

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO

Colegio de Ciencias e Ingeniería

**Obras sanitarias propuestas en la parroquia San Francisco de
Mulaló: Alcantarillado Sanitario y Red de Agua Potable**

Francisco Javier Palacios Vega

Miguel Araque, Ing. Civil, Director de Tesis

Tesis de Grado presentada como requisito
para la obtención del Título de Ingeniero Civil

Quito, diciembre de 2014

Universidad San Francisco de Quito

Colegio de Ciencias e Ingeniería

HOJA DE APROBACIÓN DE TESIS

**Obras sanitarias propuestas en la parroquia San Francisco de Mulaló:
Alcantarillado sanitario y Red de agua potable**

Francisco Javier Palacios Vega

Miguel Araque, Ing. Civil
Director de Tesis

Fernando Romo, MSc.
Director de Ingeniería Civil

Ximena Córdova, Ph.D.
Decana de la Escuela de Ingeniería
Colegio de Ciencias e Ingeniería

Quito, diciembre de 2014

© DERECHOS DE AUTOR

Por medio del presente documento certifico que he leído la Política de Propiedad Intelectual de la Universidad San Francisco de Quito y estoy de acuerdo con su contenido, por lo que los derechos de propiedad intelectual del presente trabajo de investigación quedan sujetos a lo dispuesto en la Política.

Asimismo, autorizo a la USFQ para que realice la digitalización y publicación de este trabajo de investigación en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Firma:

Nombre: Francisco Javier Palacios Vega

C. I.: 1714818026

Fecha: Quito, diciembre de 2014

DEDICATORIA

Este trabajo esta dedicado a mi familia, en especial a mis padres por ser ese apoyo incondicional durante todas las etapas de mi vida. De corazón, Gracias.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a mi director de tesis el Ing. Miguel Araque por la ayuda brindada para completar este trabajo de titulación, estando disponible cuando lo necesite para transmitirme su conocimiento. También un gran agradecimiento y un fuerte abrazo a mis compañeros de carrera con los cuales se formó una gran amistad la cual hizo aún más placentero el tiempo que estuve en la universidad.

RESUMEN

En este trabajo se presenta una propuesta de obras hidrosanitaria para la parroquia San Francisco de Mulaló, la cual comprende el diseño del sistema de alcantarillado sanitario y el diseño de la red de agua potable; en los estudios del alcantarillado sanitario y red de agua potable se muestran los criterios y cálculos que se llevaron a cabo a fin de conseguir un proyecto realizable, también se incluyen los planos de diseño necesarios para la ejecución de estas obras hidrosanitarias. Considerando la importancia que se debe dar al medio ambiente, se realiza un estudio del impacto ambiental que estas obras pueden causar tanto a la parroquia como a su comunidad y, se identifican las medidas de mitigación que se podrían tomar. Finalmente y teniendo en cuenta que el factor económico es de gran importancia para la viabilidad de los proyectos, se realizó el análisis de precios unitarios en base al cual se presenta un presupuesto referencial del proyecto.

ABSTRACT

This paper presents the plumbing project proposed for the parish of San Francisco Mulaló, this project includes the design of the sanitary sewer system and the design of the drinking water network; criteria was evaluated and calculations were performed in the studies of the sewerage system and potable water network in order to achieve a feasible project, design drawings necessary for the implementation of these plumbing works are also included. Considering the importance of the environment, an environmental impact study was made in order to see the impact that these works may cause to the parish and its community, mitigation measures that could be taken are identified. Finally, taking into account that economic factor is of great importance to the viability of the project, an analysis of unit prices was made and on which the project budget presented is based.

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN.....	7
ABSTRACT	8
TABLAS.....	14
FIGURAS.....	15
INTRODUCCIÓN Y GENERALIDADES DEL PROYECTO	16
Justificación y Alcance.....	16
Objetivos	18
Objetivo Principal	18
Objetivos específicos	18
Metodología	19
Marco teórico	19
Sistema de aguas residuales	19
Sistema de alcantarillado	20
Sistema de agua potable.....	20
DESCRIPCIÓN GENERAL DEL ÁREA PROYECTO	21
Descripción general de la zona.....	21
Ubicación.....	21
Distribución de la parroquia.....	22
Turismo	23
Uso de Suelos	24
Microcuencas Hidrográficas	26
Vías	28
Riesgos	29
Haciendas y florícolas	31
Descripción general de la población	32
Fuentes de ingreso.....	32
Principales gastos	33
Tipo de Familias	33
Población por edades.....	34
Migración.....	35
Acceso a los servicios	36
Vivienda.....	36
Centros Educativos	37
Distribución estudiantil	37

Descripción general de la producción en la zona	38
Cultivos Principales	38
Bosques Plantados	39
Producción lechera.....	40
Producción quesera	40
DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO.....	41
Elementos de la Red de Alcantarillado Sanitario.....	41
Tubería	41
Pozos de revisión	42
Cajas de revisión.....	43
Conexiones domiciliarias.....	44
Tanque séptico.....	44
Diseño de tanques sépticos.....	45
Criterios de Diseño de la Red de Alcantarillado Sanitario	47
Velocidad mínima.....	47
Velocidad máxima	47
Pendiente máxima y mínima	48
Diámetro mínimo	48
Áreas de aportación	49
Periodo de diseño	50
Profundidad máxima de tubería	50
Movimiento de Tierras	50
Excavación	50
Relleno y compactación	51
Cálculo Alcantarillado Sanitario	53
Coeficiente de retorno	53
Densidad poblacional	53
Dotación	54
Caudal medio diario	55
Caudal medio final.....	55
Caudal de infiltración.....	56
Caudal por conexiones ilícitas.....	56
Caudal total del alcantarillado sanitario.....	57
Caudal sanitario en cada área de aportación.....	58
Diseño final alcantarillado sanitario	59
DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE	60

Introducción	60
Causas que dan origen a la necesidad del proyecto	61
Antecedentes generales	62
Elementos de diseño	62
Población.....	62
Período de diseño	63
Vida útil.....	63
Tubería	64
Consumo	64
Demanda actual	65
Pérdidas físicas	65
Predicción de la demanda.....	66
Dotación	66
Consumo doméstico per cápita.....	67
Clasificación de climas por temperatura.....	68
Coeficientes de variación	68
Coeficientes de variación diaria y horaria.....	69
Velocidades.....	69
Velocidades mínimas y máximas permisibles en tuberías	70
Obras de captación.....	70
Captación de aguas superficiales	71
Captación directa de aguas.....	71
Captación de aguas subterráneas	72
Captación en el proyecto.....	73
Cálculos de diseño.....	73
Coeficiente de retorno	73
Nudo de presión	74
Áreas de aportación	74
Caudal de diseño	74
Caudal de diseño por área de aportación	75
Red de Hidrantes.....	75
Hidrantes.....	75
Especificaciones técnicas del hidrante	77
Red de hidrantes en Mulaló	78
Diseño final red de agua potable	79
ANÁLISIS DEL IMPACTO AMBIENTAL.....	80

<i>Marco Legal</i>	80
Matriz de Leopold	85
Metodología.....	97
Valoración de riesgos	97
Magnitud del impacto.....	97
Gravedad del impacto.....	98
Desarrollo	98
Evaluación y Recomendaciones	99
PRESUPUESTO REFERENCIAL	104
Presupuesto referencial del sistema de alcantarillado sanitario	104
Cálculos.....	104
Tubería	105
Movimiento de tierras	105
Pozos de revisión y tanques sépticos.....	106
Análisis precios unitarios.....	106
Resumen presupuesto referencial final del sistema de alcantarillado sanitario	112
Presupuesto referencial del sistema de agua potable	112
Cálculos.....	112
Tubería	113
Movimiento de tierras	113
Análisis de precios unitarios.....	114
Resumen presupuesto referencial final de la red de agua potable	120
Presupuesto referencial del proyecto	120
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	121
Conclusiones	121
Recomendaciones	123
REFERENCIAS	125
Anexos.....	127
ANEXO A. PLANO GENERAL DEL PROYECTO	128
ANEXO B. ÁREAS DE APORTACION DEL ALCANTARILLADO SANITARIO ..	129
ANEXO C. PLANO DE DISEÑO DE LOS TANQUES SÉPTICOS.....	130
ANEXO D. DIRECCIÓN DE FLUJO DE AGUAS DEL PROYECTO	131
ANEXO E. CAUDAL SANITARIO POR ÁREA DE APORTACION DEL PROYECTO	132
ANEXO F. PERFILES DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO	133
ANEXO G. DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO	134

ANEXO H. INFORMACIÓN BASE PARA DISEÑO DE RED DE AGUA POTABLE	135
ANEXO I. DISEÑO DE LA RED DE AGUA POTABLE	136

TABLAS

Tabla 1. Tipo de vivienda en la parroquia Mulaló. (Gobierno Parroquial Mulaló, 2014)	37
Tabla 2. Distancia lineal de separación entre pozos de revisión. (Orbe, 2011)	42
Tabla 3. Diámetros recomendados para pozos de revisión. (Chavez, 2014).....	43
Tabla 4. Información para el diseño de tanques sépticos.	46
Tabla 5. Velocidades mínimas recomendadas para tubería PVC. (Plastigama S.A., 2011)	47
Tabla 6. Diámetro mínimo de tubería según tipo de alcantarillado. (Orbe, 2011).48	
Tabla 7. Diámetro mínimo de las zanjas para tubería de alcantarillado. (Plastigama S.A., 2011).....	51
Tabla 8. Dotación de agua por habitante para diferentes regiones del Ecuador. (Araque, 2011).....	54
Tabla 9. Consumo Doméstico per Cápita. (Jiménez Terán, 2009)	67
Tabla 10. Clasificación de Climas por Temperatura. (Jiménez Terán, 2009)	68
Tabla 11. Coeficientes de Variación Diaria y Horaria. (Jiménez Terán, 2009).....	69
Tabla 12. Velocidades mínimas y máximas permitidas. (Jiménez Terán, 2009) ..	70
Tabla 13. Especificaciones del Hidrante. (ANSI/AWWA , 2009).....	77
Tabla 14. Acciones eje horizontal de la matriz de Leopold (Ponce, 2012).....	91
Tabla 15. Factores del eje horizontal de la matriz de Leopold. (Ponce, 2013)	96
Tabla 16. Matriz Leopold reducida de análisis del impacto ambiental.	98
Tabla 17. Resumen de tuberías alcantarillado sanitario.	105
Tabla 18. Resumen del volumen de tierras.....	105
Tabla 19. Cantidad de pozos de revisión y tanques sépticos.	106
Tabla 20. Rubros del sistema de alcantarillado sanitario.....	106
Tabla 21. Presupuesto referencial del sistema de alcantarillado sanitario.....	112
Tabla 22. Resumen de tuberías.	113
Tabla 23. Resumen del volumen de tierras.....	113
Tabla 25. Presupuesto referencial red de agua potable.....	120
Tabla 26. Presupuesto referencial del proyecto.....	120

FIGURAS

Figura 1. Ubicación general del proyecto. (Gobierno Parroquial Mulaló, 2014)....	21
Figura 2. Clasificación general del uso de suelos. (Gobierno Parroquial Mulaló, 2014)	24
Figura 3. Porcentaje del uso actual de suelos en parroquia Mulaló.....	25
Figura 4. Mapa de concesiones mineras. (Gobierno Parroquial Mulaló, 2014)	26
Figura 5. Mapa de microcuencas hidrográficas. (Gobierno Parroquial Mulaló, 2014)	27
Figura 6. Mapa de vías en la parroquia. (Gobierno Parroquial Mulaló, 2014).....	28
Figura 7. Mapa de riesgos. (Gobierno Parroquial Mulaló, 2014).....	29
Figura 8. Mapa de riesgos peligro volcánico. (Gobierno Parroquial Mulaló, 2014)	30
Figura 9. Mapa de identificación de haciendas y florícolas. (Gobierno Parroquial Mulaló, 2014).....	31
Figura 10. Principales fuentes de ingreso de las familias en la parroquia Mulaló.	32
Figura 11. Porcentajes de principales gastos de las familias en Mulaló.	33
Figura 12. Distribución poblacional. (Gobierno Parroquial Mulaló, 2011)	34
Figura 13. Mapa de relación distancia de asentamiento y acceso a los servicios. (Gobierno Parroquial Mulaló, 2014)	36
Figura 14. Porcentajes de los principales cultivos en la parroquia de Mulaló. (Gobierno Parroquial Mulaló, 2014)	38
Figura 15. Extracción forestal, Bosques plantados. (Gobierno Parroquial Mulaló, 2014)	39
Figura 16. Relleno y compactación recomendado para tubería PVC. (Plastigama S.A., 2011).....	52
Figura 17. Especificaciones del Hidrante. (ANSI/AWWA , 2009).....	78

INTRODUCCIÓN Y GENERALIDADES DEL PROYECTO

Justificación y Alcance

Las personas están acostumbradas a vivir con una serie de servicios ya creados, los cuales hemos encontrado y de los que disfrutamos, sin ser conscientes de ello. (OVICAL, 2011)

Las redes de alcantarillado de una población evitan la inundación en caso de lluvia de locales, viviendas, fábricas, etc. Además, desde el punto de vista sanitario, son las encargadas de hacer desaparecer las aguas negras, es decir, los desechos originados por la actividad de la población del lugar además de por la lluvia. Estas aguas se encuentran compuestas por sólidos orgánicos disueltos y suspendidos que se pueden pudrir. A su vez llevan microorganismos y bacterias que aceleran el proceso de descomposición. (OVICAL, 2011)

Conforme va aumentando la población que habita en un espacio, también aumentan los desechos que son necesarios evacuar. Por esta razón, las redes de saneamiento deben estar bien diseñadas y resulta fundamental su correcto mantenimiento. La serie de conductos y tuberías subterráneas que componen los sistemas de alcantarillado se encargan de recolectar las aguas de desecho y transportarlas de forma segura y rápida a un lugar donde no afecte a la salubridad de su población. (OVICAL, 2011)

Habitualmente, estas aguas son encauzadas hacia una planta en la que se les somete a un proceso de tratamiento. Este tratamiento de las aguas residuales suele consistir en una oxidación de la materia biodegradable con el fin de estabilizar, quitarle el poder nocivo que conllevan y poder disponer de ellas de forma segura, sin riesgos a la salud humana. (OVICAL, 2011)

Las aguas negras provenientes de la actividad humana e industrial, pueden producir enfermedades infecciosas y afectar a la salud y el medio ambiente. Por esta razón deben ser tratadas antes de descargarlas en ríos, lagos, etc., o de ser reutilizadas para la agricultura, el riego de jardines u otras actividades. (ARQHYS, 2013)

El sistema de alcantarillado resulta determinante para la correcta conducción de las aguas residuales. Sin él, veríamos comprometida en multitud de ocasiones nuestra salud y bienestar. Por esta razón, debemos invertir en cuidar y mantener nuestras redes de saneamiento a fin de que sigan cumpliendo su función de manera efectiva. (OVICAL, 2011)

El sistema de agua potable es necesario debido a que el agua potable es esencial para la vida. Es el líquido más importante de la naturaleza sin el cual no podríamos vivir. El agua potable nos ayuda a estar sanos, a hacer la digestión, mantiene la musculatura en buen estado, actúa refrigerando o calentando el cuerpo y ayuda a transportar el oxígeno entre las células de nuestro cuerpo. (Liliardo, 2012)

Por lo que se considera indispensable tener una red de alcantarillado y de agua potable en todas las poblaciones del país en especial en una tan importante como la parroquia de Mulaló.

Objetivos

Objetivo Principal

Elaborar el diseño del alcantarillado sanitario y red de agua potable en la parroquia San Francisco de Mulaló.

Objetivos específicos

- Analizar la mejor manera de ejecutar el diseño del alcantarillado para la parroquia Mulaló.
- Encontrar la mejor ubicación para los pozos de inspección y alcantarilla.
- Realizar el diseño del tanque séptico para el tratamiento de de aguas servidas.
- Encontrar la mejor ubicación para la red de tuberías de agua potable.
- Obtener el presupuesto referencial para el proyecto de alcantarillado y agua potable.
- Realizar un estudio del impacto ambiental que puede causar el proyecto.

Metodología

- Recolección de datos topográficos de la zona del proyecto.
 - Realizar el plano de la ciudad.
- Conseguir los datos básicos de la zona del proyecto.
- Obtener las áreas de aportación de los pozos.
- Diseñar el sistema de tratamiento primario.
 - Obtener caudales.
 - Diseño de la red de evacuación.
- Ubicación de tuberías para agua potable
- Elaboración del presupuesto referencial para el proyecto de alcantarillado sanitario y red agua potable.

Marco teórico

Sistema de aguas residuales

El sistema de tratamiento de aguas residuales tiene como función crear un hábitat cómodo y saludable para los habitantes de una ciudad que les proporcione bienestar y calidad de vida. (ARQHYS, 2013)

Además protege el medio ambiente al permitir un proceso de tratamiento para las aguas residuales y devolver así a la naturaleza agua limpia, sin contaminantes y en mejores condiciones (Orbe, 2011).

Sistema de alcantarillado

Está compuesto por las redes alcantarillado que recolectan las aguas residuales desde su fuente de origen, colectores y la planta de tratamiento de aguas residuales. (ARQHYS, 2013)

El agua residual generada en cada casa, llega a una caja de registro, que sirve para inspeccionar el estado de las tuberías y el tipo de agua que se descarga, luego, de allí pasa a la red de tuberías que pasan por el frente de cada vivienda, llamadas red secundaria o de recolección. (ARQHYS, 2013)

A estas tuberías se le adiciona residual de otras viviendas o comercios, luego estas redes descargan en tuberías de mayor diámetro llamadas colectores, que finalmente son las que transportan el agua residual hasta la planta de tratamiento (Franco,2002).

Sistema de agua potable

El agua potable es agua dulce que puede ser consumida por personas y animales sin peligro de adquirir enfermedades. El sistema de suministro de agua potable es un procedimiento de obras, de ingeniería que con un conjunto de tuberías enlazadas nos permite llevar el agua potable hasta los hogares de las personas de una ciudad, municipio o área rural comparativamente tupida. (ARQHYS, 2013)

DESCRIPCIÓN GENERAL DEL ÁREA PROYECTO

Descripción general de la zona

Ubicación

San Francisco de Mulaló geográficamente se encuentra en la provincia de Cotopaxi a 19km de Latacunga, capital de esta provincia, se encuentra en las faldas del volcán activo mas alto del Ecuador, el volcán Cotopaxi. Esta parroquia esta limitada al norte con el cantón Mejía, al sur con las parroquias Alásquez y Joseguango Bajo, al este con la provincia del Napo, y al oeste, con las parroquias Pastocalle, Tanicuchí y Guaytacama.

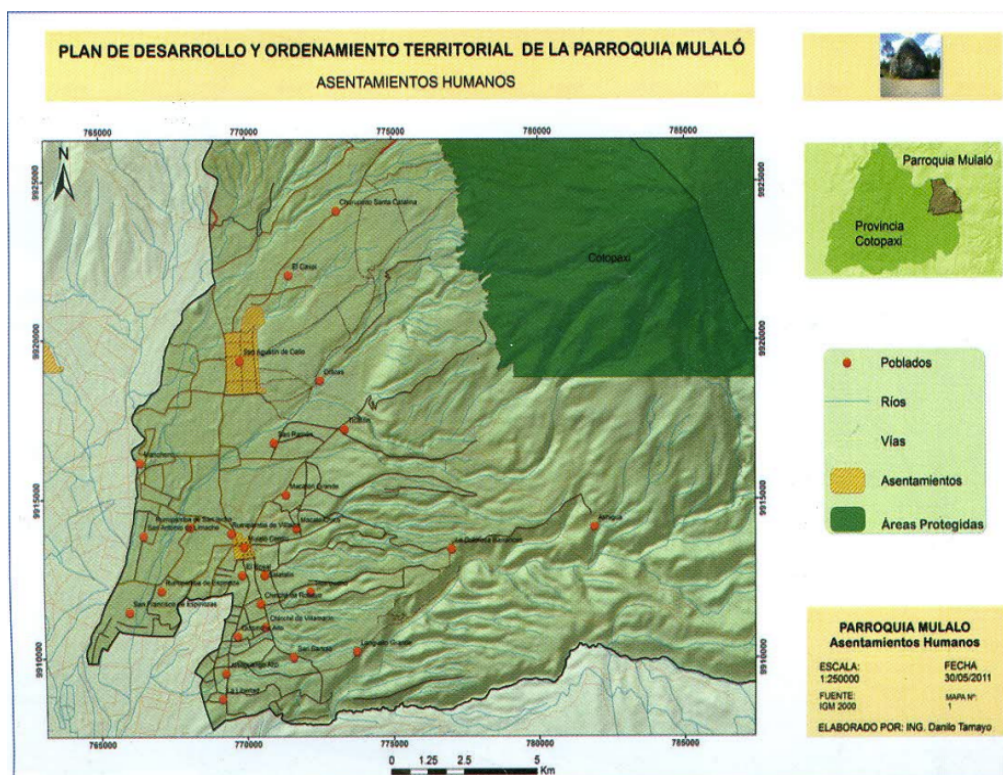


Figura 1. Ubicación general del proyecto. (Gobierno Parroquial Mulaló, 2014)

Distribución de la parroquia

La parroquia de Mulaló esta formada por 21 Barrios y 6 Comunidades, la misma cuenta con aproximadamente 2666 familias con un promedio de 4,8 miembros por cada familia, por lo que al momento Mulaló cuenta con una población aproximada de 12,141 habitantes; según una encuesta realizada por el gobierno parroquial en junio del 2011 para un levantamiento de información de la parroquia.

Los Barrios en la parroquia son:

Chinchil de Robayos, Chinchil de Villamarín, Churo Pinto Santa Catalina, Colcas Zona de Protección y Albergue, El Caspi, El Rosal, La Libertad, Macaló Chico, Macaló Grande, Callo Mancheno, Mulaló Centro, Quisínche Alto, Rumipamba de Espinozas, Rumipamba de San Isidro, Rumipamba de Villacis, Salatilín, San Antonio de Limache, San Francisco de Espinozas, Ticatilín, Trompucho, La Dolorosa Barrancas (en trámite)

Las comunidades de la parroquia son:

Ashigua, Joseguango Alto, San Agustín de Callo, San Bartolo Tanitán, San Ramón, Langualó Grande.

Turismo

Entre los sitios turísticos más importantes de Mulaló podemos encontrar el Parque Nacional Cotopaxi y el Boliche. El Parque Nacional Cotopaxi lleva este nombre gracias al volcán Cotopaxi uno de los más altos y estéticamente más lindo, tiene una altura de 5897 metros. Existen otros sitios turísticos como la antigua hacienda San Agustín de Callo, el Cerro y el Templo del Callo, este templo en la antigüedad se utilizaba para la adoración a los dioses; una leyenda cuenta que Túpac Yupanqui fue el constructor de esta obra, la misma que al momento es de propiedad privada, la palabra Callo viene del idioma caribehaitino en la cual CA significa: tierra, suelo, terreno seco y LLO significa: Dios o tipo de vida, por lo que Callo es: una llanura árida de dios o de vida. En mulaló también se puede encontrar otros atractivos turísticos como: La Piedra Chilintosa, El Tambo Mulaló, las Lagunas del Quilindaña, La Piedra de Santa Bárbara, entre otros.

Uso de Suelos

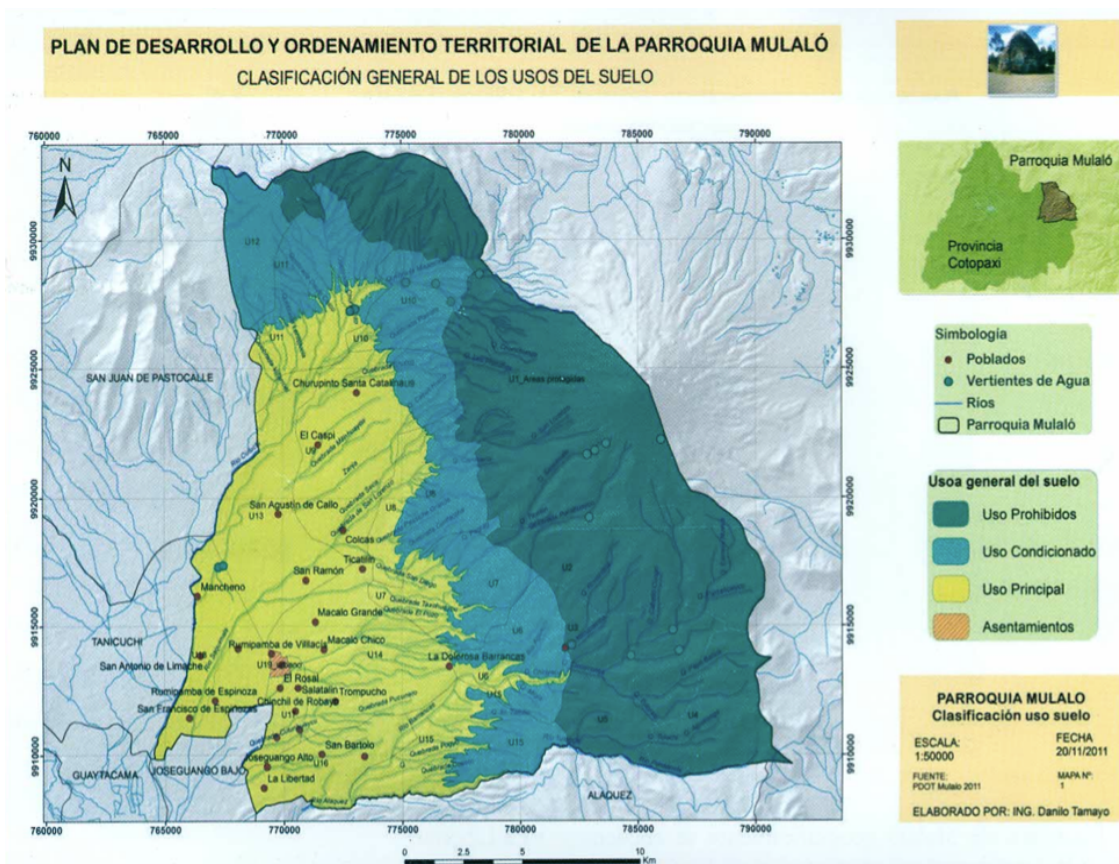


Figura 2. Clasificación general del uso de suelos. (Gobierno Parroquial Mulaló, 2014)

La superficie total de la parroquia de Mulaló es de 43.847,87 Ha aproximadamente las cuales se dividen de la siguiente manera: 3.727,53 Ha corresponde a nieve lo que representa el 8,5%, 11.425,37 Ha corresponde a páramos lo que representa el 26,06%, 1.612,68 Ha corresponde a zonas erosionadas que representa el 3,68%, 15.869,63 Ha corresponde a bosques plantados o forestales lo que representa el 36,19%. (Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca, 2002)

Los cultivos de ciclo corto representan el 11% con aproximadamente 4.822,10 Ha, mientras que los pastos el 14,47% con 6.345,06 Ha, lo que quiere decir que la zona productiva del uso de suelo en la parroquia de Mulaló representa el 15,47%; mientras que la zona urbana solamente representa el 0,10% del suelo total de la parroquia con 45,47 Ha. (Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca, 2002)

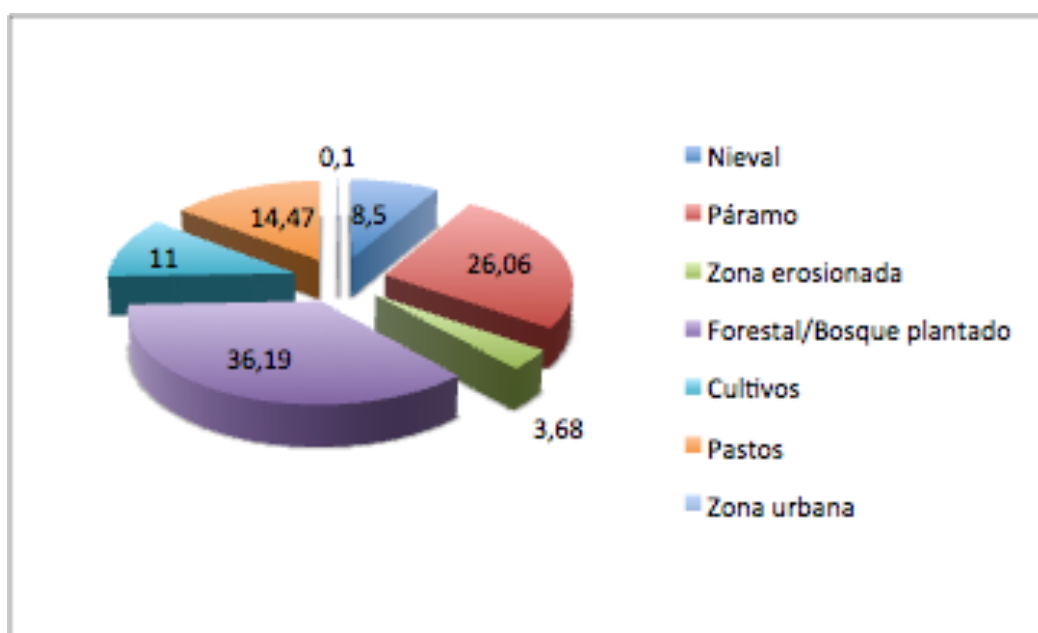


Figura 3. Porcentaje del uso actual de suelos en parroquia Mulaló.

Según información cartográfica de la dirección de recursos no renovables se puede conocer que los bloques mineros que están en explotación ocupan un espacio de 2.074 Ha, mientras que las concesiones mineras en la parroquia ocupan 2.227 Ha.

En la parroquia de Mulaló existen minerales que aún no son explotados, y según el Manual de Información Cultural de la República del Ecuador en el plan estratégico de Mulaló del 2004 estos son: sulfatos y carbonos de sodio, nitratos de potasa, salitre, calizas, hermatita roja, piedra pómez, piedra blanca, arcilla, obsidiana, azufre, magnesio negro, alumbre, caolín, sal de clauber, carbón, lignito, manganeso y carbón de piedra.

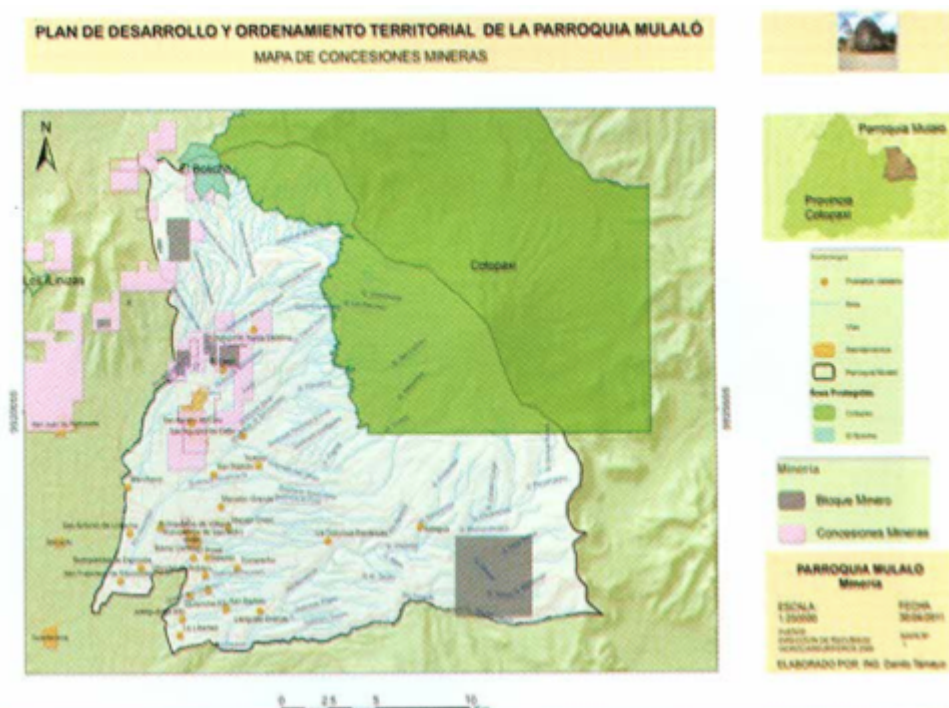


Figura 4. Mapa de concesiones mineras. (Gobierno Parroquial Mulaló, 2014)

Microcuencas Hidrográficas

La subcuenca del río Patate que se encuentra en la parroquia de Mulaló está constituida por las siguientes microcuencas: río Barrancas, río Cutuchi, río Jambelí, río La Delicia, río Saquimala, río Tolugchi, quebrada Burro Huaycu y drenajes menores.

Los remanentes de vertientes y deshielos por parte del volcán Cotopaxi son recogidos por las microcuencas de Cutuchi, Saquimala y Barrancas. (Gobierno Parroquial Mulaló, 2014)

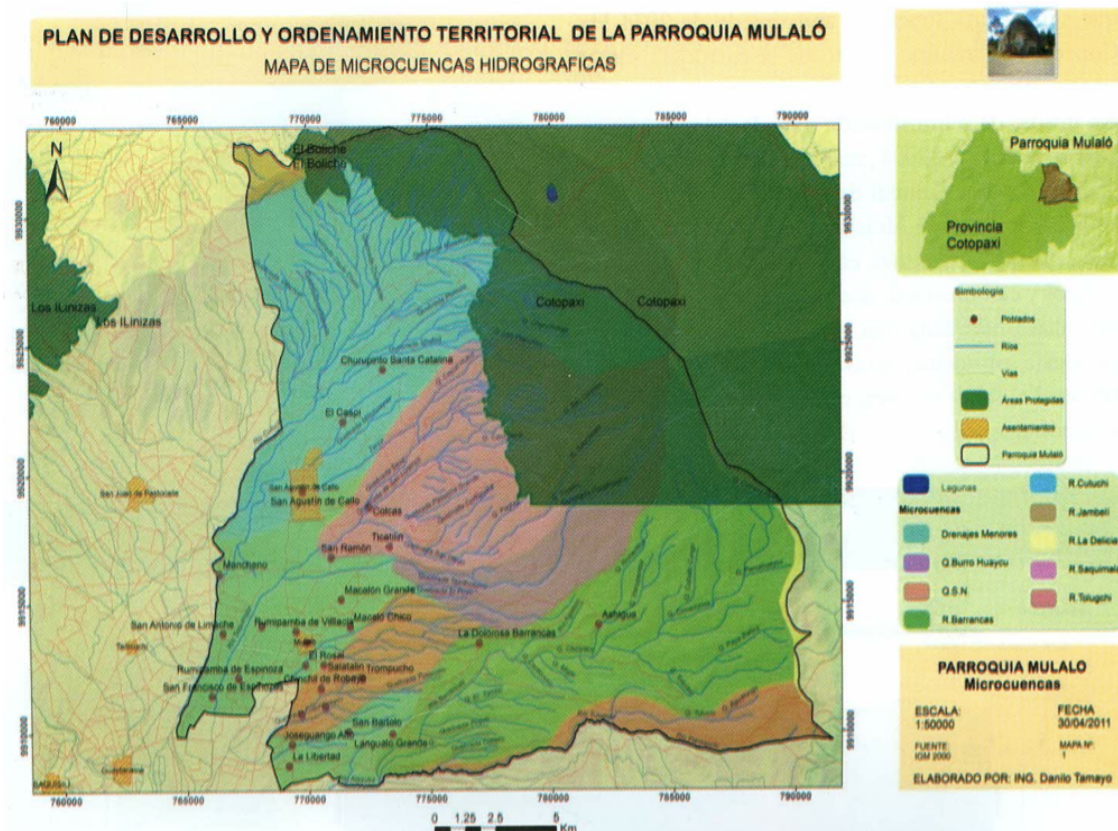


Figura 5. Mapa de microcuencas hidrográficas. (Gobierno Parroquial Mulaló, 2014)

Vías

Cuenta con una amplia red de caminos vecinales o de tercer orden, los cuales comunican los 21 barrios y sus 6 comunas entre estos sectores, con el centro de la parroquia y sus parroquias aledañas. La vía principal es la que une Latacunga con Mulaló. La mayoría de vías que atraviesan la parroquia no son ni asfaltadas ni empedradas.

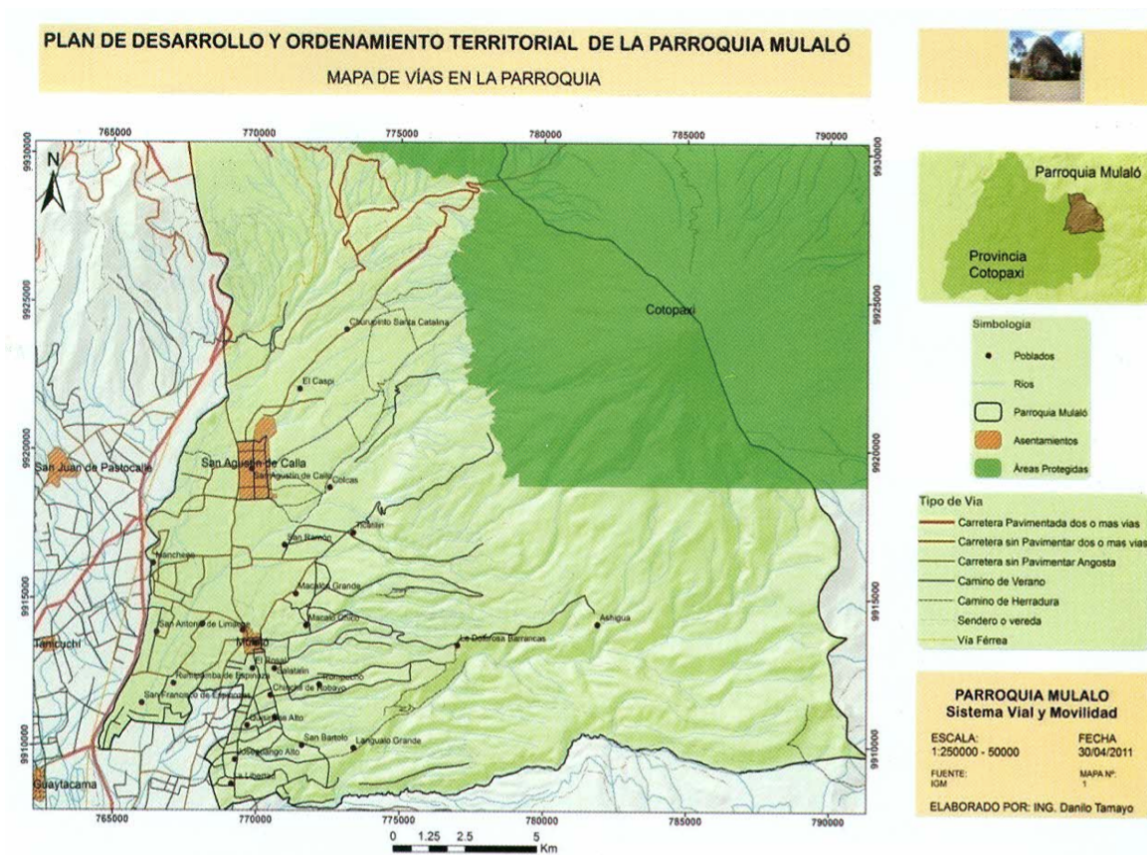


Figura 6. Mapa de vías en la parroquia. (Gobierno Parroquial Mulaló, 2014)

Riesgos

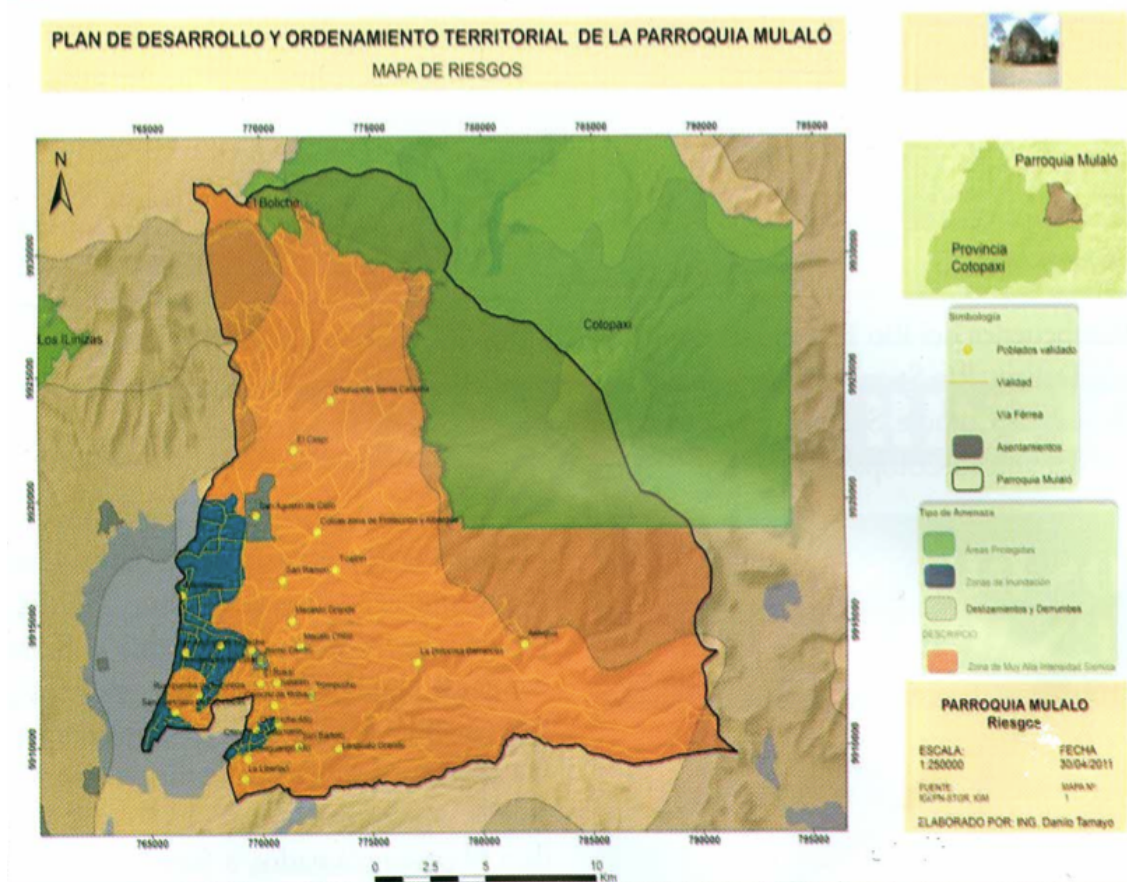


Figura 7. Mapa de riesgos. (Gobierno Parroquial Mulaló, 2014)

En la figura 7. Mapa de riesgos podemos observar donde se encuentra la infraestructura social con más vulnerabilidad, así como sus vías arteriales, los poblados y asentamientos.

Uno de los principales riesgos que corre la parroquia de Mulaló es por inundaciones, la más peligrosa siendo el desborde del río Cutuchi, la zona que se vería afectada por esta inundación es de aproximadamente 2.192,67 Ha en el suroeste de la parroquia; los asentamientos afectados serían Mancheno San Antonio

de Limache, Rumipamba de San Isidro, Rumipamba de Espinosas y San Francisco de Espinosas. (Gobierno Parroquial Mulaló, 2014)

El principal riesgo en la parroquia Mulaló es el riesgo volcánico, esto debido a que esta situada en las faldas del volcán Cotopaxi; la superficie total amenazada por riesgo volcánico en la parroquia es de aproximadamente 40.394,95 Ha, a partir de esto puede identificar que la superficie con mayor peligro y en riesgo directo de lava incandescente, sismos y cenizas por una posible erupción del volcán Cotopaxi es de 9.913,57 Ha lo cual representa el 25%, las zonas de peligro de lahares representan un 18% con una superficie aproximada de 7.395,94 Ha; mientras que las zonas de menor peligro de una influencia directa por la erupción del volcán representan un 39% con una superficie de 15.651,52 Ha y la zona de menor riesgo de lahares ocupa una superficie de 7.433,92 Ha representando un 18% (Secretaría Nacional de Riegos, 2012).

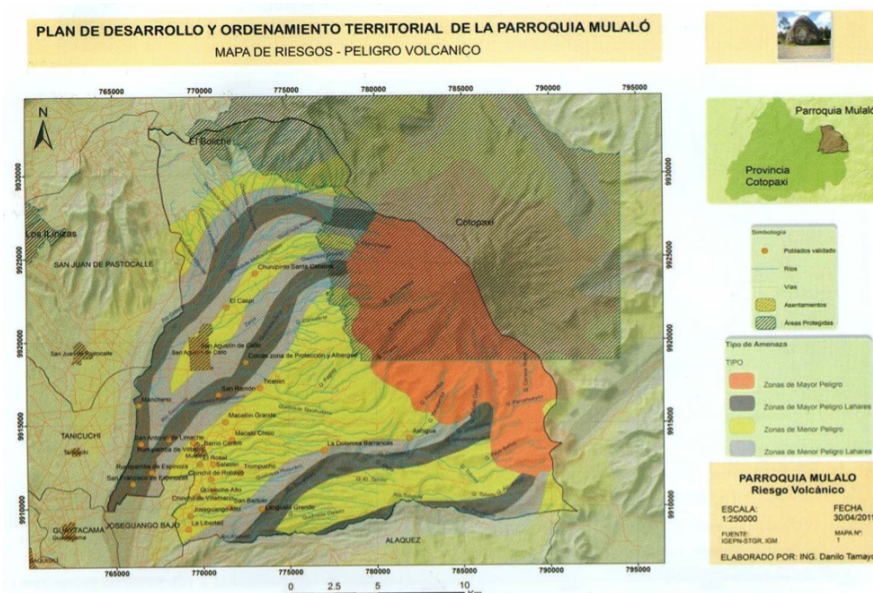


Figura 8. Mapa de riesgos peligro volcánico. (Gobierno Parroquial Mulaló, 2014)

Haciendas y florícolas

En la parroquia de Mulaló las grandes propiedades y latifundios se encuentran divididos entre haciendas, florícolas y superficies forestales. En esta parroquia se encuentran 28 haciendas de las cuales 24 son productoras de leche, 16 florícolas y 5 empresas forestales. (Gobierno Parroquial Mulaló, 2014)

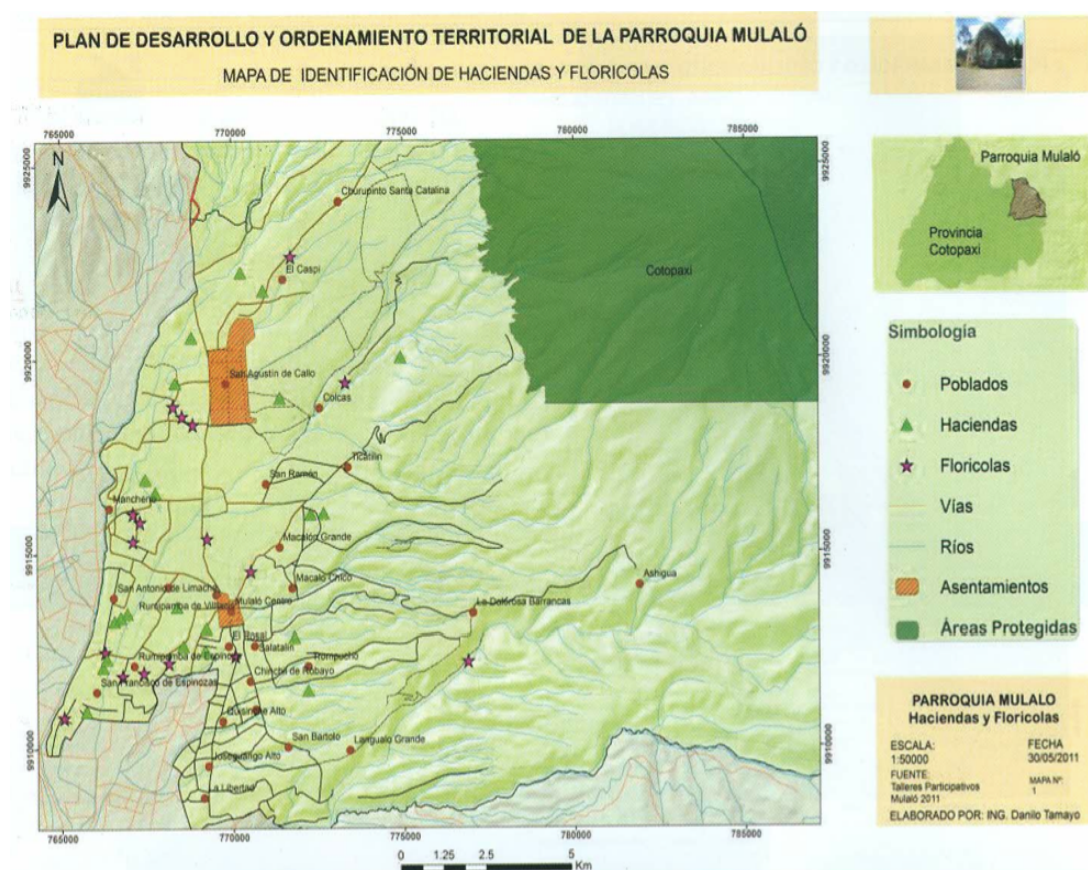


Figura 9. Mapa de identificación de haciendas y florícolas. (Gobierno Parroquial Mulaló, 2014)

Descripción general de la población

Fuentes de ingreso

Según una encuesta que se realizó en la parroquia de Mulaló, las familias manifestaron que en su mayoría el mayor orden de ingresos proviene del empleo en florícolas y haciendas con un 38,71% seguido del empleo por ganaderías que ocupa un 32,26% (Gobierno Parroquial Mulaló, 2014). En la siguiente figura podemos apreciar el resultado de la encuesta.

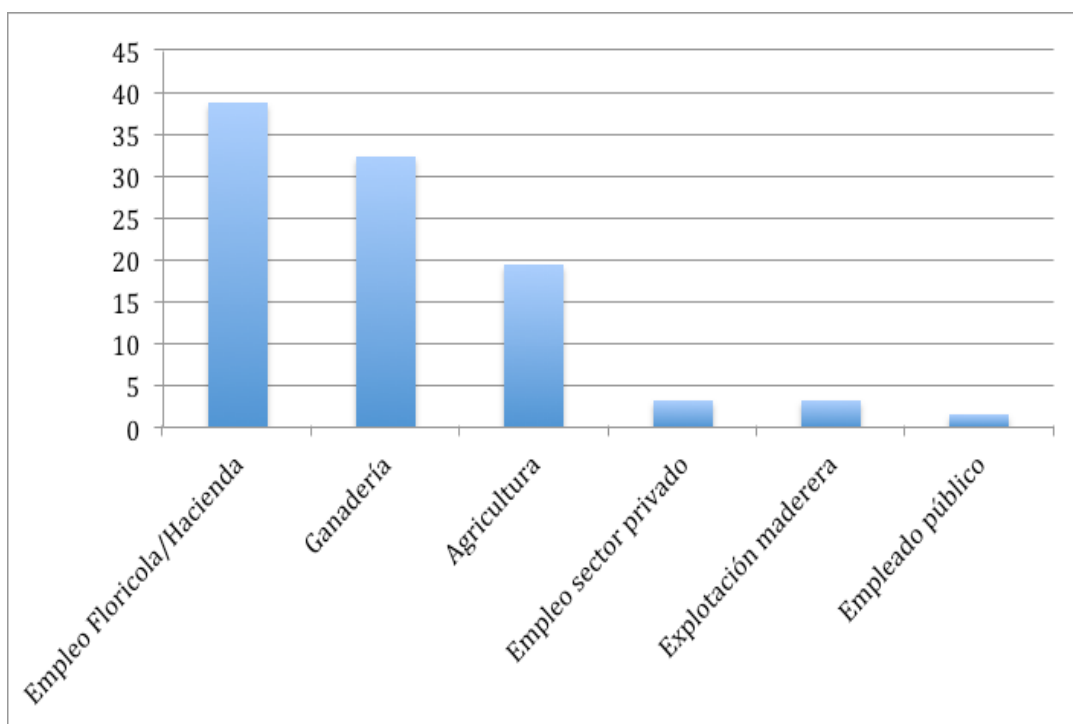


Figura 10. Principales fuentes de ingreso de las familias en la parroquia Mulaló.

Principales gastos

Los principales gastos en los que incurren las familias de Mulaló son en alimentación, educación, vestimenta, salud, transporte, pago de servicios básicos y en diversión. A continuación se presenta los resultados de la encuesta realizada por el gobierno parroquial. (Gobierno Parroquial Mulaló, 2014)

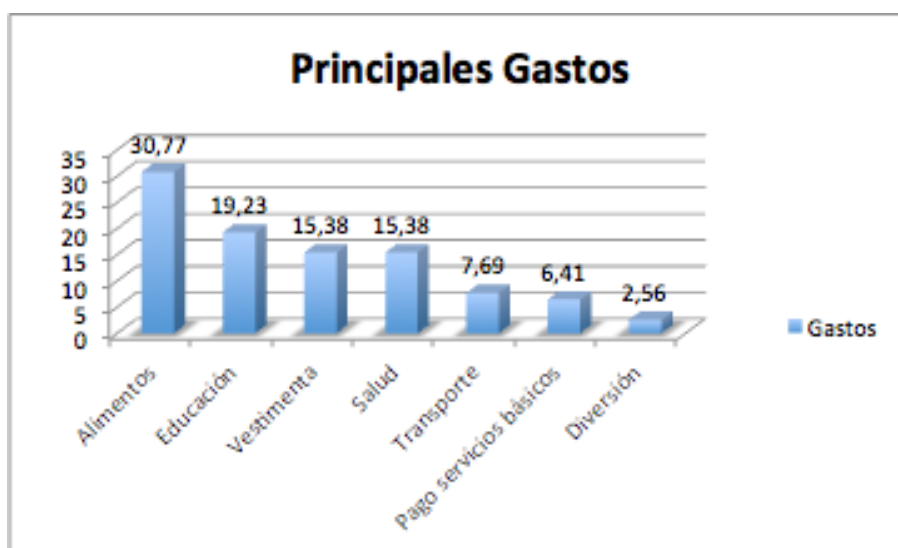


Figura 11. Porcentajes de principales gastos de las familias en Mulaló.

Tipo de Familias

La población aproximada de familias entre los barrios y comunidades de Mulaló es de 2.666, estas familias tienen un promedio de 4,8 integrantes por cada una. (Gobierno Parroquial Mulaló, 2014)

En la mayoría de casos el tipo de familias son nucleares, esto quiere decir que el hogar están compuestos por esposo, esposa e hijos. Este tipo de familias

ocupan un 74,04% del total mientras que el 25,93% restante son familias ampliadas las cuales están compuestas por esposo, esposa, hijos, nueras, yernos, suegros, etc. (Gobierno Parroquial Mulaló, 2014)

Población por edades

De la población total de Mulaló la cual es de aproximadamente 12.141 habitantes, 1.251 habitantes corresponden a un grupo poblacional de 0 a 4 años, 2.721 habitantes corresponden a un grupo poblacional de 5 a 14 años, 6.776 habitantes corresponden a personas entre la edad de 15 a 64 años y 1393 habitantes corresponden al grupo de la tercera edad. (Instituto Nacional de Estadística y Censo, 2001)

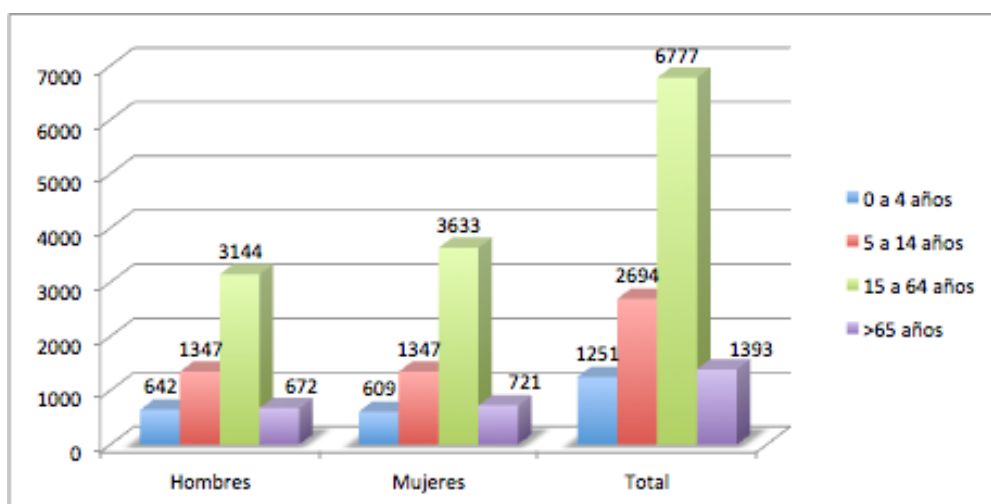


Figura 12. Distribución poblacional. (Gobierno Parroquial Mulaló, 2011)

Migración

Aproximadamente son 680 migrantes en la parroquia de Mulaló de estos el 55% son hombres y el 45% mujeres. Los principales destinos de los migrantes son España, Italia y Estados Unidos. Las personas que migran de la parroquia pero salen a otra ciudad dentro de Ecuador en su mayoría van a la ciudad de Quito, seguido de las ciudades de Ambato y Guayaquil. (Gobierno Parroquial Mulaló, 2011)

Las principales razones por las cuales las personas de la parroquia de Mulaló migran al extranjero son tres: el 85,71% lo hace por trabajo, el 9,52% por estudios y el 4,76% por otras razones como mejorar las condiciones de vida de la familia y los hijos. Estas razones de la migración se ven influenciados por una serie de factores, el principal es la falta de condiciones de producción que representa el 84,21%, mientras que la falta de tierra representa el 10,53%. (Gobierno Parroquial Mulaló, 2011)

Los grupos mayoritarios de inmigrantes son los hombres casados , estos representan un 50%, seguidos de los hombres solteros que representan un 27,78%, en tercer lugar se encuentran las familias enteras que representan un 11,11% mientras que las mujeres casadas y solteras un 5,56% cada una. La principal actividad que realizan los migrantes de la parroquia es el trabajo en florícolas. (Gobierno Parroquial Mulaló, 2014)

Acceso a los servicios

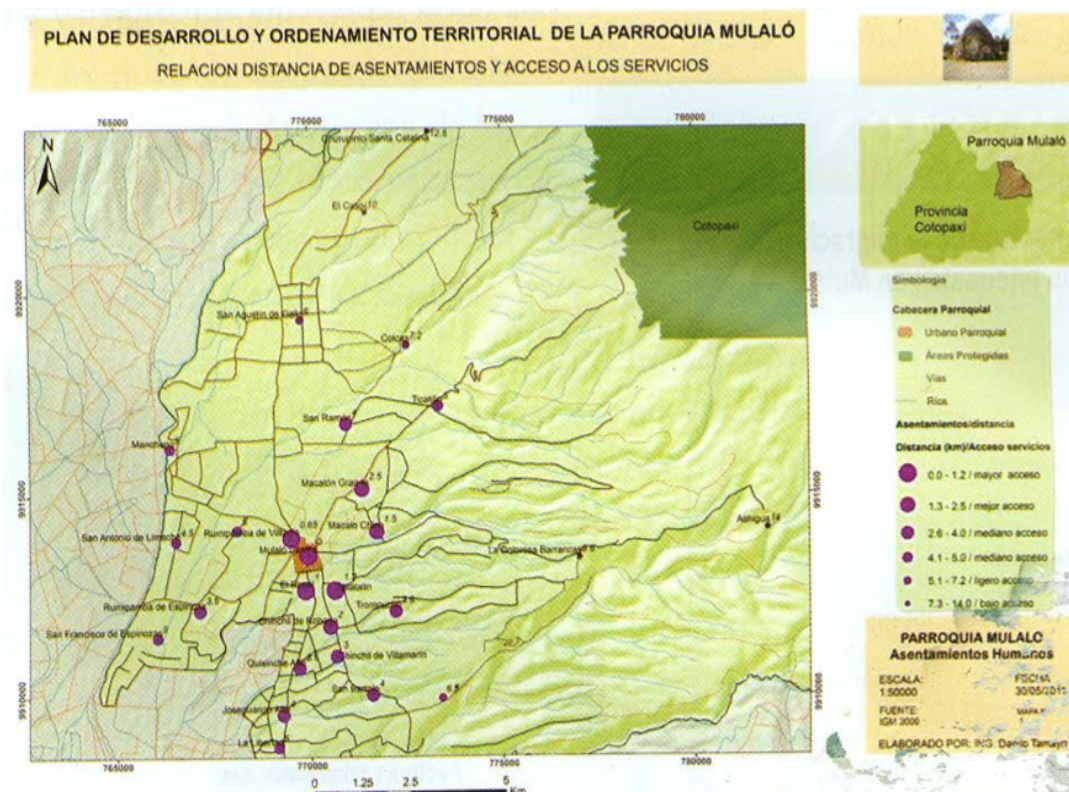


Figura 13. Mapa de relación distancia de asentamiento y acceso a los servicios.
(Gobierno Parroquial Mulaló, 2014)

En el mapa se puede observar que a mayor distancia del centro parroquial menor es el flujo de acceso a los servicios, intercambio, comercio y servicios concentrados en la cabecera parroquial.

Vivienda

En 10 años desde el censo del 2001 se han incrementado 847 viviendas, de las 1622 que había a 2472, lo cual representa un incremento del 52,22%. (Instituto Nacional de Estadística y Censo, 2011)

Los tipos de construcción para estas viviendas se los puede apreciar en la siguiente tabla:

Tipo de vivienda	#	%
Hierro	162	7
Cemento	587	24
Mixto	879	36
Madera	494	20
Mampostería	350	14
Total	2472	100

Tabla 1. Tipo de vivienda en la parroquia Mulaló. (Gobierno Parroquial Mulaló, 2014)

Centros Educativos

La parroquia de San Francisco de Mulaló cuenta con dos colegios fiscales, uno presencial y otro a distancia, cuenta con ocho escuelas fiscales y un centro artesanal municipal que se ubica en el centro de la parroquia. (Gobierno Parroquial Mulaló, 2011)

Distribución estudiantil

Existen aproximadamente 1528 estudiantes y 103 docentes en las diferentes áreas. De este número 695 son hombres y 660 son mujeres; mientras que de los docentes 50 son hombres y 53 mujeres. Los niños y niñas que atienden a centros de desarrollo infantil son 224 que están en la edad entre 2 y 6

años. En la parroquia de Mulaló hay un 16,74% de analfabetismo. (Gobierno Parroquial Mulaló, 2014)

Descripción general de la producción en la zona

Cultivos Principales

Los principales cultivos de la parroquia de Mulaló son maíz, papas, habas, chochos, fréjol, cebada, arveja y mellocos. Esta producción está destinada principal al consumo propio de las familias de la parroquia dejando muy poco para la venta. Las familias al poder cultivar ellos mismos sus alimentos ahorran al no tener que comprar estos productos. (Gobierno Parroquial Mulaló, 2014)

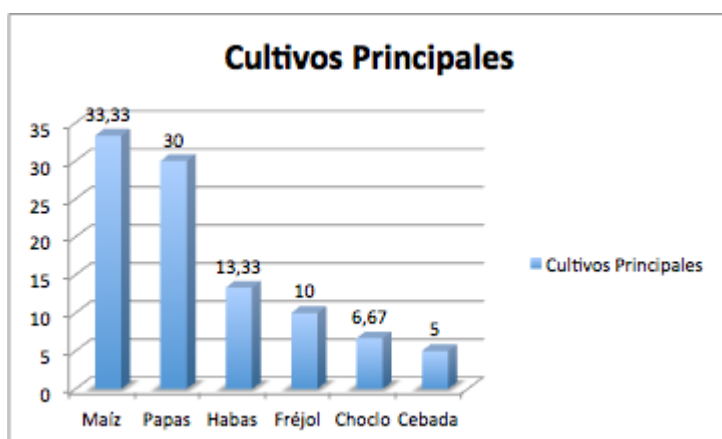


Figura 14. Porcentajes de los principales cultivos en la parroquia de Mulaló.

(Gobierno Parroquial Mulaló, 2014)

Bosques Plantados

La superficie forestal de la parroquia de Mulaló es de aproximadamente 15.869,63 Ha lo que representa un 36,19% de la superficie total de la parroquia. De la superficie total de la parroquia el 33% corresponde a bosque plantado con pinos la cual abarca una superficie de 14.266,91 Ha mientras que existe un 4% en el cual está plantado eucalipto lo cual corresponde aproximadamente a una superficie de 1.602,72 Ha. (Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuicultura y Pesca, 2002)

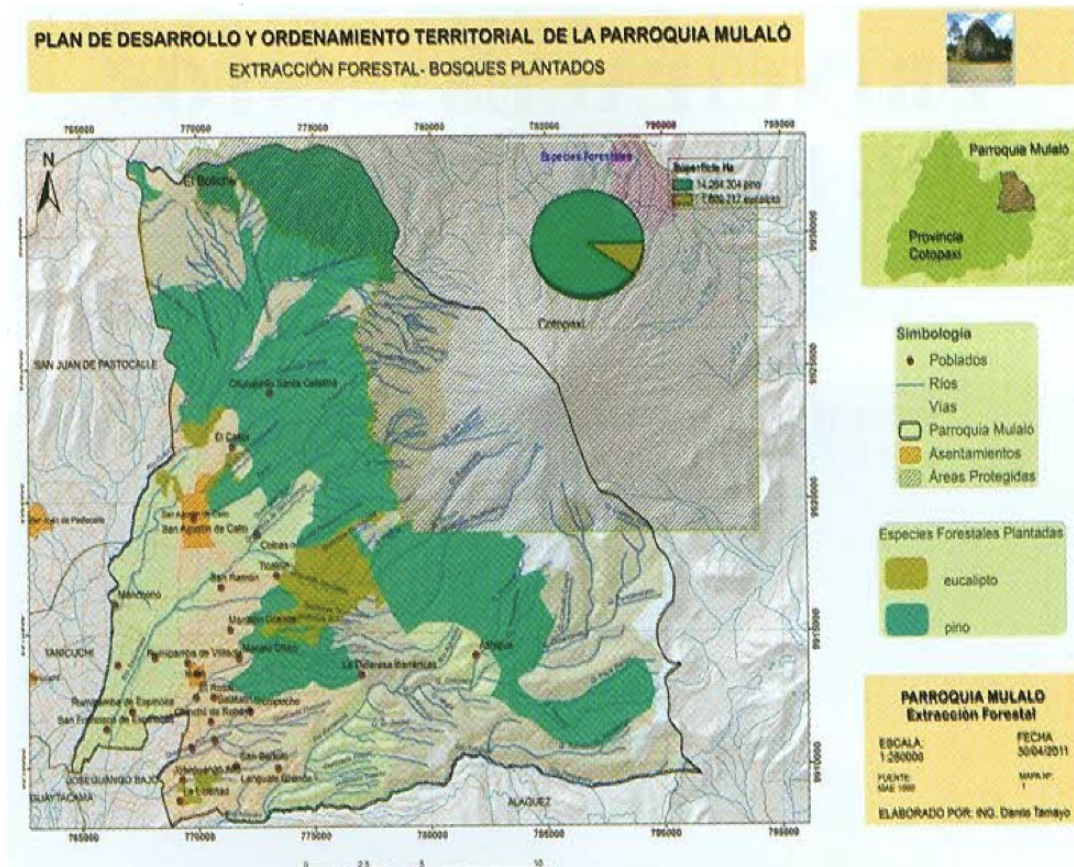


Figura 15. Extracción forestal, Bosques plantados. (Gobierno Parroquial Mulaló, 2014)

Producción lechera

La mayor producción lechera se da en el sector rural, la cual representa el 69% mientras que la de las haciendas representa el 31% restante. Sin embargo se puede diferenciar que la producción leche/vaca/día en el sector rural es de aproximadamente 8 litros y en las haciendas es de 18 litros, esto debido a que las haciendas tienen procesos semi-tecnificados y tecnificados. (Gobierno Parroquial Mulaló, 2014)

Producción quesera

La parroquia de Mulaló es una de las principales zonas en las que se industrializa la leche, esto se debe a que la provincia cuenta con alrededor de 160 microempresas queseras de estas 25 se encuentran en la parroquia; en estas microempresas se procesa alrededor de 38.000 litros diarios de leche de los cuales 20.00 litros son producidos en el sector rural de la parroquia y los 18.000 litros restantes provienen de sectores rurales fuera de la parroquia. La producción diaria aproximada que se obtiene de las 25 microempresas es la siguiente: 9.240 quesos, 1.500 litros de yogurt, 1.000 litros de leche procesada y 28.600 litros de suero producido. Esta industria genera empleo aproximadamente a 115 personas. (Gobierno Parroquial Mulaló, 2014)

DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO

El alcantarillado sanitario es la red de tuberías o estructuras que son utilizadas para el traslado de aguas servidas o residuales desde el o los sitios donde se producen esta agua hasta un sitio de tratamiento o de desagüe. Estas redes de tuberías es un sistema hidráulico que trabaja por presión atmosférica.

Elementos de la Red de Alcantarillado Sanitario

Tubería

Teniendo en cuenta que los materiales que se pueden conseguir en el mercado nacional para ser utilizados en las tuberías de alcantarillado son : cemento pre-compreso, hierro fundido, polietileno y PVC, se opta por escoger el material que brinda mayores beneficios para el proyecto; debido a esto el material que se escogió para ser utilizado en las tuberías para el proyecto de alcantarillado en la parroquia de Mulaló es el PVC.

Las principales ventajas que brinda este material son: Bajo coeficiente de fricción, bajo caudal de infiltración, vida útil mayor 50 años, alta resistencia a químicos y ácidos. (Araque, 2011)

Pozos de revisión

Los pozos de revisión son estructuras diseñadas y destinadas para permitir el acceso al interior de las tuberías o colectores de alcantarillado, para las operaciones de mantenimiento y especialmente limpieza, estos deben estar ubicados preferentemente en donde existen los puntos de convergencia de las tuberías de la red. (Araque, 2011)

Para la ubicación de los pozos de revisión se sigue la guía que establece la siguiente tabla, la cual nos da las pautas para el diseño dependiendo del diámetro de la tubería:

Distancia Máximas entre Pozos de Revisión	
Diámetro de Tubería (mm)	Distancia Lineal (m)
$\Phi \leq 350$	100
$400 \leq \Phi \leq 800$	150
$\Phi > 800$	200

Tabla 2. Distancia lineal de separación entre pozos de revisión. (Orbe, 2011)

Para el diseño del diámetro del pozo de revisión se sigue la siguiente tabla la cual nos muestra los parámetros a seguir para el diseño:

Diámetros recomendados para de pozos de revisión	
Diámetro de tubería (mm)	Diámetro pozo de revisión (mm)
$\Phi \leq 550$	900
$600 \leq \Phi \leq 800$	1200
$\Phi > 800$	Diseño especial

Tabla 3. Diámetros recomendados para pozos de revisión. (Chavez, 2014)

Existen algunas normas que se debe seguir para la colocación y diseño de los pozos, las cuales son: Los pozos de revisión deben tener tapas removibles y resistentes, deben estar ubicados en todas las intersecciones de la red de tuberías así como el comienzo de la misma y si existe cambio de dirección, pendiente o diámetro; las tuberías de salida deben estar en un nivel inferior a las que llegan al pozo de revisión. (EMAAP-Q, 2009)

La ubicación de los pozos se puede ver en el anexo B

Cajas de revisión

Las cajas de revisión tienen la misma función que los pozos de revisión pero para los domicilios, por lo que están ubicadas en las conexiones domiciliarias con la red de alcantarillado. Por lo general están construidas de ladrillo y su dimensión es 800mm x 800mm ya que cumplen la misma función que los pozos

de revisión éstas deben atenerse a las mismas normas de construcción. (Araque, 2011)

Conexiones domiciliarias

Las conexiones domiciliarias son aquellas redes de tubería que transporta las aguas sanitarias y pluviales desde la caja de revisión del domicilio hasta la red de alcantarillado. (Chavez, 2014)

Estas tuberías de conexión deben tener una pendiente entre el 2% y el 20% y deben tener un diámetro mínimo de 150mm. (EMAAP-Q, 2009)

Tanque séptico

Un tanque séptico es donde se recibe y se trata las aguas, dentro de este tanque hay un proceso de sedimentación de los desechos sólidos y a través de un proceso séptico se estabiliza la materia orgánica para transformarla en un lodo inofensivo para la salud humana o del medio ambiente.

En la parroquia de Mulaló se van a ubicar 12 tanques sépticos, la ubicación de los mismos se puede ver en el anexo G, para la ubicación de los mismos se tomo en cuenta todos los datos del proyecto así como la dirección del flujo de las aguas por las tuberías la cual se puede observar en el anexo D.

Diseño de tanques sépticos

El plano para el diseño general de los tanques sépticos para la parroquia de San Francisco de Mulaló se encuentra en el anexo C. Para encontrar las dimensiones de cada tanque séptico primero es necesario conocer el volumen, de la siguiente manera:

$$V = q * t$$

Donde:

V= volumen del tanque séptico

q= caudal conocido que llega al tanque séptico

t= tiempo= 6 horas= 21600 seg.

Una vez calculado el volumen del tanque séptico tenemos la siguiente información proporcionada por el Ing. Miguel Araque para el calculo de las dimensiones:

$$2C = D$$

$$1m \leq A \leq 2m$$

Por lo que tenemos:

$$V = A * D * 2D$$

Con esta ecuación y conocido A y V encontramos la dimensión D y con esta el resto de dimensiones necesarias para el diseño. Este proceso se lo hace para encontrar las dimensiones de cada tanque séptico del proyecto.

Una vez hechos los cálculos en la siguiente tabla podemos ver las dimensiones de cada uno de los tanques sépticos que se van a ubicar en la parroquia.

DISEÑO DE TANQUES SÉPTICOS								
Tanque séptico	q (l/s)	t (seg)	V (m ³)	Dimensiones de diseño (m)				
				A	B	C	D	E
1	0,73	21600	15,768	1,20	0,60	5,20	2,60	5,20
2	1,38	21600	29,808	1,35	0,75	6,64	3,32	6,64
3	3,11	21600	67,176	1,70	1,10	8,90	4,45	8,90
4	1,01	21600	21,816	1,30	0,70	5,80	2,90	5,80
5	3,45	21600	74,520	1,80	1,20	9,10	4,55	9,10
6	0,70	21600	15,120	1,25	0,65	4,92	2,46	4,92
7	2,72	21600	58,752	1,60	1,00	8,58	4,29	8,58
8	1,37	21600	29,592	1,35	0,75	6,62	3,31	6,62
9	0,89	21600	19,224	1,30	0,70	5,44	2,72	5,44
10	7,14	21600	154,224	2,00	1,40	12,40	6,20	12,40
11	2,06	21600	44,496	1,60	1,00	7,46	3,73	7,46
12	1,85	21600	39,960	1,50	0,90	7,30	3,65	7,30

Tabla 4. Información para el diseño de tanques sépticos.

Cabe recalcar que la nomenclatura de cada dimensión se puede ver en el plano de diseño de los tanques sépticos en el anexo C:

Criterios de Diseño de la Red de Alcantarillado Sanitario

Velocidad mínima

La velocidad mínima recomendada son parámetros que dependen del flujo de agua que pase por la tubería como se presenta en la siguiente tabla:

Velocidad Mínima Recomendada	
Capacidad tubería	Velocidad (m/s)
Tubería llena	0,6
Tubería parcialmente llena	0,3
Flujo libre en la tubería	0,45

Tabla 5. Velocidades mínimos recomendadas para tubería PVC. (Plastigama S.A., 2011)

De acuerdo a esta tabla se utiliza la velocidad mínima de 0,45 m/s ya que la red de alcantarillado trabaja a flujo libre, cabe recalcar que es importante tratar de que la velocidad de diseño para el proyecto sea un poco superior a la mínima recomendada para que de esta manera exista un auto lavado de las tuberías y reduzca el mantenimiento de las mismas. (Plastigama S.A., 2011)

Velocidad máxima

Al igual que la velocidad mínima la velocidad máxima depende del material utilizado para la tubería. Para el caso de PVC el fabricante Plastigama recomienda que esta no sea mayor a 7,5 m/s lo cual impide una erosión de los

elementos conectados a la red de tuberías PVC que sean fabricados de hormigón (2011).

Pendiente máxima y mínima

Según las normas de diseño de sistemas de alcantarillado de la EMAAP-Q es recomendable que las pendientes máximas y mínimas se asemejen a la topografía del terreno de esta manera se bajan los costos al tener menor excavación. Las pendientes a su vez debe asegurar que se cumpla con las velocidades de diseño (2009).

Diámetro mínimo

En la siguiente tabla se puede ver el diámetro mínimo de tubería permitido según las normas:

Diámetro mínimo	
Tipo	Diámetro (mm)
Alcantarillado sanitario	200
Alcantarillado Pluvial	250

Tabla 6. Diámetro mínimo de tubería según tipo de alcantarillado. (Orbe, 2011)

Para el diseño de la red de alcantarillado de la parroquia de Mulaló al tratarse de un alcantarillado de tipo sanitario el diámetro mínimo que se necesita es de 200 mm.

Áreas de aportación

Las áreas de aportación son las zonas que están al lado de las tuberías de recolección y todas las zonas que contribuyen al alcantarillado y se utilizan para repartir de una manera equitativa los caudales sanitarios a los sumideros que se encuentran en la parroquia de Mulaló, para de esta manera no tener un flujo masivo en algunos sumideros mientras que otros están siendo subutilizados. Estas áreas de aportación son utilizadas para determinar los caudales sanitarios de diseño. (Araque, 2011)

Las áreas de aportación para este proyecto se determinaron tomando en cuenta la forma de la parroquia así como su topografía y las características del terreno, su ubicación la podemos observar en el anexo B; viendo que las manzanas son relativamente rectangulares se sigue el método recomendado por Orbe (2011) se utilizan los pozos de revisión de las esquinas como vértices y se trazan líneas hacia el interior a 45° , se realiza este procedimiento con todas las esquinas en cada manzana y después se divide el resto de la manzana trazando una línea recta entre los vértices de los triángulos creados y uniendo los pozos de revisión; de esta forma se crean se crean las áreas de aportación en forma de 2 triángulos y trapecios. Las cuales se calculan y se determinan para el proyecto.

Periodo de diseño

El periodo de diseño es el tiempo para el cual se estima los cálculos del proyecto de alcantarillado. Para decidir el periodo de diseño que se utilizará para el alcantarillado en la parroquia Mulaló se toma en cuenta el material del cual se van a hacer las tuberías, en esta caso PVC; también se analiza el crecimiento poblacional, el mantenimiento que se va a realizar y la demanda del servicio. Se tomará en cuenta la calidad y duración de los materiales y equipos que van a utilizarse (Araque, 2011). Para este proyecto se toma como el periodo de diseño 30 años.

Profundidad máxima de tubería

La profundidad máxima permitida para la tubería según las normas de diseño de sistemas de alcantarillado para la EMAAP-Q, está basada en el diámetro de la tubería de esta manera la profundidad debe estar entre un 70% y 85% del diámetro de la misma (2009).

Movimiento de Tierras

Excavación

Se realiza excavación de zanjas a lo largo de las calles de la parroquia, esto debido a que el alcantarillado se lo realiza bajo tierra. Ya que la tubería que se va a utilizar es de PVC se puede consultar con un fabricante de este tipo de

tuberías para conocer el ancho mínimo de las zanjas, los cuales se presentan en la siguiente tabla:

Diámetro mínimo para zanjado	
Ancho de zanja (mm)	Diámetro tubería (mm)
450	110
450	160
500	200
550	250
600	300
700	400
1000	500

Tabla 7. Diámetro mínimo de las zanjas para tubería de alcantarillado.

(Plastigama S.A., 2011)

También se recomienda que aparte de seguir los diámetros mínimos recomendados por el fabricante también el ancho mínimo de las zanjas permita que el personal que va a instalar la tubería pueda trabajar con facilidad.

Relleno y compactación

Para el relleno y compactación de las zanjas se sigue el Manual Técnico de Plastigama (2011), el cual recomienda las siguientes etapas de relleno y compactación:

- Cimiento
- Encamado
- Acostillado
- Relleno inicial
- Relleno final

En el siguiente gráfico se pueden apreciar las diferentes etapas y su procedimiento:



Figura 16. Relleno y compactación recomendado para tubería PVC. (Plastigama S.A., 2011)

Cálculo Alcantarillado Sanitario

Coefficiente de retorno

El coeficiente de retorno (k_r) se conoce como la cantidad de agua potable que sale como aguas servidas o residuales. (Araque, 2011)

Las normas de diseño de la EMAAP-Q (2009) recomienda un coeficiente entre el 0,7 y 0,8 para sistemas de baja complejidad y entre 0,8 y 0,85 para sistemas de alta complejidad. Al tratarse de una parroquia rural y para tratar de dar el mejor servicio se toma un coeficiente de retorno de 8 así tenemos:

$$k_r = 0,8$$

Densidad poblacional

Para calcular la densidad poblacional se utilizan los datos del ultimo censo en la parroquia de Mulaló el cual tiene que el numero de habitantes en la parroquia es de 12.141, mientras que la superficie habitada en la parroquia es de 45,47 Ha aproximadamente. (Gobierno Parroquial Mulaló, 2014)

$$Densidad Poblacional = \frac{Población \left[\frac{hab}{Ha} \right]}{Superficie \left[\frac{hab}{Ha} \right]}$$

$$Densidad Poblacional = \frac{12.141}{45,47} \left[\frac{hab}{Ha} \right]$$

$$Densidad\ Poblacional = 267,01 \left[\frac{hab}{Ha} \right]$$

Dotación

La dotación es la cantidad de agua que se fija para cada habitante para su consumo diario, en el Ecuador esta dotación esta estimada dependiendo de la región donde se encuentren las personas (Araque, 2011) y es de la siguiente manera:

Dotación de agua	
Región Geográfica	Dotación (l/hab*día)
Oriente	220,1
Costa	220
Sierra	160

Tabla 8. Dotación de agua por habitante para diferentes regiones del Ecuador.
(Araque, 2011)

Debido a que la parroquia de Mulaló se encuentra en la provincia de Cotopaxi utilizamos la dotación para la región sierra por lo que tenemos:

$$Dotación = 160 \left[\frac{l}{hab * día} \right]$$

Caudal medio diario

El caudal medio diario (Q_{md}) es la descarga diaria que tiene el sistema de alcantarillado y se lo calcula de la siguiente forma:

$$Q_{md} = \frac{Población [hab] * Dotación \left[\frac{l}{hab*día} \right]}{86.400 \left[\frac{s}{día} \right]} * k_r$$

$$Q_{md} = \frac{12.141 [hab] * 160 \left[\frac{l}{hab*día} \right]}{86.400 \left[\frac{s}{día} \right]} * 0,8$$

$$Q_{md} = 17,99 \left[\frac{l}{s} \right]$$

Caudal medio final

El caudal medio final está basado en la densidad poblacional y se considera la descarga normal que tiene el sistema de alcantarillado en una hectárea.

$$Q_{mf} = \frac{Densidad Poblacional \left[\frac{hab}{Ha} \right] * Dotación \left[\frac{l}{hab*día} \right]}{86.400 \left[\frac{s}{día} \right]} * k_r$$

$$Q_{mf} = \frac{267,01 \left[\frac{hab}{Ha} \right] * 160 \left[\frac{l}{hab*día} \right]}{86.400 \left[\frac{s}{día} \right]} * 0,8$$

$$Q_{mf} = 0,40 \left[\frac{l}{s * Ha} \right]$$

Caudal de infiltración

Al utilizarse tubería PVC para este proyecto de alcantarillado el caudal de infiltración es nulo y se lo toma como:

$$Q_{inf} = 0 \left[\frac{l}{s * Ha} \right]$$

Esto es debido a que este caudal es se encuentra principalmente en sistemas de alcantarillado por método separado. También aportan a este caudal las malas conexiones, el estado de la tubería, calidad de las juntas y la permeabilidad de la tierra (Araque, 2011).

Caudal por conexiones ilícitas

Según Orbe (2011) esta aportación se da debido a conexiones que no estuvieron planificadas en el diseño del alcantarillado y son dadas posteriormente por cuenta propia de personas naturales, este caudal debe ser tomado en cuenta y se recomienda que se calcule como 80 litros por habitante, lo que nos daría un caudal de:

$$Q_{ii} = \frac{80 * población}{86.400} \left[\frac{l}{s} \right]$$

$$Q_{ii} = \frac{80 * 1.214,1}{86.400} \left[\frac{l}{s} \right]$$

$$Q_{ii} = 1,12 \left[\frac{l}{s} \right]$$

Debido que este proyecto propuesto de alcantarillado sanitario de la Parroquia de Mulaló y gracias a la experiencia del director de este proyecto el Ing. Miguel Araque, el caudal por conexiones ilícitas no es tomado en cuenta por lo que tenemos:

$$Q_{ii} = 0 \left[\frac{l}{s} \right]$$

Caudal total del alcantarillado sanitario

Para calcular el caudal total que va a tener el alcantarillado sanitario en la parroquia se tienen que sumar los caudales calculados anteriormente.

$$Q_s = Q_{mf} \left[\frac{l}{s * Ha} \right] + Q_{inf} \left[\frac{l}{s * Ha} \right] + Q_{ii} \left[\frac{l}{s} \right]$$

$$Q_s = Q_{mf} \left[\frac{l}{s * Ha} \right] + Q_{inf} \left[\frac{l}{s * Ha} \right] + Q_{ii} \left[\frac{l}{s} \right]$$

$$Q_s = 0,40 \left[\frac{l}{s * Ha} \right] + 0 \left[\frac{l}{s * Ha} \right] + 0 \left[\frac{l}{s} \right]$$

$$Q_s = 0,40 \left[\frac{l}{s * Ha} \right]$$

Caudal sanitario en cada área de aportación

Una vez que se a calculado el caudal total del alcantarillado sanitario se procede a calcular el caudal en cada área de aportación de la siguiente manera:

$$Q_{ap} = Q_s \left[\frac{l}{s * Ha} \right] * A_p [Ha]$$

$$Q_{ap} = Q_{ap} \left[\frac{l}{s} \right]$$

Donde:

Q_{ap} es el caudal en cada área de aportación.

A_p es el área de aportación

El caudal de cada área de aportación lo podemos ver en el anexo E.

Diseño final alcantarillado sanitario

Utilizando todos estos datos se procedió a utilizar el programa SewerCAD para el diseño final de la red de alcantarillado sanitario en la parroquia de San Francisco de Mulaló. Este diseño se encuentra en el anexo G.

También se utilizó el programa SewerCAD para encontrar los perfiles del alcantarillado sanitario en cada calle, con los cuales se puede apreciar el corte necesario para la instalación de la tubería. Estos perfiles se encuentran en el anexo F.

DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE

Introducción

El agua, elemento fundamental para la subsistencia de los seres vivos, debe llegar y ser provista debidamente para que sea apta para el consumo humano. El agua que se encuentra presente en la naturaleza es utilizada para consumo humano, sin embargo, debido a las características químicas, físicas y biológicas de este líquido, no puede ser utilizada en forma directa y tiene que ser tratada para eliminar ciertas partículas y sustancias perjudiciales. (Pellini, 2008)

Es entonces importante y vital el tratamiento y potabilización del agua, puesto que de lo contrario, si el agua está en mal estado o contiene elementos nocivos para el hombre, es causa de enfermedades y epidemias en la población, tales como la difteria, cólera, hepatitis, sarna y paludismo, para mencionar algunas. (Pellini, 2008)

Las fuentes de agua natural, como en el caso de la parroquia San Francisco de Mulaló, están afectadas por el clima de la región, que favorecen el arrastre de altas concentraciones de material particulado, materiales orgánicos e inorgánicos que se incorporan a la corriente.

Es importante tratar el agua adecuadamente para eliminar los elementos nocivos físicos, químicos y microbiológicos. Para llevar a cabo el proceso de potabilización del agua, las fuentes hídricas son sometidas a varios procesos de

purificación que implican las etapas de: Coagulación, Foculación, Sedimentación, Filtración y Desinfección. Inicialmente, con el propósito de desestabilizar los contaminantes existentes en la fuente de abastecimiento, se usan sales metálicas basadas en compuestos de hierro y aluminio. Posteriormente se conduce el proceso de foculación, en donde las partículas forman grumos que más tarde sedimentan, para finalmente filtrar y desinfectar el agua, con lo cual se aclara y queda finalmente apta para el consumo humano. (Pellini, 2008)

La finalidad de la red de agua potable es proporcionar agua potable en forma eficaz, tomando en consideración que el agua sea de calidad y se provea en forma permanentemente y en la cantidad necesaria.

Los sistemas de agua potable requieren el estudio de varias alternativas en donde se analicen los aspectos constructivos, sociales y económicos. El diseño hidráulico se realizará considerando los datos básicos del proyecto y se dimensionará para poder programar su construcción por etapas, la planta potabilizadora y las estaciones de bombeo en caso de ser necesarias deberán poder construirse por etapas de acuerdo a la demanda. (Jiménez Terán, 2009)

Causas que dan origen a la necesidad del proyecto

La parroquia de Mulaló tiene un sistema de agua entubada totalmente inadecuada para una población de 12141 habitantes por lo que el diseño para la realización de la red de agua potable para la parroquia San Francisco de Mulaló,

que se presenta en este trabajo, reviste gran importancia para la comunidad y su bienestar.

Antecedentes generales

Se ha realizado un investigación, recopilación y análisis de toda la información disponible en relación con el estudio de este proyecto.

Para la ejecución de este estudio se han considerado las características generales de la localidad, tanto políticas, geográficas, climatológicas, vías de comunicación y económicas.

Se han determinado las zonas socioeconómicas (uso del suelo) , información estadística de la localidad, censos del municipio, población con servicio de agua y alcantarillado en área, número de personas por conexión, escolaridad, población económicamente activa, tipo de familia y clases de vivienda. Las cuales se pueden observar en el capítulo uno de esta trabajo.

Elementos de diseño

Población

La población del proyecto será la cantidad de habitantes que se pretende tengan servicio al terminar el periodo económico de diseño del proyecto del sistema de agua y alcantarillado que se va a realizar. (Jiménez Terán, 2009) Las

proyecciones de esta demanda son importantes en la elaboración del estudio de factibilidad. La población de la parroquia de Mulaló es:

$$Poblacional = 12141[hab]$$

$$Densidad Poblacional = \frac{Población [hab]}{Superficie [Ha]}$$

$$Densidad Poblacional = \frac{12.141 [hab]}{45,47 [Ha]}$$

$$Densidad Poblacional = 267,01 \left[\frac{hab}{Ha} \right]$$

Período de diseño

El período de diseño es el tiempo que se supone la obra estará trabajando al 100% de su capacidad. (Jiménez Terán, 2009) Consecuentemente se debe tratar de diseñar las obras para que la construcción se vaya realizando por etapas conforme se requiera, por lo cual se normalmente se recomienda que el periodo de diseño sea de veinte y cinco años.

Vida útil

La “vida útil” se considera al tiempo en que las obras estarán en servicio al 100% sin que se tengan gastos mayores de operación y mantenimiento, el tiempo

está determinado por el tipo y duración de los materiales y componentes del sistema. (Jiménez Terán, 2009)

Tubería

El material que se va a utilizar para la tubería de la red de agua potable de la parroquia San Francisco de Mulaló es PVC, esto debido a todos los beneficios que este material presenta y que están explicados en el capítulo dos de este trabajo, el diámetro de la tubería dependerá del diseño final de la red de agua potable.

Consumo

Parte del suministro de agua potable que se utiliza sin considerar las pérdidas, se conoce como consumo y se expresa en m³ /día o l/h/día. Según (Jiménez Terán, 2009) el consumo se estima de acuerdo al tipo de usuario y se divide según su uso en: doméstico y no-doméstico, éstos a su vez se subdividen según las clases socioeconómicas de la población.

- Consumo doméstico
 - Residencial
 - Medio
 - Popular

- Consumo no doméstico
 - Comercial
 - Industrial
 - De servicios
 - De producción
 - Servicios públicos

Demanda actual

Demanda actual se considera a la suma de los consumos para cada tipo de usuario más las pérdidas físicas y se obtiene generalmente multiplicando el consumo por cada tipo de usuario de cada sector, por el número correspondiente de usuarios, ya sean doméstico o no domésticos. (Jiménez Terán, 2009)

Pérdidas físicas

El agua que se pierde por diversos motivos en las líneas de conducción, tanques, red de distribución y tomas domiciliarias se conoce generalmente como fugas; son las pérdidas físicas y se pueden evaluar mediante aforos, inspecciones, etc. (Jiménez Terán, 2009)

Estas pérdidas dependen de factores como la calidad y edad de las tuberías, de los procesos constructivos, la presión del agua, y el mantenimiento y operación del sistema.

Predicción de la demanda

Cuando se trata de diseñar un sistema hidráulico urbano, es importante determinar la demanda futura de agua, calculándola por medio de la suma de los distintos consumos de las diferentes clases socioeconómicas y la proyección de la población. (Jiménez Terán, 2009)

Dotación

La dotación es la cantidad de agua que se le asigna a cada habitante para su consumo, considerando todos los consumos de los servicios y las pérdidas físicas en el sistema, en un día medio anual y sus unidades están dadas en l/h/día. (Jiménez Terán, 2009)

La dotación se obtiene por medio de un estudio de demandas, pero cuando esto no es posible se emplea la tabla de demandas que considera el número total de habitantes y la temperatura media anual de la localidad.

Consumo doméstico per cápita

A continuación se presenta una tabla con el consumo domestico per cápita promedio, esta tabla depende del clima y de la clase socioeconómica para presentar el consumo en L/H/D.

CLIMA		CONSUMO POR CLASE SOCIOECONOMICA L/H/D	
	RESIDENCIA L	MEDIA	POPULAR
Cálido	400	230	185
Semicálido	300	205	170
Templado			
Semifrio	250	195	160
Frío			

Tabla 9. Consumo Doméstico per Cápita. (Jiménez Terán, 2009)

Clasificación de climas por temperatura

A continuación se presenta una tabla con la clasificación de los climas que depende de la temperatura media anual.

TEMPERATURA MEDIA ANUAL (°C)	TIPO DE CLIMA
Mayor de 22	Cálido
De 18 a 22	Semicálido
De 12 a 17.9	Templado
De 5 a 11.9	Semifrío
Menor a 5	Frío

Tabla 10. Clasificación de Climas por Temperatura. (Jiménez Terán, 2009)

La temperatura media anual de la parroquia de Mulaló es de 5 a 11.9 grados centígrados y la dotación o consumo per cápita será de 100 l/h/d correspondiente a la clase socioeconómica popular.

Coefficientes de variación

Los consumos de agua, no son constantes, durante el día o año, por tanto es necesario conocer los gastos Máximo Diario y Máximo Horario los cuales se determinan utilizando los coeficientes de variación, estos coeficientes se pueden obtener mediante estudios o utilizando los valores promedio establecidos. (Jiménez Terán, 2009)

Coeficientes de variación diaria y horaria

CONCEPTO	VALOR
Coeficiente de variación diaria (Cvd)	1.40
Coeficiente de variación diaria (Cvh)	1.55

Tabla 11. Coeficientes de Variación Diaria y Horaria. (Jiménez Terán, 2009)

Velocidades

Las velocidades máximas y mínimas del agua en un conducto, están gobernadas por el material del que está fabricado el ducto y la magnitud de los fenómenos transitorios, al igual que la velocidad de arrastre, ésta última se considera para que no exista el depósito de partículas remolcadas por el agua. (Jiménez Terán, 2009)

Velocidades mínimas y máximas permisibles en tuberías

MATERIAL DE LA TUBERÍA	VELOCIDAD (M/S)	
	MÁXIMA	MINIMA
Concreto	3	0.3
Acero	5	0.3
Fibro- Cemento	5	0.3
Plásticos	6	0.3

Tabla 12. Velocidades mínimas y máximas permitidas. (Jiménez Terán, 2009)

Obras de captación

Las fuentes de abastecimiento deben ser capaces de suministrar el gasto máximo diario requerido, mediante la captación de aguas superficiales o subterráneas. Se debe analizar las características de las fuentes y topografía de la zona para garantizar el abastecimiento en épocas de sequía u otras causas similares. (Jiménez Terán, 2009)

Captación de aguas superficiales

Según (Jiménez Terán, 2009) las corrientes de agua con un escurrimiento permanente son adecuadas para una captación continua durante todo el año, se deben identificar y establecer las obras de captación adecuadas.

Elementos de un sistema de captación:

- Dispositivos de toma: orificios, tubos
- Dispositivos de control: compuertas, válvulas
- Dispositivos de limpia: rejillas, cámaras de decantación
- Dispositivos de control de excedencias: vertedores
- Dispositivos de aforo: vertedores, tubos pitot, parshall

Los datos necesarios para estos sistemas de captación son:

- Gasto medio, máximo y mínimo de la corriente
- Niveles de agua, normal, mínimo y extraordinario
- Características de la cuenca, erosión y sedimentación
- Estudio de inundaciones y arrastre de cuerpos flotantes
- Características de la vegetación, incluyendo efecto de agua de riego
- Probables fuentes de contaminación aguas arriba de la localidad

Captación directa de aguas

Existen varios métodos de captación de aguas directas, tanto en forma directa como mediante represas y tanques, lo cual varía de acuerdo a la topografía del lugar y la capacidad de inversión.

Las tomas directas de corrientes superficiales mediante tubos sumergidos se recomiendan usualmente para gastos menores a 10 l/s. Se utilizan Torres de Toma aguas abajo de la fuente construidas de mampostería o concreto en los márgenes del río sobresaliendo varios metros del nivel del agua, este tipo de toma es recomendable para gastos superiores a 50 l/s. También se recurren a las presas de almacenamiento o derivadores cuando es necesario aumentar el tirante del agua de la corriente o represarla para lograr el gasto requerido. (Jiménez Terán, 2009)

Para la localización de una toma de agua con el objeto de abastecer de agua a una población se considerarán los siguientes factores:

- Gasto requerido (máximo diario)
- Flujo o carga hidráulica, la cual depende del caudal y/o altura de la cortina y del perfil de la conducción
- Estudio de geotecnia
- Tipo de conducción tubería o cortina
- Localización de la planta potabilizadora

Captación de aguas subterráneas

Son importantes fuentes para abastecer de agua a las plantas potabilizadoras ya que por lo general no requieren mayor tratamiento y usualmente se puede disponer de cantidades seguras de agua.

Estas aguas se clasifican en agua freática y agua confinada. El manto de agua freática es aquel que no tiene presión hidrostática mientras que el agua subterránea confinada es aquella que está entre capas de materiales semipermeables a una presión mayor a la atmosférica. (Jiménez Terán, 2009)

La captación de este tipo de aguas se realiza normalmente mediante: Manantiales, Pozos y Galerías filtrantes que se utilizan para captar el agua del subálveo de corrientes superficiales en los márgenes de los ríos paralelo a la corriente. (Jiménez Terán, 2009)

Captación en el proyecto

La captación de agua para la parroquia de San Francisco de Mulaló va a ser de tipo directo desde un tanque que ya se encuentra en la parroquia a 900m de distancia de la población.

Cálculos de diseño

Coefficiente de retorno

El coeficiente de retorno que se utiliza para el diseño de la red de agua potable en la parroquia de Mulaló es de 1,5 esto es debido a que se a tomado en cuenta la simultaneidad. (Araque, 2011)

$$k_r = 1,5$$

Nudo de presión

El nudo de presión es un punto en la red de agua potable donde su presión es conocida. La ubicación de los mismos se puede ver en el anexo H.

Áreas de aportación

Son las áreas a las cuales aportan el agua potable cada nudo de presión, las áreas de aportación para la red de agua potable de este proyecto se las puede ver en el anexo H.

Caudal de diseño

El caudal de diseño, es el agua que un usuario o población necesita en un día de consumo promedio y para una localidad se calcula de la siguiente manera:

$$Q_d = \frac{\text{Población}[\text{hab}] * \text{Dotación} \left[\frac{\text{l}}{\text{hab} * \text{día}} \right]}{86.400 \left[\frac{\text{s}}{\text{día}} \right]} * k_r$$

$$Q_d = \frac{12.141[\text{hab}] * 160 \left[\frac{\text{l}}{\text{hab} * \text{día}} \right]}{86.400 \left[\frac{\text{s}}{\text{día}} \right]} * 1,5$$

$$Q_d = 33,73 \left[\frac{\text{l}}{\text{s}} \right]$$

Caudal de diseño por área de aportación

Para encontrar el caudal de diseño en cada área de aportación utilizamos la siguiente fórmula.

$$Q_d = \frac{\text{Población}[\text{hab}] * \text{Dotación} \left[\frac{\text{l}}{\text{hab} * \text{día}} \right]}{86.400 \left[\frac{\text{s}}{\text{día}} \right]} * k_r$$

Cabe recalcar que la población tomada en cuenta para esta fórmula debe ser encontrando la población en cada área de aportación extrapoliándola de la población de toda la parroquia.

Los resultados de este cálculo los podemos ver en el anexo H.

Red de Hidrantes

Hidrantes

Los hidrantes públicos son dispositivos de suministro de agua para el combate de incendios, conectado a la red de conducción y situado en área de dominio público. De acuerdo a (Botta, 2011) estos son los elementos de un hidrante.

- Hidrante de poste (Superficial): Hidrante cuyas bocas de agua se encuentran por encima del nivel del piso o acera.
- Hidrante de poste de cuerpo seco: La válvula de operación se encuentra al pie del hidrante; está formado por cuerpo o sección superior, el cual comprende : bonete, bocas de agua, tapas, dado de la válvula de operación y demás partes que están sobre el nivel del piso y la sección inferior que comprende: extensión, codo de admisión, válvula de operación y demás partes que estén bajo el nivel del piso.
- Boca de agua: Punto de conexión entre la manquera y el hidrante.
- Válvula de operación: Válvula ubicada al pie del hidrante y cuyo manejo permite controlar el suministro a las bocas de agua en forma individual o colectiva, actuando contra la presión del agua.
- Válvula auxiliar: Válvula del tipo de compuerta, ubicada entre el hidrante y la tubería de alimentación y cuya operación permite controlar el suministro de agua al hidrante proveniente de la tubería matriz de la localidad.

Especificaciones técnicas del hidrante

CARACTERISTICAS	DIAMETRO NOMINAL		
	100	150	200
Presión de trabajo máximo	16.63 kg/cm ²	16.63 kg/cm ²	16.63 kg/cm ²
No de bocas de agua	2 de 63.5 mm	3 de 63.5 mm	4 de 63.5 mm y 1 de 114.5mm
No. de vueltas	12	12	12
Sentido de apertura		Contrario a las agujas del reloj	
Dado pentagonal: válvula de operación, tapas de boca de agua		25.4 mm x 25.4 mm	
Diámetro interior del cuerpo	102mm	152mm	203mm
Conexiones - Brida - Unión tipo campana para tubo PVC-U		ISO PN 16	

Tabla 13. Especificaciones del Hidrante. (ANSI/AWWA , 2009)

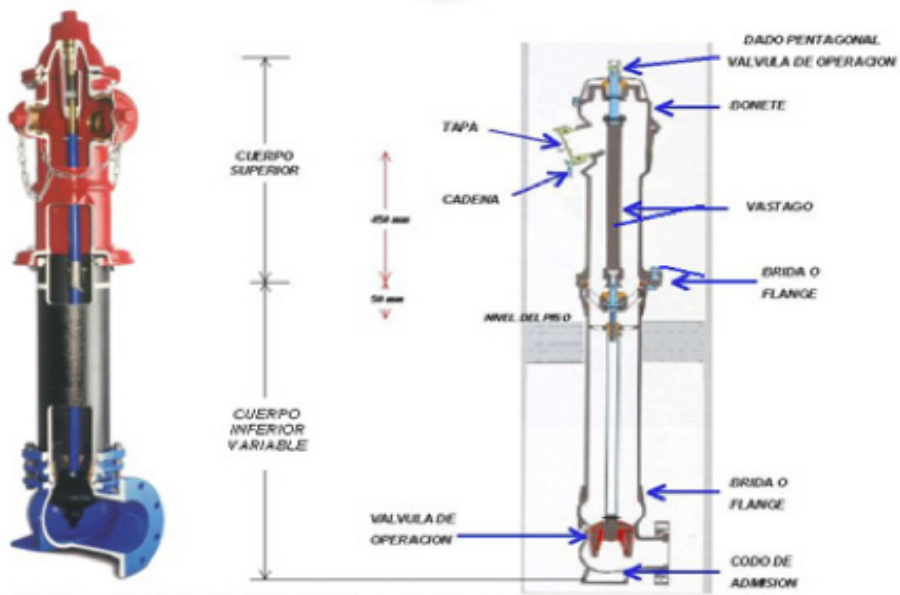


Figura 17. Especificaciones del Hidrante. (ANSI/AWWA , 2009)

Red de hidrantes en Mulaló

La parroquia San Francisco de Mulaló no cuenta con sistemas públicos de protección de incendios, se ha previsto dotar de 5 hidrantes públicos de cuerpo seco a la red de suministro de agua para el combate de incendios.

Su ubicación ha sido establecida considerando factores de riesgo y densidad poblacional, así como la capacidad de acceso según la disposición vial. Cabe recalcar que en cada punto donde se aumento en cuenta se tomo en cuenta un aumento en el caudal de 5 l/s para el correcto funcionamiento del hidrante. El plano que se muestra en el anexo I muestra la ubicación de los hidrantes públicos.

Diseño final red de agua potable

Utilizando todos estos datos se procedió a utilizar el programa WaterCAD para el diseño final de la red de agua potable en la parroquia de Mulaló. Este diseño se encuentra en el anexo I.

ANÁLISIS DEL IMPACTO AMBIENTAL

El medio ambiente es un tema que cada día va creciendo en la conciencia de los seres humanos, esto debido a los estudios que se han realizado los cuales han demostrado que si no tomamos medidas para cuidar de una mejor manera el medio ambiente el planeta tierra no podrá soportar tanta contaminación. Debido a esto en este capítulo se analizara una cual es la mejor manera de realizar el proyecto de alcantarillado sanitario y agua potable en la parroquia Mulaló minimizando los impactos ambientales generados por la contaminación hídrica.

Marco Legal

A continuación se presentan las leyes y los tratados acerca del medio ambiente que existen al momento y que rigen en el Ecuador.

La constitución de la República del Ecuador del 2008 presenta los siguientes artículos en los cuales se ampara el cuidado del medio ambiente:

Art. 14.- [Derecho a un ambiente sano]

Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir.

Se declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del

patrimonio genético del país, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados.

Art. 15.- [Uso de tecnologías limpias y no contaminantes]

El Estado promoverá, en el sector público y privado, el uso de tecnologías ambientalmente limpias y de energías alternativas no contaminantes y de bajo impacto.

Art. 71.- [Derechos de la naturaleza]

La naturaleza o Pacha Mama, donde se reproduce y realiza la vida, tiene derecho a que se respete integralmente su existencia y el mantenimiento y regeneración de sus ciclos vitales, estructura, funciones y procesos evolutivos.

Art. 72.- [Derecho a la restauración]

La naturaleza tiene derecho a la restauración. Esta restauración será independiente de la obligación que tienen el Estado y las personas naturales o jurídicas de indemnizar a los individuos y colectivos que dependan de los sistemas naturales afectados.

En los casos de impacto ambiental grave o permanente, incluidos los ocasionados por la explotación de los recursos naturales no renovables, el Estado

establecerá los mecanismos más eficaces para alcanzar la restauración, y adoptará las medidas adecuadas para eliminar o mitigar las consecuencias ambientales nocivas.

Art. 73.- [Medidas de precaución y restricción]

El Estado aplicará medidas de precaución y restricción para las actividades que puedan conducir a la extinción de especies, la destrucción de ecosistemas o la alteración permanente de los ciclos naturales.

Art. 395.- [Principios ambientales]

El Estado garantizará un modelo sustentable de desarrollo, ambientalmente equilibrado y respetuoso de la diversidad cultural, que conserve la biodiversidad y la capacidad de regeneración natural de los ecosistemas, y asegure la satisfacción de las necesidades de las generaciones presentes y futuras.

Las políticas de gestión ambiental se aplicarán de manera transversal y serán de obligatorio cumplimiento por parte del Estado en todos sus niveles y por todas las personas naturales o jurídicas en el territorio nacional.

El Estado garantizará la participación activa y permanente de las personas, comunidades, pueblos y nacionalidades afectadas, en la

planificación, ejecución y control de toda actividad que genere impactos ambientales.

En caso de duda sobre el alcance de las disposiciones legales en materia ambiental, éstas se aplicarán en el sentido más favorable a la protección de la naturaleza.

Art. 396.- [Políticas, responsabilidad y sanción por daños ambientales]

El Estado adoptará las políticas y medidas oportunas que eviten los impactos ambientales negativos, cuando exista certidumbre de daño.

En caso de duda sobre el impacto ambiental de alguna acción u omisión, aunque no exista evidencia científica del daño, el Estado adoptará medidas protectoras eficaces y oportunas.

La responsabilidad por daños ambientales es objetiva. Todo daño al ambiente, además de las sanciones correspondientes, implicará también la obligación de restaurar integralmente los ecosistemas e indemnizar a las personas y comunidades afectadas.

Art. 397.- [Compromiso del Estado en caso de daños ambientales]

En caso de daños ambientales el Estado actuará de manera inmediata y subsidiaria para garantizar la salud y la restauración de los ecosistemas.

Además de la sanción correspondiente, el Estado repetirá contra el operador de la actividad que produjera el daño las obligaciones que conlleve la reparación integral, en las condiciones y con los procedimientos que la ley establezca. La responsabilidad también recaerá sobre las servidoras o servidores responsables de realizar el control ambiental. Para garantizar el derecho individual y colectivo a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado.

Art. 404.- [Gestión del patrimonio natural del Ecuador]

El patrimonio natural del Ecuador único e invaluable comprende, entre otras, las formaciones físicas, biológicas y geológicas cuyo valor desde el punto de vista ambiental, científico, cultural o paisajístico exige su protección, conservación, recuperación y promoción. Su gestión se sujetará a los principios y garantías consagrados en la Constitución y se llevará a cabo de acuerdo al ordenamiento territorial y una zonificación ecológica, de acuerdo con la ley.

Art. 411.- [Uso y aprovechamiento del agua]

El Estado garantizará la conservación, recuperación y manejo integral de los recursos hídricos, cuencas hidrográficas y caudales ecológicos asociados al ciclo hidrológico. Se regulará toda actividad que pueda afectar la calidad y cantidad de agua, y el equilibrio de los ecosistemas, en especial en las fuentes y zonas de recarga de agua.

El Código Penal Ecuatoriano también presenta un artículo con respecto al medio ambiente el cual podemos leer a continuación:

Art. 437 B.-

El que infringiere las normas sobre protección del ambiente, vertiendo residuos de cualquier naturaleza, por encima de los límites fijados de conformidad con la ley, si tal acción causare o pudiere causar perjuicio o alteraciones a la flora, la fauna, el potencial genético, los recursos hidrobiológicos o la biodiversidad, será reprimido con prisión de uno a tres años, si el hecho no constituyere un delito más severamente reprimido.

Matriz de Leopold

Para realizar el análisis del impacto ambiental para este proyecto de alcantarillado y agua potable en la parroquia de Sana Francisco de Mulaló se va a utilizar el método de la matriz de Leopold.

La Matriz de Leopold fue realizada en 1971, en los Estados Unidos y debido a la ley que fue impuesta en ese país en el año de 1969 acerca de la Política Ambiental (Ponce, 2013). Esta matriz analiza la evaluación del impacto ambiental en un proyecto que se encuentra en desarrollo así como sus costos y beneficios ecológicos. (Leopold, Clarke, Hanshaw, & Balsley, 1971)

La matriz de Leopold tiene en su eje horizontal las acciones que causan un impacto ambiental; mientras que en el eje vertical se encuentran las condiciones ambientales existentes que pueden ser afectadas por las acciones antes mencionadas. (Ponce, 2013)

A continuación se presenta dos cuadros el primero con una lista de acciones del eje horizontal de la matriz de Leopold y el segundo con una lista de factores del eje vertical de la matriz de Leopold. Hay 100 acciones en el eje horizontal y 88 factores en el eje vertical lo cual da un total de 8800 interacciones, las cuales solo se presentan a modo de ejemplo ya que en la practica y para realizar la matriz de este proyecto en particular solo se tomaran en cuenta las interacciones que involucren impactos que tengan magnitud e importancia justificables para realizar el análisis.

ACCIONES PROPUESTAS LAS CUALES PUEDEN CAUSAR IMPACTO AMBIENTAL	A. Modificación del régimen	a. Introducción de flora o fauna exóticas
		b. Controles biológicos
		c. Modificación del hábitat
		d. Alteración de la cobertura vegetal del suelo
		e. Alteración del flujo de agua subterránea
		f. Alteración de patrones de drenaje

		g. Contol de ríos y mofificaciones de flujo
		h. Canalización
		i. Irrigación
		j. Modificación del clima
		k. Quema de bosques
		l. Pavimentación
		m. Ruido y vibraciones
	B. Transformación del terro y construcción	a. Urbanización
		b. Sitios y edificios industriales
		c. Aeropuertos
		d. Carreteras y puentes
		e. Caminos y senderos
		f. Ferrocarriles
		g. Cables y ascensores
		h. Líneas de transmisión, gasoductos y corredores
		i. Barreras, incluyendo cercas
		j. Dragado y enderezamiento de canales
		k. Revestimiento de canales
		l. Canales
		m. Presas y embalses
n. Muelles, malecones, marinas y		

		terminales marítimos
		o. Estructuras de altamar
		p. Estructuras de recreación
		q. Perforación y voladura
		r. Corte y relleno
		s. Túneles y estructuras subterráneas
	C. Explotación de recursos	a. Perforación y voladura
		b. Excavación de superficie
		c. Excavación de subsuelo
		d. Perforación de pozos
		e. Dragado
		f. Tala de bosques
		g. Pesca comercial y caza
	D. Procesamiento	a. Agricultura
		b. Ganadería y pastoreo
c. Plantas de engorde de ganado		
d. Plantas de producción de leche		
e. Generación de energía		
f. Procesamiento de minerales		
g. Industria metalúrgica		
h. Industria química		
i. Industria textil		

	j. Automóviles y aeronaves
	k. Refinación de petróleo
	l. Alimentos
	m. Madera
	n. Pulpa y papel
	o. Almacenamiento de productos
E. Modificación del terreno	a. Control de erosión y terrazas
	b. Sellado de minas y control de desechos
	c. Rehabilitación de minas a tajo abierto
	d. Paisajismo
	e. Dragado de puertos
	f. Drenaje de humedales y pantanos
F. Renovación de recursos	a. Reforestación
	b. Gestión de vida silvestre
	c. Recarga de agua subterránea
	d. Aplacación de fertilizantes
	e. Reciclaje de residuos
G. Cambios en el tráfico	a. Red ferroviaria
	b. Automóviles
	c. Camiones
	d. Transporte de carga

		e. Aviones
		f. Ríos y canales
		g. Botes de placer
		h. Senderos
		i. Cables y ascensores
		j. Comunicación
		k. Tuberías y conductos forzados
	H. Emplazamiento y tratamiento de residuos	a. Vertido en los océanos
		b. Rellenos sanitarios
		c. Colocación de residuos mineros
		d. Almacenamiento debajo del terreno
		e. Eliminación de basura
		f. Inundación de pozos de petróleo
		h. Agua de enfriamiento industrial
i. Aguas servidas municipales, incluyendo irrigación		
j. Descarga de efluentes municipales		
k. Lagunas de estabilización y oxidación		
l. Tanques sépticos, comerciales y domésticos		
m. Emisiones de chimeneas al		

		aire libre
		n. Lubricantes usados
	I. Tratamientos químicos	a. Fertilización
		b. Deshielo de carreteras
		c. Estabilización de suelos
		d. Control de malezas
		e. Control de insectos con pesticidas
	J. Accidentes	a. Explosiones
		b. Vertidos y filtraciones
		c. Falla operacional
	K. Otros	a. A ser determinado
		b. A ser determinado

Tabla 14. Acciones eje horizontal de la matriz de Leopold (Ponce, 2012)

FACTORES. Características y condiciones existentes en el medio ambiente	A. Características físicas y químicas	1. Tierra	a. Recursos minerales
			b. Materiales de construcción
			c. Suelos
			d. Forma del terreno
			e. Ondas electromagnéticas y radiación de fondo
			f. Condiciones físicas

			únicas
		2. Agua	a. Superficial
			b. Océano
			c. Subterránea
			d. Calidad del agua
			e. Temperatura
			f. Recarga
			g. Nieve, hielo y hielo perenne
		3. Atmósfera	a. Calidad del aire (gases, partículas)
			b. Clima (micro, macro)
			c. Temperatura
		4. Procesos	a. Avenidas
			b. Erosión
			c. Deposición (sedimentación, presipitación)
			d. Solución
			e. Adsorción (intercambio iónico)
			f. Compactación y asentamiento
			g. Estabilidad de taludes

		(deslizamientos)
		h. Esfuerzo-deformación (terremotos)
		i. Movimiento de masas de aire
B. Condiciones biológicas	1. Flora	a. Árboles
		b. Arbustos
		c. Pastos
		d. Productos agrícolas
		e. Microflora
		f. Plantas acuáticas
		h. Especies en peligro
		i. Barreras
		j. Corredores
	2. Fauna	a. Pájaros
		b. Animales terrestres, incluyendo reptiles
		c. Peces y moluscos
		d. Organismos bénticos
		e. Insectos
		f. Microfauna
		g. Especies en peligro
		h. Barreras
		i. Corredores

	C. Factores culturales	1. Uso de la tierra	a. Vida silvestre y espacios abiertos
			b. Humedales
			c. Bosques
			d. Pastoreo
			e. Agricultura
			f. Residencial
			g. Comercial
			h. Industrial
			i. Minería y extracción de materiales
		2. Recreación	a. Caza
			b. Pesca
			c. Navegación por placer
			d. Natación
			e. Camping y caminatas
			f. Salidas al campo
			g. Centros de vacaciones y placer
		3. Interés estético y humano	a. Vistas escénicas
			b. Calidad de vida silvestre
			c. Calidad de espacio abierto

		d. Diseño del paisaje	
		e. Condiciones físicas únicas	
		f. Parques y reservas forestales	
		g. Monumentos	
		h. Especies o ecosistemas raros y únicos	
		i. Sitios y objetos hitóricos o arqueológicos	
		j. Presencia de elementos raros	
		4. Aspectos culturales	a. Patrones culturales (estilo de vida)
			b. Salud y seguridad
			c. Empleo
	d. Densidad de población		
	5. Facilidades y actividades humanas	a. Estructuras	
		b. Red de transporte	
		c. Red de servicios	
		d. Manejo de residuos	
e. Barreras			

		f. Corredores
	D. Relaciones ecológicas	a. Salinización de recursos hídricos
		b. Eutroficación
		c. Insectos vectores de enfermedades
		d. Cadenas tróficas
		e. Salinización del terreno
		f. Aumento del área arbustiva
		g. Otros
	E. Otros	a. A ser determinado
		b. A ser determinado

Tabla 15. Factores del eje horizontal de la matriz de Leopold. (Ponce, 2013)

Cabe recalcar que no todas las acciones y factores que se encuentran en los tablas 8 y 9 se aplican a todos los proyectos, por lo que es necesario analizar los factores relativos para el proyecto en la parroquia de Mulaló. Según Leopold et al. (1971), el promedio de interacciones que se encuentran en un proyecto oscilan entre 25 y 50. Pero por lo general se encuentran 12 acciones significativas en proyectos similares a este. (Ponce, 2013)

Metodología

Para realizar la matriz de Leopold lo primero que se realiza es identificar las acciones mas significativas. Una vez identificadas estas acciones cada una de ellas se evalúa en términos de la magnitud del efecto sobre las características y condiciones del medio ambiente que se encuentran en el eje vertical. En cada casilla donde va a haber una interacción se coloca una barra diagonal (/) y se evalúa cada casilla de la siguiente manera:

Valoración de riesgos

En la matriz de Leopold se analiza si el riesgo es perjudicial o beneficioso para la organización, de esta manera se coloca un signo negativo (-) si es perjudicial para la organización o un signo positivo (+) si es favorable para la organización.

Magnitud del impacto

Para evaluar la magnitud del impacto de las acciones mas significativas en cuanto a daño ambiental se coloca un numero entre el 1 al 10 en la esquina superior derecha sabiendo que 1 representa la menor magnitud, mientras que 10 la mayor (Ponce, 2013). Cabe recalcar que esta valoración es subjetiva.

Gravedad del impacto

Para evaluar la importancia relativa de los efectos se coloca un número entre el 1 a 10 en la esquina inferior derecha, sabiendo que 1 representa la menor importancia, mientras que 10 la mayor (Ponce, 2013). Cabe recalcar que esta valoración es subjetiva.

Desarrollo

A continuación se presenta la Matriz de Leopold desarrollada para este proyecto, esta es una matriz reducida tomando en cuenta solamente las acciones y los factores relevantes para el proyectos y que ha sido identificados que interactúan entre sí.

C o m p o n e n t e s	Acciones causantes de impacto ambiental Factores impactantes		Acciones del proyecto																													
			Limpieza del Terreno	Excavación	Transporte	Relleno y compactación	Zanjado	Recolección de escombros	Infraestructura temporal	Tendido de tuberías	Traslado de agua tratada	Conexiones	Trabajo en Hormigón	Limpieza del sistema																		
Físico y químico	Agua	Cantidad de agua	-4	4		-4	4		-4	4		-4	5		-5	6		-2	3		-3	4		-4	5		-5	6		-6	7	
		Calidad de Agua		6			6			6			6			6			6			6			6			6			6	
	Atmósfera	Calidad de aire	-5	4		-1	2		-5	4		-4	6		-3	6		-3	6													
		Ruido	-2	2		-1	2		-4	4		-5	7		-3	2																
	Tierra	Calidad de suelo		-5		6		-5	4		6		-5	4		-1		-1		-5		4		-4		-5		4		-5		
		Compactación		-4		5		-4	6		4		-4	5		2		2		-4		4		-4		-5		7		-4		
Condiciones biológicas	Fauna	Desplazamiento	-3	2		-3	2																									
		Pastos	-4	5			4		-4	5		-3	4		-4	5																
	Flora	Árboles	-4	5			4		-4	5		-3	6		-3	2																
		Sembríos	-4	5		-5	6		-4	5		-4	5																			
Factores Culturales	Población	Salud y seguridad		-2		-2	3		-3	5		-4	5																			
		Empleo	+3	+3		6		+3	6		+3		+4	5		+5		6														
	Económica	Turismo		-5		4																										
		Agropecuaria																														
		Comercio																														
		Transporte	-4	-4																												

Tabla 16. Matriz Leopold reducida de análisis del impacto ambiental.

Evaluación y Recomendaciones

Como podemos ver luego del análisis de la matriz reducida de Leopold, el proyecto de alcantarillado sanitario y red de agua potable en la parroquia San Francisco de Mulaló no tiene efectos tan negativos para el medio ambiente y los trabajos que se van a realizar en esta obra no tienen un impacto tan fuerte y se los puede disminuir empleando un plan de manejo y medidas de mitigación.

En la matriz se observa que las actividades que mas afectan al medio ambiente son:

- Zanjado.
- Relleno y Compactación
- Trabajo en hormigón.
- Tendido de tuberías.

Mientras que los factores mas afectados son:

- Agua (Cantidad y Calidad de agua)
- Atmosfera (Ruido y Calidad de aire)
- Población (Empleo)
- Economía (Turismo)

Cabe recalcar que el impacto en el factor de empleo es positivo ya que al realizar las actividades para el proyecto se generan ciertas fuentes de trabajo para la población de la parroquia.

Como recomendaciones se exhorta a seguir el siguiente plan de manejo y medidas de mitigación para reducir el impacto ambiental. A continuación se presenta un plan de prevención propuesto por (Córdova, 2011) para un proyecto similar:

- Control de ruido

Para reducir el impacto sonoro durante la realización de las obras es recomendable utilizar maquinaria moderna y de buena calidad, así como limitar la velocidad de los vehículos pesados que se utilicen para este proyecto a 10 km/h.

- Capacitación

Para evitar accidentes a personal de la obra como a ciudadanos de la parroquia por mal uso de maquinaria o por no seguir las medidas de seguridad es necesario realizar la capacitación de todo el personal que vaya a estar involucrado en la obra y si es posible una charla con los habitantes de la zona.

- Control de impactos en flora y fauna

Al ser Mulaló una parroquia con una gran cantidad de flora y fauna esta debe ser dañada lo menos posible al momento de realizar la construcción de la obra, cabe recalcar que queda prohibido la extracción de plantas o animales de la comunidad.

- Control de contaminación del aire

Debido al material particulado que se va a encontrar en la zona de trabajo es necesario que todo trabajador utilice una mascarilla y unas gafas protectoras en todo momento. Se recomienda proporcionar los mismos elementos si se encuentran casas habitadas alrededor del sitio donde se encuentre trabajando.

- Almacenamiento

Es necesario que se tenga una bodega en donde se va a depositar el material que pueda ser perjudicial para los trabajadores o para el medio ambiente, esta bodega debe ser sellada para evitar la contaminación del suelo y aire si existe derrame de alguna sustancia toxica.

- Control de deslaves

Es recomendado que el material extraído al momento del zanjado no sea depositado alado de la misma ya que el peso puede ocasionar un deslave.

- Seguridad y salud

Es indispensable que todo trabajador se encuentre con un casco, gafas de protección y guantes al momento de ingresar a la obra, de ser necesario otro implemento de seguridad se les proveerá para garantizar las condiciones optimas de salud en el lugar de trabajo.

- Control de desechos sólidos y líquidos

Es necesario que los desechos sólidos sean desalojados en lugares apropiados y que sean legalizados por las autoridades competentes, se recomiendo realizar una separación de desechos solidos para poder reutilizar material así como enviar a plantas de reciclaje el material que sea posible.

Para los desechos líquidos es necesario tener la mayor precaución para que no se quede aceite ni grasa dentro de la red de tuberías, los mismos que deberán ser desechados en sitios autorizados.

- Manejo de escombros

Los escombros deben ser reutilizados en la medida de lo posible, si es que se va a almacenar tierra es necesario cubrir la misma de la lluvia, los escombros que tengan que ser desechados se los debe trasladar a un sitio seguro y si es posible cubrirles de vegetación.

- Medidas contra incendios

Es necesario contar con el equipo necesario para controlar un incendio si el fuego es provocado por la realización de la obra.

PRESUPUESTO REFERENCIAL

El presupuesto referencial de este proyecto se va a hacer mediante el análisis de precios unitarios, este es muy beneficioso debido a que se desglosa cada rubro y se realiza un análisis de sus costos; de esta manera se puede tener un mejor criterio de cómo manejar el presupuesto y como van a ser los gastos que conlleva la realización de este proyecto de alcantarillado sanitario y red de agua potable.

Presupuesto referencial del sistema de alcantarillado sanitario

Cálculos

Para realizar el presupuesto referencial del sistema de alcantarillado sanitario se requiere hacer ciertos cálculos en los rubros que sean necesarios para saber la cantidad que se va a necesitar de dicho rubro para la realización del proyecto y de esta manera tener un presupuesto mas acertado.

Tubería

En la siguiente tabla se presenta la cantidad en metros lineales de tubería necesaria para el sistema de alcantarillado sanitario así como el diámetro de la misma.

CANTIDAD DE TUBERÍAS	
Diametro (mm)	Longitud (m)
200	10007,82

Tabla 17. Resumen de tuberías alcantarillado sanitario.

Movimiento de tierras

En la siguiente tabla podemos apreciar un aproximado del volumen de tierra que va a ser necesario remover para la instalación de las tuberías del sistema de alcantarillado sanitario en la parroquia de Mulaló.

MOVIMIENTO DE TIERRAS					
Diámetro tubería (mm)	Longitud tubería (m)	Ancho zanja (m)	Profundidad promedio zanja (m)	Área excavación (m ²)	Volumen excavación (m ³)
200	10007,82	0,5	1,25	5003,91	6254,8875
TOTAL					6254,8875

Tabla 18. Resumen del volumen de tierras.

Pozos de revisión y tanques sépticos

La cantidad de pozos de revisión y tanques sépticos es la siguiente:

CANTIDAD DE TANQUES SÉPTICOS Y POZOS DE REVISIÓN	
Pozos de revisión	Tanques sépticos
100	12

Tabla 19. Cantidad de pozos de revisión y tanques sépticos.

Análisis precios unitarios

A continuación se presenta los rubros y sus respectivos precios unitarios del sistema de agua potable de la parroquia de Mulaló.

RUBROS		
Ítem	Rubro	Unidad
1	REPLANTEO Y NIVELACIÓN	m ²
2	ZANJADO (incluye entibado, relleno y compactación)	m ³
3	POZO DE REVISIÓN	m
4	TUBERÍA PVC 200mm	m
5	TANQUE SÉPTICO	m

Tabla 20. Rubros del sistema de alcantarillado sanitario.

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO:

1

REPLANTEO Y NIVELACIÓN

UNIDAD: m2

DETALLE:

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (A)	TARIFA (B)	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO (R.)	COSTO D=C*R
Herramienta menor	2,000	1,500	2,250	0,070	0,158
Equipo topográfico	1,000	2,500	2,500	0,080	0,200
					0,000
SUBTOTAL M					0,358
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD (A)	JORNAL/H R (B)	COSTO HORA (C=A*B)	RENDIMIEN TO (R)	COSTO D=C*R
Estr.Oc. E2 Topógrafo	1,000	3,010	3,010	0,100	0,301
Estr.Oc. E2 Peon	1,000	3,010	3,010	0,100	0,301
Estr.Oc. E2 Ayudante de albañil	1,000	3,380	3,380	0,100	0,338
SUBTOTAL N					0,940
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD (A)	PRECIO UNIT. (B)	COSTO C=A*B	
Estacas	glb	0,300	0,450	0,135	
Tiras de eucalipto	u	0,300	0,250	0,075	
				0,000	
SUBTOTAL O					0,210
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
Transporte	km	50,000	0,008	0,400	
SUBTOTAL P					0,400
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					1,908
INDIRECTOS Y UTILIDADES %				17%	0,324
OTROS INDIRECTOS %				5%	0,095
COSTO TOTAL DEL RUBRO					2,327
VALOR PROPUESTO					2,330

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO:

2

ZANJADO

UNIDAD:

m3

DETALLE:

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (A)	TARIFA (B)	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO (R.)	COSTO D=C*R
Rodillo compactador	1,000	36,000	36,000	0,120	4,320
Maquinaria Retroexcavadora	1,000	25,000	25,000	0,130	3,250
Herramienta menor	1,000	0,850	0,850	0,040	0,034
SUBTOTAL M					7,604
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD (A)	JORNAL/H R (B)	COSTO HORA (C=A*B)	RENDIMIENTO (R)	COSTO D=C*R
Estr.Oc. E2 Peon	1,000	3,010	3,010	0,210	0,632
Estr.Oc. C2 Maestro de Obra	1,000	3,380	3,380	0,140	0,473
Estr.Oc. E2 Ayudante de Albañil	1,000	3,010	3,010	0,190	0,572
SUBTOTAL N					1,677
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD (A)	PRECIO UNIT. (B)	COSTO C=A*B	
SUBTOTAL O					0,000
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
SUBTOTAL P					0,000
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					9,281
INDIRECTOS Y UTILIDADES %					17% 1,578
OTROS INDIRECTOS %					5% 0,464
COSTO TOTAL DEL RUBRO					11,323
VALOR PROPUESTO					11,320

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO:

3

POZO DE REVISIÓN

UNIDAD:

u

DETALLE:

EQUIPOS

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (A)	TARIFA (B)	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO (R.)	COSTO D=C*R
Herramienta menor	1,000	0,850	0,850	0,050	0,043
Concreteira	1,000	8,200	8,200	1,000	8,200
SUBTOTAL M					8,243

MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD (A)	JORNAL/H R (B)	COSTO HORA (C=A*B)	RENDIMIENTO (R)	COSTO D=C*R
Estr.Oc. C2 Maestro de Obra	1,000	3,380	3,380	2,000	6,760
Estr.Oc. E2 Peon	1,000	3,010	3,010	6,000	18,060
Estr.Oc. E2 Albañil	1,000	4,500	4,500	12,000	54,000
					0,000
SUBTOTAL N					78,820

MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD (A)	PRECIO UNIT. (B)	COSTO C=A*B
Cemento	saco	7,000	0,870	6,090
Macadán triturado	m3	0,650	9,200	5,980
Ripio	m3	0,950	9,230	8,769
Encofrado	u	0,060	17,230	1,034
SUBTOTAL O				21,872

TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
SUBTOTAL P				0,000

	TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	108,935
	INDIRECTOS Y UTILIDADES %	17% 18,519
	OTROS INDIRECTOS %	5% 5,447
	COSTO TOTAL DEL RUBRO	132,900
	VALOR PROPUESTO	132,900

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: 4 TUBERÍA PVC 200mm

UNIDAD: m

DETALLE:

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (A)	TARIFA (B)	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIEN TO (R.)	COSTO D=C*R
Tecla	1,000	0,200	1,000	0,300	0,300
Herramienta menor	1,000	0,850	0,850	0,050	0,043
SUBTOTAL M					0,343
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD (A)	JORNAL/H R (B)	COSTO HORA (C=A*B)	RENDIMIEN TO (R)	COSTO D=C*R
Estr.Oc. C2 Maestro de Obra	1,000	3,380	3,380	0,400	1,352
Estr.Oc. E2 Peon	1,000	3,010	3,010	0,400	1,204
Estr.Oc. E2 Albañil	1,000	4,500	4,500	0,400	1,800
					0,000
SUBTOTAL N					4,356
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD (A)	PRECIO UNIT. (B)	COSTO C=A*B	
Arena lavada	m3	0,050	9,000	0,450	
Tubo PVC 200mm	m	1,000	16,170	16,170	
Pegamento de tuberías	gl	0,020	31,000	0,620	
SUBTOTAL O					17,240
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
SUBTOTAL P					0,000
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					21,939
INDIRECTOS Y UTILIDADES %				17%	3,730
OTROS INDIRECTOS %				5%	1,097
COSTO TOTAL DEL RUBRO					26,765
VALOR PROPUESTO					26,760

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: 5 TANQUE SÉPTICO UNIDAD: u

DETALLE:

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (A)	TARIFA (B)	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIEN TO (R.)	COSTO D=C*R
Concretera	1,000	7,880	7,880	1,000	7,880
Herramienta menor	1,000	0,850	0,850	0,150	0,128
SUBTOTAL M					8,008
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD (A)	JORNAL/H R (B)	COSTO HORA (C=A*B)	RENDIMIEN TO (R)	COSTO D=C*R
Estr.Oc. C2 Maestro de Obra	1,000	3,380	3,380	2,000	6,760
Estr.Oc. E2 Peon	4,000	3,010	12,040	6,000	72,240
Estr.Oc. E2 Albañil	1,000	4,500	4,500	12,000	54,000
					0,000
SUBTOTAL N					133,000
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD (A)	PRECIO UNIT. (B)	COSTO C=A*B	
Cemento	saco	12,000	0,870	10,440	
Macadán triturado	m3	1,200	9,200	11,040	
Ripio	m3	1,900	9,230	17,537	
Encofrado	u	0,450	17,230	7,754	
SUBTOTAL O					46,771
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
SUBTOTAL P					0,000
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					187,778
INDIRECTOS Y UTILIDADES %					17%
OTROS INDIRECTOS %					5%
COSTO TOTAL DEL RUBRO					229,089
VALOR PROPUESTO					229,090

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.

Resumen presupuesto referencial final del sistema de alcantarillado sanitario

RUBROS Y CANTIDADES					
Ítem	Rubro	Cantidad	Unidad	P. Unitario	P. Total
1	REPLANTEO Y NIVELACIÓN	2.200,89	m2	2,33	5.128,07
2	ZANJADO (incluye entibado, relleno y compactación)	6.254,89	m3	11,32	70.805,35
3	POZO DE REVISIÓN	100,00	m	132,90	13.290,00
4	TUBERÍA PVC 200mm	10.007,82	m	26,76	267.809,26
5	TANQUE SÉPTICO	12,00	m	229,09	2.749,08
TOTAL					359.781,77

Tabla 21. Presupuesto referencial del sistema de alcantarillado sanitario

El costo del sistema de alcantarillado sanitario para la parroquia de San Francisco de Mulaló es de US\$ 359.781,77 (Trescientos cincuenta y nueve mil setecientos ochenta y uno con 77/100 dólares americanos).

Presupuesto referencial del sistema de agua potable

Cálculos

Para realizar el presupuesto referencial del sistema de agua potable se requiere hacer ciertos cálculos en los rubros que sean necesarios para saber la cantidad que se va a necesitar de dicho rubro para la realización del proyecto y de esta manera tener un presupuesto mas acertado.

Tubería

En la siguiente tabla se presenta la cantidad en metros lineales de tubería necesaria para la red de agua potable así como el diámetro de la misma.

CANTIDAD DE TUBERÍAS	
Diámetro (mm)	Longitud (m)
250	900
200	850
150	4473,06

Tabla 22. Resumen de tuberías.

Movimiento de tierras

En la siguiente tabla podemos apreciar un aproximado del volumen de tierra que va a ser necesario remover para la instalación de las tuberías de la red de agua potable en la parroquia de Mulaló.

MOVIMIENTO DE TIERRAS					
Diámetro tubería (mm)	Longitud tubería (m)	Ancho zanja (m)	Profundidad zanja (m)	Area excavación (m ²)	Volumen excavación (m ³)
250	900	0,55	2,05	495	1014,75
200	850	0,5	1,5	425	637,5
150	4473	0,45	1,1	2012,85	2214,135
TOTAL				2932,85	3866,385

Tabla 23. Resumen del volumen de tierras.

Análisis de precios unitarios

A continuación se presenta los rubros y sus respectivos precios unitarios del sistema de agua potable de la parroquia de Mulaló.

RUBROS		
Ítem	Rubro	Unidad
1	REPLANTEO Y NIVELACIÓN	m ²
2	ZANJADO (incluye relleno y compactación)	m ³
3	TUBERÍA PVC 150mm	m
4	TUBERÍA PVC 200mm	m
5	TUBERÍA PVC 250mm	m
6	HIDRANTES	u

Tabla 24. Rubros de la red de agua potable.

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: 1 REPLANTEO Y NIVELACIÓN

UNIDAD: m2

DETALLE:

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (A)	TARIFA (B)	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO (R.)	COSTO D=C*R
Herramienta menor	2,000	1,500	2,250	0,070	0,158
Equipo topográfico	1,000	2,500	2,500	0,080	0,200
					0,000
SUBTOTAL M					0,358
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD (A)	JORNAL/HR (B)	COSTO HORA	RENDIMIENTO (R)	COSTO D=C*R
Estr.Oc. E2 Topógrafo	1,000	3,010	3,010	0,100	0,301
Estr.Oc. E2 Peon	1,000	3,010	3,010	0,100	0,301
Estr.Oc. E2 Ayudante de albañil	1,000	3,380	3,380	0,100	0,338
SUBTOTAL N					0,940
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD (A)	PRECIO UNIT. (B)	COSTO C=A*B	
Estacas	glb	0,300	0,450	0,135	
Tiras de eucalipto	u	0,300	0,250	0,075	
SUBTOTAL O					0,210
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
Transporte	km	50,000	0,008	0,400	
SUBTOTAL P					0,400
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					1,908
INDIRECTOS Y UTILIDADES %				17%	0,324
OTROS INDIRECTOS %				5%	0,095
COSTO TOTAL DEL RUBRO					2,327
VALOR PROPUESTO					2,330

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO:

2

ZANJADO

UNIDAD:

m3

DETALLE:

EQUIPOS

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (A)	TARIFA (B)	COSTO HORA C=	RENDIMIENTO (R.)	COSTO D=C*R
Rodillo compactador	1,000	36,000	36,000	0,100	3,600
Maquinaria Retroexcavadora	1,000	25,000	25,000	0,100	2,500
Herramienta menor	1,000	0,850	0,850	0,040	0,034
SUBTOTAL M					6,134

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (A)	JORNAL/HR (B)	COSTO HORA	RENDIMIENTO (R)	COSTO D=C*R
Estr.Oc. E2 Peon	1,000	3,010	3,010	0,210	0,632
Estr.Oc. C2 Maestro de Obra	1,000	3,380	3,380	0,140	0,473
Estr.Oc. E2 Ayudante de Albañil	1,000	3,010	3,010	0,190	0,572
SUBTOTAL N					1,677

MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD (A)	PRECIO UNIT. (B)	COSTO C=A*B
SUBTOTAL O				0,000

TRANSPORTE

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
SUBTOTAL P				0,000

	TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)			7,811
	INDIRECTOS Y UTILIDADES %			17%
	OTROS INDIRECTOS %			5%
	COSTO TOTAL DEL RUBRO			9,530
	VALOR PROPUESTO			9,530

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: 3 TUBERÍA PVC 150mm UNIDAD: m

DETALLE:

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (A)	TARIFA (B)	COSTO HORA C=	RENDIMIENTO (R.)	COSTO D=C*R
Tecele	1,000	0,200	1,000	0,300	0,300
Herramienta menor	1,000	0,850	0,850	0,050	0,043
SUBTOTAL M					0,343
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD (A)	JORNAL/HR (B)	COSTO HORA (C=A*B)	RENDIMIENTO (R)	COSTO D=C*R
Estr.Oc. C2 Maestro de Obra	1,000	3,380	3,380	0,400	1,352
Estr.Oc. E2 Peon	1,000	3,010	3,010	0,400	1,204
Estr.Oc. E2 Albañil	1,000	4,500	4,500	0,400	1,800
					0,000
SUBTOTAL N					4,356
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD (A)	PRECIO UNIT. (B)	COSTO C=A*B	
Arena lavada	m3	0,050	9,000	0,450	
Tubo PVC 150mm	m	1,000	15,210	15,210	
Pegamento de tuberías	gl	0,020	31,000	0,620	
SUBTOTAL O					16,280
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
SUBTOTAL P					0,000
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					20,979
INDIRECTOS Y UTILIDADES %					17%
					3,566
OTROS INDIRECTOS %					5%
					1,049
COSTO TOTAL DEL RUBRO					25,594
VALOR PROPUESTO					25,590

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: 4 TUBERÍA PVC 200mm UNIDAD: m

DETALLE:

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (A)	TARIFA (B)	COSTO HORA C=	RENDIMIENTO (R.)	COSTO D=C*R
Tecele	1,000	0,200	1,000	0,300	0,300
Herramienta menor	1,000	0,850	0,850	0,050	0,043
SUBTOTAL M					0,343
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD (A)	JORNAL/HR (B)	COSTO HORA (C=A*B)	RENDIMIENTO (R)	COSTO D=C*R
Estr.Oc. C2 Maestro de Obra	1,000	3,380	3,380	0,400	1,352
Estr.Oc. E2 Peon	1,000	3,010	3,010	0,400	1,204
Estr.Oc. E2 Albañil	1,000	4,500	4,500	0,400	1,800
					0,000
SUBTOTAL N					4,356
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD (A)	PRECIO UNIT. (B)	COSTO C=A*B	
Arena lavada	m3	0,050	9,000	0,450	
Tubo PVC 200mm	m	1,000	24,670	24,670	
Pegamento de tuberías	gl	0,020	31,000	0,620	
SUBTOTAL O					25,740
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
SUBTOTAL P					0,000
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					30,439
INDIRECTOS Y UTILIDADES %					17%
OTROS INDIRECTOS %					5%
COSTO TOTAL DEL RUBRO					37,135
VALOR PROPUESTO					37,130

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: 5 TUBERÍA PVC 250mm UNIDAD: m

DETALLE:

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (A)	TARIFA (B)	COSTO HORA C=	RENDIMIENTO (R.)	COSTO D=C*R
Teclé	1,000	0,200	1,000	0,300	0,300
Herramienta menor	1,000	0,850	0,850	0,050	0,043
SUBTOTAL M					0,343
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD (A)	JORNAL/HR (B)	COSTO HORA (C=A*B)	RENDIMIENTO (R)	COSTO D=C*R
Estr.Oc. C2 Maestro de Obra	1,000	3,380	3,380	0,400	1,352
Estr.Oc. E2 Peon	1,000	3,010	3,010	0,400	1,204
Estr.Oc. E2 Albañil	1,000	4,500	4,500	0,400	1,800
					0,000
SUBTOTAL N					4,356
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD (A)	PRECIO UNIT. (B)	COSTO C=A*B	
Arena lavada	m3	0,050	9,000	0,450	
Tubo PVC 250mm x 6m	m	1,000	35,440	35,440	
Pegamento de tuberías	gl	0,020	31,000	0,620	
SUBTOTAL O					36,510
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
SUBTOTAL P					0,000
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					41,209
INDIRECTOS Y UTILIDADES %					17%
OTROS INDIRECTOS %					5%
COSTO TOTAL DEL RUBRO					50,274
VALOR PROPUESTO					50,270

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.

Resumen presupuesto referencial final de la red de agua potable

RUBROS Y CANTIDADES					
Ítem	Rubro	Cantidad	Unidad	P. Unitario	P. Total
1	REPLANTEO Y NIVELACIÓN	1.300,39	m ²	2,33	3.029,91
2	ZANJADO (incluye relleno y compactación)	3.866,39	m ³	9,53	36.846,65
3	TUBERÍA PVC 150mm	4.473,06	m	25,59	114.465,61
4	TUBERÍA PVC 200mm	850,00	m	37,13	31.560,50
5	TUBERÍA PVC 250mm	900,00	m	50,27	45.243,00
6	HIDRANTES	5,00	u	298,88	1.494,40
TOTAL					232.640,06

Tabla 25. Presupuesto referencial red de agua potable.

El costo del sistema de agua potable para la parroquia de Mulaló es de US\$ 232.640,06 (Doscientos treinta y dos mil seiscientos cuarenta con 06/100 dólares americanos)

Presupuesto referencial del proyecto

Presupuesto Referencial					
Ítem	Rubro	Cantidad	Unidad	P. Unitario	P. Total
1	Sistema de alcantarillado sanitario	1,00	u	359781,77	359.781,77
2	Sistema de agua potable	1,00	u	232640,06	232.640,06
TOTAL					592.421,83

Tabla 26. Presupuesto referencial del proyecto.

El costo total que tiene este proyecto en la parroquia San Francisco de Mulaló y que incluye el sistema de alcantarillado sanitario y la red de agua potable es de US\$ 592.421,83 (Quinientos noventa y dos mil cuatrocientos veinte y uno con 83/100). Cabe recalcar que este valor no incluye el IVA.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

El proyecto de agua potable y alcantarillado sanitario para la Parroquia San Francisco de Mulaló, tal como fue concebido, pretendió viabilizar la solución de un grave problema sanitario y social de la comunidad el cual es el consumo de agua entubada y el desalojo de desechos orgánicos. La población consume este líquido sin ningún tratamiento de potabilización y por ende está expuesta a enfermedades y problemas sanitarios que no deberían presentarse en ninguna sociedad y menos en la nuestra.

Con esta premisa se hizo un estudio medido en sitio de las características de la parroquia, sus costumbres y forma de vida de sus habitantes, con el fin de identificar los requerimientos y alcances reales del proyecto.

El objetivo era lograr un proyecto viable tanto en la parte técnica como económica. De esta manera se emprendió el proyecto con la finalidad de disponer de estudios, planos completos de construcción y presupuestos ajustados a la necesidades reales que permitan la ejecución de este importante proyecto en beneficio de esta comunidad andina ubicada al pie del volcán Cotopaxi.

Se ha logrado diseñar una red de agua potable de 6223 metros lineales para servir a 12.141 habitantes de la parroquia, utilizando tubería PVC estándar de fácil consecución de 150, 200 y 250 mm. También se incluye la instalación

de una red de 5 hidrantes estratégicamente ubicados para combatir el fuego que serán elementos vitales durante una emergencia.

La red de alcantarillado diseñada tiene una longitud de 10.007 metros lineales de tubería PVC de 200 mm. incluye 12 tanques sépticos y 100 pozos de revisión como consta en los planos respectivos, con lo cual se evitan los focos de infección y contagios a través de aguas negras expuestas.

Se utilizaron los programa SewerCAD y WaterCAD para los diseños de alcantarillado y agua potable respectivamente, lo cual nos dio todos los elementos de diseño, como velocidades, pendientes, diámetros y demás parámetros establecidos por los estándares internacionales, sin embargo se revisó que estos resultados estén dentro de los parámetros de diseño permitidos que se presentan en este proyecto para la aprobación de los mismo por parte órganos públicos nacionales de regulación y control.

El costo de la red de agua potable es de US\$ 232.640.06 y el costo de la red de alcantarillado es de US\$ 359.781.77. El costo total del proyecto es de US\$ 592.421.83, costo que se ajusta a la realidad económico-social de la región con una inversión de US\$ 48.79 dólares per cápita, valor que está dentro y bajo los índices promedio de inversión para estos proyectos. Considero que la relación costo beneficio es mas allá de conveniente para los sistemas hidrosanitarios propuestos.

Los diseños se han concluido de acuerdo a lo previsto y considero que se ha logrado concebir un proyecto de vital importancia para esta comunidad, totalmente factible de ejecutar en base a los estudios presentados.

Recomendaciones

La principal recomendación es de carácter social, la parroquia San Francisco de Mulaló tiene que emprender en este tipo de proyectos ya que de ello depende su supervivencia y bienestar de sus familias.

El agua es el líquido vital, vital para la vida, vital para el desarrollo y progreso de comunidades que deberían contar con habitantes sanos y felices. La comunidad debe procurar sine qua non la ejecución de estas obras para asegurar su presente y garantizar su futuro.

También existen recomendaciones técnicas, relativas a la irregular topografía de los terrenos de la parroquia. Durante los estudios se sacaron los perfiles del terreno por donde pasa la red de alcantarillado cuyos cortes montañosos son bastante pronunciados, por lo que se debe cuidar este aspecto en los procesos constructivos.

Así como este proyecto esta planteado para una comunidad específica, puede ser el punto de partida para la implementación de estos sistemas hidrosanitarios, tan necesarios en todas las comunidades de nuestro país, para así mejorar la calidad de vida de todos los ciudadanos, sin excepción.

Para identificar el impacto ambiental de este proyecto se utilizó la Matriz de Leopold, cuyas recomendaciones deben ser tomadas en cuenta durante la programación y ejecución del proyecto.

REFERENCIAS

- Unidad Ejecutora Aya - JBIC. (2007). *Proyecto de Mejoramiento Ambiental del Área Metropolitana de San José*. Retrieved Octubre 13, 2014, from ¿Qué es un sistema de tratamiento de Aguas Residuales?: <http://www.mejoramientoambiental.com/educacion-ambiental/que-es-un-sistema-de-tratamiento-de-aguas-residuales.html>
- ARQHYS. (2013). *ARQHYS Arquitectura*. Retrieved Octubre 2, 2014, from Sistema de alcantarillado: <http://www.arqhys.com/arquitectura/sistemas-dealcantarillado.html>
- Liliardo. (2012, Junio 22). *La importancia del agua*. Retrieved Octubre 14, 2014, from Importancia del agua dulce: <http://importanciadelagua.biz/importancia-del-agua-potable-o-dulce/>
- OVICAL. (2011). *Ovical*. Retrieved Octubre 12, 2014, from La importancia del alcantarillado: <http://www.ovical.es/articulos-de-interes/125-la-importancia-del-alcantarillado.html>
- ARQHYS. (2013). *ARQHYS Arquitectura*. Retrieved Octubre 2, 2014, from Sistema de suministro de agua potable: <http://www.arqhys.com/arquitectura/agua-sistema.html>
- Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca. (2002). Porcentaje de uso de suelo en la parroquia Mulaló. Quito, Ecuador.
- Instituto Nacional de Estadística y Censo. (2001). Censo en la parroquia San Francisco de Mulaló. Mulaló.
- Gobierno Parroquial Mulaló. (2011). Encuesta participativa Mulaló. Mulaló.
- Gobierno Parroquial Mulaló. (2014). *Resumen Gráfico Pdot Mulaló*. Mulaló.
- Araque, M. (2011). Ingeniería Sanitaria. Quito: Universidad San Francisco de Quito.
- EMAAP-Q. (2009). Normas de diseño de sistemas de alcantarillado. Quito, Ecuador.
- Orbe, J. (2011). *Diseño de Alcantarillado Sanitario y Pluvial y Tratamiento de Aguas Servidas del Sector Tinguichaca*. Quito.
- Chavez, D. (2014). *Diseño hidrosanitario de la urbanización "Santa Inés", incorporando la instalación de sistemas automáticos de detección de incendios, seguridad y acceso vehicular*. Quito: Universidad San Francisco de Quito.

Plastigama S.A. (2011). Manual Técnico Novaloc.

Asamblea Constituyente. (2008). Constitución de la República del Ecuador. Ecuador.

Ponce, V. (2013). Retrieved Noviembre 15, 2014, from La matriz de Leopold para la evaluación del impacto ambiental:
http://ponce.sdsu.edu/la_matriz_de_leopold.html

Leopold, L. B., Clarke, F. E., Hanshaw, B., & Balsley, J. (1971). *A procedure for evaluating environmental impact* (Vol. 645). Washington, D.C., U.S.: Geological Survey Circular.

Córdova, P. (2011). *Estudio de impacto ambiental ex-post y plan de manejo ambiental del proyecto: construcción de la primera etapa del sistema de alcantarillado sanitario de la ciudad de Colimes, Canton Colimes, Provincia del Guayas*. Colimes.

ANSI/AWWA . (2009). *norma C502:1994 Dry barrel fire hydrants*.

Jiménez Terán, J. M. (2009). *Manual para el diseño de sistemas de agua potable y alcantarillado sanitario*. Veracruz, México: Universidad Veracruzana.

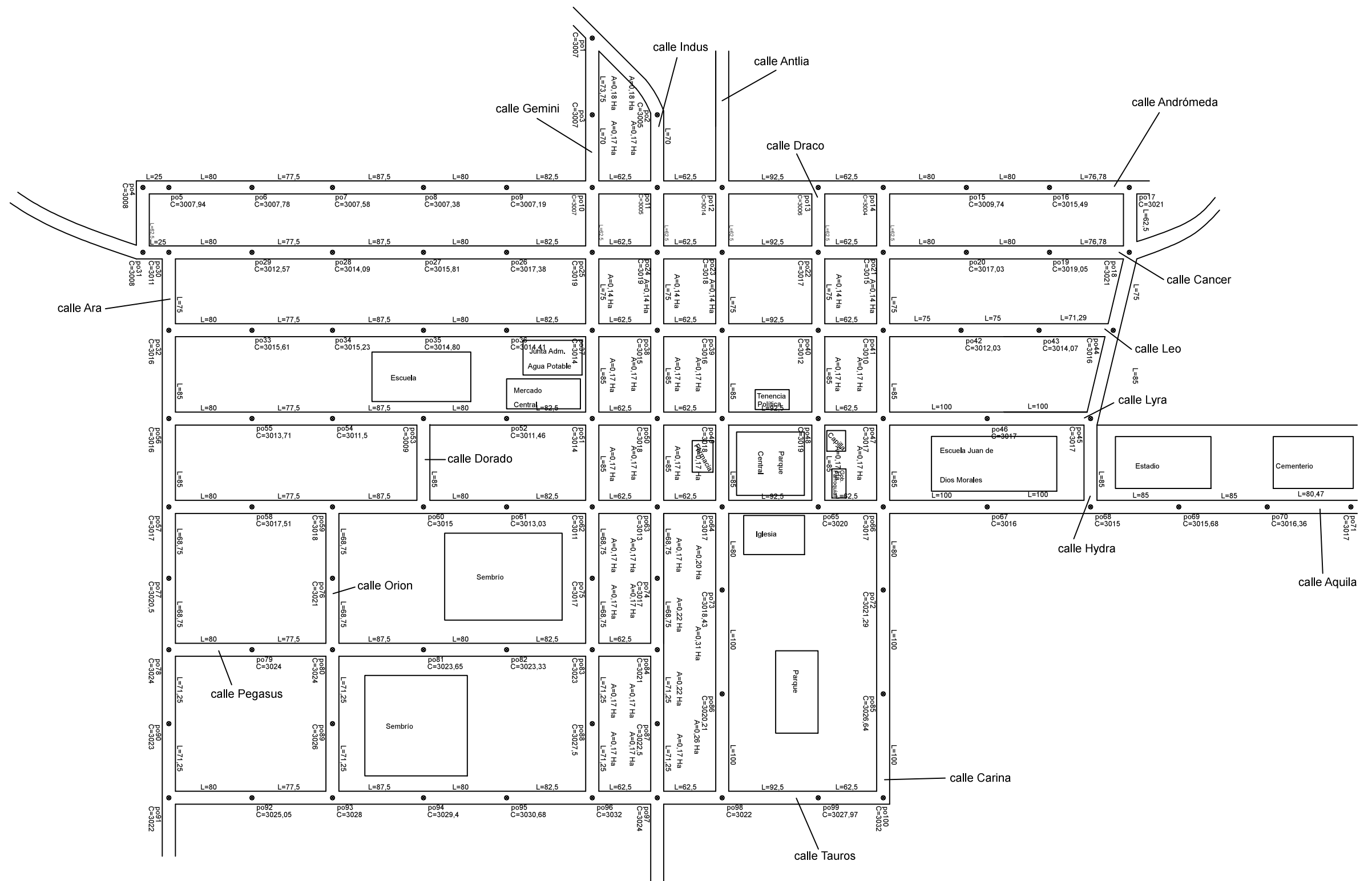
Pellini, C. A. (2008). *El agua potable, su importancia y propiedades* . Retrieved Noviembre 13, 2014, from Potabilizar agua para consumo humano:
http://www.portalplanetasedna.com.ar/el_agua.htm

Botta, N. A. (2011, Julio). Diseño de sistemas de protección por hidrantes. *Red Proteger* .

Empresa Pública Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento EPMAPS. (2011). Quito.

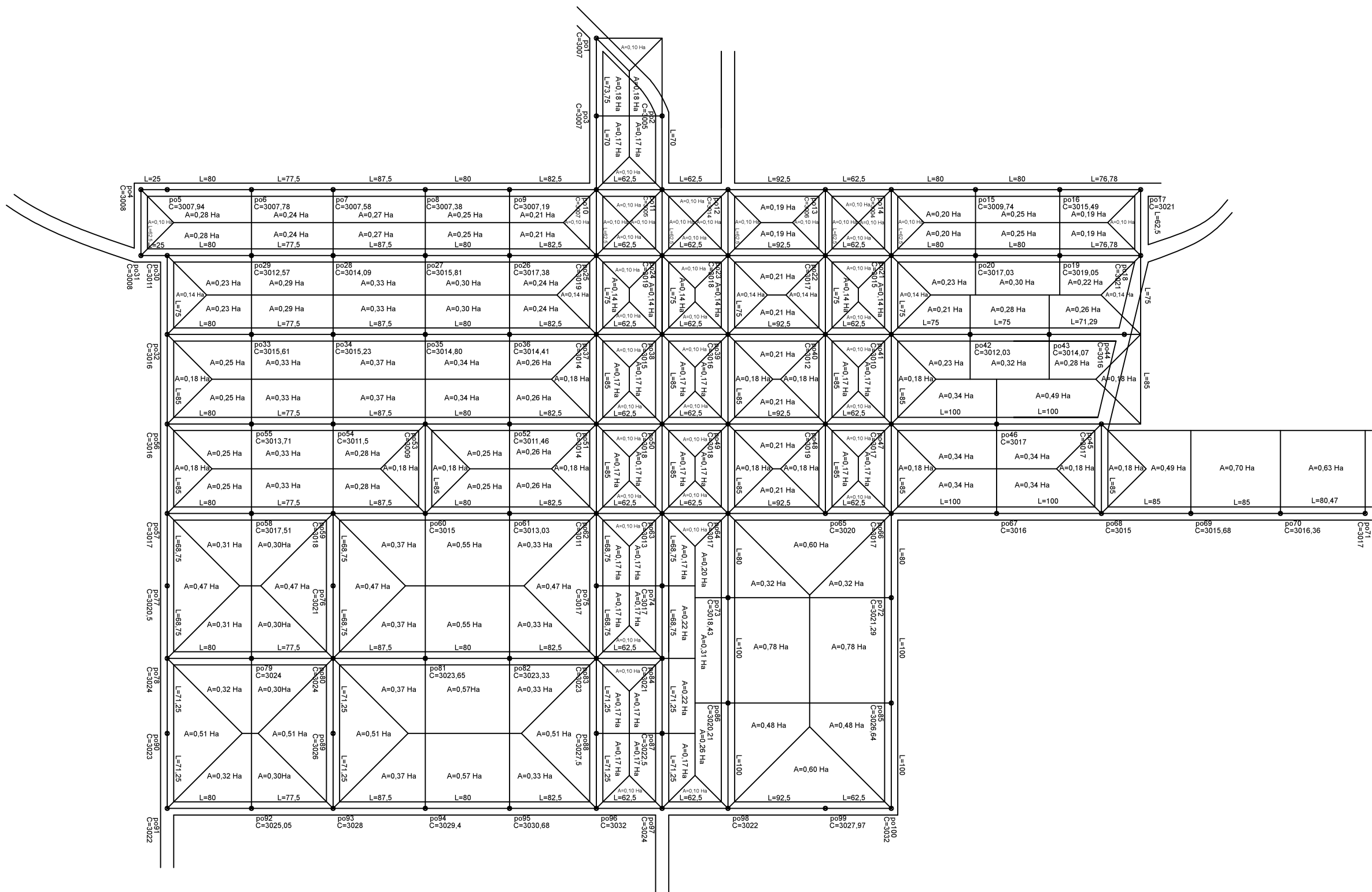
ANEXOS

ANEXO A. PLANO GENERAL DEL PROYECTO



 UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO		
ALCANTARILLADO Y RED DE AGUA POTABLE PARROQUIA MULALÓ		
Alumno: Francisco Palacios	Contiene: Plano general del proyecto	
Director: Ing. Miguel Araque		
Fecha: 14/10/2014	Esc. 1:4000	Plano N° 1

ANEXO B. ÁREAS DE APORTACION DEL ALCANTARILLADO SANITARIO



UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO

ALCANTARILLADO PARROQUIA MULALÓ

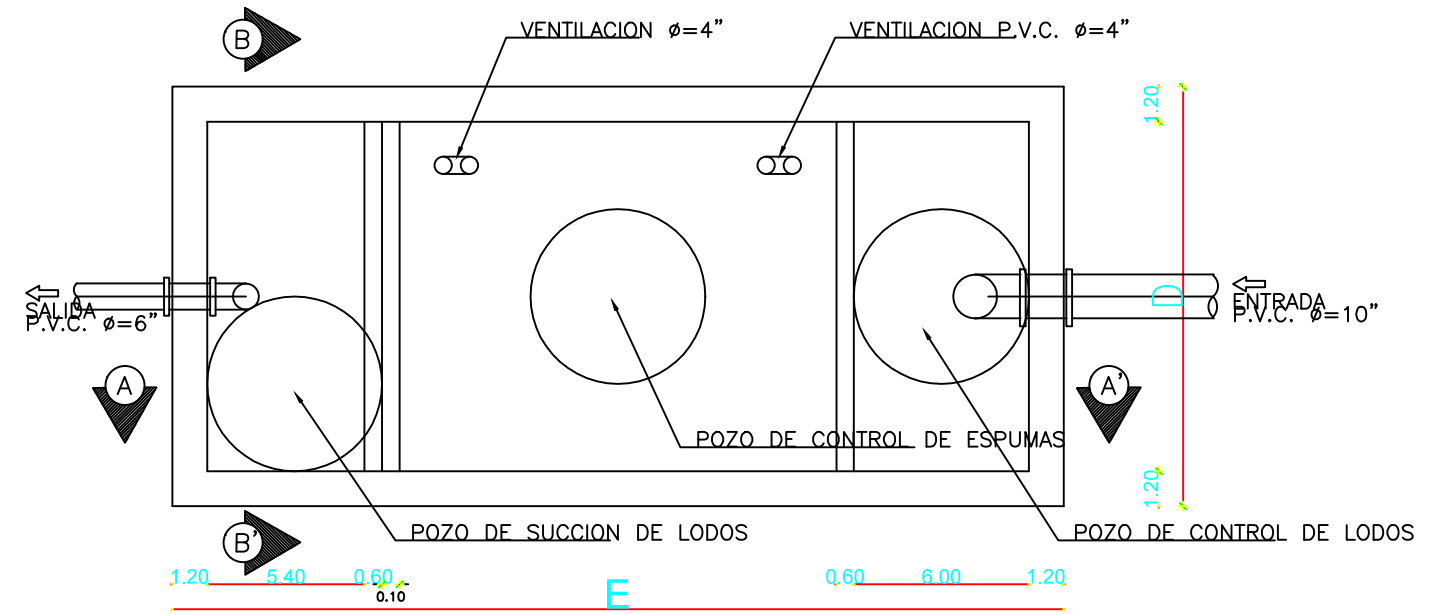
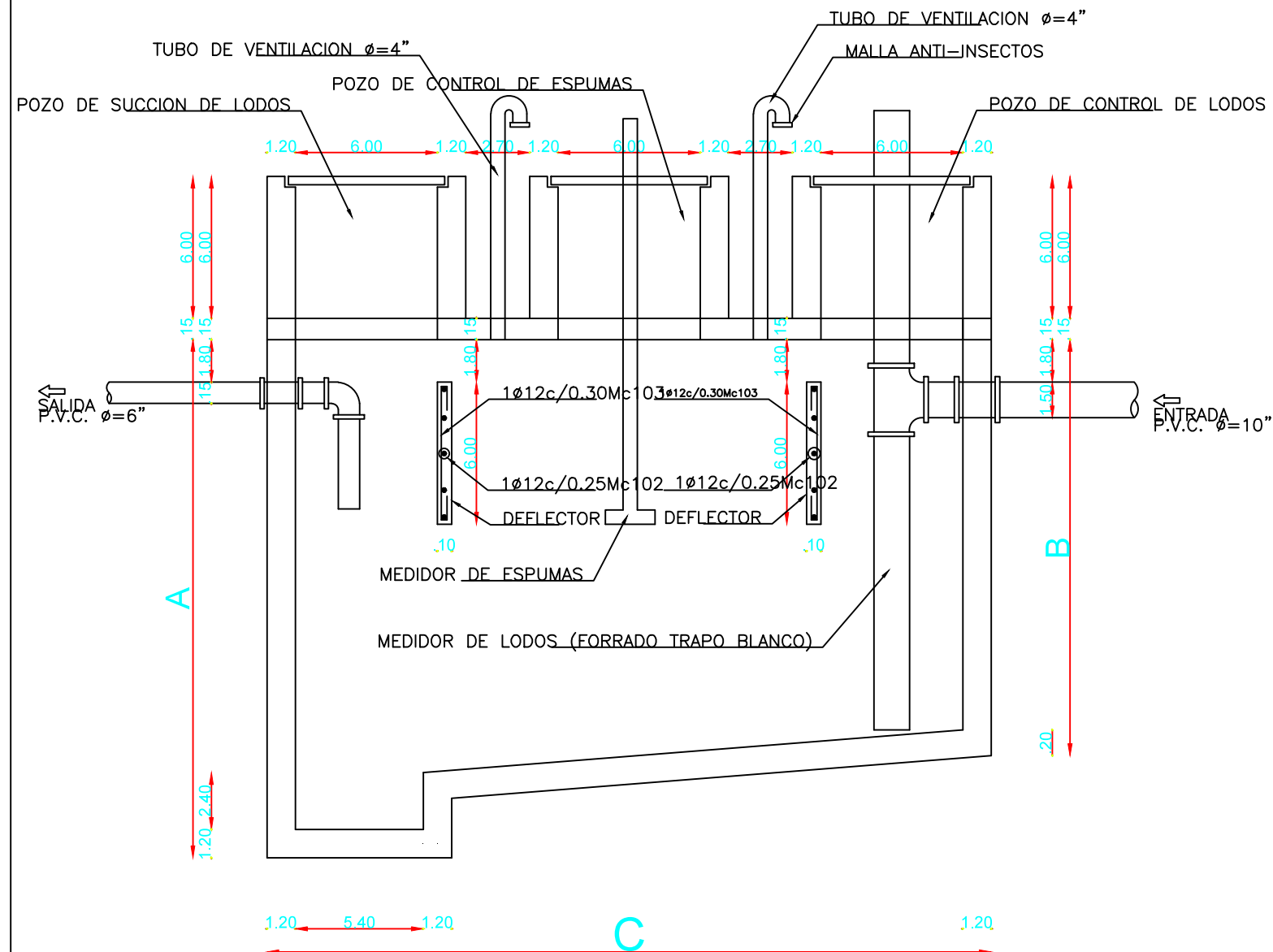
Alumno: Francisco Palacios
 Contiene: Áreas de aportación del proyecto

Director: Ing. Miguel Araque

Fecha: 18/10/2014 Esc. 1:4000 Plano N° 2

ANEXO C. PLANO DE DISEÑO DE LOS TANQUES SÉPTICOS

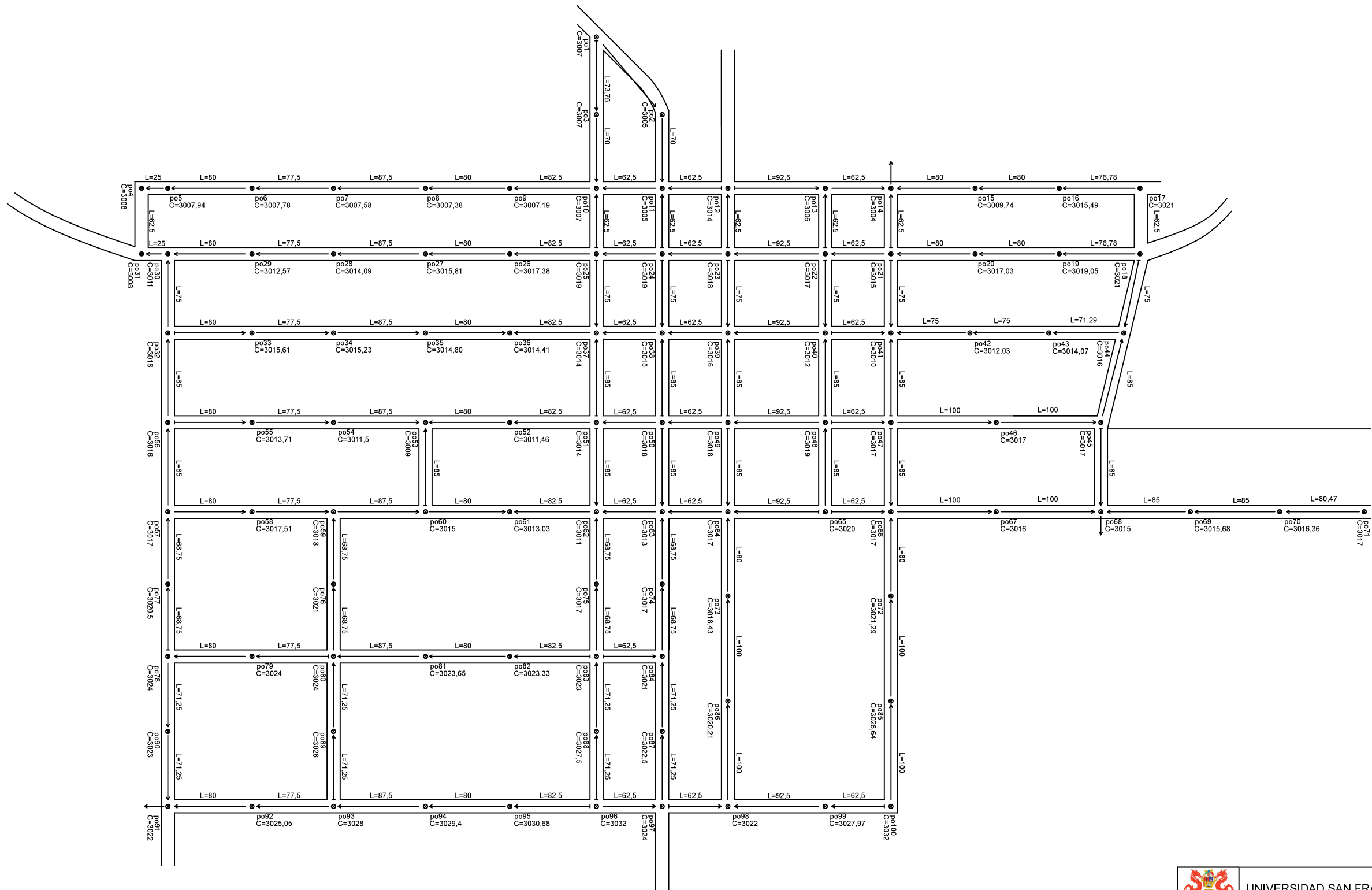
ARMADURA LOSA DE CUBIERTA



P L A N T A

 UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO		
ALCANTARILLADO PARROQUIA MULALÓ		
Alumno: Francisco Palacios	Contiene: Plano diseño tanque séptico	
Director: Ing. Miguel Araque		
Fecha: 14/10/2014	Esc. 1:250	Plano N° 24

ANEXO D. DIRECCIÓN DE FLUJO DE AGUAS DEL PROYECTO



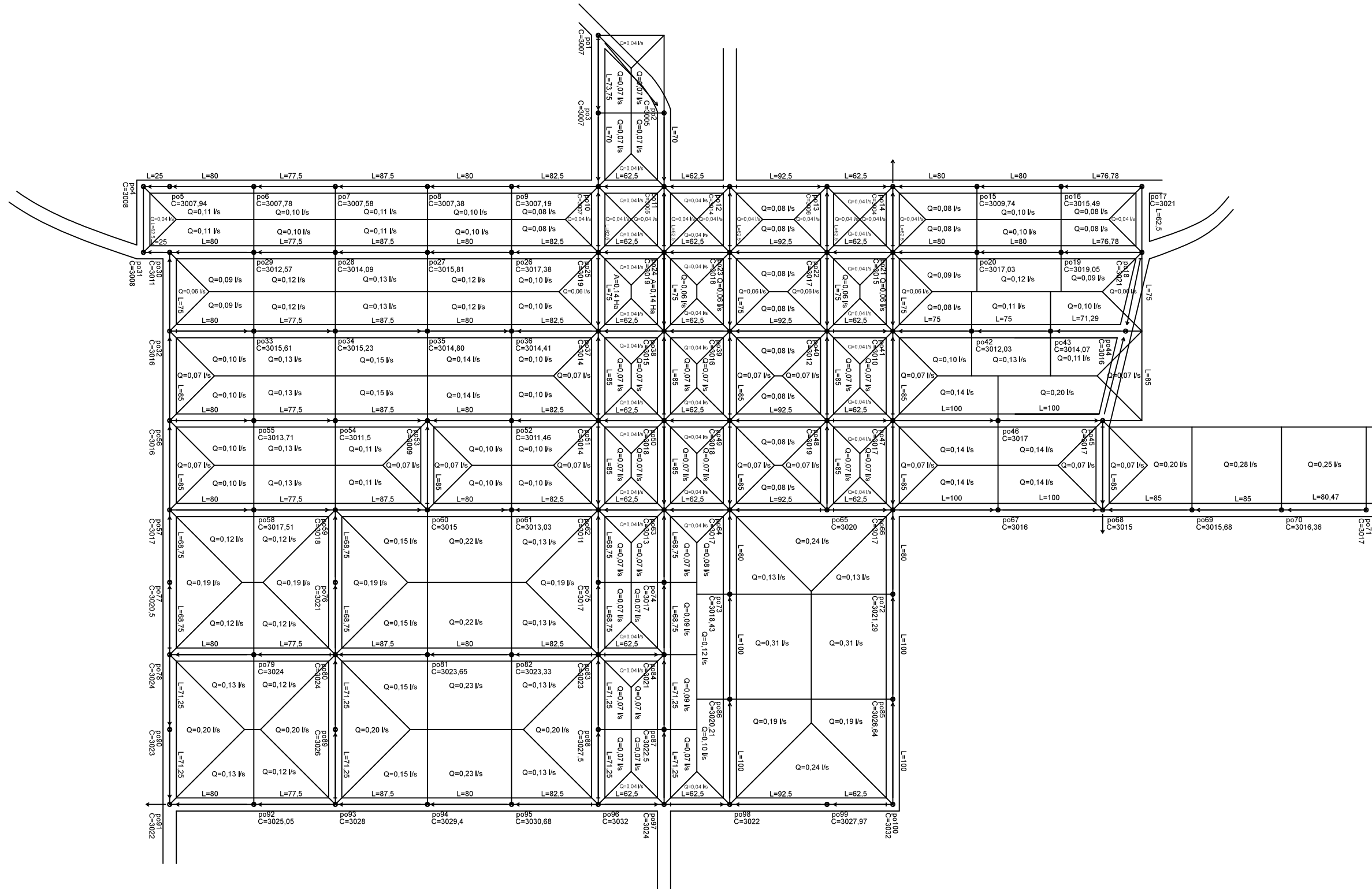
UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO

ALCANTARILLADO PARROQUIA MULALÓ

Alumno: Francisco Palacios	Contiene: Dirección de flujo de aguas del proyecto
Director: Ing. Miguel Araque	

Fecha: 01/11/2014	Esc. 1:4000	Plano N° 3
-------------------	-------------	------------

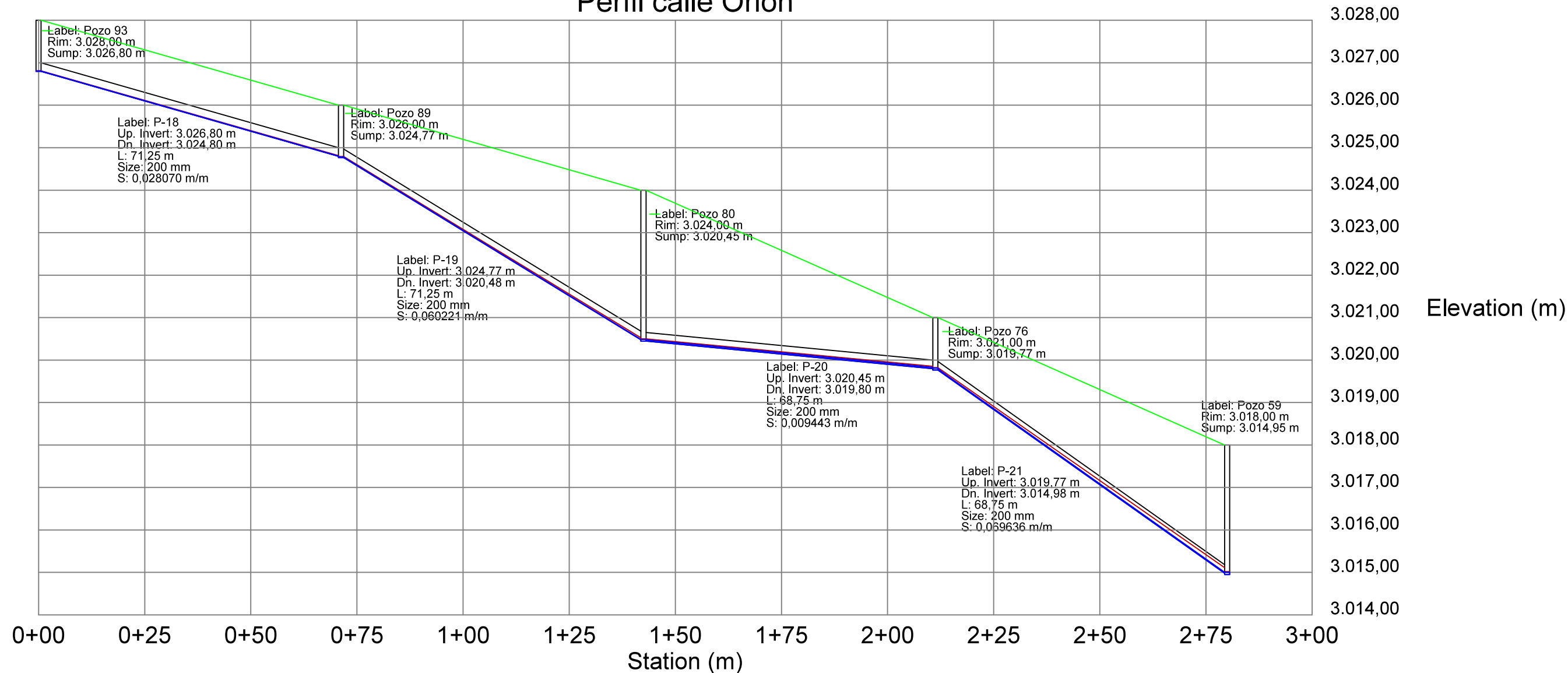
**ANEXO E. CAUDAL SANITARIO POR ÁREA DE APORTACION DEL
PROYECTO**



 UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO	
ALCANTARILLADO PARROQUIA MULALÓ	
Alumno: Francisco Palacios	Contiene: Caudal sanitario por área de aportación del proyecto
Director: Ing. Miguel Araque	
Fecha: 18/11/2014	Esc. 1:4000
	Plano N° 4

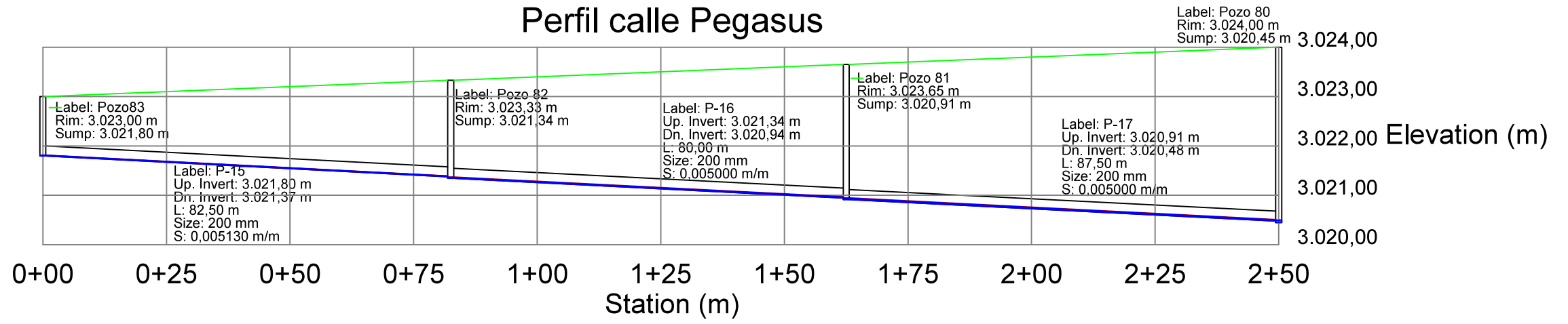
ANEXO F. PERFILES DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO

Perfil calle Orion

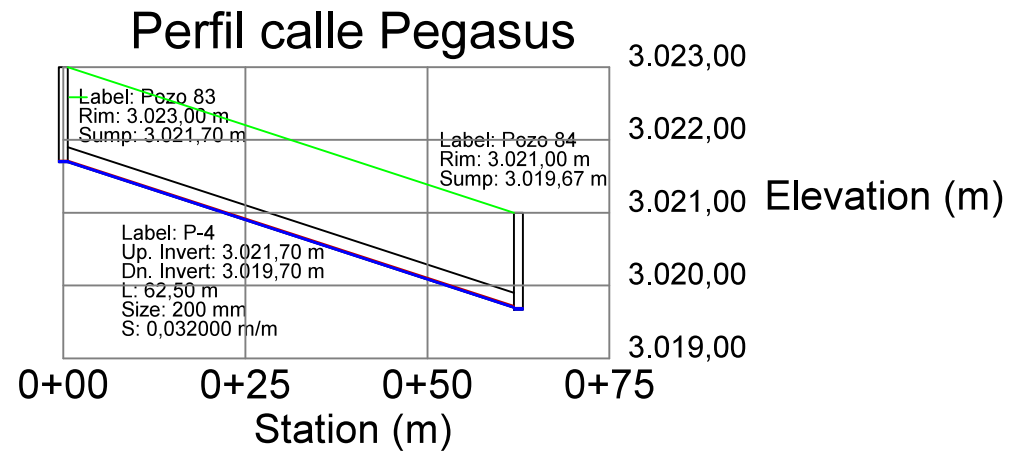



UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO	
ALCANTARILLADO SANITARIO PARROQUIA MULALÓ	
Alumno: Francisco Palacios	Contiene: Perfiles de alcantarillado sanitario calle Orion
Director: Ing. Miguel Araque	
Fecha: 12/12/2014	Horizontal: Esc. 1:1000 Vertical: Esc. 1:100 Plano N° 23

Perfil calle Pegasus

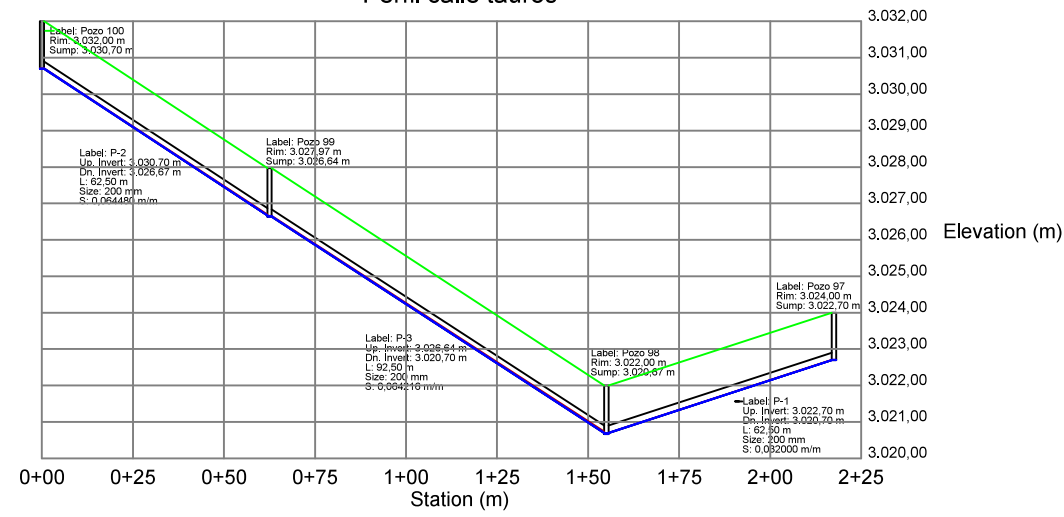


Perfil calle Pegasus

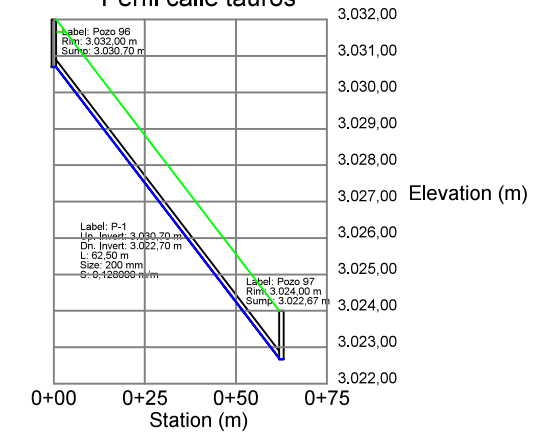


		UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO	
ALCANTARILLADO SANITARIO PARROQUIA MULALÓ			
Alumno: Francisco Palacios	Contiene: calle Pegasus		
Director: Ing. Miguel Araque			
Fecha: 12/12/2014	Horizontal: Esc. 1:1000	Plano N° 22	
	Vertical: Esc. 1:100		

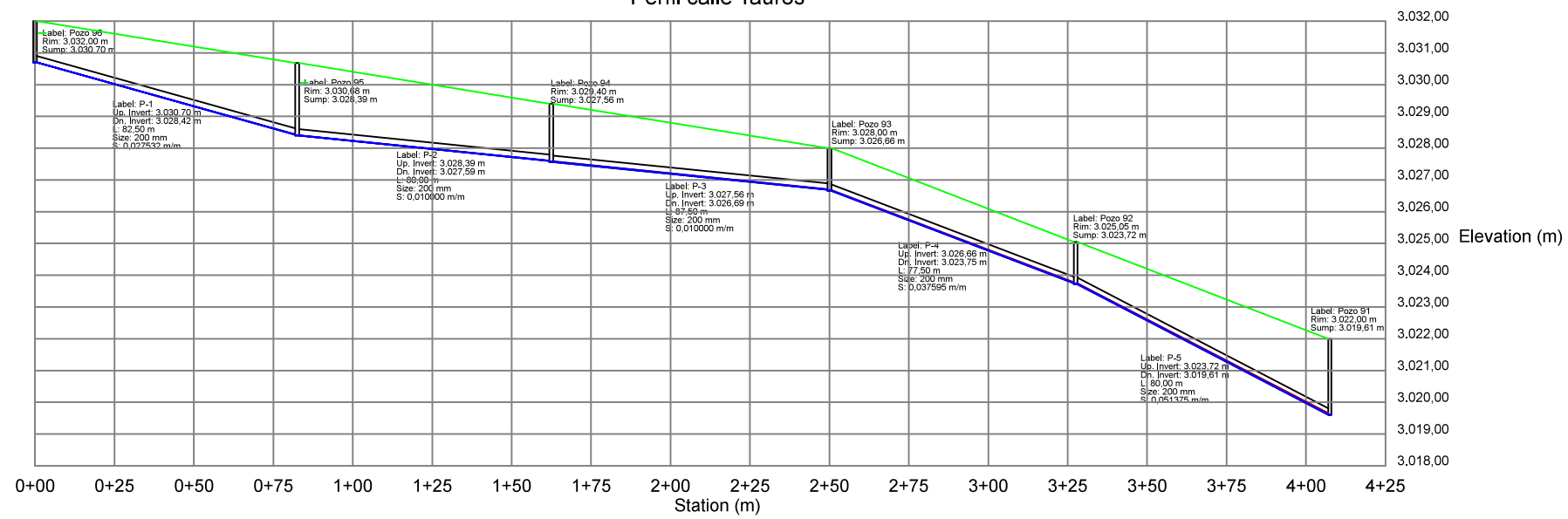
Perfil calle tauros



Perfil calle tauros



Perfil calle Tauros



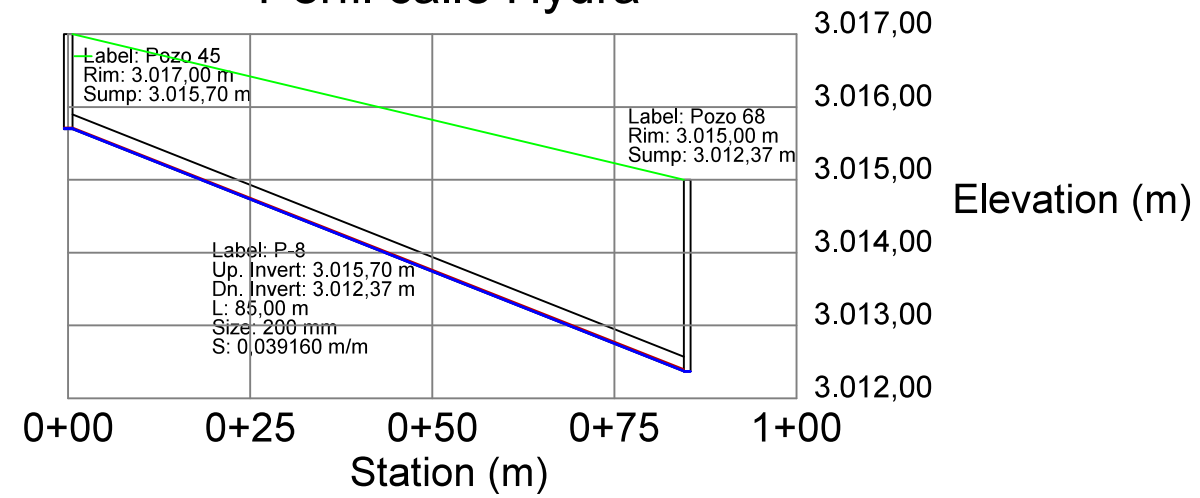
UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO

ALCANTARILLADO SANITARIO PARROQUIA MULALÓ

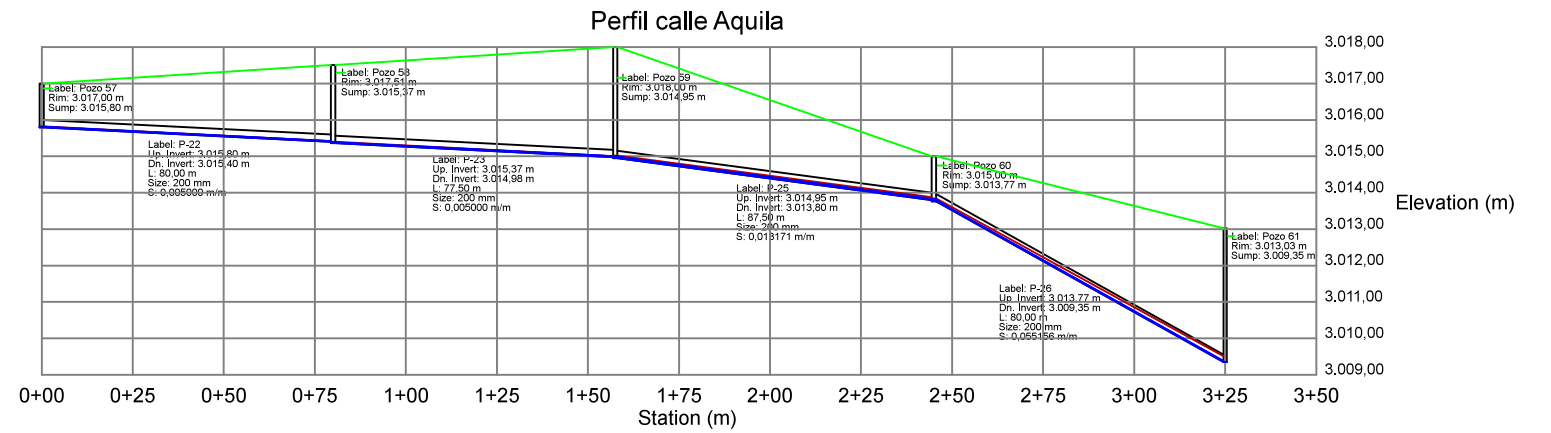
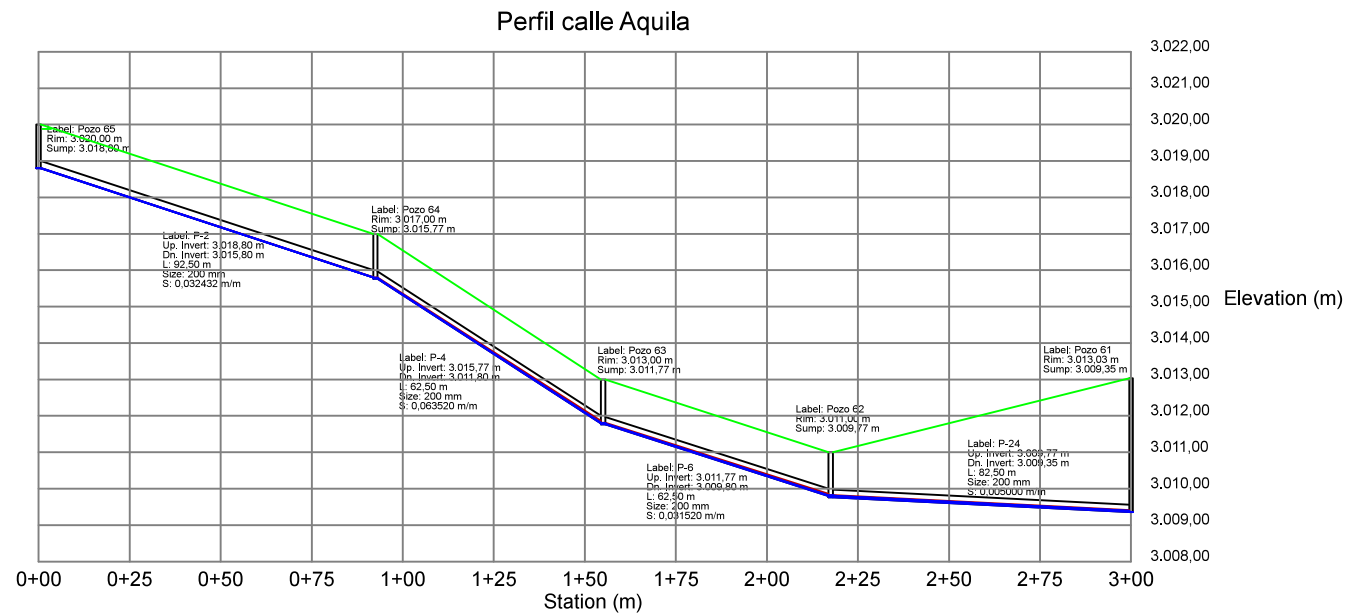
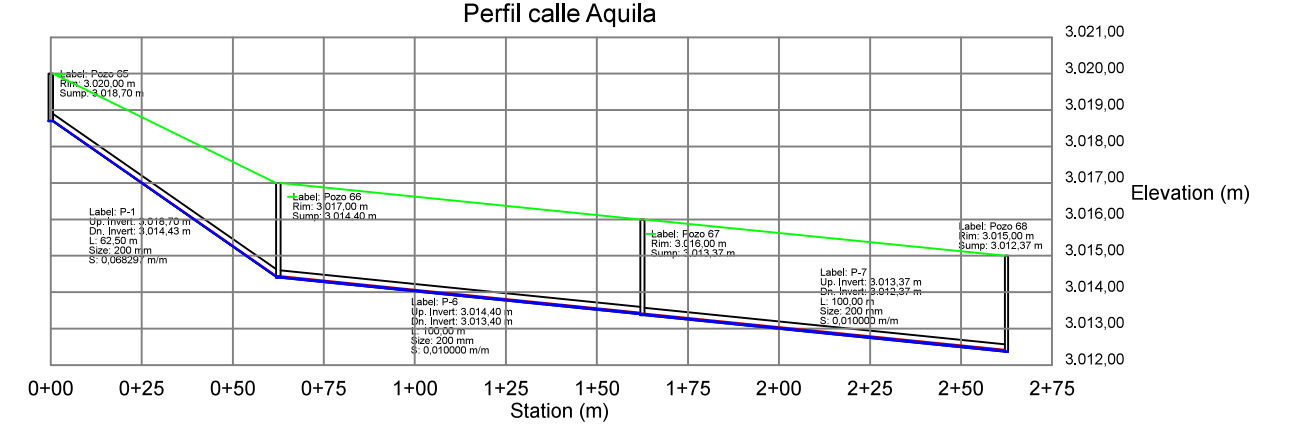
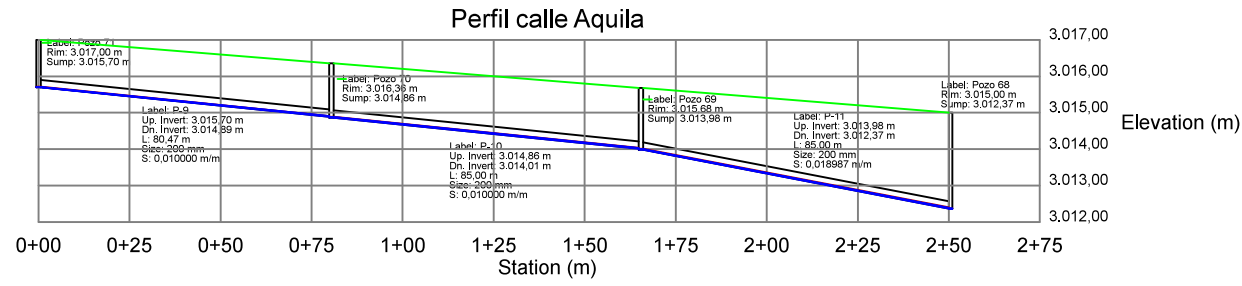
Alumno: Francisco Palacios	Contiene: Perfiles de alcantarillado sanitario calle Tauros
Director: Ing. Miguel Araque	

Fecha: 12/12/2014	Horizontal: Esc. 1:2000	Plano N° 21
	Vertical: Esc. 1:200	

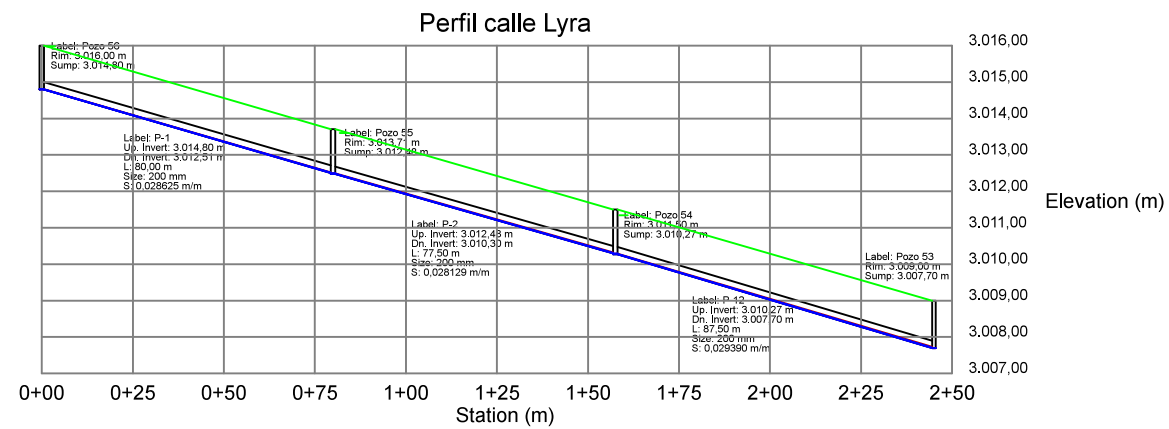
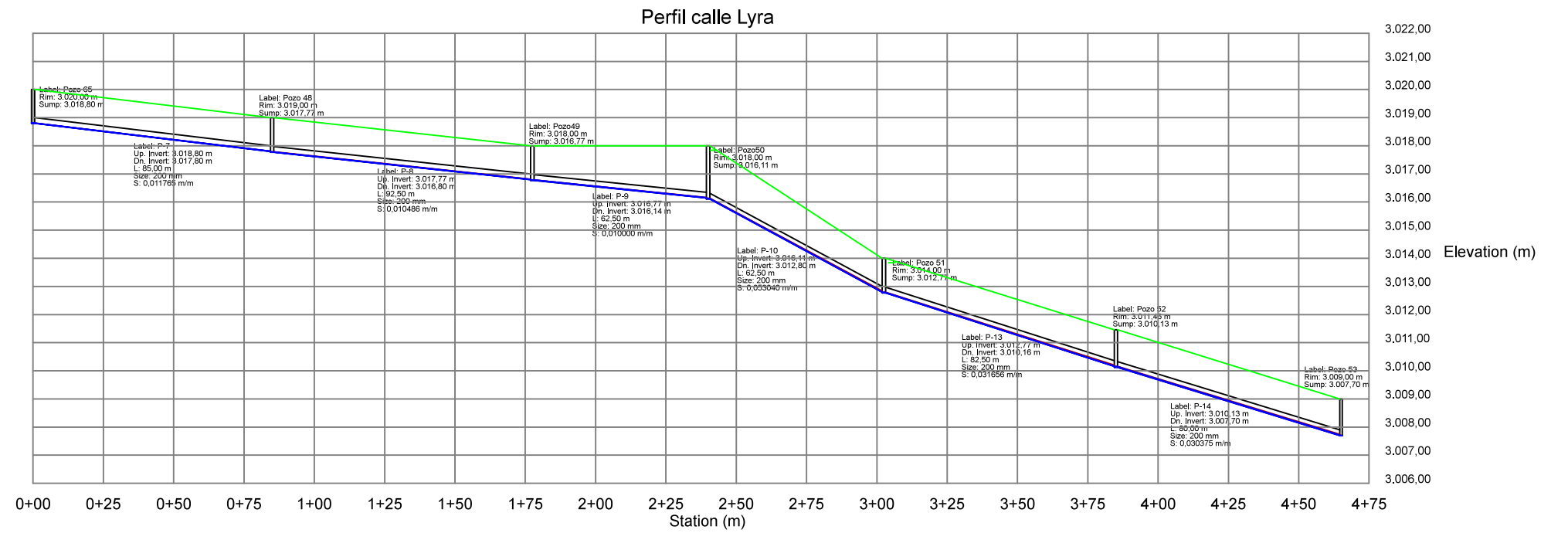
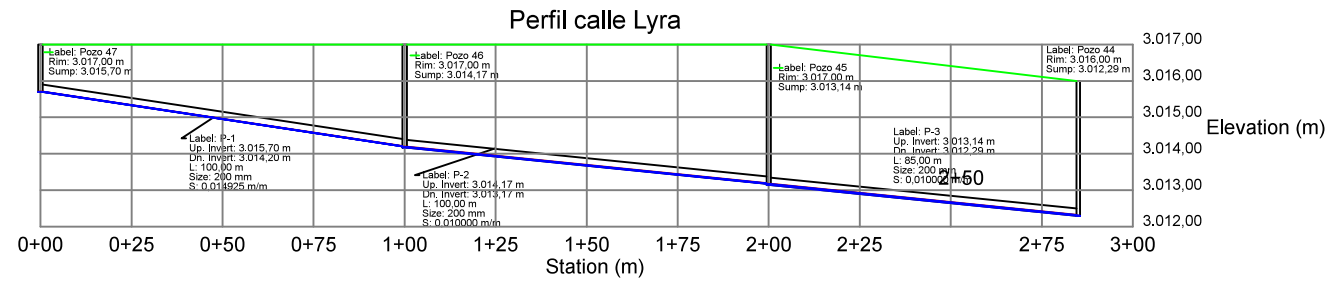
Perfil calle Hydra



		UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO	
ALCANTARILLADO SANITARIO PARROQUIA MULALÓ			
Alumno: Francisco Palacios		Contiene: Perfiles de alcantarillado sanitario calle Hydra	
Director: Ing. Miguel Araque			
Fecha: 12/12/2014	Horizontal: Esc. 1:1000	Plano N° 20	
	Vertical: Esc. 1:100		

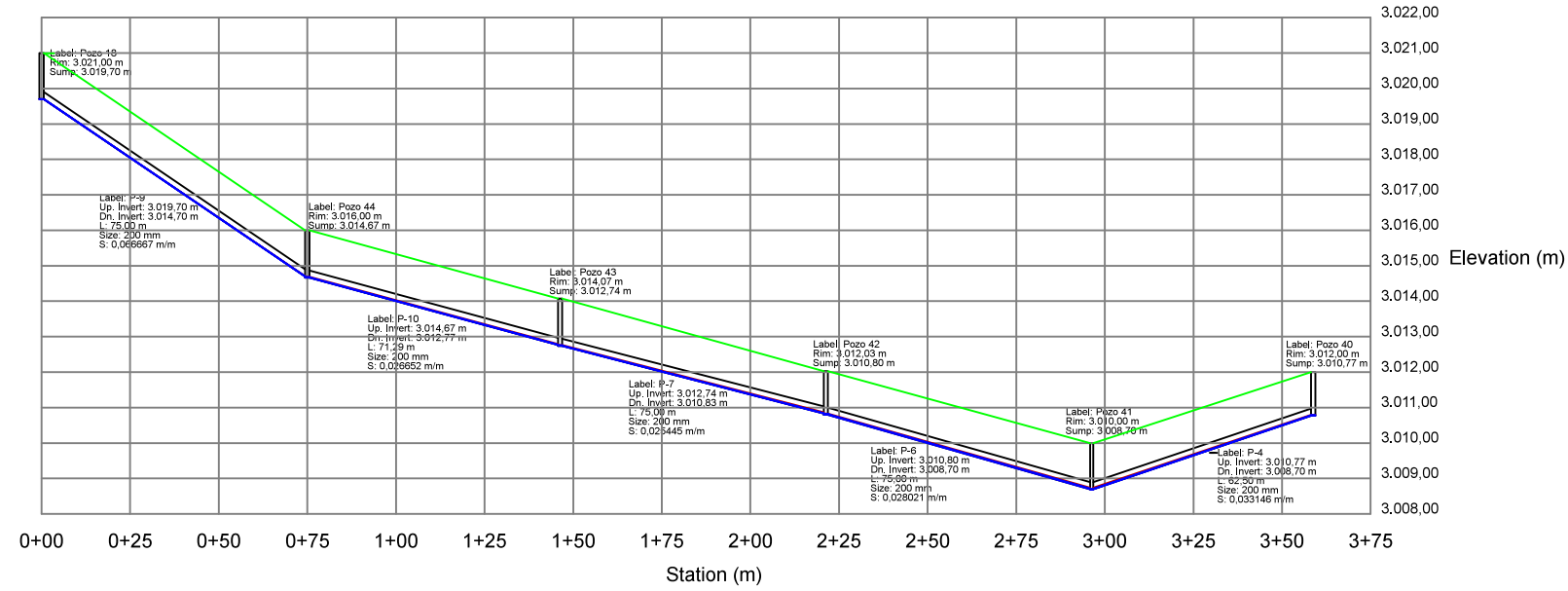


 UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO		
ALCANTARILLADO SANITARIO PARROQUIA MULALÓ		
Alumno: Francisco Palacios	Contiene: Perfiles de alcantarillado sanitario calle Aquila	
Director: Ing. Miguel Araque		
Fecha: 12/12/2014	Horizontal: Esc. 1:2000 Vertical: Esc. 1:200	Plano N° 19

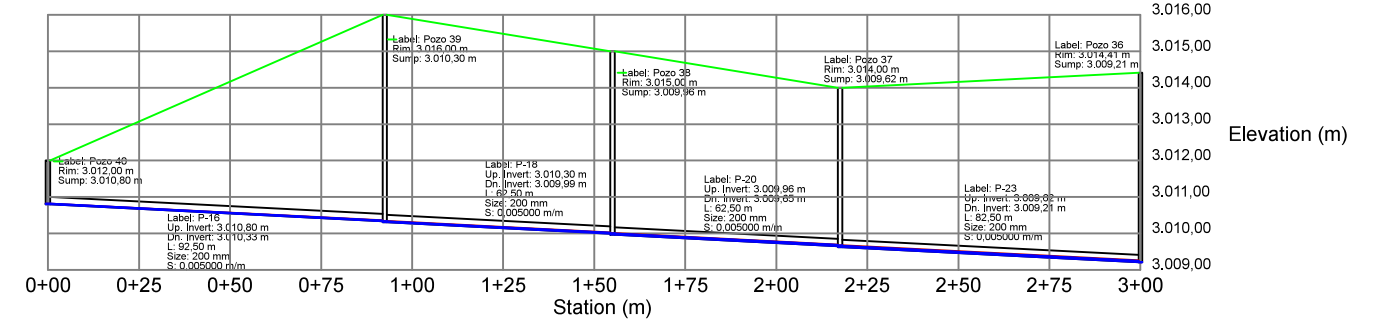


UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO	
ALCANTARILLADO SANITARIO PARROQUIA MULALÓ	
Alumno: Francisco Palacios	Contiene: Perfiles de alcantarillado sanitario calle Lyra
Director: Ing. Miguel Araque	
Fecha: 12/12/2014	Horizontal: Esc. 1:2000 Vertical: Esc. 1:200 Plano N° 18

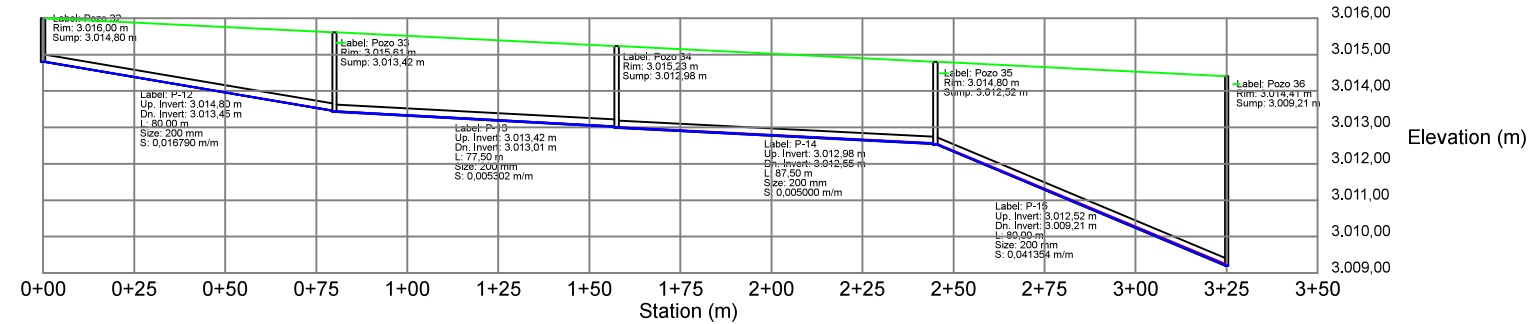
Perfil calle Leo



Perfil calle Leo

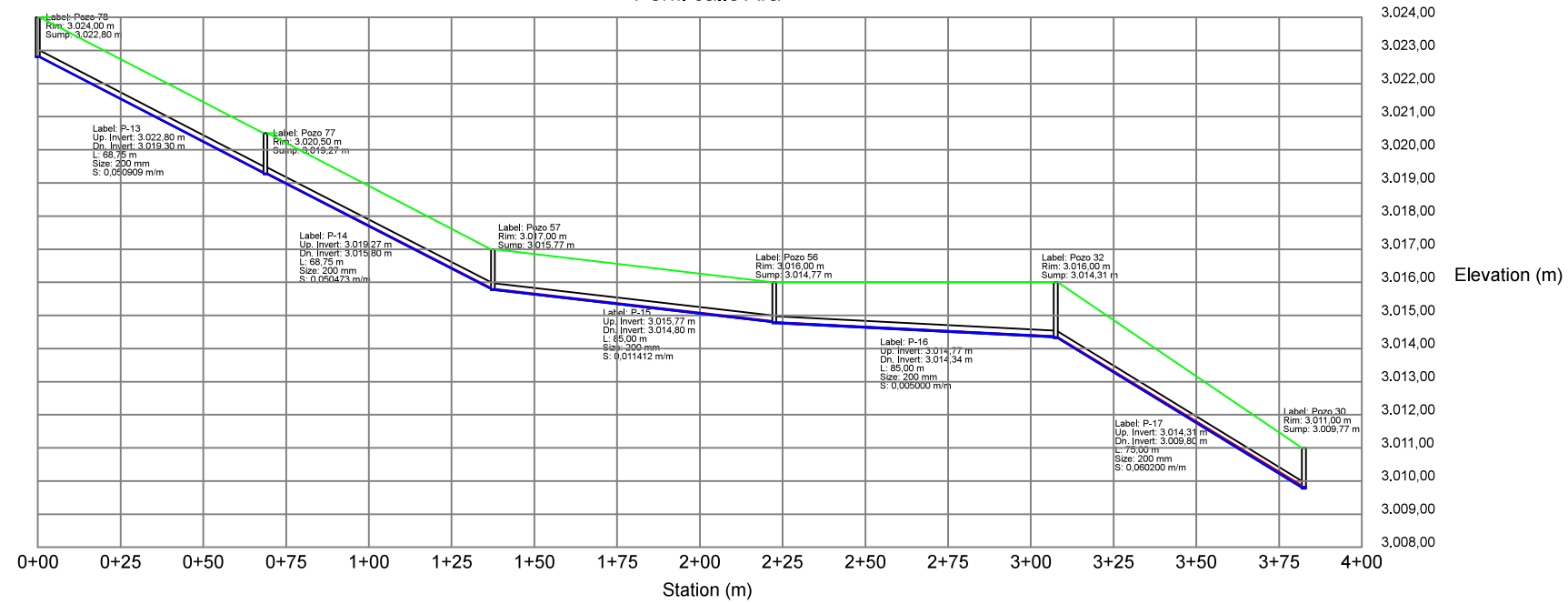


Perfil calle Leo

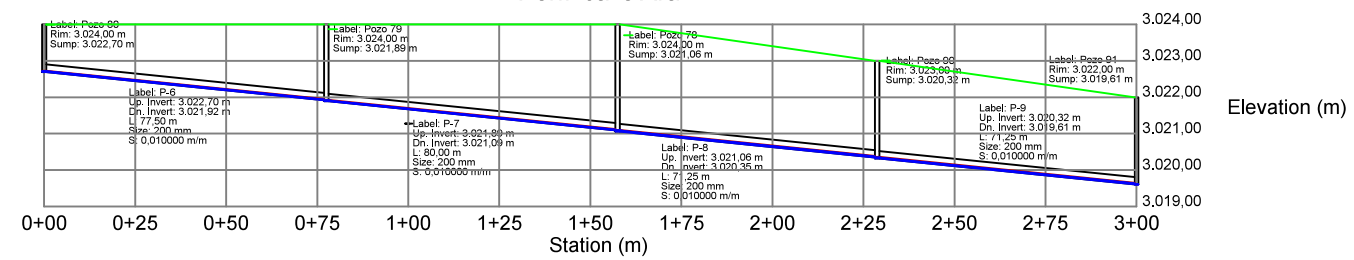


 UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO	
ALCANTARILLADO SANITARIO PARROQUIA MULALÓ	
Alumno: Francisco Palacios	Contiene: Perfiles de alcantarillado sanitario calle Leo
Director: Ing. Miguel Araque	
Fecha: 12/12/2014	Horizontal: Esc. 1:2000 Vertical: Esc. 1:200
Plano N° 17	

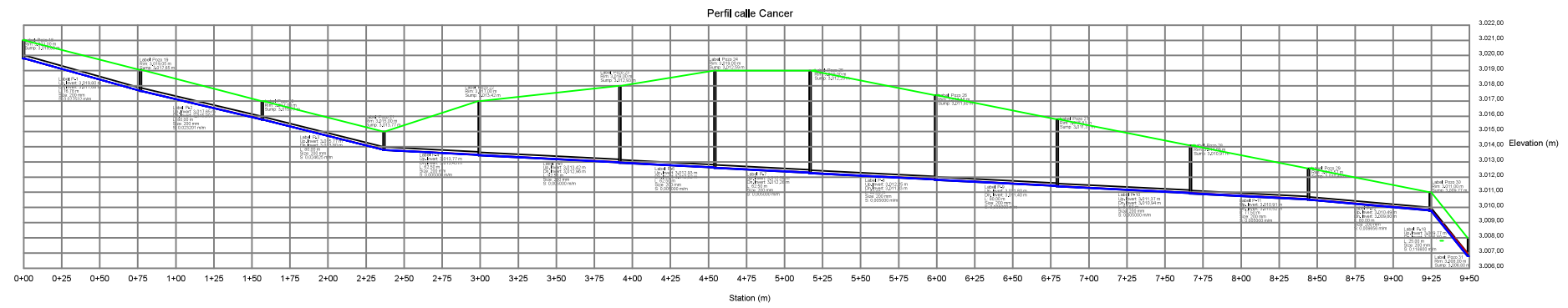
Perfil calle Ara




Perfil calle Ara

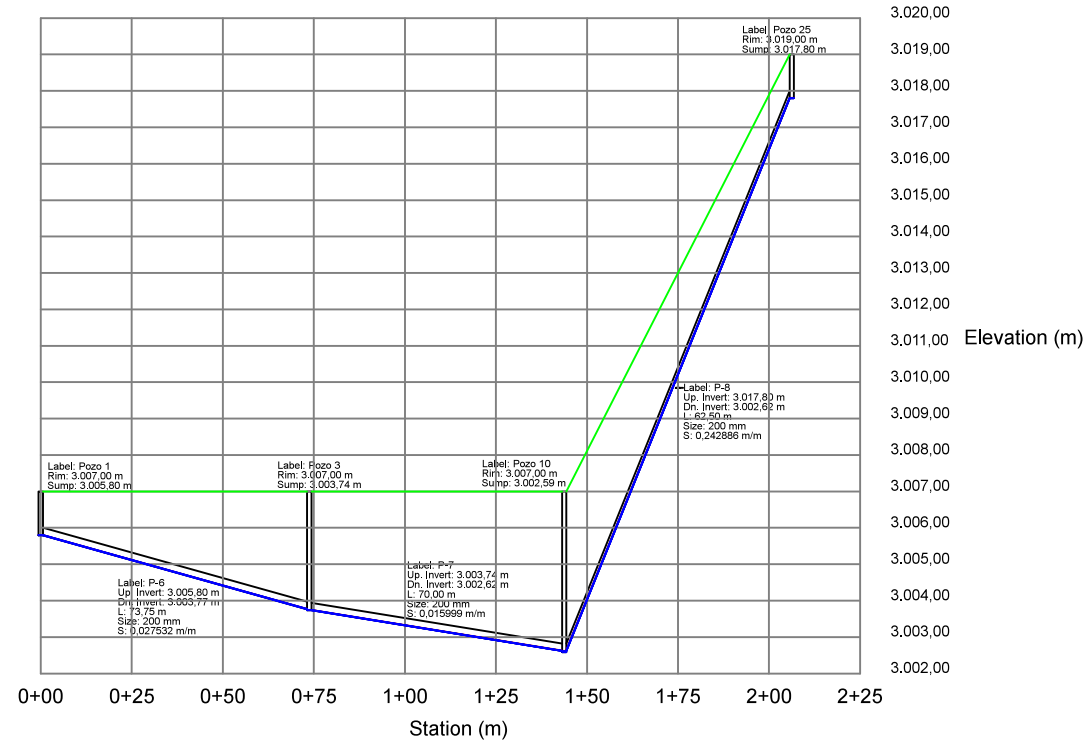


 UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO	
ALCANTARILLADO SANITARIO PARROQUIA MULALÓ	
Alumno: Francisco Palacios	Contiene: Perfiles de alcantarillado sanitario calle Ara
Director: Ing. Miguel Araque	
Fecha: 12/12/2014	Horizontal: Esc. 1:2000 Vertical: Esc. 1:200 Plano N° 16

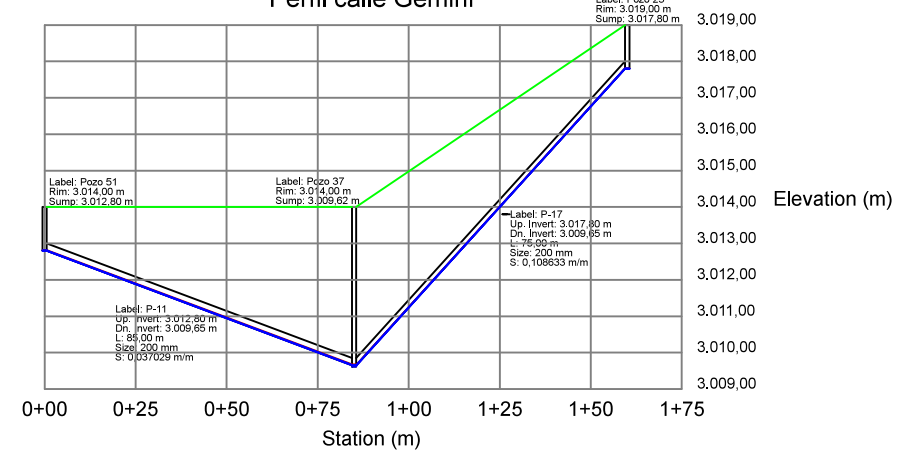


 UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO	
ALCANTARILLADO SANITARIO PARROQUIA MULALÓ	
Alumno: Francisco Palacios	Contiene: Perfiles de alcantarillado sanitario calle Cancer
Director: Ing. Miguel Araque	
Fecha: 12/12/2014	Horizontal: Esc. 1:4000 Vertical: Esc. 1:400
	Plano N° 15

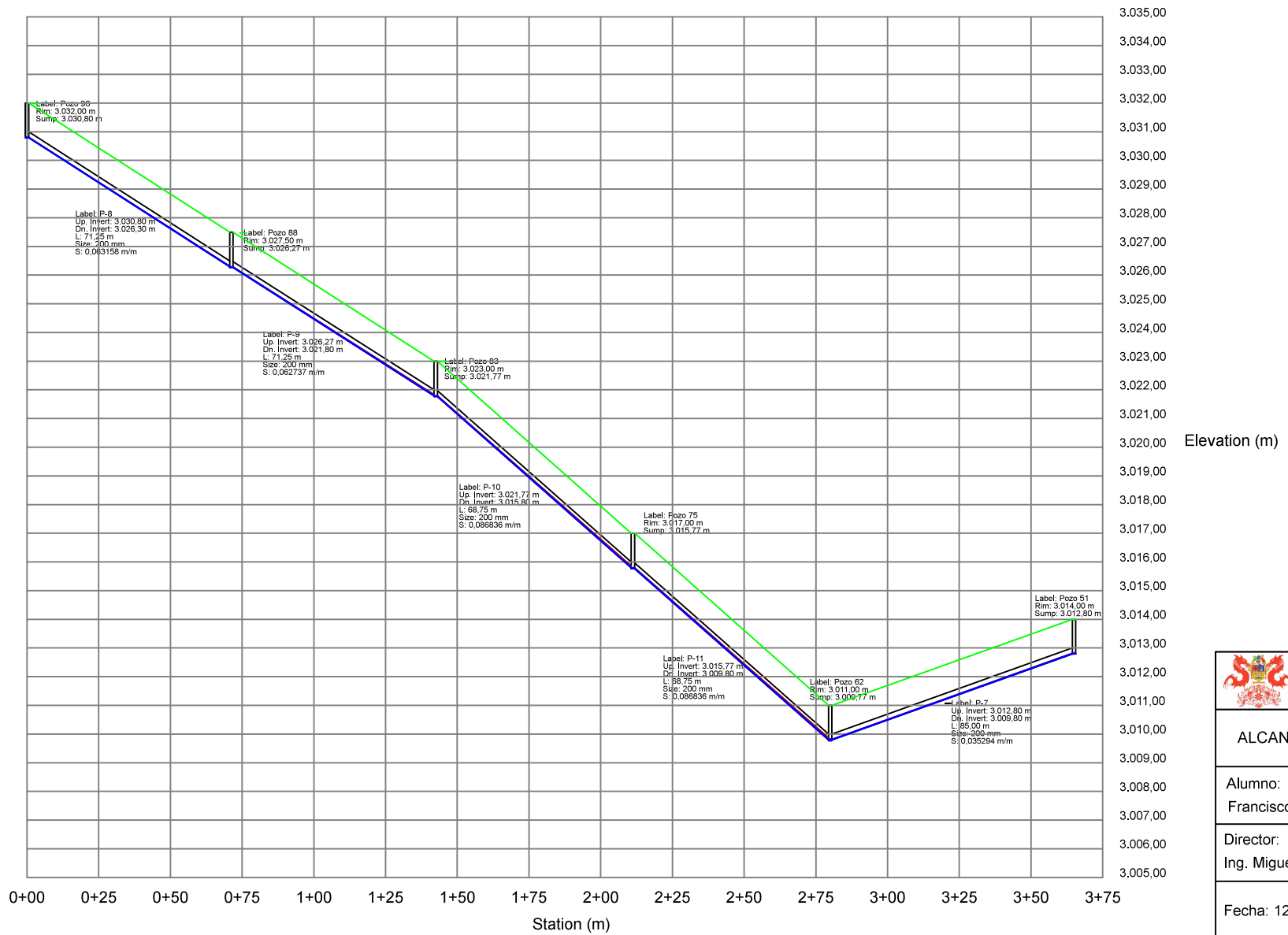
Perfil calle Gemini



Perfil calle Gemini



Perfil calle Gemini



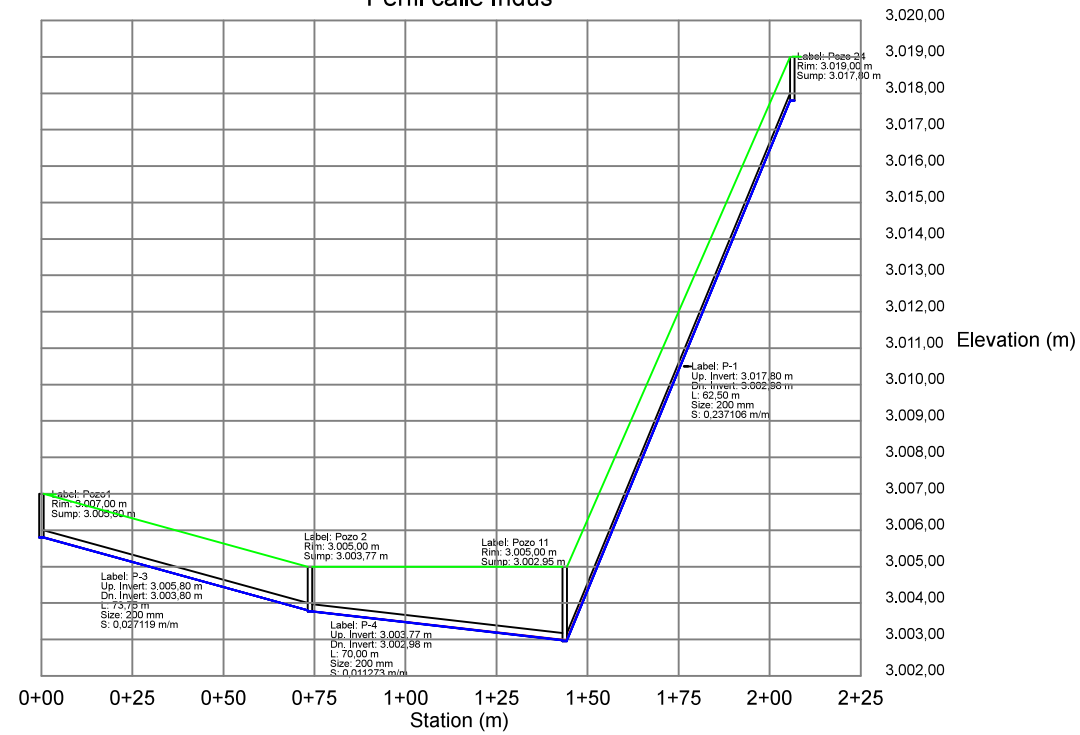
UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO

ALCANTARILLADO SANITARIO PARROQUIA MULALÓ

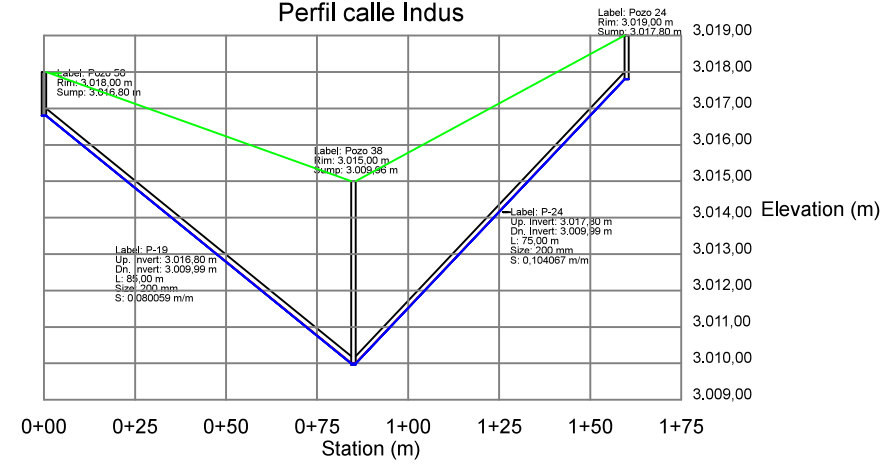
Alumno: Francisco Palacios	Contiene: Perfiles de alcantarillado sanitario calle Gemini
Director: Ing. Miguel Araque	

Fecha: 12/12/2014	Horizontal: Esc. 1:2000	Plano N° 14
	Vertical: Esc. 1:200	

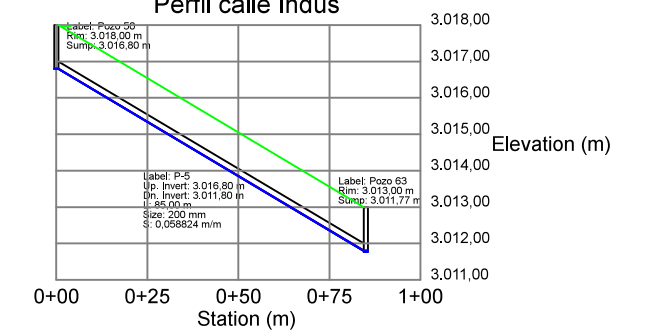
Perfil calle Indus



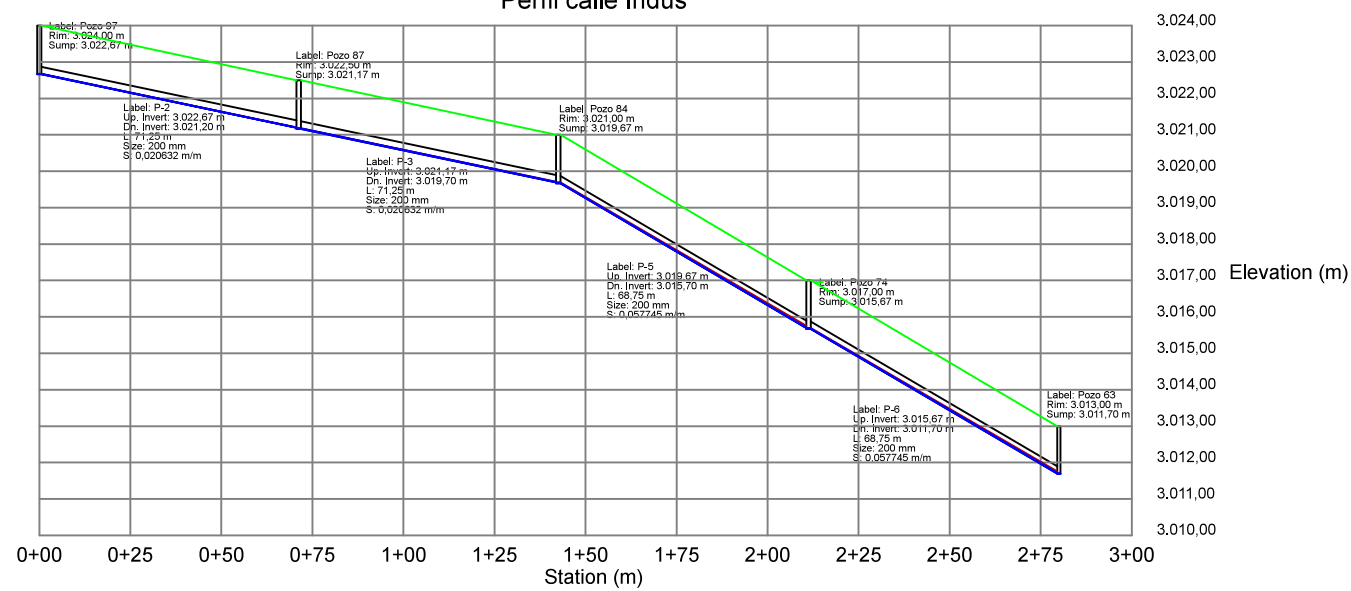
Perfil calle Indus



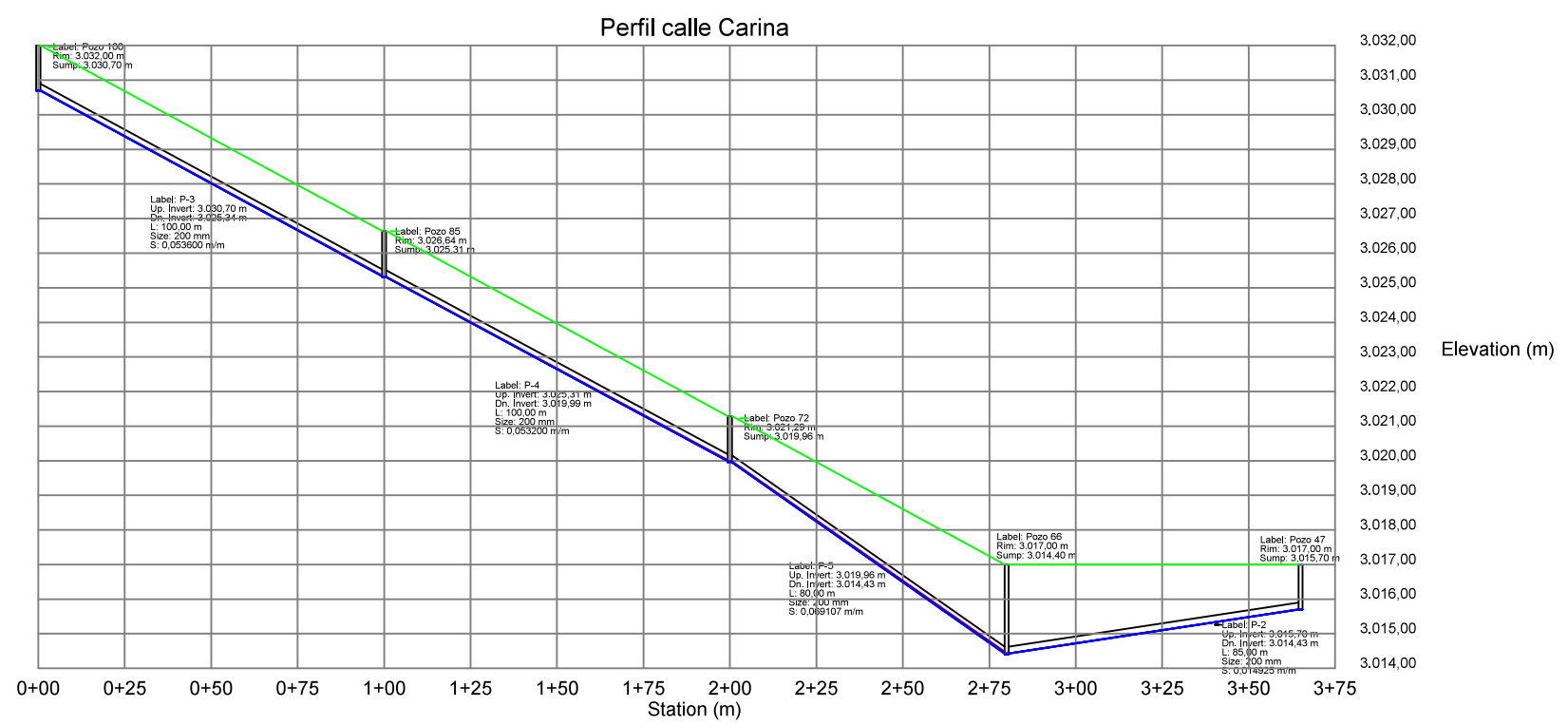
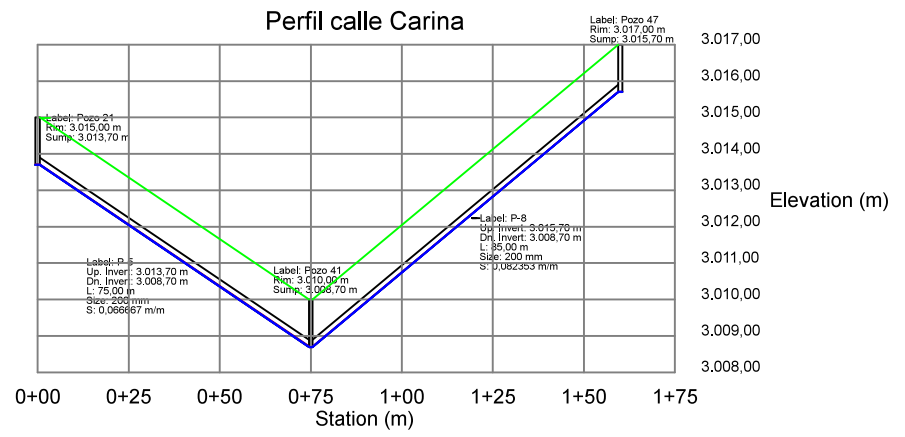
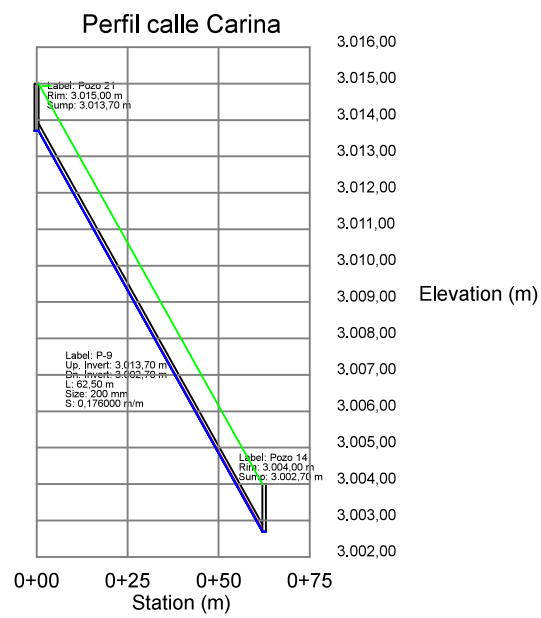
Perfil calle Indus



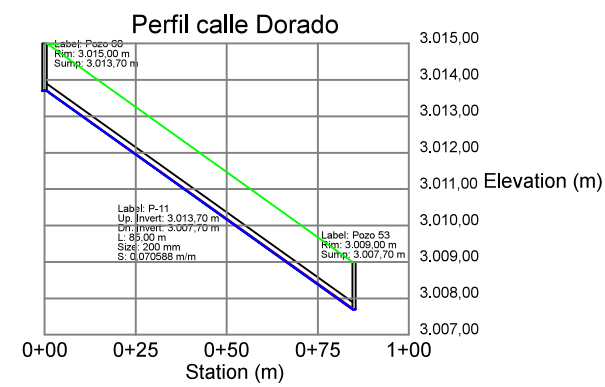
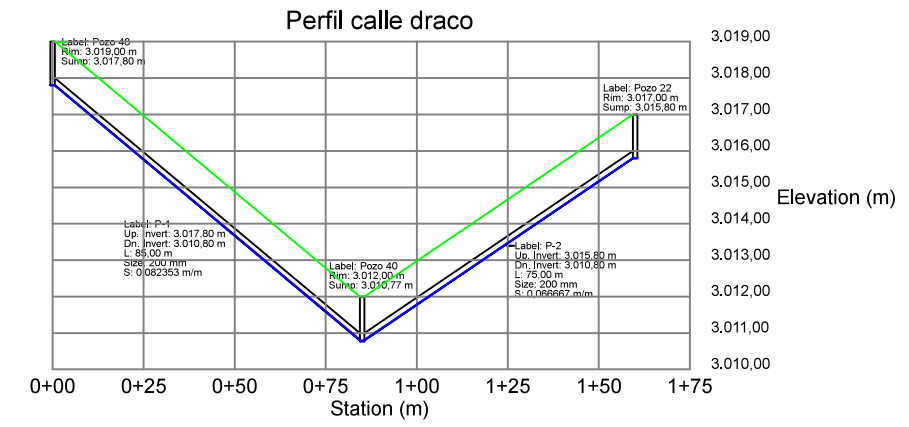
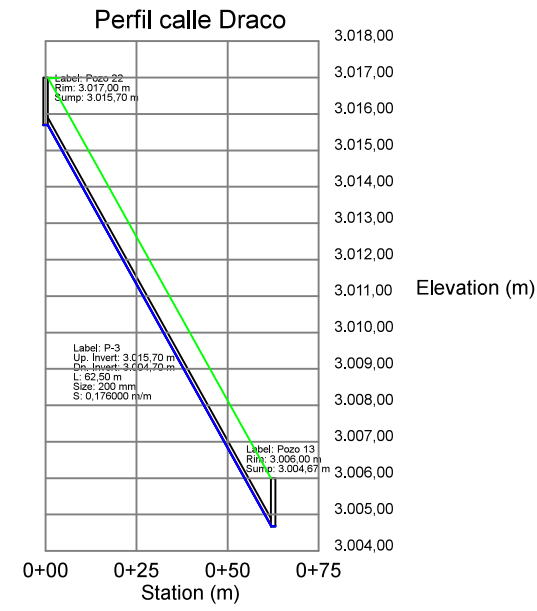
Perfil calle Indus



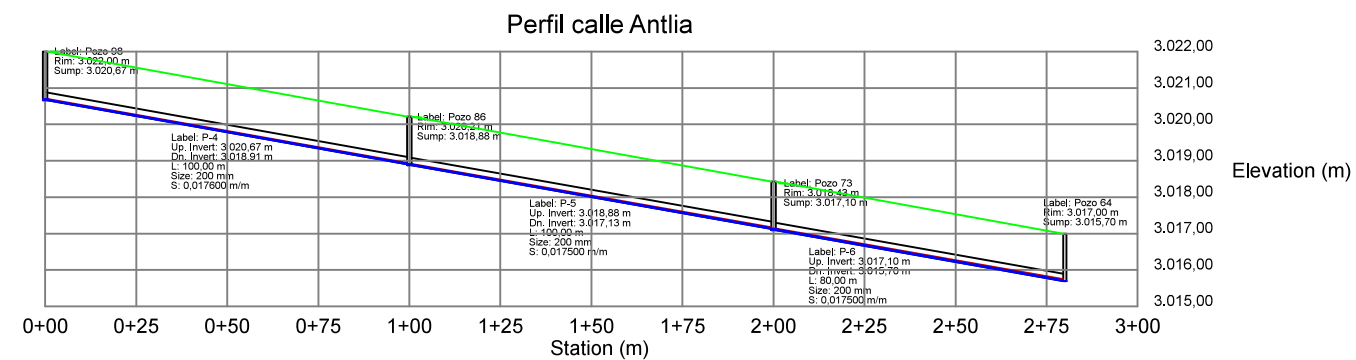
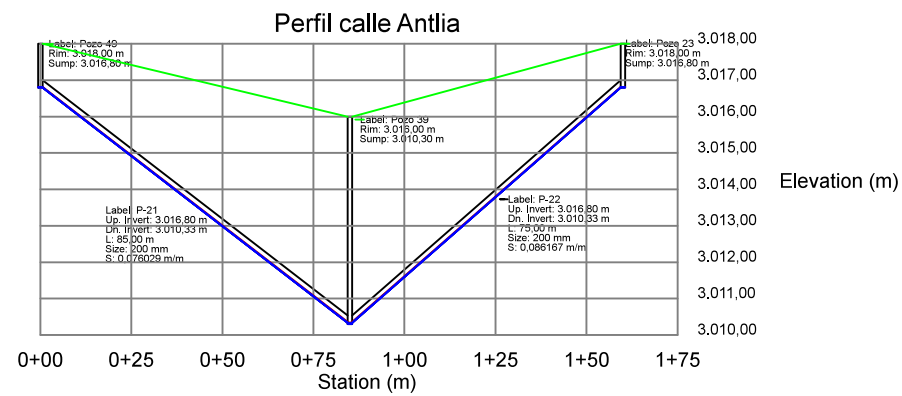
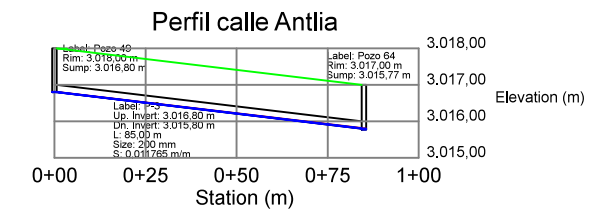
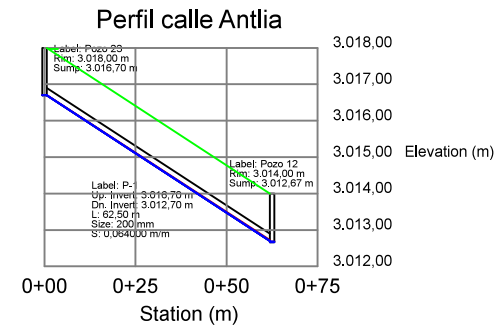
 UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO	
ALCANTARILLADO SANITARIO PARROQUIA MULALÓ	
Alumno: Francisco Palacios	Contiene: Perfiles de alcantarillado sanitario calle Indus
Director: Ing. Miguel Araque	
Fecha: 12/12/2014	Horizontal: Esc. 1:2000 Vertical: Esc. 1:200
	Plano N° 13



 UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO	
ALCANTARILLADO SANITARIO PARROQUIA MULALÓ	
Alumno: Francisco Palacios	Contiene: Perfiles de alcantarillado sanitario calle Carina
Director: Ing. Miguel Araque	
Fecha: 12/12/2014	Horizontal: Esc. 1:2000 Vertical: Esc. 1:200 Plano N° 12

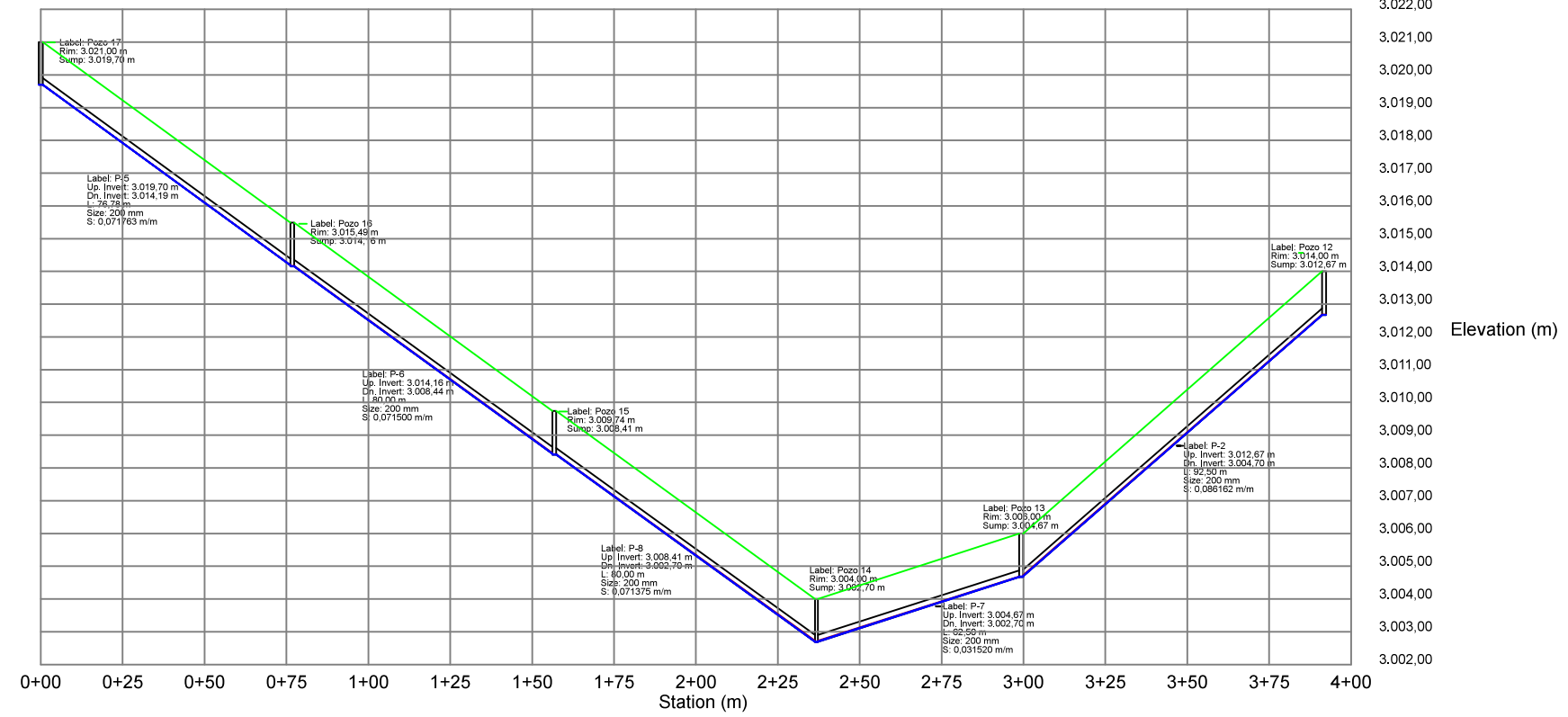


		UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO	
ALCANTARILLADO SANITARIO PARROQUIA MULALÓ			
Alumno: Francisco Palacios	Contiene: Perfiles de alcantarillado sanitario calle Draco y calle Dorado		
Director: Ing. Miguel Araque			
Fecha: 12/12/2014	Horizontal: Esc. 1:2000	Plano N° 11	
	Vertical: Esc. 1:200		

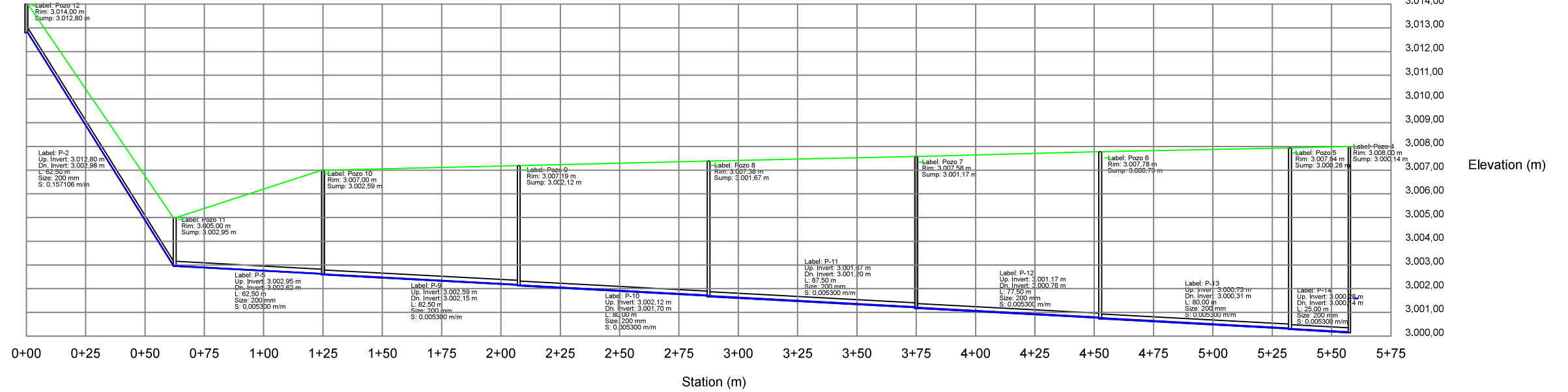


 UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO	
ALCANTARILLADO SANITARIO PARROQUIA MULALÓ	
Alumno: Francisco Palacios	Contiene: Perfiles de alcantarillado sanitario calle Antlia
Director: Ing. Miguel Araque	
Fecha: 12/12/2014	Horizontal: Esc. 1:2000 Vertical: Esc. 1:200
	Plano N° 10

Perfil calle Andr6meda

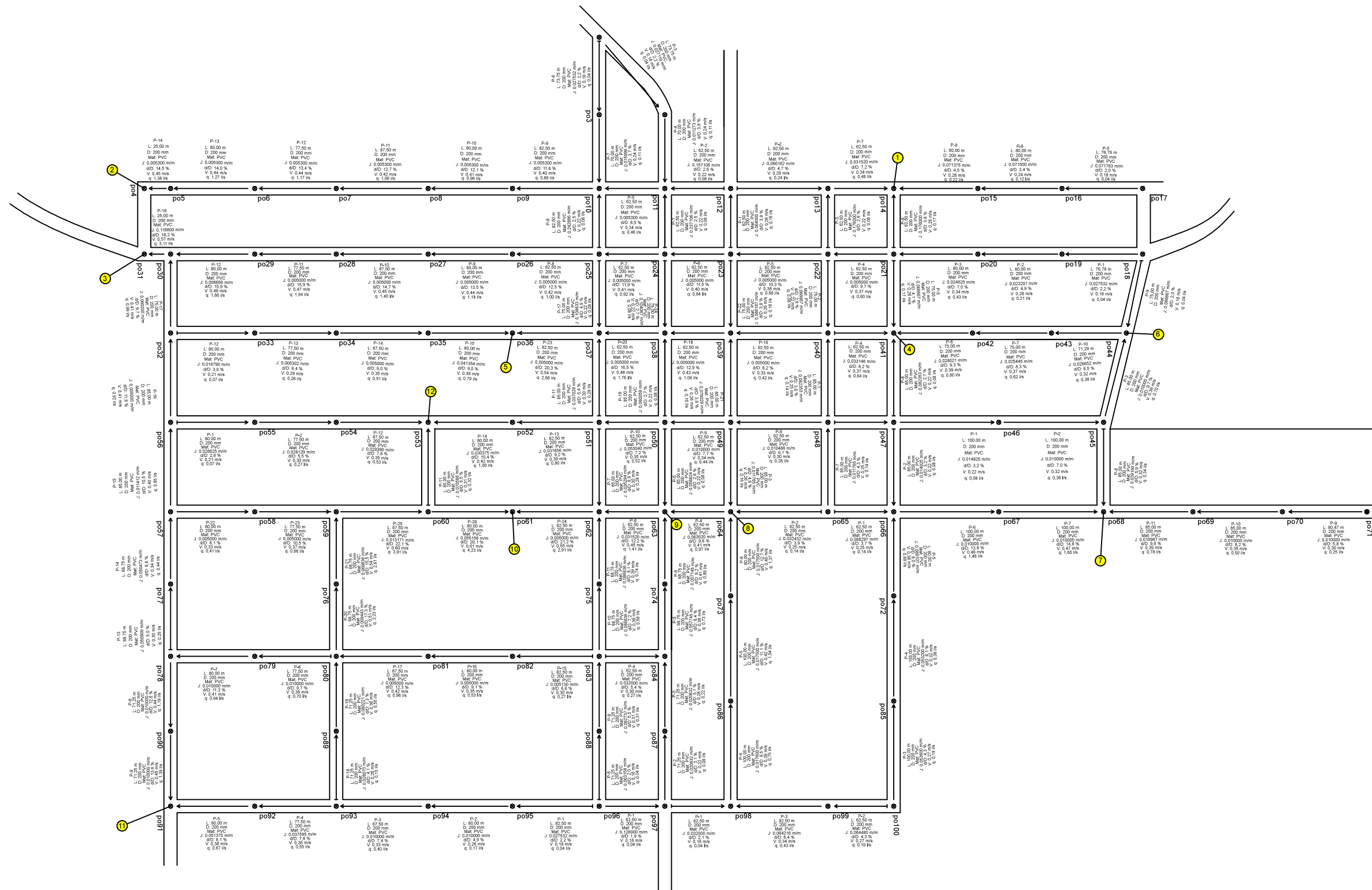


Perfil calle Andr6meda



 UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO	
ALCANTARILLADO SANITARIO PARROQUIA MULAL6	
Alumno: Francisco Palacios	Contiene: Perfiles de alcantarillado sanitario calle Andr6meda
Director: Ing. Miguel Araque	
Fecha: 12/12/2014	Horizontal: Esc. 1:2000 Vertical: Esc. 1:200
	Plano N° 9

ANEXO G. DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO



● Tanque Séptico



UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO

SISTEMA DE ALCANTARILLADO PARROQUIA MULALÓ

Alumno:
Francisco Palacios


Director:
Ing. Miguel Araque

Contiene:
Diseño del sistema de alcantarillado sanitario

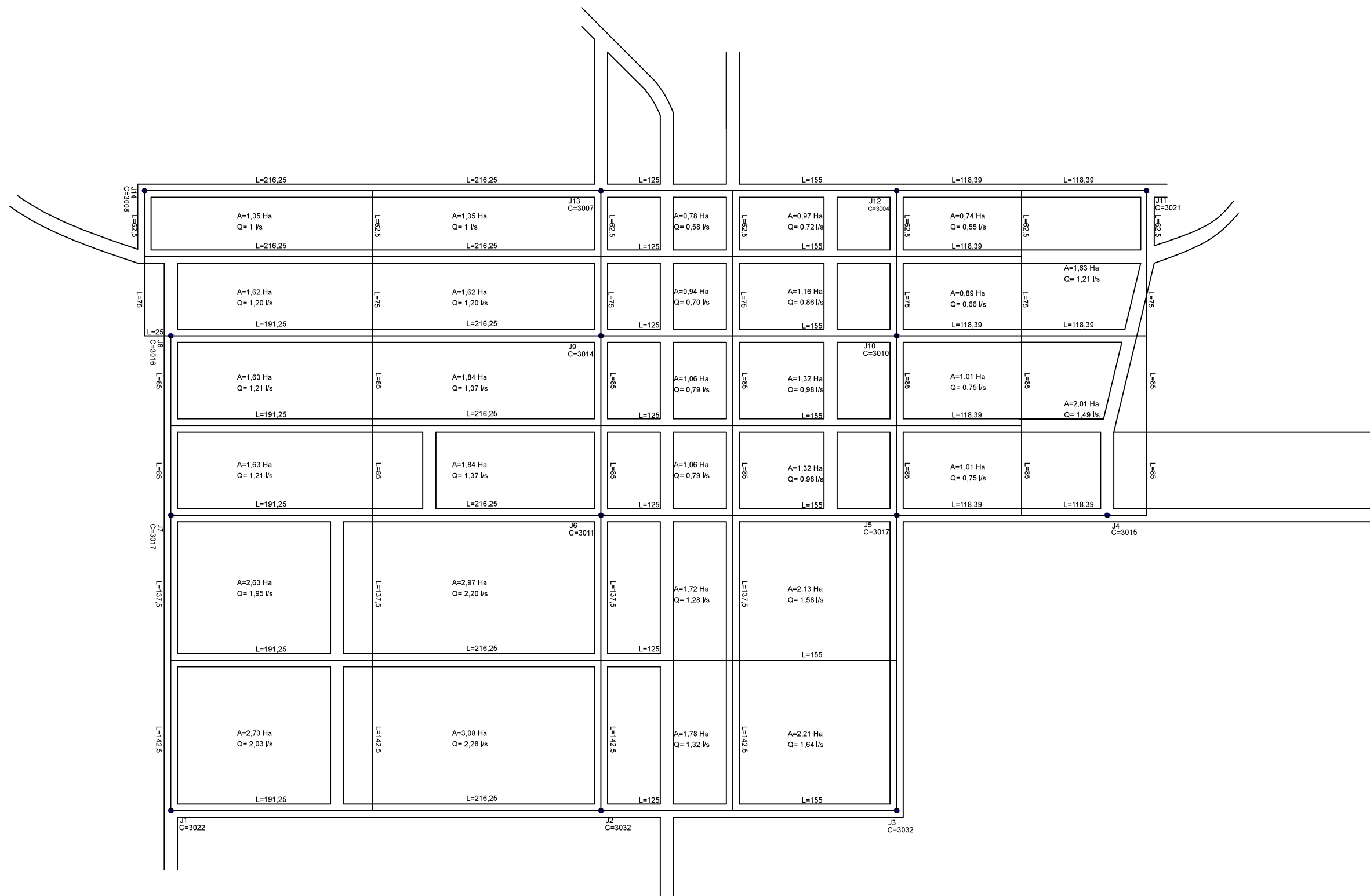
Fecha: 5/12/2014


Esc. 1:4000

Plano N° 7

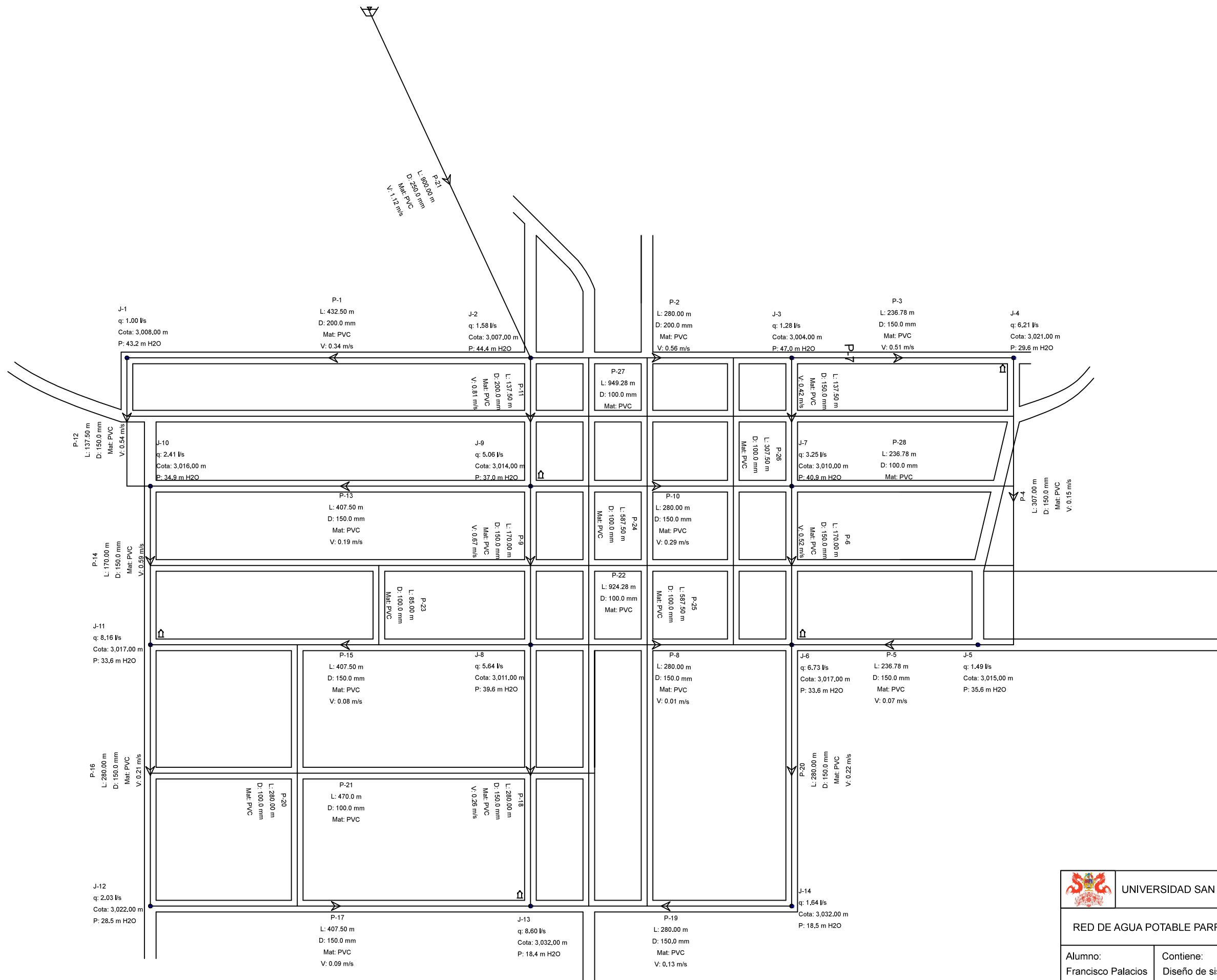
Pozo 1 Cota: 3.007,00 m Q: 0,04 l/s Hp: 1,20 m	Pozo 2 Cota: 3.005,00 m Q: 0,07 l/s Hp: 1,23 m	Pozo 3 Cota: 3.007,00 m Q: 0,07 l/s Hp: 3,26 m	Pozo 4 Cota: 3.008,00 m Hp: 7,86 m	Pozo 5 Cota: 3.007,94 m Q: 0,11 l/s Hp: 7,66 m	Pozo 6 Cota: 3.007,78 m Q: 0,10 l/s Hp: 7,05 m	Pozo 7 Cota: 3.007,58 m Q: 0,11 l/s Hp: 6,41 m	Pozo 8 Cota: 3.007,38 m Q: 0,10 l/s Hp: 5,71 m	Pozo 9 Cota: 3.007,19 m Q: 0,08 l/s Hp: 5,07 m	Pozo 10 Cota: 3.007,00 m Q: 0,23 l/s Hp: 4,41 m
Pozo 11 Cota: 3.005,00 m Q: 0,19 l/s Hp: 2,05 m	Pozo 12 Cota: 3.014,00 m Q: 0,08 l/s Hp: 1,33 m	Pozo 13 Cota: 3.006,00 m Q: 0,16 l/s Hp: 1,33 m	Pozo 14 Cota: 3.004,00 m Hp: 1,30 m	Pozo 15 Cota: 3.009,74 m Q: 0,10 l/s Hp: 1,33 m	Pozo 16 Cota: 3.015,49 m Q: 0,08 l/s Hp: 1,33 m	Pozo 17 Cota: 3.021,00 m Q: 0,04 l/s Hp: 1,30 m	Pozo 18 Cota: 3.021,00 m Q: 0,04 l/s Hp: 1,20 m	Pozo 19 Cota: 3.019,05 m Q: 0,17 l/s Hp: 1,40 m	Pozo 20 Cota: 3.017,00 m Q: 0,22 l/s Hp: 1,23 m
Pozo 21 Cota: 3.015,00 m Q: 0,17 l/s Hp: 1,23 m	Pozo 22 Cota: 3.017,00 m Q: 0,08 l/s Hp: 3,58 m	Pozo 23 Cota: 3.018,00 m Q: 0,16 l/s Hp: 5,07 m	Pozo 24 Cota: 3.019,00 m Q: 0,08 l/s Hp: 1,20 m	Pozo 25 Cota: 3.019,00 m Q: 0,08 l/s Hp: 1,20 m	Pozo 26 Cota: 3.017,38 m Q: 0,18 l/s Hp: 5,58 m	Pozo 27 Cota: 3.015,81 m Q: 0,22 l/s Hp: 4,44 m	Pozo 28 Cota: 3.014,09 m Q: 0,24 l/s Hp: 3,18 m	Pozo 29 Cota: 3.012,57 m Q: 0,22 l/s Hp: 2,08 m	Pozo 30 Cota: 3.011,00 m Q: 0,26 l/s Hp: 1,23 m
Pozo 31 Cota: 3.008,00 m Hp: 1,20 m	Pozo 32 Cota: 3.016,00 m Q: 0,07 l/s Hp: 1,69 m	Pozo 33 Cota: 3.015,61 m Q: 0,19 l/s Hp: 2,19 m	Pozo 34 Cota: 3.015,23 m Q: 0,25 l/s Hp: 2,25 m	Pozo 35 Cota: 3.014,80 m Q: 0,28 l/s Hp: 2,28 m	Pozo 36 Cota: 3.014,41 m Hp: 5,20 m	Pozo 37 Cota: 3.014,00 m Q: 0,54 l/s Hp: 4,38 m	Pozo 38 Cota: 3.015,00 m Q: 0,52 l/s Hp: 5,04 m	Pozo 39 Cota: 3.016,00 m Q: 0,34 l/s Hp: 5,70 m	Pozo 40 Cota: 3.012,00 m Q: 0,42 l/s Hp: 1,23 m
Pozo 41 Cota: 3.010,00 m Hp: 1,30 m	Pozo 42 Cota: 3.012,03 m Q: 0,18 l/s Hp: 1,23 m	Pozo 43 Cota: 3.014,07 m Q: 0,24 l/s Hp: 1,33 m	Pozo 44 Cota: 3.016,00 m Hp: 3,71 m	Pozo 45 Cota: 3.017,00 m Q: 0,34 l/s Hp: 3,86 m	Pozo 46 Cota: 3.017,00 m Q: 0,28 l/s Hp: 2,83 m	Pozo 47 Cota: 3.017,00 m Q: 0,08 l/s Hp: 1,30 m	Pozo 48 Cota: 3.019,00 m Q: 0,14 l/s Hp: 1,20 m	Pozo 49 Cota: 3.018,00 m Q: 0,16 l/s Hp: 1,20 m	Pozo 50 Cota: 3.018,00 m Q: 0,08 l/s Hp: 1,20 m
Pozo 51 Cota: 3.014,00 m Q: 0,28 l/s Hp: 1,20 m	Pozo 52 Cota: 3.011,46 m Q: 0,20 l/s Hp: 1,33 m	Pozo 53 Cota: 3.009,00 m Hp: 1,30 m	Pozo 54 Cota: 3.011,50 m Q: 0,26 l/s Hp: 1,23 m	Pozo 55 Cota: 3.013,71 m Q: 0,20 l/s Hp: 1,23 m	Pozo 56 Cota: 3.016,00 m Q: 0,07 l/s Hp: 1,20 m	Pozo 57 Cota: 3.017,00 m Q: 0,41 l/s Hp: 1,20 m	Pozo 58 Cota: 3.017,51 m Q: 0,25 l/s Hp: 2,14 m	Pozo 59 Cota: 3.018,00 m Q: 0,64 l/s Hp: 3,05 m	Pozo 60 Cota: 3.015,00 m Q: 0,32 l/s Hp: 1,23 m
Pozo 61 Cota: 3.013,03 m Hp: 3,68 m	Pozo 62 Cota: 3.011,00 m Q: 0,48 l/s Hp: 1,23 m	Pozo 63 Cota: 3.013,00 m Hp: 1,30 m	Pozo 64 Cota: 3.017,00 m Hp: 1,30 m	Pozo 65 Cota: 3.020,00 m Q: 0,14 l/s Hp: 1,20 m	Pozo 66 Cota: 3.017,00 m Q: 0,55 l/s Hp: 2,60 m	Pozo 67 Cota: 3.016,00 m Q: 0,14 l/s Hp: 2,63 m	Pozo 68 Cota: 3.015,00 m Hp: 2,63 m	Pozo 69 Cota: 3.015,68 m Q: 0,28 l/s Hp: 1,70 m	Pozo 70 Cota: 3.016,36 m Q: 0,25 l/s Hp: 1,50 m
Pozo 71 Cota: 3.017,00 m Q: 0,25 l/s Hp: 1,30 m	Pozo 72 Cota: 3.021,29 m Q: 0,31 l/s Hp: 1,33 m	Pozo 73 Cota: 3.018,43 m Q: 0,33 l/s Hp: 1,33 m	Pozo 74 Cota: 3.017,00 m Q: 0,16 l/s Hp: 1,33 m	Pozo 75 Cota: 3.017,00 m Q: 0,16 l/s Hp: 1,23 m	Pozo 76 Cota: 3.021,00 m Q: 0,38 l/s Hp: 1,23 m	Pozo 77 Cota: 3.020,50 m Q: 0,19 l/s Hp: 1,23 m	Pozo 78 Cota: 3.024,00 m Q: 0,25 l/s Hp: 2,94 m	Pozo 79 Cota: 3.024,00 m Q: 0,24 l/s Hp: 2,11 m	Pozo 80 Cota: 3.024,00 m Q: 0,70 l/s Hp: 3,55 m
Pozo 81 Cota: 3.023,65 m Q: 0,45 l/s Hp: 2,74 m	Pozo 82 Cota: 3.023,33 m Q: 0,26 l/s Hp: 1,99 m	Pozo 83 Cota: 3.023,00 m Q: 0,27 l/s Hp: 1,23 m	Pozo 84 Cota: 3.021,00 m Q: 0,24 l/s Hp: 1,33 m	Pozo 85 Cota: 3.026,64 m Q: 0,19 l/s Hp: 1,33 m	Pozo 86 Cota: 3.020,21 m Q: 0,29 l/s Hp: 1,33 m	Pozo 87 Cota: 3.022,50 m Q: 0,14 l/s Hp: 1,33 m	Pozo 88 Cota: 3.027,50 m Q: 0,27 l/s Hp: 1,23 m	Pozo 89 Cota: 3.026,00 m Q: 0,40 l/s Hp: 1,23 m	Pozo 90 Cota: 3.023,00 m Q: 0,20 l/s Hp: 2,68 m
Pozo 91 Cota: 3.022,00 m Hp: 2,39 m	Pozo 92 Cota: 3.025,05 m Q: 0,12 l/s Hp: 1,33 m	Pozo 93 Cota: 3.028,00 m Q: 0,15 l/s Hp: 1,34 m	Pozo 94 Cota: 3.029,40 m Q: 0,23 l/s Hp: 1,84 m	Pozo 95 Cota: 3.030,68 m Q: 0,13 l/s Hp: 2,29 m	Pozo 96 Cota: 3.032,00 m Q: 0,04 l/s Hp: 1,30 m	Pozo 97 Cota: 3.024,00 m Q: 0,04 l/s Hp: 1,33 m	Pozo 98 Cota: 3.022,00 m Q: 0,28 l/s Hp: 1,33 m	 UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO SISTEMA DE ALCANTARILLADO PARROQUIA MULALÓ Alumno: Francisco Palacios Director: Ing. Miguel Araque Fecha: 5/12/2014	
Pozo 99 Cota: 3.027,97 m Q: 0,24 l/s Hp: 1,33 m	Pozo 100 Cota: 3.032,00 m Q: 0,19 l/s Hp: 1,30 m								



ANEXO H. INFORMACIÓN BASE PARA DISEÑO DE RED DE AGUA POTABLE



 UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO	
RED DE AGUA POTABLE PARROQUIA MULALÓ	
Alumno: Francisco Palacios	Contiene: Información base para diseño de agua potable
Director: Ing. Miguel Araque	
Fecha: 21/11/2014	Esc. 1:4000 Plano N° 5

ANEXO I. DISEÑO DE LA RED DE AGUA POTABLE



 Hidrante
 Nudo de presión

 UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO		
RED DE AGUA POTABLE PARROQUIA MULALÓ		
Alumno: Francisco Palacios	Contiene: Diseño de sistema de agua potable	
Director: Ing. Miguel Araque		
Fecha: 25/11/2014	Esc. 1:4000	Plano N° 6