

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra

Captación y conducción del sistema de agua potable recinto Piedra
Grande-cantón Echeandía

PROYECTO INTEGRADOR

Previo la obtención del Título de:

Ingeniería Civil

Presentado por:

Collaguazo Mejía Álvaro Franco

Triviño Mite Víctor Ernesto

GUAYAQUIL-ECUADOR

Año: 2022

DEDICATORIA

El presente proyecto lo dedico a mi familia y amigos, que me han apoyado en todos estos años de estudio, en especial a mis padres, que me han ayudado a ser posible el estar en este punto.

Este proyecto también va dedicado a las personas que hoy ya no pueden estar conmigo de forma física, pero que siempre estarán presentes en mis pensamientos, como lo es mi abuela Susana, y mis tías Martha y Sharon.

También va dedicado a mi novia Doménica, que ha estado a mi lado prácticamente toda la carrera, animándome con palabras de aliento y su compañía.

Álvaro Franco Collaguazo Mejía

DEDICATORIA

Dedico este proyecto a todos aquellos que en el proceso fueron una compañía grata, quienes a pesar de distancia y desapego siguieron dando la palmada y vítores de aliento, que fueron el alimento justo y necesario para el camino seguir transitando.

Para mis amados progenitores Víctor y Ginger. Y en especial para mi compañera de vida Ing. Cindy Bohórquez.

A lo largo de la vida el camino se va malogrando,

En el trayecto personas se van encontrando,

Inciertamente uno desconoce cuándo una de ellas se va descartando

Mientras oportunidades se vayan habilitando es de un buen sabio seguir caminando.

Víctor Ernesto Triviño Mite

AGRADECIMIENTOS

Nos gustaría agradecer en primer lugar a Dios, por permitirnos llegar a este punto de nuestras vidas, también agradecemos a todas las personas que nos han brindado su apoyo, como lo son nuestros padres.

Nos gustaría agradecer de forma especial a los amigos que hemos hecho en nuestra estancia en ESPOL, compañeros con los cuales hemos luchado para poder cumplir nuestras metas.

Un agradecimiento a todos los profesores que se han esmerado de verdad en impartir su conocimiento, y ser guías para sus alumnos.

Agradecemos al Ph. D Miguel Chávez, que sin duda alguna siempre estuvo presente cuando necesitábamos ayuda durante el proyecto, donde no solo brindó su apoyo académico, sino también un apoyo moral para continuar.

Por último, pero no menos importante, queremos expresar nuestra gratitud ante nuestras tutoras, M.Sc. Fernanda Mejía, y Ph. D Priscila Valverde, donde a nuestro criterio, no pudimos haber tenido mejores tutoras que ellas, y consideramos que son excelentes profesionales y seres humanos.

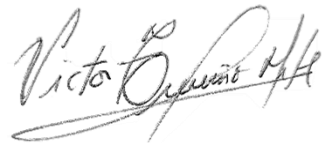
Álvaro Franco Collaguazo Mejía y Víctor Ernesto Triviño Mite.

DECLARACIÓN EXPRESA

"Los derechos de titularidad y explotación, nos corresponde conforme al reglamento de propiedad intelectual de la institución; *Álvaro Franco Collaguazo Mejía* y *Víctor Ernesto Triviño Mite* y damos nuestro consentimiento para que la ESPOL realice la comunicación pública de la obra por cualquier medio con el fin de promover la consulta, difusión y uso público de la producción intelectual"



Álvaro Franco
Collaguazo Mejía



Víctor Ernesto Triviño
Mite

EVALUADORES

MSc. Miguel Chávez Moncayo

PROFESOR DE LA MATERIA

MSc. Fernanda Mejía Peralta

PROFESOR TUTOR

RESUMEN

En Ecuador apenas el 38.8% de viviendas en zonas rurales tienen acceso a la red de distribución pública de agua potable según el INEC en el año 2013.

La comunidad Piedra Grande localizada en la provincia de Bolívar actualmente no dispone de agua potable segura para su uso. Esta comunidad cuenta con un sistema de agua que fue construido de forma empírica hace más de 33 años, por lo que se estima, ha cumplido su vida útil. A su vez, esto genera otros problemas como existencia de material sedimentable en la captación, y producto de esto, obstrucción del flujo y mala calidad del agua.

Este proyecto pretende diseñar un nuevo sistema de captación, aducción y conducción de agua, con el fin de optimizar el sistema de agua potable existente y mejorar la calidad de vida de la población en estudio.

Como parte de la metodología se implementó lo siguiente: - Planteamiento del proyecto y visita a campo. -Levantamiento topográfico y muestreo de suelo. -Procesamiento de datos, caracterización de suelo, planteamiento y evaluaciones de alternativas. -Diseño de alternativa seleccionada, elaboración de planos, evaluación de impacto ambiental y presupuesto referencial.

Dentro de los resultados se obtuvo el diseño de una nueva estructura de captación para logra un mayor volumen de embalse de agua cruda y evitar ingreso de material sedimentario tipo lodo a los sistemas aguas abajo. Las redes de aducción y conducción de agua fueron diseñadas a gravedad y están conformados por 3.4km de tubería PVC-P de 63 mm de diámetro con lo que se logró cumplir con los parámetros técnicos y constructivos establecidos por la normativa ecuatoriana vigente. Adicionalmente se implementó un tanque de almacenamiento y distribución de agua ubicados en un punto de cota favorable para la distribución a gravedad del líquido vital a la población.

A la luz de los resultados, la propuesta diseñada supuso un presupuesto referencial de \$ 226.315,32 USD. Con lo cual, se apunta a satisfacer la necesidad de dotación de agua potable en la comunidad de Piedra Grande y mejorar la calidad de vida de sus moradores.

Palabras Claves: Agua potable. Captación de agua. Línea de conducción, línea de aducción.

ABSTRACT

In Ecuador, only 38.8% of homes in rural areas have access to the public drinking water distribution network according to INEC in 2013.

The Piedra Grande community located in the province of Bolivar does not currently have safe drinking water for its use. This community has a water system that was built empirically more than 33 years ago, so it is estimated that it has reached its useful life. In turn, this generates other problems such as the existence of sedimentable material in the catchment, and as a result, obstruction of the flow and poor water quality.

This project aims to design a new water collection, adduction and conduction system in order to optimize the existing drinking water system and improve the quality of life of the population under study.

As part of the methodology, the following was implemented: - Project approach and field visit. -Topographic survey and soil sampling. -Data processing, soil characterization, proposal and evaluation of alternatives. -Design of selected alternative, preparation of plans, environmental impact assessment and reference budget.

The results included the design of a new catchment structure to achieve a greater volume of raw water reservoir and prevent the entry of sedimentary material such as sludge into the downstream systems. The adduction and water conduction networks were designed using gravity and consist of 3.4 km of 63 mm diameter PVC-P pipe, which complies with the technical and construction parameters established by current Ecuadorian regulations. In addition, a water storage and distribution tank was installed at a favorable elevation for gravity distribution of the vital liquid to the population.

In light of the results, the proposal designed assumed a reference budget of \$ 226,315.32 USD. Thus, it aims to satisfy the need for drinking water supply in the community of Piedra Grande and improve the quality of life of its inhabitants.

Key words: *Drinking water. Water collection. Pipeline, adduction line.*

INDICE GENERAL

EVALUADORES.....	6
RESUMEN.....	I
ABSTRACT	II
ABREVIATURAS	VII
SIMBOLOGÍA	VIII
INDICE DE FIGURAS	IX
ÍNDICE DE TABLAS.....	XI
1. INTRODUCCIÓN.....	20
1.1. Antecedentes	21
1.2. Localización	21
1.3. Información Básica	22
1.4. Descripción del problema y justificación.....	22
1.5. Alcance	23
1.6. Objetivos	24
1.6.1. Objetivo general	24
1.6.2. Objetivos Específicos	24
1.7. Marco Teórico	24
1.7.1. Fuentes de abastecimiento	24
1.7.2. Sistemas primarios	24
1.7.3. Manantial	24
1.7.4. Captación.....	25
1.7.5. Conducción.....	25
1.7.6. Periodo de Diseño	25
1.7.7. Población de diseño.	26
1.7.8. Tasa de crecimiento poblacional.....	26
1.7.9. Métodos para cálculo de población futura	27
1.7.10. Niveles de servicios.	27
1.7.11. Dotación	28
1.7.12. Variaciones de Consumo	28
2. DESARROLLO DE PROYECTO	31

2.1. Metodología	31
2.2. Trabajo de campo, laboratorio y gabinete	33
2.2.1. Levantamiento Topográfico	33
2.3. Estudio de suelo	34
2.3.1. Límite de Atterberg	35
2.4. Población	40
2.4.1. Tasa de crecimiento poblacional.....	40
2.4.2. Periodo de diseño.....	41
2.4.3. Análisis de alternativas.....	41
2.5. Definición de criterios de evaluación	41
2.6. Métrica de evaluación	42
2.7. Evaluación de Alternativas	42
2.8. Selección de alternativa	43
3. DISEÑO.....	45
3.1. Población futura	45
3.1.1. Periodo de diseño.....	45
3.1.2. Índice de crecimiento poblacional	45
3.1.3. Cálculo de población saturada.	45
3.1.4. Cálculo de la población futura.....	46
3.2. Caudales de diseño.....	48
3.2.1. Dotación de la población.....	48
3.2.2. Caudal medio diario	50
3.2.3. Caudal máximo diario.....	50
3.2.4. Caudal máximo horario	50
3.2.5. Caudal de diseño de captación.....	51
3.2.6. Caudal de diseño de conducción.....	51
3.3. Captación.....	51
3.3.1. Vertedero Creager	51
3.3.2. Compuerta de desagüe	66
3.4. Reservorio de almacenamiento	71
3.4.1. Volumen de regulación	71
3.4.2. Dimensión de reservorio	71
3.5. Línea de aducción.....	73
3.5.1. Cálculo de pendiente.....	73
3.5.2. Cálculo de diámetro	74

3.5.3. Cálculo de velocidad.....	75
3.5.4. Cálculo de pérdidas.....	76
3.5.5. Cota piezométrica.....	79
3.5.6. Presión dinámica.....	80
3.5.7. Esquema para tubería suspendida.....	80
3.6. Línea de conducción.....	82
3.6.1. Cálculo de pendiente.....	82
3.6.2. Cálculo de diámetro.....	83
3.6.3. Cálculo de velocidad.....	84
3.6.4. Cálculo de pérdidas.....	85
3.6.5. Cota piezométrica.....	86
3.6.6. Presión dinámica.....	86
3.6.7. Modelado de estructura de captación.....	88
4. ESTUDIO DEL IMPACTO AMBIENTAL.....	90
4.1. Objetivos.....	90
4.1.1. Objetivo general.....	90
4.1.2. Objetivos Específicos.....	90
4.2. Descripción del proyecto.....	90
4.3. Línea base ambiental.....	92
4.3.1. Tipo de clima.....	92
4.3.2. Precipitación.....	93
4.3.3. Temperatura.....	94
4.3.4. Hidrología.....	96
4.3.5. Aire.....	100
4.3.6. Uso y cobertura del suelo.....	100
4.3.7. Recursos naturales degradados.....	101
4.4. Tipo de estudio.....	102
4.5. Certificado de intersección.....	104
4.6. Descripción de actividades del proyecto.....	104
4.7. Medios y aspectos ambientales del proyecto.....	106
4.8. Identificación de impactos ambientales.....	107
4.9. Valoración de Impactos Ambientales.....	108
4.9.1. Matrices de valoración de Impacto Ambiental.....	110
4.10. Medidas de prevención/ mitigación.....	118
4.11. Conclusiones.....	119

4.12. Formulario Ambiental	121
5. PRESUPUESTO	130
5.1. Descripción de rubros.	130
5.2. Análisis de precios Unitarios (APU)	130
5.3. Cronograma Valorado del Proyecto	130
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	131
6.1. Conclusiones.....	131
6.2. Recomendaciones	134
Bibliografía.....	135
ANEXOS.....	137
Anexo A	137
(PRESUPUESTO).....	137

ABREVIATURAS

ESPOL	Escuela Superior Politécnica del Litoral
JAPRPG	Junta del Agua Potable del recinto Piedra Grande
ODS	Objetivos del Desarrollo Sostenible
ONU	Organización de las Naciones Unidas

SIMBOLOGÍA

Dot	Dotación
Hab.	Habitantes
m	Metro
g	gramo
L	Longitud
L/(hab. día)	Litros por habitante día
L/s	Litros por segundo
m.c.a	Metros de columna de agua
n	Vida útil
Q	Caudal
Qmd	Caudal medio diario
QMH	Caudal máximo horario
QMD	Caudal máximo diario

NDICE DE FIGURAS

1. INTRODUCCIÓN.....	20
Figura 1.1 Localización del área de estudio "Piedra Grande" (Google Earth Pro, 2022)	22
Figura 1.2 Estructura de captación actual	23
2. DESARROLLO DE PROYECTO	31
3. DISEÑO.....	45
Figura 3.1 Gráfico de la tendencia del método geométrico (Triviño&Collaguazo, 2022)	47
Figura 3.2 Cálculo de vertedero para captación. Programa: HCANALES	52
Figura 3.3 Diagrama de elementos de creager.	53
Figura 3.3 Diagrama de perspectiva de forma de vertedero. Programa: EXCEL	57
Figura 3.5 Relaciones analíticas entre F y h/Y1 para un vertedero de cresta ancha (Materón Muñóz, 1997)	58
Figura 3.6 Triángulo de presiones para vertedero creager.....	63
Figura 3.6 Elementos de muro de contención	64
Figura 3.7 Diseño de vertedero Creager	66
Figura 3.8 Triángulo de presiones en compuerta	67
Figura 3.10 Detalle de compuerta de desagüe.....	71
Figura 3.11 Dimensiones de tanque- reservorio.....	73
Figura 3.12 Perdida de carga del tramo (Fuente-A1)	78
Figura 3.13 Coeficiente K para pérdidas de carga en entradas y salidas (Mott, 2006). 79	
Figura 3.14 Vista lateral de puente elevado para tubería en tramo 0+110.55 a 0+176.55.	80
Figura 3.15 Vista longitudinal y lateral para pila A-A´.....	81
Figura 3.16 Vista longitudinal y lateral para pila B-B´.....	82
Figura 3.17 Detalle de zapata y dado de hormigón para puente elevado.	82
Figura 3.18 Perfil de línea de conducción tramo 0+000 a 0+500.....	87
Figura 3.19 Vista longitudinal de puente en tramo 0+382.05 a 0+415.51	88
Figura 3.20 Detallado de soporte para tubería de 63mm	88
Figura 3.21 Modelado de estructura de captación.....	89
Figura 3.22 Detalle del cuarto de válvulas.....	89
4. ESTUDIO DEL IMPACTO AMBIENTAL	90

Figura 4.1 Climas del cantón Echeandía (GADMCE, 2012a).....	92
Figura 4.2 Isoyetas (Precipitación). Cantón Echeandía (GADMCE, 2012).....	93
Figura 4.3 Isotermas. Cantón Echeandía. (GADMCE, 2012)	95
Figura 4.4 Sistema hídrico. Recinto Piedra Grande (Triviño&Collaguazo, 2022)	99
Figura 4.5 Actividad e impacto del proyecto (Ministerio del Ambiente Agua y Transición Ecológica, 2022).....	103
Figura 4.6 Licencia ambiental para la construcción de captación del proyecto (Ministerio del Ambiente Agua y Transición Ecológica, 2022)	103
Figura 4.7 Tipo de trámite solicitado por el SUIA para la implementación del proyecto (Ministerio del Ambiente Agua y Transición Ecológica, 2022b).....	104
Figura 4.8 Certificado de intersección de proyecto (Ministerio del Ambiente Agua y Transición Ecológica, 2022b)	104
5. PRESUPUESTO	130
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	131
Bibliografía.....	135
ANEXOS.....	137
Figura 6.1 Actividades de obra (Triviño&Collaguazo, 2022).....	151

ÍNDICE DE TABLAS

1. INTRODUCCIÓN.....	20
2. DESARROLLO DE PROYECTO	31
Tabla 2.1 Plan de trabajo- Captación y conducción "Piedra Grande" (Triviño&Collaguazo, 2022)	31
Tabla 2.2 Muestras de suelos tomadas in- situ (Triviño&Collaguazo, 2022)	35
Tabla 2.3 Datos de laboratorio para ensayo de límite líquido (Triviño&Collaguazo, 2022)	36
Tabla 2.4 Valores de humedad de suelo (Triviño&Collaguazo, 2022).....	36
Tabla 2.5 Métrica de Evaluación de acuerdo con la matriz de Likert.....	42
Tabla 2.6 Evaluación de alternativas	43
3. DISEÑO.....	45
Tabla 3.1 Resumen de la población futura por método geométrico (Triviño&Collaguazo, 2022)	47
Tabla 3.2 Niveles de servicio potencialmente apropiados según la población de la localidad (INEN, 1997)	48
Tabla 3.3 Dotaciones recomendadas (INEN, 1997)	49
Tabla 3.4 Resumen de valores de población, dotación y caudales de diseño	51
Tabla 3.5 Valores de altura respecto a la distancia horizontal para aliviadero (Triviño&Collaguazo, 2022)	56
Tabla 3.6 Obtención de valor de Y_2 por pruebas de tanteo.	59
Tabla 3.7 Caudales y tiempos de vaciado de captación según abertura de compuerta	70
Tabla 3.11 Dimensiones de tanque reservorio cuadrado	72
Tabla 3.9 Resumen de cálculo de diámetro calculado (aducción).....	75
Tabla 3.10 Pérdidas por tipo de accesorio Fuente: PLASTIGAMA	78
Tabla 3.11 Resumen de pérdidas de carga para tramo (PTAP. SAL- B1)	79
Tabla 3.12 Resumen de cálculo de diámetro calculado (conducción).....	84
Tabla 3.13 Resumen de pérdidas de carga para tramo (PTAP. SAL- B1)	86
4. ESTUDIO DEL IMPACTO AMBIENTAL	90
Tabla 4.1 Factores Climáticos. Cantón Echeandía (GADMCE, 2012).....	94
Tabla 4.2 Descripción de Ríos. Cantón Echeandía. (GADMCE, 2012).....	96

Tabla 4.3 Datos de la fuente y requerimiento hídrico (Subsecretaría de Demarcación Hidrográfica del Guayas, 2018).....	98
Tabla 4.4 Variación de cobertura vegetal 2000-2008 en el Cantón Echeandía (GADMCE, 2012)	101
Tabla 4.5 Fauna del Recinto Piedra Grande (Gordón, 2019)	102
Tabla 4.6 Actividades para la ejecución de proyecto " Captación y conducción de agua del recinto Piedra Grande. Cantón Echeandía" (Triviño&Collaguazo, 2022).....	105
Tabla 4.7 Factores ambientales correspondiente a las acciones a desarrollarse del proyecto "Captación y conducción de agua del recinto Piedra Grande. Cantón Echeandía" (Triviño&Collaguazo, 2022).....	107
Tabla 4.8 Impacto ambiental de las acciones ejecutarse en el proyecto por cada fase (Triviño&Collaguazo, 2022)	108
Tabla 4.9 Escala de valoración cualitativa (Triviño&Collaguazo, 2022)	110
Tabla 4.10 Matriz de magnitudes de impacto de proyecto " Captación y conducción de agua del recinto Piedra Grande. Cantón Echeandía" (Triviño&Collaguazo, 2022).....	111
Tabla 4.11 Matriz de Índice de Impacto Ambiental de proyecto " Captación y conducción de agua del recinto Piedra Grande. Cantón Echeandía" (Triviño&Collaguazo, 2022).	113
Tabla 4.12 Matriz de significancia del impacto ambiental de proyecto " Captación y conducción de agua del recinto Piedra Grande. Cantón Echeandía" (Triviño&Collaguazo, 2022)	115
Tabla 4.33 Matriz de evaluación de impactos ambientales (Triviño&Collaguazo, 2022)	116
Tabla 4.34 Medidas de prevención/mitigación de impactos ambientales de proyecto " Captación y conducción de agua del recinto Piedra Grande. Cantón Echeandía" (Triviño&Collaguazo, 2022)	118
5. PRESUPUESTO	130
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	131
Bibliografía.....	135
ANEXOS.....	137
Tabla 6.1 Presupuesto Referencial: Tabla de rubros, unidades, cantidades y precios.	138
Tabla 6.2 Análisis de precios unitarios de mano de obra	139
Tabla 6.3 Análisis de precios unitarios (letrero informativo)	140

Tabla 6.4 Análisis de precios unitarios (Bodega de materiales)	141
Tabla 6.5 Análisis de precios unitarios (limpieza y desbroce manual).....	142
Tabla 6.6 Análisis de precios unitarios (topografía).....	143
Tabla 6.7 Análisis de precios unitarios (baterías sanitarias).....	144
Tabla 6.8 Análisis de precios unitarios (Excavación).....	145
Tabla 6.9 Análisis de precios unitarios (Excavación en suelo 0 a 20cm)	146
Tabla6.10 Análisis de precios unitarios (relleno)	147
Tabla 6.11 Análisis de precios unitarios (Relleno compactado en sitio)	148
Tabla 6.12 Análisis de precios unitarios (Desalojo de material)	149
Tabla 6.13 Análisis de precios unitarios (Relleno compactado tipo 1).....	150

CAPITULO 1

1. INTRODUCCIÓN

La Organización de las Naciones Unidas (2010) establece que el agua es un derecho humano, su potabilización y saneamiento son indispensables para la vida, la salud, y la dignidad de toda persona.

Según la encuesta nacional de empleo, desempleo y subempleo urbano y rural 2006-2013 realizada por el (INEC, 2014), en el año 2013 apenas el 38.8% de viviendas en zonas rurales del Ecuador cuentan con un acceso seguro al agua potable de la red pública.

Es por esto, que en el año 2015 el gobierno del Ecuador se comprometió a cumplir con los Objetivos del desarrollo sostenible (ODS), estos objetivos tienen la finalidad de erradicar la pobreza, proteger el planeta y asegurar la prosperidad de todos. Cada objetivo tiene la finalidad de lograrse hasta el año 2030.(ONU, 2015)

El agua dulce, la mayor parte de este recurso se encuentra a muy bajas profundidades bajo tierra o congelada en los polos, o nevados; estos son lugares muy poco explotados para la obtención del agua dulce; por el contrario, los que por lo general se explotan para uso agrícola, industrial y para la propia vida humana son las fuentes superficiales como lagos o ríos. (Bloch, 2014)

El crecimiento poblacional a nivel nacional nos lleva al cantón Piedra Grande donde la demanda de agua apta para el consumo humano se ha acrecentado en los últimos 30 años lo que llevó a una construcción empírica de la línea de captación y conducción del sistema de agua potable del recinto.

El presente proyecto plantea un estudio y diseño para un sistema de captación, aducción y conducción de agua potable en el recinto Piedra Grande con la finalidad de dotar de recurso hídrico apto para el consumo humano a esta población, de este modo, se persigue aportar al cumplimiento de los objetivos de desarrollo sostenible de la ONU, tales como 6 y 9, los cuales plantean garantizar la disponibilidad de servicios básicos

para todos; y construir infraestructuras fiables, sostenibles, resilientes y de calidad, así como promover la industrialización sostenible y fomentar la innovación. También se busca el cumplimiento de los objetivos 11 y 15 de los ODS, el objetivo 11 nos indica que para el año 2030, se asegurará el acceso de todas las personas a viviendas y servicios básicos adecuados, seguros y asequibles, así como la mejora de barrios marginales, mientras que; el objetivo 15 vela por la conservación, restablecimiento y uso sostenible de los ecosistemas terrestres e interiores de agua dulce y los servicios que proporcionan.

1.1. Antecedentes

El recinto Piedra Grande, tiene una población de 600 habitantes y cuenta con un sistema de captación superficial (manantial) y conducción de agua cruda, que actualmente no logra satisfacer la demanda de agua del recinto. Según datos brindados por la Junta de agua del Recinto Piedra Grande, dicho sistema tiene alrededor de 30 años de construcción, y su capacidad está por debajo de las aportaciones hidrológicas de la cuenca vertiente. Lo que ha provocado daños importantes en la infraestructura de esta, viéndose afectada la calidad de servicio de agua brindado a los moradores.

Por tanto, el estudio que se presenta en este documento desarrolla una alternativa óptima de diseño para un sistema de captación y conducción que permita cumplir con la demanda de agua actual y futura de la población del recinto Piedra Grande.

1.2. Localización

El recinto Piedra Grande se encuentra ubicado al sur- oeste del centro de la población de Echeandía, a una distancia en carretera de aproximadamente 8.96 Km, y al este de la ciudad de Ventanas, a una distancia en carretera de aproximadamente 19.7 Km; como ilustra la figura 1.1. Geográficamente el recinto se encuentra localizado en las coordenadas:

Coordenadas Este: 683926.32 m E

Coordenadas Norte: 9838790.96 m S

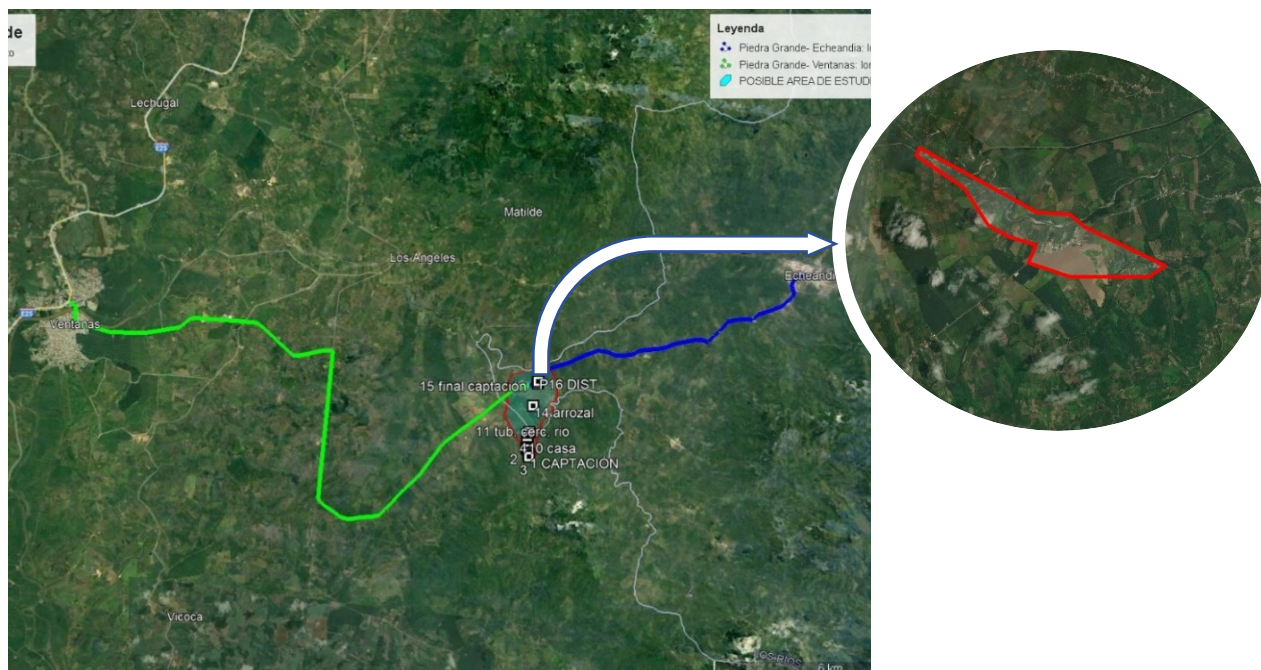


Figura 1.1 Localización del área de estudio "Piedra Grande" (Google Earth Pro, 2022)

1.3. Información Básica

Piedra grande es un recinto que está ubicado a 20 minutos de Echeandía, tiene un área de 2'074.975 m² con una población de 600 habitantes, su clima es subtropical lo que favorece la agricultura que es el principal sustento de los habitantes del recinto. La temperatura alcanza su límite mínimo de 16°C en invierno y su máximo de 30°C en verano. Su relieve es característico por las escarpadas montañas, y a su vez presenta llanuras típicas de la costa.

Con respecto al uso de suelo, existen zonas de bosques y extensas planicies, una de las principales actividades es el cultivo de maíz, arroz, palma africana, cacao, entre otros.

Por otro lado, al no desarrollarse actividad industrial, la zona no contribuye en gran medida a la contaminación ambiental.(EcuRed, 2019)

1.4. Descripción del problema y justificación

En la actualidad la comunidad del recinto Piedra Grande no dispone de agua potable, debido al deterioro del sistema actual, ya que, éste fue elaborado de manera empírica hace más de 30 años, por lo que ha cumplido su vida útil.

Este proyecto busca estudiar y diseñar un sistema de captación y conducción de agua potable, con el fin de mejorar la calidad de vida de los habitantes del recinto. Para este efecto, se pretende realizar un nuevo diseño de la estructura de captación, a su vez, se diseñará la línea de aducción y red de conducción que trasiegue de la planta de tratamiento de agua potable (PTAP) y desde este último punto hasta la red de distribución aguas abajo.



Figura 1.2 Estructura de captación actual

1.5. Alcance

Se busca realizar el diseño hidráulico del sistema de captación de agua cruda, así como diseñar las líneas de aducción y conducción de agua potable con la finalidad de mejorar la calidad de vida de los habitantes del recinto “Piedra Grande” del cantón Echeandía. Para el diseño de la línea de conducción se hará uso de las normativas vigentes, además se hará uso del software WATERGEMS para asegurar un diseño óptimo.

Por último, se hará entrega de los planos de diseño de captación y línea de conducción de agua, así como se las respectivas conclusiones y recomendaciones con el propósito de desarrollar un proyecto eficaz.

1.6. Objetivos

1.6.1. Objetivo general

- Elaborar un diseño de la red de aducción, conducción y captación del sistema de agua potable, para mejorar la calidad de vida de los habitantes del recinto Piedra Grande.

1.6.2. Objetivos Específicos

- Realizar la topografía del terreno donde se diseñará la red de conducción de agua
- Realizar el diseño del sistema de captación de agua superficial.
- Diseñar la red de conducción de agua a gravedad, mediante el uso del software WATERGEMS.

1.7. Marco Teórico

1.7.1. Fuentes de abastecimiento

Una fuente de abastecimiento puede ser primario o principal, esto dependerá de acuerdo con las características del proyecto, tales como: tamaño de la población, caudal solicitado, valores económicos, disponibilidad de las fuentes, entre otros. (López Cualla, 1995)

1.7.2. Sistemas primarios

Son sistemas de un bajo costo, de fácil construcción y funcionamiento, comúnmente más adecuados para pequeñas comunidades. (López Cualla, 1995)

1.7.3. Manantial

Un manantial es un afloramiento superficial de agua subterránea. Puede ser de dos tipos, por gravedad si el agua pasa a través de una capa superficial permeable; si el estrato permeable está confinado entre dos estratos impermeables estando a presión dado la cota piezométrica del depósito de agua es un manantial artesiano. El agua de un manantial esta propensa a la contaminación superficial, por lo que hay que darle una protección adecuada.(López Cualla, 1995)

1.7.4. Captación

Es el conjunto de estructuras y dispositivos construidos o colocados junto a un medio hídrico (captación de agua cruda) que permite derivar el caudal necesario, desde la fuente hacia el sistema de abastecimiento de agua potable. La captación se puede presentar en dos tipos de lugares de captación de agua cruda, estas son: aguas superficiales y aguas subterráneas.(Martínez Andres, 2015)

1.7.5. Conducción

Es la parte del sistema que transporta el agua desde la captación ya sea por bombeo o gravedad hasta un tanque de almacenamiento o planta de tratamiento. Las líneas de conducción deben ser de fácil inspección, en este caso paralelas a algún camino, caso contrario se debe de analizar la conveniencia de construir un camino de acceso de acuerdo con el derecho de vía correspondiente. (SIAPA, 2014)

1.7.6. Periodo de Diseño

El periodo de diseño se define como el lapso durante el cual una obra o estructura puede funcionar sin ampliaciones o mejoramientos significativos en su sistema, y en el caso de sistemas de agua potable, que estos sean capaces de suministrar del servicio de forma óptima a la población durante el periodo para el cual fue diseñado, este sistema debe proveer confiabilidad y economía. (Aguas de Manta, 2017)

En la tabla 2 del CPE INEN 5 PARTE 9-1 se muestran los periodos sugeridos como vida útil según sean los componentes.

Tabla 1.1. Vida útil para los elementos de un sistema de agua potable (INEN, 1992)

COMPONENTE	VIDA ÚTIL (AÑOS)
Diques grandes túneles	50 a 100
Obras de captación	25 a 50
Pozos	10 a 25
Conducciones de hierro dúctil	40 a 50
Conducciones de asbesto cemento o PVC	20 a 30
Planta de tratamiento	30 a 40
Tanques de almacenamiento	30 a 40
Tuberías principales y secundarias de la red:	
De hierro dúctil	
De asbesto cemento o PVC	40 a 50
	20 a 25
Otros materiales	Variables de acuerdo especificaciones del fabricante

1.7.7. Población de diseño.

Población de diseño es un dato cuantitativo del número de personas que recibirán un servicio en el tiempo de vida útil, a saber, periodo de diseño. La población de diseño es base para cualquier diseño que se proyecte y se determina por censos nacionales o en este caso encuestas en el área de estudio. (Gutierrez Cevallos & Naranjo Yoza, 2014)

1.7.8. Tasa de crecimiento poblacional

Es un valor que se calcula mediante datos estadísticos basados en censos que se realizan en comunidades o, en este caso, recintos pequeños. A falta de datos, se adoptará para la proyección geométrica, los índices de crecimiento indicados en la tabla 5.1 de CPE INEN 5 PARTE 9-2.

Tabla 1.2. Tasas de crecimiento poblacional según región geográfica (INEN, 1992)

REGIÓN GEOGRÁFICA	r (%)
Sierra	1,0
Costa, oriente y Galápagos	1,5

1.7.9. Métodos para cálculo de población futura

Para la estimación de la población futura se emplearán las proyecciones de crecimiento utilizando el método de proyección aritmética y geométrica.

1.7.9.1. Método Geométrico

El crecimiento poblacional es constante con un comportamiento lineal. Se utilizan las ecuaciones 1.1 y 1.2 para su cálculo.

$$P_f = P_u(1 + r)^{(T_f - T_u)} \quad (1.1)$$

$$r = \left(\frac{P_u}{P_i}\right)^{\frac{1}{T_u - T_i}} - 1 \quad (1.2)$$

1.7.10. Niveles de servicios.

En la Table 1.3 CPE INEN 5 Parte 9-2 se presentan los diferentes niveles de servicios aplicables para este proyecto.

Tabla 1.3. Niveles de servicio (INEN, 1992)

NIVEL	SISTEMA	DESCRIPCIÓN
0	AP	Sistemas individuales. Diseñar de acuerdo a las disponibilidades técnicas, usos previstos del agua, preferencias y capacidad económicas del usuario.
	DE	
Ia	AP	Grifos públicos.
	DE	Letrinas sin arrastre de agua.
Ib	AP	Grifos públicos más unidades de agua para lavado de ropa y baño.
	DE	
IIa	AP	Conexiones domiciliarias, con un grifo por casa
	DE	
IIb	AP	Conexiones domiciliarias, con más de un grifo por casa.
	DRL	
<p>Simbología utilizada:</p> <p>AP: agua potable DE: Disposiciones de excretas DRL: disposición de residuos líquidos.</p>		

1.7.11. Dotación

Caudal que se consume a diario, para satisfacer las necesidades que tiene la población. Se incluye los consumos domésticos, comercial, industrial e institucional. (INEN, 1992)

Según (Làrraga, 2016) la dotación no es valor fijo, si no que varía con ciertos factores tales como: caudales de diseño, identificación de zonas a servir, topografía del sitio, entre otros, los cuales son importantes conocer antes de iniciar cualquier proyecto.

1.7.12. Variaciones de Consumo

1.7.12.1. Caudal Medio

El consumo medio anual diario se calcula mediante la ecuación 1.3

$$Qm = \frac{P*D*f}{86400} \quad (1.3)$$

Donde:

$P =$ Población al final del período de diseño

$D =$ Dotación futura $\left(\frac{L}{\text{hab.día}}\right)$

$f =$ factor de fugas

$Q_m =$ Caudal medio $\left(\frac{L}{s}\right)$

1.7.12.2. Caudal máximo diario

El máximo consumo diario se calcula mediante la ecuación 1.4.

$$Q_{MD} = K_{MD} * Q_m \quad (1.4)$$

Donde:

$Q_{MD} =$ Caudal máximo diario $\left(\frac{l}{s}\right)$

$K_{MD} =$ Factor de mayor. máx. diario (1.25 para todos los niveles de serv.)

1.7.12.3. Caudal Máximo horario.

Se calcula con la ecuación 1.5:

$$Q_{MH} = K_{MH} * Q_m \quad (1.5)$$

Donde K_{MD} tiene un valor de 3 para todos los niveles de servicio.

1.7.12.4. Fugas

Para los diferentes caudales de diseño, se tomará en cuenta por concepto de fugas los porcentajes indicados en la tabla 1.4 CPE INEN 5 parte 9-2.

Tabla 1.4. Porcentaje de fugas por niveles de servicio (INEN, 1992)

NIVEL DE SERVICIO	PORCENTAJE DE FUGAS
Ia y Ib	10%
Ila y I Ib	20%

También se tiene que considerar los caudales para los elementos de diseño, considerados en la tabla 1.5.

Tabla 1.5. Caudales de diseño para los elementos de un sistema de agua potable (INEN, 1992)

ELEMENTO	CAUDAL
Captación de aguas superficiales	Máximo diario + 20%
Captación de aguas subterráneas	Máximo diario + 5%
Conducción de aguas superficiales	Máximo diario + 10%
Conducción de aguas subterráneas	Máximo diario + 5%
Red de distribución	Máximo diario + incendio
Planta de tratamiento	Máximo diario + 10%

CAPÍTULO 2

2. DESARROLLO DE PROYECTO

2.1. Metodología

El plan de trabajo empleado para el desarrollo es este proyecto es presentado mediante la Tabla 2.1

Tabla 2.1 Plan de trabajo- Captación y conducción "Piedra Grande" (Triviño&Collaguazo, 2022)

PLAN DE TRABAJO - PROYECTO CAPTACIÓN Y CONDUCCIÓN PIEDRA GRANDE																												
ACTIVIDAD	ABRIL				MAYO				JUNIO				JULIO				AGOSTO				SEPTIEMBRE							
	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4				
Gestión para reunión con cliente.	■																											
Visita Técnica		■																										
Toma de Puntos GPS		■																										
Recolección de datos			■																									
Topografía				■																								
Reunión alcalde Echeandía				■																								
Toma de muestras de suelo					■																							
Ensayos de Laboratorio de suelos						■																						
Reunión Tutora y Cotutora.						■																						
Antecedentes							■																					
Introducción							■																					
Objetivos							■																					
Definir problema								■																				
Alcance									■																			
Información básica										■																		
Metodología											■																	
Entrega Parcial												■																
Toma de muestra de agua													■															
Alternativas														■	■													
Diseño																■	■											
Elaboración de impacto ambiental																	■	■	■									
Presupuesto																		■	■	■								
Resultados, conclusiones y recomendaciones																										■		

A continuación, se presenta la figura 2.1 que muestra la metodología aplicada para este proyecto.

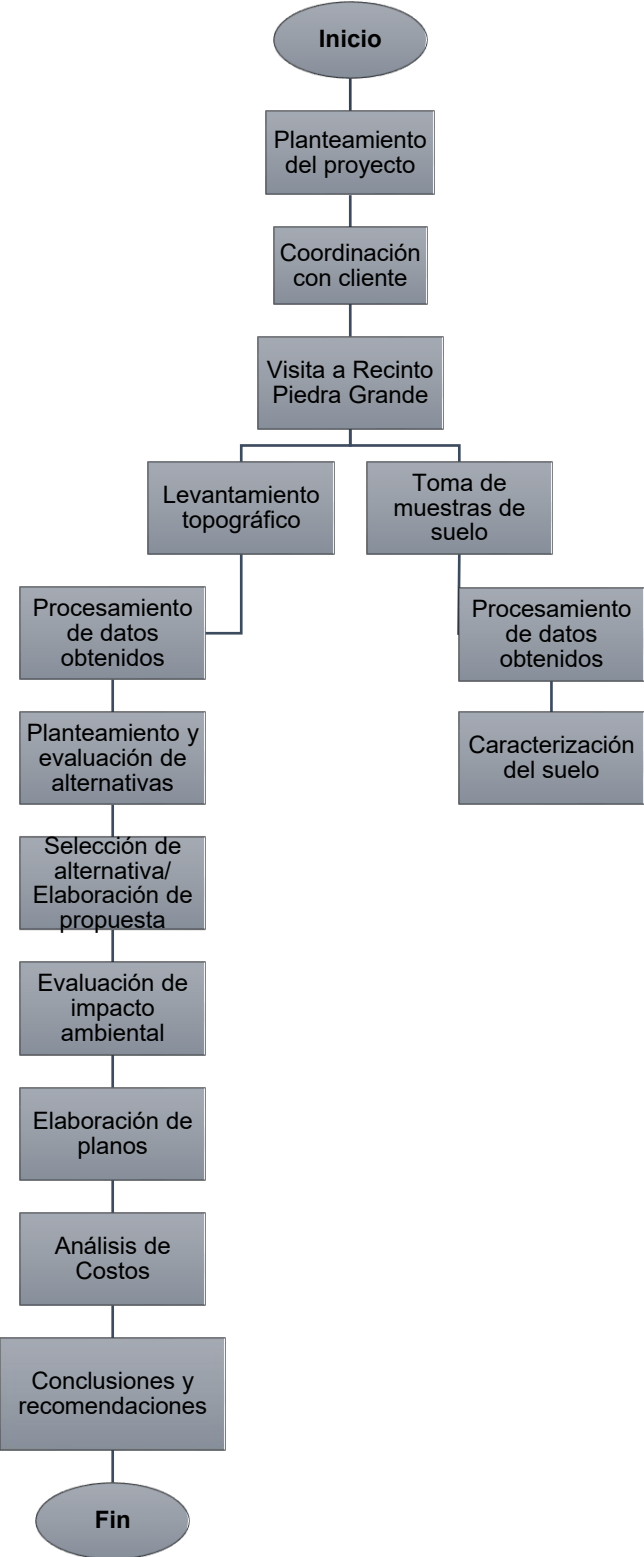


Figura 2.1 Metodología aplicada en el proyecto integrador. (Triviño&Collaguazo, 2022)

En tabla 2.1 y figura 2.2 se detalla el plan de trabajo y la metodología que se implementa a lo largo del proyecto. El tiempo total de elaboración de este es de 6 meses desde la primera visita al recinto Piedra Grande, hasta su conclusión. Es así como, luego de la primera visita a campo, se procede a desarrollar el estudio topográfico mediante un dron para elaborar los planos topográficos, y así continuar con el estudio de suelo; recolectando las muestras pertinentes. Una vez recopilada la información necesaria, se plantean 3 alternativas de diseño y se analiza cada una de ellas, a fin de seleccionar la más idónea, de cara a cumplir de la manera más eficaz y eficiente el objetivo de este trabajo.

Cabe mencionar que, para el diseño, se han considerado las necesidades y sugerencias de la Junta de agua potable del Recinto Piedra Grande, con el objetivo de alinear los resultados del presente trabajo con los requerimientos actuales y futuros del recinto, con un adicional de evaluación de impacto ambiental para asegurar que el mismo no afecte tanto al ecosistema ni a los moradores de la comunidad.

2.2. Trabajo de campo, laboratorio y gabinete

2.2.1. Levantamiento Topográfico

La topografía de la zona fue realizada en conjunto con la empresa SOLVEGEO S.A quienes mediante un dron Phantom 4 RTK con una precisión vertical y horizontal de 0.1m, se pudo obtener la planimetría y altimetría de los 2.1km que tendrá el sistema de conducción de agua potable como se observa en la Figura 2.2.

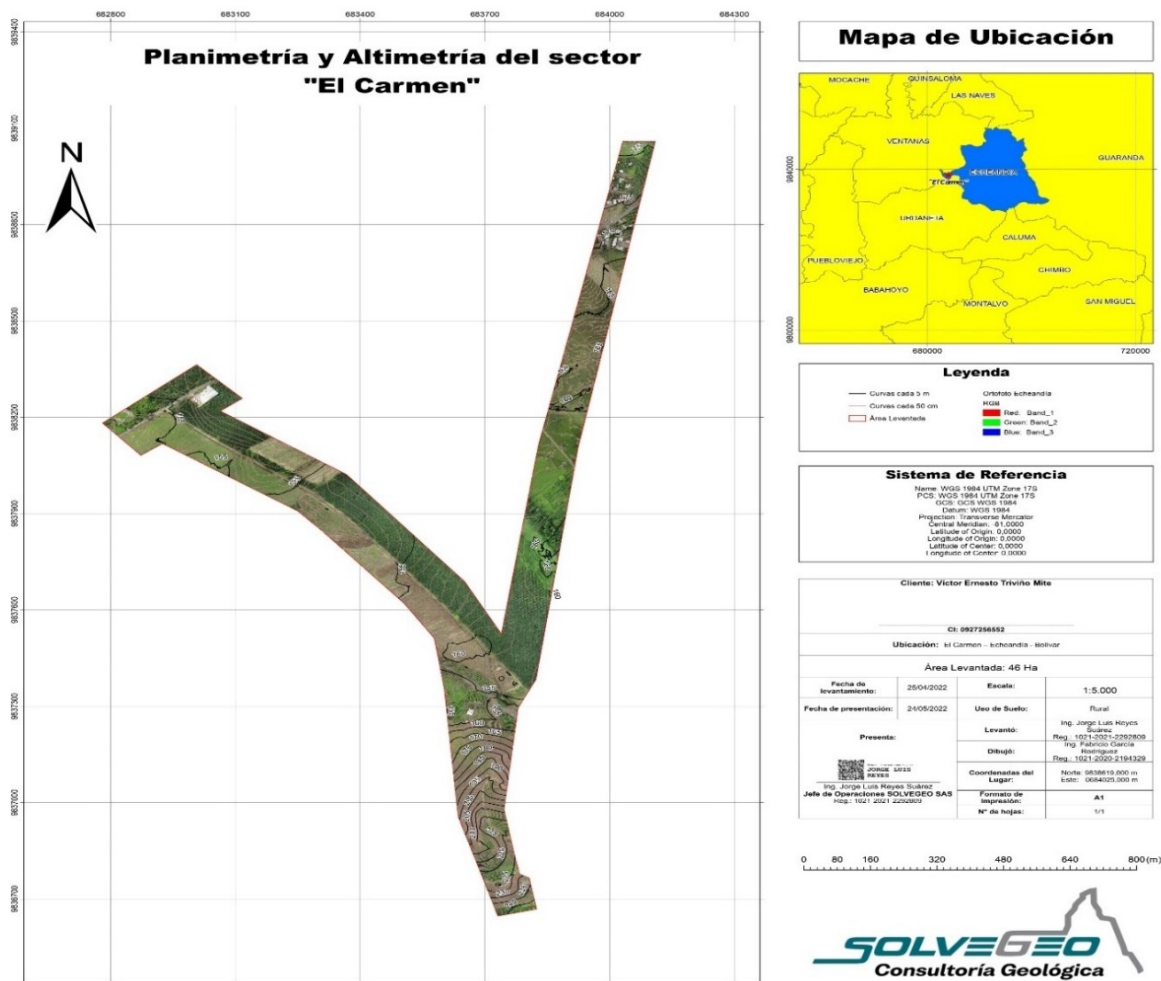


Figura 2.2 Levantamiento topográfico del sector (SOLVEGEO, 2022)

2.3. Estudio de suelo

Con el fin de conocer las propiedades geotécnicas del sector y analizar el tipo de suelo que tendrá el sistema de captación y conducción de agua se realizaron muestras in-situ de suelos cada 200m-250m para luego ser llevados a laboratorio y realizarse los siguientes ensayos:

- Granulometría
- Límite Líquido
- Límite Plástico

A continuación, la tabla 2.2 detalla las 10 muestras tomadas.

Tabla 2.2 Muestras de suelos tomadas in- situ (Triviño&Collaguazo, 2022)

Muestras	Profundidad (m)	Abscisa (m)	Coordenadas		Observación
			Coord x	Coord Y	
P1	0.75	0+000.00	683746.602	9836730.960	Captación
P2	0.70	0+079.22	683733.000	9836809.000	Pilar de concreto
P3	0.80	0+105.47	683725.000	9836834.000	
P4	0.60	0+239.95	683687.000	9836963.000	Reservorio
P5	0.65	0+522.40	683706.251	9837244.796	Bosque- roca
P6	0.80	0+773.94	683826.000	9837466.000	Palmas
P7	0.95	1+094.95	683824.000	9837787.000	Salida de palmas
P8	0.80	1+349.44	683866.000	9838038.000	Yépez
P9	0.85	1+621.70	683914.000	9838306.000	Gordillo
P10	0.70	2+043.00	684002.000	9838718.000	Escuela

Una vez se obtienen las muestras de suelos in-situ se tomaron 5 de esas muestras, a saber, P6, P7, P8, P9, P10 con el fin de realizarles los ensayos de Límite de Atterberg y Granulometría para poder obtener un perfil del suelo a lo largo del trazado actual.

2.3.1. Límite de Atterberg

- **Límite Líquido**

Se tomaron 3 muestras para la realización de este ensayo, se determina el porcentaje de humedades y mediante el método de Casagrande se determinan el número de golpes. Los resultados se muestran a continuación.

Tabla 2.3 Datos de laboratorio para ensayo de límite líquido (Triviño&Collaguazo, 2022)

Límite Líquido Muestra P6				
No. Ensayo		1	2	3
No. Recipiente		3	4	30
Wh+r (gr)	{1}	16.2	16.5	17.12
Ws + s (gr)	{2}	13.03	12.94	13.18
recipiente (gr)	{3}	5.94	5.97	6.16
Ww = {1}-{2}	{4}	3.17	3.56	3.94
Ws = {2}-{3} (gr)	{5}	7.09	6.97	7.02
$w\% = \frac{\{4\}}{\{5\}} * 100$	{6}	44.7	51.1	56.1
No. Golpes		{7}	37	23

- **Límite plástico**

En este ensayo se tomaron aquellas muestras que se excedían de 35 golpes en la copa de Casagrande. Se toma los respectivos pesos húmedos y secos para obtener los valores de humedad. Se presentan los resultados.

Tabla 2.4 Valores de humedad de suelo (Triviño&Collaguazo, 2022)

Límite plástico Muestra P6			
No. Ensayo		1	2
No. Recipiente		35	32
Wh+r (gr)	{1}	13.79	14.12
Ws + s (gr)	{2}	12.21	12.32
recipiente (gr)	{3}	6.31	6.2
Ww = {1}-{2}	{4}	1.58	1.8
Ws = {2}-{3} (gr)	{5}	5.9	6.12
$w\% = \frac{\{4\}}{\{5\}} * 100$	{6}	26.8	29.4
Promedio		28.1	

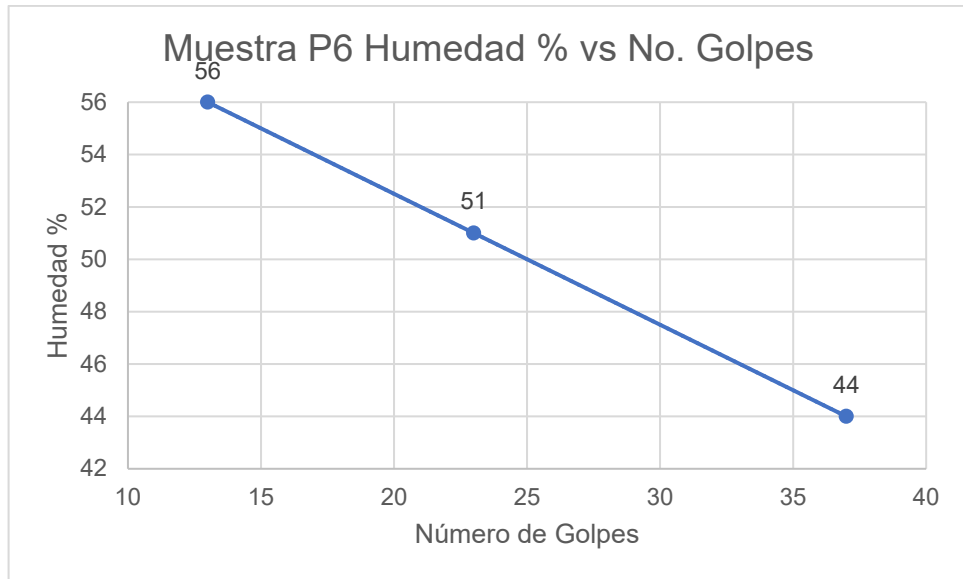


Figura 2.3 Gráfica del límite líquido Muestra P6 (Triviño&Collaguazo, 2022)

Con estos valores presentados del contenido de humedad y número de golpes se procede a hallar el índice plástico (IP)

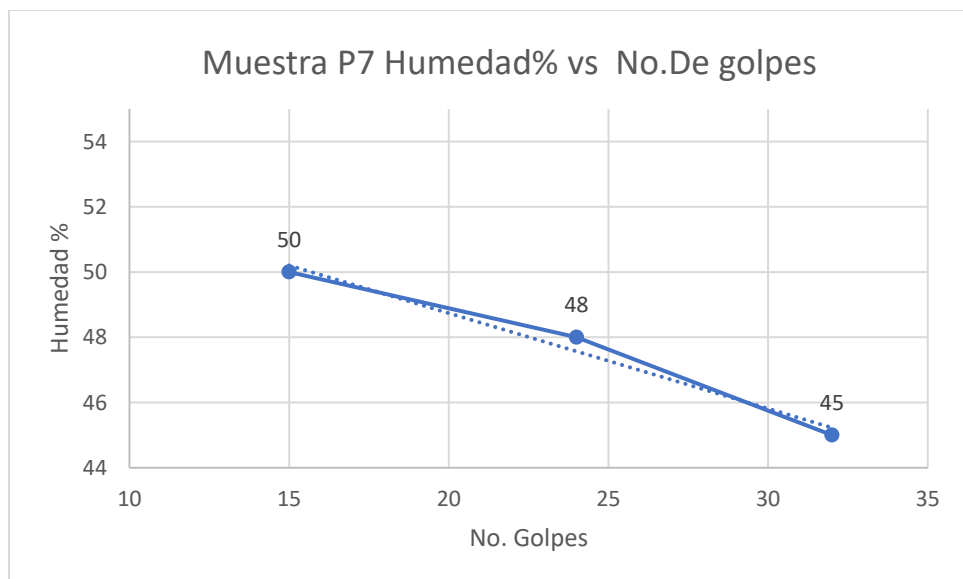


Figura 2.4 Gráfica del límite líquido Muestra P7 (Triviño&Collaguazo, 2022)

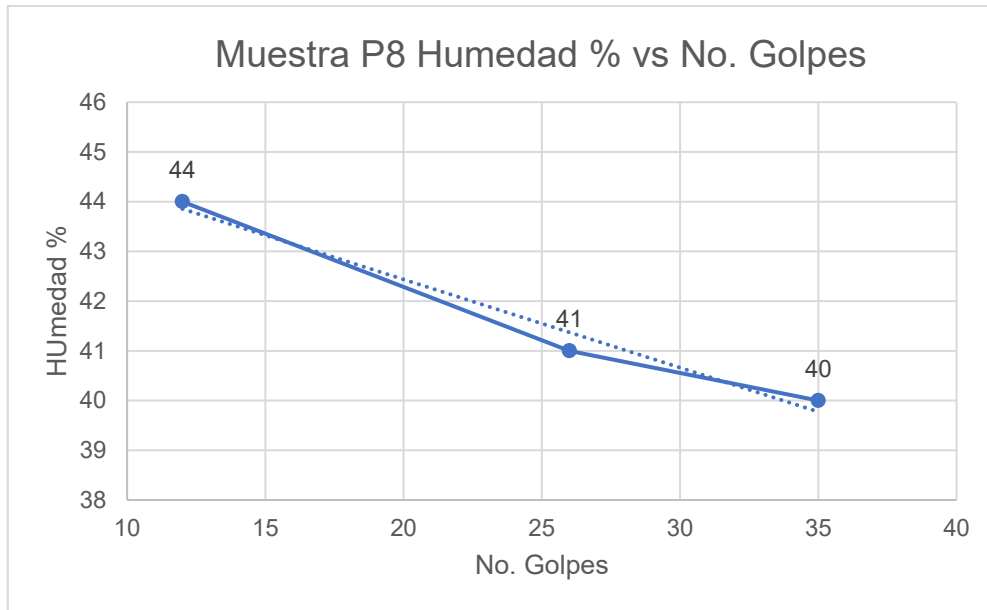


Figura 2.5 Gráfica de límite líquido Muestra P8 (Triviño&Collaguazo, 2022)

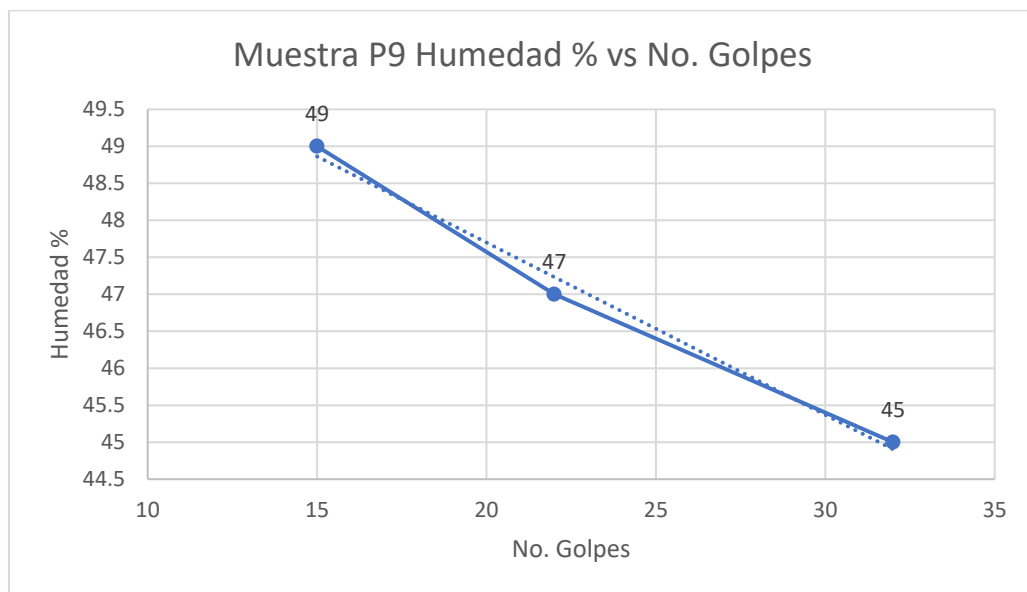


Figura 2.6 Gráfica de límite líquido Muestra P9 (Triviño & Collaguazo, 2022)

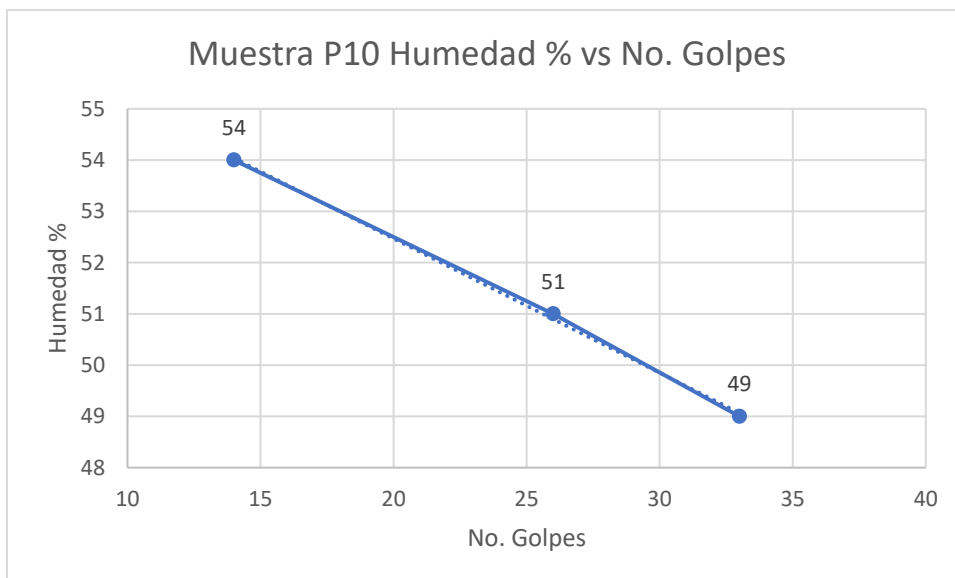


Figura 2.7 Gráfica de límite líquido Muestra P10 (Triviño&Collaguazo, 2022)

A continuación, la figura 2.8 presenta la toma de muestra en sitio, mientras que la figura 2.9 muestra parte del estudio en laboratorio.



Figura 2.8 Toma de muestra P3 en sitio



Figura 2.9 Estudio de laboratorio de muestras de suelo

Dado los resultados obtenidos se determina que el suelo es una arena limosa con poca plasticidad. Si bien el suelo es apto para la colocación de tubería dado su propiedad física otorgado por su contenido de arena, se recomienda realizar la mejora del suelo con una capa de material importado, dado que en época lluviosa el contenido de limo en el suelo presenta cierta plasticidad aparente.

2.4. Población

2.4.1. Tasa de crecimiento poblacional

Se realizó un censo para este proyecto el cual arrojó que la población actual del Recinto Piedra Grande y las poblaciones cercanas que también reciben el suministro de agua a través del sistema en estudio, es de 600 habitantes. Existe escasez de información de otros censos oficiales a este recinto, por lo que se empleará una tasa de crecimiento poblacional de 1.12% proporcionada por el INEC en base al censo poblacional del año 2010 para la parroquia Echeandía, la cual tiene bajo su jurisdicción territorial al recinto de Piedra Grande. (INEC, 2012)

2.4.2. Periodo de diseño

Como se menciona en el apartado 1.6.3 se tomará un periodo de diseño de 20 años, considerando un periodo de 5 años como preparación a realizarse la obra, dando un total de 25 años como periodo de diseño.

2.4.3. Análisis de alternativas.

2.4.3.1. Alternativas consideradas.

Se considerará 3 alternativas, mismas que serán evaluadas para lograr el objetivo del proyecto.

- **Alternativa 1:** Realizar el estudio y diseño de nuevo sistema de captación y conducción de agua potable en Piedra Grande utilizando el trazado existente del sistema que se ha usado durante 30 años. Con Ampliación de altura de estructura de Captación.
- **Alternativa 2:** Realizar un nuevo trazado para la tubería de conducción pasando de forma paralela por una vía pública, a su vez renovando la estructura de captación.
- **Alternativa 3:** Ampliación de embalse de captación haciendo uso de la estructura actual de puente y diseño de línea de conducción siguiendo el trazado existente.

2.5. Definición de criterios de evaluación

Se ha propuesto los siguientes criterios en base a normas:

- Criterio 1. Consideraciones Técnicas:
 - Tener en cuenta la topografía del terreno actual.
 - El uso innecesario de movimiento de tierra.
 - Tipo de suelo.
 - Estructura existente.

- Criterio 2. Consideraciones Sociales
 - Evitar invadir zonas privadas de cultivos.
 - Requerimiento de pobladores.

- Criterio 3. Consideraciones Económicas
 - Costo de mantenimiento y operación
 - Costo de construcción
 - Longitud de Tubería

- Criterio 4. Consideraciones Ambientales.
 - Manejo de desecho (desalojo)
 - No invadir, ni vulnerar zonas con árboles existentes en alguna alternativa del sistema de aducción.

2.6. Métrica de evaluación

Toda consideración o alternativa será evaluada con la matriz de Likert que se detalla en la tabla 2.5

Tabla 2.5 Métrica de Evaluación de acuerdo con la matriz de Likert

Totalmente favorable	Parcialmente favorable	Ni favorable ni desfavorable	Parcialmente desfavorable	Muy Desfavorable
5	4	3	2	1

2.7. Evaluación de Alternativas

La tabla 2.6 presenta la evaluación de las alternativas planteadas y los criterios considerados para la misma.

Tabla 2.6 Evaluación de alternativas

Criterios de Evaluación	Alternativas		
	1	2	3
Consideraciones Técnicas			
Topografía del terreno	2	2	2
Movimiento innecesario de tierra	3	1	3
Evitar tubería de riego	1	4	1
Consideraciones Sociales			
Evitar Invasión zona privada	1	5	1
Requerimiento de pobladores	2	5	2
Consideraciones Económicas			
Coste de mantenimiento	3	2	3
Costo de construcción	4	2	3
Longitud de tubería	4	2	4
Consideraciones Ambientales			
Manejo de Desechos (Desalojo)	4	2	3
No invadir zona de árboles existentes.	3	3	3
Total	27	28	25

2.8. Selección de alternativa

Como se puede apreciar en la tabla 2.6, la alternativa 1 y 2 son las más viables, sin embargo, el cliente ha manifestado que actualmente no tiene el permiso de paso servidumbre para el recorrido de la línea de conducción actual, misma que mantiene la alternativa 1, y no considera factible obtenerlo y, ha expresado que la alternativa 2 es la más idónea para la realidad de la población. En consecuencia, se escoge a esta alternativa para el diseño.

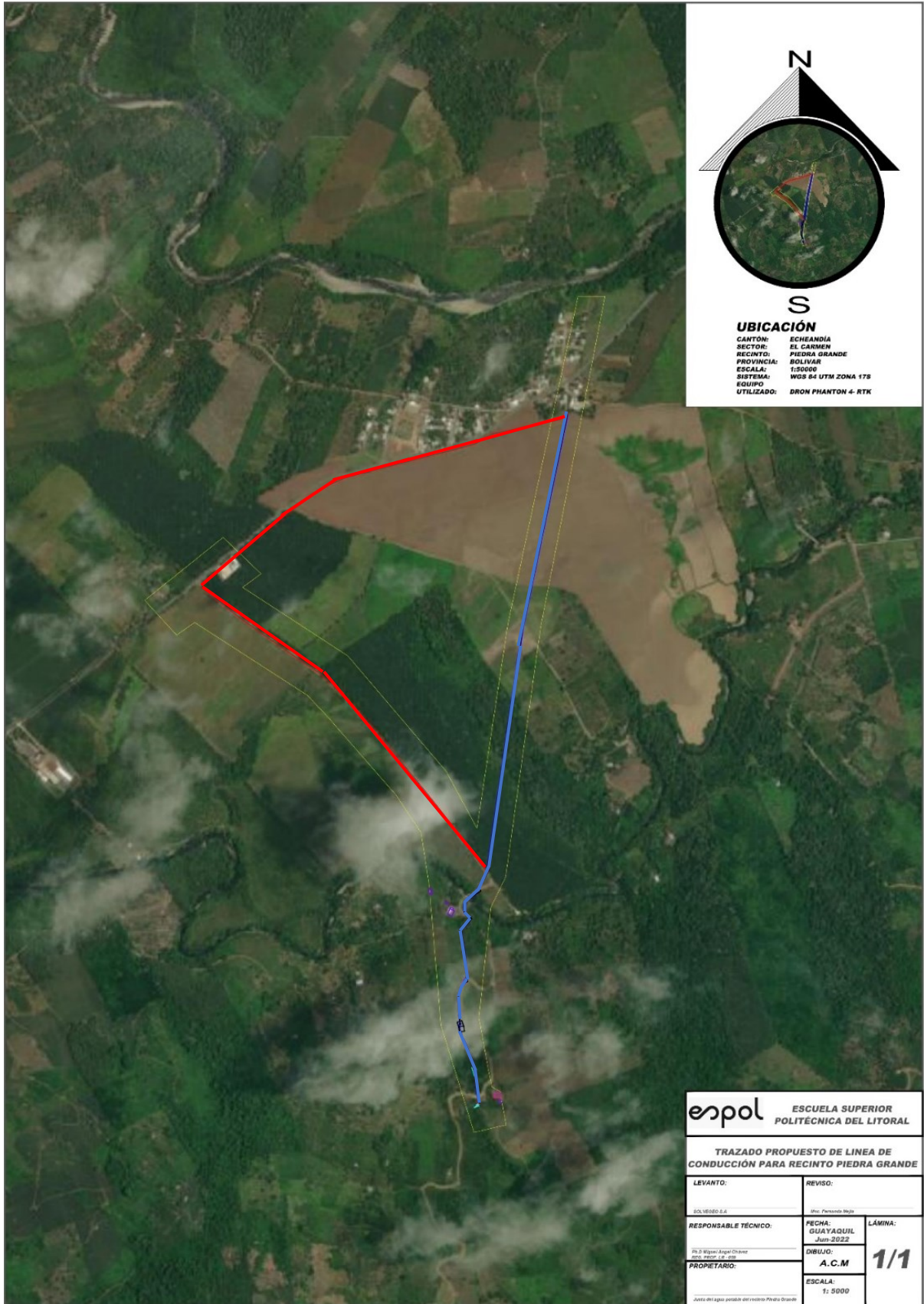


Figura 2.10 Alternativas para trazados de tubería de conducción 1) Azul mismo trazado
 2) Rojo nueva alternativa por vía pública. (Triviño&Collaguazo, 2022)

CAPÍTULO 3

3. DISEÑO

3.1. Población futura

3.1.1. Periodo de diseño

Para el diseño del sistema de conducción se considerará el uso de tuberías de PVC, por lo que, tomando como referencia la tabla 1.1, para tuberías de este material tenemos que la vida útil de estas tuberías esta entre los 20 a 30 años, así como sus componentes están en un rango de 20 a 25 años de vida útil. Para este proyecto se considerará un periodo de diseño de 25 años, donde se toma en consideración 5 años como fase preparatoria del proyecto. (INEN, 1992)

$$n = 25 \text{ años} \quad (3.1)$$

3.1.2. Índice de crecimiento poblacional

Según la tabla 1.2 nos indica que para poblaciones en la sierra ecuatoriana se podría considerar $r=1\%$ dado que el Recinto Piedra Grande se encuentra localizado en la provincia de Bolívar, sin embargo, según el (INEC, 2012), en el último censo realizado en el año 2010, determinó que la tasa de crecimiento para el cantón Echeandía es igual a 1.12%. Debido a que el recinto Piedra Grande es parte de este cantón, se tomará este valor de crecimiento poblacional.

$$r = 1.12\% \quad (3.2)$$

3.1.3. Cálculo de población saturada.

Para la estimación de la población de diseño se considera el desarrollo de una futura urbanización que se indica, está en planes de empezar su desarrollo. Según los datos recibidos por la JAPRPG, la urbanización contará con un máximo de 50 viviendas. Por otro lado, según el último censo nacional realizado por el (INEC, 2010), el promedio de habitantes por vivienda es de 3.78 habitantes, por lo que se considera que el número máximo de habitantes para esta urbanización es de:

$$P_{sa} = P_{prom} * n_{vi} \quad (3.3)$$

Donde:

P_{sa} = Población saturada (Habitantes)

P_{prom} = Promedio de habitantes por vivienda (Habitantes)

n_{vi} = Número de viviendas

$$P_{sa} = P_{prom} * n_{vi} \quad (3.4)$$

$$P_{sa} = 3.78 * 50$$

$$P_{sa} = 189 \text{ habitantes}$$

Por efectos prácticos de cálculo se toma en consideración que la población saturada se encuentra presente a partir del año 2023, según la planificación del proyecto en mención.

3.1.4. Cálculo de la población futura

Para el cálculo de la población futura se debe considerar lo indicado en la (INEN, 1997), la cual establece que para una población rural, se emplea el método geométrico para el cálculo de la población.

Para este proyecto se realizó un censo a las familias que reciben suministro de agua potable en el recinto, lo cual arrojó que actualmente hay 567 usuarios del sistema actual.

3.1.4.1. Método Geométrico

Mediante la ecuación 1.1 y 1.2 se calcula la población futura para el año 2047 por el método geométrico. Para calcular ' P_f ' primero se calcula ' r ', que es el porcentaje de crecimiento poblacional. Mediante los datos antes dados tenemos que:

$$r = \left(\frac{657}{607}\right)^{\frac{1}{2022-2015}} - 1$$

$$r = 0.0113$$

$$P_f = 657(1 + 0.0113)^{(2047-2022)}$$

$$P_f = 871 \text{ habitantes}$$

A este valor le sumaremos el valor de la población saturada que representa la futura urbanización, por lo que tenemos que:

$$P_{f,final} = P_{f25} + P_{sa} \quad (3.5)$$

$$P_{f,final} = 871 + 189$$

$$P_{f,final} = 1060 \text{ habitantes}$$

La tabla 3.1 muestra valores obtenidos de crecimiento poblacional para ciertos años por el método geométrico, mientras que la figura 3.1 muestra el gráfico de tendencia por este método.

Tabla 3.1 Resumen de la población futura por método geométrico (Triviño&Collaguazo, 2022)

Año	Población futura (geométrico)
2022	657
2025	869
2030	908
2035	950
2040	994
2045	1040
2047	1060

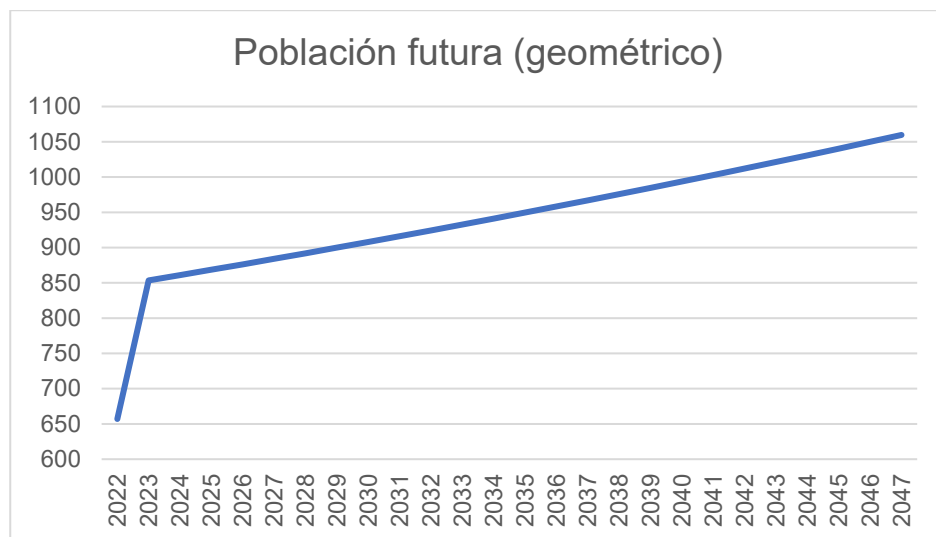


Figura 3.1 Gráfico de la tendencia del método geométrico (Triviño&Collaguazo, 2022)

3.2. Caudales de diseño

3.2.1. Dotación de la población

De acuerdo con el (INEN, 1997) en su cuadro A.2.1 Niveles de servicio potencialmente apropiados según la población de la localidad, indica que según el número de habitantes, hay un nivel de servicio recomendado, en el caso del recinto “Piedra Grande”, que posee una población de 657 habitantes actualmente, el nivel de servicio recomendado es el Ila.

Tabla 3.2 Niveles de servicio potencialmente apropiados según la población de la localidad (INEN, 1997)

No. DE HABIT.	NIVEL DE SERVICIO	SISTEMA	DESCRIPCIÓN
0-250	Ia	AP DE	-Grifos públicos -Vehículos públicos -Letrinas sin arrastre de agua
251-500	Ib	AP DE	-Grifos públicos y unidades de agua -Letrinas sin arrastre de agua
501-2500	Ila	AP	-Conexiones domiciliarias, 1 grifo por casa
>2500	Ilb	DE AP DRL	-Letrinas con o sin arrastre de agua -Conexiones domiciliarias, más de 1 grifo por casa -Alcantarillado sanitario
Simbología AP: Sistema de abastecimiento de agua potable. DE: Sistema de disposición de excretas. DRL: Sistema de disposición de residuos líquidos.			

La tabla 5.3 del (INEN, 1997) muestra las dotaciones correspondientes para cada nivel de servicio, en este caso para un nivel de servicio **Ila**, en un clima cálido, la dotación recomendada es de 85 l/Hab*día, este valor será considerado para uso doméstico.

Tabla 3.3 Dotaciones recomendadas (INEN, 1997)

Nivel de servicio	Clima Frío (l/hab*día)	Clima Cálido (l/hab*día)
Ia	25	30
Ib	50	65
Ila	60	85
Ilb	75	100

En el recinto se encuentra localizada la escuela “Canadá”, que tiene una capacidad de hasta 300 estudiantes, por lo que el uso de agua para este establecimiento es público. Según la (NEC, 2011) en su tabla 16.2 de “Dotaciones para edificaciones de uso específico”, indica que para escuelas y colegios, la dotación recomendada es de 20 a 50 l/estudiante*día. Se considera el proporcional de los 300 estudiantes, dado que el censo actual los contabiliza como habitantes. Teniendo esto en cuenta calculamos la dotación proporcional de uso público.

$$Q_m = \frac{P_{es} * D * f}{86400} \quad (3.6)$$

Donde:

P_{es} = Población de escuela (Habitantes)

D = Dotación futura $\left(\frac{L}{hab.día}\right)$

f = factor de fugas

Q_m = Caudal medio $\left(\frac{L}{s}\right)$

$$Q_{pub} = \frac{300 * 20}{86400}$$

$$Q_{pub} = 0.069 \frac{l}{s}$$

$$Dot_{pub} = \frac{Q_{pub} * 86400}{P_{es}} \quad (3.7)$$

$$Dot_{pub} = \frac{0.069 * 86400}{300}$$

$$Dot_{pub} = 9.132 \frac{l}{estudiante * día}$$

Por lo tanto, la dotación de la población, contemplando las pérdidas es:

$$Dot = \frac{\sum Dot}{1-f} \quad (3.8)$$

$$Dot = \frac{Dot_{doméstico} + Dot_{pub}}{1-f} \quad (3.9)$$

$$Dot = \frac{85.00 + 9.13}{1.00 - 0.20}$$

$$Dot = 117.67 \frac{l}{Hab * día}$$

3.2.2. Caudal medio diario

El cálculo de caudal medio diario para la población será:

$$Q_m = \frac{P * Dot * f}{86400} \quad (1.6)$$

$$Q_m = \frac{1060 * 117.67}{86400}$$

$$Q_m = 1.44 \frac{l}{s}$$

3.2.3. Caudal máximo diario

Para el cálculo del caudal máximo diario se considera $K_{MD}=1.25$, debido a que se considera este valor para todo nivel de servicio en un área rural de acuerdo con (INEN, 1997), por lo que se obtiene lo siguiente:

$$Q_{MD} = K_{MD} * Q_m \quad (1.7)$$

$$Q_{MD} = 1.25 * 1.44$$

$$Q_{MD} = 1.80 \frac{l}{s}$$

3.2.4. Caudal máximo horario

Para el cálculo de caudal máximo horario, se considera $K=3.00$ para todo nivel de servicio en un área rural (INEN, 1997), así se tiene que:

$$Q_{MH} = K_{MH} * Q_m \quad (1.8)$$

$$Q_{MH} = 3 * 1.44$$

$$Q_{MH} = 4.33 \frac{l}{s}$$

3.2.5. Caudal de diseño de captación

El caudal de diseño en la captación por normativa (INEN, 1997) para aguas superficiales (vertiente) se considera un 20% del caudal máximo diario, por lo que se calcula:

$$Q_{diseño} = Q_{MD} + (Q_{MD} * 0.20) \quad (1.8)$$

$$Q_{diseño} = 1.80 + (1.80 * 0.20)$$

$$Q_{diseño} = 2.17 \frac{l}{s}$$

3.2.6. Caudal de diseño de conducción

Para el caudal de diseño de conducción de aguas superficiales se considera al caudal máximo diario más un 10% del mismo. De esta forma tenemos.

$$Q_{diseño} = Q_{MD} + (Q_{MD} * 0.10) \quad (1.8)$$

$$Q_{diseño} = 1.80 + (1.80 * 0.10)$$

$$Q_{diseño} = 1.98 \frac{l}{s}$$

La tabla 3.4 muestra el resumen de los valores obtenidos de población, dotación y caudales para el año 2047.

Tabla 3.4 Resumen de valores de población, dotación y caudales de diseño

Año	2047	
Población futura	1060	Habitantes
Dotación	117.67	l/Hab*día
Caudal medio diario	1.44	L/s
Caudal máximo diario	1.80	L/s
Caudal máximo horario	4.33	L/s
Caudal de diseño captación	2.17	L/s
Caudal de diseño conducción	1.98	L/s

3.3. Captación

3.3.1. Vertedero Creager

Para la captación se diseñó un vertedero de excesos, el cual se encargará de descargar el caudal excedente de la fuente de captación, que no es consumido por la población. También se modeló la nueva forma de la captación.

Según el reporte realizado por la (Subsecretaría de Demarcación Hidrográfica del Guayas, 2018) la fuente posee un caudal aproximado de 50 L/s, se considera el caudal del año 1 para el diseño de la captación, debido a que será el año que más caudal se descargue, este es de 1.34 L/s , por lo tanto, el vertedero descarga 48.66 L/s.

Considerando que la longitud de la cresta es de 3.7m, mediante el software libre HCANALES se procede a estimar la altura de la carga sobre el vertedero, siendo esta de 0.0351m aproximadamente, obteniendo así una descarga de 48.66 L/s.

En la figura 3.2 se observa los cálculos del vertedero dados por el software HCANALES

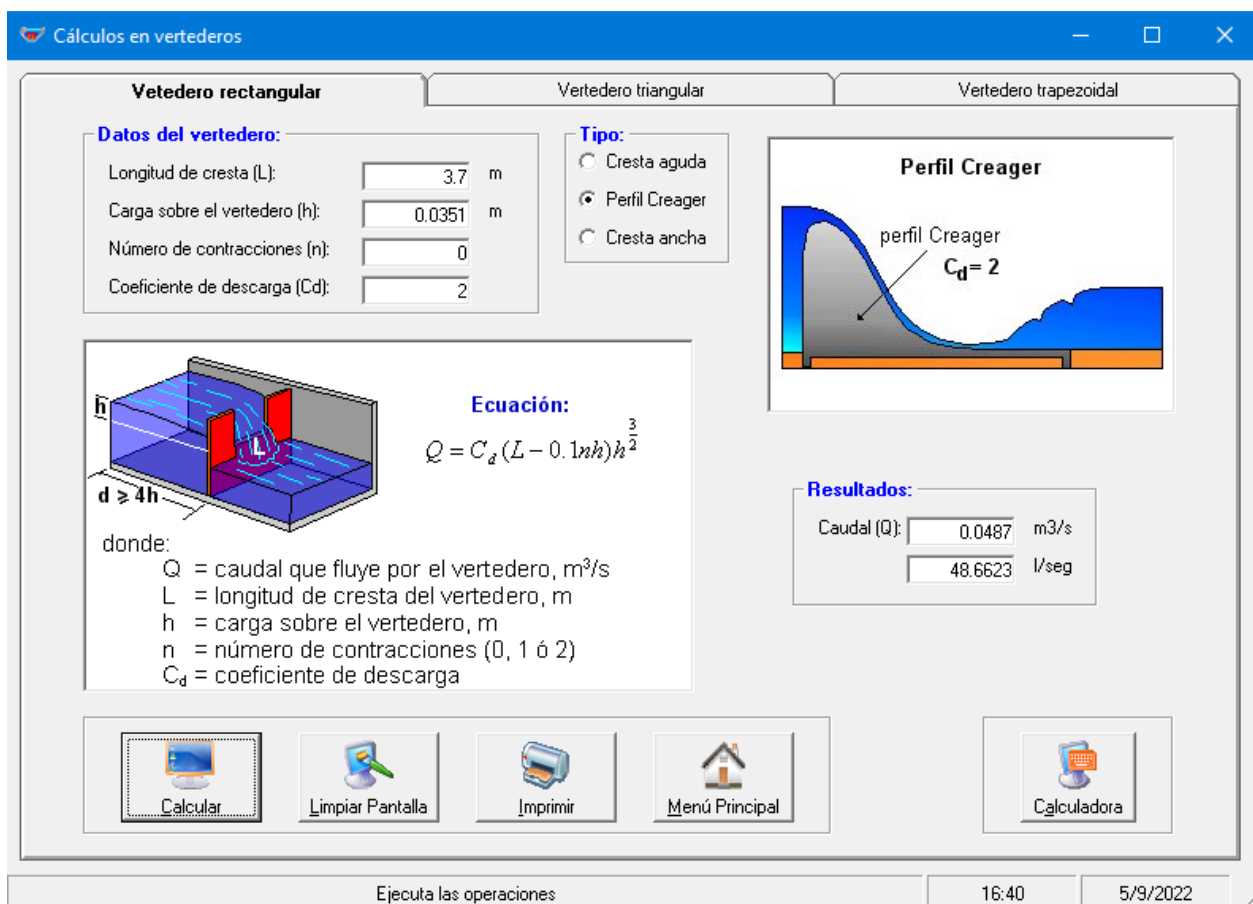


Figura 3.2 Cálculo de vertedero para captación. Programa: HCANALES

A continuación. Se presentan en la figura 3.3 los elementos calculados en el diseño del vertedero tipo creager.

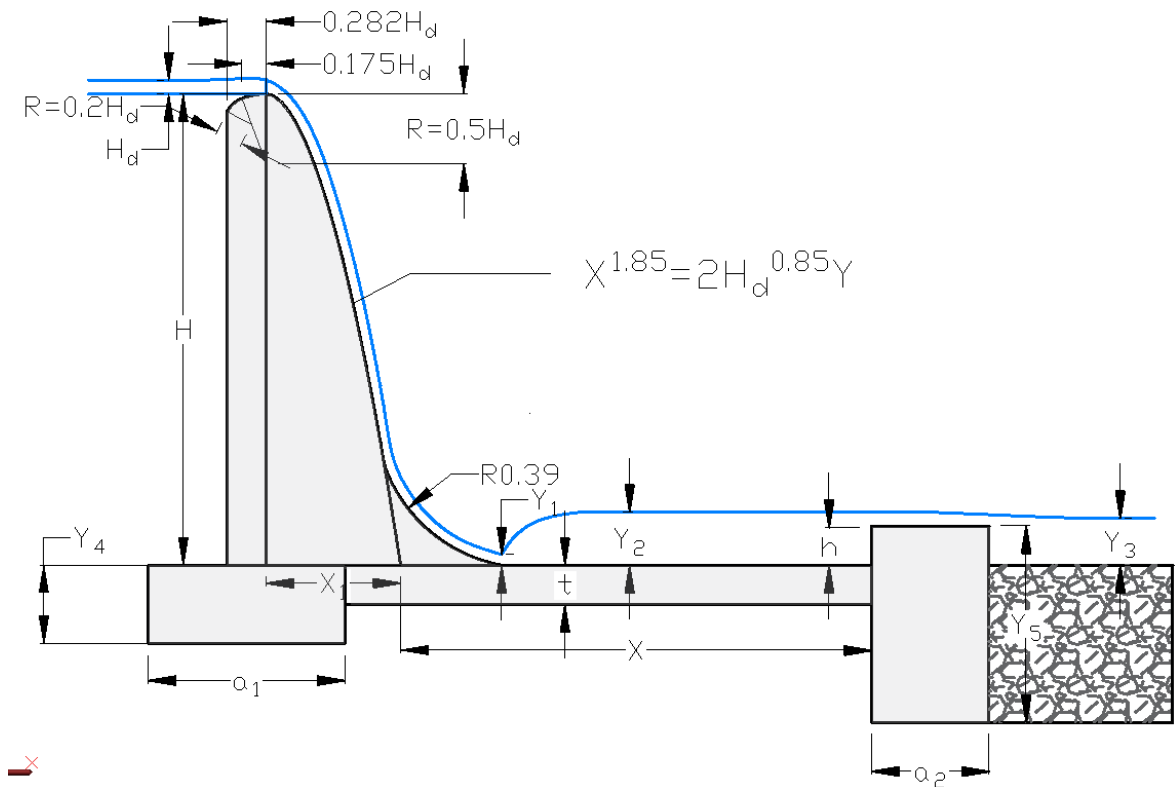


Figura 3.3 Diagrama de elementos de creager.

3.3.1.1. Proceso de cálculo

Datos generales de diseño:

Caudal máximo diario (Q_{MD})	=	1.80 L/s
Caudal de diseño ($Q_{MD+0.2\%}$)	=	2.17 L/s
Caudal máximo de descarga	=	48.66 L/s
Ancho del azud	=	3.70 m
Elevación del azud	=	1.20 m

Se considera un perfil que esté sometido a una presión cercana a ser nula en todos sus puntos. Del libro “Obras Hidráulicas Rurales” de (Materón Muñoz, 1997) en su capítulo 3, se toma la ecuación 3.10, la cual permite el cálculo de la ecuación del perfil, mientras que la ecuación 3.11 permite calcular la descarga de este.

Ecuación de perfil:

$$X^{1.85} = 2 * H_d^{0.85} * Y \quad (3.10)$$

Ecuación de descarga:

$$Q = C * L * H_e^{1.5} \quad (3.11)$$

Donde:

K, n = Constantes en la ecuación del perfil

X= Distancia horizontal media a partir del origen de coordenadas

Y= Distancia vertical media a partir del origen de coordenadas

H_a= Carga de velocidad, en m

H_d= Altura del agua sobre la cresta del vertedero, en m

H_e= Carga total sobre la cresta del vertedero (H_e=H_a+ H_d), en m

h= Altura del dique hasta la cresta del vertedero, en m

C= Coeficiente de descarga

L= Longitud total de la cresta del vertedero, en m

Dado que se considera una cara anterior con pendiente vertical:

$$K=2$$

$$n=1.85$$

Los datos iniciales para el cálculo son:

$$Q_{\max} = 48.66 \text{ L/s}; 0.049 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$L = 3.70 \text{ m}$$

$$H = 1.20 \text{ m}$$

$$H_d = \left(\frac{Q_{\max}}{C * L} \right)^{\frac{2}{3}} \quad (3.12)$$

$$H_d = \left(\frac{0.049}{2 * 3.70} \right)^{\frac{2}{3}}$$

$$H_d = 0.0351 \text{ m} \cong 0.035 \text{ m}$$

$$\frac{h}{H_d} = \frac{1.200}{0.035} = 34.19$$

$\frac{h}{H_d} \gg 1.33$ Por lo que el efecto de la velocidad es despreciable, o lo que es igual a H_e=H_d.

Se determina el valor de velocidad del flujo mediante la ecuación 3.13 (ecuación de continuidad), esta será la velocidad del flujo en la cresta del vertedero

$$V = \frac{Q}{A} \quad (3.13)$$

$$V = \frac{0.049}{3.700 * 0.035}$$

$$V = 0.375 \frac{m}{s} \quad (\text{régimen lento})$$

Se calcula la profundidad crítica en la cresta del vertedero mediante la ecuación 3.14.

$$Y_c = \sqrt[3]{\frac{q^2}{g}} = \sqrt[3]{\frac{q^2}{g * B^2}} \quad (3.14)$$

$$Y_c = \sqrt[3]{\frac{0.049^2}{9.81 * 3.70^2}}$$

$$Y_c = 0.026m \quad (\text{profundidad crítica})$$

Por lo tanto, la velocidad crítica es:

$$V_c = \sqrt{g * Y_c} \quad (3.15)$$

$$V_c = \sqrt{9.81 * 0.026}$$

$$V_c = 0.51 \frac{m}{s}$$

$V < V_c$, por lo tanto, el flujo es subcrítico.

Esta es la velocidad crítica del flujo con la que llega al pie del creager, al ser subcrítico, se entiende que es poco probable que se socave la estructura al pie de esta.

3.3.1.1.1. Perfil del aliviadero

Obtenido el valor de H_d , reemplazando en la ecuación 3.10.

$$X^{1.85} = 2 * 0.035^{0.85} * Y \quad (3.10)$$

$$X^{1.85} = 0.115 * Y$$

$$Y = \frac{1}{0.116} * X^{1.85}$$

La Tabla 3.5 muestra los valores de la distancia vertical media a partir del origen de coordenadas con respecto a la distancia que se recorre horizontalmente, lo que permite obtener la forma del aliviadero, así como el punto de tangencia.

Tabla 3.5 Valores de altura respecto a la distancia horizontal para aliviadero (Triviño&Collaguazo, 2022)

x (m)	y(m)
0.000	0.0000
0.010	0.0017
0.020	0.0062
0.030	0.0131
0.050	0.0338
0.070	0.0629
0.090	0.1002
0.100	0.1218
0.145	0.2421
0.150	0.2578
0.200	0.4389
0.240	0.6150
0.250	0.6632
0.300	0.9293
0.343	1.1906
0.350	1.2359

La figura 3.3 representa los valores tomados de la tabla 3.5 la cual permite obtener una perspectiva de la forma del vertedero; por medio del programa Excel, obtenemos la ecuación de la gráfica, de la cual obtenemos la ecuación derivada que permite conocer la pendiente en cada punto de la curva.

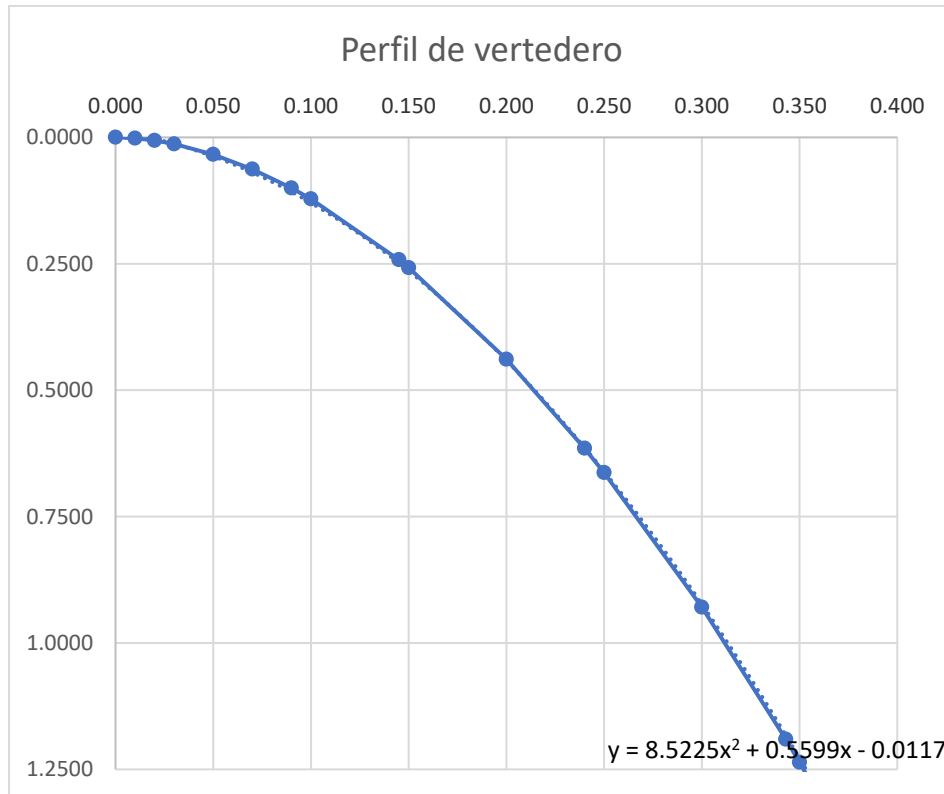


Figura 3.4 Diagrama de perspectiva de forma de vertedero. Programa: EXCEL

3.3.1.1.2. Diseño de pozo de amortiguación

Para el diseño del pozo de amortiguación tenemos que la velocidad recomendada es:

$$V_1 = \sqrt{2g(Z - 0.5H_d)} \quad (3.16)$$

Donde:

V_1 = Velocidad en el pie de la presa, m/s

Z = Altura medida desde el nivel máximo aguas arriba de la estructura hasta el nivel del pozo de amortiguación, m

H = Carga hidráulica sobre la cresta, m

$$V_1 = \sqrt{2 * 9.81(1.24 - 0.5 * 0.035)}$$

$$V_1 = 4.89 \text{ m/s}$$

Se determina la altura del agua a la salida o pie de presa, mediante la ecuación 3.17.

$$Y_1 = \frac{Q_{max}}{V_1 * B} \quad (3.17)$$

$$Y_1 = 0.0027m$$

Número de Froude

$$F1 = \frac{V_1}{\sqrt{g * Y_1}} \quad (3.18)$$

$$F1 = \frac{4.89}{\sqrt{9.81 * 0.0026}}$$

$$F1 = 30.08$$

No se ha encontrado una gráfica de relaciones analíticas que abarque valores de Froude mayores a 10, por lo que tomando como referencia la figura 3.7 presentada por (Materón Muñoz, 1997), se procede a extrapolar valores de esta gráfica, obteniendo el valor de $h/Y_1 = 34.96$.

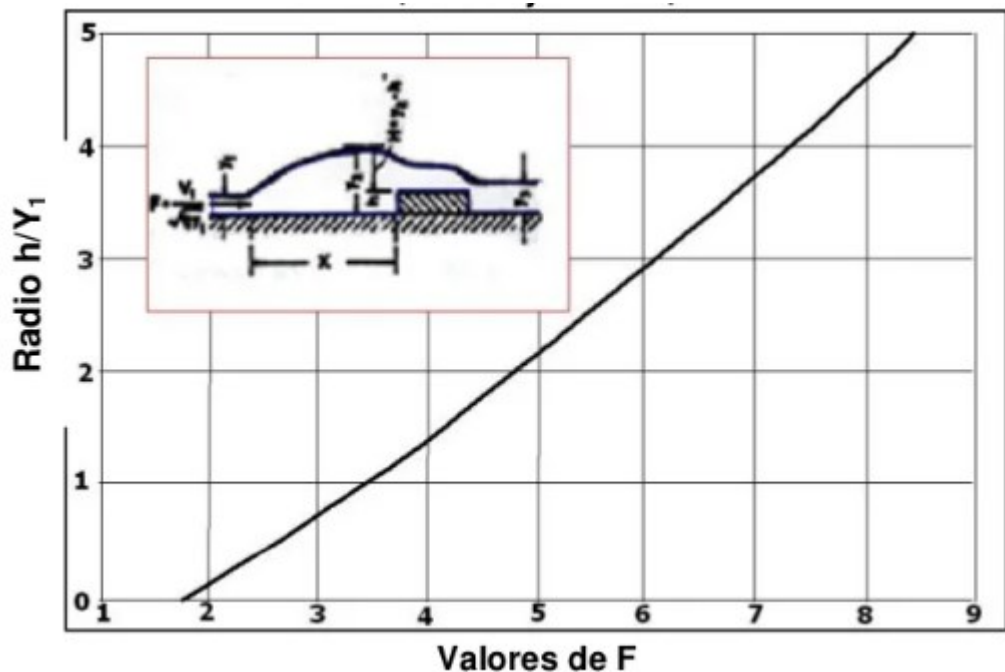


Figura 3.5 Relaciones analíticas entre F y h/Y_1 para un vertedero de cresta ancha (Materón Muñoz, 1997)

Por lo tanto, para calcular la altura mínima del dique de amortiguación, se utiliza la ecuación 3.19.

$$h = 34.96 * (Y_1) \quad (3.19)$$

$$h = 34.14 * 0.0026$$

$$h = 0.094 \text{ m}$$

Por lo tanto, la altura del diente del dique es igual a 10cm.

3.3.1.1.3. Altura máxima de resalto Y_2

Se obtiene el valor de la altura Y_2 mediante la siguiente ecuación:

$$2.66F_1^2 * \left(1 + \frac{h}{\frac{Y_2}{Y_1}}\right) = \left(\frac{Y_2}{Y_1} - \frac{h}{Y_1}\right)^3 \quad (3.20)$$

Por el método de tanteo se busca el valor de Y_2 que satisfaga la igualdad, por lo cual se obtiene dos valores que cumplen $Y_{2-1} = -0.0042 \text{ m}$ y $Y_{2-2} = 0.13489 \text{ m}$, se descarta el valor negativo, teniendo así $Y_2 = 0.13489 \text{ m}$, siendo esta la altura máxima del resalto en el pozo; la tabla 3.6 resume el procedimiento para obtener el valor de Y_2 .

Tabla 3.6 Obtención de valor de Y_2 por pruebas de tanteo.

Y_2	$2,666 F_1^2 (1 + (h/y_1)/(y_2/y_1))$	$((y_2/y_1) - (h/Y_1))^3$
0.12	4335.178125	1127.124601
0.13	4190.042618	2855.758735
0.134	4138.053779	3869.726204
0.1349	4126.781181	4126.817434
0.134899	4126.793623	4126.525638
0.1348999	4126.782425	4126.788254

Por lo tanto, $Y_2 = 0.135 \text{ m}$

3.3.1.1.4. Altura máxima de resalto Y_3

Se procede a estimar el valor de Y_3 , el cual es la altura del flujo después de pasar el diente del dique (disipador), con la finalidad de asegurar las condiciones de retención del salto hidráulico, para esto empleamos la

ecuación 3.21 la cual permite obtener el valor de Y_3 y donde se observa que este valor se ve limitado a estar entre Y_2 y h .

$$Y_3 < \left(\frac{2Y_2 + h}{3} \right) \quad (3.21)$$

$$Y_3 < \left(\frac{2(0.135) + 0.092}{3} \right)$$

$$Y_3 \leq 0.12 \text{ m}$$

3.3.1.1.5. Longitud de pozo de amortiguación

Para el cálculo de la longitud del pozo de amortiguación se hace uso de la ecuación 3.22.

$$L = 5(h + Y_3) \quad (3.22)$$

$$L \cong 1.07 \text{ m}$$

Se adopta una longitud de pozo igual a $L = 1.20 \text{ m}$

3.3.1.1.6. Cálculo de estabilidad de azud

La carga de agua (Z_1) en crecida:

$$Z_1 = H + H_d \quad (3.23)$$

$$Z_1 = 1.24 \text{ m}$$

3.3.1.1.7. Cálculo de supresión

Se emplea la ecuación 3.24 de (UMAPAL, 2015) para el diseño de captación, esta indica:

$$S = \frac{Z \cdot X}{2} * \gamma_{\text{agua}} \quad (3.24)$$

Donde:

S= Supresión

Z_1 = Carga de agua

X= Resultante de la supresión

γ_{agua} = Peso específico del agua = 1 Ton/m^3

La resultante de la supresión se ubica mediante la ecuación 3.25.

$$X = \frac{2}{3} * A_{\text{azud}} \quad (3.25)$$

El ancho del azud se establece que es igual a:

$$A_{azud} = x_d + X_1 \quad (3.26)$$

Donde:

x_d = Espesor de paramento

X_1 = Longitud de Creager

$$x_d = 0.282 * H_d \quad (3.27)$$

$$x_d = 0.282 * 0.035$$

$$x_d = 0.01m$$

Se adopta $x_d = 0.1m$ por motivos constructivos

$$A_{azud} = 0.01 + 0.35$$

$$A_{azud} = 0.36m$$

Por lo tanto:

$$X = \frac{2}{3} * 0.36$$

$$X = 0.24m$$

$$S = \frac{1.24 * 0.30}{2} * 1$$

$$S = 0.148 m$$

3.3.1.1.8. Comprobación de espesor de zampeado (t)

Se determina el espesor de zampeado de la longitud de pozo de amortiguación. Mediante la ecuación 3.28 empleada en (Materón Muñoz, 1997).

$$t = S(W - 1) \quad (3.28)$$

Donde:

W= peso específico del hormigón= 2.4 Ton/m³

$$t = 0.148(2.4 - 1)$$

$$t = 0.20m$$

Por lo tanto, se adopta t=0.20m

3.3.1.1.9. Cálculo de empujes

Se determina los empujes en la estructura mediante las siguientes ecuaciones.

La ecuación 3.29 (Materón Muñoz, 1997) permite determinar la presión en la parte superior del azud.

$$P_A = \gamma_{agua} * H_d \quad (3.29)$$

$$P_A = 1 * 0.035$$

$$P_A = 0.035 \text{ Ton/m}^2$$

La presión en la base del azud se determina mediante la ecuación 3.30

$$P_B = \gamma_{agua} * (H + H_d) \quad (3.30)$$

$$P_B = 1 * (1.20 + 0.035)$$

$$P_B = 1.235 \text{ Ton/m}^2$$

Por lo tanto, el empuje que soporta la estructura por motivo de presiones se determina mediante la ecuación 3.29. Donde E_T es el empuje

$$E_T = \frac{(P_A + P_B)}{2} * H * x_d \quad (3.31)$$

$$E_T = \frac{0.035 + 1.235}{2} * 1.20 * 0.1$$

$$E_T = 0.076 \text{ Ton}$$

La altura del centro de gravedad del triángulo de presiones se encuentra aproximadamente a 1/3 de la altura H+H_d, siendo esta Y_{CG}=0.41m

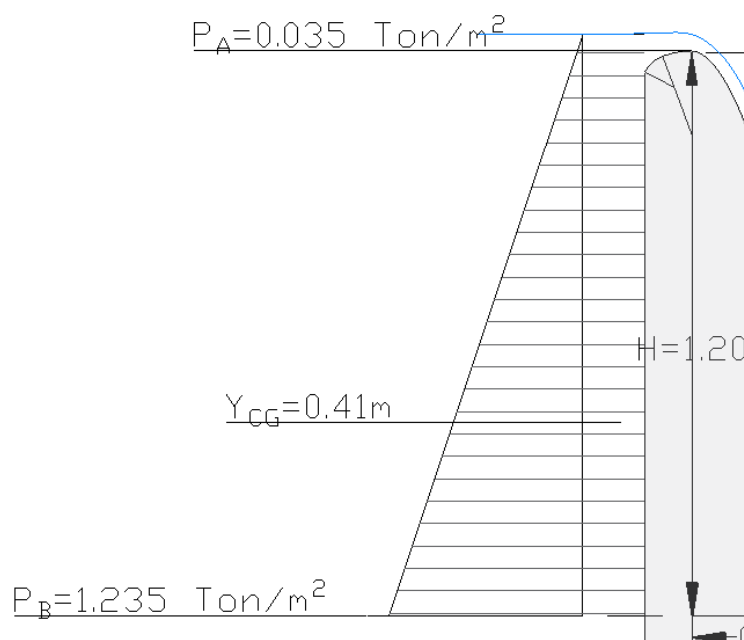


Figura 3.6 Triángulo de presiones para vertedero creager

3.3.1.2. Predimensionamiento de cimentación

Para determinar la dimensión de la cimentación del muro de contención del vertedero creager se ha tomado como base la metodología explicada en el libro “Fundamentos de ingeniería geotécnica” (Das, 2001). Se ha considerado un muro de contención en voladizo.

3.3.1.2.1. Momento de volteo

El momento de volteo se calcula mediante la ecuación 3.32.

$$M_o = E_T * Y_{CG} \quad (3.32)$$

$$M_o = 0.076 * 0.41$$

$$M_o = 0.031 \text{ Ton} * m$$

3.3.1.2.2. Momentos resistentes

Estos son las fuerzas que se opondrán al momento. Estas se calculan mediante la ecuación 3.33.

$$W_n = A_n * \gamma \quad (3.33)$$

Donde:

W_n = Fuerza resistente n

A_n = Área de elemento

γ = Densidad específica

Se considera $\gamma_c = 2.4 \text{ Ton}/m^3$

Por lo tanto:

$$W_1 = 0.3 * 0.2 * 2.4 = 0.240 \text{ Ton}$$

$$W_2 = 1.2 * 0.1 * 2.4 = 0.288 \text{ Ton}$$

$$W_3 = 1.2 * 0.2 * 1.0 = 0.240 \text{ Ton}$$

$$\sum W_T = W_1 + W_2 + W_3 = 0.768 \text{ Ton} \quad (3.34)$$

Se obtiene los brazos de palanca de las fuerzas calculadas, estas están ubicadas en su centro geométrico, por lo tanto:

$$x_1 = 0.25m$$

$$x_2 = 0.25m$$

$$x_3 = 0.10m$$

$$\sum M_T = W_1 * x_1 + W_2 * x_2 + W_3 * x_3 \quad (3.35)$$

$$\sum M_T = 0.156 \text{ Ton} * m$$

La figura 3.7 muestra los elementos considerados para las fuerzas resistentes.

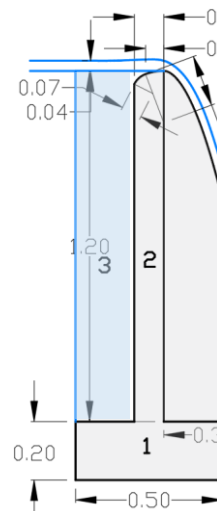


Figura 3.7 Elementos de muro de contención

3.3.1.2.3. Factor de seguridad contra volteo

Se calcula mediante la ecuación 3.36, el cual establece que la relación entre los momentos resistentes y el momento de volteo debe ser mayor a 2.

$$F.S.V = \frac{\sum M_T}{M_o} \quad (3.36)$$

$$F.S.V = 5.03 > 2 \quad \text{cumple}$$

3.3.1.2.4. Factor de seguridad contra deslizamiento

Se calcula mediante la ecuación 3.37, para el cual se necesita conocer las propiedades mecánicas del suelo. Por los estudios realizados se obtuvo que el suelo es una arcilla limosa de baja plasticidad.

$$F.S.D = \frac{\mu * \sum W_T + c' * B}{E_T} \quad (3.37)$$

$$\mu = \text{Tan}(\phi_2 * k_1) \quad (3.38)$$

$$c' = c * k_2 \quad (3.39)$$

Donde:

ϕ_2 = Ángulo de fricción interno = 19° ; para arena limosa (Fine, 2022)

k_1, k_2 = Coeficientes de seguridad; entre $\frac{1}{2}$ y $\frac{2}{3}$

c = 2.2 Ton/m² ; Resistencia del terreno existente

B = longitud de la base = 0.5m

Por lo tanto:

$$c' = 2.2 * \frac{2}{3}$$

$$c' = 1.46 \text{ Ton/m}^2$$

$$\mu = \text{Tan}(19^\circ * \frac{2}{3})$$

$$\mu = \text{Tan}(19^\circ * \frac{2}{3})$$

$$\mu = 0.10$$

$$F.S.D = \frac{0.1 \cdot 0.24 + 1.46 \cdot 0.5}{0.076}$$

$$F.S.D = 9.92 > 1.53 \quad ; \text{Cumple}$$

El diseño propuesto cumple con los factores de seguridad pertinentes, por lo tanto, se mantienen las dimensiones.

A continuación, mediante la figura 3.6 se presenta el diseño del perfil creager.

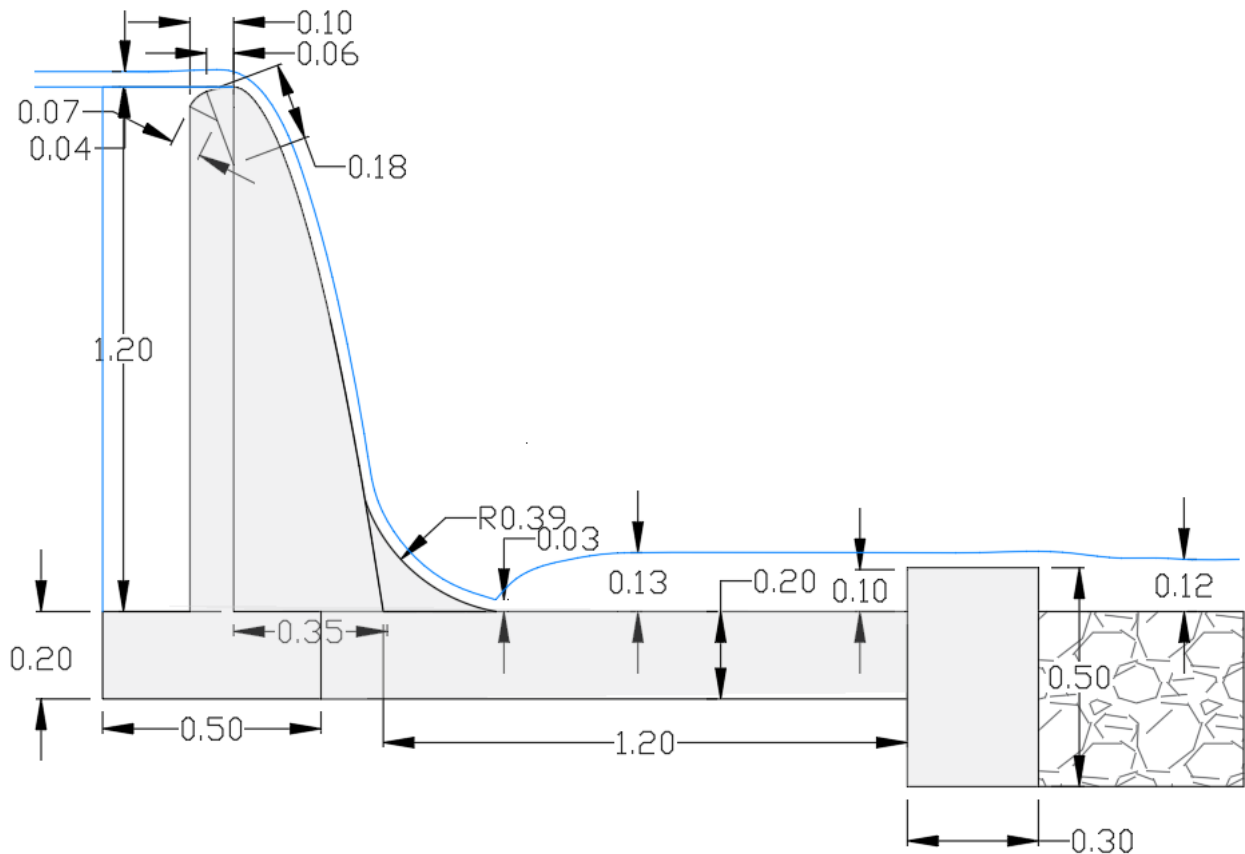


Figura 3.8 Diseño de vertedero Creager

3.3.2. Compuerta de desagüe

Para el diseño de la compuerta de desagüe rectangular plana deslizante se procede a determinar los coeficientes de velocidad, y descarga, de esta forma, la norma NBR 8883 de (ABNT, 2008) indica que se debe considerar la carga hidrostática más desfavorable, por lo que se debe proceder a calcular las presiones, sin embargo, dado que el tirante es igual al del vertedero (H=1.20m), los cálculos de empuje de la sección 3.3.1.1.9 son iguales.

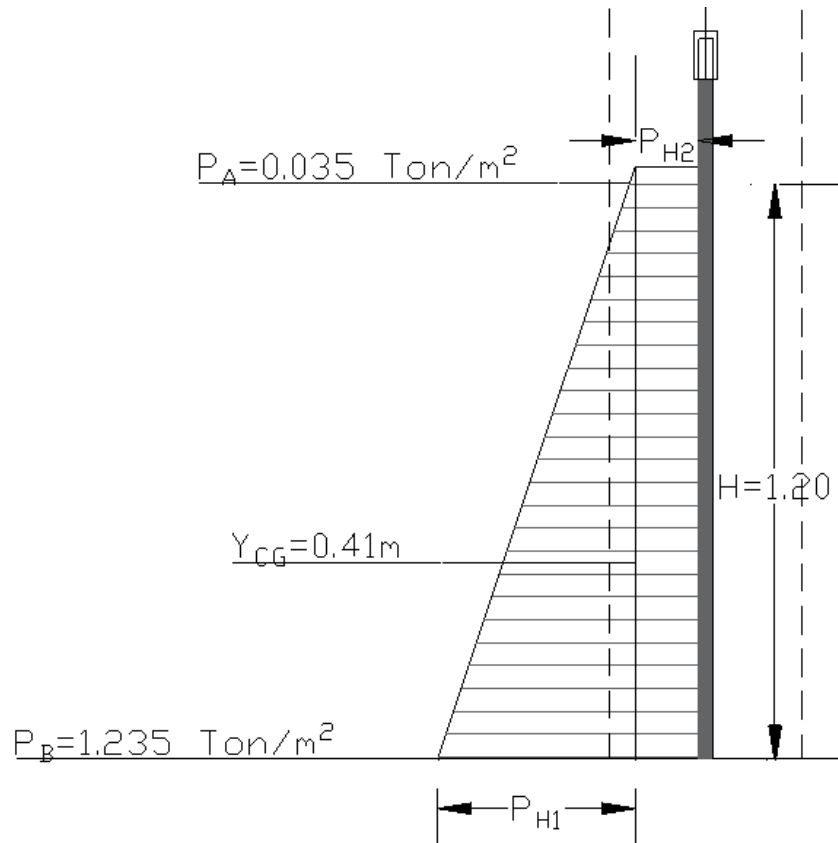


Figura 3.9 Triángulo de presiones en compuerta

3.3.2.1. Fuerza de presión Hidrostática

Se calcula la fuerza de presión hidrostática mediante la ecuación 3.32

$$F_H = \frac{P_H * h}{2} \quad (3.40)$$

$$P_H = P_{H1} - P_{H2} \quad (3.41)$$

Donde:

P_H = Presión hidrostática

h = Altura de presión hidrostática. ($h_1 - h_2$)

P_H se determina mediante la ecuación 3.29

$$P_{H1} = 1 * 1.2$$

$$P_{H1} = 1.2 \text{ Ton/m}^2$$

$$P_{H2} = 1 * 0.43$$

$$P_{H2} = 0.43 \text{ Ton/m}^2$$

$$F_H = \frac{(1.2-0.43)*(1.2-0.41)}{2}$$

$$F_H = 0.304 \frac{\text{Ton}}{\text{m}}$$

Se ha determinado la Fuerza hidrostática para la compuerta, lo siguiente es determinar la masa de la compuerta, lo cual se realiza calculando el momento máximo y módulo de sección, considerando a la compuerta una viga con 2 apoyos, esto requiere un análisis estructural, lo cual ya se encuentra fuera del alcance del proyecto.

3.3.2.2. Caudal de desagüe

Se determina el caudal de desagüe para diferentes aberturas de compuerta. Para esto se hará uso del software libre HCANALES, para el cual utiliza se utilizan siguientes ecuaciones de caudal de flujo a través de una compuerta plana.

$$Q = C_d * b * a * \sqrt{2 * g * y_1} \quad (3.42)$$

$$C_d = \frac{C_c * C_v}{\sqrt{1 + \frac{C_c * a}{y_1}}} \quad (3.43)$$

$$C_v = 0.96 + 0.079 * \frac{a}{y_1} \quad (3.44)$$

Donde:

b= Ancho de compuerta, m

a= Abertura de compuerta, m

y₁= Tirante aguas arriba de compuerta, m

C_d= Coeficiente de descarga

C_c= Coeficiente de contracción= 0.62

C_v= Coeficiente de velocidad

Se determinó el caudal para una abertura de compuerta a=0.01737 m como ejemplo del cálculo.

$$C_v = 0.96 + 0.079 * \frac{0.01737}{1.2}$$

$$C_v = 0.9611$$

$$C_d = \frac{0.62 * 0.961}{\sqrt{1 + \frac{0.62 * 0.017}{1.2}}}$$

$$C_d = 0.5933$$

$$Q = 0.5933 * 1 * 0.017 * \sqrt{2 * 9.81 * 1.20}$$

$$Q = 0.05 \frac{m^3}{s} = 50.0011 L/s$$

Este es aproximadamente el caudal de equilibrio, dado que la fuente provee de 50 L/s según la (Subsecretaría de Demarcación Hidrográfica del Guayas, 2018). Esto indica que para valores de $a \geq 0.01737m$ se realiza la descarga del embalse de captación.

Dado el modelado del embalse de captación, se obtiene que este puede contener hasta 90.35 m³.

Se muestra la tabla 3.7 en la cual se determina los caudales para distintas aberturas de la compuerta, así como el tiempo que tardará en ser vaciado el embalse de captación.

Datos:

b =	1	m	
y1=	1.2	m	
Cc=	0.62		
Qcap=	50	L/s =	0.05 m ³ /s
Vembalse=	90.35	m ³	

Tabla 3.7 Caudales y tiempos de vaciado de captación según abertura de compuerta

a (m)	y1 (m)	Cv	Cd	Q (m/s)	Q (L/s)	Qde-Qcap (m3/s)	t-vaciado (min)
0	1.2	0.96	0.5952	0	0	-0.050	-
0.017	1.2	0.961	0.593	0.050	50.000	0.000	-
0.02	1.2	0.961	0.593	0.058	57.543	0.008	199.6
0.03	1.2	0.962	0.592	0.086	86.154	0.036	41.7
0.04	1.2	0.963	0.591	0.115	114.660	0.065	23.3
0.05	1.2	0.963	0.590	0.143	143.061	0.093	16.2
0.06	1.2	0.964	0.589	0.171	171.360	0.121	12.4
0.07	1.2	0.965	0.588	0.200	199.557	0.150	10.1

La Figura 3.9 muestra el cálculo realizado mediante el software HCANALES.

Cálculos en compuertas y orificios

Compuerta

Datos de la compuerta:

Ancho de la compuerta (b): m

Tirante aguas arriba (y1): m

Abertura de la compuerta (a): m

Coefficiente de contracción (Cc):

Ecuaciones:

$$Q = C_d b a \sqrt{2g y_1} \quad \text{m}^3/\text{s}$$

donde:

$$C_d = \frac{C_c C_v}{\sqrt{1 + \frac{C_c a}{y_1}}}$$

b = ancho compuerta, m
a = abertura compuerta, m
y1 = tirante aguas arriba compuerta, m
Cd = coeficiente descarga
para fines prácticos: Cc = coeficiente contracción
Cc = 0.62
Cv = coeficiente velocidad

$$C_v = 0.96 + 0.079 \frac{a}{y_1}$$

Elementos de una compuerta

$$y_2 = C_c \times a$$

$$L = \frac{a}{C_c}$$

Resultados:

Coefficiente de velocidad (Cv):

Coefficiente de descarga (Cd):

Caudal (Q): m³/s
 l/seg

Calculador Limpiar Pantalla Imprimir Menú Principal Calculadora

Retorna al Menú principal 22:37 6/9/2022

Figura 3.9 Determinación de caudal de desague. Programa: HCANALES

A continuación, se muestra en la Figura 3.10 el detallado de la compuerta misma que servirá de desfogue de agua para mantenimiento y limpieza.

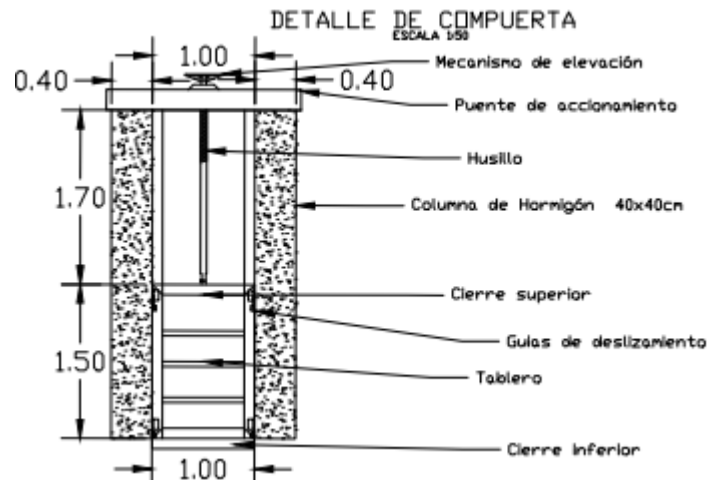


Figura 3.10 Detalle de compuerta de desagüe

3.4. Reservorio de almacenamiento

Para el diseño del tanque reservorio para una población menor a 5000 habitantes solo se considera el volumen de regulación, por lo tanto el volumen de emergencia y el volumen contra incendios es igual a 0. (INEN, 1997)

3.4.1. Volumen de regulación

El volumen de regulación considerado es del 30% del caudal medio diario, para una población menor a 5000 habitantes.

$$V_r = 0.3 * Q_m \quad (3.45)$$

$$V_r = 0.3 * \left(1.44 \frac{L}{s}\right)$$

$$V_r = 0.3 * \left(124.68 \frac{m^3}{dia}\right)$$

$$V_r = 37.41 m^3$$

3.4.2. Dimensión de reservorio

Para el diseño de reservorio se propone un tanque cúbico y sus dimensiones se obtuvieron de la siguiente manera:

Datos:

$$H_{re} = 2.75 \text{ m}$$

$$V_{tanque} = 37.41 \text{ m}^3$$

$$L = \sqrt{\frac{V_{tanque}}{H_{re}}} \quad (3.46)$$

$$L = \sqrt{\frac{37.41}{2.75}}$$

$$L = 3.69 \text{ m} \approx 3.70 \text{ m}$$

Se considera el borde libre igual a (1/3) de la altura, por lo tanto:

$$BL = \left(\frac{1}{3}\right) * H \quad (3.47)$$

$$BL = \left(\frac{1}{3}\right) * 2.75$$

$$BL = 0.92 \text{ m} \approx 0.95 \text{ m}$$

A continuación, se presenta la Tabla 3.8 que resumen las dimensiones de los reservorios propuestos.

Tabla 3.8 Dimensiones de tanque reservorio cuadrado

Dimensión de tanque cuadrado		
Altura del volumen de agua, H_{re}	2.75	m
Longitud de lados de reservorio, L	3.70	m
Borde libre (BL)	0.95	m
Volumen final de tanque	37.65	m^3

La Figura 3.11 muestra las dimensiones del tanque-reservorio diseñado.

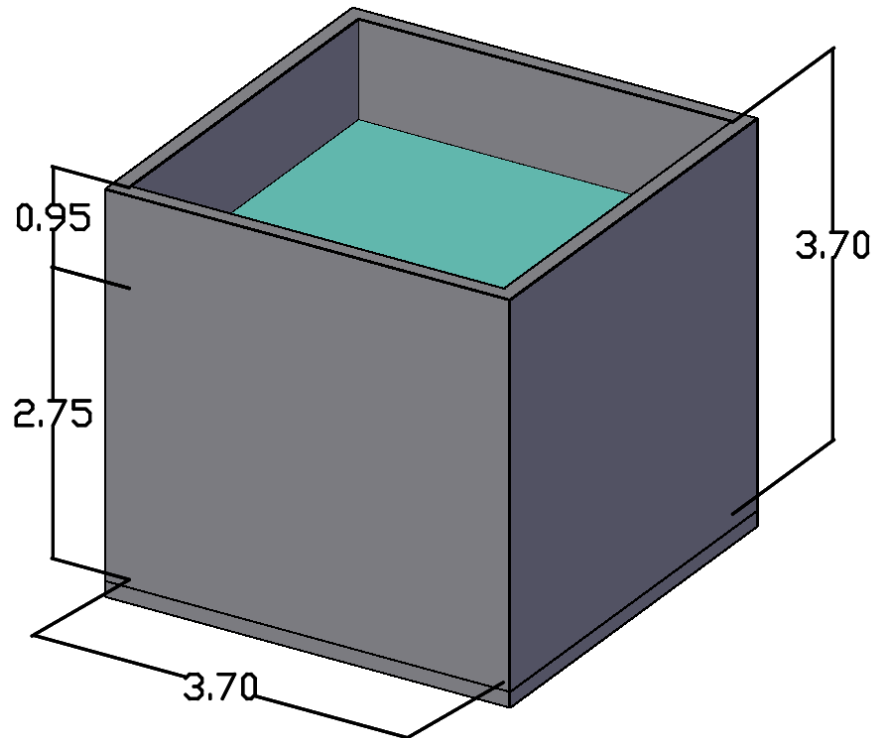


Figura 3.11 Dimensiones de tanque- reservorio.

3.5. Línea de aducción

El cálculo de la línea de conducción se realiza en tramos, el primer tramo (fuente-A1), en la sección de apéndices se observa el cálculo de cada tramo.

3.5.1. Cálculo de pendiente

$$cota_{fuente} = 218.67m$$

$$cota_{A1} = 216.65m$$

$$Longitud\ de\ tramo = 107.99m$$

$$S = \frac{cota_{tn.fuente} - cota_{tn.A1}}{Longitud\ de\ tramo} \quad (3.48)$$
$$S = \frac{218.67 - 216.65}{107.99}$$
$$S = 0.019 \frac{m}{m}$$

-

3.5.2. Cálculo de diámetro

El cálculo del diámetro se realiza mediante el método de Darcy-Weisbach, los datos iniciales para el cálculo son los siguientes.

Datos:

$$Q_{cap} = 2.17 \frac{L}{s} = 0.00217 \frac{m^3}{s}$$

$$L_{f-A1} = 107.99m$$

$$\Delta Z = cota_{fuente} - cota_{A1} = 218.67 - 216.65 = 2.02m$$

$$\frac{P}{\rho * g} = 0.7 \text{ m. c. a; Se requiere esta presión de llegada al final del tramo}$$

$$\varepsilon = 0.0015mm ; \text{Rugosidad relativa para PVC}$$

Para el cálculo del diámetro requerido se toma la ecuación 3.41. dejándola expresada en función de f , que es el factor de fricción calculado.

$$D_{ac} = \left(\frac{8 * L * Q_{cap}^2}{\left(\Delta Z - \left(\frac{P}{\rho g} \right) * g * \pi^2 \right)} \right)^{\frac{1}{5}} * f^{\frac{1}{5}} \quad (3.49)$$

$$D_{ac} = (0.1272)^{\frac{1}{5}} * f^{\frac{1}{5}}$$

La ecuación 3.42 muestra el cálculo del número de Reynolds expresado en función del diámetro D_{ac} .

$$Re = \frac{\frac{4 * Q_{cap}}{\pi * 1.1 * 10^{-6}}}{D_{ac}} \quad (3.50)$$

$$Re = \frac{2511.754}{D_{ac}}$$

Para comenzar el cálculo iterativo se requiere asumir un valor de diámetro interno, por lo que se propone $D_{ac}=0.11m$. Por lo tanto, despejando la ecuación 3.42 se obtiene:

$$Re = 22834.13$$

La ecuación 3.43 indica el cálculo para obtener la pérdida por fricción en la tubería.

$$f = \frac{0.25}{\left(\text{Log} \left(\frac{\frac{\varepsilon}{\text{DAC} \cdot 1000}}{3.7} + \frac{5.74}{\text{Re}^{0.9}} \right) \right)^2} \quad (3.51)$$

Por lo tanto, despejando f se obtiene:

$$f = 0.02501$$

Se despeja el valor de f en la ecuación 3.4, obteniendo el diámetro calculado.

$$D_{ac} = (0.1272)^{\frac{1}{5}} * 0.02501^{\frac{1}{5}}$$

$$D_{ac} = 0.0608 \text{ m}$$

Este valor de diámetro calculado pasa a ser el nuevo diámetro asumido, se repite el proceso hasta obtener un valor de diámetro calculado constante.

La tabla 3.9 resume el proceso de iteraciones realizadas para obtener el diámetro calculado.

Tabla 3.9 Resumen de cálculo de diámetro calculado (aducción)

DAC asumido (m)	Re	fAC	DAC calc. (m)
0.11	22834.1307	0.02501252	0.060847426
0.060847426	41279.55	0.02177823	0.059185493
0.059185493	42438.6831	0.02164461	0.059112685
0.059112685	42490.954	0.0216387	0.059109459
0.059109459	42493.2728	0.02163844	0.059109316
0.059109316	42493.3756	0.02163843	0.05910931
0.05910931	42493.3802	0.02163843	0.05910931

Por lo tanto, el diámetro calculado es de 0.591m. Se busca un diámetro comercial adecuado, por lo que se adopta un diámetro interno de 0.598m.

3.5.3. Cálculo de velocidad

Se verifica que el diámetro adoptado cumpla con el requerimiento de velocidad recomendado para su uso, teniendo que ser mayor a 0.6m/s.

$$V = \frac{Q}{A} \quad (3.52)$$

$$V = \frac{Q}{\pi * \left(\frac{D_{int}^2}{4}\right)}$$

$$V = \frac{2.17 * 10^{-3}}{\pi * \left(\frac{0.0598^2}{4}\right)}$$

$$V = 0.77 \frac{m}{s} \quad ; \text{ cumple}$$

3.5.4. Cálculo de pérdidas

3.5.4.1. Pérdida de carga por fricción

Para el cálculo de pérdida de carga por fricción para el diámetro adoptado se emplea la fórmula de Darcy- Weisbach, la cual es la siguiente:

$$h_f = f * \left(\frac{Le}{D}\right) * \frac{v^2}{2g} \quad (3.53)$$

$$k = f * \left(\frac{Le}{D}\right) \quad (3.54)$$

Donde:

f: Factor de fricción

Le: Longitud equivalente (m)

D: Diámetro interno (m)

V: Velocidad de flujo (m/s)

g: Gravedad (m/s²)

k: Coeficiente de pérdida de carga

Por lo tanto, es necesario obtener el factor de fricción, el cual, en este caso se determina mediante la ecuación de P.S.A.K, que considera al flujo resultante como turbulento, la ecuación es:

$$f = \frac{0.25}{\log\left(\frac{1}{3.7 * \frac{\varepsilon}{D}} + \frac{5.74}{Re^{0.9}}\right)^2} \quad (3.55)$$

Donde:

Re= Número de Reynold

D= Diámetro interno (m)

ε = Rugosidad relativa (PVC)= 0.0000015m=0.0015mm

Para calcular el número de Reynold, se emplea la siguiente ecuación:

$$Re = \frac{V * D * \rho}{\mu} \quad (3.56)$$

Si $Re < 2000$ -> Flujo laminar

Si $Re > 4000$ -> Flujo turbulento

Datos:

$$V = 0.77 \text{ m/s}$$

$$D = 59.8 \text{ mm} = 0.0598 \text{ m}$$

$$\rho = \text{Densidad específica} = 1000$$

$$\mu = \text{Viscosidad dinámica del agua (20°C)} = 0.001002 \text{ kg/m}$$

Por lo tanto:

$$Re = \frac{0.772 * 0.0598 * 1 * 1000}{0.001002}$$

$$Re = 46073.45 \text{ -> Flujo turbulento}$$

Obtenido el número de Reynold, se calcula el factor de fricción, en cual es:

$$f = \frac{0.25}{\log \left(\frac{1}{3.7 * \frac{0.0598}{0.0000015}} + \frac{5.74}{46186.38^{0.9}} \right)^2}$$

$$f = 0.021$$

Por lo tanto, h_f por fricción para el tramo (Fuente- A1) se calcula:

$$h_f = 0.021 * \left(\frac{107.99}{0.0598} \right)^2 * \frac{0.77^2}{2 * 9.81}$$

$$h_{f_{fric}} = 1.17 \text{ m}$$

Se presenta la Figura 3.12 donde se muestra la cota piezométrica para el tramo (Fuente- A1), como se aprecia, la cota piezométrica en la fuente es

de 218.67m, mientras que la cota piezométrica en el punto A1 es de 217.50m, la diferencia entre estas es de 1.17m. lo cual se debe a la pérdida por fricción.

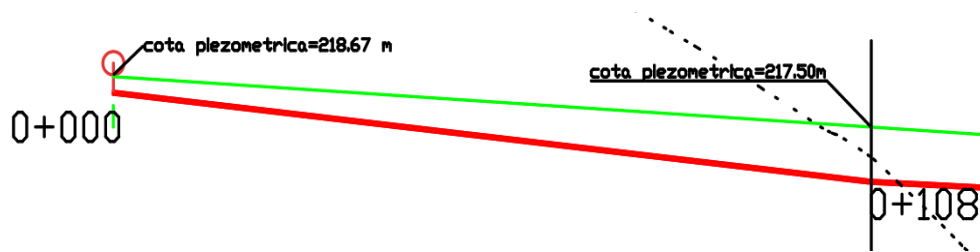


Figura 3.12 Pérdida de carga del tramo (Fuente-A1)

3.5.4.2. Pérdidas de carga por accesorios

Para el cálculo de pérdidas por accesorios se toma información dada por el fabricante a cerca de la relación de longitud efectiva entre el diámetro, a continuación, se presenta la tabla 3.9 que muestra la relación Le/D para accesorios de 63mm.

Tabla 3.10 Pérdidas por tipo de accesorio Fuente: PLASTIGAMA

Accesorio	Le	D	Le/D
TEE	2.3	63	36.51
codo 90	3.4	63	53.97
codo 45	1.5	63	23.81
codo 90 L/R	1.3	63	20.63
codo 45 L/R	0.7	63	11.11
calcula check	7.1	63	112.70
Val. de bola	37.9	63	601.59
val. Compuerta	0.8	63	12.70

Considerando la tabla 3.10, se obtiene la pérdida de carga para el tramo en cuestión mediante la ecuación 3.49, que posee una válvula check, por lo tanto:

$$hf = f * \left(\frac{Le}{D}\right) * \frac{v^2}{2g} \quad (3.57)$$

$$hf = 0.021 * 112.70 * \frac{0.77^2}{2*9.81}$$

$$hf_{acc} = 0.074 \text{ m}$$

3.5.4.3. Pérdidas de carga en entrada y salida

Para el cálculo de la pérdida de carga en entrada y salida de tuberías se debe considerar el coeficiente K, este valor corresponde a la forma en la que se acopla la tubería a otro elemento de la red. Para Esto, tendremos en consideración a la Figura 3.13 obtenida del libro “Mecánica de fluidos” de (Mott, 2006).

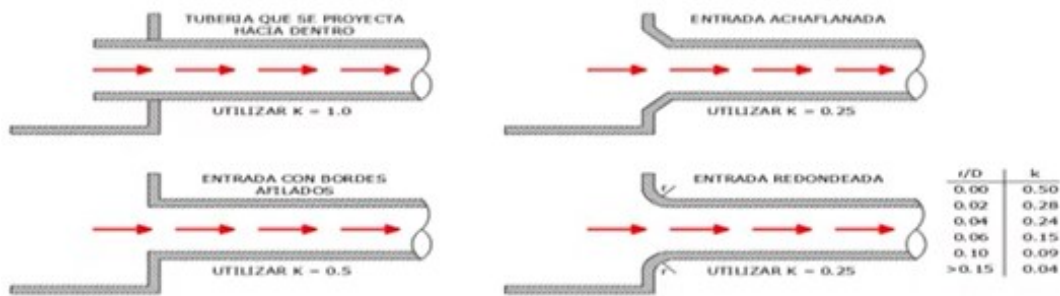


Figura 3.13 Coeficiente K para pérdidas de carga en entradas y salidas (Mott, 2006).

Por lo tanto, considerando las ecuaciones 3.45 y 3.46, tenemos que:

$$hf = k * \frac{v^2}{2g}$$

$$hf = 0.5 * \frac{0.77^2}{2 * 9.81}$$

$$hf_{en-sal} = 0.015m$$

A continuación, se presenta la tabla 3.11 que muestra el resumen de los valores obtenidos de cada valor de pérdida de carga para el tramo (Fuente- A1).

Tabla 3.11 Resumen de pérdidas de carga para tramo (PTAP. SAL- B1)

Pérdidas de carga	Valor
Fricción	1.17m
Accesorios	0.074m
Entrada y salida	0.015m
Total	1.259m

3.5.5. Cota piezométrica

Para el cálculo de la cota piezométrica se tomará al punto A1 como referencia, por lo que la cota piezométrica es igual a:

$$218.67 - 216.65$$

$$Cota\ piezométrica = cota_{fuente} - hf_{fric} - hf_{acc} - hf_{en-sal} \quad (3.58)$$

$$Cota\ piezométrica = 218.67 - 1.167 - 0.074 - 0.015$$

$$Cota\ piezométrica = 217.414\ m$$

3.5.6. Presión dinámica

Se considera a la presión dinámica o residual como la resta entre la cota piezométrica y la cota de terreno del siguiente punto, por lo tanto, se obtiene:

$$Presión\ dinámica = Cota\ piezométrica - cota_{A1} \quad (3.59)$$

$$Presión\ dinámica = 217.414 - 216.650$$

$$Presión\ dinámica = 0.764\ m.\ c.\ a$$

3.5.7. Esquema para tubería suspendida.

Dado que en el tramo 0+110.55 a 0+176.55 existe una longitud de 66m donde la posibilidad de relleno con material de sitio o material importado es nula debido al costo que este resultaría, se propone la implementación de un paso elevado para la tubería. En la Figura 3.14

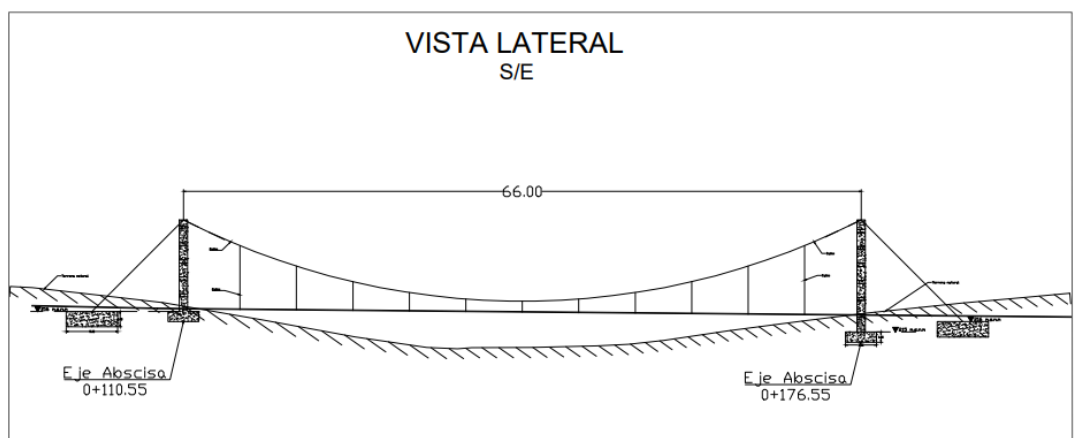


Figura 3.14 Vista lateral de puente elevado para tubería en tramo 0+110.55 a 0+176.55.

En la Figura 3.15 y Figura 3.16 se detallan los distintos cortes para las pilas del puente elevado, así como su cimentación.

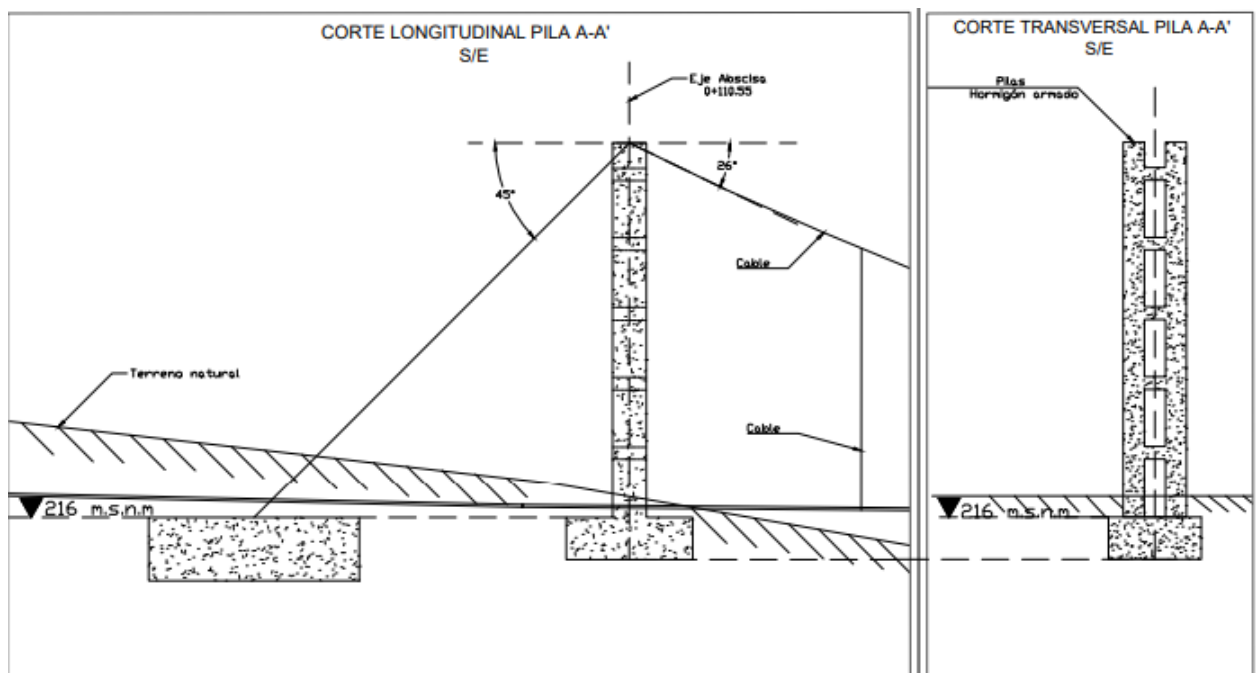


Figura 3.15 Vista longitudinal y lateral para pila A-A'.

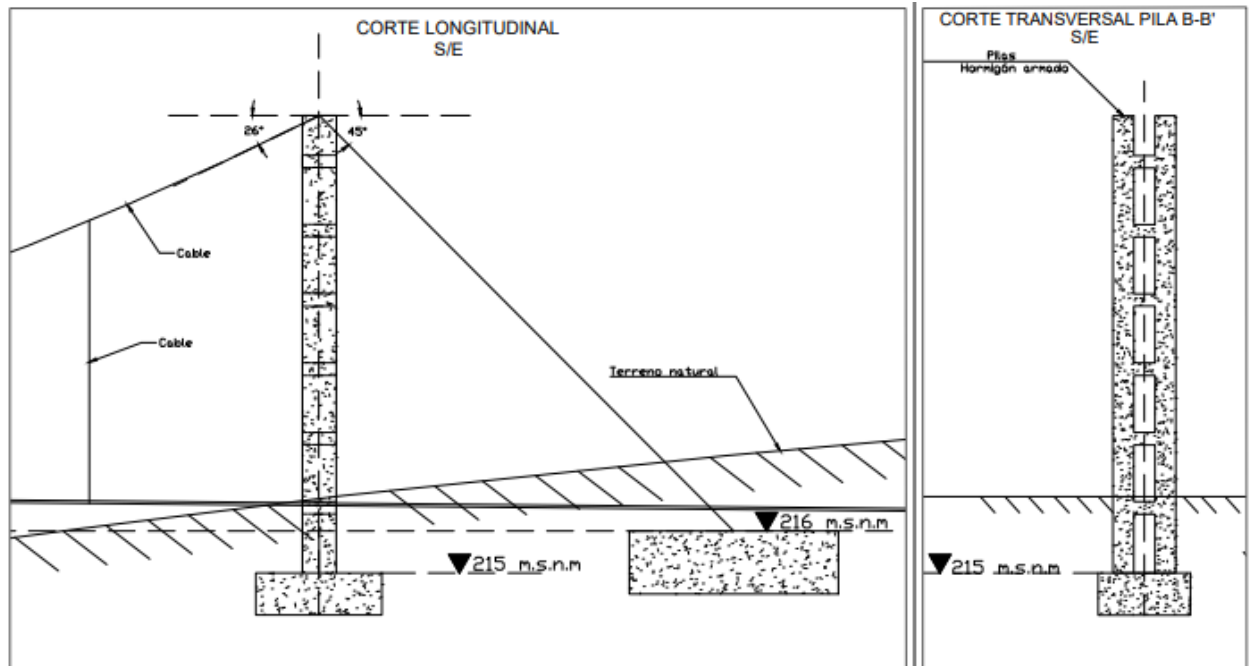


Figura 3.16 Vista longitudinal y lateral para pila B-B´.

A continuación, en la Figura 3.17 se muestra un detalle de la cimentación del puente elevado.

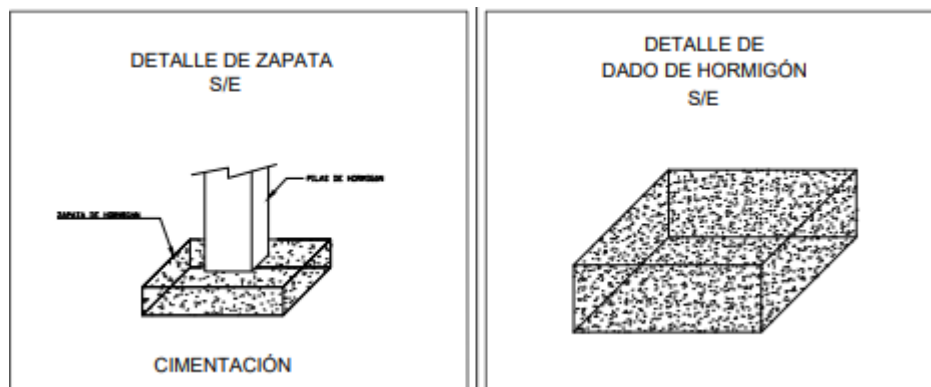


Figura 3.17 Detalle de zapata y dado de hormigón para puente elevado.

3.6. Línea de conducción

Para el cálculo de la línea de conducción se considera al tramo (PTAP.SAL-B1) como referencia del cálculo. Hay que considerar que el proceso es el mismo ya calculado para la línea de aducción.

3.6.1. Cálculo de pendiente

$$cota_{ptap} = 213.374m$$

$$cota_{B1} = 204.456m$$

$$Longitud\ de\ tramo = 43.57m$$

$$S = \frac{cota_{ptap} - cota_{B1}}{Longitud\ de\ tramo}$$

$$S = \frac{213.374 - 204.456}{43.570}$$

$$S = 0.020 \frac{m}{m}$$

3.6.2. Cálculo de diámetro

Datos:

$$Q_{cap} = 1.98 \frac{L}{s} = 0.00198 \frac{m^3}{s}$$

$$L_{ptap-B1} = 43.57m$$

$$\Delta Z = cota_{ptap} - cota_{B1} = 213.37 - 204.46 = 8.91m$$

$$\frac{P}{\rho * g} = 8.4\ m.\ c.\ a; \text{ Se requiere esta presión de llegada al final del tramo}$$

$$\varepsilon = 0.0015mm ; \text{ Rugosidad relativa para PVC}$$

Para el cálculo del diámetro requerido se toma la ecuación 3.41. dejándola expresada en función de f , que es el factor de fricción calculado.

$$D_{ac} = (0.12804749)^{\frac{1}{5}} * f^{\frac{1}{5}}$$

La ecuación 3.42 muestra el cálculo del número de Reynolds expresado en función del diámetro D_{ac} .

$$Re = \frac{2291.83}{D_{ac}}$$

Para comenzar el cálculo iterativo se requiere asumir un valor de diámetro interno, por lo que se propone $D_{ac}=0.11m$. Por lo tanto, despejando la ecuación 3.42 se obtiene:

$$Re = 20834.829$$

La ecuación 3.43 indica el cálculo para obtener la pérdida por fricción en la tubería.

$$f = \frac{0.25}{\left(\text{Log} \left(\frac{\frac{\epsilon}{D_{ac} * 1000}}{3.7} + \frac{5.74}{Re^{0.9}} \right) \right)^2}$$

Por lo tanto, despejando f se obtiene:

$$f = 0.025586$$

Se despeja el valor de f en la ecuación 3.4, obteniendo el diámetro calculado.

$$D_{ac} = (0.12804749)^{\frac{1}{5}} * 0.025586^{\frac{1}{5}}$$

$$D_{ac} = 0.06151 \text{ m}$$

Se repite el proceso iterativo hasta obtener un valor de diámetro constante.

La tabla 3.12 resume el proceso de iteraciones realizadas para obtener el diámetro calculado.

Tabla 3.12 Resumen de cálculo de diámetro calculado (conducción)

DAC asumido (m)	Re	fAC	DAC calc. (m)
0.11	20834.8289	0.025586	0.061513654
0.061513654	37257.2759	0.02229342	0.059842044
0.059842044	38298.0099	0.02215526	0.059767685
0.059767685	38345.6575	0.02214906	0.05976434
0.05976434	38347.8038	0.02214878	0.059764189
0.059764189	38347.9004	0.02214877	0.059764183
0.059764183	38347.9047	0.02214877	0.059764182

3.6.3. Cálculo de velocidad

$$V = \frac{Q}{A}$$

$$V = \frac{Q}{\pi * \left(\frac{D_{int}^2}{4} \right)}$$

$$V = \frac{1.98 * 10^{-3}}{\pi * \left(\frac{0.0588^2}{4} \right)}$$

$$V = 0.73 \frac{m}{s}$$

La velocidad del flujo en la tubería es mayor a 0.6m/s, lo cual cumple con lo recomendado para su correcto funcionamiento. (INEN, 1997)

3.6.4. Cálculo de pérdidas

3.6.4.1. Pérdida de carga por fricción

Datos:

$$V=0.73 \text{ m/s}$$

$$D=58.8\text{mm}= 0.0588\text{m}$$

$$\rho=\text{Densidad específica}= 1000$$

$$\mu=\text{Viscosidad dinámica del agua (20°C)} = 0.001002 \text{ kg/m}$$

Por lo tanto:

$$Re = \frac{0.73 * 0.0588 * 1 * 1000}{0.001002}$$

$$Re = 42881.816 \rightarrow \text{Flujo turbulento}$$

$$f = \frac{0.25}{\log\left(\frac{1}{3.7 * \frac{0.0588}{0.0000015}} + \frac{5.74}{42881.816^{0.9}}\right)^2}$$

$$f = 0.022$$

Por lo tanto, h_f por fricción para el tramo (PTAP-B1) es:

$$hf = 0.022 * \left(\frac{43.57}{0.0588}\right) * \frac{0.73^2}{2 * 9.81}$$

$$hf_{fric} = 0.44\text{m}$$

3.6.4.2. Pérdidas de carga por accesorios

Se considera los datos de la tabla 3.9 para el cálculo de las pérdidas por accesorios.

$$hf = f * \left(\frac{Le}{D}\right) * \frac{v^2}{2g}$$

$$hf = 0.022 * 112.70 * \frac{0.73^2}{2 * 9.81}$$

$$hf_{acc} = 0.066 \text{ m}$$

3.6.4.3. Pérdidas de carga en entrada y salida

Para el cálculo de la pérdida de carga en entrada y salida de tuberías se debe considerar el coeficiente K, considerando los valores de la figura 3.6 proveniente del libro “Mecánica de fluidos” de (Mott, 2006).

$$hf = k * \frac{v^2}{2g}$$

$$hf = 0.5 * \frac{0.73^2}{2 * 9.81}$$

$$hf_{en-sal} = 0.014 \text{ m}$$

Se muestra la tabla 3.13 que resume los valores obtenidos de pérdida de carga para el tramo (Fuente- A1).

Tabla 3.13 Resumen de pérdidas de carga para tramo (PTAP. SAL- B1)

Pérdidas de carga	Valor
Fricción	0.440m
Accesorios	0.066m
Entrada y salida	0.014m
Total	0.520m

3.6.5. Cota piezométrica

$$Cota \text{ piezométrica} = Cota_{ptap} - hf_{fric} - hf_{acc} - hf_{en-sal} \quad (3.18)$$

$$Cota \text{ piezométrica} = 213.374 - 0.440 - 0.066 - 0.014$$

$$Cota \text{ piezométrica} = 212.859 \text{ m}$$

3.6.6. Presión dinámica

$$Presión \text{ dinámica} = Cota \text{ piezométrica} - Cota_{B1} \quad (3.19)$$

$$Presión \text{ dinámica} = 212.859 - 204.456$$

$$Presión \text{ dinámica} = 8.403 \text{ m. c. a}$$

El diseño de la línea de conducción cumple con la normativa (INEN, 1997), la cual indica que la presión dinámica mínima en la línea será de 5m.c.a, la línea funciona a presiones inferiores a las recomendadas por el fabricante, así como también las

tuberías utilizadas son mayores al diámetro mínimo de 25mm para líneas de conducción.

La Figura 3.18 detalla el perfil de la línea de conducción para el tramo 0+000 (PTAP) -0+500, donde el perfil verde en la parte superior representa el perfil de las cotas piezométricas.

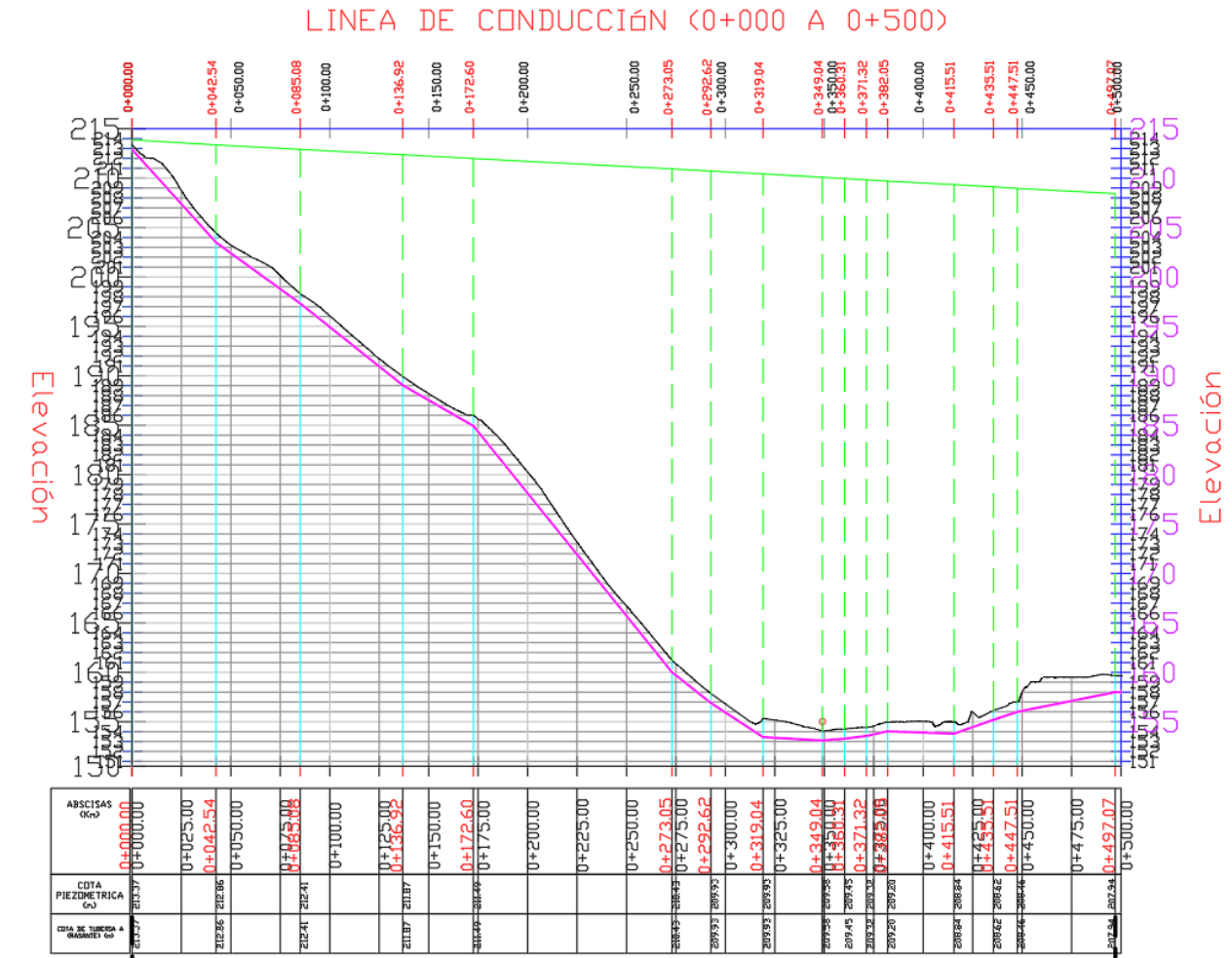


Figura 3.18 Perfil de línea de conducción tramo 0+000 a 0+500

A lo largo de la línea de conducción se atraviesa distintas zonas que son de gran importancia mencionar, una de ellas es el cruce que se debe realizar a través de un puente de hormigón armado, mismo que tiene 30 metros de longitud. A continuación se muestra en la Figura 3.19 se muestra una vista longitudinal del puente y en la Figura 3.20 se puede observar un detallado de los soportes que se usará en este tramo para brindar sujeción a la tubería de 63mm que cruza este puente.

VISTA LONGITUDINAL
ABCISAS 0+382.05 A 0+415.51

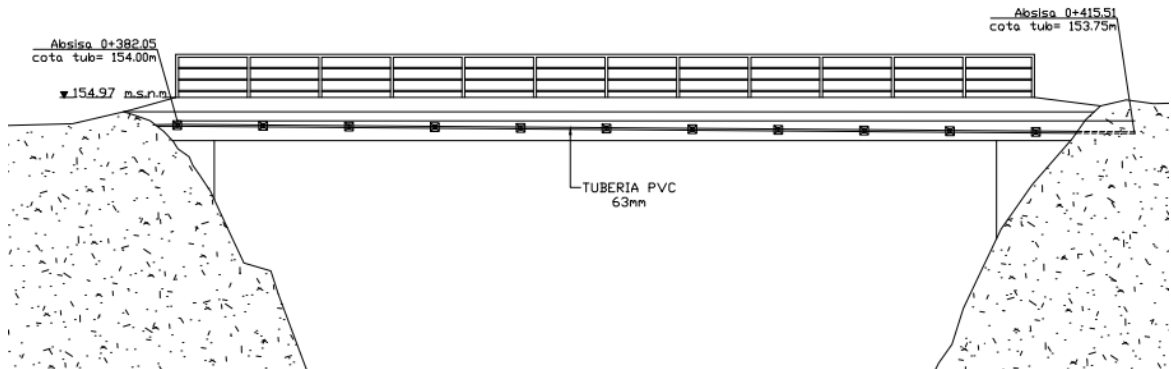


Figura 3.19 Vista longitudinal de puente en tramo 0+382.05 a 0+415.51

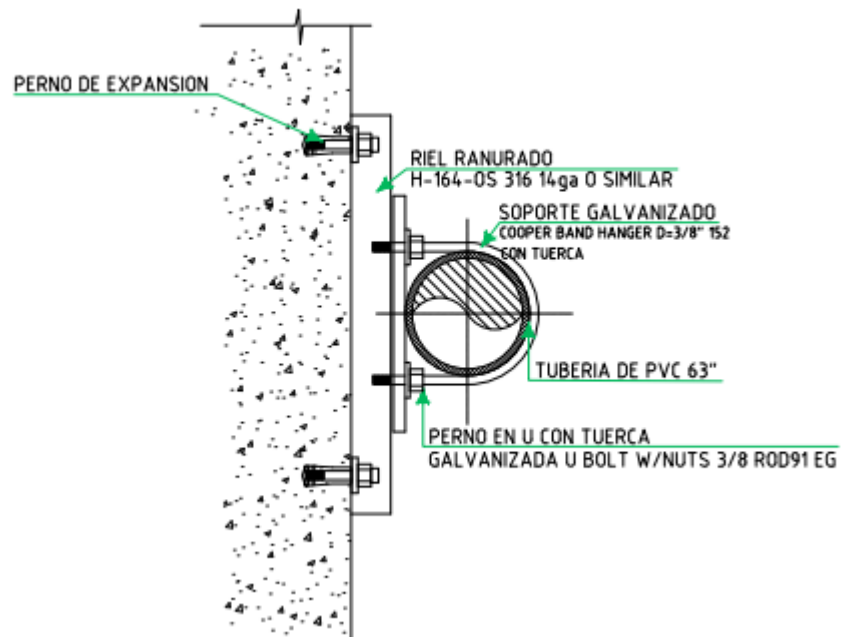


Figura 3.20 Detallado de soporte para tubería de 63mm

3.6.7. Modelado de estructura de captación.

Una vez se obtuvo los resultados a los cálculos de estructura de captación, tanque reservorio, líneas de aducción y conducción, y tuberías. En la Figura 3.21 se muestra un modelado de la estructura de captación propuesta a su vez el cuarto

de válvulas que dan acceso al transporte del agua cruda desde la captación hasta su punto de llegada en el reservorio.

MODELADO DE ESTRUCTURA DE CAPTACIÓN

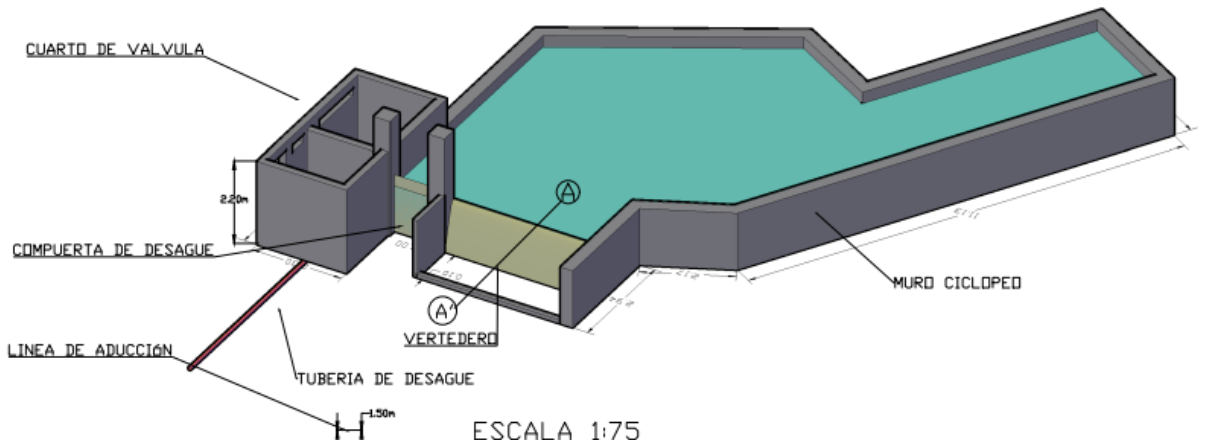


Figura 3.21 Modelado de estructura de captación.

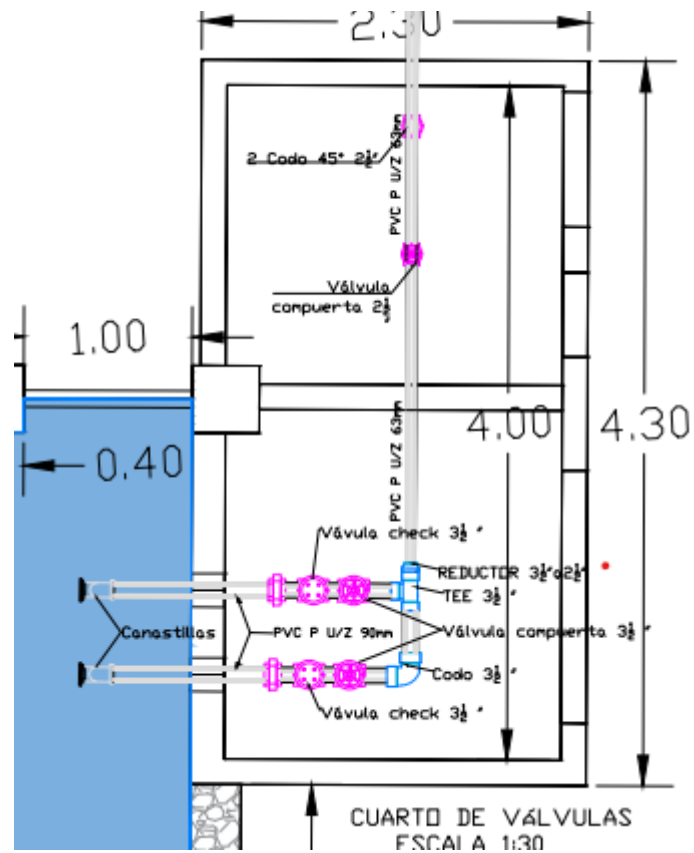


Figura 3.22 Detalle del cuarto de válvulas.

CAPÍTULO 4

4. ESTUDIO DEL IMPACTO AMBIENTAL

4.1. Objetivos

4.1.1. Objetivo general

- Evaluar el impacto ambiental que se generará en la construcción, operación, y mantenimiento al final de la vida útil del sistema de captación y conducción de agua del recinto Piedra Grande en el cantón Echeandía.

4.1.2. Objetivos Específicos

- Identificar las actividades que pueden generar impactos ambientales debido a la implementación del proyecto.
- Cuantificar los impactos ambientales a través de la matriz de V. Coneza Fernández- Vítoria para identificar los impactos ambientales con mayor importancia.
- Proponer medidas de prevención y mitigación con la finalidad de disminuir las afectaciones ambientales en la zona donde se ejecutará el proyecto.

4.2. Descripción del proyecto

El presente proyecto tiene la finalidad de ser parte de la solución al problema de falta de agua potable del Recinto Piedra Grande, cantón Echeandía, mediante la realización de una línea de conducción de agua desde la vertiente “El Roncador”, hasta el comienzo del sistema de distribución de agua potable localizado en la parte sur de la escuela “Canadá”.

La alternativa dada implica la mejora de la estructura de captación localizada en la vertiente “El Rondador”, así como la implementación de la nueva línea de conducción que de forma paralela a la vía lastrada desde el punto denominado “Las Palmas”, salga hasta la vía “Ventanas- Echeandía”, continúe de forma paralela a la vía hasta llegar a su punto final ya mencionado.

Para la implementación del proyecto se prevé inicialmente la instalación del campamento en la zona de captación, se realiza la remoción de la capa vegetal alrededor de la estructura actual para posteriormente realizar la reestructuración de la captación de acuerdo con el diseño propuesto. Este proceso tiene el potencial impacto de alterar la fuente hídrica, así como de contaminar el sector con diferentes agentes si no se toman las medidas preventivas necesarias.

Para la reestructuración de la captación se prevé comenzar con la excavación y el mejoramiento del suelo, acorde a las necesidades de la estructura. Luego se contempla el encofrado y posterior fundición de elementos de la estructura.

Conforme este próxima la finalización de la fase que implica la mejora de la estructura de captación, se planea continuar con la excavación de la línea de aducción, que llevara el agua de la captación hacia la planta de tratamiento de agua potable. De igual forma se continuará con la excavación de la línea de conducción que llevará el agua potable desde la planta potabilizadora hacia la parte final de la línea de conducción.

La excavación de las líneas de aducción y conducción afectarían en cierta medida a la flora y fauna de la zona, dado que implica a remoción de capa vegetal, que a su vez es el habita de la fauna del sector.

Para el proceso de excavación se considera tener la debida implementación de señalética y uso de maquinaria, los cuales implica contaminar el medio con gases de combustión y el potencial riesgo de contaminación con materiales plásticos, madera, metal, entre otros.

Durante las diferentes fases del proyecto se prevé impactos frecuentes de diverso tipo en la construcción, tales como: Desechos sólidos orgánicos e inorgánicos, material particulado, gases y líquidos contaminantes producidos por las maquinarias a utilizar. Debido a estos impactos es importante definir la afectación de los factores ambientales, así como su influencia en la fauna, flora y aspecto socioeconómico de la zona.

4.3. Línea base ambiental

4.3.1. Tipo de clima

Según el Plan de Ordenamiento Territorial del cantón Echeandía (2014) el clima que predomina en el recinto Piedra Grande es de tropical mega- térmico húmedo que presenta un porcentaje de afectación territorial del 72.7%. Por lo que se observa precipitaciones constantes durante el año llegando a valores entre los 2000 a 4000mm.(GADMCE., 2012)

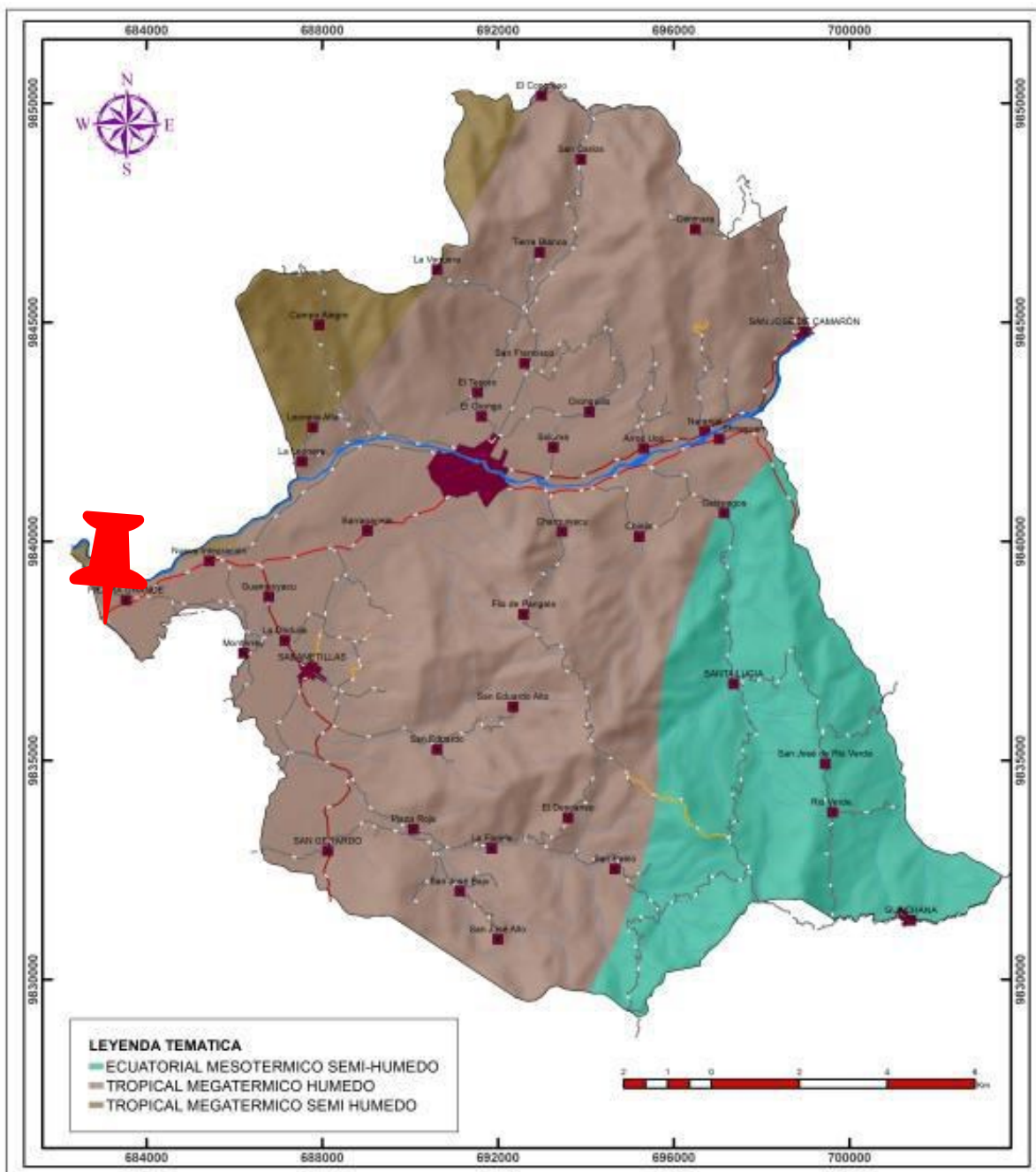


Figura 4.1 Climas del cantón Echeandía (GADMCE, 2012a)

4.3.2. Precipitación

El territorio del cantón Echeandía presenta precipitaciones de 2000 a 2500 mm, el recinto Piedra Grande se encuentra dentro del 65% de afectación territorial en cuanto a precipitaciones por lo que se interpreta como una excelente recepción de lluvia, medidas que deben tomarse en consideración de esta obra civil, debido a que se deberá realizar un plan de actividades a desarrollar fuera del periodo de lluvias con la finalidad de no afectar las actividades constructivas de la obra.

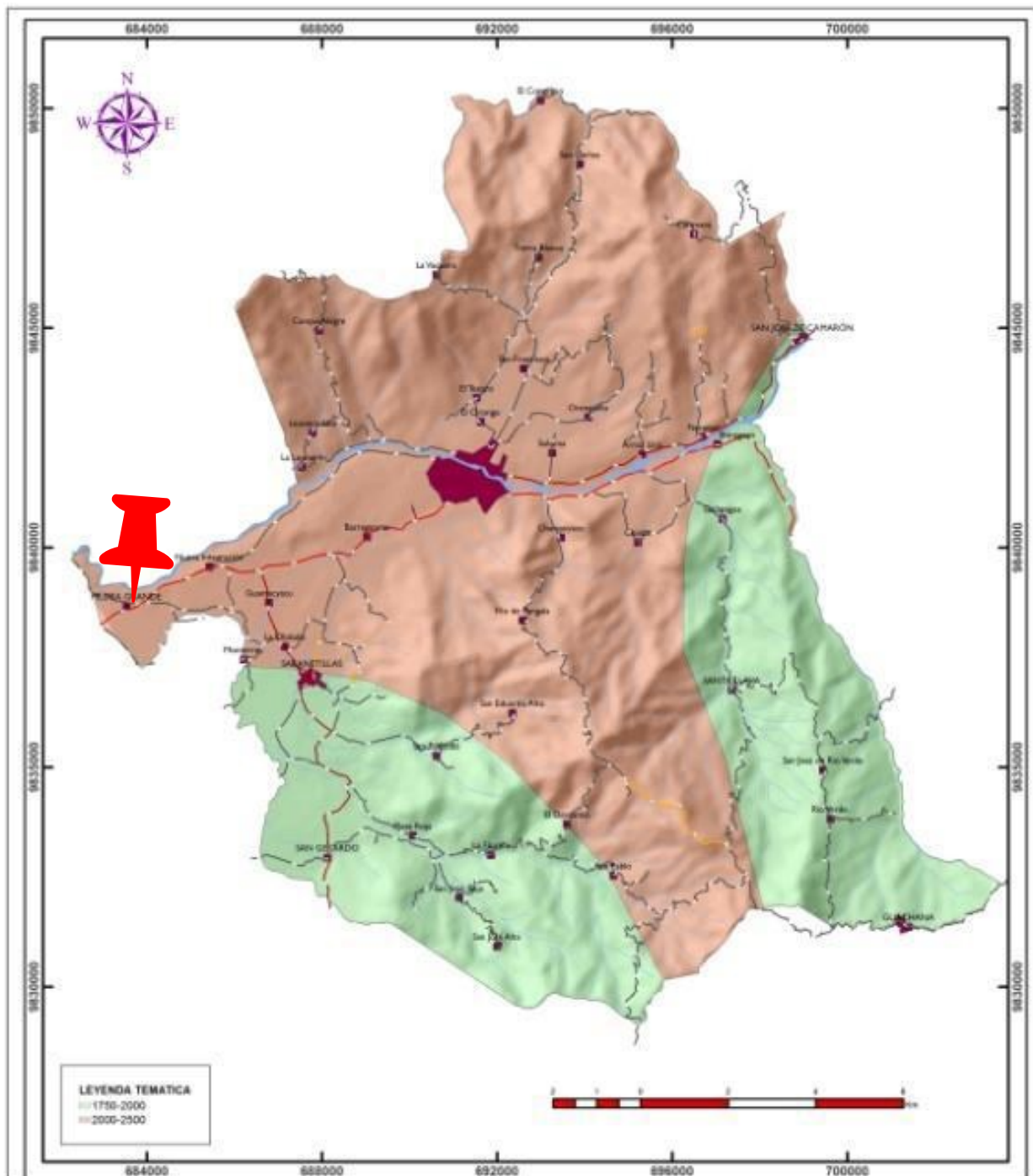


Figura 4.2 Isoyetas (Precipitación). Cantón Echeandía (GADMCE, 2012)

4.3.3. Temperatura

El recinto Piedra Grande se encuentra localizado en un sector que representa el 1.2% del área del cantón Echeandía, donde las temperaturas varía entre los 24°C y los 25°C según la información proporcionada por (GADMCE, 2012).

A continuación, la Tabla 4.1 proporciona más información sobre los rangos de temperaturas en el cantón Echeandía, así como la localización del Recinto Piedra Grande en el mapa de isotermas.

Tabla 4.1 Factores Climáticos. Cantón Echeandía (GADMCE, 2012)

Descripción	Rango	Hectáreas	Porcentajes	Total Ha
Temperatura	18-19	933.71	4.02	23,206.13
	19-20	1057.67	4.56	
	20-21	1870.69	8.06	
	21-22	3965.44	17.09	
	22-23	4361.39	18.79	
	23-24	10739.13	46.28	
	24-25	278.1	1.2	

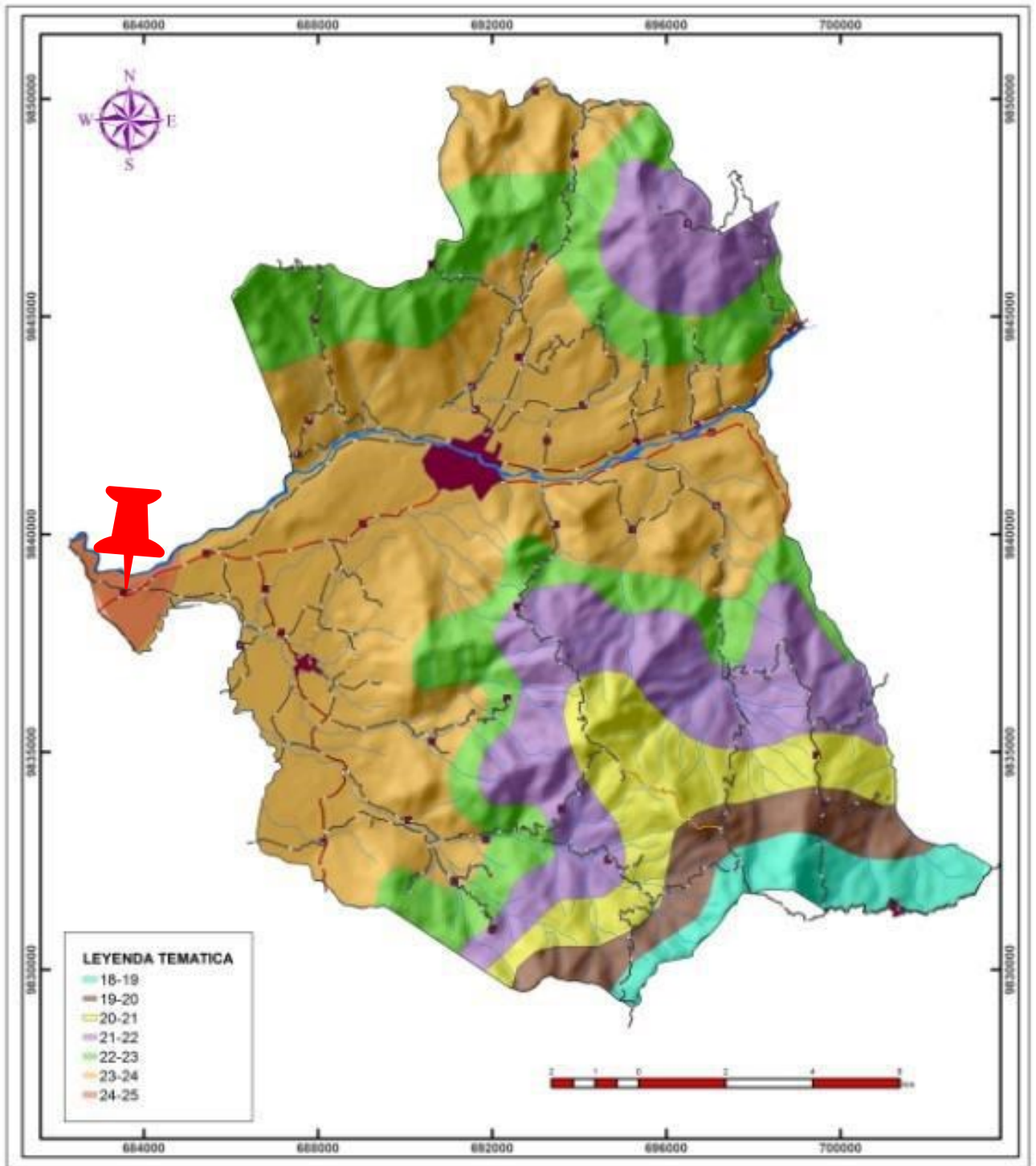


Figura 4.3 Isothermas. Cantón Echeandía. (GADMCE, 2012)

4.3.4. Hidrología

El cantón Echeandía se encuentra localizado en una zona del subtrópico de la provincia de Bolívar, la topografía del sector en su mayoría es escarpado montañoso, lo que hace que los flujos producto de las precipitaciones estén guiadas por las quebradas, formando de esta manera arroyos, esteros y pequeños ríos, que forman ríos más grandes.

El recinto Piedra Grande por su ubicación se encuentra entre los ríos Sibimbe por el lado norte, y el río Naranjo Agrío por el lado suroeste, perteneciente a la provincia de Los Ríos; El río Sibimbe recoge aguas de los Ríos Chazo Juan, Limón del Carmen, Río Pitiambi, Río Tesoro y sus respectivos afluentes. A su vez este río es afluente del Río Daule. Este sistema hidrológico del territorio de Piedra Grande perteneciente a Echeandía forma la subcuenca del río Babahoyo y la Cuenca del río Guayas.

A continuación, la Tabla 4.2 muestra más información sobre los ríos del cantón Echeandía.

Tabla 4.2 Descripción de Ríos. Cantón Echeandía. (GADMCE, 2012)

No	NOMBRE	TIPO	LONGITUD (m)	LONGITUD (Km)
1	Estero Linares	Estero	8,270.39	8.27
2	E. Camarón Grande	Estero	5,060.86	5.06
3	Estero Santa Rosa	Estero	3,098.65	3.1
4	Isla	Isla	606.51	0.61
5	Estero La Guatuzá	Estero	3,883.41	3.88
6	Quebrada	Río Simple	85,223.25	85.22
7	Estero de Monos	Estero	4,137.76	4.14
8	Estero Camarón Chico	Estero	4,011.50	4.01
9	Río limón del Carmen	Río Simple	7,240.31	7.24
10	RÍO SOLOMA	Río Doble	5,636.05	5.64
11	Río las Piedras	Río Simple	9,469.91	9.47
12	Río Sabanetillas	Río Simple	6,533.40	6.53
13	Estero Barraganete	Estero	2,766.33	2.77
14	RÍO SIBIMBE	Río Doble	7,082.02	7.08
15	Estero Pitiambi	Estero	5,353.30	5.35
16	Río Verde	Río Simple	6,119.05	6.12

17	Estero El Mamey	Estero	2,208.27	2.21
18	Rio Mulidiahuan	Rio Simple	10.3	0.01
19	Río Chinibi	Rio Simple	6,141.60	6.14
20	E. Oronguillo	Estero	3,949.94	3.95
21	Río Las Piedras	Rio Simple	6,825.57	6.82
22	Estero Colombas	Estero	2,383.22	2.38
23	Río Simple	Rio Simple	1,933.47	1.93
24	Rio Pitiambi	Rio Simple	6,669.12	6.67
25	Estero Pangala	Estero	2,350.93	2.35
26	Río Orongo	Rio Simple	4,054.45	4.05
27	Rio Chazo Juan	Rio Doble	8,716.73	17.43
28	E. Cruz Loma	Estero	3,148.77	3.15
29	Estero Guamacyacu	Estero	6,344.58	6.34
30	Río Tesoro	Rio Simple	4,973.15	4.97
31	Estero Peñangula	Estero	2,544.10	2.54
32	Río Runayacu	Rio Simple	1,747.13	1.75
33	E. Arroz Uco	Estero	4,983.88	4.98
34	Estero Charquiyacu	Estero	4,331.19	4.33
35	Estero de Damas	Estero	3,994.22	3.99
36	Rio Runayacu	Rio Simple	1,311.71	1.31
37	Río Pequeño	Rio Simple	7,904.44	7.9
38	Esteros Menores	Estero	91,944.61	91.94
TOTAL			342,964.08	342.96

Según el informe emitido el 10 de diciembre del 2018 por la (Subsecretaría de Demarcación Hidrográfica del Guayas, 2018), la captación de agua es provisto por una vertiente denominada “El Roncador”, donde se encuentra la actual estructura de captación, el agua es trasladada por tuberías de polietileno de 4plg a un reservorio con una capacidad de 30m³, posteriormente el agua es conducida al recinto.

El caudal de aforamiento de la vertiente es de 50 L/s aproximado, otorgando un caudal de 2.86 L/s, destinados para el consumo doméstico de los habitantes que conforman la JAAP de Piedra Grande.

En el informe se detalla las coordenadas de la captación, siendo estas: 683695 Este, 9836971 Norte, con una cota de 210 m.s.n.m. A continuación, la tabla 4.3 detalla los datos de la fuente hídrica, así como los requerimientos hídricos del recinto considerados. (Subsecretaría de Demarcación Hidrográfica del Guayas, 2018)

Tabla 4.3 Datos de la fuente y requerimiento hídrico (Subsecretaría de Demarcación Hidrográfica del Guayas, 2018)

DATOS DE LA FUENTE HÍDRICA				REQUERIMIENTO HÍDRICO		
FUENTE DE CAPTACIÓN	COORDENADAS UTM			FAMILIAS	CAUDAL SOLICITADO	CAUDAL PROMEDIO OTORGADO
	COTA m.s.n.m	ESTE	NORTE	NUMERO DE PERSONAS	L/s	L/s
CAPTACIÓN SUPERFICIA VERTIENTE EL RONCADOR	213	683736	9836730	850	5	2.86

En la figura 4.4 se observan los afluentes cercamos al recinto Piedra Grande, así como también, la fuente de captación “El Roncador”, se puede apreciar la división de las provincias, donde la captación está ubicado en la provincia de Los Ríos, mientras que el Recinto pertenece a la provincia de Bolívar

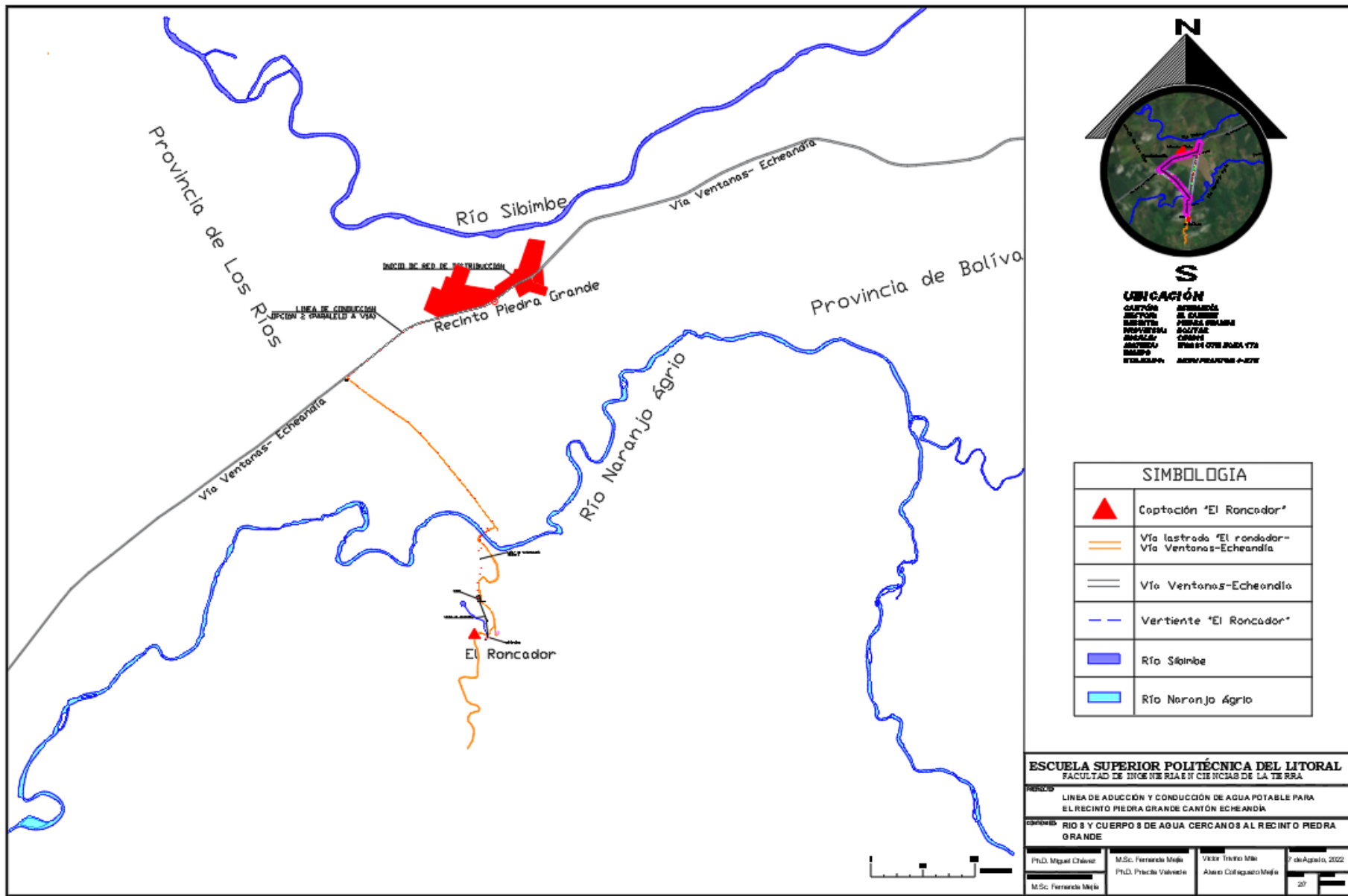


Figura 4.4 Sistema hídrico. Recinto Piedra Grande (Triviño&Collaguazo, 2022)

4.3.5. Aire

Según la información adquirida por parte del Plan de Ordenamiento Territorial del Cantón Echeandía la contaminación existente en la zona es la ambiental debido a la incineración de malezas por parte de los dueños de plazas de cultivos, a esto se incrementa las fumigaciones con productos peligrosos como insecticidas que pulverizado contaminan el aire con partículas de elemento químico. Se considera que la contaminación por emisiones tóxica de automotores es mínima, debido a falta de una concentración de zonas urbanas, a pesar de que la población de Piedra Grande está situada a 20m de la vía Ventanas-Echeandía. (GADMCE, 2014)

4.3.6. Uso y cobertura del suelo

Según información publicada por el Ministerio del Ambiente, la ocupación del territorio en el cantón Echeandía en el año 2000 correspondía a agricultura (79.6%), zona de bosques (19.89%), la cobertura de vegetación arbustiva y herbácea fue despreciable, zona antrópica (0.39%) y cuerpos de agua (0.11%). Para el año 2008 estos valores habían cambiado, teniendo para ese año corresponde a agricultura (95.03%), zona de bosques (3.61%), vegetación arbustiva y herbácea (0.82%), zona antrópica (0.43%) y cuerpos de agua (0.11%).

El cantón Echeandía ha sufrido una disminución notable en sus bosques, posiblemente destinada para uso agropecuario. También encontramos un aumento en la vegetación arbustiva y herbácea, así como los cuerpos de agua han sufrido una ligera disminución, posiblemente esta agua este siendo destinada a riegos. La tabla 4.3 muestra a detalle la información proporcionada.

Tabla 4.4 Variación de cobertura vegetal 2000-2008 en el Cantón Echeandía (GADMCE, 2012)

Detalle	Año 2000		Año 2008		Diferencia	
	Área- hectáreas	%	Área- hectáreas	%	Área- hectáreas	%
Tierra agropecuaria	18472.17	79.60	22052.89	95.03	3580.72	15.43
Vegetación arbustiva y herbácea	0.01	0.00	190.43	0.82	190.42	0.82
Zona Antrópica	90.99	0.39	99.08	0.43	8.09	0.04
Cuerpo de agua	26.33	0.11	26.01	0.11	-0.32	≈0.00
Bosque	4616.63	19.89	837.72	3.61	-3778.91	-16.28
Total	23206.13	100.00	23206.13	100.00		

4.3.7. Recursos naturales degradados

Como resultado de la pérdida de áreas de bosques para darles un uso agropecuario por parte de los habitantes del cantón Echeandía, se han visto afectadas especies vegetales y animales nativas del sector, así como se han introducido especies invasoras, estas especies nativas han ido perdiendo su habitad y en ciertos casos se ha reducido tanto su número que han llegado a estar en peligro de extinción. (GADMCE, 2012a)

Algunas especies vegetales que se han visto afectadas son arboles como: el Quebracha, coquito de montaña, copal, pepón, cabo de hacha, laurel de montaña, guabo, Fernán Sánchez, aguacate, guayaba, sangre de Drago, fruta de pan, entre muchos otros.

Entre las especies de animales que se han visto afectadas por las pérdidas de bosques en el cantón son: Guatusa, guanta, armadillo, ardilla, cusumbo, raposa perezosa, monos, oso hormiguero, perico ligero, palomas de monte, perdices, loros, lechuza, pájaros carpinteros, pavo de monte, pato de agua, tigrillos, entre otros.

Tabla 4.5 Fauna del Recinto Piedra Grande (Gordón, 2019)

Fotografía	Nombre científico	Nombre Común
	Dasyprocta punctata	Guatusa
	Cuniculus paca	Guanta
	Dasyrodontinae	Armadillo
	Sciurus vulgaris	Ardilla

4.4. Tipo de estudio

El ministerio del Ambiente y Agua (MAE) clasifica en cuatro categorías a los proyectos, de acuerdo con el impacto sobre el ambiente. Los proyectos que generan impactos irrelevantes son considerados de categoría uno, por otro lado, los proyectos que generan un alto riesgo o impacto son considerados de categoría cuatro.

Para conocer el tipo de trámite requerido para el tipo de proyecto es necesario consultar en la plataforma del Sistema Único de Información del Ambiente (SUIA). La figura 4.5 nos indica que la actividad a realizarse es de impacto bajo, lo cual estaría considerado en la categoría uno.

Actividad

Su trámite corresponde a un(a) Registro Ambiental

El impacto de su actividad Impacto BAJO

Actividad principal CIU

Actividades de captación de agua de: ríos, lagos, pozos, lluvia etcétera; purificación de agua para su distribución; tratamiento de agua para uso industrial y otros usos; distribución de agua por medio de: tuberías, camiones (tanqueros) u otros medios, a usuarios residenciales, comerciales, industriales y de otro tipo.

¿Su proyecto es financiado por el Banco del Estado? No

¿Es un proyecto para potabilización de agua? Si

Opción seleccionada Proyecto para un caudal menor o igual a 1100 L/s.

Figura 4.5 Actividad e impacto del proyecto (Ministerio del Ambiente Agua y Transición Ecológica, 2022)

Según el simulador de regularización ambiental del Sistema Único de Información Ambiental (SUIA), mediante la información dada del proyecto, indica que este requiere un registro ambiental, mismo que tiene un valor de \$180.00 aproximadamente. Esta información es mejor detallada en la tabla 4.6.

Descripción de la actividad	PROYECTOS DE AGUA POTABLE (CAPTACIÓN, CONDUCCIÓN, POTABILIZACIÓN Y DISTRIBUCIÓN)
Su trámite corresponde a un(a)	REGISTRO AMBIENTAL
Tiempo de emisión	Inmediato.
Costo del trámite	180.0 dólares (Tiene un costo adicional si existe remoción de cobertura vegetal nativa)

Figura 4.6 Licencia ambiental para la construcción de captación del proyecto (Ministerio del Ambiente Agua y Transición Ecológica, 2022)

Como se muestra en la Figura 4.7ste proyecto según las actividades CIU tendrían un código E3600.01.01 que corresponde a actividades de captación de agua de: ríos, lagos, pozos, lluvia; purificación de agua para su distribución; tratamiento de agua para uso industrial y otros usos; distribución de agua por medio de: tuberías, camiones (tanqueros) u otros medios, a usuarios residenciales, comerciales, industriales y de otro tipo.

CONSULTA DE ACTIVIDADES CIU

Estimado operador, puede conocer las actividades CIU disponibles en el módulo Regularización y Control Ambiental

Código	Nombre
	Captación
E3600.01	Actividades de captación de agua de: ríos, lagos, pozos, lluvia etcétera; purificación de agua para su distribución; tratamiento de agua para uso industrial y otros usos; distribución de agua por medio de: tuberías, camiones (tanqueros) u otros medios, a usuarios residenciales, comerciales, industriales y de otro tipo.
E3600.01.01	Actividades de captación de agua de: ríos, lagos, pozos, lluvia etcétera; purificación de agua para su distribución; tratamiento de agua para uso industrial y otros usos; distribución de agua por medio de: tuberías, camiones (tanqueros) u otros medios, a usuarios residenciales, comerciales, industriales y de otro tipo.

Figura 4.7 Tipo de trámite solicitado por el SUIA para la implementación del proyecto (Ministerio del Ambiente Agua y Transición Ecológica, 2022b)

4.5. Certificado de intersección

Mediante el simulador de regularización ambiental se verifica que en el territorio de ejecución del proyecto no se encuentre involucrado ningún área de afectación vegetal o de reserva protegidas como se muestra en la Figura 4.8.

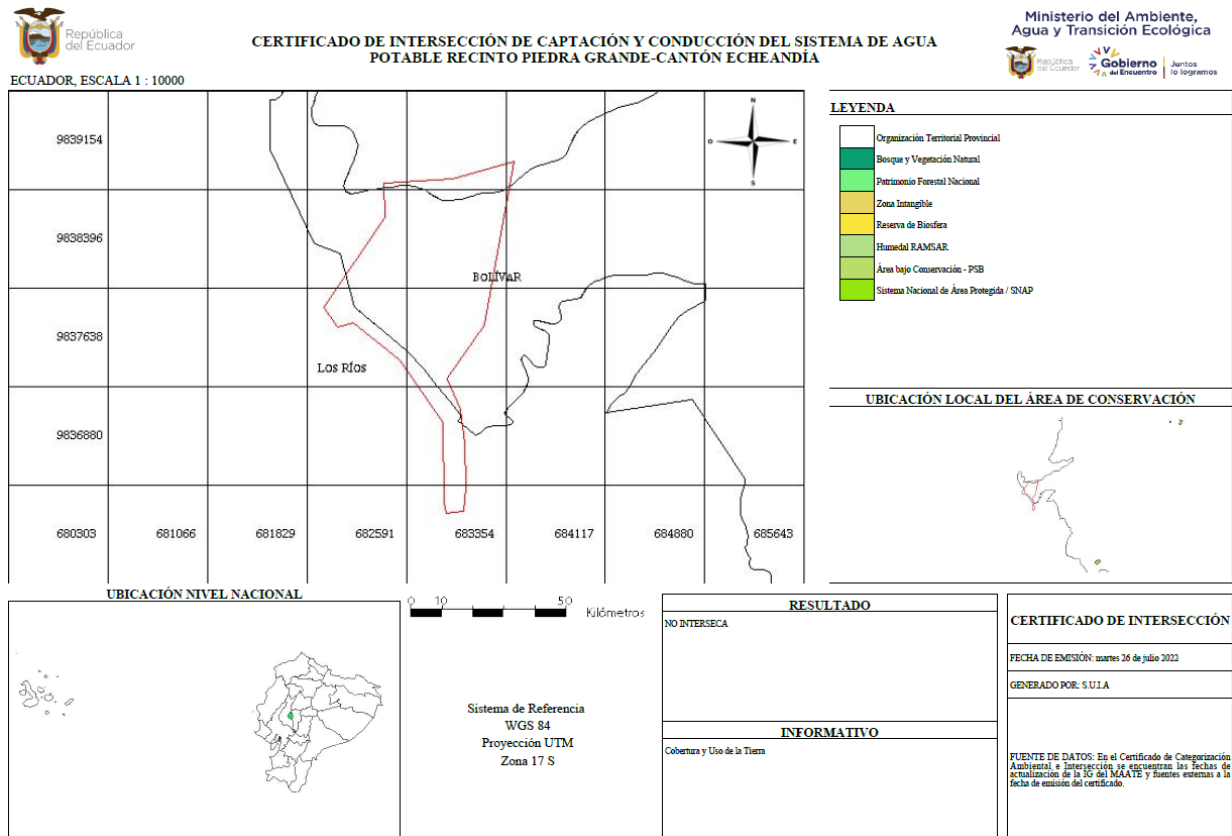


Figura 4.8 Certificado de intersección de proyecto (Ministerio del Ambiente Agua y Transición Ecológica, 2022b)

4.6. Descripción de actividades del proyecto.

La construcción de una línea de captación y conducción de agua para el recinto Piedra Grande puede causar ya sea, directa o indirectamente alteraciones en el entorno ambiental por lo que se decide detallar las actividades que puedan afectar al mismo. Las fases por evaluar serán las de construcción, operación y abandono de la obra.

Tabla 4.6 Actividades para la ejecución de proyecto " Captación y conducción de agua del recinto Piedra Grande. Cantón Echeandía" (Triviño&Collaguazo, 2022)

Fases	Entrada	Actividades	Salida		
	Materia prima, materiales y equipos		líquidos	Solidos	Gaseosos
Constructiva	Servicio de agua, energía eléctrica, internet, uso de baterías sanitarias.	Implementación de campamento de obra	Aguas servidas	Residuos de papel, cartón, plásticos, residuos orgánicos	Material particulado, ruido
	Señalización de precaución y cuidado, paso de maquinaria	Cerramiento de área de trabajo	N/A	Residuos de papel, cartón, plásticos, madera	Material particulado, ruido
	Maquinaria pesada, equipos, combustibles	Movimiento de tierra	Aceites utilizados	Residuos de papel, cartón, plásticos, madera	Material particulado, ruido, gases de combustión
	Maquinaria pesada, equipos, combustibles	Desbroce y limpieza de capa vegetal	Aceites utilizados	Residuos de papel, cartón, plásticos, madera	Material particulado, ruido, gases de combustión
	Equipos, combustibles, señalización vertical, pintura	Señalización horizontal y vertical	Aceites utilizados	Residuos metálicos, plásticos	Material particulado, ruido
	Equipos, materiales menores	Instalación de tuberías de conducción	N/A	Residuos plásticos	N/A
Operativa	Equipos de limpieza, equipos menores.	Limpieza y mantenimiento	Agua con disolventes	Residuos orgánicos, plásticos	N/A
	Equipos de limpieza, equipos menores.	Mantenimiento en tuberías de conducción	Agua con disolventes	Residuos orgánicos, plásticos	N/A
Abandono	Maquinaria pesada, equipos, combustibles	Desalojo de escombros a centros de acopio	Aceites utilizados	Residuos de papel, cartón, plásticos, madera, metálicos	Material particulado, ruido, gases de combustión
	Maquinaria pesada, equipos, combustibles	Limpieza y readecuación de la zona	Aceites utilizados	Residuos de papel, cartón, plásticos, madera, metálicos	Material particulado, ruido
	Maquinaria pesada, equipos, combustibles	Transporte y desmontaje de quipos	N/A	N/A	Gases de combustión, material particulado, ruido

4.7. Medios y aspectos ambientales del proyecto

Los aspectos ambientales se definen de acuerdo con las fases mencionadas en la tabla 4.6. Mientras que los factores que se lograron identificar en la Tabla 4-7 se relacionan con los medios físicos, bióticos, socioeconómicos y culturales.

En la etapa de construcción debido a las actividades de movimiento de tierra el suelo se ve afectado, por otro lado, en la etapa de operación del proyecto, la limpieza, mantenimiento preventivo en tuberías de conducción y desecho de agua utilizada para el consumo humano también altera el suelo. En la etapa final de abandono el suelo se ve alterado por las actividades de desalojo de escombros, y el transporte y desmontaje de equipos.

En cuanto al recurso hídrico se encuentra afectado al inicio en la fase constructiva por la colocación de tuberías, en la etapa de operación y mantenimiento se ve alterado por el desecho de agua utilizada para el consumo humano, para luego verse afectado en la etapa final de abandono por el desalojo de escombros.

Como consideración importante dentro de los factores ambientales es la destrucción del hábitat natural, esto apegados al medio biótico que lo conforma la flora y fauna del recinto. Este factor se presenta en las actividades de la fase constructiva como es la edificación del campamento, preparación del terreno y al transportar los vehículos pesados. Por otro lado, la generación de ruido y polvo se lo considera otro factor a recalcar en la acción movimiento de tierra y transporte de vehículos mismas que son parte de la etapa de construcción del proyecto.

A continuación, se detallan en la tabla 4-7 los factores ambientales elegidos a partir de las acciones generadas.

Tabla 4.7 Factores ambientales correspondiente a las acciones a desarrollarse del proyecto "Captación y conducción de agua del recinto Piedra Grande. Cantón Echeandía" (Triviño&Collaguazo, 2022)

Medios	Factores ambientales	Aspectos ambientales
físico	Aire	- Generación de gases combustibles, incremento de CO2 en la atmósfera - Incremento en niveles de ruido del sector, puede afectar a la fauna nativa. - Incremento de material particulado en el aire por motivo de movimiento de tierra.
	Agua	- Posible contaminación de vertiente "El Roncador" y río "Naranjo Agrio"
	Suelo	-Movimiento de tierra, alteraría la topografía natural del sector. -Contaminación por líquidos con contenido de grasa, aceites, combustible, plásticos, entre otros.
biótico	Flora terrestre	-Afectación por material particulado, gases combustibles, incremento de CO2
	Fauna terrestre	-Actividades constructivas pueden alterar la fauna nativa del sector
	Fauna marina	- Posible contaminación de vertiente "El Roncador" y río "Naranjo Agrio" -Afectación al caudal natural de vertiente "El Roncador".
Socioeconómico	Empleo	-Generación de plazas de empleo para habitantes del sector.
	Salud	-Mejora la calidad de vida de los habitantes del sector al mejorar la calidad del agua. -Disminución de riesgo de enfermedades

4.8. Identificación de impactos ambientales

A partir del análisis e identificación de actividades valoradas, obtenemos que el movimiento y alteración del suelo es un factor que se destaca, debido a que la línea de conducción debe estar enterrada, de esta forma también se ve afectadas ciertas zonas de capa vegetal nativa. La construcción, operación y abandono del proyecto repercute en la afectación del recurso hídrico, así como la alteración del suelo propio del sector.

La tabla 4.8 muestra el impacto de cada acción en cada fase del proyecto.

**Tabla 4.8 Impacto ambiental de las acciones ejecutarse en el proyecto por cada fase
(Triviño&Collaguazo, 2022)**

Fase	Acción	Impacto Ambiental
Construcción	Construcción de campamento (Instalación de oficinas, bodegas, equipo sanitario, entre otros.)	<ul style="list-style-type: none"> • Afectan el habita natural del sector.
	Movimiento de tierra	<ul style="list-style-type: none"> • Generación de ruido y partículas de polvo. • Alteración del hábitat de especies nativas.
	Preparación del terreno	<ul style="list-style-type: none"> • Tala de árboles. • Afecta paisaje del sector. • Remoción de cobertura vegetal.
	Transporte de vehículos pesados	<ul style="list-style-type: none"> • Generación de ruido y partículas de polvo. • Liberación de gases contaminantes de vehículos hacia el ambiente.
Operación	Limpieza y mantenimiento de cada fase del sistema	<ul style="list-style-type: none"> • Alteración de recurso hídrico. • Generación de aguas residuales. • Generación de solidos sedimentarios.
	Mantenimiento preventivo en tuberías de conducción	<ul style="list-style-type: none"> • Generación de sedimentos. • Alteración del recurso hídrico.
	Desecho de agua utilizada para el consumo humano	<ul style="list-style-type: none"> • Generación de aguas residuales por habitantes.
Abandono	Desalojo de escombros	<ul style="list-style-type: none"> • Contaminación del suelo. • Alteración del recurso hídrico.
	Transporte y desmontaje de equipos	<ul style="list-style-type: none"> • Contaminación del suelo por desechos.

4.9. Valoración de Impactos Ambientales.

Se realizará una evaluación cuantitativa de los impactos producidos por cada actividad que genere el proyecto. Para esto se evalúa mediante 7 variables las cuales son Signo, Intensidad (I), Extensión (E), Duración (D), Magnitud (M), Reversibilidad (RV) y Riesgo. En la table 4.9 se puede observar los criterios de valoración de impacto tomados para este proyecto.

Para la variable de intensidad, el valor numérico varía de 0 a 3 dependiendo del grado de cambio sufrido donde 3 es un valor indicativo de mayor impacto y 0 para indicar que no existe impacto alguno.

En el criterio de extensión califica desde los impactos regionales hasta los impactos puntuales en el sitio del proyecto.

Duración se cuantifica para impactos de largo plazo (más de 10 años), mediano plazo (de 5 a 10 años) e impactos a corto plazo (menos de 5 años) y para los impactos que tengan ninguna duración se los califica con 0.

El siguiente criterio de la escala es el signo, donde un signo negativo implica un impacto adverso, mientras que por otro lado un signo positivo indica un impacto que beneficia, si se desea expresar que no hay impacto producido se deja un espacio en blanco.

El riesgo indica que tan alta es la ocurrencia de un impacto siendo 3 el indicativo de una probabilidad de ocurrencia alta, mayor al 50%; mientras que 1 es para impactos con probabilidad de ocurrencia baja.

La significancia de los impactos está ligada al índice de impacto ambiental, este último se representa como VIA, donde este índice varía entre valores de 0 para expresar un índice nulo o un valor 2 y 3 donde se indica que el índice es un valor alto.

Tabla 4.9 Escala de valoración cualitativa (Triviño&Collaguazo, 2022)

Criterios	Clases de impactos
Intensidad (I)	3=Mayor Impacto 2= Muy bajo impacto 1= Impacto leve o imperceptible 0=Impactos Inexistente.
Extensión (E)	3= Impactos regionales 2= Impactos locales 1= Impactos puntuales 0= Impactos Inexistentes
Duración (D)	3 = Impactos Largo plazo (+10 años) 2= Impactos mediano plazo (5-10 años) 1= Impactos corto plazo (-5años) 0 = Impactos ninguna duración
Signo	-1 Impacto adverso +1 Impacto benéfico 0 = No hay impacto producido
Riesgo	3 = Probabilidad de ocurrencia alta (+50%) 2= Probabilidad media (10%--50%) 1=Probabilidad ocurrencia baja (-10%) 0= Impactos sin ocurrencia
Significancia	VIA =0: Neutro 0 < VIA ≤ 1: Bajo 0 < VIA ≤ 2: Medio 0 < VIA ≤ 3: Alto
Reversibilidad (RV)	3= Impactos irrecuperables. 2.5= Impactos recuperables a largo plazo (+20años) 2= Impactos parcialmente reversibles 1= Impactos altamente reversibles 0= Impactos neutros

4.9.1. Matrices de valoración de Impacto Ambiental.

En este apartado se muestran las Tablas desde la 4-10 a la tabla 4-12 donde se encuentran valores establecidos para las variables usadas en el cálculo del índice de Impacto Ambiental. En la Tabla 4.11 se muestra la matriz de índice de Impacto Ambiental (VIA) donde se indica el índice total el cual fue obtenido del a suma de las acciones ambientales potenciales.

De la matriz de Magnitudes de impacto ambiental se obtuvo que, existen impactos negativos y positivos donde se observa el impacto más representativo a la generación de empleo y la calidad de vida de la población.

Tabla 4.10 Matriz de magnitudes de impacto de proyecto " Captación y conducción de agua del recinto Piedra Grande. Cantón Echeandía" (Triviño&Collaguazo, 2022)

ACTIVIDADES - ACCIONES		COMPONENTES AMBIENTALES		MATRIZ DE MAGNITUDES DE IMPACTO (M)										
				AIRE		AGUA	SUELO			FLORA	FAUNA		SOCIAL	
				Calidad de Aire / Emisiones	Niveles de Ruido y Vibraciones	Calidad agua superficial/subterránea	Erosión / erodabilidad	Afectación de hábitats	Calidad de suelo por presencia de desechos	Flora Terrestre	Fauna terrestre	Fauna marina	Generación de Empleo	Calidad de vida de Población
Constructiva	Implementación de campamento de obra.	0.0	0.0	0.0	-0.4	-0.6	-1.4	-1.4	-1.4	0.0	2.2	1.4		
	Cerramiento del área de trabajo	0.0	-1.0	-0.8	-0.4	-1.0	-2.2	0.0	-1.8	-0.4	2.4	1.6		
	Movimiento de tierra	0.0	-0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.4	1.4		
	Desbroce y limpieza de capa vegetal	0.0	0.0	-2.0	0.0	-1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.4	1.4		
	Señalización horizontal y vertical	0.0	0.0	-2.0	0.0	-0.6	0.0	0.0	-1.0	-1.4	1.0	1.2		
	Instalación de tuberías de conducción	0.0	-1.4	0.0	-0.8	-1.4	-1.0	-1.4	-1.4	-0.4	2.2	1.4		
Operativa	Limpieza y mantenimiento	0.0	0.0	-1.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	1.4		
	Mantenimiento en tuberías de conducción	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	1.4		
Abandono	Desalojo de escombros a centros de acopio	0.0	-1.4	0.0	0.0	0.0	-1.4	0.0	0.0	0.0	2.4	1.8		
	Limpieza y readecuación de la zona	0.0	-0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6	1.2		
	Transporte y desmontaje de equipos	-0.4	-1.4	0.0	0.0	-1.8	0.0	0.0	-0.6	-0.4	1.4	0.4		

La matriz de índices (VIA) forma parte de la última fase de la evaluación de impacto ambiental y consiste en transformar los impactos que se ha tomado en consideración en las demás variables, en unidades que sean medibles de esta manera permite comparar variis alternativas diferentes. Y con la ayuda de estos índices se puede establecer la significancia del impacto ambiental.

Se puede notar que para la generación de empleos y calidad de vida de la población los índices de impacto ambiental los resultados son significativos mientras que para el resto de las características en su mayoría adoptan el valor de 0 como se muestra en la Tabla 4.11

Tabla 4.11 Matriz de Índice de Impacto Ambiental de proyecto " Captación y conducción de agua del recinto Piedra Grande. Cantón Echeandía" (Triviño&Collaguazo, 2022)

MATRIZ DE INDICE DE IMPACTO AMBIENTAL (VIA)												
ACTIVIDADES – ACCIONES		AIRE		AGUA	SUELO			FLORA	FAUNA		SOCIAL	
		Calidad de Aire / Emisiones	Niveles de Ruido y Vibraciones	Calidad agua superficial/subterránea	Erosión / erodabilidad	Afectación de hábitats	Calidad de suelo por presencia de desechos	Flora Terrestre	Fauna terrestre	Fauna marina	Generación de Empleo	Calidad de vida de Población
Constructiva	Implementación de campamento de obra.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.1	0.0	0.0	0.0	1.4	1.1
	Cerramiento del área de trabajo	0.0	1.0	0.9	0.7	1.0	1.4	0.0	0.0	0.0	1.7	1.2
	Movimiento de tierra	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.1
	Desbroce y limpieza de capa vegetal	0.0	0.0	1.3	0.0	1.2	0.0	0.0	0.0	0.0	1.4	1.7
	Señalización horizontal y vertical	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Instalación de tuberías de conducción	0.0	0.0	0.0	0.9	1.1	1.0	0.0	0.0	0.0	1.4	1.1
Operativa	Limpieza y mantenimiento	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.3	1.9
	Mantenimiento en tuberías de conducción	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Abandono	Desalojo de escombros a centros de acopio	0.0	1.1	0.0	0.0	0.0	1.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Limpieza y readecuación de la zona	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8	1.3
	Transporte y desmontaje de equipos	0.9	1.1	0.0	0.0	1.3	0.0	0.0	0.8	0.7	1.1	0.7

Luego, la matriz de significancia muestra el grado de afectación que tendrán las distintas actividades del proyecto como se puede observar en la Tabla 4.12 en su mayoría no tenemos afectaciones altas. Esta medición se obtiene de los índices de impacto ambiental, en donde para índices con valores menores o iguales a 2 se obtiene una significancia media.

Tabla 4.12 Matriz de significancia del impacto ambiental de proyecto " Captación y conducción de agua del recinto Piedra Grande. Cantón Echeandía" (Triviño&Collaguazo, 2022)

SIGNIFICANCIA DEL IMPACTO AMBIENTAL												
ACTIVIDADES COMPONENTES \ ACCIONES AMBIENTALES		AIRE		AGUA	SUELO			FLORA	FAUNA		SOCIAL	
		Calidad de Aire / Emisiones	Niveles de Ruido y Vibraciones	Calidad agua superficial/subterránea	Erosión / erodabilidad	Afectación de hábitats	Calidad de suelo por presencia de desechos	Flora Terrestre	Fauna terrestre	Fauna marina	Generación de Empleo	Calidad de vida de Población
Constructiva	Implementación de campamento de obra.	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro	medio	neutro	neutro	neutro	medio	medio
	Cerramiento del área de trabajo	neutro	bajo	bajo	bajo	bajo	medio	neutro	neutro	neutro	medio	medio
	Movimiento de tierra	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro	medio
	Desbroce y limpieza de capa vegetal	neutro	neutro	medio	neutro	medio	neutro	neutro	neutro	neutro	medio	medio
	Señalización horizontal y vertical	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro
	Instalación de tuberías de conducción	neutro	neutro	neutro	bajo	medio	bajo	neutro	neutro	neutro	medio	medio
Operativa	Limpieza y mantenimiento	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro	medio	medio
	Mantenimiento en tuberías de conducción	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro
Abandono	Desalojo de escombros a centros de acopio	neutro	medio	neutro	neutro	neutro	medio	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro
	Limpieza y readecuación de la zona	neutro	medio	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro	neutro	bajo	medio
	Transporte y desmontaje de equipos	bajo	medio	neutro	neutro	medio	neutro	neutro	bajo	bajo	medio	bajo

Tabla 4.13 Matriz de evaluación de impactos ambientales (Triviño&Collaguazo, 2022)

MATRIZ DE EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES																									
ACTIVIDADES COMPONENTES / ACCIONES AMBIENTALES		AIRE				AGUA		SUELO						FLORA		FAUNA				SOCIAL				Sumatoria de los VIA	
		Calidad de Aire / Emisiones		Niveles de Ruido y Vibraciones		Calidad de agua superficial		Erosión / erodabilidad		Afectación de hábitats		Calidad de suelo por presencia de desechos		Flora Terrestre		Fauna Terrestre		Fauna Acuática		Generación de Empleo		Calidad de vida de Población			
		M	VIA	M	VIA	M	VIA	M	VIA	M	VIA	M	VIA	M	VIA	M	VIA	M	VIA	M	VIA	M	VIA		
Constructiva	Implementación de campamento de obra.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.4	0.0	-0.6	0.0	-1.4	1.1	-1.4	0.0	-1.4	0.0	0.0	0.0	2.2	1.4	1.4	1.1	3.7	
	Cerramiento del área de trabajo	0.0	0.0	-1.0	1.0	-0.8	0.9	-0.4	0.7	-1.0	1.0	-2.2	1.4	0.0	0.0	-1.8	0.0	-0.4	0.0	2.4	1.7	1.6	1.2	7.9	
	Movimiento de tierra	0.0	0.0	-0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.4	0.0	1.4	1.1	1.1	
	Desbroce y limpieza de capa vegetal	0.0	0.0	0.0	0.0	-2.0	1.3	0.0	0.0	-1.0	1.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.4	1.4	1.4	1.7	5.7	
	Señalización horizontal y vertical	0.0	0.0	0.0	0.0	-2.0	0.0	0.0	0.0	-0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-1.0	0.0	-1.4	0.0	1.0	0.0	1.2	0.0	0.0	
	Instalación de tuberías de conducción	0.0	0.0	-1.4	0.0	0.0	0.0	-0.8	0.9	-1.4	1.1	-1.0	1.0	-1.4	0.0	-1.4	0.0	-0.4	0.0	2.2	1.4	1.4	1.1	5.6	
Operativa	Limpieza y mantenimiento	0.0	0.0	0.0	0.0	-1.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	1.3	1.4	1.9	3.2		
	Mantenimiento en tuberías de conducción	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	1.4	0.0	0.0		
Abandono	Desalojo de escombros a centros de acopio	0.0	0.0	-1.4	1.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-1.4	1.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.4	0.0	1.8	0.0	2.9		
	Limpieza y readecuación de la zona	0.0	0.0	-0.6	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6	0.8	1.2	1.3	3.1		
	Transporte y desmontaje de equipos	0.4	0.9	-1.4	1.1	0.0	0.0	0.0	0.0	-1.8	1.3	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.6	0.8	-0.4	0.7	1.4	1.1	0.4	0.7	6.6	
																									40
Evaluación	Sum. de los Índices de Impacto Ambiental (VIA)	0.9		4.3		2.2		1.6		4.6		5.2		0.0		0.8		0.7		9.2		10.2		40	
	No. Impactos Positivos	0.0		0.0		0.0		0.0		0.0		0.0		0.0		0.0		0.0		11.0		11		OK	
	No. Impactos Negativos	1.0		6.0		4.0		3.0		6.0		4.0		2.0		5.0		4.0		0.0		0			

En la tabla 4.33 se observa los resultados de la evaluación de impacto ambiental, obteniendo un valor de 40 en el valor de impacto ambiental, siendo este de bajo impacto.

Se observa que los mayores impactos recaen en los niveles de ruido y vibraciones, así como en la afectación de los hábitats naturales, estando estos empatados.

Así también se puede apreciar que la fauna terrestre es más afectada que la fauna acuática, en parte debido a las labores de mitigación propuestas.

4.10. Medidas de prevención/ mitigación

Conforme a lo definido respecto a los impactos producidos y sus valoraciones, se proponen las siguientes medidas de prevención y mitigación para cada impacto, con la finalidad de prevenir, minimizar o corregir los posibles impactos ambientales producidos por las actividades a desarrollarse en las diferentes fases constructivas.

Tabla 4.14 Medidas de prevención/mitigación de impactos ambientales de proyecto "
Captación y conducción de agua del recinto Piedra Grande. Cantón Echeandía"
(Triviño&Collaguazo, 2022)

Impacto Ambiental	Medidas de prevención o mitigación
Instalación de oficinas, bodegas, equipo sanitario, entre otros.	Delimitación de la zona de campamento como medida de protección de suelo, fauna y vegetación.
	Reforestación del entorno.
Desalojo de material no apto.	Exigencia de las normas de desalojo de materiales.
Generación de ruido y partículas de polvo.	Uso de barreras acústicas.
	Continuo riego de vía lastrada para mitigar el levantamiento de partículas de polvo.
	Control de velocidad de vehículos y maquinaria de obra.
Manejo de maquinaria pesada altera el habita de especies nativas.	Registros mensuales de fichas de calibración y mantenimiento de maquinarias y equipos.
	Programa para protección de especies.
	Control de velocidad de vehículos y maquinaria de obra.
Tala de árboles.	Restauración de la zona mayormente afectada.
	Control y cuidado de zona de bosque
Afecta paisaje del sector.	Restauración de la zona mayormente afectada.
Remoción de cobertura vegetal.	Retiro y acopio adecuado con montículos de alturas menores a 3m de la tierra cubierta de vegetal para su posterior aprovechamiento.
	Control de los procesos de movimiento de tierra.
Liberación de gases contaminantes de vehículos hacia el ambiente.	Registros mensuales de fichas de calibración y mantenimiento de maquinarias y equipos.
	Inspecciones reglamentarias como controles de gases de combustión a cada maquinaria usada en obra.
Alteración de recurso hídrico.	Control del desalojo de material sobrante.
Generación de aguas residuales.	Implementación de plan de manejo sanitario de aguas residuales

Generación de sólidos sedimentarios.	Implementación de plan de manejo de residuos sólidos sedimentarios bajo normativa.
Desalojo de desechos en basureros, vertederos, rellenos sanitarios.	Selección adecuada del lugar de disposición final bajo normas que no alteren la vida útil de la misma.
Contaminación del suelo por desechos.	Implementación de recipientes adecuado para cada tipo de material localizados estratégicamente
Abandono de equipos usados.	Disposición para reciclaje de equipos, maquinarias e instrumentos.

4.11. Conclusiones

- Se determinó mediante el Registro en el Sistema Único de Información Ambiental (SUIA) que el proyecto requiere un registro ambiental, además de ser de bajo impacto ambiental.
- Se identificaron las siguientes actividades que generan mayor impacto ambiental, tanto positivo: generación de empleo y calidad de vida de población con un total de números de impactos positivos de 11. Lo que quiere decir que para cada actividad se van a realizar tareas en donde intervenga la mano de obra de la comunidad. En cuanto al número de impactos negativos los más relevantes con un valor mayor o igual a 5 fueron Niveles de ruido y vibraciones, afectaciones de hábitats, fauna terrestre, que demuestran que aunque sea mínimo el impacto, la acumulación de ellos puede ser significativa.
- Se cuantificó los impactos ambientales a través de las matrices, de magnitud de impacto, índice de impacto ambiental (VIA), significancia del impacto ambiental, matriz de evaluación de impacto ambientales donde esta última determinó el total de sumatoria de los VIA dando como resultado 40. Lo cual indica que este proyecto es de bajo impacto ambiental.
- Se proponen las correspondientes medidas de prevención y mitigación acorde a cada actividad que genere un impacto en los diversos medios, para las actividades con mayor impacto como generación de ruido y partícuuls de polvo se logra el uso de barreras acústicas; otra actividad es la tala de árboles,

misma que se tomó como prevención una restauración de la zona mayormente afectada.

4.12. Formulario Ambiental

FORMULARIO DE REGISTRO AMBIENTAL

TRAMITE(suia)	Certificado Ambiental		
FECHA	17/8/2022		
PROPONENTE	Álvaro Collaguazo y Víctor Triviño		
ENTE RESPONSABLE	Escuela Superior Politécnica del Litoral		
Registro Ambiental 1. Información del proyecto 2. Datos generales 3. Marco legal referencial 4. Descripción del proceso 5. Descripción del área de implantación 6. Principales impactos ambientales 7. Plan de manejo ambiental (PMA) 8. Inventario forestal 9. Finalización	1. INFORMACIÓN DEL PROYECTO		
	1.1 PROYECTO, OBRA O ACTIVIDAD (Fases y nombre proyecto)		
	Captación y conducción de Agua Potable del recinto Piedra Grande		
	1.2 ACTIVIDAD ECONÓMICA (Según Catálogo de proyecto, obra o actividad)		
	Código de catálogo	Actividades de captación de agua de ríos, lagos, pozos lluvia etcétera; purificación de agua para su distribución; tratamiento de agua para uso industrial y otros usos; distribución de agua por medio de tuberías, camiones (tanqueros) u otros medios, a usuarios residenciales, comerciales, industriales y otro tipo.	
	E3600.01.01		
	1.3 RESUMEN DEL PROYECTO, OBRA O ACTIVIDAD (Según Catálogo de proyecto, obra o actividad)		
	El sistema de captación y conducción del recinto Piedra Grande tiene más de 30 años de vida útil, adicional las personas que habitan el recinto carecen de buen servicio de agua ya que al existir deterioro en la captación y parte de la tubería, existe infiltración de residuos externos. Esta obra se enfoca en el diseño de una nueva red de conducción y de una nueva estructura de captación que cumpla con los requerimientos de la población.		
	2. DATOS GENERALES		
	SISTEMA DE COORDENADAS (WGS-84)		
ESTE (X)	NORTE (Y)	ALTITUD (msnm)	
682723.08	9838243.34	219-170	
682827.726	9838096.16		
682947.715	9838127.7		
683304.749	9837843.25		
683637.072	9837358.13		
683641.609	9836660.89		
683656.913	9836674.5		
683795.389	9836864.41		
ESTADO DEL PROYECTO, OBRA O ACTIVIDAD (FASE)			
<input checked="" type="checkbox"/>	Construcción		
<input checked="" type="checkbox"/>	Rehabilitación y/o Ampliación		
<input type="checkbox"/>	Operación y mantenimiento		
<input type="checkbox"/>	Cierre y Abandono		
DIRECCION DEL PROYECTO, OBRA O ACTIVIDAD			
Recinto Piedra Grande Echeandía-Bolívar-Ecuador			
PROVINCIA	CANTON	PARROQUIA	
Bolívar	Echeandía		
TIPO DE ZONA			
Urbana	<input type="checkbox"/>		
Rural	<input checked="" type="checkbox"/>		

Registro Ambiental 1. Información del proyecto 2. <u>Datos generales</u> 3. Marco legal referencial 4. Descripción del proceso	DATOS DEL PROMOTOR						
	NOMBRE						
	Ing. Alberto Gordillo						
	CORREO ELECTRONICO DEL PROMOTOR			TELEFONO/CELULAR			
albertogordillo-9@hotmail.com			989934942				
DOMICILIO DEL PROMOTOR							
Recinto Piedra Grande Echeandía-Bolívar-Ecuador							
CARACTERISTICAS DE LA ZONA							
5. Descripción del área de implantación 6. Principales impactos ambientales 7. Plan de manejo ambiental (PMA) 8. Inventario forestal 9. Finalización	Infraestructura						
	:						
	Industrial						
	Otros: Saneamiento (Desechos sólidos)						
	<input checked="" type="checkbox"/>						
	DESCRIPCION DE LA ZONA						
	Área del proyecto (m²) 2074.975 Área de implantación (m²) 1643130.2						
	Agua potable		SI	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	Consumo de agua por mes (m³)	12
	Energía eléctrica		SI	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	Consumo energía eléctrica por mes (KW/h)	---
Acceso vehicular		SI	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	tipo de vías: Vías Principales	<input checked="" type="checkbox"/>	
Alcantarillado		SI	<input checked="" type="checkbox"/>	NO		Vías Secundarias	<input checked="" type="checkbox"/>
SITUACION DEL PREDIO							
Alquiler							
Concesionadas							
<input checked="" type="checkbox"/> Propia							
Otros							
3. MARCO LEGAL REFERENCIAL							
Usted deberá ajustarse al siguiente marco legal							
NORMATIVAS							
Constitución de la República del Ecuador							
Art. 14.- Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, sumak kawsay. Se declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados.							
Art. 66.- Se reconoce y garantizará a las personas: 27. El derecho a vivir en un ambiente sano, ecológicamente equilibrado, libre de contaminación y en armonía con la naturaleza.							
Art. 276.- El régimen de desarrollo tendrá los siguientes objetivos: 4. Recuperar y conservar la naturaleza y mantener un ambiente sano y sustentable que garantice a las personas y colectividades el acceso equitativo, permanente y de calidad al agua, aire y suelo, y a los beneficios de los recursos del subsuelo y del patrimonio natural							
Ley de Gestión Ambiental							
Art. 19.- Las obras públicas, privadas o mixtas, y los proyectos de inversión públicos o privados que puedan causar impactos ambientales, serán calificados previamente a su ejecución, por los organismos descentralizados de control, conforme el Sistema Único de Manejo Ambiental, cuyo principio rector será el precautelatorio.							
Art. 20.- Para el inicio de toda actividad que suponga riesgo ambiental se deberá contar con la licencia respectiva, otorgada por el Ministerio del ramo							
Ley de Fomento y Desarrollo Agropecuario							
Registro Ambiental 1. Información del proyecto 2. Datos generales 3. <u>Marco legal referencial</u> 4. Descripción del proceso 5. Descripción del área de implantación 6. Principales impactos ambientales 7. Plan de manejo ambiental (PMA) 8. Inventario forestal 9. Finalización	3. MARCO LEGAL REFERENCIAL						
	Usted deberá ajustarse al siguiente marco legal						
	NORMATIVAS						
	Constitución de la República del Ecuador						
	Art. 14.- Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, sumak kawsay. Se declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados.						
	Art. 66.- Se reconoce y garantizará a las personas: 27. El derecho a vivir en un ambiente sano, ecológicamente equilibrado, libre de contaminación y en armonía con la naturaleza.						
	Art. 276.- El régimen de desarrollo tendrá los siguientes objetivos: 4. Recuperar y conservar la naturaleza y mantener un ambiente sano y sustentable que garantice a las personas y colectividades el acceso equitativo, permanente y de calidad al agua, aire y suelo, y a los beneficios de los recursos del subsuelo y del patrimonio natural						
	Ley de Gestión Ambiental						
	Art. 19.- Las obras públicas, privadas o mixtas, y los proyectos de inversión públicos o privados que puedan causar impactos ambientales, serán calificados previamente a su ejecución, por los organismos descentralizados de control, conforme el Sistema Único de Manejo Ambiental, cuyo principio rector será el precautelatorio.						
Art. 20.- Para el inicio de toda actividad que suponga riesgo ambiental se deberá contar con la licencia respectiva, otorgada por el Ministerio del ramo							
Ley de Fomento y Desarrollo Agropecuario							

Art. ...- Los centros agrícolas, cámaras de agricultura y organizaciones campesinas sujetas de crédito del Banco Nacional de Fomento y las empresas importadoras de maquinaria, equipos, herramientas e implementos de uso agropecuario, nuevos de fábrica, podrán también importar dichos bienes reconstruidos o repotenciados, que no se fabriquen en el país, dotados de los elementos necesarios para prevenir la contaminación del medio ambiente, previa autorización del Ministerio de Agricultura y Ganadería, con la obligación de mantener una adecuada provisión y existencia de repuestos para estos equipos, así como del suministro de servicios técnicos de mantenimiento y reparación durante todo el período de vida útil de estos bienes, reconociéndose como máximo para el efecto, el período de diez años desde la fecha de la importación. El Ministerio de Agricultura y Ganadería sancionará a las empresas importadoras de equipos reconstruidos o repotenciados, que no suministren inmediatamente los repuestos o servicios, con una multa de mil a cinco mil dólares de los Estados Unidos de Norteamérica y, dichas empresas quedarán obligadas a indemnizar al comprador tanto por daño emergente como por lucro cesante, por todo el tiempo que la maquinaria o equipos estuvieren paralizados por falta de repuestos o servicios de reparación

Acuerdo Ministerial 134

Mediante Acuerdo Ministerial 134 publicado en el Suplemento del Registro Oficial No. 812 de 18 de octubre de 2012, se reforma el Acuerdo Ministerial No. 076, publicado en Registro Oficial Segundo Suplemento No. 766 de 14 de agosto de 2012, se expidió la Reforma al artículo 96 del Libro III y artículo 17 del Libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente, expedido mediante Decreto Ejecutivo No. 3516 de Registro Oficial Edición Especial No. 2 de 31 de marzo de 2003; Acuerdo Ministerial No. 041, publicado en el Registro Oficial No. 401 de 18 de agosto de 2004; Acuerdo Ministerial No. 139, publicado en el Registro Oficial Suplemento No. 164 de 5 de abril de 2010, con el cual se agrega el Inventario de Recursos Forestales como un capítulo del Estudio de Impacto Ambiental

Reglamento de Seguridad para la Construcción y Obras Públicas

Art. 150.- Los constructores y contratistas respetarán las ordenanzas municipales y la legislación ambiental del país, adoptarán como principio la minimización de residuos en la ejecución de la obra. Entran dentro del alcance de este apartado todos los residuos (en estado líquido, sólido o gaseoso) que genere la propia actividad de la obra y que en algún momento de su existencia pueden representar un riesgo para la seguridad y salud de los trabajadores o del medio ambiente.

Art. 151.- Los constructores y contratistas son los responsables de la disposición e implantación de un plan de gestión de los residuos generados en la obra o centro de trabajo que garantice el cumplimiento legislativo y normativo vigente

Acuerdo Ministerial No. 061

Art. 262 "De los Informes Ambientales de Cumplimiento.- Las actividades regularizadas mediante un Registro Ambiental serán controladas mediante un Informe Ambiental de Cumplimiento, inspecciones, monitoreos y demás establecidos por la Autoridad Ambiental Competente.

Estos Informes, deberán evaluar el cumplimiento de lo establecido en la normativa ambiental, plan de manejo ambiental, condicionantes establecidas en el permiso ambiental respectivo y otros que la autoridad ambiental lo establezca. De ser el caso el informe ambiental contendrá un Plan de Acción que contemple medidas correctivas y/o de rehabilitación.

Art. 263 De la periodicidad y revisión.- Sin perjuicio que la Autoridad Ambiental Competente pueda disponer que se presente un Informe Ambiental de Cumplimiento en cualquier momento en función del nivel de impacto y riesgo de la actividad, una vez cumplido el año de otorgado el registro ambiental a las actividades, se deberá presentar el primer informe ambiental de cumplimiento; y en lo posterior cada dos (2) años contados a partir de la presentación del primer informe de Cumplimiento.

Reglamento para Funcionamiento de Aeropuertos en Ecuador

Ordenanza que Regula la Aplicación del Subsistema de Manejo Ambiental, Control y

Seguimiento Ambiental en el cantón Guayaquil

Marcos Regulatorio Ambiental del Sector Agua y Saneamiento.

He leído y comprendo las Normativas

Registro Ambiental

4. DESCRIPCIÓN DE PROCESOS – FASES

MATERIALES, INSUMOS, EQUIPOS	ACTIVIDAD	IMPACTOS POTENCIALES
Maquinaria: Pala, retroexcavadora, volqueta,	1. Implementación de campamento de obra.	Movimiento de tierra, alteraría la topografía

<p>1. Información del proyecto</p> <p>2. Datos generales</p> <hr/> <p>3. Marco legal referencial</p> <p>4. Descripción del proceso</p> <p>5. Descripción del área de implantación</p> <p>6. Principales impactos ambientales</p> <p>7. Plan de manejo ambiental (PMA)</p> <p>8. Inventario forestal</p> <p>9. Finalización</p>	<p>apisonador, herramientas menores.</p> <p>Insumos: Combustibles (Gasolineras)</p> <p>Equipos: Estación total, regla, estaca.</p>	<p>2. Cerramiento de área de trabajo. 3. Movimiento de tierra. 4. Desbroce y limpieza de capa vegetal. 5. Señalización horizontal y vertical 6. Instalación de tubería de conducción</p>	<p>natural del sector. Contaminación por líquidos con contenido de grasa, aceites, combustible, plásticos, entre otros.- Generación de gases combustibles, incremento de CO2 en la atmosfera</p> <p>- Incremento en niveles de ruido del sector, puede afectar a la fauna nativa.</p> <p>- Incremento de material particulado en el aire por motivo de movimiento de tierra.</p>
<p>Registro Ambiental</p> <p>10. Información del proyecto</p> <p>11. Datos generales</p> <p>12. Marco legal referencial</p> <p>13. Descripción del proceso</p> <p>14. Descripción del área de implantación</p> <p>15. Principales impactos ambientales</p> <p>16. Plan de manejo ambiental (PMA)</p>	<p>5. DESCRIPCION DEL AREA DE IMPLANTACION</p>		
<p>CLIMA</p>			
<p><input type="checkbox"/> Cálido - húmedo</p>			
<p>Clima <input type="checkbox"/></p>			
<p><input type="checkbox"/> Cálido - seco</p>			
<p>Tipo de Suelo</p>			
<p>Arcilloso <input type="checkbox"/> Arenosos <input checked="" type="checkbox"/> Rocosos <input checked="" type="checkbox"/></p>			
<p>17. Inventario forestal</p> <p>18. Finalización</p>	<p>Tipo de suelo <input type="checkbox"/> Franços <input type="checkbox"/> Saturados <input type="checkbox"/> Rocosos <input type="checkbox"/> Otros <input type="checkbox"/></p>		
<p>Pendiente del Suelo</p>			
<p>Pendiente del suelo <input type="checkbox"/> Llano (pendiente menor al 30%) <input type="checkbox"/> Montañoso (terreno quebrado) <input type="checkbox"/> Ondulado (pendiente mayor al 30%) <input type="checkbox"/></p>			

Registro Ambiental 1. Información del proyecto 2. Datos generales 3. Marco legal referencial 4. Descripción del proceso de implantación 5. Descripción del área de implantación 6. Principales impactos ambientales 7. Plan de manejo ambiental (PMA) 8. Inventario forestal 9. Finalización	Demografía (población más cercana) <input type="checkbox"/> Entre 0 y 1.000 hbts. <input type="checkbox"/> Entre 1.001 y 10.000 hbts. <input type="checkbox"/> Entre 10.001 y 100.000 hbts. <input type="checkbox"/> Más de 100.000 hbts.
	Abastecimiento de agua población <input type="checkbox"/> Agua lluvia <input type="checkbox"/> Agua potable <input type="checkbox"/> Conexión domiciliaria <input type="checkbox"/> Cuerpo de aguas superficiales <input type="checkbox"/> Grifo publico <input type="checkbox"/> Pozo profundo <input type="checkbox"/> Tanquero
	Evacuación de aguas servidas población <input type="checkbox"/> Alcantarillado <input type="checkbox"/> Cuerpos de aguas superficiales <input type="checkbox"/> Fosa séptica <input type="checkbox"/> Letrina <input type="checkbox"/> Ninguno
	Electrificación <input type="checkbox"/> Planta eléctrica <input type="checkbox"/> Red publica <input type="checkbox"/> Otra
	Vialidad y acceso a la población <input type="checkbox"/> Caminos vecinales <input type="checkbox"/> Vías principales <input type="checkbox"/> Vías secundarias <input type="checkbox"/> Otras
	Organización social <input type="checkbox"/> Primer grado (comunal, barrial, urbanización) <input type="checkbox"/> Segundo grado (Cooperativa, Pre-cooperativa) <input type="checkbox"/> Tercer grado (Asociaciones, recintos)
	Componente fauna <input type="checkbox"/> Piso zoo geográfico donde se encuentra el proyecto <input type="checkbox"/> Tropical Noroccidental (0-800 msnm)

6. PRINCIPALES IMPACTOS AMBIENTALES

	MATERIALES E INSUMOS		
	ACTIVIDAD	FACTOR	IMPACTO
	Desbroce y limpieza del terreno	Fauna Flora	Dado al desbroce del terreno de la zona, la fauna y flora en su hábitat se ve alterada al igual que la distorsión del paisaje.
	Movimiento de tierra	Flora , Suelo, Humano, Aire.	Contaminación del aire por los gases desprendidos de la maquinaria y por el material desprendido. Alteración del suelo.
Instalación de tubería, operación y mantenimiento	Agua, Humano, Aire, Suelo	Contaminación del aire por material particulado. Suelo erosionado por las instalaciones de tuberías, lo que provoca extracción de flora existente. Falta del servicio de agua al momento de mantenimiento e instalaciones.P	

Registro Ambiental
1. Información del proyecto
2. Datos generales
3. Marco legal referencial
4. Descripción del proceso
5. Descripción del área de implantación
6. Principales impactos ambientales
7. Plan de manejo ambiental (PMA)
8. Inventario forestal
9. Finalización

ETAPA DE CONSTRUCCIÓN

Registro Ambiental 1. Información del proyecto 2. Datos generales 3. Marco legal referencial 4. Descripción del proceso 5. Descripción del área de implantación 6. Principales impactos ambientales 7. <u>Plan de manejo ambiental (PMA)</u> 8. Inventario forestal 9. Finalización	7. PLAN DE MANEJO AMBIENTAL (ingresar los planes que apliquen a su proyecto, obra o actividad)				
	Plan de prevención y mitigación de impactos (PPM)				
	Actividad	Responsable	Fecha inicio	Fecha fin	Presupuesto
	Emisión de material particulado Se debe humedecer de los caminos de acceso a la zona de trabajo con el fin de evitar la dispersión de partículas de tierra en zonas cercanas al población y cultivos. Así mismo en el transporte de materiales de préstamo importado o en el transporte de escombros se realizará cubrimiento con lona en la parte superior del vehículo. Mantenimiento periódico de los vehículos para el buen estado de estos y reducir la emisión de materiales particulados.	Fiscalizador y Contratista.	Día 1	Día 70	\$ 2,000.00
	Control en la generación de ruido Todo equipo que cuente con motor deberá contar con silenciadores en buen estado para la reducción de ruido. Todo personal de obra deberá contar con el equipo de protección pertinente de acuerdo con la actividad a realizar. Prohibición del uso innecesario de sirenas o bocinas durante las horas de trabajo debido a las especies que habitan en el sector pueden verse alteradas por el ruido.	Ing. Ambiental, Fiscalizador, Contratista.	Día 1	Día 70	\$ 800.00
	Plan de manejo de desechos (PMD)				
	Actividad	Responsable	Fecha inicio	Fecha fin	Presupuesto

Manejo de desechos de construcción y escombros: Todo desecho sólido que se produzca en las actividades será transportado de manera inmediata al botadero autorizado más cercano.	Contratista	Día 1	Día 70	\$ 4,000.00
Plan de Contingencias (PC)				
Actividad	Responsable	Fecha inicio	Fecha fin	Presupuesto
Accidentes laborales durante la construcción: Se deben colocar puestos de emergencia cerca de la zona de construcción. Y es imperativo que la contratista comunique a los obreros de los posibles accidentes que pudiesen ocurrir.	Fiscalizador, Contratista.	Día 1	Día 70	\$ 1,000.00
Plan de seguridad y salud ocupacional (PSSO)				
Actividad	Responsable	Fecha inicio	Fecha fin	Presupuesto
Control de riesgo y uso de equipos de seguridad: Todo el personal debe usar equipo de seguridad EPP, para salvaguardar la vida. Además, se debe realizar un control del uso adecuado del resto de los equipos de seguridad, dependiendo del tipo de trabajo que se vaya a realizar. Esta revisión debe ser diaria antes de iniciar jornada de trabajo.	Ing. ambiental o Especializado en Salud y seguridad ocupacional. Fiscalizador, Contratista.	Día 1	Día 70	\$ 1,600.00
Plan de rehabilitación (PR)				
Actividad	Responsable	Fecha inicio	Fecha fin	Presupuesto
Reforestación en zonas afectadas por el proyecto: Se debe de plantar árboles en zonas que hayan sido afectadas por la tala.	Ing. Ambiental, Fiscalizador, Contratista.	Día 50	Día 70	\$ 2,000.00
Plan de cierre y abandono (PCA)				
Actividad	Responsable	Fecha inicio	Fecha fin	Presupuesto

	<p>Plan de abandono: Por parte de fiscalizador y contratista se debe de verificar que la obra terminada esté en funcionamiento y buen estado, realizar el retiro de campamento y maquinaria empleada en el proyecto. Verificar que no haya alteración al medio ambiente que no haya sido prevista antes de la finalización de obra, y se verifica que se haya cumplido con el PMA en cada etapa de construcción</p>	Fiscalizador y Contratista.	Día 65	Día 70	\$ 1,500.00
--	--	-----------------------------	--------	--------	-------------

Cronograma del Plan de Manejo Ambiental				
PMA	meses			Costo \$
	1	2	3	
PPM				\$ 2,800.00
PMD				\$ 4,000.00
PC				\$ 1,000.00
PSSO				\$ 1,600.00
PR				\$ 2,000.00
PCA				\$ 1,500.00
	TOTAL			\$ 12,900.00

<p>Registro Ambiental</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Información del proyecto 2. Datos generales 3. Marco legal referencial 4. Descripción del proceso 5. Descripción del área de implantación 6. Principales impactos ambientales 7. Plan de manejo ambiental (PMA) 8. <u>Inventario forestal</u> 9. Finalización 	<p>8. INVENTARIO FORESTAL</p> <p>¿Su proyecto tiene remoción de cobertura vegetal nativa?</p> <p> <input type="checkbox"/> SI <input checked="" type="checkbox"/> No </p>
---	---

CAPITULO 5

5. PRESUPUESTO

Para poder efectuar el proyecto es de requerimiento un monto inicial de dinero el cual se evalúa en este capítulo con el fin de, mediante un análisis de precios unitarios se establezca el costo que tendrá cada actividad a realizarse.

El presupuesto mostrado en el apartado de Anexo A (PRESUPUESTO) corresponde a la alternativa 2 expuesta en el Capítulo 2 la cual es la más óptima en cuanto a las solicitado por el cliente.

5.1. Descripción de rubros.

Se refiere a todos tareas y subtareas en que conforman las fases del proyecto. Para poder obtener el valor unitario de todos los rubros. Estos se definen en función a las etapas tanto de captación y conducción de agua, comenzando por obras preliminares mismas que habilitan a las siguientes fases como movimiento de tierra, instalaciones de tuberías y el componente ambiental. Para una mayor apreciación revisar apartado Anexo A (PRESUPUESTO)

5.2. Análisis de precios Unitarios (APU)

Para cada rubro se obtuvo el análisis de precio unitario siendo de referencia los precios salariales, mínimos vigentes por la Contraloría General del Estado.

Estos valores del análisis de cada uno se encuentran en detalles en el apartado Anexo A (PRESUPUESTO), siendo la moneda establecida el dólar americano [USD].

5.3. Cronograma Valorado del Proyecto

Mediante el software Microsoft Project se procede a elaborar el cronograma donde se incluyen las horas, días laborables y duración de la obra, tal como se puede observar en el apartado Anexos.

CAPITULO 6

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. Conclusiones

- Se elaboró un diseño de la red de conducción y captación del sistema de agua potable en piedra grande logrando así la mejora
- Se modeló la nueva estructura de captación elevando previo análisis de alternativa
- Se realizó las debidas inspecciones en las estructuras de captación y reservorio donde se llegó a la conclusión que debido a su cumplimiento de vida útil era necesario la construcción de unas nuevas estructuras.
- Se elevó los muros de la estructura de captación con el fin de proteger el embalse contra precipitaciones futuras.
- Se realizó el nuevo trazado de la línea de conducción considerando la topografía del sector, así como consideraciones de presión, velocidad, diámetros, longitud y costos.
- Se pudo comprobar de manera analítica y a su vez por un modelo hidráulico usando el software WATERGEMS que las presiones, velocidades, diámetros, entre otros, se encontraban dentro del rango según la normativa establecida.
- Se determinó la población futura para un período de diseño de 25 años, cuyo resultado es de 1060 habitantes, considerando 5 años hasta el funcionamiento del proyecto.
- Se utilizó la tasa de crecimiento poblacional del cantón Echeandía, siendo esta del 1.12% para cálculo de la población futura. Sin embargo, esta aumentó debido a la consideración de la construcción de una urbanización de aproximadamente 200 habitantes a mediano plazo.
- Se obtuvo, para el año 2022, el caudal medio de diseño mismo que resultó de 0.89 L/s, lo que indica que diariamente el recinto utiliza 77306.4 L/día, alrededor de 117.66 L/hab* día, considerando un porcentaje de fugas del 20% en el sistema.
- Se calculó que, para el año 2047, el caudal medio será de 1.44 L/s, para la población de Piedra Grande.

- No se consideró incrementos en la dotación futura debido a que se acoge la recomendación de la Organización De las Naciones Unidas, donde indica que los consumos deberían disminuirse, preservando así el recurso.
- La dotación que se obtuvo de 117.67 L/s es 0.15% mayor respecto a la dotación dada en la tabla 5.3 de la CPE INEN 5 parte 9.2, donde indica que para un nivel de servicio Ila en un clima cálido, la dotación es de 85 l/hab*día más un 20% de porcentaje de fugas, alrededor de 102 L/hab*día.
- La línea de aducción presenta una presión dinámica de 1.14 m.c.a al llegar a la PTAP, debido a la poca diferencia de altura entre la captación y el punto de llegada.
- Se estableció que la línea de conducción presenta una presión dinámica máxima de 55.52 m.c.a, localizado en el punto B8, este valor está dentro de los rangos que pueden soportar las tuberías y accesorios especificados por los fabricantes.
- Se determinó que la línea de conducción tendrá una longitud de 2.86 Km considerados hasta el punto C22, donde actualmente comienza la red de distribución, y una longitud de 3.13 Km desde la PTAP si se considera hasta los reservorios propuestos.
- Se calculó que la presión dinámica en el punto C22 es de 16.16 m.c.a, lo cual es un valor moderado de presión si se considera a este punto el comienzo de la red de distribución.
- Se determinó que al punto RVC (3+129.2m) la presión es de 1.88 m.c.a, lo cual es un valor a considerar, dado que a este punto se debe llegar con un valor cercano a 0 m.c.a.
- Se estableció un diámetro interno de tubería de 59.8mm (63mm nominal) para la línea de aducción.
- Se calculó un diámetro interno de tubería de 58.8mm (63mm nominal) para la línea de conducción desde el punto "PTAP INICIO" hasta el punto "C25", del punto "C25" al "C30" se propone un diámetro interno de tubería de 45mm, del punto "C30" al "RVC" se propone un diámetro de 36mm. Se propone esta reducción de diámetro con la finalidad reducir la presión de llegada al reservorio

- Se estableció el uso de 1 tanque reservorio superficial de forma cúbica en el punto “RCV”, con volumen de almacenamiento de 37.65 m³. Se establece esta forma para optimizar el uso del espacio.

6.2. Recomendaciones

- Se debe asegurar un mejor desbroce en la captación y la línea de conducción debido a que al momento de realizar la topografía con dron, éste no pudo capturar los niveles de la zona con facilidad.
- Se recomienda que, al momento de realizar los debidos cálculos para las estructuras que se realizarán se lleve a cabo por un ingeniero estructurista que pueda aseverar la cantidad de acero o refuerzos que necesite dicha estructura, a saber, estructura de captación y tanques de almacenamiento.
- En la zona de captación de agua se recomienda el uso de un cercado o enrejado perimetral que impida el paso a personas no autorizadas.
- Se recomienda que al momento de la limpieza y mantenimiento se socialice con la comunidad para de esta manera no resultar en un mal servicio.
- Se recomienda el uso de válvulas reductoras de presión en especial en el punto final del tanque de reserva debido a que, la presión con la que se llega a pesar de ser óptima se debería controlar para así asegurar que el agua en el tanque no reboce.
- Se debe establecer un perímetro señalizado que prohíba que las maquinarias agrícolas o personas del sector excaven cerca o sobre la línea de conducción, para de esa manera asegurar la protección ante alguna ruptura y posible fuga.

Bibliografía

- ABNT. (2008). *NBR 8883* (ABNT (ed.); 1era ed.).
- Aguas de Manta. (2017). *“II ETAPA DE RECONSTRUCCIÓN DE SISTEMAS HIDROSANITARIOS AFECTADOS POR EL TEREMOTO DEL 16 DE ABRIL DEL 2016”*. <https://manta.gob.ec/db/ARCHIVOS-Procesos de Licitación Internacional con Financiamiento del Banco Europeo de Inversiones %28BEI%29 para tareas de Reconstrucción/04-NORMAS Y PROCEDIMIENTO DE DISEÑO.pdf>
- Das, B. M. (2001). *Fundamentos de ingeniería geotécnica* (CENGAGE Learning (ed.); 4ta ed.).
- Dirección de Planificación y Ordenamiento Territorial. GADMCE. (2012). *PLAN DE DESARROLLO Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL DEL CANTÓN ECHEANDÍA*. 1–127.
- EcuRED. (2019). *Provincia de Bolívar (Ecuador)*. [https://www.ecured.cu/Provincia_de_Bolívar_\(Ecuador\)](https://www.ecured.cu/Provincia_de_Bolívar_(Ecuador))
- Fine. (2022). *GEO5 Software Geotécnico*. <https://www.finesoftware.es/ayuda-en-linea/geo5/es/tabla-de-factores-de-friccion-de-diferentes-materiales-01/>
- GADMCE. (2012a). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del cantón Echeandía*. <http://www.bolivar.gob.ec/gpbTuristico/index.php/es/layout/servicios/121-echeandia/323-echeandia>
- GADMCE. (2012b). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del cantón Echeandía*.
- Gordón., K. M. B. (2019). *Evaluación del Potencial Turístico del Cantón Echeandía, provincia Bolívar*.
- Gutierrez Cevallos, O. E., & Naranjo Yoza, E. K. (2014). *Diseño del Plan Integral de Agua Potable y Aguas Servidas en el Recinto las Margaritas del cantón Samborondón de la Provincia del Guayas*. 39–40. <http://www.dspace.espol.edu.ec/xmlui/handle/123456789/32249>
- INEC. (2010). *Promedio de personas por hogar en Ecuador*.
- INEC. (2012). *POBLACIÓN Y TASAS DE CRECIMIENTO INTERCENSAL DE 2010-2001-1990 POR SEXO, SEGÚN PARROQUIAS*. <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/search/POBLACIÓN+POR+SEXO,+SEGÚN+PROVINCIA,+PARROQUIA+Y+CANTÓN+DE+EMPADRONAMIENTO/>
- INEC. (2014). *Encuesta Nacional de Empleo, Desempleo y Subempleo (ENEMDU)*

- Documento Metodológico*. https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/EMPLEO/2018/Septiembre-2018/ENEMDU_Metodologia Encuesta Nacional de Empleo Desempleo y Subempleo.pdf
- INEN. (1992). *CÓDIGO ECUATORIANO DE LA CONSTRUCCIÓN. C.E.C. NORMAS PARA ESTUDIO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y DISPOSICIÓN DE AGUAS RESIDUALES PARA POBLACIONES MAYORES A 1000 HABITANTES* (Primera). https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/cpe_inen_5 Parte_9-1.pdf
- INEN. (1997). *CÓDIGO DE PRACTICA PARA EL DISEÑO DE SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE, DISPOSICIÓN DE EXCRETAS Y RESIDUOS LÍQUIDOS EN EL ÁREA RURAL*. (primera).
- Làrraga, B. (2016). *Pontificia universidad católica del ecuador facultad de ingeniería ingeniería civil*. [http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/13464/BOLÍVAR PATRICIO LÁRRAGA JURADO_.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/13464/BOLÍVAR_PATRICIO_LÁRRAGA_JURADO_.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- López Cualla, R. A. (1995). *Elementos de diseño para acueductos y alcantarillados* (Segunda Ed). Escuela Colombiana de Ingeniería.
- Martínez Andres, C. J. (2015). *Potabilización del agua* (Primera). Editorial Elearning S.L.
- Materón Muñoz, H. M. (1997). *Obras hidráulicas rurales* (Universidad Del Valle (ed.); 1era ed.). Universidad Meléndez.
- Ministerio del Ambiente Agua y Transición Ecológica. (2022a). *Regularización Ambiental*. <https://regularizacion-control.ambiente.gob.ec/suia-iii/CatalogoActividadesCIU.jsf>
- Ministerio del Ambiente Agua y Transición Ecológica. (2022b). *Sistema Único de Información Ambiental*. <http://suia.ambiente.gob.ec/>
- Mott, R. L. (2006). *Mecánica de fluidos* (D. Yamell (ed.); Sexta). PEARSON.
- NEC. (2011). *Norma Hidrosanitaria NHE agua- Capítulo 16* (Primera).
- ONU. (2015). *Objetivos de Desarrollo Sostenible*. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/#>
- SIAPA. (2014). *Criterios y lineamientos tecnicos para factibilidades. Sistemas de Agua Potable. Actualización de los criterios y lineamientos técnicos para factibilidades en la* Z.M.G., 36. http://www.siapa.gob.mx/sites/default/files/capitulo_2._sistemas_de_agua_potable-

1a._parte.pdf

SOLVEGEO, C. geológica. (2022). *Planimetría y altimetría de sector "El Carmen"*.

Subsecretaría de Demarcación Hidrográfica del Guayas. (2018). *Permiso de uso de fuente hídrica*.

Triviño&Collaguazo. (2022). *Piedra Grande*.

UMAPAL. (2015). *Diseño de Captación con Rejilla de Fondo* (p. 12).

https://www.academia.edu/39614801/CAPTACION_modelo

ANEXOS

Anexo A

(PRESUPUESTO)

Tabla 6.1 Presupuesto Referencial: Tabla de rubros, unidades, cantidades y precios.

Captación y conducción de agua potable en recinto Piedra Grande cantón Echeandía.						
PRESUPUESTO REFERENCIAL :TABLA DE RUBROS,UNIDADES, CANTIDADES Y PRECIOS.						
CÓDIGO	RUBRO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
1. OBRAS PRELIMINARES						\$ 17,259.15
1.1	1	GUARDIANÍA	MES	4	\$ 680.40	\$ 2,721.60
1.2	2	LETRERO INFORMATIVO	U	3	\$ 65.79	\$ 197.37
1.3	3	BODEGA DE MATERIALES	M2	49	\$ 39.27	\$ 2,013.90
1.4	4	LIMPIEZA Y DESBROCE MANUAL DEL TERRENO	M2	340	\$ 1.30	\$ 442.00
1.5	5	LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO	Ha	46.08	\$ 250.51	\$ 11,543.50
1.6	6	BATERÍA SANITARIA OBREROS DE 1 A 10 PERSONAS	MES	2	\$ 170.39	\$ 340.78
2. MOVIMIENTO DE TIERRA						\$ 177,077.50
2.1	7	EXCAVACIÓN DE ZANJAS A MÁQUINA EN ROCA H=0.00-2.75M	M3	230	\$ 16.61	\$ 3,820.30
2.2	8	EXCAVACIÓN MECÁNICA EN SUELO SIN CLASIFICAR DE 0 A 2 M DE PROFUNDIDAD.	M3	3060	\$ 7.68	\$ 23,500.80
2.3	9	RELLENO O CAMA DE ARENA DE 0.10M	M3	3060	\$ 18.89	\$ 57,803.40
2.4	10	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL DE SITIO	M3	3060	\$ 7.11	\$ 21,756.60
2.5	11	DESALOJO DE MATERIAL INCLUYE CARGADO A MÁQUINA Y TRANSPORTE HATA 10 KM	M3	2448	\$ 10.55	\$ 25,826.40
2.6	12	RELLENO COMPACTADO TIPO 1 CON MATERIAL DE MEJORAMIENTO IMPORTADO	M3	3060	\$ 14.50	\$ 44,370.00
3. INSTALACIONES DE AGUA POTABLE						24188.9511
3.1	13	HORMIGÓN f'c 240 PARA TANQUE DE VOLUMEN 37.65M3	M3	3.97	\$ 114.63	\$ 455.08
3.2	14	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE CODO PVC 63MM X90 U/Z	U	18	\$ 2.20	\$ 39.60
3.3	15	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE ADAPTADOR PVC D=63 MM U/Z	U	567	\$ 2.00	\$ 1,134.00
3.4	16	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE NEPLO PVC D=63MM UNIÓN U/Z	U	2	\$ 0.42	\$ 0.84
3.5	17	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERÍA PVC D=63MM UNIÓN U/Z	M	3402	\$ 4.78	\$ 16,261.56
3.6	18	SUMINISTRO E INSTALACIÓN SOPORTE METÁLICOS PARA CRUCE DE TUBERÍA POR PUENTE	U	12	\$ 2.22	\$ 26.64
3.7	19	PRUEBAS HIDRÁULICAS DE TUBERÍAS DE D=63 CONTRATISTA.	M	3402	\$ 0.56	\$ 1,905.12
3.8	20	CINTA DE SEGURIDAD	M	3402	\$ 1.00	\$ 3,402.00
3.9	21	ANCLAJE PARA TUBERÍA 2 1/2"	U	12	\$ 1.38	\$ 16.56
3.10	22	PERNOS CON TUERCA 1/2" X 1 1/4"	U	24	\$ 0.50	\$ 12.00
3.11	23	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE UNIONES PVC D=63MM UNIÓN U/Z	U	567	\$ 1.65	\$ 935.55
4. RUBROS AMBIENTALES						\$ 8,300.00
4.1	24	AGUA PARA CONTROL DE POLVO POR EXCAVACIONES				\$ 2,000.00
4.2	25	SEÑALIZACIÓN DE OBRA				\$ 800.00
4.3	26	CIERRE, ABANDONO Y ENTREGA DEL ÁREA				\$ 1,500.00
4.4	27	GESTIÓN DE RESIDUO				\$ 4,000.00
TOTAL						\$ 226,825.60

Tabla 6.2 Análisis de precios unitarios de mano de obra

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
OBRA:	CAPTACIÓN Y CONDUCCIÓN DE AGUA RECINTO PIEDRA GRANDE				
RUBRO:	GUARDIANÍA			UNIDAD:	MES
CÓDIGO:	1.1	NOMBRE DEL OFERENTE:		ÁLVARO COLLAGUAZO, VICTOR TRIVIÑO.	
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D= C*R
Herramienta manual (5% mano de obra)					\$ 27.00
					\$ -
					\$ -
SUBTOTAL EQUIPOS (M)					\$ 27.00
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN (CATEG)	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D= C*R
Guardian	1.00	3.6	\$ 3.60	150.00	\$ 540.00
			\$ -		\$ -
			\$ -		\$ -
SUBTOTAL MANO DE OBRA (N)					\$ 540.00
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO C=A*B	
				\$ -	
				\$ -	
SUBTOTAL MATERIALES (O)					\$ -
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B	
				\$ -	
				\$ -	
SUBTOTAL TRANSPORTE (P)					\$ -
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA	TOTAL, COSTO DIRECTO (M+N+O+P)				\$ 567.00
	INDIRECTOS Y UTILIDADES %			20%	\$ 113.40
	OTROS INDIRECTOS%			0%	\$ -
	COSTOS TOTAL DE RUBRO				\$ 680.40
FIRMA DEL OFERENTE O REPRESENTANTE LEGAL	VALOR OFERTADO				\$ 680.40

Tabla 6.3 Análisis de precios unitarios (letrero informativo)

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
OBRA:	CAPTACIÓN Y CONDUCCIÓN DE AGUA RECINTO PIEDRA GRANDE				
RUBRO:	LETRERO INFORMATIVO			UNIDAD:	U
CÓDIGO:	1.2	NOMBRE DEL OFERENTE:		ÁLVARO COLLAGUAZO, VICTOR TRIVIÑO.	
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D= C*R
Herramientas (5% mano de obra)	1	\$ 0.11	0.108	0.3	\$ 0.03
					\$ -
					\$ -
SUBTOTAL EQUIPOS (M)					\$ 0.03
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN (CATEG)	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D= C*R
PEON	2.00	\$ 3.60	\$ 7.20	0.30	\$ 2.16
			\$ -		\$ -
			\$ -		\$ -
SUBTOTAL MANO DE OBRA (N)					\$ 2.16
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO C=A*B	
LETRERO INFORMATIVO DE OBRA, INCLUYE INSTALACIÓN	U	1	\$ 52.63	\$ 52.63	
				\$ -	
SUBTOTAL MATERIALES (O)					\$ 52.63
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B	
				\$ -	
				\$ -	
SUBTOTAL TRANSPORTE (P)					\$ -
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA	TOTAL, COSTO DIRECTO (M+N+O+P)				\$ 54.82
	INDIRECTOS Y UTILIDADES %			20%	\$ 10.96
	OTROS INDIRECTOS%			0%	\$ -
	COSTOS TOTAL DE RUBRO				\$ 65.79
FIRMA DEL OFERENTE O REPRESENTANTE LEGAL	VALOR OFERTADO				\$ 65.79

Tabla 6.4 Análisis de precios unitarios (Bodega de materiales)

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
OBRA:	CAPTACIÓN Y CONDUCCIÓN DE AGUA RECINTO PIEDRA GRANDE				
RUBRO:	BODEGA DE MATERIALES	UNIDAD:	M2		
CÓDIGO:	1.3	NOMBRE DEL OFERENTE:	ÁLVARO COLLAGUAZO, VICTOR TRIVIÑO.		
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D= C*R
Herramientas menores (5% mano de obra)	1	\$ 0.75	0.75	0.75	\$ 0.56
					\$ -
					\$ -
SUBTOTAL EQUIPOS (M)					\$ 0.56
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN (CATEG)	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D= C*R
PEON CATEGORÍA E2	1.00	\$ 3.62	\$ 3.62	0.75	\$ 2.72
CARPINTERO CATEGORÍA D2	1.00	3.66	\$ 3.66	0.75	\$ 2.75
MAESTRO DE OBRA CATERGORÍA C2	1.00	3.88	\$ 3.88	0.75	\$ 2.91
SUBTOTAL MANO DE OBRA (N)					\$ 8.37
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO C=A*B	
CUARTON SEMIDURO	U	2.00	\$ 2.59	\$ 5.18	
TIRA SEMIDURA	U	1.00	\$ 1.72	\$ 1.72	
CLAVO PARA MADERA 2.5"	KG	0.10	\$ 1.41	\$ 0.14	
PLYWOOD INDUSTRIAL 5.2 MM	U	1.00	\$ 10.60	\$ 10.60	
ZINC PLANCHA 12"	U	1.00	\$ 6.15	\$ 6.15	
SUBTOTAL MATERIALES (O)					\$ 23.79
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B	
				\$ -	
				\$ -	
SUBTOTAL TRANSPORTE (P)					\$ -
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA	TOTAL, COSTO DIRECTO (M+N+O+P)				\$ 32.72
	INDIRECTOS Y UTILIDADES %				20%
					\$ 6.54
	OTROS INDIRECTOS%				0%
COSTOS TOTAL DE RUBRO				\$ 39.27	
FIRMA DEL OFERENTE O REPRESENTANTE LEGAL	VALOR OFERTADO				\$ 39.27

Tabla 6.5 Análisis de precios unitarios (limpieza y desbroce manual)

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
OBRA:	CAPTACIÓN Y CONDUCCIÓN DE AGUA RECINTO PIEDRA GRANDE				
RUBRO:	LIMPIEZA Y DESBROCE MANUAL DEL TERRENO	UNIDAD:	M2		
CÓDIGO:	1.4	NOMBRE DEL OFERENTE:	ÁLVARO COLLAGUAZO, VICTOR TRIVIÑO.		
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D= C*R
Herramientas menores(5% mano de obra)	0.05	\$ 0.67	0.0351683	1.00	\$ 0.0352
					\$ -
					\$ -
SUBTOTAL EQUIPOS (M)					\$ 0.04
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN (CATEG)	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D= C*R
PEON CATEGORÍA E2	0.29	\$ 3.62	\$ 1.05	1.00	\$ 1.05
					\$ -
					\$ -
SUBTOTAL MANO DE OBRA (N)					\$ 1.05
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO C=A*B	
				\$ -	
SUBTOTAL MATERIALES (O)					\$ -
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B	
				\$ -	
				\$ -	
SUBTOTAL TRANSPORTE (P)					\$ -
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA	TOTAL, COSTO DIRECTO (M+N+O+P)				\$ 1.08
	INDIRECTOS Y UTILIDADES %		20%	\$ 0.22	
	OTROS INDIRECTOS%		0%	\$ -	
	COSTOS TOTAL DE RUBRO				\$ 1.30
FIRMA DEL OFERENTE O REPRESENTANTE LEGAL	VALOR OFERTADO				\$ 1.30

Tabla 6.6 Análisis de precios unitarios (topografía)

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
OBRA:	CAPTACIÓN Y CONDUCCIÓN DE AGUA RECINTO PIEDRA GRANDE				
RUBRO:	LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO			UNIDAD:	ha
CÓDIGO:	1.5	NOMBRE DEL OFERENTE:		ÁLVARO COLLAGUAZO, VICTOR TRIVIÑO.	
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D= C*R
Camioneta 2000 cc doble tracción	7.00	\$ 5.00	\$ 35.00	1.00	\$ 35.00
Equipo Topográfico completo	7.00	\$ 2.00	\$ 14.00	1.00	\$ 14.00
Estación total	7.00	\$ 2.00	\$ 14.00	1.00	\$ 14.00
Computadora	2.00	\$ 1.00	\$ 2.00	1.00	\$ 2.00
Herramientas (5% de Mano de obra)					\$ 6.49
SUBTOTAL EQUIPOS (M)					\$ 71.49
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D= C*R
Peón (ESTRUC. OCIP.E2)	7.00	\$ 3.41	\$ 23.87	1.00	\$ 23.87
Carpintero (ESTRUC.OCUP. D2)	14.00	\$ 3.45	\$ 48.30	1.00	\$ 48.30
Dibujante (ESTRUC. OCUP.C2)	1.00	\$ 3.64	\$ 3.64	1.00	\$ 3.64
Topógrafo (ESTRUC. OCUP. C1)	7.00	\$ 3.82	\$ 26.74	1.00	\$ 26.74
Chofer profesional licencia E (ESTRUC. OCUP. Chofer C1)	7.00	\$ 3.89	\$ 27.23	1.00	\$ 27.23
			\$ -	0.00	\$ -
SUBTOTAL MANO DE OBRA (N)					\$ 129.78
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO C=A*B	
Estacas	U	20	\$ 0.10	\$ 2.00	
Clavos	kg	0.8	\$ 0.67	\$ 0.54	
Libreta topográfica	U	1	\$ 0.35	\$ 0.35	
Piolas	glb	20	\$ 0.23	\$ 4.60	
				\$ -	
SUBTOTAL MATERIALES (O)					\$ 7.49
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B	
SUBTOTAL TRANSPORTE (P)					\$ -
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA	TOTAL, COSTO DIRECTO (M+N+O+P)				\$ 208.755
	INDIRECTOS Y UTILIDADES %		20%	\$ -	
	OTROS INDIRECTOS%		0%		
	COSTOS TOTAL DE RUBRO				\$ 208.755
FIRMA DEL OFERENTE O REPRESENTANTE LEGAL	VALOR OFERTADO			\$ 208.755	

Tabla 6.7 Análisis de precios unitarios (baterías sanitarias)

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
OBRA:	CAPTACIÓN Y CONDUCCIÓN DE AGUA RECINTO PIEDRA GRANDE				
RUBRO:	BATERÍA SANITARIA OBREROS DE 1 A 10 PERSONAS	UNIDAD:	MES		
CÓDIGO:	1.1	NOMBRE DEL OFERENTE:	ÁLVARO COLLAGUAZO, VICTOR TRIVIÑO.		
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D= C*R
Cabaña sencilla sanitaria Renteco	1.00	\$ 134.40	\$ 134.40	1.00	\$ 134.40
Herramienta 5%					0.36
					0.00
SUBTOTAL EQUIPOS (M)					\$ 134.76
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN (CATEG)	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D= C*R
Peón (ESTRUC. OCUP. E2)	1.00	\$ 3.41	\$ 3.41	1.00	\$ 3.41
Maestro de obra (ESTRUC. OCUP. C1)	1.00	\$ 3.82	\$ 3.82	1.00	\$ 3.82
SUBTOTAL MANO DE OBRA (N)					\$ 7.23
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO C=A*B	
SUBTOTAL MATERIALES (O)					
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B	
SUBTOTAL TRANSPORTE (P)					
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					\$ 141.99
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA	INDIRECTOS Y UTILIDADES %			20%	28.398
	OTROS INDIRECTOS%			0%	
	COSTOS TOTAL DE RUBRO				
FIRMA DEL OFERENTE O REPRESENTANTE LEGAL	VALOR OFERTADO				\$ 170.39

Tabla 6.8 Análisis de precios unitarios (Excavación)

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
OBRA:	CAPTACION Y CONDUCCION DE AGUA RECINTO PIEDRA GRANDE				
RUBRO:	EXCAVACION DE ZANJAS A MAQUINA EN ROCA			UNIDAD:	M3
CÓDIGO:	2.1	NOMBRE DEL OFERENTE:		ÁLVARO COLLAGUAZO, VICTOR TRIVIÑO.	
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D= C*R
Retroexcavadora 75HP	0.30	\$ 25.00	\$ 7.50	1.00	\$ 7.50
Compresor	0.35	\$ 1.80	\$ 0.63	1.00	\$ 0.63
Herramientas 5%					\$ 0.27
SUBTOTAL EQUIPOS (M)					\$ 8.40
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D= C*R
Peón (ESTRUC. OCUP. E2)	0.90	\$ 3.41	\$ 3.07	1.00	\$ 3.07
Operador de equipo liviano (ESTRUC. OCUP. C1 G1)	0.35	\$ 3.50	\$ 1.23	1.00	\$ 1.23
Operar de Equipo Pesado (ESTRUC. OCUP. C1. G1)	0.30	\$ 3.82	\$ 1.15	1.00	\$ 1.15
SUBTOTAL MANO DE OBRA (N)					\$ 5.44
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO C=A*B	
SUBTOTAL MATERIALES (O)					
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B	
SUBTOTAL TRANSPORTE (P)					
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA	TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)				\$ 13.84
	INDIRECTOS Y UTILIDADES % 20%				
	OTROS INDIRECTOS% 0%				
	COSTOS TOTAL DE RUBRO				\$ 13.84
FIRMA DEL OFERENTE O REPRESENTANTE LEGAL	VALOR OFERTADO			\$ 13.84	

Tabla 6.9 Análisis de precios unitarios (Excavación en suelo 0 a 20cm)

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
OBRA:	CAPTACIÓN Y CONDUCCIÓN DE AGUA RECINTO PIEDRA GRANDE					
RUBRO:	EXCAVACIÓN EN SUELO DE 0 A 2M DE PROFUNDIDAD	UNIDAD:	M3			
CÓDIGO:	2.2	NOMBRE DEL OFERENTE:	ÁLVARO COLLAGUAZO, VICTOR TRIVIÑO.			
EQUIPOS						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D= C*R	
Retroexcavadora 75HP	0.13	\$ 25.00	\$ 3.13	1.00	\$ 3.13	
Compresor	0.25	\$ 1.80	\$ 0.45	1.00	\$ 0.45	
Herramientas 5%					\$ 0.13	
SUBTOTAL EQUIPOS (M)					\$ 3.71	
MANO DE OBRA						
DESCRIPCIÓN (CATEG)	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D= C*R	
Peón (ESTRUC. OCUP. E2)	0.25	\$ 3.41	\$ 0.85	1.00	\$ 0.85	
Operador de equipo liviano (ESTRUC. OCUP. C1 G1)	0.25	\$ 3.50	\$ 0.88	1.00	\$ 0.88	
Operar de Equipo Pesado (ESTRUC. OCUP. C1. G1)	0.25	\$ 3.82	\$ 0.96	1.00	\$ 0.96	
SUBTOTAL MANO DE OBRA (N)					\$ 2.68	
MATERIALES						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO C=A*B		
SUBTOTAL MATERIALES (O)						
TRANSPORTE						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B		
SUBTOTAL TRANSPORTE (P)						
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA	TOTAL, COSTO DIRECTO (M+N+O+P)				\$ 6.40	
	INDIRECTOS Y UTILIDADES %				20%	\$ 1.28
	OTROS INDIRECTOS%				0%	
	COSTOS TOTAL DE RUBRO				\$ 7.68	
FIRMA DEL OFERENTE O REPRESENTANTE LEGAL	VALOR OFERTADO				\$7.68	

Tabla6.10 Análisis de precios unitarios (relleno)

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
OBRA:	CAPTACIÓN Y CONDUCCIÓN DE AGUA RECINTO PIEDRA GRANDE				
RUBRO:	RELLENO O CAMA DE ARENA DE 0.10M			UNIDAD:	M3
CÓDIGO:	2.3	NOMBRE DEL OFERENTE:		ÁLVARO COLLAGUAZO, VICTOR TRIVIÑO.	
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D= C*R
Plancha vibro-apisonadora	0.6	2.2	1.32	1	1.32
Herramientas 5%					0.137
SUBTOTAL EQUIPOS (M)					1.4568
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN (CATEG)	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D= C*R
Peón (ESTRUC.OCUP.E2)	0.6	\$ 3.41	\$ 2.05	1.00	\$ 2.05
Albañil (ESTRUC. OCUP. D2)	0.2	\$ 3.45	\$ 0.69	1.00	\$ 0.69
SUBTOTAL MANO DE OBRA (N)					2.74
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO C=A*B	
Arena	m3	1.05	11	11.55	
SUBTOTAL MATERIALES (O)					11.55
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B	
SUBTOTAL TRANSPORTE (P)					
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA	TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)				15.74
	INDIRECTOS Y UTILIDADES %			20%	
	OTROS INDIRECTOS%			0%	
	COSTOS TOTAL DE RUBRO				15.74
FIRMA DEL OFERENTE O REPRESENTANTE LEGAL	VALOR OFERTADO				15.74

Tabla 6.11 Análisis de precios unitarios (Relleno compactado en sitio)

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
OBRA:	CAPTACIÓN Y CONDUCCIÓN DE AGUA RECINTO PIEDRA GRANDE				
RUBRO:	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL DE SITIO	UNIDAD:	M3		
CÓDIGO:	2.4	NOMBRE DEL OFERENTE:	ÁLVARO COLLAGUAZO, VICTOR TRIVIÑO.		
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D= C*R
Motoniveladora	0.03	\$ 44.00	\$ 1.32	1.00	\$ 1.32
Rodillo vibratorio doble tambor	0.03	\$ 20.00	\$ 0.60	1.00	\$ 0.60
Volqueta 8m3	0.10	\$ 30.00	\$ 3.00	1.00	\$ 3.00
Retroexcavadora 75HP	0.03	\$ 25.00	\$ 0.75	1.00	\$ 0.75
Herramientas 5%					\$ 0.01
SUBTOTAL EQUIPOS (M)					\$ 5.68
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN (CATEG)	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D= C*R
Peón (ESTRUC. OCUP. E2)	0.07	\$ 3.41	\$ 0.24	1.00	\$ 0.24
Maestro de obra (ESTRUC. OCUP. C1)	0.02	\$ 0.38	\$ 0.01	1.00	\$ 0.01
SUBTOTAL MANO DE OBRA (N)					\$ 0.25
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO C=A*B	
SUBTOTAL MATERIALES (O)					\$ -
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B	
SUBTOTAL TRANSPORTE (P)					\$ -
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA	TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)				\$ 5.93
	INDIRECTOS Y UTILIDADES %		20%		
	OTROS INDIRECTOS%		0%		
	COSTOS TOTAL DE RUBRO				\$ 5.93
FIRMA DEL OFERENTE O REPRESENTANTE LEGAL	VALOR OFERTADO				\$ 5.93

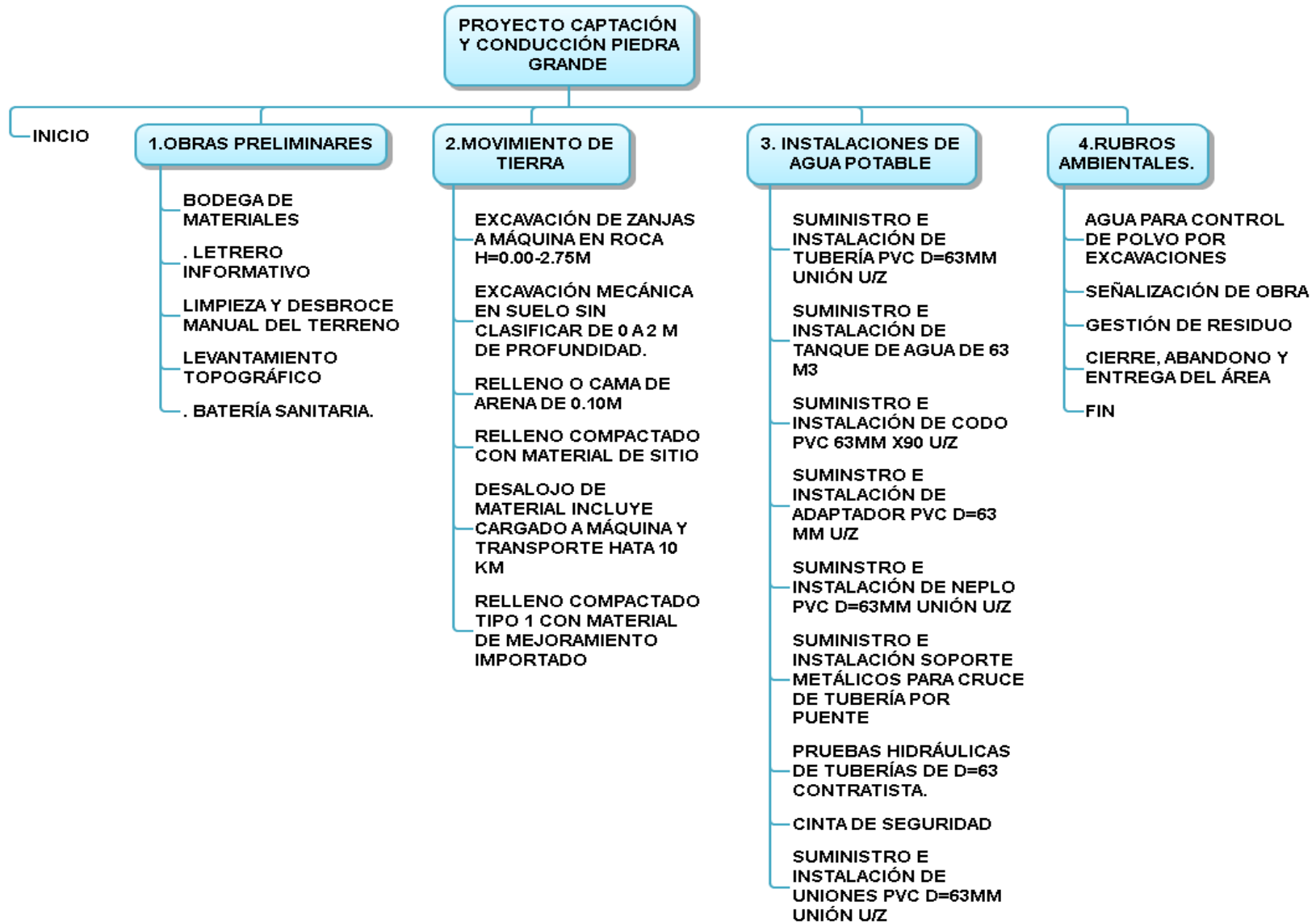
Tabla 6.12 Análisis de precios unitarios (Desalojo de material)

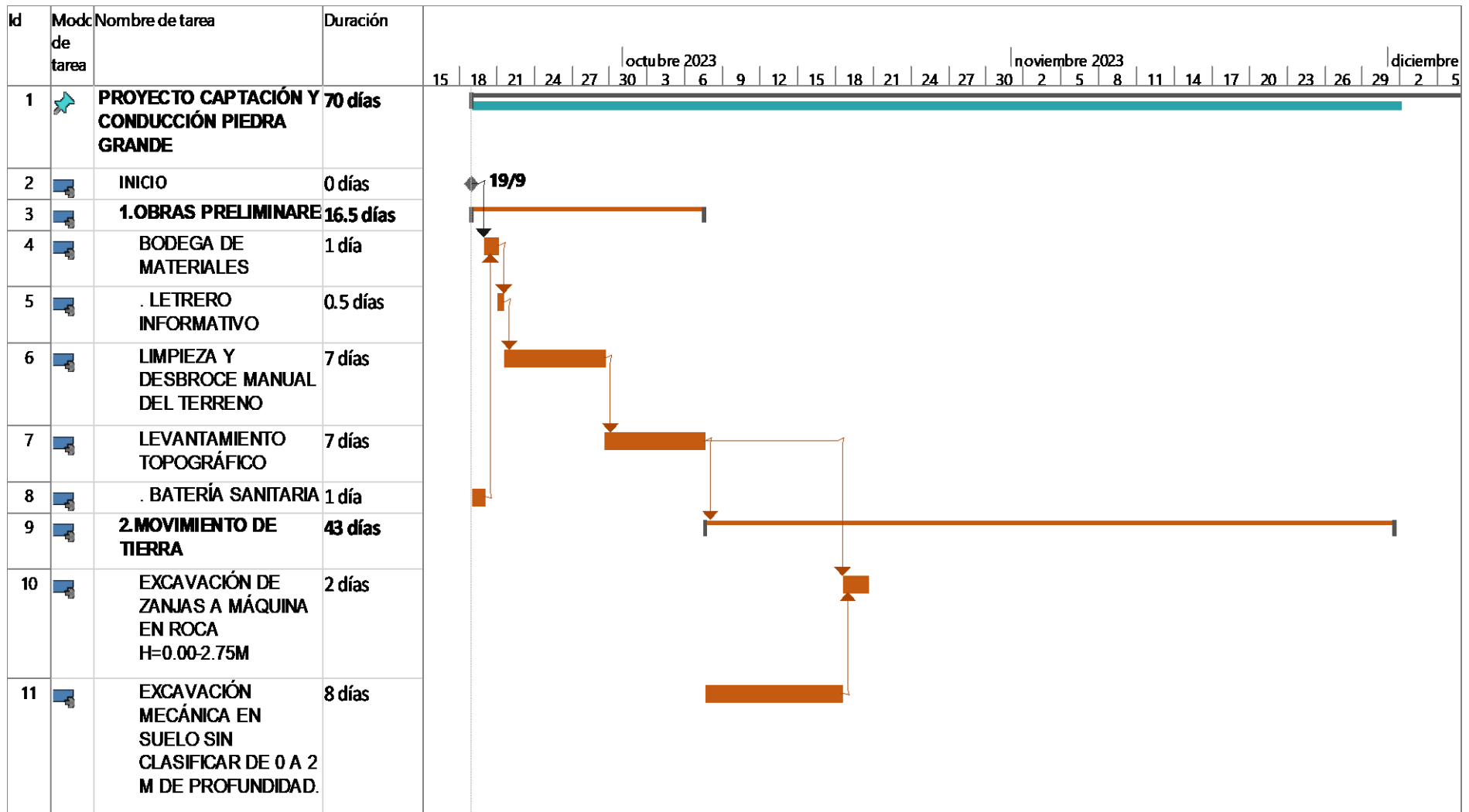
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
OBRA:	CAPTACIÓN Y CONDUCCIÓN DE AGUA RECINTO PIEDRA GRANDE				
RUBRO:	DESALOJO DE MATERIAL CARGADO A MÁQUINA Y TRANSPORTE 10 KM			UNIDAD:	M3
CÓDIGO:	2.5	NOMBRE DEL OFERENTE:		ALVARO COLLAGUAZO, VICTOR TRIVIÑO.	
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D= C*R
Cargadora frontal	0.01	\$ 35.00	\$ 0.35	1.00	\$ 0.35
Volqueta 8m3	0.20	\$ 30.00	\$ 6.00	1.00	\$ 6.00
Herramientas 5%				1.00	\$ 0.12
SUBTOTAL EQUIPOS (M)					\$ 6.47
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN (CATEG)	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D= C*R
Maestro de obra (ESTRUC. OCUP. C1)	0.020	\$ 3.82	\$ 0.08	1.000	\$ 0.08
Operadores Equipo Pesado (ESTRUC. OCUP. C1 G1)	0.200	\$ 3.82	\$ 0.76	1.000	\$ 0.76
Chofer profesional licencia E	0.200	\$ 3.89	\$ 0.78	1.000	\$ 0.78
Engrasador o abastecedor responsable (ESTRUC. Ocup. D2)	0.200	\$ 3.55	\$ 0.71	1.000	\$ 0.71
SUBTOTAL MANO DE OBRA (N)					\$ 2.33
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO C=A*B	
SUBTOTAL MATERIALES (O)					
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B	
SUBTOTAL TRANSPORTE (P)					
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA	TOTAL, COSTO DIRECTO (M+N+O+P)				\$ 8.79
	INDIRECTOS Y UTILIDADES %				20%
	OTROS INDIRECTOS%				0%
	COSTOS TOTAL DE RUBRO				\$ 8.79
FIRMA DEL OFERENTE O REPRESENTANTE LEGAL	VALOR OFERTADO				\$ 8.79

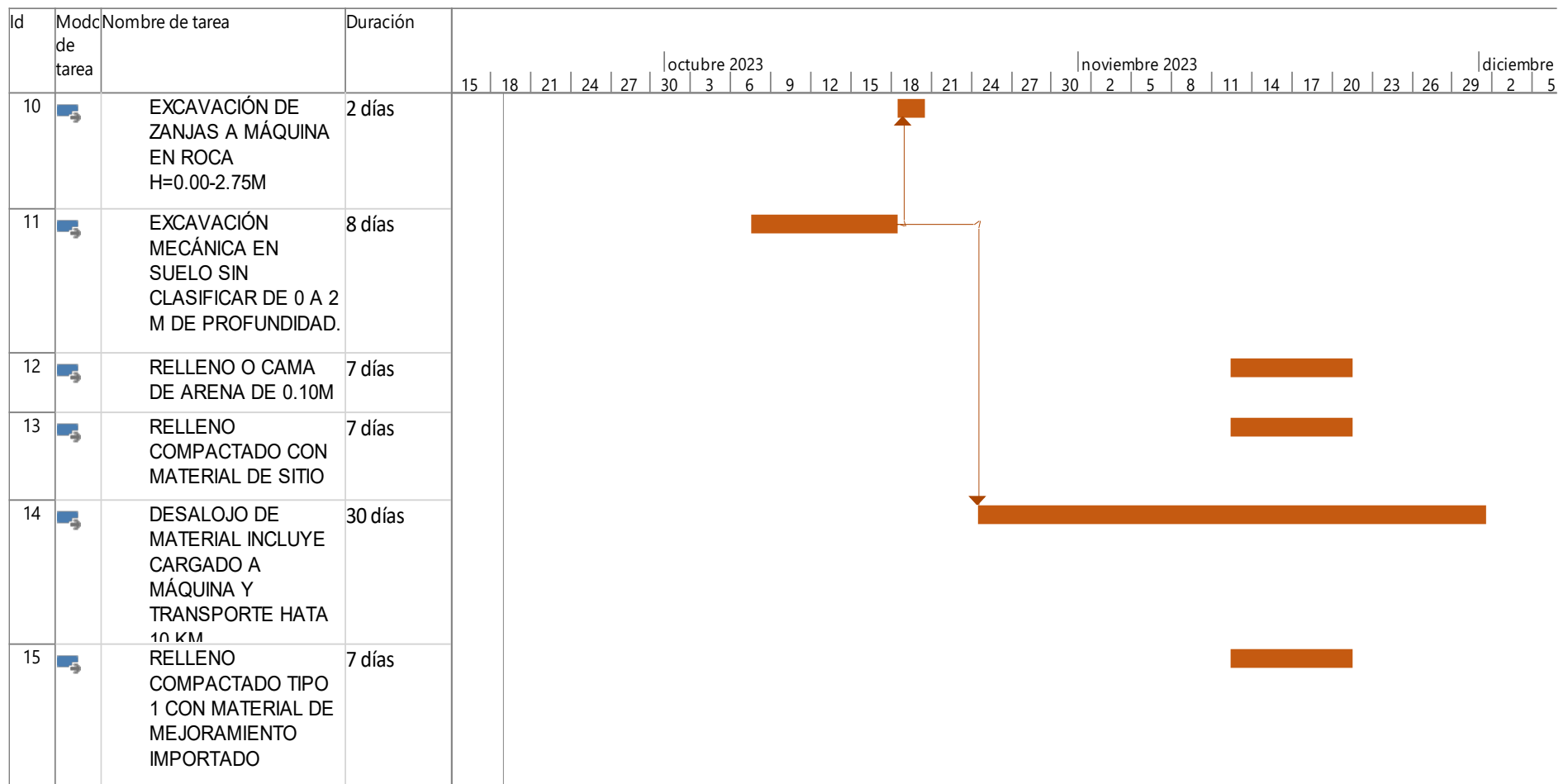
Tabla 6.13 Análisis de precios unitarios (Relleno compactado tipo 1)

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
OBRA:	CAPTACIÓN Y CONDUCCIÓN DE AGUA RECINTO PIEDRA GRANDE				
RUBRO:	RELLENO COMPACTADO TIPO 1 CON MATERIAL DE MEJORAMIENTO	UNIDAD:	M3		
CÓDIGO:	2.6	NOMBRE DEL OFERENTE:		ÁLVARO COLLAGUAZO, VICTOR TRIVIÑO.	
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D= C*R
Compactador mecánico	0.5	6.25	3.125	1	\$ 3.13
					\$ -
					\$ -
SUBTOTAL EQUIPOS (M)					\$ 3.13
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D= C*R
Peón (ESTRUC. OCUP. E2)	0.50	3.41	1.71	1.00	1.71
Albañil (ESTRUC. OCUP. D2)	0.10	3.45	0.35	1.00	0.35
Maestro de obra (ESTRUC. OCUP. C1)	0.50	3.82	1.91	1.00	1.91
SUBTOTAL MANO DE OBRA (N)					3.96
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO C=A*B	
Lastre	m3	1.00	\$ 5.00	\$ 5.00	
SUBTOTAL MATERIALES (O)					\$ 5.00
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B	
SUBTOTAL TRANSPORTE (P)					
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA	TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)				\$ 12.09
	INDIRECTOS Y UTILIDADES %		20%		\$ 2.42
	OTROS INDIRECTOS%		0%		\$ -
	COSTOS TOTAL DE RUBRO				\$ 14.50
FIRMA DEL OFERENTE O REPRESENTANTE LEGAL	VALOR OFERTADO				\$ 14.50

Figura 6.1 Actividades de obra (Triviño&Collaguazo, 2022)

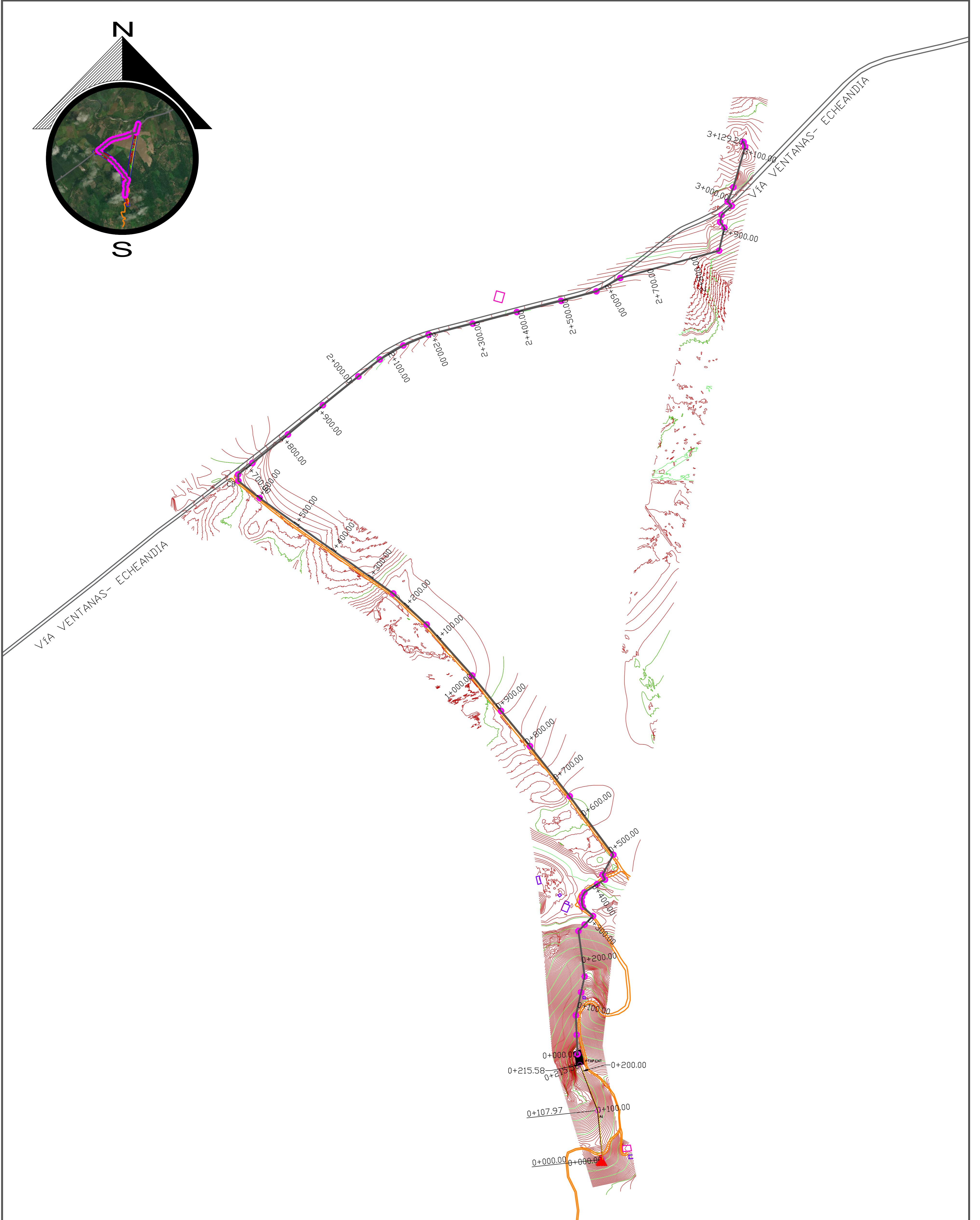
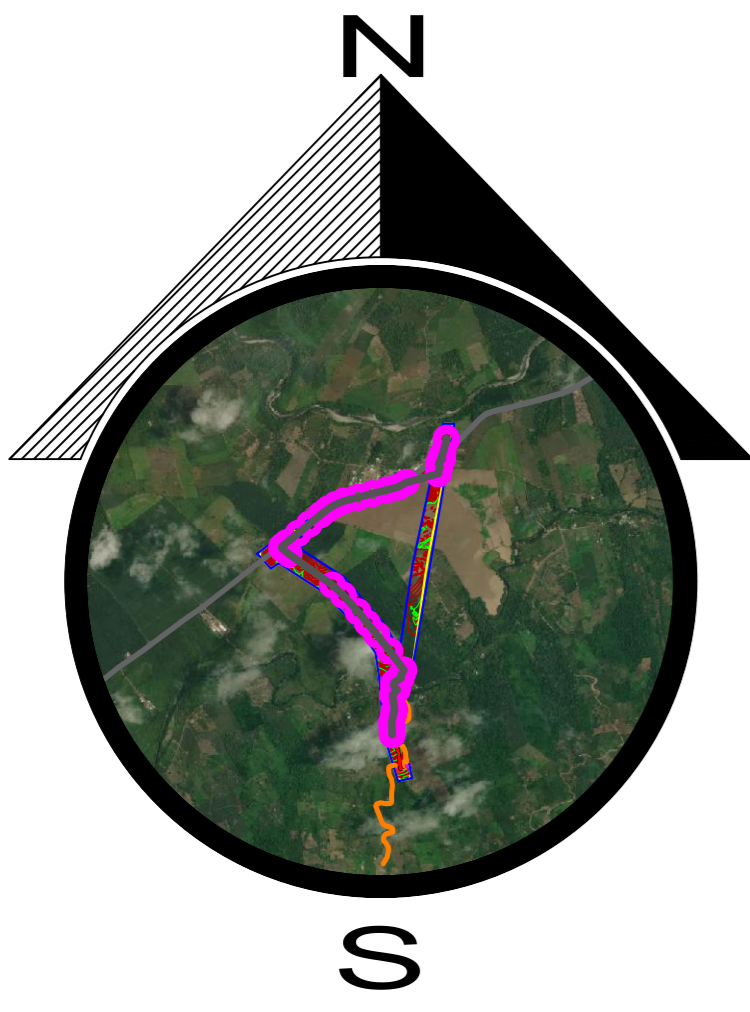






Id	Modo de tarea	Nombre de tarea	Duración	Gantt Chart																											
				octubre 2023														noviembre 2023							diciembre						
				15	18	21	24	27	30	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30	2	5	8	11	14	17	20	23	26	29	2	5
16		3. INSTALACIONES DE AGUA POTABLE	26 días																												
17		SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERÍA PVC D=63MM UNIÓN U/Z	7 días																												
18		SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TANQUE DE AGUA DE 63 M3	5 días																												
19		SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE CODO PVC 63MM X90 U/Z	7 días																												
20		SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE ADAPTADOR PVC D=63 MM U/Z	7 días																												
21		SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE NEPLO PVC D=63MM UNIÓN U/Z	7 días																												
22		SUMINISTRO E INSTALACIÓN SOPORTE METÁLICOS PARA CRUCE DE TUBERÍA POR PUENTE	7 días																												

Id	Modo de tarea	Nombre de tarea	Duración	Gantt chart timeline																														
				octubre 2023									noviembre 2023									diciembre												
				15	18	21	24	27	30	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30	2	5	8	11	14	17	20	23	26	29	2	5			
23		PRUEBAS HIDRÁULICAS DE TUBERÍAS DE D=63 CONTRATISTA.	7 días																									[Task bar]						
24		CINTA DE SEGURIDAD	7 días																									[Task bar]						
25		SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE UNIONES PVC D=63MM UNIÓN U/Z	7 días																		[Task bar]													
26		4.RUBROS AMBIENTALES.	60 días	[Task bar]																														
27		AGUA PARA CONTROL DE POLVO POR EXCAVACIONES	60 días	[Task bar]																														
28		SEÑALIZACIÓN DE OBRA	60 días	[Task bar]																														
29		GESTIÓN DE RESIDUOS	60 días	[Task bar]																														
30		CIERRE, ABANDONO Y ENTREGA DEL	1 día																															[Task bar]
31		FIN	0 días																															[Task bar]



UBICACIÓN

CANTÓN: ECHEANDÍA
SECTOR: EL CARMEN
RECINTO: PIEDRA GRANDE
PROVINCIA: BOLIVAR
ESCALA: 1:50000
SISTEMA: WGS 84 UTM ZONA 17S
EQUIPO UTILIZADO: DRON PHANTON 4- RTK

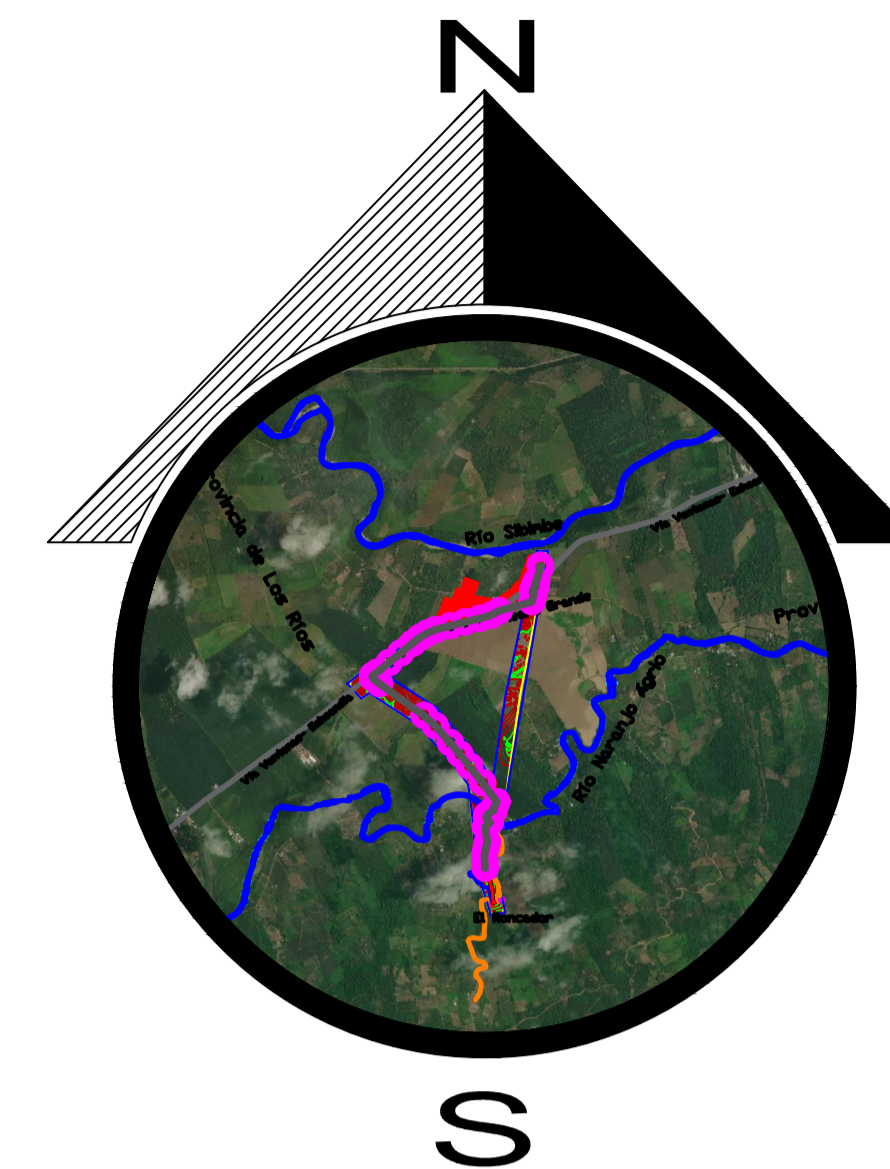
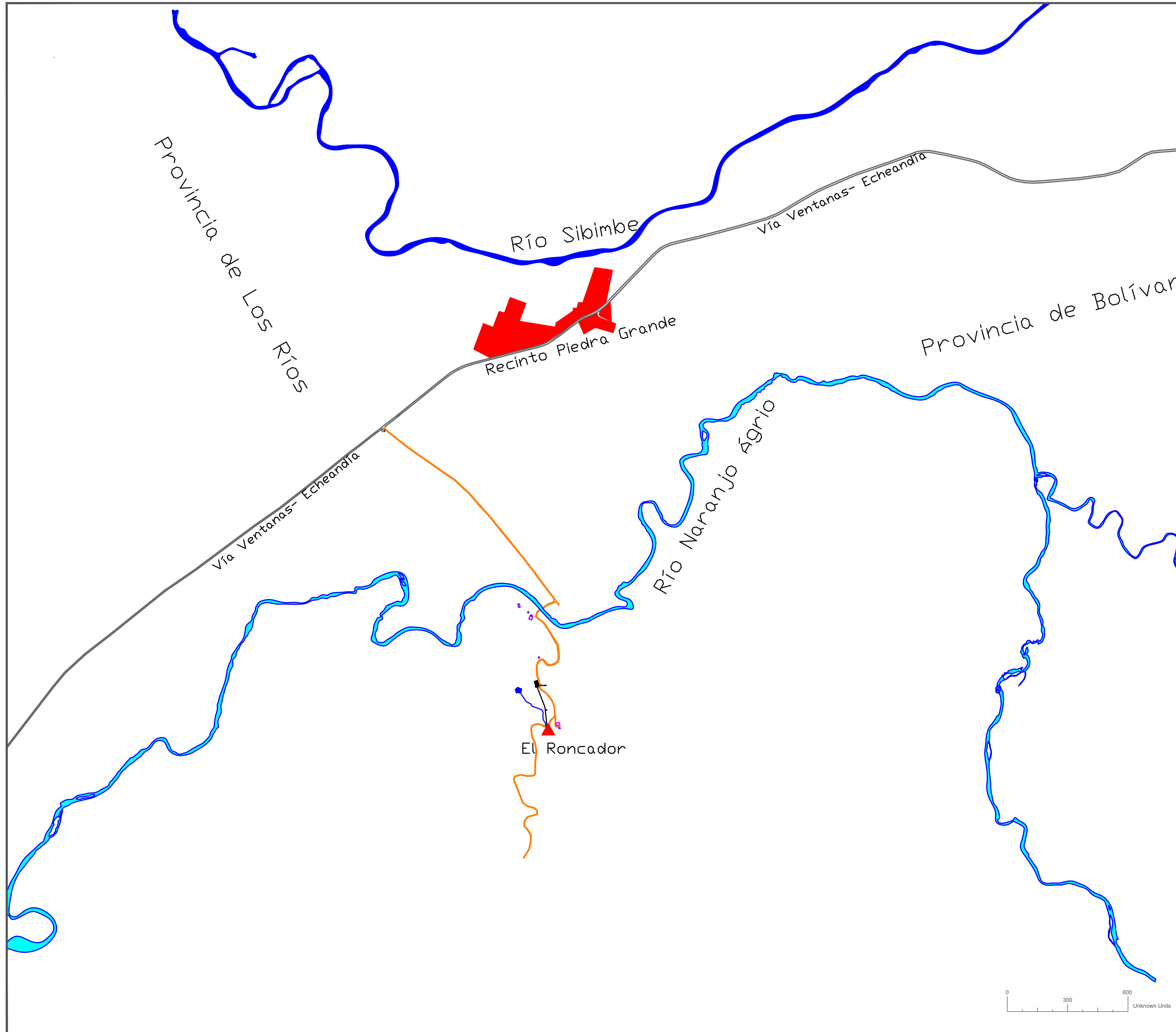
SIMBOLOGÍA	
	Curvas de nivel a 0.5m
	Curvas de nivel a 5m
	Captación "El Rincador"
	Planta de tratamiento de agua potable
	Línea de aducción
	Línea de conducción
	Reservorio
	Vía lastrada "El rondador"- Vía Ventanas-Echeandía
	Vía Ventanas-Echeandía

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL
 FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

TÍTULO: LINEA DE ADUCCIÓN Y CONDUCCIÓN DE AGUA POTABLE PARA EL RECINTO PIEDRA GRANDE CANTÓN ECHEANDÍA

CONTENIDO: CURVAS DE NIVEL DE ÁREA DE ESTUDIO

Coordinador de Materia Integradora: Ph.D. Miguel Chávez	Tutores de Conocimientos Específicos: M.Sc. Fernanda Mejía Ph.D. Priscila Valverde	Estudiantes: Victor Triviño Mite Alvaro Collaguazo Mejía	Fecha de entrega: 7 de Agosto, 2022
Tutor de Área de Conocimiento: M.Sc. Fernanda Mejía		Lamina: 1/8	Escala: 1:5000

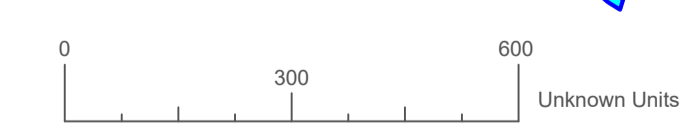


UBICACIÓN

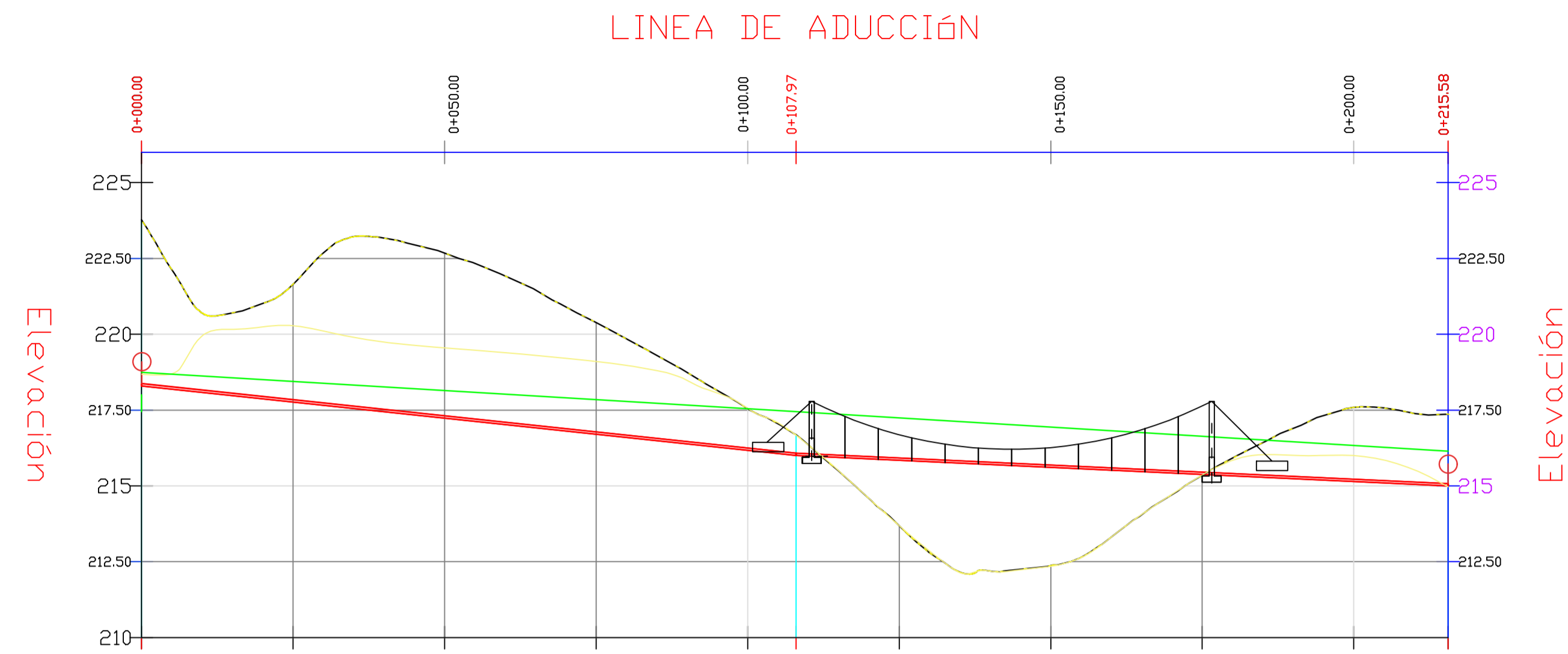
CANTÓN: ECHEANDÍA
SECTOR: EL CARMEN
RECINTO: PIEDRA GRANDE
PROVINCIA: BOLÍVAR
ESCALA: 1:50000
SISTEMA: WGS 84 UTM ZONA 17S
EQUIPO UTILIZADO: DRON PHANTON 4- RTK

SIMBOLOGIA

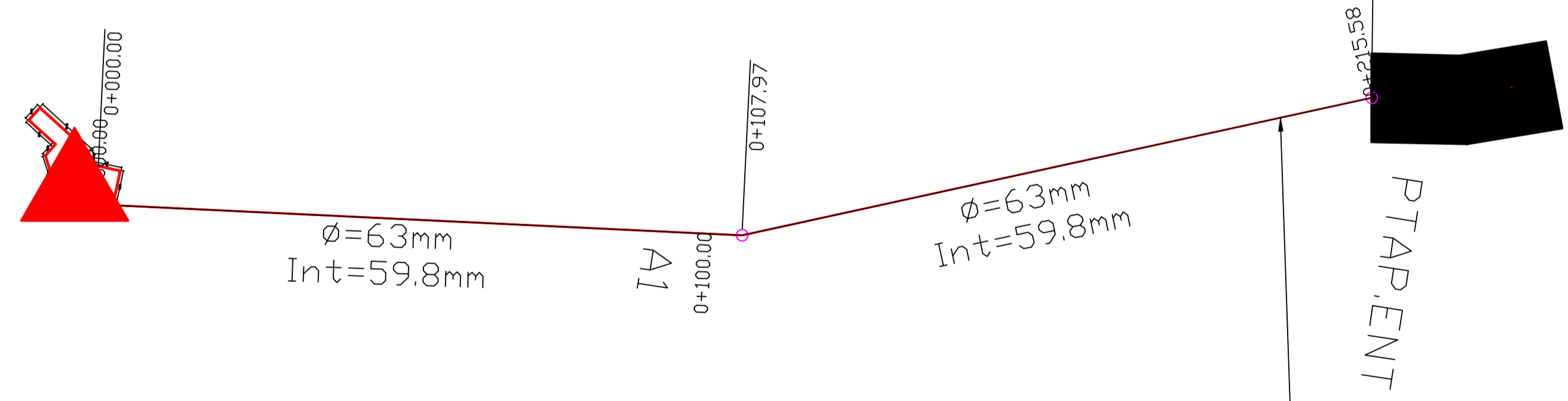
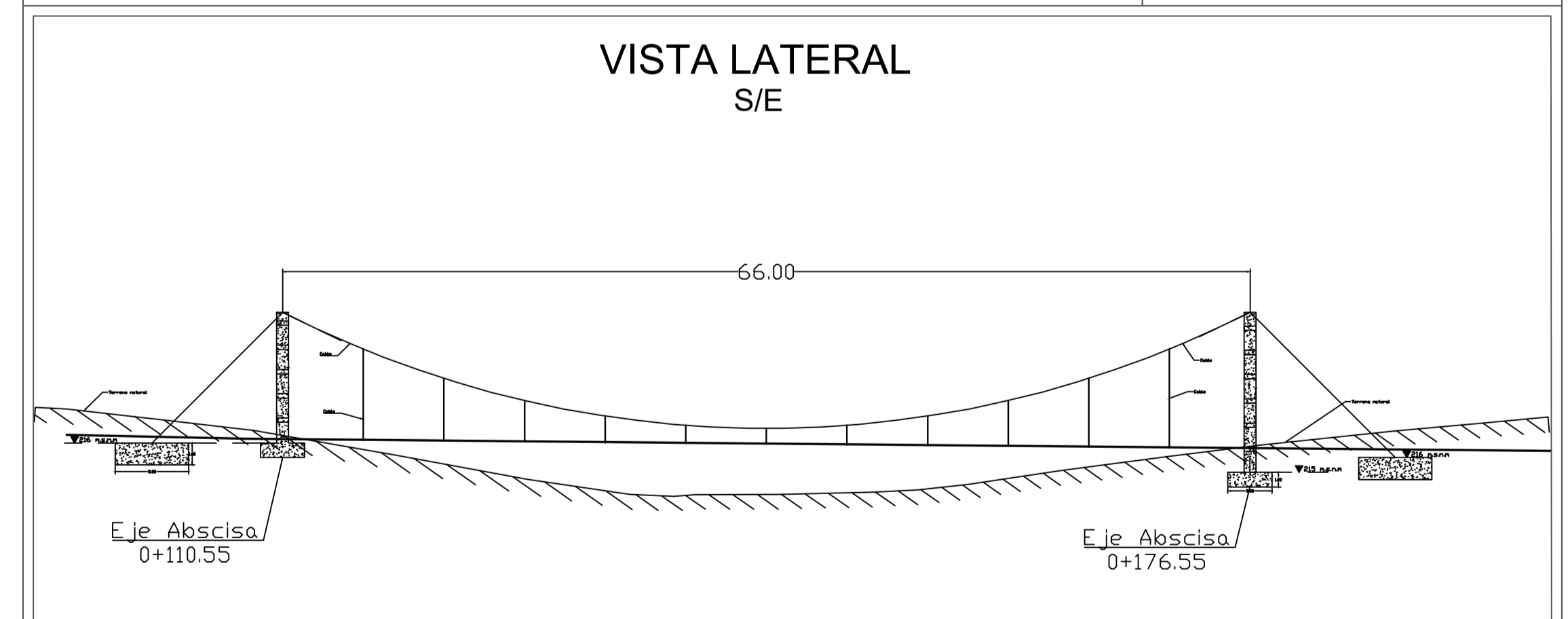
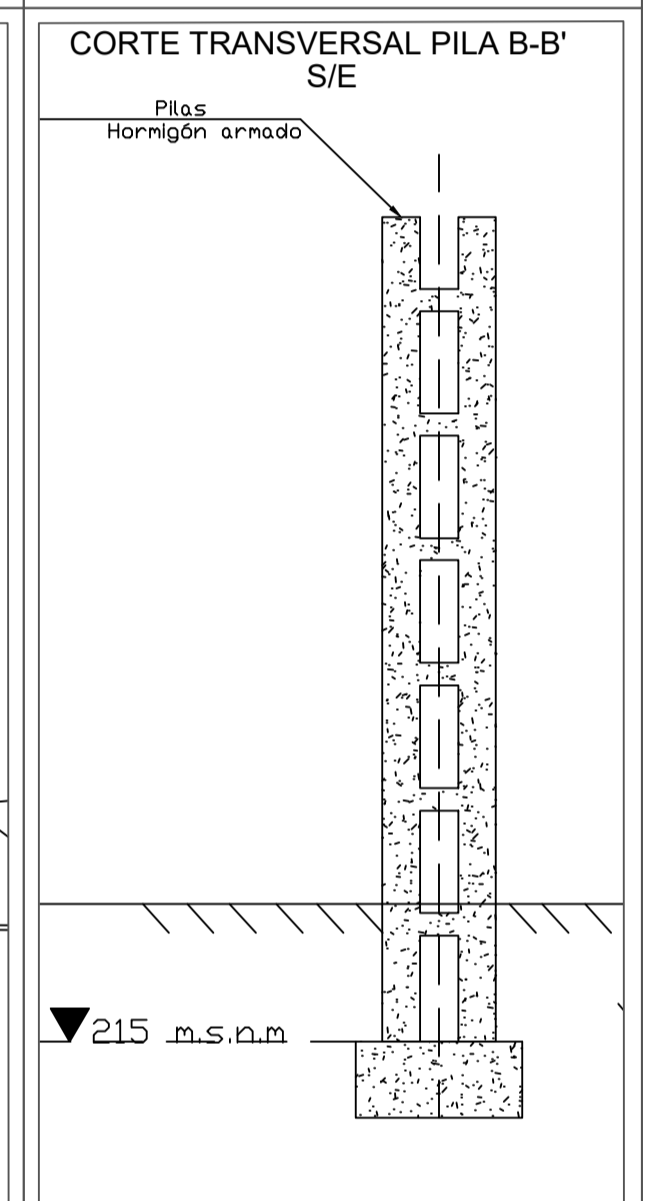
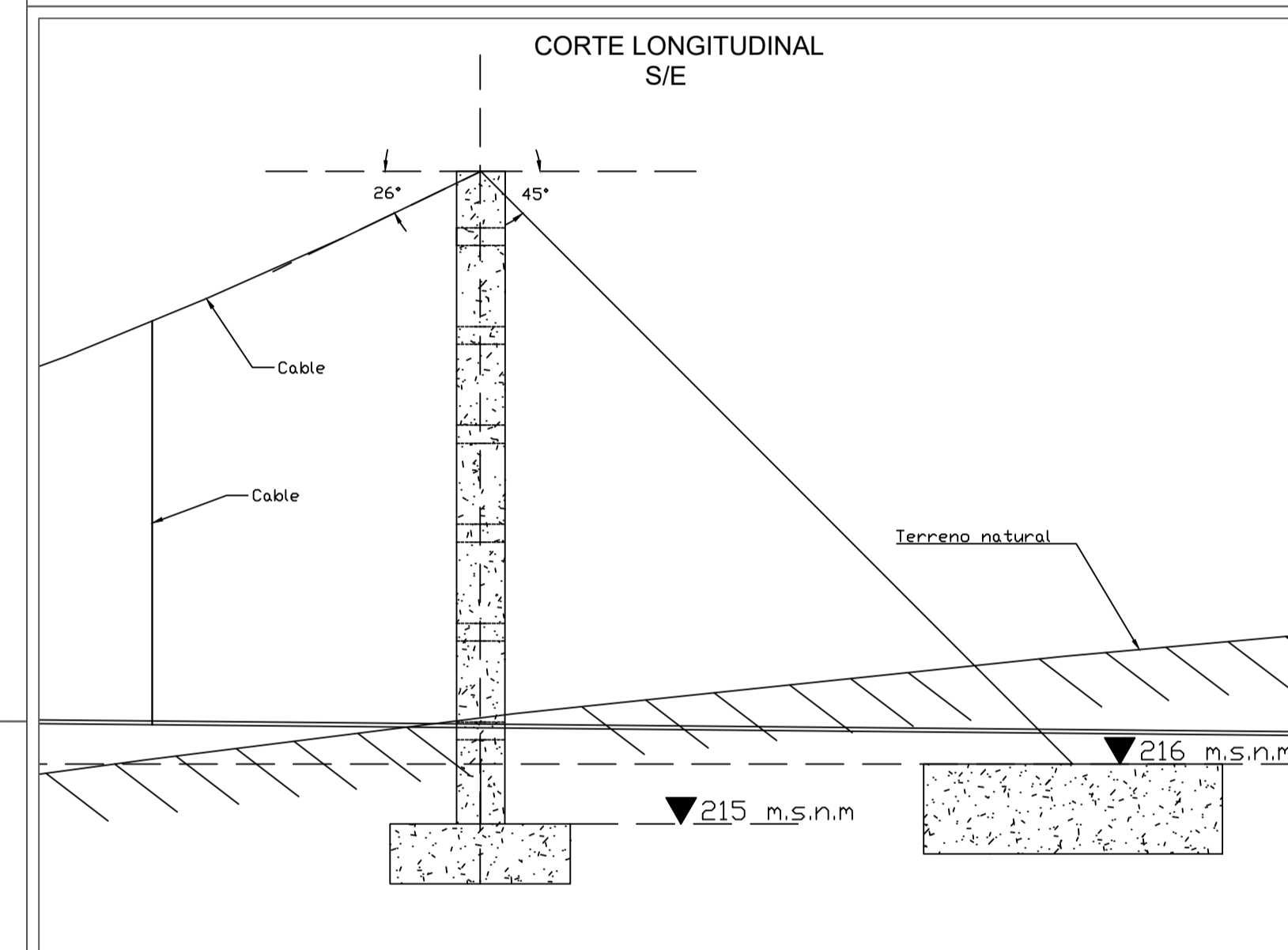
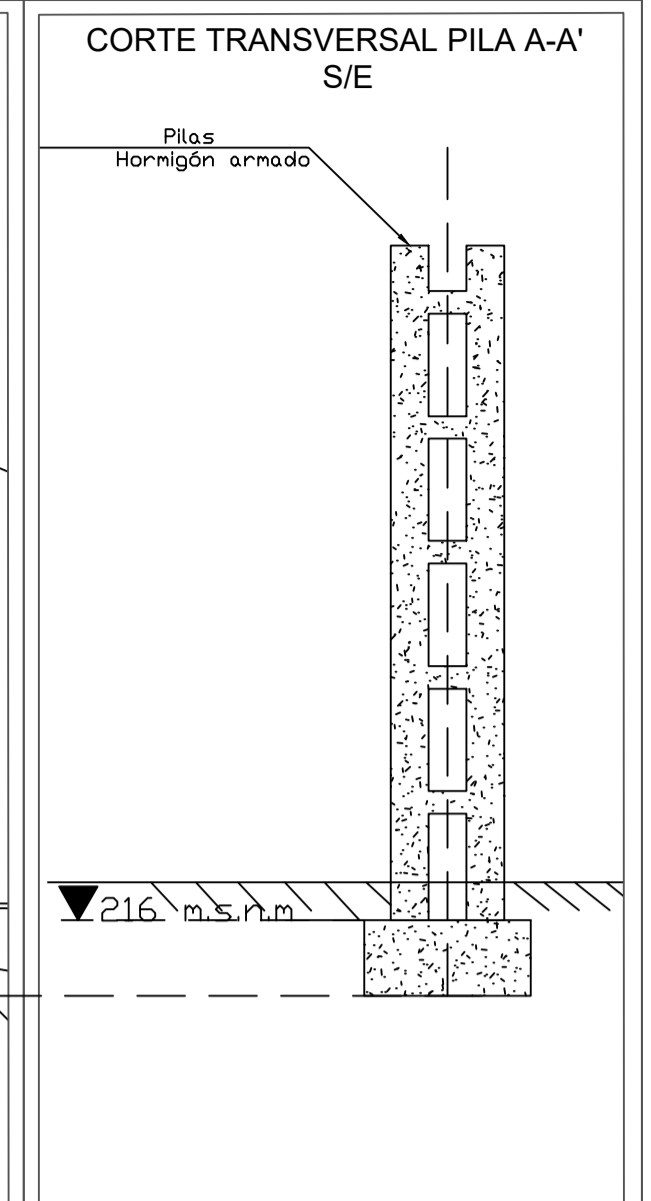
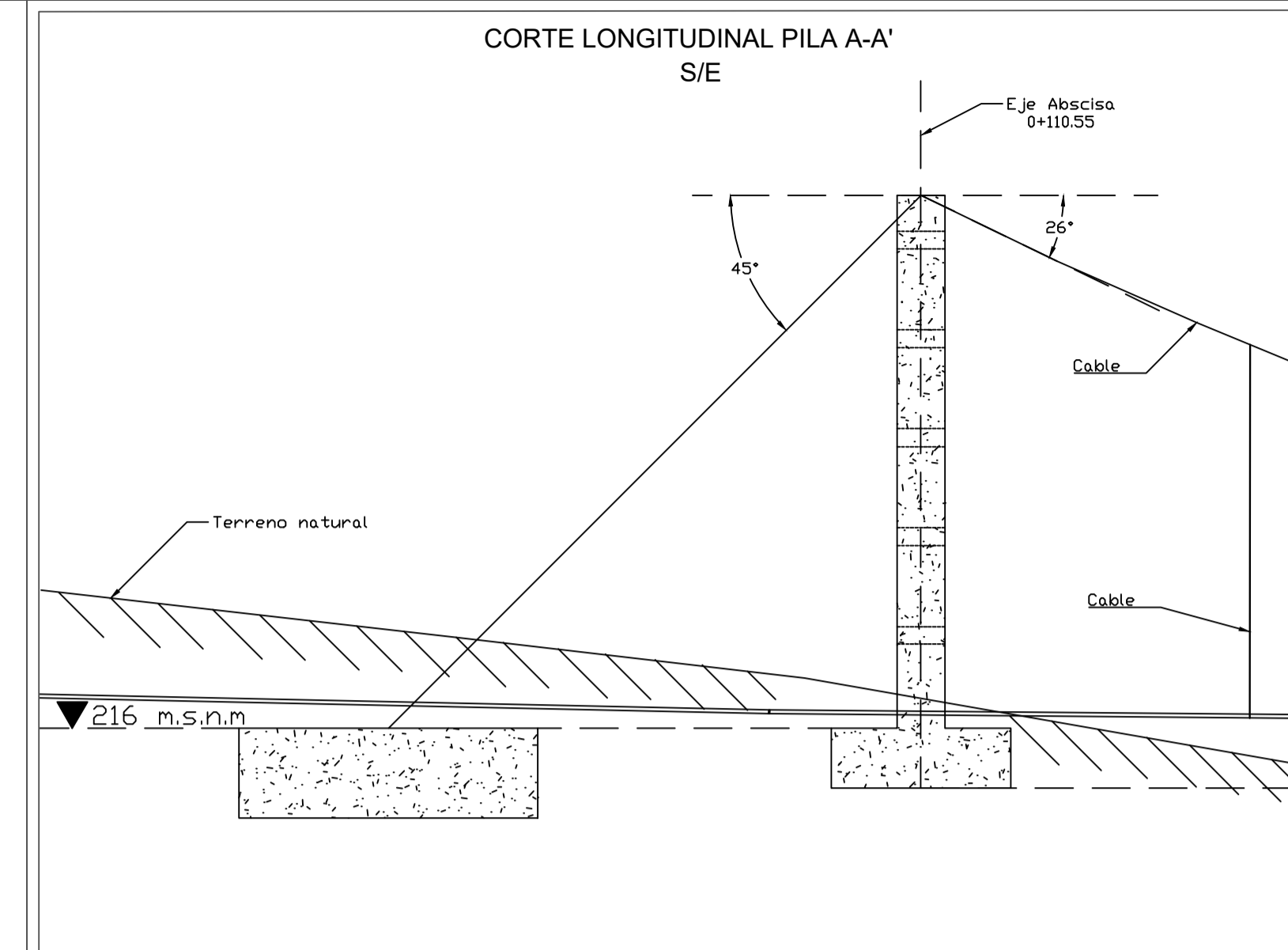
	Captación "El Roncador"
	Vía lastrada "El rondador-Vía Ventanas-Echeandía"
	Vía Ventanas-Echeandía
	Vertiente "El Roncador"
	Río Sibimbe
	Río Naranjo Ágrio



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL			
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA			
PROYECTO			
LINEA DE ADUCCIÓN Y CONDUCCIÓN DE AGUA POTABLE PARA EL RECINTO PIEDRA GRANDE CANTÓN ECHEANDÍA			
CONTENIDO			
RIOS Y CUERPOS DE AGUA CERCANOS AL RECINTO PIEDRA GRANDE			
Coordinador de Materia Integradora: Ph.D. Miguel Chávez	Tutores de Conocimientos Específicos: M.Sc. Fernanda Mejía Ph.D. Priscila Valverde	Estudiantes: Victor Triviño Mite Alvaro Collaguazo Mejía	Fecha de entrega: 7 de Agosto, 2022
Tutor de Área de Conocimiento: M.Sc. Fernanda Mejía	Hoja: 2/8	Escala: 1:10000	

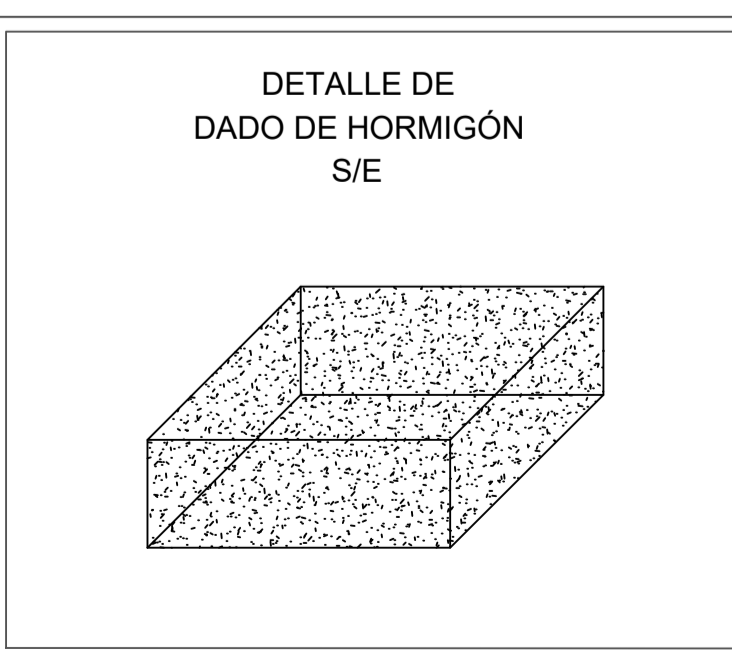
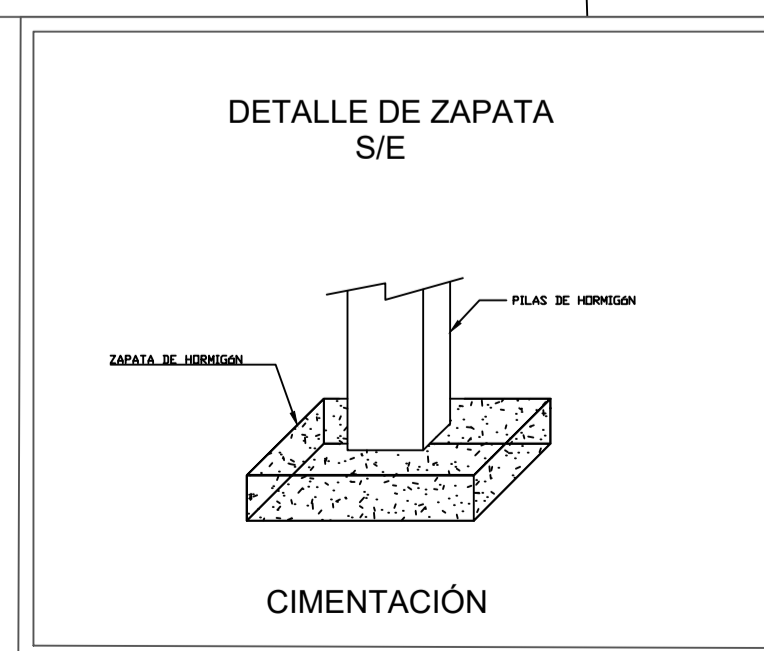


ABSCISA (Km)	0+000.00	0+025.00	0+050.00	0+075.00	0+100.00	0+107.97	0+125.00	0+150.00	0+175.00	0+200.00	0+215.58
COTA PIEZOMETRICA (m)	218.67		218.15		217.50	217.41		216.95		216.34	216.14
COTA DE TUBERIA A (RASANTE) (m)	218.30		217.22		216.20	216.00		215.55		215.10	215.00



FUENTE - PTAP
 ESCALA 1:750
 TUBERIA DE PVC

SIMBOLOGIA	
	Captación 'El Roncador'
	Planta de tratamiento de agua potable
	Línea de aducción
	Terreno natural
	Cota piezométrica



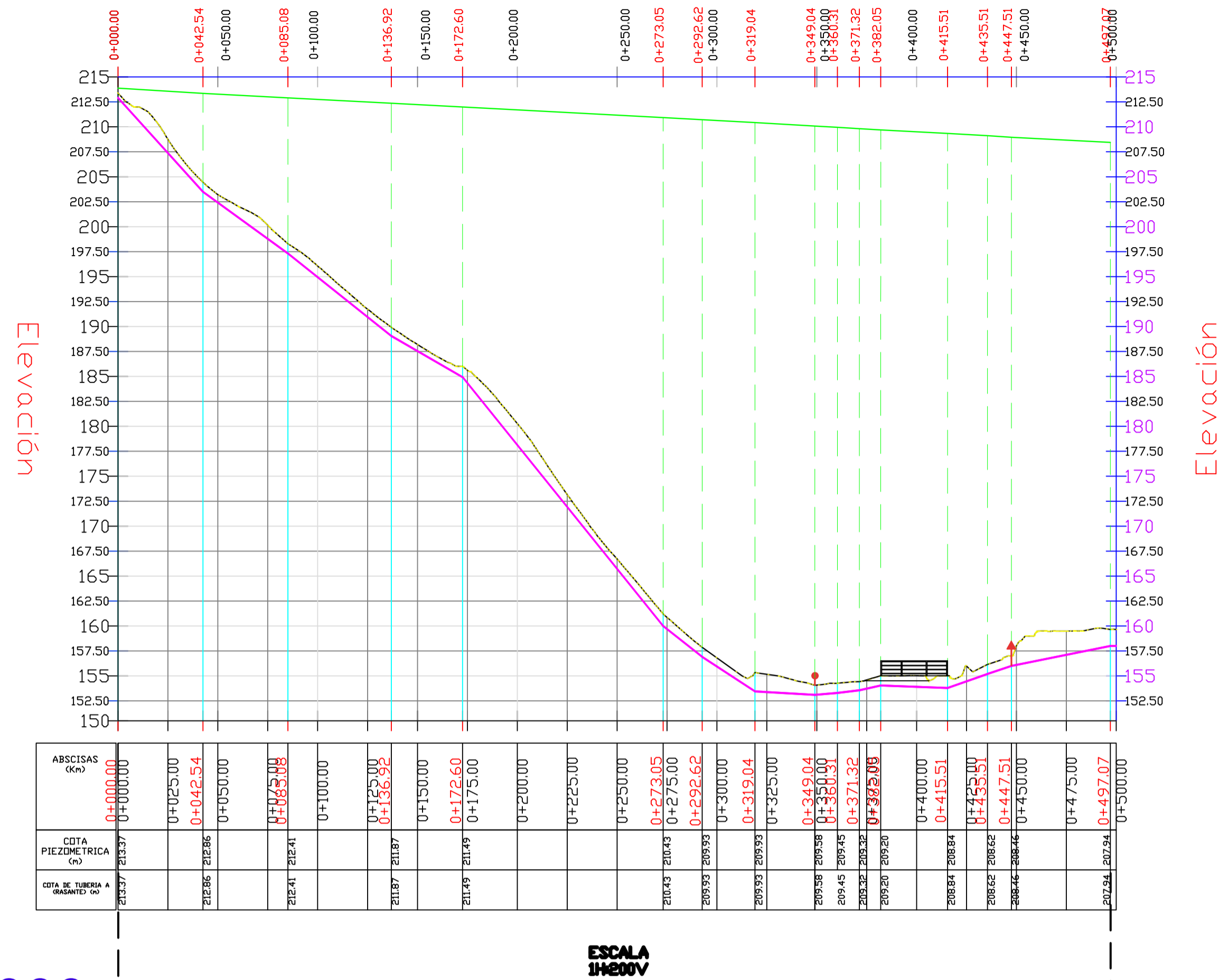
ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL
 FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

PROYECTO: LINEA DE ADUCCIÓN Y CONDUCCIÓN DE AGUA POTABLE PARA EL RECINTO PIEDRA GRANDE CANTÓN ECHEANDÍA

CONTENIDO: PERFILES DE LA LÍNEA DE ADUCCIÓN DEL PROYECTO

Coordinador de Materia Integradora: Ph.D. Miguel Chávez	Tutores de Conocimientos Específicos: M.Sc. Fernanda Mejía Ph.D. Priscila Valverde	Estudiantes: Víctor Triviño Mite Alvaro Collaguazo Mejía	Fecha de entrega: 7 de Agosto, 2022
Tutor de Área de Conocimiento: M.Sc. Fernanda Mejía		Hoja: 3/8	Escala: 1:750

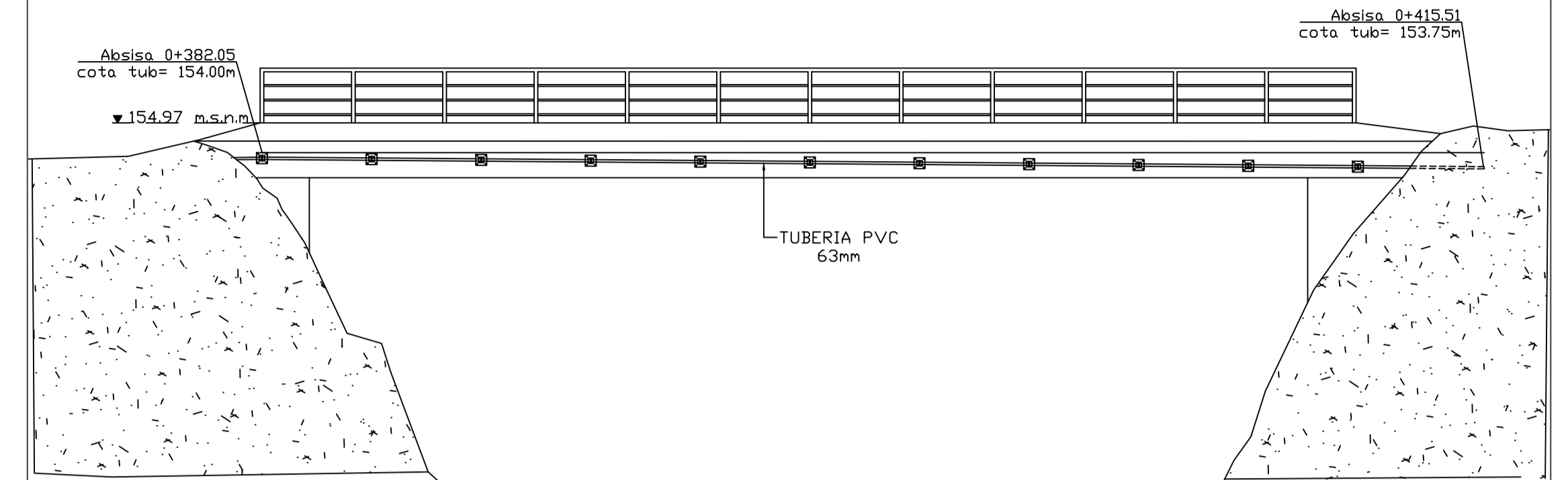
LINEA DE CONDUCCIÓN (0+000 A 0+500)



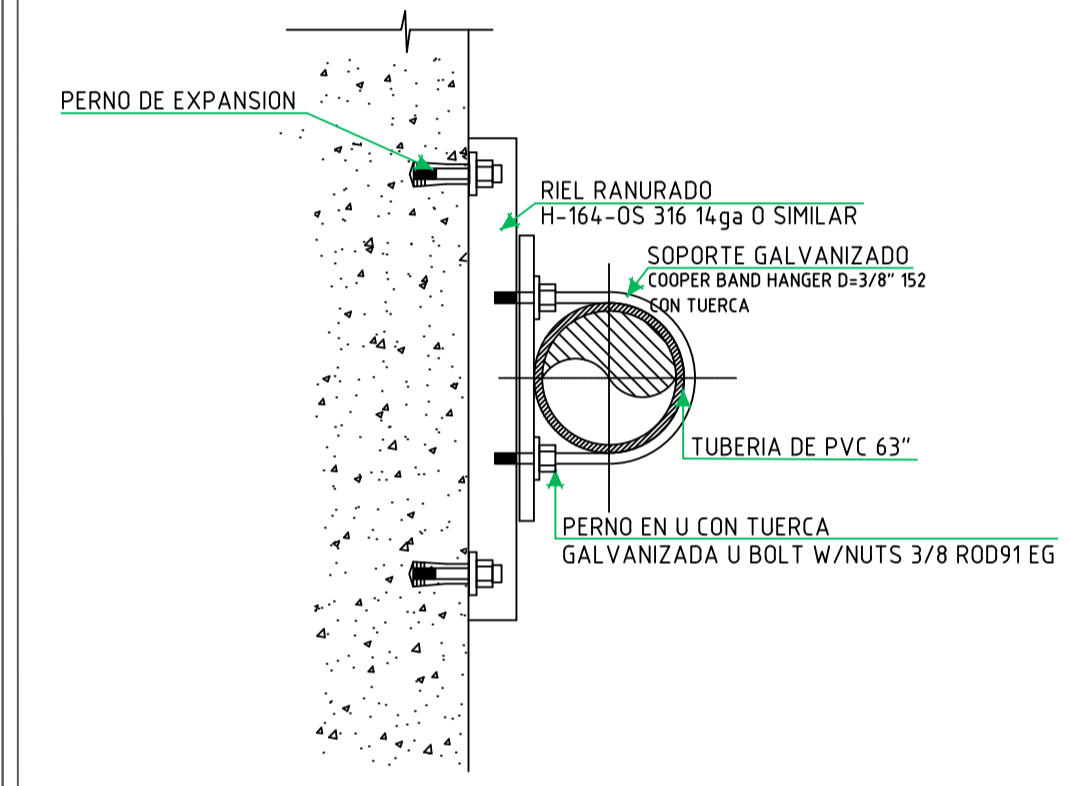
ESCALA 1:2000

ESCALA 1:2000

VISTA LONGITUDINAL
ABSCISAS 0+382.05 A 0+415.51



SOPORTE PARA TUBERIA VERTICAL
ESCALA 1:10



PERNOS DE EXPANSION

DIAMETROS	USOS
D=3/8"	PARA TUBERIA #4"

RIEL RANURADO

DIAMETROS	USOS
1-5/8"	PARA TUBERIA #4"

PERNOS EN U

TIPO DE PERNO U	APLICACION
GALV. U BOLT W/NUTS 3/8 ROD 90 T26 CON TUERCA	PARA TUBERIA D=1/2", 1", 1 1/2", 2"

PERNOS DE EXPANSION

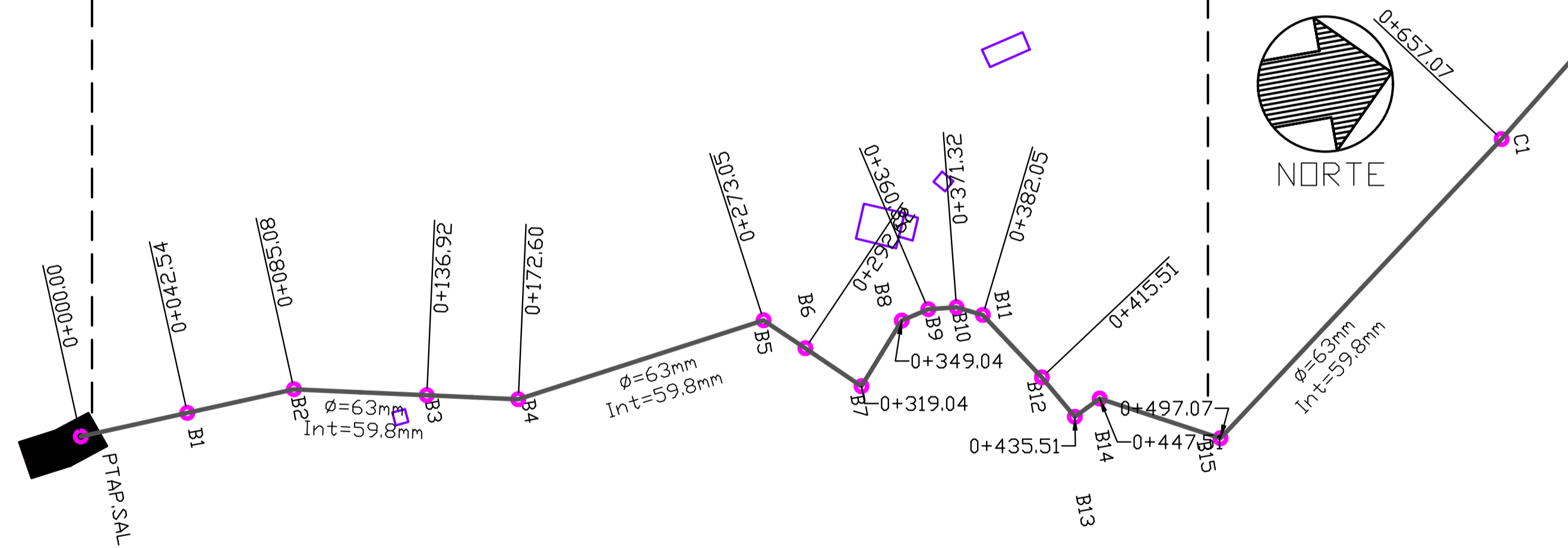
DESCRIPCION	USOS
D=3/8" x 2 1/2"	HASTA TUBERIA #4"

VARILLA ROSCA CONTINUA GALVANIZADA

DIAMETROS	USOS
3/8"	HASTA TUBERIA #4"

ABRAZADERAS

TIPO	USOS	
AGUA POTABLE	COOPER BAND HANGER D=3/8" 152 CON TUERCA	PARA TUB. #1/2" PARA TUB. #3/4" PARA TUB. #1" PARA TUB. #1 1/4" PARA TUB. #1 1/2" PARA TUB. #2" PARA TUB. #3"
	COOPER CLEVIS HANGERS D=1/2" 152 CON TUERCA	PARA TUB. #4" PARA TUB. #6" PARA TUB. #8"



ESCALA 1:1750

SIMBOLOGIA	
	Planta de tratamiento de agua potable
	Línea de conducción
	Terreno natural
	Cota piezométrica
	Válvula de purga 2"
	Válvula de aire 2"

PTAP - 0+500m

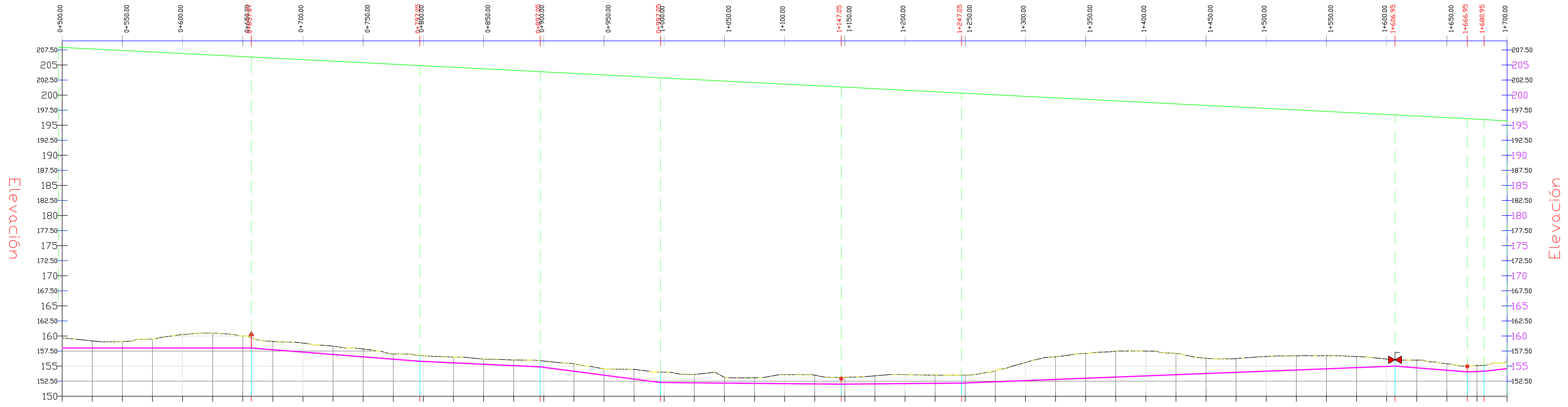
ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

PROYECTO: LINEA DE ADUCCIÓN Y CONDUCCIÓN DE AGUA POTABLE PARA EL RECINTO PIEDRA GRANDE CANTÓN ECHEANDÍA

CONTENIDO: PERFILES DE LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN DEL PROYECTO

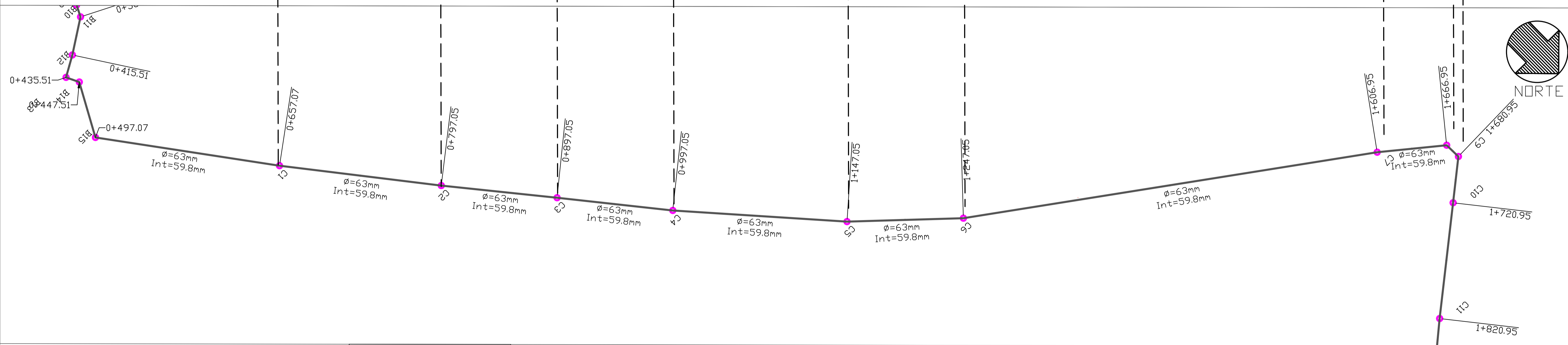
Coordinador de Materia Integradora: Ph.D. Miguel Chávez	Tutores de Conocimientos Específicos: M.Sc. Fernanda Mejía Ph.D. Priscila Valverde	Estudiantes: Victor Triviño Mite Alvaro Collaguazo Mejía	Fecha de entrega: 7 de Agosto, 2022
Tutor de Área de Conocimiento: M.Sc. Fernanda Mejía	Lamina: 4/8	Escala: Especificada	

LINEA DE CONDUCCIÓN (0+500 A 1+700)



ABSCISAS (Km)	COTA PIEZOMETRICA (m)	COTA DE TUBERIA A GRANANTE (m)
0+500.00	197.96	197.96
0+525.00		
0+550.00		
0+575.00		
0+600.00		
0+625.00		
0+659.89	197.96	197.96
0+675.00		
0+700.00		
0+725.00		
0+750.00		
0+775.00		
0+797.05	185.76	185.76
0+800.00		
0+825.00		
0+850.00		
0+875.00		
0+897.05	184.83	184.83
0+900.00		
0+925.00		
0+950.00		
0+975.00		
0+997.05	182.24	182.24
1+000.00		
1+025.00		
1+050.00		
1+075.00		
1+100.00		
1+125.00		
1+147.05	151.96	151.96
1+150.00		
1+175.00		
1+200.00		
1+225.00		
1+247.05	152.14	152.14
1+250.00		
1+275.00		
1+300.00		
1+325.00		
1+350.00		
1+375.00		
1+400.00		
1+425.00		
1+450.00		
1+475.00		
1+500.00		
1+525.00		
1+550.00		
1+575.00		
1+606.95	154.96	154.96
1+625.00		
1+650.00		
1+666.95	153.998	153.998
1+680.95	154.96	154.96
1+700.00		

ESCALA 1:1200V



ESCALA 1:1750
0+500m - 1+700m

SIMBOLOGIA	
	Línea de conducción
	Terreno natural
	Válvula de aire 2"
	Cota piezométrica
	Válvula de purga 2"
	Válvula de seccionamiento con caja de protección

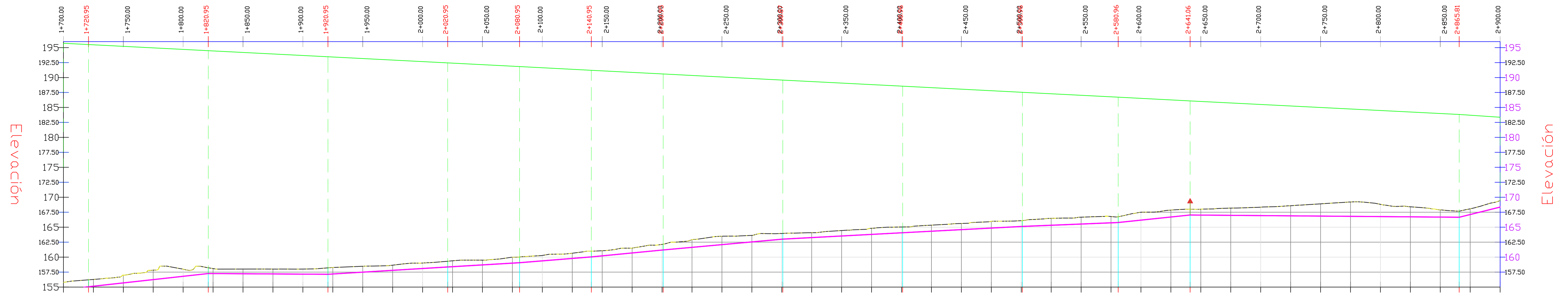
ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

PROYECTO:
LINEA DE ADUCCIÓN Y CONDUCCIÓN DE AGUA POTABLE PARA EL RECINTO PIEDRA GRANDE CANTÓN ECHEANDÍA

CONTENIDO:
PERFILES DE LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN DEL PROYECTO

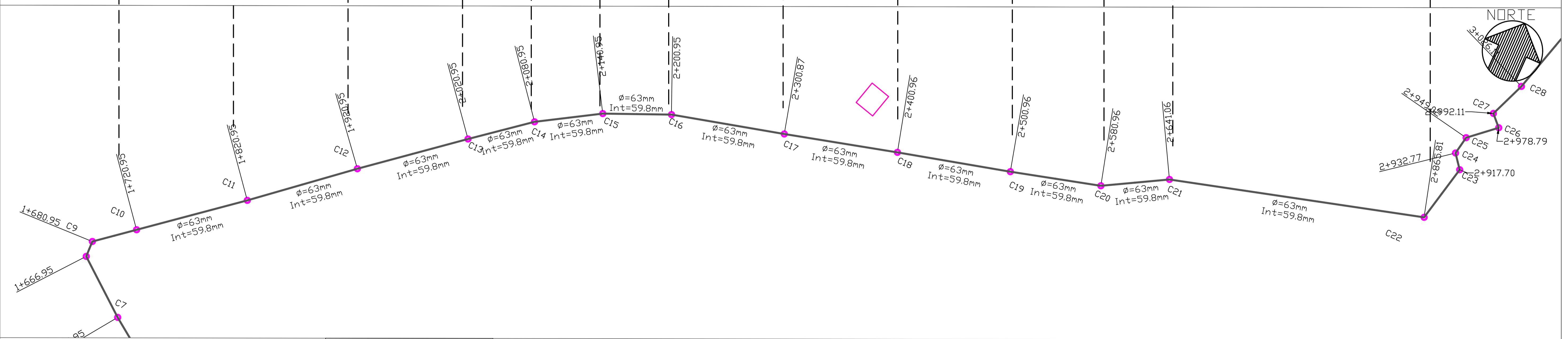
Coordinador de Materia Integradora: Ph.D. Miguel Chávez	Tutores de Conocimientos Específicos: M.Sc. Fernanda Mejía Ph.D. Priscila Valverde	Estudiantes: Victor Triviño Mite Alvaro Collaguazo Mejía	Fecha de entrega: 7 de Agosto, 2022
Tutor de Área de Conocimiento: M.Sc. Fernanda Mejía	Hoja: 5/8	Escala: 1:1750	

LINEA DE CONDUCCIÓN (1+700 A 2+900)



ABSCISAS (Km)	COTA PIEZOMÉTRICA (m)	COTA DE TUBERÍA A GRANANTE (m)
1+700.00	165.00	165.00
1+720.95	165.95	165.95
1+725.00	166.00	166.00
1+750.00	166.50	166.50
1+775.00	167.00	167.00
1+800.00	167.50	167.50
1+820.95	168.00	168.00
1+825.00	168.00	168.00
1+850.00	168.50	168.50
1+875.00	169.00	169.00
1+900.00	169.50	169.50
1+920.95	170.00	170.00
1+925.00	170.00	170.00
1+950.00	170.50	170.50
1+975.00	171.00	171.00
2+000.00	171.50	171.50
2+020.95	172.00	172.00
2+025.00	172.00	172.00
2+050.00	172.50	172.50
2+070.95	173.00	173.00
2+075.00	173.00	173.00
2+100.00	173.50	173.50
2+120.95	174.00	174.00
2+125.00	174.00	174.00
2+140.95	174.50	174.50
2+145.00	174.50	174.50
2+170.00	175.00	175.00
2+175.00	175.00	175.00
2+200.95	175.50	175.50
2+205.00	175.50	175.50
2+225.00	176.00	176.00
2+250.00	176.50	176.50
2+275.00	177.00	177.00
2+300.87	177.50	177.50
2+305.00	177.50	177.50
2+325.00	178.00	178.00
2+350.00	178.50	178.50
2+375.00	179.00	179.00
2+400.96	179.50	179.50
2+405.00	179.50	179.50
2+425.00	180.00	180.00
2+450.00	180.50	180.50
2+475.00	181.00	181.00
2+500.96	181.50	181.50
2+505.00	181.50	181.50
2+525.00	182.00	182.00
2+550.00	182.50	182.50
2+575.00	183.00	183.00
2+600.00	183.50	183.50
2+625.00	184.00	184.00
2+641.06	184.50	184.50
2+650.00	184.50	184.50
2+700.00	185.00	185.00
2+750.00	185.50	185.50
2+800.00	186.00	186.00
2+825.00	186.50	186.50
2+850.00	187.00	187.00
2+865.81	187.50	187.50
2+875.00	187.50	187.50
2+900.00	188.00	188.00

ESCALA 1:2000



ESCALA 1:1750
0+500m - 1+700m

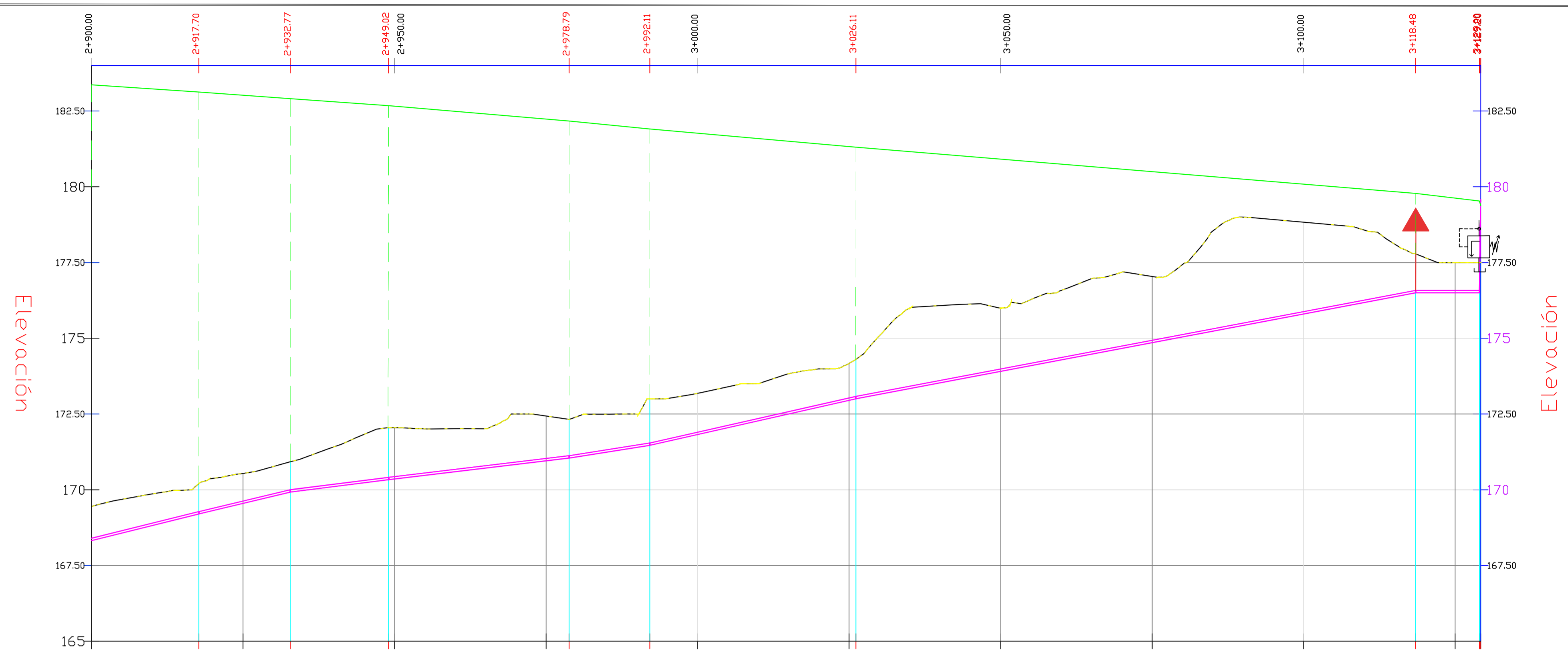
SIMBOLOGÍA	
	Línea de conducción
	Terreno natural
	Válvula de aire 1/4"
	Cota piezométrica
	Válvula de purga 1/4"

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

PROYECTO: LINEA DE ADUCCIÓN Y CONDUCCIÓN DE AGUA POTABLE PARA EL RECINTO PIEDRA GRANDE CANTÓN ECHEANDÍA

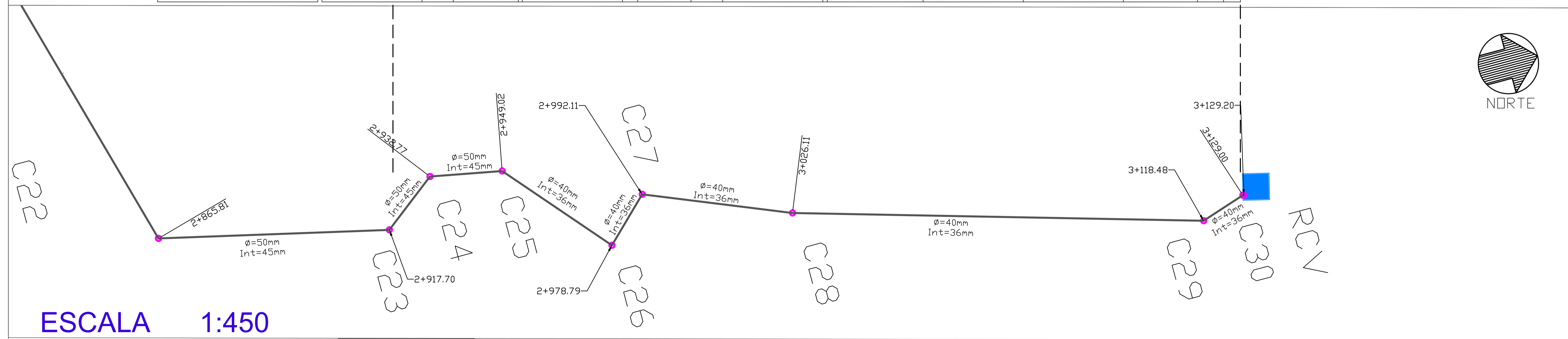
CONTENIDO: PERFILES DE LA LÍNEA DE ADUCCIÓN DEL PROYECTO

Coordinador de Materia Integradora: Ph.D. Miguel Chávez	Tutores de Conocimientos Específicos: M.Sc. Fernanda Mejía Ph.D. Priscila Valverde	Estudiantes: Victor Triviño Mite Alvaro Collaguazo Mejía	Fecha de entrega: 7 de Agosto, 2022
Tutor de Área de Conocimiento: M.Sc. Fernanda Mejía	Lamina: 6/8	Escala: 1:1750	



ABSCISAS (Km)	2+900.00	2+917.70	2+925.00	2+932.77	2+949.02	2+950.00	2+978.79	2+992.11	3+000.00	3+026.11	3+050.00	3+075.00	3+100.00	3+118.48	3+129.20
COTA PIEZOMÉTRICA (m)		183.13		182.91	182.68		182.17	181.91		181.31				179.78	179.53
COTA DE TUBERÍA A (RASANTE) (m)		169.20		169.92	170.33		171.050	171.46		173.00				176.50	176.50

ESCALA 1:500



ESCALA 1:450

2+900m - 3+129.20m

SIMBOLOGÍA	
	Línea de conducción
	Terreno natural
	Válvula de aire 1/4"
	Cota piezométrica
	Válvula de purga 1/4"
	Reservorio
	Válvula reguladora de presión 1/4"

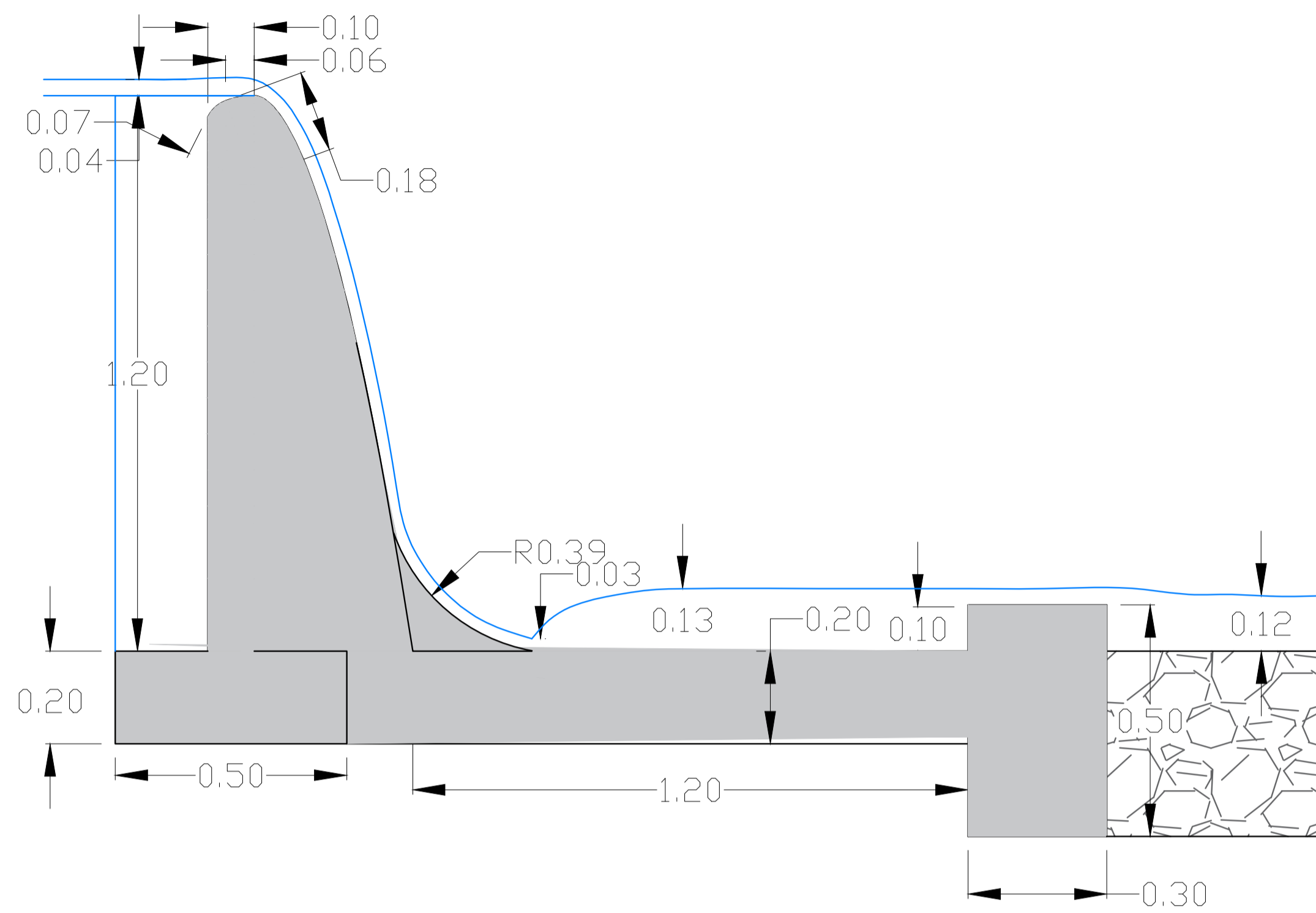
ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

PROYECTO: LINEA DE ADUCCIÓN Y CONDUCCIÓN DE AGUA POTABLE PARA EL RECINTO PIEDRA GRANDE CANTÓN ECHEANDÍA

CONTENIDO: PERFILES DE LA LÍNEA DE ADUCCIÓN DEL PROYECTO

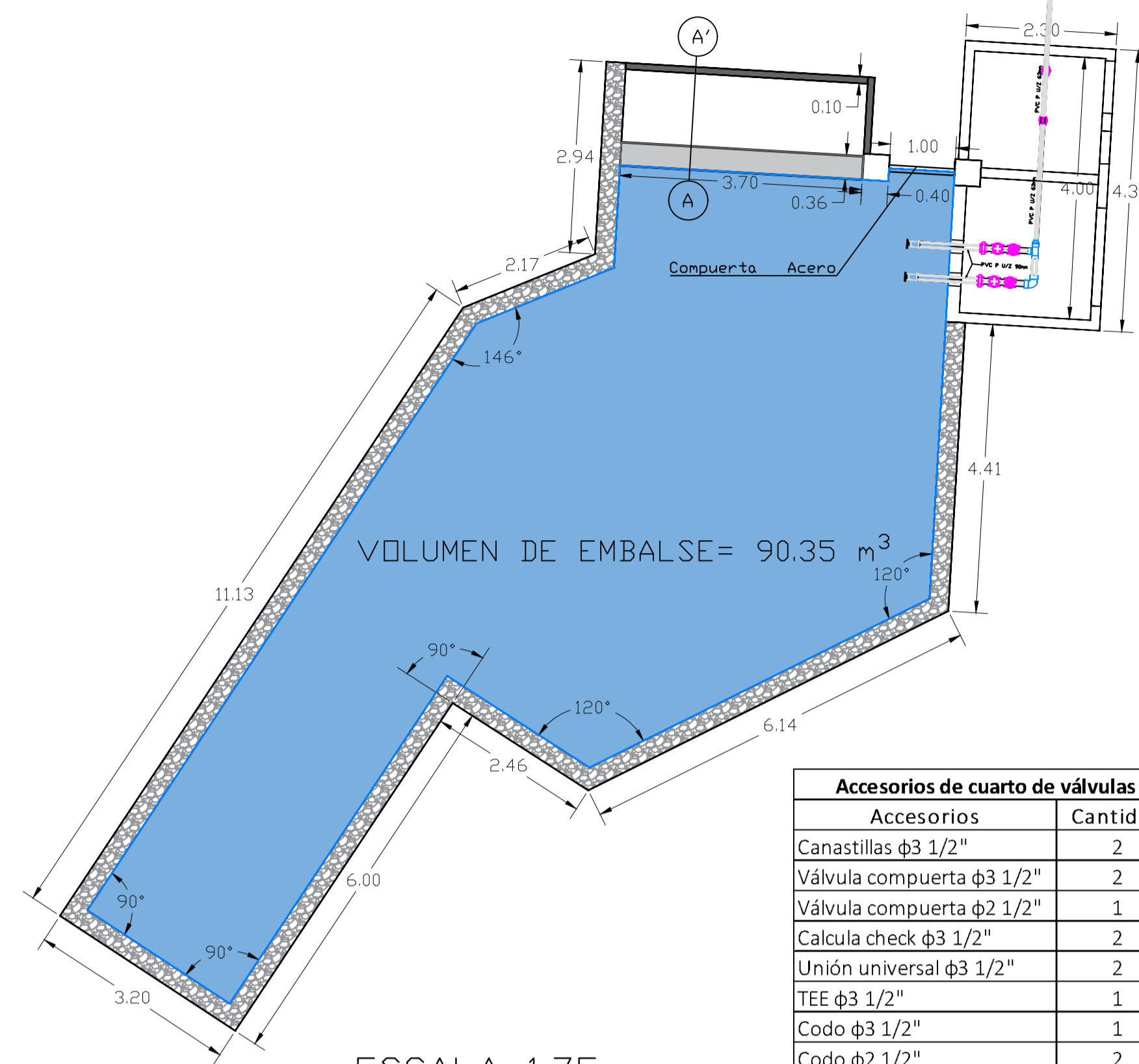
Coordinador de Materia Integradora: Ph.D. Miguel Chávez	Tutores de Conocimientos Específicos: M.Sc. Fernanda Mejía Ph.D. Priscila Valverde	Estudiantes: Víctor Triviño Mite Alvaro Collaguazo Mejía	Fecha de entrega: 7 de Agosto, 2022
Tutor de Área de Conocimiento: M.Sc. Fernanda Mejía		Lamina: 7/8	Escala: Especificada

VISTA LATERAL DE VERTEDERO CREAGER A-A'

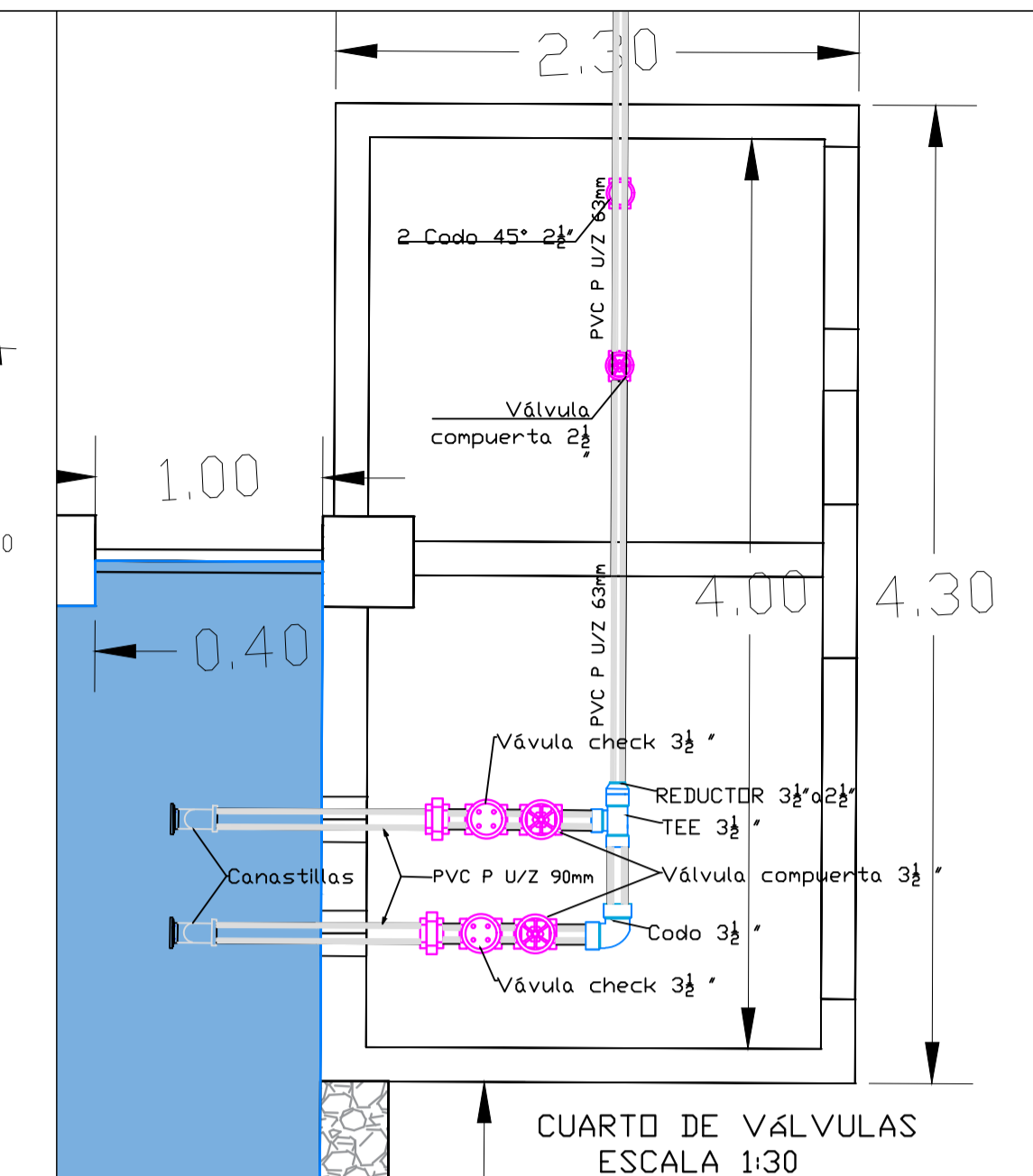


ESCALA 1:15

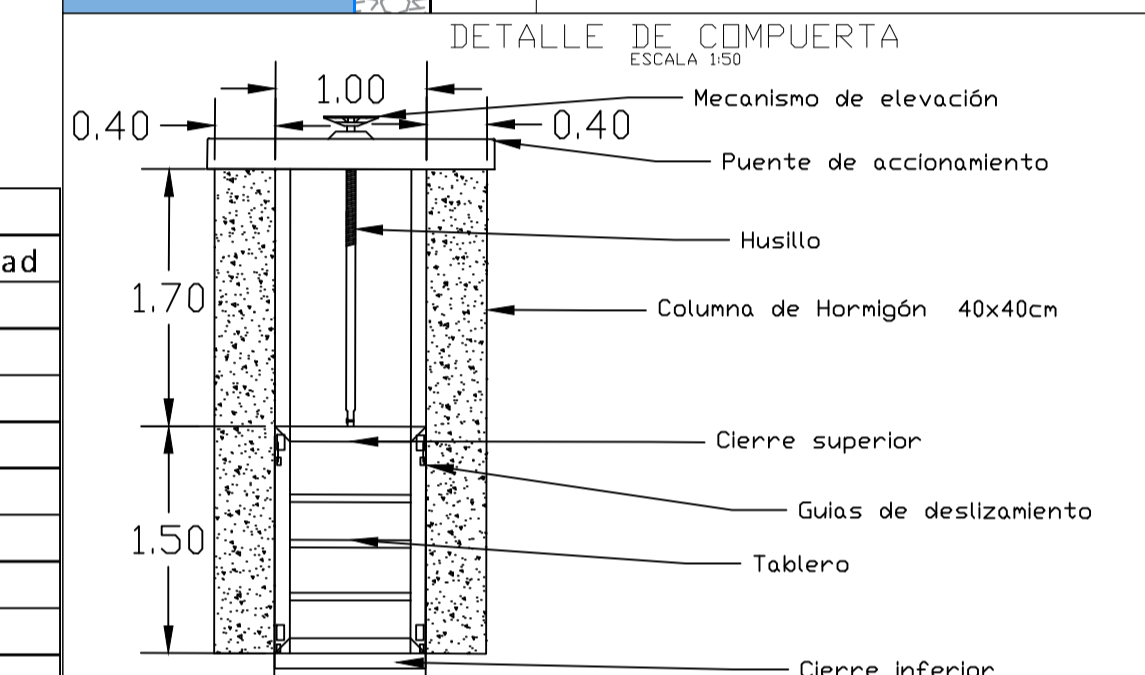
VISTA EN PLANTA DE ESTRUCTURA DE CAPTACIÓN



ESCALA 1:75



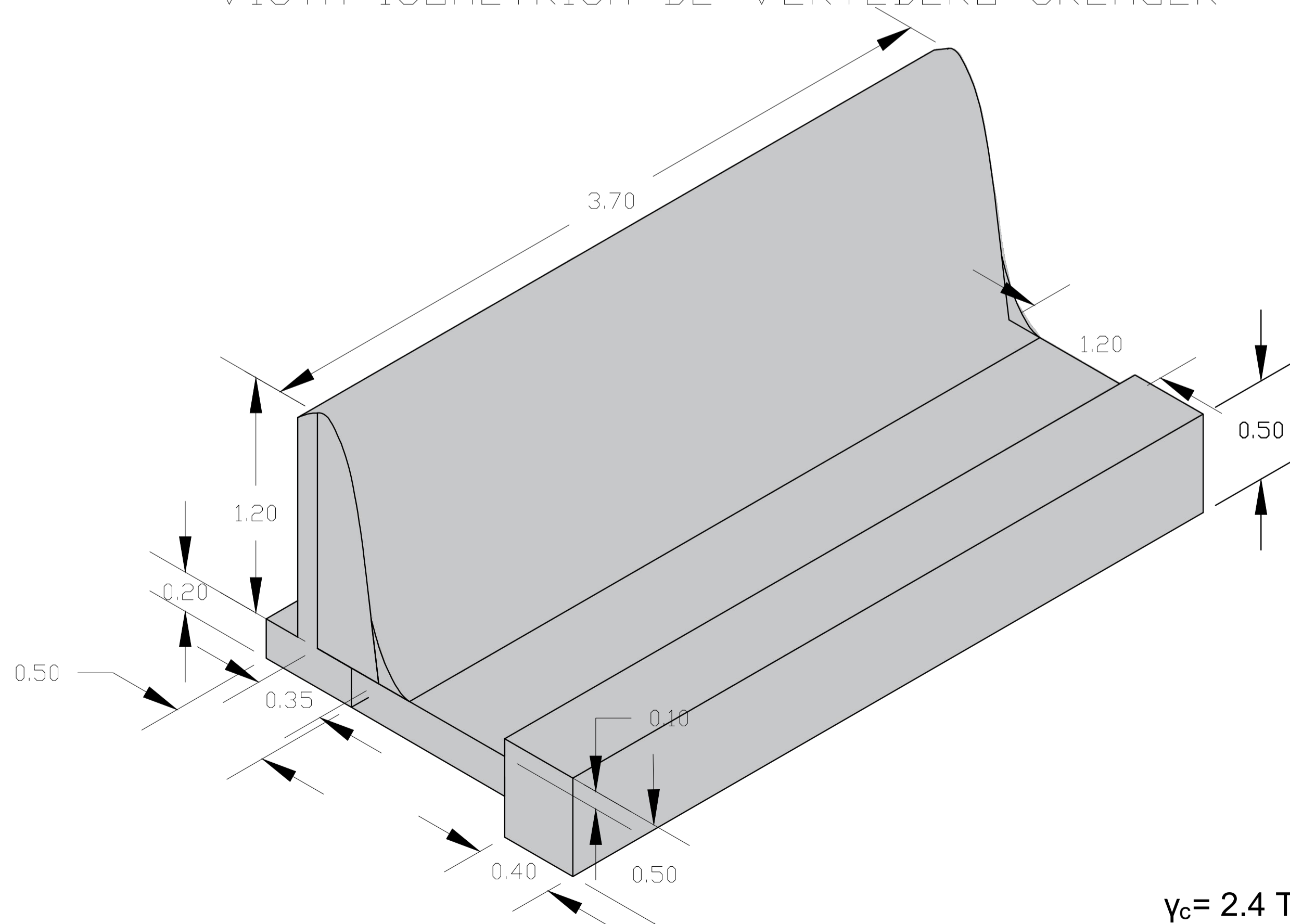
CUARTO DE VÁLVULAS ESCALA 1:30



DETALLE DE COMPUERTA ESCALA 1:50

Accesorios de cuarto de válvulas	
Accesorios	Cantidad
Canastillas $\phi 3 \frac{1}{2}''$	2
Válvula compuerta $\phi 3 \frac{1}{2}''$	2
Válvula compuerta $\phi 2 \frac{1}{2}''$	1
Calcula check $\phi 3 \frac{1}{2}''$	2
Unión universal $\phi 3 \frac{1}{2}''$	2
TEE $\phi 3 \frac{1}{2}''$	1
Codo $\phi 3 \frac{1}{2}''$	1
Codo $\phi 2 \frac{1}{2}''$	2
Reductor $\phi 3 \frac{1}{2}''$ a $\phi 2 \frac{1}{2}''$	1

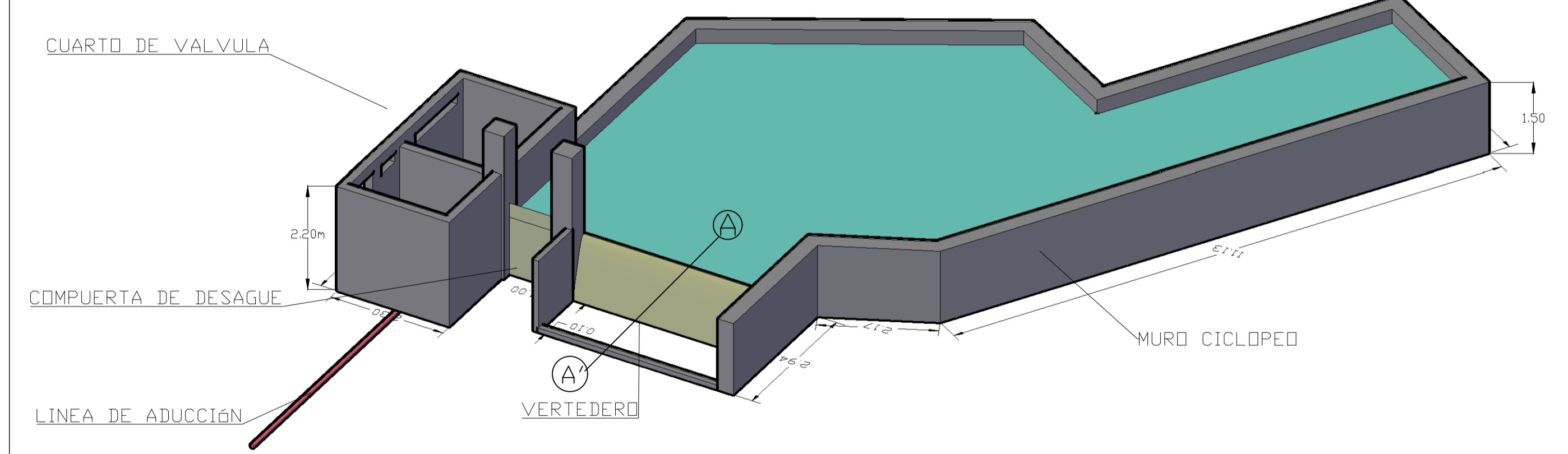
VISTA ISOMÉTRICA DE VERTEDERO CREAGER



ESCALA 1:20

$\gamma_c = 2.4 \text{ Ton/m}^3$

MODELADO DE ESTRUCTURA DE CAPTACIÓN



ESCALA 1:75

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL
 FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

PROYECTO:
 LINEA DE ADUCCIÓN Y CONDUCCIÓN DE AGUA POTABLE PARA EL RECINTO PIEDRA GRANDE CANTÓN ECHEANDÍA

CONTENIDO:
 DISEÑO DE VERTEDERO TIPO CREAGER PARA CAPTACIÓN

Coordinador de Materia Integradora: Ph.D. Miguel Chávez	Tutores de Conocimientos Específicos: M.Sc. Fernanda Mejía Ph.D. Priscila Valverde	Estudiantes: Victor Triviño Mite Alvaro Collaguazo Mejía	Fecha de entrega: 7 de Agosto, 2022
Tutor de Área de Conocimiento: M.Sc. Fernanda Mejía			Hoja: 8/8