0.60m a 2.00m, Depósitos Residuales, terreno de color beige rojizo, conformado por una Arena Limosa que se clasifica en el sistema unificado de clasificación de suelos SUCS como un SM y en el sistema de Clasificación del AASHTO como un A-7-5(2), presenta poca



cantidad de Grava (9.7%), bastante cantidad de Arena (52.4%) y presenta mucha cantidad de finos (37.9%), la fracción que pasa la malla N° 40 es de plasticidad Media (Índice plástico de 14.4% lo que indica que la fracción fina es arcilloso), y de compresibilidad media (Limite Liquido 46.8%, Limite Plástico de 32.4%), el terreno de encuentra húmedo sin presencia visible de agua (humedad de 19.7%), de densidad aparente de 1.39 tn/m³ y una densidad seca de 1.16tn/m³, la fracción fina presenta una consistencia muy duro y está en un estado semisólido.

El Nivel Freático no se encuentra a la profundidad de exploración.

C-54: CANAL TRAPEZOIDAL

De 0.00m a 0.50m terreno de cobertura de color marrón, conformado por suelos arenosos con material orgánico, con presencia de raíces incipientes, material muy suelto y muy compresible, estrato no adecuado para el desplante de cimentación, estrato en lo posible a eliminar.

De 0.50m a 1.50m, Depósitos Residuales, terreno de color beige rojizo, conformado por una Grava Arcillosa con Arena que se clasifica en el sistema unificado de clasificación de suelos SUCS como un GC y en el sistema de Clasificación del AASHTO como un A-2-4(0), presenta bastante cantidad de Grava (55.5%), mucha cantidad de Arena (31.8%) y presenta de poca a pequeña cantidad de finos (12.8%), la fracción que pasa la malla N° 40 es de plasticidad Media (Índice plástico de 8.3% lo que indica que la fracción fina es arcilloso), y de compresibilidad baja (Limite Liquido 29.1%, Limite Plástico de 20.7%), el terreno de encuentra húmedo sin presencia visible de agua (humedad de 2.0%), la fracción fina presenta una consistencia muy dura y está en un estado sólido.

El Nivel Freático no se encuentra a la profundidad de exploración.

C-56: CANAL TRAPEZOIDAL

De 0.00m a 0.40m terreno de cobertura de color rojizo, conformado por suelos arenosos arcillosos con material orgánico, con presencia de raíces incipientes, material muy suelto, De 0.40m a 1.50m, Depósitos Residuales, terreno de color rojizo, conformado por una Arcilla Ligera y Tipo Grava con Arena que se clasifica en el sistema unificado de clasificación de suelos SUCS como un CL y en el sistema de Clasificación del AASHTO como un A-6(7), presenta de pequeña a mucha cantidad de Grava (29.2%), de poca a pequeña cantidad de Arena (14.9%) y presenta bastante cantidad de finos (56%), La fracción gruesa es de perfil sub angular con textura semi rugosa, la fracción que pasa la malla N° 40 es de plasticidad Media (Índice plástico de 18.4% lo que indica que la fracción fina es arcilloso), y de compresibilidad media (Limite Liquido 35.6%, Limite Plástico de 17.1%), el terreno de encuentra húmedo sin



presencia visible de agua (humedad de 6.2%), La fracción fina presenta una consistencia muy duro y está en un estado semisólido.

El Nivel Freático no se encuentra a la profundidad de exploración.

C-58: CANAL TRAPEZOIDAL

De 0.00m a 0.20m terreno de cobertura de color marrón, conformado por suelos arenosos con material orgánico, con presencia de raíces incipientes, material muy suelto y muy compresible, estrato no adecuado para el desplante de cimentación, estrato en lo posible a eliminar.

De 0.20m a 1.50m, profundidad a la que se extrajo la muestra, Depósitos Sedimentarios, terreno rocoso de color gris con un olor inorgánico, conformado por un macizo rocoso de una matriz de origen sedimentario de litología caliza, esta matriz rocosa presenta una resistencia a la compresión simple de 6.80 Mpa Lo que lo clasifica como una roca blanda de clase R2 presenta una densidad de 2.39 gr/cm³, una absorción de 1.02%, una porosidad de 2.43%. El macizo rocoso se clasifica como un tipo IV de clase mala, esto según a la clasificación geomecánica de Bieniawski (RMR), pues presenta un RQD de 25% a 50%.

El Nivel Freático no se encuentra a la profundidad de exploración.

El Nivel Freático no se encuentra a la profundidad de exploración.

C-1: RESERVORIO N° 4

De 0.00m a 0.65m terreno de cobertura de color marrón oscuro, conformado por suelos arenosos y grava fina en poca cantidad con material orgánico, con presencia de raíces incipientes, material muy suelto y muy compresible, estrato no adecuado para el desplante de cimentación, estrato en lo posible a eliminar.

De 0.65m a 1.55m, Depósitos Residuales, terreno de color beige, conformado por una Grava Limosa con Arena que se clasifica en el sistema unificado de clasificación de suelos SUCS como un GM y en el sistema de Clasificación del AASHTO como un A-2-6(0), presenta bastante cantidad de Grava (58%), pequeña cantidad de Arena (24.2%) y presenta pequeña cantidad de finos (17.8%), La fracción gruesa es de perfil sub angular con textura semi rugosa, la fracción que pasa la malla N° 40 es de plasticidad media (Índice plástico de 10.4% lo que indica que la fracción fina es arcilloso), y de compresibilidad media (Limite Liquido 36.9%, Limite Plástico de 26.4%), el terreno de encuentra húmedo sin presencia visible de agua (humedad de 10.8%), La fracción fina presenta una consistencia muy duro y está en un estado semisólido.

De 1.55m a 3.00m, profundidad a la que se extrajo la muestra, Depósitos Sedimentarios, terreno rocoso de color marrón claro con un olor inorgánico, conformado por un macizo



rocoso de una matriz de origen sedimentario de litología arenisca, esta matriz rocosa presenta una resistencia a la compresión simple de 3.13 Mpa Lo que lo clasifica como una roca muy blanda de clase R1 presenta una densidad de 2.18 gr/cm³, una absorción de 4.21%, una porosidad de 9.17%, una fricción de 21.8° y una cohesión de 0.71 kg/cm² según el corte directo. El macizo rocoso se clasifica como un tipo V de clase muy mala, esto según a la clasificación geo mecánica de Bieniawski (RMR), pues presenta un RQD menor a 25%.

El Nivel Freático no se encuentra a la profundidad de exploración.

C-2: RESERVORIO N° 4

De 0.00m a 0.60m terreno de cobertura de color marrón oscuro, conformado por suelos arenosos y grava fina en poca cantidad con material orgánico, con presencia de raíces incipientes, material muy suelto y muy compresible, estrato no adecuado para el desplante de cimentación, estrato en lo posible a eliminar.

De 0.60m a 2.90m, Depósitos Residuales, terreno de color rojizo, conformado por una Grava Mal Graduada con Limo y Arena que se clasifica en el sistema unificado de clasificación de suelos SUCS como un GP-GM y en el sistema de Clasificación del AASHTO como un A-1-a(0), presenta bastante cantidad de Grava (58.7%), mucha cantidad de Arena (30.1%) y presenta de pequeña a mucha cantidad de finos (11.2%), La fracción gruesa es de perfil sub angular con textura semi rugosa, esta fracción gruesa son clastos de roca sedimentaria de litología Arenisca de dureza blanda, la fracción que pasa la malla N° 40 es no plástico (no presenta Índice plástico lo que indica que la fracción fina es casi exentos de arcilla), y de compresibilidad baja (Limite Liquido 27.6%, no presenta Limite Plástico), el terreno de encuentra húmedo sin presencia visible de agua (humedad de 20.9%), de densidad aparente de 1.5 tn/m³ y una densidad seca de 1.24tn/m³.

El Nivel Freático no se encuentra a la profundidad de exploración.

C-62: CANAL TRAPEZOIDAL

De 0.00m a 0.50m terreno de cobertura de color marrón oscuro, conformado por suelos arcillosos y limo con material orgánico, con presencia de raíces incipientes, material muy suelto y muy compresible, estrato no adecuado para el desplante de cimentación, estrato en lo posible a eliminar.

De 0.50m a 1.50m, Depósitos Residuales, terreno de color rojizo, conformado por un limo elástico arenoso que se clasifica en el sistema unificado de clasificación de suelos SUCS como un MH y en el sistema de Clasificación del AASHTO como un A-7-5(11), presenta trazos de Grava (0.2%), mucha cantidad de Arena (44.1%) y presenta bastante cantidad de finos



(55.8%), la fracción que pasa la malla N° 40 es de plasticidad alta (Índice plástico de 23.8% lo que indica que la fracción fina es muy arcilloso), y de compresibilidad alta (Limite Liquido 56.6%, Limite Plástico de 32.8%), el terreno de encuentra húmedo sin presencia visible de agua (humedad de 29.4%), La fracción fina presenta una consistencia muy duro y está en un estado semisólido.

El Nivel Freático no se encuentra a la profundidad de exploración.

El Nivel Freático no se encuentra a la profundidad de exploración.

C-66: CANAL TRAPEZOIDAL

De 0.00m a 0.60m terreno de cobertura de color marrón oscuro, conformado por suelos arenosos y grava fina en poca cantidad con material orgánico, con presencia de raíces incipientes, material muy suelto y muy compresible, estrato no adecuado para el desplante de cimentación, estrato en lo posible a eliminar.

De 0.60m a 1.50m, Depósitos Residuales, terreno de color marrón, conformado por una Arena Limosa que se clasifica en el sistema unificado de clasificación de suelos SUCS como un SM y en el sistema de Clasificación del AASHTO como un A-4(0), presenta trazos de Grava (2.4%), de mucha a bastante cantidad de Arena (48.7%) y presenta de mucha a bastante cantidad de finos (48.9%), la fracción que pasa la malla N° 40 es no plástico (no presenta Índice plástico lo que indica que la fracción fina es casi exentos de arcilla), y de compresibilidad media (Limite Liquido 37.1%, no presenta Limite Plástico), el terreno se encuentra húmedo sin presencia visible de agua (humedad de 25.9%), con una cementación nula.

El Nivel Freático no se encuentra a la profundidad de exploración.

C-67: CANAL TRAPEZOIDAL

De 0.00m a 1.10m terreno de cobertura de color negro, conformado por suelos arenosos con material orgánico, con presencia de raíces incipientes, esta matriz envuelve aproximadamente boleos en un 40% La fracción gruesa es de perfil sub angular con textura semi rugosa, esta fracción gruesa son clastos de roca sedimentaria de litología Caliza material muy suelto, estrato no adecuado para el desplante de cimentación, estrato en lo posible a eliminar.

De 1.10m a 1.50m, Depósitos Residuales, terreno de color beige oscuro, conformado por una Arena Arcillosa con Grava que se clasifica en el sistema unificado de clasificación de suelos SUCS como un SC y en el sistema de Clasificación del AASHTO como un A-6(2), presenta de pequeña a mucha cantidad de Grava (26.7%), mucha cantidad de Arena (36%) y presenta mucha cantidad de finos (37.2%), la fracción que pasa la malla N° 40 es de plasticidad Media



(Índice plástico de 17.0% lo que indica que la fracción fina es arcilloso), y de compresibilidad media (Limite Liquido 39.9%, Limite Plástico de 22.9%), el terreno de encuentra húmedo sin presencia visible de agua (humedad de 9.6%), con una cementación nula, La fracción fina presenta una consistencia muy duro y está en un estado semisólido.

El Nivel Freático no se encuentra a la profundidad de exploración.

C-2: RESERVORIO N° 5

De 0.00m a 1.10m terreno de cobertura de color marrón oscuro, conformado por suelos arenosos y grava media a gruesa con material orgánico, con presencia de raíces incipientes, esta matriz envuelve aproximadamente bloques en un 10% material muy suelto, estrato no adecuado para el desplante de cimentación, estrato en lo posible a eliminar.

De 1.10m a 3.00m, Depósitos Coluviales, terreno de color beige, conformado por una Grava Limosa con Arena que se clasifica en el sistema unificado de clasificación de suelos SUCS como un GM y en el sistema de Clasificación del AASHTO como un A-2-4(0), presenta bastante cantidad de Grava (71.5%), pequeña cantidad de Arena (15.3%) y presenta de poca a pequeña cantidad de finos (13.2%), La fracción gruesa es de perfil sub angular con textura semi rugosa, esta matriz de suelo envuelve aproximadamente boleos en un 15% y bloques en un 40%. estos bloques son rocas de origen Sedimentario de color gris, con un olor inorgánico de litología Caliza, esta matriz rocosa presenta una resistencia a la compresión simple de 13.77 Mpa. Lo que lo clasifica como una roca moderadamente resistente de clase R2 presenta una densidad de 2.52 gr/cm³, una absorción de 0.65%, una porosidad de 1.63%. una fricción de 24° y una cohesión de 1.0 kg/cm² según el corte directo. El macizo rocoso se clasifica como un tipo IV de clase mala, esto según a la clasificación geo mecánica de Bieniawski (RMR), pues presenta un RQD entre 25% a 50%. La fracción que pasa la malla N° 40 es de plasticidad Media (Índice plástico de 8.7% lo que indica que la fracción fina es arcilloso), y de compresibilidad baja (Limite Liquido 32.1%, Limite Plástico de 23.4%), el terreno de encuentra húmedo sin presencia visible de agua (humedad de 5.8%), con una cementación nula, La fracción fina presenta una consistencia muy duro y está en un estado semisólido.

El Nivel Freático no se encuentra a la profundidad de exploración.

C-68: CANAL TRAPEZOIDAL

De 0.00m a 0.30m terreno de cobertura de color marrón, conformado por suelos arcillosos y arena con material orgánico, con presencia de raíces incipientes, material muy suelto y muy



compresible, estrato no adecuado para el desplante de cimentación, estrato en lo posible a eliminar.

De 0.30m a 1.50m, Depósitos Coluviales, terreno de color amarillo, conformado por una Arcilla ligera que se clasifica en el sistema unificado de clasificación de suelos SUCS como un CL y en el sistema de Clasificación del AASHTO como un A-7-6(19), no presenta de Grava (0.0%), poca cantidad de Arena (7.9%) y presenta bastante cantidad de finos (92.1%). la fracción que pasa la malla N° 40 es de plasticidad Media (Índice plástico de 18.2% lo que indica que la fracción fina es arcilloso), y de compresibilidad media (Limite Liquido 43.9%, Limite Plástico de 25.7%), el terreno de encuentra húmedo sin presencia visible de agua (humedad de 16%), La fracción fina presenta una consistencia muy duro y está en un estado semisólido.

El Nivel Freático no se encuentra a la profundidad de exploración.

C-71, CANAL TRAPEZOIDAL

De 0.00m a 0.80m terreno de cobertura de color marrón oscuro, conformado por suelos orgánicos con arcilla y arena, con presencia de raíces incipientes, material muy suelto y muy compresible, estrato no adecuado para el desplante de cimentación, estrato en lo posible a eliminar.

De 0.80m a 1.50m, Depósitos Residuales, terreno de color beige rojizo, conformado por una Arcilla Ligera que se clasifica en el sistema unificado de clasificación de suelos SUCS como un CL y en el sistema de Clasificación del AASHTO como un A-7-6(24), presenta trazos de Grava (0.2%), poca cantidad de Arena (7.5%) y presenta bastante cantidad de finos (92.3%), la fracción que pasa la malla N° 40 es de plasticidad alta (Índice plástico de 24.3% lo que indica que la fracción fina es muy arcilloso), y de compresibilidad media (Limite Liquido 45.3%, Limite Plástico de 21.0%), el terreno de encuentra húmedo sin presencia visible de agua (humedad de 16.8%). La fracción fina presenta una consistencia muy duro y está en un estado semisólido.

El Nivel Freático no se encuentra a la profundidad de exploración.

C-72, CANAL TRAPEZOIDAL

De 0.00m a 0.60m terreno de cobertura de color marrón oscuro, conformado por suelos orgánicos con arcilla y grava, con presencia de raíces incipientes, material muy suelto, estrato no adecuado para el desplante de cimentación, estrato en lo posible a eliminar.

De 0.60m a 1.50m, Depósitos Residuales, terreno de color beige, conformado por una Grava Arcillosa con Grava que se clasifica en el sistema unificado de clasificación de suelos SUCS



como un GC y en el sistema de Clasificación del AASHTO como un A-2-7(1), presenta bastante cantidad de Grava (27.7%), poca cantidad de Arena (8.5%) y presenta pequeña cantidad de finos (22.3%), la fracción que pasa la malla N° 40 es de plasticidad alta (Índice plástico de 28% lo que indica que la fracción fina es muy arcilloso), y de compresibilidad media (Limite Liquido 47.1%, Limite Plástico de 19.1%), el terreno de encuentra húmedo sin presencia visible de agua (humedad de 4.7%), la fracción fina presenta una consistencia muy duro y está en un estado semisólido.

El Nivel Freático no se encuentra a la profundidad de exploración.

RESERVORIO N° 6, C-1

De 0.00m a 1.00m terreno de cobertura de color marrón oscuro, conformado por suelos orgánicos con arcilla y grava, con presencia de raíces incipientes, esta matriz envuelve aproximadamente boleos en un 10%, material muy suelto y muy compresible, estrato no adecuado para el desplante de cimentación, estrato en lo posible a eliminar.

De 1.00m a 3.00m, Depósitos Residuales, terreno de color rojizo, conformado por una Arcilla Ligera con Grava que se clasifica en el sistema unificado de clasificación de suelos SUCS como un CL y en el sistema de Clasificación del AASHTO como un A-7-6(12), presenta pequeña cantidad de Grava (17.0%), de poca a pequeña cantidad de Arena (12.4%) y presenta bastante cantidad de finos (70.6%), La fracción gruesa es de perfil sub angular con textura semi rugosa, esta fracción gruesa son clastos de litología Caliza. la fracción que pasa la malla N° 40 es de plasticidad Media (Índice plástico de 17.9% lo que indica que la fracción fina es arcilloso), y de compresibilidad media (Limite Liquido 40.4%, Limite Plástico de 22.6%), el terreno de encuentra húmedo sin presencia visible de agua (humedad de 26.5%), de densidad aparente de 2.04tn/m³ y una densidad seca de 1.61tn/m³, La fracción fina presenta una consistencia muy duro y está en un estado plástico.

El Nivel Freático no se encuentra a la profundidad de exploración.

C-73, CANAL TRAPEZOIDAL

De 0.00m a 0.90m terreno de cobertura de color marrón oscuro, conformado por suelos orgánicos con arcilla y grava, con presencia de raíces incipientes, esta matriz envuelve aproximadamente boleos en un 10%, material muy suelto y muy compresible, estrato no adecuado para el desplante de cimentación, estrato en lo posible a eliminar.

De 0.90m a 1.50m, Depósitos Coluviales, terreno de color beige dorado, conformado por una Arcilla Ligera Arenosa con Grava que se clasifica en el sistema unificado de clasificación de suelos SUCS como un CL y en el sistema de Clasificación del AASHTO como un A-6(7),



presenta pequeña cantidad de Grava (15.4%), de pequeña a mucha cantidad de Arena (25.7%) y presenta bastante cantidad de finos (58.9%), La fracción gruesa es de perfil sub angular con textura semi rugosa, la fracción que pasa la malla N° 40 es de plasticidad Media (Índice plástico de 15.8% lo que indica que la fracción fina es arcilloso), y de compresibilidad media (Limite Liquido 35.6%, Limite Plástico de 19.8%), el terreno de encuentra húmedo sin presencia visible de agua (humedad de 8.9%), La fracción fina presenta una consistencia muy duro y está en un estado semisólido.

El Nivel Freático no se encuentra a la profundidad de exploración.

C-74, CANAL TRAPEZOIDAL

De 0.00m a 0.70m terreno de cobertura de color marrón oscuro, conformado por suelos orgánicos con arcilla y grava, con presencia de raíces incipientes, esta matriz envuelve aproximadamente boleos en un 10%, material muy suelto y muy compresible, estrato no adecuado para el desplante de cimentación, estrato en lo posible a eliminar.

De 0.70m a 1.50m, Depósitos Residuales, terreno de color beige rojizo, conformado por una Arcilla Ligera con Arena que se clasifica en el sistema unificado de clasificación de suelos SUCS como un CL y en el sistema de Clasificación del AASHTO como un A-6(11), presenta poca cantidad de Grava (8.7%), pequeña cantidad de Arena (17.1%) y presenta bastante cantidad de finos (74.2%), la fracción que pasa la malla N° 40 es de plasticidad Media (Índice plástico de 15.3% lo que indica que la fracción fina es arcilloso), y de compresibilidad media (Limite Liquido 37.8%, Limite Plástico de 22.5%), el terreno de encuentra húmedo sin presencia visible de agua (humedad de 12.6%), la fracción fina presenta una consistencia media muy duro y está en un estado semisólido.

El Nivel Freático no se encuentra a la profundidad de exploración.

RESERVORIO N° 7, C-1

De 0.00m a 1.10m terreno de cobertura de color marrón oscuro, conformado por suelos orgánicos con arcilla y grava, con presencia de raíces incipientes, esta matriz envuelve aproximadamente boleos en un 10%, material muy suelto y muy compresible, estrato no adecuado para el desplante de cimentación, estrato en lo posible a eliminar.

De 1.10m a 3.00m, Depósitos Residuales, terreno de color rojizo, conformado por una Arcilla Ligera y Tipo Grava con Arena que se clasifica en el sistema unificado de clasificación de suelos SUCS como un CL y en el sistema de Clasificación del AASHTO como un A-6(6), presenta mucha cantidad de Grava (33.9%), de poca a pequeña cantidad de Arena (14.6%) y presenta bastante cantidad de finos (51.5%). La fracción gruesa son clastos de la roca Caliza,



de perfil sub angular con textura semi rugosa, la fracción que pasa la malla N° 40 es de plasticidad Media (Índice plástico de 17.8% lo que indica que la fracción fina es arcilloso), y de compresibilidad media (Limite Liquido 34.1%, Limite Plástico de 16.2%), el terreno de encuentra húmedo sin presencia visible de agua (humedad de 15.3%), la fracción fina presenta una consistencia muy dura y está en un estado semisólido.

El Nivel Freático no se encuentra a la profundidad de exploración.

C-76, CANAL TRAPEZOIDAL

De 0.00m a 0.40m terreno de cobertura de color marrón oscuro, conformado por suelos arenosos con material orgánico, con presencia de raíces incipientes, material muy suelto, estrato no adecuado para el desplante de cimentación, estrato en lo posible a eliminar.

De 0.40m a 0.80m, Depósitos Sedimentarios, terreno rocoso de color beige claro a gris, con un olor inorgánico, conformado por un macizo rocoso de una matriz de origen sedimentario de litología caliza meteorizada, esta matriz rocosa presenta una resistencia a la compresión simple de 0.79 Mpa Lo que lo clasifica como una roca extremadamente blanda de clase R0 presenta una densidad de 2.29 gr/cm³, una absorción de 3.83%, una porosidad de 8.75%.

De 0.80m a 1.50m, Depósitos Residuales, terreno de color beige, conformado por una Grava Mal Graduada con Arcilla y Arena que se clasifica en el sistema unificado de clasificación de suelos SUCS como un GP-GC y en el sistema de Clasificación del AASHTO como un A-2-4(0), presenta bastante a cantidad de Grava (55.8%), mucha cantidad de Arena (33.1%) y presenta de poca a pequeña cantidad de finos (11.1%), la fracción que pasa la malla N° 40 es de plasticidad Media (Índice plástico de 9.7% lo que indica que la fracción fina es arcilloso), y de compresibilidad baja (Limite Liquido 24.9%, Limite Plástico de 15.2%), el terreno de encuentra húmedo sin presencia visible de agua (humedad de 5.7%), la fracción fina presenta una consistencia muy dura y está en un estado semisólido.

El Nivel Freático no se encuentra a la profundidad de exploración.

C-78, CANAL TRAPEZOIDAL

De 0.00m a 0.50m terreno de cobertura de color marrón, conformado por suelos de arena arcillosa con material orgánico, con presencia de raíces incipientes, material muy suelto, estrato no adecuado para el desplante de cimentación, estrato en lo posible a eliminar.

De 0.50m a 1.50m, Depósitos Residuales, terreno de color rojizo, conformado por una Arcilla Ligera y Tipo Grava con Arena que se clasifica en el sistema unificado de clasificación de suelos SUCS como un CL y en el sistema de Clasificación del AASHTO como un A-6(6), presenta mucha cantidad de Grava (36.8%), de poca a pequeña cantidad de Arena (10.4%) y



presenta bastante cantidad de finos (52.8%), la fracción que pasa la malla N° 40 es de plasticidad Media (Índice plástico de 17.3% lo que indica que la fracción fina es arcilloso), y de compresibilidad media (Limite Liquido 36.6%, Limite Plástico de 19.3%), el terreno se encuentra húmedo sin presencia visible de agua (humedad de 3.1%), la fracción fina presenta una consistencia muy duro y está en un estado semisólido.

El Nivel Freático no se encuentra a la profundidad de exploración.

RESERVORIO N° 8, C-1

De 0.00m a 0.60m terreno de cobertura de color marrón, conformado por suelos de arena arcillosa con material orgánico, con presencia de raíces incipientes, material muy suelto, estrato no adecuado para el desplante de cimentación, estrato en lo posible a eliminar.

De 0.60m a 3.00m, Depósitos Residuales, terreno de color rojizo oscuro, conformado por una Arcilla ligera y tipo Grava con Arena que se clasifica en el sistema unificado de clasificación de suelos SUCS como un CL y en el sistema de Clasificación del AASHTO como un A-6(6), presenta de pequeña a mucha cantidad de Grava (25.4%), pequeña cantidad de Arena (19.8%) y presenta bastante cantidad de finos (54.9%). La fracción gruesa es de perfil sub angular con textura semi rugosa, la fracción que pasa la malla N° 40 es de plasticidad Media (Índice plástico de 17.6% lo que indica que la fracción fina es arcilloso), y de compresibilidad media (Limite Liquido 34.9%, Limite Plástico de 17.4%), el terreno se encuentra húmedo con presencia visible de agua (humedad de 19.8%), la fracción fina presenta una consistencia muy dura y se encuentra en estado plástico.

El Nivel Freático se encuentra a 0.70m medido desde la superficie.

C-79, CANAL TRAPEZOIDAL

De 0.00m a 0.60m terreno de cobertura de color negro, conformado por suelos orgánicos con arena limosa, con presencia de raíces incipientes, material muy suelto, estrato no adecuado para el desplante de cimentación, estrato en lo posible a eliminar.

De 0.60m a 1.50m, Depósitos Residuales, terreno de color beige, conformado por una Arena Limosa con Grava que se clasifica en el sistema unificado de clasificación de suelos SUCS como un SM y en el sistema de Clasificación del AASHTO como un A-2-4(0), presenta pequeña cantidad de Grava (23.5%), bastante cantidad de Arena (57.9%) y presenta pequeña cantidad de finos (18.6%), la fracción que pasa la malla N° 40 es no plástico (no presenta Índice plástico lo que indica que la fracción fina es casi exentos de arcilla), y de compresibilidad baja (no presenta Limite Liquido, no presenta Limite Plástico), el terreno se encuentra húmedo con presencia de nivel freático (humedad de 14.6%).



El Nivel Freático se encuentra a 0.70m de profundidad medido desde la superficie.

C-80, CANAL TRAPEZOIDAL

De 0.00m a 0.50m terreno de cobertura de color negro, conformado por suelos orgánicos con arena limosa, con presencia de raíces incipientes, material muy suelto, estrato no adecuado para el desplante de cimentación, estrato en lo posible a eliminar.

De 0.50m a 1.50m, Depósitos Residuales, terreno de color beige, conformado por una Arena Limosa con Grava que se clasifica en el sistema unificado de clasificación de suelos SUCS como un SM y en el sistema de Clasificación del AASHTO como un A-1-b(0), presenta mucha cantidad de Grava (34.9%), de mucha a bastante cantidad de Arena (46.6%) y presenta pequeña cantidad de finos (18.5%), La fracción gruesa es de perfil sub angular con textura semi rugosa, la fracción que pasa la malla N° 40 es no plástico (no presenta Índice plástico lo que indica que la fracción fina es casi exentos de arcilla), y de compresibilidad baja (Limite Liquido 18.8%, no presenta Limite Plástico), el terreno se encuentra húmedo con presencia de nivel freático (humedad de 2.5%).

El Nivel Freático no se encuentra a la profundidad de exploración.

C-83, CANAL ENTUBADO

De 0.00m a 0.40m terreno de cobertura de color marrón claro, conformado por suelos arenosos y grava media a gruesa en bastante cantidad, con material orgánico, con presencia de raíces incipientes, material muy suelto, estrato no adecuado para el desplante de cimentación, estrato en lo posible a eliminar.

De 0.40m a 1.50m, Depósitos Coluviales, terreno de color rojizo, conformado por una Grava Mal Graduada con Limo y Arena que se clasifica en el sistema unificado de clasificación de suelos SUCS como un GP-GM y en el sistema de Clasificación del AASHTO como un A-1-a(0), presenta bastante cantidad de Grava (74.5%), pequeña cantidad de Arena (17.1%) y presenta poca cantidad de finos (8.4%), La fracción gruesa es de perfil sub angular con textura semi rugosa, la fracción que pasa la malla N° 40 no presenta plasticidad (no presenta Índice plástico lo que indica que la fracción fina es casi exentos de arcilla), y de compresibilidad baja (Limite Liquido 17.7%, no presenta Limite Plástico de), el terreno de encuentra húmedo sin presencia visible de agua (humedad de 0.4%).

El Nivel Freático no se encuentra a la profundidad de exploración

RESERVORIO N° 9, C-1

De 0.00m a 1.30m terreno de cobertura de color marrón oscuro, conformado por suelos arenosos gravosos con material orgánico, con presencia de raíces incipientes, material muy



suelto y muy compresible, estrato no adecuado para el desplante de cimentación, estrato en lo posible a eliminar.

De 1.30m a 3.00m, Depósitos Residuales, terreno de color beige, conformado por una Arena Arcillosa con Grava que se clasifica en el sistema unificado de clasificación de suelos SUCS como un SM y en el sistema de Clasificación del AASHTO como un A-2-4(0), presenta pequeña cantidad de Grava (16.4%), bastante cantidad de Arena (54.5%) y presenta de pequeña a mucha cantidad de finos (29.1%). La fracción gruesa es de perfil sub angular con textura semi rugosa, la fracción que pasa la malla N° 40 es no plástico (no presenta Índice plástico lo que indica que la fracción fina es casi exentos de arcilla), y de compresibilidad baja (no presenta Limite Liquido, no presenta Limite Plástico), el terreno de encuentra húmedo sin presencia visible de agua (humedad de 9.8%), de densidad aparente de 1.65 tn/m³ y una densidad seca de 1.5tn/m³.

El Nivel Freático no se encuentra a la profundidad de exploración.

C-84, CANAL ENTUBADO

De 0.00m a 0.40m terreno de cobertura de color marrón claro, conformado por suelos arcillosos y grava media a gruesa en poca cantidad, con material orgánico, con presencia de raíces incipientes, material muy suelto y compresible, estrato no adecuado para el desplante de cimentación, estrato en lo posible a eliminar.

De 0.40m a 1.50m, Depósitos Residuales, terreno de color beige, conformado por una Arcilla Ligera Arenosa que se clasifica en el sistema unificado de clasificación de suelos SUCS como un CL y en el sistema de Clasificación del AASHTO como un A-4(5), presenta trazos de Grava (3.6%), de pequeña a mucha cantidad de Arena (27%) y presenta bastante cantidad de finos (69.4%), la fracción que pasa la malla N° 40 es de plasticidad Media (Índice plástico de 9.1% lo que indica que la fracción fina es arcilloso), y de compresibilidad baja (Limite Liquido 30.4%, Limite Plástico de 21.4%), el terreno de encuentra húmedo sin presencia visible de agua (humedad de 13.3%), la fracción fina presenta una consistencia muy duro y está en un estado semisólido.

El Nivel Freático no se encuentra a la profundidad de exploración

C-86, CANAL ENTUBADO

De 0.00m a 0.40m terreno de cobertura de color marrón claro, conformado por suelos arenosos y grava media a gruesa en bastante cantidad, con material orgánico, con presencia de raíces incipientes, material muy suelto, estrato no adecuado para el desplante de cimentación, estrato en lo posible a eliminar.

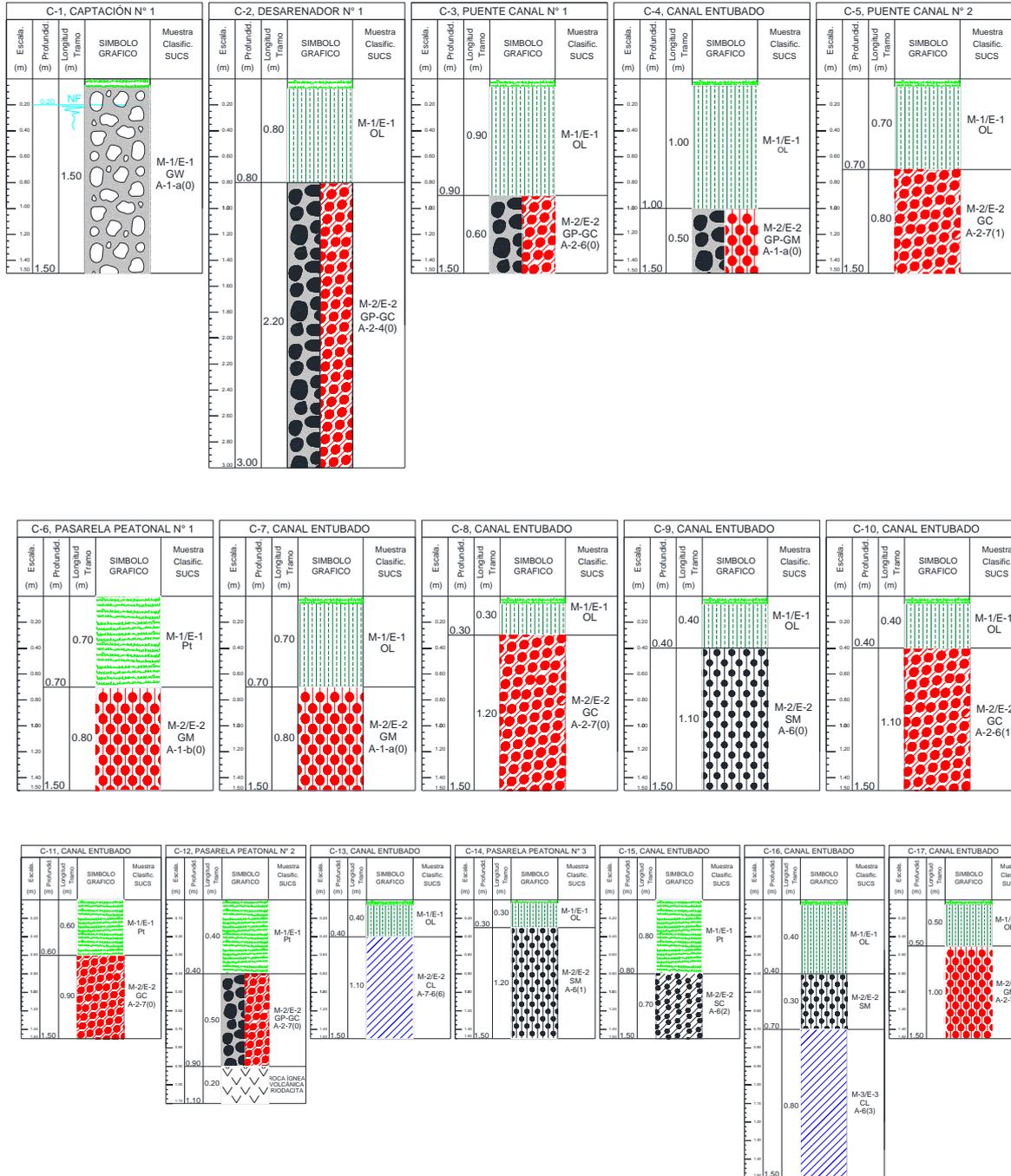


De 0.40m a 1.50m, Depósitos Residuales, terreno de color dorado, conformado por una Arena Bien Graduada con Arcilla y Grava que se clasifica en el sistema unificado de clasificación de suelos SUCS como un SW-SC y en el sistema de Clasificación del AASHTO como un A-2-4(0), presenta mucha cantidad de Grava (43.1%), bastante cantidad de Arena (51%) y presenta poca cantidad de finos (5.9%), esta matriz envuelve aproximadamente boleos en un 15%. La fracción gruesa es de perfil sub angular con textura semi rugosa, la fracción que pasa la malla N° 40 es de plasticidad Media (Índice plástico de 7.5% lo que indica que la fracción fina es arcilloso), y de compresibilidad baja (Limite Liquido 25.7%, Limite Plástico de 18.1%), el terreno de encuentra húmedo sin presencia visible de agua (humedad de 3.5%), la fracción fina presenta una consistencia muy duro y está en un estado semisólido.

El Nivel Freático no se encuentra a la profundidad de exploración



PERFIL ESTRATIGRAFICO DEL EJE DEL CANAL TRAMO I (KM 0+000 AL KM 10+190)

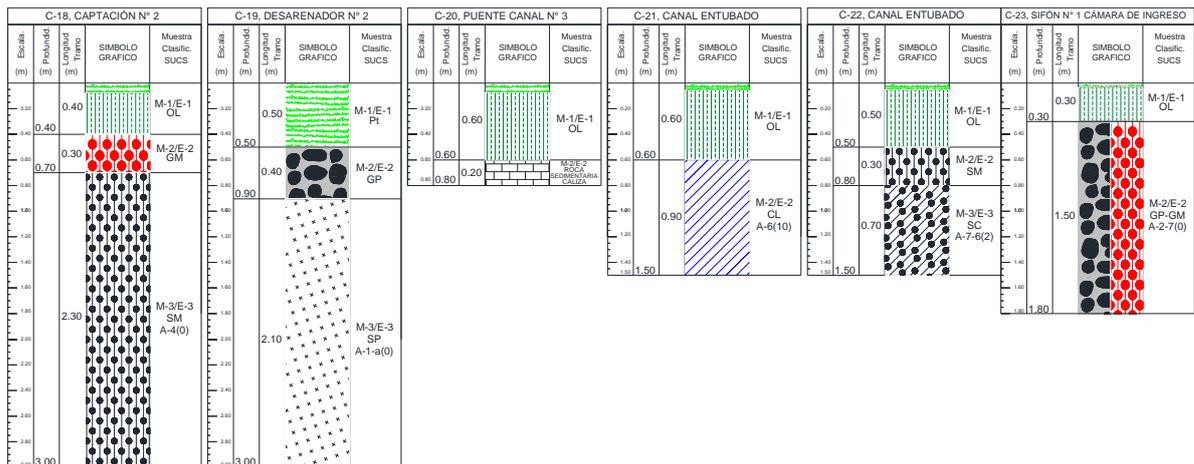




DESCRIPCION	PROGRESIVA	ESTE (m)	NORTE (m)	NRO
CAPTACION 1 CCARAMPA	0+000	743803	8389502	C-1
DESARENADOR 1	0+100	743723	8389519	C-2
PUENTE CANAL 1	00+920	743300	8390134	C-3
EJE DE CANAL	00+930	743300	8390150	C-4
PUENTE CANAL 2	01+410	743207	8390487	C-5
PASARELA PEATONAL 1	01+810	743163	8390707	C-6
EJE DE CANAL	01+930	743038	8390760	C-7
	02+910	742565	8391471	C-8
	03+830	742517	8392243	C-9
	04+810	742201	8392868	C-10
	05+730	741774	8393565	C-11
PASARELA PEATONAL 2	6+580	741482	8394252	C-12
EJE DE CANAL	6+730	741470	8394408	C-13
PASARELA PEATONAL 3	06+790	741421	8394473	C-14
EJE DE CANAL	07+710	740785	8394871	C-15
	08+690	740334	8395592	C-16
	09+690	740459	8395977	C-17

Cuadro 62.- Ubicación de calicatas de los perfiles descritos de 0+000a 9+690km

PERFIL ESTRATIGRAFICO DEL EJE DEL CANAL TRAMO II (KM 0+000 AL KM 2+775)

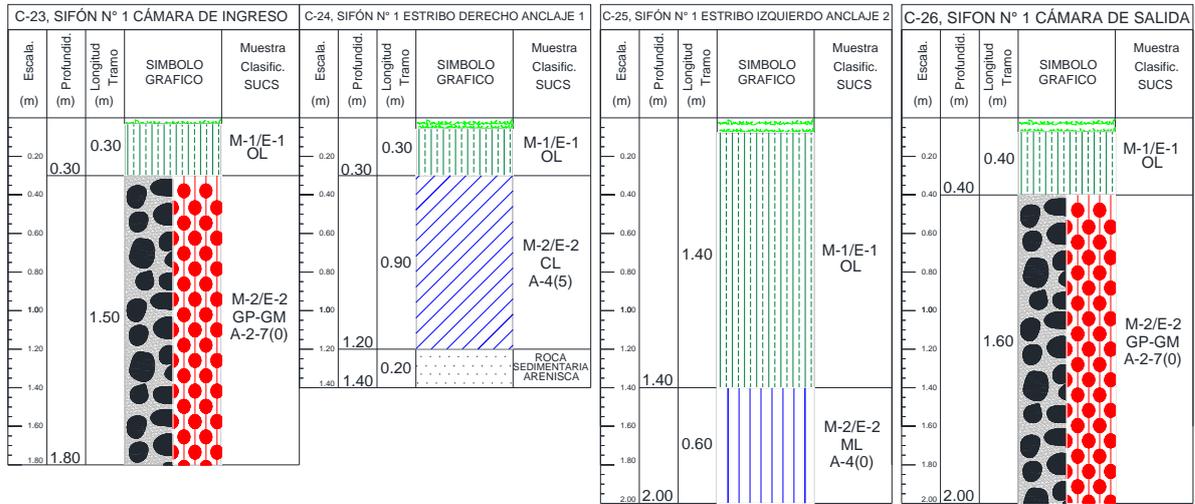


DESCRIPCION	PROGRESIVA	ESTE (m)	NORTE (m)	NRO
CAPTACION 2 SONCCOYUMA	00+000	739682	8394561	C-18
DESARENADOR 2	00+120	739619	8394631	C-19
PUENTE CANAL 3	00+190	739580	8394678	C-20
EJE DE CANAL	01+100	739669	8395409	C-21
	02+180	739807	8396030	C-22
SIFON 1 CAMARA DE INGRESO	10+190	740175	8396334	C-23

Cuadro 63.- Ubicación de calicatas de los perfiles descritos de la Captación Sonccooyuma.



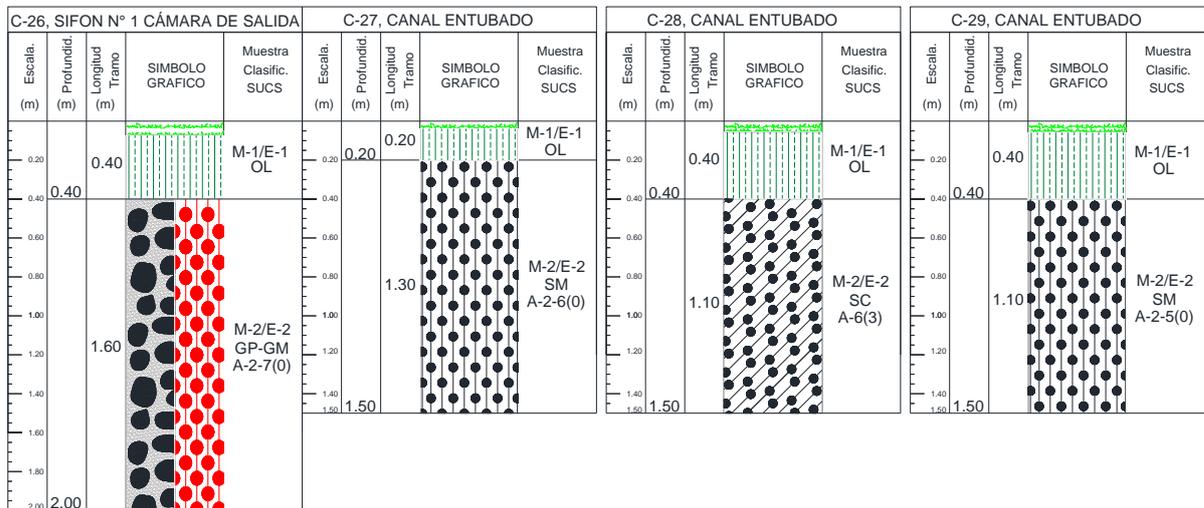
PERFIL ESTRATIGRAFICO DEL EJE DEL CANAL TRAMO III (KM 10+190 AL KM 12+020)

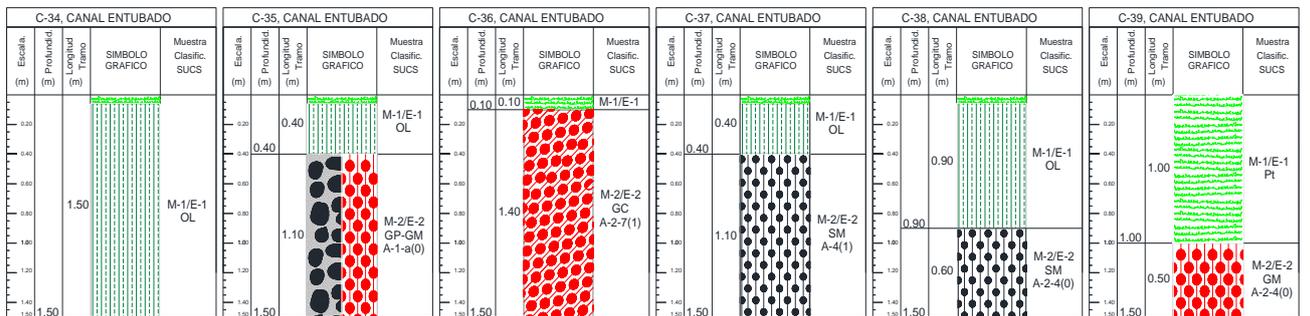
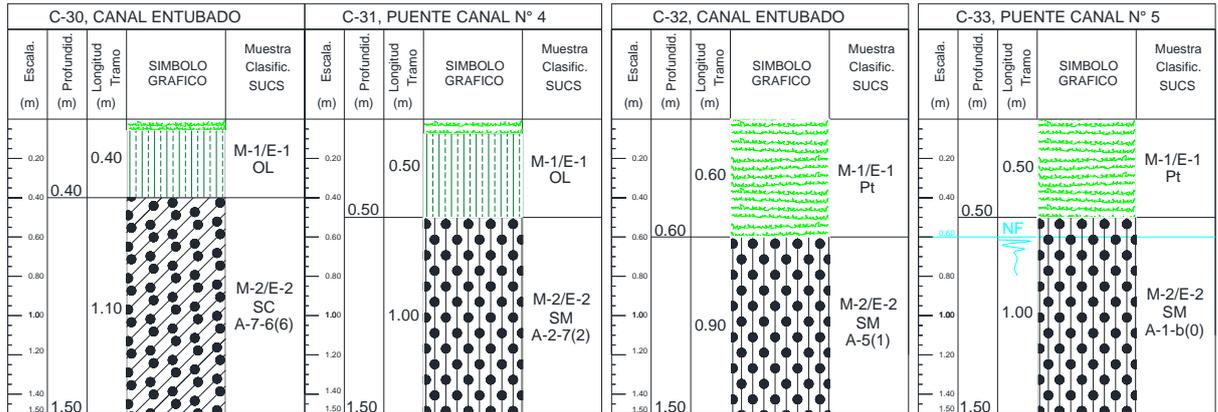


DESCRIPCION	PROGRESIVA	ESTE (m)	NORTE (m)	NRO
SIFON 1 CAMARA DE INGRESO	10+190	740175	8396334	C-23
SIFON 1 ANCLAJE 1 ED	11+240	739382	8396984	C-24
SIFON 1 ANCLAJE 2 EI	11+300	739322	8397015	C-25
SIFON 1 CAMARA DE SALIDA	12+020	738690	8397335	C-26

Cuadro 64.- Ubicación de calicatas de los perfiles descritos de Km 10+190 a 12+020

PERFIL ESTRATIGRAFICO DEL EJE DEL CANAL TRAMO IV (KM 12+020 AL KM 23+350)



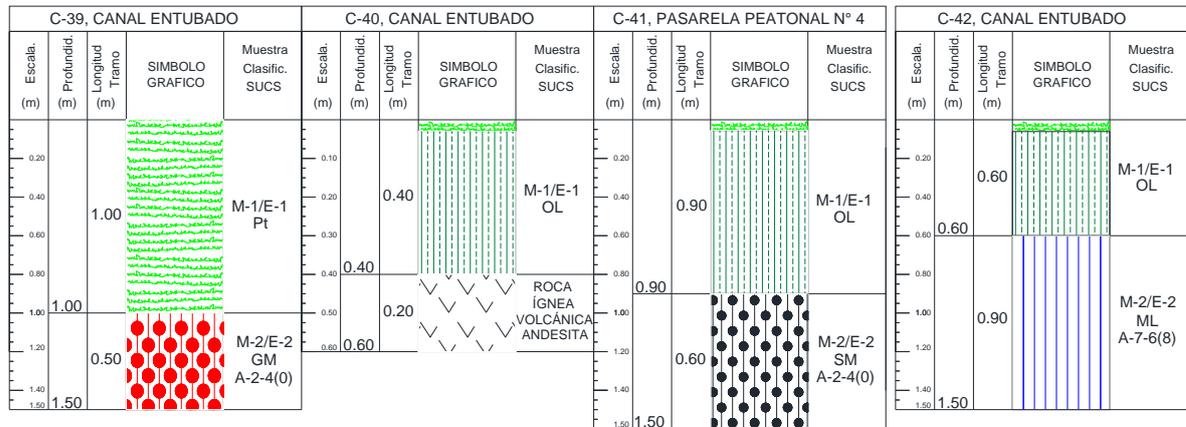


DESCRIPCION	PROGRESIVA	ESTE (m)	NORTE (m)	NRO
SIFON 1 CAMARA DE SALIDA	12+020	738690	8397335	C-26
EJE DE CANAL	12+950	738829	8397828	C-27
	13+950	738849	8398458	C-28
	14+990	738387	8398977	C-29
	15+990	737910	8399532	C-30
PUENTE CANAL 4	16+250	737747	8399465	C-31
EJE DE CANAL	16+990	737467	8399927	C-32
PUENTE CANAL 5	17+910	736735	8399849	C-33
EJE DE CANAL	18+010	736697	8399942	C-34
	18+920	736638	8400734	C-35
	19+920	736585	8401293	C-36
	20+890	736393	8401968	C-37
	21+930	735922	8402528	C-38
	22+930	735542	8403192	C-39

Cuadro 65.- Ubicación de calicatas de los perfiles descritos de la Prg. Km 12+020 a 22+930



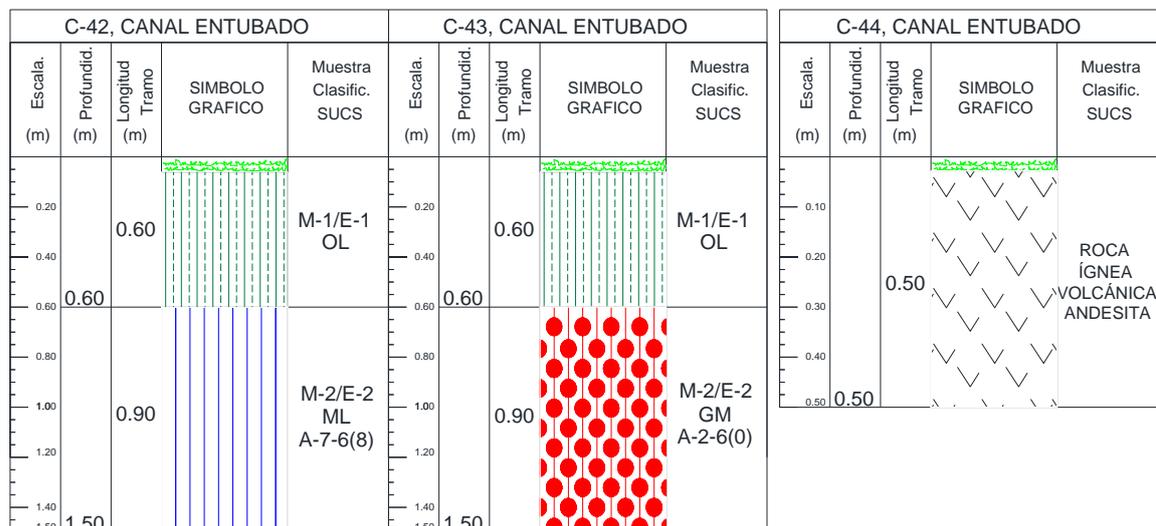
PERFIL ESTRATIGRAFICO DEL EJE DEL CANAL TRAMO V (KM 23+350 AL KM 25+300)



DESCRIPCION	PROGRESIVA	ESTE (m)	NORTE (m)	NRO
EJE DE CANAL	22+930	735542	8403192	C-39
	23+930	735433	8403791	C-40
PASARELA PEATONAL 4	23+950	735443	8403814	C-41
EJE DE CANAL	24+890	735345	8404644	C-42

Cuadro 66.- Ubicación de calicatas de los perfiles descritos de la prog. Km 22+930 a 24+820

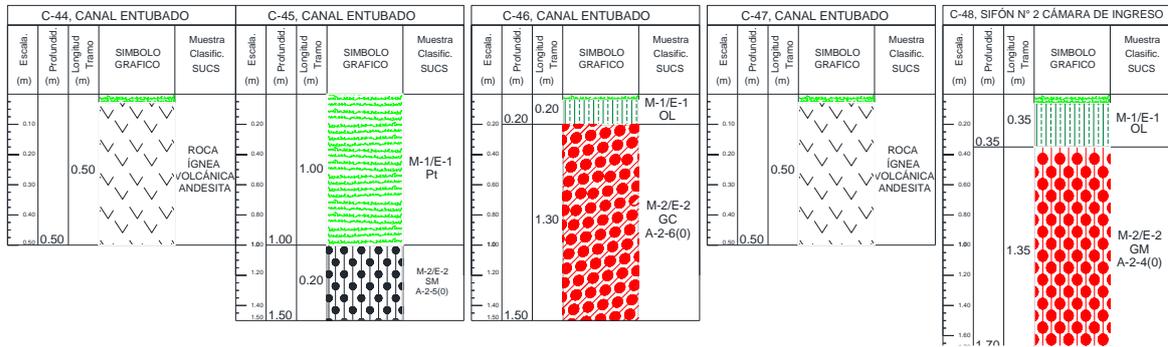
PERFIL ESTRATIGRAFICO DEL EJE DEL CANAL TRAMO VI (KM 24+890 AL KM 27+010)



DESCRIPCION	PROGRESIVA	ESTE (m)	NORTE (m)	NRO
EJE DE CANAL	24+890	735345	8404644	C-42
	25+840	734593	8404674	C-43
	27+010	733695	8405172	C-44

Cuadro 67.- Ubicación de calicatas de los perfiles descritos 24+890 A 27+010

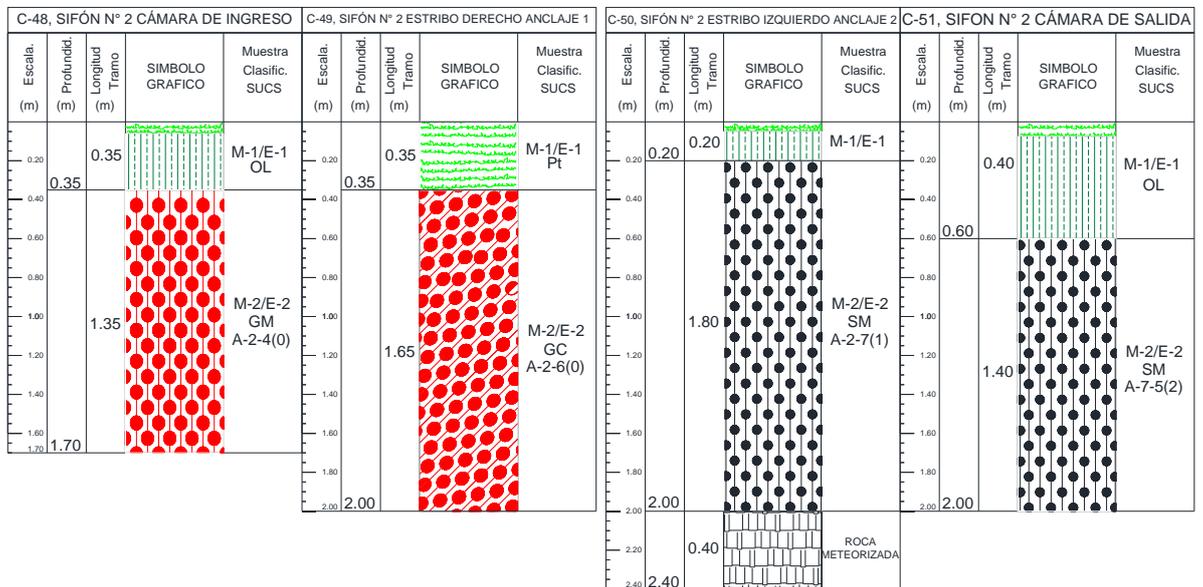
PERFIL ESTRATIGRAFICO DEL EJE DEL CANAL TRAMO VII (KM 27+010 AL KM 30+020)



DESCRIPCION	PROGRESIVA	ESTE (m)	NORTE (m)	NRO
EJE DE CANAL	27+010	733695	8405172	C-44
	28+230	733608	8404513	C-45
	29+250	733983	8403736	C-46
	29+820	733672	8403390	C-47
SIFON 2 CAMARA DE INGRESO	30+020	733567	8403221	C-48

Cuadro 68.- Ubicación de calicatas de los perfiles descritos de la prog. Km 27+010 a 30+020

PERFIL ESTRATIGRAFICO DEL EJE DEL CANAL TRAMO VIII (KM 30+020 AL KM 31+240)

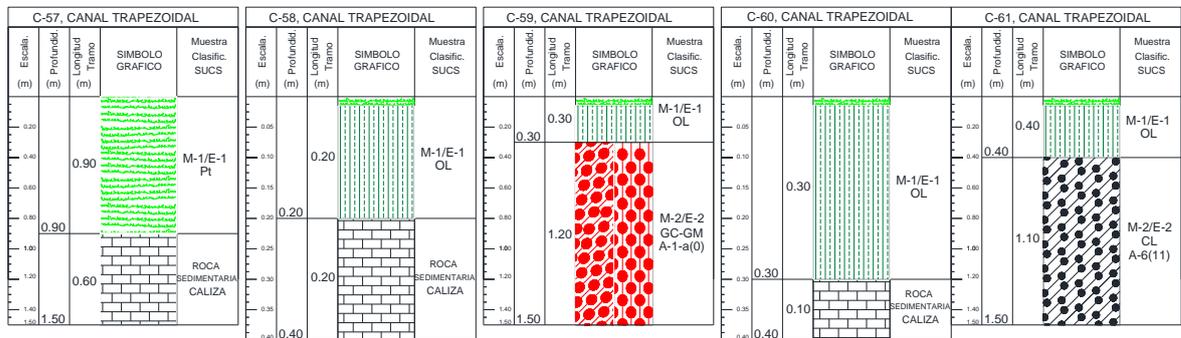
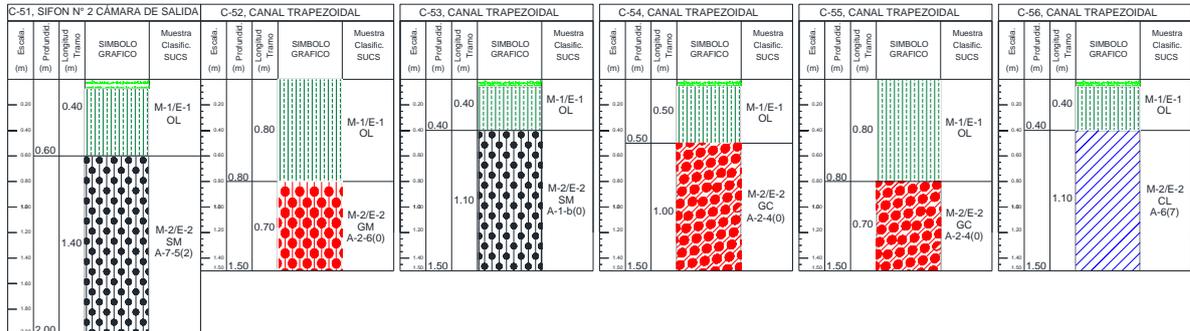


DESCRIPCION	PROGRESIVA	ESTE (m)	NORTE (m)	NRO
SIFON 2 CAMARA DE INGRESO	30+020	733567	8403221	C-48
SIFON 2 ANCLAJE 1 ED	30+590	733030	8403117	C-49
SIFON 2 ANCLAJE 2 EI	30+690	732933	8403082	C-50
SIFON 2 CAMARA DE SALIDA	31+240	732407	8402923	C-51

Cuadro 69.- Ubicación de calicatas de los perfiles descritos de la Prog. 30+020 a 31+240



PERFIL ESTRATIGRAFICO DEL EJE DEL CANAL TRAMO IX (KM 31+240 AL KM 36+180)

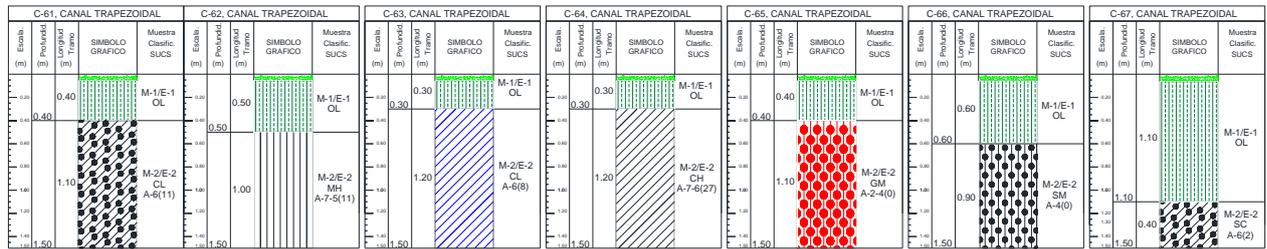


DESCRIPCION	PROGRESIVA	ESTE (m)	NORTE (m)	NRO
SIFON 2 CAMARA DE SALIDA	31+240	732407	8402923	C-51
EJE DE CANAL	31+710	732176	8403171	C-52
	32+210	731945	8403555	C-53
	32+690	731496	8403639	C-54
	33+170	731228	8403608	C-55
	33+680	730847	8403843	C-56
	34+170	730449	8404117	C-57
	34+680	730416	8404492	C-58
	35+180	730268	8404887	C-59
	35+710	730044	8405225	C-60
	36+180	729802	8405598	C-61

Cuadro 70.- Ubicación de calicatas de los perfiles descritos de la prog. 31+240 a 36+180



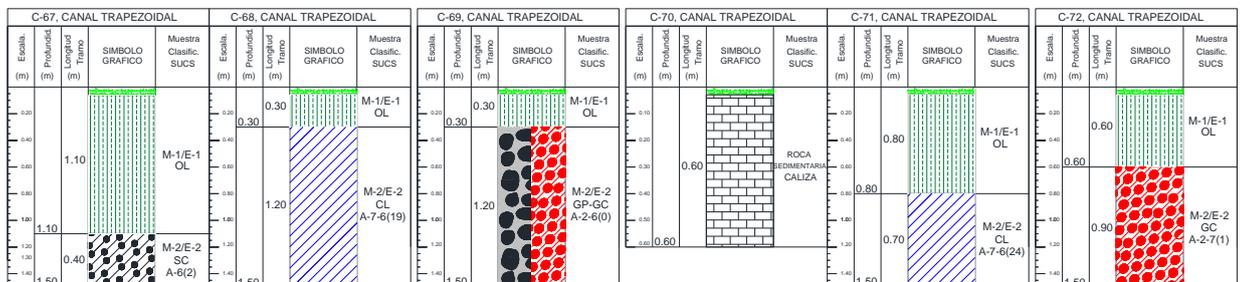
PERFIL ESTRATIGRAFICO DEL EJE DEL CANAL TRAMO X (KM 36+180 AL KM 39+110)



DESCRIPCION	PROGRESIVA	ESTE (m)	NORTE (m)	NRO
EJE DE CANAL	36+180	729802	8405598	C-61
	36+670	729644	8405980	C-62
	37+170	729979	8406125	C-63
	37+650	729539	8406246	C-64
	38+190	729155	8406317	C-65
	38+660	728857	8406644	C-66
	39+110	728961	8406991	C-67

Cuadro 71.- Ubicación de calicatas de los perfiles descritos de la prog. Km 36+180 a 39+110

PERFIL ESTRATIGRAFICO DEL EJE DEL CANAL TRAMO XI (KM 39+110 AL KM 41+620)

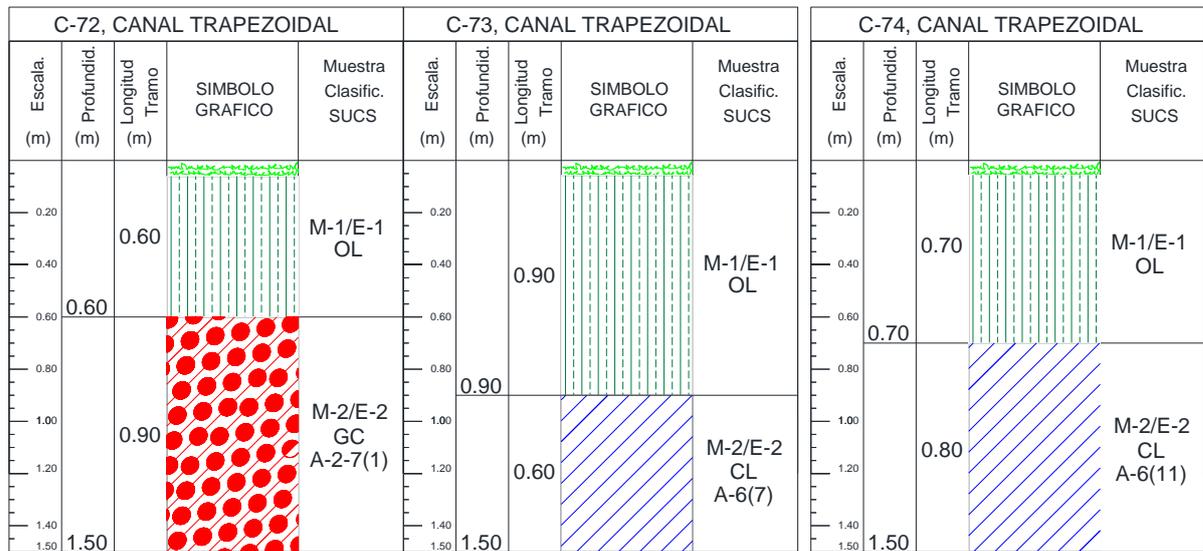


DESCRIPCION	PROGRESIVA	ESTE (m)	NORTE (m)	NRO
EJE DE CANAL	39+110	728961	8406991	C-67
	39+590	729098	8407108	C-68
	40+110	728805	8407500	C-69
	40+610	728849	8407882	C-70
	41+090	728661	8408247	C-71
	41+620	728727	8408551	C-72

Cuadro 62.- Ubicación de calicatas de los perfiles descritos de la prog. Km 39+110 a 41+620



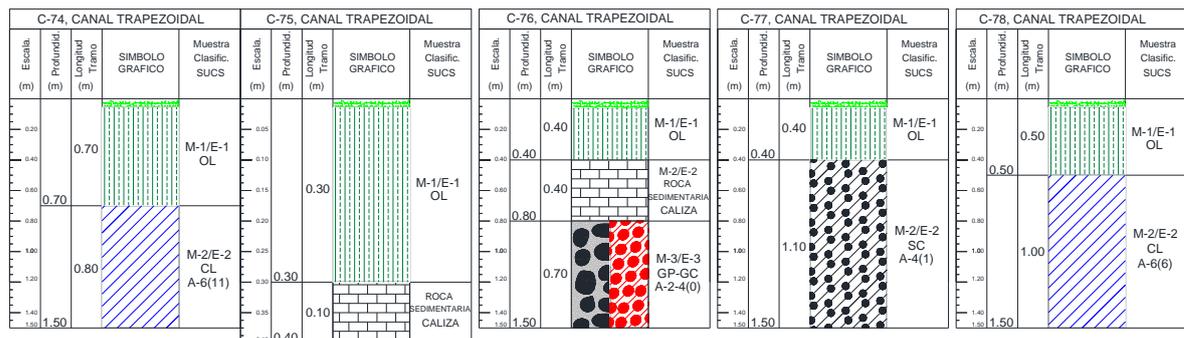
PERFIL ESTRATIGRAFICO DEL EJE DEL CANAL TRAMO XII (KM 41+620 AL KM 42+320)



DESCRIPCION	PROGRESIVA	ESTE (m)	NORTE (m)	NRO
EJE DE CANAL	41+620	728727	8408551	C-72
	42+120	728715	8408923	C-73
	42+320	728746	8409142	C-74

Cuadro 73.- Ubicación de calicatas de los perfiles descritos de la Prog. 41+620 a 42+320

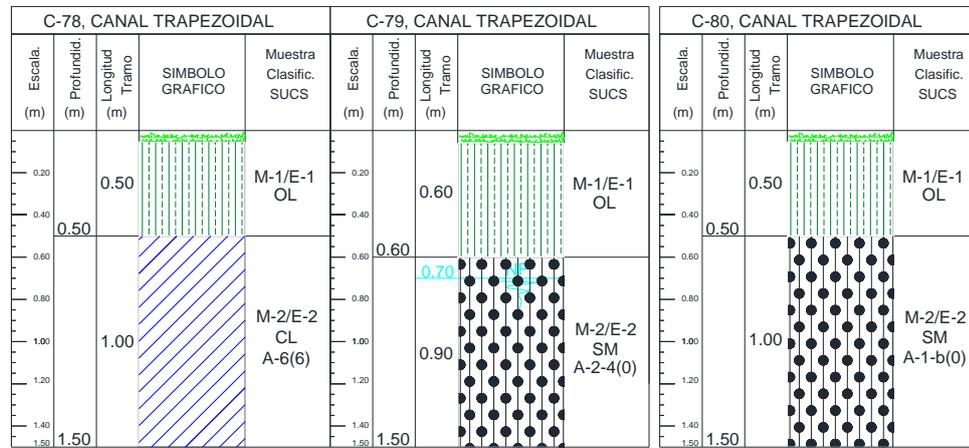
PERFIL ESTRATIGRAFICO DEL EJE DEL CANAL TRAMO XIII (KM 42+320 AL KM 44+180)



DESCRIPCION	PROGRESIVA	ESTE (m)	NORTE (m)	NRO
EJE DE CANAL	42+320	728746	8409142	C-74
	42+790	728470	8409515	C-75
	43+590	727731	8409391	C-76
	43+770	727572	8409326	C-77
	44+180	727231	8409351	C-78

Cuadro 74.- Ubicación de calicatas de los perfiles descritos de la Prog. Km 42+320 a 44+180

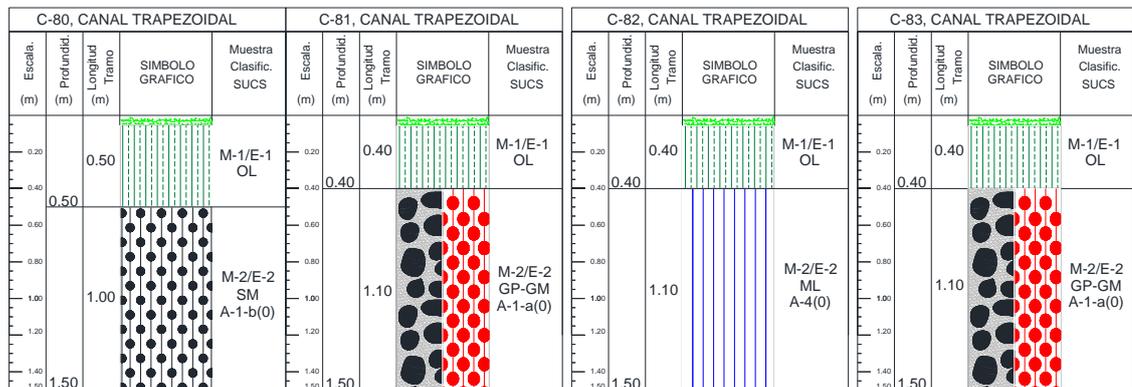
PERFIL ESTRATIGRAFICO DEL EJE DEL CANAL TRAMO XIV (KM 44+180 AL KM 45+580)



DESCRIPCION	PROGRESIVA	ESTE (m)	NORTE (m)	NRO
EJE DE CANAL	44+180	727231	8409351	C-78
	45+070	726552	8409627	C-79
	45+580	726154	8409892	C-80

Cuadro 75.- Ubicación de calicatas de los perfiles descritos de la Prog. 44+180 a 45+580

PERFIL ESTRATIGRAFICO DEL EJE DEL CANAL TRAMO XV (KM 45+580 AL KM 48+150)



DESCRIPCION	PROGRESIVA	ESTE (m)	NORTE (m)	NRO
EJE DE CANAL	45+580	726154	8409892	C-80
	46+130	725925	8410122	C-81
	47+150	725606	8410713	C-82
	48+150	724759	8411052	C-83

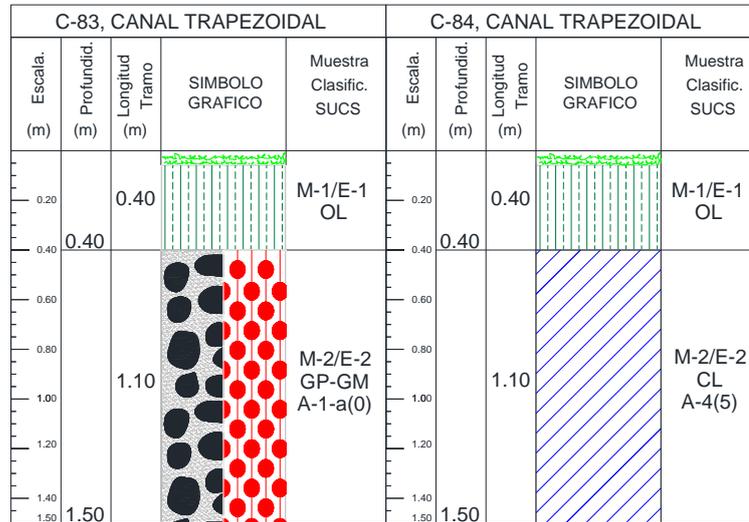
Cuadro 76.- Ubicación de calicatas de los perfiles descritos de la Prog. 45+580 a 48+150



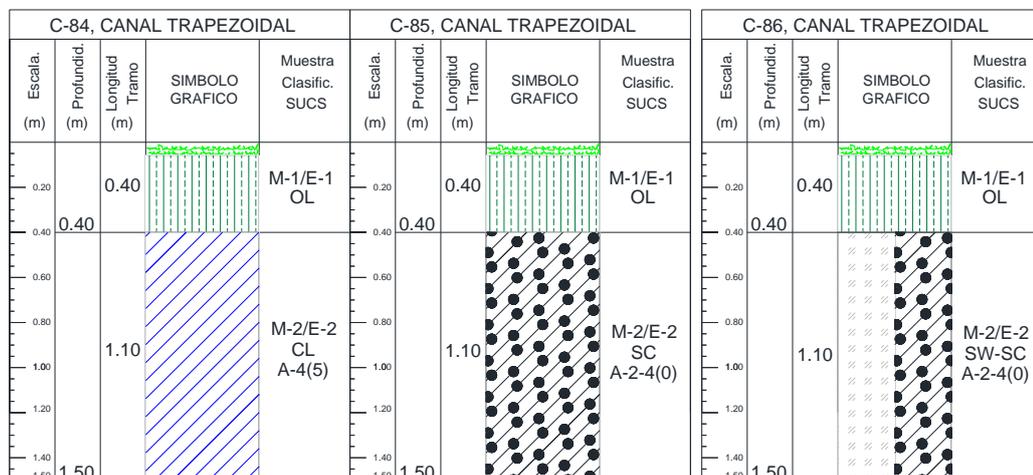
PERFIL ESTRATIGRAFICO DEL EJE DEL CANAL TRAMO XVI (KM 48+150 AL KM 41+150)

DESCRIPCION	PROGRESIVA	ESTE (m)	NORTE (m)	NRO
EJE DE CANAL	48+150	724759	8411052	C-83
	49+150	724044	8411633	C-84

Cuadro 77.- Ubicación de calicatas de los perfiles descritos de la Prog.48+150 a49+150



PERFIL ESTRATIGRAFICO DEL EJE DEL CANAL TRAMO XVII (KM 49+150 AL KM 51+019)



DESCRIPCION	PROGRESIVA	ESTE (m)	NORTE (m)	NRO
EJE DE CANAL	49+150	724044	8411633	C-84
	50+050	723369	8412283	C-85
	51+019	723177	8413102	C-86

Cuadro 78.- Ubicación de calicatas de los perfiles descritos de la Prog. Km49+150 a51+51+019

NIVEL FREATICO RESERVORIO N° 08

Basándose en las exploraciones de campo se menciona que el nivel freático se encuentra a una profundidad más crítica de 0.80m desde el nivel del terreno actual.



Fotografía 43.- Nivel freático a 0.80m desde en nivel de terreno actual

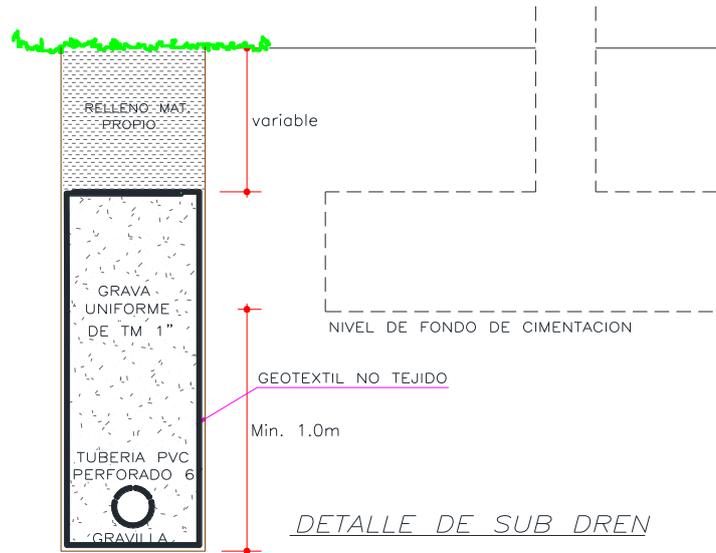
Debido a la posibilidad de subida de las aguas freáticas se recomienda hacer un sistema de sub dren alrededor del perímetro de las estructuras principales.

Se recomienda la construcción de un sistema de sub dren, con tubería perforada de 6" envuelta en gravas uniformes de TM de 1 1/2" y todo ello envuelto en mallas de geotextil no tejido NT. El Sub Dren deberá tener una profundidad mínima del ancho del cimiento por debajo del nivel de cimentación, recomendándose un mínimo de 1.0m.

Para la zona de desfogue del sistema de sub den se deberá hacer una nivelación topográfica con la zona de topografía más baja (zona de salida - desfogue) para establecer adecuadamente las alturas del sistema de drenaje, la pendiente mínima será de 1.5%.

El agotamiento debe realizarse de tal forma que no comprometa la estabilidad de los taludes o de las obras vecinas.

El sistema de sub dren se hará antes del inicio de los trabajos de excavación, no se permitirá la construcción del sub dren después de haber vaciado las cimentaciones, pues podría provocarse asentamientos no tolerables por la estructura ya colocada. Se presenta la configuración del sub dren a plantearse:



En el caso de suelos permeables que requieran rebajamiento del agua para realizar las excavaciones de las zapatas, el rebajamiento se mantendrá durante toda la ejecución de los trabajos de cimentación.

En el caso de excavaciones ejecutadas sin agotamiento en suelos arcillosos y con un contenido de humedad próximo al límite líquido, se procederá a un saneamiento del fondo de la excavación previo a la ejecución de las zapatas.

CANAL TRAPEZOIDAL PROYECTADO KM 44+600 – 45+200

Basándose en las exploraciones de campo se menciona que el nivel freático se encuentra a una profundidad más crítica de 0.70m desde el nivel del terreno actual.



Fotografía 44.- Nivel freático a 0.70m desde en nivel de terreno actual, puente de canal prog. 1+000 y 45+200

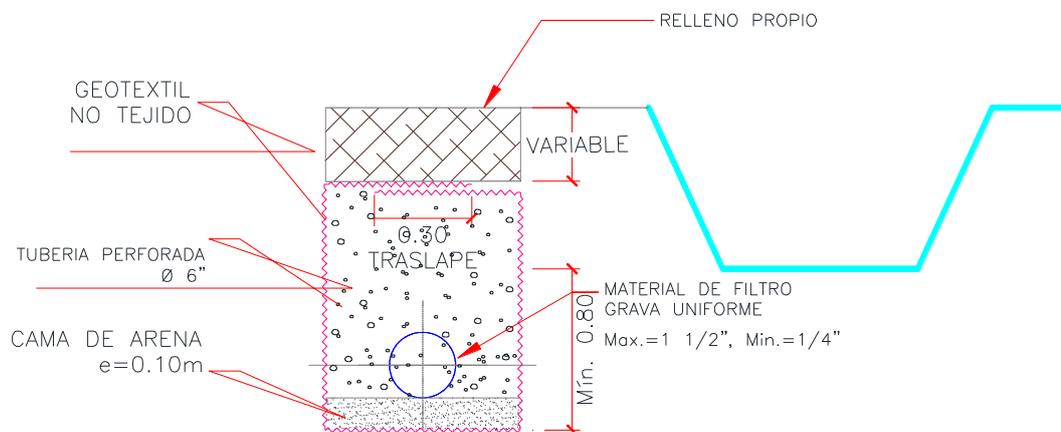
Debido a la posibilidad de subida de las aguas freáticas se recomienda hacer sistemas de sub dren longitudinales y transversales con la finalidad de evacuar el nivel freático.

Se recomienda la construcción de un sistema de sub dren, con tubería perforada de 6” envuelta en gravas uniformes de TM de 1 1/2” y todo ello envuelto en mallas de geotextil no tejido NT. El Sub Dren deberá tener una profundidad mínima del ancho del cemento por debajo del nivel de cimentación, recomendándose un mínimo de 0.80m.

Para la zona de desfogue del sistema de sub den se deberá hacer una nivelación topográfica con la zona de topografía más baja (zona de salida - desfogue) para establecer adecuadamente las alturas del sistema de drenaje, la pendiente mínima será de 1.5%.

El agotamiento debe realizarse de tal forma que no comprometa la estabilidad de los taludes o de las obras vecinas.

El sistema de sub dren se hará antes del inicio de los trabajos de excavación, no se permitirá la construcción del sub dren después de haber vaciado las cimentaciones, pues podría provocarse asentamientos no tolerables por la estructura ya colocada. Se presenta la configuración del sub dren a plantearse:



Detalle de sub dren transversal

5.1.3. ANALISIS DE LA INFORMACION

5.1.3.1. CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE

Las Capacidad de Carga y el Asentamiento, calculados, teniendo en cuenta las condiciones más críticas en los terrenos donde estarán emplazadas las estructuras, obtenidos de los resultados de los ensayos y análisis en general se muestra a continuación el resumen respectivo:



La carga admisible, o capacidad de carga admisible, se calcula dividiendo la capacidad última de carga entre un factor de seguridad

$$q_{adm} = q_{ult} / FS$$

ECUACION DE TERZAGHI

$$q_{ult} = c' * N_c + q * N_q + 0.5 * \gamma * B * N_\gamma$$

q_{ult} : Capacidad última de carga (presión)

c' : Cohesión efectiva del suelo

q : Sobrecarga en la superficie del suelo ($\gamma_1 * D_f$)

γ : Peso específico del suelo

B : Ancho del cimiento

N_c, N_q, N_γ : Factores de capacidad de carga (dependen del ángulo de fricción del suelo, ϕ).

N_c :

Factor de capacidad de carga debido a la cohesión. Se puede calcular con: $N_c = (N_q - 1) * \cot(\phi)$.

N_q :

Factor de capacidad de carga debido a la sobrecarga. Se puede calcular con: $N_q = \exp(\pi * \tan(\phi)) * \tan^2(45 + \phi/2)$.

N_γ :

Factor de capacidad de carga debido al peso del suelo. Se puede calcular con: $N_\gamma = 1.5 * (N_q - 1) * \tan(\phi)$.

Donde **FS** es un factor de seguridad que se elige según el tipo de suelo, la importancia de la estructura y las regulaciones de diseño. En general, se usa un FS de 2 o 3 para cimientos superficiales.

FS 3: El factor de seguridad de 3 se aplica para asegurar que la presión que el suelo soporta sea significativamente menor que la resistencia máxima del suelo, previniendo así una falla por cortante.

FS 2: El factor de seguridad de 2 en cimentaciones se utiliza para garantizar la seguridad y la estabilidad de la estructura, considerando posibles errores en la estimación de la capacidad portante del suelo y proporcionando un margen de seguridad frente a cargas inesperadas o excepcionales

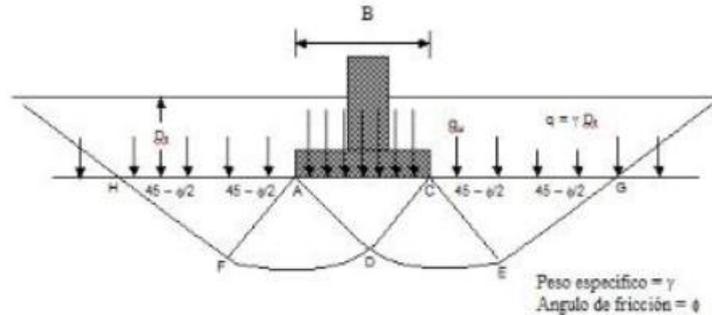


Imagen 13.- Grafica para la ecuación de Terzaghi

➤ CAPTACION

Captación Ccarampa N°01:

Terreno de cimentación: Suelos fluviales - Grava bien graduada con arena.

Peso Específico aparente = 18.05 kN/m^3

Peso Específico seco = 14.74 kN/m^3

Angulo de fricción efectiva = 35.5°

La Cohesión = 0.0 kPa

Profundidad mínima de cimentación $D_f=1.50\text{m}$.

La capacidad de carga admisible de trabajo es de $q_{ad tr} = 1.50 \text{ kg/cm}^2$.

Nivel freático: Se encontró a 0.20m de profundidad medido desde la superficie.

Captación Sonccoyuma N°02:

Terreno de cimentación: Suelos Fluviales - Arena Limosa con Grava

Peso Específico aparente = 19.75 kN/m^3

Peso Específico seco = 16.00 kN/m^3

Angulo de fricción efectiva = 28.8°

La Cohesión = 14.0 kPa

Profundidad mínima de cimentación $D_f=1.50\text{m}$.

La capacidad de carga admisible de trabajo es de $q_{ad tr} = 1.28 \text{ kg/cm}^2$.



Nivel freático: no se encuentra dentro de la zona de las cargas a proyectarse

➤ **DESARENADOR**

Desarenador 01:

Terreno de cimentación: Grava mal graduada con arcilla y arena

Peso Específico aparente = 14.09 kN/m³

Peso Específico seco = 13.28 kN/m³

Angulo de fricción efectiva = 33.20°

La Cohesión = 3.2 kPa

Profundidad mínima de cimentación Df=1.20m.

La capacidad de carga admisible de trabajo es de $q_{ad\ tr} = 1.44 \text{ kg/cm}^2$.

Nivel freático: no se encuentra dentro de la zona de las cargas a proyectarse

Desarenador 02

Terreno de cimentación: Arena mal graduada con grava

Peso Específico aparente = 15.31 kN/m³

Peso Específico seco = 13.74 kN/m³

Angulo de fricción efectiva = 31.2°

La Cohesión = 0.0 kPa

Profundidad mínima de cimentación Df=1.50m.

La capacidad de carga admisible de trabajo es de $q_{ad\ tr} = 1.28 \text{ kg/cm}^2$.

Nivel freático: no se encuentra dentro de la zona de las cargas a proyectarse

➤ **PUENTE CANAL**

Puente canal 01:

Terreno de cimentación: Grava mal graduada con arcilla y arena

Peso Específico aparente = 15.29 kN/m³

Peso Específico seco = 13.68 kN/m³

Angulo de fricción efectiva = 34.9°

La Cohesión $\approx 0.0 \text{ kPa}$



Profundidad mínima de cimentación $D_f=1.50\text{m}$.

La capacidad de carga admisible de trabajo es de $q_{ad\ tr} = 2.00\text{ kg/cm}^2$.

Nivel freático: no se encuentra dentro de la zona de las cargas a proyectarse

Puente canal 02:

Terreno de cimentación: Grava arcillosa con arena GC

Peso Específico aparente = 13.08 kN/m^3

Angulo de fricción efectiva = 28.10°

La Cohesión = 22.50 kPa

Profundidad mínima de cimentación $D_f=1.50\text{m}$.

La capacidad de carga admisible de trabajo es de $q_{ad\ tr} = 1.81\text{ kg/cm}^2$.

Nivel freático: no se encuentra dentro de la zona de las cargas a proyectarse

Puente canal 03

Terreno de cimentación: Roca sedimentaria de arenisca

Peso Específico aparente = 25.50 kN/m^3

Angulo de fricción efectiva = 23.5°

La Cohesión = 93.16 kPa

Profundidad mínima de cimentación $D_f=1.20\text{m}$.

La capacidad de carga admisible de trabajo es de $q_{ad\ tr} = 3.96\text{ kg/cm}^2$.

Nivel freático: no se encuentra dentro de la zona de las cargas a proyectarse

Puente canal 04

Terreno de cimentación: Arena limosa con grava.

Peso Específico = 12.69 kN/m^3

Peso Específico Seco $\gamma_d = 10.12\text{ kN/m}^3$

Angulo de fricción efectiva = 30.20°

La Cohesión = 3.60 kN/m^2

Profundidad mínima de cimentación $D_f=1.50\text{m}$.

La capacidad de carga admisible de trabajo es de $q_{ad\ tr} = 1.23\text{ kg/cm}^2$.



Nivel freático: no se encuentra dentro de la zona de las cargas a proyectarse

➤ **SIFONES:**

Sifón N° 1 Cámara de ingreso

Terreno de cimentación: Grava mal graduada con limo y arena.

Peso Específico aparente = 11.56 kN/m³

Peso Específico seco = 10.00 kN/m³

Angulo de fricción efectiva = 29.8°

La Cohesión = 9.6 kPa

Profundidad mínima de cimentación Df=1.50m.

La capacidad de carga admisible de trabajo es de $q_{ad\ tr} = 1.36 \text{ kg/cm}^2$.

Nivel freático: no se encuentra dentro de la zona de las cargas a proyectarse.

Sifón N° 1 estribo derecho anclaje 1

Terreno de cimentación: Arenisca roca sedimentaria.

Peso Específico aparente = 18.1 kN/m³

Angulo de fricción efectiva = 22.5°

La Cohesión = 80.41 kPa

Profundidad mínima de cimentación Df=1.50m.

La capacidad de carga admisible de trabajo es de $q_{ad\ tr} = 3.30 \text{ kg/cm}^2$.

Nivel freático: no se encuentra dentro de la zona de las cargas a proyectarse

Sifón N° 1 estribo izquierdo anclaje 2 (C-25)

Terreno de cimentación: Limo arenoso

Peso Específico aparente = 18.1 kN/m³

Angulo de fricción efectiva = 31.5°

La Cohesión = 3.14 kPa

Profundidad mínima de cimentación Df=1.50m.

La capacidad de carga admisible de trabajo es de $q_{ad\ tr} = 1.71 \text{ kg/cm}^2$.

Nivel freático: no se encuentra dentro de la zona de las cargas a proyectarse.



Sifón N° 1 cámara de salida (C-26)

Terreno de cimentación: Grava mal graduada con limo y arena.

Peso Específico aparente = 11.87 kN/m³

Peso Específico seco = 9.97 kN/m³

Angulo de fricción efectiva = 28.6°

La Cohesión = 9.6 kPa

Profundidad mínima de cimentación Df=1.50m.

La capacidad de carga admisible de trabajo es de q ad tr = 1.26 kg/cm².

Nivel freático: no se encuentra dentro de la zona de las cargas a proyectarse

Sifón N° 2 Cámara de ingreso (C-48)

Terreno de cimentación: Grava Limosa con Arena

Peso Específico aparente = 12.74 kN/m³

Peso Específico seco = 11.42 kN/m³

Angulo de fricción efectiva = 34.5°

La Cohesión = 1.1 kPa

Profundidad mínima de cimentación Df=1.50m.

La capacidad de carga admisible de trabajo es de q ad tr = 1.66 kg/cm².

Nivel freático: Se encontró a 1.20m de profundidad medido desde la superficie.

Sifón N° 2 estribo derecho anclaje 1 (C-49)

Terreno de cimentación: Grava arcillosa con arena

Peso Específico aparente = 17.85 kN/m³

Peso Específico seco = 15.42 kN/m³

Angulo de fricción efectiva = 30.8°

La Cohesión = 8.0 kPa

Profundidad mínima de cimentación Df=1.50m.

La capacidad de carga admisible de trabajo es de q ad tr = 1.95 kg/cm².

Nivel freático: no se encuentra dentro de la zona de las cargas a proyectarse



Sifón N° 2 estribo izquierdo anclaje 2 (C-50)

Terreno de cimentación: Roca meteorizada

Peso Específico aparente = 20.3 kN/m³

Angulo de fricción efectiva = 21.6°

La Cohesión = 66.69 kPa

Profundidad mínima de cimentación Df=1.50m.

La capacidad de carga admisible de trabajo es de $q_{ad\ tr} = 2.84 \text{ kg/cm}^2$.

Nivel freático: no se encuentra dentro de la zona de las cargas a proyectarse

Sifón N° 2 cámara de salida (C-51)

Terreno de cimentación: Arena Limosa

Peso Específico aparente = 11.54 kN/m³

Peso Específico seco = 9.64 kN/m³

Angulo de fricción efectiva = 29.0°

La Cohesión = 16.1 kPa

Profundidad mínima de cimentación Df=1.50m.

La capacidad de carga admisible de trabajo es de $q_{ad\ tr} = 1.54 \text{ kg/cm}^2$.

Nivel freático: no se encuentra dentro de la zona de las cargas a proyectarse.

➤ RESERVORIOS:

RESERVORIO N° 01

Terreno de cimentación: Arena Limosa

Peso Específico Aparente $\gamma_{ap} = 11.16 \text{ kN/m}^3$

Peso Específico Seco $\gamma_d = 9.29 \text{ kN/m}^3$

Cohesión efectiva $C' = 3.0 \text{ kN/m}^2$

Angulo de fricción efectiva $\phi' = 31.1^\circ$

Profundidad mínima de cimentación Df=1.20m.

La capacidad de carga admisible de trabajo es de $q_{ad\ tr} = 1.24 \text{ kg/cm}^2$.

Nivel freático: no se encuentra dentro de la zona de las cargas a proyectarse



RESERVORIO N° 02

Terreno de cimentación: Limo arenoso

Peso Específico Aparente $\gamma_{ap} = 10.74 \text{ kN/m}^3$

Peso Específico Seco $\gamma_d = 8.49 \text{ kN/m}^3$

Cohesión efectiva $C' = 9.3 \text{ kN/m}^2$

Angulo de fricción efectiva $\phi' = 28.3^\circ$

Profundidad mínima de cimentación $D_f = 1.20 \text{ m}$.

La capacidad de carga admisible de trabajo es de $q_{ad \text{ tr}} = 1.00 \text{ kg/cm}^2$.

Nivel freático: no se encuentra dentro de la zona de las cargas a proyectarse

RESERVORIO N° 03

Terreno de cimentación: Arcilla densa areno

Peso Específico Aparente $\gamma_{ap} = 17.94 \text{ kN/m}^3$

Peso Específico Seco $\gamma_d = 13.46 \text{ kN/m}^3$

Cohesión efectiva $C' = 23.4 \text{ kN/m}^2$

Angulo de fricción efectiva $\phi' = 8.4^\circ$

Profundidad mínima de cimentación $D_f = 1.20 \text{ m}$.

La capacidad de carga admisible de trabajo es de $q_{ad \text{ tr}} = 0.72 \text{ kg/cm}^2$.

Nivel freático: no se encuentra dentro de la zona de las cargas a proyectarse

RESERVORIO N° 04

Terreno de cimentación: Grava mal graduada con limo y arena

Peso Específico Aparente $\gamma_{ap} = 14.67 \text{ kN/m}^3$

Peso Específico Seco $\gamma_d = 12.14 \text{ kN/m}^3$

Cohesión efectiva $C' \approx 0.0 \text{ kN/m}^2$

Angulo de fricción efectiva $\phi' = 34.5^\circ$

Profundidad mínima de cimentación $D_f = 1.20 \text{ m}$.

La capacidad de carga admisible de trabajo es de $q_{ad \text{ tr}} = 1.51 \text{ kg/cm}^2$.

Nivel freático: no se encuentra dentro de la zona de las cargas a proyectarse



RESERVORIO N° 05

Terreno de cimentación: Grava limosa con arena

Peso Específico Aparente $\gamma_{ap} = 13.8 \text{ kN/m}^3$

Cohesión efectiva $C' \approx 0.00 \text{ kN/m}^2$

Angulo de fricción efectiva $\phi' = 34.3^\circ$

Profundidad mínima de cimentación $D_f = 1.20 \text{ m}$.

La capacidad de carga admisible de trabajo es de $q_{ad \text{ tr}} = 1.39 \text{ kg/cm}^2$.

Nivel freático: no se encuentra dentro de la zona de las cargas a proyectarse

RESERVORIO N° 06

Terreno de cimentación: Arcilla ligera con arena

Peso Específico Aparente $\gamma_{ap} = 14.26 \text{ kN/m}^3$

Peso Específico Seco $\gamma_d = 10.50 \text{ kN/m}^3$

Cohesión efectiva $C' = 28.9 \text{ kN/m}^2$

Angulo de fricción efectiva $\phi' = 7.7^\circ$

Profundidad mínima de cimentación $D_f = 1.20 \text{ m}$.

La capacidad de carga admisible de trabajo es de $q_{ad \text{ tr}} = 0.74 \text{ kg/cm}^2$.

Nivel freático: no se encuentra dentro de la zona de las cargas a proyectarse

RESERVORIO N° 07

Terreno de cimentación: Arcilla ligera y tipo grava con arena

Peso Específico Aparente $\gamma_{ap} = 11.98 \text{ kN/m}^3$

Peso Específico Seco $\gamma_d = 10.39 \text{ kN/m}^3$

Cohesión efectiva $C' = 15.5 \text{ kN/m}^2$

Angulo de fricción efectiva $\phi' = 22.4^\circ$

Profundidad mínima de cimentación $D_f = 1.20 \text{ m}$.

La capacidad de carga admisible de trabajo es de $q_{ad \text{ tr}} = 0.92 \text{ kg/cm}^2$.

Nivel freático: no se encuentra dentro de la zona de las cargas a proyectarse



RESERVORIO N° 08

Terreno de cimentación: Arena arcillosa con grava

Peso Específico Aparente $\gamma_{ap} = 19.71 \text{ kN/m}^3$

Peso Específico Seco $\gamma_d = 15.98 \text{ kN/m}^3$

Cohesión efectiva $C' = 19.0 \text{ kN/m}^2$

Angulo de fricción efectiva $\phi' = 8.40^\circ$

Profundidad mínima de cimentación $D_f = 1.20 \text{ m}$.

La capacidad de carga admisible de trabajo es de $q_{ad \text{ tr}} = 0.57 \text{ kg/cm}^2$.

Nivel freático: Se infiere que se encuentra en todo el nivel de desplante de la cimentación

RESERVORIO N° 09

Terreno de cimentación: Arena limosa

Peso Específico Aparente $\gamma_{ap} = 16.01 \text{ kN/m}^3$

Peso Específico Seco $\gamma_d = 14.73 \text{ kN/m}^3$

Cohesión efectiva $C' = 1.6 \text{ kN/m}^2$

Angulo de fricción efectiva $\phi' = 31.3^\circ$

Profundidad mínima de cimentación $D_f = 1.20 \text{ m}$.

La capacidad de carga admisible de trabajo es de $q_{ad \text{ tr}} = 1.29 \text{ kg/cm}^2$.

Nivel freático: no se encuentra dentro de la zona de las cargas a proyectarse.

5.1.4. TALUDES DE CORTE Y RELLENO

Se ha hecho el reconocimiento de campo y la verificación de los taludes existentes, identificándose y estableciéndose los siguientes taludes de corte para las progresivas del proyecto.

Km 0+000 a Km 1+000

En las plataformas de los canales proyectados en todos los tramos se recomienda:

- Cara de Talud (H : V) 1:1.5

Km 1+000 al Km 51+020

En las plataformas de los canales proyectados en todos los tramos se recomienda:

- Cara de Talud (H : V) 1:3

Para los taludes de relleno, se recomienda que sean de 1:1, 1 de horizontal y 1 de vertical.

Para los taludes de los canales abiertos se recomienda sean de 1:1 para secciones de máxima eficiencia hidráulica.

Para los taludes de los canales cerrados como con tubería flexible se recomienda sean taludes casi verticales, siempre que la altura sea menor a 2.0m, en caso sea mayor la altura se analizará la posibilidad de entibación.

Para los tramos del kilómetro 0+000 – 0+800 se tienen taludes críticos:



Fotografía 45.- Puntos de deslizamiento en la línea de conducción prog. 0+000 a 1+000

KM	DESCRIPCIÓN	INCLINACIÓN	PROBABILIDAD DE OCURRENCIA DE DESLIZAMIENTO	GRADO DE SUCEPTIBILIDAD
0+000 - 0+800	CANAL	25-30	Muy probable	Alta

Cuadro 79.- Grado de susceptibilidad prog Km. 0+000 a 1+000

5.1.5. ANALISIS QUIMICO DEL TERRENO DE CIMENTACION

Para determinar el grado de agresividad del terreno al concreto y al acero se realizó el análisis químico. Los ensayos que se realizaron para el análisis químico fueron: Contenido de Sales Solubles Totales (ASTM D-1989), Contenido de Sulfatos (ASTM D-516), Contenidos de Cloruros (ASTM D-512).

En el cuadro siguiente se muestra el resumen de los resultados obtenidos del análisis químico:



CAPTACION:

MUESTRA		Sulfatos (ppm)	Grado de afectación para el concreto	Cloruros (ppm)	Grado de afectación para el concreto	SST (ppm)	Grado de afectación para el concreto	pH	Grado de afectación para el concreto
: CAPTACIÓN N° 1 CCARAMPA	: E-1	470.1	Exposicion a sulfatos insignificante - Despreciable	342.6	No perjudicial	814.7	No perjudicial	7.2	No tomar medidas de protección
: C-18, CAPTACIÓN N° 2 SONCCOYUMA	: E-3	369.5	Exposicion a sulfatos insignificante - Despreciable	210.0	No perjudicial	579.6	No perjudicial	7.6	No tomar medidas de protección

Cuadro 80.- Cuadro de Grado de afectación para el concreto- Análisis químico Captación

DESARENADOR

MUESTRA		Sulfatos (ppm)	Grado de afectación para el concreto	Cloruros (ppm)	Grado de afectación para el concreto	SST (ppm)	Grado de afectación para el concreto	pH	Grado de afectación para el concreto
: DESARENADOR N°1	: E-2	320.2	Exposicion a sulfatos insignificante - Despreciable	280.7	No perjudicial	602.9	No perjudicial	7.0	No tomar medidas de protección
: C-19, DESARENADOR N° 2	: E-3	260.9	Exposicion a sulfatos insignificante - Despreciable	220.4	No perjudicial	483.3	No perjudicial	7.1	No tomar medidas de protección

Cuadro 81.- Cuadro de Grado de afectación para el concreto- Análisis químico Desarenador

PUENTE CANAL

MUESTRA		Sulfatos (ppm)	Grado de afectación para el concreto	Cloruros (ppm)	Grado de afectación para el concreto	SST (ppm)	Grado de afectación para el concreto	pH	Grado de afectación para el concreto
: C-3, PUENTE CANAL N° 1	: E-2	290.2	Exposicion a sulfatos insignificante - Despreciable	180.4	No perjudicial	472.5	No perjudicial	7.5	No tomar medidas de protección
: C-5, PUENTE CANAL N° 2	: E-2	270.5	Exposicion a sulfatos insignificante - Despreciable	165.3	No perjudicial	435.9	No perjudicial	7.1	No tomar medidas de protección
: C-31, PUENTE CANAL N° 4	: E-2	165.3	Exposicion a sulfatos insignificante - Despreciable	270.5	No perjudicial	437.9	No perjudicial	7.7	No tomar medidas de protección
: C-33, PUENTE CANAL N° 5	: E-2	340.6	Exposicion a sulfatos insignificante - Despreciable	363.6	No perjudicial	706.3	No perjudicial	7.4	No tomar medidas de protección

Cuadro 82.- Cuadro de Grado de afectación para el concreto- Análisis químico Puente Canal



PASARELA PEATONAL

MUESTRA		Sulfatos (ppm)	Grado de afectación para el concreto	Cloruros (ppm)	Grado de afectación para el concreto	SST (ppm)	Grado de afectación para el concreto	pH	Grado de afectación para el concreto
: C-6, PASARELA PEATONAL N° 1	: E-2	69.6	Exposicion a sulfatos insignificante - Despreciable	210.5	No perjudicial	282.2	No perjudicial	7.3	No tomar medidas de protección
: C-14, PASARELA PEATONAL N° 3	: E-2	72.9	Exposicion a sulfatos insignificante - Despreciable	244.5	No perjudicial	319.4	No perjudicial	7.1	No tomar medidas de protección
: C-41, PASARELA PEATONAL N° 4	: E-2	63.5	Exposicion a sulfatos insignificante - Despreciable	248.9	No perjudicial	401.5	No perjudicial	6.5	No tomar medidas de protección

Cuadro 83.- Cuadro de Grado de afectación para el concreto- Análisis químico Pasarela Peatonal

SIFON

MUESTRA		Sulfatos (ppm)	Grado de afectación para el concreto	Cloruros (ppm)	Grado de afectación para el concreto	SST (ppm)	Grado de afectación para el concreto	pH	Grado de afectación para el concreto
: C-23, SIFON N° 1 CAMARA DE INGRESO	: E-2	430.5	Exposicion a sulfatos insignificante - Despreciable	413.7	No perjudicial	846.2	No perjudicial	7.4	No tomar medidas de protección
: C-24, SIFON N° 1 ESTRIBO DERECHO ANCLAJE 1	: E-2	389.2	Exposicion a sulfatos insignificante - Despreciable	378.1	No perjudicial	769.3	No perjudicial	7.2	No tomar medidas de protección
: C-25, SIFON N° 1 ESTRIBO IZQUIERDO ANCLAJE 2	: E-2	457.1	Exposicion a sulfatos insignificante - Despreciable	480.0	No perjudicial	939.1	No perjudicial	7.1	No tomar medidas de protección
: C-26, SIFON N° 1 CAMARA DE SALIDA	: E-2	410.7	Exposicion a sulfatos insignificante - Despreciable	425.5	No perjudicial	836.2	No perjudicial	7.6	No tomar medidas de protección
: SIFON N° 2 CAMARA DE INGRESO	: C-48	534.9	Exposicion a sulfatos insignificante - Despreciable	510.0	No perjudicial	1048.0	No perjudicial	7.3	No tomar medidas de protección
: SIFON N° 2 ESTRIBO DERECHO ANCLAJE 1	: C-49	991.9	Exposicion a sulfatos insignificante - Despreciable	534.6	No perjudicial	1528.0	No perjudicial	7.4	No tomar medidas de protección
: SIFON N° 2 CAMARA DE SALIDA	: C-51	310.1	Exposicion a sulfatos insignificante - Despreciable	230.3	No perjudicial	544.4	No perjudicial	7.5	No tomar medidas de protección

Cuadro 84.- Cuadro de Grado de afectación para el concreto- Análisis químico Sifon



RESERVORIO

MUESTRA		Sulfatos (ppm)	Grado de afectación para el concreto	Cloruros (ppm)	Grado de afectación para el concreto	SST (ppm)	Grado de afectación para el concreto	pH	Grado de afectación para el concreto
RESERVORIO N° 1	: C-1	408.5	Exposicion a sulfatos insignificante - Despreciable	510.2	No perjudicial	918.7	No perjudicial	7.6	No tomar medidas de protección
RESERVORIO N° 2	: C-2	77.8	Exposicion a sulfatos insignificante - Despreciable	470.8	No perjudicial	552.6	No perjudicial	7.8	No tomar medidas de protección
RESERVORIO N° 3	: C-1	408.5	Exposicion a sulfatos insignificante - Despreciable	490.1	No perjudicial	900.6	No perjudicial	7.6	No tomar medidas de protección
RESERVORIO N° 4	: C-2	272.3	Exposicion a sulfatos insignificante - Despreciable	490.9	No perjudicial	765.2	No perjudicial	7.3	No tomar medidas de protección
RESERVORIO N° 5	: C-2	370.5	Exposicion a sulfatos insignificante - Despreciable	470.9	No perjudicial	844.0	No perjudicial	7.3	No tomar medidas de protección
RESERVORIO N° 6	: C-2	632.1	Exposicion a sulfatos insignificante - Despreciable	630.0	No perjudicial	1262.2	No perjudicial	7.0	No tomar medidas de protección
RESERVORIO N° 7	: C-1	225.0	Exposicion a sulfatos insignificante - Despreciable	420.3	No perjudicial	647.3	No perjudicial	7.1	No tomar medidas de protección
RESERVORIO N° 8	: C-2	254.3	Exposicion a sulfatos insignificante - Despreciable	390.9	No perjudicial	647.1	No perjudicial	7.3	No tomar medidas de protección
RESERVORIO N° 9	: C-2	126.4	Exposicion a sulfatos insignificante - Despreciable	450.6	No perjudicial	579.0	No perjudicial	7.0	No tomar medidas de protección

Cuadro 85.- Cuadro de Grado de afectación para el concreto- Análisis químico Reserorio

De acuerdo a los resultados obtenidos del análisis químico del suelo, se puede concluir que la presencia de sulfatos, cloruros y sales solubles totales están por debajo de los límites permisibles, lo cual indica que no habrá problemas de ataque de sulfatos al concreto de la cimentación, no habrá ataque de los cloruros al acero de la armadura, ni problemas asociados a lixiviación del terreno de cimentación.

Por lo tanto el concreto en la cimentación estará sometido a condiciones normales y despreciables de ataque de sulfatos, cloruros y otros elementos, por consiguiente para fabricar el concreto de los elementos estructurales en la cimentación, se recomienda utilizar cemento estándar Portland Tipo I, siempre en cuando no exista alguna propiedad especial a considerar en el diseño de mezclas.

En el cuadro siguiente se muestra los límites permisibles de la agresividad de los elementos químicos presentes en un suelo en contacto con estructuras de concreto.

Límites permisibles de agresividad del suelo al concreto:

* Comité 318 – 83 ACI

** Experiencia Existente

PRESENCIA EN EL SUELO	ppm	GRADO DE ALTERACIÓN	OBSERVACIONES
* Sulfatos	0 – 1000 1000 – 2000 2000 – 20000 > 20000	Despreciable Moderado Severo Muy Severo	Ocasiona un ataque químico al concreto de la cimentación
** Cloruros	> 6000	Perjudicial	Ocasiona problemas de corrosión de armaduras o elementos metálicos.
** Sales Solubles Totales	> 15000	Perjudicial	Ocasiona problemas de pérdida de resistencia mecánica por problemas de lixiviación

Cuadro 86.- Límites Permisibles de agresividad- Comité 318-83 ACI

Exposición a sulfatos	Sulfato soluble en agua (SO ₄) presente en el suelo, porcentaje en peso	Sulfato (SO ₄) en el agua, ppm	Tipo de Cemento	Relación máxima agua - material cementante (en peso) para concretos de peso normal*	f _c mínimo (MPa) para concretos de peso normal y ligero*
Insignificante	0,0 ≤ SO ₄ < 0,1	0 ≤ SO ₄ < 150	—	—	—
Moderada**	0,1 ≤ SO ₄ < 0,2	150 ≤ SO ₄ < 1500	II, IP(MS), IS(MS), P(MS), I(PM)(MS), I(SM)(MS)	0,50	28
Severa	0,2 ≤ SO ₄ < 2,0	1500 ≤ SO ₄ < 10000	V	0,45	31
Muy severa	2,0 < SO ₄	10000 < SO ₄	Tipo V más puzolana***	0,45	31

* Cuando se utilicen las Tablas 4.2 y 4.4 simultáneamente, se debe utilizar la menor relación máxima agua-material cementante aplicable y el mayor f_c mínimo.

** Se considera el caso del agua de mar como exposición moderada.

*** Puzolana que se ha comprobado por medio de ensayos, o por experiencia, que mejora la resistencia a sulfatos cuando se usa en concretos que contienen cemento tipo V.

Cuadro 87.- Límites Permisibles de agresividad- Comité 318-83 ACI

DISEÑO HIDRAULICO DEL CANAL DE CONCRETO- SECCION TRAPEZOIDAL Y RECTANGULAR

SECCION N° 01. CANAL TRAPEZOIDAL CON Q= 1.137 M3/S

Calculo de tirante normal secciones: trapezoidal, rectangular, triangular

Lugar:	Antabamba	Proyecto:	Sistema de Riego Antabamba
Tramo:	1+220 km al 10+195 km	Revestimiento:	Concreto

Datos:	
Caudal (Q):	1.137 m ³ /s
Ancho de solera (b):	0.70 m
Talud (Z):	1.00
Rugosidad (n):	0.014
Pendiente (S):	0.001 m/m

Resultados:			
Tirante normal (y):	0.7015 m	Perímetro (p):	2.6843 m
Area hidráulica (A):	0.9832 m ²	Radio hidráulico (R):	0.3663 m
Espejo de agua (T):	2.1031 m	Velocidad (v):	1.1564 m/s
Número de Froude (F):	0.5400	Energía específica (E):	0.7697 m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	Subcrítico		

Imagen 14.- Elementos Basicos para el Diseño de Canales (Manual Criterios de Diseño de Obras Hidraulicas – ANA) - Canal Trapezoidal

1.1 Diseño de Secciones Hidraulicas.

1.2

Seccion Hidraulica Optima.

Tabla N° 6 - Relaciones geométricas de las secciones transversales más frecuentes

Sección	Area hidráulica A	Perímetro mojado P	Radio hidráulico R	Espejo de agua T
 Trapezoidal	$(b+zy)y$	$b+2y\sqrt{1+z^2}$	$\frac{(b+zy)y}{b+2y\sqrt{1+z^2}}$	$b + 2zy$

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

1.3 Borde Libre (BL):

Tabla N° 11 -. Borde libre en función del caudal

Caudal m3/seg	Revestido (cm)	Sin revestir (cm)
≤ 0.05	7.5	10.0
0.05 – 0.25	10.00	20.0
0.25 – 0.50	20.0	40.0
0.50 – 1.00	25.0	50.0
> 1.00	30.0	60.0

Fuente: Ministerio de Agricultura y Alimentación, Boletín Técnico N- 7 "Consideraciones Generales sobre Canales Trapezoidales" Lima 1978

Cuadro 88.- Borde Libre en función del caudal – canal trapezoidal

1.4. Criterios de Espesor de Revestimiento: Se recomienda un e: 25 a 50cm para canales medianos y grandes.

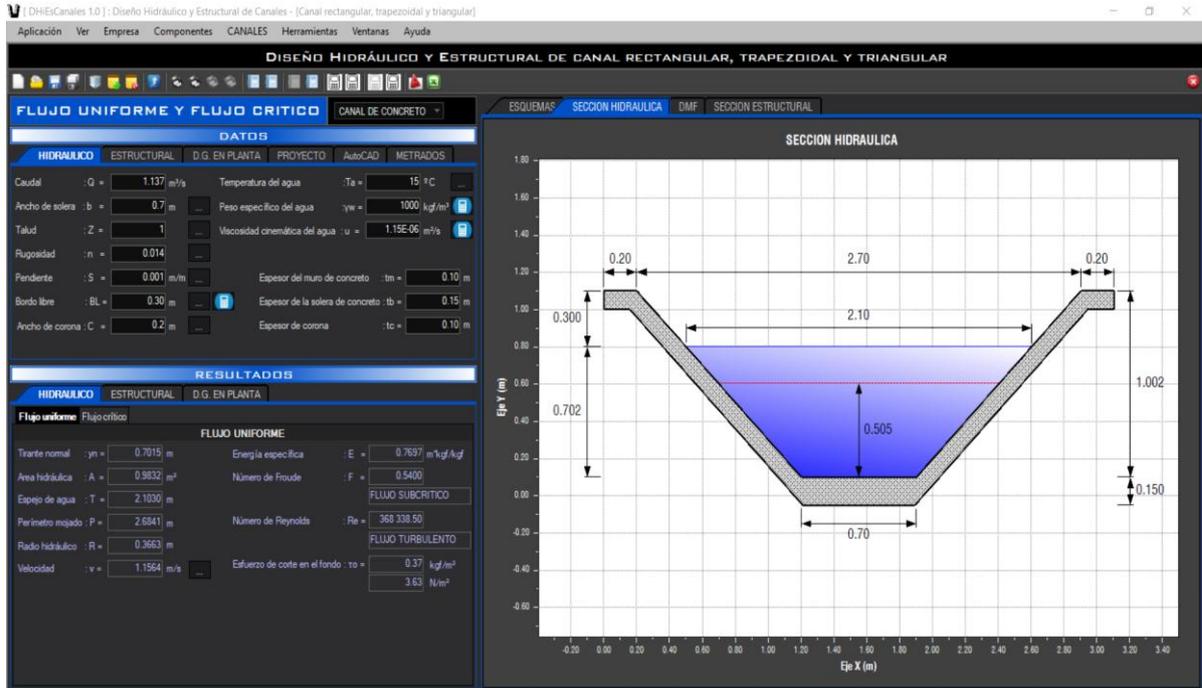


Imagen 15.- Diseño Hidráulico – Especificaciones canal trapezoidal

SECCION N° 01. CANAL RECTANGULAR CON Q= 1.137 M3/S

Progresiva: 4+220 km al 4+280 km; 4+360 km al 4+420 km; 5+310 km al 5+350 km.



Imagen 16.- Elementos Basicos para el Diseño de Canales (Manual Criterios de Diseño de Obras Hidraulicas – ANA) – Canal Rectangular

1.1 Diseño de Secciones Hidraulicas. Hidraulica Optima.

Tabla N° 6 - Relaciones geométricas de las secciones transversales más frecuentes

Sección	Area hidráulica A	Perímetro mojado P	Radio hidráulico R	Espejo de agua T
 Rectangular	by	b+2y	$\frac{by}{b+2y}$	b

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

1.2. Seccion

1.3 Borde Libre (BL):

Tabla N° 11 -. Borde libre en función del caudal

Caudal m3/seg	Revestido (cm)	Sin revestir (cm)
≤ 0.05	7.5	10.0
0.05 – 0.25	10.00	20.0
0.25 – 0.50	20.0	40.0
0.50 – 1.00	25.0	50.0
> 1.00	30.0	60.0

Fuente: Ministerio de Agricultura y Alimentación, Boletín Técnico N- 7 “Consideraciones Generales sobre Canales Trapezoidales” Lima 1978

Cuadro 89.- Borde Libre en función del caudal – canal rectangular

1.4 Criterios de Espesor de Revestimiento: Se recomienda un e: 25 a 50cm para canales medianos y grandes

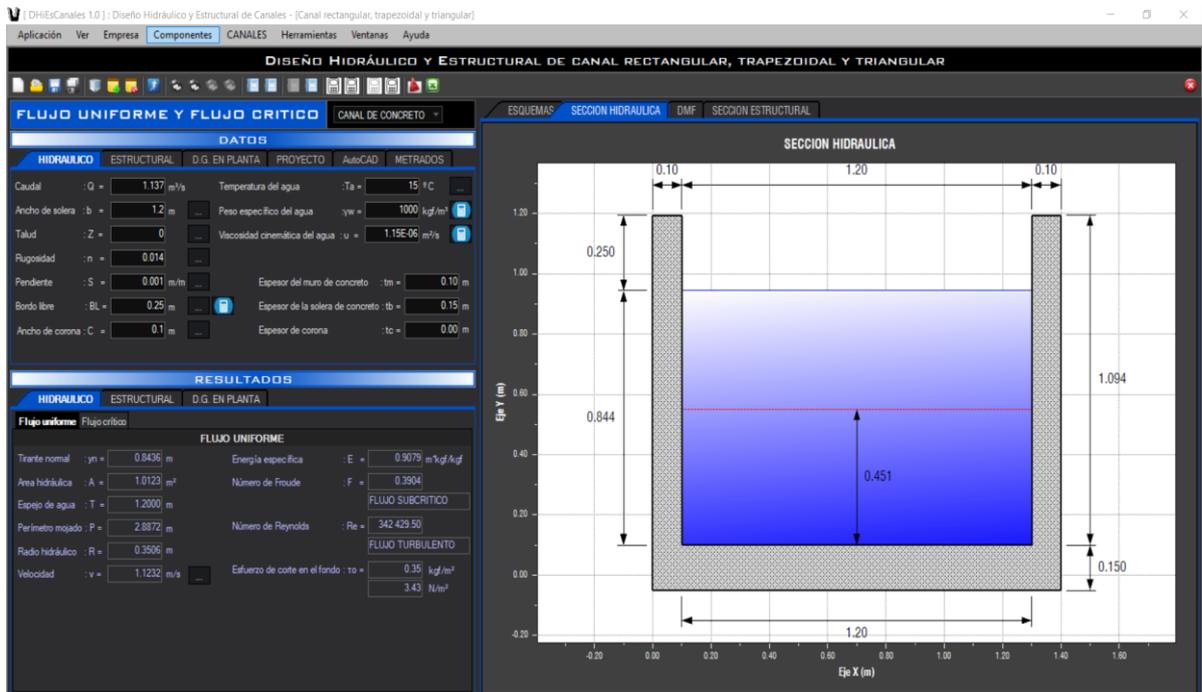


Imagen 17.- Diseño Hidráulico – Especificaciones canal trapezoidal



RESULTADOS

CONCLUSIONES.

1. A lo largo de la línea de conducción se ha identificado las siguientes unidades geomorfológicas: Laderas de Montaña Volcánica, Ladera de Montaña sedimentaria, Ladera de montaña metamórfica, Lomada Volcánica, Lomada sedimentaria, Llanura de montaña, Morrena, Bofedal, Quebradas.
2. En la línea de conducción del canal de riego Ccarampa- Wilaccota se ha identificado **Afloramientos Rocosos de Origen Volcánico, Depósito de la Formación Ichucollo (Pn-Or), Depósito de Formación Murco (Ki-Mu), Depósitos de Formación Orcopampa (Pn-Or), Depositos de la Formación Acurquina (Kis-Ar), Depositos de la Formacion Hualhuani (Ki-Hu), Depósitos Coluviales, Depósitos Bofedales, Depósitos Proluviales.**

3. Geodinámica

Geodinamica Interna

Diseño sísmo resistente del reglamento nacional de Edificaciones se ubica en zona sísmica 2 (dos), según los antecedentes sísmicos en Antabamba se dio evento sísmico de 6.2 en la escala de Richter con daños materiales en construcciones de viviendas, percepción de sismo fuerte según la aceleración sísmica. 08-08-2001.

Geodinámica externa- Deslizamientos

Al inicio del canal se aprecia una zona deslizable aproximadamente de 700m de largo por donde atravesará el canal, e incluso con dos puntos críticos. Esta zona deslizable se considera de una gran magnitud y extensión, que en futuro afectaría la línea de conducción, donde se aprecia agrietamientos, hundimientos y desplazamientos laterales en este sector las medidas planteadas.

Otro punto crítico es el deslizamiento antiguo que queda en el Km 7 + 210 hasta el Km 7 + 360, en este sector la línea de conducción del sistema de riego del proyecto está proyectado por la cabecera y/o corona del deslizamiento en una potencia aproximadamente de 150m, en este punto se puede indicar que el deslizamiento ya ha descargado la mayor parte de los depósitos inestables llegando casi a un nivel de equilibrio, pero al realizar trabajos de movimiento de tierra tanto para la trocha carrozable y la plataforma del canal se podría activar nuevamente, por la que recomendamos algunas medidas para estabilizar estos fenómenos.



Caída de Rocas Desprendimientos repentinos y bruscos de una porción de sustrato rocoso por la pérdida de la resistencia del talud, lo cual ocasiona el colapso casi vertical de los materiales en la progresiva 0+100 a 0+700 y 7+210 a 7+360.

Erosión de Laderas Surcos y cárcavas, comienzan con canales muy delgados que a medida que persiste la erosión pueden profundizarse, ocasionados por infiltración de precipitaciones pluviales en suelos sueltos y desprovistos de vegetación

4. GEOTÉCNICOS:

De la cimentación

El terreno de la zona de emplazamiento de las estructuras está conformado por una primera capa de materiales de cobertura como suelos finos orgánicos el cual deberá eliminarse en su totalidad.

Para todas las cimentaciones de las estructuras se podrá usar cimentación directa superficial.

➤ CAPATAACION

Captación Ccarampa N°01:

Terreno de cimentación: Suelos fluviales - Grava bien graduada con arena.

Peso Específico aparente = 18.05 kN/m^3

Peso Específico seco = 14.74 kN/m^3

Angulo de fricción efectiva = 35.5°

La Cohesión = 0.0 kPa

Profundidad mínima de cimentación $D_f=1.50\text{m}$.

La capacidad de carga admisible de trabajo es de $q \text{ ad tr} = 1.50 \text{ kg/cm}^2$.

Nivel freático: Se encontró a 0.20m de profundidad medido desde la superficie.

Captación Sonccoyuma N°02:

Terreno de cimentación: Suelos Fluviales - Arena Limosa con Grava

Peso Específico aparente = 19.75 kN/m^3

Peso Específico seco = 16.00 kN/m^3

Angulo de fricción efectiva = 28.8°

La Cohesión = 14.0 kPa

Profundidad mínima de cimentación $D_f=1.50\text{m}$.

La capacidad de carga admisible de trabajo es de $q \text{ ad tr} = 1.28 \text{ kg/cm}^2$.

Nivel freático: no se encuentra dentro de la zona de las cargas a proyectarse



➤ **DESARENADOR**

Desarenador 01:

Terreno de cimentación: Grava mal graduada con arcilla y arena

Peso Específico aparente = 14.09 kN/m³

Peso Específico seco = 13.28 kN/m³

Angulo de fricción efectiva = 33.20°

La Cohesión = 3.2 kPa

Profundidad mínima de cimentación Df=1.20m.

La capacidad de carga admisible de trabajo es de q ad tr = 1.44 kg/cm².

Nivel freático: no se encuentra dentro de la zona de las cargas a proyectarse

Desarenador 02

Terreno de cimentación: Arena mal graduada con grava

Peso Específico aparente = 15.31 kN/m³

Peso Específico seco = 13.74 kN/m³

Angulo de fricción efectiva = 31.2°

La Cohesión = 0.0 kPa

Profundidad mínima de cimentación Df=1.50m.

La capacidad de carga admisible de trabajo es de q ad tr = 1.28 kg/cm².

Nivel freático: no se encuentra dentro de la zona de las cargas a proyectarse

➤ **PUENTE CANAL**

Puente canal 01:

Terreno de cimentación: Grava mal graduada con arcilla y arena

Peso Específico aparente = 15.29 kN/m³

Peso Específico seco = 13.68 kN/m³

Angulo de fricción efectiva = 34.9°

La Cohesión ≈ 0.0 kPa

Profundidad mínima de cimentación Df=1.50m.

La capacidad de carga admisible de trabajo es de q ad tr = 2.00 kg/cm².

Nivel freático: no se encuentra dentro de la zona de las cargas a proyectarse

Puente canal 02:

Terreno de cimentación: Grava arcillosa con arena GC

Peso Específico aparente = 13.08 kN/m³



Angulo de fricción efectiva = 28.10°

La Cohesión = 22.50 kPa

Profundidad mínima de cimentación $D_f=1.50\text{m}$.

La capacidad de carga admisible de trabajo es de $q_{ad\ tr} = 1.81\text{ kg/cm}^2$.

Nivel freático: no se encuentra dentro de la zona de las cargas a proyectarse

Puente canal 03

Terreno de cimentación: Roca sedimentaria de arenisca

Peso Específico aparente = 25.50 kN/m³

Angulo de fricción efectiva = 23.5°

La Cohesión = 93.16 kPa

Profundidad mínima de cimentación $D_f=1.20\text{m}$.

La capacidad de carga admisible de trabajo es de $q_{ad\ tr} = 3.96\text{ kg/cm}^2$.

Nivel freático: no se encuentra dentro de la zona de las cargas a proyectarse

Puente canal 04

Terreno de cimentación: Arena limosa con grava.

Peso Específico = 12.69 kN/m³

Peso Específico Seco $\gamma_d = 10.12\text{ kN/m}^3$

Angulo de fricción efectiva = 30.20°

La Cohesión = 3.60 kN/m²

Profundidad mínima de cimentación $D_f=1.50\text{m}$.

La capacidad de carga admisible de trabajo es de $q_{ad\ tr} = 1.23\text{ kg/cm}^2$.

Nivel freático: no se encuentra dentro de la zona de las cargas a proyectarse

➤ SIFONES:

Sifón N° 1 Cámara de ingreso

Terreno de cimentación: Grava mal graduada con limo y arena.

Peso Específico aparente = 11.56 kN/m³

Peso Específico seco = 10.00 kN/m³

Angulo de fricción efectiva = 29.8°

La Cohesión = 9.6 kPa

Profundidad mínima de cimentación $D_f=1.50\text{m}$.

La capacidad de carga admisible de trabajo es de $q_{ad\ tr} = 1.36\text{ kg/cm}^2$.

Nivel freático: no se encuentra dentro de la zona de las cargas a proyectarse.



Sifón N° 1 estribo derecho anclaje 1

Terreno de cimentación: Arenisca roca sedimentaria.

Peso Específico aparente = 18.1 kN/m³

Angulo de fricción efectiva = 22.5°

La Cohesión = 80.41 kPa

Profundidad mínima de cimentación Df=1.50m.

La capacidad de carga admisible de trabajo es de q ad tr = 3.30 kg/cm².

Nivel freático: no se encuentra dentro de la zona de las cargas a proyectarse

Sifón N° 1 estribo izquierdo anclaje 2 (C-25)

Terreno de cimentación: Limo arenoso

Peso Específico aparente = 18.1 kN/m³

Angulo de fricción efectiva = 31.5°

La Cohesión = 3.14 kPa

Profundidad mínima de cimentación Df=1.50m.

La capacidad de carga admisible de trabajo es de q ad tr = 1.71 kg/cm².

Nivel freático: no se encuentra dentro de la zona de las cargas a proyectarse.

Sifón N° 1 cámara de salida (C-26)

Terreno de cimentación: Grava mal graduada con limo y arena.

Peso Específico aparente = 11.87 kN/m³

Peso Específico seco = 9.97 kN/m³

Angulo de fricción efectiva = 28.6°

La Cohesión = 9.6 kPa

Profundidad mínima de cimentación Df=1.50m.

La capacidad de carga admisible de trabajo es de q ad tr = 1.26 kg/cm².

Nivel freático: no se encuentra dentro de la zona de las cargas a proyectarse

Sifón N° 2 Cámara de ingreso (C-48)

Terreno de cimentación: Grava Limosa con Arena

Peso Específico aparente = 12.74 kN/m³

Peso Específico seco = 11.42 kN/m³

Angulo de fricción efectiva = 34.5°

La Cohesión = 1.1 kPa

Profundidad mínima de cimentación Df=1.50m.



La capacidad de carga admisible de trabajo es de $q_{ad\ tr} = 1.66 \text{ kg/cm}^2$.

Nivel freático: Se encontró a 1.20m de profundidad medido desde la superficie.

Sifón N° 2 estribo derecho anclaje 1 (C-49)

Terreno de cimentación: Grava arcillosa con arena

Peso Específico aparente = 17.85 kN/m^3

Peso Específico seco = 15.42 kN/m^3

Angulo de fricción efectiva = 30.8°

La Cohesión = 8.0 kPa

Profundidad mínima de cimentación $D_f=1.50\text{m}$.

La capacidad de carga admisible de trabajo es de $q_{ad\ tr} = 1.95 \text{ kg/cm}^2$.

Nivel freático: no se encuentra dentro de la zona de las cargas a proyectarse

Sifón N° 2 estribo izquierdo anclaje 2 (C-50)

Terreno de cimentación: Roca meteorizada

Peso Específico aparente = 20.3 kN/m^3

Angulo de fricción efectiva = 21.6°

La Cohesión = 66.69 kPa

Profundidad mínima de cimentación $D_f=1.50\text{m}$.

La capacidad de carga admisible de trabajo es de $q_{ad\ tr} = 2.84 \text{ kg/cm}^2$.

Nivel freático: no se encuentra dentro de la zona de las cargas a proyectarse

Sifón N° 2 cámara de salida (C-51)

Terreno de cimentación: Arena Limosa

Peso Específico aparente = 11.54 kN/m^3

Peso Específico seco = 9.64 kN/m^3

Angulo de fricción efectiva = 29.0°

La Cohesión = 16.1 kPa

Profundidad mínima de cimentación $D_f=1.50\text{m}$.

La capacidad de carga admisible de trabajo es de $q_{ad\ tr} = 1.54 \text{ kg/cm}^2$.

Nivel freático: no se encuentra dentro de la zona de las cargas a proyectarse.

➤ RESERVORIOS:

RESERVORIO N° 01

Terreno de cimentación: Arena Limosa

Peso Específico Aparente $\gamma_{ap} = 11.16 \text{ kN/m}^3$



Peso Específico Seco $\gamma_d = 9.29 \text{ kN/m}^3$

Cohesión efectiva $C' = 3.0 \text{ kN/m}^2$

Angulo de fricción efectiva $\phi' = 31.1^\circ$

Profundidad mínima de cimentación $D_f = 1.20 \text{ m}$.

La capacidad de carga admisible de trabajo es de $q_{ad \text{ tr}} = 1.24 \text{ kg/cm}^2$.

Nivel freático: no se encuentra dentro de la zona de las cargas a proyectarse

RESERVORIO N° 02

Terreno de cimentación: Limo arenoso

Peso Específico Aparente $\gamma_{ap} = 10.74 \text{ kN/m}^3$

Peso Específico Seco $\gamma_d = 8.49 \text{ kN/m}^3$

Cohesión efectiva $C' = 9.3 \text{ kN/m}^2$

Angulo de fricción efectiva $\phi' = 28.3^\circ$

Profundidad mínima de cimentación $D_f = 1.20 \text{ m}$.

La capacidad de carga admisible de trabajo es de $q_{ad \text{ tr}} = 1.00 \text{ kg/cm}^2$.

Nivel freático: no se encuentra dentro de la zona de las cargas a proyectarse

RESERVORIO N° 03

Terreno de cimentación: Arcilla densa areno

Peso Específico Aparente $\gamma_{ap} = 17.94 \text{ kN/m}^3$

Peso Específico Seco $\gamma_d = 13.46 \text{ kN/m}^3$

Cohesión efectiva $C' = 23.4 \text{ kN/m}^2$

Angulo de fricción efectiva $\phi' = 8.4^\circ$

Profundidad mínima de cimentación $D_f = 1.20 \text{ m}$.

La capacidad de carga admisible de trabajo es de $q_{ad \text{ tr}} = 0.72 \text{ kg/cm}^2$.

Nivel freático: no se encuentra dentro de la zona de las cargas a proyectarse

RESERVORIO N° 04

Terreno de cimentación: Grava mal graduada con limo y arena

Peso Específico Aparente $\gamma_{ap} = 14.67 \text{ kN/m}^3$

Peso Específico Seco $\gamma_d = 12.14 \text{ kN/m}^3$

Cohesión efectiva $C' \approx 0.0 \text{ kN/m}^2$

Angulo de fricción efectiva $\phi' = 34.5^\circ$

Profundidad mínima de cimentación $D_f = 1.20 \text{ m}$.

La capacidad de carga admisible de trabajo es de $q_{ad \text{ tr}} = 1.51 \text{ kg/cm}^2$.



Nivel freático: no se encuentra dentro de la zona de las cargas a proyectarse

RESERVORIO N° 05

Terreno de cimentación: Grava limosa con arena

Peso Específico Aparente $\gamma_{ap} = 13.8 \text{ kN/m}^3$

Cohesión efectiva $C' \approx 0.00 \text{ kN/m}^2$

Angulo de fricción efectiva $\phi' = 34.3^\circ$

Profundidad mínima de cimentación $D_f = 1.20 \text{ m}$.

La capacidad de carga admisible de trabajo es de $q_{ad \text{ tr}} = 1.39 \text{ kg/cm}^2$.

Nivel freático: no se encuentra dentro de la zona de las cargas a proyectarse

RESERVORIO N° 06

Terreno de cimentación: Arcilla ligera con arena

Peso Específico Aparente $\gamma_{ap} = 14.26 \text{ kN/m}^3$

Peso Específico Seco $\gamma_d = 10.50 \text{ kN/m}^3$

Cohesión efectiva $C' = 28.9 \text{ kN/m}^2$

Angulo de fricción efectiva $\phi' = 7.7^\circ$

Profundidad mínima de cimentación $D_f = 1.20 \text{ m}$.

La capacidad de carga admisible de trabajo es de $q_{ad \text{ tr}} = 0.74 \text{ kg/cm}^2$.

Nivel freático: no se encuentra dentro de la zona de las cargas a proyectarse

RESERVORIO N° 07

Terreno de cimentación: Arcilla ligera y tipo grava con arena

Peso Específico Aparente $\gamma_{ap} = 11.98 \text{ kN/m}^3$

Peso Específico Seco $\gamma_d = 10.39 \text{ kN/m}^3$

Cohesión efectiva $C' = 15.5 \text{ kN/m}^2$

Angulo de fricción efectiva $\phi' = 22.4^\circ$

Profundidad mínima de cimentación $D_f = 1.20 \text{ m}$.

La capacidad de carga admisible de trabajo es de $q_{ad \text{ tr}} = 0.92 \text{ kg/cm}^2$.

Nivel freático: no se encuentra dentro de la zona de las cargas a proyectarse.

RESERVORIO N° 08

Terreno de cimentación: Arena arcillosa con grava

Peso Específico Aparente $\gamma_{ap} = 19.71 \text{ kN/m}^3$

Peso Específico Seco $\gamma_d = 15.98 \text{ kN/m}^3$

Cohesión efectiva $C' = 19.0 \text{ kN/m}^2$



Angulo de fricción efectiva $\phi' = 8.40^\circ$

Profundidad mínima de cimentación $D_f = 1.20\text{m}$.

La capacidad de carga admisible de trabajo es de $q_{ad\ tr} = 0.57\text{ kg/cm}^2$.

Nivel freático: Se infiere que se encuentra en todo el nivel de desplante de la cimentación

RESERVORIO N° 09

Terreno de cimentación: Arena limosa

Peso Específico Aparente $\gamma_{ap} = 16.01\text{ kN/m}^3$

Peso Específico Seco $\gamma_d = 14.73\text{ kN/m}^3$

Cohesión efectiva $C' = 1.6\text{ kN/m}^2$

Angulo de fricción efectiva $\phi' = 31.3^\circ$

Profundidad mínima de cimentación $D_f = 1.20\text{m}$.

La capacidad de carga admisible de trabajo es de $q_{ad\ tr} = 1.29\text{ kg/cm}^2$.

Nivel freático: no se encuentra dentro de la zona de las cargas a proyectarse.



RECOMENDACIONES

- Realizar estudio Geofísico en el Km 0+000 a 1+000, ya que existe deslizamiento superficial de gran magnitud.
- Remoción del material inestable propenso a deslizarse, lo cual se deberá realizar mediante maquinaria convencional evitando el uso de explosivos (rocas) para evitar la activación del proceso geodinámico.
- Obras de drenaje: sub drenaje longitudinal y horizontal; las cuales reducirán el nivel freático y evitarán la saturación de la masa deslizante por las aguas de escorrentía pluvial y superficial.
- Reperfilado (tendido) del talud sobre el frente del deslizamiento, (V: H) de 1: 1 a 2: 1, de acuerdo a los resultados del análisis elaborado, con la implementación de banquetas de altura máxima de 6.00 metros con bermas de 3 metros.
- Instalación de tuberías Hdp corrugado de 1100mm de diámetro de alta densidad, resistentes a las diferentes temperaturas.
- Desquinche de materiales que se encuentren sueltos, evitando el uso de explosivos.
- Estabilización estructural con la colocación de muros de contención de gaviones.
- Revegetación los cuales evitara la saturación del talud y la erosión por escorrentía superficial.
- para el reservorio N° 03, 06,07,08. En la base de la cimentación en una altura de 40 cm con material granular tipo sub base (compactado al 95% de la máxima densidad seca del Proctor modificado) o piedra chancada (compactada al 80% de compacidad relativa).
- El suelo del terreno de cimentación que tiene un índice plástico de 27.4%, por lo cual tiene la propiedad de alto potencial de expansión, para lo cual se debe mejorar el terreno de cimentación en una altura de 40 cm con material granular tipo sub base (compactado al 95% de la máxima densidad seca del Proctor modificado) o piedra chancada (compactada al 80% de compacidad relativa).
- Si al efectuar la excavación para los cimientos hasta las profundidades de cimentación mínimas recomendadas no se satisface este requisito, deberá profundizarse la cimentación hasta cumplirlo y vaciar en la altura de sobre-excavación efectuada con



un falso cimientado de concreto pobre ciclópeo o mejoramiento de terreno con material granular de 0.40m de espesor. Asimismo, si al nivel de cimentación se encuentra un bolsón de suelos de relleno deberá profundizarse la cimentación hasta sobrepasarlo y vaciar en la altura de sobre-excavación efectuada, un falso cimientado de concreto pobre ciclópeo o relleno clasificado.

a. Del mejoramiento del terreno

- para el reservorio N° 06,07,08. En la base de la cimentación en una altura de 40 cm con material granular tipo sub base (compactado al 95% de la máxima densidad seca del Proctor modificado) o piedra chancada (compactada al 80% de compacidad relativa).
- El suelo del terreno de cimentación que tiene un índice plástico de 27.4%, por lo cual tiene la propiedad de alto potencial de expansión, para lo cual se debe mejorar el terreno de cimentación en una altura de 40 cm con material granular tipo sub base (compactado al 95% de la máxima densidad seca del Proctor modificado) o piedra chancada (compactada al 80% de compacidad relativa).
- Si al efectuar la excavación para los cimientos hasta las profundidades de cimentación mínimas recomendadas no se satisface este requisito, deberá profundizarse la cimentación hasta cumplirlo y vaciar en la altura de sobre-excavación efectuada con un falso cimientado de concreto pobre ciclópeo o mejoramiento de terreno con material granular de 0.40m de espesor. Asimismo, si al nivel de cimentación se encuentra un bolsón de suelos de relleno deberá profundizarse la cimentación hasta sobrepasarlo y vaciar en la altura de sobre-excavación efectuada, un falso cimientado de concreto pobre ciclópeo o relleno clasificado.

b. Del nivel freático

- Para el reservorio N° 08. Se recomienda la construcción de un sistema de sub dren, con tubería perforada de 6” envuelta en gravas uniformes de TM de 1 1/2" y todo ello envuelto en mallas de geotextil no tejido NT. El Sub Dren deberá tener una profundidad mínima del ancho del cimientado por debajo del nivel de cimentación, recomendándose un mínimo de 1.0m.



- Para el canal trapezoidal proyectado **Km 44+600 – 45+200**. Debido a la posibilidad de subida de las aguas freáticas se recomienda hacer sistemas de sub dren longitudinales y transversales con la finalidad de evacuar el nivel freático.

Se recomienda la construcción de un sistema de sub dren, con tubería perforada de 6” envuelta en gravas uniformes de TM de 1 1/2" y todo ello envuelto en mallas de geotextil no tejido NT. El Sub Dren deberá tener una profundidad mínima del ancho del cimiento por debajo del nivel de cimentación, recomendándose un mínimo de 0.80m.

Para la zona de desfogue del sistema de sub dren se deberá hacer una nivelación topográfica con la zona de topografía más baja (zona de salida - desfogue) para establecer adecuadamente las alturas del sistema de drenaje, la pendiente mínima será de 1.5%.

En la base del canal se proyectará una cama de grava con desfogues transversales con el sistema de sub dren.

c. Del resultado de análisis químico

Se deduce que el suelo, están dentro del rango “No Agresivo”, por lo que se podrá utilizar cemento Portland Tipo I para la elaboración de los concretos para la cimentación.

d. De los taludes de corte y relleno

En las plataformas de los canales para los taludes de relleno se recomienda que sean de 1:1, 1 de horizontal y 1 de vertical.

En las plataformas de los canales para los taludes de corte se recomienda que sean de 1:3, 1 de horizontal y 3 de vertical.

Para los taludes de la caja de canal abiertos se recomienda sean de 1:1 para secciones de máxima eficiencia hidráulica.

Para los taludes de los canales cerrados como con tubería flexible se recomienda sean taludes casi verticales, siempre que la altura sea menor a 2.0m, en caso sea mayor la altura se analizará la posibilidad de entibación.

Para los taludes en reservorio y taludes altos se harán banquetas cada 5m de altura y serán de un talud de 1:3 H:V



BIBLIOGRAFÍA.

Los estudios de investigación científica relacionados al objeto de estudio son:

- Creación del servicio de agua para el sistema de riego Huaquirca, distrito de Huaquirca, provincia de Antabamba, departamento de Apurímac-2019, Expediente técnico elaborado por Proyecto Especial Sierra Centro Sur (PESCS), Estudios Baciscos para la construcción de canal circular, trapezoidal y rectangular.
- Mejoramiento de Saneamiento básico en las comunidades de Molloqo, Chuño Huacho Antabamba 2023, Expediente Técnico de la Municipalidad Provincial de Antabamba, Estudios Geológicos y Geotécnicos.
- Norma técnica peruana NTP 339.143:1999- Método ensayo estándar para la Densidad y Peso Unitario del suelo in-situ mediante el cono de arena.
- Norma técnica peruana NTP 339.128:1999- Métodos de ensayo Granulométrico.
- Norma técnica peruana NTP 339.127;1998 – Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo.
- Norma técnica peruana NTP 339.129;1999 – métodos de ensayo para Limite Liquido, Limite Plástico, e índice de plasticidad de suelos.
- Norma técnica peruana NTP 339.171:2002 – Método de ensayo estándar para el ensayo de corte directo de suelos bajo condiciones consolidadas no drenadas.
- Pecho, V. (1981) - Geología de los cuadrángulos de Antabamba INGEMMET, Boletín, Serie A: Carta Geol. Nac., 29-p, 29-q, 29-r.
- Servicio nacional de geología y minería (2007) - Movimientos en masa en la región andina. Canadá.
- Segundo reporte de zonas críticas por peligros geológicos y geo-hidrológicos en la región de Apurímac – INGEMMET.
- Valdivia, W., Latorre, O. – Memoria descriptiva de la revisión y actualización del cuadrángulo de Antabamba.
- Vallejo, L., Ferrer, M., Ortuño, L. & Oteo, C. (2003). Ingeniería Geológica. España: Pearson Education S.A.
- Vera, J. A. (1994). Estratigrafía Principios y Métodos. Madrid: Editorial Rueda
- Valdivia, w & Latorre, O. (2003) - Geología de los cuadrángulos de Antabamba INGEMMET, Boletín, Serie A: Carta Geol. Nac., 29-q.



ANEXOS

MAPA POLITICO

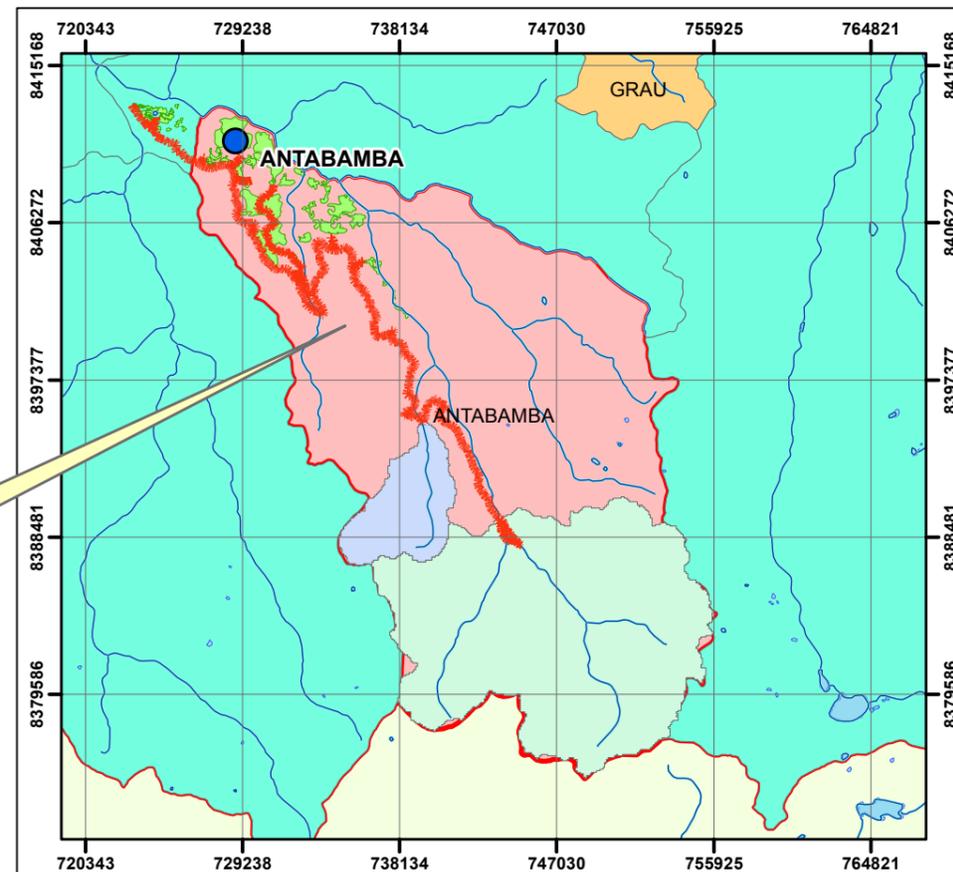


AREA DE ESTUDIO CCARAMPA - WILACCOTA, SE VISUALIZAN LAS AREAS DE RIEGO

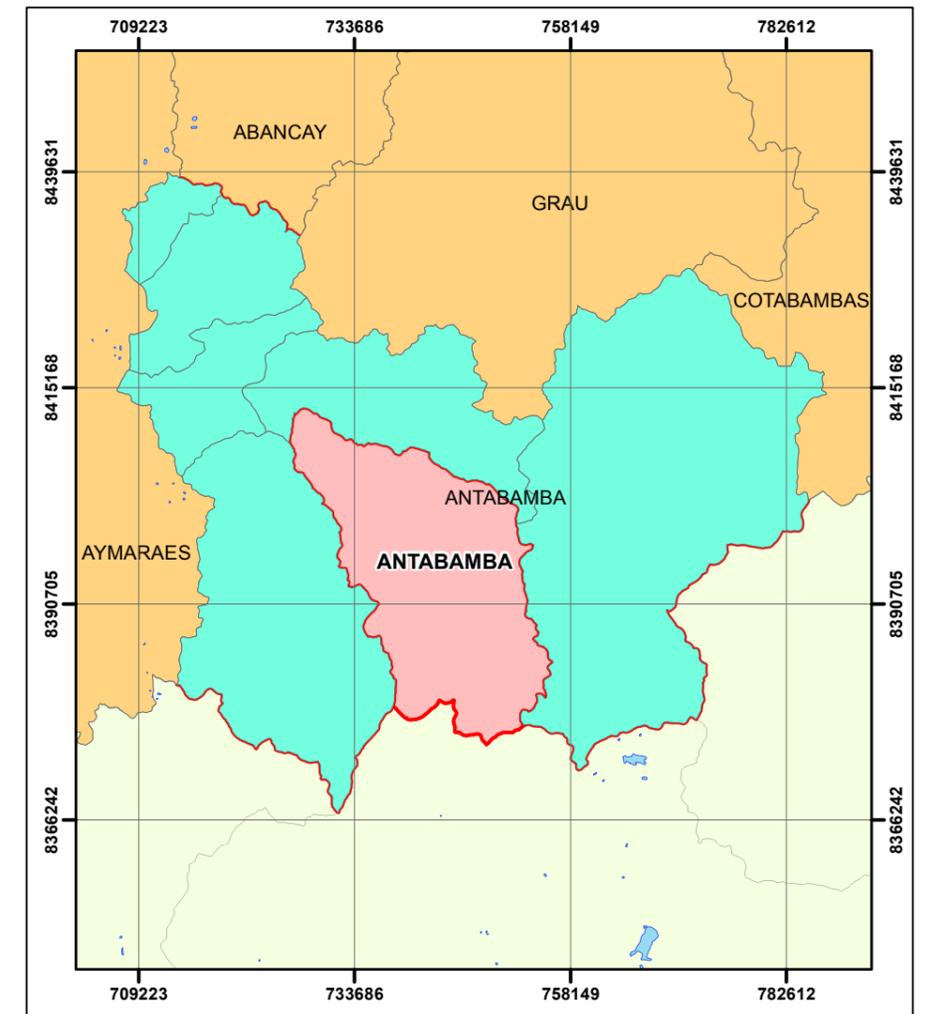
DEPARTAMENTO DE APURIMAC



DISTRITO DE ANTABAMBA



PROVINCIA DE ANTABAMBA



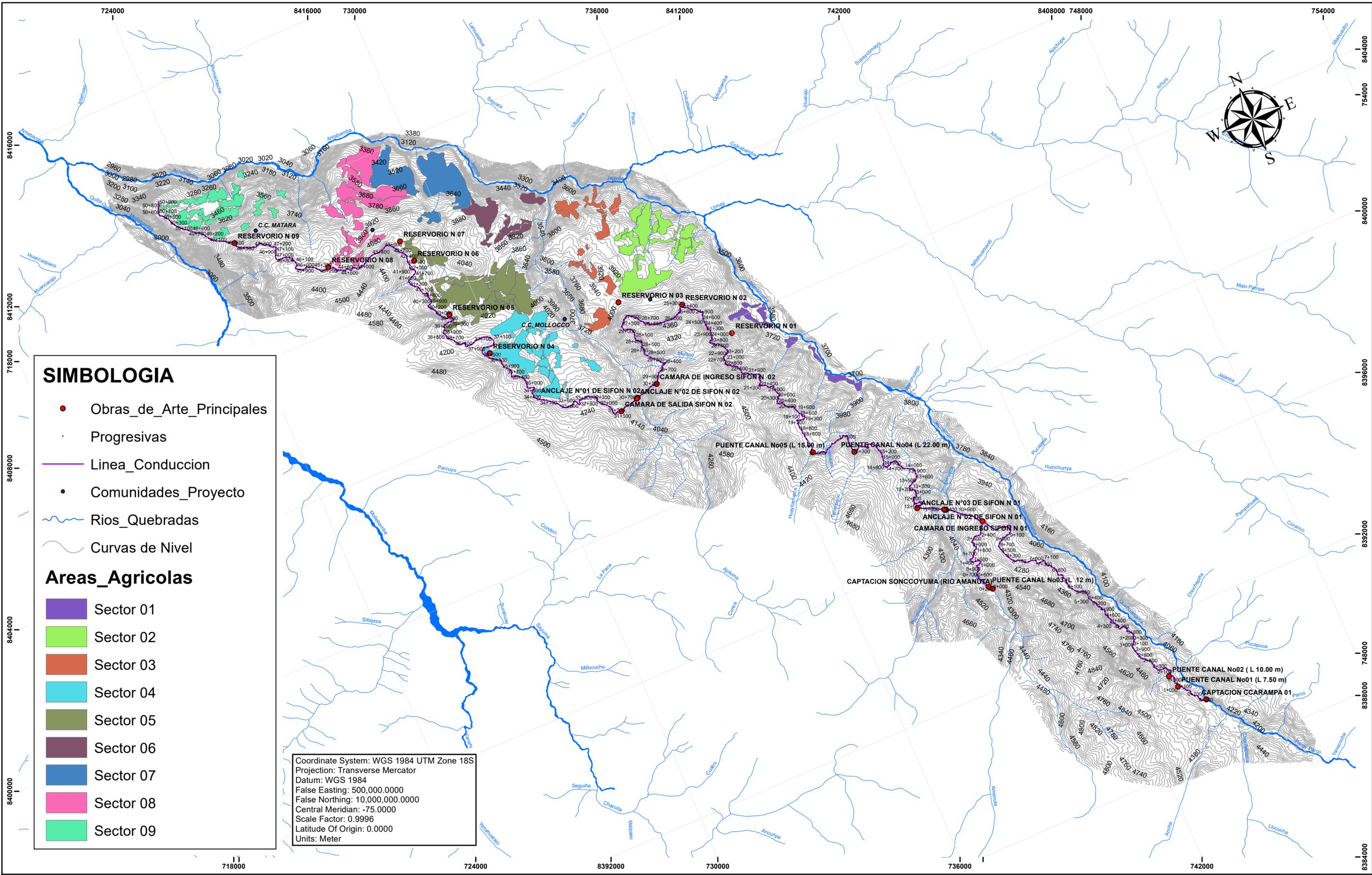
SIMBOLOGÍA

- CANAL PRINCIPAL
- RÍO PRINCIPAL
- AREAS DE RIEGO
- CAPITAL DE DISTRITO

LEYENDA

- DISTRITO DE ANTABAMBA
- PROVINCIA DE ANTABAMBA
- DEPAR. DE APURÍMAC

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAAD DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA, MINAS Y METALURGICA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLOGICA		
TITULO DE TESIS: ESTUDIO GEOLOGICO Y GEOTECNICO PARA LA CONSTRUCCION DEL CANAL DE AGUA CCARAMPA - WILACCOTA. DISTRITO DE ANTABAMBA, PROVINCIA DE ANTABAMBA APURIMAC -2025		
UBICACIÓN Departamento : Apurímac. Provincia : Antabamba Distrito : Antabamba	ELABORADO POR: - Bach. Aroni Moreano Waldir Exaltación	ASESOR: Ing. Victor V. Garate Gongora
PROYE CC: (UTM) DOTUM: (WGS 84) ZONA: 18LS	E ESCALA: 1: 6 000 FECHA: ABRIL - 2025	PLANO 01: UBICACIÓN POLITICA



UBICACIÓN
 Departamento : Apurimac.
 Provincia : Antabamba
 Distrito : Antabamba

PROYECC: Universal Transverse Mercator (UTM)
DOTUM: World Geodesic System(WGS 84)
ZONA: 18LS

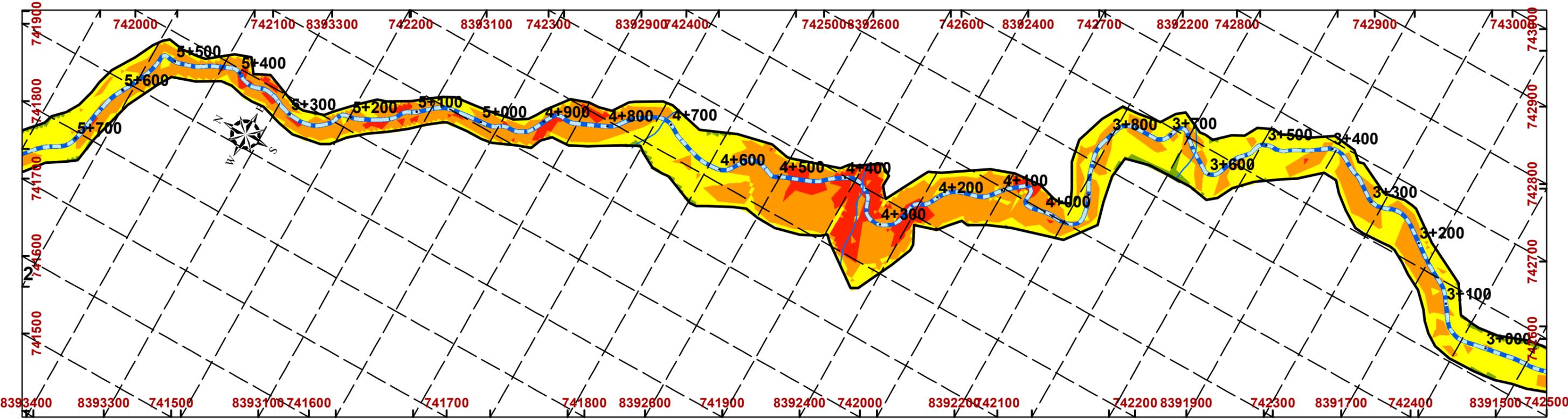
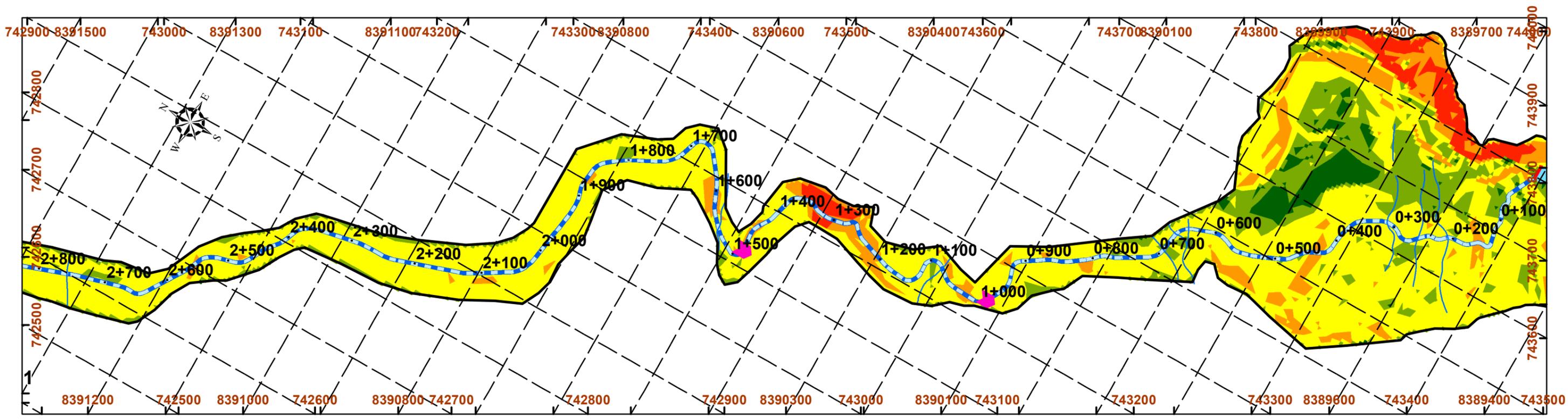
ELABORADO POR:
 - Bach. Aroni Moreano
 Waldir Exaltación

ESCALA: 1:8 000
FECHA: ABRIL - 2025

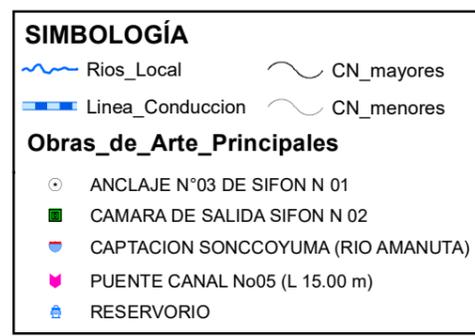
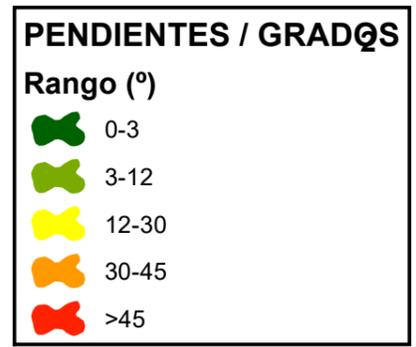
ASESOR:
 Ing. Victor V. Garate
 Gongora

PLANO TOPOGRAFICO

 <p>UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA, MINAS Y METALURGICA</p>	
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLOGICA	
ESTUDIO GEOLOGICO Y GEOTECNICO PARA LA CONSTRUCCION DEL CANAL DE AGUA CCARAMPA - WILACOTTA. DISTRITO DE ANTABAMBA, PROVINCIA DE ANTABAMBA APURIMAC -2025	



ESCALA DE TRABAJO : 1 /

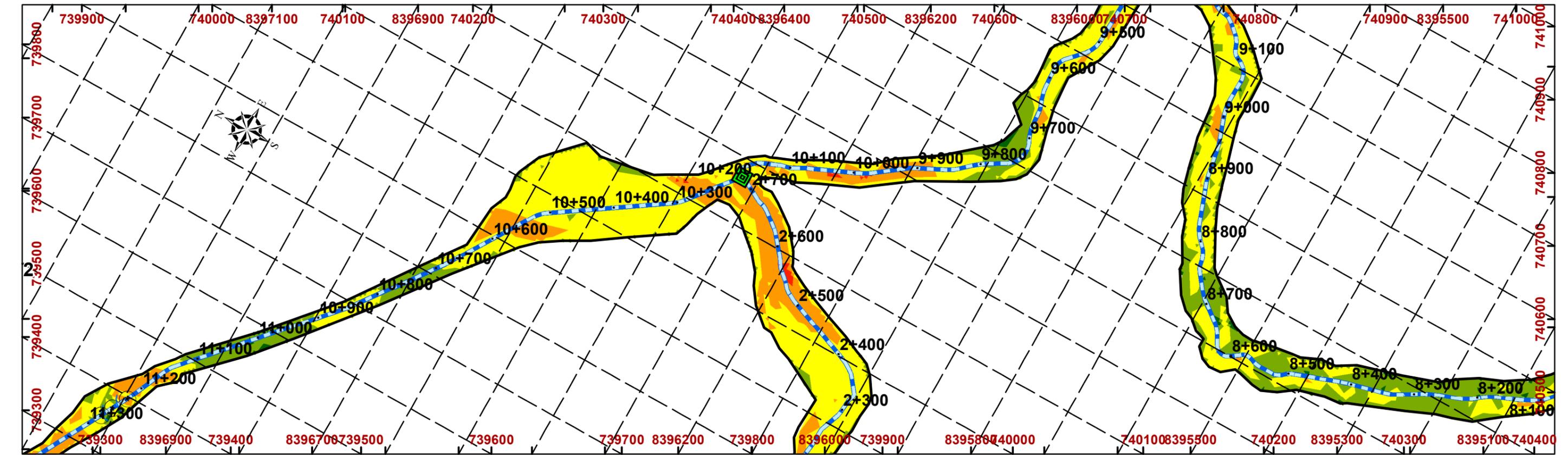
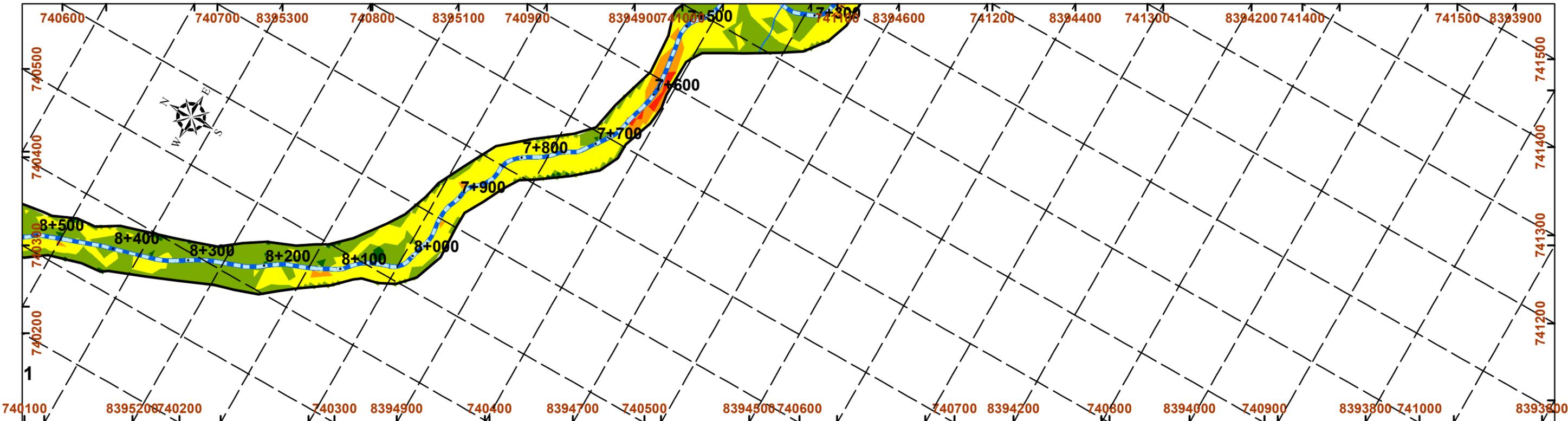


Coordinate System: WGS 1984 UTM Zone 18S
 Projection: Transverse Mercator
 Datum: WGS 1984
 False Easting: 500,000,000
 False Northing: 10,000,000,000
 Central Meridian: -75,0000
 Scale Factor: 0.9996
 Latitude Of Origin: 0,0000
 Units: Meter

- Proyección: UTM WGS 1984 Zona 18L
 - Datum horizontal: Sistema Geodésico Mundial (WGS 84)
 - Datum Vertical: Nivel Medio del Mar
 - Amplitud de curva: 1 m.



 UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAAD DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA, MINAS Y METALURGICA			
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLOGICA			
TITULO DE TESIS: ESTUDIO GEOLOGICO Y GEOTECNICO PARA LA CONSTRUCCION DEL CANAL DE AGUA CCARAMPA – WILACCOTA. DISTRITO DE ANTABAMBA, PROVINCIA DE ANTABAMBA APURIMAC -2025			
UBICACIÓN Departamento : Apurimac. Provincia : Antabamba Distrito : Antabamba	ELABORADO POR: - Bach. Aroni Moreano Waldir Exaltación	ASESOR: Ing. Victor V. Garate Gongora	
PROYECC: (UTM) DOTUM: (WGS 84) ZONA: 18L	ESCALA: 1: 6 000 FECHA: ABRIL - 2025	PLANO 3-A: PLANO DE PENDIENTE	



PENDIENTES / GRADOS	
Rango (°)	
	0-3
	3-12
	12-30
	30-45
	>45

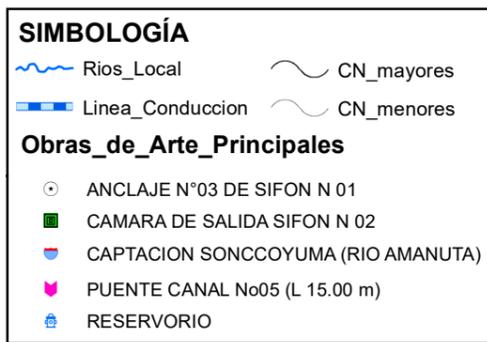
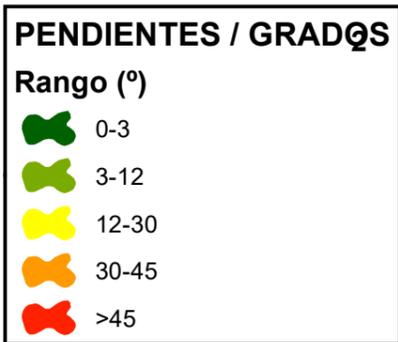
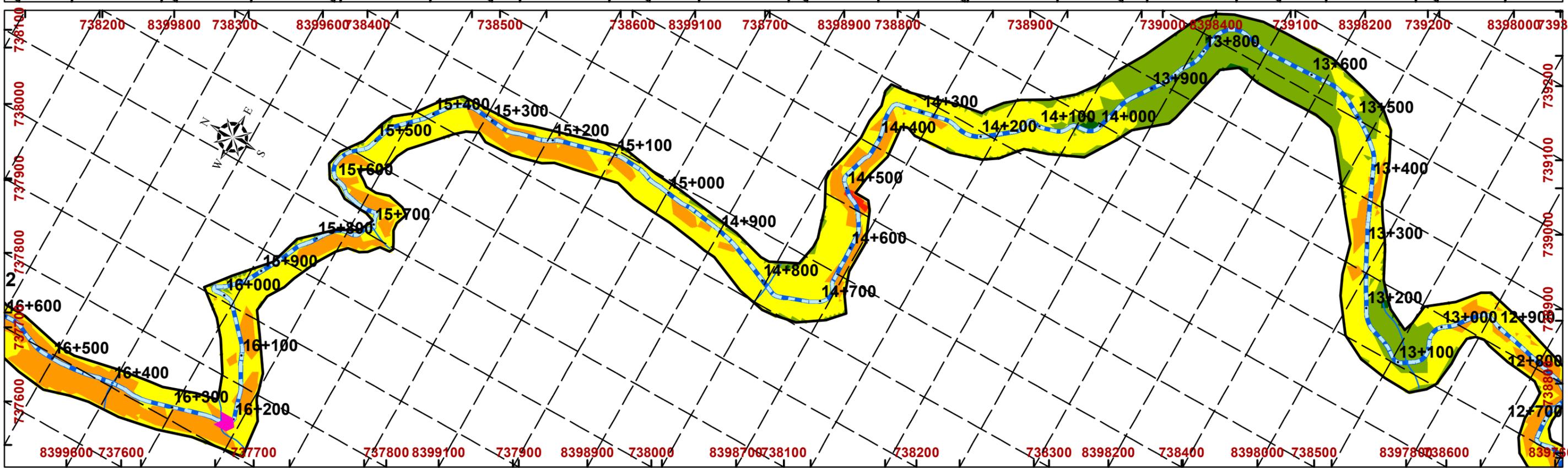
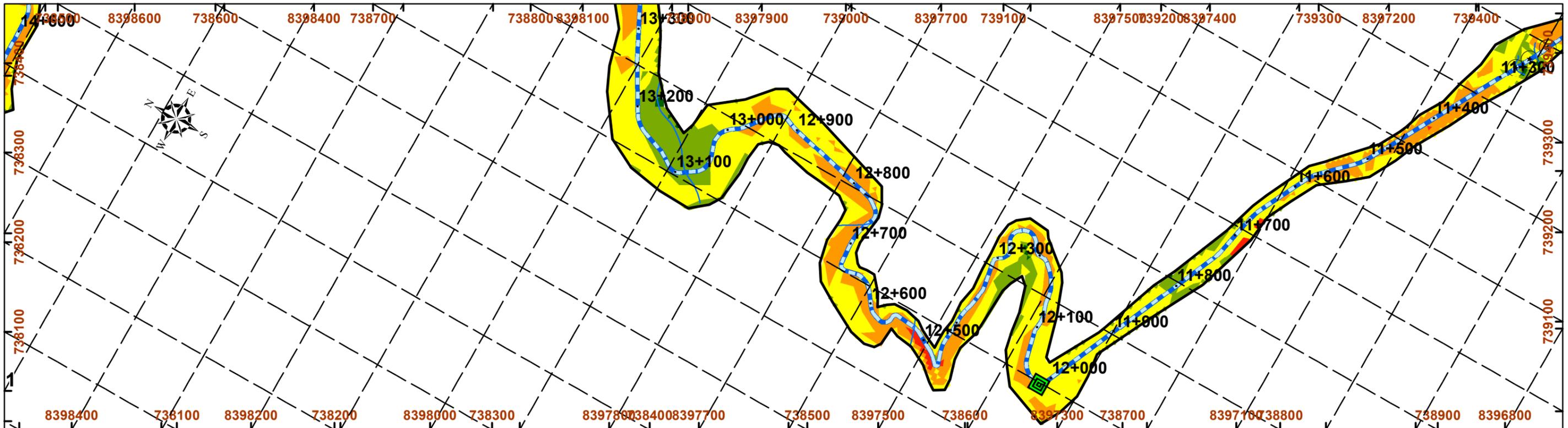
SIMBOLOGÍA	
	Rios_Local
	Linea_Conduccion
	CN_mayores
	CN_menores
Obras_de_Arte_Principales	
	ANCLAJE N°03 DE SIFON N 01
	CAMARA DE SALIDA SIFON N 02
	CAPTACION SONCCOYUMA (RIO AMANUTA)
	PUENTE CANAL No05 (L 15.00 m)
	RESERVORIO

16, 0 0 0

Coordinate System: WGS 1984 UTM Zone 18S
 Projection: Transverse Mercator
 Datum: WGS 1984
 False Easting: 500,000,000
 False Northing: 10,000,000,000
 Central Meridian: -75,0000
 Scale Factor: 0.9996
 Latitude Of Origin: 0.0000
 Units: Meter

- Proyección: UTM WGS 1984 Zona 18L
 - Datum horizontal: Sistema Geodésico Mundial (WGS 84)
 - Datum Vertical: Nivel Medio del Mar
 - Amplitud de curva: 1 m.

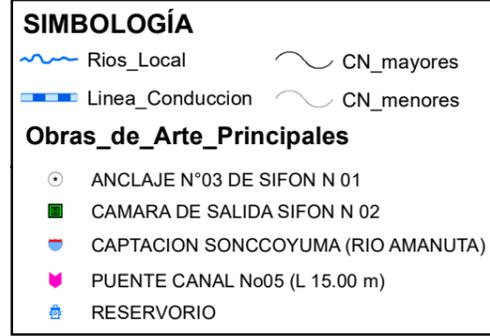
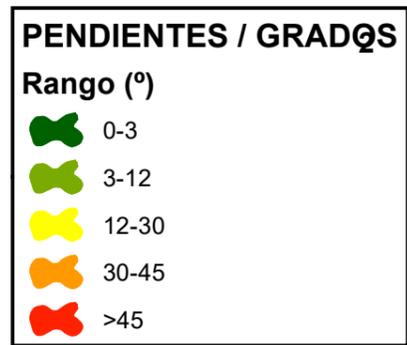
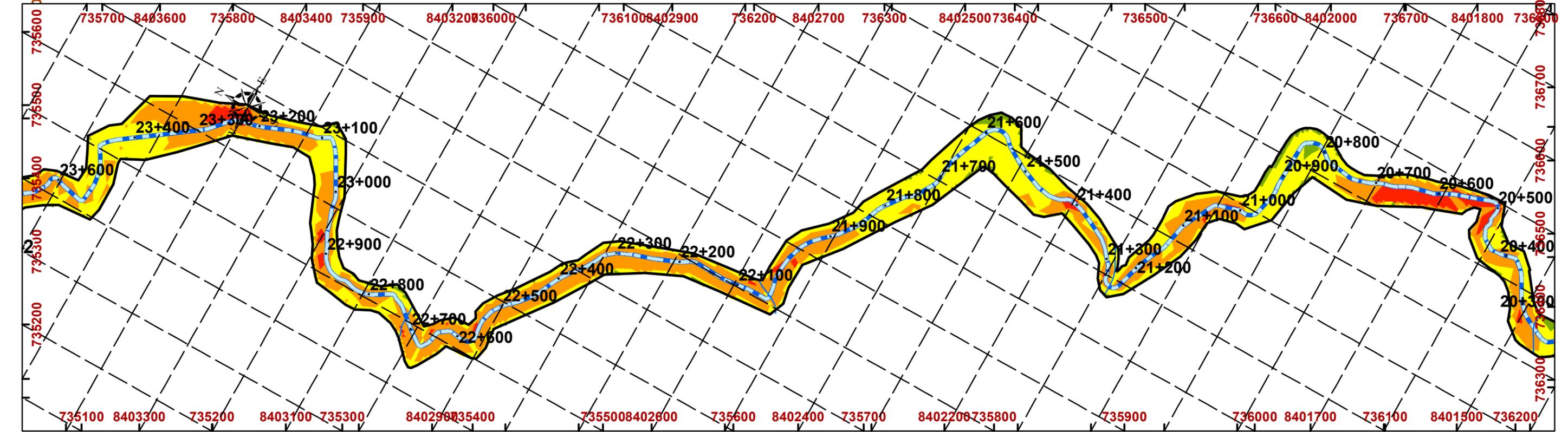
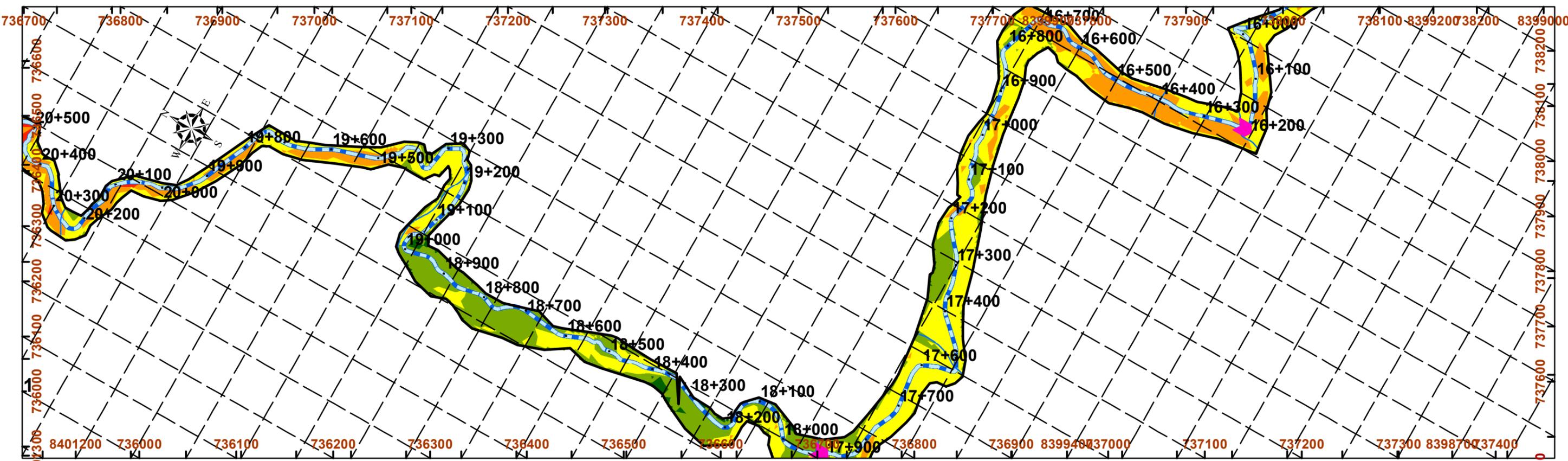
UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA, MINAS Y METALURGICA 		
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLOGICA		
TITULO DE TESIS: ESTUDIO GEOLOGICO Y GEOTECNICO PARA LA CONSTRUCCION DEL CANAL DE AGUA CCARAMPA - WILACCOTA. DISTRITO DE ANTABAMBA, PROVINCIA DE ANTABAMBA APURIMAC -2025		
UBICACIÓN Departamento : Apurimac. Provincia : Antabamba Distrito : Antabamba	ELABORADO POR: - Bach. Aroni Moreano Waldir Exaltación	ASESOR: Ing. Víctor V. Garate Gongora
PROYECC: (UTM) DOTUM: (WGS 84) ZONA: 18L	ESCALA: 1: 6 000 FECHA: ABRIL - 2025	PLANO 3-B: PLANO DE PENDIENTE



Coordinate System: WGS 1984 UTM Zone 18S
 Projection: Transverse Mercator
 Datum: WGS 1984
 False Easting: 500,000.0000
 False Northing: 10,000,000.0000
 Central Meridian: -75.0000
 Scale Factor: 0.9996
 Latitude Of Origin: 0.0000
 Units: Meter

- Proyección: UTM WGS 1984 Zona 18L
 - Datum horizontal: Sistema Geodésico Mundial (WGS 84)
 - Datum Vertical: Nivel Medio del Mar
 - Amplitud de curva: 1 m.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA, MINAS Y METALURGICA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLOGICA			
TITULO DE TESIS: ESTUDIO GEOLOGICO Y GEOTECNICO PARA LA CONSTRUCCION DEL CANAL DE AGUA CCARAMPA - WILACCOTA. DISTRITO DE ANTABAMBA, PROVINCIA DE ANTABAMBA APURIMAC -2025			
UBICACIÓN Departamento : Apurimac. Provincia : Antabamba Distrito : Antabamba	ELABORADO POR: - Bach. Aroni Moreano Waldir Exaltación	ASESOR: Ing. Victor V. Garate Gongora	
PROYECC: (UTM) DOTUM: (WGS 84) ZONA: 18L	ESCALA: 1: 6 000 FECHA: ABRIL - 2025	PLANO 3-C: PLANO DE PENDIENTE	

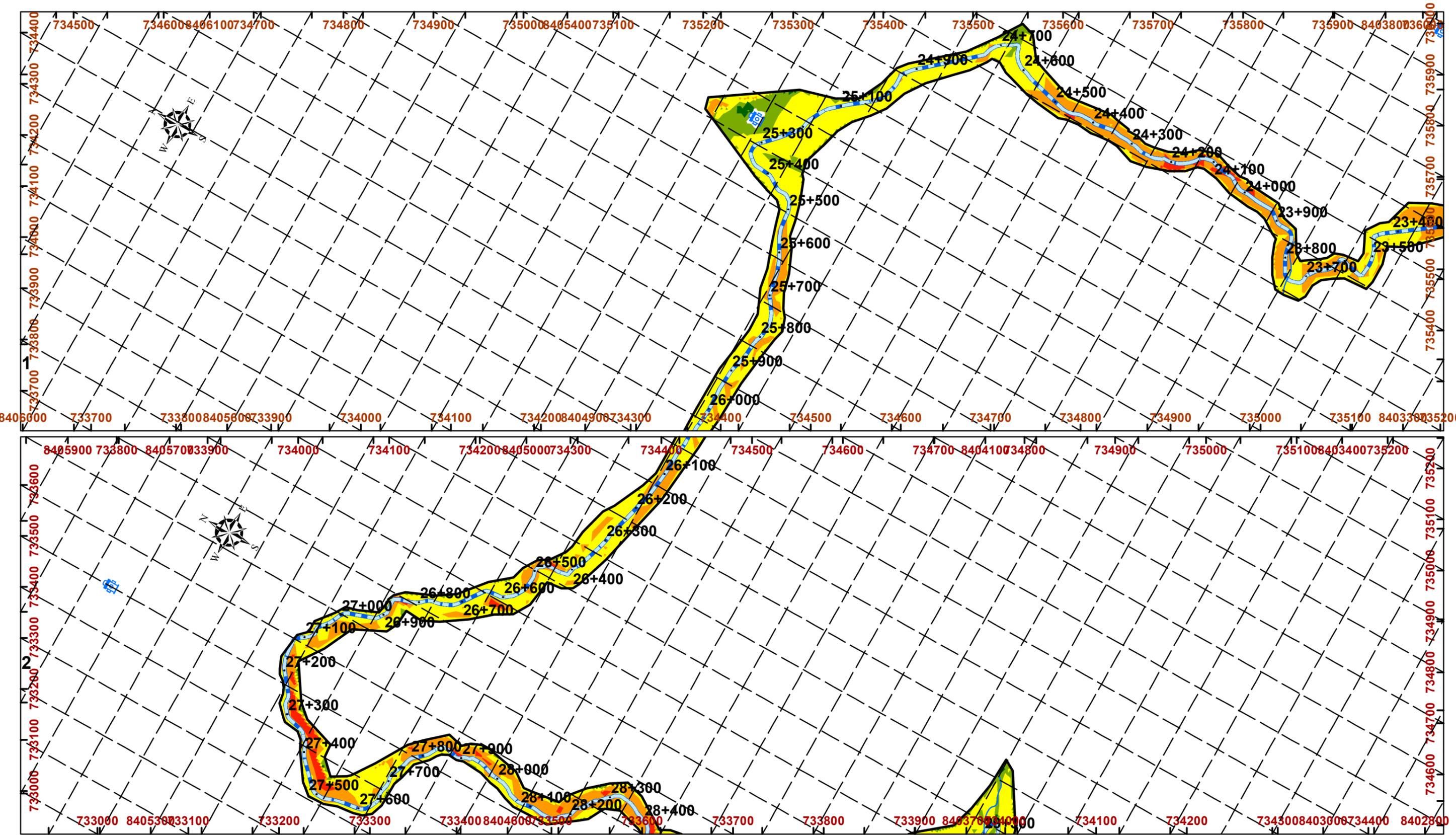


1:6,000

Coordinate System: WGS 1984 UTM Zone 18S
 Projection: Transverse Mercator
 Datum: WGS 1984
 False Easting: 500,000.0000
 False Northing: 10,000,000.0000
 Central Meridian: -75.0000
 Scale Factor: 0.9996
 Latitude Of Origin: 0.0000
 Units: Meter

- Proyección: UTM WGS 1984 Zona 18L
 - Datum horizontal: Sistema Geodésico Mundial (WGS 84)
 - Datum Vertical: Nivel Medio del Mar
 - Amplitud de curva: 1 m.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA, MINAS Y METALURGICA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLOGICA			
TITULO DE TESIS: ESTUDIO GEOLOGICO Y GEOTECNICO PARA LA CONSTRUCCION DEL CANAL DE AGUA CCARAMPA – WILACCOTA. DISTRITO DE ANTABAMBA, PROVINCIA DE ANTABAMBA APURIMAC -2025			
UBICACIÓN Departamento : Apurimac. Provincia : Antabamba Distrito : Antabamba	ELABORADO POR: - Bach. Aroni Moreano Waldir Exaltación	ASESOR: Ing. Victor V. Garate Gongora	
PROYECC: (UTM) DOTUM: (WGS 84) ZONA: 18L	ESCALA: 1: 6 000 FECHA: ABRIL - 2025	PLANO 3-D: PLANO DE PENDIENTE	



PENDIENTES / GRADOS

Rango (°)

0-3
3-12
12-30
30-45
>45

SIMBOLOGÍA

Rios_Local	CN_mayores
Linea_Conduccion	CN_menores

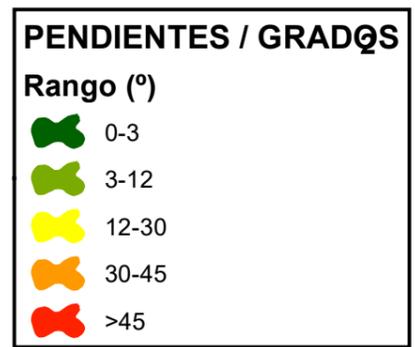
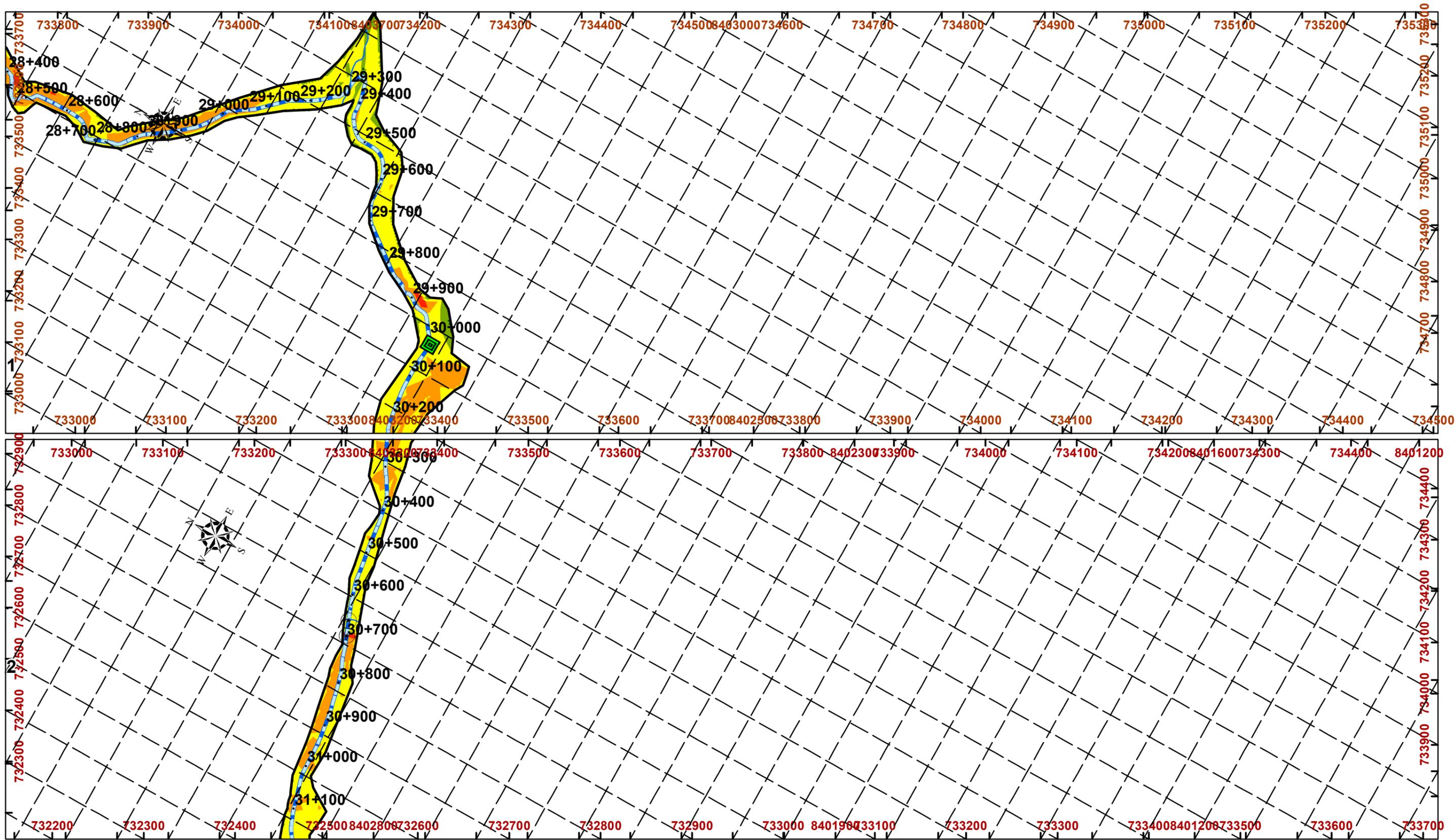
Obras_de_Arte_Principales

ANCLAJE N°03 DE SIFON N 01
CAMARA DE SALIDA SIFON N 02
CAPTACION SONCCOYUMA (RIO AMANUTA)
PUENTE CANAL No05 (L. 15.00 m)
RESERVORIO

Coordinate System: WGS 1984 UTM Zone 18S
 Projection: Transverse Mercator
 Datum: WGS 1984
 False Easting: 500,000,000
 False Northing: 10,000,000,000
 Central Meridian: -75,0000
 Scale Factor: 0.9996
 Latitude Of Origin: 0,0000
 Units: Meter

- Proyección: UTM WGS 1984 Zona 18L
 - Datum horizontal: Sistema Geodésico Mundial (WGS 84)
 - Datum Vertical: Nivel Medio del Mar
 - Amplitud de curva: 1 m.

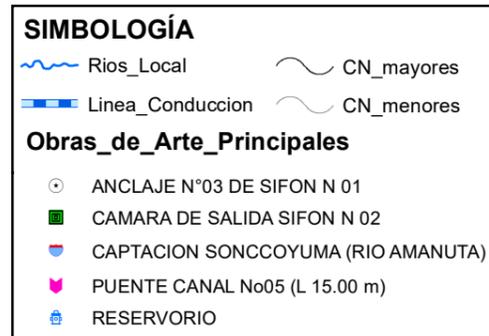
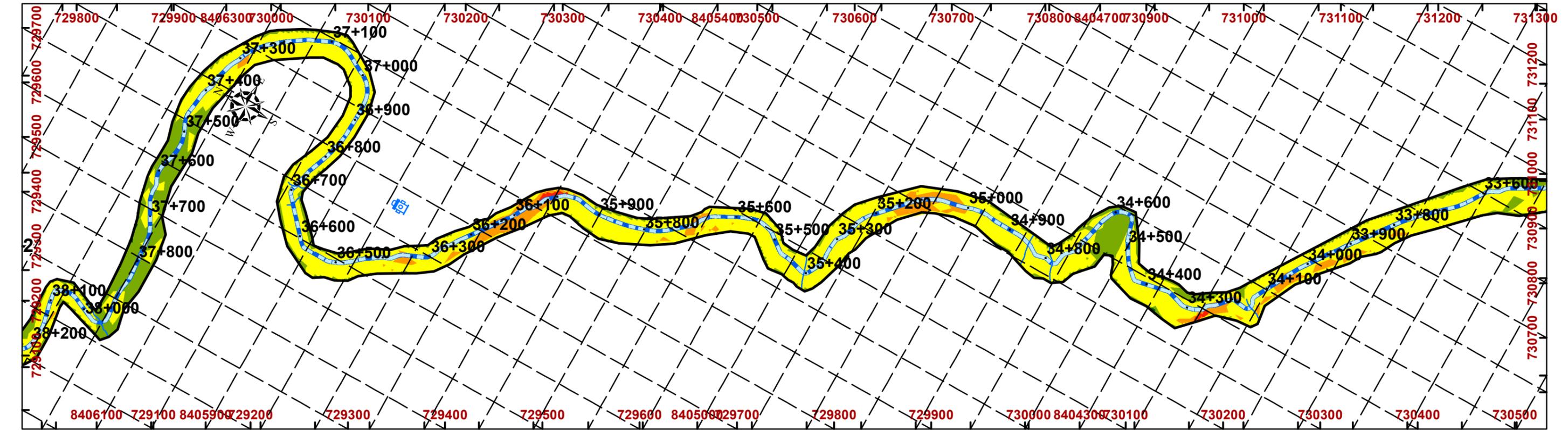
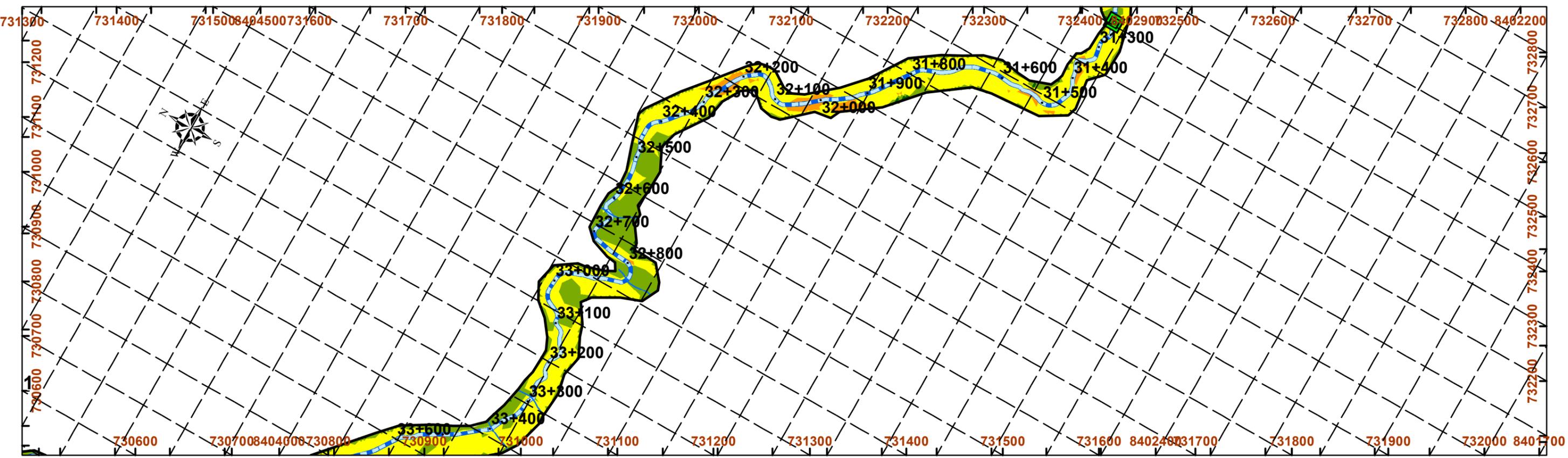
TÍTULO DE TESIS: ESTUDIO GEOLOGICO Y GEOTECNICO PARA LA CONSTRUCCION DEL CANAL DE AGUA CCARAMPA - WILACOTA. DISTRITO DE ANTABAMBA, PROVINCIA DE ANTABAMBA APURIMAC -2025		
UBICACIÓN Departamento : Apurímac. Provincia : Antabamba Distrito : Antabamba	ELABORADO POR: - Bach. Aroni Moreano Waldir Exaltación	ASESOR: Ing. Víctor V. Garate Gongora
PROYECC: (UTM) DOTUM: (WGS 84) ZONA: 18L	ESCALA: 1: 6 000 FECHA: ABRIL - 2025	PLANO 3-E: PLANO DE PENDIENTE



Coordinate System: WGS 1984 UTM Zone 18S
 Projection: Transverse Mercator
 Datum: WGS 1984
 False Easting: 500,000.0000
 False Northing: 10,000,000.0000
 Central Meridian: -75.0000
 Scale Factor: 0.9996
 Latitude Of Origin: 0.0000
 Units: Meter

- Proyección: UTM WGS 1984 Zona 18L
 - Datum horizontal: Sistema Geodésico Mundial (WGS 84)
 - Datum Vertical: Nivel Medio del Mar
 - Amplitud de curva: 1 m.

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA, MINAS Y METALURGICA 		
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLOGICA		
TITULO DE TESIS: ESTUDIO GEOLOGICO Y GEOTECNICO PARA LA CONSTRUCCION DEL CANAL DE AGUA CCARAMPA – WILACCOTA. DISTRITO DE ANTABAMBA, PROVINCIA DE ANTABAMBA APURIMAC -2025		
UBICACIÓN Departamento : Apurimac. Provincia : Antabamba Distrito : Antabamba	ELABORADO POR: - Bach. Aroni Moreano Waldir Exaltación	ASESOR: Ing. Victor V. Garate Gongora
PROYECC: (UTM) DOTUM: (WGS 84) ZONA: 18L	ESCALA: 1: 8 000 FECHA: ABRIL - 2025	PLANO 3-F: PLANO DE PENDIENTE

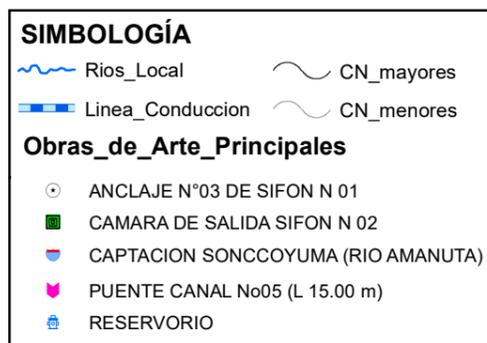
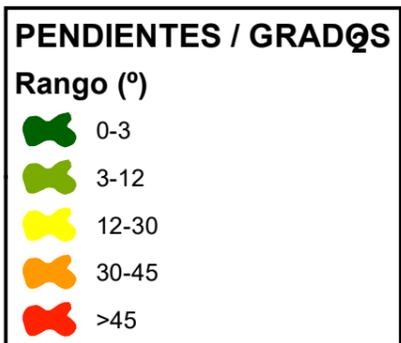
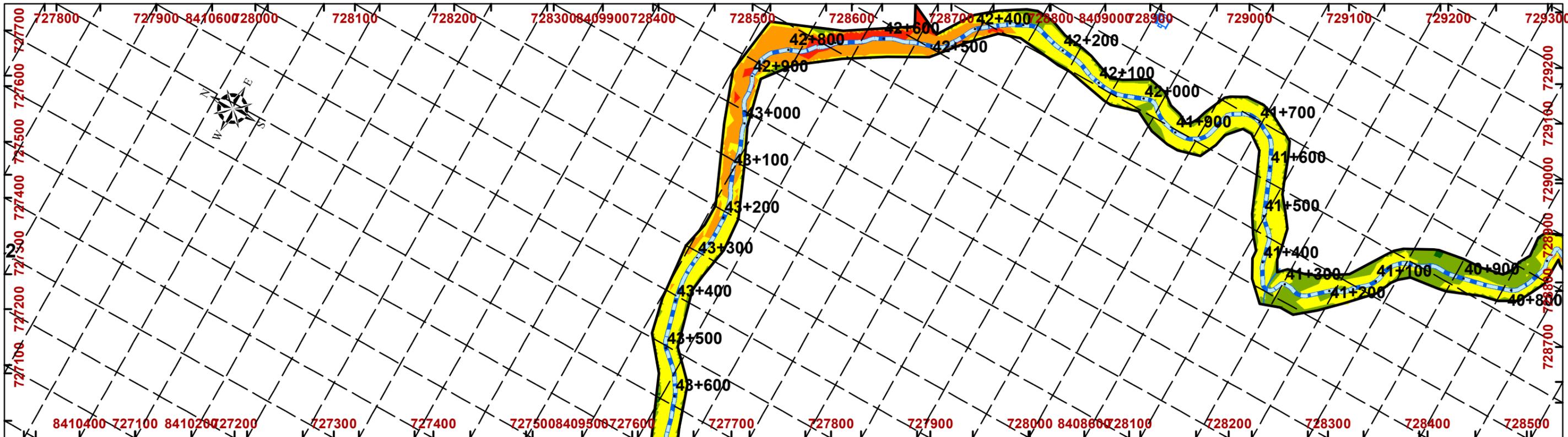
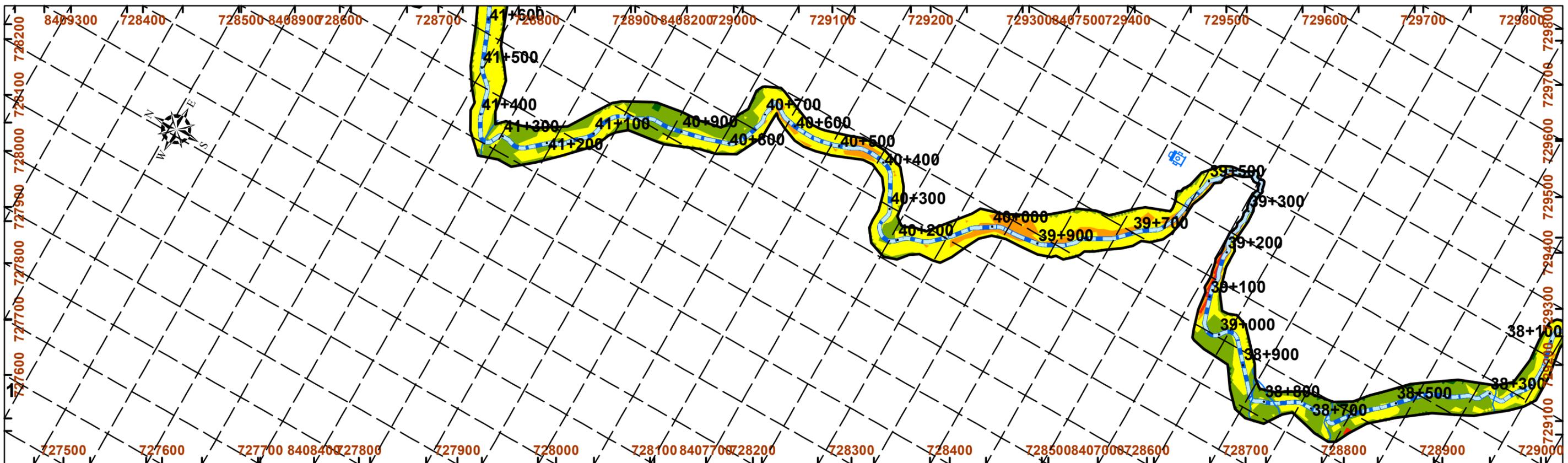


1:8,000

Coordinate System: WGS 1984 UTM Zone 18S
 Projection: Transverse Mercator
 Datum: WGS 1984
 False Easting: 500,000.0000
 False Northing: 10,000,000.0000
 Central Meridian: -75.0000
 Scale Factor: 0.9996
 Latitude Of Origin: 0.0000
 Units: Meter

- Proyección: UTM WGS 1984 Zona 18L
 - Datum horizontal: Sistema Geodésico Mundial (WGS 84)
 - Datum Vertical: Nivel Medio del Mar
 - Amplitud de curva: 1 m.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAAD DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA, MINAS Y METALURGICA 		
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLOGICA		
TITULO DE TESIS: ESTUDIO GEOLOGICO Y GEOTECNICO PARA LA CONSTRUCCION DEL CANAL DE AGUA CCARAMPA – WILACCOTA. DISTRITO DE ANTABAMBA, PROVINCIA DE ANTABAMBA APURIMAC -2025		
UBICACIÓN Departamento : Apurimac. Provincia : Antabamba Distrito : Antabamba	ELABORADO POR: - Bach. Aroni Moreano Waldir Exaltación	ASESOR: Ing. Victor V. Garate Gongora
PROYECC: (UTM) DOTUM: (WGS 84) ZONA: 18L	ESCALA: 1 : 8 000 FECHA: ABRIL - 2025	PLANO 3-G: PLANO DE PENDIENTE

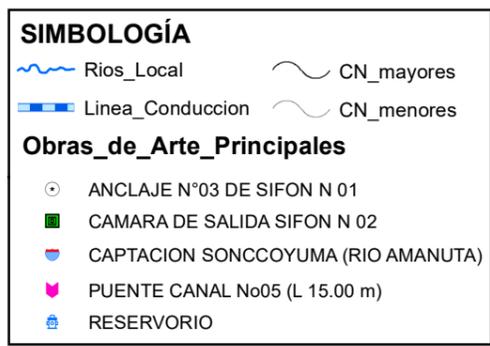
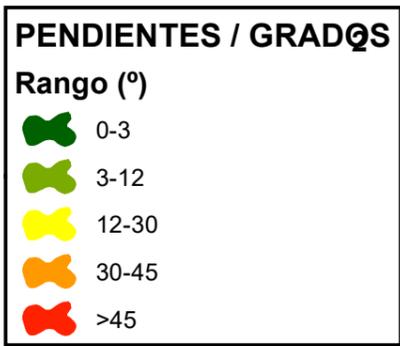
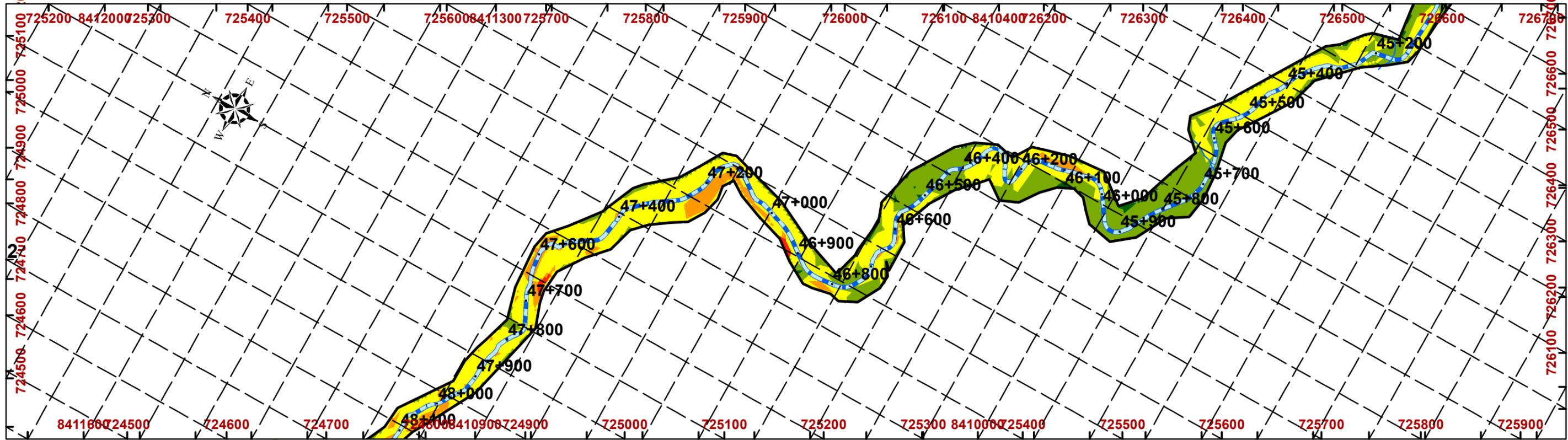
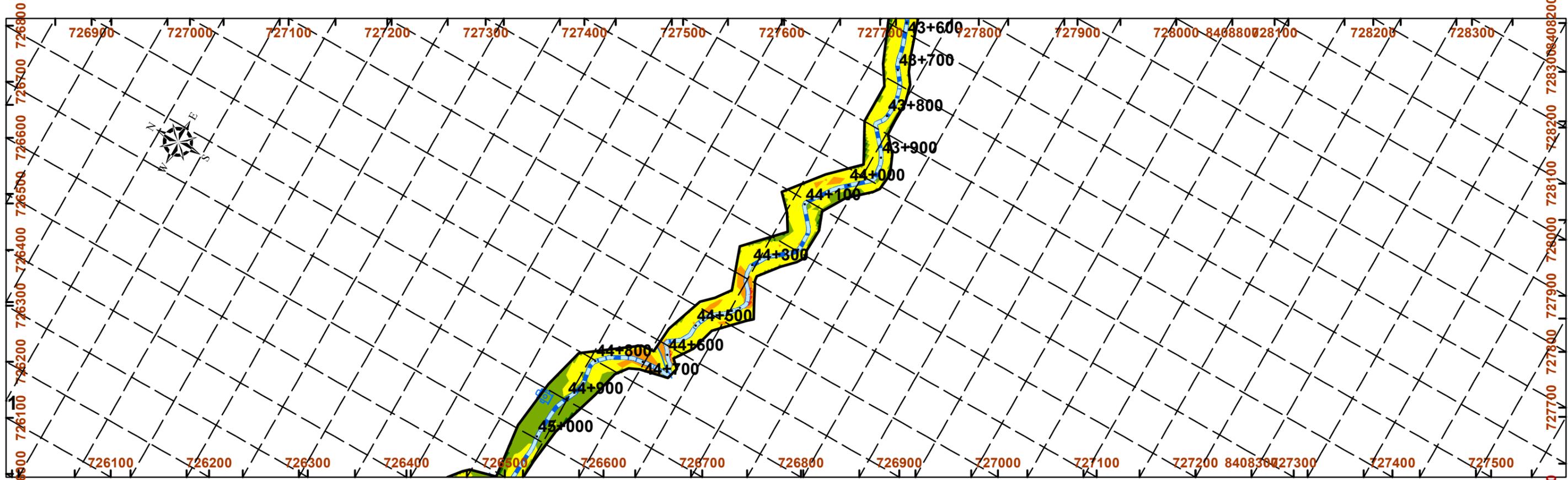


1:8,000

Coordinate System: WGS 1984 UTM Zone 18S
 Projection: Transverse Mercator
 Datum: WGS 1984
 False Easting: 500,000,000
 False Northing: 10,000,000,000
 Central Meridian: -75,0000
 Scale Factor: 0.9996
 Latitude Of Origin: 0.0000
 Units: Meter

- Proyección: UTM WGS 1984 Zona 18L
 - Datum horizontal: Sistema Geodésico Mundial (WGS 84)
 - Datum Vertical: Nivel Medio del Mar
 - Amplitud de curva: 1 m.

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA, MINAS Y METALURGICA 		
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLOGICA		
TITULO DE TESIS: ESTUDIO GEOLOGICO Y GEOTECNICO PARA LA CONSTRUCCION DEL CANAL DE AGUA CCARAMPA - WILACCOTA. DISTRITO DE ANTABAMBA, PROVINCIA DE ANTABAMBA APURIMAC -2025		
UBICACION Departamento : Apurimac. Provincia : Antabamba Distrito : Antabamba	ELABORADO POR: - Bach. Aroni Moreano Waldir Exaltación	ASESOR: Ing. Victor V. Garate Gongora
PROYECC: (UTM) DOTUM: (WGS 84) ZONA: 18L	ESCALA: 1: 8 000 FECHA: ABRIL - 2025	PLANO 3-H: PLANO DE PENDIENTE

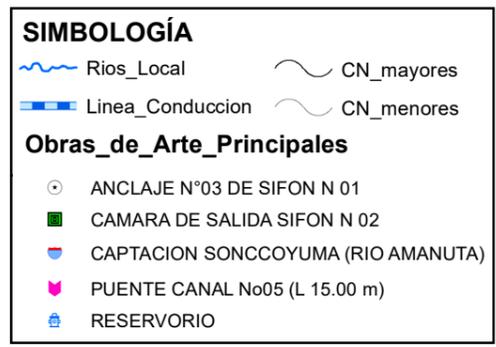
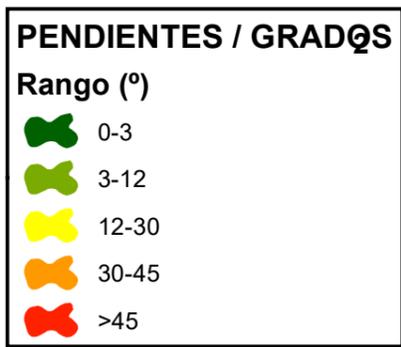
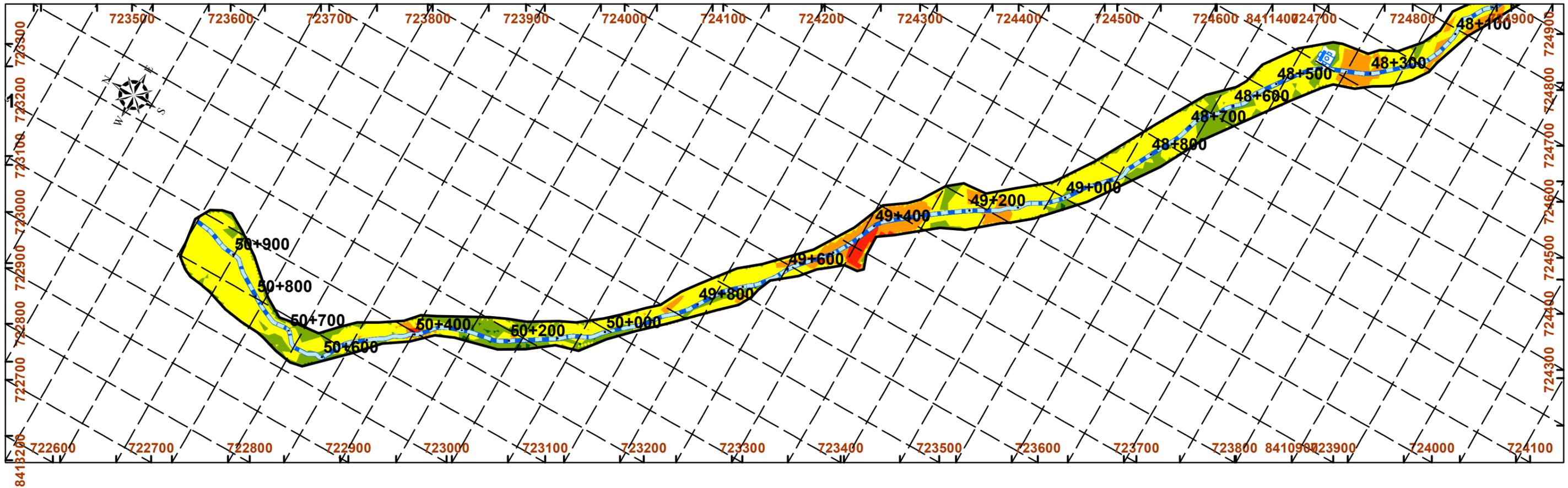


1:8,000

Coordinate System: WGS 1984 UTM Zone 18S
 Projection: Transverse Mercator
 Datum: WGS 1984
 False Easting: 500,000,000
 False Northing: 10,000,000,000
 Central Meridian: -75,00000
 Scale Factor: 0.9996
 Latitude Of Origin: 0.0000
 Units: Meter

- Proyección: UTM WGS 1984 Zona 18L
 - Datum horizontal: Sistema Geodésico Mundial (WGS 84)
 - Datum Vertical: Nivel Medio del Mar
 - Amplitud de curva: 1 m.

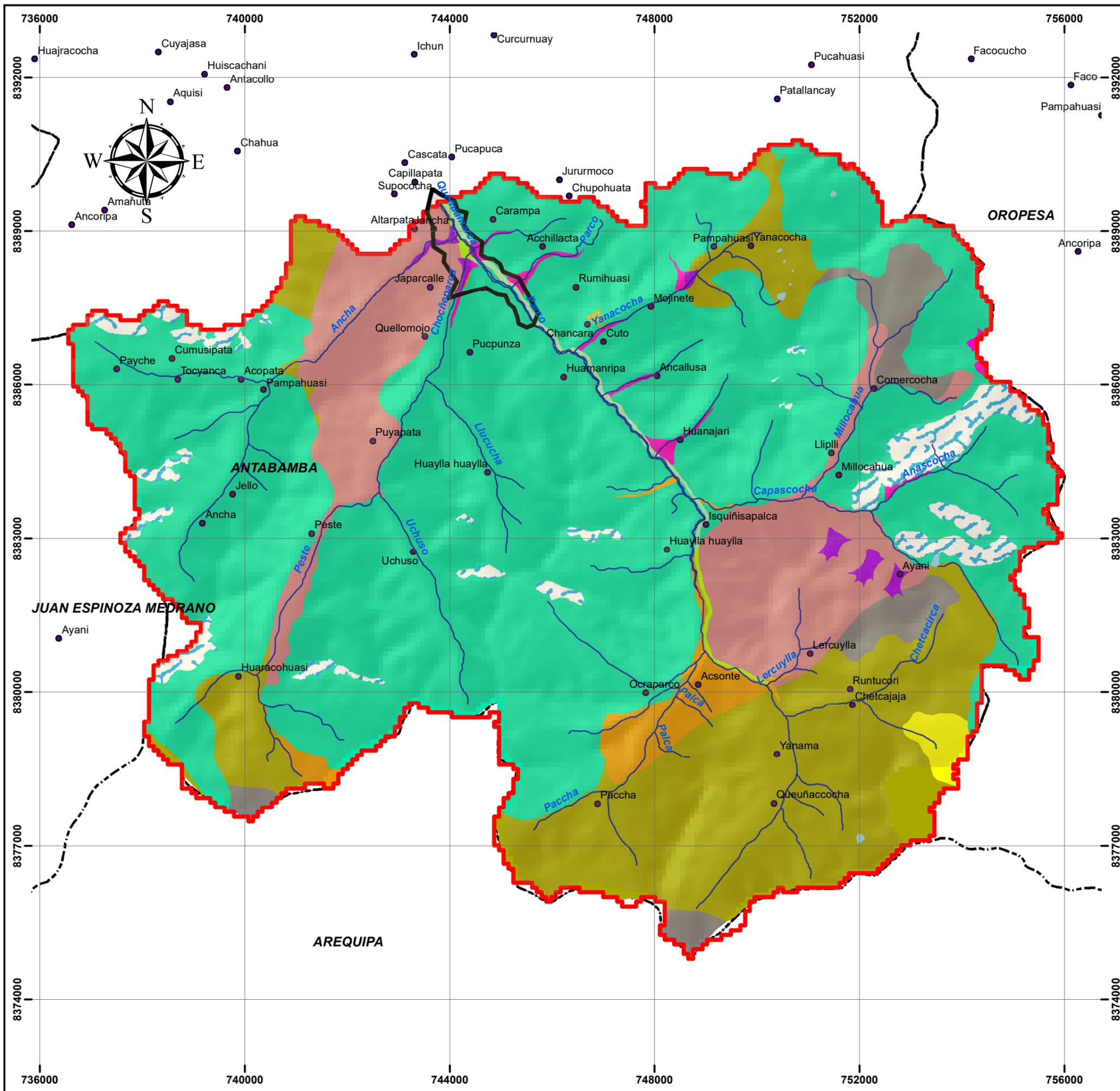
 UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA, MINAS Y METALURGICA 		
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLOGICA		
TITULO DE TESIS: ESTUDIO GEOLOGICO Y GEOTECNICO PARA LA CONSTRUCCION DEL CANAL DE AGUA CCARAMPA – WILACCOTA. DISTRITO DE ANTABAMBA, PROVINCIA DE ANTABAMBA APURIMAC -2025		
UBICACIÓN Departamento : Apurimac. Provincia : Antabamba Distrito : Antabamba	ELABORADO POR: - Bach. Aroni Moreano Waldir Exaltación	ASESOR: Ing. Victor V. Garate Gongora
PROYECC: (UTM) DOTUM: (WGS 84) ZONA: 18L	ESCALA: 1: 8 000 FECHA: ABRIL - 2025	PLANO 3-I: PLANO DE PENDIENTE



Coordinate System: WGS 1984 UTM Zone 18S
 Projection: Transverse Mercator
 Datum: WGS 1984
 False Easting: 500,000.0000
 False Northing: 10,000,000.0000
 Central Meridian: -75.0000
 Scale Factor: 0.9996
 Latitude Of Origin: 0.0000
 Units: Meter

- Proyección: UTM WGS 1984 Zona 18L
 - Datum horizontal: Sistema Geodésico Mundial (WGS 84)
 - Datum Vertical: Nivel Medio del Mar
 - Amplitud de curva: 1 m.

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA, MINAS Y METALURGICA		
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLOGICA		
TITULO DE TESIS: ESTUDIO GEOLOGICO Y GEOTECNICO PARA LA CONSTRUCCION DEL CANAL DE AGUA CCARAMPA – WILACCOTA. DISTRITO DE ANTABAMBA, PROVINCIA DE ANTABAMBA APURIMAC -2025		
UBICACIÓN Departamento : Apurimac. Provincia : Antabamba Distrito : Antabamba	ELABORADO POR: - Bach. Aroni Moreano Waldir Exaltación	ASESOR: Ing. Victor V. Garate Gongora
PROYECC: (UTM) DOTUM: (WGS 84) ZONA: 18L	ESCALA: 1: 8 000 FECHA: ABRIL - 2025	PLANO 3-J: PLANO DE PENDIENTE



ÁREA DE LA ZONA DE REGULACIÓN DEL PROYECTO

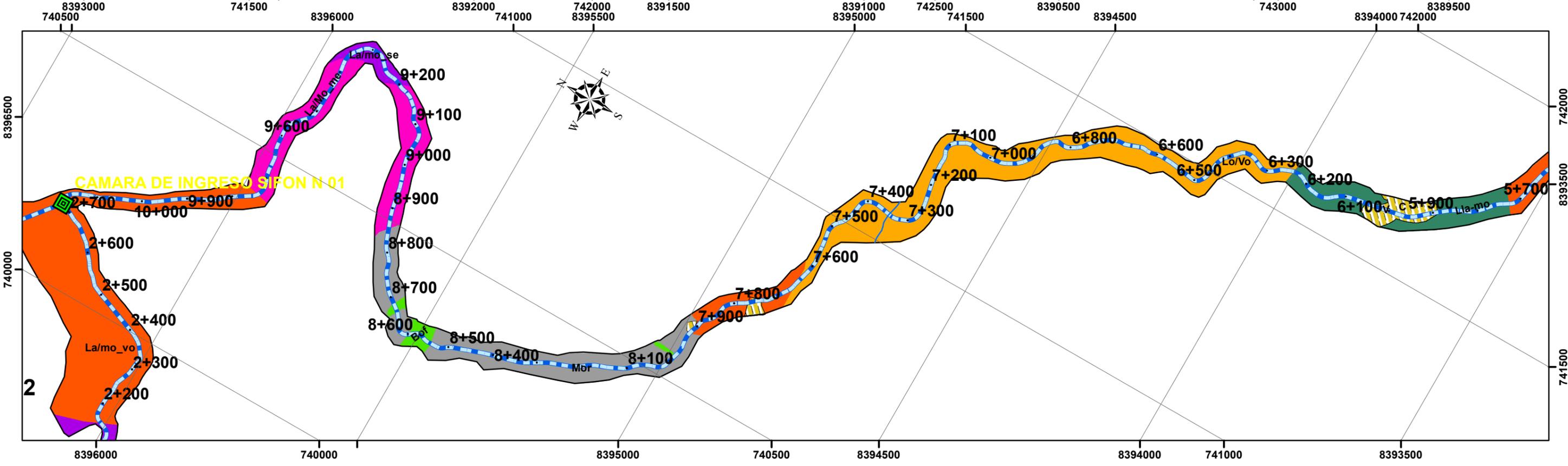
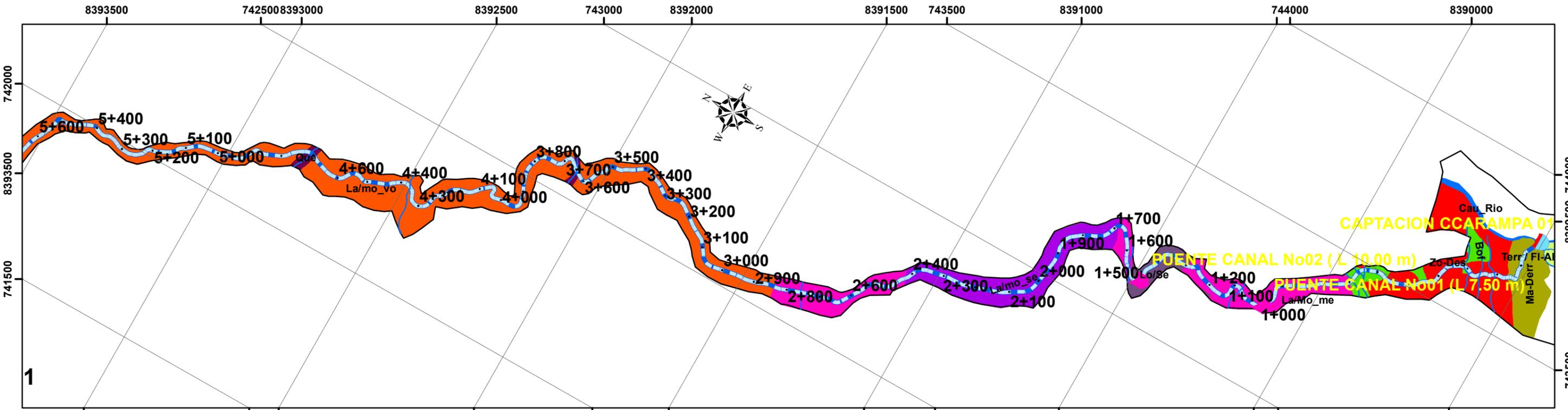
UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS

	Avalancha de detritos		Manto de derrubios
	Bofedales, lagos, lagunas		Montaña modelada en roca metamorfica
	Carcava		Montaña modelada en roca sedimentaria
	Colinas y lomas sedimentarias		Montaña modelada en roca volcanica
	Cono de derrubios (glaciar)		Terraza fluvio-aluvial
	Cono/Abanico aluvial		Valle glaciar
	Glaciar		

LEYENDA

	Rios_Cuenca_Ccarampa ok		SIGTBP_PUEBLO
	AREA DE LA ZONA DE REGULACION		SIGTBP_DISTRITO
	CUENCA1		

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA, MINAS Y METALURGICA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLOGICA			
TITULO DE TESIS: ESTUDIO GEOLOGICO Y GEOTECNICO PARA LA CONSTRUCCION DEL CANAL DE AGUA CCARAMPA - WILACCOTA. DISTRITO DE ANTABAMBA, PROVINCIA DE ANTABAMBA APURIMAC -2025			
UBICACIÓN Departamento : Apurimac. Provincia : Antabamba Distrito : Antabamba	ELABORADO POR: - Bach. Aroni Moreano Waldir Exaltación	ASESOR: Ing. Victor V. Garate Gongora	
PROYECC: (UTM) DOTUM: (WGS 84) ZONA: 18L	ESCALA: 1: 8 000 FECHA: ABRIL - 2025	PLANO 4: PLANO GEOMORFOLOGICO REGIONAL	



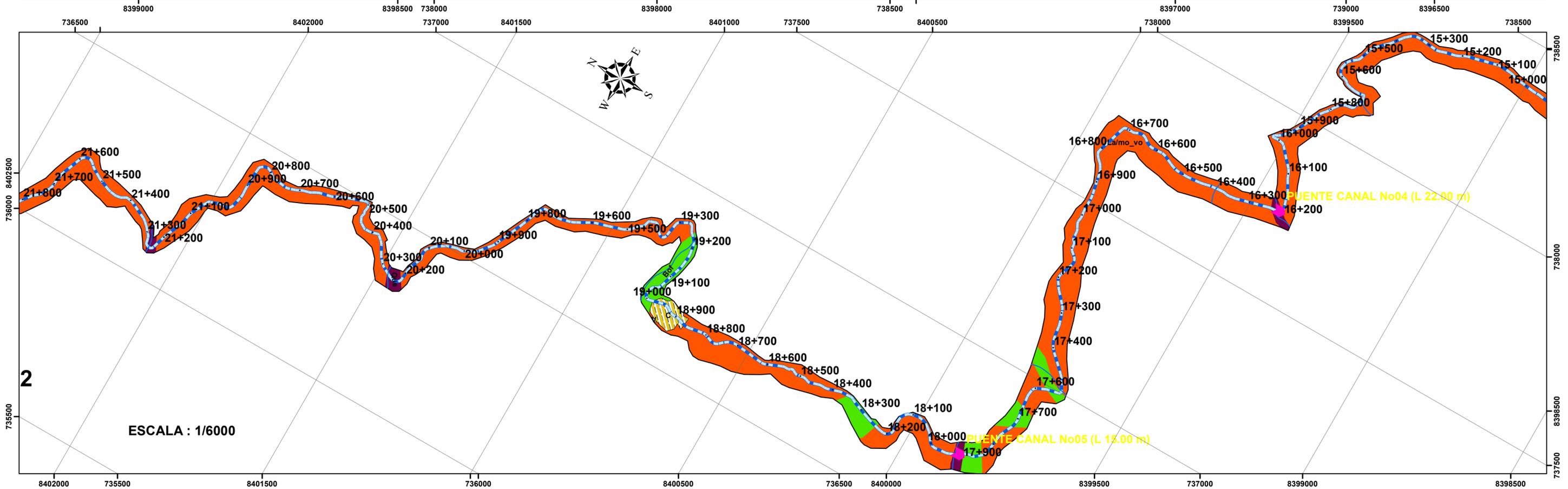
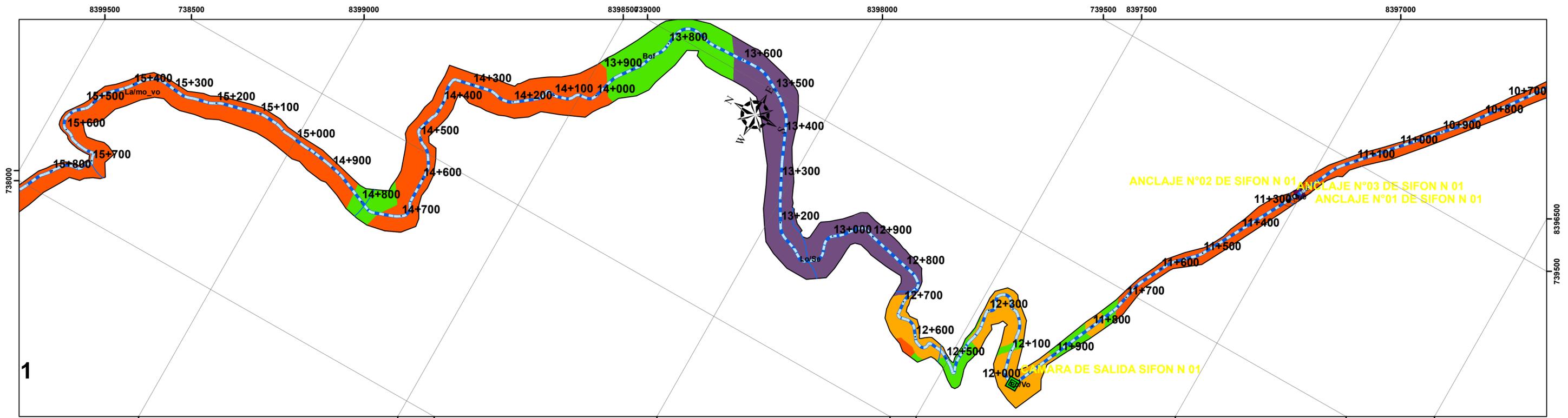
1 centimeter = 85 meters

Geomorfologia_local_Canal	
	Bofedal
	Carcava
	Cauce de Rio
	Corrales
	LLanura de Montaña
	Ladera en Montaña Metamorfica
	Ladera en Montaña Sedimentaria
	Ladera en Montaña Volcanica
	Lomas Volcanicas
	Lomas Sedimentarias
	Manto de Derrubio
	Morrena
	Quebrada
	Terraza Fluvio Aluvial
	Viviendas
	Zona Deslizable / Deslizamientos

LEYENDA	
	Rios_Local
	Linea_Conduccion
	CN_mayores
	CN_menores

SIMBOLOGÍA	
	ANCLAJE
	CAMARA DE SALIDA Y ENTRADA DE SIFÓN
	CAPTACION
	PUENTE CANAL
	RESERVORIOS

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA, MINAS Y METALURGICA					
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLOGICA					
TITULO DE TESIS: ESTUDIO GEOLOGICO Y GEOTECNICO PARA LA CONSTRUCCION DEL CANAL DE AGUA CCARAMPA – WILACCOTA. DISTRITO DE ANTABAMBA, PROVINCIA DE ANTABAMBA APURIMAC -2025					
UBICACIÓN Departamento : Apurimac. Provincia : Antabamba Distrito : Antabamba		ELABORADO POR: - Bach. Aroni Moreano Waldir Exaltación		ASESOR: Ing. Victor V. Garate Gongora	
PROYECC: (UTM) DOTUM: (WGS 84) ZONA: 18L		ESCALA: 1: 8 000 FECHA: ABRIL - 2025		PLANO 5-A: PLANO GEOMORFOLOGICO LOCAL	

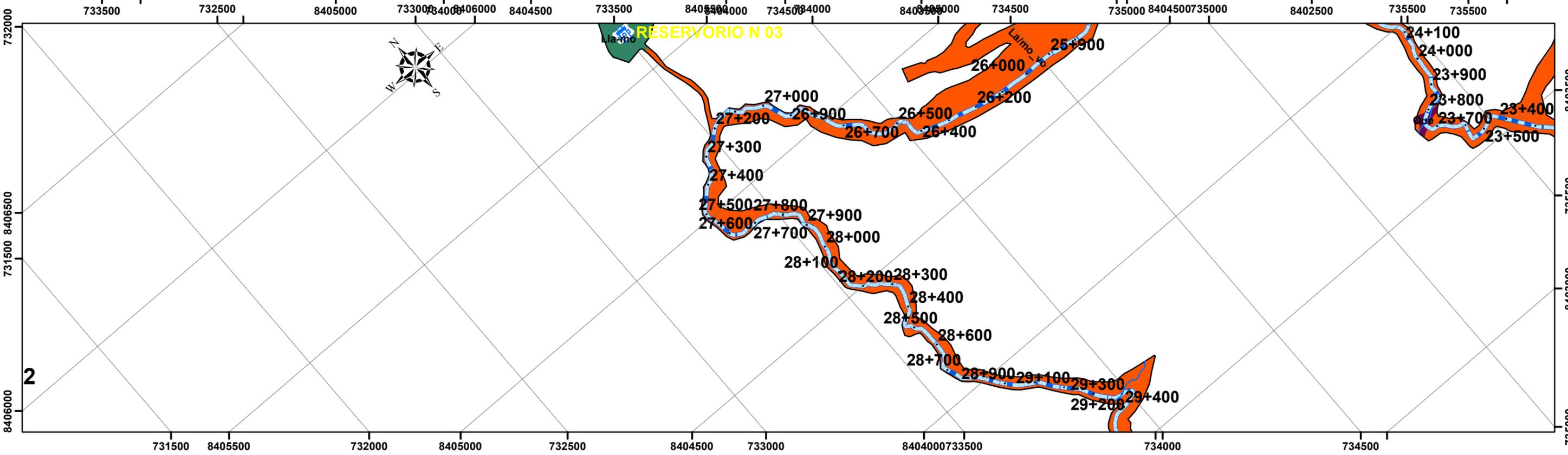
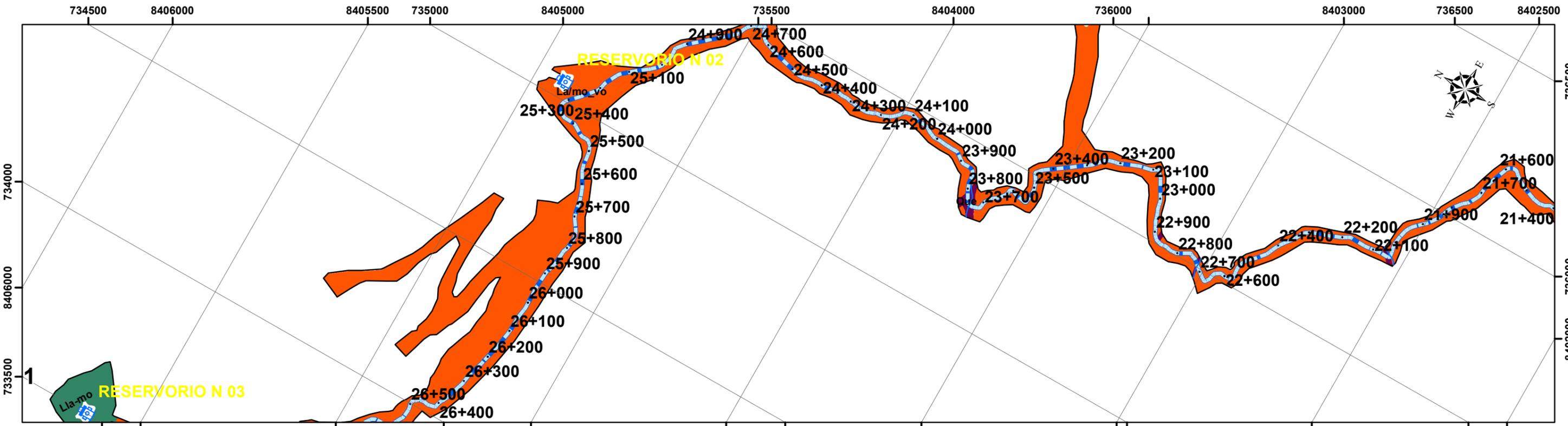


Geomorfologia_local_Canal	
	Bofedal
	Carcava
	Cauce de Rio
	Corrales
	LLanura de Montaña
	Ladera en Montaña Metamorfica
	Ladera en Montaña Sedimentaria
	Ladera en Montaña Volcanica
	Lomas Volcanicas
	Lomas Sedimentarias
	Manto de Derrubio
	Morrena
	Quebrada
	Terraza Fluvio Aluvial
	Viviendas
	Zona Deslizable / Deslizamientos

LEYENDA	
	Rios_Local
	Linea_Conduccion
	CN_mayores
	CN_menores

SIMBOLOGÍA	
	ANCLAJE
	CAMARA DE SALIDA Y ENTRADA DE SIFÓN
	CAPTACIÓN
	PUENTE CANAL
	RESERVORIOS

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA, MINAS Y METALURGICA 		
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLOGICA		
TITULO DE TESIS: ESTUDIO GEOLOGICO Y GEOTECNICO PARA LA CONSTRUCCION DEL CANAL DE AGUA CCARAMPA - WILACCOTA. DISTRITO DE ANTABAMBA, PROVINCIA DE ANTABAMBA APURIMAC -2025		
UBICACIÓN Departamento : Apurimac. Provincia : Antabamba Distrito : Antabamba	ELABORADO POR: - Bach. Aroni Moreano Waldir Exaltación	ASESOR: Ing. Victor V. Garate Gongora
PROYECC: (UTM) DOTUM: (WGS 84) ZONA: 18L	ESCALA: 1: 8 000 FECHA: ABRIL - 2025	PLANO 5-B: PLANO GEOMORFOLOGICO LOCAL



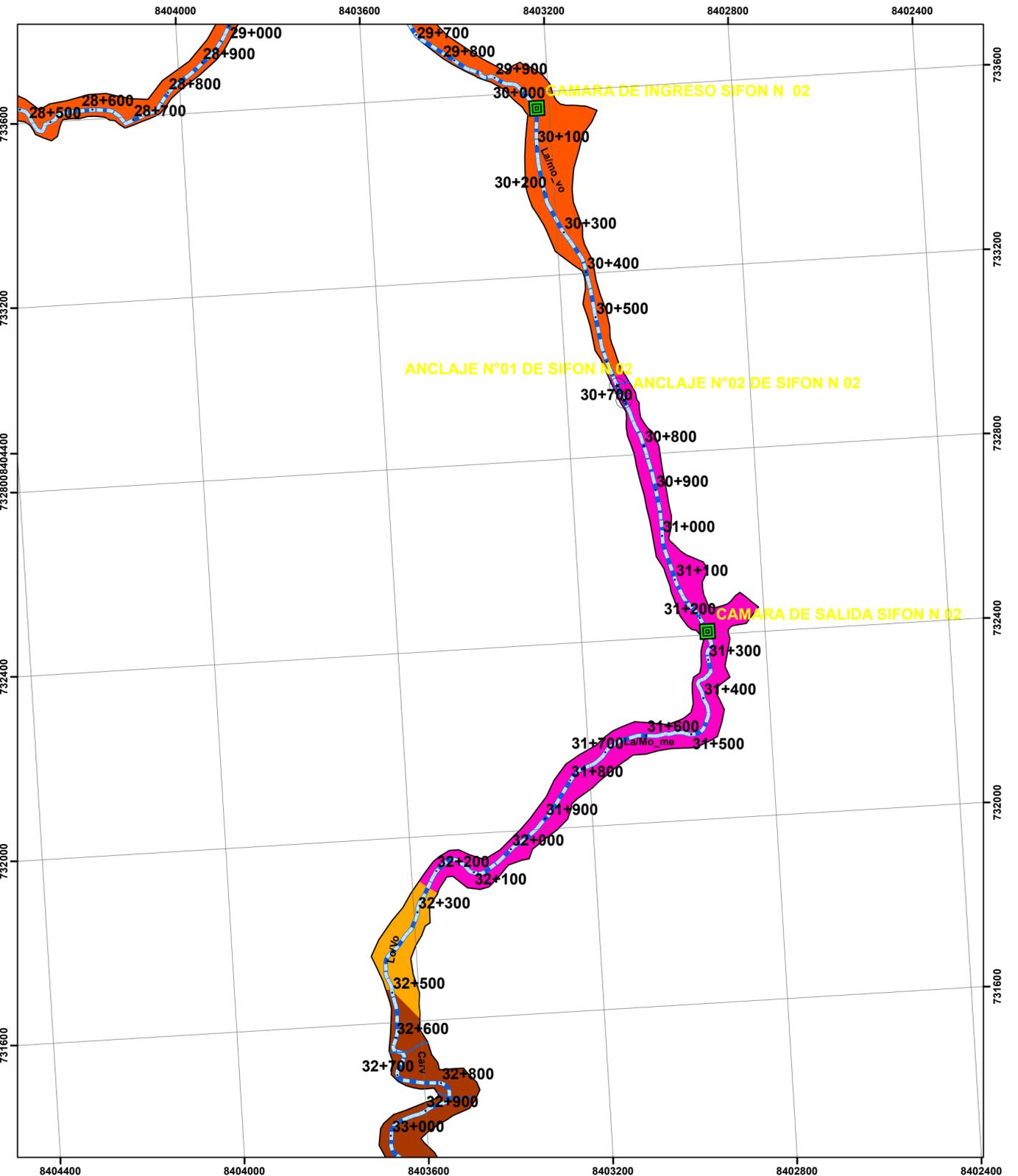
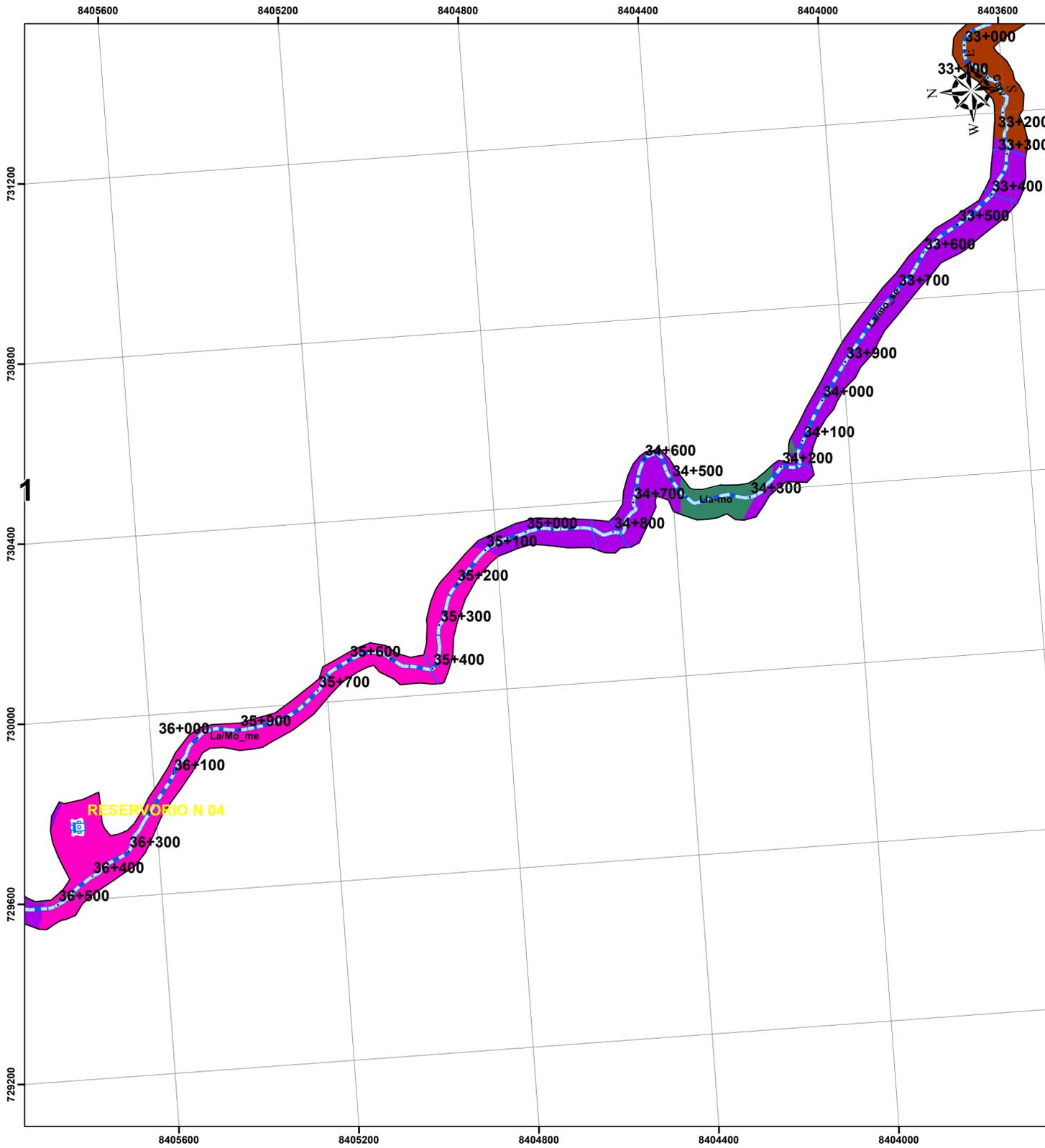
ESCALA DE TRABAJO : 1/8000

Geomorfología_local_Canal	
	Bofedal
	Carcava
	Cauce de Río
	Corrales
	LLanura de Montaña
	Ladera en Montaña Metamorfica
	Ladera en Montaña Sedimentaria
	Ladera en Montaña Volcanica
	Lomadas Volcanicas
	Lomas Sedimentarias
	Manto de Derrubio
	Morrena
	Quebrada
	Terraza Fluvio Aluvial
	Viviendas
	Zona Deslizable / Deslizamientos

LEYENDA	
	Rios_Local
	Linea_Conduccion
	CN_mayores
	CN_menores

SIMBOLOGIA	
	ANCLAJE
	CAMARA DE SALIDA Y ENTRADA DE SIFÓN
	CAPTACION
	PUENTE CANAL
	RESERVORIOS

<p style="text-align: center;">UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO</p> <p style="text-align: center;">FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA, MINAS Y METALURGICA</p> <p style="text-align: center;">ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLOGICA</p>					
<p>TITULO DE TESIS: ESTUDIO GEOLOGICO Y GEOTECNICO PARA LA CONSTRUCCION DEL CANAL DE AGUA CCARAMPA – WILACCOTA. DISTRITO DE ANTABAMBA, PROVINCIA DE ANTABAMBA APURIMAC -2025</p>					
UBICACIÓN Departamento : Apurimac. Provincia : Antabamba Distrito : Antabamba		ELABORADO POR: - Bach. Aroni Moreano Waldir Exaltación		ASESOR: Ing. Victor V. Garate Gongora	
PROYECC: (UTM) DOTUM: (WGS 84) ZONA: 18L		ESCALA: 1: 8 000 FECHA: ABRIL - 2025		PLANO 5-C: PLANO GEOMORFOLOGICO LOCAL	



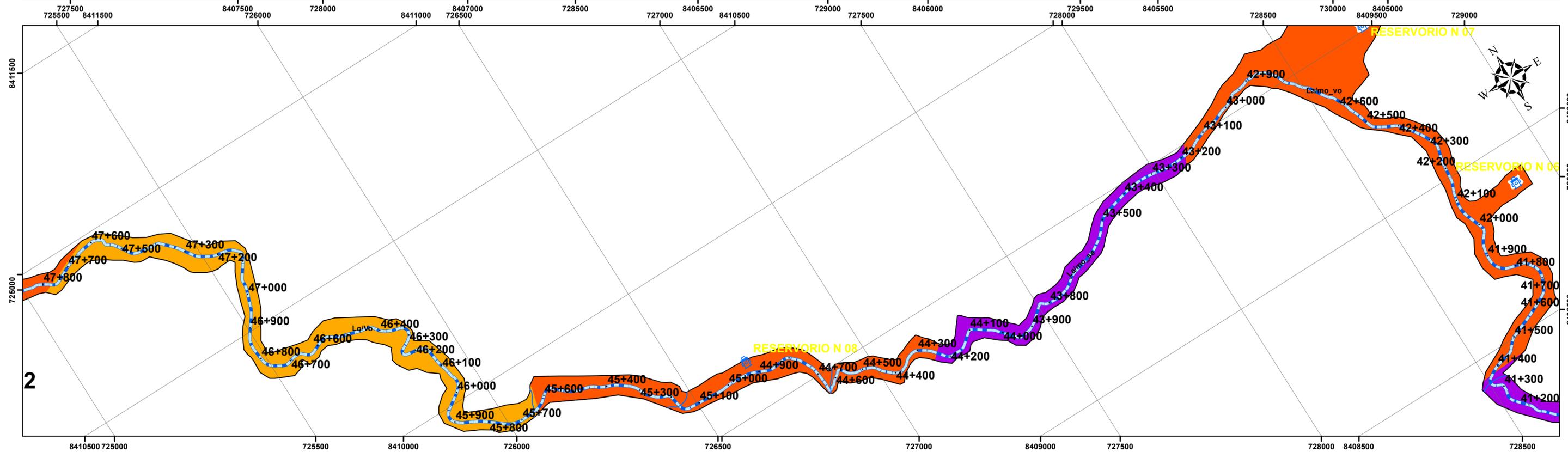
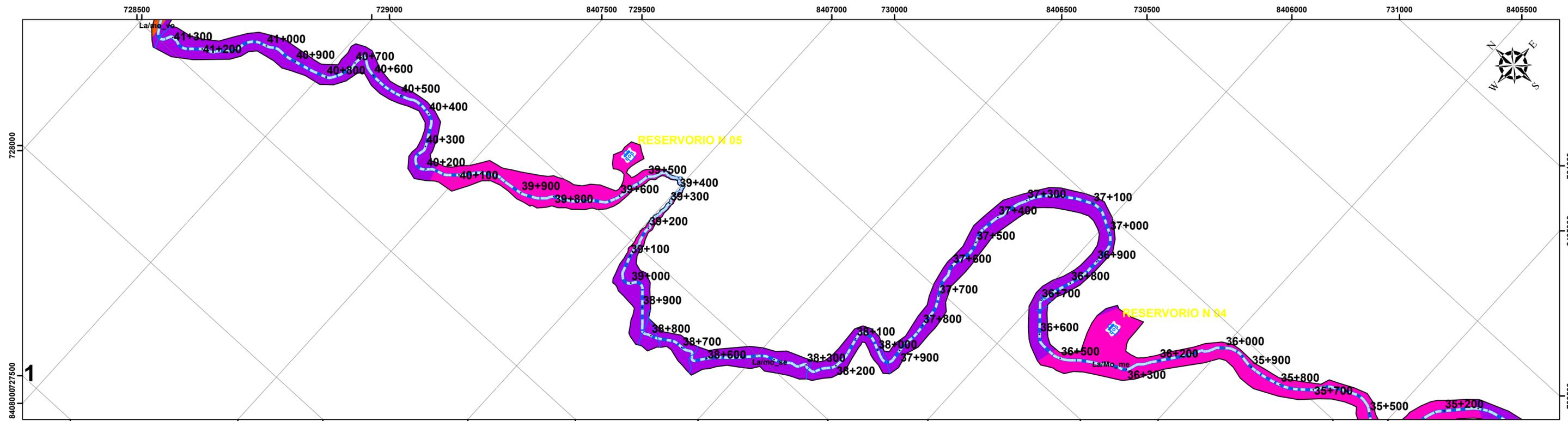
ESCALA DE TRABAJO : 1/8000

Geomorfologia_local_Canal			
	Bofedal		Lomas Volcanicas
	Carcava		Lomas Sedimentarias
	Cauce de Rio		Manto de Derrubio
	Corrales		Morrena
	LLanura de Montaña		Quebrada
	Ladera en Montaña Metamorfica		Terraza Fluvio Aluvial
	Ladera en Montaña Sedimentaria		Viviendas
	Ladera en Montaña Volcanica		Zona Deslizable / Deslizamientos

LEYENDA	
	Rios_Local
	Linea_Conduccion
	CN_mayores
	CN_menores

SIMBOLOGIA	
	ANCLAJE
	CAMARA DE SALIDA Y ENTRADA DE SIFON
	CAPTACION
	PUENTE CANAL
	RESERVORIOS

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO		
FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA, MINAS Y METALURGICA		
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLOGICA		
TITULO DE TESIS: ESTUDIO GEOLOGICO Y GEOTECNICO PARA LA CONSTRUCCION DEL CANAL DE AGUA CCARAMPA – WILACCOTA. DISTRITO DE ANTABAMBA, PROVINCIA DE ANTABAMBA APURIMAC -2025		
UBICACIÓN Departamento : Apurimac. Provincia : Antabamba Distrito : Antabamba	ELABORADO POR: - Bach. Aroni Moreano Waldir Exaltación	ASESOR: Ing. Victor V. Garate Gongora
PROYECC: (UTM) DOTUM: (WGS 84) ZONA: 18L	ESCALA: 1: 8 000 FECHA: ABRIL - 2025	PLANO 5-D: PLANO GEOMORFOLOGICO LOCAL



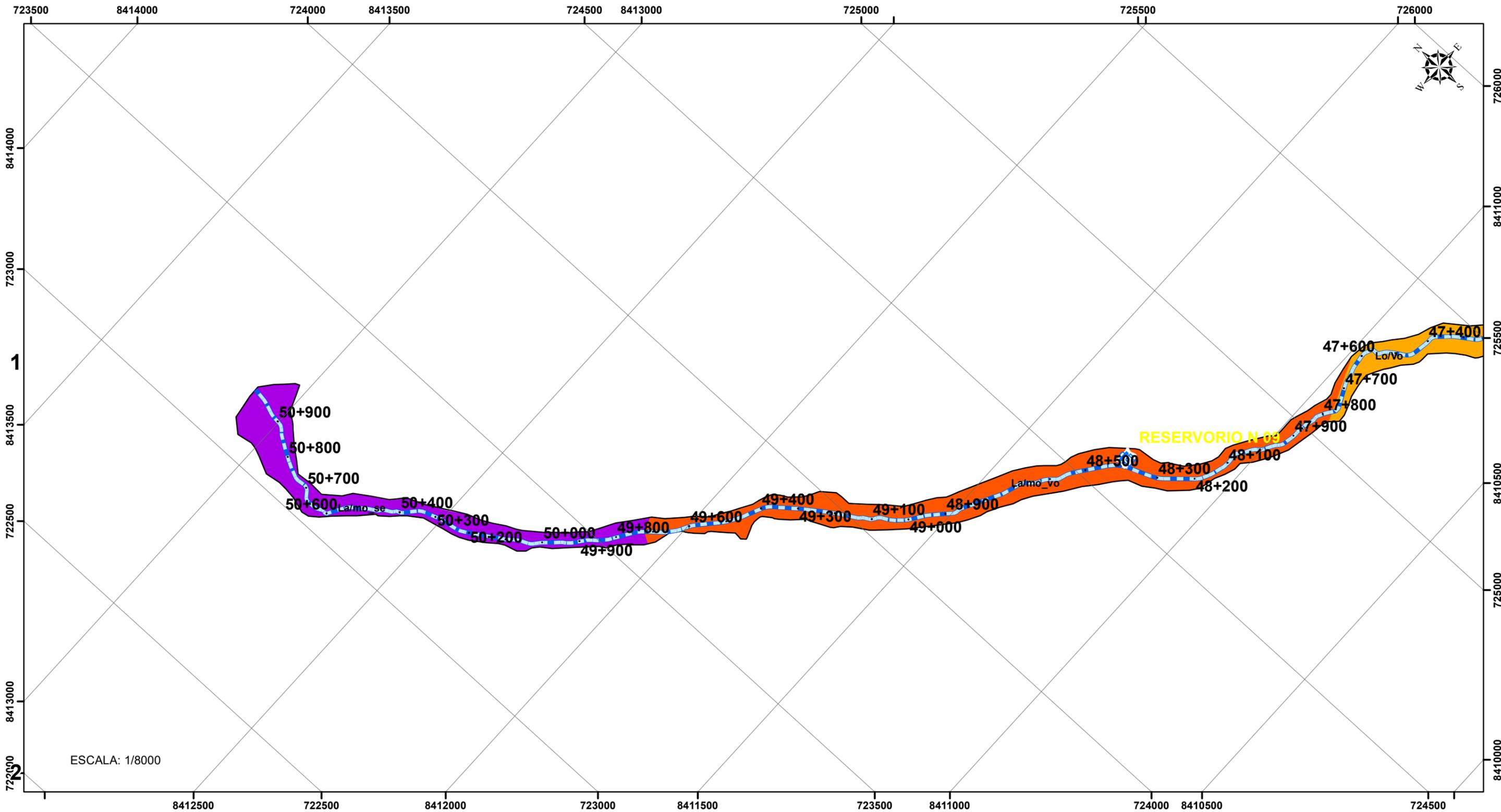
ESCALA: 1/8000

Geomorfologia_local_Canal			
	Bofedal		Lomas Volcanicas
	Carcava		Lomas Sedimentarias
	Cauce de Rio		Manto de Derrubio
	Corrales		Morrena
	LLanura de Montaña		Quebrada
	Ladera en Montaña Metamorfica		Terraza Fluvio Aluvial
	Ladera en Montaña Sedimentaria		Viviendas
	Ladera en Montaña Volcanica		Zona Deslizable / Deslizamientos

LEYENDA	
	Rios_Local
	Linea_Conduccion
	CN_mayores
	CN_menores

SIMBOLOGIA	
	ANCLAJE
	CAMARA DE SALIDA Y ENTRADA DE SIFÓN
	CAPTACIÓN
	PUENTE CANAL
	RESERVORIOS

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO 		
FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA, MINAS Y METALURGICA		
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLOGICA		
TITULO DE TESIS: ESTUDIO GEOLOGICO Y GEOTECNICO PARA LA CONSTRUCCION DEL CANAL DE AGUA CCARAMPA – WILACCOTA. DISTRITO DE ANTABAMBA, PROVINCIA DE ANTABAMBA APURIMAC -2025		
UBICACIÓN Departamento : Apurimac. Provincia : Antabamba Distrito : Antabamba	ELABORADO POR: - Bach. Aroni Moreano Waldir Exaltación	ASESOR: Ing. Victor V. Garate Gongora
PROYECC: (UTM) DOTUM: (WGS 84) ZONA: 18L	ESCALA: 1: 8 000 FECHA: ABRIL - 2025	PLANO 5-E: PLANO GEOMORFOLOGICO LOCAL



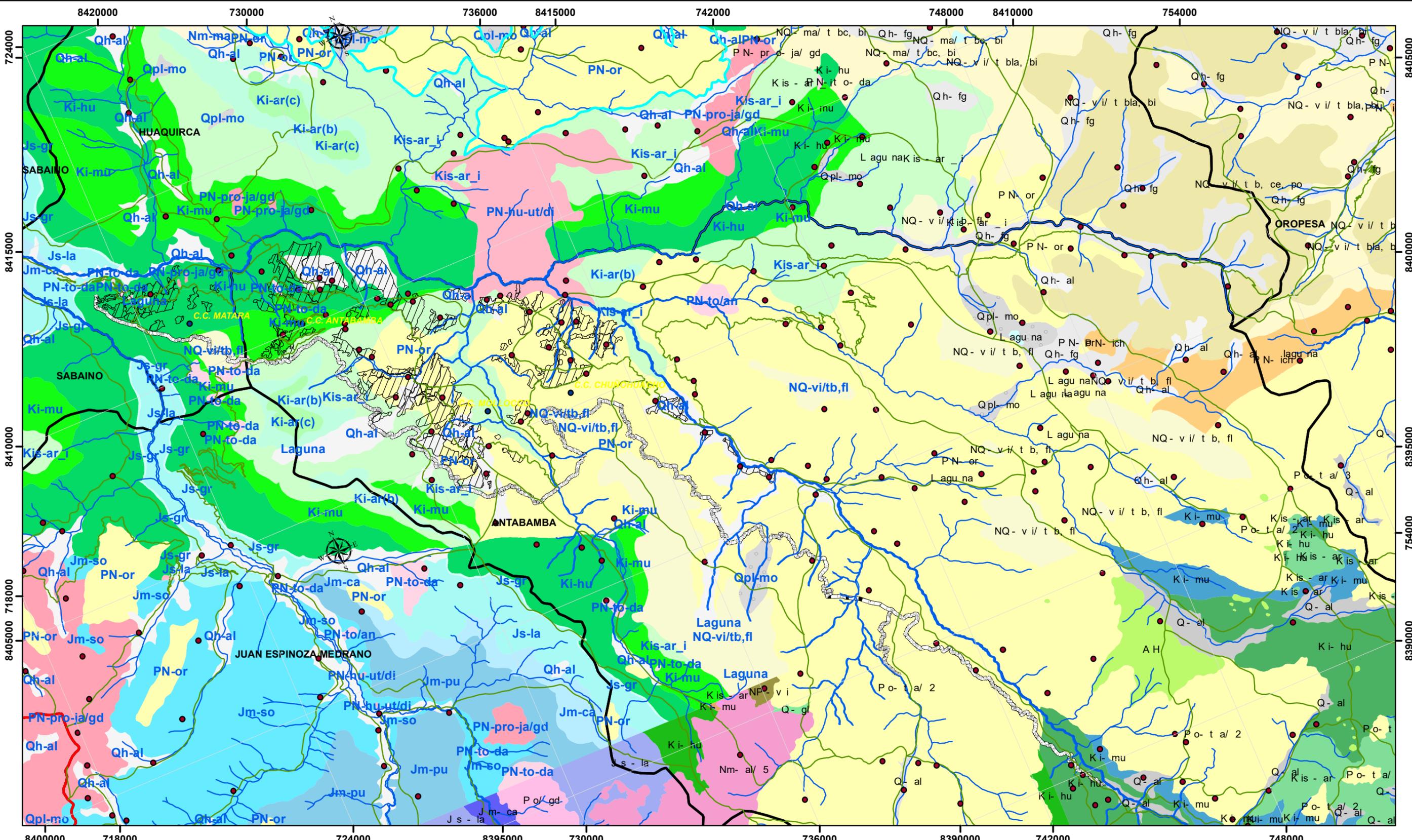
ESCALA: 1/8000

Geomorfologia_local_Canal	
	Bofedal
	Carcava
	Cauce de Rio
	Corrales
	LLanura de Montaña
	Ladera en Montaña Metamorfica
	Ladera en Montaña Sedimentaria
	Ladera en Montaña Volcanica
	Lomadas Volcanicas
	Lomas Sedimentarias
	Manto de Derrubio
	Morrena
	Quebrada
	Terraza Fluvio Aluvial
	Viviendas
	Zona Deslizable / Deslizamientos

LEYENDA	
	Rios_Local
	Linea_Conduccion
	CN_mayores
	CN_menores

SIMBOLOGÍA	
	ANCLAJE
	CAMARA DE SALIDA Y ENTRADA DE SIFÓN
	CAPTACIÓN
	PUENTE CANAL
	RESERVORIOS

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO		
FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA, MINAS Y METALURGICA		
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLOGICA		
TITULO DE TESIS: ESTUDIO GEOLOGICO Y GEOTECNICO PARA LA CONSTRUCCION DEL CANAL DE AGUA CCARAMPA – WILACCOTA. DISTRITO DE ANTABAMBA, PROVINCIA DE ANTABAMBA APURIMAC -2025		
UBICACIÓN Departamento : Apurimac. Provincia : Antabamba Distrito : Antabamba	ELABORADO POR: - Bach. Aroni Moreano Waldir Exaltación	ASESOR: Ing. Victor V. Garate Gongora
PROYECC: (UTM) DOTUM: (WGS 84) ZONA: 18L	ESCALA: 1: 8 000 FECHA: ABRIL - 2025	PLANO 5-F: PLANO GEOMORFOLOGICO LOCAL



UNIDADES GEOMORFOLOGICAS REGIONALES

NQ-vi/tb,ce,po	Jm-so	Qh-fg	PN-di/to/gd
PN-to-da	PN-to/an	Laguna	PN-hu-ut/di
PN-pro-ja/gd	Js-gr	Qh-al	Ki-ar(b)
NQ-vi/tbla,bi	Js-la	NQ-vi/tb,fl	Ki-hu
Qpl-mo	Jm-ca	NQ-ma/tbc,bi	Ki-ar(c)
Kis-ar_i	Jm-pu	PN-or	Ki-mu
Nm-ma	PN-ich		



SIMBOLOGIA

Hojas adyacentes (29-g) Antabamba

Andahuaylas (28-p)	Abancay (28-g)	Cotabambas (28-r)
Chalhuanca (29-p)	I II	Santo Tomas (29-r)
Pacapausa (30-p)	III IV	Cayarani (30-r)
	Chulca (30-g)	

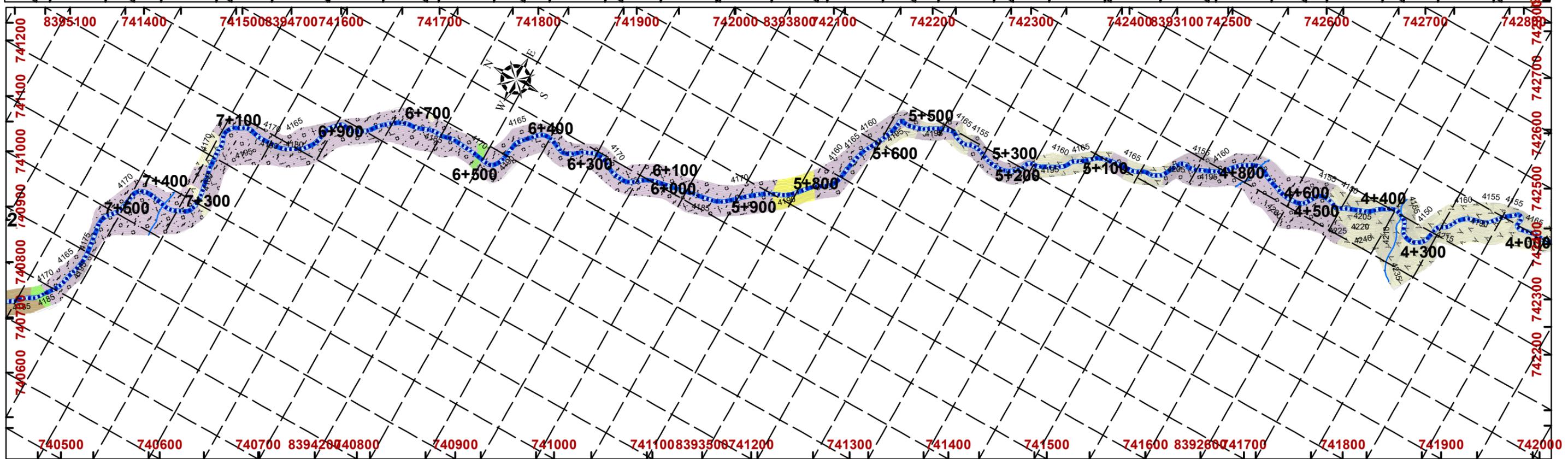
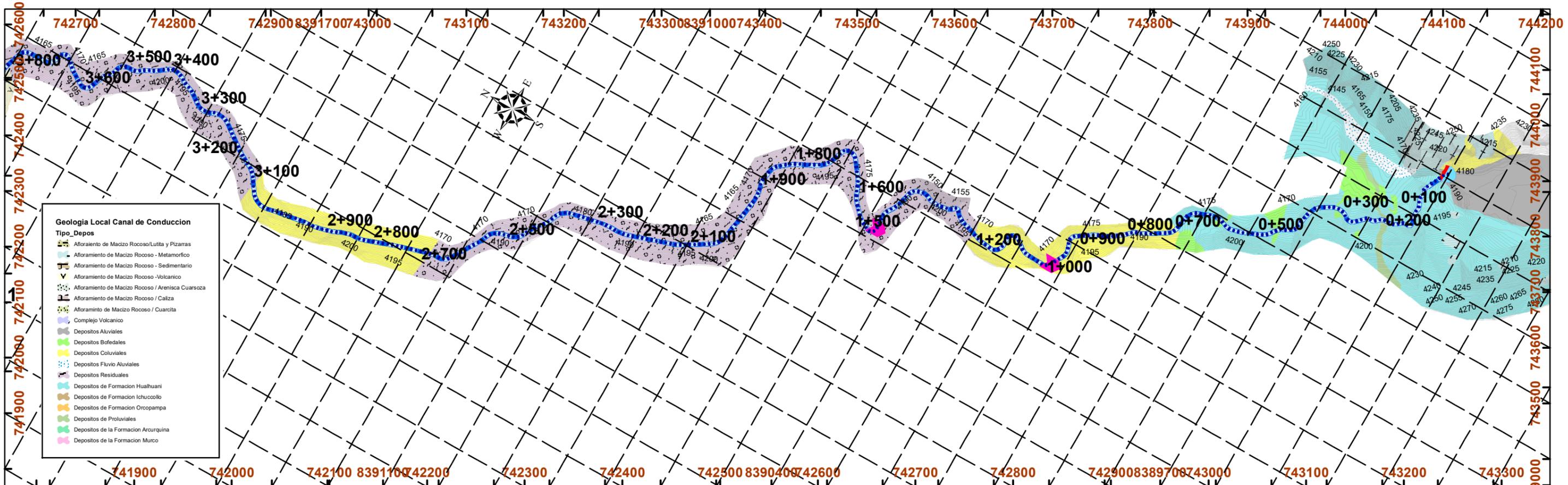
Coordinate System: WGS 1984 UTM Zone 18S
 Projection: Transverse Mercator
 Datum: WGS 1984
 False Easting: 500,000,000
 False Northing: 10,000,000,000
 Central Meridian: -75,0000
 Scale Factor: 0,9996
 Latitude Of Origin: 0,0000
 Units: Meter



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
 FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA, MINAS Y METALURGICA
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLOGICA

TITULO DE TESIS: ESTUDIO GEOLOGICO Y GEOTECNICO PARA LA CONSTRUCCION DEL CANAL DE AGUA CCARAMPA - WILACCOTA. DISTRITO DE ANTABAMBA, PROVINCIA DE ANTABAMBA APURIMAC - 2025

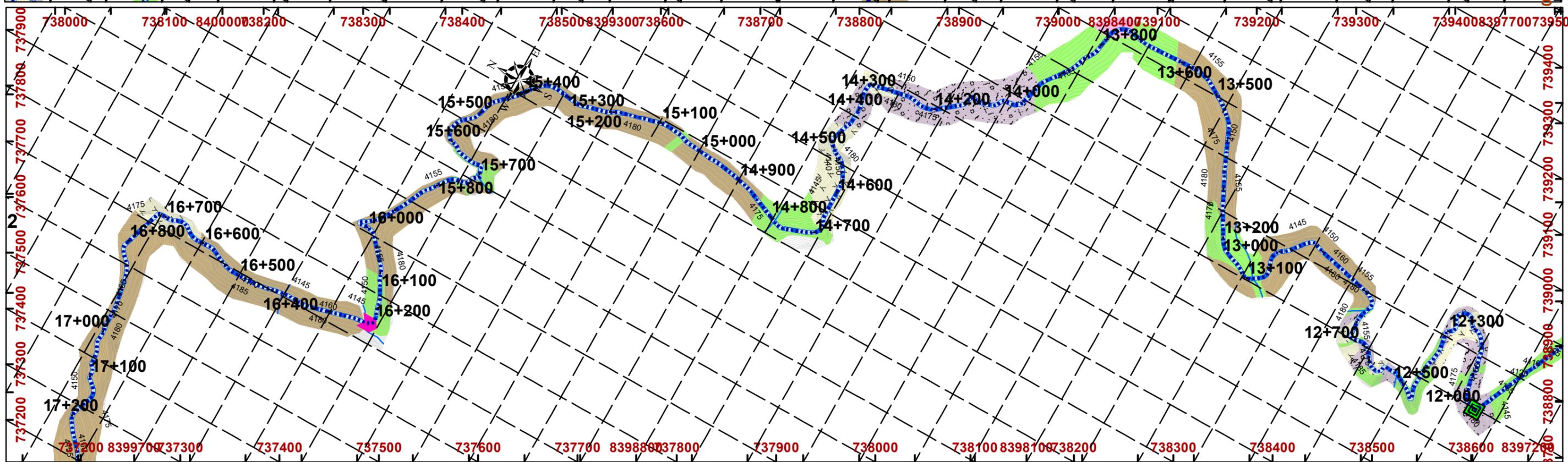
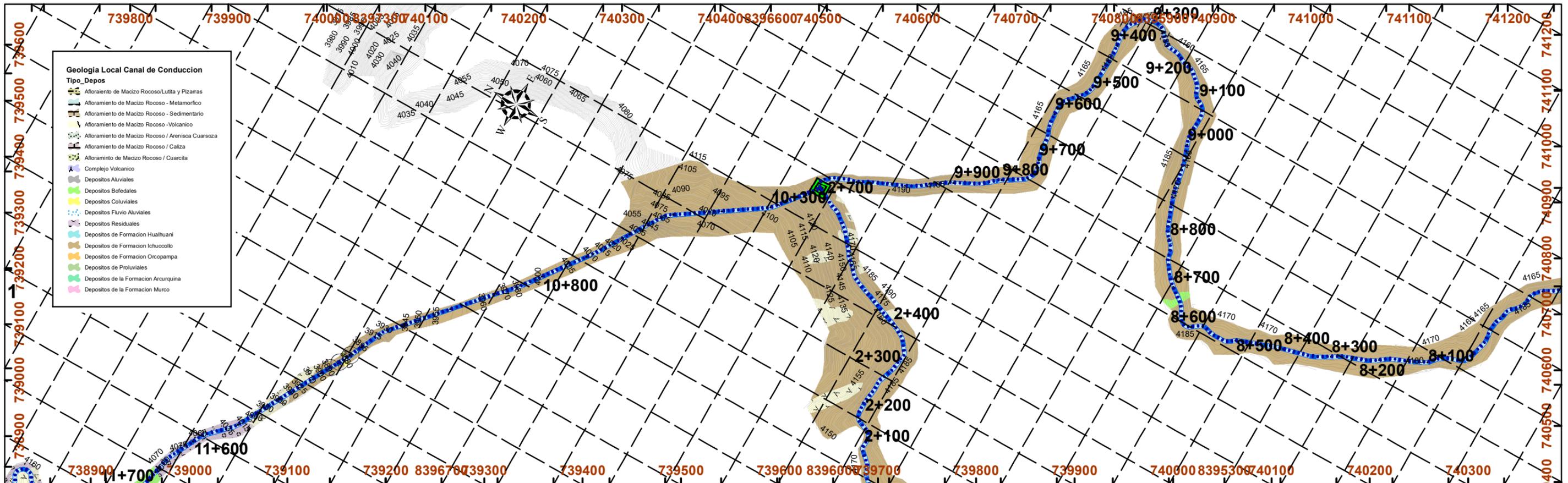
UBICACION Departamento : Apurimac. Provincia : Antabamba Distrito : Antabamba	ELABORADO POR: - Bach. Aroni Moreano Waldir Exaltación	ASESOR: Ing. Victor V. Garate Gongora
PROYECC: (UTM) DOTUM: (WGS 84) ZONA: 18L	ESCALA: 1: 25 000 FECHA: ABRIL - 2025	PLANO 6: PLANO GEOLOGICO LOCAL



SIMBOLOGÍA	
	Rios_Local
	Linea_Conduccion
	CN_mayores
	CN_menores

Obras_de_Arte_Principales	
	ANCLAJE N°03 DE SIFON N 01
	CAMARA DE SALIDA SIFON N 02
	CAPTACION SONCCOYUMA (RIO AMANUTA)
	PUENTE CANAL No05 (L. 15.00 m)
	RESERVORIO

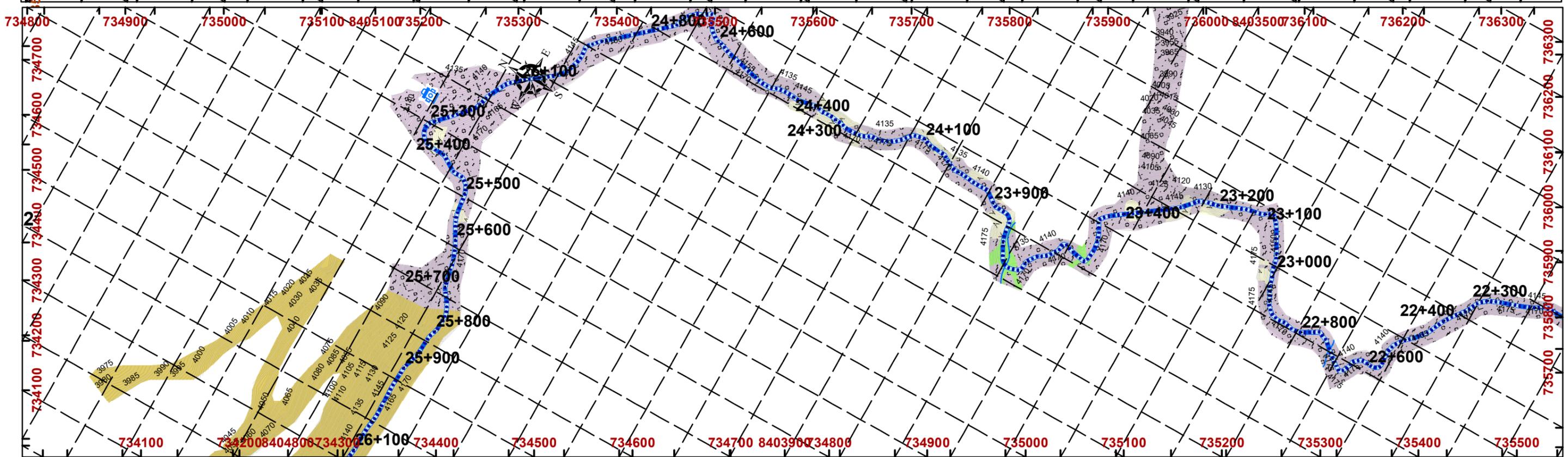
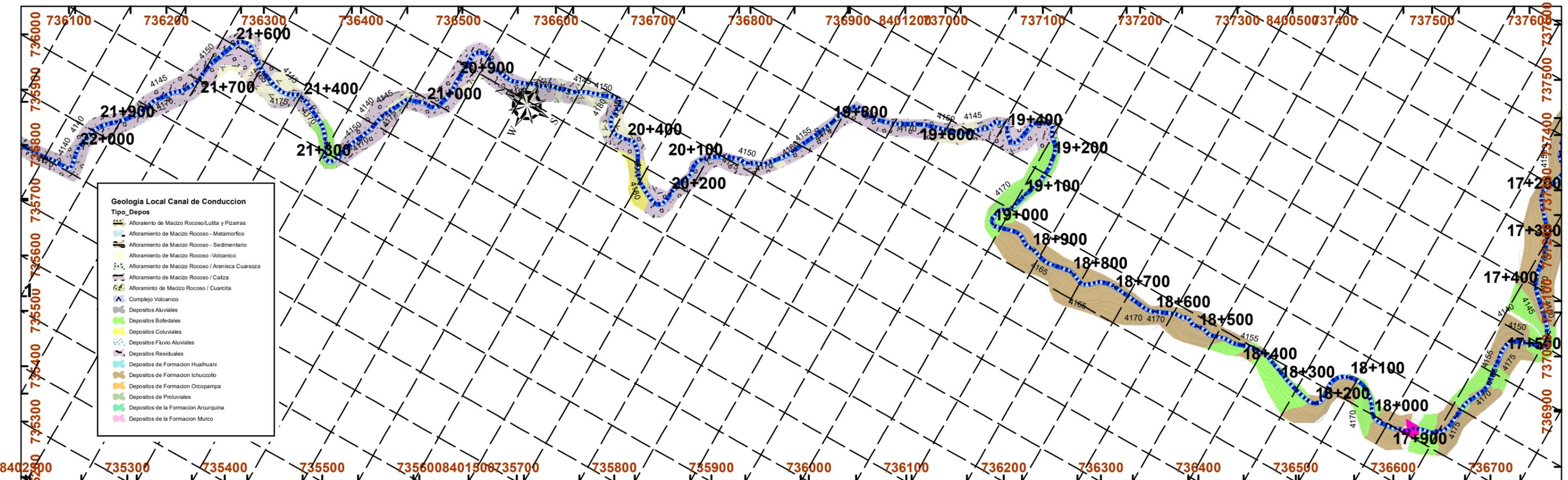
 UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA, MINAS Y METALURGICA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLOGICA		
TITULO DE TESIS: ESTUDIO GEOLOGICO Y GEOTECNICO PARA LA CONSTRUCCION DEL CANAL DE AGUA CCARAMPA - WILACCOTA. DISTRITO DE ANTABAMBA, PROVINCIA DE ANTABAMBA APURIMAC -2025		
UBICACION: Departamento : Apurimac. Provincia : Antabamba Distrito : Antabamba	ELABORADO POR: - Bach. Aroni Moreno Waldir Exaltación	ASESOR: Ing. Victor V. Garate Gougora
PROVECC: (UTM) DOTUM: (WGS 84) ZONA: 18L	ESCALA: 1: 8 000 FECHA: ABRIL - 2025	PLANO 7.A: PLANO GEOLOGICO LOCAL



SIMBOLOGÍA	
	Rios_Local
	Linea_Conduccion
	CN_mayores
	CN_menores

Obras_de_Arte_Principales	
	ANLAJE N°03 DE SIFON N 01
	CAMARA DE SALIDA SIFON N 02
	CAPTACION SONCCOYUMA (RIO AMANUTA)
	PUENTE CANAL No05 (L 15.00 m)
	RESERVORIO

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABADEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA, MINAS Y METALURGICA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLOGICA		
TITULO DE TESIS: ESTUDIO GEOLOGICO Y GEOTECNICO PARA LA CONSTRUCCION DEL CANAL DE AGUA CCARAMPA - WILACCOTA. DISTRITO DE ANTABAMBA, PROVINCIA DE ANTABAMBA APURIMAC - 2025		
UBICACION Departamento : Apurimac. Provincia : Antabamba Distrito : Antabamba	ELABORADO POR: - Bach. Aroni Moreano Waldir Exaltación	ASESOR: Ing. Victor V. Garate Gongora
PROYEC: (UTM) DOTUM: (WGS 84) ZONA: 18L	ESCALA: 1: 8 000 FECHA: ABRIL - 2025	PLANO 7-B: PLANO GEOLOGICO LOCAL



Geología Local Canal de Conduccion

Tipo_Depos

- Afloramiento de Macizo Rocoso/Lutita y Pizarras
- Afloramiento de Macizo Rocoso - Metamorfico
- Afloramiento de Macizo Rocoso - Sedimentario
- Afloramiento de Macizo Rocoso - Volcanico
- Afloramiento de Macizo Rocoso / Arenisca Cuarsoza
- Afloramiento de Macizo Rocoso / Caliza
- Afloramiento de Macizo Rocoso / Cuarzita
- Complejo Volcanico
- Depositos Aluviales
- Depositos Bofedales
- Depositos Coluviales
- Depositos Fluvio Aluviales
- Depositos Residuales
- Depositos de Formacion Hualhuari
- Depositos de Formacion Ichucollo
- Depositos de Formacion Orcopampa
- Depositos de Proluviales
- Depositos de la Formacion Arcurquina
- Depositos de la Formacion Murco

SIMBOLOGÍA

- Rios_Local
- Linea_Conduccion
- CN_mayores
- CN_menores

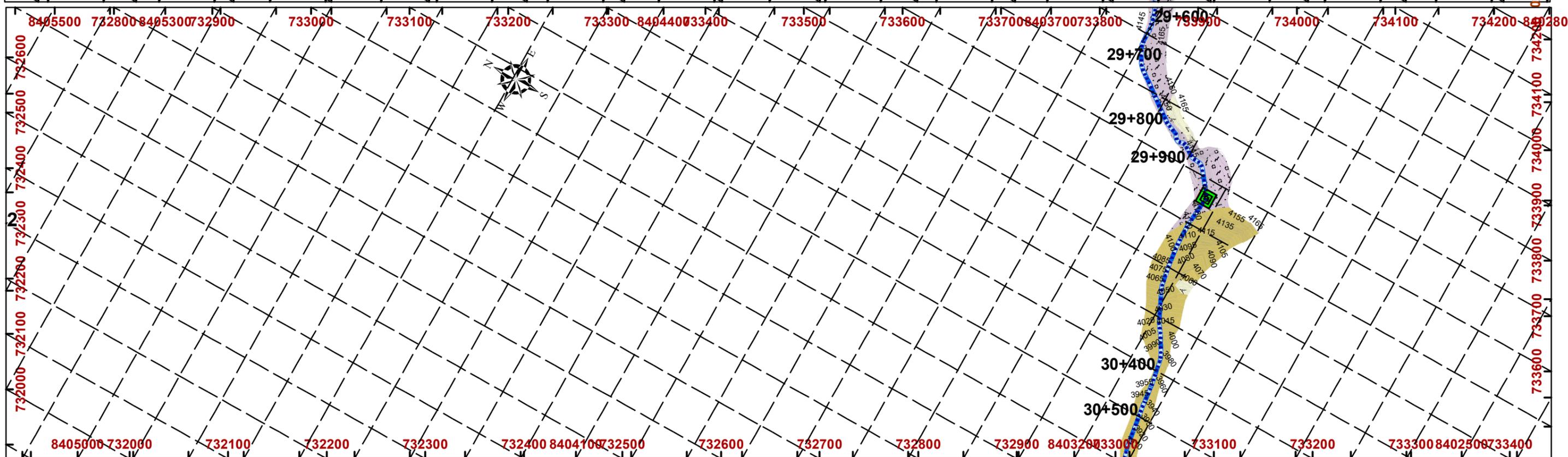
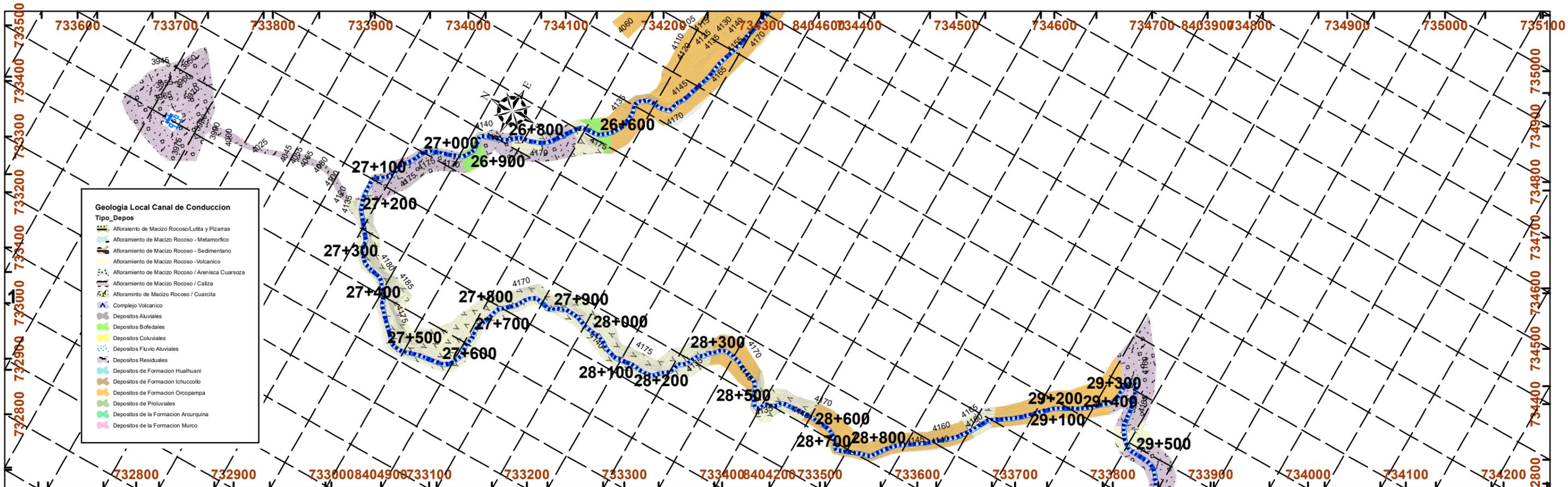
Obras_de_Arte_Principales

- ANCLAJE N°03 DE SIFON N 01
- CAMARA DE SALIDA SIFON N 02
- CAPTACION SONCCOYUMA (RIO AMANUTA)
- PUENTE CANAL No05 (L 15.00 m)
- RESERVORIO

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
 FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA, MINAS Y METALURGICA
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLOGICA

TITULO DE TESIS: ESTUDIO GEOLOGICO Y GEOTECNICO PARA LA CONSTRUCCION DEL CANAL DE AGUA CCARAMPA - WILACCOTA. DISTRITO DE ANTABAMBA, PROVINCIA DE ANTABAMBA APURIMAC. 2025

UBICACION: Departamento : Apurimac. Provincia : Antabamba Distrito : Antabamba	ELABORADO POR: -Bach. Aroni Moreano Waldir Exaltación	ASESOR: Ing. Victor V. Garate Gongora
PROYEC: (UTM) DOTUM: (WGS 84) ZONA: 18L	ESCALA: 1: 8 000 FECHA: ABRIL - 2025	PLANO 7.C: PLANO GEOLOGICO LOCAL



SIMBOLOGÍA	
	Rios_Local
	Linea_Conduccion
	CN_mayores
	CN_menores

Obras_de_Arte_Principales	
	ANCLAJE N°03 DE SIFON N 01
	CAMARA DE SALIDA SIFON N 02
	CAPTACION SONCCOYUMA (RIO AMANUTA)
	PUENTE CANAL No05 (L. 15.00 m)
	RESERVORIO

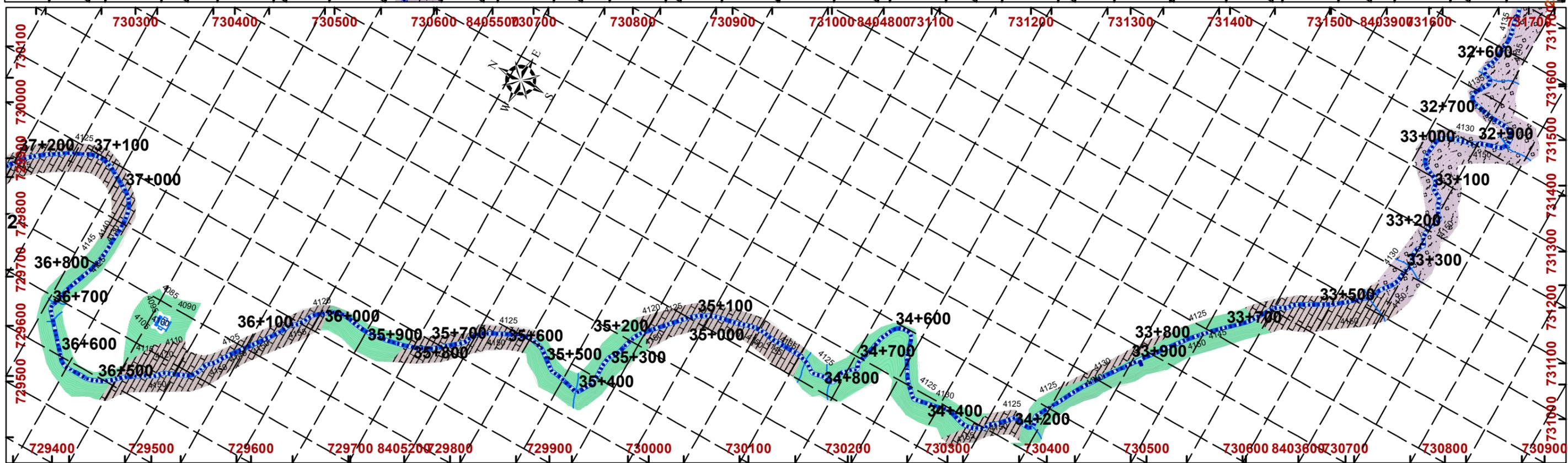
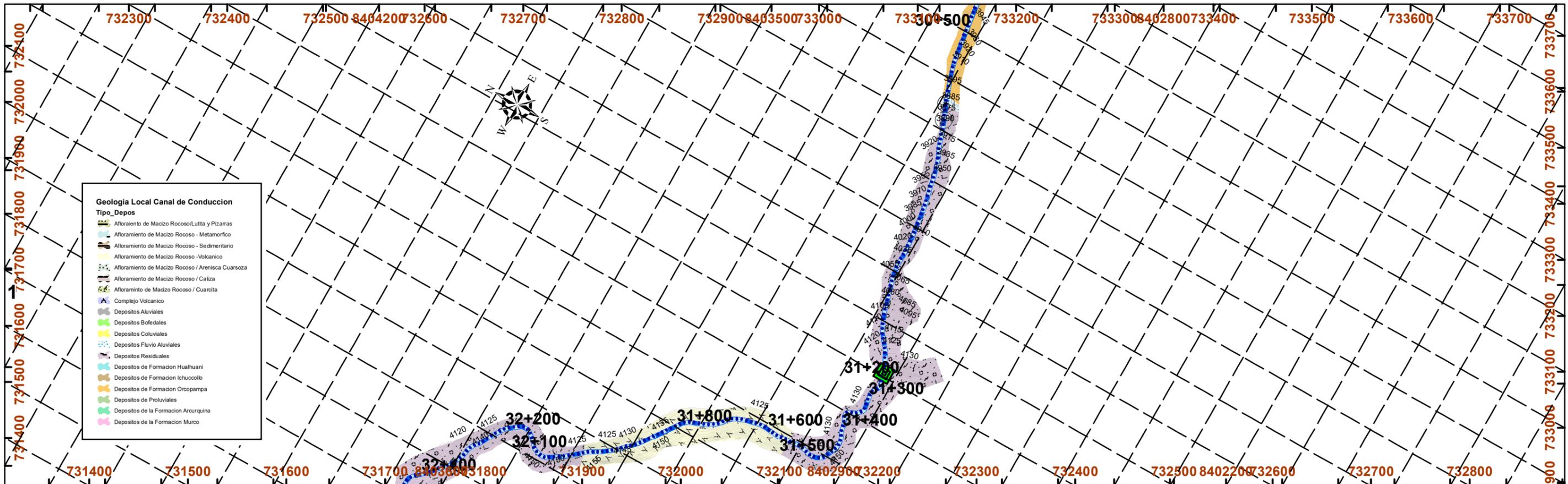
UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA, MINAS Y METALURGICA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLOGICA

TITULO DE TESIS: ESTUDIO GEOLOGICO Y GEOTECNICO PARA LA CONSTRUCCION DEL CANAL DE AGUA CCARAMPA - WILACCOTA. DISTRITO DE ANTABAMBA, PROVINCIA DE ANTABAMBA APURIMAC - 2025

UBICACION Departamento : Apurimac. Provincia : Antabamba Distrito : Antabamba	ELABORADO POR: - Bach. Aroni Moreano Waldir Exaltación	ASESOR: Ing. Victor V. Garate Gongora
PROYEC: (UTM) DOTUM: (WGS 84) ZONA: 18L	ESCALA: 1: 8 000 FECHA: ABRIL - 2025	PLANO 7-D: PLANO GEOLOGICO LOCAL

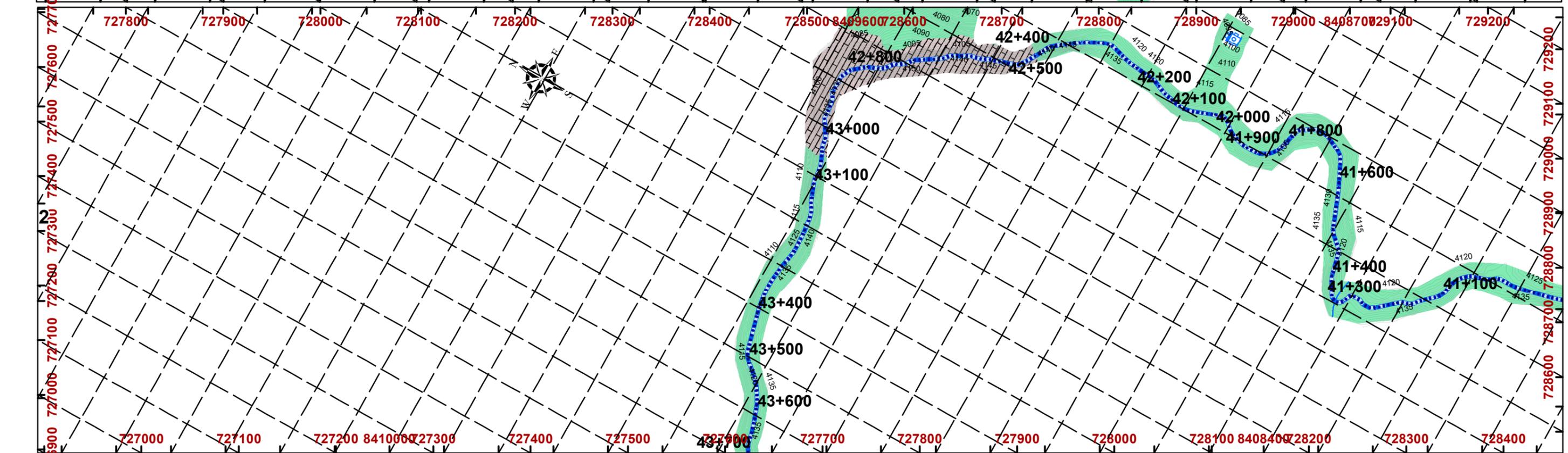
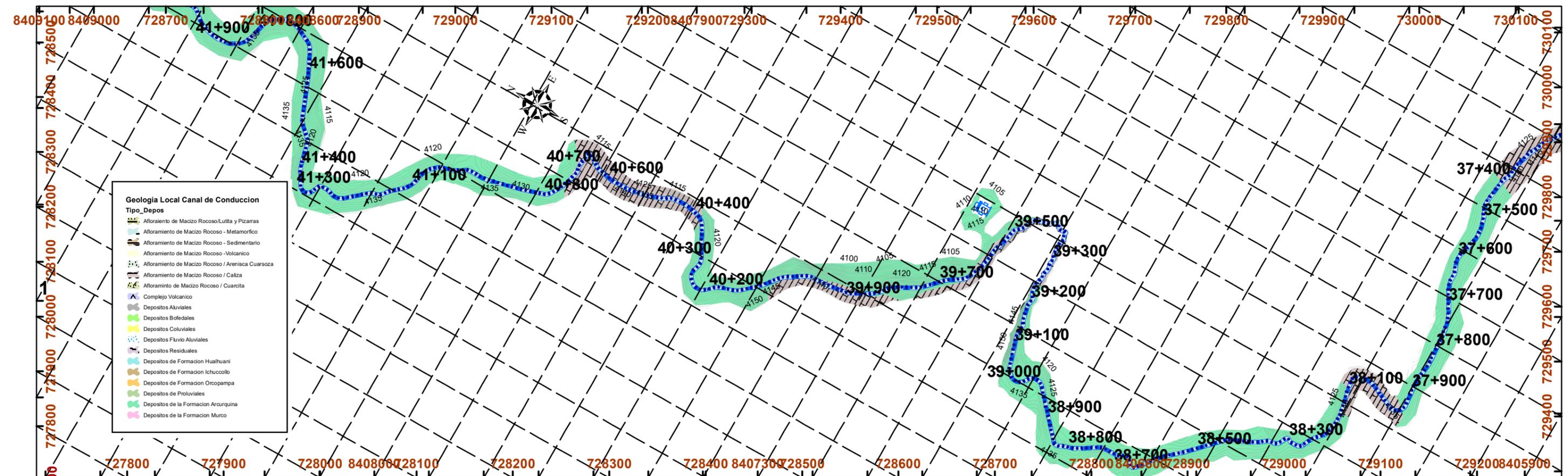


SIMBOLOGÍA	
	Rios_Local
	Linea_Conduccion
	CN_mayores
	CN_menores
	ANCLAJE N°03 DE SIFON N 01
	CAMARA DE SALIDA SIFON N 02
	CAPTACION SONCCOYUMA (RIO AMANUTA)
	PUENTE CANAL No05 (L 15.00 m)
	RESERVORIO

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
 FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA, MINAS Y METALURGICA
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLOGICA

TITULO DE TESIS: ESTUDIO GEOLOGICO Y GEOTECNICO PARA LA CONSTRUCCION DEL CANAL DE AGUA CCARAMPA - WILACCOTA. DISTRITO DE ANTAMBAMBA, PROVINCIA DE ANTAMBAMBA APURIMAC -2025

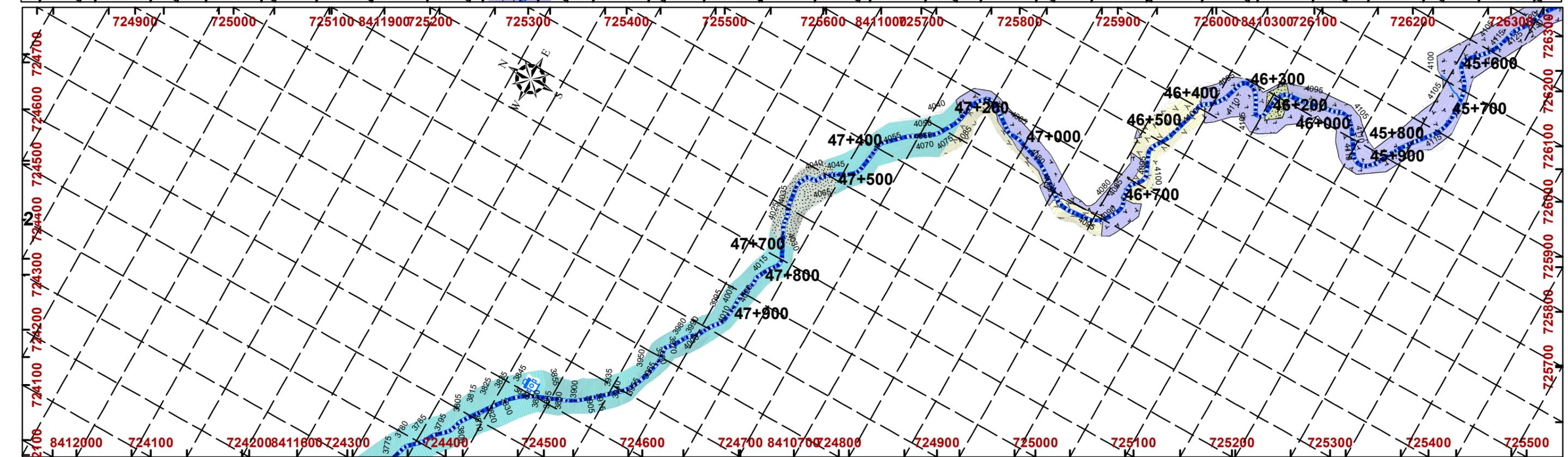
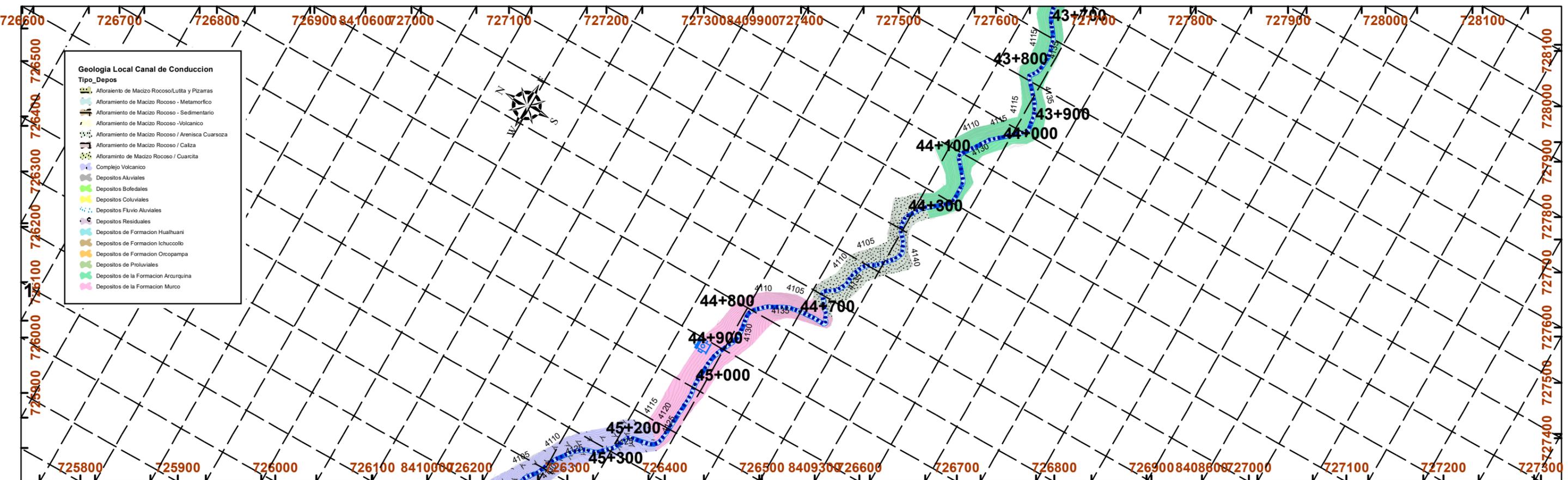
UBICACION Departamento : Apurimac Provincia : Antabamba Distrito : Antabamba	ELABORADO POR: - Bach. Aroni Moreano Waldir Exaltacion	ASESOR: Ing. Victor V. Garate Gongora
PROYEC: (UTM) DOTUM: (WGS 84) ZONA: 18L	ESCALA: 1: 8 000 FECHA: ABRIL - 2025	PLANO 7.E: PLANO GEOLOGICO LOCAL



SIMBOLOGÍA	
[Symbol]	Rios_Local
[Symbol]	Linea_Conduccion
[Symbol]	CN_mayores
[Symbol]	CN_menores

Obras_de_Arte_Principales	
[Symbol]	ANCLAJE N°03 DE SIFON N 01
[Symbol]	CAMARA DE SALIDA SIFON N 02
[Symbol]	CAPTACION SONCCOYUMA (RIO AMANUTA)
[Symbol]	PUENTE CANAL No05 (L 15.00 m)
[Symbol]	RESERVORIO

<p>UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAAD DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA, MINAS Y METALURGICA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLOGICA</p>		
<p>TITULO DE TESIS: ESTUDIO GEOLOGICO Y GEOTECNICO PARA LA CONSTRUCCION DEL CANAL DE AGUA CCARAMPA - WILACCOTA. DISTRITO DE ANTAMBAMBA, PROVINCIA DE ANTAMBAMBA APURIMAC. 2025</p>		
<p>UBICACIÓN Departamento : Apurimac. Provincia : Antabamba Distrito : Antabamba</p>	<p>ELABORADO POR: - Bach. Aroni Moreano Waldir Exaltación</p>	<p>ASESOR: Ing. Victor V. Garate Gongora</p>
<p>PROYECC: (UTM) DOTUM: (WGS 84) ZONA: 18L</p>	<p>ESCALA: 1: 8 000 FECHA: ABRIL - 2025</p>	<p>PLANO 7-F: PLANO GEOLOGICO LOCAL</p>



- Geología Local Canal de Conduccion**
- Tipo_Depos**
- Afloramiento de Macizo Rocoso/Luitia y Pizarras
 - Afloramiento de Macizo Rocoso - Metamorfico
 - Afloramiento de Macizo Rocoso - Sedimentario
 - Afloramiento de Macizo Rocoso - Volcanico
 - Afloramiento de Macizo Rocoso / Arenisca Cuarzoza
 - Afloramiento de Macizo Rocoso / Caliza
 - Afloramiento de Macizo Rocoso / Cuarzita
 - Complejo Volcanico
 - Depositos Aluviales
 - Depositos Bofedales
 - Depositos Coluviales
 - Depositos Fluvio Aluviales
 - Depositos Residuales
 - Depositos de Formacion Hualhuani
 - Depositos de Formacion Ichucollo
 - Depositos de Formacion Orcopampa
 - Depositos de Proluviales
 - Depositos de la Formacion Arcuquina
 - Depositos de la Formacion Murco

- SIMBOLOGÍA**
- Rios_Local
 - Linea_Conduccion
 - CN_mayores
 - CN_menores
- Obras_de_Arte_Principales**
- ANCLAJE N°03 DE SIFON N 01
 - CAMARA DE SALIDA SIFON N 02
 - CAPTACION SONCCOYUMA (RIO AMANUTA)
 - PUENTE CANAL No05 (L 15.00 m)
 - RESERVORIO

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA, MINAS Y METALURGICA

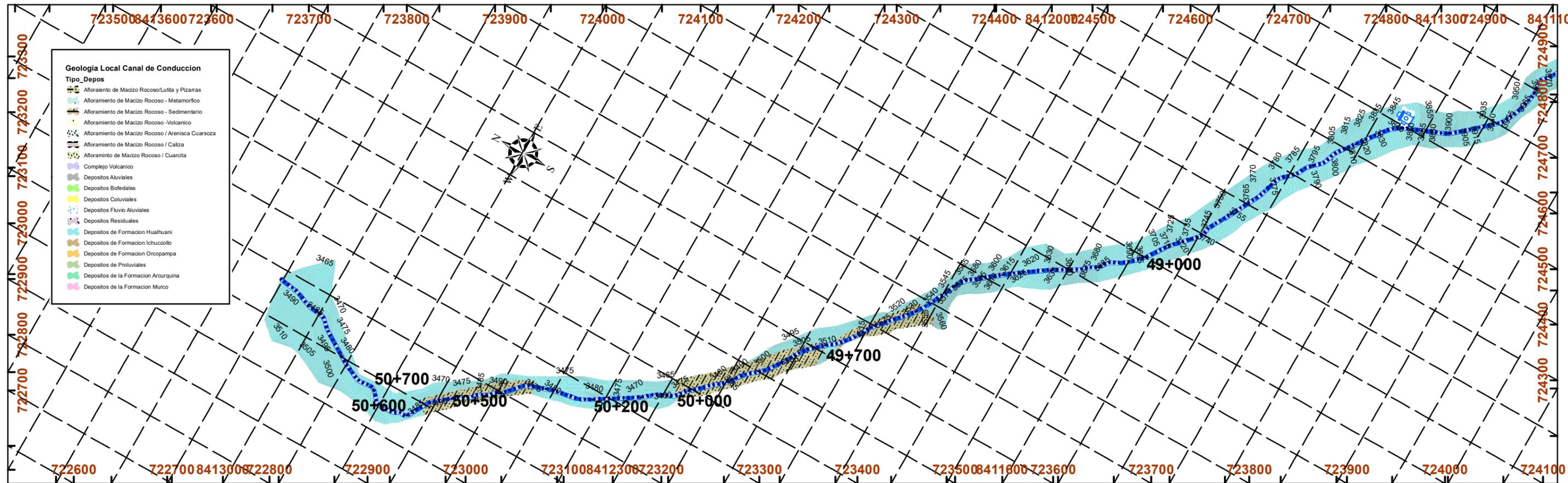
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLOGICA

TITULO DE TESIS: ESTUDIO GEOLOGICO Y GEOTECNICO PARA LA CONSTRUCCION DEL CANAL DE AGUA CCARAMPA - WILACCOTA. DISTRITO DE ANTABAMBA, PROVINCIA DE ANTABAMBA APURIMAC - 2025

UBICACION Departamento : Apurimac. Provincia : Antabamba Distrito : Antabamba	ELABORADO POR: - Bach. Aroni Moreano Waldir Exaltacion	ASESOR: Ing. Victor V. Garate Gongora
PROYECC: (UTM) DOTUM: (WGS 84) ZONA: 18L	ESCALA: 1: 8 000 FECHA: ABRIL - 2025	PLANO 7-G: PLANO GEOLOGICO LOCAL

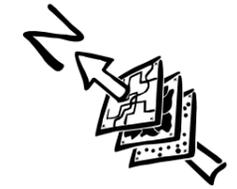
1

2



SIMBOLOGÍA		Obras_de_Arte_Principales	
	Rios_Local		ANCLAJE N°03 DE SIFON N 01
	Linea_Conduccion		CAMARA DE SALIDA SIFON N 02
	CN_mayores		CAPTACION SONCCOYUMA (RIO AMANUTA)
	CN_menores		PUENTE CANAL No05 (L 15.00 m)
			RESERVORIO

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA, MINAS Y METALURGICA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLOGICA		
TITULO DE TESIS: ESTUDIO GEOLOGICO Y GEOTECNICO PARA LA CONSTRUCCION DEL CANAL DE AGUA CCARAMPA - WILACCOTA. DISTRITO DE ANTABAMBA. PROVINCIA DE ANTABAMBA APURIMAC -2025		
UBICACIÓN Departamento : Apurimac. Provincia : Antabamba Distrito : Antabamba	ELABORADO POR: - Bach. Aroni Moreano Waldir Exaltación	ASESOR: Ing. Victor V. Garate Gongora
PROYECC: (UTM) DOTUM: (WGS 84) ZONA: 18L	ESCALA: 1: 8 000 FECHA: ABRIL - 2025	PLANO 7-H: PLANO GEOLOGICO LOCAL



Coordinate System: WGS 1984 UTM
 Zone 18S
 Projection: Transverse Mercator
ESCALA
 1:15,000


UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
 FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA, MINAS Y METALURGICA
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLOGICA

TESIS:
 ESTUDIO GEOLOGICO Y GEOTECNICO PARA LA CONSTRUCCION DEL CANAL DE AGUA CCARAMPA - WILACCOTA. DISTRITO DE ANTABAMBA, PROVINCIA DE ANTABAMBA APURIMAC -2025

PLANO:
PLANO DE UBICACION DE CALICATAS

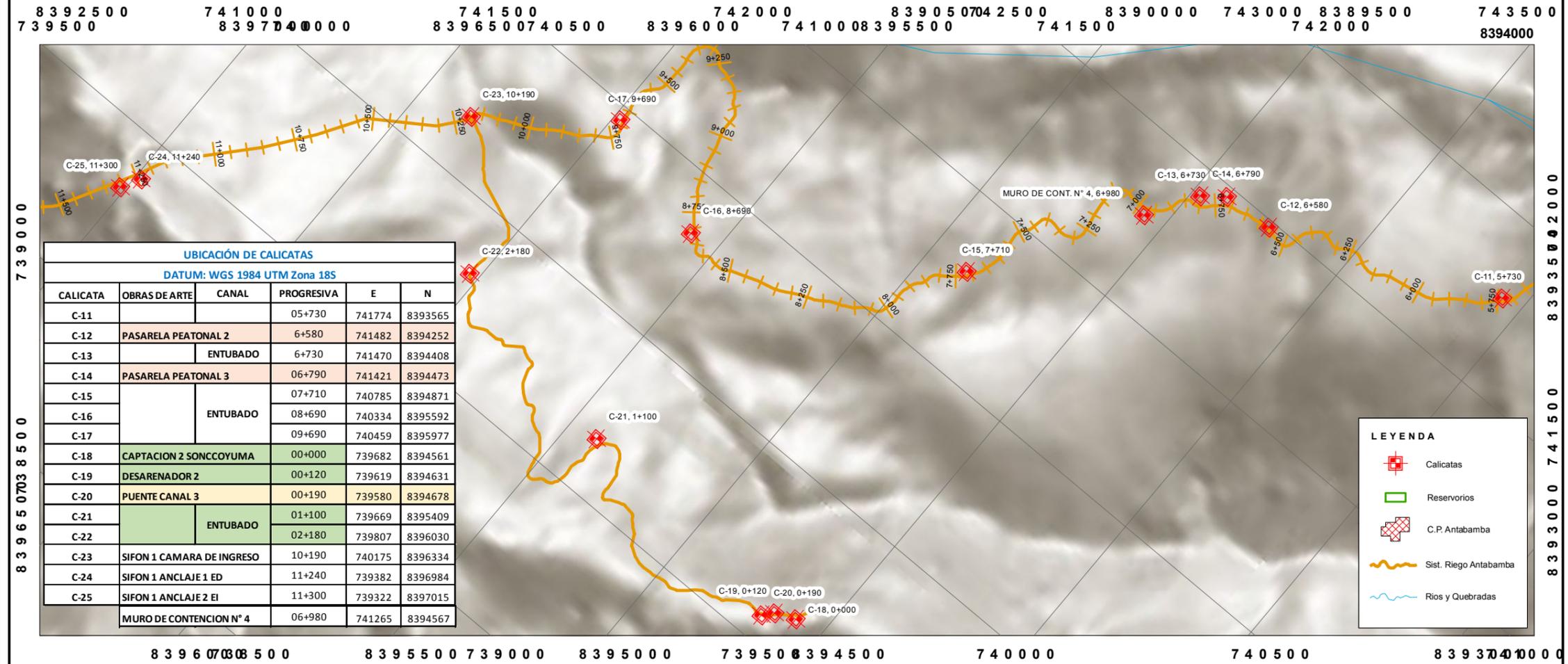
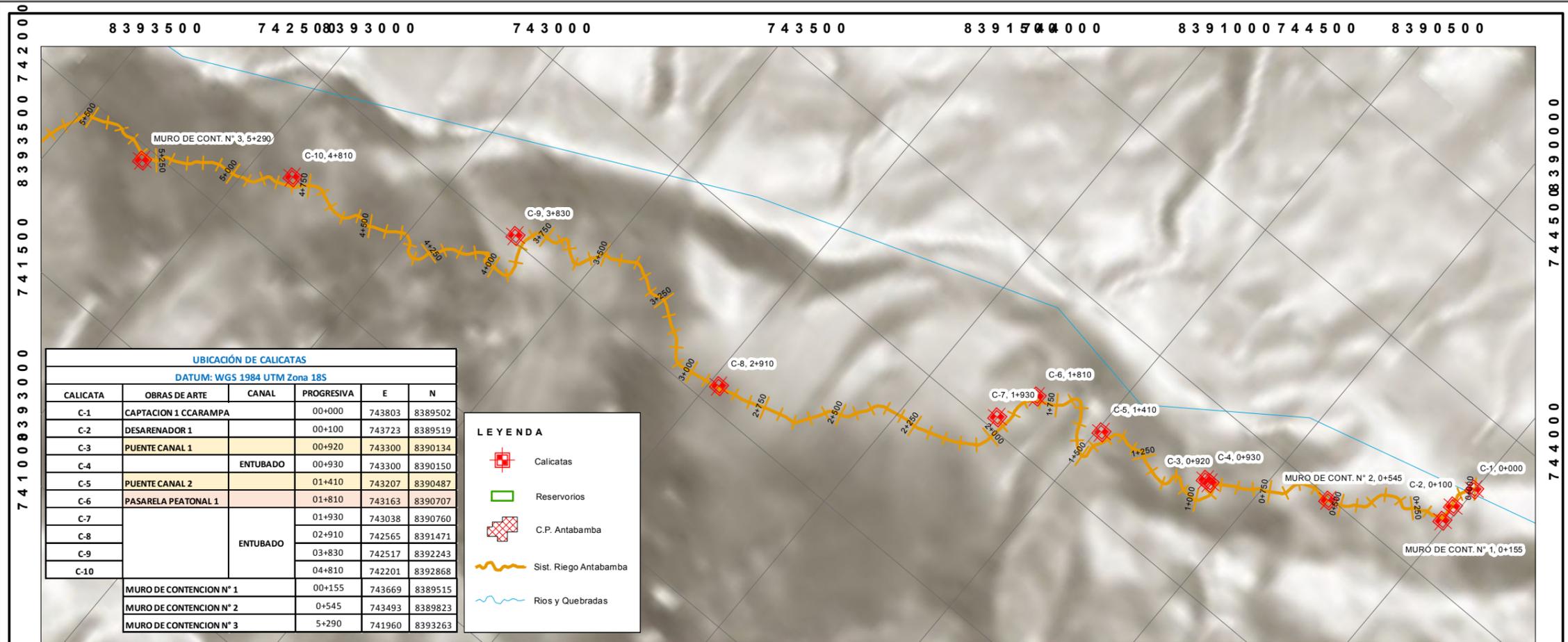
UBICACION:
 PAIS : PERU
 DEPARTAMENTO : APURIMAC
 PROVINIA : ANTABAMBA
 DISTRITO : ANTABAMBA

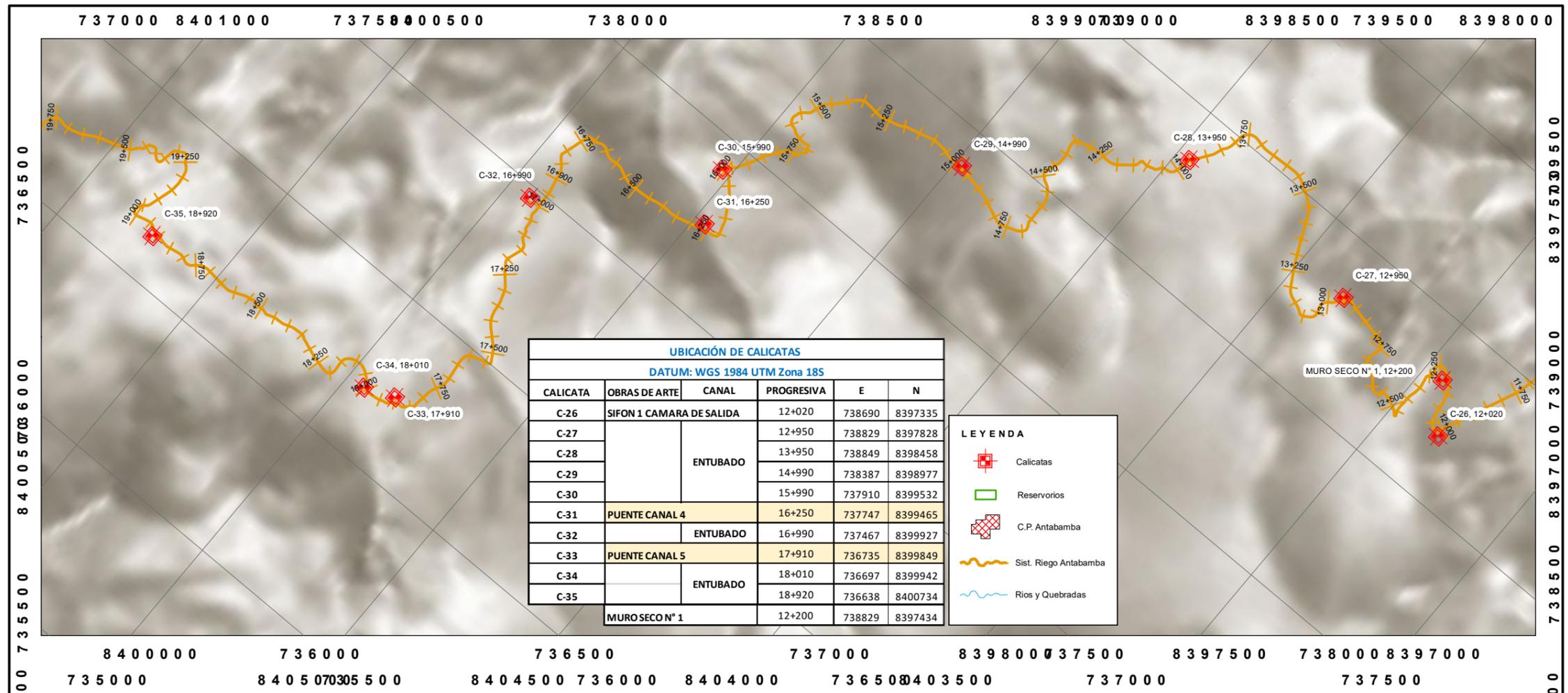
ENCARGADOS:
 PRESENTADO POR: BACH. WALDIR ARONI MOREANO .
 ASESOR : ING. VICTOR V. GARATE GONGORA.

PLANO:
C - 01

DATUM:
WGS 1984 UTM ZONA 18S

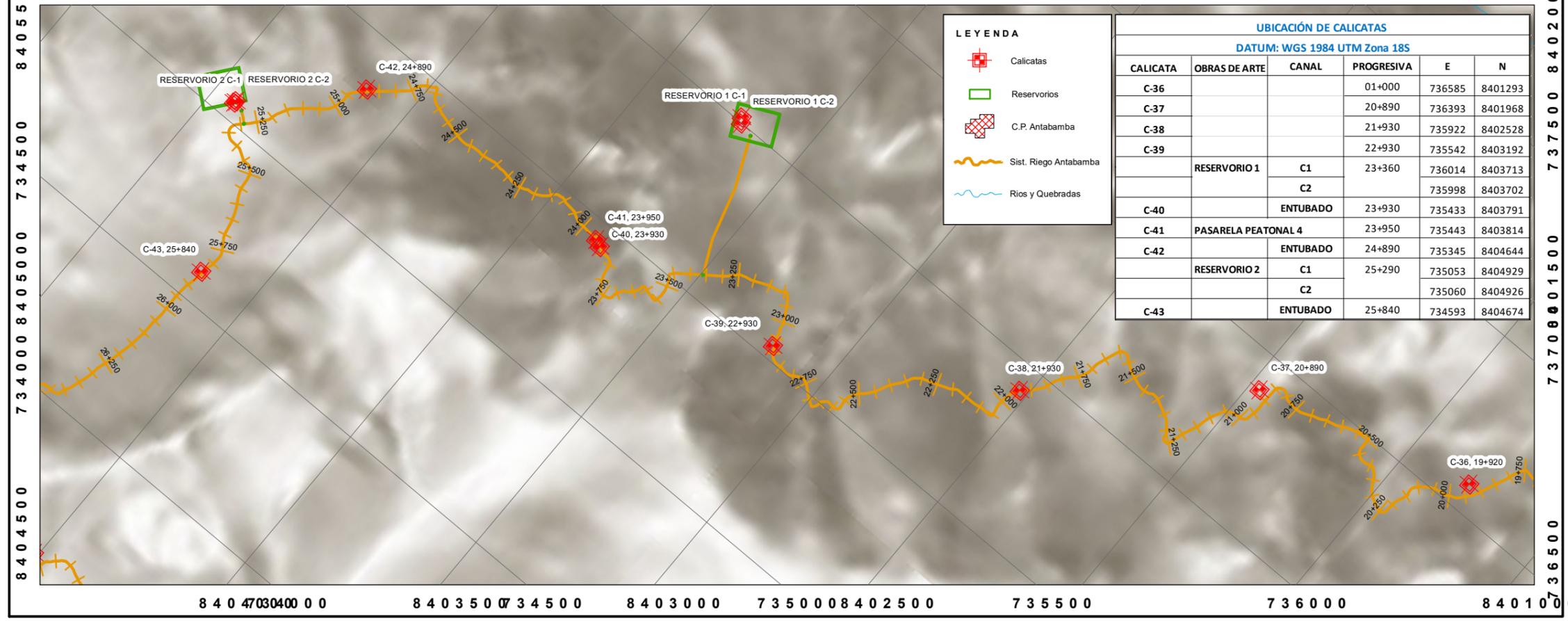
FECHA: ABRIL DEL 2025
ESCALA: INDICADA





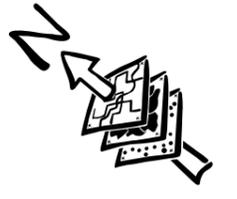
UBICACIÓN DE CALICATAS					
DATUM: WGS 1984 UTM Zona 18S					
CALICATA	OBRAS DE ARTE	CANAL	PROGRESIVA	E	N
C-26	SIFON 1 CAMARA DE SALIDA		12+020	738690	8397335
C-27		ENTUBADO	12+950	738829	8397828
C-28			13+950	738849	8398458
C-29			14+990	738387	8398977
C-30			15+990	737910	8399532
C-31	PUENTE CANAL 4		16+250	737747	8399465
C-32		ENTUBADO	16+990	737467	8399927
C-33	PUENTE CANAL 5		17+910	736735	8399849
C-34		ENTUBADO	18+010	736697	8399942
C-35			18+920	736638	8400734
	MURO SECO N° 1		12+200	738829	8397434

LEYENDA	
	Calicatas
	Reservorios
	C.P. Antabamba
	Sist. Riego Antabamba
	Rios y Quebradas



UBICACIÓN DE CALICATAS					
DATUM: WGS 1984 UTM Zona 18S					
CALICATA	OBRAS DE ARTE	CANAL	PROGRESIVA	E	N
C-36			01+000	736585	8401293
C-37			20+890	736393	8401968
C-38			21+930	735922	8402528
C-39			22+930	735542	8403192
	RESERVORIO 1	C1	23+360	736014	8403713
		C2		735998	8403702
C-40		ENTUBADO	23+930	735433	8403791
C-41	PASARELA PEATONAL 4		23+950	735443	8403814
C-42		ENTUBADO	24+890	735345	8404644
	RESERVORIO 2	C1	25+290	735053	8404929
		C2		735060	8404926
C-43		ENTUBADO	25+840	734593	8404674

LEYENDA	
	Calicatas
	Reservorios
	C.P. Antabamba
	Sist. Riego Antabamba
	Rios y Quebradas



Coordinate System: WGS 1984 UTM
Zone 18S
Projection: Transverse Mercator
ESCALA
1:15,000



UNIVERSIDAD NACIONAL DE
SAN ANTONIO ABADEL
CUSCO

FACULTAD DE INGENIERIA
GEOLOGICA, MINAS Y METALURGICA

ESCUELA PROFESIONAL DE
INGENIERIA GEOLOGICA

TESIS:

ESTUDIO GEOLOGICO Y GEOTECNICO
PARA LA CONSTRUCCION DEL CANAL
DE AGUA CCARAMPA - WILACCOTA.
DISTRITO DE ANTABAMBA, PROVINCIA
DE ANTABAMBA APURIMAC -2025

PLANO:

**PLANO DE UBICACION DE
CALICATAS**

UBICACION:

DEPARTAMENTO: APURIMAC
PROVINCIA : ANTABAMBA
DISTRITO : ANTABAMBA

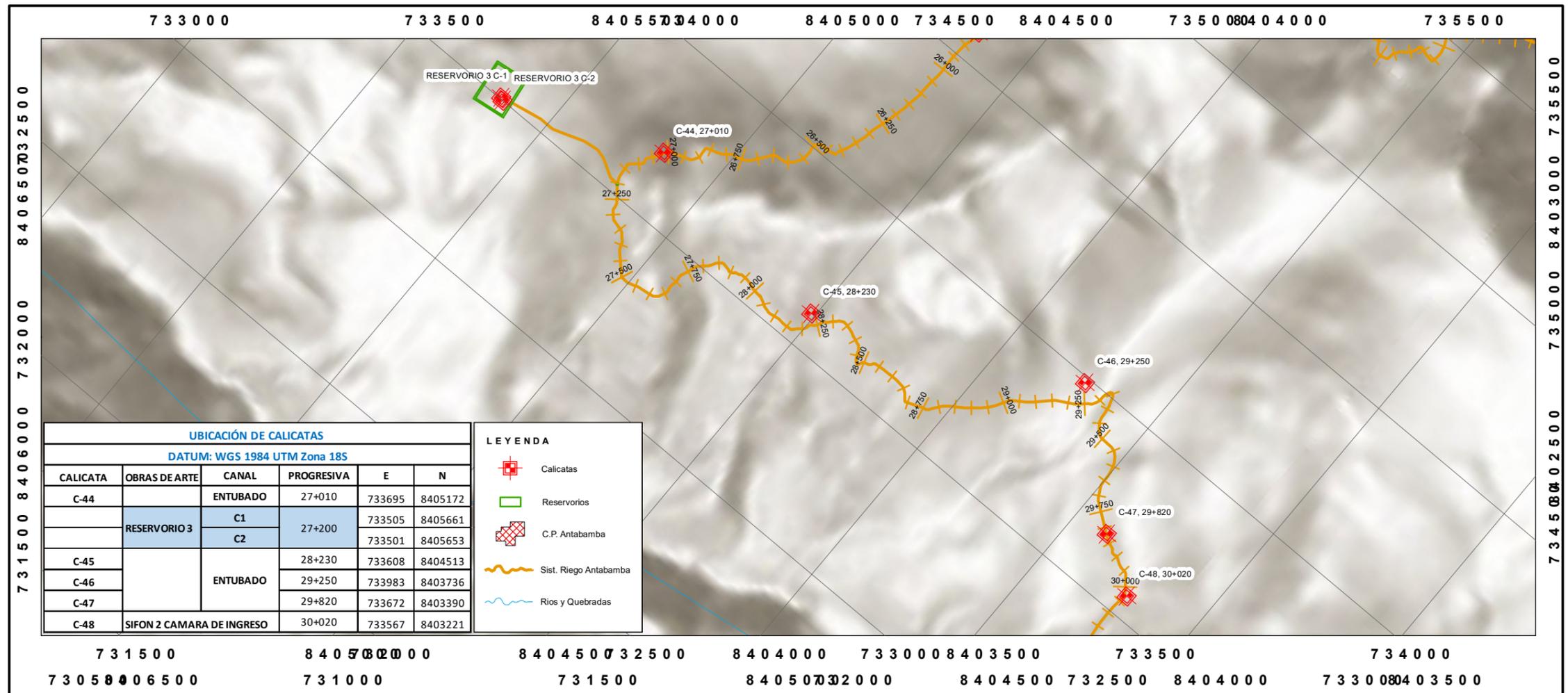
PRESENTADO :

P O R : BACH. WALDIR E. ARONI
MOREANO .
ASESOR : ING. VICTOR V. GARATE
GONGORA.

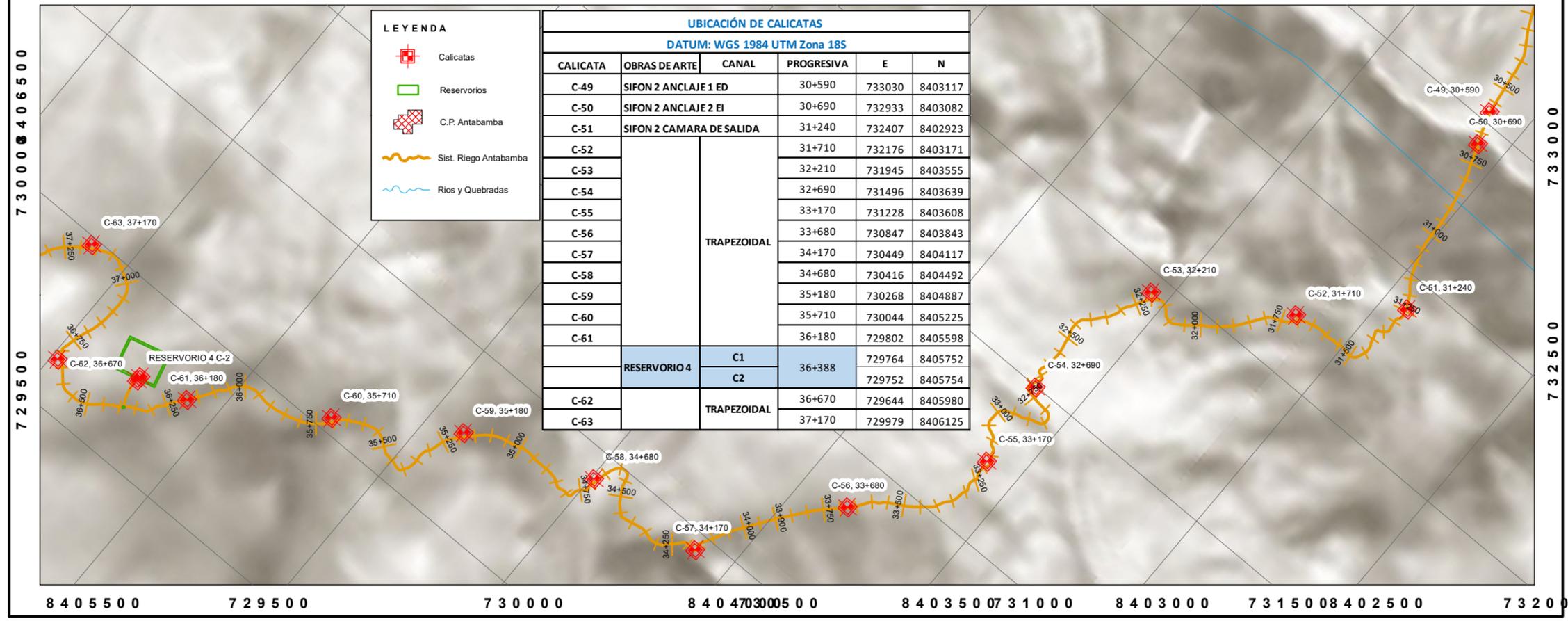
PLANO: C - 0 2

DATUM:
WGS 1984 UTM ZONA 18S

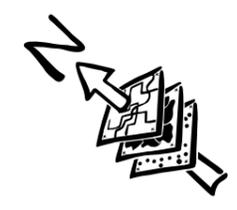
FECHA: ABRIL DEL 2025
ESCALA: INDICADA



UBICACIÓN DE CALICATAS					
DATUM: WGS 1984 UTM Zona 18S					
CALICATA	OBRAS DE ARTE	CANAL	PROGRESIVA	E	N
C-44		ENTUBADO	27+010	733695	8405172
	RESERVORIO 3	C1	27+200	733505	8405661
		C2		733501	8405653
C-45			28+230	733608	8404513
C-46		ENTUBADO	29+250	733983	8403736
C-47			29+820	733672	8403390
C-48	SIFON 2 CAMARA DE INGRESO		30+020	733567	8403221



UBICACIÓN DE CALICATAS					
DATUM: WGS 1984 UTM Zona 18S					
CALICATA	OBRAS DE ARTE	CANAL	PROGRESIVA	E	N
C-49	SIFON 2 ANCLAJE 1 ED		30+590	733030	8403117
C-50	SIFON 2 ANCLAJE 2 EI		30+690	732933	8403082
C-51	SIFON 2 CAMARA DE SALIDA		31+240	732407	8402923
C-52		TRAPEZOIDAL	31+710	732176	8403171
C-53			32+210	731945	8403555
C-54			32+690	731496	8403639
C-55			33+170	731228	8403608
C-56			33+680	730847	8403843
C-57			34+170	730449	8404117
C-58			34+680	730416	8404492
C-59			35+180	730268	8404887
C-60			35+710	730044	8405225
C-61			36+180	729802	8405598
	RESERVORIO 4	C1	36+388	729764	8405752
		C2		729752	8405754
C-62		TRAPEZOIDAL	36+670	729644	8405980
C-63			37+170	729979	8406125



Coordinate System: WGS 1984 UTM
 Zone 18S
 Projection: Transverse Mercator
ESCALA
 1:15,000



UNIVERSIDAD NACIONAL
 DE SAN ANTONIO ABA
 DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERIA
 GEOLOGICA, MINAS Y METALURGICA

ESCUELA PROFESIONAL DE
 INGENIERIA GEOLOGICA

TESIS:
 ESTUDIO GEOLOGICO Y GEOTECNICO
 PARA LA CONSTRUCCION DEL CANAL
 DE AGUA CCARAMPA - WILACCOTA.
 DISTRITO DE ANTABAMBA, PROVINCIA
 DE ANTABAMBA APURIMAC -2025

PLANO:
 PLANO DE UBICACION DE
 CALICATAS

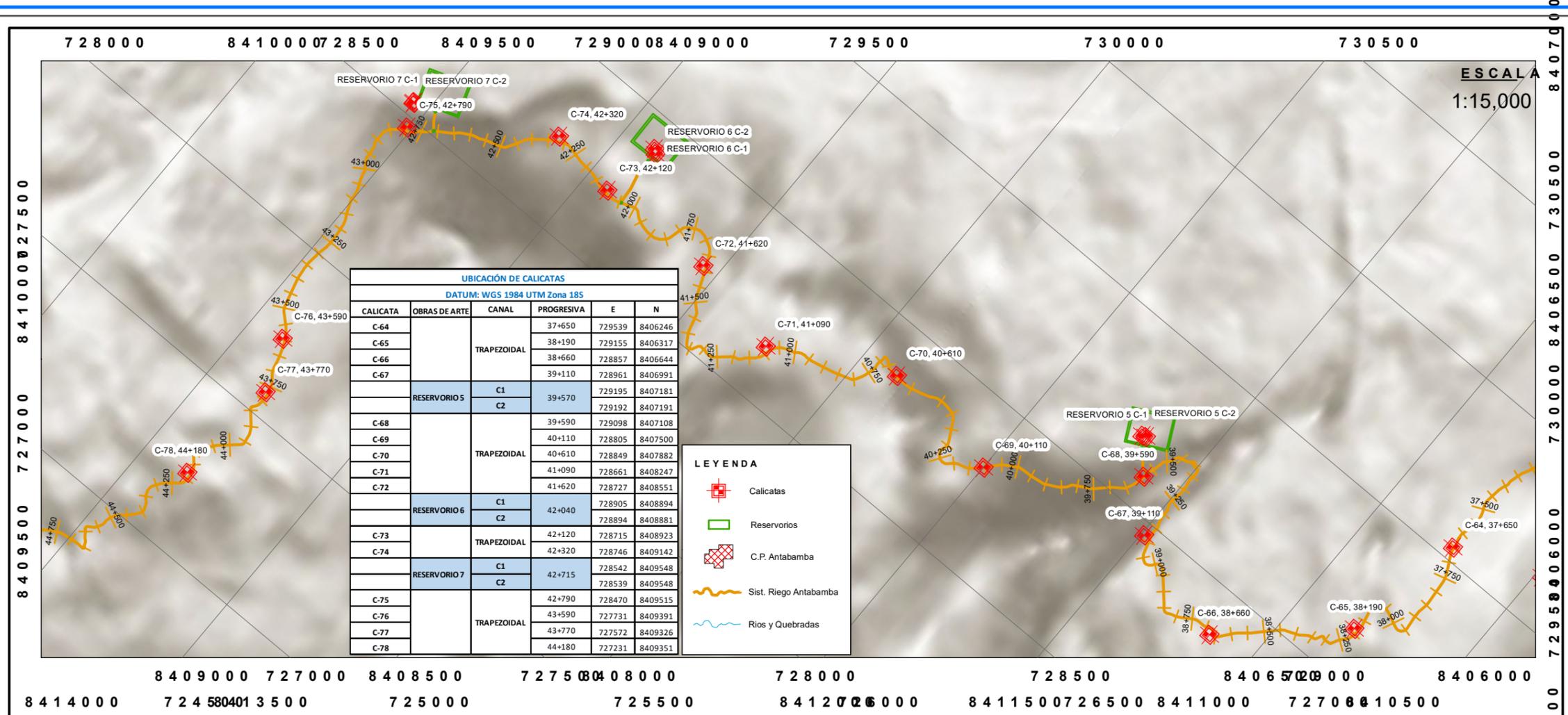
UBICACION:
 DEPARTAMENTO: APURIMAC
 PROVINCIA : ANTABAMBA
 DISTRITO : ANTABAMBA

PRESENTADO :
 POR : WALDIR E. ARONI
 MOREANO .
 ASESOR : ING. VICTOR. V GARATE
 GONGORA.

PLANO: C - 03

DATUM:
 WGS 1984 UTM ZONA 18S

FECHA: ABRIL DEL 2025
ESCALA: INDICADA



Coordinate System: WGS 1984 UTM
Zone 18S
Projection: Transverse Mercator



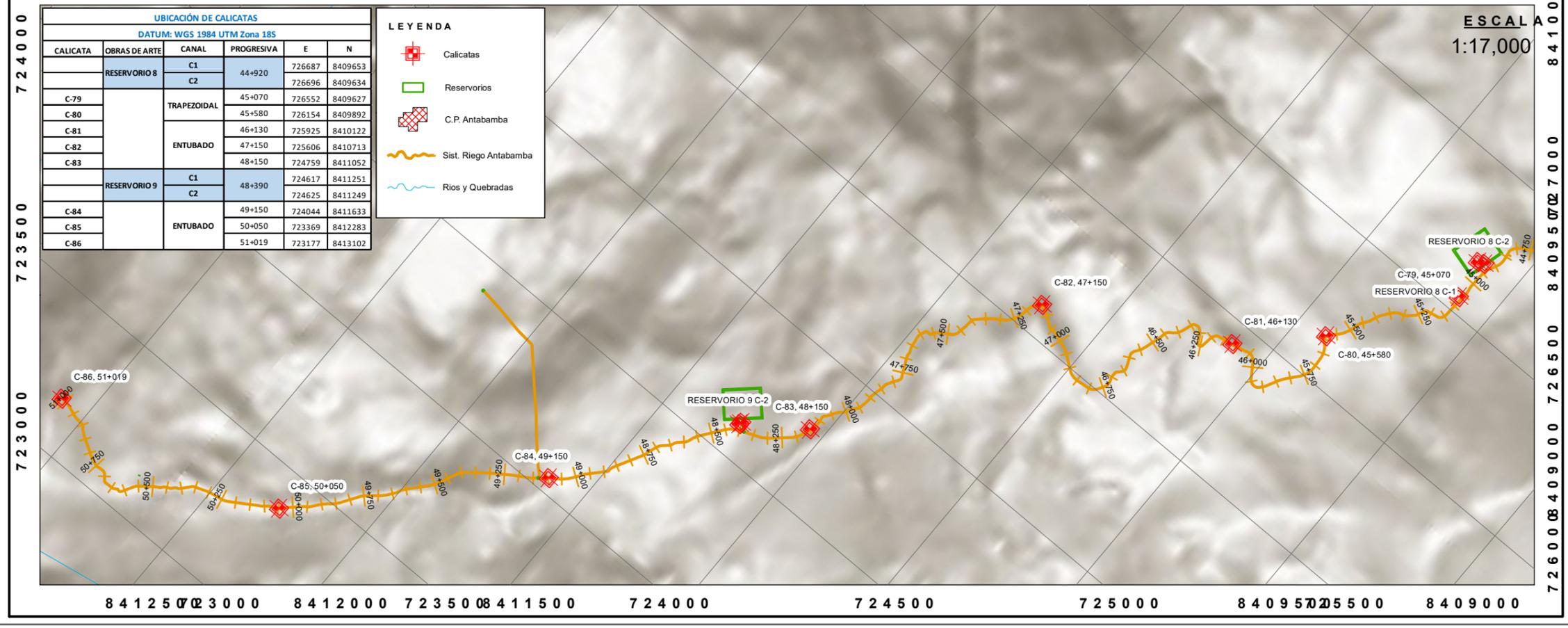
UNIVERSIDAD NACIONAL
DE SAN ANTONIO ABAAD
DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERIA
GEOLOGICA, MINAS Y
METALURGICA

ESCUELA PROFESIONAL
DE INGENIERIA
GEOLOGICA

UBICACIÓN DE CALICATAS					
DATUM: WGS 1984 UTM Zona 18S					
CALICATA	OBRAS DE ARTE	CANAL	PROGRESIVA	E	N
C-64		TRAPEZOIDAL	37+650	729539	8406246
C-65			38+190	729155	8406317
C-66			38+660	728857	8406644
C-67			39+110	728961	8406991
	RESERVORIO 5	C1	39+570	729195	8407181
		C2	729192	8407191	
C-68			39+590	729098	8407108
C-69		TRAPEZOIDAL	40+110	728805	8407500
C-70			40+610	728849	8407882
C-71			41+090	728661	8408247
C-72			41+620	728727	8408551
	RESERVORIO 6	C1	42+040	728905	8408894
		C2	728894	8408881	
C-73		TRAPEZOIDAL	42+120	728715	8408923
C-74			42+320	728746	8409142
	RESERVORIO 7	C1	42+715	728542	8409548
		C2	728539	8409548	
C-75		TRAPEZOIDAL	42+790	728470	8409515
C-76			43+590	727731	8409391
C-77			43+770	727572	8409326
C-78			44+180	727231	8409351

LEYENDA	
	Calicatas
	Reservorios
	C.P. Antabamba
	Sist. Riego Antabamba
	Rios y Quebradas



UBICACIÓN DE CALICATAS					
DATUM: WGS 1984 UTM Zona 18S					
CALICATA	OBRAS DE ARTE	CANAL	PROGRESIVA	E	N
	RESERVORIO 8	C1	44+920	726687	8409653
		C2		726696	8409634
C-79		TRAPEZOIDAL	45+070	726552	8409627
C-80			45+580	726154	8409892
C-81			46+130	725925	8410122
C-82			47+150	725606	8410713
C-83		ENTUBADO	48+150	724759	8411052
	RESERVORIO 9		C1	48+390	724617
		C2		724625	8411249
C-84		ENTUBADO	49+150	724044	8411633
C-85			50+050	723369	8412283
C-86			51+019	723177	8413102

LEYENDA	
	Calicatas
	Reservorios
	C.P. Antabamba
	Sist. Riego Antabamba
	Rios y Quebradas

TESIS:

ESTUDIO GEOLOGICO Y GEOTECNICO
PARA LA CONSTRUCCION DEL CANAL
DE AGUA CCARAMPA - WILACCOTA.
DISTRITO DE ANTABAMBA, PROVINCIA
DE ANTABAMBA APURIMAC -2025

PLANO:

PLANO DE UBICACION DE
CALICATAS

UBICACION:

DEPARTAMENTO : APURIMAC
PROVINCIA : ANTABAMBA
DISTRITO : ANTABAMBA

PRESENTADO:

POR : WALDIR. E ARONI
MOREANO .
ASESOR : ING. VICTOR V. GARATE
GONGORA.

PLANO: C - 04

DATUM:
WGS 1984 UTM ZONA 18S

FECHA: ABRIL DEL 2025
ESCALA: INDICADA

