

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra

Estudios y diseños de la línea de impulsión del sistema de agua potable
de la ESPO

PROYECTO INTEGRADOR

Previo la obtención del Título de:

Ingeniero Civil

Presentado por:

Steven Israel Chávez Melgar

Néstor Iván Ramírez Layana

GUAYAQUIL - ECUADOR

Año: 2022

DEDICATORIA

El presente proyecto lo dedicamos principalmente a Dios que nos ha ayudado a lo largo de nuestra carrera a seguir adelante. También lo dedicamos a nuestra universidad que nos ha acogido y formado con excelencia, y se lo retribuimos con un proyecto que beneficiará a toda la comunidad politécnica.

Steven Israel Chávez Melgar

Néstor Iván Ramírez Layana

AGRADECIMIENTOS

Nuestro más sincero agradecimiento a nuestros padres, por su apoyo incondicional en todo este tiempo, a todo el personal académico y técnico de la ESPOL, quienes nos brindaron toda la ayuda necesaria para la realización de este proyecto, y a nuestra tutora de proyecto, que nos brindó todos sus conocimientos y soporte a lo largo de este semestre.

Steven Israel Chávez Melgar

Néstor Iván Ramírez Layana

DECLARACIÓN EXPRESA

“Los derechos de titularidad y explotación, nos corresponde conforme al reglamento de propiedad intelectual de la institución; *Steven Israel Chávez Melgar* y *Néstor Iván Ramírez Layana* 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”

Steven Chávez Melgar

Steven Chávez

Néstor Ramírez L.

Néstor Ramírez

EVALUADORES

MSc. Samantha Hidalgo

PROFESOR DE LA MATERIA

MSc. Bethy Merchán

PROFESOR TUTOR

RESUMEN

Los 1703m de línea de impulsión del sistema de agua potable – AAPP, de la Escuela Superior Politécnica del Litoral -ESPOL, han presentado problemas a lo largo de los 30 años de funcionamiento, como son roturas, fatiga debido al cruce de la tubería con la cola del lago PARCON y 4 derivaciones para distribución de agua en algunos puntos de la línea principal que le han quitado presión al sistema y es prohibida por los criterios técnicos y las buenas prácticas de la ingeniería, además que en un tramo se atraviesa con las nuevas zonas proyectadas de la Zona Especial de Desarrollo Económico - ZEDE. Este proyecto busca rediseñar la línea de impulsión del sistema de AAPP de la ESPOL, mediante la aplicación de criterios técnicos y de sostenibilidad, para la optimización del sistema con el que se alimenta de agua potable el campus Gustavo Galindo. La metodología seguida fue i) búsqueda y análisis de información existente más recorridos de campo; ii) propuesta de alternativas y selección de la mejor opción; iii) diseño de la alternativa seleccionada; iv) elaboración de planos, memoria técnica, análisis ambiental y presupuesto referencial. Los resultados fueron i) que la presión de llegada a la reserva alta era insuficiente para su llenado; ii) se propusieron 3 alternativas y se las seleccionó utilizando la matriz de Likert que incluía 12 restricciones; iii) se eliminó las 4 derivaciones y se diseñó 994m para el nuevo trazado de la línea de impulsión, de tal forma que se evitó la cola del lago y sin atravesar el área de implantación de la ZEDE. Adicional con el fin de dotar del servicio a las 4 derivaciones, se acogió la recomendación de tesis anteriores en el sector de Admisiones, Estación de eléctrica, y CTI, más la implementación de una bomba de 1/4HP y tubería de $\varnothing 1/2$ " para abastecer la casa del guardia; también se rediseñó el sistema de bombeo principal con la propuesta de 2 bombas de 90HP en lugar de las actuales de 75HP; iv) El presupuesto referencial es de **USD817.028,38** que incluye el coste total de la obra, plan de manejo ambiental y costos indirectos. Estos diseños empleados lograrán que la línea de impulsión abastezca al tanque de distribución de una manera eficaz, sin pérdidas de presión, asegurando una dotación de agua estable para la población actual y futura del campus. Asegurando la integridad de los aparatos sanitarios y de las personas, que por las presiones en las que es entregada el agua, puede ocasionar accidentes, por tanto, es muy importante que se ejecute este proyecto.

Palabras Clave: Agua potable, impulsión, ESPOL, presión, velocidad.

ABSTRACT

The 1703m of impulsion line of the drinking water system, of the Polytechnic School of the Littoral -ESPOL, have presented problems throughout the 30 years of operation, such as breakages, fatigue due to the crossing of the pipe with the tail of Lake PARCON and 4 derivations for water distribution in some points of the main line that have taken pressure off the system and is prohibited by technical criteria and good engineering practices, in addition to the fact that in a section it crosses with the new projected areas of the Special Economic Development Zone - ZEDE. This project seeks to redesign the drive line of the ESPOL drinking water system, through the application of technical and sustainability criteria, for the optimization of the system with which the Gustavo Galindo campus is fed drinking water. The methodology followed was i) search and analysis of existing information plus field trips; (ii) proposal of alternatives and selection of the best option; (iii) design of the selected alternative; iv) preparation of plans, technical report, environmental analysis, and reference budget. The results were (i) that the arrival pressure at the high reserve was insufficient for filling; (ii) 3 alternatives were proposed and selected using the Likert matrix which included 12 constraints; iii) the 4 shunts were eliminated and 994m was designed for the new layout of the impulsion line, in such a way that the tail of the lake was avoided and without crossing the area of implantation of the ZEDE. Additional in order to provide the service to the 4 derivations, the recommendation of previous theses in the sector of Admissions, Electrical Station, and CTI was accepted, plus the implementation of a 1/4HP pump and $\varnothing 1/2$ " pipe to supply the guard's house; the main pumping system was also redesigned with the proposal of 2 90HP pumps instead of the current 75HP; iv) The reference budget is USD817,028.38 which includes the total cost of the work, environmental management plan and indirect costs. These designs used will ensure that the drive line supplies the distribution tank in an effective way, without pressure losses, ensuring a stable water supply for the current and future population of the campus. Ensuring the integrity of sanitary appliances and people, which due to the pressures in which water is delivered, can cause accidents, therefore, it is very important that this project is executed.

Keywords: *Potable water, impulsion, ESPOL, pressure, speed.*

ÍNDICE GENERAL

EVALUADORES	5
RESUMEN	I
ABSTRACT	II
ÍNDICE GENERAL	III
ABREVIATURAS	VII
SIMBOLOGÍA	VIII
ÍNDICE DE FIGURAS	IX
ÍNDICE DE TABLAS	XI
ÍNDICE DE PLANOS	XIII
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Antecedentes	1
1.2 Localización.....	2
1.3 Información básica	3
1.4 Planteamiento del problema.....	3
1.5 Objetivos	4
1.5.1 Objetivo General	4
1.5.2 Objetivos Específicos.....	4
1.6 Justificación.....	4
1.7 Marco teórico.....	5
2. DESARROLLO DEL PROYECTO	8
2.1 Trabajo de campo, laboratorio y gabinete	10
2.1.1 Topografía	10
2.1.2 Zonas de expansión.....	11
2.1.2.1 Campus Gustavo Galindo.....	11
2.1.2.2 Zona Especial de Desarrollo Económico del Litoral (ZEDE).....	11

2.1.3	Población de la ESPOL	13
2.1.3.1	Proyección poblacional.....	14
2.1.4	Evaluación y diagnóstico del sistema actual de Agua Potable	15
2.1.4.1	Sistema de AAPP	15
2.1.4.2	Estación de bombeo.....	18
2.1.4.3	Línea de impulsión	19
2.1.4.4	Modelado de línea de impulsión actual.	21
2.1.5	Balance de masas	28
2.2	Metodología.....	29
2.3	Análisis de restricciones	31
2.3.1	Consideraciones técnicas	32
2.3.2	Consideraciones sociales	32
2.3.3	Consideraciones económicas	32
2.3.4	Consideraciones ambientales.....	32
2.3.5	Métrica de evaluación	33
2.4	Análisis de alternativas planteadas para el diseño de la línea de impulsión	33
2.5	Selección de la mejor alternativa.....	36
3.	DISEÑOS Y ESPECIFICACIONES	37
3.1	Diseño de la nueva línea de impulsión	37
3.1.1	Población proyectada	37
3.1.2	Dotación proyectada	38
3.1.3	Caudal de diseño	38
3.1.4	Cálculo del diámetro de tubería del nuevo tramo de la línea de impulsión.	40
3.1.5	Presiones en el sistema.....	41
3.1.6	Perfil de la línea de impulsión	52

3.1.7	Conexiones o derivaciones en la actual línea de impulsión.....	54
3.1.7.1	Área de admisiones y subestación eléctrica.....	54
3.1.7.1.1	Perfil tramo hacia admisiones	60
3.1.7.2	Casa del guardia	60
3.1.8	Evaluación del sistema de bombeo	63
4.	ANÁLISIS AMBIENTAL	70
4.1	Objetivos	70
4.1.1	Objetivo general.....	70
4.1.2	Objetivos específicos	70
4.2	Descripción del proyecto	70
4.2.1	Tipo de estudio	71
4.2.2	Ubicación	71
4.3	Línea base ambiental	73
4.3.1	Medio físico.....	73
4.3.2	Medio biótico.....	76
4.3.3	Población	76
4.4	Actividades del proyecto.....	77
4.4.1	Cambio del trazado de la línea de impulsión	77
4.4.2	Operación y mantenimiento (OPEX).....	77
4.4.3	Cierre	78
4.5	Identificación de impactos ambientales	79
4.6	Valoración de impactos ambientales	80
4.7	Medidas de prevención/mitigación	83
4.8	Conclusiones	84
5.	PRESUPUESTO	85
5.1	Descripción de rubros.....	85

5.2	Análisis de costos unitarios	87
5.3	Descripción de cantidades de obra	90
5.4	Cronograma de obra	90
5.5	Comparativa de precios entre la alternativa escogida y la alternativa 1 (sin microtunelaje).....	91
6.	Conclusiones Y Recomendaciones	93
6.1	Conclusiones.....	93
6.2	Recomendaciones.....	95
	BIBLIOGRAFÍA.....	96
7.	Bibliografía.....	96
	PLANOS Y ANEXOS	99
	ANEXO A	99
	Formulario de registro ambiental.....	99
	ANEXO B	112
	EDT, apus, presupuestos, cálculo de cantidades y cronograma.....	112
	ANEXO C	156
	planos.....	156

ABREVIATURAS

ESPOL	Escuela Superior Politécnica del Litoral
ZEDE	Zona Especial de Desarrollo Económico
GIF	Gerencia de Infraestructura Física - ESPOL
NEC	Normativa Ecuatoriana de la Construcción
PARCON	Parque del conocimiento – ESPOL
BID	Banco Interamericano de Desarrollo
AAPP	Agua Potable
CTI	Centro de Tecnologías de Información – ESPOL
INEN	Instituto Ecuatoriano de Normalización
PVC	Policloruro de Vinilo
PEAD	Polietileno de alta densidad

SIMBOLOGÍA

Km	Kilómetro
m.c.a.	Metro de columna de agua
psi	Pulgadas por pies cuadrados
m/s	Metro por segundo
m	Metro
ha	Hectárea
USD	Dólar estadounidense
mm	Milímetro
MPa	Mega pascal
L/s	Litro por segundo
HP	Caballos de fuerza

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Ubicación del campus Prosperina [Chávez & Ramírez, 2021].	3
Figura 1.2 Esquema de un sistema de bombeo [Obtenido de: (Inostroza, 2011)].	6
Figura 2.1 Diagrama de flujo [Chávez & Ramírez, 2021].	9
Figura 2.2 Nube de puntos tomados con dron [Obtenido de: GIF ESPOL].	10
Figura 2.3 Mapa de ortofoto. [Obtenido de: GIF ESPOL].	11
Figura 2.4 Zona ZEDE del Litoral (ZEDE, 2017).	12
Figura 2.5 Reserva alta ubicada en ESPOL (Raul, 2013).	16
Figura 2.6 Reserva baja ubicada en el sector Prosperina (Cruz & Hidalgo, 2021).	16
Figura 2.7 Punto de conexión, Interagua a ESPOL (Cruz & Hidalgo, 2021).	17
Figura 2.8 Plano de ubicación de punto de conexión de agua potable (Interagua, 2018).	18
Figura 2.9 Estación de bombeo ubicada en reserva baja [Chávez & Ramírez, 2021].	19
Figura 2.10 Placa de una de las bombas en la estación de bombeo [GIF ESPOL].	19
Figura 2.11 Condición actual de la línea de impulsión [Chávez & Ramírez, 2021].	20
Figura 2.12 Ubicación de nodos en el modelo de línea de impulsión. (Chávez & Ramírez, 2021).	22
Figura 2.13 Resultados de velocidades y presiones en el modelo (Chávez & Ramírez, 2021)	27
Figura 2.14 Porcentaje de pérdidas y consumo de agua potable (Cruz & Hidalgo, 2021).	29
Figura 2.15 Gradiente hidráulica de la línea de impulsión [Obtenido de: (Tixe, 2004)].	31
Figura 2.16 Alternativa 1 [Chávez & Ramírez, 2021].	34
Figura 2.17 Alternativa 2 [Chávez & Ramírez, 2021].	34
Figura 2.18 Alternativa 3: Excavación sin zanja [Chávez & Ramírez].	35
Figura 3.1 Ubicación de nodos en la nueva línea de impulsión [Chávez & Ramírez, 2021].	42
Figura 3.2 Resultados de velocidades y presiones en el modelo de la línea de impulsión [Chávez & Ramírez, 2021].	51
Figura 3.3 Abscisas de nuevo tramo de línea de impulsión [Chávez & Ramírez, 2021]	52
Figura 3.4 Perfil del nuevo tramo de línea de impulsión [Chávez & Ramírez, 2021].	53

Figura 3.5 Trazado nuevo de tubería de distribución hacia la zona de admisiones y estación eléctrica [Chávez & Ramírez, 2021].	55
Figura 3.6 Resultado de presiones y velocidades en el nuevo tramo hacia la zona de admisiones [Chávez & Ramírez, 2021].	58
Figura 3.7 Abscisas tramo hacia admisiones [Chávez & Ramírez, 2021].	59
Figura 3.8 Perfil de nuevo trazado de tubería hacia admisiones [Chávez & Ramírez, 2021].	59
Figura 3.9 Ubicación de casa del guardián [Chávez & Ramírez, 2021].	60
Figura 3.10. Dimensiones de las bombas en pulgadas (GOULDS PUMPS, 2021)	69
Figura 4.1 Consulta de Actividades ambientales [Chávez & Ramírez, 2021].	71
Figura 4.2 Ubicación del proyecto [Chávez & Ramírez, 2021].	72
Figura 4.3 Macrorrelieve del Ecuador (Ministerio del Ambiente, 2013)	74
Figura 4.4 Mesorelieve del Ecuador (Ministerio del Ambiente, 2013)	74
Figura 4.5 Mapa de órdenes de suelo del Ecuador (Obtenido de: MAG-SIGTIERRAS)	75

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2-1. Distribución de la Población de ESPOL (Cruz & Hidalgo, 2021).	13
Tabla 2-2 Datos históricos poblacionales de ESPOL (Cruz & Hidalgo, 2021).....	14
Tabla 2-3 Proyección de la población (Cruz & Hidalgo, 2021).	15
Tabla 2-4 Información de reservorios de ESPOL (Cruz & Hidalgo, 2021).....	17
Tabla 2-5 Diámetro nominales e interiores de tuberías de PVC (Plastigama, 2019).....	23
Tabla 2-6 Dotaciones para diferentes tipos de edificaciones (NEC, 2011).....	23
Tabla 2-7 Consumo por área de aportación en cada nodo de la línea de impulsión (Lopez & Zambrano, 2021).....	25
Tabla 2-8 Resultados de presiones en nodos de la línea de impulsión (Chávez & Ramírez, 2021).....	25
Tabla 2-9 Balance de masas entre los años 2017 – 2020 (Cruz & Hidalgo, 2021).	28
Tabla 2-101 Factor de ponderación para las consideraciones [Chávez & Ramírez, 2021].	33
Tabla 3-1 Proyección de la población (Cruz & Hidalgo, 2021).	38
Tabla 3-2 Proyección de la dotación (NEC, 2011).....	38
Tabla 3-3 Coeficiente C Hazen-Williams (Haestad Methods Engineering Staff, 2002). ..	43
Tabla 3-4 Comparación de presiones en los nodos del Excel y el modelo [Chávez & Ramírez, 2021].....	49
Tabla 3-5 Resultado de presiones en los nodos de nuevo trazado hacia la zona de admisiones [Chávez & Ramírez, 2021].	57
Tabla 3-6 Tiempo de funcionamiento de las bombas (Chávez & Ramírez, 2021).....	64
Tabla 3-7 Especificaciones de las bombas de reserva baja (Chávez & Ramírez, 2021).	64
Tabla 3-8 Comparación de bomba existente y propuesta [Chávez & Ramírez, 2021] ..	67
Tabla 3-9. Comparación costo energético aproximado de bomba existente y bomba propuesta [Chávez & Ramírez, 2021].....	68
Tabla 3-10. Especificaciones de la bomba propuesta [Chávez & Ramírez, 2021].	68
Tabla 4-1 Proyección poblacional de la ESPOL (Cruz & Hidalgo, 2021).....	76
Tabla 4-2 Actividades en el cambio de la línea de impulsión (Chávez & Ramírez, 2021)	77
Tabla 4-3. Actividades de operación y mantenimiento (Chávez & Ramírez, 2021)	77

Tabla 4-4. Actividades de cierre (Chávez & Ramírez, 2021)	78
Tabla 4-5. Fases, actividades y materiales (Chávez & Ramírez, 2021)	78
Tabla 4-6 Identificación de impactos ambientales (Chávez & Ramírez, 2021).....	79
Tabla 4-7 Puntuaciones recomendadas de los criterios ambientales (Obtenido de: (Tito, 2020))	81
Tabla 4-8 Matriz de Leopold modificada para la valoración del impacto ambiental del proyecto (Chávez & Ramírez, 2021)	82
Tabla 5-1 Resumen y porcentajes de las etapas del proyecto (Chávez & Ramírez, 2021).	87
Tabla 5-2 Presupuesto referencial del proyecto (Chávez & Ramírez, 2021).....	87
Tabla 5-3 Presupuesto del Plan de Manejo Ambiental (Chávez & Ramírez, 2021).....	89
Tabla 5-4 Costos Indirectos de la obra (Chávez & Ramírez, 2021).....	90
Tabla 5-5. Presupuesto referencial de la alternativa 1 (Chávez & Ramírez, 2021)	91

ÍNDICE DE PLANOS

- PLANO 1: Implantación de condición actual de la línea de impulsión de agua potable de la ESPOL.
- PLANO 2: Presiones en el sistema actual de la línea de impulsión de agua potable de la ESPOL.
- PLANO 3: Velocidades en las tuberías del sistema actual de la línea de impulsión de agua potable de la ESPOL.
- PLANO 4: Implantación del nuevo trazado de la línea de impulsión de agua potable de la ESPOL.
- PLANO 5: Presiones en el nuevo trazado de la línea de impulsión de agua potable de la ESPOL.
- PLANO 6: Velocidades en las tuberías del nuevo trazado de la línea de impulsión de agua potable de la ESPOL.
- PLANO 7: Vista en planta, perfil y corte del nuevo trazado de la línea de impulsión de agua potable de la ESPOL.
- PLANO 8: Vista en planta, perfil y corte del nuevo trazado hacia la zona de admisiones y estación eléctrica.

CAPÍTULO 1

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes

El agua dulce es un recurso natural, renovable, que representa apenas el 2.5% de toda el agua del mundo; y a pesar de que se recupera una parte debido al ciclo natural del agua, se lo considera limitado por lo que es importante cuidarlo. La mayor parte de este recurso se encuentra en muy bajas profundidades bajo la tierra o en hielo, en los polos o nevados, pero 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, 2004)

El agua dulce tiene que seguir un proceso para poder ser consumida y utilizada por el ser humano, el primero de ellos es el de la captación desde la fuente. En la región de Latinoamérica, como promedio, se registra que el 20% aproximadamente del agua extraída de las fuentes naturales, se destina al abastecimiento de agua potable, por lo que la escasez de agua por lo general no se debe a la falta del recurso, sino a la falta de infraestructura para la extracción, tratamiento y distribución. (Jouravlev, 2004)

Desde las épocas antiguas se ha necesitado agua para la vida, en esos momentos el agua se usaba mayormente para riego de los campos, que en ciertos casos se encontraban aguas arriba, por lo que era necesario crear algún método para elevar el agua a cotas mayores de las fuentes de abastecimiento, inicialmente se transportaba manualmente con algún depósito pequeño, hasta que apareció el Tornillo de Arquímedes, lo que conocemos como el antecesor de la bomba hidráulica, este tornillo sinfín estaba conformado por un cilindro hueco, que por dentro tiene una rampa helicoidal parecida a un tornillo, debido a esto su nombre, la cual giraba con total libertad, mediante una manilla y transportaba el agua hacia arriba. (Inostroza, 2011).

La conducción del agua potable puede ser a gravedad o a presión, como en el caso de las líneas de impulsión las cuales llevan el agua desde una reserva baja o una acometida

para abastecer al o los tanques de distribución, los cuales se encargan de repartir el agua potable a través de una red. (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2002)

La Escuela Superior Politécnica del Litoral, abreviada como ESPOL, es una institución de educación superior científica-técnica creada en 1958; iniciando sus operaciones en 1959 en aulas facilitadas por la Casona Universitaria. En 1991 se inauguró el campus Gustavo Galindo, ubicado en la Prosperina fruto de un Plan de Desarrollo en conjunto con los gobiernos del Ecuador desde 1979, y con financiación del Banco Interamericano de Desarrollo (BID). (ESPOL, 2020)

El sistema de la impulsión del sistema de agua potable de la ESPOL lleva más de 30 años de uso, que empieza desde la reserva baja ubicada en la Prosperina, en la cual se encuentra una estación de bombeo con 3 bombas que se van alternando a lo largo del día, estas bombas están conectadas a la línea de impulsión, la cual alimenta al tanque de distribución en la reserva alta, y de ahí se conduce el agua a la red de ESPOL, esta red abastece aproximadamente a 20000 usuarios entre estudiantes y colaboradores de la universidad.

1.2 Localización

El Campus Gustavo Galindo Velasco de la Escuela Superior Politécnica del Litoral se encuentra situado en el Km 30.5 de la Vía Perimetral, al noroeste de la ciudad de Guayaquil, el área de estudio correspondiente a este proyecto abarca todo el campus con un área aproximada de 702 ha.

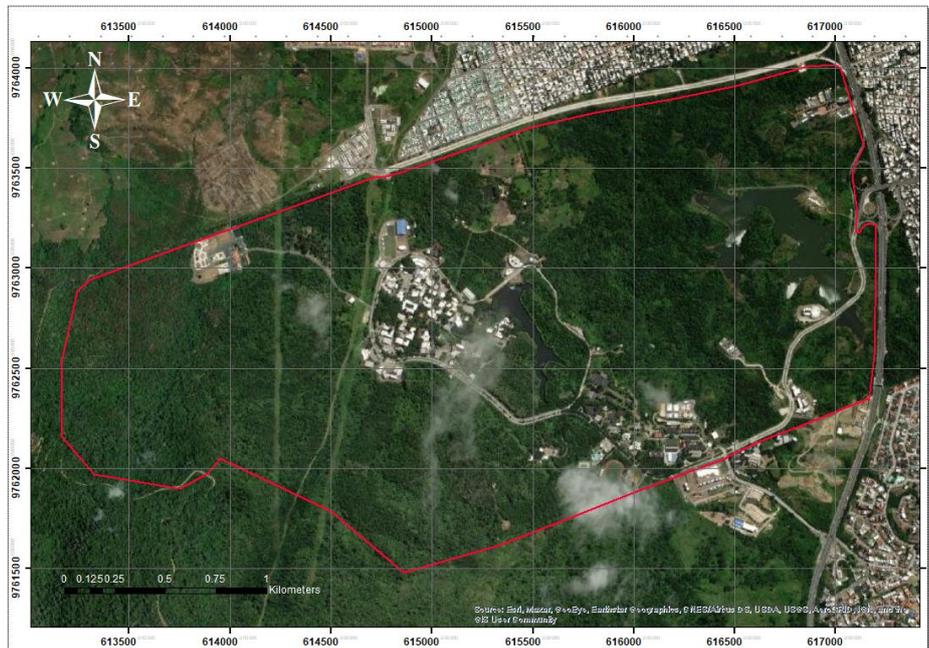


Figura 1.1 Ubicación del campus Prosperina [Chávez & Ramírez, 2021].

1.3 Información básica

Para el rediseño de la línea de impulsión del sistema de agua potable de la ESPOL se utilizarán los siguientes documentos o planos, los cuáles fueron facilitados por la Gerencia de Infraestructura Física:

1. Topografía de la zona
2. Planos de la línea de impulsión
3. Planos de la red de AAPP
4. Catastros de válvulas, tuberías, entre otros
5. Memorias técnicas de la reserva alta y baja
6. Especificaciones técnicas de accesorios y equipos, como válvulas, bombas, etc.
7. Población de la ESPOL

1.4 Planteamiento del problema

La tubería del sistema de impulsión, de la red de agua potable de la ESPOL, tiene más de 30 años en uso, por lo que ha terminado su vida útil y, además, está siendo sometida a fatiga por el efecto del lago de PARCON. Su rotura es un riesgo, debido a que provocaría la contaminación del agua potable y se dejaría sin este recurso a toda la

ESPOL hasta que se repare. Por lo que es necesario rediseñar su trazado, además, se necesita redireccionar los nodos conectados a la línea actual para poder liberar la línea de impulsión de otras conexiones (CTI, admisiones, EC, estación eléctrica, casa del guardia, etc.), las que le han quitado presión, caudal y eficiencia a lo largo de los años.

1.5 Objetivos

1.5.1 Objetivo General

Rediseñar la línea de impulsión del sistema de AAPP de la ESPOL, mediante el análisis de la información existente, implantación de la zona de expansión ZEDE, la aplicación de criterios técnicos y de sostenibilidad, para la optimización del sistema con el que se alimenta de agua potable el campus.

1.5.2 Objetivos Específicos

1. Trazar una nueva línea de impulsión de la red de Agua Potable de la ESPOL, mediante un análisis técnico de la red existente y sus falencias para mejorarlas, optimizando el caudal derivado al tanque de distribución.
2. Diseñar una nueva ruta a las conexiones de los nodos alimentados por la línea de impulsión antigua, mediante el estudio de la red de distribución actual, con el fin de que el agua en toda la línea de impulsión llegue sin interrupciones o desvíos como en el trazado actual.
3. Realizar presupuestos de las soluciones encontradas mediante un análisis de precios unitarios de todos los rubros del proyecto, para la evaluación de las opciones más favorables.
4. Planificar técnicas para la valoración del impacto ambiental del proyecto, mediante una matriz de valoración para la determinación de los impactos de las diferentes soluciones.

1.6 Justificación

El abastecimiento de agua potable en el campus Gustavo Galindo de la ESPOL es complejo debido a la topografía de la zona, en el recorrido hasta la reserva alta, la tubería de impulsión tiene muchos desvíos debido a la complejidad topográfica del campus, por

lo que se generan pérdidas de carga por los accesorios y cambios de dirección. Adicionalmente, también se han hecho conexiones en la línea de impulsión, caso que no debe ocurrir porque esa tubería debería llegar sin pérdidas hasta el tanque de distribución, y desde el tanque empezar a abastecer los diferentes sectores.

A estos problemas, se tiene que la tubería de impulsión ha concluido su vida útil; en ciertos tramos han ocurrido casos de rotura, algunos por la antigüedad del sistema. Finalmente, a estos problemas, se le suma el efecto de fatiga causada por la cola del lago del PARCON. Su rotura es un riesgo, debido a que provocaría la contaminación del agua potable y se dejaría sin este recurso a toda la ESPOL hasta que se repare. Por todas estas consideraciones es necesario rediseñar su trazado.

En el presente documento se analiza y se rediseña el sistema de impulsión de la ESPOL, considerando nuevas rutas para la línea de impulsión, y alimentando de agua los nodos conectados a la línea de impulsión antigua, a la red de distribución de agua potable existente, para así minimizar las pérdidas de presión en la impulsión y que se pueda volver a abastecer de agua al campus de manera normal.

1.7 Marco teórico

La conducción de agua potable se define como un sistema de conductos y accesorios utilizados para trasladar agua desde una fuente de abastecimiento o desde la captación hasta a la planta de tratamiento o hacia algún tanque de regulación. Existen dos tipos de conducción, la primera es a gravedad, en la cual la topografía de la zona permite transportar el agua solo con la energía hidráulica; la segunda es por bombeo o impulsión, esta consiste en que la energía hidráulica necesaria para poder trasladar el agua proviene de una o varias bombas. (INEN, 1992).

La línea de impulsión del agua potable es una parte del sistema de bombeo, la cual se encarga de conducir el agua desde la estación de bombeo hasta una reserva alta; las líneas de impulsión son necesarias cuando se tiene que transportar el agua a una cota superior a la de la reserva baja, o cuando existen deficiencias en la presión. (INN, 2003)

Un sistema de bombeo consta de 3 elementos principales que son, la línea de aspiración, que está formada por elementos que realizan la succión del agua desde el depósito o la fuente de abastecimiento; la bomba, un mecanismo que dota de energía hidráulica al agua, para ser impulsada a una mayor presión; y la línea de impulsión que es la que transporta el agua de la bomba, como se muestra en la figura 1.2. (González, 2018)

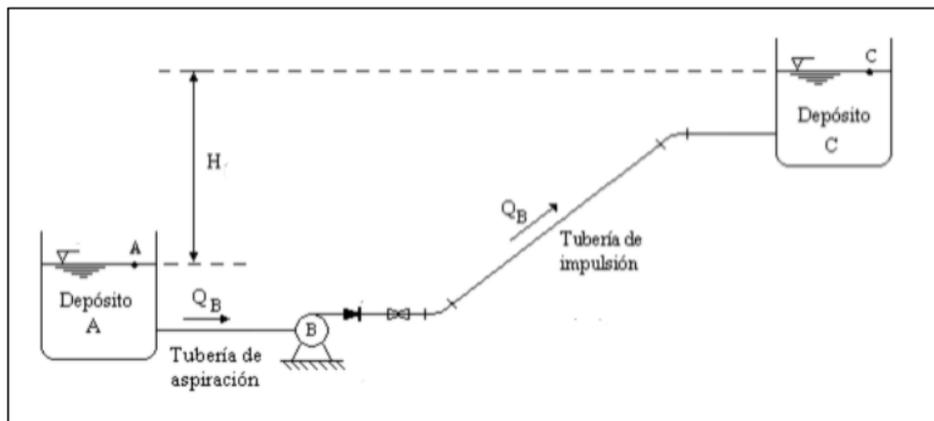


Figura 1.2 Esquema de un sistema de bombeo [Obtenido de: (Inostroza, 2011)].

Según (Magne, 2008) para diseñar una línea de impulsión hay que tener en cuenta algunos aspectos importantes, como:

1. Para distancias largas de impulsión, el diámetro de la tubería se debe escoger en base a un análisis de costos, considerando la potencia de la bomba, las horas de bombeo y el consumo de energía.
2. Para distancias cortas de impulsión se puede determinar el diámetro de la tubería por medio de un rango de velocidades recomendadas que están en un rango de 1.50 m/s a 2.0 m/s.
3. No se deben realizar cambios bruscos de dirección en el trazado de la tubería de impulsión.
4. En cada cambio de dirección del flujo se deben acoplar elementos de sujeción y anclaje en el tubo.
5. Se tienen que instalar accesorios que eviten el contraflujo del agua, en caso de que la bomba deje de funcionar.
6. Hay que considerar el efecto del golpe de ariete, incluyendo en el sistema accesorios que eviten este fenómeno.

Para el trazado de líneas de impulsión se tienen las siguientes restricciones según (Tixe, 2004) :

1. Evadir pendientes superiores al 30% para evitar velocidades excesivas.
2. Tratar de buscar el menor recorrido siempre y cuando no conlleve a excavaciones excesivas.
3. Evitar situaciones anormales como construcciones, propiedades privadas y derivaciones clandestinas para evitar problemas durante la operación y mantenimiento del sistema.
4. Mantener las distancias permisibles de vertederos sanitarios, márgenes de ríos, terrenos aluviales, nivel freático alto, cementerios y otros servicios.
5. Evitar zonas vulnerables a efectos producidos por fenómenos naturales y antrópicos.
6. Tener en cuenta la ubicación de canteras para los préstamos y zonas para el desalojo de los residuos.

CAPÍTULO 2

2. DESARROLLO DEL PROYECTO

1. Para el desarrollo de esta problemática, lo primero en analizar es la información básica como catastros, topografía o el trazado de la red actual y si no contamos con algún dato básico se procede a crearlo.
2. Con toda esta información lista, se procede a evaluar el sistema actual de la línea de impulsión, y se realizan salidas de campo para reconocer la zona y los problemas que en ella se encuentran.
3. Luego de analizar todos los datos y evaluar el sistema existente, se proponen varias alternativas que solucionen esta problemática, para así tener varias opciones a la hora de diseñar.
4. Una vez escogida una de las soluciones, se procede a realizar un modelo en un software dedicado.
5. Con el modelo listo se diseñarán los tramos y los diámetros de la tubería de acuerdo con los datos arrojados por el software.
6. Se realizará una memoria técnica con los diseños y consideraciones a tomar en cuenta en el proyecto.
7. Una vez terminado el diseño se realiza un análisis del impacto ambiental del proyecto mediante una matriz de valoración.
8. Se realizará un presupuesto aproximado del proyecto, mediante el análisis de precios unitarios y la selección de rubros.
9. Y finalmente se realizan los últimos entregables como planos y especificaciones técnicas que serán entregadas junto a todo lo mencionado anteriormente.

A continuación, se presenta un diagrama de flujo del proceso a seguir en este proyecto.

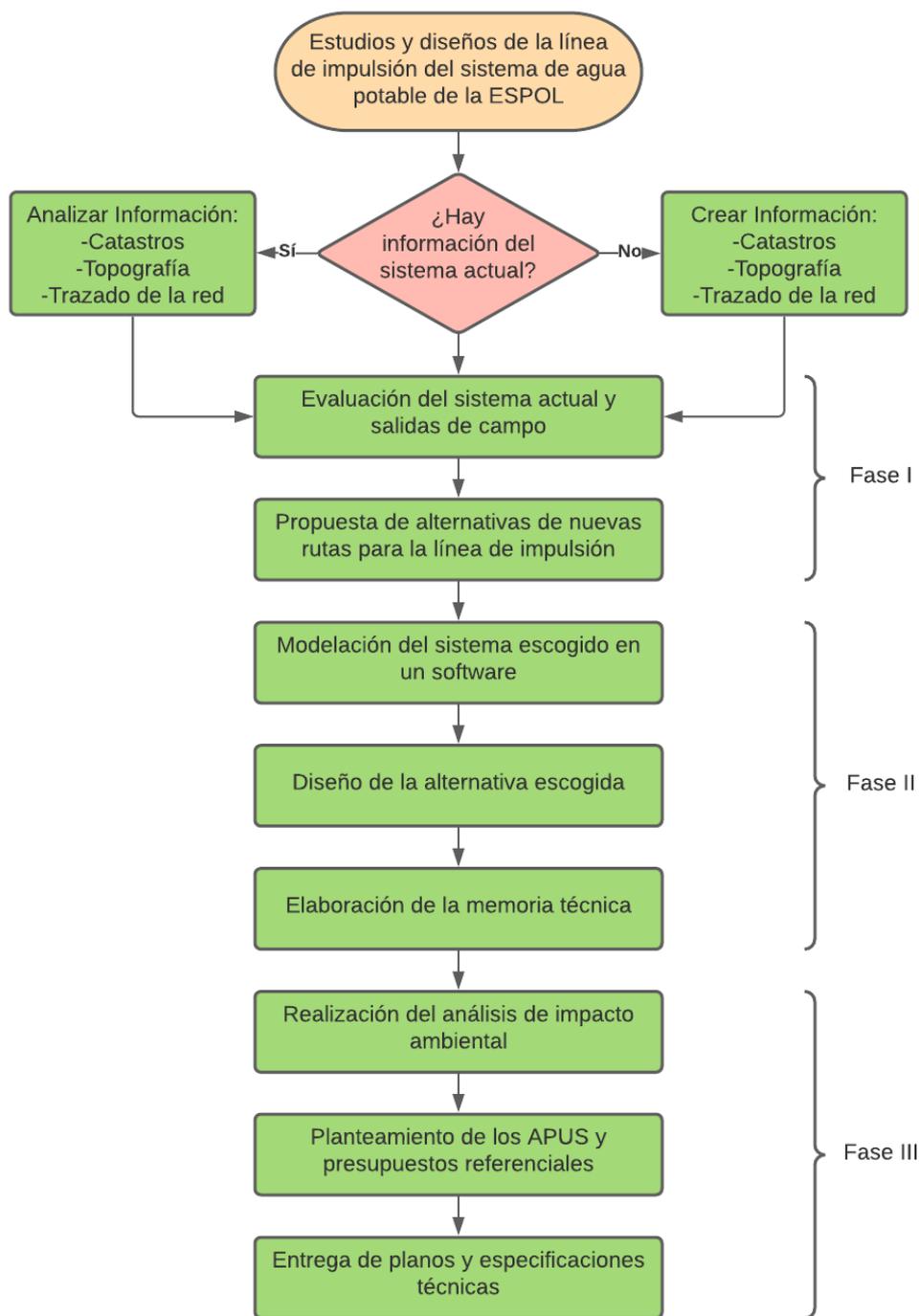


Figura 2.1 Diagrama de flujo [Chávez & Ramírez, 2021].

2.1 Trabajo de campo, laboratorio y gabinete

2.1.1 Topografía

Poseer un levantamiento topográfico en proyectos de agua potable es muy importante, ya que para optimizar el sistema de AAPP siempre se trata de que el sistema trabaje a gravedad y que el trazado de la línea de distribución siga la forma del terreno natural. La Gerencia de Infraestructura Física (GIF), proporcionó el levantamiento topográfico del campus Gustavo Galindo Velasco y el trazado del sistema existente de agua potable, toda esta información es de utilidad para el desarrollo y modelamiento del proyecto.

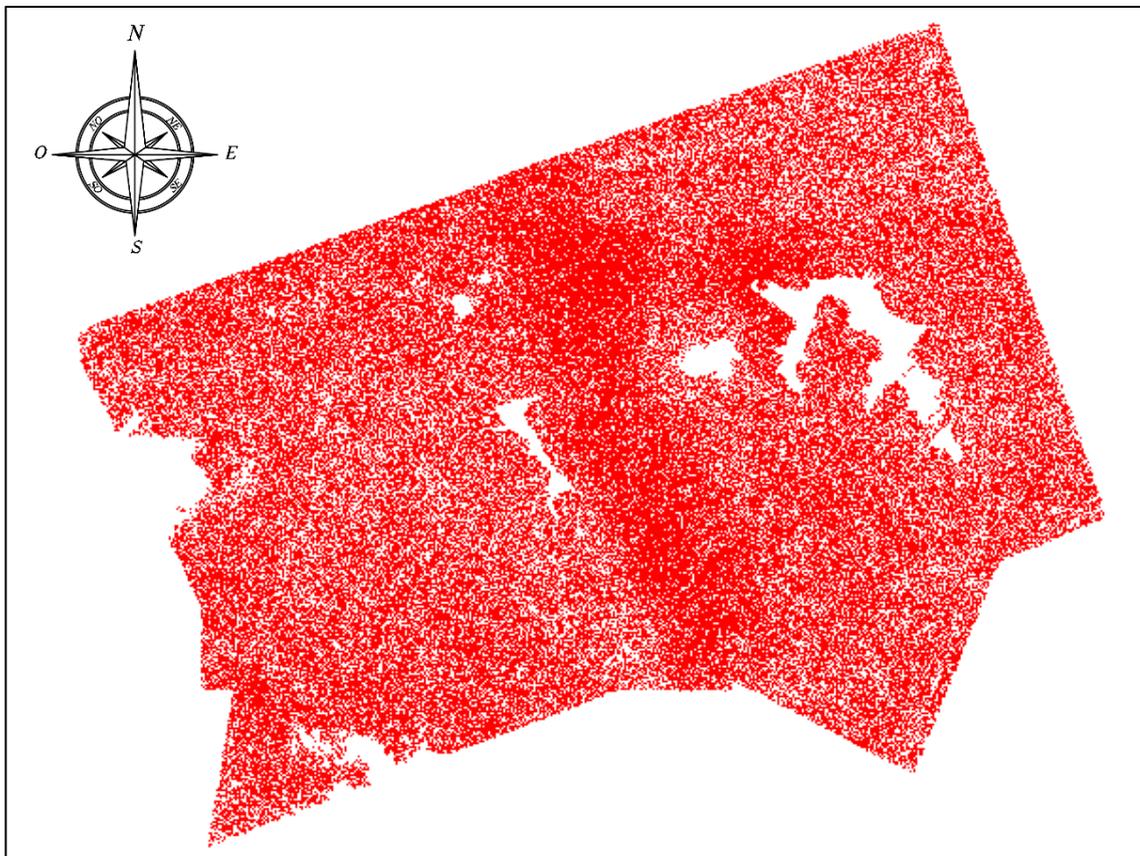


Figura 2.2 Nube de puntos tomados con dron [Obtenido de: GIF ESPOL].



Figura 2.3 Mapa de ortofoto. [Obtenido de: GIF ESPOL].

2.1.2 Zonas de expansión

2.1.2.1 Campus Gustavo Galindo

El Campus Prosperina es el centro de toda la ESPOL, ubicado en el Bosque Protector Prosperina, es el lugar donde se alojan todas las áreas de importancia del Campus, tales como las áreas administrativas, académicas y de recreación. En la actualidad ESPOL oferta 33 carreras que están distribuidas en las áreas de Ciencias e Ingeniería, Servicios, Arte, Educación Comercial, Humanidades y Salud. En los últimos años carreras como Mecatrónica, Arqueología, Materiales y demás, han sido agregadas a la oferta académica (ADMISIONES, 2021).

2.1.2.2 Zona Especial de Desarrollo Económico del Litoral (ZEDE)

Una zona para considerar en el desarrollo del proyecto es la Zona ZEDE, lugar en la que actualmente se encuentra el proyecto PARCON-ESPOL, el propósito de la construcción

de esta zona es que el país mejore su desarrollo, a través del trabajo de calidad, e innovación en la generación de nuevas empresas.

En el 2017 la ESPOL destinó 200 ha. provenientes del Campus Prosperina para el funcionamiento de la ZEDE del Litoral, misma que fue creada por el Consejo Sectorial de la Producción del Gobierno del Ecuador (ZEDE, 2017), en la actualidad el área del proyecto se ha reducido a 131 ha. La Zona ZEDE se encuentra situada de manera estratégica, de tal forma que le facilita la exportación e importación aérea y marítima de distintos recursos, materia prima y productos a escala global, ubicada a 10 Km del Aeropuerto de Guayaquil, 20 Km del Puerto marítimo de Guayaquil y 30 Km del Aeropuerto Daular (ZEDE, 2019).

La revista Focus (FOCUS, 2017) identifica de manera preliminar las siguientes agrupaciones de industrias o clústeres:

1. Agroindustria: Alimentos frescos y procesados
2. Tecnologías de Información: Software, hardware y servicios informáticos
3. Biotecnología: Bioquímica, Biomedicina e Industria Farmacéutica
4. Energía y medio ambiente
5. Nuevos materiales



Figura 2.4 Zona ZEDE del Litoral (ZEDE, 2017).

2.1.3 Población de la ESPOL

La información acerca de la población en los últimos años de la ESPOL fue obtenida del proyecto “Plan Maestro de Agua Potable, Alcantarillado Sanitario y Pluvial para la ESPOL”, la población del campus se clasificó por bloques según las actividades que realizan los distintos tipos de población tales como estudiantes y trabajadores de ESPOL y COPOL, estudiantes del área de admisiones y posgrado

Tabla 2-1. Distribución de la Población de ESPOL (Cruz & Hidalgo, 2021).

Ítem	Bloque Poblacional	Conformado por:
01	Estudiantes Politécnicos	<ol style="list-style-type: none"> 1. Facultad de Arte, Diseño y Comunicación Audiovisual (FADCOM) 2. Facultad de Ciencias de la Vida (FCV) 3. Facultad de Ciencias Naturales y Matemáticas (FCNM) 4. Facultad de Ciencias Sociales y Humanísticas (FCSH) 5. Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra (FICT) 6. Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación (FIEC) 7. Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción (FIMCP) 8. Facultad de Ingeniería Marítima y Ciencias del Mar (FIMCM) 9. Estudiantes de Tecnologías
02	Trabajadores de ESPOL	Personal docente, administrativo y de mantenimiento.
03	Estudiantes de COPOL	<ul style="list-style-type: none"> • Educación inicial II • Educación Básica Elemental y Media • Educación Básica Superior • Bachillerato General Unificado e Internacional
04	Trabajadores de COPOL	Personal docente, administrativo y de mantenimiento.
05	Estudiantes de Admisiones	Estudiantes de la sección diurna y vespertina.
06	Estudiantes de posgrado	Estudiantes en general.

A continuación, en la tabla 2-2 se presentan los datos históricos poblacionales de la ESPOL en los últimos 6 años

Tabla 2-2 Datos históricos poblacionales de ESPOL (Cruz & Hidalgo, 2021).

DATOS POBLACIONALES							
Año	Estudiantes de Grado	Trabajadores ESPOL	Estudiantes COPOL	Trabajadores COPOL	Estudiantes Admisiones	Estudiantes Posgrados	Población Total ESPOL
2014	9690	1244	1221	226	5448	708	18537
2015	11463	1345	1486	228	5869	1255	21646
2016	11039	1494	1471	219	6091	1465	21779
2017	10803	1366	1381	217	5589	1520	20876
2018	10260	1417	1191	188	5301	1662	20019
2019	10254	1408	1061	195	4769	1345	19032

2.1.3.1 Proyección poblacional

Los métodos usados para la proyección de la población futura fueron el método aritmético, geométrico, exponencial e interés simple. La tabla 2.3 muestra los resultados obtenidos en el proyecto Plan maestro de la ESPOL donde la población fue proyectada para un periodo de 15 años y se consideró como año de inicio el 2020. Los métodos destacados en la proyección fueron el método aritmético y de interés simple. La población escogida fue el promedio de la población resultante de esos dos métodos.

Tabla 2-3 Proyección de la población (Cruz & Hidalgo, 2021).

Año	Método Geométrico	Método Aritmético	Método Exponencial	Método Interés Simple	POBLACIÓN ESCOGIDA	Población + ZEDE
2020	19442	19342	19454	19430	19386	Población ZEDE 1517
2021	19860	19652	19886	19829	19740	
2022	20288	19962	20327	20227	20095	
2023	20725	20272	20779	20625	20449	
2024	21171	20582	21240	21024	20803	
2025	21627	20892	21711	21422	21157	
2026	22092	21202	22193	21820	21511	
2027	22568	21512	22685	22219	21865	
2028	23054	21822	23189	22617	22220	
2029	23550	22132	23703	23015	22574	
2030	24057	22442	24230	23414	22928	
2031	24575	22752	24767	23812	23282	
2032	25104	23062	25317	24210	23636	
2033	25645	23372	25879	24609	23990	
2034	26197	23682	26453	25007	24345	
2035	26761	23992	27040	25405	24699	26216

2.1.4 Evaluación y diagnóstico del sistema actual de Agua Potable

2.1.4.1 Sistema de AAPP

El punto de conexión donde Interagua brinda el servicio de agua potable se encuentra en la Coop. 29 de abril en el sector de la Prosperina a 25 m sobre el nivel del mar, área de 17.36 ha. Y coordenadas 0617428 E, 9762908 N (Cruz & Hidalgo, 2021). En ese lugar se encuentran situados 5 reservorios de agua de capacidad de 200 m³ cada uno, el agua de esos tanques es llevada a través de la línea de impulsión de ϕ 200mm, por medio de un sistema de bombeo a un reservorio de capacidad de 1000 m³ ubicado en el Campus Gustavo Galindo, actualmente dicho reservorio tiene 34 años de funcionamiento.



Figura 2.5 Reserva alta ubicada en ESPOL (Raul, 2013).



Figura 2.6 Reserva baja ubicada en el sector Prosperina (Cruz & Hidalgo, 2021).



Figura 2.7 Punto de conexión, Interagua a ESPOL (Cruz & Hidalgo, 2021).

Tabla 2-4 Información de reservorios de ESPOL (Cruz & Hidalgo, 2021).

Sitio	Obra	Nº	Ubicación			Capacidad [m³]
			Coordenada ESTE	Coordenada NORTE	COTA [m]	
Sector Prosperina	Reserva Baja	5	06174280	9762908	25	200
Campus Gustavo Galindo	Reserva Alta	1	06159276	9762591	113	1000

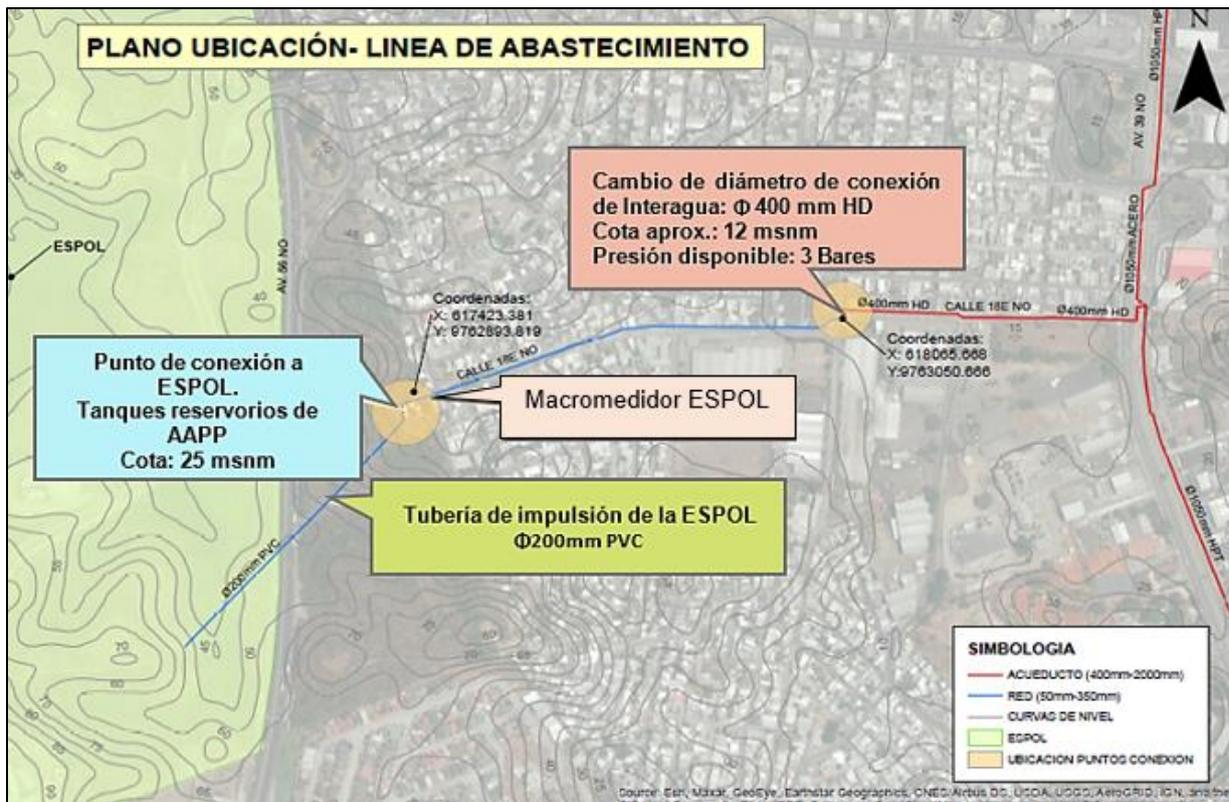


Figura 2.8 Plano de ubicación de punto de conexión de agua potable (Interagua, 2018).

2.1.4.2 Estación de bombeo

La estación de bombeo se encuentra ubicada en la parte de la reserva baja situada en el sector de la Prosperina. El sistema de bombeo consiste en dos bombas de 75 HP de potencia cada una, ubicadas en paralelo y en configuración 1 + 1.

La incapacidad de las bombas para llevar el agua potable desde la reserva baja hasta llenar el tanque de la reserva alta ha ocasionado que desde antes de la emergencia sanitaria cuando las clases en ESPOL eran presenciales, las bombas trabajen hasta 21 horas diarias alternadamente, lo que ha reducido la vida útil de las mismas. Actualmente se ha reducido hasta 14 horas el tiempo de bombeo debido a que no está concurriendo toda la población en condiciones normales, pero igual es necesario analizar este tema ya que a futuro todo el campus volverá a clases presenciales.



Figura 2.9 Estación de bombeo ubicada en reserva baja [Chávez & Ramírez, 2021].



Figura 2.10 Placa de una de las bombas en la estación de bombeo [GIF ESPOL].

2.1.4.3 Línea de impulsión

La tubería de impulsión, que parte desde la reserva baja al tanque elevado de la reserva alta es de $\varnothing 200$ mm de diámetro con una presión de trabajo de 1.25 MPa y tiene 1703 m de longitud, dicha tubería tiene conexiones en 4 puntos que son los siguientes:

1. Subestación eléctrica
2. Edificio del CTI
3. Edificio de admisiones
4. Casa del Guardia

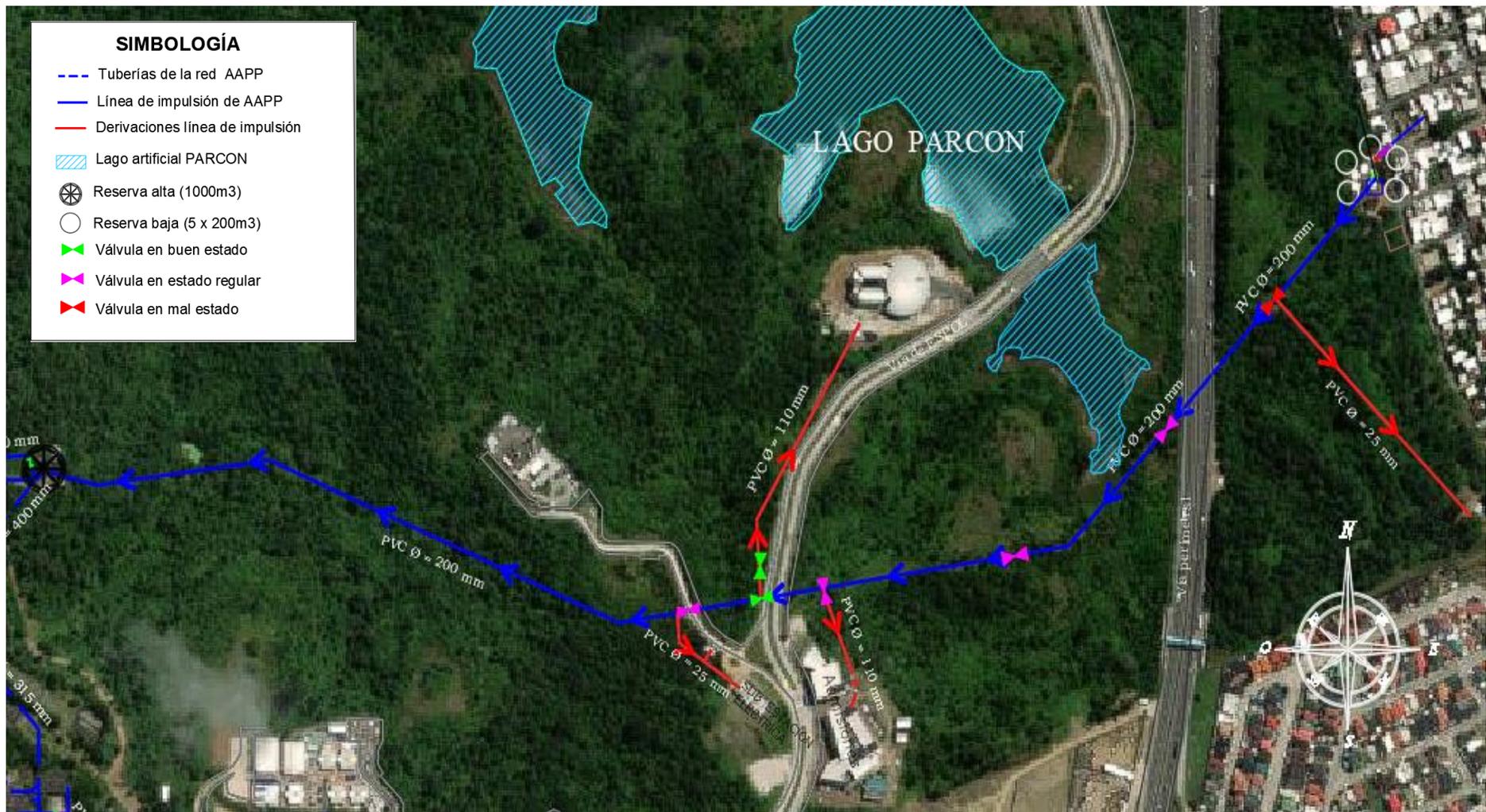


Figura 2.11 Condición actual de la línea de impulsión [Chávez & Ramírez, 2021].

Todas estas derivaciones, van en contra de los criterios técnicos y buenas prácticas de ingeniería, ya que le quitan presión y velocidad al sistema, además que se distribuye agua a esos puntos a bajas velocidad y presiones muy altas, lo que podría ocasionar accidentes.

2.1.4.4 Modelado de línea de impulsión actual.

A través de la información adquirida se realiza el modelado de la condición actual de la línea de impulsión, en un programa de análisis de redes se colocaron los diferentes elementos que componen la línea de impulsión, tales como tuberías, válvulas, nodos, bombas y tanques de reserva baja y reserva alta. Los nodos en la línea de impulsión pueden ser puntos de consumo o bifurcaciones de las tuberías, estos puntos que se encuentran situados en toda la línea son en donde se consigue la información acerca de las presiones en el sistema.

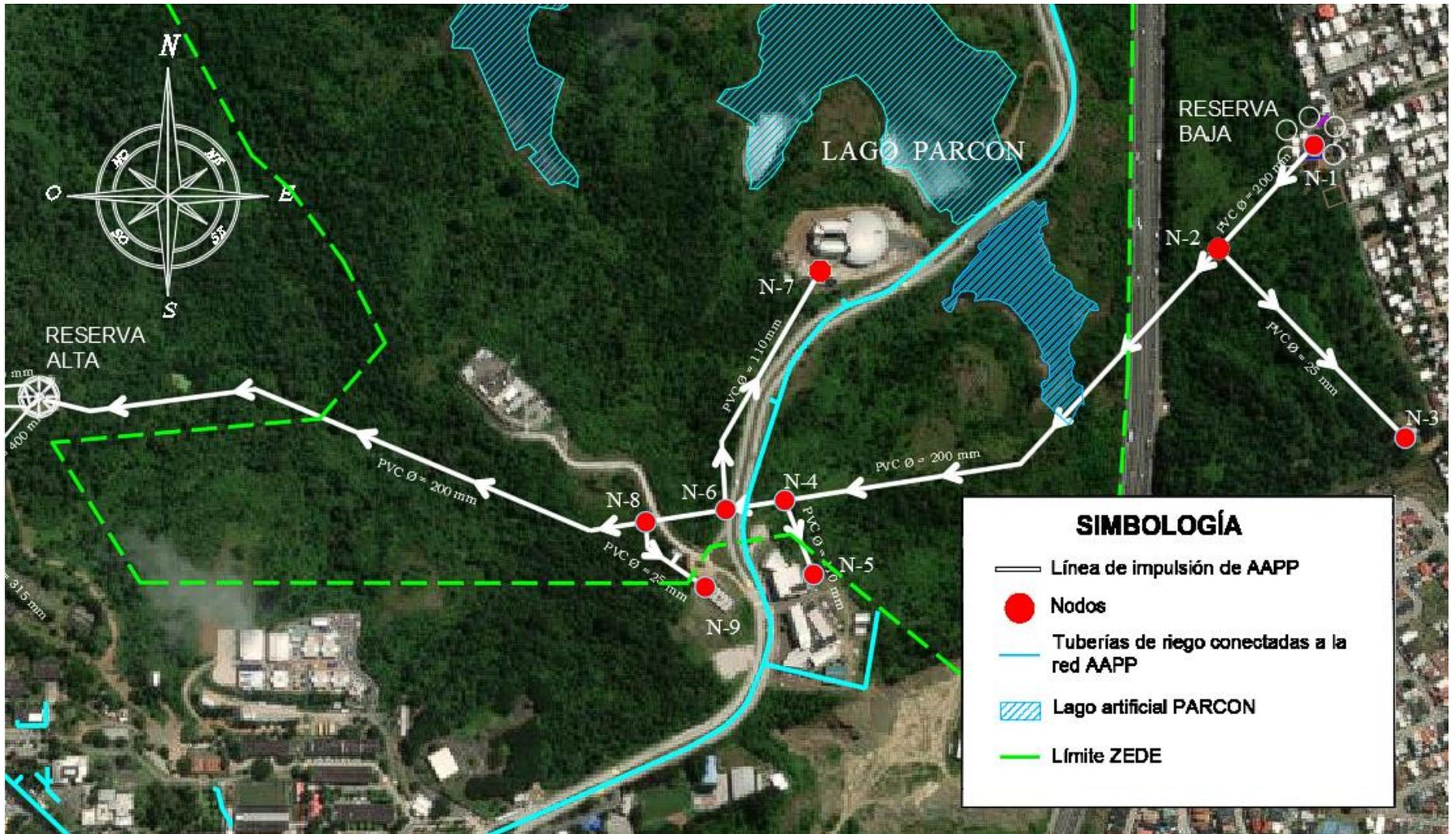


Figura 2.12 Ubicación de nodos en el modelo de línea de impulsión. (Chávez & Ramírez, 2021).

Además, dado que para llevar a cabo un correcto modelado de la línea de impulsión se debe contar con el diámetro interior de las tuberías, pero en los datos proporcionados por la ESPOL sólo se cuenta con información acerca del diámetro exterior de las tuberías, por lo que se opta por considerar a Plastigama, líder en el mercado de tuberías en esa época. El catálogo de tuberías de PVC es buscado en la página web del proveedor donde se obtiene la información acerca de los diámetros nominales e internos de las tuberías. En la tabla 2.5 se muestran los diámetros a considerar en el modelado de la actual línea de impulsión de AAPP de la ESPOL.

Tabla 2-5 Diámetro nominales e interiores de tuberías de PVC (Plastigama, 2019).

Diámetros externos [mm]	Espesor nominal [mm]	Diámetro interior [mm]	Presión de trabajo	
			[MPa]	[PSI]
400	7.9	384.2	0.50	73
355	7	341.0	0.50	73
315	6.3	302.4	0.50	73
200	3.9	192.2	0.50	73
160	3.2	153.6	0.50	73
110	2.2	105.6	0.50	73
90	1.8	86.4	0.50	73
63	1.6	59.8	0.63	91
50	1.3	47.4	0.63	91
40	1.1	37.8	0.63	91
25	1.1	22.8	1.00	145

La dotación utilizada para obtener el caudal de consumo es la considerada en la tabla 2.3-capítulo 16 de la Norma Hidrosanitaria NHE Agua (NEC, 2011), donde se especifica una dotación de 50 l/estudiante/día para Universidades.

Tabla 2-6 Dotaciones para diferentes tipos de edificaciones (NEC, 2011).

Tipo de edificación	Unidad	Dotación
Bloques de viviendas	L/habitante/día	200 a 350
Bares, cafeterías y restaurantes	L/m ² área útil/día	40 a 60
Camales y planta de faenamiento	L/cabeza	150 a 300
Cementerios y mausoleos	L/visitante/día	3 a 5

Tipo de edificación	Unidad	Dotación
Centro comercial	L/m ² área útil/día	15 a 25
Cines, templos y auditorios	L/concurrente/día	5 a 10
Consultorios médicos y clínicas con hospitalización	L/ocupante/día	500 a 1000
Cuarteles	L/persona/día	150 a 350
Escuelas y colegios	L/estudiante/día	20 a 50
Hospitales	L/cama/día	800 a 1300
Hoteles hasta 3 estrellas	L/ocupante/día	150 a 400
Hoteles de 4 estrellas en adelante	L/ocupante/día	350 a 800
Internados, hogar de ancianos y niños	L/ocupante/día	200 a 300
Jardines y ornamentación con recirculación	L/m ² /día	2 a 8
Lavanderías y tintorerías	L/kg de ropa	30 a 50
Mercados	L/puesto/día	100 a 500
Oficinas	L/persona/día	50 a 90
Piscinas	L/m ² área útil/día	15 a 30
Prisiones	L/persona/día	350 a 600
Salas de fiesta y casinos	L/m ² área útil/día	20 a 40
Servicios sanitarios públicos	L/mueble/sanitario/día	300
Talleres, industrias y agencias	L/trabajador/jornada	80 a 120
Terminales de autobuses	L/pasajero/día	10 a 15
Universidades	L/estudiante/día	40 a 60
Zonas industriales agropecuarias y fábricas	L/s/Ha	1 a 2

La población utilizada en la modelación es la actual (año 2020), para la línea de impulsión es considerada la población detallada en la tabla 2.2 (Cruz & Hidalgo, 2021), que abarca toda la ESPOL, es decir 19386 personas.

Las demandas en los nodos del modelo se obtuvieron del trabajo “Análisis del Sistema Existente y Diseños de Optimización del Sistema Matriz de Agua Potable de la ESPOL” (Lopez & Zambrano, 2021), donde, a través de polígonos de Thiessen, las demandas son repartidas por áreas. En tabla 2.7 se muestran las áreas de aportación y el consumo o demanda calculada a través de los polígonos de Thiessen en cada nodo de la actual línea de impulsión.

Tabla 2-7 Consumo por área de aportación en cada nodo de la línea de impulsión (Lopez & Zambrano, 2021).

Nodo	Elevación [m]	Área de aportación [m ²]	Consumo total [L/s]
N-1	22.7	0	0
N-2	54.58	0	0
N-3	80.43	100	0.05
N-4	78.18	0	0
N-5	85.16	5300.03	2.84
N-6	94.06	0	0
N-7	87.42	4140.3	2.22
N-8	94.16	0	0
N-9	50.61	754.3	0.4

Para completar el modelo de la línea de impulsión también se requiere información de la curva característica de la bomba, elevaciones en los nodos y las cotas de operación de los tanques de reserva baja y alta, toda esta información fue entregada por el departamento de GIF de la ESPOL. Terminado el modelado se muestran los resultados de las presiones en los nodos de la línea de impulsión en la tabla 2.8:

Tabla 2-8 Resultados de presiones en nodos de la línea de impulsión (Chávez & Ramírez, 2021).

Nodos	Elevación	Caudal [L/s]	Presión [m.c.a.]	Presión [psi]
N-1	22.7	0	126.4	179.7
N-2	54.58	0	93.7	133.3
N-3	80.43	0.05	67.9	96.6
N-4	78.18	0	67.0	95.3
N-5	87.42	2.84	57.7	82.0
N-6	85.16	0	59.8	85.0
N-7	50.61	2.22	94.0	133.7
N-8	94.06	0	50.5	71.8
N-9	94.16	0.4	50.4	71.7

Se encuentran presiones donde la más alta es 126.4 m.c.a. y la más baja es 50.4 m.c.a., teniendo un promedio de 74.2, es importante mencionar que no todos los nodos son puntos de consumo, y que en todos los nodos se encuentran presiones elevadas. De acuerdo con la (NEC 2011), para presiones superiores a 50 m.c.a. en puntos de consumo, recomienda el uso de válvulas reguladoras de presión, según el modelo de la línea de impulsión, todos los puntos de consumo tienen una presión mayor a 50 m.c.a.

La norma ecuatoriana establece un rango de velocidades de 0.6 m/s a 2.5 m/s, siendo 1.2 m/s el valor óptimo para el diseño de tuberías, según muestra el modelo, las tuberías tienen velocidades que varían entre 0.0017 m/s y 1.0798 m/s, teniendo un promedio de 0.7229 m/s, a pesar de que el promedio está en el rango definido por la normativa, aún existen tramos de tuberías con velocidades muy por debajo de lo recomendado, una posible causa de ello pueden ser los altos diámetros utilizados. En la figura 2.14 se muestran con color rojo las tuberías con velocidades menores a 0.6 m/s (velocidad mínima para evitar sedimentación) y de color verde las que tienen velocidades entre 0.6 m/s y 2.5 m/s (velocidad máxima para evitar erosión).

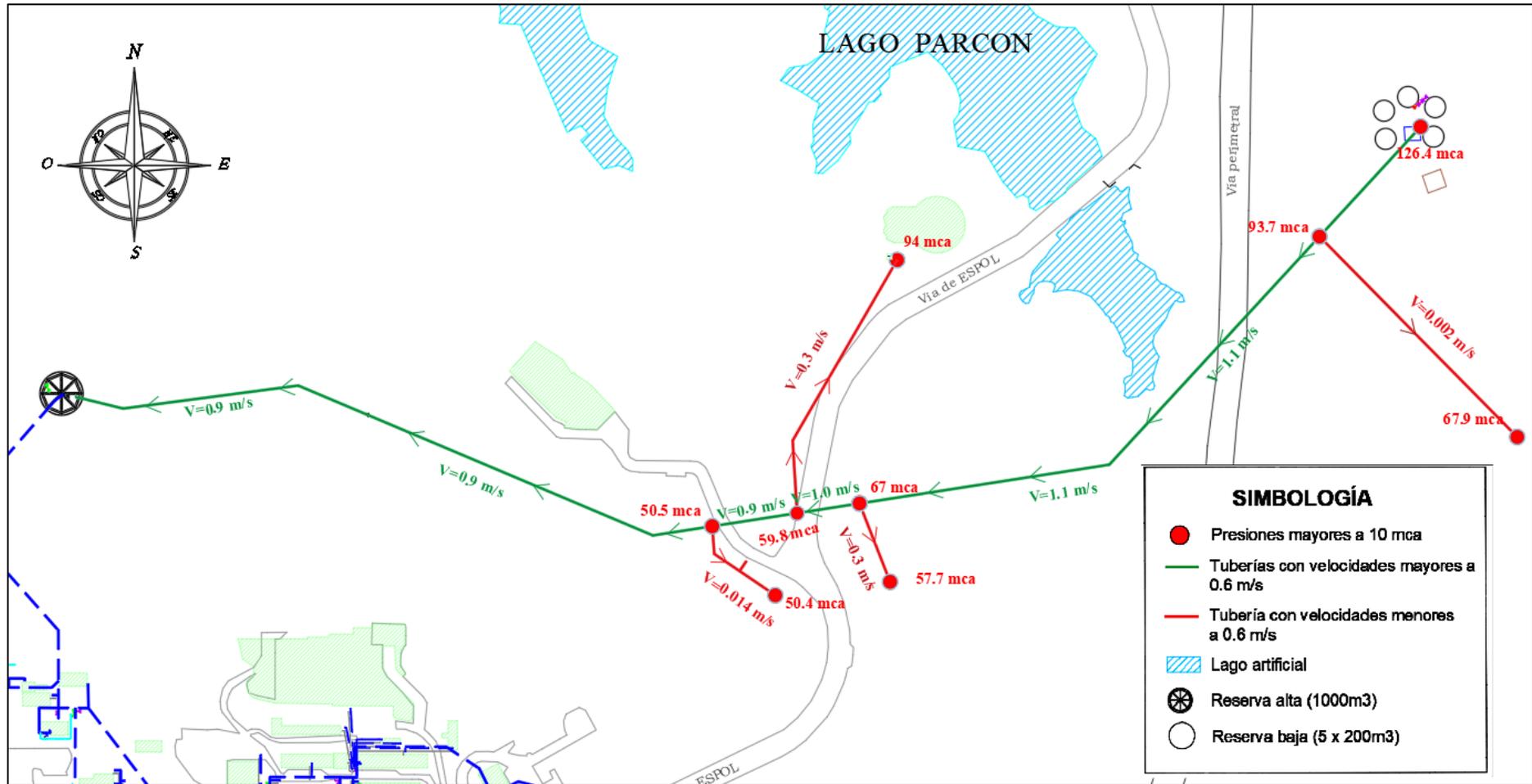


Figura 2.13 Resultados de velocidades y presiones en el modelo (Chávez & Ramírez, 2021)

2.1.5 Balance de masas

Las pérdidas en el sistema de agua potable es un tema de preocupación en la institución, según datos provistos por (Cruz & Hidalgo, 2021) se revelan pérdidas entre los años 2017 y 2020. De acuerdo con el concepto de balance de masas, es la comprobación cuantitativa entre una muestra de entrada inicial o masas usadas en la entrada, y los productos y residuos de salida de un proceso (Orihuela et al., 2007).

De acuerdo con la (NEC, 2011), la dotación es la cantidad de agua que cada habitante tiene asignado para su consumo diario, en el caso de la Universidades la normativa recomienda usar un valor de dotación de 40-50 L/hab*día, en este caso se usa un valor promedio de 50 L/hab/día para realizar el balance de masas inicial. En la tabla 2-9 se muestra el balance de masas realizado entre los años 2017 al 2020:

Tabla 2-9 Balance de masas entre los años 2017 – 2020 (Cruz & Hidalgo, 2021).

AÑO	POBLACIÓN	CONSUMO ANUAL ESPOL (m ³)	CONSUMO POR DOTACIÓN (50 L/hab./día)		PÉRDIDAS FÍSICAS (m ³)	
2017	20.876	272.140	104.943	39%	167.197	61%
2018	20.046	338.849	100.265	30%	238.584	70%
2019	19.032	278.899	97.061	35%	181.838	65%
2020	18.207	215.564	94.293	44%	121.271	56%
PROMEDIO		276.363	99.141	37%	177.223	63%

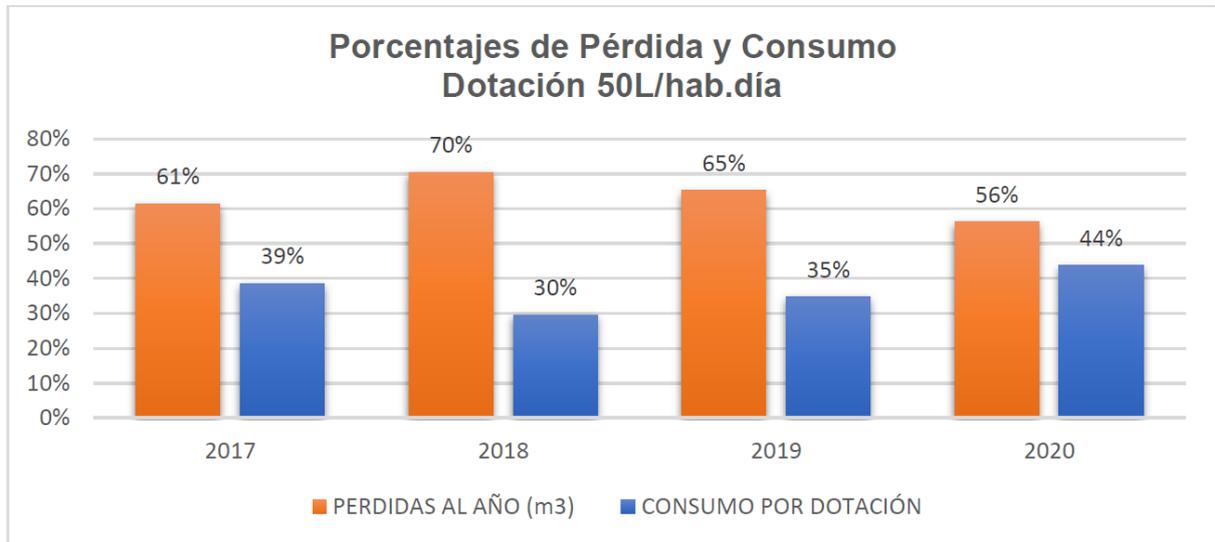


Figura 2.14 Porcentaje de pérdidas y consumo de agua potable (Cruz & Hidalgo, 2021).

Como se observa en la tabla 2.9 y en la figura 2.15 existe una cantidad considerable de pérdidas en el sistema de agua potable de la ESPOL, un promedio del 63% en los 4 años del 2017 al 2020, a esto se le atribuyen algunas posibles causas:

1. Válvulas en mal estado ocasionando fugas en el sistema de AAPP
2. Riego de áreas verdes con agua potable, lo que es considerado una mala práctica e incumple con los criterios de sostenibilidad, dando como resultado una mala inversión.
3. Mal uso del agua potable por parte de personas de la institución, dejando abiertos los grifos de las llaves.
4. Derivaciones de distribución que no cumplen con las buenas prácticas de ingeniería.

2.2 Metodología

Para el diseño de una línea de impulsión inicialmente se debe calcular el caudal de diseño, el cual será un factor del caudal máximo diario de acuerdo con el número de horas de bombeo, ya que es necesario aumentarlo porque no es recomendable bombear más de 8 horas del día por cada bomba, para abastecer satisfactoriamente a la población todo el día. (Tixe, 2004)

$$\text{Caudal de bombeo} = Qb = \frac{Qmd * 24}{N} \quad (2.1)$$

Donde:

Qmd = Caudal Máximo Diario

N = Número de horas de bombeo

Luego de hallar el caudal de diseño se usa la fórmula de Bresse para seleccionar el diámetro de la tubería de la línea de impulsión. Una vez calculado el diámetro, se escogen dos tuberías comerciales que se adapten a los valores obtenidos de la ecuación, además de verificar con unas velocidades en un rango entre 0.6 a 2 m/s, además de considerar las pérdidas de carga y las potencias de los equipos, para comprender las pérdidas en el sistema y seleccionar mejor el diámetro más económico. (Tixe, 2004)

$$D = K * X^{1/4} * Qb^{1/2} \quad (2.2)$$

Donde:

D = Diámetro en (m)

X = # de horas de bombeo/24

$K = 1.3$

Qb = Caudal de bombeo en (m³/s)

El propósito del conjunto (motor-bomba) es elevar el agua y vencer la diferencia entre las alturas de niveles entre las reservas bajas y las reservas altas, además de sumarle los efectos de las pérdidas de presión en la tubería como la fricción o por el uso de accesorios, y finalmente agregarle la presión de llegada bajo la siguiente ecuación y de una manera gráfica en la figura 2.16. (Tixe, 2004)

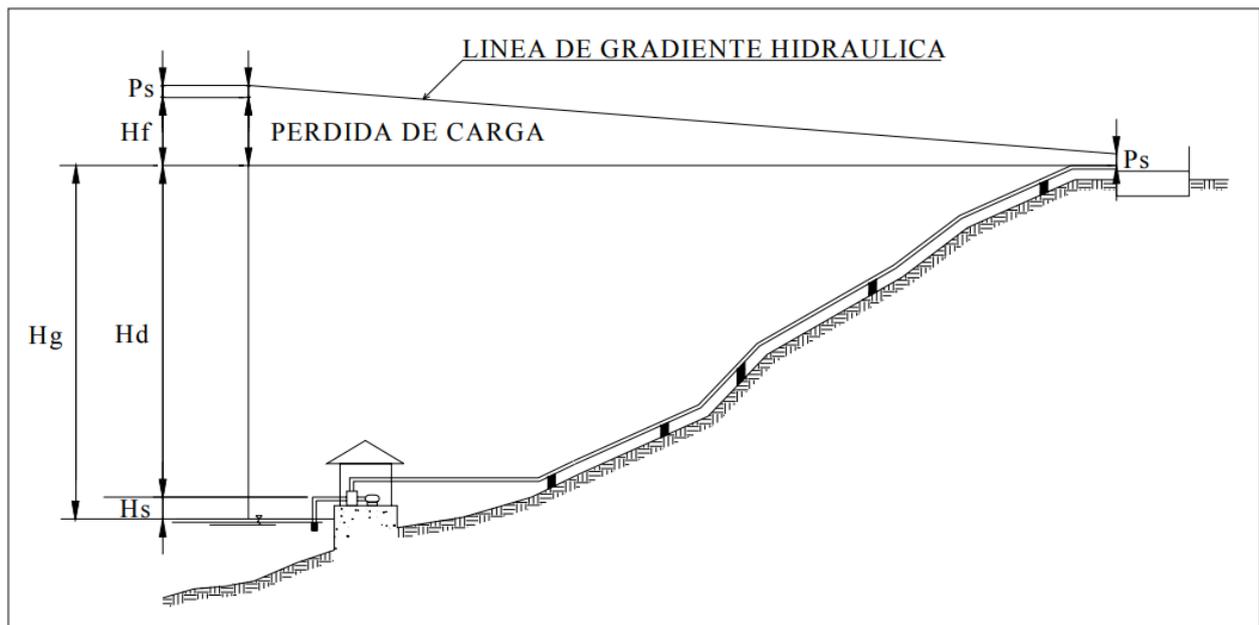


Figura 2.15 Gradiente hidráulica de la línea de impulsión [Obtenido de: (Tixe, 2004)].

$$H_t = H_g + H_{f_{total}} + P_s \quad (2.3)$$

Donde:

H_t = Altura dinámica total.

H_g = Altura estática total.

$H_{f_{total}}$ = Pérdida de carga total.

P_s = Presión de llegada (2m recomendado).

H_s = Altura de succión medida desde el nivel inferior hasta el eje de la bomba.

H_d = Altura de descarga medida desde el eje de la bomba hasta el nivel superior.

2.3 Análisis de restricciones

Previo al planteamiento y análisis de las alternativas propuestas de solución para la nueva línea de impulsión de la ESPOL, es necesario tomar en consideración ciertas restricciones que permitirán que las soluciones propuestas sean las óptimas sin encarecer el proyecto. Dado que el proyecto está establecido en el bosque Protector Prosperina es preciso que este sea amigable con el ecosistema sin afectar las áreas verdes a los alrededores, por ello se debe considerar en las restricciones criterios ambientales. Los criterios económicos son considerados dado que la ESPOL por tratarse

de una institución de carácter público no dispone de un alto presupuesto, mientras que las consideraciones técnicas deben garantizar el correcto funcionamiento de la nueva línea de impulsión con el cumplimiento de los criterios de diseño establecidos por la normativa local.

2.3.1 Consideraciones técnicas

1. El nuevo trazado propuesto para la línea de impulsión no debe diferir notablemente del trazado actual.
2. En lo posible no realizar movimientos de tierra innecesarios y tomar en consideración la topografía actual del terreno.
3. Evitar la cola del lago PARCON, zona donde la tubería ha estado expuesta a daños y fatiga.

2.3.2 Consideraciones sociales

1. Evitar interrumpir el tránsito de los vehículos por trabajos que involucren la intervención de las vías.
2. Respetar las áreas de ZEDE, bioconversión y futuras construcciones en la misma área.

2.3.3 Consideraciones económicas

1. Costos de construcción.
2. Costos de operación y mantenimiento (OPEX).
3. Costo de equipo y maquinaria.
4. Longitud de la tubería.

2.3.4 Consideraciones ambientales

1. El Bosque Protector Prosperina no debe ser invadido ni vulnerado por las alternativas de la línea de impulsión.
2. Manejo de desechos.
3. Generación de polvo.

2.3.5 Métrica de evaluación

Las restricciones establecidas serán evaluadas de acuerdo con la matriz de Likert, la cual contiene la siguiente métrica:

Tabla 2.10 Métrica de Evaluación de acuerdo con la matriz de Likert [Chávez & Ramírez, 2021].

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

También se aplica un porcentaje de ponderación según la importancia que tenga cada consideración en la evaluación de alternativas.

Tabla 2-101 Factor de ponderación para las consideraciones [Chávez & Ramírez, 2021].

Consideraciones Técnicas	40%
Consideraciones Sociales	20%
Consideraciones Económicas	20%
Consideraciones Ambientales	20%
Total	100%

2.4 Análisis de alternativas planteadas para el diseño de la línea de impulsión

- a) **Alternativa 1:** Cambio del trazado de la línea de impulsión, desde el ducto cajón ubicado en la vía Perimetral, bordeando la misma vía hasta Bioconversión, luego atravesando el puente del lago de PARCON y siguiendo el parterre de la vía principal de ESPOL, este tramo es de 1730 m.



Figura 2.16 Alternativa 1 [Chávez & Ramírez, 2021].

b) **Alternativa 2:** Cambio del trazado de la línea de impulsión, desde el ducto cajón ubicado en la vía Perimetral, bordeando la misma vía hasta Bioconversión, bordeando sin atravesar el puente del lago de PARCON y siguiendo el parterre de la vía principal de ESPOL. Este tramo es de 1668 m.

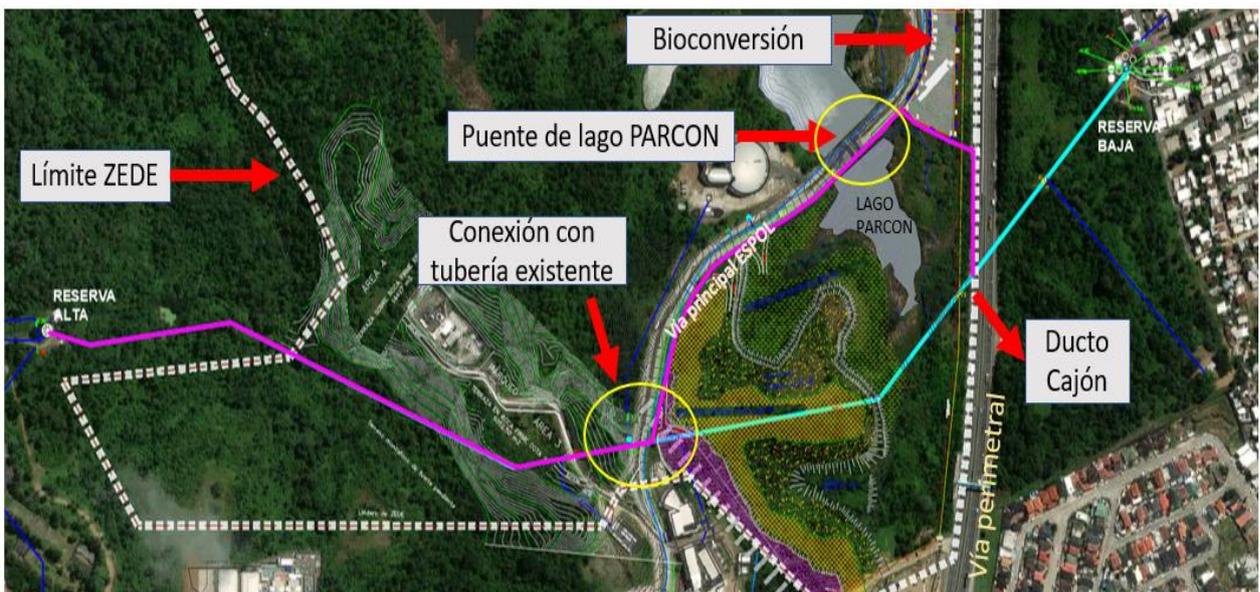


Figura 2.17 Alternativa 2 [Chávez & Ramírez, 2021].

c) **Alternativa 3:** Cambio del trazado de la línea de impulsión, desde la reserva baja, pasando la tubería debajo de la vía Perimetral mediante micro perforación para luego seguir el mismo recorrido que la alternativa 1. Este tramo de 1674 m.



Figura 2.18 Alternativa 3: Excavación sin zanja [Chávez & Ramírez].

Tabla 2.12 Evaluación de alternativas [Chávez & Ramírez, 2021].

Alternativas: Línea de impulsión de AAPP de la ESPOL	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
Consideraciones Técnicas (40%)	11	10	13
No diferir notablemente trazado actual	4	3	3
Movimientos de tierra	4	4	5
Evitar lago PARCON	3	3	5
Consideraciones Sociales (20%)	9	2	10
Interrupción del tránsito vehicular	4	1	5
Respetar área de ZEDE	5	1	5
Consideraciones Económicas (20%)	15	16	13
Costos de construcción	4	4	3
Longitud de tramo	3	4	4
Costo de operación y mantenimiento	4	4	3
Costo de equipo y maquinaria	4	4	3
Consideraciones Ambientales (20%)	9	9	11

Alternativas: Línea de impulsión de AAPP de la ESPOL	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
Destrucción del Bosque	3	3	3
Manejo de desechos	3	3	4
Generación de polvo	3	3	4
Total	44	37	47
Total ponderado	74.33%	58.67%	82.33%

En la evaluación de alternativas según la matriz de Likert, se realiza un ponderado donde se les da un mayor peso a las consideraciones técnicas (40%), estas son las que tienen más importancia de acuerdo con la problemática, y es que la tubería en la cola del lago PARCON ha estado expuesta a roturas y fatiga haciendo que la reparación alrededor de ese punto sea difícil y peligroso.

2.5 Selección de la mejor alternativa

Ya realizada la evaluación de alternativas propuestas, la que obtuvo mayor puntuación según la matriz de Likert es la alternativa 3, ya que cumple en mayor medida con las restricciones del proyecto ya establecidas, en tanto a consideraciones técnicas esta alternativa de solución es la más adecuada ya que está más alejada del lago de PARCON, por lo tanto, es la opción que se desarrollará en el capítulo para el diseño de la línea de impulsión de agua potable.

CAPÍTULO 3

3. DISEÑOS Y ESPECIFICACIONES

En este capítulo se diseñará la alternativa 3, que fue la escogida mediante el análisis de restricciones en el capítulo anterior. La cual considera:

1. Para el primer tramo se seguirá utilizando la tubería existente hasta el punto de conexión con el primer nodo.
2. Para el segundo tramo, se diseña una nueva tubería que pasará por debajo de la perimetral mediante micro tunelación, para luego pasar por debajo del puente del lago PARCON y seguir el recorrido del parterre de la vía principal de la ESPOL.
3. Para el tercer tramo que va desde la válvula de intercambio cerca de admisiones hasta la reserva alta, se utilizará la tubería existente.
4. Se desconectarán los nodos que distribuyen agua potable a ciertos puntos del campus, de la línea de impulsión.
5. A los nodos desconectados se los abastecerá de agua mediante la matriz de distribución de agua potable.
6. Para los tramos en los que se cambiará la tubería, se diseñarán mediante el análisis de diámetro económico.
7. Se modelará el nuevo sistema en un software, para analizar de manera práctica el comportamiento de la nueva línea de impulsión.

3.1 Diseño de la nueva línea de impulsión

3.1.1 Población proyectada

La población utilizada en el diseño de las tuberías de la nueva línea de impulsión es la detallada en la tabla 2.3, donde la población resultante para el periodo de diseño de 15 años, tomando como año de inicio el año 2020, es de 24699 habitantes.

Tabla 3-1 Proyección de la población (Cruz & Hidalgo, 2021).

Año	Población Escogida
2020	19386
2025	21157
2030	22928
2035	24699

3.1.2 Dotación proyectada

De la Norma Hidrosanitaria NHE agua, tabla 2.3 capítulo 16 (NEC, 2011), se tiene que para edificaciones como Universidades se considera una dotación de 40 L/estudiante/día a 60 L/estudiante/día, tomando como dotación un valor promedio de 50 L/estudiante/día. La normativa ecuatoriana recomienda un incremento en la dotación del 1.5% por cada año de proyección, en este caso con un periodo de 15 años la dotación proyectada es la mostrada en la tabla 3.2.

Tabla 3-2 Proyección de la dotación (NEC, 2011).

Año	Dotación	Unidades
2020	50.0	L/estudiante/día
2035	62.5	L/estudiante/día

3.1.3 Caudal de diseño

Los datos iniciales para el cálculo del caudal de diseño son: la población futura con un periodo de diseño de 15 años y la dotación proyectada del campus.

$$Población = 24699 \text{ hab}$$

$$Dotación = 62.5 \frac{L}{\text{hab} * \text{día}}$$

a) Caudal medio diario

$$Q_{md} = \frac{Población * Dotación}{86400} \quad (3.1)$$

$$Q_{md} = \frac{24699 \text{ hab} * 62.5 \frac{L}{\text{hab} * \text{día}}}{86400}$$

$$Q_{md} = 17.87 \frac{L}{s}$$

b) Caudal máximo diario

$$Q_{\text{max_diario}} = K * Q_{md} \quad (3.2)$$

Los valores recomendados para el coeficiente de variación máximo diario K establecidos en la normativa ecuatoriana (INEN, 1992) están en el rango de 1.3 a 1.5, en este caso se utiliza el valor promedio de 1.4.

$$Q_{\text{max_diario}} = 1.4 * 17.87 \frac{L}{s}$$

$$Q_{\text{max_diario}} = 25.01 \frac{L}{s}$$

La CPE INEN 5 Parte 9-1:1992 (INEN, 1992), establece que cuando la conducción o impulsión esté conectada de forma directa a reservorios de distribución, el caudal de diseño será igual al caudal medio anual multiplicado por el coeficiente K de variación diaria, y dividido para la fracción de tiempo de funcionamiento diario de la conducción. En este caso, al día, el tiempo de operación de la línea de impulsión es de 21 horas.

$$Q_{\text{diseño}} = \frac{K * Q_{md}}{\frac{N}{24}} \quad (3.3)$$

$$Q_{\text{diseño}} = \frac{1.4 * 17.87 \frac{L}{s}}{\frac{21}{24}} = 25.34 \frac{L}{s} = 0.02728 \frac{m^3}{s}$$

Como resultado, el caudal utilizado para determinar el diámetro de la tubería de la nueva línea de impulsión es de 0.02728 m³/s para la población futura de 24699 habitantes.

3.1.4 Cálculo del diámetro de tubería del nuevo tramo de la línea de impulsión.

De acuerdo con la normativa ecuatoriana (INEN, 1992), se establece un rango de velocidades de 0.6 m/s a 2.5 m/s, siendo 1.2 m/s el valor óptimo para el diseño de tuberías, con este valor se determina el diámetro.

$$Q = A * v \quad (3.4)$$

Siendo Q el caudal de diseño, A el área de la tubería y v la velocidad de diseño

$$Q = \left(\frac{\pi * D^2}{4} \right) * v \quad (3.5)$$

Se despeja el diámetro para determinar el diámetro de la tubería.

$$D = \sqrt{\frac{4 * Q}{\pi * v}} \quad (3.6)$$

$$D = \sqrt{\frac{4 * (0.02728 \text{ m}^3/\text{s})}{\pi * (1,2 \text{ m/s})}}$$

$$D = 0,1702 \text{ m} = \mathbf{\varnothing 170.2 \text{ mm}}$$

El diámetro calculado se lo debe aproximar al diámetro comercial de un proveedor local

$$D_{\text{exterior}} = \mathbf{\varnothing 200 \text{ mm}}$$

$$\text{Espesor}_t = 14.7 \text{ mm}$$

$$D_{\text{interior}} = 200 - 2 * 14.7 = \mathbf{\varnothing 170.6 \text{ mm}}$$

Una vez definido el diámetro se verifica el valor de la velocidad real despejándola de la ecuación

$$Q = A * v$$

$$v = \frac{4 * Q}{\pi * D^2}$$

$$v = \frac{4 * (0.0229 \text{ m}^3/\text{s})}{\pi * (0,1706 \text{ m})^2}$$

$$v = 1,194 \text{ m/s}$$

3.1.5 Presiones en el sistema

Las presiones en la nueva línea de impulsión son determinadas para conocer si el agua llega con suficiente presión para abastecer al tanque de almacenamiento de la reserva alta. Los nodos en la nueva línea de impulsión no son puntos de consumo ni intersecciones de la tubería, sino que son colocados como puntos de referencia por su elevación, estos nodos se encuentran situados en toda la línea y es en donde se consigue la información acerca de las presiones en el sistema. En la figura 3.1, se observa, en color verde, la línea de impulsión, en color rojo la ubicación de los nodos y diámetros ubicados en el nuevo sistema propuesto.

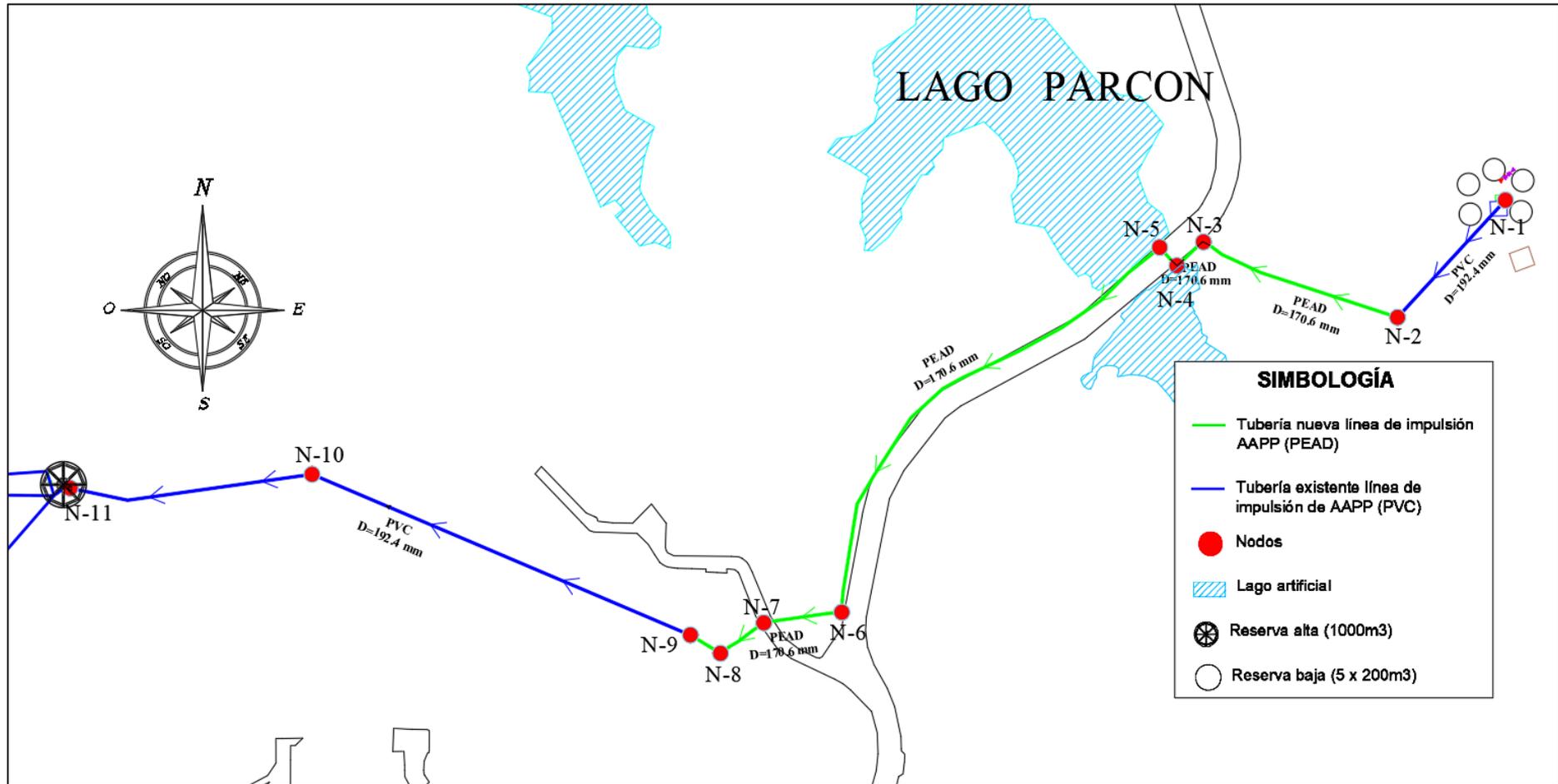


Figura 3.1 Ubicación de nodos en la nueva línea de impulsión [Chávez & Ramírez, 2021].

Para efectos de determinar la capacidad de la estación de bombeo, es necesario analizar las pérdidas de carga, con el fin de conocer si es necesario cambiar el sistema actual de bombeo.

- **Pérdidas de carga**

El método utilizado para las pérdidas de carga es el de Hazen Williams que tiene la ecuación

$$Q = 0.2785 * C * D^{2.63} * J^{0.54} \quad (3.7)$$

Donde:

Q: caudal [m³/s]

C: Coeficiente de rugosidad de Hazen-Williams

D: Diámetro interno de la tubería [m]

J: Pérdida de carga unitaria o pendiente de la línea de energía [m/m de tubería]

Las pérdidas de carga se determinan despejando el valor de J de la ecuación 3.7, dejando como resultado la ecuación 3.8

$$J = \frac{Q}{0.2785 * C * D^{2.63}}^{\frac{1}{0.54}} \quad (3.8)$$

El valor del coeficiente C de Hazen-Williams depende del material del que esté compuesta la tubería, en el caso del PVC y el PEAD el valor de C adoptado es de 150 según la tabla 3.3.

Tabla 3-3 Coeficiente C Hazen-Williams (Haestad Methods Engineering Staff, 2002).

Material	Coef. C Hazen-Williams
Asbesto cemento	140
Latón	135
Tabique	100
Fierro fundido (nuevo)	130
Concreto simple	135

Material	Coef. C Hazen-Williams
Cobre	135
Acero galvanizado	120
Acero (esmaltado)	148
Acero (nuevo, sin recubrimiento)	145
Acero (remachado)	110
Plástico (PVC, PEAD)	150
Vidrio (laboratorio)	140

- **Altura por pérdidas por fricción en la tubería de impulsión (H_{fi}).**

$$H_{fi} = J * L \quad (3.8)$$

- **Pérdidas de carga locales por accesorios (H_f)**

$$H_f = \sum (k * \frac{V^2}{2g}) \quad (3.9)$$

Donde:

K: Coeficiente de pérdidas de accesorios

V: Velocidad en la tubería [m/s]

G: 9.81 [m/s²]

El valor del coeficiente K para las pérdidas por accesorios depende del tipo de accesorios que se encuentren presentes en ese tramo de tubería.

Para determinar la altura piezométrica H_T de un nodo en cuestión, la sumatoria de todas las pérdidas locales por accesorios h_f y la altura por pérdidas por fricción en la tubería de impulsión h_{fi} , es restada de la altura piezométrica del nodo anterior.

$$H_T = H_{T1} - H_{fi} - H_f \quad (3.10)$$

Por último, para calcular la presión en cada nodo, se resta de la cota piezométrica, la altura del nodo.

$$Presion_{Nodo} = H_T - Cota_{Nodo} \quad (3.11)$$

La presión en el primer nodo, N-1 es la presión de salida de la bomba calculada en el programa de análisis de redes, en este nodo se tiene una presión de 131.3 m.c.a., para calcular la altura piezométrica en ese nodo, se le suma la cota de elevación a la presión

$$H_{T1} = P_{trabajo} + Cota_{nodo1} = 131.3 + 22.7 = 154 \text{ m}$$

N-2

$$J = \frac{Q}{0.2785 * C * D^{2.63}} \frac{1}{0.54}$$

$$J = \frac{0.022929}{0.2785 * 150 * 0.1922^{2.63}} \frac{1}{0.54} = 0.00282$$

$$H_{fi2} = J * L = 0.00282 * 166.06 = 0.4684 \text{ m}$$

$$H_{T2} = H_{T1} - H_{fi} = 154 - 0.4684 = 153.53 \text{ m}$$

$$P_{N-2} = 153.53 - 46.45 = 107.08 \text{ m. c. a.}$$

N-3

$$J = \frac{0.022929}{0.2785 * 150 * 0.1706^{2.63}} \frac{1}{0.54} = 0.00504$$

$$H_{fi3} = J * L = 0.00504 * 219.93 = 1.1084 \text{ m}$$

$$H_{f3} = \sum (k * \frac{V^2}{2g})$$

$$H_{f3} = (0.4 * 1) * \frac{V^2}{2g}$$

$$H_{f3} = (0.4 * 1) * \frac{1.094^2}{2 * 9.81} = 0.0244 \text{ m}$$

$$H_{T3} = H_{T2} - H_{fi3} - H_{f3} = 153.53 - 1.1084 - 0.0244 = 152.39m$$

$$P_{N-3} = 152.39 - 44.61 = 107.78 \text{ m. c. a.}$$

N-4

$$J = \frac{0.022929}{0.2785 * 150 * 0.1706^{2.63}} \frac{1}{0.54} = 0.00504$$

$$H_{fi4} = J * L = 0.00504 * 37.59 = 0.1895m$$

$$H_{f4} = \sum (k * \frac{V^2}{2g}); K = 1.6 (\text{codo } 90^\circ)$$

$$H_{f1} = (1.6 * 1) * \frac{V^2}{2g}$$

$$H_{f4} = (1.6 * 1) * \frac{1.094^2}{2 * 9.81} = 0.0976m$$

$$H_{T4} = H_{T3} - H_{fi4} - H_{f4} = 152.39 - 0.1895 - 0.0976 = 152.09m$$

$$P_{N-4} = 152.09 - 43.95 = 108.14 \text{ m. c. a.}$$

N-5

$$J = \frac{0.022929}{0.2785 * 150 * 0.1706^{2.63}} \frac{1}{0.54} = 0.00504$$

$$H_{fi5} = J * L = 0.00504 * 26.16 = 0.1318m$$

$$H_{f5} = \sum (k * \frac{V^2}{2g}); K = 1.6 (\text{codo } 90^\circ)$$

$$H_{f1} = (1.6 * 1) * \frac{V^2}{2g}$$

$$H_{f5} = (1.6 * 1) * \frac{1.094^2}{2 * 9.81} = 0.0976m$$

$$H_{T5} = H_{T4} - H_{fi5} - H_{f5} = 152.09 - 0.1318 - 0.0976 = 151.84m$$

$$P_{N-5} = 151.84 - 44.22 = 107.62 \text{ m. c. a.}$$

N-6

$$J = \frac{0.022929}{0.2785 * 150 * 0.1706^{2.63}} \frac{1}{0.54} = 0.00504$$

$$H_{fi6} = J * L = 0.00504 * 534.69 = 2.69m$$

$$H_{f6} = \sum (k * \frac{V^2}{2g}); K = 1.6 (codo 90^\circ)$$

$$H_{f6} = (1.6 * 1) * \frac{V^2}{2g}$$

$$H_{f6} = (1.6 * 1) * \frac{1.094^2}{2 * 9.81} = 0.0976m$$

$$H_{T6} = H_{T5} - H_{fi6} - H_{f6} = 151.84 - 2.69 - 0.0976 = 149.03m$$

$$P_{N-6} = 149.03 - 85.16 = 63.87 m. c. a.$$

N-7

$$J = \frac{0.022929}{0.2785 * 150 * 0.1706^{2.63}} \frac{1}{0.54} = 0.00504$$

$$H_{fi7} = J * L = 0.00504 * 82.46 = 0.4156m$$

$$H_{f7} = \sum (k * \frac{V^2}{2g}); K = 1.6 (codo 90^\circ)$$

$$H_{f7} = (1.6 * 1) * \frac{V^2}{2g}$$

$$H_{f7} = (1.6 * 1) * \frac{1.094^2}{2 * 9.81} = 0.0976m$$

$$H_{T7} = H_{T6} - H_{fi7} - H_{f7} = 149.03 - 0.4156 - 0.0976 = 148.5m$$

$$P_{N-7} = 148.5 - 95.6 = 52.9 m. c. a.$$

N-8

$$J = \frac{0.022929}{0.2785 * 150 * 0.1706^{2.63}} \frac{1}{0.54} = 0.00504$$

$$H_{fi8} = J * L = 0.00504 * 54.96 = 0.277m$$

$$H_{f8} = \sum (k * \frac{V^2}{2g}); K = 1.6 (codo 90^\circ)$$

$$H_{f8} = (1.6 * 1) * \frac{V^2}{2g}$$

$$H_{f8} = (1.6 * 1) * \frac{1.094^2}{2 * 9.81} = 0.0976m$$

$$H_{T8} = H_{T7} - H_{fi8} - H_{f8} = 147.5 - 0.277 - 0.0976 = 147.1m$$

$$P_{N-8} = 147.1 - 97.74 = 49.36m. c. a.$$

N-9

$$J = \frac{0.022929}{0.2785 * 150 * 0.1706^{2.63}} \frac{1}{0.54} = 0.00504$$

$$H_{fi9} = J * L = 0.00504 * 38.89 = 0.196m$$

$$H_{f9} = \sum (k * \frac{V^2}{2g}); K = 1.6 (codo 90^\circ)$$

$$H_{f9} = (1.6 * 1) * \frac{V^2}{2g}$$

$$H_{f9} = (1.6 * 1) * \frac{1.094^2}{2 * 9.81} = 0.0976m$$

$$H_{T9} = H_{T8} - H_{fi9} - H_{f9} = 147.1 - 0.196 - 0.0976 = 146.65m$$

$$P_{N-9} = 146.65 - 98.57 = 48.08 m. c. a.$$

N-10

$$J = \frac{0.022929}{0.2785 * 150 * 0.1922^{2.63}} \frac{1}{0.54} = 0.00282$$

$$H_{fi10} = J * L = 0.00282 * 427.72 = 1.206m$$

$$H_{T10} = H_{T9} - H_{fi10} = 146.65 - 1.206 = 145.44m$$

$$P_{N-10} = 145.44 - 108.19 = 37.25 m. c. a.$$

N-11

$$J = \frac{0.022929}{0.2785 * 150 * 0.1922^{2.63}} \frac{1}{0.54} = 0.00282$$

$$H_{fi11} = J * L = 0.00282 * 252.1 = 0.711m$$

$$H_{T11} = H_{T10} - H_{fi11} = 145.44 - 0.711 = 144.74m$$

$$P_{N-11} = 144.74 - 113.9 = 30.84m. c. a.$$

En la tabla 3.4 se observa el resultado de las presiones en los nodos calculados con el Excel para la línea de impulsión. Los valores de las presiones calculadas son validados mediante la modelación del nuevo sistema de impulsión, a través de un software de análisis de redes, de tal forma que se pueda comparar ambos resultados. En el modelo se colocaron todos los elementos que componen el sistema, tales como tuberías con su diámetro interno, nodos con su elevación, caudal de diseño, bombas con su respectiva curva de operación y tanques de almacenamiento de reserva alta y baja con sus respectivas cotas de operación.

Tabla 3-4 Comparación de presiones en los nodos del Excel y el modelo [Chávez & Ramírez, 2021]

Nodo	L (m)	Altura (msnm)	Excel		Modelo	
			C.Piez (m.c.a.)	Presión (m.c.a.)	C.Piez (m.c.a.)	Presión (m.c.a.)
N-1	0	22.7	154.00	131.30	154.26	131.30
N-2	166.06	46.45	153.53	107.08	153.48	106.81
N-3	219.93	44.61	152.39	107.78	151.66	106.83
N-4	37.59	43.95	152.09	108.14	151.29	107.13
N-5	26.16	44.22	151.84	107.62	150.99	106.56
N-6	534.69	85.16	149.03	63.87	146.69	61.41
N-7	82.46	95.6	148.50	52.90	145.96	50.26
N-8	54.96	97.74	148.10	49.36	145.51	47.68
N-9	38.89	98.57	147.65	48.08	145.17	46.52
N-10	427.72	108.19	146.44	37.25	143.22	34.96
N-11	252.1	113.9	145.74	30.84	142.05	28.09

Los resultados de las presiones calculadas en el Excel y a través del modelo en la tabla 3.4, muestra valores muy cercanos entre sí, la diferencia de presiones es en promedio de 1.5 m.c.a. en todos los nodos. Dado que no existe una diferencia notable entre sí, se puede concluir que los resultados de las presiones calculadas en el modelo son confiables y correctas. Por lo tanto, se pueden utilizar para realizar el diseño.

La norma ecuatoriana establece un rango de velocidades de 0.6 m/s a 2.5 m/s, siendo 1.2 m/s el valor óptimo para el diseño de tuberías, según muestra el modelo, las tuberías de PVC tienen una velocidad de 1.01 m/s y las tuberías de PEAD una velocidad 1.29 m/s, estos resultados de velocidades son adecuados ya que están dentro del rango recomendado por la norma. En la figura 3.2 se muestran los resultados de presiones y velocidades de la línea de impulsión, con color azul las tuberías de PVC existentes y de color verde las tuberías de PEAD propuestas en este proyecto.

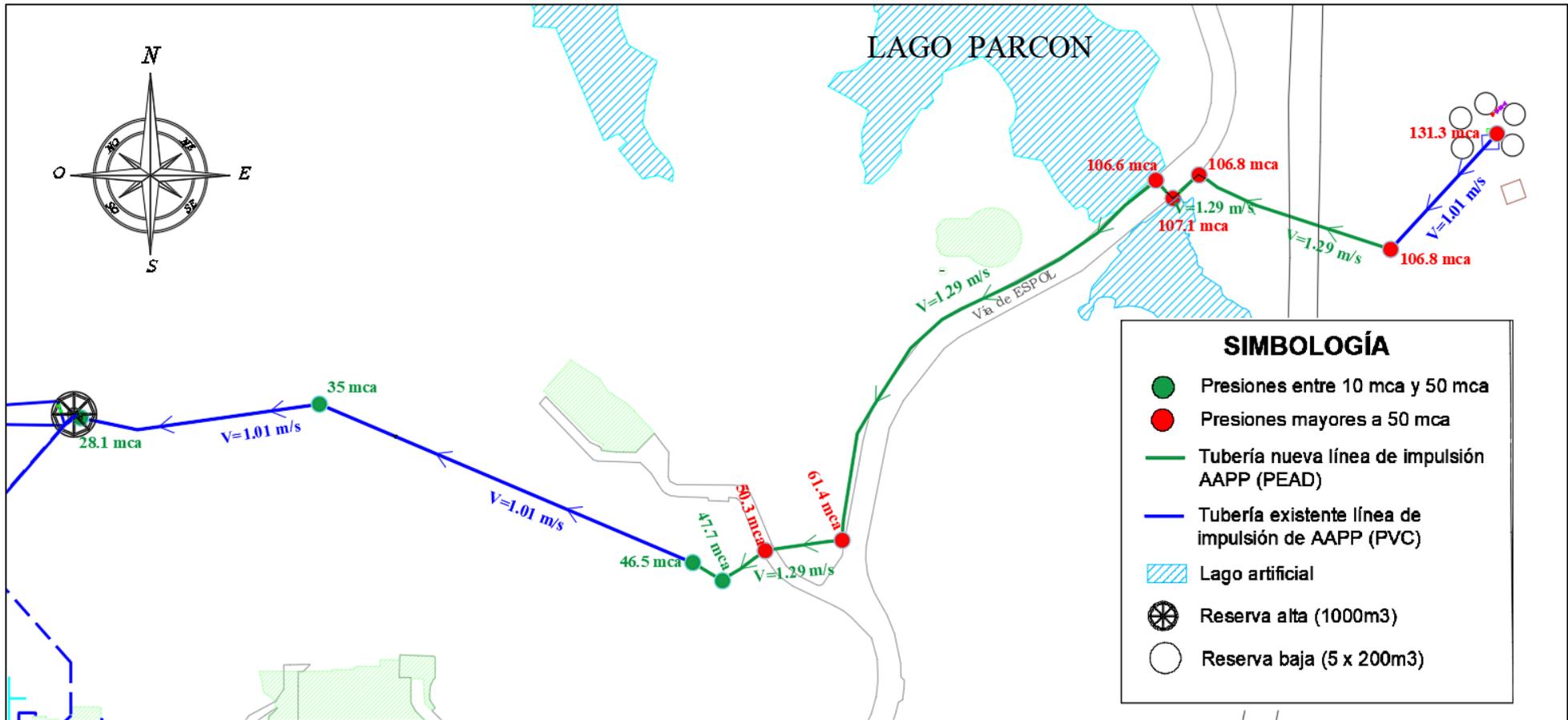


Figura 3.2 Resultados de velocidades y presiones en el modelo de la línea de impulsión [Chávez & Ramírez, 2021].

3.1.6 Perfil de la línea de impulsión

En la figura 3.3 se muestran las abscisas del nuevo tramo de la línea de impulsión, donde se observa que está dividido en tres partes para su etapa constructiva, el primer tramo de tubería que va desde la abscisa 0+000m hasta la 0+230m la tubería será colocada a través de micro tunelación debido a que ese tramo atraviesa la vía perimetral y se debe evitar en lo posible realizar trabajos en la vía ya que estos interrumpen el tráfico. El segundo tramo va desde la abscisa 0+230 hasta la 0+350 donde pasa por debajo del puente del lago PARCON, y finalmente el tramo desde la abscisa 0+350 hasta la 0+999 donde se conecta con la tubería existente, en este tramo la tubería irá enterrada en el parterre de la vía principal de ESPOL para no interrumpir con el tránsito de los vehículos.

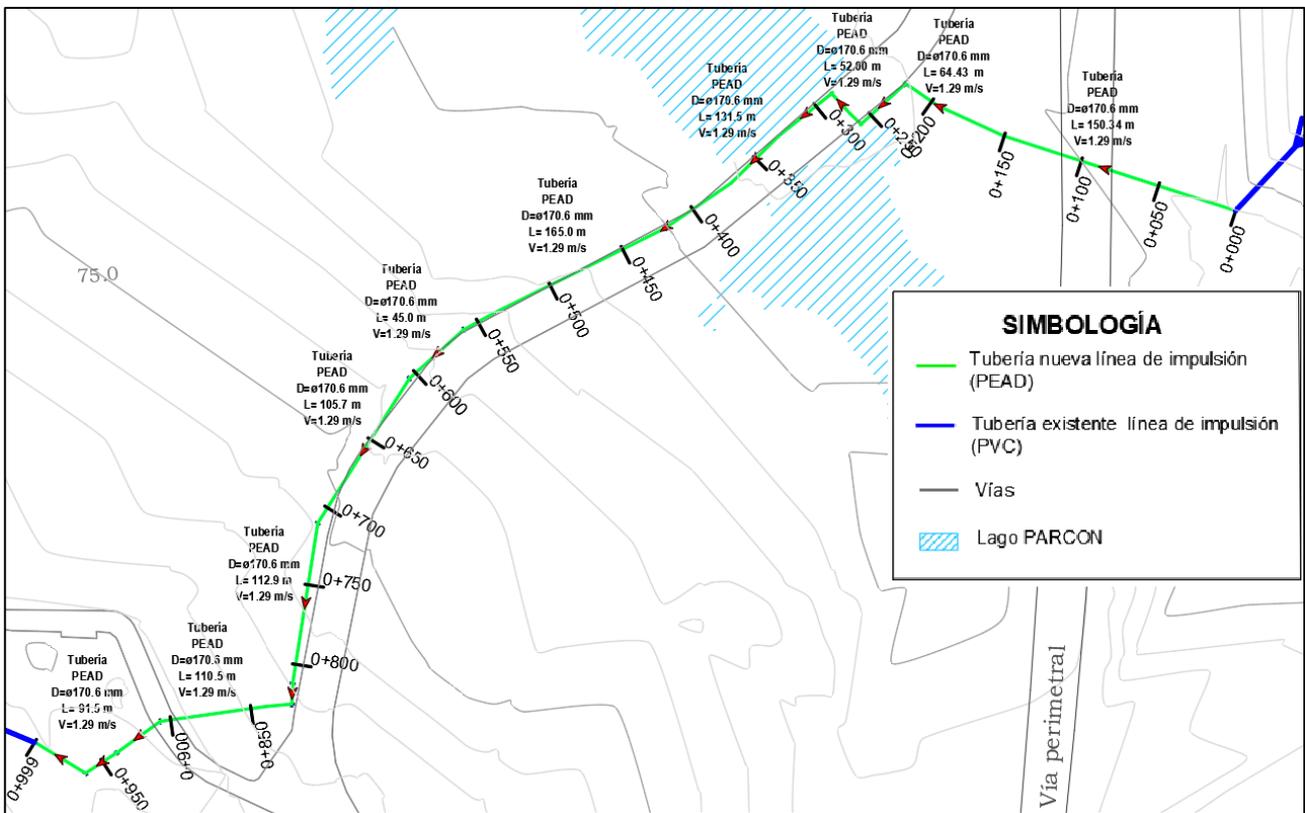


Figura 3.3 Abscisas de nuevo tramo de línea de impulsión [Chávez & Ramírez, 2021]

El perfil de este nuevo tramo se muestra en la figura 3.4, en la tabla inferior de la figura se observa la elevación y rasante por abscisa, el perfil tiene 1.5 m de excavación en el tramo a continuación del puente.

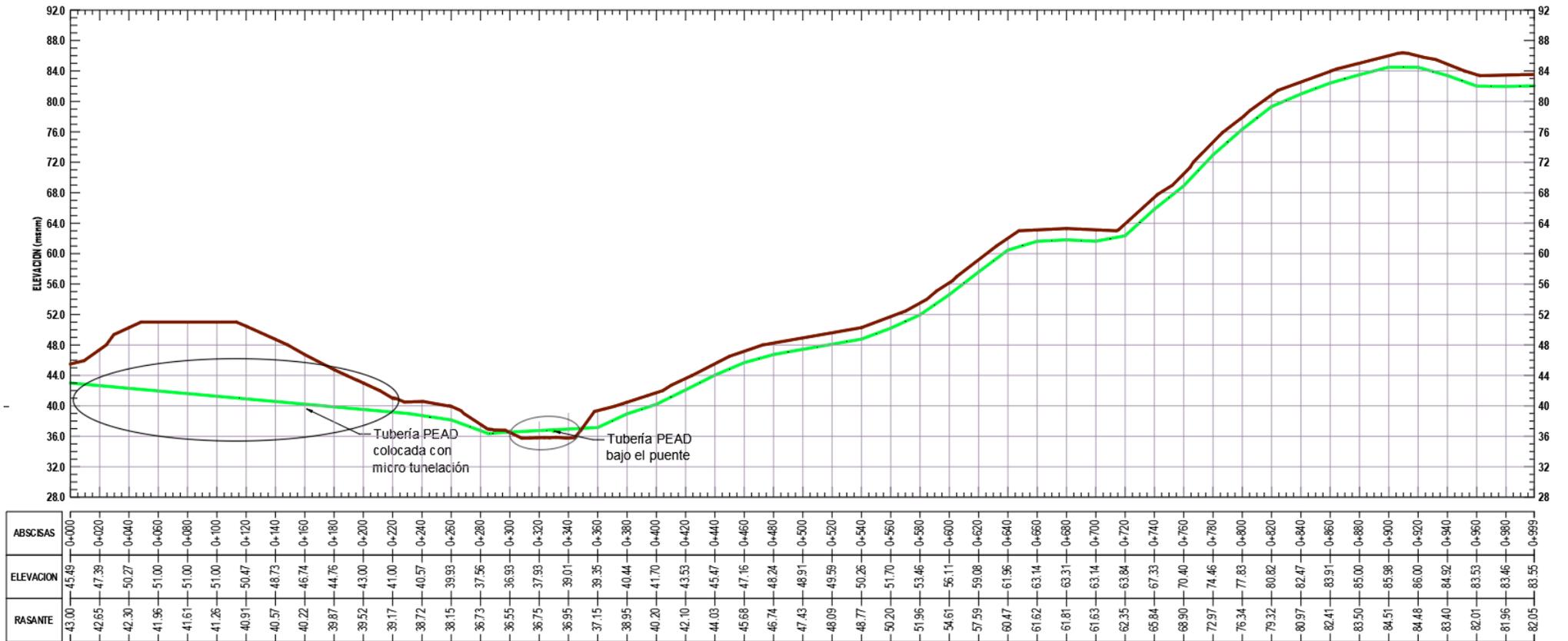


Figura 3.4 Perfil del nuevo tramo de línea de impulsión [Chávez & Ramírez, 2021].

3.1.7 Conexiones o derivaciones en la actual línea de impulsión.

Según la problemática definida en el capítulo 1, la actual línea de impulsión posee 4 derivaciones que afectan la eficiencia del sistema, retrasando el tiempo de llenado del tanque de la reserva alta y ocasionando que existan posibles fugas en las conexiones. Como parte de los objetivos del proyecto está encontrar una nueva ruta a los nodos conectados en la actual línea de impulsión y que se pueda seguir prestando el servicio al área de admisiones y planta eléctrica. La caseta del guardia se la trató de forma independiente al inicio del sistema con una bomba para esa capacidad de un solo predio.

3.1.7.1 Área de admisiones y subestación eléctrica

Con el objetivo de dejar a la línea de impulsión libre de conexiones, una vez realizado el análisis respectivo, se recomienda aplicar la propuesta de solución del proyecto integrador “*Análisis del Sistema Existente y Diseños de Optimización del Sistema Matriz de Agua Potable de la ESPOL*” (Lopez & Zambrano, 2021), donde se plantea que el nuevo trazado de la zona de admisiones y estación eléctrica sea conectado a una red de distribución de agua potable, este trazado se muestra en la figura 3.5 con la línea de color celeste.

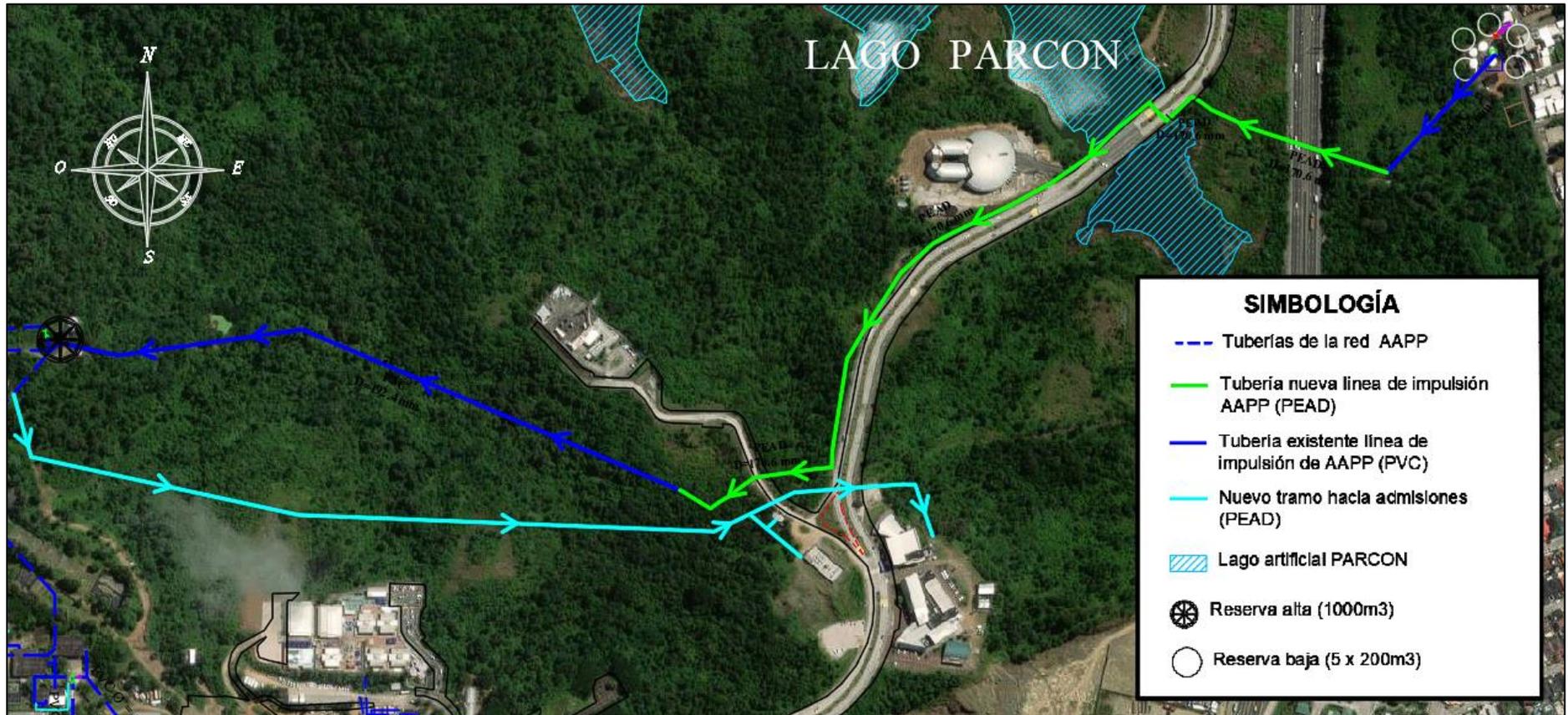


Figura 3.5 Trazado nuevo de tubería de distribución hacia la zona de admisiones y estación eléctrica [Chávez & Ramírez, 2021].

El diámetro de ese nuevo tramo de tubería es diseñado tomando en cuenta el criterio de diámetro económico de la norma ecuatoriana, usando una velocidad de 1.2 m/s en condiciones donde se utiliza la población futura para el diseño.

Según (Lopez & Zambrano, 2021) los nodos en la zona de admisiones y estación eléctrica tienen un consumo de 1.63 L/s y 0.23 L/s respectivamente. La suma de estos dos valores es el caudal con el que calcula el diámetro de la tubería, dando como resultado un caudal de diseño de 1.86 L/s o $0.00186 \text{ m}^3/\text{s}$

De la ecuación 3.5 se despeja el diámetro

$$D = \sqrt{\frac{4Q}{\pi v}}$$

$$D = \sqrt{\frac{4 * 0.00186 \text{ m}^3/\text{s}}{\pi * 1.2 \text{ m/s}}}$$

$$D = 0.044 \text{ m} = \mathbf{\varnothing 44.42 \text{ mm}}$$

El diámetro calculado se lo debe aproximar al diámetro comercial de un proveedor local

$$D_{\text{exterior}} = \mathbf{\varnothing 50 \text{ mm}}$$

$$\text{Espesor}_t = 2.0 \text{ mm}$$

$$D_{\text{interior}} = 50 - 2 * 2.0 = \mathbf{\varnothing 46 \text{ mm}}$$

Una vez definido el diámetro interno se verifica el valor de la velocidad real

$$v = \frac{4 * Q}{\pi * D^2}$$

$$v = \frac{4 * (0.00186 \text{ m}^3/\text{s})}{\pi * (0.046\text{m})^2} = \mathbf{1,12 \text{ m/s}}$$

Dado que la velocidad está entre 0.6 m/s y 2.5 m/s como indica la normativa ecuatoriana se puede concluir que el diámetro calculado es el adecuado.

Además, para determinar las velocidades en las tuberías y las presiones en los nodos se realizó el modelado de este trazado en cuestión, esto con el fin de comprobar si son las adecuadas y están dentro del rango que establece la normativa.

De acuerdo con el diseño realizado, el tramo que conecta la estación eléctrica presenta una presión de 7 m.c.a, menor a los 10 m.c.a. recomendado por la normativa, sin embargo, al tratarse de una edificación de 1 planta, la presión de 7 m.c.a es adecuada. En la tabla 3.5 se muestran los resultados de las presiones en los nodos en este nuevo tramo de tubería, donde se observa que en todos los nodos, excepto el nodo de abastecimiento de la estación eléctrica, la presión es mayor de 10 m.c.a., lo cual está dentro de lo recomendado en la normativa.

Tabla 3-5 Resultado de presiones en los nodos de nuevo trazado hacia la zona de admisiones [Chávez & Ramírez, 2021].

Nodos	Elevación [m]	Presión [m.c.a.]
N-13	90.53	13.0
N-14	94.16	7.0
N-15	82.90	16.0
N-16	87.42	11.0

En todos los tramos la velocidad está entre 0.6 m/s y 1.2 m/s por lo que se concluye que los diámetros definidos son los adecuados según recomienda la normativa ecuatoriana. En la figura 3.6 se observan los resultados de presiones y velocidades de este nuevo tramo.

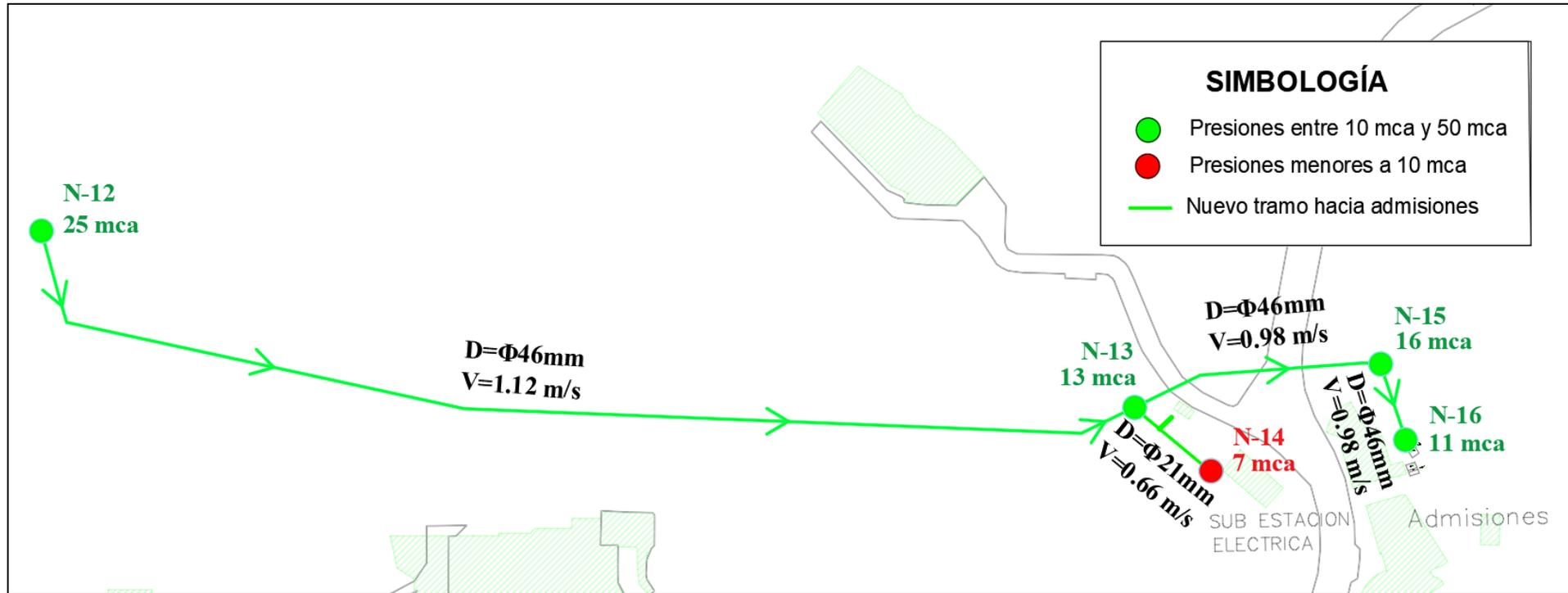


Figura 3.6 Resultado de presiones y velocidades en el nuevo tramo hacia la zona de admisiones [Chávez & Ramírez, 2021].

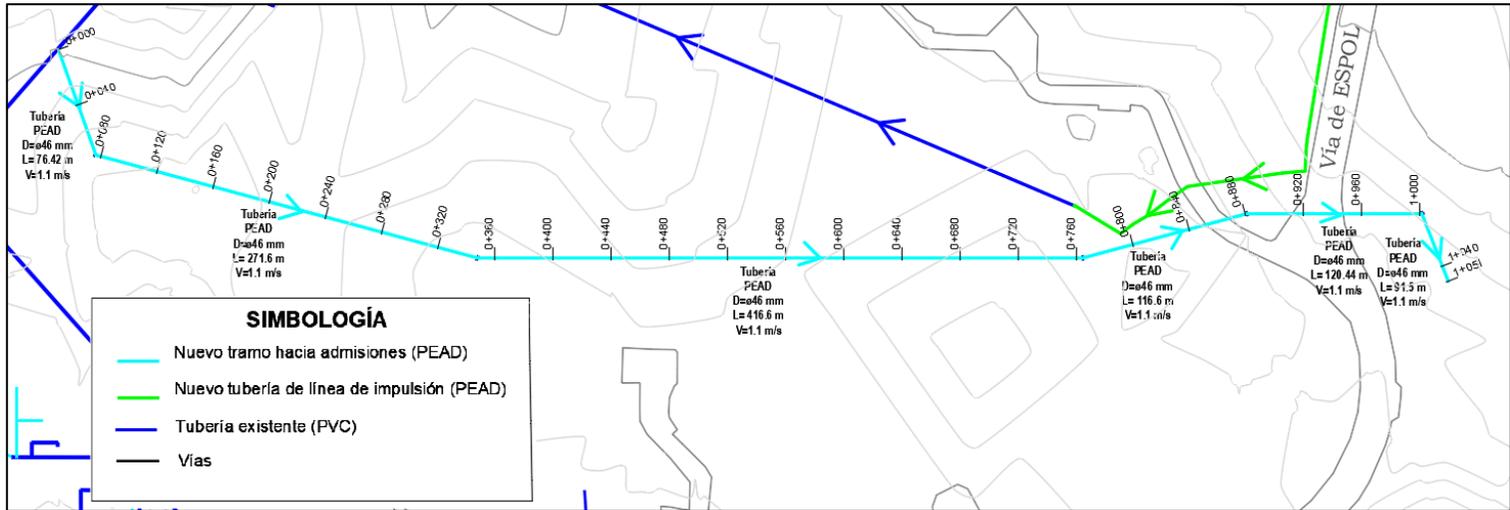


Figura 3.7 Abscisas tramo hacia admisiones [Chávez & Ramírez, 2021].

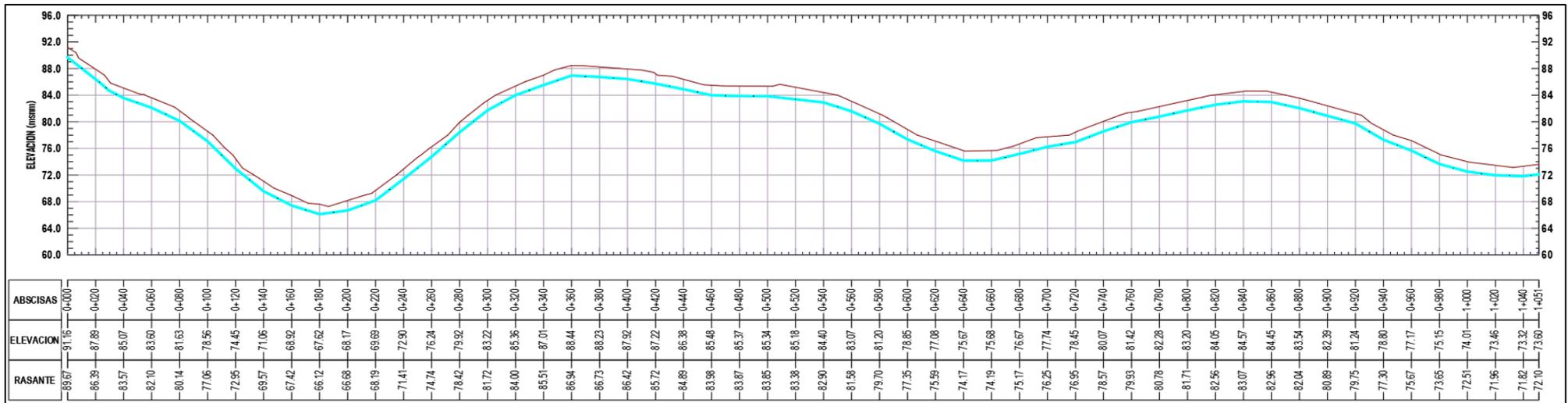


Figura 3.8 Perfil de nuevo trazado de tubería hacia admisiones [Chávez & Ramírez, 2021].

3.1.7.1.1 Perfil tramo hacia admisiones

En la figura 3.7 se muestran las abscisas del nuevo tramo hacia admisiones, este tramo parte desde un punto de derivación de la red de agua potable de la ESPOL hasta el edificio de admisiones, la tubería es colocada desde la abscisa 0+000 hasta la 0+1051. El perfil de este nuevo tramo se muestra en la figura 3.8, en la tabla inferior de la figura se observa la elevación y rasante por abscisa. El perfil tiene una profundidad de 1.5 m de excavación en todo el tramo.

3.1.7.2 Casa del guardia

Al sur de los tanques bajos se encuentra ubicada una vivienda donde habita un guardia con su familia, actualmente esa vivienda se abastece de agua potable a través de una manguera conectada a la línea de impulsión, en ese punto de derivación existen constantes daños por roturas en la manguera, ya que presenta una presión muy alta en ese punto de consumo (93.7 m.c.a.). Para dejar libre de interrupciones a la línea de impulsión y lograr optimizarla por completo, urgente y prioritario se debe desconectar ese tramo, por lo que se procede a diseñar un nuevo tramo mostrado en la figura 3.9 de color magenta, donde a través de una bomba muy pequeña, de 0.25HP, ubicada en tanques bajos, el agua se trasladará a la vivienda y con esta solución tan sencilla y económica (USD 417), se evitan serios problemas, y sobre todo se evita el desperdicio del líquido vital.



Figura 3.9 Ubicación de casa del guardián [Chávez & Ramírez, 2021].

En este contexto, para la justificación del diseño, y de acuerdo con el último censo realizado en la provincia del Guayas por el INEC (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos), se considera una población de 4.3 habitantes por familia. Adicionalmente, la dotación, según la Norma Hidrosanitaria NHE Agua (NEC, 2011) considera un consumo de 100 L/hab/día.

Con estos datos iniciales se calcula, con la ecuación 3.1 y 3.2 el caudal medio diario y máximo horario para la casa del guardia:

$$Población = 4.3 \text{ hab}$$

$$Dotación = 100 \frac{L}{\text{hab} * \text{día}}$$

c) Caudal medio diario

$$Q_{md} = \frac{4.3 \text{ hab} * 100 \frac{L}{\text{hab} * \text{día}}}{86400} = 0.00498 \frac{L}{s}$$

La CPE INEN 5 Parte 9-1:1992 (INEN, 1992), establece que el caudal de bombeo será igual al caudal medio anual multiplicado por el coeficiente K de variación diaria, y dividido para la fracción de tiempo de funcionamiento diario de la conducción. En este caso, al día, el tiempo de operación de este tramo será de 2 horas y el coeficiente K es 1.4. Con la ecuación 3.3 se calcula el caudal de diseño.

$$Q_{diseño} = \frac{1.4 * 0.00498 \frac{L}{s}}{\frac{2}{24}} = 0.084 \frac{L}{s} = 0.000084 \frac{m^3}{s}$$

El caudal utilizado para determinar el diámetro del tramo que va desde tanques bajos hasta la vivienda del guardián es de 0.000084 m³/s para una población de 4.3 habitantes. Con la ecuación 3.6 se determina el diámetro.

$$D = \sqrt{\frac{4 * 0.000084 m^3/s}{\pi * 1.2 m/s}}$$

$$D = 0.010 \text{ m} = \varnothing 10 \text{ mm}$$

El diámetro calculado se lo debe aproximar al diámetro comercial de un proveedor local

$$D_{\text{exterior}} = \varnothing 24.6 \text{ mm}$$

$$\text{Espesor}_t = 6.05 \text{ mm}$$

$$D_{\text{interior}} = 15 - 2 * 6.05 = \varnothing 12.5 \text{ mm} = \varnothing 1/2'$$

Una vez definido el diámetro interno se verifica el valor de la velocidad real despejándola de la ecuación 3.6

$$v = \frac{4 * (0.000084 \text{ m}^3/\text{s})}{\pi * (0.0125 \text{ m})^2}$$

$$v = 0.7 \text{ m/s}$$

La velocidad se encuentra dentro del rango de 0.6 m/s y 2.5 m/s recomendado por la norma, por lo que se dice que el diámetro hallado es el adecuado.

Para determinar la capacidad de la bomba, se usa la ecuación 3.12 donde se calcula la potencia de la bomba P_b en HP.

$$P_b = \frac{Q_b * H_b}{76\eta} \quad (3.12)$$

Donde:

Q_b es el caudal de diseño [l/s].

H_b es la altura manométrica total [m].

η es la eficiencia de la bomba.

La altura dinámica total o altura manométrica H_b es calculada con la ecuación

$$H_b = h_i + \Delta h_{fi} \quad (3.13)$$

Donde:

h_i es la altura de impulsión, es decir la altura medida desde la bomba a la vivienda [m].

Δh_{fi} es la pérdida de carga en la tubería [m].

La altura de impulsión es la diferencia entre la cota final e inicial del sistema, 82 msnm y 22.7 msnm.

$$h_i = Cota_{Final} - Cota_{Inicial} \quad (3.14)$$

$$h_i = 82 - 22.7 = 59.3 \text{ m}$$

Las pérdidas de carga se determinan usando la ecuación 3.8 donde se halla el valor de J.

$$J = \frac{Q}{0.2785 * C * D^{2.63}}^{\frac{1}{0.54}}$$

$$J = \frac{0.000084}{0.2785 * 150 * 0.0125^{2.63}}^{\frac{1}{0.54}} = 0.052 \text{ m}$$

$$H_{fi} = J * L = 0.052 * 335.83 = 17.45 \text{ m}$$

$$H_b = h_i + \Delta h_{fi} = 59.3 + 17.45 = 79.02 \text{ m}$$

Con esto se calcula la potencia de la bomba, considerando una eficiencia del 75% para el equipo de bombeo

$$P_b = \frac{Q_b * H_b}{76\eta} = \frac{0.084 \frac{L}{s} * 79.02 \text{ m}}{76 * 0.75} = 0.12 \text{ HP}$$

Se recomienda una bomba comercial de 0.25 HP o 1/4HP que funcionará dos horas por día, llenará el tanque elevado existente y la casa del guardián contará con aguas las 24 horas sin peligro para sus habitantes.

3.1.8 Evaluación del sistema de bombeo

En la reserva baja se encuentra ubicada la estación de bombeo, que a través de dos bombas funcionando alternadamente en configuración 1+1 se encargan de transportar el agua desde los tanques bajos hasta la reserva alta. Las bombas son de capacidad de 75 HP de potencia cada una y en condiciones normales operan cada una, 10 horas diarias.

Tabla 3-6 Tiempo de funcionamiento de las bombas (Chávez & Ramírez, 2021)

TIEMPO DE OPERACION DE LAS BOMBAS	
Bomba 2	7:00 - 17:00
Bomba 1	17:00 - 03:00

Tabla 3-7 Especificaciones de las bombas de reserva baja (Chávez & Ramírez, 2021).

Bombas reserva baja	
GOULDS PUMPS	
MODEL	3410
SIZE	2X3-11
RPM	3600
HP	75
GPM	450
L/S	28.4
FT HEAD	430
HEAD (m)	131.1

Según la CPE INEN 5 Parte 9-1:1992 en 5.2.1.5 (INEN, 1992) , el caudal de bombeo será igual al caudal medio anual multiplicado por el coeficiente K de variación diaria máxima, y dividido para la fracción de tiempo de funcionamiento diario de la conducción. Para determinar el tiempo de bombeo se despeja el valor de N de la ecuación 3.3

$$Q_{\text{bombeo}} = \frac{K * Q_{md}}{\frac{N}{24}}$$

$$N = \frac{24 * Q_{\text{maxdiario}}}{Q_{\text{bombeo}}}$$

El caudal de bombeo se lo obtiene a través de la intersección de la curva de la bomba y la curva del sistema, el caudal máximo diario se lo determinó en la sección 3.1.3. La curva del sistema se la determinó en el programa de análisis de redes y la curva de la bomba en el catálogo de bombas del fabricante.

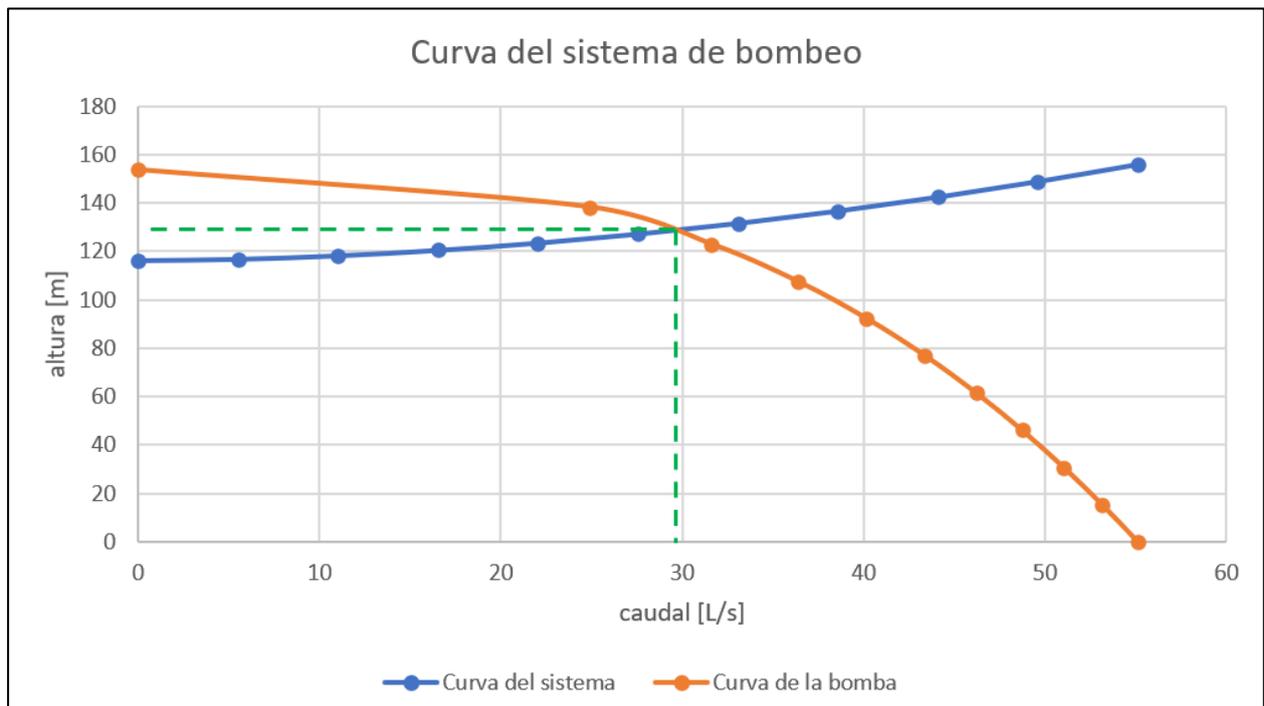


Figura 3.10 Curvas del sistema de bombeo (Chávez & Ramírez, 2021)

$$N = \frac{24 * 25.01 \frac{l}{s}}{29 \frac{l}{s}}$$

$$N = 21 \text{ horas}$$

Con una configuración 1+1, las bombas funcionan más de 10 horas cada una, lo cual está por encima de las 8 horas, tiempo recomendado según definición técnica.

De acuerdo con el Ing. Andrés Jaramillo R., Analista de Servicios Generales encargado de la estación de bombeo ubicada en la reserva baja, las bombas fueron cambiadas en el año 2011 por 2 bombas de iguales características, es decir actualmente las bombas tienen más de 10 años de funcionamiento. Sin embargo, en los últimos años el impeller de ambas bombas se ha averiado, entendiéndose como impeller la pieza clave encargada de suministrar la presión de diseño de la bomba. En la actualidad esta pieza ha sido reemplazada en una de las bombas por la pieza original, mientras que la otra bomba posee un impeller de procedencia nacional. La diferencia entre ambas es que la original ofrece una presión entre 150 y 165 psi, mientras que la nacional solo llega hasta

120 psi, atribuyendo a esta causa que el tiempo de bombeo sea mayor y en consecuencia retrasando el tiempo de llenado del tanque.

Dada la condición en que se encuentran las bombas, el tiempo que tienen (mayor a 10 años) y considerando que la vida útil de una bomba está entre 5 a 7 años, se propone el cambio de ellas con el fin de que el tiempo de bombeo sea reducido. Se propone seguir manteniendo la configuración de dos bombas en paralelo.

Para determinar el caudal de bombeo se usa la ecuación 3.3 y se asume un tiempo de bombeo de 16 horas, de manera que cada bomba funcione un total de 8 horas

$$Q_{\text{bombeo}} = \frac{K * Q_{md}}{\frac{N}{24}}$$

$$Q_{\text{bombeo}} = \frac{25.01}{\frac{16}{24}} = 37.5 \frac{l}{s}$$

Siendo este caudal de bombeo el valor previsto para la operación de las bombas que permita su buen uso y perdurabilidad.

Para determinar la potencia de la bomba, primero se calcula la altura manométrica o altura dinámica total con la ecuación 3.13.

$$H_b = h_i + \Delta h_{fi}$$

Altura de impulsión h_i con 3.14:

$$h_i = 142.5m - 22.7m = 119.8 m$$

Las pérdidas de carga Δh_{fi} con 3.8:

$$H_{fi1} = J * L$$

$$H_{fi} = J_1 * L_1 + J_2 * L_2 + J_3 * L_3 = 7.38 m$$

Las pérdidas de carga por accesorios H_{fi2} , que es la diferencia de cotas piezométricas calculadas en la sección 3.1.5:

$$H_{fi2} = 154 - 145.74 = 8.26 \text{ m}$$

$$H_b = h_i + \Delta h_{fi}$$

$$H_b = 119.8 + 7.38 + 8.26 + 3.9 = 135.44 \text{ m}$$

Con estos valores de la altura de bombeo, se calcula la potencia de la bomba con un caudal de bombeo de 37.5 l/s y considerando una eficiencia del 75% para el equipo de bombeo.

$$P_b = \frac{Q_b * H_b}{76\eta} = \frac{37.5 \frac{L}{s} * 135.4m}{76 * 0.75} = 89 \text{ HP}$$

Se considera una bomba comercial de 90 HP

Tabla 3-8 Comparación de bomba existente y propuesta [Chávez & Ramírez, 2021]

	# de bombas	Configuración	Potencia [HP]	Caudal [L/s]	# Horas operables [h]
Bomba existente	2	1+1	75	28.4	10
Propuesta bomba	2	1+1	90	37.5	8

De manera simplificada se efectúa una comparativa entre los costos energéticos que genera el uso de las bombas existentes y las propuestas, acorde con el Pliego Tarifario para las Empresas Eléctricas de Distribución de la Agencia de Regulación y Control de Electricidad (ARCONEL, 2020), en categoría general, el cargo que atribuye el bombeo de agua en Guayaquil es de 0.072 USD/kWh, por lo tanto, teniendo en consideración que las bombas funcionen 5 días por semana, la comparación entre sus costos de operación son los siguientes:

a) Bomba existente

Potencia requerida:

$$75 \text{ HP} = 55.93 \text{ kW}$$

Horas operables por mes:

$$55.93 \text{ kW} * 20 \text{ h} = 1118.6 \text{ kWh}$$

Costo de la energía requerida por día:

$$1118.6 \text{ kWh} * 0.072 \text{ USD/kWh} = 80.54 \text{ USD}$$

Precio de energía utilizada por mes:

$$80.54 \text{ USD} * 5 \frac{\text{día}}{\text{sem}} * 4 \frac{\text{sem}}{\text{mes}} = 1610.78 \text{ USD}$$

Precio de energía utilizada por año:

$$1610.78 \text{ USD} * 12 \frac{\text{mes}}{\text{año}} = 19,329.41 \text{ USD}$$

b) Bomba propuesta

Potencia requerida:

$$90 \text{ HP} = 67.11 \text{ kW}$$

Energía utilizada en kWh:

$$67.11 \text{ kW} * 16 \text{ h} = 1073.76 \text{ kWh}$$

Costo de la energía requerida por día:

$$1073.8 \text{ kWh} * 0.072 \text{ USD/kWh} = 77.31 \text{ USD}$$

Precio de energía utilizada por mes:

$$77.31 \text{ USD} * 5 \frac{\text{día}}{\text{sem}} * 4 \frac{\text{sem}}{\text{mes}} = 1546.21 \text{ USD}$$

Precio de energía utilizada por año:

$$1546.21 \text{ USD} * 12 \frac{\text{mes}}{\text{año}} = 18,554.6 \text{ USD}$$

Tabla 3-9. Comparación costo energético aproximado de bomba existente y bomba propuesta [Chávez & Ramírez, 2021].

	# de bombas	# horas	Costo mensual, USD	Costo anual, USD
Bomba existente (75 HP)	2	20	1610.78	19,329.4
Bomba propuesta (90 HP)	2	16	1546.2	18,554.6

Tabla 3-10. Especificaciones de la bomba propuesta [Chávez & Ramírez, 2021].

GOULDS PUMPS	
MODEL	3410
SIZE	3X4-10
RPM	3600
HP	90

GPM	650
L/S	41
FT HEAD	430
HEAD (m)	131.1

Con una diferencia del 5% del costo anual, con la bomba propuesta la ESPOL se ahorraría USD775 además de que estarían funcionando el tiempo adecuado permitiendo su buen uso y asegurando su perdurabilidad.

En cuanto a dimensiones, se verifica el catastro entregado por el departamento de GIF de la ESPOL, el espacio de la estación de bombeo es adecuado, ya que, el tamaño de las bombas propuestas no difiere significativamente de las actuales (la máxima diferencia de dimensiones entre bombas es de 1.5”) como se muestra en la figura 3.10, por lo que su reemplazo no implicaría una ampliación o construcción de una nueva estación de bombeo.

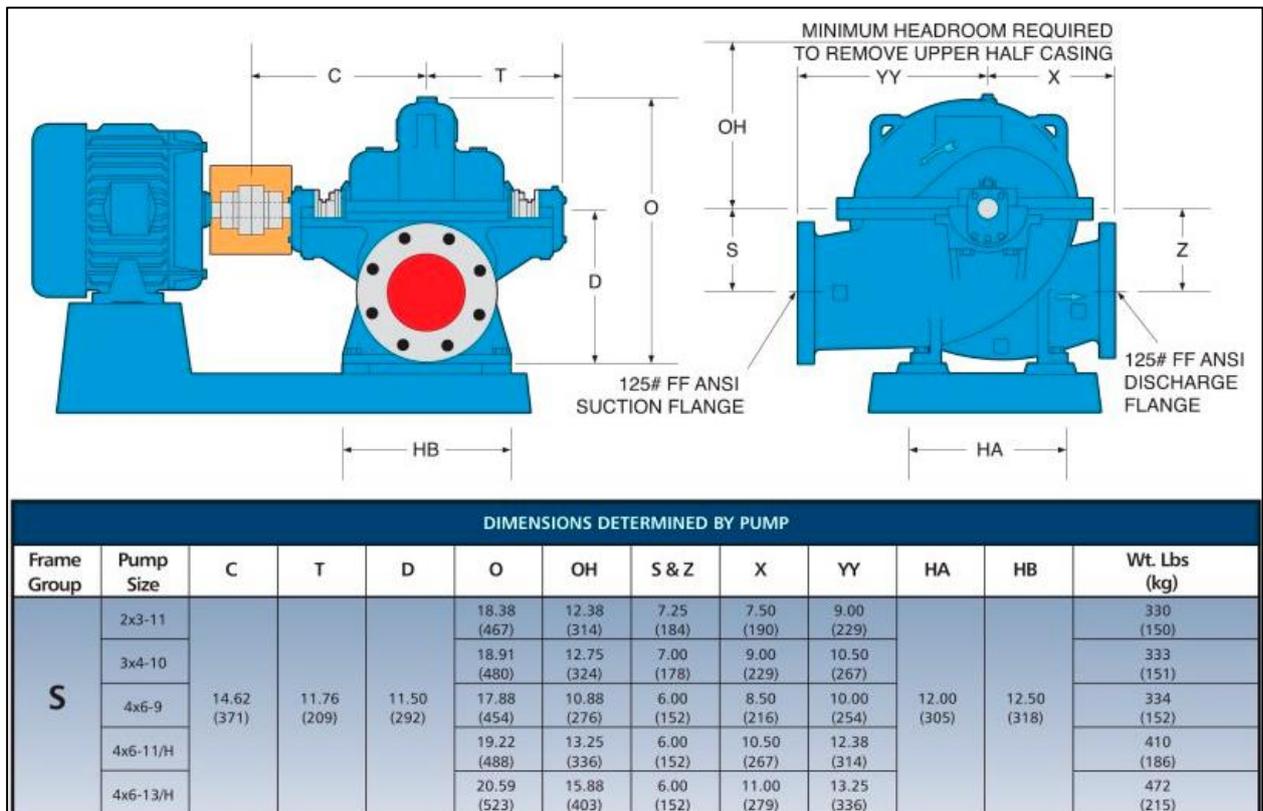


Figura 3.10. Dimensiones de las bombas en pulgadas (GOULDS PUMPS, 2021)

CAPÍTULO 4

4. ANÁLISIS AMBIENTAL

4.1 Objetivos

4.1.1 Objetivo general

Realizar el análisis ambiental del proyecto “Estudios y diseños de la línea de impulsión del sistema de agua potable de la ESPOL”, mediante la creación de la ficha ambiental del proyecto con el formato del Sistema Único de Información Ambiental (SUIA), estudiando la propuesta en el ámbito de la sostenibilidad, considerando que se cumplan todos los aspectos ambientales que estipula la ley ecuatoriana, para que se mitiguen los impactos causados al medio ambiente por la ejecución del proyecto.

4.1.2 Objetivos específicos

1. Reconocer los daños al ambiente que genere el proyecto, analizando los impactos causados por la construcción y la operación y mantenimiento, para listarlos y valorarlos posteriormente.
2. Realizar una cuantificación de los impactos encontrados, utilizando una matriz de valoración, para la propuesta de planes de manejo que ayuden a la mitigación de esas afectaciones.
3. Proponer planes de manejo ambiental, mediante un análisis ambiental de las acciones realizadas en el proyecto, para la protección de la flora y fauna de la zona.
4. Elaborar el presupuesto referencial de las medidas ambientales para su inclusión en los gastos del proyecto.

4.2 Descripción del proyecto

Este proyecto abarcará el rediseño de la línea de impulsión del sistema de agua potable de ESPOL, el cual, ya ha cumplido su vida útil (30 años), por este motivo han ocurrido casos de rotura, y fatiga causada por el contacto de la tubería existente, con la cola del

lago de PARCON, adicionalmente, y también muy grave, se han conectado derivaciones desde la línea de impulsión, lo que ha causado deficiencias en la presión en el sistema. Por eso es necesario rediseñar su trazado, evitando el lago PARCON, y desconectando los nodos de distribución de agua de la línea de impulsión, con el fin de aprovechar al máximo el agua conducida al campus, lo que es un beneficio a la economía y al cuidado del agua, ya que se reducirán las pérdidas de agua en el sistema.

4.2.1 Tipo de estudio

Se realizó una consulta en el portal del SUIA, la que nos muestra que, para este proyecto, se necesitará realizar un Certificado Ambiental como trámite, con emisión inmediata y sin costo, considerando que no haya remoción de cobertura vegetal nativa, como se muestra en la siguiente imagen.

Consulta de Actividades Ambientales

Para conocer la Actividad Ambiental a la que pertenece su proyecto, el proceso que corresponde (Registro Ambiental o Licencia Ambiental), el tiempo de emisión y los costos que genera, haga clic en buscar.	
Descripción de la actividad	AMPLIACIÓN, REHABILITACIÓN Y MEJORAMIENTO DE LÍNEAS DE CONDUCCIÓN DE AGUA
Su trámite corresponde a un(a)	CERTIFICADO AMBIENTAL
Tiempo de emisión	Inmediato.
Costo del trámite	No tiene. (Tiene un costo si existe remoción de cobertura vegetal nativa)

Figura 4.1 Consulta de Actividades ambientales [Chávez & Ramírez, 2021].

Este proyecto, según el Catálogo de Categorización Ambiental Nacional, está identificado como “AMPLIACIÓN, REHABILITACIÓN Y MEJORAMIENTO DE LÍNEAS DE CONDUCCIÓN DE AGUA” con código 23.4.2.1.2.2 dentro del catálogo.

4.2.2 Ubicación

Este proyecto está ubicado en el campus Gustavo Galindo de la ESPOL ubicado en el Km. 30.5 de la vía Perimetral en la zona de La Prosperina, para el área de estudio considerada para este proyecto se toma en cuenta el propio campus y el área ocupada por la reserva baja de la universidad, ubicada también en La Prosperina, frente al

campus, cruzando la vía perimetral como se muestra en el siguiente mapa y coordenadas geográficas.

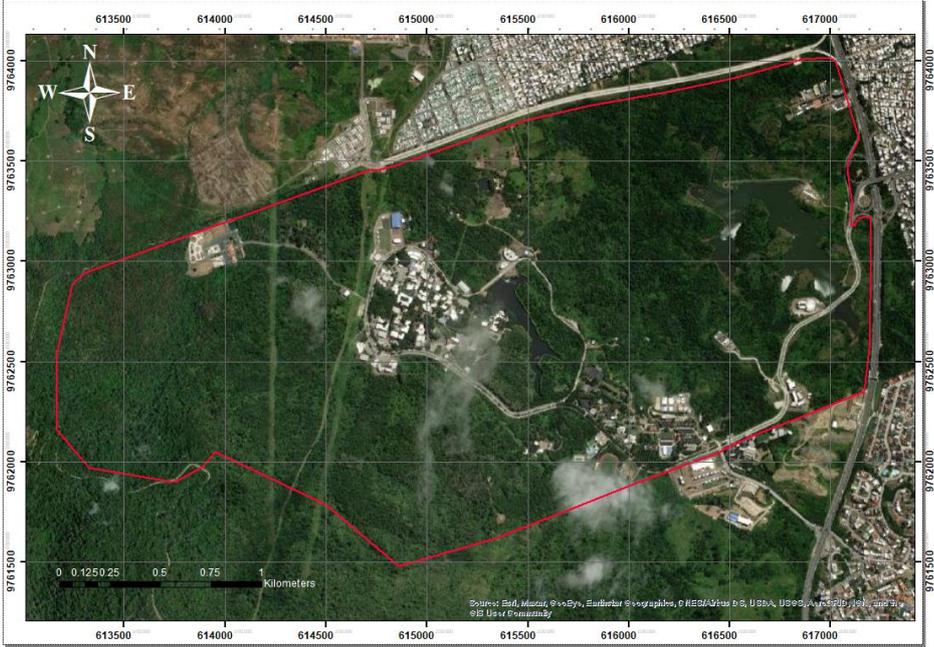


Figura 4.2 Ubicación del proyecto [Chávez & Ramírez, 2021].

Tabla 4.1 Coordenadas geográficas del área del proyecto [Chávez & Ramírez, 2021].

E	N
615792.41	9762596.57
615766.83	9762481.00
615790.81	9762212.94
615848.48	9762110.29
616005.45	9762023.85
616103.60	9761990.65
616235.32	9761986.96
616300.38	9761999.52
617154.80	9762355.68
617577.79	9762533.01
617585.71	9762545.10
617503.85	9762700.65
617463.77	9762821.78

E	N
617415.80	9762943.77
617388.44	9763026.46
617358.99	9763028.54
617130.31	9763002.12
616702.71	9762939.20
616426.66	9762874.69
616247.57	9762825.47
615882.38	9762636.51
615792.41	9762596.57

4.3 Línea base ambiental

4.3.1 Medio físico

El campus Gustavo Galindo de la ESPOL, está localizado en la ciudad de Guayaquil, que en promedio tiene una altitud de 4 msnm, sin embargo, el campus está ubicado en una zona alta, donde las alturas empiezan desde los 22 msnm hasta los 114 msnm. Esta ciudad tiene un clima tropical húmedo-seco con una temperatura que oscila entre 18°C y 34°C en promedio (León, 2019). En Guayaquil se encuentran dos estaciones; el invierno que va de enero a mayo, en el cual se presentan lluvias y una temperatura cálida y húmeda; y el verano, que comprende los meses desde junio hasta diciembre, es una época seca, con un clima fresco, ya sea de día o de noche (Empresa Pública Municipal de Turismo, Promoción Cívica y Relaciones Internacionales de Guayaquil, EP, 2020).

Con respecto a la geomorfología existen 2 clasificaciones presentadas por (Ministerio del Ambiente, 2013) las cuales son, el macorelieve que representa a una unidad geomorfológica a una escala de paisaje de entre 10-200 km, en esta unidad se distinguen relieve como llanuras, montañas, cordilleras, valles, piedemontes, serranía y penillanura; y el mesorelieve consta de una escala local de 1-10 km que representa a un paisaje 3D, con una mayor amplitud de atributos y características geomorfológicas. En nuestra área de estudio tenemos Piedemonte como geomorfología en macorelieve como se muestra en la figura 4.3 el cual comprende a zonas bajas de serranías o montañas, hasta llegar

a una llanura o a un valle; y colinas medianas en mesorelieve como se muestra en la figura 4.4, la cual se caracteriza por tener una topografía ondulada con una altura relativa de entre 25-75 m además de una pendiente de entre 8-13%.

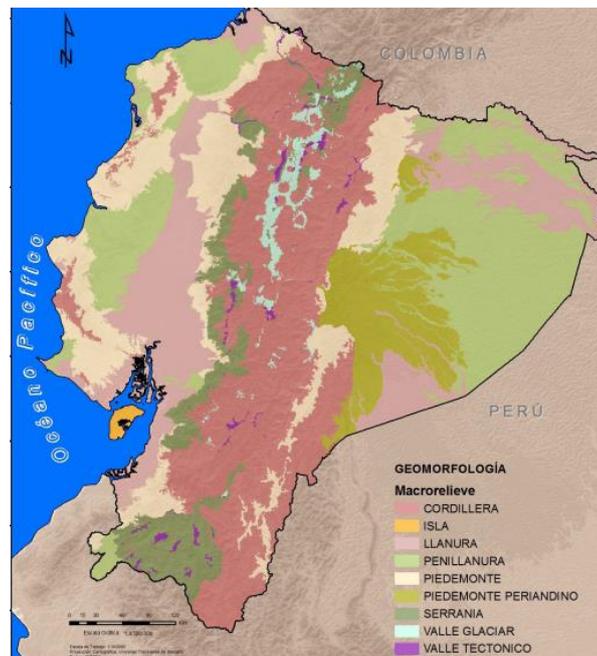


Figura 4.3 Macrorelieve del Ecuador (Ministerio del Ambiente, 2013)

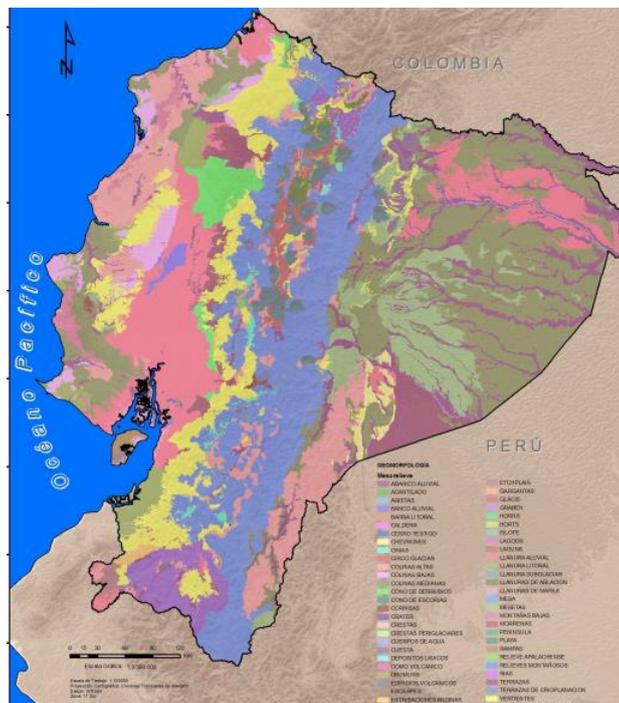


Figura 4.4 Mesorelieve del Ecuador (Ministerio del Ambiente, 2013)

Con respecto al tipo de suelo, se consultó el portal SIGTIERRAS del Ministerio de Agricultura y Ganadería, en el cual nos muestra un mapa con los órdenes de suelo encontrados en el país, como se muestra en la figura 4.5. En nuestra zona de estudio encontramos una conjunción de varios tipos de suelo en los que se encuentran: entisoles los cuales se caracterizan por tener pendientes que aceleran la erosión; molisoles que son considerados suelos muy productivos debido a que es un suelo mineral con excelentes propiedades químicas y físicas; los alfisoles que son ricos en arcillas, con capas muy duras; e inceptisoles que son suelos de fertilidad variable ubicados en zonas generalmente estables.

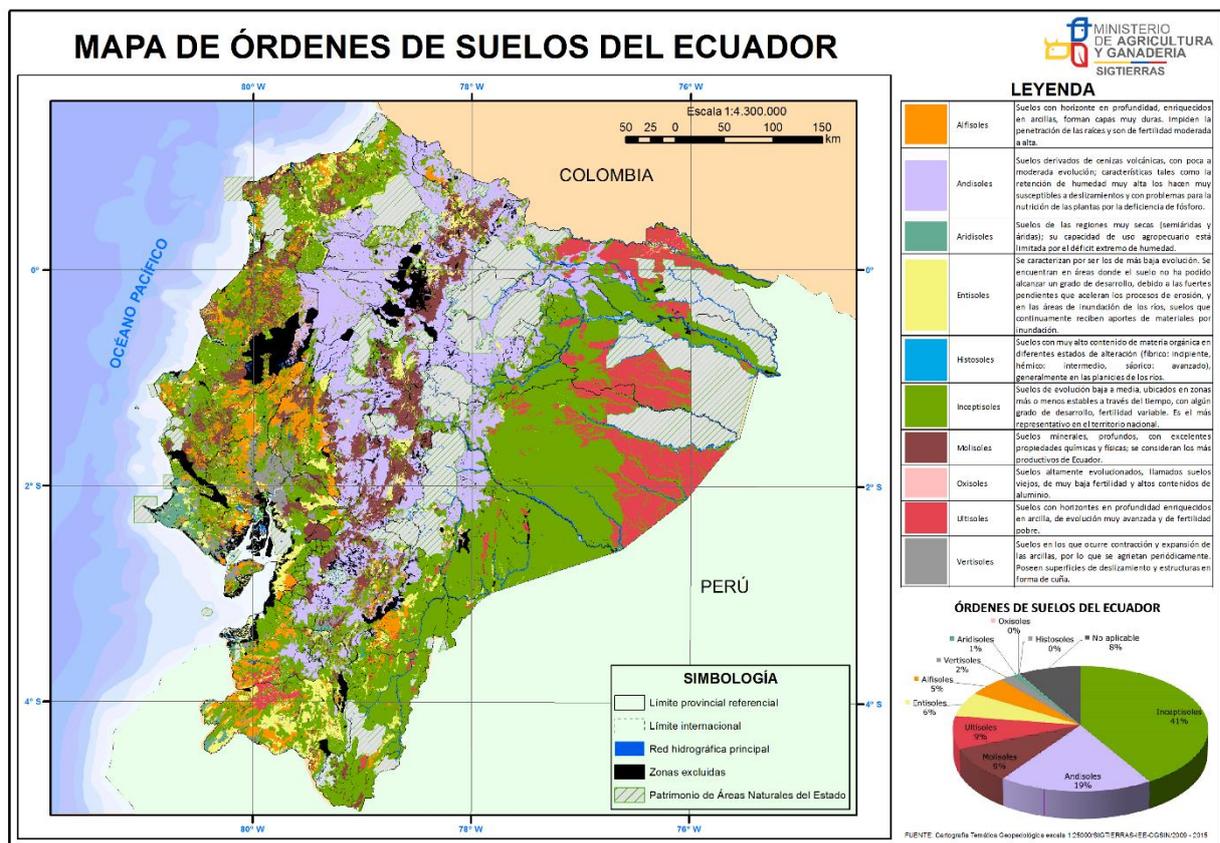


Figura 4.5 Mapa de órdenes de suelo del Ecuador (Obtenido de: MAG-SIGTIERRAS)

4.3.2 Medio biótico

Según ESPOL Ecológico (ESPOL, 2020), dentro del campus se encuentra el Bosque Protector Prosperina, el cual fue fundado para preservar y salvaguardar la biodiversidad de flora y fauna encontrada en la zona; la cual limita con otro bosque protector (Cerro Blanco), cuenta con 560 hectáreas y con un bosque primario y secundario en el que se encuentran las siguientes especies de animales y plantas:

- a. **Flora:** Algarrobos, Balsas, Botillos, Cascolos, Cocobolos, Ceibos, Fernán Sánchez, Guayacanes, Neem, Palo santo, Pechiches, Pigios.
- b. **Fauna:** Aves como, Cuco Ardilla, Scolopacidae, Halcón Reidor, Gavilán gris, Gallinazo cabeza roja, Pato Cuervo, Carpinteros, Urraca coliblanca, Espigueros, entre otros. Y mamíferos como, Venado cola blanca, Osos, Jaguar, Murciélagos, Monos, Ardilla de Guayaquil, entre otros. (Bosque Protector Prosperina, 2019)

4.3.3 Población

Se obtuvo el análisis poblacional del proyecto “Plan Maestro de Agua Potable, Alcantarillado Sanitario y Pluvial para la ESPOL” de (Cruz & Hidalgo, 2021) en el cuál, se tiene que la última población medida del año 2020 es de 19386, y dado que la población de diseño es de 15 años, es decir, al 2035, se obtiene un valor de 24699 habitantes, como se muestra en la tabla 4.1.

Tabla 4-1 Proyección poblacional de la ESPOL (Cruz & Hidalgo, 2021)

Año	Proyección poblacional
2020	19386
2025	21157
2030	22928
2035	24699

4.4 Actividades del proyecto

En este apartado se estudian las diferentes fases que se realizarán a lo largo de la ejecución del proyecto, considerando los aspectos de sostenibilidad y de impacto ambiental.

4.4.1 Cambio del trazado de la línea de impulsión

El cambio del trazado en la línea de impulsión se realizó en los tramos donde se encontraron mayores problemas, como son: en el cruce de la vía perimetral, el lago PARCON, y las zonas proyectadas de ZEDE, en esta fase del proyecto se realizarán actividades preliminares antes de la ejecución, como son la limpieza del terreno, replanteo, movimientos de tierra y relleno, microtunelación y demás, listadas en la tabla 4.2.

Tabla 4-2 Actividades en el cambio de la línea de impulsión (Chávez & Ramírez, 2021)

Actividad
Desbroce del terreno
Trazado y replanteo
Excavación sin zanja -Microtunelación
Movimiento de tierras
Relleno y nivelación

Una vez realizadas estas actividades, se llevan a cabo la colocación de las tuberías de la línea de impulsión acorde a el diseño presentado en los planos.

4.4.2 Operación y mantenimiento (OPEX)

Cuando la etapa constructiva haya acabado, entra en rigor la etapa de operación y mantenimiento, en la cual, se proveen medios y personal para operar el sistema y llevar un mantenimiento continuo, del mismo. En esta fase encontramos las siguientes actividades, listadas en la tabla 4.3.

Tabla 4-3. Actividades de operación y mantenimiento (Chávez & Ramírez, 2021)

Actividad
Aseo de cámaras de inspección
Verificación de estado de accesorios

Limpieza de tuberías (Tramos accesibles)
Control de presiones
Reparación de roturas

4.4.3 Cierre

En esta fase del proyecto se involucra las actividades consiguientes de las fases previas, empiezan cuando termina la operación y el mantenimiento, el cual contiene las siguientes actividades.

Tabla 4-4. Actividades de cierre (Chávez & Ramírez, 2021)

Actividad
Diagnóstico del sistema de tuberías, válvulas y accesorios.
Eliminación de residuos.

Tabla 4-5. Fases, actividades y materiales (Chávez & Ramírez, 2021)

FASE	ACTIVIDADES	MATERIALES, INSUMOS Y EQUIPOS
CAMBIO EN EL TRAZADO DE LA LÍNEA DE IMPULSIÓN	Desbroce del terreno	Herramientas menores, estación total, apisonador, rodillo, motoniveladora, volqueta, tractor y microtuneladora.
	Trazado y replanteo	
	Excavación sin zanja - Microtunelación	
	Movimiento de tierras	
	Relleno y nivelación	
OPEX	Aseo de cámaras de inspección	Herramientas menores, accesorios de limpieza, manómetro, volquetas, rodillo, retroexcavadora y apisonador.
	Verificación de estado de accesorios	
	Limpieza de tuberías (Tramos accesibles)	
	Control de presiones	
	Reparación de roturas	
CIERRE	Diagnóstico del sistema de tuberías, válvulas y accesorios	Tractor, apisonador, volquetas, retroexcavadora, rodillo y motoniveladora.
	Eliminación de residuos	

4.5 Identificación de impactos ambientales

Tabla 4-6 Identificación de impactos ambientales (Chávez & Ramírez, 2021)

ACTIVIDAD	FACTOR AMBIENTAL	IMPACTO
Desbroce del terreno	<ul style="list-style-type: none"> - Fauna - Flora 	<ul style="list-style-type: none"> - Transformación del hábitat de la fauna de la zona, debido a la remoción de la flora existente y la distorsión del paisaje.
Trazado y replanteo	<ul style="list-style-type: none"> - Suelo - Humano 	<ul style="list-style-type: none"> - Alteración del suelo por la cal utilizada. - Problemas en la respiración de los empleados.
Microtunelación y movimiento de tierras	<ul style="list-style-type: none"> - Humano - Aire - Suelo 	<ul style="list-style-type: none"> - Contaminación del aire por los gases desprendidos de la maquinaria y por el material desprendido. - Distorsión del paisaje. - Problemas respiratorios de los empleados.
Relleno y nivelación	<ul style="list-style-type: none"> - Humano - Aire - Suelo 	<ul style="list-style-type: none"> - Contaminación del aire por los gases desprendidos de la maquinaria y por el material desprendido. - Suelo erosionado por el retiro de la flora existente.
Operación y mantenimiento	<ul style="list-style-type: none"> - Agua - Humano - Aire - Suelo 	<ul style="list-style-type: none"> - Falta de agua en el momento del mantenimiento. - Suelo erosionado por el retiro de la flora existente. - Contaminación del aire por el material desprendido.

		- Problemas respiratorios de los empleados.
Diagnóstico del sistema de tuberías, válvulas y accesorios	<ul style="list-style-type: none"> - Agua - Humano - Suelo 	<ul style="list-style-type: none"> - Falta de agua en el momento del mantenimiento. - Problemas respiratorios de los empleados. - Contaminación del suelo por los desechos generados.
Eliminación de residuos	<ul style="list-style-type: none"> - Agua - Humano - Suelo 	<ul style="list-style-type: none"> - Contaminación del cuerpo agua debido al manejo de los residuos. - Mala calidad del agua, por lo que los consumidores pueden contraer enfermedades. - Contaminación del suelo por los desechos generados.

4.6 Valoración de impactos ambientales

Para valorar de una mejor manera los impactos ambientales, se realizará una valoración cuantitativa, la cual permite identificar de mejor manera la importancia de las afectaciones, con el fin de darle un valor numérico al impacto, de acuerdo con el peligro que produzca al ambiente. Para este análisis se utilizará una matriz de Leopold modificada planteada por (Tito, 2020) la cual está formada por las filas que representan las actividades del proyecto, tales como, desbroce del terreno, movimiento de tierras, entre otras; y columnas que representan las valoraciones ambientales explicadas a continuación.

En esta matriz se evaluarán 3 criterios con los cuales se partirá para sacar el impacto y la magnitud de las afectaciones, el primer criterio es de extensión, el mismo que se encarga de valorar que tanta área de influencia va a tomar el proyecto, como puede ser que el impacto solo suceda en el área de operación como valor mínimo o si se extiende totalmente fuera del área del proyecto como valor máximo; otro criterio es el de duración de los impactos, que pueden ser esporádicos, como valor mínimo o permanentes como

valor máximo; y el último criterio es el de reversibilidad el cuál valora que tan posible es retornar a las condiciones iniciales, luego de la operación del proyecto, siendo completamente reversible como valor mínimo y completamente irreversible como valor máximo, en la siguiente tabla se muestran las calificaciones recomendadas para estos criterios.

Tabla 4-7 Puntuaciones recomendadas de los criterios ambientales (Obtenido de: (Tito, 2020))

Criterios de puntuación					
Características de la importancia del impacto ambiental	PUNTUACIÓN DE ACUERDO A LA MAGNITUD DE LA CARACTERISTICA				
	1.0	2.5	5.0	7.5	10.0
EXTENSIÓN	Puntual	Particular	Local	Generalizada	Regional
DURACIÓN	Esporádica	Temporal	Periódica	Recurrente	Permanente
REVERSIBILIDAD	Completamente Reversible	Medianamente Reversible	Parcialmente Irreversible	Medianamente Irreversible	Completamente Irreversible

Estas valoraciones serán multiplicadas por respectivos factores de peso de los diferentes criterios, para obtener la importancia del impacto ambiental. Luego se define la magnitud del impacto, el cual se define como el grado de incidencia del factor ambiental dentro del factor ambiental específico, este se califica con una puntuación entre 1 y 10, donde 1 denota un poco incidencia y 10 una altísima incidencia.

Una vez obtenidos los valores de importancia y magnitud, podemos obtener el valor total del impacto ambiental el cual es la raíz de la multiplicación de los dos factores mencionados anteriormente.

El valor del impacto ambiental está en un rango entre 1 y 10, los valores aproximados a 1 se denominan impactos intrascendentes y de poca influencia, mientras que valores mayores a 6.5 denotan un impacto de elevada influencia, ya sean positivos o negativos. A continuación, se realiza la valoración de impacto ambiental del proyecto.

Tabla 4-8 Matriz de Leopold modificada para la valoración del impacto ambiental del proyecto (Chávez & Ramírez, 2021)

				IDENTIFICACION DE IMPACTOS AMBIENTALES PARA ESTE ESTUDIO															VALORACIÓN							
Fases del proyecto	ACTIVIDADES	ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO	Extensión (E)					Duración (D)					Reversibilidad (R)					Imp	Magnitud (Mag)					Impacto Impacto Ambiental Impacto = (Imp*Mag)^0.5	
				1	2,5	5	7,5	10	1	2,5	5	7,5	10	1	2,5	5	7,5	10	Importancia del impacto Imp=We+E+Wd+D+Wr+R	1	2,5	5	7,5	10		
				Puntual	Particular	Local	Generalizada	Regional	Esporádica	Temporal	Periódica	Recurrente	Permanente	Completamente reversible	Medianamente reversible	Parcialmente irreversible	Medianamente irreversible	Completamente irreversible		Mínima incidencia	Poca incidencia	Mediana incidencia	Alta incidencia	Máxima incidencia		
CAMBIO EN EL TRAZADO DE LA LÍNEA DE IMPULSIÓN	Desbroce del terreno	Fauna, Flora	Transformación del hábitat de la fauna de la zona, debido a la remoción de la flora existente y la distorsión del paisaje			5				2,5								4					10	6,3		
			Alteración del suelo por la cal utilizada	1					1						1				1	2,5					1,6	
	Trazado y replanteo	Suelo, Humano	Problemas en la respiración de los empleados			5			1										2,4			5			3,5	
			Contaminación del aire por los gases desprendidos de la maquinaria y por el material desprendido		2,5						2,5					1				2,1	1					1,5
	Microtunelación y movimiento de tierras	Humano, Aire, Suelo	Distorsión del paisaje	1					1						1				1	2,5					1,6	
			Problemas respiratorios de los empleados			5			1							1				2,4			5			3,5
			Contaminación del aire por los gases desprendidos de la maquinaria y por el material desprendido		2,5						2,5					1				2,1	1					1,5
	Relleno y nivelación	Humano, Aire, Suelo	Suelo erosionado por el retiro de la flora existente		2,5						5				1				3,1	2,5					2,8	
			Falta de agua en el momento del mantenimiento	1					1							1				1	1					1,0
	OPEX	Operación y mantenimiento	Agua, Humano, Aire, Suelo	Suelo erosionado por el retiro de la flora existente		2,5					5				1				3,1	2,5					2,8	
Contaminación del aire por el material desprendido					2,5					2,5					1				2,1	1					1,5	
Problemas respiratorios de los empleados						5			1							1				2,4	1					1,5
Falta de agua en el momento del mantenimiento				1					1							1				1	1					1,0
Cierre	Diagnóstico del sistema de tuberías, válvulas y accesorios	Agua, Humano, Suelo	Problemas respiratorios de los empleados			5			1					1				2,4	1					1,5		
			Contaminación del suelo por los desechos generados		2,5						5					1				3,1	2,5					2,8
			Contaminación del cuerpo de agua debido al manejo de los desechos				7,5			2,5						2,5				4,3				10		6,5
	Eliminación de desechos	Agua, Humano, Suelo	Mala calidad del agua, por lo que los consumidores pueden contraer enfermedades			5				2,5					1				3				7,5		4,7	
			Contaminación del suelo por los desechos generados		2,5						5					1				3,1	2,5					2,8

4.7 Medidas de prevención/mitigación

En el análisis de los impactos ambientales, se puede observar que hay dos actividades con una alta incidencia en las afectaciones al medio ambiente, por lo que se contemplarán como ejes de las medidas de mitigación planteadas en este proyecto, las cuales son:

1. Transformación del hábitat de la fauna de la zona, debido a la remoción de la flora existente y la distorsión del paisaje.
2. Contaminación del cuerpo de agua debido al vertido de residuos.

Para empezar a realizar un proyecto de instalación o restauración de un sistema de agua potable, lo primero que se hace es una limpieza o desbroce del terreno, que en este caso se realizará sobre terreno natural, ya que el área de implantación se encuentra en un bosque, debido a esto, al momento de ejecutar esta fase de la obra, se produce una alteración del paisaje de la zona, además que al limpiar el terreno se retira flora existente, por lo que la fauna se aleja de su hábitat natural. Por este motivo, se planea que para cuando se realice esta operación, se van a evitar el paso de maquinaria o vehículos por las áreas verdes, también que la gestión de los desechos y escombros se realice también fuera de dichas áreas, además de reutilizar material para minimizar desperdicios, finalmente se debe proteger a la fauna existente, realizando un inventario de las especies ubicadas en el área del proyecto, para así consultar a expertos que nos ayuden para la reubicación de esta fauna. Luego de la fase operativa se deben recuperar las áreas verdes intervenidas, para recuperar el paisaje inicial, esto se logrará mediante la reforestación de las zonas afectadas y el regreso de la fauna desplazada inicialmente.

Con respecto al vertido de residuos a cuerpos de agua, se quiere evitar debido a que los residuos de agua procedente de fases constructivas tienen un gran contenido de minerales suspendidos, además que se pueden contaminar con concreto o incluso reactivos de limpieza, lo cual contaminaría significativamente un cuerpo de agua. Para evitar este impacto ambiental, se instalarán barreras que eviten el arrastre de residuos hacia el sistema de aguas servidas del lugar, no verter residuos sobre calzadas o sumideros, además de protegerlos mediante canastillas con una membrana protectora y asignar lugares para el vertido de desechos lejos de los cuerpos de agua de la zona.

4.8 Conclusiones

1. Se reconocieron las afectaciones al medio ambiente que causarán las diferentes fases de la ejecución del proyecto, las cuales impactarán a varios factores ambientales que pueden ser humanos, flora, fauna, suelo, agua y aire.
2. Se realizó una valoración de impacto ambiental, mediante una matriz de Leopold modificada, en la cual se encontró que la gran mayoría de las actividades no causan un impacto significativo al medio ambiente, obteniendo bajos resultados, exceptuando dos factores que fueron los únicos con una valoración mayor a 6, los cuales fueron la transformación del hábitat de la fauna de la zona, debido a la remoción de la flora existente y la distorsión del paisaje, y la contaminación del cuerpo de agua debido al vertido de residuos.
3. Se propuso varias medidas de mitigación para los impactos significativos, mencionados en el apartado anterior, como evitar el paso de maquinaria o vehículos por las áreas verdes, que la gestión de los desechos y escombros se realice también fuera de dichas áreas, instalación de barreras que eviten el arrastre de residuos hacia el sistema de aguas servidas del lugar, y no verter residuos sobre calzadas o sumideros, entre otras medidas, dentro de la fase operativa. Y después de culminada la fase operativa, se reforestará la zona intervenida y se retornará a las especies desplazadas, todo esto con el fin de devolver el paisaje de la zona, minimizando el daño ambiental.
4. Se obtuvo un presupuesto referencial de las medidas de mitigación del plan de manejo ambiental (PMA) de este proyecto, encontrado en la ficha ambiental en los anexos de este documento, con un costo aproximado de USD 37,075.18 que tendrá que ser considerado para el presupuesto general del proyecto.
5. De acuerdo con la consulta en el portal del SUIA, este proyecto solo necesita un certificado ambiental, el cual no tiene costo, siempre y cuando no exista remoción de cobertura vegetal nativa.

CAPÍTULO 5

5. PRESUPUESTO

5.1 Descripción de rubros

Una vez teniendo listos los diseños y los planos de la alternativa escogida, se procedió a enlistar los rubros necesarios para la ejecución de la obra que son los siguientes:

1. Obras preliminares

- 1.1. GUARDIANÍA
- 1.2. LETRERO INFORMATIVO
- 1.3. BODEGA DE MATERIALES
- 1.4. INSTALACIONES SANITARIAS PROVISIONALES
- 1.5. INSTALACION ELECTRICA PROVISIONAL
- 1.6. DESBROCE, TRAZADO Y REPLANTEO DE LA OBRA PARA INSTALACION DE TUBERIAS

2. Movimientos de tierra

- 2.1. EXCAVACIÓN DE ZANJAS A MÁQUINA EN ROCA H=0.00-2.75M
- 2.2. EXCAVACIÓN DE TUNEL BAJO VÍA PAVIMENTADA (CON TOPO)
- 2.3. RELLENO O CAMA DE ARENA DE 0,10 METROS
- 2.4. RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL IMPORTADO ENTRE 10 -20 CM
- 2.5. RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL DE SITIO
- 2.6. DESALOJO DE MATERIAL DE 0,01 KM. A 5 KM.

3. Instalaciones de Agua Potable

- 3.1. SUMINISTRO TUBO PEAD PE 100 SDR 13.6 DIAM 200 MM + TRANSPORTE E INSTALACIÓN DE TUBERÍA MATRIZ DE PEAD DE D=200 MM.
- 3.2. SUMINISTRO TUBO PEAD PE 100 SDR 26 DIAM 50 MM + TRANSPORTE E INSTALACIÓN DE TUBERÍA MATRIZ DE PEAD DE D=50.
- 3.3. SUMINISTRO E INSTALACIÓN MANGUERA HIDRÁULICA 1/2"
- 3.4. SUMINISTRO E INSTALACIÓN CODO PEAD KIT. PE 100 PN 10 PARA ELECTROFUSIÓN DIÁMETRO 200 MM. X 45°
- 3.5. SUMINISTRO E INSTALACIÓN CODO PEAD KIT. PE 100 PN 10 PARA ELECTROFUSIÓN DIÁMETRO 200 MM. X 90° (*)

- 3.6. SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE VÁLVULA DE CORTE DE 200MM
- 3.7. SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE VÁLVULA DE AIRE DE 200MM
- 3.8. SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE ACOPLER PARA VÁLVULA DE CORTE Y/O AIRE DE 200 MM
- 3.9. CONSTRUCCIÓN DE DURMIENTES DE HORMIGÓN (MOJONES y /o ASIENTO DE VALVULA DE CORTE Y/O AIRE)
- 3.10. SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE BRIDA UNIVERSAL 1 PA NETVITC EC CC 200mm
- 3.11. CONSTRUCCIÓN DE CAJA DE VALVULA DE AGUA POTABLE DE HORMIGÓN, INCLUYE ENCOFRADO
- 3.12. BLOQUE DE ANCLAJE DE HS, F'C=280 KG/CM2.
- 3.13. SUMINISTRO E INSTALACIÓN SOPORTE METÁLICOS PARA CRUCE DE TUBERÍA POR PUENTE
- 3.14. PRUEBAS HIDRÁULICAS DE TUBERÍAS MATRICES DE D=50MM, 63MM, 90MM Y 110MM, CONTRATISTA.
- 3.15. PRUEBAS HIDRÁULICAS DE TUBERIAS MATRICES DE D=160MM, 200MM, 225MM, 250MM Y 280MM CONTRATISTA.

4. Equipos

- 4.1. SUMINISTRO E INSTALACION BOMBA 0,25 HP
- 4.2. SUMINISTRO E INSTALACION BOMBA 90 HP

5. Plan de Manejo Ambiental

- 5.1. AGUA PARA CONTROLAR EL POLVO POR EXCAVACIONES
- 5.2. SEÑALIZACION DE OBRA
- 5.3. PLANTACIÓN Y COBERTURA VEGETAL

5.2 Análisis de costos unitarios

Los análisis de precios unitarios desglosados por cada rubro se encuentran en los anexos, mientras que en esta parte del documento se realizará un resumen de los costos de las diferentes etapas de la obra, con los porcentajes representativos de cada uno.

Tabla 5-1 Resumen y porcentajes de las etapas del proyecto (Chávez & Ramírez, 2021).

Etapa del proyecto	Costo	Porcentaje
1. Obras preliminares	\$ 6.311,59	0,95%
2. Movimientos de tierra	\$ 204.170,09	30,74%
3. Instalaciones de Agua Potable	\$ 290.168,45	43,68%
4. Equipos	\$ 51.000,00	7,68%
5. Plan de Manejo Ambiental	\$ 112.600,58	16,95%
Total Costos directos	\$ 664.250,71	
Costos Indirectos 23%	\$ 152.777,66	
TOTAL	\$ 817.028,38	

También se presenta el presupuesto referencial de todos los rubros desglosados del proyecto:

Tabla 5-2 Presupuesto referencial del proyecto (Chávez & Ramírez, 2021).

PRESUPUESTO REFERENCIAL: TABLA DE RUBROS, UNIDADES, CANTIDADES Y PRECIOS					
# RUBRO	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
	1. OBRAS PRELIMINARES				\$ 6.311,59
1.1	GUARDIANÍA	MES	5	\$ 425,00	\$ 2.125,00
1.2	LETRERO INFORMATIVO	U	4	\$ 259,21	\$ 1.036,84
1.3	BODEGA DE MATERIALES	M2	24	\$ 32,66	\$ 783,84
1.4	INSTALACIONES SANITARIAS PROVISIONALES	U	1	\$ 290,15	\$ 290,15
1.5	INSTALACION ELECTRICA PROVISIONAL	U	1	\$ 292,19	\$ 292,19
1.6	DESBROCE, TRAZADO Y REPLANTEO DE LA OBRA PARA INSTALACION DE TUBERIAS	M	1783,57	\$ 1,00	\$ 1.783,57
	2. MOVIMIENTOS DE TIERRA				\$ 204.170,09
2.1	EXCAVACIÓN DE ZANJAS A MÁQUINA EN ROCA H=0.00-2.75M	M3	3088,7	\$ 19,22	\$ 59.364,81
2.2	EXCAVACIÓN DE TUNEL BAJO VÍA PAVIMENTADA (CON TOPO)	M	219,93	\$ 541,67	\$ 119.129,48
2.3	RELLENO O CAMA DE ARENA DE 0,10 METROS	M3	119,02	\$ 17,85	\$ 2.124,51
2.4	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL IMPORTADO ENTRE 10 -20 CM	M3	1130,2	\$ 16,36	\$ 18.490,07
2.5	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL DE SITIO	M3	658,47	\$ 2,65	\$ 1.744,95
2.6	DESALOJO DE MATERIAL DE 0,01 KM. A 5 KM.	M3	1417,21	\$ 2,34	\$ 3.316,27

	3. INSTALACIONES DE AGUA POTABLE				\$ 290.168,45
3.1	SUMINISTRO TUBO PEAD PE 100 SDR 13.6 DIAM 200 MM + TRANSPORTE E INSTALACIÓN DE TUBERÍA MATRIZ DE PEAD DE D=200 MM.	M	995	\$ 148,60	\$ 147.857,00
3.2	SUMINISTRO TUBO PEAD PE 100 SDR 26 DIAM 50 MM + TRANSPORTE E INSTALACIÓN DE TUBERÍA MATRIZ DE PEAD DE D=50.	M	1051	\$ 119,56	\$ 125.657,56
3.3	SUMINISTRO E INSTALACIÓN MANGUERA HIDRÁULICA 1/2"	M	336	\$ 1,11	\$ 372,96
3.4	SUMINISTRO E INSTALACIÓN CODO PEAD KIT. PE 100 PN 10 PARA ELECTROFUSIÓN DIÁMETRO 200 MM. X 45º	U	3	\$ 105,20	\$ 315,60
3.5	SUMINISTRO E INSTALACIÓN CODO PEAD KIT. PE 100 PN 10 PARA ELECTROFUSIÓN DIÁMETRO 200 MM. X 90º (*)	U	5	\$ 105,20	\$ 526,00
3.6	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE VÁLVULA DE CORTE DE 200MM	U	4	\$ 695,29	\$ 2.781,16
3.7	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE VÁLVULA DE AIRE DE 200MM	U	3	\$ 575,16	\$ 1.725,48
3.8	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE ACOPLER PARA VÁLVULA DE CORTE Y/O AIRE DE 200 MM	U	7	\$ 155,39	\$ 1.087,73
3.9	CONSTRUCCIÓN DE DURMIENTES DE HORMIGÓN (MOJONES y /o ASIENTO DE VALVULA DE CORTE Y/O AIRE)	U	7	\$ 29,93	\$ 209,51
3.10	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE BRIDA UNIVERSAL 1 PA NETVITC EC CC 200mm	U	2	\$ 130,69	\$ 261,38
3.11	CONSTRUCCIÓN DE CAJA DE VALVULA DE AGUA POTABLE DE HORMIGÓN, INCLUYE ENCOFRADO	M3	17,5	\$ 439,16	\$ 7.685,30
3.12	BLOQUE DE ANCLAJE DE HS, F'c=280 KG/CM2.	U	2	\$ 162,38	\$ 324,76
3.13	SUMINISTRO E INSTALACIÓN SOPORTE METÁLICOS PARA CRUCE DE TUBERÍA POR PUENTE	U	10	\$ 8,89	\$ 88,90
3.14	PRUEBAS HIDRÁULICAS DE TUBERÍAS MATRICES DE D=50MM, 63MM, 90MM Y 110MM, CONTRATISTA.	M	1051	\$ 0,56	\$ 588,56
3.15	PRUEBAS HIDRÁULICAS DE TUBERIAS MATRICES DE D=160MM, 200MM, 225MM, 250MM Y 280MM CONTRATISTA.	M	995	\$ 0,69	\$ 686,55
	4. EQUIPOS				\$ 51.000,00
4.1	SUMINISTRO E INSTALACION BOMBA 0,25 HP	U	1	\$ 45,00	\$ 45,00
4.2	SUMINISTRO E INSTALACION BOMBA 90 HP	U	2	\$ 25.500,00	\$ 51.000,00
	5. RUBROS AMBIENTALES				\$ 112.600,58
5.1	AGUA PARA CONTROLAR EL POLVO POR EXCAVACIONES	M3	5599,428	\$ 6,73	\$ 37.709,67
5.2	SEÑALIZACION DE OBRA	U	30	\$ 10,63	\$ 318,90
5.3	PLANTACIÓN Y COBERTURA VEGETAL	M2	10358,24	\$ 3,62	\$ 37.496,83
5.4	PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS	U	1	\$ 6.774,83	\$ 6.774,83
5.5	MANEJO DE DESECHOS	U	1	\$ 2.963,42	\$ 2.963,42
5.6	RELACIONES COMUNITARIAS	U	1	\$ 650,00	\$ 650,00
5.7	CONTINGENCIAS	U	1	\$ 4.595,45	\$ 4.595,45
5.8	COMUNICACIÓN Y CAPACITACIÓN	U	1	\$ 950,00	\$ 950,00
5.9	SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL	U	1	\$ 3.180,98	\$ 3.180,98
5.10	MONITOREO Y SEGUIMIENTO	U	1	\$ 4.000,50	\$ 4.000,50
5.11	REHABILITACIÓN	U	1	\$ 12.180,00	\$ 12.180,00
5.12	CIERRE, ABANDONO Y ENTREGA DEL ÁREA	U	1	\$ 1.780,00	\$ 1.780,00
Costo directo					\$ 664.250,71
Costos indirectos (23%)					\$ 152.777,66
TOTAL					\$ 817.028,38

El costo de construcción de la obra es de USD 817.028,38 esto incluye el reemplazo de la tubería principal de la línea de impulsión en los tramos donde se encontraron casos de rotura, un tramo de tubería para abastecer de agua a Admisiones y a la subestación eléctrica y finalmente para abastecer a la casa de la guardia ubicada cerca de la reserva baja, además, se incluirán 2 bombas de 90 HP con un precio de USD 25.500,00 cada una.

Considerando el presupuesto del Plan de Manejo Ambiental realizado en el capítulo anterior.

Tabla 5-3 Presupuesto del Plan de Manejo Ambiental (Chávez & Ramírez, 2021).

Cronograma del Plan de Manejo Ambiental														
PMA	meses												Costo \$	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
<i>Plan de Prevención y Mitigación de Impactos.</i>														6774.83
<i>Plan de Manejo de Desechos.</i>														2963.42
<i>Plan de Relaciones Comunitarias</i>														650
<i>Plan de Contingencias.</i>														4595.45
<i>Plan de Comunicación y Capacitación</i>														950
<i>Plan de Seguridad y Salud Ocupacional.</i>														3180.98
<i>Plan de Monitoreo y Seguimiento.</i>														4000.50
<i>Plan de Rehabilitación</i>														12180
<i>Plan de Cierre, abandono y entrega del área.</i>														1780
TOTAL													37075.18	

En consecuencia, el valor total de la obra sin costos indirectos es de USD 664.250,71 mientras que los costos indirectos representan el 23% del costo del precio directo de la obra. Estos valores desglosados, se encontrarán en la tabla mostrada a continuación:

Tabla 5-4 Costos Indirectos de la obra (Chávez & Ramírez, 2021).

Concepto	%	Costo
Gastos Administrativos	6,75%	\$ 10.312,49
Gastos Operativos	5,33%	\$ 8.143,05
Utilidad	8,00%	\$ 12.222,21
Imprevistos	2,45%	\$ 3.743,05
Financiamiento	0,47%	\$ 718,06
Total	23,00%	\$152.777,66

5.3 Descripción de cantidades de obra

El detallado de las cantidades de obra del proyecto, como son los volúmenes de excavación, desalojo, relleno y las longitudes de las tuberías, se encontrarán determinadas en la sección B de los anexos.

5.4 Cronograma de obra

El proyecto tiene una duración aproximada de 4 meses, el cual, fue obtenido con los rendimientos de los rubros y calculados mediante la ayuda de un programa de Project management, el cronograma de la obra y su ruta crítica se encuentra detallado en los anexos.

5.5 Comparativa de precios entre la alternativa escogida y la alternativa 1 (sin microtunelaje)

Tabla 5-5. Presupuesto referencial de la alternativa 1 (Chávez & Ramírez, 2021)

Estudios y diseños de la línea de impulsión del sistema de AAPP de ESPOL					
Campus Gustavo Galindo, Guayaquil, Ecuador					
2/2/2022					
PRESUPUESTO REFERENCIAL: TABLA DE RUBROS, UNIDADES, CANTIDADES Y PRECIOS					
# RUBRO	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
1. OBRAS PRELIMINARES					\$ 6.311,59
1.1	GUARDIANÍA	MES	5	\$ 425,00	\$ 2.125,00
1.2	LETRERO INFORMATIVO	U	4	\$ 259,21	\$ 1.036,84
1.3	BODEGA DE MATERIALES	M2	24	\$ 32,66	\$ 783,84
1.4	INSTALACIONES SANITARIAS PROVISIONALES	U	1	\$ 290,15	\$ 290,15
1.5	INSTALACION ELECTRICA PROVISIONAL	U	1	\$ 292,19	\$ 292,19
1.6	DESBROCE, TRAZADO Y REPLANTEO DE LA OBRA PARA INSTALACION DE TUBERIAS	M	1783,57	\$ 1,00	\$ 1.783,57
2. MOVIMIENTOS DE TIERRA					\$ 94.247,04
2.1	EXCAVACIÓN DE ZANJAS A MÁQUINA EN ROCA H=0.00-2.75M	M3	3567,702461	\$ 19,22	\$ 68.571,24
2.3	RELLENO O CAMA DE ARENA DE 0,10 METROS	M3	119,02	\$ 17,85	\$ 2.124,51
2.4	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL IMPORTADO ENTRE 10 -20 CM	M3	1130,2	\$ 16,36	\$ 18.490,07
2.5	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL DE SITIO	M3	658,47	\$ 2,65	\$ 1.744,95
2.6	DESALOJO DE MATERIAL DE 0,01 KM. A 5 KM.	M3	1417,21	\$ 2,34	\$ 3.316,27
3. INSTALACIONES DE AGUA POTABLE					\$ 290.168,45
3.1	SUMINISTRO TUBO PEAD PE 100 SDR 13.6 DIAM 200 MM + TRANSPORTE E INSTALACIÓN DE TUBERÍA MATRIZ DE PEAD DE D=200 MM.	M	995	\$ 148,60	\$ 147.857,00
3.2	SUMINISTRO TUBO PEAD PE 100 SDR 26 DIAM 50 MM + TRANSPORTE E INSTALACIÓN DE TUBERÍA MATRIZ DE PEAD DE D=50.	M	1051	\$ 119,56	\$ 125.657,56
3.3	SUMINISTRO E INSTALACIÓN MANGUERA HIDRÁULICA 1/2"	M	336	\$ 1,11	\$ 372,96
3.4	SUMINISTRO E INSTALACIÓN CODO PEAD KIT. PE 100 PN 10 PARA ELECTROFUSIÓN DIÁMETRO 200 MM. X 45º	U	3	\$ 105,20	\$ 315,60
3.5	SUMINISTRO E INSTALACIÓN CODO PEAD KIT. PE 100 PN 10 PARA ELECTROFUSIÓN DIÁMETRO 200 MM. X 90º (*)	U	5	\$ 105,20	\$ 526,00
3.6	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE VÁLVULA DE CORTE DE 200MM	U	4	\$ 695,29	\$ 2.781,16
3.7	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE VÁLVULA DE AIRE DE 200MM	U	3	\$ 575,16	\$ 1.725,48
3.8	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE ACOPLES PARA VÁLVULA DE CORTE Y/O AIRE DE 200 MM	U	7	\$ 155,39	\$ 1.087,73
3.9	CONSTRUCCIÓN DE DURMIENTES DE HORMIGÓN (MOJONES y /o ASIENTO DE VALVULA DE CORTE Y/O AIRE)	U	7	\$ 29,93	\$ 209,51
3.10	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE BRIDA UNIVERSAL 1 PA NETVITC EC CC 200mm	U	2	\$ 130,69	\$ 261,38
3.11	CONSTRUCCIÓN DE CAJA DE VALVULA DE AGUA POTABLE DE HORMIGÓN, INCLUYE ENCOFRADO	M3	17,5	\$ 439,16	\$ 7.685,30
3.12	BLOQUE DE ANCLAJE DE HS, F'C=280 KG/CM2.	U	2	\$ 162,38	\$ 324,76
3.13	SUMINISTRO E INSTALACIÓN SOPORTE METÁLICOS PARA CRUCE DE TUBERÍA POR PUENTE	U	10	\$ 8,89	\$ 88,90
3.14	PRUEBAS HIDRÁULICAS DE TUBERÍAS MATRICES DE D=50MM, 63MM, 90MM Y 110MM, CONTRATISTA.	M	1051	\$ 0,56	\$ 588,56
3.15	PRUEBAS HIDRÁULICAS DE TUBERIAS MATRICES DE D=160MM, 200MM, 225MM, 250MM Y 280MM CONTRATISTA.	M	995	\$ 0,69	\$ 686,55

	4. EQUIPOS				\$ 51.000,00
4.1	SUMINISTRO E INSTALACION BOMBA 0,25 HP	U	1	\$ 45,00	\$ 45,00
4.2	SUMINISTRO E INSTALACION BOMBA 90 HP	U	2	\$ 25.500,00	\$ 51.000,00
	5. RUBROS AMBIENTALES				\$ 112.600,58
5.1	AGUA PARA CONTROLAR EL POLVO POR EXCAVACIONES	M3	5599,428	\$ 6,73	\$ 37.709,67
5.2	SEÑALIZACION DE OBRA	U	30	\$ 10,63	\$ 318,90
5.3	PLANTACIÓN Y COBERTURA VEGETAL	M2	10358,24	\$ 3,62	\$ 37.496,83
5.4	PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS	U	1	\$ 6.774,83	\$ 6.774,83
5.5	MANEJO DE DESECHOS	U	1	\$ 2.963,42	\$ 2.963,42
5.6	RELACIONES COMUNITARIAS	U	1	\$ 650,00	\$ 650,00
5.7	CONTINGENCIAS	U	1	\$ 4.595,45	\$ 4.595,45
5.8	COMUNICACIÓN Y CAPACITACIÓN	U	1	\$ 950,00	\$ 950,00
5.9	SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL	U	1	\$ 3.180,98	\$ 3.180,98
5.10	MONITOREO Y SEGUIMIENTO	U	1	\$ 4.000,50	\$ 4.000,50
5.11	REHABILITACIÓN	U	1	\$ 12.180,00	\$ 12.180,00
5.12	CIERRE, ABANDONO Y ENTREGA DEL ÁREA	U	1	\$ 1.780,00	\$ 1.780,00
				Costo directo	\$ 554.327,66
				Costos indirectos (23%)	\$ 127.495,36
				TOTAL	\$ 681.823,02

Para la alternativa 1, que no considera el microtunelaje, se obtiene un presupuesto referencial de USD 681.823,02 con una diferencia del 16.6% en comparación con el presupuesto con microtunelación, que dio como total USD 817.028,38. A pesar de que hay un ahorro considerable en la ejecución de la alternativa 1, no se recomienda realizarla, ya que: i) se interrumpiría parcialmente el tránsito vehicular en un carril de la vía Perimetral mientras se realice la instalación de las tuberías, ii) no se evitaría el cruce con el lago de PARCON, y iii) sería un proceso con más afectaciones al medio ambiente, ya que en comparación con la ingeniería de la microtunelación, tiene muchos más impactos ambientales.

CAPÍTULO 6

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

1. Se diseñó un nuevo trazado para la línea de impulsión del sistema de agua potable de ESPOL, mediante visitas técnicas y análisis del sistema actual, en el cual se encontraron y solucionaron los siguientes problemas:
 - 1.1. Se evitó el cruce de la tubería con la cola del lago PARCON que ocasionaba fatiga en la tubería actual, mediante el cambio del trazado en esa zona, cruzando hacia el campus desde la reserva baja, pasando la tubería bajo la vía Perimetral mediante microtunelación.
 - 1.2. Se reemplazó la tubería antigua en las zonas donde más ocurrían roturas, por una de mejor trabajabilidad (PEAD, \varnothing 200 mm) y configurando el trazado, asegurando que las presiones no excedan los límites permitidos por la norma y por la resistencia del material.
 - 1.3. Se evitaron las nuevas zonas proyectadas de ZEDE, cambiando el trazado en los lugares conflictivos.
 - 1.4. Se rediseñó el sistema de bombeo (2 bombas de 90 HP en paralelo, configuración 1+1), para que opere las horas adecuadas (8 horas cada bomba), según la técnica, además de satisfacer el consumo normal del campus para toda su población.
2. Se evaluaron y diseñaron dos soluciones que eliminaron las derivaciones encontradas en la línea de impulsión antigua, con el objetivo de que el agua de la línea de impulsión llegue sin interrupciones al tanque de la reserva alta del campus:
 - 2.1. Se eliminó un nodo de distribución que abastecía a la casa de una guardia ubicada cerca de la reserva baja, mediante el diseño de un sistema de bombeo pequeño formado por una bomba de 0.25 HP y una manguera hidráulica de \varnothing 1/2", las cuales fueron diseñadas y verificadas sus presiones y velocidades con el fin de que cumpla lo establecido en la normativa ecuatoriana.

- 2.2. Se desconectaron las derivaciones que abastecían a Admisiones y la Subestación Eléctrica, y ahora se abastecerá a estos puntos, mediante a una conexión directa desde la red de distribución del campus, con unas tuberías de PEAD de \varnothing 50 mm para el tramo principal y la derivación hasta admisiones, y de \varnothing 30 mm para la derivación de la subestación eléctrica.
- 2.3. Estas eliminaciones de la línea de impulsión significan un gran beneficio para el sistema de impulsión, ya que al llegar sin interrupciones, se estabilizan las presiones y el caudal que tienen que llegar a la reserva alta, además de evitar desgracias en las zonas conectadas por los nodos anteriormente, ya que al estar conectados a la línea de impulsión, se derivan presiones muy altas (50-100 m.c.a.), lo que podría ocasionar fallas en los aparatos sanitarios y dañarlos completamente, incluso pudiendo herir a una persona que sea golpeada por el agua a esas presiones.
3. Se realizó el presupuesto referencial de la solución escogida, mediante el análisis de precios unitarios de los rubros, dando como resultado un costo de USD 817.028,38 de costo total de la obra, incluyendo el plan de manejo ambiental; de los cuales USD 664.250,71 serán destinados a costos directos y USD 152.777,66 de costos indirectos. Este valor no incluye IVA.
4. Se encontraron soluciones para los aspectos ambientales del proyecto, mediante la evaluación de impacto ambiental, como evitar el paso de maquinaria o vehículos por las áreas verdes, que la gestión de los desechos y escombros se realice también fuera de dichas áreas, instalación de barreras que eviten el arrastre de residuos hacia el sistema de aguas servidas del lugar, y no verter residuos sobre calzadas o sumideros, entre otras medidas, dentro de la fase operativa.

6.2 Recomendaciones

1. Todo el sistema de conducción y abastecimiento de agua potable de la ESPOL tiene más de 30 años, por lo que la vida útil de la gran mayoría de sus componentes está agotada por lo que se recomienda:
 - 1.1. Cambiar progresivamente los tramos de tuberías antiguas no consideradas en este diseño, en orden de importancia, siendo las más afectadas las primeras en cambiar, ya que igual que en el caso anterior, por su edad, su vida útil terminará pronto y es necesario cambiarlas.
 - 1.2. Cambiar las válvulas progresivamente, primero las que están en mal estado según los catastros y después las demás, ya que podrían empezar a dar problemas a corto plazo, debido a su edad.
2. Realizar este proyecto lo más pronto posible, ya que el campus no está recibiendo el agua necesaria para abastecer al total de su población en condiciones normales.
3. Además, las derivaciones pueden causar accidentes, ya que el agua distribuida desde la línea de impulsión es entregada con una presión muy alta, por lo que es urgente empezar a eliminarlas, empezando con la casa del guardia que es la que recibe mayor presión (100 m.c.a.), además es la obra que menos cuesta (USD 417) y menor tiempo de ejecución tiene (1 día), con esto se evitarán desgracias que incluso pueden llegar a ser mortales.

BIBLIOGRAFÍA

7. BIBLIOGRAFÍA

- ADMISIONES. (2021). *Oferta académica*. Obtenido de Escuela Superior Politecnica del Litoral: <http://www.admision.espol.edu.ec/>
- ADMISIONES. (2021). *Oferta académica*. Obtenido de Escuela Superior Politecnica del Litoral: <http://www.admision.espol.edu.ec/>
- ARCONEL. (2020). *Pliego Tarifario para las Empresas Eléctricas de Distribución*. Guayaquil.
- Bloch, R. (2004). *Los conflictos por el agua dulce en el mundo*. Buenos Aires: Duplicar.
- Bosque Protector Prosperina. (2019). *Biodiversidad: Bosque Protector Prosperina*. Obtenido de Bosque Protector Prosperina: <http://www.bosqueprotector.espol.edu.ec/biodiversidad/>
- Cruz, O., & Hidalgo, K. (2021). *Plan Maestro de Agua Potable, Alcantarillado Sanitario y Pluvia para ESPOL*. Guayaquil: ESPOL.
- Empresa Pública Municipal de Turismo, Promoción Cívica y Relaciones Internacionales de Guayaquil, EP. (2020). *Clima: Guayaquil es mi destino*. Obtenido de Guayaquil es mi destino: <https://www.guayaquilesmidestino.com/es/content/clima-0>
- ESPOL. (2020). *ESPOL Ecológico: ESPOL*. Obtenido de ESPOL: <https://www.espol.edu.ec/>
- ESPOL. (2020). *La ESPOL/Historia: ESPOL*. Obtenido de ESPOL: <https://www.espol.edu.ec/es/la-espol/historia>
- FOCUS. (25 de Julio de 2017). *ZEDE Tecnológica del Litoral*. Obtenido de ESPOL - FOCUS, Edición 74: https://issuu.com/focusespol/docs/focus_74_pa_ginas/22
- González, T. (2018). *PROPUESTA SOLUCIÓN SISTEMAS DE ALMACENAMIENTO E IMPULSIÓN PARA RED DE AGUA POTABLE EN COORDINACIÓN CON LAS OTRAS ESPECIALIDADES DEL PROYECTO “CONSTRUCCIÓN HOGAR DE ANCIANOS FUNDACIÓN LAS ROSAS”*. Curicó: Universidad de Talca.
- GOULDS PUMPS. (2021). *GOULDS 3410*.

- Haestad Methods Engineering Staff. (2002). *Computer Applications in Hydraulic Engineering* (Fifth Edition ed.). Mishawaka, EE.UU.: Haestad Press.
- INEN, I. E. (1992). *CPE INEN 5 - Parte 9-1: NORMAS PARA ESTUDIO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y DISPOSICIÓN DE AGUAS RESIDUALES PARA POBLACIONES MAYORES A 1000 HABITANTES*. Quito: Código Ecuatoriano de la Construcción.
- INN, I. N. (2003). *NCh2794.Of 2003 - Instalaciones domiciliarias de agua potable - Estanques de almacenamiento y sistemas de elevación - Requisitos*. Santiago de Chile: Ministerio de Obras Públicas.
- Inostroza, R. (2011). *Análisis Técnico-económico de Sistemas de Elevación de Aguas para Edificios Residenciales*. Santiago de Chile: Universidad de Chile.
- Interagua. (2018). *ESPOL*. Obtenido de Línea de abastecimiento-Línea de impulsión.
- Jouravlev, A. (2004). *Los servicios de agua potable y saneamiento en el umbral del siglo XXI*. Santiago de Chile: Naciones Unidas.
- León, J. (2019). *MÉTODOS DE INTERPOLACIÓN PARA MAPAS DE TEMPERATURA DEL AIRE EN LA CIUDAD DE GUAYAQUIL*. Guayaquil: Universidad de Guayaquil.
- Lopez, J., & Zambrano, C. (2021). *Análisis del Sistema Existente y Diseños de Optimización del Sistema Matriz de Agua Potable de la ESPOL*. ESPOL, Guayaquil.
- Magne, F. (2008). *ABASTECIMIENTO, DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE SISTEMAS DE AGUA POTABLE MODERNIZANDO EL APRENDIZAJE Y ENSEÑANZA EN LA ASIGNATURA DE INGENIERÍA SANITARIA I*. Cochabamba: Universidad Mayor de San Simón.
- Medina, G. (1982). *Estudio Geológico del Campus Politécnico*. Guayaquil.
- Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (2002). *Guía ambiental para sistemas de acueducto*. Bogotá: Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.
- Ministerio del Ambiente. (2013). *MODELO DE UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS: Para la Representación Cartográfica De Ecosistemas Del Ecuador Continental*. Quito: Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo.
- NEC, N. (2011). *NORMA HIDROSANITARIA DEL ECUADOR NHE*. Quito.

- Plastigama. (2019). *Catálogo de tuberías de PVC*.
- Raul, C. (2013). Reservorio de 1,000 m³ ESPOL. Guayaquil, Ecuador.
- Tito, B. (2 de Agosto de 2020). *Matriz de Leopold modificada impacto ambiental*.
Obtenido de Ingeniería Ambiental: <https://ingenieriaambiental.net/matriz-de-leopold/>
- Tixe, S. (2004). *GUÍA DE DISEÑO PARA LÍNEAS DE CONDUCCIÓN E IMPULSIÓN DE SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA RURAL*. Lima: Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (CEPIS/OPS).
- ZEDE. (2017). *Zona Especial de Desarrollo Económico del Litoral*. Obtenido de ESPOL: <https://www.espol.edu.ec/es/zede-zona-especial-de-desarrollo-econ%C3%B3mico-del-litoral>
- ZEDE. (2019). *Zona Especial de Desarrollo Económico del Litoral*. Obtenido de ESPOL: <https://www.espol.edu.ec/es/nuestra-huella#zede>

PLANOS Y ANEXOS

ANEXO A

FORMULARIO DE REGISTRO AMBIENTAL

FORMULARIO DE REGISTRO AMBIENTAL

TRAMITE(suia)	Certificado Ambiental
FECHA	03/12/2021
PROPONENTE	Steven Chávez y Néstor Ramírez
ENTE RESPONSABLE	Escuela Superior Politécnica del Litoral

Registro Ambiental 1. <u>Información del proyecto</u> 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. INFORMACION DEL PROYECTO		
	1.1 PROYECTO, OBRA O ACTIVIDAD (Fases y nombre proyecto)		
	Estudios y diseños de la línea de impulsión del sistema de agua potable de la ESPOL.		
	1.2 ACTIVIDAD ECONOMICA (Según Catalogo de proyecto, obra o actividad)		
	Código de catalogo	Ampliación, rehabilitación y mejoramiento de líneas de conducción de agua.	
	23.4.2.1.2.2		
1.3 RESUMEN DEL PROYECTO, OBRA O ACTIVIDAD (Según Catalogo de proyecto, obra o actividad)			
La tubería del sistema de impulsión, de la red de agua potable de la ESPOL, tiene más de 30 años en uso, por lo que ha terminado su vida útil y, además, está siendo sometida a fatiga por el efecto del lago de PARCON. Su rotura es un riesgo, debido a que provocaría la contaminación del agua potable y se dejaría sin este recurso a toda la ESPOL hasta que se repare. Por lo que es necesario rediseñar su trazado, además, se necesita redireccionar los nodos conectados a la línea actual para poder liberar la línea de impulsión de otras conexiones (CTI, admisiones, EC, estación eléctrica, casa del guardia, etc), las que le han quitado presión, caudal y eficiencia a lo largo de los años.			

Registro Ambiental 1. Información del proyecto 2. <u>Datos generales</u> 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	2. DATOS GENERALES		
	SISTEMA DE COORDENADAS (WGS-84)		
	ESTE (X)	NORTE (Y)	ALTITUD (msnm)
	615792.41	9762596.57	22.00 - 114.00
	615766.83	9762481.00	
	615790.81	9762212.94	
	615848.48	9762110.29	
	616005.45	9762023.85	
	616103.60	9761990.65	
	616235.32	9761986.96	
	616300.38	9761999.52	
	617154.80	9762355.68	
	617577.79	9762533.01	
	617585.71	9762545.10	
	617503.85	9762700.65	
	617463.77	9762821.78	
	617415.80	9762943.77	
617388.44	9763026.46		
617358.99	9763028.54		
617130.31	9763002.12		
616702.71	9762939.20		
616426.66	9762874.69		

	616247.57	9762825.47	
	615882.38	9762636.51	
	615792.41	9762596.57	
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			
Vía Perimetral, Km 30.5. Guayaquil, Ecuador			
PROVINCIA	CANTON	PARROQUIA	
Guayas	Guayaquil	Tarqui	
TIPO DE ZONA			
	Urbana	<input checked="" type="checkbox"/>	
	Rural	<input type="checkbox"/>	

Registro Ambiental 1. Información del proyecto 2. <u>Datos generales</u> 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	DATOS DEL PROMOTOR				
	NOMBRE				
	M.Sc. Carola Gordillo Vera				
	CORREO ELECTRONICO DEL PROMOTOR		TELEFONO/CELULAR		
	cgordill@espol.edu.ec		0981130986		
	DOMICILIO DEL PROMOTOR				
	ESPOL, Campus Gustavo Galindo				
	CARACTERISTICAS DE LA ZONA				
	Infraestructura:				
	<input type="checkbox"/>	Industrial			
	<input checked="" type="checkbox"/>	Otros: Saneamiento (Diseño de línea de impulsión de AAPP)			
	DESCRIPCION DE LA ZONA				
	El campus principal de la ESPOL es el Gustavo Galindo ubicado en el Bosque Protector Prosperina, al Km. 30.5 de la vía Perimetral. El área perteneciente a ESPOL es de 711 Ha. Mientras que el campus comprende un área de 151 Ha.				
	ESPACIO FISICO DEL PROYECTO				
	Área del proyecto (m ²)		1510000	Área de implantación (m ²)	1196170
Agua potable	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	Consumo de agua por mes (m ³)	17.964	
Energía eléctrica	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	Consumo energía eléctrica por mes (Kw/h)	---	
Acceso vehicular	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	Tipo de vías:	Vías Principales	<input checked="" type="checkbox"/>
Alcantarillado	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO		Vías Secundarias	<input checked="" type="checkbox"/>
SITUACION DEL PREDIO					
<input type="checkbox"/>	Alquiler				
<input type="checkbox"/>	Concesionadas				
<input checked="" type="checkbox"/>	Propia				
<input type="checkbox"/>	Otros				

3. MARCO LEGAL REFERENCIAL	
Usted deberá ajustarse al siguiente marco legal	

NORMATIVAS	
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	Constitución de la República del Ecuador
	<p>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, <i>sumak kawsay</i>. 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.</p> <p>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.</p> <p>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</p>
	Ley de Gestión Ambiental
	<p>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.</p> <p>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</p>
	Ley de Fomento y Desarrollo Agropecuario
	<p>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</p>
	Acuerdo Ministerial 134
	<p>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</p>
	Reglamento de Seguridad para la Construcción y Obras Públicas
	<p>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.</p> <p>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</p>
Acuerdo Ministerial No. 061	
<p>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.</p> <p>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.</p> <p>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.</p>	
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
	He leído y comprendo las Normativas <input checked="" type="checkbox"/>

Registro Ambiental	4. DESCRIPCIÓN DE PROCESOS – FASES		
	MATERIALES, INSUMOS, EQUIPOS	ACTIVIDAD	IMPACTOS POTENCIALES
1. Información del proyecto 2. Datos generales 3. Marco legal referencial 4. <u>Descripción del proceso</u> 5. Descripción del área de implantación 6. Principales impactos ambientales 7. Plan de manejo ambiental (PMA) 8. Inventario forestal 9. Finalización	Maquinaria: microtuneladora, retroexcavadora, pala cargadora, apisonador, rodillo, volqueta, herramientas menores Insumo: combustible (se abastece en gasolineras) Equipos: Estación total	<ul style="list-style-type: none"> • Desbroce del terreno • Trazado y replanteo • Excavación sin zanja – Microtunelación • Movimiento de tierras • Relleno y Nivelación 	Alteración del suelo. Contaminación del aire por material particulado y gases de combustión de vehículo pesado Contaminación del aire por ruido. Alteración del Paisaje. Riesgos de accidentes por falta de IPP del personal. Riesgos de accidentes por falta de señalización.
	Maquinaria: Excavadora, tanquero de agua. Insumo: agregados finos y gruesos, tubería y accesorios Equipos: Herramientas menores, Vibrador	Construcción de obras varias (Colocación de tuberías)	Contaminación del aire por ruido y particulado suspendido. Contaminación del suelo por desechos sólidos (restos de encofrado, fundas de cemento) Contaminación del suelo por material de desalojo

Registro Ambiental	5. DESCRIPCIÓN DEL AREA DE IMPLANTACION	
	CLIMA	
10. Información del proyecto	<input checked="" type="checkbox"/>	Cálido - húmedo

<ul style="list-style-type: none"> 11. Datos generales 12. Marco legal referencial 13. Descripción del proceso 14. Descripción del área de implantación 15. Principales impactos ambientales 16. Plan de manejo ambiental (PMA) 17. Inventario forestal 18. Finalización 	<p>Clima <input type="checkbox"/> Cálido - seco</p> <p>Tipo de Suelo</p> <p>Tipo de suelo <input checked="" type="checkbox"/> Arcilloso <input type="checkbox"/> Arenosos <input type="checkbox"/> Francos <input checked="" type="checkbox"/> Rocosos <input type="checkbox"/> Saturados <input type="checkbox"/> Otros</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 checked="" type="checkbox"/> Ondulado (pendiente mayor al 30%)</p> <p>Demografía (población mas cercana)</p> <p>Demografía <input type="checkbox"/> Entre 0 y 1.000 hbts. <input type="checkbox"/> Entre 1.001 y 10.000 hbts. <input checked="" type="checkbox"/> Entre 10.001 y 100.000 hbts. <input type="checkbox"/> Más de 100.000 hbts.</p>
<p>Registro Ambiental</p> <ul 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. Inventario forestal 9. Finalización 	<p>Abastecimiento de agua población</p> <p>Abastecimiento de agua población <input type="checkbox"/> Agua lluvia <input checked="" type="checkbox"/> Agua potable <input type="checkbox"/> Conexión domiciliaria <input checked="" type="checkbox"/> Cuerpo de aguas superficiales <input type="checkbox"/> Grifo publico <input type="checkbox"/> Pozo profundo <input type="checkbox"/> Tanquero</p> <p>Evacuación de aguas servidas población</p> <p>Evacuación de aguas servidas población <input checked="" type="checkbox"/> Alcantarillado <input type="checkbox"/> Cuerpos de aguas superficiales <input checked="" type="checkbox"/> Fosa séptica <input type="checkbox"/> Letrina <input type="checkbox"/> Ninguno</p> <p>Electrificación</p> <p>Electrificación <input checked="" type="checkbox"/> Planta eléctrica <input checked="" type="checkbox"/> Red publica <input type="checkbox"/> Otra</p> <p>Vialidad y acceso a la población</p> <p><input type="checkbox"/> Caminos vecinales <input checked="" type="checkbox"/> Vías principales</p>

	Vialidad y acceso a la población	<input checked="" type="checkbox"/> Vías secundarias	<input type="checkbox"/> Otras
	Organización social		
	Organización social	<input checked="" type="checkbox"/> Primer grado (comunal, barrial, urbanización)	<input type="checkbox"/> Segundo grado (Cooperativa, Pre-cooperativa)
		<input type="checkbox"/> Tercer grado (Asociaciones, recintos)	
Componente fauna			
Piso zoo geográfico donde se encuentra el proyecto			
<input checked="" type="checkbox"/> Tropical Noroccidental (0-800 msnm)			
<input type="checkbox"/> Tropical Oriental (0-800 msnm)			
Grupos faunísticos	<input checked="" type="checkbox"/> Anfibios	<input checked="" type="checkbox"/> Aves	
	<input checked="" type="checkbox"/> Insectos	<input checked="" type="checkbox"/> Mamíferos	
	<input checked="" type="checkbox"/> Peces	<input checked="" type="checkbox"/> Reptiles	
	<input type="checkbox"/> Ninguna		

6. PRINCIPALES IMPACTOS AMBIENTALES			
MATERIALES E INSUMOS			
Registro Ambiental	ACTIVIDAD	FACTOR	IMPACTO
1. Información del proyecto 2. Datos generales 3. Marco legal referencial 4. Descripción del proceso 5. Descripción del área de implantación 6. <u>Principales impactos ambientales</u> 7. Plan de manejo ambiental (PMA) 8. Inventario forestal 9. Finalización	Desbroce del terreno	Fauna Flora	Transformación del hábitat de la fauna de la zona, debido a la remoción de la flora existente y la distorsión del paisaje.
	Trazado y replanteo	Suelo Humano	- Alteración del suelo por la cal utilizada. - Problemas en la respiración de los empleados.
	Microtunelación y movimiento de tierras	Humano Aire Suelo	- Contaminación del aire por los gases desprendidos de la maquinaria y por el material desprendido.

			<ul style="list-style-type: none"> - Distorsión del paisaje. - Problemas respiratorios de los empleados.
	Relleno y nivelación	Humano Aire Suelo	<ul style="list-style-type: none"> - Contaminación del aire por los gases desprendidos de la maquinaria y por el material desprendido. - Suelo erosionado por el retiro de la flora existente.
	Operación y mantenimiento	Agua Humano Aire Suelo	<ul style="list-style-type: none"> - Falta de agua en el momento del mantenimiento. - Suelo erosionado por el retiro de la flora existente. - Contaminación del aire por el material desprendido. - Problemas respiratorios de los empleados.
	Diagnóstico del sistema de tuberías, válvulas y accesorios	Agua Humano Suelo	<ul style="list-style-type: none"> - Falta de agua en el momento del mantenimiento. - Problemas respiratorios de los empleados. - Contaminación del suelo por los desechos generados.
	Eliminación de residuos	Agua Humano Suelo	<ul style="list-style-type: none"> - Contaminación del cuerpo agua debido al manejo de los residuos. - Mala calidad del agua, por lo que los consumidores pueden contraer enfermedades. - Contaminación del suelo por los

			desechos generados.
--	--	--	---------------------

ETAPA DE CONSTRUCCIÓN

Registro Ambiental	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
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	Emisión de material particulado Humedecimiento de los caminos de acceso a la zona de trabajo con el fin de evitar la dispersión de partículas de tierra en zonas con edificios. Así mismo en el transporte de materiales de préstamo importado o en el transporte de escombros se realizará un humedecimiento y 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.	Constructor Fiscalizador	Mes 1	Mes 6	\$ 2388.60
	Emisión de gases de combustión Uso de vehículos y maquinarias en buen estado que generen la menor cantidad de gases durante su funcionamiento. Mantenimiento periódico de las maquinarias y demás equipos para evitar el mal funcionamiento y la emisión de gases. Control y prohibición de la incineración de residuos generados en el personal de obra durante la rehabilitación.	Constructor Fiscalizador Técnico ambiental	Mes 1	Mes 6	\$ 3570.58
	Control en la generación de ruido	Constructor Fiscalizador Técnico ambiental	Mes 1	Mes 6	\$ 815.65

	<p>Los equipos motorizados deberán contar con silenciadores en buen estado para la reducción de ruido durante su funcionamiento. El personal de obra del proyecto deberá contar con el equipo de protección necesario de acuerdo con la actividad a realizar. Prohibición del uso innecesario de sirenas o bocinas durante las horas de trabajo.</p>				
Plan de manejo de desechos (PMD)					
Actividad	Responsable	Fecha inicio	Fecha fin	Presupuesto	
<p>Manejo de desechos de construcción y escombros: Los desechos líquidos y sólidos producidos durante la etapa de construcción serán desalojados de manera inmediata y transportados al relleno sanitario municipal.</p>	Constructor	Mes 1	Mes 6	\$ 2963.42	
Plan de relaciones comunitarias (PRC)					
Actividad	Responsable	Fecha inicio	Fecha fin	Presupuesto	
<p>Información y participación ciudadana: Capacitación a las personas del lugar a través de charlas y talleres, para dar a conocer la gestión ambiental del proyecto.</p>	Técnico ambiental	Mes 1	Mes 2	\$ 650.00	
Plan de contingencias (PC)					
Actividad	Responsable	Fecha inicio	Fecha fin	Presupuesto	
<p>Accidentes laborales durante la construcción Se deben colocar puestos de emergencia cerca de la zona de construcción.</p>	Fiscalizador Constructor	Mes 1	Mes 11	\$ 1450.25	
<p>Derrame de desechos combustible por falta de</p>	Fiscalizador Constructor	Mes 1	Mes 11	\$ 2350.00	

<p>mantenimiento en las maquinarias</p> <p>Se debe realizar un reemplazo inmediato la maquinaria que está presentando problemas de derrame de combustible, o se le debe dar el debido mantenimiento lo antes posible para seguir con las actividades de construcción.</p>				
<p>En caso de producirse algún incendio:</p> <p>Se debe contar con extintores en la zona de trabajo, y estos tienen que estar completamente llenos o deben ser recargados en caso de haber sido usados previamente.</p>	Fiscalizador Constructor	Mes 1	Mes 11	\$ 795.20
Plan de comunicación y capacitación (PCC)				
Actividad	Responsable	Fecha inicio	Fecha fin	Presupuesto
<p>Capacitación ambiental al personal de obra</p> <p>Se deberán realizar charlas sobre las medidas ambientales que se aplicarán durante la etapa de construcción del proyecto, siguiendo el plan de manejo ambiental.</p>	Técnico ambiental	Mes 1	Mes 11	\$ 950.00
Plan de seguridad y salud ocupacional (PSSO)				
Actividad	Responsable	Fecha inicio	Fecha fin	Presupuesto
<p>Control de riesgo y uso de equipos de seguridad</p> <p>Todo el personal debe usar vestimenta 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.</p>	Constructor Fiscalizador	Mes 1	Mes 11	\$ 1680.98
<p>Colocación de señalética en la zona de trabajo</p> <p>Se debe colocar las respectivas señales de peligro (zona en construcción) como: conos, letreros,</p>	Constructor Fiscalizador	Mes 1	Mes 11	\$ 1500.00

	señales de desvío (en caso de que se estén realizando trabajos en la calle), cinta para delimitar la zona de trabajo.				
Plan de monitoreo y seguimiento (PMS)					
	Actividad	Responsable	Fecha inicio	Fecha fin	Presupuesto
	Control de material particulado en el aire Aplicación de agua al momento de realizar alguna excavación. Se debe monitorear la cantidad de polvo en el aire, mediante el uso de equipos adecuados y previamente calibrados.	Constructor Fiscalizador	Mes 1	Mes 11	\$ 2150.50
	Seguimiento al Plan de Manejo Ambiental Debe llevarse un monitoreo constante del cumplimiento del PMA durante toda la etapa de construcción.	Constructor Técnico ambiental	Mes 1	Mes 11	\$ 1850.00
Plan de rehabilitación (PR)					
	Actividad	Responsable	Fecha inicio	Fecha fin	Presupuesto
	Reforestación en zonas que fueron afectadas inevitablemente en la construcción Plantación de árboles en aquellas zonas que se tuvo que talar por cuestión de espacio y actividades de obra.	Técnico ambiental Fiscalizador	Mes 11	Mes 12	\$ 2180.00
	Reparación de vías y aceras en tramos intervenidos Se deben reparar las calles y aceras que fueron destruidas durante el cambio de tuberías en las zonas requeridas.	Constructor Fiscalizador	Mes 11	Mes 12	\$ 10000.00
Plan de cierre, abandono y entrega del área (PCA)					
	Actividad	Responsable	Fecha inicio	Fecha fin	Presupuesto
	Plan de abandono Se debe verificar que la obra terminada se encuentre en buen estado y funcionando correctamente, y luego realizar el retiro, cierre de campamento, y limpieza de la zona. Además, se debe verificar no haya habido ninguna alteración al medio	Constructor Fiscalizador Técnico ambiental	Mes 12	Mes 12	\$ 1780.00

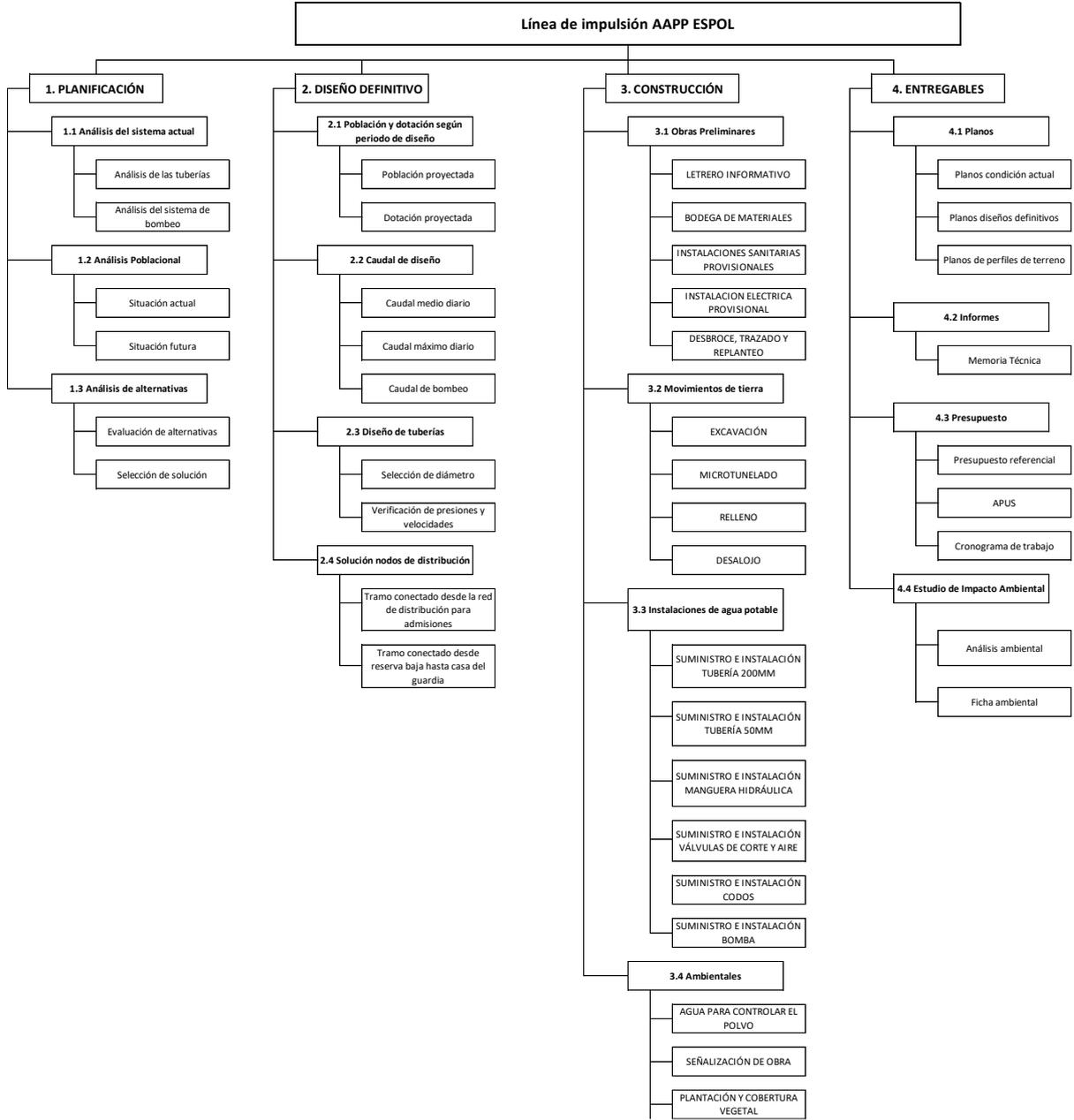
	ambiente no prevista después de la finalización de la obra, y que se haya cumplido con el plan de manejo ambiental en toda la etapa de construcción.													
	Cronograma del Plan de Manejo Ambiental													
	PMA	meses											Costo \$	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
	<i>Plan de Prevención y Mitigación de Impactos.</i>													6774.83
	<i>Plan de Manejo de Desechos.</i>													2963.42
	<i>Plan de Relaciones Comunitarias</i>													650
	<i>Plan de Contingencias.</i>													4595.45
	<i>Plan de Comunicación y Capacitación</i>													950
	<i>Plan de Seguridad y Salud Ocupacional.</i>													3180.98
	<i>Plan de Monitoreo y Seguimiento.</i>													4000.50
	<i>Plan de Rehabilitación</i>													12180
	<i>Plan de Cierre, abandono y entrega del área.</i>													1780
	TOTAL													37075.18

8. INVENTARIO FORESTAL	
<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>Su proyecto tiene remoción de cobertura vegetal nativa?</p> <p> <input type="checkbox"/> SI <input checked="" type="checkbox"/> NO </p>

ANEXO B

**EDT, APUS, PRESUPUESTOS, CÁLCULO DE CANTIDADES Y
CRONOGRAMA**

ESTRUCTURA DE DESGLOCE DE TRABAJO



Estudios y diseños de la línea de impulsión del sistema de AAPP de ESPOL					
Campus Gustavo Galindo, Guayaquil, Ecuador					
2/2/2022					
PRESUPUESTO REFERENCIAL: TABLA DE RUBROS, UNIDADES, CANTIDADES Y PRECIOS					
#RUBRO	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
1. OBRAS PRELIMINARES					\$ 6.311,59
1.1	GUARDIANÍA	MES	5	\$ 425,00	\$ 2.125,00
1.2	LETRERO INFORMATIVO	U	4	\$ 259,21	\$ 1.036,84
1.3	BODEGA DE MATERIALES	M2	24	\$ 32,66	\$ 783,84
1.4	INSTALACIONES SANITARIAS PROVISIONALES	U	1	\$ 290,15	\$ 290,15
1.5	INSTALACION ELECTRICA PROVISIONAL	U	1	\$ 292,19	\$ 292,19
1.6	DESBROCE, TRAZADO Y REPLANTEO DE LA OBRA PARA INSTALACION DE TUBERIAS	M	1783,57	\$ 1,00	\$ 1.783,57
2. MOVIMIENTOS DE TIERRA					\$ 204.170,09
2.1	EXCAVACIÓN DE ZANJAS A MÁQUINA EN ROCA H=0.00-2.75M	M3	3088,7	\$ 19,22	\$ 59.364,81
2.2	EXCAVACIÓN DE TUNEL BAJO VÍA PAVIMENTADA (CON TOPO)	M	219,93	\$ 541,67	\$ 119.129,48
2.3	RELLENO O CAMA DE ARENA DE 0,10 METROS	M3	119,02	\$ 17,85	\$ 2.124,51
2.4	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL IMPORTADO ENTRE 10 -20 CM	M3	1130,2	\$ 16,36	\$ 18.490,07
2.5	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL DE SITIO	M3	658,47	\$ 2,65	\$ 1.744,95
2.6	DESALOJO DE MATERIAL DE 0,01 KM. A 5 KM.	M3	1417,21	\$ 2,34	\$ 3.316,27
3. INSTALACIONES DE AGUA POTABLE					\$ 290.168,45
3.1	SUMINISTRO TUBO PEAD PE 100 SDR 13.6 DIAM 200 MM + TRANSPORTE E INSTALACIÓN DE TUBERÍA MATRIZ DE PEAD DE D=200 MM.	M	995	\$ 148,60	\$ 147.857,00
3.2	SUMINISTRO TUBO PEAD PE 100 SDR 26 DIAM 50 MM + TRANSPORTE E INSTALACIÓN DE TUBERÍA MATRIZ DE PEAD DE D=50.	M	1051	\$ 119,56	\$ 125.657,56
3.3	SUMINISTRO E INSTALACIÓN MANGUERA HIDRÁULICA 1/2"	M	336	\$ 1,11	\$ 372,96
3.4	SUMINISTRO E INSTALACIÓN CODO PEAD KIT. PE 100 PN 10 PARA ELECTROFUSIÓN DIÁMETRO 200 MM. X 45º	U	3	\$ 105,20	\$ 315,60
3.5	SUMINISTRO E INSTALACIÓN CODO PEAD KIT. PE 100 PN 10 PARA ELECTROFUSIÓN DIÁMETRO 200 MM. X 90º (*)	U	5	\$ 105,20	\$ 526,00
3.6	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE VÁLVULA DE CORTE DE 200MM	U	4	\$ 695,29	\$ 2.781,16
3.7	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE VÁLVULA DE AIRE DE 200MM	U	3	\$ 575,16	\$ 1.725,48
3.8	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE ACOPLES PARA VÁLVULA DE CORTE Y/O AIRE DE 200 MM	U	7	\$ 155,39	\$ 1.087,73
3.9	CONSTRUCCIÓN DE DURMIENTES DE HORMIGÓN (MOJONES y/o ASIENTO DE VALVULA DE CORTE Y/O AIRE)	U	7	\$ 29,93	\$ 209,51
3.10	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE BRIDA UNIVERSAL 1 PA NETVITC EC CC 200mm	U	2	\$ 130,69	\$ 261,38
3.11	CONSTRUCCIÓN DE CAJA DE VALVULA DE AGUA POTABLE DE HORMIGÓN, INCLUYE ENCOFRADO	M3	17,5	\$ 439,16	\$ 7.685,30
3.12	BLOQUE DE ANCLAJE DE HS, F'c=280 KG/CM2.	U	2	\$ 162,38	\$ 324,76
3.13	SUMINISTRO E INSTALACIÓN SOPORTE METÁLICOS PARA CRUCE DE TUBERÍA POR PUENTE	U	10	\$ 8,89	\$ 88,90
3.14	PRUEBAS HIDRÁULICAS DE TUBERÍAS MATRICES DE D=50MM, 63MM, 90MM Y 110MM, CONTRATISTA.	M	1051	\$ 0,56	\$ 588,56
3.15	PRUEBAS HIDRÁULICAS DE TUBERIAS MATRICES DE D=160MM, 200MM, 225MM, 250MM Y 280MM CONTRATISTA.	M	995	\$ 0,69	\$ 686,55
4. EQUIPOS					\$ 51.000,00
4.1	SUMINISTRO E INSTALACION BOMBA 0,25 HP	U	1	\$ 45,00	\$ 45,00
4.2	SUMINISTRO E INSTALACION BOMBA 900 HP	U	2	\$ 25.500,00	\$ 51.000,00
5. PLAN DE MANEJO AMBIENTAL					\$ 112.600,58
5.1	AGUA PARA CONTROLAR EL POLVO POR EXCAVACIONES	M3	5599,428	\$ 6,73	\$ 37.709,67
5.2	SEÑALIZACION DE OBRA	U	30	\$ 10,63	\$ 318,90
5.3	PLANTACIÓN Y COBERTURA VEGETAL	M2	10358,24	\$ 3,62	\$ 37.496,83
5.4	PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS	U	1	\$ 6.774,83	\$ 6.774,83
5.5	MANEJO DE DESECHOS	U	1	\$ 2.963,42	\$ 2.963,42
5.6	RELACIONES COMUNITARIAS	U	1	\$ 650,00	\$ 650,00
5.7	CONTINGENCIAS	U	1	\$ 4.595,45	\$ 4.595,45
5.8	COMUNICACIÓN Y CAPACITACIÓN	U	1	\$ 950,00	\$ 950,00
5.9	SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL	U	1	\$ 3.180,98	\$ 3.180,98
5.10	MONITOREO Y SEGUIMIENTO	U	1	\$ 4.000,50	\$ 4.000,50
5.11	REHABILITACIÓN	U	1	\$ 12.180,00	\$ 12.180,00
5.12	CIERRE, ABANDONO Y ENTREGA DEL ÁREA	U	1	\$ 1.780,00	\$ 1.780,00
Costo directo					\$ 664.250,71
Costos indirectos (23%)					\$ 152.777,66
TOTAL					\$ 817.028,38

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

OBRA:	ESTUDIOS Y DISEÑOS DE LA LÍNEA DE IMPULSIÓN DEL SISTEMA DE AAPP DE ESPOL				
RUBRO	1.1				UNIDAD: MES
DETALLE	GUARDIANÍA			R	1,00

EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO O R	COSTO D=C*R

SUBTOTAL M

MANO DE OBRA

DESCRIPCION (CATEG)	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO O R	COSTO D=C*R
Guardián	1,00		425,00	1,000	\$ 425,00

SUBTOTAL N \$ -

MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO C=A*B

SUBTOTAL O

TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B

SUBTOTAL P

	TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	
	INDIRECTOS Y UTILIDADES %	
	OTROS INDIRECTOS %	
	COSTO TOTAL DEL RUBRO	
	VALOR OFERTADO	

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

OBRA:	ESTUDIOS Y DISEÑOS DE LA LÍNEA DE IMPULSIÓN DEL SISTEMA DE AAPP DE ESPOL				
RUBRO	1.2			UNIDAD: U	
DETALLE	LETRERO INFORMATIVO			R	1,00

EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO O R	COSTO D=C*R
Andamios metalicos	2,00	\$ 0,80	1,97	1,000	\$ 1,97

SUBTOTAL M \$ 1,97

MANO DE OBRA

DESCRIPCION (CATEG)	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO O R	COSTO D=C*R
Peon	2,00	\$ 3,62	7,24	1,000	\$ 7,24

SUBTOTAL N \$ 7,24

MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO C=A*B
Letrero informativo de obra, incluye instalacion	m2	1,00	\$ 250,00	\$ 250,00

SUBTOTAL O \$ 250,00

TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B

SUBTOTAL P

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)			\$ 259,21
INDIRECTOS Y UTILIDADES	%	23,00%	\$ 59,62
OTROS INDIRECTOS	%	0,00%	\$ -
COSTO TOTAL DEL RUBRO			\$ 318,83
VALOR OFERTADO			\$ 318,83

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

OBRA:	ESTUDIOS Y DISEÑOS DE LA LÍNEA DE IMPULSIÓN DEL SISTEMA DE AAPP DE ESPOL				
RUBRO	1.3			UNIDAD: M2	
DETALLE	BODEGA DE MATERIALES			R	0,75

EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO O R	COSTO D=C*R
Herramientas Menores	1,00	\$ 0,75	0,75	0,746	\$ 0,56

SUBTOTAL M \$ 0,56

MANO DE OBRA

DESCRIPCION (CATEG)	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO O R	COSTO D=C*R
Maestro de Obra Categoría C2	1,00	\$ 3,86	3,86	0,746	\$ 2,88
Carpintero Categoría D2	1,00	\$ 3,66	3,66	0,746	\$ 2,73
Peon Categoría E2	1,00	\$ 3,62	3,62	0,746	\$ 2,70

SUBTOTAL N \$ 8,31

MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO C=A*B
Cuarton semiduro	UNIDAD	2,00	\$ 2,59	\$ 5,18
Tira semidura	UNIDAD	1,00	\$ 1,72	\$ 1,72
Clavo para madera 2,5"	kg	0,10	\$ 1,41	\$ 0,14
Plywood industrial 5,2 mm	UNIDAD	1,00	\$ 10,60	\$ 10,60
Zinc plancha 12'	UNIDAD	1,00	\$ 6,15	\$ 6,15

SUBTOTAL O \$ 23,79

TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B

SUBTOTAL P

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)				\$ 32,66
INDIRECTOS Y UTILIDADES % 23,00%				\$ 7,51
OTROS INDIRECTOS % 0,00%				\$ -
COSTO TOTAL DEL RUBRO				\$ 40,17
VALOR OFERTADO				\$ 40,17

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

OBRA:	ESTUDIOS Y DISEÑOS DE LA LÍNEA DE IMPULSIÓN DEL SISTEMA DE AAPP DE ESPOL				
RUBRO	1.4			UNIDAD: U	
DETALLE	INSTALACIONES SANITARIAS PROVISIONALES		R		5,00
EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO O R	COSTO D=C*R
Herramientas Menores	1,00	\$ 0,75	0,75	5,000	\$ 3,75
SUBTOTAL M					\$ 3,75
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION (CATEG)	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO O R	COSTO D=C*R
Plomero Categoría D2	1,00	\$ 3,66	3,66	5,000	\$ 18,30
Peon Categoría E2	1,00	\$ 3,62	3,62	5,000	\$ 18,10
SUBTOTAL N					\$ 36,40
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO C=A*B	
Instalacion electrica provisional	UNIDAD	1,00	\$ 250,00	\$ 250,00	
SUBTOTAL O					\$ 250,00
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B	
SUBTOTAL P					
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)				\$	290,15
INDIRECTOS Y UTILIDADES %				23,00%	\$ 66,73
OTROS INDIRECTOS %				0,00%	\$ -
COSTO TOTAL DEL RUBRO				\$	356,88
VALOR OFERTADO				\$	356,88

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

OBRA:	ESTUDIOS Y DISEÑOS DE LA LÍNEA DE IMPULSIÓN DEL SISTEMA DE AAPP DE ESPOL				
RUBRO	1.5				UNIDAD: U
DETALLE	INSTALACION ELECTRICA PROVISIONAL				

EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENT O R	COSTO D=C*R
Herramientas Menores	1,00	\$ 0,75	0,75	5,000	\$ 3,75

SUBTOTAL M					\$ 3,75
------------	--	--	--	--	---------

MANO DE OBRA					
DESCRIPCION (CATEG)	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENT O R	COSTO D=C*R
Maestro Electricista Especializado Categoria C1	1,00	\$ 4,07	4,07	5,000	\$ 20,34
Peon Categoria E2	1,00	\$ 3,62	3,62	5,000	\$ 18,10

SUBTOTAL N					\$ 38,44
------------	--	--	--	--	----------

MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO C=A*B	
Instalacion electrica provisional	UNIDAD	1,00	\$ 250,00	\$	250,00

SUBTOTAL O					\$ 250,00
------------	--	--	--	--	-----------

TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B	

SUBTOTAL P					
------------	--	--	--	--	--

		TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)			\$ 292,19
		INDIRECTOS Y UTILIDADES	%	23,00%	\$ 67,20
		OTROS INDIRECTOS	%	0,00%	\$ -
		COSTO TOTAL DEL RUBRO			\$ 359,39
		VALOR OFERTADO			\$ 359,39

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

OBRA:	ESTUDIOS Y DISEÑOS DE LA LÍNEA DE IMPULSIÓN DEL SISTEMA DE AAPP DE ESPOL				
RUBRO	1.6			UNIDAD: M	
DETALLE	DESBROCE, TRAZADO Y REPLANTEO DE LA OBRA PARA INSTALACION DE TUBERIAS				
EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENT O R	COSTO D=C*R
Herramienta Menor 5%	0,05	\$ 0,67	0,03	0,040	\$ 0,00
Equipo topográfico (Estación Total +Nivel)	1,00	\$ 5,00	5,00	0,040	\$ 0,20
Motosierra	1,00	\$ 1,20	1,20	0,040	\$ 0,05
SUBTOTAL M					\$ 0,25
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION (CATEG)	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENT O R	COSTO D=C*R
Topógrafo	1,00	\$ 4,06	4,06	0,040	\$ 0,16
Cadenero	1,00	\$ 3,66	3,66	0,040	\$ 0,15
Operador de equipo liviano	0,50	\$ 3,66	1,83	0,040	\$ 0,07
Peon	2,00	\$ 3,62	7,24	0,040	\$ 0,29
SUBTOTAL N					\$ 0,67
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO C=A*B	
Estacas con pintura	U.	0,05	\$ 1,68	\$ 0,08	
SUBTOTAL O				\$ 0,08	
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B	
SUBTOTAL P					
		TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)			\$ 1,00
		INDIRECTOS Y UTILIDADES %			23,00% \$ 0,23
		OTROS INDIRECTOS %			0,00% \$ -
		COSTO TOTAL DEL RUBRO			\$ 1,23
		VALOR OFERTADO			\$ 1,23

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

OBRA:	ESTUDIOS Y DISEÑOS DE LA LÍNEA DE IMPULSIÓN DEL SISTEMA DE AAPP DE ESPOL				
RUBRO	2.2			UNIDAD:	M
DETALLE	EXCAVACIÓN DE TUNEL BAJO VÍA PAVIMENTADA (CON TOPO)			R	1,00

EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMENT O R	COSTO D=C*R
Topo perforacion bajo via-incluye m.o.	1,00	\$ 541,67	541,67	1,000	\$ 541,67

SUBTOTAL M \$ 541,67

MANO DE OBRA

DESCRIPCION (CATEG)	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMENT O R	COSTO D=C*R

SUBTOTAL N \$ -

MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO C=A*B

SUBTOTAL O \$ -

TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B

SUBTOTAL P \$ -

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)			\$ 541,67
INDIRECTOS Y UTILIDADES	%	23,00%	\$ 124,58
OTROS INDIRECTOS	%	0,00%	\$ -
COSTO TOTAL DEL RUBRO			\$ 666,25
VALOR OFERTADO			\$ 666,25

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

OBRA:	ESTUDIOS Y DISEÑOS DE LA LÍNEA DE IMPULSIÓN DEL SISTEMA DE AAPP DE ESPOL				
RUBRO	2.3			UNIDAD: M3	
DETALLE	RELLENO O CAMA DE ARENA DE 0,10 METROS		R		0,10

EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMENT O R	COSTO D=C*R
Herramienta Menor 5%	0,05	\$ 0,40	0,02	0,100	\$ 0,002
SUBTOTAL M					\$ 0,002

MANO DE OBRA					
DESCRIPCION (CATEG)	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMENT O R	COSTO D=C*R
Maestro Mayor en ejecución de Obras Civiles	0,10	\$ 4,06	0,41	0,100	\$ 0,04
Peón	1,00	\$ 3,62	3,62	0,100	\$ 0,36
SUBTOTAL N					\$ 0,40

MATERIALES				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO C=A*B
Arena (Puesta en Obra)	m3	1,00	\$ 17,45	\$ 17,45
SUBTOTAL O				\$ 17,45

TRANSPORTE				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B
SUBTOTAL P				

		TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	\$	17,85
		INDIRECTOS Y UTILIDADES %	23,00%	\$ 4,11
		OTROS INDIRECTOS %	0,00%	\$ -
		COSTO TOTAL DEL RUBRO	\$	21,96
		VALOR OFERTADO	\$	21,96

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

OBRA:	ESTUDIOS Y DISEÑOS DE LA LÍNEA DE IMPULSIÓN DEL SISTEMA DE AAPP DE ESPOL					
RUBRO	2.4				UNIDAD: M3	
DETALLE	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL IMPORTADO ENTRE 10 -20 CM					
				R		0,24
EQUIPOS						
DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMENT O R	COSTO D=C*R	
Herramienta Menor 5%	0,05	\$ 1,84	0,09	0,240	\$ 0,02	
Plancha Vibratoria	1,00	\$ 18,75	18,75	0,240	\$ 4,50	
SUBTOTAL M					\$ 4,52	
MANO DE OBRA						
DESCRIPCION (CATEG)	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMENT O R	COSTO D=C*R	
Maestro Mayor en ejecución de Obras Civiles	0,10	\$ 4,06	0,41	0,240	\$ 0,10	
Peón	2,00	\$ 3,62	7,24	0,240	\$ 1,74	
SUBTOTAL N					\$ 1,84	
MATERIALES						
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO C=A*B		
Casajo Grueso - fino	m3	1,20	\$ 7,50	\$ 9,00		
SUBTOTAL O				\$ 9,00		
TRANSPORTE						
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B		
SUBTOTAL P						
		TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)			\$ 15,36	
		INDIRECTOS Y UTILIDADES %			23,00%	\$ 3,53
		OTROS INDIRECTOS %			0,00%	\$ -
		COSTO TOTAL DEL RUBRO			\$ 18,89	
		VALOR OFERTADO			\$ 18,89	

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

OBRA:	ESTUDIOS Y DISEÑOS DE LA LÍNEA DE IMPULSIÓN DEL SISTEMA DE AAPP DE ESPOL					
RUBRO	2.5				UNIDAD: M3	
DETALLE	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL DE SITIO	R			0,22	

EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMENT O R	COSTO D=C*R
Herramienta Menor 5%	0,05	\$ 0,89	0,04	0,220	\$ 0,01
Plancha Vibratoria	1,00	\$ 7,50	7,50	0,220	\$ 1,65
SUBTOTAL M					\$ 1,66

MANO DE OBRA					
DESCRIPCION (CATEG)	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMENT O R	COSTO D=C*R
Maestro Mayor en ejecución de Obras Civiles	0,10	\$ 4,06	0,41	0,220	\$ 0,09
Peón	1,00	\$ 3,62	3,62	0,220	\$ 0,80
SUBTOTAL N					\$ 0,89

MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO C=A*B	
Agua	M3	0,20	\$ 0,50	\$ 0,10	
SUBTOTAL O					\$ 0,10

TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B	
SUBTOTAL P					

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)				\$ 2,65
INDIRECTOS Y UTILIDADES %				23,00%
OTROS INDIRECTOS %				0,00%
COSTO TOTAL DEL RUBRO				\$ 3,26
VALOR OFERTADO				\$ 3,26

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

OBRA:	ESTUDIOS Y DISEÑOS DE LA LÍNEA DE IMPULSIÓN DEL SISTEMA DE AAPP DE ESPOL					
RUBRO	2.6				UNIDAD: M3	
DETALLE	DESALOJO DE MATERIAL DE 0,01 KM. A 5 KM.			R		0,03

EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMENT O R	COSTO D=C*R
Volqueta 8m3	1,00	\$ 30,00	30,00	0,030	\$ 0,90
Retroexcavadora 75 HP	1,00	\$ 35,00	35,00	0,030	\$ 1,05
SUBTOTAL M					\$ 1,95

MANO DE OBRA					
DESCRIPCION (CATEG)	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMENT O R	COSTO D=C*R
Peón (ESTRUC. OCUP. E2)	1,00	\$ 3,62	3,62	0,030	\$ 0,11
Operadores Equipo Pesado (ESTRUC. OCUP. C1 G1)	1,00	\$ 4,06	4,06	0,030	\$ 0,12
Chofer profesional licencia E (ESTRUC. OCUP. Chofer C1)	1,00	\$ 5,31	5,31	0,030	\$ 0,16
SUBTOTAL N					\$ 0,39

MATERIALES				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO C=A*B
SUBTOTAL O				\$ -

TRANSPORTE				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B

SUBTOTAL P					
		TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)		\$	2,34
		INDIRECTOS Y UTILIDADES	%	23,00%	\$ 0,54
		OTROS INDIRECTOS	%	0,00%	\$ -
		COSTO TOTAL DEL RUBRO		\$	2,88
		VALOR OFERTADO		\$	2,88

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

OBRA:	ESTUDIOS Y DISEÑOS DE LA LÍNEA DE IMPULSIÓN DEL SISTEMA DE AAPP DE ESPOL			
RUBRO	3.1			UNIDAD: M
DETALLE	SUMINISTRO TUBO PEAD PE 100 SDR 13.6 DIAM 200 MM + TRANSPORTE E INSTALACIÓN DE TUBERÍA MATRIZ DE PEAD DE D=200 MM.			

EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO O R	COSTO D=C*R
Electrofusionador	0,80	\$ 5,00	4,00	5,000	20,00
Herramienta Menor para Electrofusión	1,00	\$ 5,00	5,00	5,000	25,00
Generador Eléctrico	0,80	\$ 2,00	1,60	5,000	8,00
SUBTOTAL M					\$ 53,00

MANO DE OBRA					
DESCRIPCION (CATEG)	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO O R	COSTO D=C*R
Maestro Mayor en ejecución de Obras Civiles	0,50	\$ 4,06	2,03	5,000	\$ 10,15
Plomero	1,00	\$ 3,66	3,66	5,000	\$ 18,30
Peón	2,00	\$ 3,62	7,24	5,000	\$ 36,20
SUBTOTAL N					\$ 64,65

MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO C=A*B	
TUBO PEAD PE 100 SDR 13.6 DIAM 200 MM	M	1,00	27,20	\$ 27,20	
SUBTOTAL O					\$ 27,20

TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B	
Transporte camión 250 quintales	Km.	15,00	0,25	3,75	
SUBTOTAL P					3,75

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)				\$ 148,60
INDIRECTOS Y UTILIDADES %				23,00%
OTROS INDIRECTOS %				-
COSTO TOTAL DEL RUBRO				\$ 182,78
VALOR OFERTADO				\$ 182,78

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

OBRA:	ESTUDIOS Y DISEÑOS DE LA LÍNEA DE IMPULSIÓN DEL SISTEMA DE AAPP DE ESPOL				
RUBRO	3.2				UNIDAD: M
DETALLE	SUMINISTRO TUBO PEAD PE 100 SDR 26 DIAM 50 MM + TRANSPORTE E INSTALACIÓN DE TUBERÍA MATRIZ DE PEAD DE D=50.				

EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO O R	COSTO D=C*R
Electrofusionador	0,80	\$ 5,00	4,00	5,000	20,00
Herramienta Menor para Electrofusión	1,00	\$ 5,00	5,00	5,000	25,00
Generador Eléctrico	0,80	\$ 2,00	1,60	5,000	8,00
SUBTOTAL M					\$ 53,00

MANO DE OBRA					
DESCRIPCION (CATEG)	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO O R	COSTO D=C*R
Maestro Mayor en ejecución de Obras Civiles	0,50	\$ 4,06	2,03	5,000	\$ 10,15
Plomero	1,00	\$ 3,66	3,66	5,000	\$ 18,30
Peón	2,00	\$ 3,62	7,24	5,000	\$ 36,20
SUBTOTAL N					\$ 64,65

MATERIALES				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO C=A*B
SUMINISTRO TUBO PEAD PE 100 SDR 26 DIAM 50 MM	M	1,00	\$ 1,91	\$ 1,91
SUBTOTAL O				\$ 1,91

TRANSPORTE				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B
SUBTOTAL P				

		TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	\$ 119,56
		INDIRECTOS Y UTILIDADES %	23,00% \$ 27,50
		OTROS INDIRECTOS %	0,00% \$ -
		COSTO TOTAL DEL RUBRO	\$ 147,06
		VALOR OFERTADO	\$ 147,06

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

OBRA:	ESTUDIOS Y DISEÑOS DE LA LÍNEA DE IMPULSIÓN DEL SISTEMA DE AAPP DE ESPOL				
RUBRO	3.3				UNIDAD: M
DETALLE	SUMINISTRO E INSTALACIÓN MANGUERA HIDRÁULICA 1/2"				
EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO O R	COSTO D=C*R
Herramientas Menores	1,00	\$ 0,75	0,92	0,020	\$ 0,02
SUBTOTAL M					\$ 0,02
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION (CATEG)	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO O R	COSTO D=C*R
Plomero	1,00	\$ 3,66	3,66	0,020	\$ 0,07
Peón	2,00	\$ 3,62	7,24	0,020	\$ 0,14
SUBTOTAL N					\$ 0,22
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO C=A*B	
Manguera Hidráulica 1/2"	M	1,00	\$ 0,87	\$ 0,87	
SUBTOTAL O					\$ 0,87
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B	
SUBTOTAL P					
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					\$ 1,11
INDIRECTOS Y UTILIDADES %					23,00% \$ 0,25
OTROS INDIRECTOS %					0,00% \$ -
COSTO TOTAL DEL RUBRO					\$ 1,36
VALOR OFERTADO					\$ 1,36

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

OBRA:	ESTUDIOS Y DISEÑOS DE LA LÍNEA DE IMPULSIÓN DEL SISTEMA DE AAPP DE ESPOL				
RUBRO	3.4			UNIDAD:	M3
DETALLE	SUMINISTRO E INSTALACIÓN CODO PEAD KIT. PE 100 PN 10 PARA ELECTROFUSIÓN DIÁMETRO 200 MM. X 45°				

EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENT O R	COSTO D=C*R
Herramienta Menor 5%	0,05	\$ 1,08	0,05	0,140	\$ 0,01

SUBTOTAL M					\$ 0,01
------------	--	--	--	--	---------

MANO DE OBRA					
DESCRIPCION (CATEG)	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENT O R	COSTO D=C*R
Maestro Mayor en ejecución de Obras Civiles	0,10	\$ 4,06	0,41	0,140	\$ 0,06
Plomero	1,00	\$ 3,66	3,66	0,140	\$ 0,51
Peón	1,00	\$ 3,62	3,62	0,140	\$ 0,51

SUBTOTAL N					\$ 1,08
------------	--	--	--	--	---------

MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO C=A*B	
Codo LR E-UZ 45° X 200mm PN 10	u	1,00	\$ 104,11	\$	104,11

SUBTOTAL O					\$ 104,11
------------	--	--	--	--	-----------

TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B	

SUBTOTAL P					
		TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)			\$ 105,20
		INDIRECTOS Y UTILIDADES	%	23,00%	\$ 24,20
		OTROS INDIRECTOS	%	0,00%	\$ -
		COSTO TOTAL DEL RUBRO			\$ 129,39
		VALOR OFERTADO			\$ 129,39

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

OBRA:	ESTUDIOS Y DISEÑOS DE LA LÍNEA DE IMPULSIÓN DEL SISTEMA DE AAPP DE ESPOL				
RUBRO	3.5				UNIDAD: U
DETALLE	SUMINISTRO E INSTALACIÓN CODO PEAD KIT. PE 100 PN 10 PARA ELECTROFUSIÓN DIÁMETRO 200 MM. X 90° (*)				
EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO O R	COSTO D=C*R
Herramienta Menor 5%	0,05	\$ 1,08	0,05	0,140	\$ 0,01
SUBTOTAL M					\$ 0,01
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION (CATEG)	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO O R	COSTO D=C*R
Maestro Mayor en ejecución de Obras Civiles	0,10	\$ 4,06	0,41	0,140	\$ 0,06
Plomero	1,00	\$ 3,66	3,66	0,140	\$ 0,51
Peón	1,00	\$ 3,62	3,62	0,140	\$ 0,51
SUBTOTAL N					\$ 1,08
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO C=A*B	
Codo LR E-UZ 45° X 200mm PN 10	u	1,00	\$ 104,11	\$ 104,11	
SUBTOTAL O					\$ 104,11
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B	
SUBTOTAL P					
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					\$ 105,20
INDIRECTOS Y UTILIDADES %					23,00% \$ 24,20
OTROS INDIRECTOS %					0,00% \$ -
COSTO TOTAL DEL RUBRO					\$ 129,39
VALOR OFERTADO					\$ 129,39

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

OBRA:	ESTUDIOS Y DISEÑOS DE LA LÍNEA DE IMPULSIÓN DEL SISTEMA DE AAPP DE ESPOL				
RUBRO	3.6			UNIDAD:	U
DETALLE	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE VÁLVULA DE CORTE DE 200MM				
EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENT O R	COSTO D=C*R
Herramienta Menor 5%					\$ 0,82
SUBTOTAL M					\$ 0,82
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION (CATEG)	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENT O R	COSTO D=C*R
Peón	2,00	\$ 3,62	7,24	1,110	\$ 8,04
Técnico Mecánico	1,00	\$ 3,82	3,82	1,110	\$ 4,24
Plomero	1,00	\$ 3,66	3,66	1,110	\$ 4,06
SUBTOTAL N					\$ 16,34
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO C=A*B	
Válvula de COMPUERTA HD BRIDADA 200mm/ 8" PN 16	U.	1,00	\$ 678,13	\$ 678,13	
SUBTOTAL O					\$ 678,13
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B	
SUBTOTAL P					
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					\$ 695,29
INDIRECTOS Y UTILIDADES %					23,00% \$ 159,92
OTROS INDIRECTOS %					0,00% \$ -
COSTO TOTAL DEL RUBRO					\$ 855,20
VALOR OFERTADO					\$ 855,20

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

OBRA:	ESTUDIOS Y DISEÑOS DE LA LÍNEA DE IMPULSIÓN DEL SISTEMA DE AAPP DE ESPOL				
RUBRO	3.7			UNIDAD: U	
DETALLE	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE VÁLVULA DE AIRE DE 200MM				
EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO O R	COSTO D=C*R
Herramienta Menor 5%					\$ 0,82
SUBTOTAL M					\$ 0,82
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION (CATEG)	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO O R	COSTO D=C*R
Peón	2,00	\$ 3,62	7,24	1,110	\$ 8,04
Técnico Mecánico	1,00	\$ 3,82	3,82	1,110	\$ 4,24
Plomero	1,00	\$ 3,66	3,66	1,110	\$ 4,06
SUBTOTAL N					\$ 16,34
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B		COSTO C=A*B
Válvula de aire de 200mm de hierro dúctil	U.	1,00	\$ 558,00		\$ 558,00
SUBTOTAL O					\$ 558,00
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B		COSTO C=A*B
SUBTOTAL P					
		TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)			\$ 575,16
		INDIRECTOS Y UTILIDADES %			23,00% \$ 132,29
		OTROS INDIRECTOS %			0,00% \$ -
		COSTO TOTAL DEL RUBRO			\$ 707,44
		VALOR OFERTADO			\$ 707,44

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

OBRA:	ESTUDIOS Y DISEÑOS DE LA LÍNEA DE IMPULSIÓN DEL SISTEMA DE AAPP DE ESPOL				
RUBRO	3.8			UNIDAD:	U
DETALLE	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE ACOPLES PARA VÁLVULA DE CORTE Y/O AIRE DE 200 MM				
EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMENT O R	COSTO D=C*R
Herramienta Menor 5%					\$ 0,16
SUBTOTAL M					\$ 0,16
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION (CATEG)	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMENT O R	COSTO D=C*R
Peón	2,00	\$ 3,62	7,24	0,250	\$ 1,81
Carpintero	0,50	\$ 3,65	1,83	0,250	\$ 0,46
Plomero	1,00	\$ 3,66	3,66	0,250	\$ 0,92
SUBTOTAL N					\$ 3,19
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B		COSTO C=A*B
Accesorios, Reductor acoples, pernos, etc	Unidad	1,00	\$ 43,30		\$ 43,30
Tubería DE PEAD PE-100 200 mm x 11,80 m. x 1 Mpa.	Unidad	0,35	\$ 62,68		\$ 21,94
Uniones Gibaults	Unidad	2,00	\$ 43,40		\$ 86,80
SUBTOTAL O					\$ 152,04
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B		COSTO C=A*B
SUBTOTAL P					
		TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)			\$ 155,39
		INDIRECTOS Y UTILIDADES %			23,00% \$ 35,74
		OTROS INDIRECTOS %			0,00% \$ -
		COSTO TOTAL DEL RUBRO			\$ 191,13
		VALOR OFERTADO			\$ 191,13

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

OBRA:	ESTUDIOS Y DISEÑOS DE LA LÍNEA DE IMPULSIÓN DEL SISTEMA DE AAPP DE ESPOL				
RUBRO	3.9				UNIDAD: U
DETALLE	CONSTRUCCIÓN DE DURMIENTES DE HORMIGÓN (MOJONES y /o ASIENTO DE VALVULA DE CORTE Y/O AIRE)				
EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO O R	COSTO D=C*R
Herramienta Menor 5%					\$ 0,17
SUBTOTAL M					\$ 0,17
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION (CATEG)	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO O R	COSTO D=C*R
Peón	1,00	\$ 3,62	3,62	0,375	\$ 1,36
Albañil	1,00	\$ 3,65	3,65	0,375	\$ 1,37
Carpintero	0,50	\$ 3,65	1,83	0,375	\$ 0,69
SUBTOTAL N					\$ 3,42
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO C=A*B	
Cemento (Puesto en Obra)	saco	0,20	\$ 7,68	\$ 1,54	
Arena (Puesta en Obra)	m3	0,22	\$ 18,00	\$ 3,96	
Piedra 3/4" (Puesta en Obra)- Piedra Chispa	m3	0,21	\$ 18,90	\$ 3,97	
Agua	m3	0,10	\$ 1,00	\$ 0,10	
Plastificante de Resistenc./Plastiment BV 40	10 kg	0,07	\$ 22,60	\$ 1,58	
Varillas para anclajes y losa	Kg	5,00	\$ 1,78	\$ 8,90	
Alambre galvanizado	Kg	0,10	\$ 2,54	\$ 0,25	
Tabla de encofrado	unidad	0,40	\$ 4,57	\$ 1,83	
Cuartones	unidad	1,00	4,00	\$ 4,00	
Clavos	Kg	0,10	2,13	\$ 0,21	
SUBTOTAL O					\$ 26,34
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B	
SUBTOTAL P					
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					\$ 29,93
INDIRECTOS Y UTILIDADES %					23,00% \$ 6,88
OTROS INDIRECTOS %					0,00% \$ -
COSTO TOTAL DEL RUBRO					\$ 36,82
VALOR OFERTADO					\$ 36,82

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

OBRA:	ESTUDIOS Y DISEÑOS DE LA LÍNEA DE IMPULSIÓN DEL SISTEMA DE AAPP DE ESPOL				
RUBRO	3.10				UNIDAD: U
DETALLE	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE BRIDA UNIVERSAL 1 PA NETVITC EC CC 200mm				
EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO O R	COSTO D=C*R
Herramienta Menor 5%	0,05	\$ 1,08	0,05	0,140	\$ 0,01
SUBTOTAL M					\$ 0,01
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION (CATEG)	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO O R	COSTO D=C*R
Maestro Mayor en ejecución de Obras Civiles	0,10	\$ 4,06	0,41	0,140	\$ 0,06
Plomero	1,00	\$ 3,66	3,66	0,140	\$ 0,51
Peón	1,00	\$ 3,62	3,62	0,140	\$ 0,51
SUBTOTAL N					\$ 1,08
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO C=A*B	
BRIDA UNIVERSAL 1 PA NETVITC EC CC 200mm	u	1,00	\$ 129,60	\$ 129,60	
SUBTOTAL O					\$ 129,60
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B	
SUBTOTAL P					
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					\$ 130,68
INDIRECTOS Y UTILIDADES %					23,00% \$ 30,06
OTROS INDIRECTOS %					0,00% \$ -
COSTO TOTAL DEL RUBRO					\$ 160,74
VALOR OFERTADO					\$ 160,74

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS+A464:H503

OBRA:	ESTUDIOS Y DISEÑOS DE LA LÍNEA DE IMPULSIÓN DEL SISTEMA DE AAPP DE ESPOL				
RUBRO	3.11				UNIDAD: M3
DETALLE	CONSTRUCCIÓN DE CAJA DE VALVULA DE AGUA POTABLE DE HORMIGÓN,INCLUYE ENCOFRADO				
EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO O R	COSTO D=C*R
Herramienta Menor 5%					\$ 1,19
SUBTOTAL M					\$ 1,19
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION (CATEG)	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO O R	COSTO D=C*R
Peón	3,00	\$ 3,62	10,86	1,000	\$ 10,86
Fierrero	2,00	\$ 3,66	7,32	1,000	\$ 7,32
Maestro de obra	0,50	\$ 4,06	2,03	1,000	\$ 2,03
Carpintero	1,00	\$ 3,66	3,66	1,000	\$ 3,66
SUBTOTAL N					\$ 23,87
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B		COSTO C=A*B
Hormigón premezclado	m3	2,30	\$ 131,60		\$ 302,68
Tabla dura de encofrado de 0,30 m	U.	15,21	\$ 5,50		\$ 83,66
Alambre galvanizado No. 18	Kg.	0,90	\$ 2,54		\$ 2,29
Varilla corrugada	qq.	0,03	\$ 49,11		\$ 1,42
Cuartones de encofrado	Kg.	5,50	\$ 4,00		\$ 22,00
Calvos 2"y 2 1/2	Kg.	0,75	\$ 2,13		\$ 1,60
Plastiment BV-40 10Kg	U.	0,02	\$ 22,60		\$ 0,45
SUBTOTAL O					\$ 414,09
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B		COSTO C=A*B
SUBTOTAL P					
		TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)			\$ 439,16
		INDIRECTOS Y UTILIDADES %			23,00% \$ 101,01
		OTROS INDIRECTOS %			0,00% \$ -
		COSTO TOTAL DEL RUBRO			\$ 540,16
		VALOR OFERTADO			\$ 540,16

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

OBRA:	ESTUDIOS Y DISEÑOS DE LA LÍNEA DE IMPULSIÓN DEL SISTEMA DE AAPP DE ESPOL				
RUBRO	3.12				UNIDAD: U
DETALLE	BLOQUE DE ANCLAJE DE HS, FC=280 KG/CM2.				
EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMENT O R	COSTO D=C*R
SUBTOTAL M					\$ -
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION (CATEG)	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMENT O R	COSTO D=C*R
SUBTOTAL N					\$ -
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO C=A*B	
Bloque de anclaje de HS 280 - incluye m.o.	U	1,00	\$ 162,38	\$ 162,38	
SUBTOTAL O				\$ 162,38	
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B	
SUBTOTAL P					
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)				\$	162,38
INDIRECTOS Y UTILIDADES %				23,00%	\$ 37,35
OTROS INDIRECTOS %				0,00%	\$ -
COSTO TOTAL DEL RUBRO				\$	199,73
VALOR OFERTADO				\$	199,73

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

OBRA:	ESTUDIOS Y DISEÑOS DE LA LÍNEA DE IMPULSIÓN DEL SISTEMA DE AAPP DE ESPOL				
RUBRO	3.13			UNIDAD:	U
DETALLE	SUMINISTRO E INSTALACIÓN SOPORTE METÁLICOS PARA CRUCE DE TUBERÍA POR PUENTE				
EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMENT O R	COSTO D=C*R
SUBTOTAL M					\$ -
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION (CATEG)	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMENT O R	COSTO D=C*R
SUBTOTAL N					\$ -
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO C=A*B	
Soporte metálico - incluye m.o.	U	1,00	\$ 8,89	\$ 8,89	
SUBTOTAL O				\$ 8,89	
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B	
SUBTOTAL P					
		TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)			\$ 8,89
		INDIRECTOS Y UTILIDADES %			23,00% \$ 2,04
		OTROS INDIRECTOS %			0,00% \$ -
		COSTO TOTAL DEL RUBRO			\$ 10,93
		VALOR OFERTADO			\$ 10,93

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

OBRA:	ESTUDIOS Y DISEÑOS DE LA LÍNEA DE IMPULSIÓN DEL SISTEMA DE AAPP DE ESPOL			
RUBRO	3.14			UNIDAD: M
DETALLE	PRUEBAS HIDRÁULICAS DE TUBERÍAS MATRICES DE D=50MM, 63MM, 90MM Y 110MM, CONTRATISTA.			

EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMENT O R	COSTO D=C*R
SUBTOTAL M					\$ -

MANO DE OBRA					
DESCRIPCION (CATEG)	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMENT O R	COSTO D=C*R
SUBTOTAL N					\$ -

MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO C=A*B	
Prueba hidráulica (50,63,90,110 MM)	M	1,00	\$ 0,56	\$ 0,56	
SUBTOTAL O				\$ 0,56	

TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B	
SUBTOTAL P					

		TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	\$	0,56
		INDIRECTOS Y UTILIDADES %	23,00%	\$ 0,13
		OTROS INDIRECTOS %	0,00%	\$ -
		COSTO TOTAL DEL RUBRO	\$	0,69
		VALOR OFERTADO	\$	0,69

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

OBRA:	ESTUDIOS Y DISEÑOS DE LA LÍNEA DE IMPULSIÓN DEL SISTEMA DE AAPP DE ESPOL				
RUBRO	3.15				UNIDAD: M
DETALLE	PRUEBAS HIDRÁULICAS DE TUBERIAS MATRICES DE D=160MM, 200MM, 225MM, 250MM Y 280MM CONTRATISTA.				
EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMENT O R	COSTO D=C*R
SUBTOTAL M					\$ -
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION (CATEG)	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMENT O R	COSTO D=C*R
SUBTOTAL N					\$ -
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO C=A*B	
Prueba hidráulica (160, 200, 225, 250, 280 MM)	M	1,00	\$ 0,69	\$ 0,69	
SUBTOTAL O				\$ 0,69	
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B	
SUBTOTAL P					
		TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)			\$ 0,69
		INDIRECTOS Y UTILIDADES %		23,00%	\$ 0,16
		OTROS INDIRECTOS %		0,00%	\$ -
		COSTO TOTAL DEL RUBRO			\$ 0,85
		VALOR OFERTADO			\$ 0,85

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

OBRA:	ESTUDIOS Y DISEÑOS DE LA LÍNEA DE IMPULSIÓN DEL SISTEMA DE AAPP DE ESPOL				
RUBRO	4.1			UNIDAD:	U
DETALLE	SUMINISTRO E INSTALACION BOMBA 0,04 HP				

EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMENT O R	COSTO D=C*R
SUBTOTAL M					\$ -

MANO DE OBRA					
DESCRIPCION (CATEG)	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMENT O R	COSTO D=C*R
SUBTOTAL N					\$ -

MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO C=A*B	
Suministro e instalación bomba 0,04 HP	U	1,00	\$ 45,00	\$	45,00
SUBTOTAL O				\$	45,00

TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B	
SUBTOTAL P					

		TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	\$	45,00
		INDIRECTOS Y UTILIDADES %	23,00%	\$ 10,35
		OTROS INDIRECTOS %	0,00%	\$ -
		COSTO TOTAL DEL RUBRO	\$	55,35
		VALOR OFERTADO	\$	55,35

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

OBRA:	ESTUDIOS Y DISEÑOS DE LA LÍNEA DE IMPULSIÓN DEL SISTEMA DE AAPP DE ESPOL				
RUBRO	5.1			UNIDAD:	M3
DETALLE	AGUA PARA CONTROLAR EL POLVO POR EXCAVACIONES			R	0,17
EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO O R	COSTO D=C*R
Herramienta menor 5% de M.O					\$ 0,05
Tanquero de 2000 litros	1,00	\$ 25,00	25,00	0,170	\$ 4,25
SUBTOTAL M					\$ 4,30
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION (CATEG)	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO O R	COSTO D=C*R
Chofer de tanquero (EST. OC. C1)	0,50	\$ 5,32	2,66	0,170	\$ 0,45
Peón (EST. OC. E2)	1,00	\$ 3,60	3,60	0,170	\$ 0,61
SUBTOTAL N					\$ 1,06
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO C=A*B	
Agua	m3	1,05	1,30	\$ 1,37	
SUBTOTAL O					\$ 1,37
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B	
SUBTOTAL P					
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					\$ 6,73
INDIRECTOS Y UTILIDADES %					23% \$ 1,55
OTROS INDIRECTOS %					\$ -
COSTO TOTAL DEL RUBRO					\$ 8,28
VALOR OFERTADO					\$ 8,28

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

OBRA:	ESTUDIOS Y DISEÑOS DE LA LÍNEA DE IMPULSIÓN DEL SISTEMA DE AAPP DE ESPOL			
RUBRO	5.2			UNIDAD: U
DETALLE	SEÑALIZACION DE OBRA		R	0,80

EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMENT O R	COSTO D=C*R
Herramienta menor 5% de M.O					\$ 0,16
Soldadora	1,00	2,65	2,65	0,800	\$ 2,12
SUBTOTAL M					\$ 2,28

MANO DE OBRA					
DESCRIPCION (CATEG)	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMENT O R	COSTO D=C*R
Maestro especial de soldador	0,10	\$ 4,03	0,40	0,800	\$ 0,32
Peón (EST. OC. E2)	1,00	\$ 3,60	3,60	0,800	\$ 2,88
SUBTOTAL N					\$ 3,20

MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO C=A*B	
Letreros de prevención	u	1,00	\$ 5,15	\$ 5,15	
SUBTOTAL O					\$ 5,15

TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B	

SUBTOTAL P					
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)				\$	10,63
INDIRECTOS Y UTILIDADES %				23,00%	\$ 2,45
OTROS INDIRECTOS %				0,00%	\$ -
COSTO TOTAL DEL RUBRO				\$	13,08
VALOR OFERTADO				\$	13,08

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

OBRA:	ESTUDIOS Y DISEÑOS DE LA LÍNEA DE IMPULSIÓN DEL SISTEMA DE AAPP DE ESPOL				
RUBRO	5.3				UNIDAD: M2
DETALLE	PLANTACIÓN Y COBERTURA VEGETAL				
EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMENT O R	COSTO D=C*R
Herramienta menor 5% de M.O					\$ 0,01
SUBTOTAL M					\$ 0,01
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION (CATEG)	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMENT O R	COSTO D=C*R
Peón (EST. OC. E2)	1,00	\$ 3,60	3,60	0,030	\$ 0,11
SUBTOTAL N					\$ 0,11
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO C=A*B	
Plantas	u	1,00	\$ 3,50	\$ 3,50	
SUBTOTAL O					\$ 3,50
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B	
SUBTOTAL P					
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					\$ 3,62
INDIRECTOS Y UTILIDADES %					23,00% \$ 0,83
OTROS INDIRECTOS %					0,00% \$ -
COSTO TOTAL DEL RUBRO					\$ 4,45
VALOR OFERTADO					\$ 4,45

Codigo	101				
Rubro	Excavación movimientos de tierra				
Unidad	m3				
Ancho de zanja:	1,2	m			
Tubería despues del puente hasta la conexión con tubería existente:					
		Absisa	Cota T.N [m]	Prof Excava [m]	Volumen [m³]
		360	39,35	37,85	0,00
		380	40,44	39,10	37,68
		400	41,70	40,30	36,48
		420	43,53	41,96	39,24
		440	45,47	43,80	42,48
		460	47,16	45,84	39,48
		480	48,24	46,90	35,52
		500	48,91	47,50	36,60
		520	49,59	48,15	37,80
		540	50,26	48,60	40,80
		560	51,70	50,32	40,08
		580	53,46	52,24	34,80
		600	56,11	54,64	35,88
		620	59,08	57,88	35,64
		640	61,96	60,43	36,36
		660	63,14	61,60	40,44
		680	63,31	61,80	40,20
		700	63,14	61,60	40,20
		720	63,84	62,70	35,76
		740	67,33	66,01	33,12
		760	70,40	69,33	32,28
		780	74,46	73,19	31,68
		800	77,83	76,25	37,80
		820	80,82	79,42	39,36
		840	82,47	80,89	39,36
		860	83,91	82,27	42,24
		880	85,00	83,54	40,80
		900	85,98	84,54	38,40
		920	86,00	84,58	37,92
		940	84,92	83,28	40,32
		960	83,53	81,98	41,88
		980	83,46	81,83	41,76
		1000	83,55	82,08	40,80
				Total	1223,16

Tubería hacia admisiones:				
Ancho de zanja:	1	m		
Absisa	Cota T.N [m]	Prof Excava [m]	Volumen [m ³]	
0	91,80	90,30	0,00	
20	87,89	85,57	41,20	
40	85,07	83,84	38,50	
60	83,60	82,33	28,00	
80	81,63	80,16	30,40	
100	78,56	76,97	33,60	
120	74,45	72,90	34,40	
140	71,06	69,54	33,70	
160	68,92	67,34	34,00	
180	67,62	66,35	31,50	
200	68,17	66,72	30,20	
220	69,69	68,20	32,40	
240	72,90	71,49	32,00	
260	76,24	74,76	31,90	
280	79,92	78,38	33,20	
300	83,22	81,83	32,30	
320	85,36	83,94	31,10	
340	87,01	85,55	31,80	
360	88,44	87,07	31,30	
380	88,23	86,84	30,60	
400	87,92	86,40	32,10	
420	87,22	85,66	33,80	
440	86,38	84,92	33,20	
460	85,48	83,84	34,00	
480	85,37	83,86	34,50	
500	85,34	83,65	35,00	
520	85,18	83,71	34,60	
540	84,40	82,96	32,10	
560	83,07	81,50	33,10	
580	81,20	79,71	33,60	
600	78,85	77,44	32,00	
620	77,08	75,50	32,90	
640	75,67	74,11	34,40	
660	75,68	74,23	33,10	
680	76,67	75,05	33,70	
700	77,74	76,28	33,80	
720	78,45	76,91	33,00	
740	80,07	78,67	32,40	
760	81,42	79,94	31,80	
780	82,28	80,84	32,20	
800	83,20	81,69	32,50	
820	84,05	82,54	33,20	
840	84,57	82,96	34,20	
860	84,45	82,92	34,40	
880	83,54	81,96	34,10	
900	82,39	81,00	32,70	
920	81,24	79,80	31,30	
940	78,80	77,31	32,30	
960	77,17	75,80	31,60	
980	75,15	73,79	30,30	
1000	74,01	72,61	30,60	
1020	73,46	71,81	33,50	
1040	73,32	71,75	35,20	
1051	73,60	72,09	18,59	
		Total	1731,89	

Tubería hacia estacion eléctrica:					
Ancho de zanja:	1	m			
		Absisa	Cota T.N [m]	Prof Excava [m]	Volumen [m3]
		0	91,8	90,3	0
		20	91,96	90,46	33
		40	93,36	91,86	33
		60	95,55	94,05	33
		81	95,55	94,05	34,65
				Total	133,65
		Volumen total de excavación		3088,70	m3

Codigo	102				
Rubro	Relleno de cama de arena				
Unidad	m3				

Tubería después del puente hasta la conexión con tubería existente:					
Ancho de zanja:	1,2	m			
Longitud:	648,8	m			
Profundidad:	0,08	m			
			Volumen =	62,28	m ³

Tubería hacia admisiones					
Ancho de zanja:	1	m			
Longitud:	1134,8	m			
Profundidad:	0,05	m			
			Volumen =	56,74	m ³
			Volumen total relleno de cama de arena :		
		Volumen total		119,02	m3

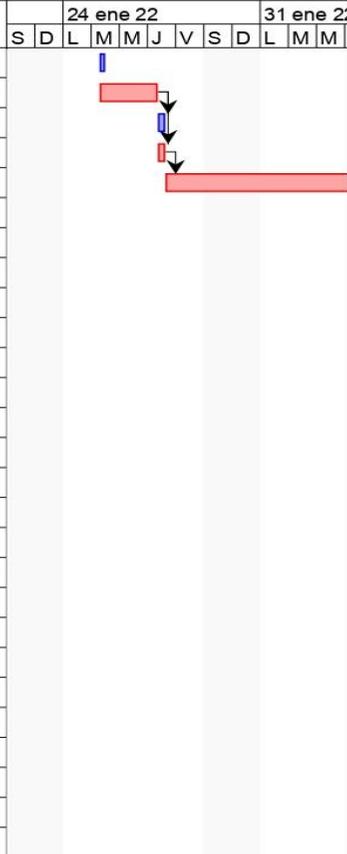
Codigo	103			
Rubro	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL IMPORTADO ENTRE 10 -20 CM			
Unidad	m3			
Tubería después del puente hasta la conexión con tubería existente:				
Ancho de zanja:	1,2	m		
Longitud:	648,8	m		
Profundidad:	0,65	m		
			Volumen =	506,06 m ³
Tubería hacia admisiones				
Ancho de zanja:	1	m		
Longitud:	1134,8	m		
Profundidad:	0,55	m		
			Volumen =	624,14 m ³
Volumen total material de mejoramiento:				
			Volumen total	1130,20 m3

Codigo	104			
Rubro	Relleno compactado con material de sitio			
Unidad	m3			
Tubería después del puente hasta la conexión con tubería existente:				
Ancho de zanja:	1,2	m		
Longitud:	648,8	m		
Profundidad:	0,7	m		
			Volumen =	544,99 m ³
Tubería hacia admisiones				
Ancho de zanja:	1	m		
Longitud:	1134,8	m		
Profundidad:	0,1	m		
			Volumen =	113,48 m ³
Volumen total relleno:				
			Volumen total	658,47 m3

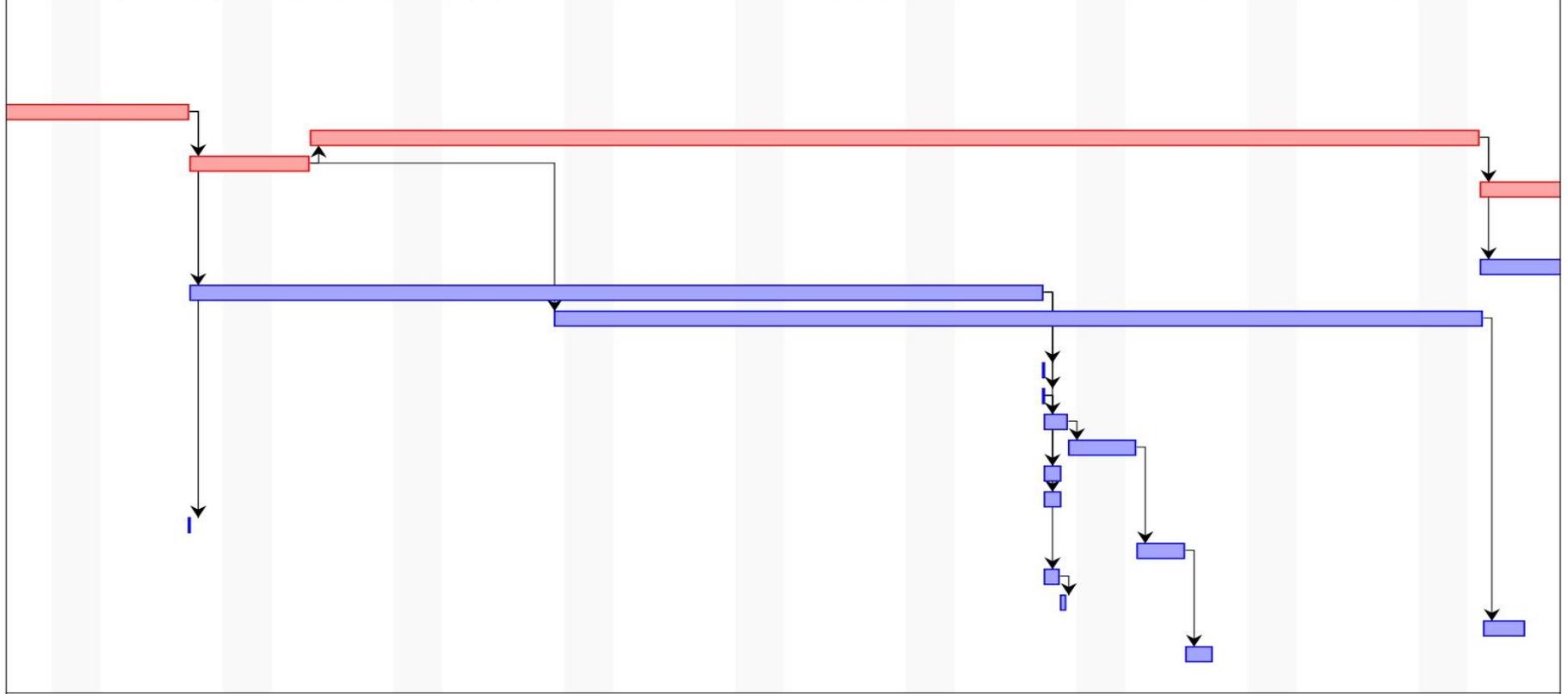
Codigo	105				
Rubro	Desalojo de material hasta 5 Km				
Unidad	m3				
Tubería después del puente hasta la conexión con tubería existente:					
El espesor de la capa de desalojo es de 0.8 m					
Ancho de zanja:	1,2	m			
Longitud:	648,8	m			
Profundidad:	0,8	m			
			Volumen =	622,85	m ³
Tubería hacia admisiones					
El espesor de la capa de desalojo es de 0.7 m					
Ancho de zanja:	1	m			
Longitud:	1134,8	m			
Profundidad:	0,7	m			
			Volumen =	794,36	m ³
Volumen total material de desalojo:					
			Volumen total	1417,21	m3

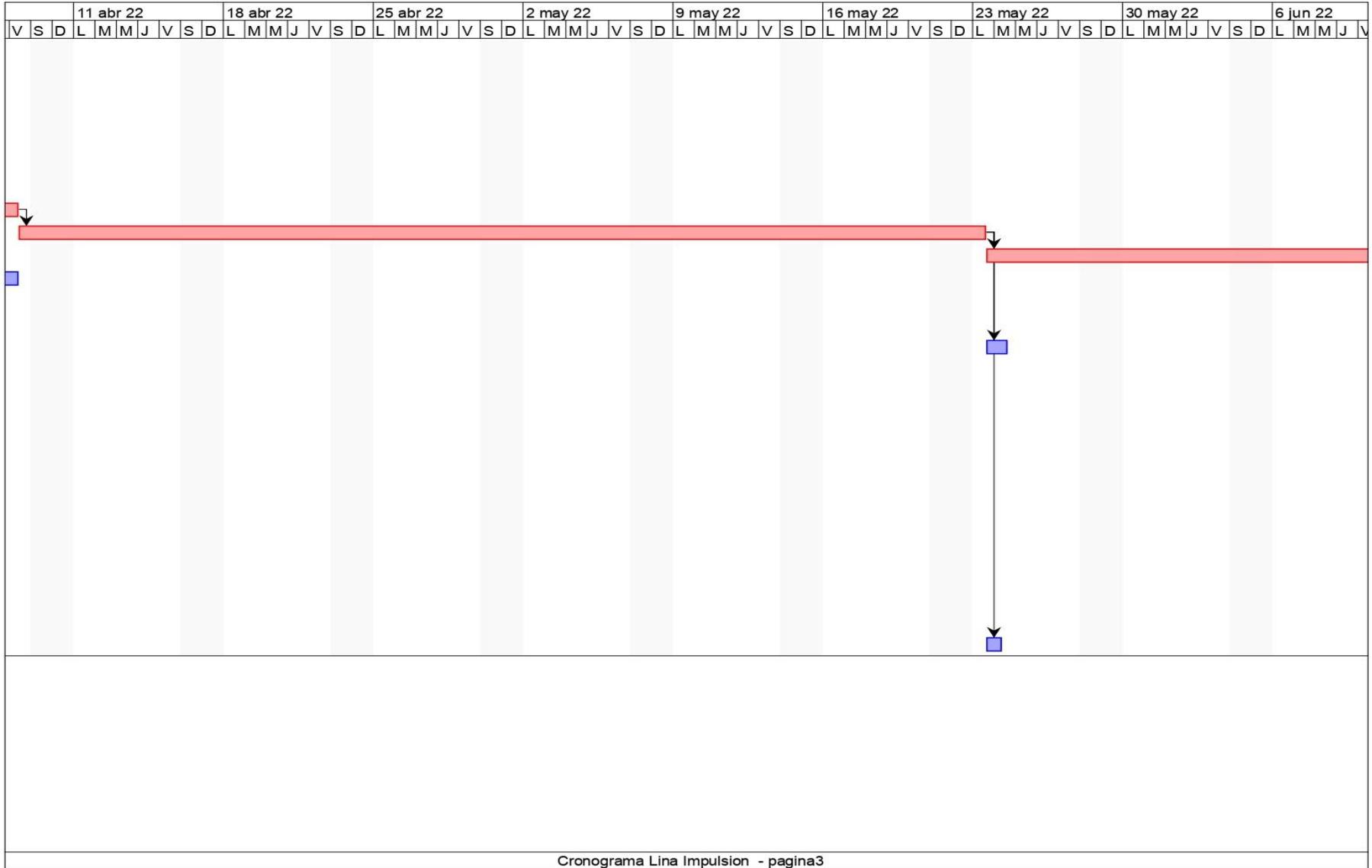
Codigo	201			
Rubro	Trazado y replanteo de tuberías			
Unidad	ml			
	Tramo de tubería		Longitud [m]	
	Después del puente hasta conexión		648,8	
	Tubería hacia admisiones		1134,77	
		TOTAL [m]:	1783,57	
Codigo	202			
Rubro	Suministro e instalación de tuberías de PEAD Ø200mm - 1.25 Mpa			
Unidad	ml			
	Tramo de tubería		Longitud [m]	
	Tubería que atraviesa vía Perimetral		346,2	
	Después del puente hasta conexión		648,8	
		TOTAL [m]:	995	
Codigo	203			
Rubro	Suministro e instalación de tuberías de PEAD Ø40mm - 0.8 Mpa			
Unidad	ml			
	Tramo de tubería		Longitud [m]	
	Tubería hacia admisiones		1051,6	
		TOTAL [m]:	1051,6	

	📍	Nombre	Duracion	Inicio	Terminado	Predecesores	Nombres del Recurso	24 ene 22							31 ene 22					
								S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	
1		LETRERO INFORMATIVO	0,5 days	25/01/22 8:00	25/01/22 13:00															
2		BODEGA DE MATERIALES	2,24 days	25/01/22 8:00	27/01/22 9:55															
3		INSTALACIONES SANITARIAS PR...	0,63 days	27/01/22 9:55	27/01/22 15:57	2														
4		INSTALACION ELECTRICA PROVIS...	0,63 days	27/01/22 9:55	27/01/22 15:57	2														
5		DESBROCE, TRAZADO Y REPLANT...	10,04 days	27/01/22 15:57	10/02/22 16:16	4														
6		EXCAVACIÓN DE ZANJAS A MÁQU...	33,9 days	15/02/22 14:16	04/04/22 13:28	7														
7		EXCAVACIÓN DE TUNEL BAJO VÍA...	2,75 days	10/02/22 16:16	15/02/22 14:16	5														
8		RELLENO O CAMA DE ARENA DE 0...	3,77 days	04/04/22 13:28	08/04/22 10:38	6														
9		RELLENO COMPACTADO CON MA...	31,64 days	08/04/22 10:38	23/05/22 16:45	8														
10		RELLENO COMPACTADO CON MA...	16,57 days	23/05/22 16:45	15/06/22 13:19	9														
11		DESALOJO DE MATERIAL DE 0,01 ...	3,77 days	04/04/22 13:28	08/04/22 10:38	6														
12		SUMINISTRO TUBO PEAD PE 100 ...	24,88 days	10/02/22 16:16	17/03/22 15:19	5														
13		SUMINISTRO TUBO PEAD PE 100 ...	26,28 days	25/02/22 14:16	04/04/22 16:31	7FS+8 days														
14		SUMINISTRO E INSTALACIÓN MA...	0,84 days	23/05/22 16:45	24/05/22 15:28	9														
15		SUMINISTRO E INSTALACIÓN CO...	0,05 days	17/03/22 15:19	17/03/22 15:43	12														
16		SUMINISTRO E INSTALACIÓN CO...	0,09 days	17/03/22 15:19	17/03/22 16:02	12														
17		SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE ...	1 day	17/03/22 16:02	18/03/22 16:02	16														
18		SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE ...	0,42 days	18/03/22 16:02	21/03/22 10:24	17														
19		SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE ...	0,22 days	17/03/22 16:02	18/03/22 8:48	16														
20		CONSTRUCCIÓN DE DURMIENTES...	0,33 days	17/03/22 16:02	18/03/22 9:40	16														
21		SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE ...	0,04 days	10/02/22 16:16	10/02/22 16:36	5														
22		CONSTRUCCIÓN DE CAJA DE VAL...	2,19 days	21/03/22 10:24	23/03/22 11:55	18														
23		BLOQUE DE ANCLAJE DE HS, F'C=...	0,25 days	17/03/22 15:19	18/03/22 8:19	12														
24		SUMINISTRO E INSTALACIÓN SOP...	0,63 days	18/03/22 8:19	18/03/22 14:21	23														
25		PRUEBAS HIDRÁULICAS DE TUBE...	1,31 days	04/04/22 16:31	06/04/22 10:00	13														
26		PRUEBAS HIDRÁULICAS DE TUBE...	1,24 days	23/03/22 11:55	24/03/22 14:50	22														
27		SUMINISTRO E INSTALACION BO...	0,13 days	23/05/22 16:45	24/05/22 8:48	9														



	7 feb 22				14 feb 22				21 feb 22				28 feb 22				7 mar 22				14 mar 22				21 mar 22				28 mar 22				4 abr 22									
J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J

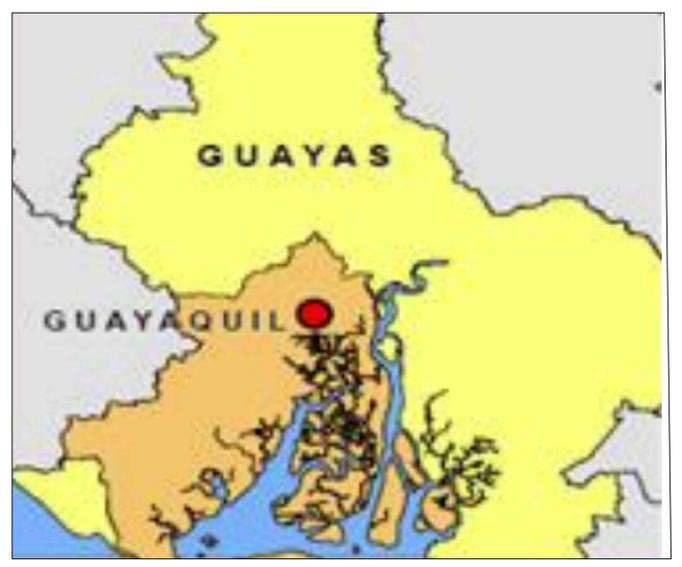
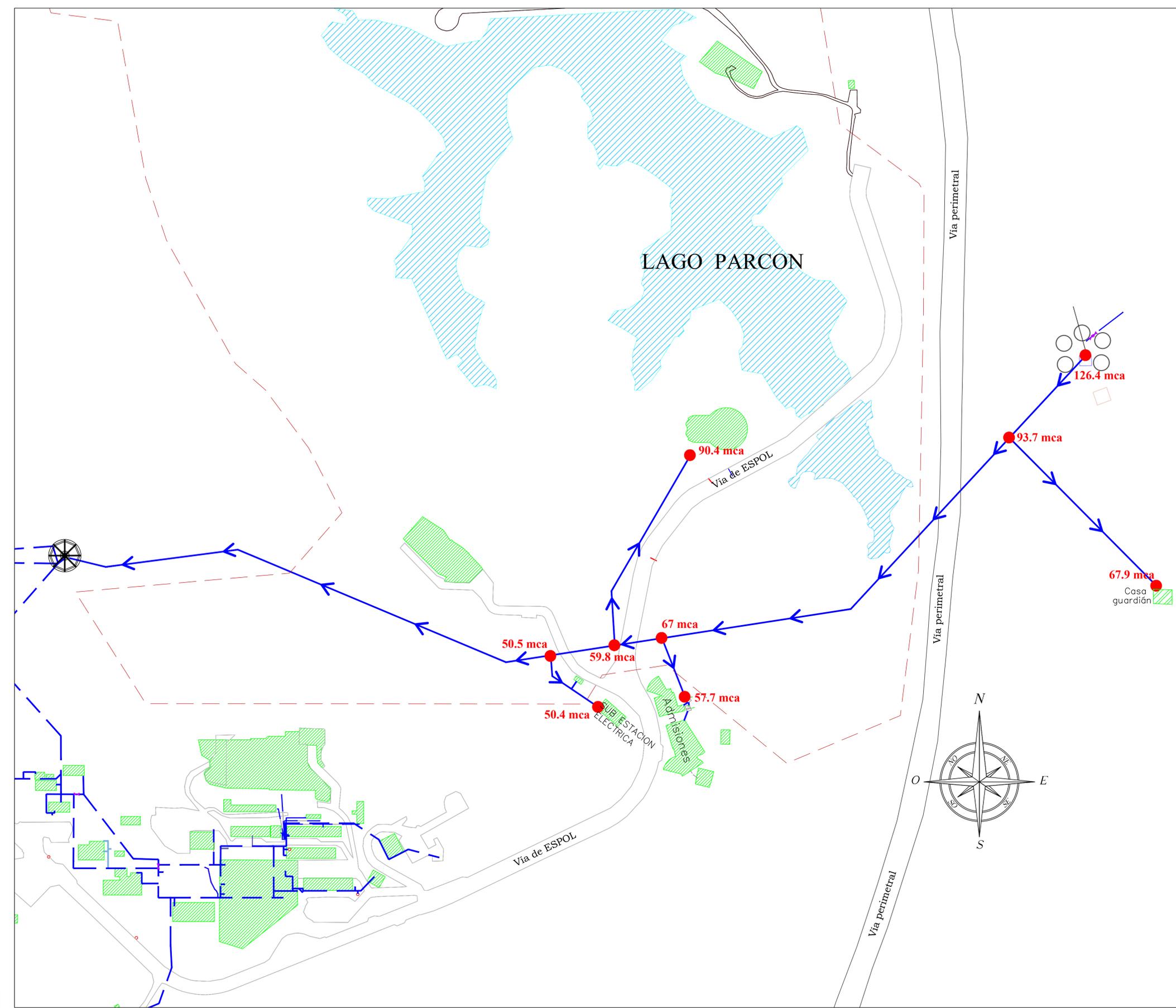




		13 jun 22					20 jun 22					27 jun 22					4 jul 22					11 jul 22												
S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V
Cronograma Lina Impulsion - pagina4																																		

ANEXO C

PLANOS



SIMBOLOGÍA

- Presiones mayores a 50 mca
- Línea de impulsión de AAPP
- - - Tuberías de la red AAPP
- - - Delimitación zona de ZEDE
- Vías
- Edificaciones
- Lago artificial
- Reserva alta (1000m3)
- Reserva baja (5 x 200m3)

- Notas Generales:**
- Las presiones presentadas en el plano fueron determinadas a través del modelo de la línea de impulsión en un programa de análisis de redes
 - Las presiones en los nodos de consumo deben estar entre 10 m.c.a. y 50 m.c.a.
 - En todos los nodos las presiones presentan valores mayores a 50 m.c.a.

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

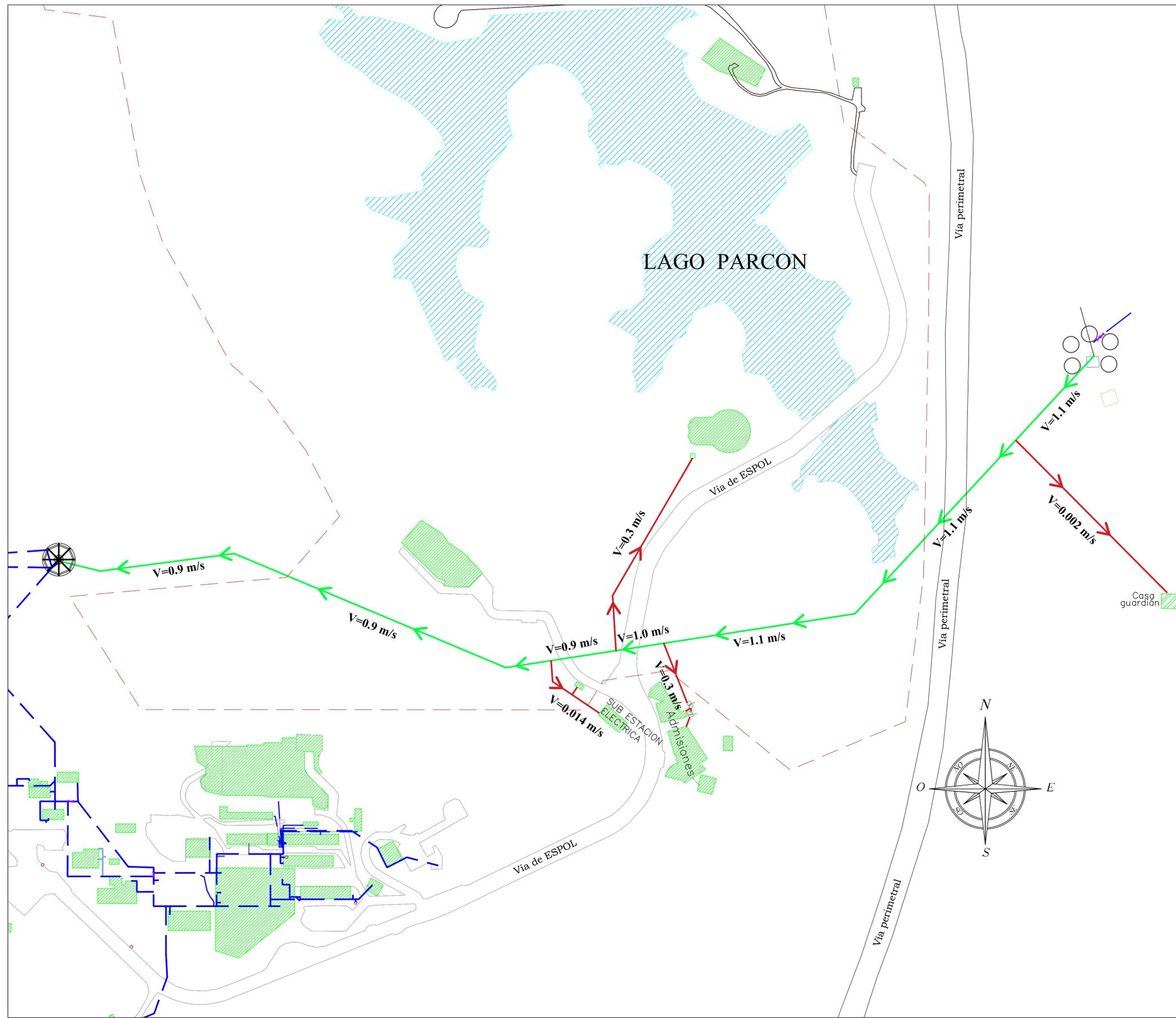
PROYECTO:
ESTUDIOS Y DISEÑO DE LA LÍNEA DE IMPULSIÓN DE AGUA POTABLE DE LA ESPOL

CONTENIDO:
PRESIONES EN EL SISTEMA ACTUAL DE LA LÍNEA DE IMPULSIÓN DE AGUA POTABLE DE LA ESPOL

Coordinador de Materia Integradora: Ing. Andrés Velastegui	Tutores de Conocimiento Específicos: - Ing. Samantha Hidalgo - Arq. Eunice Lindao - Ing. Bethy Merchán	Estudiantes: - Steven Chávez - Néstor Ramírez	Fecha de Entrega: 11 de Enero, 2021
Tutor de Área de Conocimiento: Ing. Bethy Merchán			Lámina: 2/8
			Escala: 1:4000

PRESIONES EN LA ACTUAL LÍNEA DE IMPULSIÓN DE AGUA POTABLE DE LA ESPOL

ESCALA --- 1:4000



SIMBOLOGÍA

- Tubería con velocidades entre 0.6 m/s y 2.5 m/s
- Tubería con velocidades menores a 0.6 m/s
- - - Tuberías de la red AAPP
- Vías
- - - Delimitación zona de ZEDE
- Edificaciones
- Lago artificial
- Reserva alta (1000m3)
- Reserva baja (5 x 200m3)

Notas Generales:

- 1.- Las velocidades en las tuberías deben estar entre 0.6 m/s y 2.5 m/s
- 2.- Las velocidades presentadas en el plano fueron determinadas a través de un modelo creado en un programa de análisis de redes de AAPP.
- 3.- Las velocidades más bajas se encuentran en las tuberías conectadas en la línea de impulsión.

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

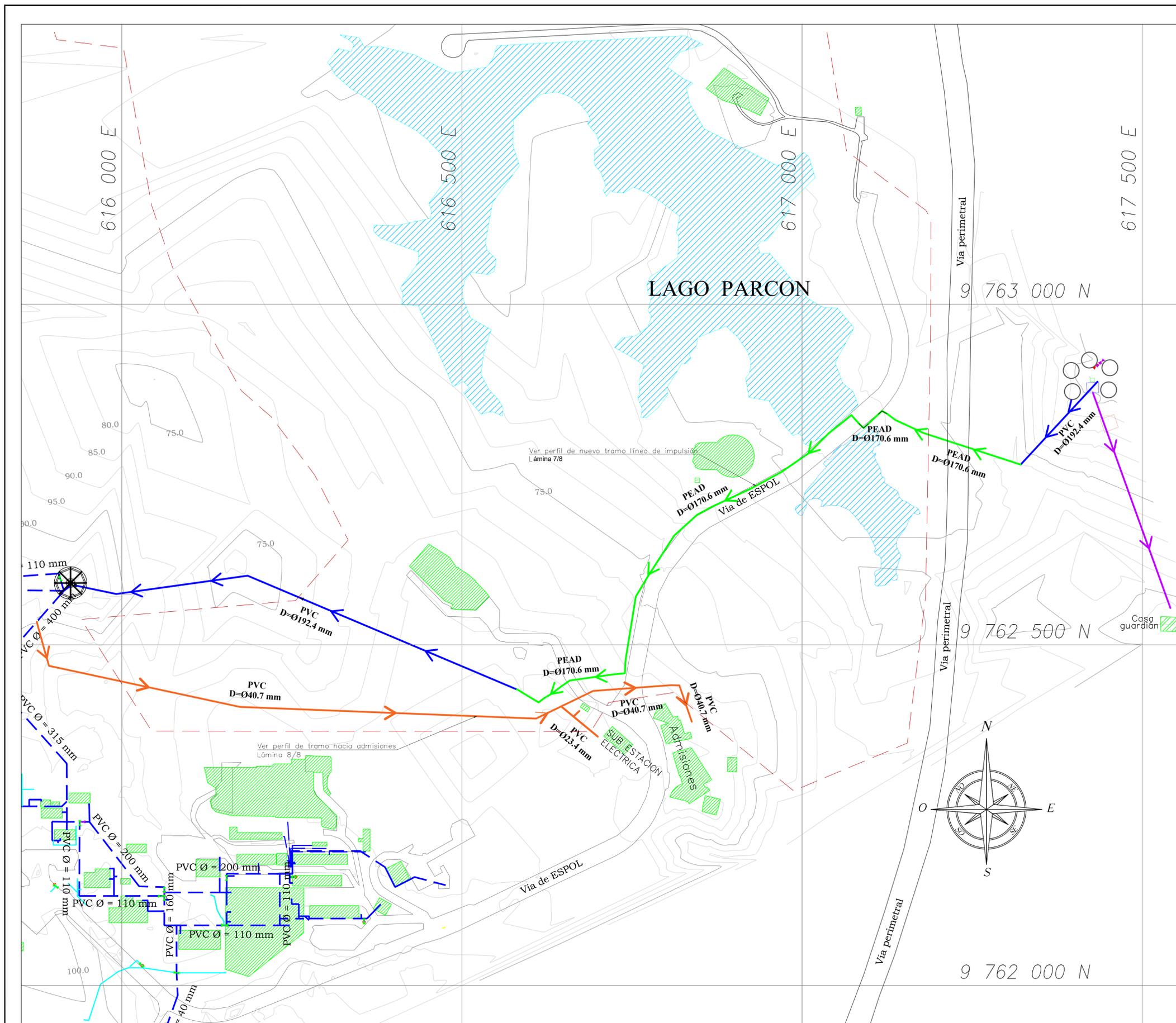
PROYECTO:
ESTUDIOS Y DISEÑO DE LA LÍNEA DE IMPULSIÓN DE AGUA POTABLE DE LA ESPOL

CONTENIDO:
VELOCIDADES EN LAS TUBERÍAS DEL SISTEMA ACTUAL DE LA LÍNEA DE IMPULSIÓN DE AGUA POTABLE DE LA ESPOL

Coordinador de Materia Integradora: Ing. Andrés Velastegui	Tutores de Conocimiento Específicos: - Ing. Samantha Hidalgo - Arq. Eunice Lindao - Ing. Bethy Merchán	Estudiantes: - Steven Chávez - Néstor Ramírez	Fecha de Entrega: 11 de Enero, 2021
Tutor de Área de Conocimiento: Ing. Bethy Merchán			Lámina: 3/8
			Escala: 1:4000

VELOCIDADES EN LA ACTUAL LÍNEA DE IMPULSIÓN DE AGUA POTABLE DE LA ESPOL

ESCALA --- 1:4000



SIMBOLOGÍA

- Tubería nuevo tramo línea de impulsión AAPP (PEAD)
- Tubería existente línea de impulsión de AAPP (PVC)
- Nuevo trazado hacia zona de admisiones
- Tramo hacia la casa del guardián
- Tuberías de la red AAPP
- - - Delimitación zona de ZEDE
- Vías
- Edificaciones
- Lago artificial
- Reserva alta (1000m3)
- Reserva baja (5 x 200m3)

Notas Generales:

- 1.- Las nuevas tuberías instaladas están a 1.2 m enterradas en el suelo.
- 2.- El material y diámetro de las tuberías están indicadas en el plano
- 3.- Los cambios de tuberías se realizan según lo establecido en la memoria técnica

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

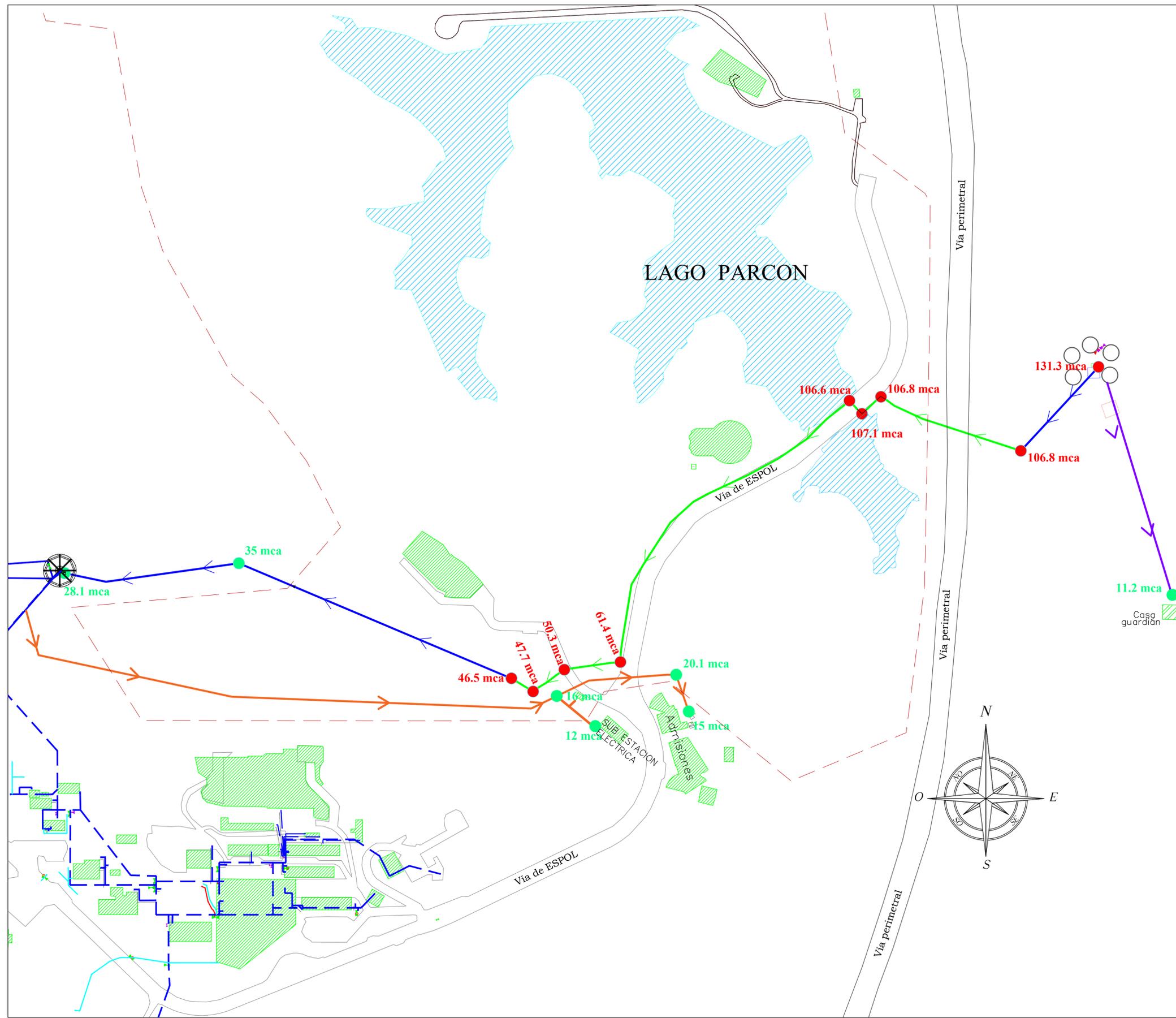
PROYECTO:
ESTUDIOS Y DISEÑO DE LA LÍNEA DE IMPULSIÓN DE AGUA POTABLE DE LA ESPOL

CONTENIDO:
IMPLANTACIÓN DEL NUEVO TRAZADO DE LA LÍNEA DE IMPULSIÓN DE AGUA POTABLE DE LA ESPOL

Coordinador de Materia Integradora: Ing. Andrés Velastegui	Tutores de Conocimiento Específicos: - Ing. Samantha Hidalgo - Arq. Eunice Lindao - Ing. Bethy Merchán	Estudiantes: - Steven Chávez - Néstor Ramírez	Fecha de Entrega: 11 de Enero, 2021
Tutor de Área de Conocimiento: Ing. Bethy Merchán			Lámina: 4/8
			Escala: 1:4000

NUEVO TRAZADO DE LA LÍNEA DE IMPULSIÓN DE AAPP DE LA ESPOL

ESCALA --- 1:4000



SIMBOLOGÍA

- Presiones entre 10 mca y 50 mca
- Presiones mayores a 50 mca
- Tubería nueva línea de impulsión AAPP (PEAD)
- Tubería existente línea de impulsión de AAPP (PVC)
- Nuevo trazado hacia zona de admisiones
- Tramo hacia la casa del guardián
- Delimitación zona de ZEDE
- Edificaciones
- Lago artificial
- Reserva alta (1000m3)
- Reserva baja (5 x 200m3)

Notas Generales:

- 1.- Las presiones presentadas en el plano fueron determinadas a través del modelo de la línea de impulsión en un programa de análisis de redes
- 2.- Las presiones en los nodos de consumo deben estar entre 10 m.c.a y 50 m.c.a.
- 3.- Los nodos con presiones mayores a 50 m.c.a. no son nodos de consumo.

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

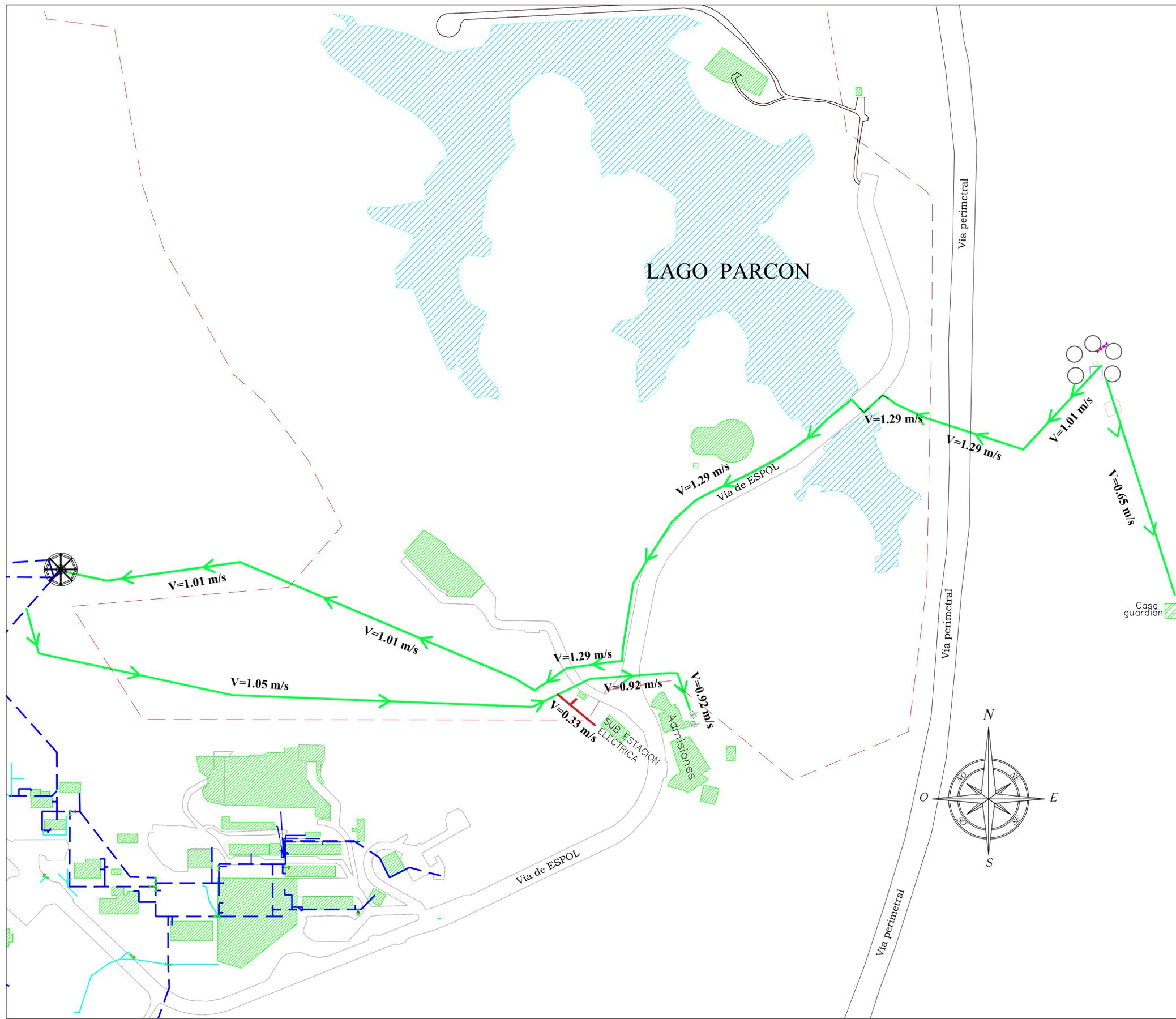
PROYECTO:
ESTUDIOS Y DISEÑO DE LA LÍNEA DE IMPULSIÓN DE AGUA POTABLE DE LA ESPOL

CONTENIDO:
PRESIONES EN EL NUEVO TRAZADO DE LA LÍNEA DE IMPULSIÓN DE AGUA POTABLE DE LA ESPOL

Coordinador de Materia Integradora: Ing. Andrés Velastegui	Tutores de Conocimiento Específicos: - Ing. Samantha Hidalgo - Arq. Eunice Lindao - Ing. Bethy Merchán	Estudiantes: - Steven Chávez - Néstor Ramírez	Fecha de Entrega: 11 de Enero, 2021
Tutor de Área de Conocimiento: Ing. Bethy Merchán			Lámina: 5/8 Escala: 1:4000

PRESIONES EN EL NUEVO TRAZADO DE LA LÍNEA DE IMPULSIÓN DE AAPP DE LA ESPOL

ESCALA --- 1:4000



SIMBOLOGÍA

- Tubería con velocidades entre 0.6 m/s y 2.5 m/s
- Tubería con velocidades menores a 0.6 m/s
- - - Tuberías de la red AAPP
- Vías
- - - Delimitación zona de ZEDE
- Edificaciones
- Lago artificial
- Reserva alta (1000m3)
- Reserva baja (5 x 200m3)

Notas Generales:

- 1.- Las velocidades mostradas en el plano fueron determinadas a través de un programa de análisis de redes de AAPP.
- 2.- Las velocidades en las tuberías deben estar entre 0.6 m/s y 2.5 m/s.
- 3.- Las tuberías con velocidad menor a 0.6 m/s deben ser sometidas a mantenimiento continuo para evitar sedimentación en ellas.

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

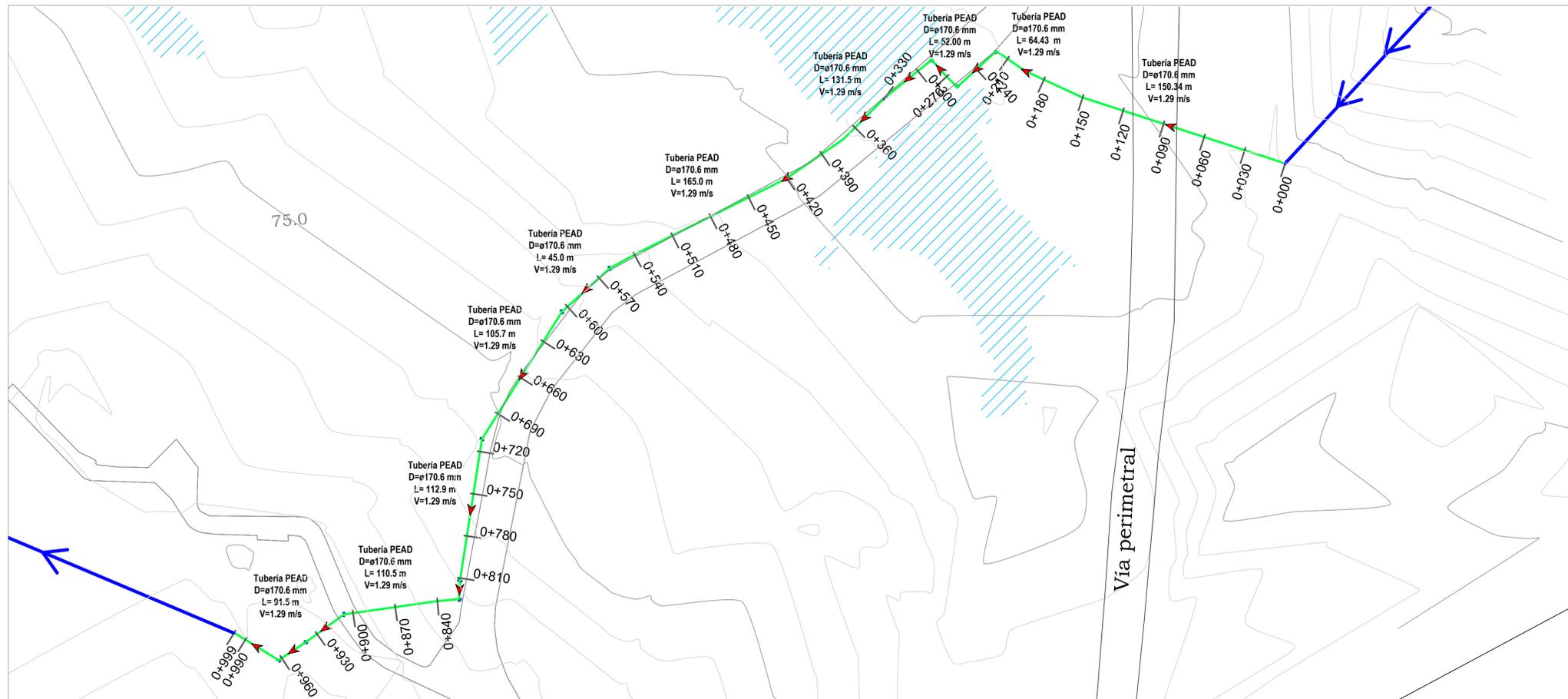
PROYECTO:
ESTUDIOS Y DISEÑO DE LA LÍNEA DE IMPULSIÓN DE AGUA POTABLE DE LA ESPOL

CONTENIDO:
VELOCIDADES EN LAS TUBERÍAS DEL NUEVO TRAZADO DE LA LÍNEA DE IMPULSIÓN DE AGUA POTABLE DE LA ESPOL

Coordinador de Materia Integradora: Ing. Andrés Velastegui	Tutores de Conocimiento Específicos: - Ing. Samantha Hidalgo - Arq. Eunice Lindao - Ing. Bethy Merchán	Estudiantes: - Steven Chávez - Néstor Ramírez	Fecha de Entrega: 11 de Enero, 2021
Tutor de Área de Conocimiento: Ing. Bethy Merchán			Lámina: 6/8 Escala: 1:4000

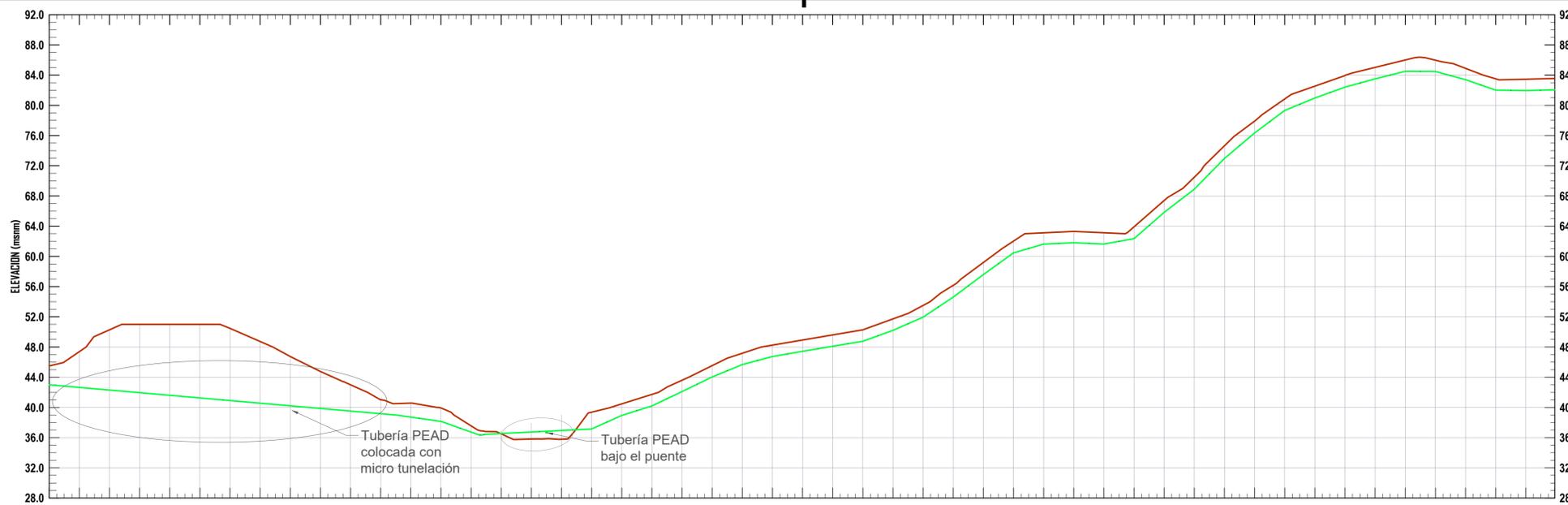
VELOCIDADES EN EL NUEVO TRAZADO DE LA LÍNEA DE IMPULSIÓN DE AAPP DE LA ESPOL

ESCALA --- 1:4000



VISTA EN PLANTA DE NUEVO TRAMO LÍNEA DE IMPULSIÓN

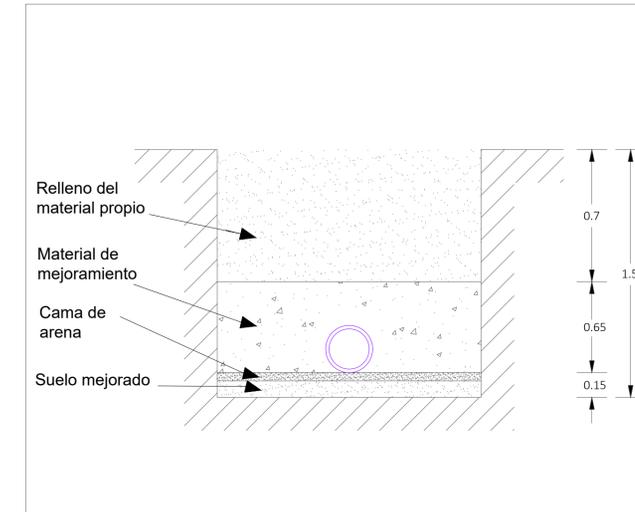
ESCALA 1:1000



ABSCISAS	0+000	0+020	0+040	0+060	0+080	0+100	0+120	0+140	0+160	0+180	0+200	0+220	0+240	0+260	0+280	0+300	0+320	0+340	0+360	0+380	0+400	0+420	0+440	0+460	0+480	0+500	0+520	0+540	0+560	0+580	0+600	0+620	0+640	0+660	0+680	0+700	0+720	0+740	0+760	0+780	0+800	0+820	0+840	0+860	0+880	0+900	0+920	0+940	0+960	0+980	0+999
ELEVACION	45.49	47.39	50.27	51.00	51.00	51.00	50.47	48.73	46.74	44.76	43.00	41.00	40.57	39.93	37.96	36.83	37.93	39.01	39.35	40.44	41.70	43.53	45.47	46.68	48.24	48.91	49.59	50.26	51.70	53.46	56.11	59.08	61.62	63.14	63.31	63.14	63.84	67.33	70.40	74.46	77.83	80.82	82.47	83.91	85.00	85.98	86.00	84.92	83.53	83.46	83.55
RASANTE	43.00	42.65	42.30	41.96	41.61	41.26	40.91	40.57	40.22	39.87	39.52	39.17	38.72	38.15	36.73	36.55	36.75	36.95	37.15	38.95	40.20	42.10	44.03	45.68	46.74	47.43	48.09	48.77	50.20	51.96	54.61	57.59	60.47	61.62	61.81	61.63	62.35	65.84	68.90	72.97	76.34	79.32	80.97	82.41	83.50	84.51	84.48	83.40	82.01	81.96	82.05

VISTA EN PERFIL NUEVO TRAMO LÍNEA DE IMPULSIÓN (ABSCISA 0+000 HASTA 1+000)

ESCALA 1:1000



DETALLE DE ZANJA

ESCALA 1:25

SIMBOLOGÍA

- Tubería nueva línea de impulsión (PEAD)
- Tubería existente línea de impulsión (PVC)
- Vías
- Terreno Natural
- Lago PARCON
- Tubería PEAD

Notas Generales:

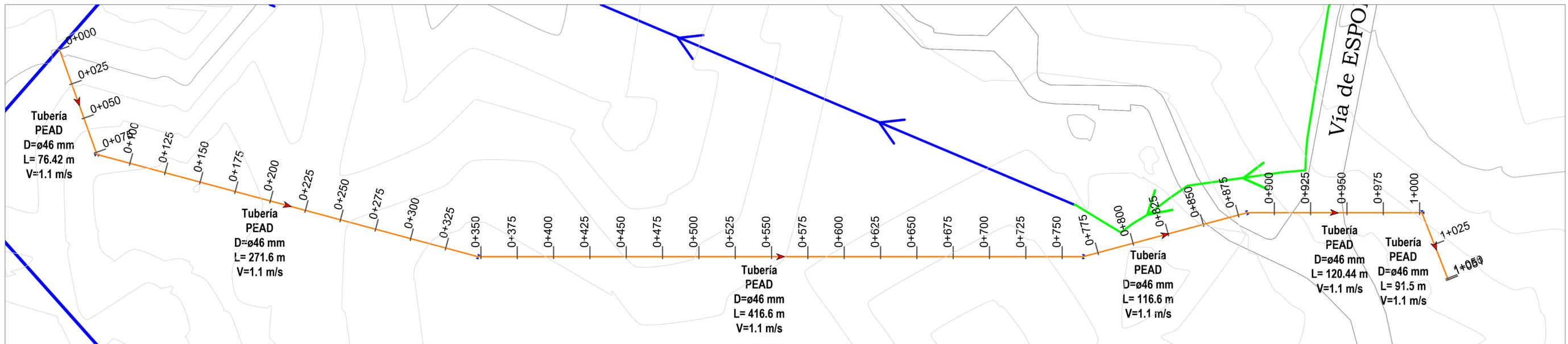
- 1.- Las tuberías son de PEAD con diámetro externo de 200 mm e interno de 170.6 mm.
- 2.- Todas las medidas se encuentran en metros.
- 3.- Se colocará material de mejoramiento de 65 cm de espesor.
- 4.- El espesor de la capa de arena es 8 cm
- 5.- El ancho de zanja es 1.2 m

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

PROYECTO:
ESTUDIOS Y DISEÑO DE LA LÍNEA DE IMPULSIÓN DE AGUA POTABLE DE LA ESPOL

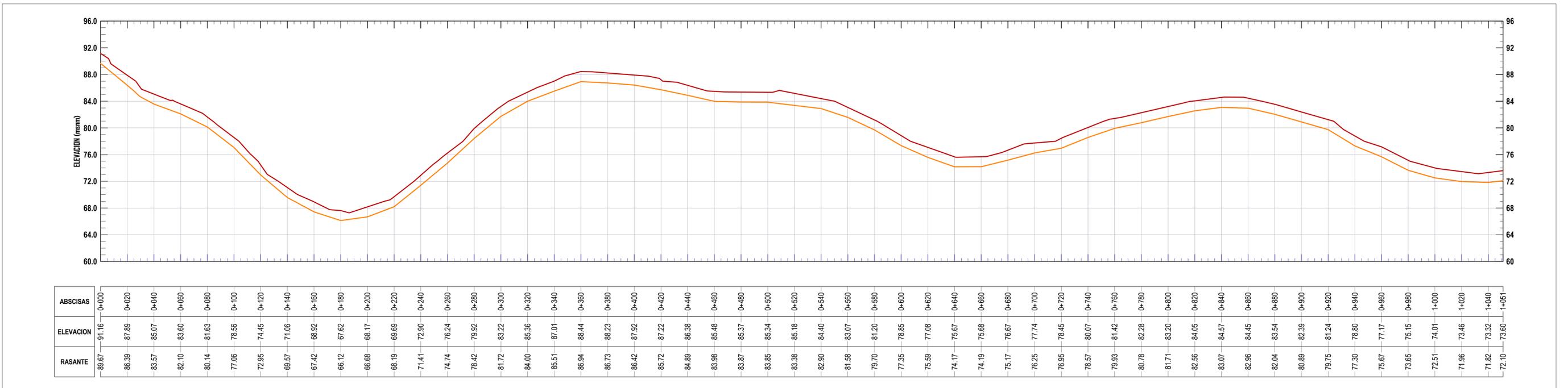
CONTENIDO:
VISTA EN PLANTA, PERFIL Y CORTE DEL NUEVO TRAZADO DE LA LÍNEA DE IMPULSIÓN DE AGUA POTABLE DE LA ESPOL

Coordinador de Materia Integradora: Ing. Andrés Velastegui	Tutores de Conocimiento Específicos: - Ing. Samantha Hidalgo - Arq. Eunice Lindao	Estudiantes: - Steven Chávez - Néstor Ramírez	Fecha de Entrega: 11 de Enero, 2021
Tutor de Área de Conocimiento: Ing. Bethy Merchán	- Ing. Bethy Merchán		Lámina: 7/8
			Escala: Indicada



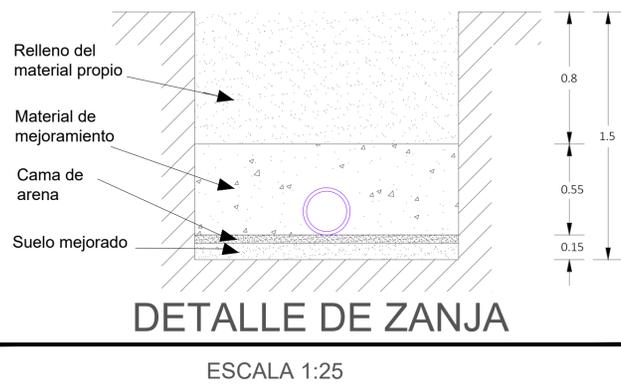
VISTA EN PLANTA DE NUEVO HACIA ZONA DE ADMISIONES

ESCALA 1:1000



VISTA EN PLANTA DE NUEVO HACIA ZONA DE ADMISIONES

ESCALA 1:1000



SIMBOLOGÍA

- Nuevo tramo hacia admisiones (PEAD)
- Nuevo tubería de línea de impulsión (PEAD)
- Tubería existente (PVC)
- Vías
- Terreno Natural
- Tubería PEAD

Notas Generales:

- 1.- Las tuberías son de PEAD con diámetro externo de 50 mm e interno de 46 mm.
- 2.- Todas las medidas se encuentran en metros.
- 3.- Se colocará material de mejoramiento de 55 cm de espesor.
- 4.- El espesor de la capa de arena es 5 cm
- 5.- El ancho de zanja es 1 m

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS DE LA TIERRA			
PROYECTO: ESTUDIOS Y DISEÑO DE LA LÍNEA DE IMPULSIÓN DE AGUA POTABLE DE LA ESPO			
CONTENIDO: VISTA EN PLANTA, PERFIL Y CORTE DEL NUEVO TRAZADO HACIA LA ZONA DE ADMISIONES Y ESTACIÓN ELÉCTRICA			
Coordinador de Materia Integradora: Ing. Andrés Velastegui	Tutores de Conocimiento Específicos: - Ing. Samantha Hidalgo - Arq. Eunice Lindao - Ing. Bethy Merchán	Estudiantes: - Steven Chávez - Néstor Ramírez	Fecha de Entrega: 11 de Enero, 2021
Tutor de Área de Conocimiento: Ing. Bethy Merchán		Lámina: 8/8	Escala: Indicada