

**Desarrollo Del Catastro, Creación Del Modelo Hidráulico Y Diagnóstico De La Red De
Alcantarillado En La Zona Central De Pamplona – Norte De Santander**

Yeider Aguirre Jiménez y Luis Eduardo Granados Suarez

Universidad de Pamplona

Programa de Ingeniería Civil

Facultad de Ingeniería y Arquitectura

Departamento Ingeniería Civil, Ambiental, Química

MsC. Carlos Alexis Bonilla Granados

Ingeniero civil



Pamplona – Norte De Santander, Colombia

25 de agosto del 2023

Pamplona-Norte de Santander, 2023

Nota de Aceptación:

MSC. CARLOS ALEXIS BONILLA GRANADOS
Ingeniero Civil
Director

Firma del Jurado 1

Firma del Jurado 2

Agradecimientos

Darle las gracias a Dios, por todas las bendiciones que nos dio para el desarrollo de la tesis de grado, seguidamente a nuestro tutor, al MsC. Carlos Alexis Bonilla Granados director de la tesis por su apoyo y asesoría cuando más lo necesitaba para poder desarrollar la tesis de grado, gracias a los ingenieros y docentes que nos asesoraron en todo el proceso y de la misma forma al ingeniero Mauricio Flores de la empresa de EMPOPAMPLONA S.A E.S. P, por su colaboración con el aporte de personal para la recolección de datos necesarios para el desarrollo de la tesis de grado.

Al personal operativo de la empresa EMPOPAMPLONA S.A E.S.P. por su colaboración para la facilitación de la caracterización de los pozos.

A nuestros padres, amigos, colegas, quienes son lo que inspiraron el valor de la competencia, y estuvieron presentes a lo largo de la carrera y el desarrollo de la tesis de grado.

Dedicatoria

YEIDER AGUIRRE JIMÉNEZ

A mi padre Esteban Aguirre Linares, a mi madre Rosalba Jiménez Guzmán y a mi hermano Ediyerlan Aguirre Jiménez, quienes fueron mi más grande motivación durante el desarrollo de mi carrera, estaré eternamente agradecido por la educación y valores que me inculcaron, hoy día soy quien soy gracias a la dedicación y esmero que pusieron en mi crianza, a mi hermanos por su gran apoyo a lo largo de estos 5 años, a mi compañero de trabajo, Luis Eduardo Granados Suarez por su responsabilidad, compromiso y compañía, a Ludy Johana Villamizar Portilla y a la señora Alix María Portilla que me acompañaron en el transcurso de la carrera, viviendo incontables experiencias que quedaran grabadas en mi mente como los mejores recuerdos, este triunfo más que mío, le pertenece a cada una de ellos.

Dedicatoria

LUIS EDUARDO GRANADOS SUAREZ

A mi madre Clara Inés Suarez Jaimes, a mi padre Luis Alberto Granados Suarez y a mi hermano Schneider Alberto Granados Suarez, quienes me apoyaron y fueron mi más grande motivación durante el desarrollo de mi carrera, estaré eternamente agradecido por la educación y valores que me inculcaron, hoy día soy quien soy gracias a la dedicación, a mi hermanos por su gran apoyo a lo largo de estos años, a mi compañero de trabajo, Yeider Aguirre Jiménez por su responsabilidad, compromiso y compañía a lo largo del trabajo y de la carrera en mi mente como los mejores recuerdos, este triunfo más que mío, le pertenece a cada una de ellos.

Índice de Contenidos.

1.	Objetivos	16
1.1.1.	Objetivo General	16
1.1.2.	Objetivos Específicos.....	16
2.	Marco Referencial	17
2.1.1.	Descripción de la Zona de Estudio	17
2.1.2.	Localización del área de estudio.	19
2.1.3.	Antecedentes.....	19
2.1.4.	Marco Teórico	21
2.1.5.	Marco Legal	30
3.	Metodología	32
3.1.1.	Trabajo aplicativo.....	32
3.1.2.	Recopilación de la información existente.....	32
3.1.3.	Selección de la zona de trabajo.	33
3.1.4.	Levantamiento Topográfico	34
3.1.5.	Modelo de Elevación Digital en Vuelo con Drone	36
3.1.6.	Descarga y Procesamiento de Datos.....	37
3.1.7.	Obtención de las Curvas de Nivel en QGIS	44
3.1.8.	Levantamiento catastral de la red de alcantarillado	47

3.13.1. Recolección de datos.....	47
3.1.9. Creación del Plano Catastral en AutoCAD.....	49
4. Creación del Modelo Hidráulico de la Red de Alcantarillado.	50
4.1.1. Parámetros Sanitarios.	56
4.1.2. Dotación Neta	56
4.1.3. Contribuciones Domesticas QD.	57
4.1.4. Caudal Medio Diario de Aguas Residuales (QMD).	58
4.1.5. Conexiones Erradas (QCE).	58
4.1.6. Infiltraciones.	59
4.1.7. Caudal Máximo Horario (QMH).....	59
4.1.8. Caudal de Diseño (QDT).	59
4.1.9. Parámetros Pluviales.....	60
4.1.10. Coeficientes de Escorrentía.....	62
4.1.11. Método del Bloque Alterno.....	64
5. Resultados y análisis	66
5.1.1. Analizar la información existente.	66
5.1.2. Selección de la Zona de Trabajo	71
5.1.3. Levantamiento Topográfico	72
5.1.4. Base de Datos de la Red de Alcantarillado.....	80
5.1.5. Clasificación de los Pozos.	81

5.1.6.	Clasificación de los Colectores.	88
5.1.7.	Plano Catastral en AutoCAD	89
5.1.8.	Análisis del Modelo de la Red de Alcantarillados.....	90
5.1.9.	Tramo Comprendido Entre el Pozo 96 y la Salida ef1.	91
5.1.10.	Tramo Comprendido Entre el Pozo 10 y Pozo 186.	93
5.1.11.	Tramo Comprendido Entre el Pozo 38 y la Salida Ef7.....	95
5.1.12.	Tramo Comprendido Entre el Pozo 88 y Ef3.....	97
5.2.	Modelación en Tres Escenarios Diferentes	99
5.2.1.	Modelación Sanitaria	99
5.2.2.	Modelación Pluvial.....	101
5.2.3.	Sistema Combinado.....	103
6.	CONCLUSIONES	109
7.	RECOMENDACIONES	112
8.	BIBLIOGRAFIA.....	113
9.	ANEXOS.....	115
9.1.1.	ANEXO (1)	115
9.1.2.	ANEXO (2)	116
9.1.3.	ANEXO (3)	120
9.1.4.	ANEXO (4)	122

Índice de Ilustraciones.

Ilustración 1 Localización Geográfica del Municipio fuente: (/earth.google.com/web, 2023) ...	17
Ilustración 2 Localización del proyecto a Nivel local fuente:(https://earth.google.com/web, 2023)	18
Ilustración 3 Imagen satelital de Pamplona –Norte de Santander de Google Earth pro del 2023.	34
Ilustración 4 GARMIN GPSMAP 64X	35
Ilustración 5 Drone Phantom 4 Pro, fuente: propia.	36
Ilustración 6 Almacenamiento y Clasificación de la Información	38
Ilustración 7 Adición de Fotografías:(Agisoft Metashape Professional)	39
Ilustración 8 Orientación de las Fotografías:(Agisoft Metashape Professional)	39
Ilustración 9 Modelo de Puntos (Agisoft Metashape Professional)	40
Ilustración 10 fotogramétrica nube de puntos densa. Modelo (Agisoft Metashape Professional)	41
Ilustración 11 Puntos de Control, Marcadores de la Zona de Estudio (Agisoft Metashape Professional).....	42
Ilustración 12 Clasificación de los puntos según sus características (Agisoft Metashape Professional).....	43
Ilustración 13 Generación del modelo digital de elevación. (Agisoft Metashape Professional) ..	44
Ilustración 14 Selección de la capa ráster para el ingreso del DEM.....	45
Ilustración 15 Referencia de coordenadas (MAGNA- SIRGAS /Colombia, Bogotá – EPSG: 3116).....	46
Ilustración 16 Formato de recolección de datos alcantarillado.....	47
Ilustración 17 Toma de datos en campo - Pamplona-Norte de Santander.....	48
Ilustración 18 Habilitación de generate SWMM inp en QGIS 3.16.....	50
Ilustración 19 Creación del archivo inp para SWMM.	51
Ilustración 20 Detalle de Importar de la ortofoto de fondo en SWMM 5.1.	52
Ilustración 21 Suministro de datos a los pozos de inspección.	53
Ilustración 22 Suministro de datos de campo a los colectores.	54
Ilustración 23 Datos suministrados a cuencas y subcuencas de la zona de estudio.....	55
Ilustración 24 Curvas de Intensidad - Frecuencia - Duración.	61
Ilustración 25 Periodos de duración y frecuencia.....	61
Ilustración 26 Coeficiente de Escorrentía (fuente RAS – resolución 0330mdel 2017).....	63
Ilustración 27 Periodos de duración y frecuencia.....	63
Ilustración 28 Hietograma. Fuente: propia	64
Ilustración 29 Time series. Fuente: propia -(SWMM)	65

Ilustración 30	Diagrama de prestación de servicio de alcantarillado, resultados obtenidos del primer y segundo semestre del año 2017.	66
Ilustración 31	Metas físicas del proyecto, descripción de la cantidad para el proyecto arenal de 2018.	67
Ilustración 32	Cambios realizados en los tramos plazuela Bolívar y barrio Arenal, proyecto Alcaldía municipal y EmpoPamplona del 2018.	68
Ilustración 33	Remodelación tubería, Cambio de tubería en la carrera 8 entre calles 4 y 3 del año 2019.	69
Ilustración 34	Plano catastral de la red de alcantarillado del año 2016, detalles de la red de alcantarillado 2016-2019).	70
Ilustración 35	Polígono de la zona de trabajo, observación de puntos cardinales.	71
Ilustración 36	Extracción de las Fotografías.	72
Ilustración 37	Optimizado con Puntos.	73
Ilustración 38	Fotogramétrica nube de puntos densa.	74
Ilustración 39	Clasificación y filtrado de la nube de puntos densa.	75
Ilustración 40	Generación de Modelo Digital de Superficie.	76
Ilustración 41	Generación de Ortofoto.	77
Ilustración 42	DEM obtenido del software Agisoft Metashape Professional, importado a QGIS 3.16.	78
Ilustración 43	Curvas de nivel, cotas terreno de la ciudad de pamplona-Norte de Santander.	79
Ilustración 44	Grafica de porcentaje según el material de la tapa.	81
Ilustración 45	Tapa de hierro fundido de los pozos de inspección.	82
Ilustración 46	Tapa de concreto con aro metálico de los pozos de inspección.	82
Ilustración 47	Tapas de pozos bajo rasantes.	82
Ilustración 48	Grafica de porcentaje según la profundidad del pozo.	83
Ilustración 49	Pozos de inspección en profundidades menores 1.4 m.	84
Ilustración 50	Pozos de inspección en profundidades entre 1.4 m a 2.0 m.	84
Ilustración 51	Pozos de inspección en profundidades superiores 2.0 m.	84
Ilustración 52	Grafica de porcentaje según la característica del pozo.	85
Ilustración 53	Reducción tipo cono; No tiene reducción.	85
Ilustración 54	Pozos con caída hidráulica.	86
Ilustración 55	Pozos de inspección d Box Culvert.	86
Ilustración 56	Pozos inundados por diseño.	87
Ilustración 57	Grafica de porcentaje de tubería que predomina en la zona central.	88
Ilustración 58	Perfil lámina de agua (Tiempo 0-5 minutos) Fuente: EPA SWMM.	91
Ilustración 59	Perfil lámina de agua (Tiempo 25 minutos) Fuente: EPA SWMM.	91
Ilustración 60	Perfil lámina de agua (Tiempo 2 horas) Fuente: EPA SWMM.	92
Ilustración 61	Perfil lámina de agua (Tiempo 0-5 minutos) Fuente: EPA SWMM.	93
Ilustración 62	Perfil lámina de agua (Tiempo 1 hora) Fuente: EPA SWMM.	93
Ilustración 63	Perfil lámina de agua (Tiempo 1:30 min) Fuente: EPA SWMM.	94
Ilustración 64	Perfil lámina de agua (Tiempo 0-5 minutos) Fuente: EPA SWMM.	95
Ilustración 65	Perfil lámina de agua (Tiempo 1:20 h/min) Fuente : EPA SWMM.	95

Ilustración 66	Perfil lámina de agua (Tiempo 2 horas) Fuente : EPA SWMM.....	96
Ilustración 67	Perfil lámina de agua (Tiempo 0-5 minutos) Fuente: EPA SWMM	97
Ilustración 68	Perfil lámina de agua (Tiempo 1 hora) Fuente: EPA SWMM	97
Ilustración 69	Perfil lámina de agua (Tiempo 2 horas) Fuente : EPA SWMM.....	98
Ilustración 70	zona de estudio aguas sanitarias Fuente: EPA SWMM.....	99
Ilustración 71	Perfil de aguas sanitaria Fuente: EPA SWMM	100
Ilustración 72	zona de estudio agua pluvial en tiempo de inicio de precipitación	101
Ilustración 73	zona de estudio agua pluvial en tiempo de 1:15 h/min de precipitación	102
Ilustración 74	Perfil de aguas pluviales Fuente: EPA SWMM	103
Ilustración 75	Sistema Combinado iniciando precipitación Fuente: EPA SWMM.....	104
Ilustración 76	Sistema Combinado en lapso de 1:15 h/min Fuente: EPA SWMM.....	104
Ilustración 77	Sistema Combinado en lapso de 2 h/min Fuente: EPA SWMM.....	105
Ilustración 78	Perfil de la red combinada en su máxima intensidad Fuente: EPA SWMM.....	105
Ilustración 79	Selección de la variable Fuente: SWMM	106
Ilustración 80	Selección de la variable Fuente: SWMM.	106
Ilustración 81	Parámetros de velocidades de algunos tramos Fuente: SWMM	107
Ilustración 82	Parámetros de velocidades de algunos tramos Fuente: SWMM	107
Ilustración 83	Flujo vs tiempo Fuente: SWMM.	108

ÍNDICE DE TABLAS.

Tabla 1 Dotación neta máxima por habitante según la altura sobre el nivel del mar de la zona atendida	56
Tabla 2 Contribuciones conexiones erradas (fuente RAS – 0330 del 2017).....	58
Tabla 3 Periodo de Retorno Según el Grado de Protección (fuente RAS – 2017).....	62

Resumen

Debido a que Pamplona ha tenido un crecimiento considerable en los últimos años en su población y comunidad estudiantil, se observó la necesidad de obtener la información del catastro actualizado de las redes de alcantarillado en la zona central de Pamplona. es necesario modelar las redes de alcantarillado en el software EPA SWMM, para tener una mejor información de las condiciones del sistema de alcantarillado y la capacidad de servicio al momento de evaluar un modelo hidráulico. Por tal motivo se realizó la actualización del catastro de la red de alcantarillado y consecutivamente se delimito el polígono por medio de Google Earth de la zona central de Pamplona, donde se realizó el levantamiento topográfico implementando vuelo con drone, posteriormente se generó una fotogrametría, donde se importó las imágenes a Agisoft Metashape para crear los puntos multiclase generando el DEM y el ortomosaico de la zona central de Pamplona, A continuación se efectuó un plano detallado en AutoCAD con toda la información del levantamiento catastral y consecutivamente el manejo del software QGIS para la importación de la ortofoto, donde se generó una georreferenciación a la ortofoto, colectores y a sus respectivos de los pozos de inspección, en el cual se implementó el sistema de referencia de coordenadas (Colombia, Bogotá – EPSG: 3116) para su respectiva exportación a SWMM. Donde se realizó su modelación hidráulica del sistema de alcantarillado.

Palabras Claves:

Alcantarillado, Google Earth, Software SWMM, AutoCAD, QGIS, Georreferenciación

Abstract

Due to the fact that Pamplona has had a considerable growth in the last years in its population and student community, it was necessary to obtain the information of the updated cadastre of the sewerage networks in the central area of Pamplona. It is necessary to model the sewerage networks in the EPA SWMM software, to have better information of the conditions of the sewerage system and the service capacity at the moment of evaluating a hydraulic model. For this reason, the sewerage network cadastre was updated and the polygon of the central area of Pamplona was delimited by means of Google Earth, where the topographic survey was carried out implementing drone flight, then a photogrammetry was generated, where the images were imported to Agisoft Metashape to create the multiclass points generating the DEM and the orthomosaic of the central area of Pamplona, Then a detailed plan was made in AutoCAD with all the information of the cadastral survey and consecutively the management of the QGIS software for the import of the orthophoto, where a georeferencing was generated to the orthophoto, collectors and their respective inspection wells, in which the coordinate reference system was implemented (Colombia, Bogota - EPSG: 3116) for its respective export to SWMM. Where its hydraulic modeling of the sewerage system was performed.

Keywords:

Sewerage, Google Earth, SWMM Software, AutoCAD, QGIS, Georeferencing.

Introducción.

Desde hace años, las ciudades han tenido la necesidad de actualizar los sistemas de desagües para el tratamiento de las aguas residuales, debido a esta necesidad nacen las redes de alcantarillados, establecido por un conjunto de tuberías que permiten el transporte de agua residual desde una vivienda, comercio e industria a un punto de descarga o planta de tratamiento para ser evacuadas a ríos o quebradas lo más limpia posible para no generar una contaminación de aguas abajo y afectar a la población.

La implementación de las nuevas tecnologías nos ha llevado a mejorar las condiciones de servicios en distintas áreas, especialmente en el manejo y actualización de las redes de alcantarillado de las grandes ciudades debido al gran crecimiento de sus poblaciones.

El presente documento tiene como fin el desarrollo del catastro, creación del modelo hidráulico y diagnóstico de la red de alcantarillado en la zona central de Pamplona – Norte de Santander, mediante el software SWMM, esto con el fin de analizar el estado de operación actual y evaluar la respuesta del mismo ante futuras ampliaciones de la red de alcantarillado, esto último como consecuencia de la alta tasa de crecimiento poblacional que se ha presentado en la ciudad de Pamplona en los últimos años debido principalmente a la aparición de nuevas edificaciones, de igual manera se realiza una actualización del catastro de redes, indispensable para detallar los elementos de los pozos y sus tuberías para el modelo hidráulico y obtener resultados acordes con la realidad actual.

1. Objetivos

1.1.1. Objetivo General

- Realizar el catastro para la creación del modelo hidráulico de la red de alcantarillado combinado en la zona central de Pamplona – Norte de Santander

1.1.2. Objetivos Específicos

- Analizar la información existente para la determinación de la zona de estudio.
- Realizar el levantamiento topográfico de la zona de estudio implementado vuelo con drone para la optación del modelo digital de elevación.
- Registrar el levantamiento catastral de la red de alcantarillado para su debida actualización.
- Establecer el modelo hidráulico del sistema de alcantarillado implementado SWMM para determinar las condiciones de servicio de la red de alcantarillado.

2. Marco Referencial

2.1.1. Descripción de la Zona de Estudio

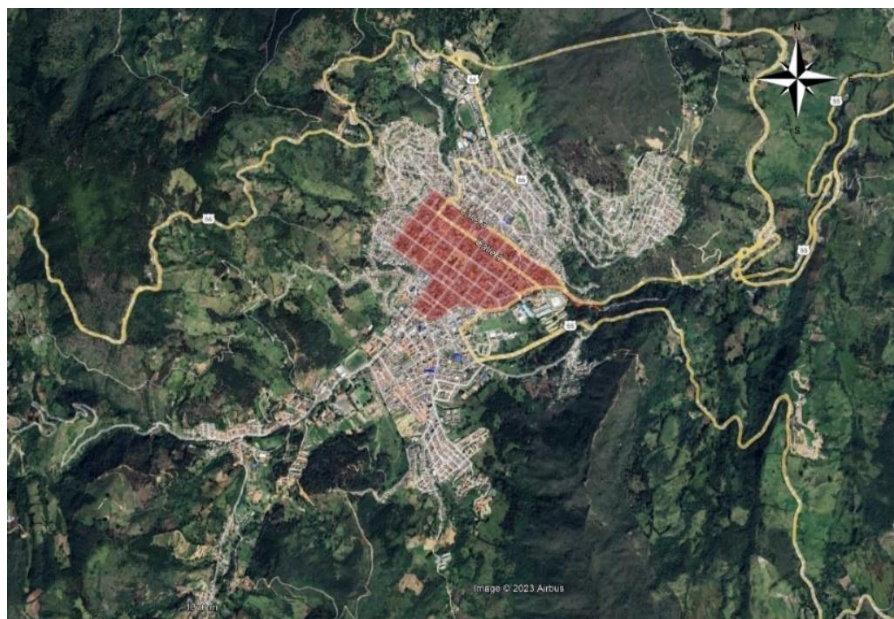
La investigación se realizó ciudad de Pamplona, está ubicado en la zona suroccidental del departamento de Norte de Santander. Se encuentra ubicado sobre la cordillera central al Nororiente de Colombia y es uno de los 40 municipios del Departamento Norte de Santander. La extensión total del municipio es de 318 Km² y corresponde al 0.0274% de la extensión total del país. La extensión del suelo urbano es de 59.214 hectáreas (ha).

Ilustración 1 Localización Geográfica del Municipio fuente: (/earth.google.com/web, 2023)



Su localización geográfica hacia el suroccidente del departamento es de $07^{\circ} 22' 41''$ de latitud Norte y $72^{\circ} 39' 09''$ de longitud Oeste. donde se presentará una zona de levantamiento catastral de la red de alcantarillados las cuales están de limitadas por toda la calle 3 hasta la carrera 2, bajando por la calle 7, volteamos a la derecha por la carrera 5 y seguidamente bajando por la calle 9 llegando a la carrera 7 para finalizar en la carrera 9.

Ilustración 2 Localización del proyecto a Nivel local fuente:(<https://earth.google.com/web>, 2023)



Para la realización del catastro de red de alcantarillado, la práctica se centrará en las zonas designadas, las cual serán localizadas en la ciudad de Pamplona, específicamente en la zona céntrica.

2.1.2. Localización del área de estudio.

Se observa la ubicación del municipio de Pamplona, los cuales se le realizaran los respectivos levantamientos catastrales de los sistemas de redes de alcantarillado del sector central de la ciudad, en las siguientes calles que van desde la calle 3 hasta la calle 9 y carreras principales; que van desde la carrera 2 hasta la carrera 9, estas direcciones toman algunos trayectos de los barrios principales de la ciudad de Pamplona. (Los cerezos, la plazuela bolívar, San Agustín, San Ignacio, el guamo, Brighton, los treces, el mercado, el centro, plazuela Almeida, chapinero, Urzúa, el terminal, el camellón).

2.1.3. Antecedentes.

A continuación, se muestra una breve sinopsis de la información procesada con anterioridad con el fin de tener una idea previa de los sistemas de Alcantarillado de la ciudad de Pamplona, hacer una comparación y actualización de los datos recolectados en campo. Se hace la descripción resumida de cada una de las unidades de los sistemas de Alcantarillado encontrado en las fuentes de referencia.

- Actualización de los Indicadores y la generación de un diagnóstico técnico de la línea base de la Infraestructura en la prestación de servicios públicos, para el departamento Norte de Santander, Secretaría agua potable y saneamiento básico, el cual nos describe de forma precisa cada estructura del Sistema de Acueducto y Alcantarillado encontrada en el municipio de Pamplona, referencias que precisa una descripción del estado físico y del funcionamiento de las

redes de Alcantarillado a la fecha y muestra una descripción de la empresa encargada de prestar el Servicio de alcantarillado, brindándonos los diferentes elementos que tiene el sistema de alcantarillado del municipio de Pamplona que son óptimos como base de información para el presente proyecto ya que nos brinda información previa y precisa de las condiciones de las redes de alcantarillado. Que a su vez permite el análisis de aspectos como: estado del servicio, condiciones de la tubería para la precisión de modelos hidráulicos. (DAG Ingeniería S.A.S, Municipio de Pamplona, mayo de 2014)

- Diagnóstico técnico de la línea base de la Infraestructura en la prestación de servicios públicos, para el departamento Norte de Santander, Secretaría agua potable y saneamiento básico, el cual nos plantea un estudio detallado de las redes de acueducto y alcantarillado como referencia metodológicas y fuentes de información para la elaboración de una perspectiva actualizada de los sistemas de alcantarillado para las aguas lluvias a través de la vías en sectores existentes en calles habitadas, además de toma y manejo de información de los sistemas de alcantarillado que se presentan en otros municipios para una perspectiva más amplia del manejo de las redes de alcantarillado pluvial . (DAG Ingeniería S.A.S, Municipio de villa del rosario, agosto de 2014).
- Actualización Del Catastro De Redes De Servicios Públicos Acueducto Y Alcantarillado En Los Municipios De Belalcázar, San José, Palestina Y Los Corregimientos De Guaranicito Y Arauca, plantea los alcances metodológicos para la reajuste de un catastro de las distintas redes, efectuado programas como AutoCAD, QGIS y Google Earth, al mismo tiempo da un

seguimiento continuo al proyecto mediante las herramientas descritas, permitiéndonos adquirir métodos para el desarrollo de nuevas bases de datos implantando nuevas tecnologías para la digitalización de las redes de alcantarillado. las cuáles serán favorables para la planeación de procesos a futuros, la disposición para una continua actualización de las nuevas bases de datos, la consulta rápida y oportuna de la información en el proyecto. (Universidad de Caldas, María José Giraldo Bueno, Manizales, Colombia 2021).

2.1.4. Marco Teórico

Todo conjunto de información se debe almacenar de manera eficiente para posibilitar la consulta y manipulación de la información, por ende, las instituciones encargadas de catastro proceden a definir técnicamente la estructura de la base de datos gestora de la información catastral, las variables que se capturan y las relaciones entre cada componente, así mismo los procedimientos de inscripción de información el cual sea óptimo para ser aplicado en todo el territorio a cargo (Peña, 2003).

La materialización de dicha base de datos se hace mediante la cartografía o planos catastrales, los cuales buscan manifestar de manera estructurada y sencilla para los usuarios la lectura de la información y se pueda visualizar en un contexto espacial (Escuela Universitaria de Ingeniería técnica topográfica, 2001), claro está que dicha información se puede representar a diferentes escalas de acuerdo con la necesidad del usuario de consultar la información.

El objeto básico de obtener información por medio de los vehículos aéreos combinados con cámaras digitales, permiten tomar información de forma rápida y asequible económicamente, con la obtención de algoritmos se logrará superponer cientos de fotos para producir nubes de puntos, estas ventajas lo hacen más atractivo a la hora de ejecutar un levantamiento, El levantamiento con drone permite tener fotografías aéreas de alta definición, identificando las características morfológicas y ecosistémicas del territorio, que son de gran ayuda en estudios facticos de cartografía, entre otras actividades. (Flórez, 2009)

En el modelo digital de terreno que se obtiene bien sea por medio de información directa como lo son los levantamientos topográficos de manera convencional (método por estación total), o de manera indirecta métodos de teledetección (métodos satelitales por medio de aeronaves tripuladas y aeronaves no tripuladas, por medio de estos métodos se adquiere información tridimensional conformando una superficie (sólido), este insumo permite realizar diseños cantidades de obra trazados entre otros. reduciendo los tiempos de diseños si se comparan realizándose de una manera análoga por medio de cartografías. (John Javier, 2019)

El Global Position System (GPS) o Sistema de Posicionamiento Global (más conocido con las siglas GPS, aunque su nombre correcto es NAVSTAR-GPS) es un Sistema Global de Navegación por Satélite (GNSS) que permite determinar en todo el mundo la posición de un objeto, una persona, un vehículo o una nave, con una precisión hasta de centímetros, usando GPS diferencial, aunque lo habitual son unos pocos metros.

Un Sistema de Información Geográfico (SIG) permite relacionar cualquier tipo de dato con una localización geográfica. Esto quiere decir que en un solo mapa el sistema muestra la distribución de recursos, edificios, poblaciones, entre otros datos de los municipios, departamentos, regiones o todo un país.

Este es un conjunto que mezcla hardware, software y datos geográficos, y los muestra en una representación gráfica. Los SIG están diseñados para capturar, almacenar, manipular, analizar y desplegar la información de todas las formas posibles de manera lógica y coordinada.

SWMM. (Storm Water Management Model), Es un software de aguas gratuito, usado en modelación de aguas. Permiten cálculos complejos en un tiempo razonablemente corto, y con gran precisión. La información aportada es muy valiosa de cara a la utilidad del proyecto a lo largo del tiempo, ya que permite anticipar el daño que podría ocurrir en un futuro y tomar las medidas adecuada; permite calcular el impacto de la escorrentía de agua de lluvia y evaluarla con eficacia para diseñar estrategias de defensa que minimicen, incluso eviten, los daños producidos por lluvias torrenciales. (EPA, s.f.)

El Modelo de gestión de aguas pluviales (SWMM) de la EPA se utiliza en todo el mundo para la planificación, el análisis y el diseño relacionados con la escorrentía de aguas pluviales, las alcantarillas combinadas y sanitarias y otros sistemas de drenaje. Se puede usar para evaluar

estrategias de control de aguas pluviales de infraestructura gris, como tuberías y desagües pluviales, y es una herramienta útil para crear soluciones de control de aguas pluviales híbridas verde / gris rentables. SWMM fue desarrollado para ayudar a apoyar los objetivos de gestión de aguas pluviales locales, estatales y nacionales para reducir la escorrentía a través de la infiltración y la retención, y ayudar a reducir las descargas que causan el deterioro de los cuerpos de agua de nuestra nación. (EPA, s.f.)

El Stormwater Management Model (modelo de gestión de aguas pluviales) de la EPA (SWMM) es un modelo dinámico de simulación de precipitaciones, que se puede utilizar para un único acontecimiento o para realizar una simulación continua en periodo extendido. El programa permite simular tanto la cantidad como la calidad del agua evacuada, especialmente en alcantarillados urbanos. El módulo de escorrentía o hidrológico de SWMM funciona con una serie de cuencas en las cuales cae el agua de lluvia y se genera la escorrentía. (John Javier, 2019)

Sistema de Alcantarillado es una estructura compuesta de redes de tuberías, accesorios y obras complementarias que se ubican estratégicamente para recibir y transportar las aguas residuales y/o aguas lluvias hasta los lugares de disposición final o a las plantas de tratamiento.

“Un sistema de alcantarillado es un conducto a través del cual fluyen las aguas negras, el agua pluvial u otros desechos. En general incluye todas las alcantarillas entre los extremos de los sistemas de drenaje de los edificios y plantas de tratamiento de aguas negras u otros puntos de disposición final" (Merritt, 1992).

Actualización del catastral: Consiste en el conjunto de procedimientos destinadas actualizar los datos de la formación catastral, rehaciendo los elementos físicos del catastro en el plano y eliminando en el elemento económico las disparidades originadas por cambios físicos.

Catastro: Es la descripción o censo, adecuadamente actualizado y clasificado, de los distintos elementos de las redes de alcantarillado y los elementos complementarios que los componen, con el objeto de lograr su correcta identificación física, normativa y económica

Curva de nivel: Es la manera de representar la geometría de terreno realizando cortes horizontales paralelos, estos cortes se obtienen líneas con la misma altura y dependiendo de la separación en que estén se puede determinar la pendiente del terreno.

GPS (Sistema de posicionamiento global): Es un sistema localizador para proporcionar estimaciones precisas de una ubicación velocidad y tiempo (A. Pozo-Ruz, 2000),

MDE (Modelo Digital de Elevación): Este modelo solo es posible por medio de métodos fotogramétricos ya que genera un modelo de todas las superficies reflectantes, a partir de esta imagen ráster es posible generar modelos digitales de terreno curvas de nivel (INVIAS, 2016).

MDT (Modelo Digital de Terreno): Es el producto de la recolección de datos de campo de manera puntual, estos puntos se interrelacionan manera numérica y estadísticas en las tres dimensiones logrando calcar la corteza terrestre. (John Javier, 2019)

Ortofoto: Son las imágenes aéreas tomadas de manera ortogonal a la zona de estudio que aprueba tener información verídica y fidedigna de los diferentes elementos que posee la corteza terrestre.

Ortofotomosaico: Es la unión ordenada y consecutiva de las ortofotos por medio de los traslajos, permite obtener una única fotografía para realizar el modelamiento matemático y obtener los diferentes modelos digitales. (John Javier, 2019)

Píxel: Es el menor tamaño que poseemos en una fotografía por lo general tiene codificado en 3 colores y la aglomeración de estos píxeles que permite tener una imagen digital, posee como virtud principal el poder ser procesados. (John Javier, 2019)

Traslajos: Son franjas de terreno representadas en las fotografías con una misma información, las uniones de estas franjas permiten obtener el Ortofotomosaico.

- Sanitario: Sistema que recolecta las aguas residuales provenientes de uso doméstico y comercial y las transporta a una planta de tratamiento donde se da un manejo especial antes de su vertimiento a una fuente hídrica sin causar perjuicios al medio ambiente. (Merritt, 1992)
- Pluvial: Sistema de alcantarillado que recolecta aguas lluvias y las transporta hasta su disposición final ya sea en algún cauce natural, por filtración o en almacenamiento para su posterior uso. (Merritt, 1992).
- Combinado: Sistema de alcantarillado que recolecta el total de aguas lluvias y residuales, para su posterior tratamiento y vertimiento en cauces naturales, este sistema genera algunos problemas ambientales ya que incrementa la cantidad de agua vertida. (Merritt, 1992).
- Catastro de redes: El catastro de redes es una herramienta esencial para unificar la información existente ya que este permite archivar toda la información debidamente georreferenciada y tener un diagnóstico basado en el levantamiento de información adquirida en campo, haciendo uso de fichas, formularios y/o planos, donde se pueda evidenciar las relaciones técnicas como ubicación de tuberías, profundidad, estado, conexión, diámetros y longitud, con el fin de obtener el estado actual del sistema y así poder diagnosticar sus posibles fallencias. Este es una representación de las instalaciones, agiliza el proceso. (Merritt, 1992).

- Georreferenciación: “La georreferenciación es el uso de coordenadas de mapa para asignar una ubicación espacial a entidades cartográficas. Todos los elementos de una capa de mapa tienen una ubicación geográfica y una extensión específicas que permiten situarlos en la superficie de la Tierra o cerca de ella. La capacidad de localizar de manera precisa las entidades geográficas es fundamental tanto en la representación cartográfica como en SIG”. (Instituto Geográfico Agustín Codazzi, 2004).
- Pozos de Inspección: Son cámaras verticales que permiten el acceso a los colectores, para facilitar su mantenimiento. (Ibíd, Masiel, Jhon, 2014).
- Modelación Hidráulica: El modelo hidráulico es una ayuda importante para el diseño de las obras hidráulicas difíciles de analizar por medio de un modelo matemático, siempre y cuando el diseño de un modelo reducido sea correcto, está bien operado y los resultados sean interpretados con sentido crítico. (Alejandro G, 2023)
- SWMM: Stormwater Management Model, es decir modelo de gestión de aguas pluviales, se usa en modelizaciones hidráulicas, es una herramienta muy útil para el profesional que diseña sistemas de drenaje y redes de saneamiento con competencias de simular el movimiento del agua de precipitación. Sirve tanto para la escorrentía superficial como para la infiltración que se produce hacia el subsuelo. (David Nuevo. Ingeniería de aguas. Mayo 25 2020)

- QGis: Es un Sistema de Información Geográfica profesional de fácil uso, gratis y de código abierto, que posibilita la creación, visualización, análisis, edición y publicación de información geoespacial que permite la creación de mapas con numerosas capas que pueden ser ensambladas bajo diferentes formatos, dependiendo de la aplicación. (CEUPE, 2001).
- Pluviómetro: es un instrumento que se utiliza para medir la cantidad de agua procedente de la precipitación. Es decir, mide la altura que alcanzaría en el supuesto de que estuviera uniformemente distribuida sobre un suelo horizontal e impermeable en el que no se registrara evaporación. (contenido de Laura F. Zarza, iagua, 2023).
- Precipitación: La precipitación se produce cuando las gotas de agua que se encuentran en las nubes crecen tanto que, por su tamaño, la fuerza de gravedad hace que caigan sobre el planeta. El uso más frecuente de precipitación se halla en el ámbito de la meteorología y nombra al agua que cae a la superficie terrestre desde la atmósfera en forma de lluvia, el granizo y la nieve. (Pérez Porto, J., Merino, M. 12 de junio de 2013, <https://definicion.de/precipitacion/>).
- Curvas IDF: Las curvas intensidad-duración-frecuencia (IDF), se utilizan en hidrología para caracterizar la intensidad de la lluvia en función de su duración y su periodo de retorno. Estas curvas son de gran importancia en la planificación de recursos hídricos, así como para el diseño de obras hidráulicas (Alfonso G, 01 Nov 2019, Tecnología y ciencias del agua)

2.1.5. Marco Legal

Resolución 330 de 2017, modificada parcialmente por la resolución 799 de 2021 (Resolución tomada del Reglamento Técnico del Sector de Agua potable y Saneamiento Básico RAS, expedido por el ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, resolución 0330 del 2017.)

- Artículo 42. CATASTRO DE REDES. Debe contarse con un catastro de la red Actualizada que incluya un inventario de las tuberías existentes, su localización y el mayor número de anotaciones posibles para cada accesorio considerado estratégico en la operación como: tipo de accesorios, material, profundidad, y año de instalación. Este catastro debe incluir además las válvulas e hidrantes que formen parte de la red de distribución.
- Artículo 134. CAUDAL DE AGUAS RESIDUALES; Artículo modificado por el artículo 41 de la Resolución 799 de 2021. El nuevo texto es el siguiente: Los aportes de aguas residuales deben determinarse con base en información de consumos y/o mediciones recientes registrados en la localidad, y considerando las densidades previstas para el período de diseño con base en el Plan de Ordenamiento Territorial o Plan Básico de Ordenamiento Territorial o Esquema de Ordenamiento Territorial y Plan de Desarrollo del municipio a través de zonificación del uso de la tierra. Se justificarán los valores adoptados y deben ser aprobados por la persona prestadora del servicio. Se deben estimar los caudales para las condiciones iniciales y finales del período de diseño, en cada uno de los tramos de la red.

- Artículo 135. CAUDAL DE AGUAS LLUVIAS. La estimación de los caudales de aguas lluvias para el diseño de colectores y canales se debe realizar mediante modelos lluvia - escorrentía, basados en modelos de abstracciones. Se puede utilizar el método racional, siempre y cuando el área de drenaje sea inferior a 80 hectáreas. Para su estimación, El período de retorno de la lluvia de diseño se debe seleccionar de acuerdo con la importancia de las áreas y los daños, perjuicios o molestias que las inundaciones puedan ocasionar a los habitantes, el tráfico, el comercio, la industria y la infraestructura.
- Artículo 137. DISEÑO Y MODELACIÓN HIDRÁULICA DE REDES DE ALCANTARILLADO. Se debe realizar el diseño de la red de alcantarillado mediante el empleo de la formulación matemática que defina los diámetros, las pendientes y los parámetros mínimos hidráulicos de los conductos del sistema, el cual deberá ser verificado mediante el empleo de una modelación hidráulica de las redes de alcantarillado, mediante el uso de un programa que permita simular entre otros el sistema existente, el cual debe estar basados en ecuaciones de resistencia fluida, que permita obtener resultados de tal forma que el modelo matemático represente en gran medida el modelo físico o prototipo de la red de alcantarillado. El programa de análisis hidráulico debe tener la capacidad de simular condiciones de flujo uniforme, así como condiciones de flujo no permanente mediante la solución de las ecuaciones de Saint – Venant, con sus correspondientes condiciones de frontera.

3. Metodología

3.1.1. Trabajo aplicativo.

Se determinó que este proyecto está enfocado a la aplicación de los conocimientos adquiridos, en el cual se ponen a prueba los conocimientos de los teóricos sobre los sistemas de alcantarillado y las distintas redes que los componen. El trabajo aplicado se caracteriza por buscar la aplicación de los conocimientos adquiridos y por obtener nuevos conocimientos, seguidamente se analiza y sistematiza la práctica establecida en el proyecto. (Jaime.2021).

3.1.2. Recopilación de la información existente.

Se realizó la visita a la empresa de acueducto y alcantarillado EMPOPAMPLONA la cual no cuenta con información actualizada de las redes de alcantarillado y solo se dispone de un plano con información de colectores y pozos de inspección de estas redes de alcantarillado, sin embargo, no se detalla ninguna información referente a las redes de alcantarillado de los últimos años, por lo que se realizaron las siguientes acciones para mejorar la información:

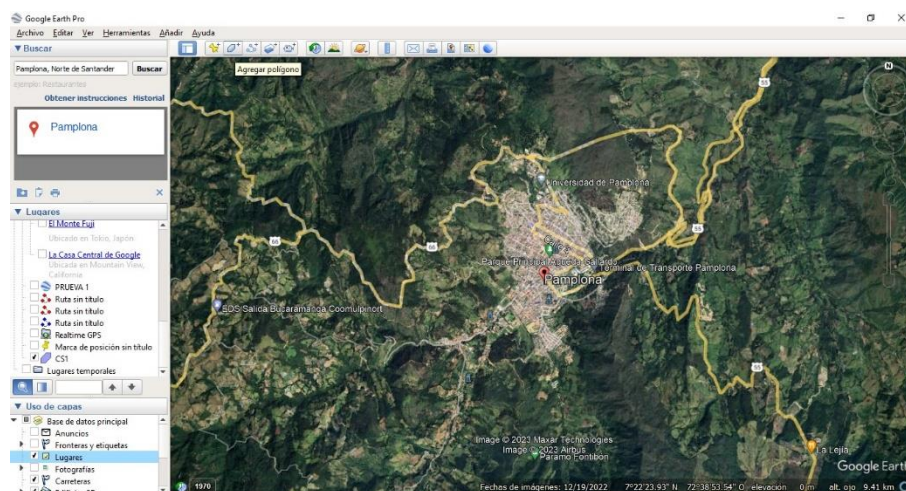
Se analiza la información existente en diferentes sitios digitales como la página oficial de la empresa EMPOPAMPLONA y en los informes de gestión suministrados de los años 2017, 2018 y 2019. Simultáneamente se realiza la entrevista al ingeniero encargado de las redes de acueducto y

alcantarillados de la empresa, el cual proporcionó claridad a muchos factores de las condiciones actuales de las distintas redes de alcantarillado que presenta la zona central del municipio a tener en cuenta para una correcta actualización del catastro.

3.1.3. Selección de la zona de trabajo.

La zona de trabajo se localiza en el casco urbano, específicamente en la zona central de la ciudad de Pamplona - Norte de Santander, se determinó que la zona de levantamiento catastral sea en la parte céntrica, ya que esta recolecta gran parte de las aguas residuales de la ciudad y sus tuberías están conectas a su emisario final, así mismo se puede observar con base a las limitaciones de información disponibles, se justifica el desarrollo y análisis del comportamiento de las redes sanitarias de la ciudad, considerando que es un sistema combinado y que le llegan gran parte de las aguas arriba de sectores ajenos a la zona de estudio, consecutivamente por medio de Google Earth Pro se delimito el área de trabajo utilizando un polígono que se ajustara a la geometría de la zona central donde se lleva a cabo el desarrollo del catastro, creación del modelo hidráulico y diagnóstico de la red de alcantarillado.

Ilustración 3 Imagen satelital de Pamplona –Norte de Santander de Google Earth pro del 2023.



Nota: se observa una imagen de la ciudad de Pamplona – Norte de Santander, donde se agregará un polígono para delimitar la zona de estudio de nuestro proyecto. Tomado de *Google Earth pro del 2023*.

3.1.4. Levantamiento Topográfico

El levantamiento de las redes de alcantarillado se llevó a cabo en el casco urbano, específicamente en la zona central de la ciudad de Pamplona, Norte de Santander, por medio del uso de nuevas prácticas mediante la implementación de aeronaves no tripuladas y dispositivos de mano GPS, el área de estudio aun siendo en la zona central abarca una extensión considerable para vuelos con drone, por lo que se realizaron varios vuelos para abarcar toda la zona planteada, abarca alrededor

de 59.214 hectáreas (ha). La implementación de los vehículos no tripulados (Drone) permiten un levantamiento topográfico más rápido que por medio del uso de estaciones topográficas y requieren menos mano de obra.

El GARMIN GPSMAP 64x está basado en proporcionan por separado sus coordenadas tridimensionales de latitud, longitud y altitud, estas fueron tomadas según la distancia entre el operador y un conjunto de satélites lo más cerca posible al dispositivo para dar conocimiento de las alturas sobre el nivel de mar, coordenadas Norte (N) y Oeste (W) y su distancia de aproximación del punto tomado. Esto se realizó para la ubicación de los puntos de control en la zona central de la ciudad de Pamplona, concretamente en 8 puntos localizados en zonas estratégicas para una mayor precisión de los datos para es establecer una correspondencia entre lo que se ve en las fotos y la coordenada geográfica precisa en las ortofotos.

Ilustración 4 *GARMIN GPSMAP 64X*



3.1.5. Modelo de Elevación Digital en Vuelo con Drone

El modelo digital para el proceso de elevación topográfica en la zona de estudio se consideran las variaciones y cotas mínimas en el pleno desarrollo de las fotografías, por parte del terreno urbano, se considera las características de la zona y la distribución de la misma, los criterios deben ir en función de los resultados esperados, para que cumpla con las expectativas esperadas. Para el estudio del área se utilizó un Drone Phantom 4 Pro, Los mecanismos principales del drone son las hélices, los controladores electrónicos de velocidad y vuelo, el receptor del sistema de posicionamiento global (GPS) y la batería o fuente de alimentación.

Ilustración 5 *Drone Phantom 4 Pro, fuente: propia.*



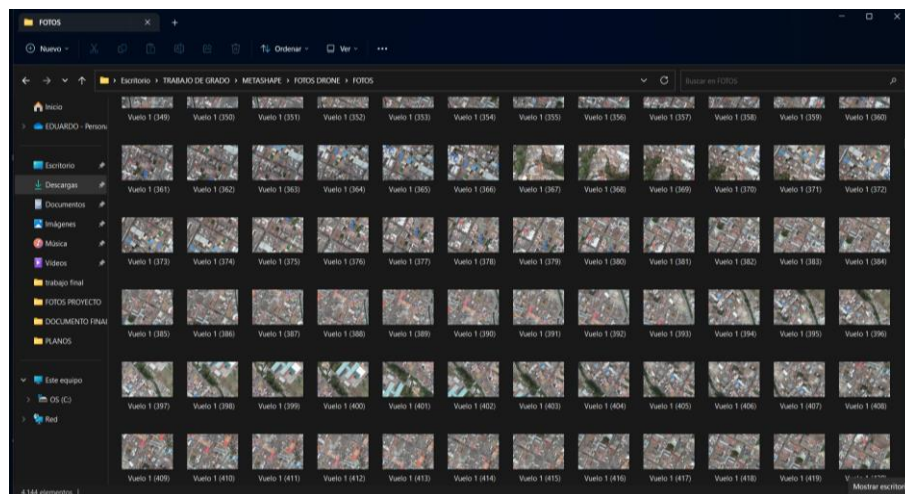
a implementación de este dispositivo el cual dispone con elementos técnicos dispuestos en detectar diferentes colores y superficies, se obtienen las imágenes del terreno es cuando comienza la fotogrametría. Las imágenes con las que se sacan planos de un terreno, ahí se tiene en cuenta las áreas del terreno y todo lo necesario para poder sacar un levantamiento preciso de la zona, ubicando puntos de control georreferenciada dentro del área de vuelo. Sobrevolando a una altura de 150 metros sobre el nivel del suelo y un alcance de transmisión de 7 kilómetros.

3.1.6. Descarga y Procesamiento de Datos

Extracción de la Información:

Luego de haber terminado la fotogrametría con el vuelo con el drone, se extrajeron las imágenes con sus datos adjuntos en la memoria microSD del drone y transfiriéndola a la computadora, o por conexión inalámbrica del drone directamente a la computadora para obtener la información. La cual fue copiada y categorizada la información en distintas carpetas, la computadora debe contar con buena capacidad de almacenamiento.

Ilustración 6 Almacenamiento y Clasificación de la Información



Se importan las imágenes obtenidas para que estas puedan ser procesadas por el software Agisoft Metashape Profesional. Se definen los métodos realizados continuación:

Se añadieron las fotografías al software, donde se logra evidenciar las imágenes, los traslajos, marcación de las fotos y el recorrido hecho por el drone. Se puede observar la ruta que ha tomado el drone y las fotografías que ha ido tomando del área de estudio.

Ilustración 7 Adición de Fotografías:(Agisoft Metashape Professional)

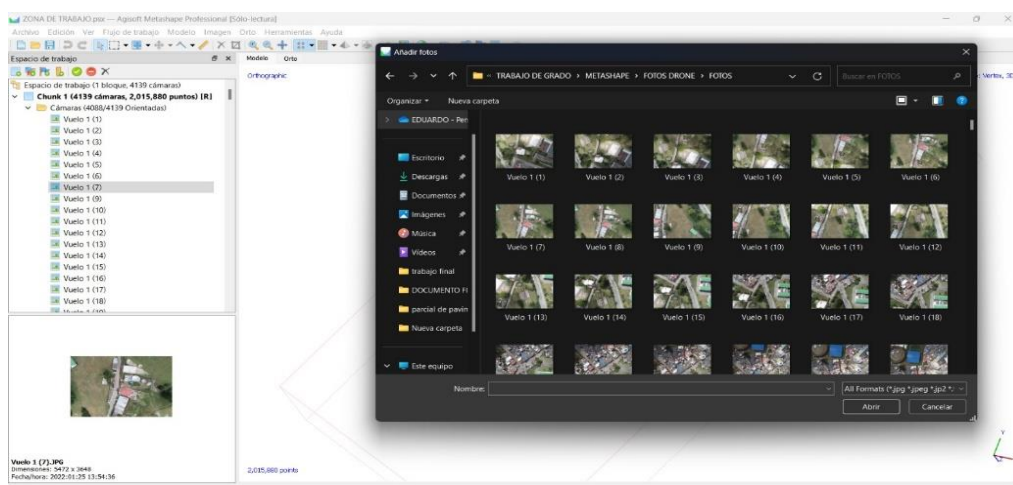
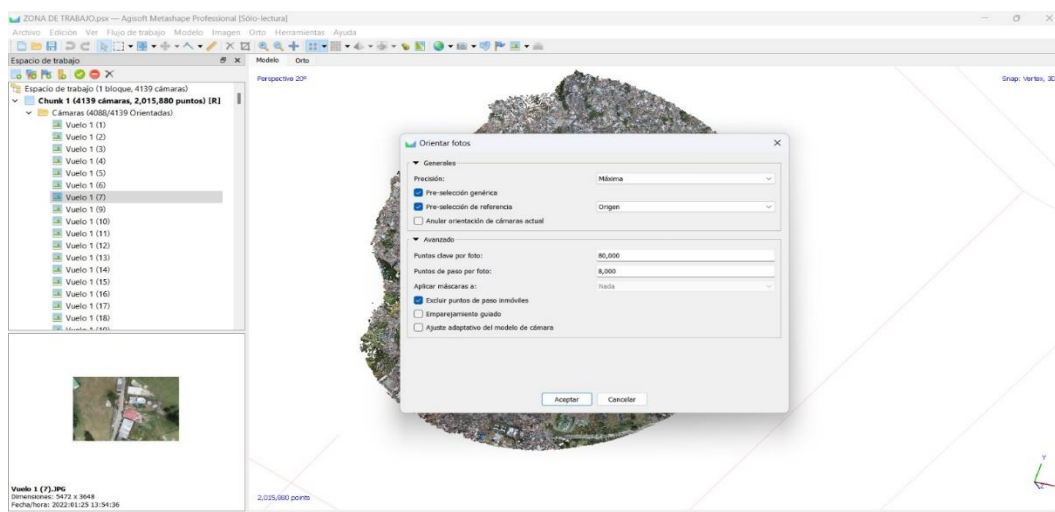
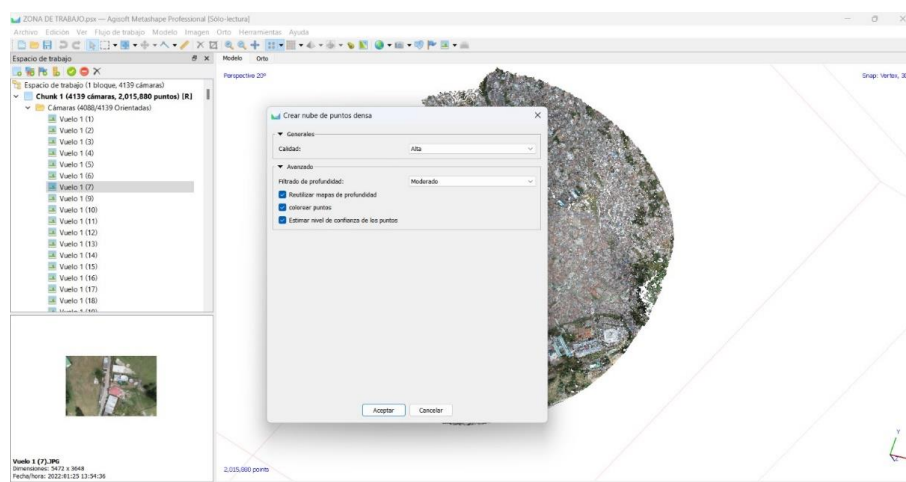


Ilustración 8 Orientación de las Fotografías:(Agisoft Metashape Professional)



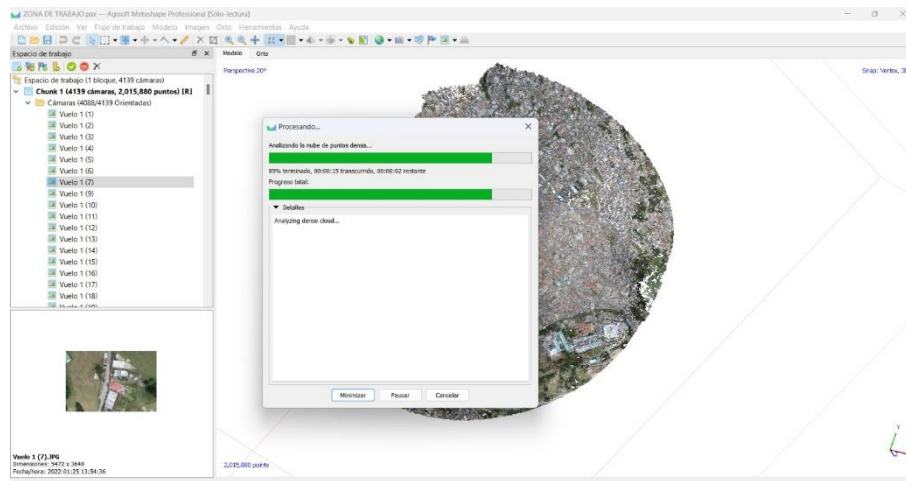
Se procedió a realizar la orientación de las fotografías, Generando la malla completa de puntos en la cual podemos evidenciar el modelo del terreno a trabajar. Visualizando así, el levantamiento de la zona de trabajo, además de la ubicación en el mapa. Al trabajar el modelo con las fotografías observamos la parte del terreno diferencial del proyecto, lo que hace que sea más fácil identificar los puntos de interés. Ubicado los puntos de apoyo de las fotografías correspondientes se procedió a mejorar el modelo.

Ilustración 9 Modelo de Puntos (Agisoft Metashape Professional)



Una vez el modelo fue desarrollado se procedió a la densificación de la nube de puntos multi clase. Se encargó de buscar y encontrar los puntos en común entre ellas, esto fue posible gracias al solapamiento frontal y lateral; estos puntos en común permiten orientar de forma correcta las fotografías ya que estas no están orientadas de forma correcta debido a que el viento puede haber movido el dron al momento de tomar la fotografía.

Ilustración 10 fotogramétrica nube de puntos densa. Modelo (Agisoft Metashape Professional)



Como resultado obtendremos una correcta orientación de las fotografías y una nube de puntos. La cual tiene millones de puntos y cada punto posee información espacial y un color correspondiente al objeto o área fotografiada

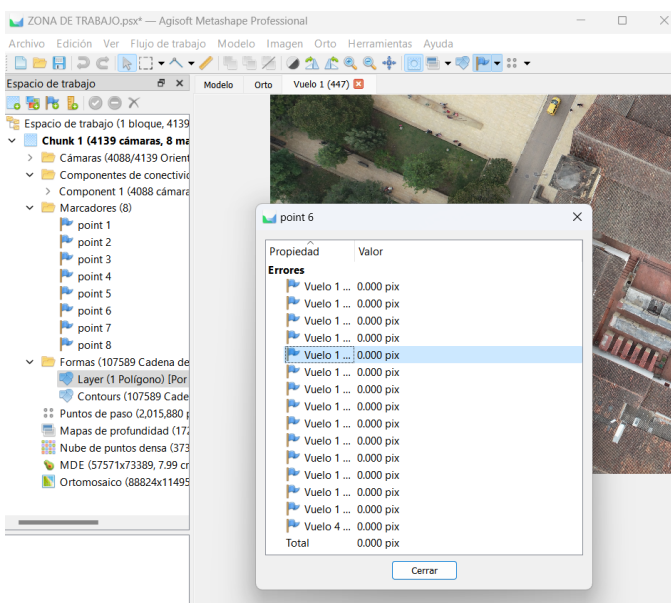
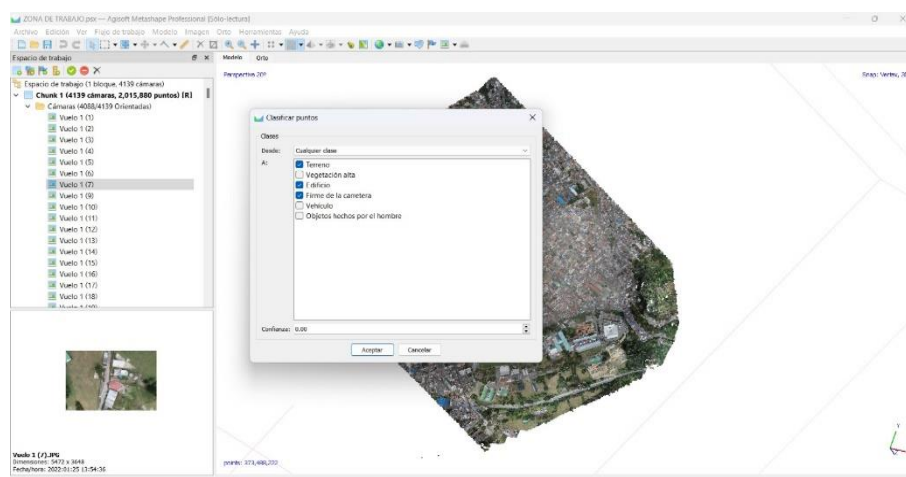
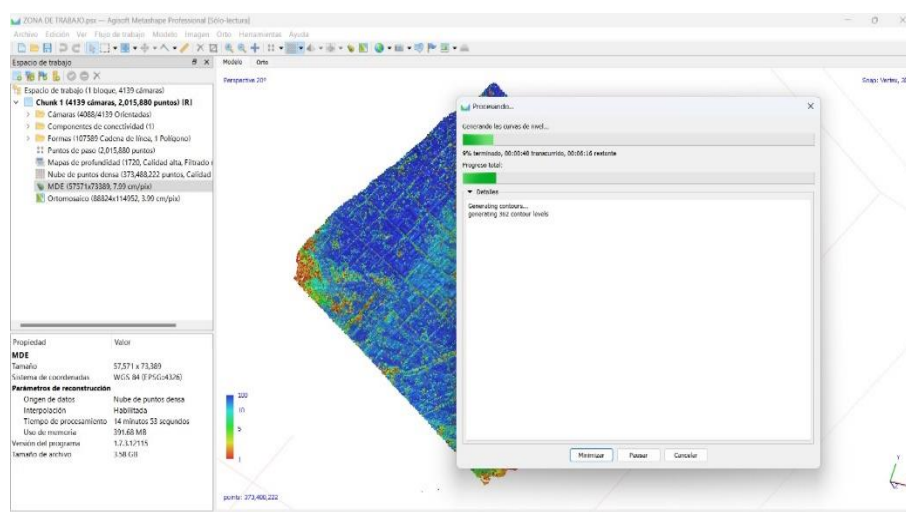


Ilustración 12 Clasificación de los puntos según sus características (Agisoft Metashape Professional)



Se procede a realizar la clasificación de los puntos multiclase del terreno, edificaciones y firme de la carretera por detección automática del software Agisoft Metashape, verificada y corregida de manera manual en el mismo programa. Para generar el modelo digital de elevación.

Ilustración 13 Generación del modelo digital de elevación. (Agisoft Metashape Professional)



Esta es la etapa final del procesamiento en donde a partir de la nube de puntos densa se generaron los resultados como la ortofoto, modelo 3d, modelos digitales y curvas de nivel.

3.1.7. Obtención de las Curvas de Nivel en QGIS

Los archivos obtenidos nos servirán para poder visualizar aún mejor el proceso y resultado de la extracción de las curvas de nivel del modelo digital de elevación, se guardará el archivo en documentos como DEM, las cuales fueron importadas a la aplicación QGIS como añadir capa ráster para tener el DEM de la zona central de Pamplona – Norte de Santander, se implementó el sistema de referencia de coordenadas (MAGNA- SIRGAS /Colombia, Bogotá – EPSG: 3116).

Posteriormente, activaremos la opción de añadir nombre de atributo. De este modo, la aplicación QGIS asignará un nuevo campo que reunirá los valores de altitud de cada una de las líneas a la capa de curvas de nivel. Se nos generará la capa vectorial en la ruta asignada.

Ilustración 14 Selección de la capa ráster para el ingreso del DEM.

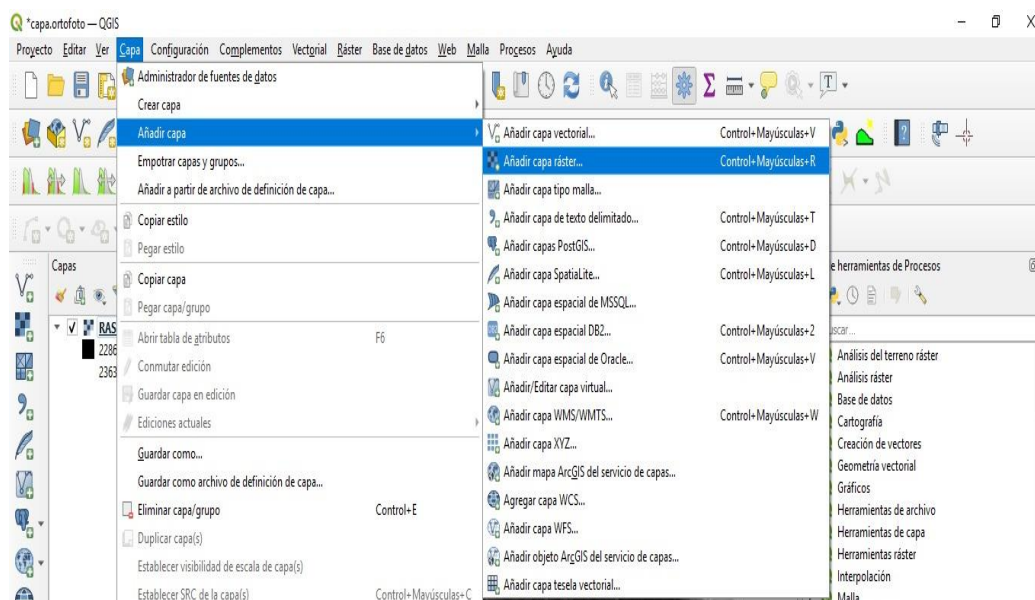
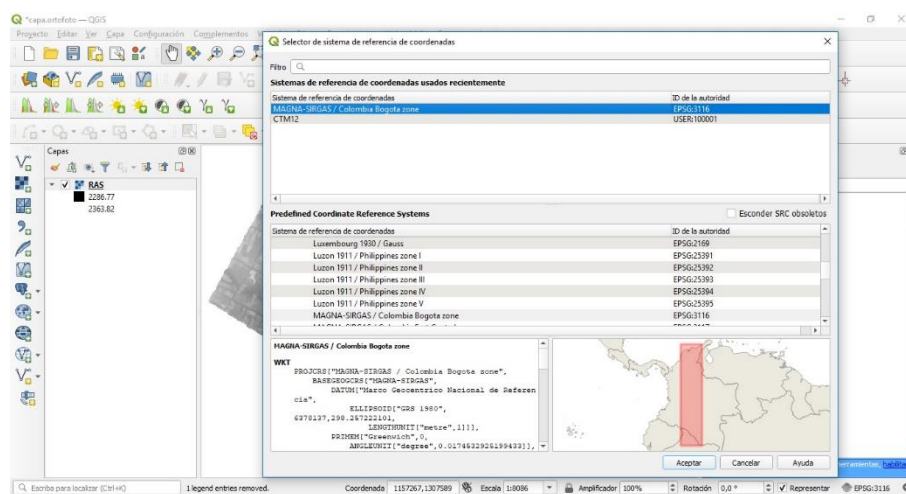


Ilustración 15 Referencia de coordenadas (MAGNA- SIRGAS /Colombia, Bogotá – EPSG: 3116).



Nota: se aprecia un sistema de referencia de coordenadas para nuestro país Colombia, donde se le asigna a la imagen el sistema de coordenadas a utilizar para el proyecto requerido.

Se realizó la inspección de los pozos de alcantarillado esto en la jornada de la mañana, empezando por la calle 3 con carrera 2 en el barrio el guamo, para la extracción de dicha información fue necesario el acceso a los pozos de inspección y registro.

Ilustración 17 Toma de datos en campo - Pamplona-Norte de Santander.



Esta se registrará por medio físico en el formato mostrado en la ilustración (15) y Consecutivamente se transfirió la información mediante el software Microsoft Excel para un mejor manejo de la información. Esta investigación es necesaria para medir cada sección de los pozos determinados en la zona y caracterizar cada uno de los elementos como lo sería el aro, tapa, cotas del pozo, cotas de tuberías, cañuela, tipo de tuberías y el estado del pozo en general, todo esto con el fin de actualizar la base de datos de la red de alcantarillado en la zona central de la ciudad, la base de datos almaceno la información recolectada por medio formatos diligenciados y registro visual realizado a los elementos que disponen las redes de alcantarillado del municipio de Pamplona - Norte de Santander.

3.1.9. Creación del Plano Catastral en AutoCAD

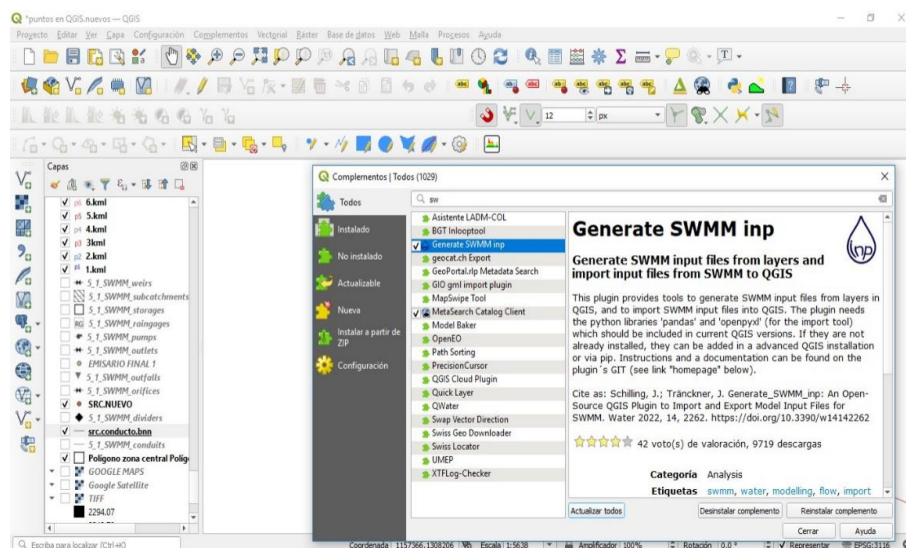
Se realiza una serie de planos para el desarrollo del catastro con la información suministrada en el análisis de datos, como; los componentes de un sistema de alcantarillado, tales como colectores, interceptores, emisarios, pozos o cámaras de inspección, cámaras de caída, aliviaderos, sumideros, y demás estructuras especiales existentes, en donde se puntualiza sobre su localización con respecto a un sistema de referencia geográfico (coordenadas x, y,).

Todo esto con el fin de implementar la información geográfica y cualitativa de las redes alcantarillado, que contiene toda la información técnica necesaria que permita alimentar herramientas que faciliten realizar análisis sobre el sistema de alcantarillado, su estado, capacidad y operatividad.

4. Creación del Modelo Hidráulico de la Red de Alcantarillado.

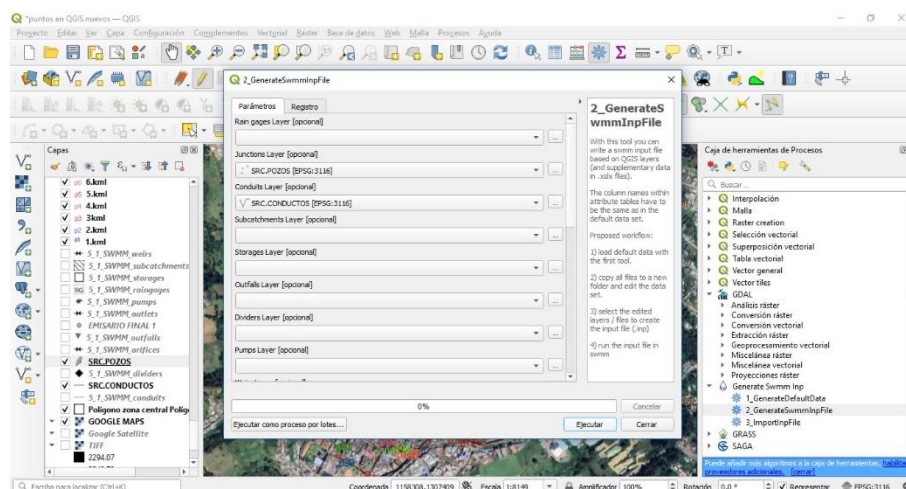
Se implementa la ortofoto generada por Agisoft Metashape Professional para ser importada al software QGIS 3.16. Donde primero se debe habilitar el complemento *generate SWMM inp*, que nos permite agregar pozos de inspección como añadir punto y con un auto ensamblado que nos permite unir colectores a los pozos de inspección. Donde la imagen, pozos, colectores están georreferenciados a las coordenadas (MAGNA- SIRGAS /Colombia, Bogotá – EPSG: 3116) para tener bien localizada la zona donde se realizará el trabajo.

Ilustración 18 Habilitación de *generate SWMM inp* en QGIS 3.16.



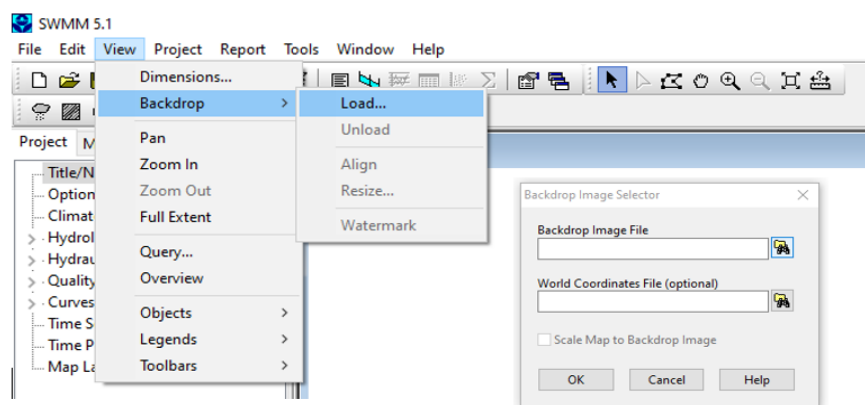
Seguidamente se exportan como un archivo inp los pozos de inspección y colectores trazados en la zona central de ciudad de Pamplona, para ser importados en el sistema de modelación de gestión de aguas pluviales SWMM 5.1.

Ilustración 19 Creación del archivo inp para SWMM.



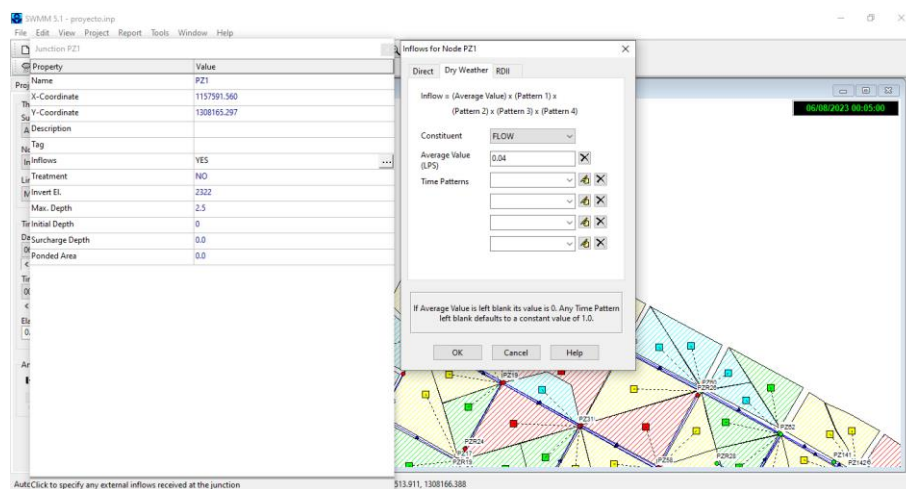
A continuación, se trabaja el software SWMM 5.1 donde se importa desde QGis el archivo inp para tener los datos bien referenciados a la hora de generar la modelación hidráulica de la red de alcantarillado de la zona de estudio. Se carga la ortofoto georreferenciada con las coordenadas MAGNA- SIRGAS /Colombia, Bogotá – EPSG: 3116 en el software SWMM para generar las cuencas, subcuencas y se verifica que los pozos de inspección, colectores estén dentro de la zona de estudio de la ciudad de pamplona-Norte de Santander.

Ilustración 20 Detalle de Importar de la ortofoto de fondo en SWMM 5.1.



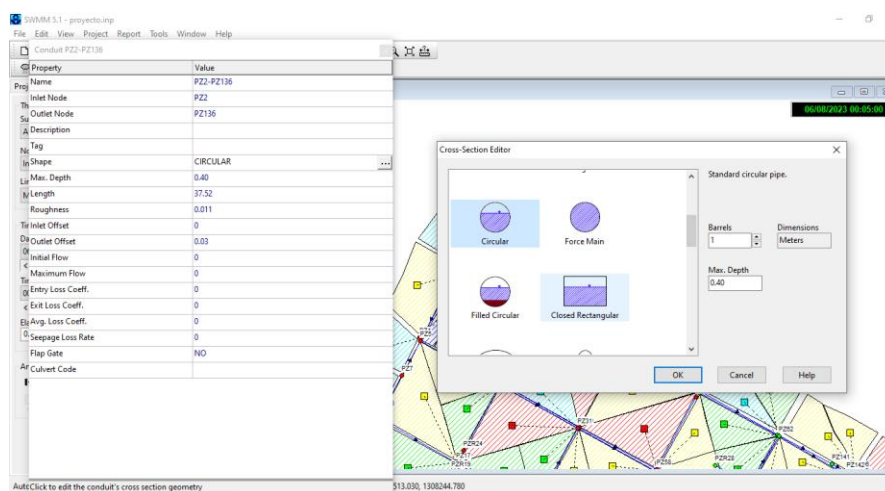
Seguidamente se anexa la información a los pozos de inspección (ver ilustración 19) como cota terrena, profundidad, caudales en tiempo seco, y en sus colectores (ver ilustración 21) se administra la información de unión de entrada y salida de cada colector, su pendiente de salida, coeficientes de rugosidad de Mannig, diámetros de las tuberías y longitud del colector para su adecuada modelación hidráulica de la red de alcantarillado de la zona central de pamplona. Con un Pluviómetro se anexa la intensidad de lluvia de las precipitaciones en intervalos de tiempo asignados para el proyecto se tomó un lapso tiempo de 2 horas de lluvia.

Ilustración 21 Suministro de datos a los pozos de inspección.



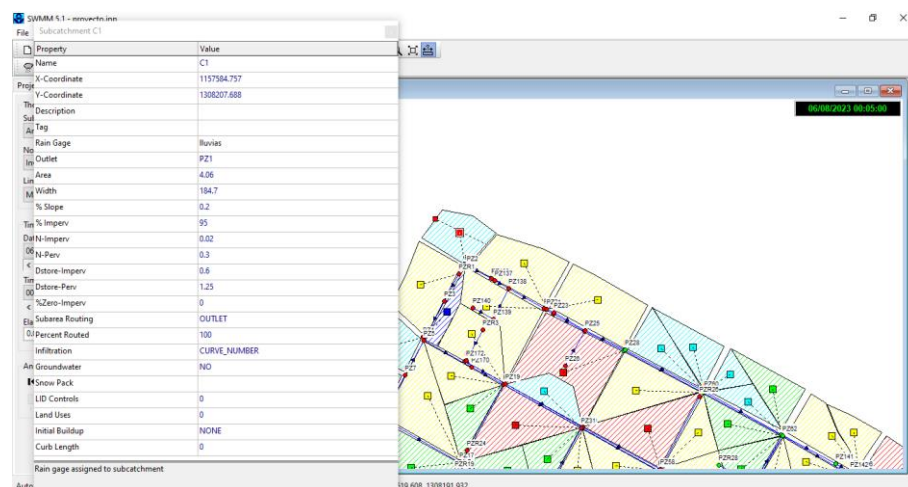
Nota: se observa el ingreso de los datos recolectados en campo de la zona de estudio de la red de alcantarillado de la ciudad de Pamplona.

Ilustración 22 Suministro de datos de campo a los colectores.



Nota: se observa la información administrada del catastro de la red de alcantarillado de la parte central de Pamplona para los colectores de la zona según sus dimensiones.

Ilustración 23 Datos suministrados a cuencas y subcuencas de la zona de estudio.



Nota: se estipulan los datos a suministrar a las cuencas y subcuencas en las diferentes áreas aferentes de la zona de estudio, se ingresa la siguiente información; un pluviómetro que trabaja las precipitaciones en intervalos de tiempo, pozo al que le llega el flujo de la cuenca, ancho perpendicular al flujo, pendiente de las cubiertas, impermeabilidad del suelo. Para su respectiva modelación.

El presente capítulo describe los elementos a tener en cuenta para la evaluación de los caudales sanitarios necesarios para la configuración del modelo. Se evalúan todos parámetros necesarios recomendados por el Reglamento Técnico para el Sector Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS de la resolución 0330 – 2017 y 799 de 2021.

4.1.1. Parámetros Sanitarios.

Los parámetros de diseño se precisarán siguiendo las recomendaciones dadas en las normas establecidas por el Ministerio de Desarrollo Económico en su documento “Reglamento Técnico del sector de Agua Potable y Saneamiento Básico (RAS,0330-22017)’’.

4.1.2. Dotación Neta

En el ART. 43 del Reglamento Técnico para el sector de Agua Potable y Saneamiento Básico (RAS, 0330-2017), se establece la clasificación de los proyectos de acueducto y/o alcantarillado dependiendo la dotación neta del número de habitantes y su capacidad económica tal como se indica en la Tabla.

Tabla 1 Dotación neta máxima por habitante según la altura sobre el nivel del mar de la zona atendida

altura promedio sobre el nivel del mar de la zona atendida	Dotación neta máxima (L/HAB*DIA)
>2000	120
1000-2000	130
<1000	140

(Fuente: RAS, 0330-2017- ART. 43).

Ecuación 1 *Dotación neta bruta*

$$D_{bruta} = \frac{dneta}{(1 - \%p)}$$

Dbruta: Dotación bruta – dneta: Dotación neta

%p: porcentaje de perdida técnicas máximas para diseño

4.1.3. Contribuciones Domesticas QD.

El aporte doméstico (QD) está dado por la expresión que se recomienda.

Ecuación 2 *Caudal Diario*

$$Q_D = CR * Dneta * A$$

Dnetap: demanda neta de agua potable por unidad de área tributaria (l/s. Ha) y (A) es el área tributaria de drenaje (ha).

CR: Coeficiente de retorno (CR) = 0.85.

4.1.4. Caudal Medio Diario de Aguas Residuales (QMD).

El caudal medio diario de aguas residuales (QMD) para un colector con un área de drenaje dada es la suma de los aportes domésticos, industriales, comerciales e institucionales.

Ecuación 3 *Caudal Medio Diario*

$$Q_{md} = Q_{dom} + Q_{ind} + Q_{com} + Q_{inst}$$

4.1.5. Conexiones Erradas (QCE).

Los aportes por de aguas lluvias al sistema de alcantarillado sanitario, derivados de malas conexiones de bajantes de techados y patios, QCE. Estos aportes son función de la efectividad de las medidas de control sobre la calidad de las conexiones domiciliarias y de la disponibilidad de sistemas de recolección y evacuación de aguas lluvias.

Tabla 2 Contribuciones conexiones erradas (fuente RAS – 0330 del 2017)

Conexiones erradas	Aporte (l / s*Ha)
Aporte	0.2

Para el proyecto por sus características y por tener un sistema de alcantarillado se espera un aporte por conexiones erradas del 0.2 L/s*ha por falta de información actualizada.

4.1.6. Infiltraciones.

La infiltración de aguas sub - superficiales de las redes del sistemas de alcantarillado sanitario, principalmente freático, a través de fisuras en los colectores, El aporte puede establecerse con base en los valores al RAS-0330 del 2017 en donde el valor inferior del rango dado corresponde a condiciones constructivas más apropiadas, por la ausencia de información se utilizó un factor de 0.3 l/s*Ha.

4.1.7. Caudal Máximo Horario (QMH)

El caudal máximo horario de aguas residuales (QMH) para un colector con un área de drenaje dada es la suma de los aportes domésticos, industriales, comerciales e institucionales por falta de datos se estima gracias al ras 0330 del 2017 se estima un valor entre 1.4 y 3.8 pero para el caso se toma 3.8 para una mejor actualización.

4.1.8. Caudal de Diseño (QDT).

El caudal de diseño de cada tramo de la red de colectores se obtiene sumando al caudal máximo diario, por infiltraciones y conexiones erradas.

Ecuación 4 Caudal de Diseño

$$Q_{DT} = Q_{MD} + Q_{INF} + Q_{CE}$$

Para la ciudad de Pamplona como lo dicta la norma se deben tener en cuenta el caudal mínimo de diseño para los tramos iniciales o en los que el caudal de diseño sea inferior al mínimo establecido

4.1.9. Parámetros Pluviales.

Se determinó los datos meteorológicos que se utilizara para procesar y analizar estadísticamente de las precipitaciones máximas en 24 horas y el tiempo de retorno.

Se muestra el esquema del modelo con sus respectivas precipitaciones para intervalos de dos horas para hacer la respectiva modelación en cuencas, los nodos, tramos, y demás aportes. De la misma manera sobre el mismo modelo, se insertan las longitudes de los tramos y cotas para obtener las pendientes.

La intensidad de la lluvia se estima a partir de las curvas, (IDF) definidas por la estación del centro educativo rural Iser, desde el año 2011 al año 2022, para el estudio de la zona central la ciudad de Pamplona Norte de Santander, con base a la información de la estación se toman los datos de precipitaciones para diseñar las curvas IDF. (IDEAM).

Ecuación 5 *Intensidad de lluvia*

$$I = \frac{A * T^B}{T^C}$$

I = Intensidad Máxima (mm/min)

T = Período de Retorno (años)

t = Duración de Precipitación (min)

Ilustración 24 Curvas de Intensidad - Frecuencia - Duración.

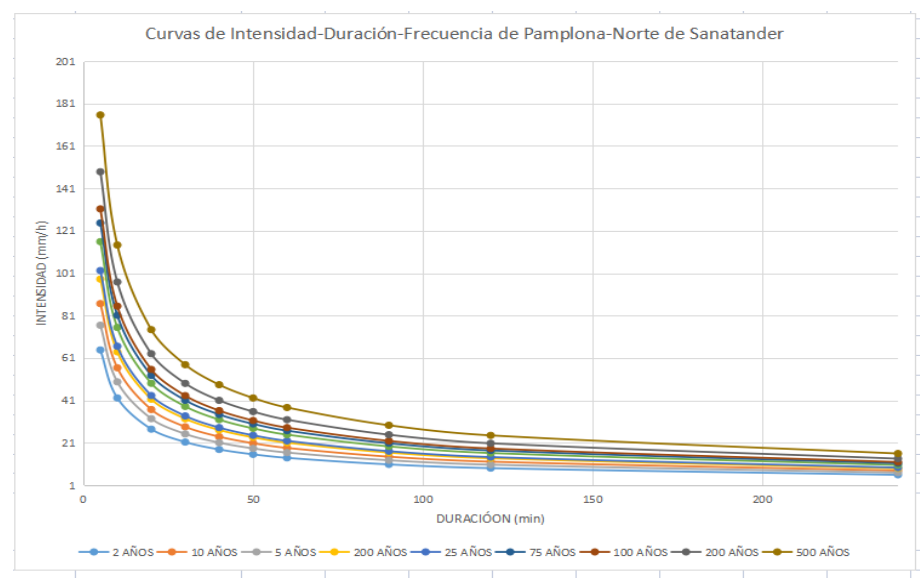


Ilustración 25 Periodos de duración y frecuencia.

Curva IDF										
Frecuencia (años)	Duración (min)									
	5	10	20	30	40	50	60	90	120	240
2	64,76994848	42,14392246	27,42182513	21,3265093	17,8425844	15,53722846	13,87653959	10,79206614	9,029060888	5,874947424
5	76,42907843	49,73017936	32,35798194	25,16545852	21,0543981	18,33405893	16,37443224	12,7347279	10,65436702	6,932486871
10	86,62386957	56,36363358	36,67417775	28,52225149	23,8628213	20,77961899	18,55859984	14,43339932	12,07554138	7,85720371
20	98,17853276	63,88191699	41,56610619	32,32680341	27,0458569	23,55138963	21,03411117	16,35865466	13,68628463	8,905267515
25	102,2168873	66,50955686	43,27583506	33,65649422	28,1583277	24,5201234	21,89930232	17,03153135	14,24923935	9,27156579
50	115,851486	75,38119388	49,04835135	38,14589716	31,9143363	27,79083584	24,82042629	19,30334869	16,1499298	10,50828981
75	124,6554468	81,1096752	52,77570761	41,04473768	34,3396186	29,90275893	26,70661754	20,77027786	17,37721961	11,30685161
100	131,304789	85,43620885	55,59085728	43,23413664	36,1713547	31,49782502	28,1311958	21,87820125	18,30415127	11,90997909
200	148,8193911	96,83245127	63,0060609	49,00109082	40,9962121	35,69928544	31,88358522	24,79651057	20,74572198	13,49863817
500	175,6081205	114,2630987	74,3476764	57,82169511	48,3758716	42,12545402	37,622896	29,26008891	24,48012465	15,92850541

El periodo de retorno de diseño se define según las características de protección requeridas; la selección se realizará de acuerdo con el grado de protección mínimo establecido por el RAS 0330

del 2017 para el nivel de complejidad medio, tomando como base los valores establecidos en la tabla D.4.2 del RAS 0330 del 2017. Ver tabla 8:

Tabla 3 Periodo de Retorno Según el Grado de Protección (fuente RAS – 2017).

CARACTERÍSTICAS DEL ÁREA DE DRENAJE	RECOMENDADOS (AÑOS)
Tramos iniciales en zonas residenciales con áreas tributarias menores de 2 ha	3
Tramos iniciales en zonas comerciales o industriales con áreas tributarias menores de 2 ha	5
Tramos de alcantarillado con áreas tributarias entre 2 y 10 ha	5
Tramos de alcantarillado con áreas tributarias mayores 10 ha	10
Tramos abiertos en zonas planas y que drenan áreas mayores 1000 ha*	25
Tramos abiertos en zonas montañosas (alta velocidad) o a ladera, que drenan áreas mayores de 1000 ha	50

Se toma el tiempo de retorno de 10 años por el motivo de que la zona de estudio hay Tramos de alcantarillado con áreas tributarias mayores 10 ha y menores a 1000 ha para una mayor eficacia en la modelación del proyecto.

4.1.10. Coeficientes de Escorrentía.

Los coeficientes de escorrentía, C, serán adoptados según la RAS del 0330 del 2017, se muestran en la siguiente tabla.

Ilustración 26 Coeficiente de Escorrentía (fuente RAS – resolución 0330mdel 2017).

TIPOS DE SUPERFICIE	C
Zonas Urbanizadas (áreas residenciales, comerciales, industriales, vías, andenes, etc)	
Cubiertas	0.85
Superficie de asfalto	0.80
Superficie de concreto	0.85
Superficie adoquinada	0.75
Vías no pavimentadas y superficies con suelos compactados	0.60
Zonas Verdes (Jardines, parques, etc)	
Terreno plano (Pendiente menor al 2%)	0.25
Terreno promedio (Pendiente entre el 2% y el 7%)	0.35
Terreno de alta pendiente (Pendiente superior al 7%)	0.40

Fuente. EAB-Norma Técnica NS-085

El valor de escorrentía me permite observar la impermeabilidad que tiene el suelo en el área del proyecto por lo cual se decidió tomar un valor de C igual 0.85 para la zona de trabajo.

Ilustración 27 *Periodos de duración y frecuencia.*

PERIODO DE RETORNO (Años)		10 años				
DURACION	INTENSIDAD	PROFUNDIDAD ACUMULADA	PROFUNDIDAD INCREMENTAL	TIEMPO		PRECIPITACION
min	(mm/hr)	(mm)	(mm)	(Minutos)		(mm)
5	86,6	7,22	7,22	0	5	0,40
10	56,4	9,39	2,18	5	10	0,42
15	43,8	10,96	1,56	10	15	0,45
20	36,7	12,22	1,27	15	20	0,48
25	31,9	13,31	1,08	20	25	0,52
30	28,5	14,26	0,95	25	30	0,57
35	25,9	15,12	0,86	30	35	0,64
40	23,9	15,91	0,79	35	40	0,73
45	22,2	16,64	0,73	40	45	0,86
50	20,8	17,32	0,68	45	50	1,08
55	19,6	17,96	0,64	50	55	1,56
60	18,6	18,56	0,60	55	60	7,22
65	17,7	19,13	0,57	60	65	2,18
70	16,9	19,68	0,55	65	70	1,27
75	16,2	20,20	0,52	70	75	0,95
80	15,5	20,70	0,50	75	80	0,79
85	15,0	21,18	0,48	80	85	0,68
90	14,4	21,65	0,47	85	90	0,60
95	14,0	22,10	0,45	90	95	0,55
100	13,5	22,53	0,43	95	100	0,50
105	13,1	22,96	0,42	100	105	0,47
110	12,7	23,37	0,41	105	110	0,43
115	12,4	23,76	0,40	110	115	0,41
120	12,1	24,15	0,39	115	120	0,39

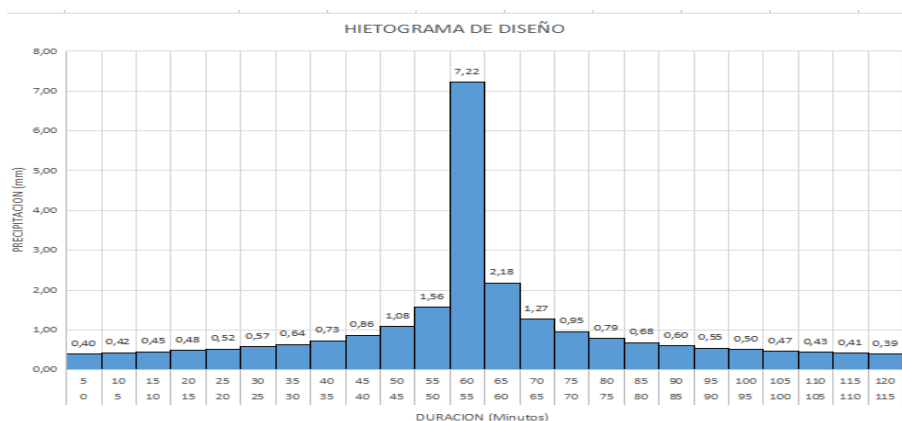
Se determinaron las precipitaciones por un periodo de retorno de 10 años y una duración de 2 horas. Para determinar su intensidad se aplicó la fórmula de intensidad (Bernard) nombrada anteriormente, para multiplicar la intensidad por la duración de tiempo en minutos y así llegar a las precipitaciones de lapsos de 5 minutos de lluvia.

4.1.11. Método del Bloque Alterno.

La metodología de los bloques alternos consiste en que, a partir de la duración total de una escorrentía y el intervalo dentro de esa duración total, se distribuyen componentes de precipitaciones correspondientes a esas duraciones utilizando las curvas Intensidad – Duración – Frecuencia que me muestran en la ilustración 14, y estableciendo un Hietograma de Diseño.

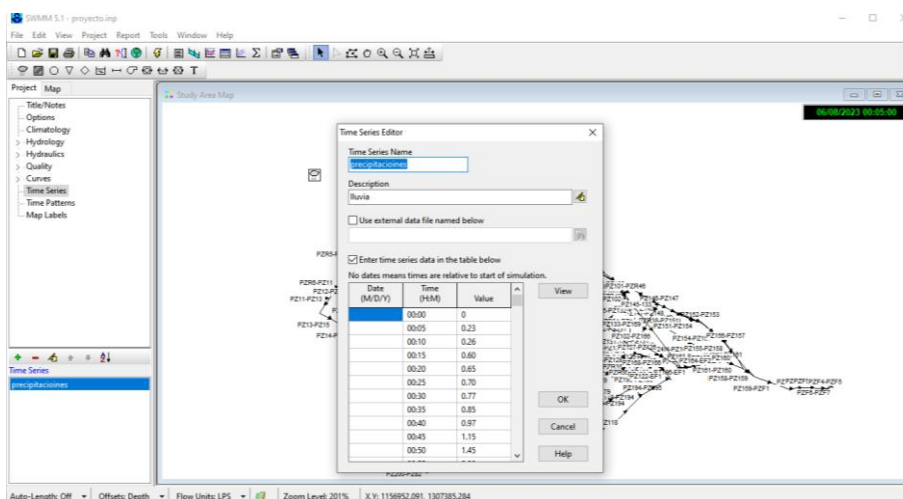
Para la ejecución del proyecto de la zona central de Pamplona, se descargan los datos de precipitaciones por periodo de duración de 24 horas seguidamente de realizo la Curva IDF actualizadas para tener sus intensidades de lluvias para usar el método de bloque alterno, donde se determina su mayor precipitación en la hora establecida en este método (2horas).

Ilustración 28 Hietograma. Fuente: propia



De los datos obtenidos de la Intensidad, procedemos a aplicar el factor de reducción, se asume que la lluvia se va a distribuir en periodos de intensidad de lluvia de 2 horas con intervalos de tiempo 5 minutos.

Ilustración 29 Time series. Fuente: propia -(SWMM)



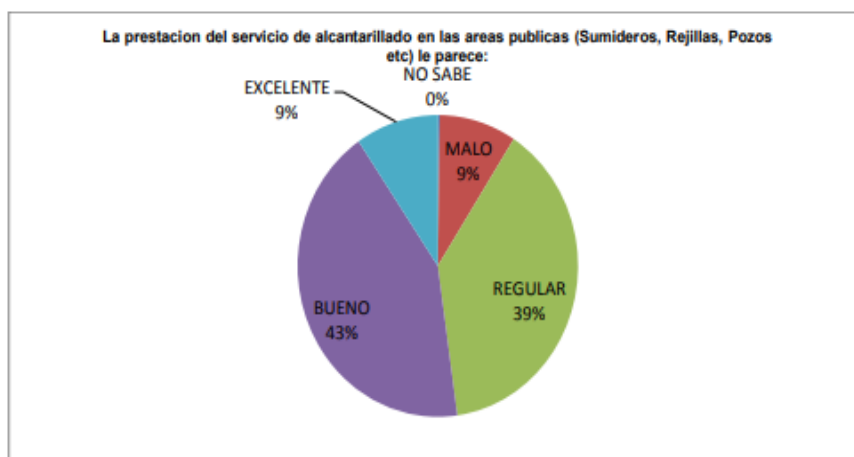
Estos datos se implantan como una serie temporal en el modelo de Epa SWMM con la finalidad de modelar la red de alcantarillado combinado, estableciendo esta serie temporal en tiempo seco y de lluvias, habiendo definida con el Hietograma de Diseño interactúa directamente con el módulo de Hidrología del software como un pluviómetro. Se muestra la configuración de la red, con sus respectivos nodos, tramos, y las subcuencas que son las que interpretan como áreas aferentes o áreas de drenaje

5. Resultados y análisis

5.1.1. Analizar la información existente.

Para la determinación de la zona de estudio se analizó el informe de gestión del año 2017, donde la Empresa EmpoPamplona realizó una encuesta sobre el servicio y funcionamiento de la red de alcantarillado en la ciudad. Donde se observa los resultados obtenidos del primer y segundo semestre del año 2017 con respecto a los servicios que presta la empresa en cuanto Alcantarillado. En el primer y segundo semestre se aplicaron unas 450 encuestas y se obtuvo el siguiente análisis. Ver ilustración 30.

Ilustración 30 Diagrama de prestación de servicio de alcantarillado, resultados obtenidos del primer y segundo semestre del año 2017.



Nota: se contempla el diagrama de prestación del servicio de alcantarillado, donde se determinó que un 43% les parece bueno, un 39 % dice que es Regular y un 9 % dice que excelente según la encuesta realizada en el primer y segundo semestre del año 2017. Sustraído de *informe de gestión*, por EmpoPamplona 2017.

Se evidencia el informe de gestión 2018 que se realiza una reposición de la red de alcantarillado en tramo de la plazuela Bolívar hasta el barrio arenal, se tiene en cuenta por que se generó una filtración de aguas residuales y que llega a la zona de influencia del proyecto. Se puede observar en la ilustración 29 las características que se emplearon en el proyecto de EmpoPamplona, son las siguientes. (EmpoPamplona, informe-de-gestion-2018).

Ilustración 31 Metas físicas del proyecto, descripción de la cantidad para el proyecto arenal de 2018.

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD
REPOSICION DE RED DE ALCANTARILLADO DIAMETRO 24", 27", 30" Y 33"	ML	500
CONSTRUCCION POZOS DE INSPECCION	UND	21
REPOSICION REDES DE ACUEDUCTO	ML	529
CONSTRUCCION DOMICILIARIAS DE ALCANTARILLADO	UND	98
SARDINEL EN CONCRETO	ML	1.020
REPOSICION DE ANDEN	M2	185
CONSTRUCCION DE SUMIDEROS	UND	8
REPOSICION DE PAVIMENTO EN CONCRETO HIDRAULICO MR-41 e=0.15m	M2	2552

Nota: se observa la cantidad necesaria para la reposición de red de alcantarillado, pozos de inspección, construcciones domiciliarias de alcantarillado, y sumideros que debe tener el tramo de la plazuela bolívar hasta el barrio arenal. Tomado de *informe de gestión*, por EmpoPamplona 2018.

Ilustración 32 Cambios realizados en los tramos plazuela Bolívar y barrio Arenal, proyecto Alcaldía municipal y EmpoPamplona del 2018.



Nota: se observa el trabajo realizado en el tramo de la plazuela Bolívar hasta el barrio arenales, con sus diferentes cambios en las tuberías, mejoramiento en los pozos de alcantarillado, cajas de inspección y en algunas se puede observar su diámetro de la tubería. Obtenido de *informe de gestión*, por EmpoPamplona 2018.

Según información recogida en el 2019 por la empresa encargada del servicio de alcantarillado, se vio en la necesidad de realizar una reposición de red de a alcantarillado con remodelación de

pavimento y tubería en la carrera 8 entre calles 4 y 3 en el sector de la plazuela Bolívar, hasta el box coulvert. La obra fue ejecutada en 2019.

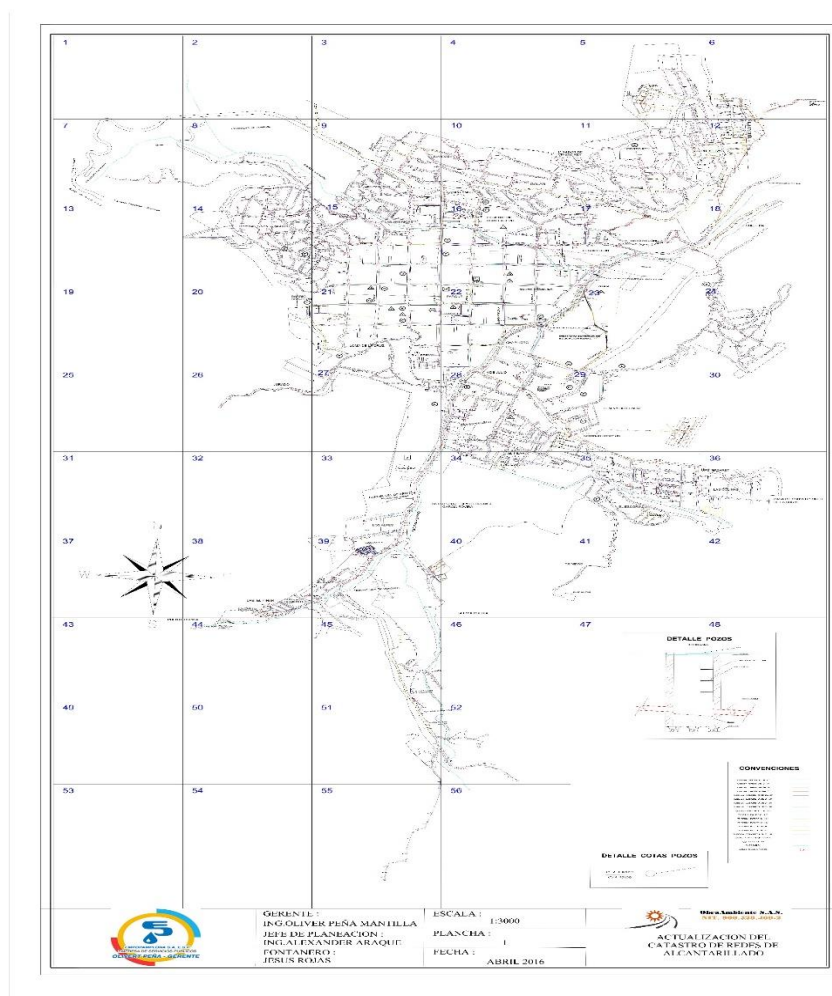
Ilustración 33 Remodelación tubería, Cambio de tubería en la carrera 8 entre calles 4 y 3 del año 2019



Nota: se percibe el cambio de tuberías en la carrera 8, entre la calle 4 y 3, donde se observa diferentes diámetros de tuberías en el trayecto del proyecto, con el fin de dar una mayor calidad del servicio de la red de alcantarillado. Se adquiere de *informe de gestión 2019*, por la empresa EmpoPamplona.

Se recolecto un plano con los detalles de colectores y pozos de inspección de la red de alcantarillado de la ciudad de pamplona que se encontraba desactualizado y con pozos inexistentes. El plano suministrado cuenta con muy mala calidad en los archivos digitales de la Empresa EmpoPamplona.

Ilustración 34 Plano catastral de la red de alcantarillado del año 2016, detalles de la red de alcantarillado 2016-2019).



Nota: se percibe el cambio de tuberías en la carrera 8, entre la calle 4 y 3, donde se observa diferentes diámetros de tuberías en el trayecto del proyecto, con el fin de dar una mayor calidad del servicio de la red de alcantarillado. Se adquiere de *informe de gestión 2019*, por la empresa EmpoPamplona.

En la conversación con el ingeniero en cargo Mauricio Flórez, nos comentó que en algunas calles o carreras de la parte central de Pamplona solo se ha modificado la red de alcantarillado en pequeños tramos de colectores y no en todo el tramo de reparación como se debería ser.

5.1.2. Selección de la Zona de Trabajo

Se observa la zona determinada por medio del polígono señalado y sus respectivos puntos cardinales para facilitar la localización e inspección de pozos y colectores de alcantarillado para la actualización de la base de datos.

Ilustración 35 Polígono de la zona de trabajo, observación de puntos cardinales.



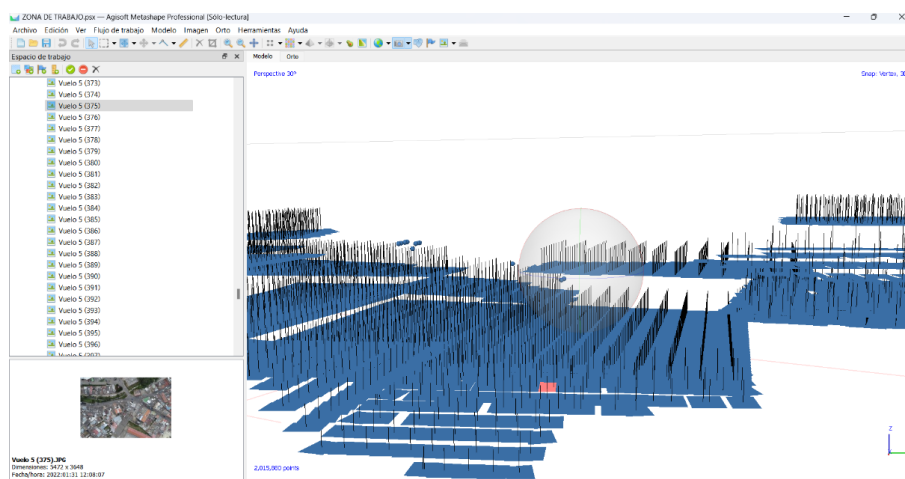
Nota: se muestra un polígono de la parte central de la ciudad de Pamplona – Norte de Santander que se limita por la calle 3 hasta la calle 9 y de la carrera 2 hasta la carrera 9, finalizando el recorrido del trabajo en su emisario final de la zona de estudio. Tomado de *Google Earth pro del 2023*.

5.1.3. Levantamiento Topográfico

La extracción de la información requerida por la fotogrametría, Las cuales fue implementada por la aplicativo Agisoft Metashape. Arrojando los siguientes datos e imágenes describiendo la fotometría realizada.

En la siguiente ilustración se observa la ruta recorrida por el drone y las fotografías realizadas durante el tiempo de vuelo que ha ido generando dentro del área de estudio.

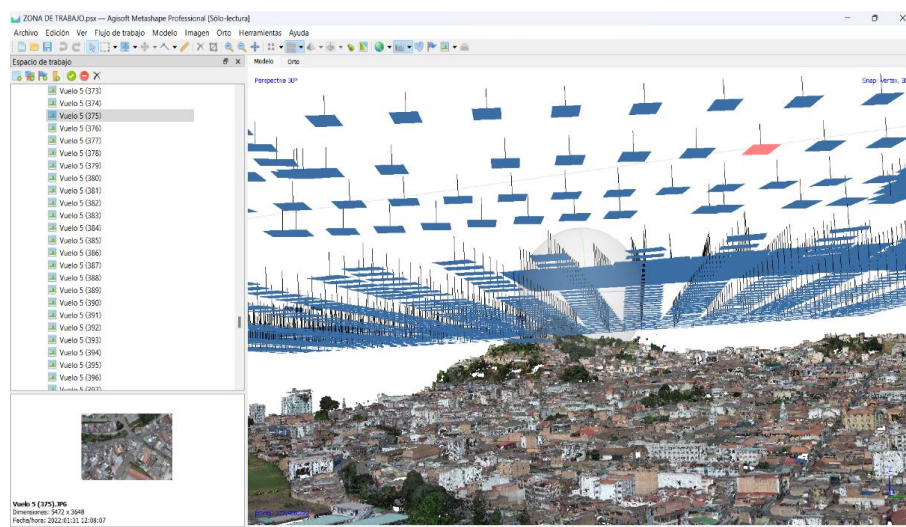
Ilustración 36 *Extracción de las Fotografías*



Nota: la ilustración representa la incorporación de las fotografías al programa Agisoft Metashape y como son procesadas por el software, Tomado de: *(Agisoft Metashape Professional)*

La obtención de la malla completa de puntos en la cual podemos evidenciar el modelo del terreno a trabajar nos crea una nube de puntos, donde se logra evidenciar la toma de las fotografías, los traslapes, marcación de las fotos y el recorrido hecho por el drone.

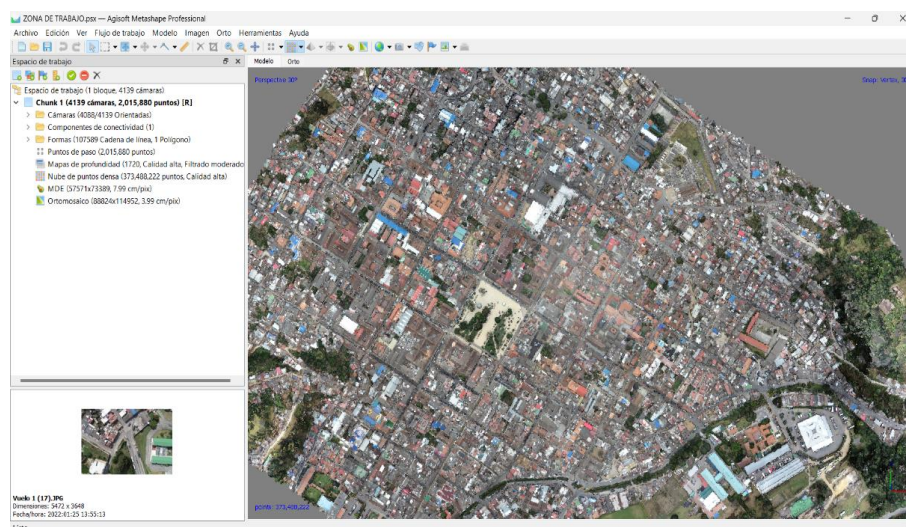
Ilustración 37 *Optimizado con Puntos*



Nota: la ilustración se puede evidenciar el modelo del terreno a trabajar. Visualizando así, el levantamiento de la parte, además de la ubicación en el mapa, Tomado de: (Agisoft Metashape Professional)

Al trabajar el modelo con las fotografías observamos la parte del terreno diferencial del proyecto, lo que hace que sea más fácil identificar los puntos de interés. Ubicado los puntos de apoyo de las fotografías correspondientes se procedió a mejorar el modelo.

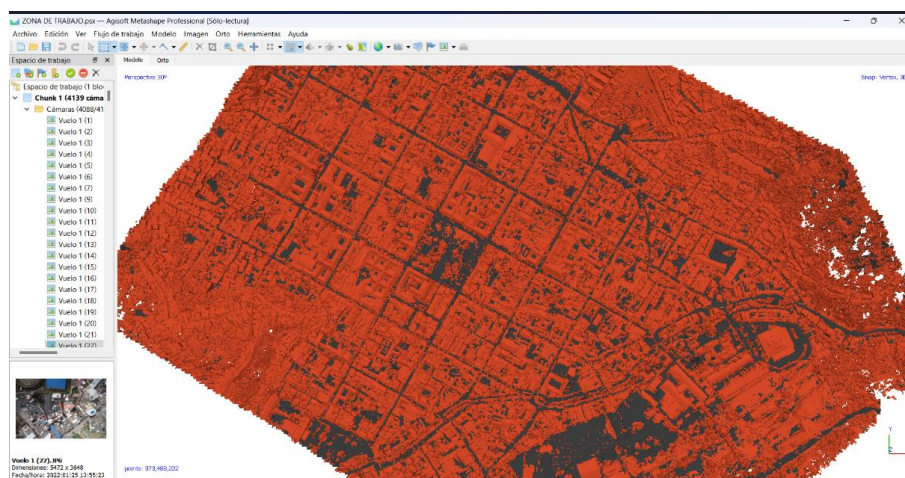
Ilustración 38 Fotogramétrica nube de puntos densa



Nota: la ilustración se puede evidenciar la nube de puntos densa. Visualizando así, el mapa de la zona de estudio con una mejor perspectiva, Tomado de: (Agisoft Metashape Professional).

El desarrollo del modelo digital del terreno en la zona de estudio se elaboró una clasificación y filtrado de la nube de puntos densa, ya que el modelo digital de superficie contiene información de todos los objetos de la superficie. El cual se tomó como prioridad edificaciones y firmes sobre carretera, realizando las ediciones pertinentes para determinar la topografía en la zona de estudio.

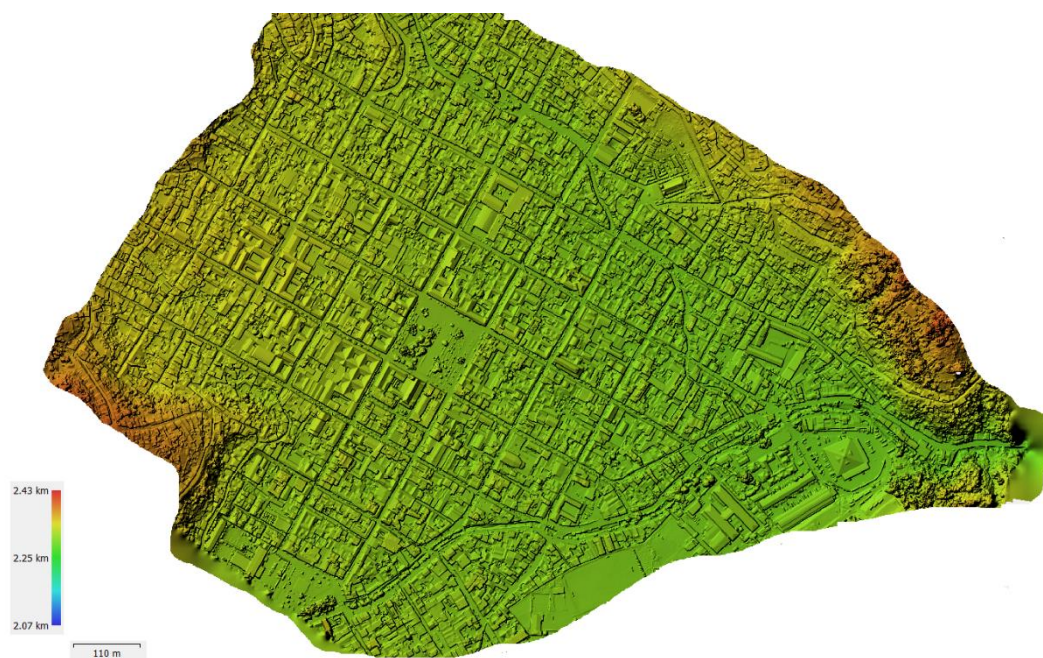
Ilustración 39 Clasificación y filtrado de la nube de puntos densa.



Nota: la ilustración se puede evidenciar la clasificación de los puntos. las partes anaranjadas como edificaciones y las grises como firmes de carretera o terreno. Tomado de: (Agisoft Metashape Professional)

Esta es la parte final del proceso en donde a partir de la nube de puntos densa se generaron los resultados como la ortofoto, modelo 3d, modelos digitales y curvas de nivel.

Ilustración 40 *Generación de Modelo Digital de Superficie.*



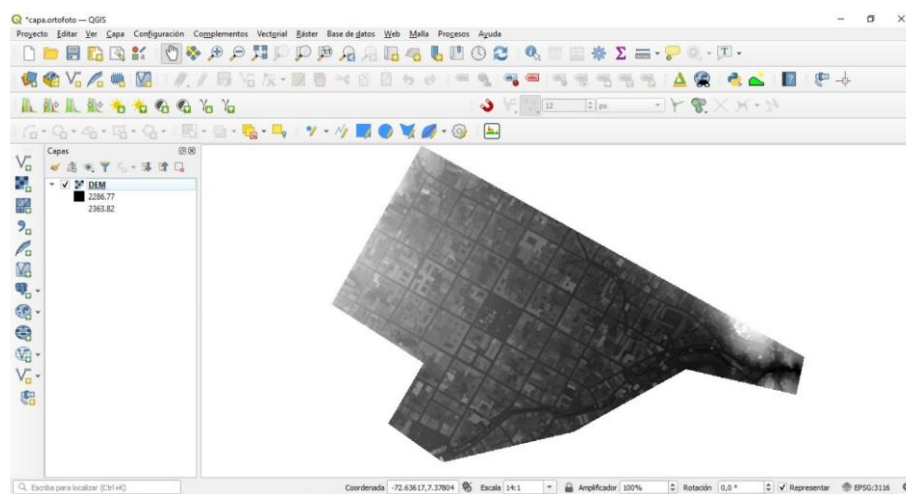
Nota: la ilustración se puede evidenciar la topografía del terreno. Considerando el firme de carretera para la generación del DEM. Tomado de: (Agisoft Metashape Professional)

Ilustración 41 *Generación de Ortofoto*

Nota: la ilustración se puede evidenciar la ortofoto del terreno. Donde se visualiza una toma aérea de la zona de estudio en alta calidad. Tomado de: *(Agisoft Metashape Professional)*.

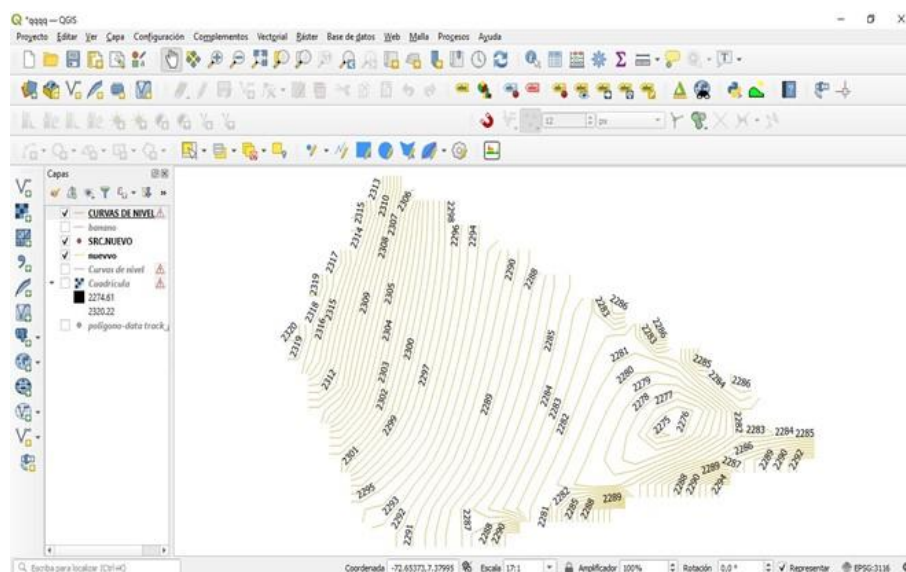
Los datos que se evidencia en las anteriores ilustraciones. Se extrajeron teniendo en cuenta la etapa final del procesamiento de la información adquirida en donde a partir de la nube de puntos densa se generaron los resultados como el modelo digital de elevación y la ortofoto. Una vez realizado este proceso, implementaremos el DEM.

Ilustración 42 DEM obtenido del software Agisoft Metashape Professional, importado a QGIS 3.16



Nota: Procedemos a cargarlos al software QGIS 3.16, donde a partir del DEM se obtuvieron las curvas de nivel y cotas del terreno.

Ilustración 43 Curvas de nivel, cotas terreno de la ciudad de pamplona-Norte de Santander.



Una vez elegidos los parámetros que queremos (archivo de salida y distancia entre las líneas), obtendremos el archivo vectorial mostrado en la ilustración 41, el cual son indispensables, para la realización del plano catastral en AutoCAD y para conmutar la edición que los pozos y colectores trazados queden auto ensamblados y georreferenciados junto con la imagen "tif" y así ser exportados al software del modelo de gestión de aguas pluviales.

Conjuntamente a partir del modelo digital de elevación de las curvas de nivel generadas con las imágenes capturadas con el drone, se debe realizar el proceso de interpolación de elevaciones.

Este plano se creó a partir de fotografías aéreas y satelitales digitales, mediante software Agisoft Metashape Professional y puntos de control del terreno en la zona de estudio.

El levantamiento topográfico se obtiene un terreno montañoso, con pendientes pronunciadas, este plano se convierte en un instrumento elemental para el desarrollo del catastro de redes, este permite disponer de una vista global del área urbana, destacando aspectos como calles, manzanas, parques, áreas residenciales, áreas comerciales e institucionales entre otros. A la hora de conseguir la base cartográfica para el plano.

5.1.4. Base de Datos de la Red de Alcantarillado.

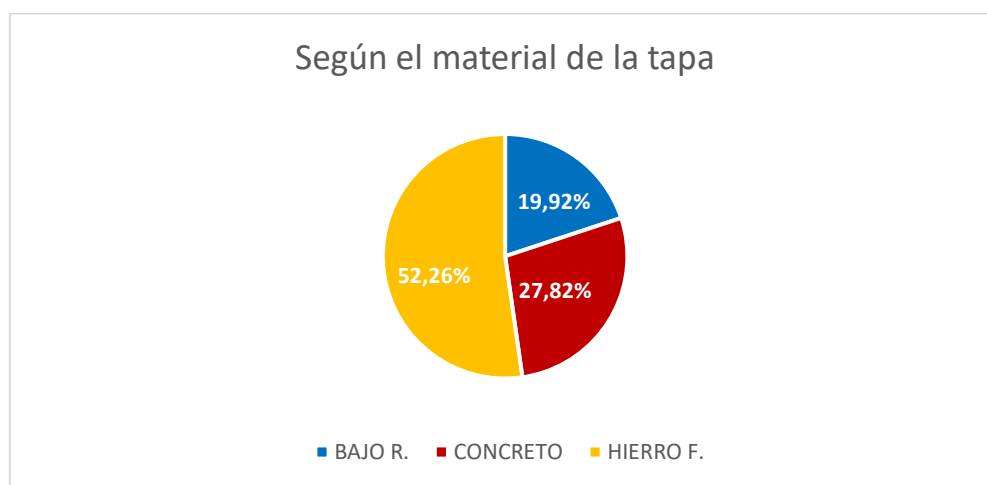
La Base de Datos permite describir los objetos que la forman a través de características básicas: atributos, localización y componentes. Los atributos representan características de los objetos que nos permiten saber qué es lo que son. La localización, representada por la geometría del objeto y su ubicación espacial de acuerdo con un sistema de referencia, permite saber dónde está el objeto y qué espacio ocupa. Por último, los componentes definidos por medio de las relaciones conceptuales y espaciales entre los objetos más relevantes encontradas en los pozos de inspección. Tras este análisis de los formatos se representan en el anexo (1), el pozo (PZ 1) el cual tendrá el Formato debidamente diligenciado.

5.1.5. Clasificación de los Pozos.

A continuación, se presentan de manera tabulada las características más relevantes encontradas en los pozos de inspección en el siguiente Anexos (2) ESPECIFICACIONES DE POZOS; por tanto, contiene datos como profundidad, material de la tapa, estado del pozo, ancho del pozo, conexión del pozo, cota terrena y cota fonda. Por el cual se pueden realizar los siguientes análisis.

- Clasificación según el material de la tapa: Para hacer la clasificación de los pozos según el material de la tapa se estimaron en 3 categorías los cuales se conformaron de la siguiente manera:
 - Tipo 1. Menores a 1.4 m
 - Tipo 2. 1.4 m a 2.0 m
 - Tipo 3. Mayores a 2.0 m

Ilustración 44 Grafica de porcentaje según el material de la tapa



Nota: El 52.26% de las tapas de los pozos que conforman el sistema de alcantarillado en la zona central son de hierro fundido, lo que es favorable al funcionamiento puesto que cuentan con agujeros que sirven de ventilación.

Ilustración 45 Tapa de hierro fundido de los pozos de inspección



Ilustración 46 Tapa de concreto con aro metálico de los pozos de inspección



Ilustración 47 Tapas de pozos bajo rasantes



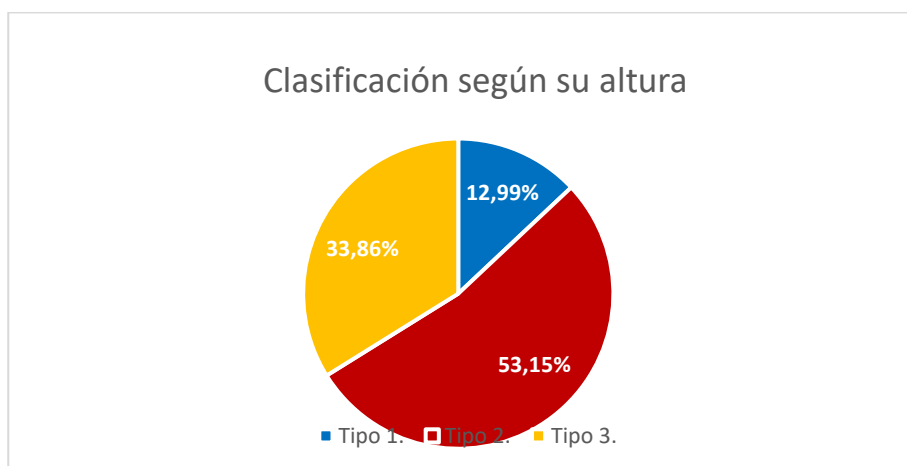
Nota: Tapas de pozos bajo rasantes difícil de identificar y caracterizar, ya que se encuentran por debajo de la rasante de las vías existentes.

- Clasificación según su altura:

Para hacer la clasificación de los pozos según la altura se estimaron en 3 categorías los cuales se conformaron de la siguiente manera:

- Tipo 1. Menores a 1.4 m
- Tipo 2. 1.4 m a 2.0 m
- Tipo 3. Mayores a 2.0 m

Ilustración 48 *Grafica de porcentaje según la profundidad del pozo*



De acuerdo con los resultados obtenidos, podemos establecer que los pozos tipo 1, equivalentes a un 12.99% con altura menor a 1.4 metros no cumplen con la altura mínima establecida por la norma; por ende, las tuberías de llegada y salida de estos pozos tampoco cumplen la norma, puesto que se encuentran a menos de 1.2 metros de profundidad en las vías. Por lo que lo ideal sería rediseñar dichos pozos y llevarlos a cumplir con las especificaciones mínimas requeridas.

Ilustración 49 Pozos de inspección en profundidades menores 1.4 m



Ilustración 50 Pozos de inspección en profundidades entre 1.4 m a 2.0 m



Ilustración 51 Pozos de inspección en profundidades superiores 2.0 m

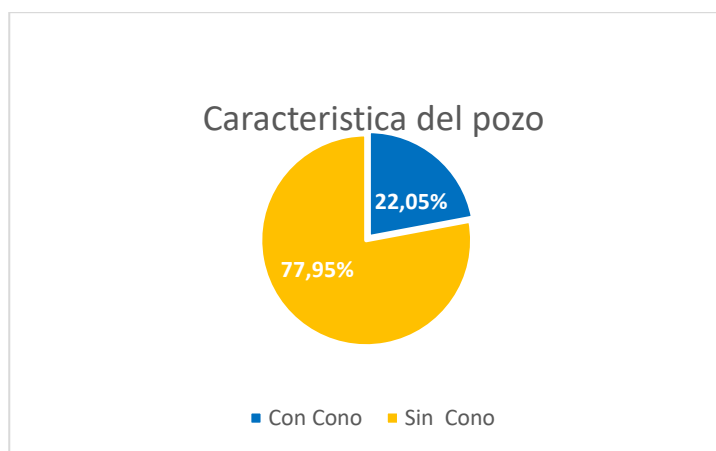


- Clasificación según su característica:

Reducción tipo cono.

No tiene reducción.

Ilustración 52 *Grafica de porcentaje según la característica del pozo.*



Nota: Tan solo el 22.05% de los pozos cuenta con cono en su estructura, el cual es el encargado de conectar la estructura con el exterior y permitir un mejor acceso al fondo de los pozos para su mantenimiento.

Ilustración 53 *Reducción tipo cono; No tiene reducción.*



- Condición de caídas hidráulicas:

Ilustración 54 Pozos con caída hidráulica.



En la zona de estudio se presentaron muy pocos pozos con caídas hidráulicas, cada una a distintas alturas y disponiendo de flujo de manera distinta a la convencional

- Presencia de box culvert:

Ilustración 55 Pozos de inspección d Box Culvert



Los Box culvert contemplados pertenecen a la quebrada y a cauces que atraviesan el municipio perteneciente a los barrios periféricos de la ciudad de pamplona.

Pozos inundados:

Ilustración 56 Pozos inundados por diseño.



Se encontraron pozos de inspección que funcionan por rebosamiento y disponen de dos puntos de descarga, el primero cumple con la función de descargar de aguas residuales y el segundo entra en función con respecto al incremento de caudal por precipitaciones de aguas lluvias.

5.1.6. Clasificación de los Colectores.

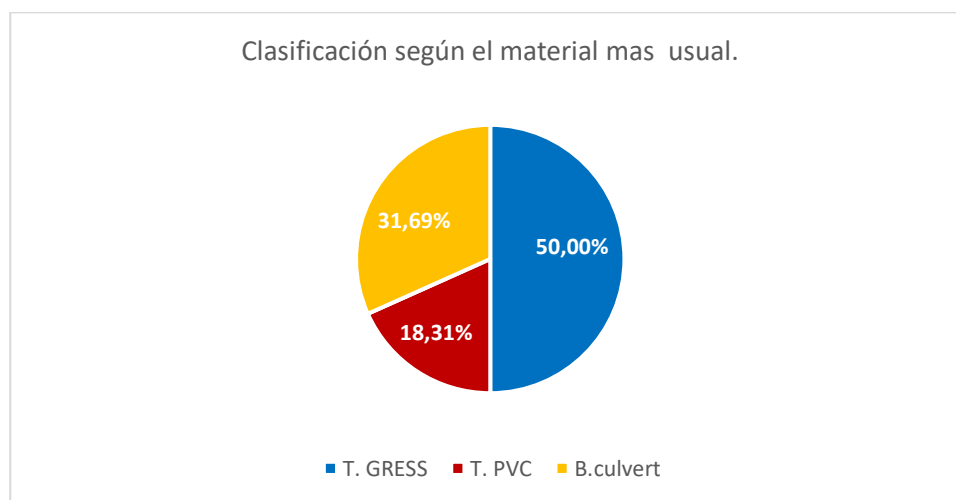
Anexo (3) ESPECIFICACIONES DE COLECTORES; por tanto, contiene datos como tipo de material, longitud, cota salida y cota de entra.

- Clasificación según el material:

Para hacer la clasificación de los colectores según el material se estimaron en base a la longitud y material, en 3 categorías los cuales se conformaron de la siguiente manera:

- Tipo 1. Tubería de Gres.
- Tipo 2. Tubería de PVC.
- Tipo 3. B. culvert.

Ilustración 57 Grafica de porcentaje de tuberia que predomina en la zona central.



Nota: Dentro de la zona de estudio el 50.00% que corresponde a una longitud de 6850 m de la red cuenta con tubería en Gress con diámetros entre 6 a 24 pulgadas, en gran parte de los tramos de la

zona central, el 31.69% que corresponde a una longitud de 4342 m de la red cuentas con canales en concreto o de mampostería revestida en distintos recorrido en la zona central y el 18.31% que corresponde a una longitud de 2508 m de la red cuentas con tubería en PVC con diámetros entre 6 a 30 pulgadas, generalmente ubicadas en zonas reformadas recientemente en el casco urbano de la ciudad.

5.1.7. Plano Catastral en AutoCAD

El plano en general contiene la configuración geográfica del área de servicio de alcantarillado, se refleja la geografía urbana de forma actualizada, de tal manera que este plano se ligue a un proceso de actualización constante y de uso cotidiano.

Teniendo en cuenta las especificaciones e información relevante para un adecuado y fácil manejo, la incorporación de las redes se categorizó según el material por color y se especificaron cada uno de los elementos que conforman el plano catastral y una vez finalizado el trazado se traslada y consolida la información en el plano general de la red como se puede apreciar en el Anexo (8).

5.1.8. Análisis del Modelo de la Red de Alcantarillados.

La modelación se realizó a partir de los datos obtenidos del catastro realizado en la zona central de la ciudad pamplona - Norte de Santander, y se tiene en cuenta los siguientes parámetros de caudales, volumen del flujo, cota fonda, cota terrena, profundidad del pozo, diámetros tuberías, vertederos y su precipitaciones, se tomó un tiempo no mayor a 2 horas, esta información se tomó de la página del IDEAM, donde se puede observar bajas precipitaciones en las diferentes horas en la ciudad de Pamplona-Norte de Santander, para verificar la distribución de agua residuales combinadas manejadas en la zona de estudio.

Se decidió tomar los tramos mostrados en las ilustraciones más adelante para el análisis de la red de alcantarillado por sus características diferentes a lo largo del camino. Los tramos seleccionados para mostrar sus perfiles son; el pozo 96 al vertimiento final EF1 por su buen funcionamiento y se puede observar en la siguiente ilustración y del pozo 10 al pozo 180 se toma por estar en parte superior del parque y pasa por toda la zona central del proyecto y se puede observar su funcionamiento adecuado y por lo misma situación se tomó el tramo del pozo38 y la salida ef7 que se encuentra en el sector de la plazuela Almeida. Y el tramo Debidamente se toma el tramo del pozo 88 y ef3 por rebosamiento. Para la modelación se tomó un tiempo de 2 horas con intervalos de 5 minutos donde se observa los diferentes rangos de flujo.

SWMM 5.1 - proyecto.inp - [Profile: Node PZ96 - EF1]

File Edit View Project Report Tools Window Help

Project Map

Themes

Subcatchments

Area

Nodes

Invert

Links

Max. Depth

Time Period

Date

06/08/2023

Time of Day

00:05:09

Elapsed Time

0:00:05:00

Animator

Auto-Length: Off

Offset: Deeth

Flow Units: LPS

Zoom Level: 80%

X/Y: 1158043.579 1307670.594

06/08/2023 00:05:09

Water Elevation Profile: Node PZ96 - EF1

Elevation (m)

Distance (m)

Nodes: PZ96, PZ97, PZ98, PZ99, PZ103, PZ946, PZ945, PZ132, PZ131, PZ126, PZ124, PZ123, EF1

Profile points (Distance, Elevation):

Node	Distance (m)	Elevation (m)
PZ96	10	2.285
PZ97	20	2.284
PZ98	45	2.283
PZ99	90	2.282
PZ103	110	2.281
PZ946	130	2.280
PZ945	140	2.279
PZ132	190	2.278
PZ131	280	2.277
PZ126	320	2.276
PZ124	350	2.275
PZ123	370	2.274
EF1	420	2.273

SWMM 5.1 - project:ing - Profile: Node P296 - EF1

File Edit View Project Report Tools Windows Help

Project Map

Themes

Subcatchments

Area

Nodes

Invert

Links

Max. Depth

Time Period

Date

06/08/2023

Time of Day

01:25:00

Elapsed Time

0.01:25:00

Animator

Water Elevation Profile: Node P296 - EF1

Elevation (m)

2.295

2.290

2.285

2.280

2.275

2.270

2.265

2.260

2.255

2.250

2.245

2.240

2.235

2.230

2.225

2.220

2.215

2.210

2.205

2.200

2.195

2.190

2.185

2.180

2.175

2.170

2.165

2.160

2.155

2.150

2.145

2.140

2.135

2.130

2.125

2.120

2.115

2.110

2.105

2.100

2.095

2.090

2.085

2.080

2.075

2.070

2.065

2.060

2.055

2.050

2.045

2.040

2.035

2.030

2.025

2.020

2.015

2.010

2.005

2.000

1.995

1.990

1.985

1.980

1.975

1.970

1.965

1.960

1.955

1.950

1.945

1.940

1.935

1.930

1.925

1.920

1.915

1.910

1.905

1.900

1.895

1.890

1.885

1.880

1.875

1.870

1.865

1.860

1.855

1.850

1.845

1.840

1.835

1.830

1.825

1.820

1.815

1.810

1.805

1.800

1.795

1.790

1.785

1.780

1.775

1.770

1.765

1.760

1.755

1.750

1.745

1.740

1.735

1.730

1.725

1.720

1.715

1.710

1.705

1.700

1.695

1.690

1.685

1.680

1.675

1.670

1.665

1.660

1.655

1.650

1.645

1.640

1.635

1.630

1.625

1.620

1.615

1.610

1.605

1.600

1.595

1.590

1.585

1.580

1.575

1.570

1.565

1.560

1.555

1.550

1.545

1.540

1.535

1.530

1.525

1.520

1.515

1.510

1.505

1.500

1.495

1.490

1.485

1.480

1.475

1.470

1.465

1.460

1.455

1.450

1.445

1.440

1.435

1.430

1.425

1.420

1.415

1.410

1.405

1.400

1.395

1.390

1.385

1.380

1.375

1.370

1.365

1.360

1.355

1.350

1.345

1.340

1.335

1.330

1.325

1.320

1.315

1.310

1.305

1.300

1.295

1.290

1.285

1.280

1.275

1.270

1.265

1.260

1.255

1.250

1.245

1.240

1.235

1.230

1.225

1.220

1.215

1.210

1.205

1.200

1.195

1.190

1.185

1.180

1.175

1.170

1.165

1.160

1.155

1.150

1.145

1.140

1.135

1.130

1.125

1.120

1.115

1.110

1.105

1.100

1.095

1.090

1.085

1.080

1.075

1.070

1.065

1.060

1.055

1.050

1.045

1.040

1.035

1.030

1.025

1.020

1.015

1.010

1.005

1.000

0.995

0.990

0.985

0.980

0.975

0.970

0.965

0.960

0.955

0.950

0.945

0.940

0.935

0.930

0.925

0.920

0.915

0.910

0.905

0.900

0.895

0.890

0.885

0.880

0.875

0.870

0.865

0.860

0.855

0.850

0.845

0.840

0.835

0.830

0.825

0.820

0.815

0.810

0.805

0.800

0.795

0.790

0.785

0.780

0.775

0.770

0.765

0.760

0.755

0.750

0.745

0.740

0.735

0.730

0.725

0.720

0.715

0.710

0.705

0.700

0.695

0.690

0.685

0.680

0.675

0.670

0.665

0.660

0.655

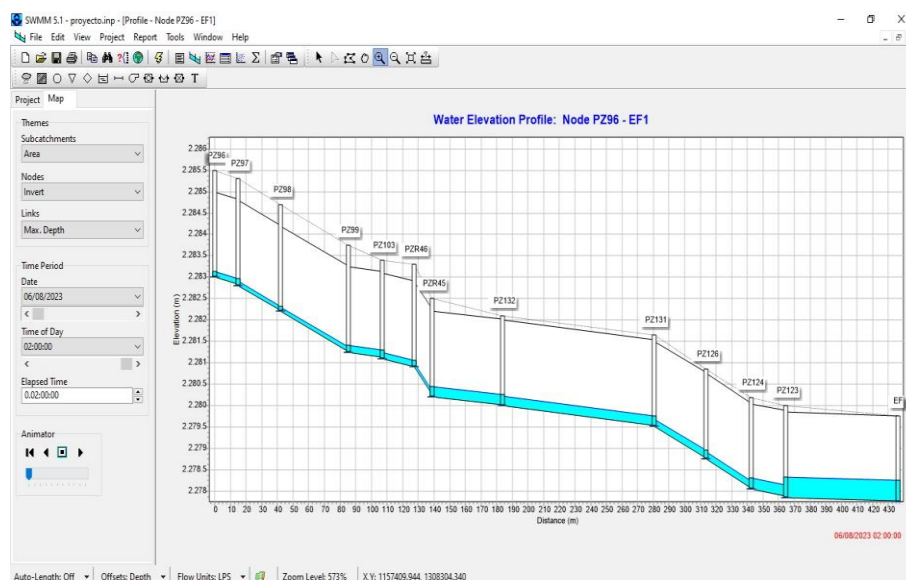
0.650

0.645

0.640

0.635

Ilustración 60 Perfil lámina de agua (Tiempo 2 horas) Fuente: EPA SWMM



Se presenta la modelación del perfil de elevación del pozo 96 al EF1 de la red de alcantarillado de la ciudad de Pamplona-Norte de Santander para los diferentes lapsos de tiempos de 5 minutos, 85 minutos y 2 horas de precipitaciones, donde se observa la eficacia de los pozos, en drenar las aguas adecuadamente para evitar reboses en la red de alcantarillado. En el transcurso del tiempo de 0 a 5 minutos se puede observar poco comportamiento en la lámina de agua que contiene un caudal de tiempo seco (LPS) y la suma de la precipitación en ese lapso y su flujo es poco. Al pasar 25 minutos se observa un mayor cauce en la tubería y se puede observar el buen funcionamiento de la red de alcantarillado en este tiempo y para finalizar el recorrido de 2 horas de cauce se observa un mayor comportamiento en la lámina de agua y que empieza a descender en emisario final EF1 con buenas condiciones.

5.1.10. Tramo Comprendido Entre el Pozo 10 y Pozo 186.

Ilustración 61 Perfil lámina de agua (Tiempo 0-5 minutos) Fuente: EPA SWMM

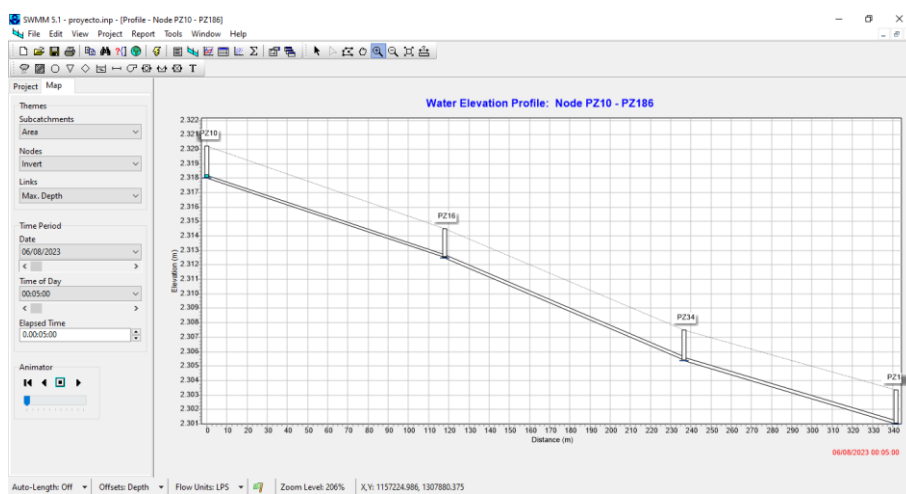


Ilustración 62 Perfil lámina de agua (Tiempo 1 hora) Fuente: EPA SWMM

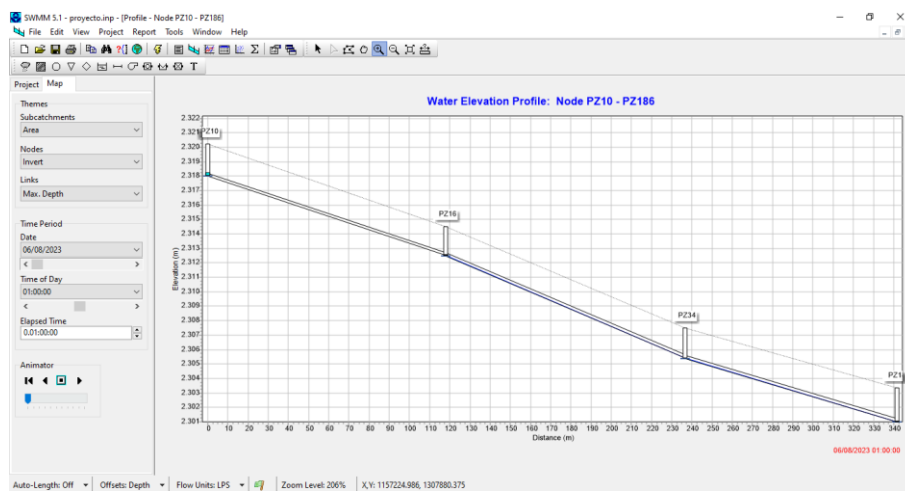
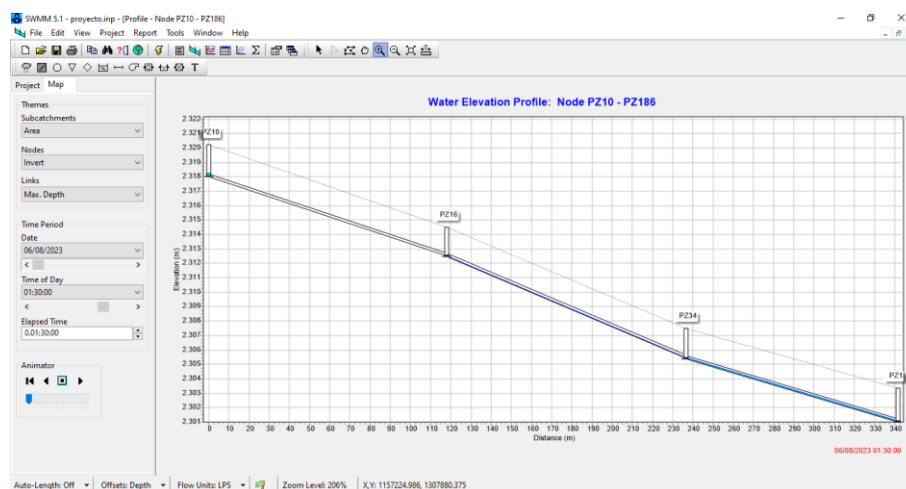


Ilustración 63 Perfil lámina de agua (Tiempo 1:30 min) Fuente: EPA SWMM



Se presenta el perfil de elevación entre el pozo 10 al pozo 186 de la red de alcantarillado de la ciudad de Pamplona - Norte de Santander para los diferentes de tiempos, cinco minutos, una hora, y una hora y media, se analizó su comportamiento frente a precipitaciones y caudales sanitarios presentados en esta red, donde se observa poca cantidad de agua en la red debido a que no recoge mucho caudal de las viviendas y de las lluvias a los pozos seleccionados (PZ10, PZ16, PZ34, PZ186) para drenar las aguas adecuadamente por lo tanto no se observan reboses en la red de alcantarillado.

5.1.11. Tramo Compreendido Entre el Pozo 38 y la Salida Ef7.

Ilustración 64 Perfil lámina de agua (Tiempo 0-5 minutos) Fuente: EPA SWMM

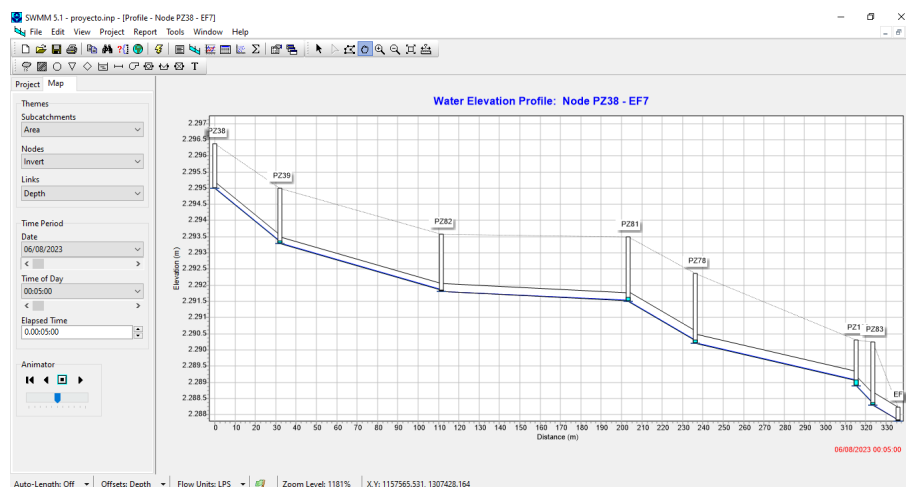


Ilustración 65 Perfil lámina de agua (Tiempo 1:20 h/min) Fuente : EPA SWMM

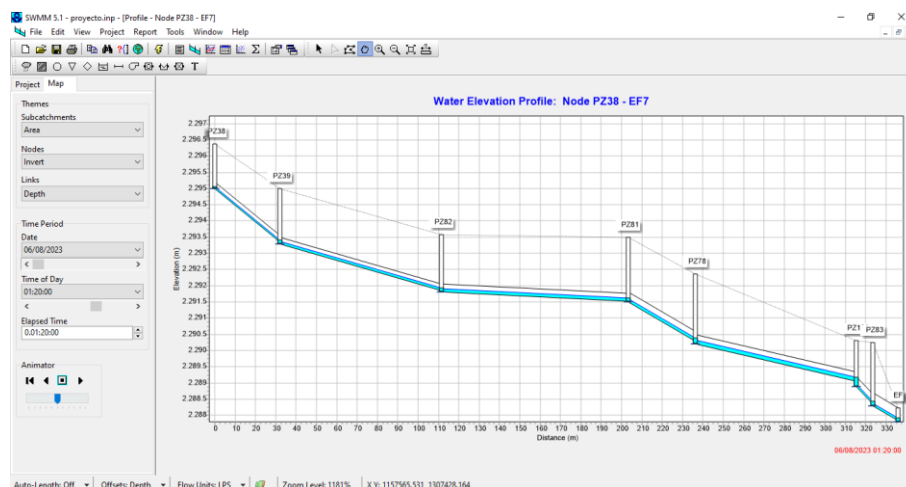
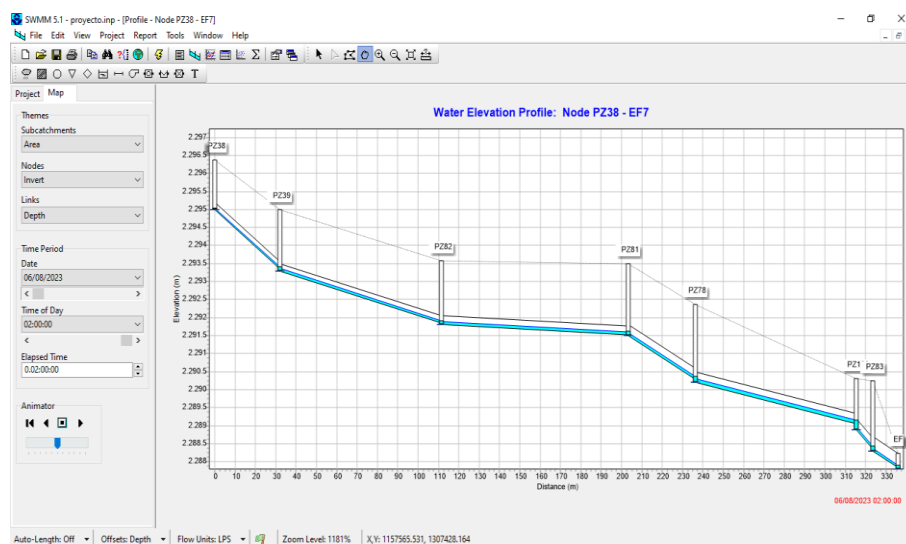


Ilustración 66 Perfil lámina de agua (Tiempo 2 horas) Fuente : EPA SWMM



Los perfiles mostrados son respectivos a su modelación del tramo PZ38 a EF7 donde se observa muy poco moviente de la lámina de agua a en sus diferentes lapsos de tiempo de las precipitaciones donde no se observa rebosamiento y por ser una zona comercial y no tanto residencial.

En el tiempo de 5 minutos a 1:20 hora/minutos se ve un incremento considerado en la lámina de agua en las tuberías, pero no se produce ninguna saturación en este perfil y a las 2 horas va disminuyendo su cauce en la red pero si está en buen funcionamiento la red.

5.1.12. Tramo Comprendido Entre el Pozo 88 y Ef3.

Ilustración 67 Perfil lámina de agua (Tiempo 0-5 minutos) Fuente: EPA SWMM

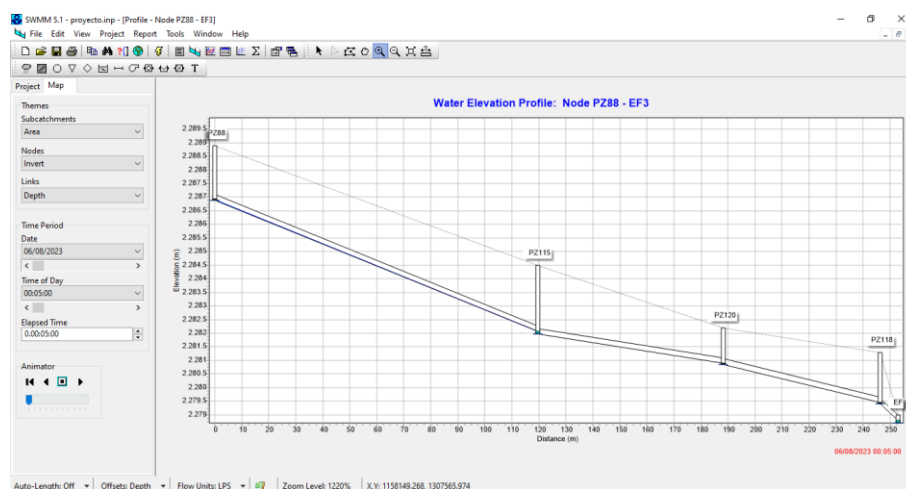


Ilustración 68 Perfil lámina de agua (Tiempo 1 hora) Fuente: EPA SWMM

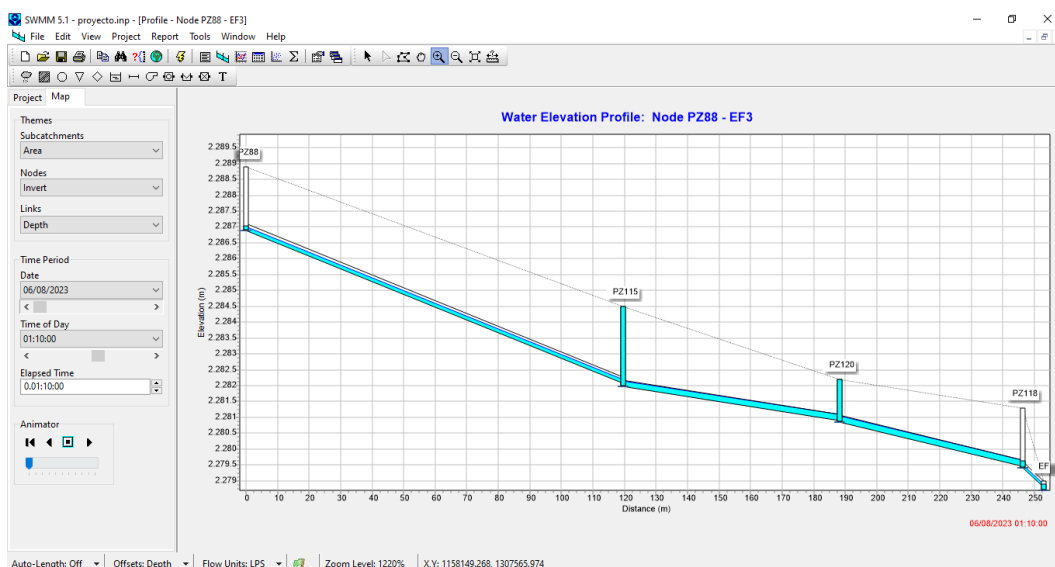
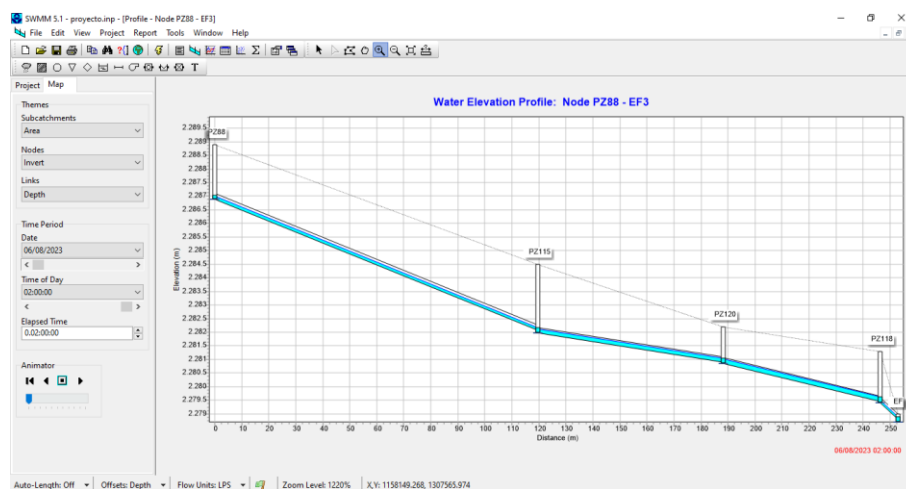


Ilustración 69 Perfil lámina de agua (Tiempo 2 horas) Fuente : EPA SWMM



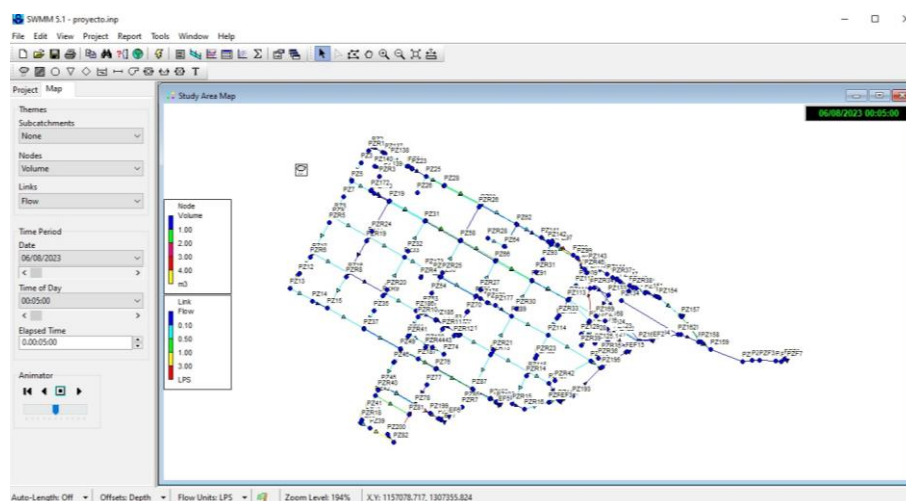
En el perfil del pozo 88 al EF3 se puede observar que hay un rebosamiento en los pozos 115 y pozos 120 cuando transcurre una hora y diez minutos está en su mayor cauce, esto debido al diámetro del canal (0.50m*0.60m) que es muy pequeño o el cauce que le llega en ese tiempo es mayor al que puede manejar la red y esto también puede afectar la vías en provocar inundaciones en los sectores cercanos.

5.2. Modelación en Tres Escenarios Diferentes

5.2.1. Modelación Sanitaria

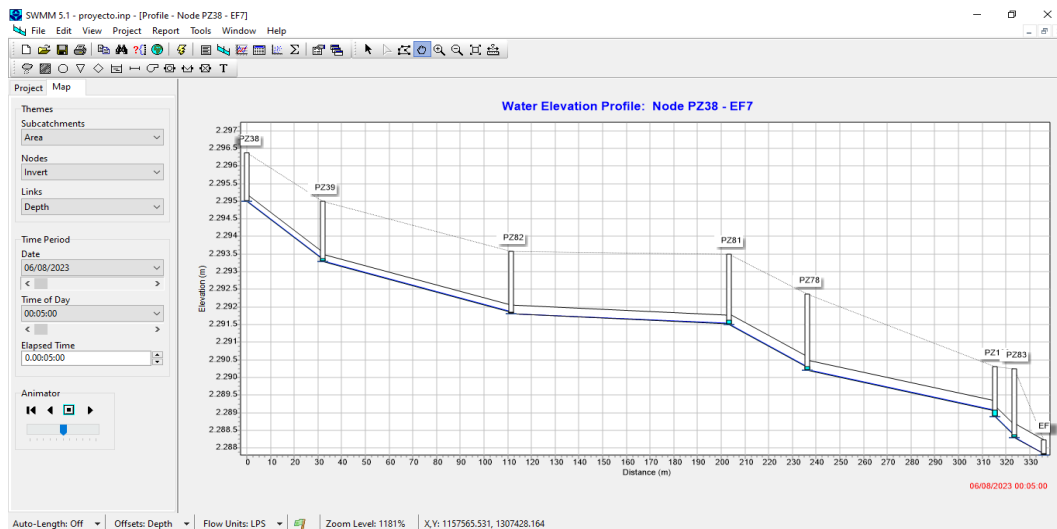
Se observa una modelación con el software SWMM en los cuales se muestra el funcionamiento de la red sanitaria de la zona de central de pamplona.

Ilustración 70 zona de estudio aguas sanitarias Fuente: EPA SWMM



Se observó pocos cambios en las tuberías y pozos de alcantarillado en la zona de estudio, según la modelación realizada por el software SWMM se determinó que el caudal por aguas residuales es menor al pluvial cuando se modela el programa y que esta es una zona muy comercial y poco doméstica. Debidamente se observa el buen funcionamiento de la red sanitaria en tramo

Ilustración 71 Perfil de aguas sanitaria Fuente: EPA SWMM

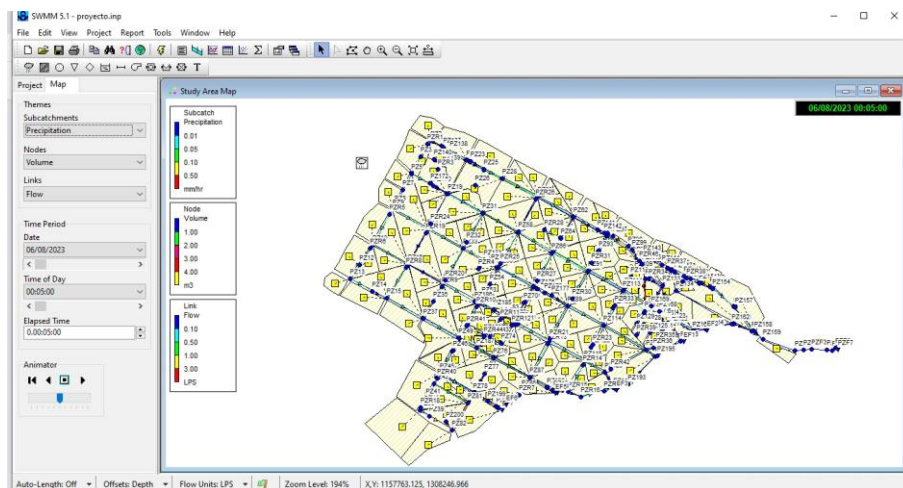


Nota: Se observa el poco flujo que recorre el caudal sanitario en la red de alcantarillado en la zona de estudio y eso se mantiene por todo el tramo. esto debido a la toma de datos en la mañana donde hay poco funcionamiento de los servicios comerciales en esta zona. Se observa un buen funcionamiento de la red.

5.2.2. Modelación Pluvial

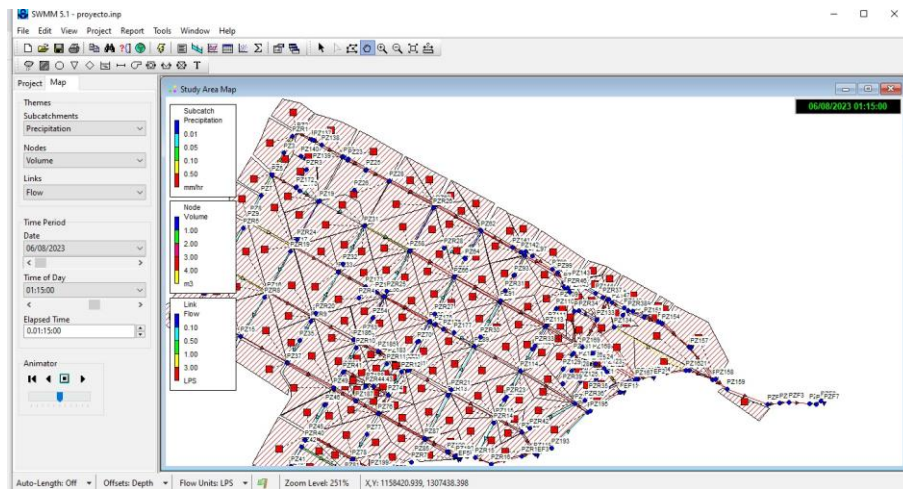
Se observa una modelación con el software SWMM con un pluviómetro que genera precipitaciones en un tiempo de 2 horas para tener una muestra del funcionamiento de la red Pluvial de la zona de central de pamplona.

Ilustración 72 zona de estudio agua pluvial en tiempo de inicio de precipitación



Nota: Se observó unos cambios moderados en las tuberías y pozos de alcantarillado en la zona de estudio en el transcurso del tiempo de 5 minutos, según la modelación realizada por el software SWMM, se determinó que las precipitaciones en la zona son baja intensidad y que las tuberías en caso de solo lluvia cuentan con un buen funcionamiento de la red de alcantarillado.

Ilustración 73 zona de estudio agua pluvial en tiempo de 1:15 h/min de precipitación



Nota: Se observó fuertes cambios en las tuberías y pozos de alcantarillado en la zona de estudio en el transcurso del tiempo de 1:15 h/min, según la modelación realizada por el software SWMM, se determinó que las precipitaciones en la zona son de alta intensidad y que las tuberías en caso siguen su buen funcionamiento de la red de alcantarillado. Ver ilustración 72 e ilustración 73.

Ilustración 74 Perfil de aguas pluviales Fuente: EPA SWMM



Nota: Se observa el más detallada la lámina de agua en el perfil pluvial que en perfil sanitario de la red de alcantarillado en la zona de estudio y eso se mantiene por todo el tramo. Por lo tanto, se puede decir que tiene buen funcionamiento en el momento de más intensidad de lluvia.

5.2.3. Sistema Combinado

Se realizó la modelación en el software SWMM de la red de alcantarillado combinado del proyecto, esto se puede observar en las siguientes ilustraciones 55 a la 58 los cambios en la tubería y pozos de alcantarillado están en su máximo funcionamiento cuando se unen los dos sistemas como pluvial y sanitario para formar una red combinada que en algunos sectores puede generar rebosamientos en las alcantarilla. Por tal motivo se debe estar en constante vigilancia la red para que esta esté funcionando debidamente para su vida útil. Seguidamente se puede observar un perfil donde se ve el funcionamiento de la red en este sistema combinado.

Ilustración 75 Sistema Combinado iniciando precipitación Fuente: EPA SWMM.

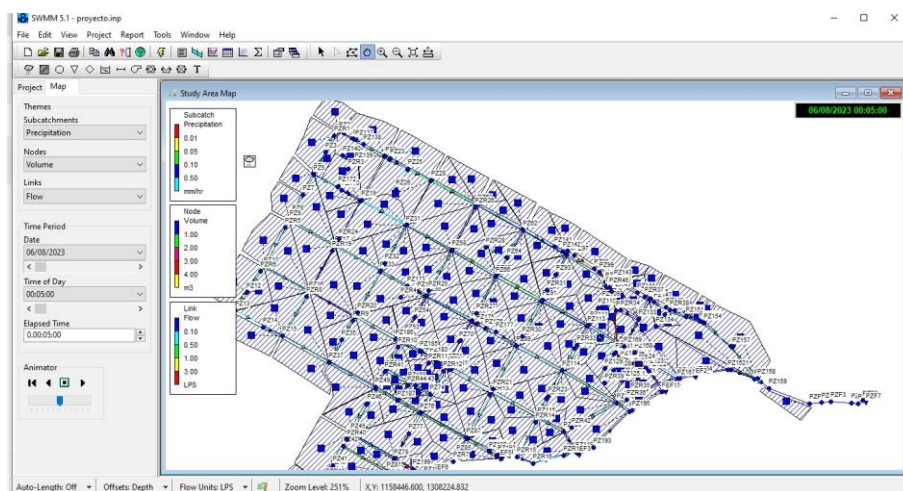


Ilustración 76 Sistema Combinado en lapso de 1:15 h/min Fuente: EPA SWMM

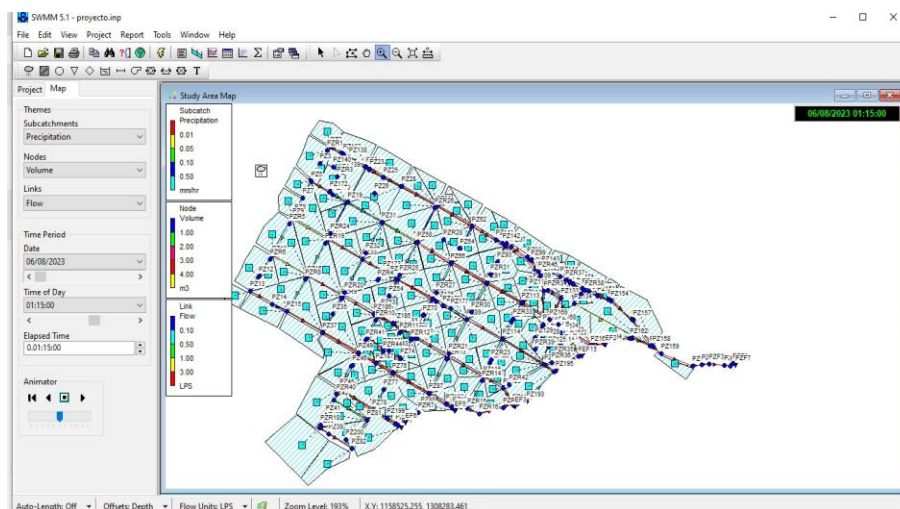


Ilustración 77 Sistema Combinado en lapso de 2 h/min Fuente: EPA SWMM

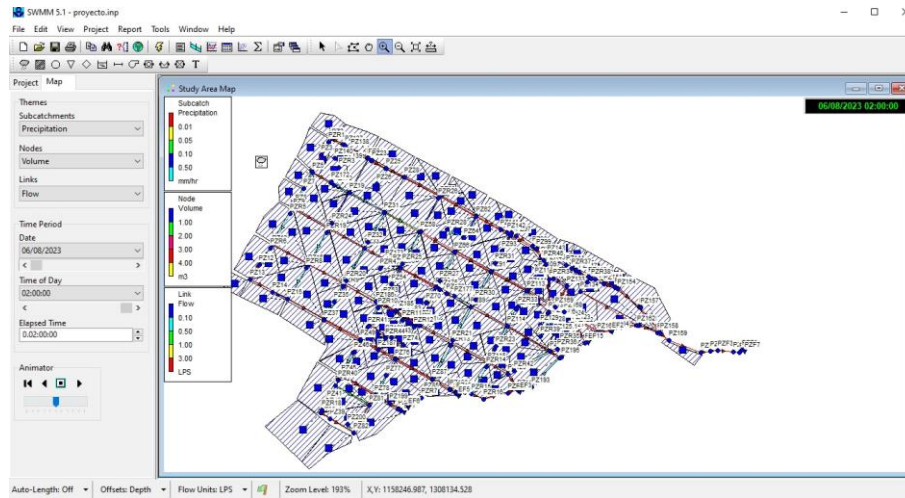
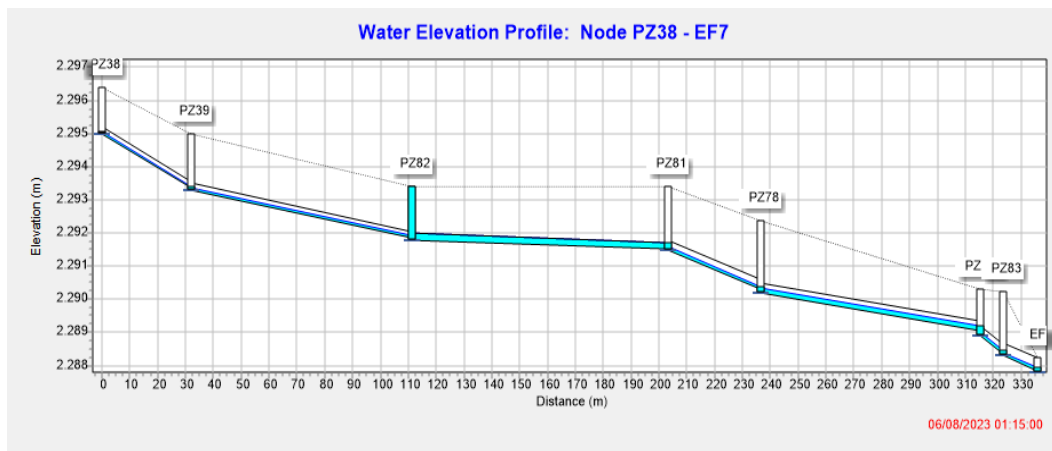


Ilustración 78 Perfil de la red combinada en su máxima intensidad Fuente: EPA SWMM



PARAMETROS DE VARIABLES DE VELOCIDADES,VOLUMEN,FLUIDO.

Se selecciono el tipo variable (volumen,flow,velocidad.etc.) que desea mostrar sus variables en contra del tiempo. según se muestra en la ilustracion 59 siguiente para todas la variables posibles.

Ilustración 79 Selección de la variable Fuente: SWMM

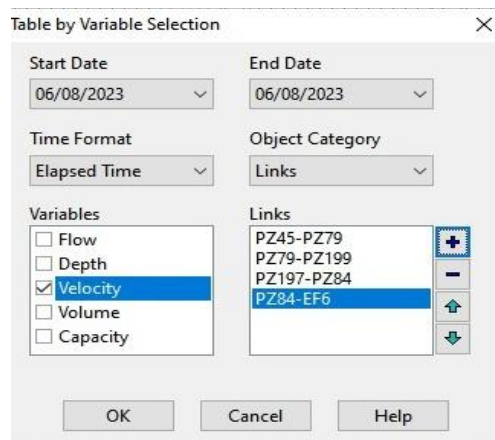


Table by Variable Selection

Start Date: 06/08/2023 End Date: 06/08/2023

Time Format: Elapsed Time Object Category: Links

Variables:

- ☐ Flow
- ☐ Depth
- ☒ Velocity
- ☐ Volume
- ☐ Capacity

Links:

- PZ45-PZ79
- PZ79-PZ199
- PZ197-PZ84
- PZ84-EF6

OK Cancel Help

Ilustración 80 Selección de la variable Fuente: SWMM.

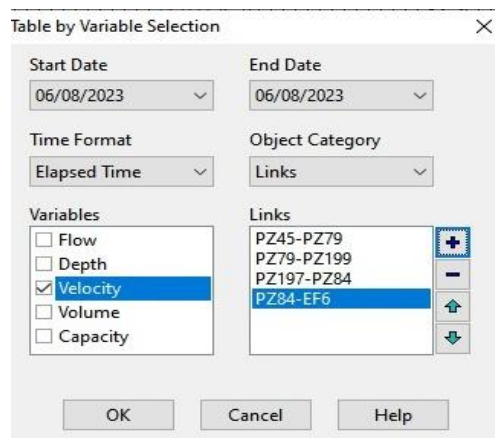


Table by Variable Selection

Start Date: 06/08/2023 End Date: 06/08/2023

Time Format: Elapsed Time Object Category: Links

Variables:

- ☐ Flow
- ☐ Depth
- ☒ Velocity
- ☐ Volume
- ☐ Capacity

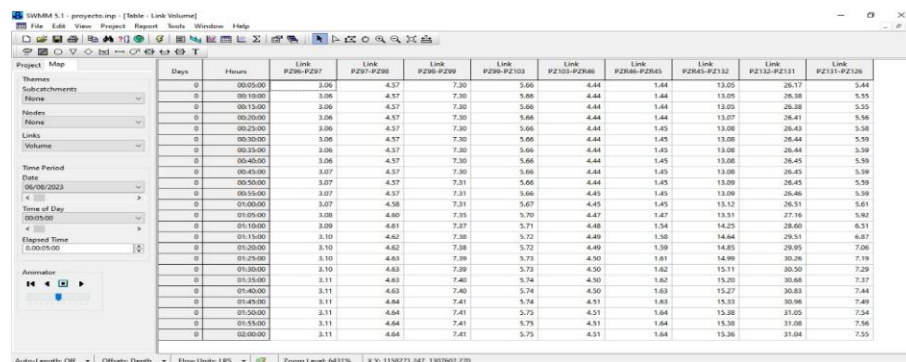
Links:

- PZ45-PZ79
- PZ79-PZ199
- PZ197-PZ84
- PZ84-EF6

OK Cancel Help

Se seleccionó la variable de velocidad primero para mostrar los parámetros de velocidad en los lapsos de tiempos escogidos para la zona de estudio, esto se puede observar en la siguiente ilustración.

Ilustración 81 *Parámetros de velocidades de algunos tramos Fuente: SWMM*



Days	Hours	Link P236-P237	Link P237-P238	Link P238-P239	Link P239-P2103	Link P2103-P2386	Link P2386-P2345	Link P2345-P2132	Link P2132-P2131	Link P2131-P2126
0	00:05:00	3.06	4.37	7.30	5.66	4.44	1.44	13.05	26.17	5.44
0	00:10:00	3.06	4.37	7.30	5.66	4.44	1.44	13.05	26.38	5.55
0	00:15:00	3.06	4.37	7.30	5.66	4.44	1.44	13.05	26.38	5.55
0	00:20:00	3.06	4.37	7.30	5.66	4.44	1.44	13.07	26.41	5.56
0	00:25:00	3.06	4.37	7.30	5.66	4.44	1.45	13.08	26.43	5.58
0	00:30:00	3.06	4.37	7.30	5.66	4.44	1.45	13.08	26.44	5.59
0	00:35:00	3.06	4.37	7.30	5.66	4.44	1.45	13.08	26.44	5.59
0	00:40:00	3.06	4.37	7.30	5.66	4.44	1.45	13.08	26.45	5.59
0	00:45:00	3.07	4.37	7.30	5.66	4.44	1.45	13.08	26.45	5.59
0	00:50:00	3.07	4.37	7.31	5.66	4.44	1.45	13.08	26.45	5.59
0	00:55:00	3.07	4.37	7.31	5.66	4.45	1.45	13.08	26.46	5.59
0	01:00:00	3.07	4.38	7.31	5.67	4.45	1.45	13.12	26.51	5.61
0	01:05:00	3.08	4.40	7.35	5.70	4.47	1.47	13.31	27.16	5.82
0	01:10:00	3.09	4.61	7.37	5.71	4.48	1.54	14.25	28.60	6.51
0	01:15:00	3.10	4.62	7.38	5.72	4.49	1.58	14.64	29.51	6.87
0	01:20:00	3.10	4.62	7.38	5.72	4.49	1.59	14.85	29.95	7.06
0	01:25:00	3.10	4.63	7.39	5.73	4.50	1.61	14.99	30.26	7.19
0	01:30:00	3.10	4.63	7.39	5.73	4.50	1.62	15.11	30.50	7.29
0	01:35:00	3.11	4.63	7.40	5.74	4.50	1.62	15.20	30.60	7.37
0	01:40:00	3.11	4.63	7.40	5.74	4.50	1.63	15.27	30.63	7.44
0	01:45:00	3.11	4.64	7.41	5.74	4.51	1.63	15.31	30.66	7.48
0	01:50:00	3.11	4.64	7.41	5.75	4.51	1.64	15.38	31.05	7.54
0	01:55:00	3.11	4.64	7.41	5.75	4.51	1.64	15.38	31.08	7.56
0	02:00:00	3.11	4.64	7.41	5.75	4.51	1.64	15.38	31.04	7.55

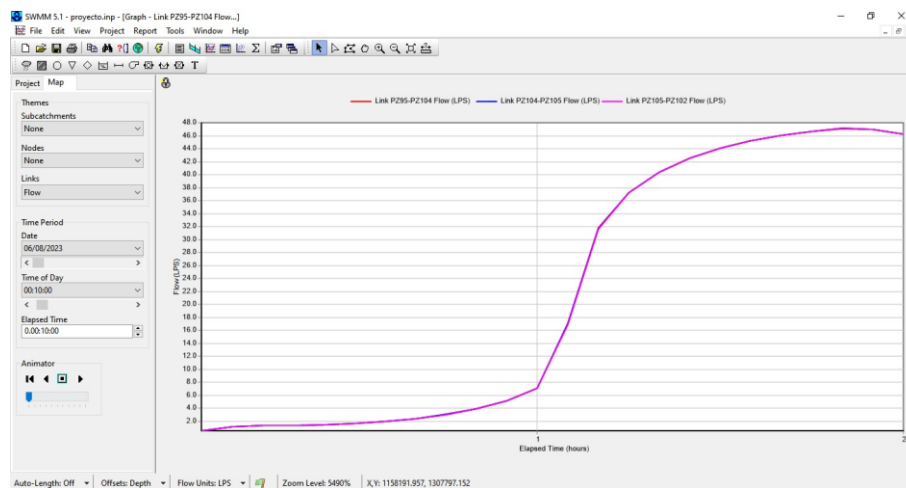
Se analizó las velocidades a través de los tramos mostrados en la imagen anterior, donde se puede observar los cambios de tiempo y se observa la variación de velocidad en el tramo que va aumentado según transcurre el tiempo cuando es mayor.

Ilustración 82 *Parámetros de velocidades de algunos tramos Fuente: SWMM*



Se observa en la ilustración anterior como varia el volumen en el transcurso del tiempo en los colectores mostrados en la imagen, se observa un constante de periodo en los primeros lapsos de tiempo y va aumentando según su capacidad de drenar en el programa.

Ilustración 83 *Flujo vs tiempo Fuente: SWMM.*



Nota: Se observa la variación del fluido a través de tiempo, lo cual se puede observar que hay un aumento considerable del cauce para los colectores mostrados en la ilustración anterior pero todo esto sucede al final del tramo y se puede verificar que empieza a descender luego de 2 horas por la ejecución del programa.

6. CONCLUSIONES

En base a los conocimientos adquiridos se hace un aporte a la ciudad de Pamplona y a la empresa de servicios públicos EmpoPamplona, ya que se suministra la información actualizada y recomendaciones significativas a cerca del funcionamiento de la red de alcantarillado en la zona central de la ciudad.

- Se analizó las fuentes existentes de información digital acorde a los informes de gestión de los años 2017,2018,2019, donde se obtuvo poca información de los catastros anteriores y solo se observa cambios en zonas puntuales de la red, como lo sería la plazuela bolívar y el parque principal Aguea Gallardo de la ciudad de Pamplona y también se presentaron intervenciones por daños presentados en la infraestructura de los colectores en la red, en los cuales se realizaron empalmes de la tubería existente con tubería nueva en la zona afectada, no se cuenta con información, ni registro fotográficos, esta fue suministrad por el ingeniero Mauricio Flores de la empresa de EmpoPamplona.
- A partir de la investigación realizada, se evidencia la falta de información actualizada de la red de alcantarillado de la ciudad de Pamplona, por tal motivo se determinó la zona central de ciudad, en el cual convergen distintos colectores para el transporte de aguas residuales y aguas lluvias desde el lugar en que se generan hasta el emisario final el cual abarca la zona de estudio.

- Los datos recolectados en el desarrollo del levantamiento topográfico realizado con naves no tripuladas (drone), se comprobó de manera eficaz los resultados obtenidos de la zona de estudio, el cual abarca grandes extensiones de terreno de forma rápida y precisa la topografía del terreno, la cual no sería posible con una estación topográfica. Debido al terreno montañoso que presenta la zona de estudio, el cual dispone de pendientes que escalan hasta al 45% en algunos sectores de la zona central, lo cual es un factor de gran influencia en el funcionamiento de las redes de alcantarillado por su topografía.
- Se logró obtener información verídica de los distintos elementos que conforman la red de alcantarillado, luego de observar los datos reflejados por el catastro realizado de los pozos de inspección, además se logró identificar el funcionamiento de las redes de alcantarillado en la zona central de la ciudad, dado que en los últimos años obtuvo un crecimiento en su población y en su infraestructura en la zona central de la ciudad, donde no se han presentado cambios considerables en sus redes de alcantarillado, la mayoría de tramos del alcantarillado cuentan con diseños de colectores que están obsoletos por su tiempo de vida y cuyas dimensiones no cumplen con la norma RAS 0330 del 2017. Solo se han realizado intervenciones en zonas puntuales, de acuerdo a las reparaciones que se han generado en la red por daños que se presentan según las necesidades de la ciudad por tal motivo requiere un mantenimiento y supervisión constante en los pozos y colectores para evitar daños y obstrucciones en la red de alcantarillado.

- A partir del análisis realizado al modelo hidráulico como Epa SWMM, el cual nos permitió evaluar la red de alcantarillado, simulando las condiciones actuales del sistema se puede observar que la red no cumple con los parámetros permitidos por la actual norma 0330 de 2017; el programa modelo y evaluó la red de alcantarillado, se observó el equivalente a los sucesos generados en los eventos hidráulicos de las distintas redes de alcantarillado que conforma la zona central, en cuanto a su infraestructura en algunas zonas no tiene la capacidad necesaria para suplir las necesidades de la ciudad, al presentarse una precipitación se genera rebose del sistema de alcantarillado combinado, debido a las condiciones de mantenimiento de las rejillas que catan el agua en alguno de sus pozos en algunos sectores del casco urbano.
- La modelación evidencio que, en la zona central de Pamplona, el sistema de alcantarillado existente puede verse afectado por picos de esorrentía que pueden llegar intervalos de tiempo de 15 a 120 minutos. Lo que genera que durante estos periodos de tiempo los eventos hidráulicos la red del alcantarillado sea insuficiente en cuanto a su infraestructura en algunos sectores y presente rebose por sus pozos.

7. RECOMENDACIONES

- Se recomienda estar actualizando el catastro de la red de alcantarillado para tener una base de datos actualizada a la hora de buscar información.
- Es de suma importancia que se diseñe por separado las redes de alcantarillado sanitario y alcantarillado pluvial, ya que la ciudad de Pamplona cuenta con un solo alcantarillado para los dos (Alcantarillado combinado).
- Se recomienda generar proyectos para la actualización del sistema de alcantarillado con tuberías con diámetros no menos a 10 pulgadas (0.254 metros) del alcantarillado para cualquier material existente dentro de la red de Pamplona, para así, garantizar el buen funcionamiento.
- Se debe estar actualizando los datos ingresados al software SWMM 5.1 del proyecto ejecutado para tener una modelación más exacta de la red de alcantarillado de la parte central de Pamplona.
- Se recomienda cambiar las dimensiones de los pozos 115 y 120, por motivos de que hay un rebosamiento en estos los pozos, esto debido al diámetro del canal que es muy pequeño o el cauce que le llega en ese tiempo es mayor al que puede manejar la red y esto también puede afectar la vías en provocar inundaciones en los sectores cercanos y mal funcionamiento de la red de alcantarillado en su vida útil.

8. BIBLIOGRAFIA

Alcaldía Municipal de Pamplona, Norte de Santander, Nuestra Alcaldía, secretaria de Planeación, ordenamiento territorial <https://pamplona-nortedesantander.gov.co/NuestraAlcaldia/Paginas/Secretar%C3%ADa-de-Planeaci%C3%B3n.aspx#gsc.tab=0>

EMPOPAMPLONA.S.A.E.S.P.; PAMPLONA, Norte de Santander, servicio de Acueducto, alcantarillado y Aseo; <https://www.empopamplona.com.co/institucional/>
DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO NACIONAL DE ESTADÍSTICA 2005. Disponible en internet:(<http://www.dane.gov.co/>)

BONILLA JAIME, Gustavo Alan. Revisión del sistema de alcantarillado de la zona deportiva dentro de ciudad universitaria, utilizando el software EPA SWMM [en línea]. México D.F. [Citado: 13, octubre, 2014]. Disponible en Internet: <URL: <http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/2459/Tesis.pdf?sequence=1>>.

COLOMBIA. Ministerio de Desarrollo Económico. Resolución no. 1096 de 17 de noviembre de 2000, por la cual se adopta el Reglamento Técnico para el sector de Agua Potable y Saneamiento Básico–RAS

Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico (RAS), Ministerio de Desarrollo Económico, Dirección de Agua Potable y Saneamiento Básico, Bogotá D.C., 2000 <https://www.minvivienda.gov.co/viceministerio-de-agua-y-saneamiento-basico/reglamento-tecnico-sector/reglamento-tecnico-del-sector-de-agua-potable-y-saneamiento-basico-ras>

Resolución 2320, (2009), Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, Resolución Número 2320 del 27 de Noviembre de 2009. <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=38487>

María Giraldo, Universidad de Caldas, Actualización Del Catastro De Redes De Servicios Públicos Acueducto Y Alcantarillado En Los Municipios De Belalcázar, San José, Palestina Y Los Corregimientos De Guaranicito Y Arauca, año de publicación: 2021.(https://repositorio.ucaldas.edu.co/bitstream/handle/ucaldas/17211/Informe%20de%20la%20Practica_MariaJoseGiraldo_2021.pdf?sequence=3&isAllowed=y)

Actualización de los Indicadores y la generación de un diagnóstico técnico de la línea base de la Infraestructura en la prestación de servicios en la prestación de servicios públicos, para el departamento Norte de Santander, Secretaría agua potable y saneamiento básico, Municipio de

Pamplona, mayo de 2014 (<https://www.minvivienda.gov.co/sites/default/files/documentos/guia-de-orientaciones-de-los-recursos-del-sistema-general-de-participaciones-para-agua-potable-y-saneamiento-basico.pdf>)

EPA. (s.f.). Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos . Obtenido de <https://www.epa.gov/water-research/storm-water-management-model-swmm>

GMF. (2005). SWMM modelo de gestión de aguas pluviales .

ITA. (s.f.). ITA. Obtenido de <https://www.epacad.com/epacad-es.php>

Lewis A. Rossman, W. S. (2017). Epanet 2.0 en español.

Andrews, S. Fastqc, (2010). A quality control tool for high throughput sequence data.

Augen, J. (2004). Bioinformatics in the post-genomic era: Genome, transcriptome, proteome, and information-based medicine. Addison-Wesley Professional.

Blankenberg, D., Kuster, G. V., Coraor, N., Ananda, G., Lazarus, R., Mangan, M., ... & Taylor, J. (2010). Galaxy: a web-based genome analysis tool for experimentalists. *Current protocols in molecular biology*, 19-10.

Bolger, A., & Giorgi, F. Trimmomatic: A Flexible Read Trimming Tool for Illumina NGS Data. URL <http://www.usadellab.org/cms/index.php>.

Giardine, B., Riemer, C., Hardison, R. C., Burhans, R., Elnitski, L., Shah, P., ... & Nekrutenko, A. (2005). Galaxy: a platform for interactive large-scale genome analysis. *Genome research*, 15(10), 1451-1455.

Localización del proyecto a Nivel local.(Pamplona). (2023). Google Earth pro. Obtenido de Google Earth: <https://earth.google.com/web/@7.37877709,-72.64601618,2288.38251826a,3042.96903413d,35y,-65.167379h,18.3114922t,360r>

MINIVIVIENDA, Dependencia de agua y saneamiento, RAS <https://www.minvivienda.gov.co/viceministerio-de-agua-y-saneamiento-basico/reglamento-tecnico-sector/reglamento-tecnico-del-sector-de-agua-potable-y-saneamiento-basico-ras> - Resolución 0330 del 2017.

9. ANEXOS

9.1.1. ANEXO (1)

ELABORACION DE ESTUDIO DE LOS SISTEMAS DE ALCANTARILLADO EN LA ZONA CENTRAL DE PAMPLONA NORTE DE SANTANDER			INVESTIGACION DE POZO DE ALCANTARILLADO ESTUDIOS Y DISEÑOS			000 PMA FECHA 30/01/2020 N° DE POZO 1																									
UNIVERSIDAD DE PAMPLONA EPOPAMPLONA S.A. E.S.P.			CAPTURA DE CATASTRO DE REDES DE ALCANTARILLADO			Luis G. y Yeider A																									
CONSULTORE			CALLE 3 CON CARRERA 2			COTA TERRENO 2324.5																									
BARRIO: EL GUAMO			DIRECCION: CALLE 3 CON CARRERA 2			COTA FONDO 2322.00																									
						ALTURA 2324.5																									
TIPO DE REPARACION:																															
TIPO DE SISTEMA		En servicio Si ☒ No ☐		Profundidad (m) 2,50		Construccion:																									
Combinado ☒ Pluvial ☐		Sedimentos Si ☐ No ☒		Diametro del p. 1,40		Ladrillo ☒ Concreto ☐ PVC ☐ Revestido ☒ Otro ☐																									
Sanitario ☐		Cono pozo Si ☒ No ☐		Altura del cono 1,13		Alura cañuela (m) 0,2																									
Elemento																															
No.	Nombre	Descripción	Diametro	Material	Cota. Clave	Cota. Batea	Condición de servicio																								
1	Tubo	NN	12	GRESS	1,26	1,56	ENTRADA NN																								
2	Tubo	NN	14	GRESS	2,20	2,56	SALIDA 2																								
3	Tubo	NN	12	PVC	1,56	1,86	NN NN																								
CONDICIONES DE SERVICIO																															
Sa = Sardinell Pa = Paramento NOT A: Las distancias se miden normalmente a los sardinell o paramentos o a sus prolongaciones.																															
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Tipo Tapa</th> <th>Estado Tapa</th> <th>Possibilidad de Apertura</th> <th>Tipo Pozo</th> <th>Estado del Pozo</th> <th>Localización de Defectos</th> <th>Condición del Pozo</th> <th>Condición de Sedimento</th> <th>Altura de Sedimento</th> <th>Estado de la Calhuela</th> <th>Estado Físico del Pozo</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>C</td> <td>B</td> <td>SI</td> <td>SC</td> <td>B</td> <td>NINGUNA</td> <td>NINGUNA</td> <td>L</td> <td>NINGUNA</td> <td>---</td> <td>B</td> <td>E</td> </tr> </tbody> </table>								Tipo Tapa	Estado Tapa	Possibilidad de Apertura	Tipo Pozo	Estado del Pozo	Localización de Defectos	Condición del Pozo	Condición de Sedimento	Altura de Sedimento	Estado de la Calhuela	Estado Físico del Pozo	C	B	SI	SC	B	NINGUNA	NINGUNA	L	NINGUNA	---	B	E	
Tipo Tapa	Estado Tapa	Possibilidad de Apertura	Tipo Pozo	Estado del Pozo	Localización de Defectos	Condición del Pozo	Condición de Sedimento	Altura de Sedimento	Estado de la Calhuela	Estado Físico del Pozo																					
C	B	SI	SC	B	NINGUNA	NINGUNA	L	NINGUNA	---	B	E																				
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Condición de Estructura</th> <th>Condición del Pozo</th> <th>Tipo de Sedimento</th> <th>Altura de Sedimento</th> <th>Estado de la Calhuela</th> <th>Estado Físico del Pozo</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>B-Bueno</td> <td>L-Completo</td> <td>S-Sedimentado</td> <td>L-Lado</td> <td>B-Bueno</td> <td>A-Ave</td> </tr> <tr> <td>B-Bueno</td> <td>O-Obstruido</td> <td>A-Arena</td> <td>B-Bueno</td> <td>B-Bueno</td> <td>P-Parados</td> </tr> <tr> <td>B-Bueno</td> <td>C-Contaminado</td> <td>B-Bueno</td> <td>B-Bueno</td> <td>B-Bueno</td> <td>C-Calhuela</td> </tr> </tbody> </table>								Condición de Estructura	Condición del Pozo	Tipo de Sedimento	Altura de Sedimento	Estado de la Calhuela	Estado Físico del Pozo	B-Bueno	L-Completo	S-Sedimentado	L-Lado	B-Bueno	A-Ave	B-Bueno	O-Obstruido	A-Arena	B-Bueno	B-Bueno	P-Parados	B-Bueno	C-Contaminado	B-Bueno	B-Bueno	B-Bueno	C-Calhuela
Condición de Estructura	Condición del Pozo	Tipo de Sedimento	Altura de Sedimento	Estado de la Calhuela	Estado Físico del Pozo																										
B-Bueno	L-Completo	S-Sedimentado	L-Lado	B-Bueno	A-Ave																										
B-Bueno	O-Obstruido	A-Arena	B-Bueno	B-Bueno	P-Parados																										
B-Bueno	C-Contaminado	B-Bueno	B-Bueno	B-Bueno	C-Calhuela																										
Observaciones:																															
ELABORO: Luis G. y Yeider A																															
REVISOR: _____																															
ACTUALIZO: _____																															
FECHA ACT.: 1/08/2023																															

Nota: En la anterior ilustración a manera de ejemplo se muestra el formato resuelto con el pozo de inspección "PZ.1", por el cual se representa de manera esquemática los datos recolectados a todos los pozos de la zona de estudio, por tanto, contiene datos indispensable al momento de realizar un levantamiento catastral.

9.1.2. ANEXO (2)

ESPECIFICACIONES DE POZOS									
POZO	C.TERRENO	PROFUNDIDAD	C. FONDO	ENTRA	SALIDA	ANCHO (M)	CONO	TAPA	ESTADO DEL POZO
PZ1	2324,5	2,5	2322	---	PZ2	1,4	SI	CONCRETO	BUENO
PZ2	2324	2,65	2321,35	PZ1	PZ136	1,4	SI	CONCRETO	BUENO
PZ3PI	2323,9	1,4	2322,5	PI	PZ3	1,4	NO	BAJO R.	BUENO
PZ3	2320,9	1	2319,9	PZ3PI	PZ5	1,4	NO	CONCRETO	BUENO
PZ4	2321,5	0,95	2320,55	---	PZ5	1,4	NO	CONCRETO	BUENO
PZ5	2321,3	1,5	2319,8	PZ3, PZ4, PZ5	PZ170	1,4	NO	HIERRO F.	BUENO
PZ6	2321,3	0,6	2320,7	---	---	1,4	NO	HIERRO F.	BUENO
PZ7	2321,2	1	2320,2	PZ8	PZ5	1,4	NO	CONCRETO	BUENO
PZ8	2321,7	1,4	2320,3	PI	PZ7	1,4	NO	CONCRETO	BUENO
PZ9	2321,9	1,73	2320,17	---	PZ17	1,4	NO	CONCRETO	BUENO
PZ10PI	2322	1,4	2320,6	PI	PZ10	1,4	NO	BAJO R.	BUENO
PZ10	2322,6	2,24	2320,36	PZ10PI	PZ16	1,4	NO	HIERRO F.	BUENO
PZ11PI	2322,9	1	2321,9	PI	PZ11	1,4	NO	BAJO R.	BUENO
PZ11	2322,4	0,68	2321,72	PZ11PI, PZ12	PZ13	1,4	NO	CONCRETO	BUENO
PZ12	2322,4	0,5	2321,9	---	PZ11	1,4	NO	CONCRETO	BUENO
PZ13	2323,1	1,68	2321,42	PZ11	PZ15	1,4	NO	HIERRO F.	BUENO
PZ14	2319,7	1,31	2318,39	PI	CY(PZ14-PZ15)	1,4	NO	CONCRETO	BUENO
PZ15PI	2316,2	0,8	2315,4	PI	PZ15	1,4	NO	BAJO R.	BUENO
PZ15	2316,8	1,86	2314,94	PZ14, PZ15PI	PZ36	1,4	NO	HIERRO F.	BUENO
PZ16PI	2314,6	0,8	2313,8	PI	PZ16	1,4	NO	BAJO R.	BUENO
PZ16	2315,6	2	2313,6	PZ10, PZ16PI	PZ34	1,4	NO	HIERRO F.	BUENO
PZ17	2313,8	1,4	2312,4	PZ9	PZ33	1,4	NO	CONCRETO	BUENO
PZ18PI	2313,6	1,4	2312,2	PI	PZ18	1,4	NO	BAJO R.	BUENO
PZ18	2312	2	2310	PZ170, PZ18PI	PZ31	1,4	SI	HIERRO F.	BUENO
PZ19	2311,9	2,17	2309,73	PZ171	PZ30, PZ21	1,4	SI	HIERRO F.	BUENO
PZ20	2309,1	2,3	2306,8	PZ138	PZ22	1,4	SI	HIERRO F.	BUENO
PZ21	2308,9	2,6	2306,3	PZ19	PZ23	1,4	SI	HIERRO F.	BUENO
PZ22	2308,2	2,24	2305,96	PZ20	PZ24	1,4	NO	HIERRO F.	BUENO
PZ23	2308,2	2,17	2306,03	PZ21	PZ25	1,4	NO	HIERRO F.	BUENO
PZ24	2305	2,23	2302,77	PZ22, PZ26	PZ27	1,4	NO	HIERRO F.	BUENO
PZ25	2305	1,85	2303,15	PZ23	PZ28	1,4	NO	HIERRO F.	BUENO
PZ26	2305,8	1,23	2304,57	PI	PZ24	1,4	SI	CONCRETO	BUENO
PZ27	2299,7	2,48	2297,22	PZ24	PZ59	1,4	NO	HIERRO F.	BUENO
PZ28	2299,5	2,33	2297,17	PZ25, PZ30	PZ60	1,4	SI	HIERRO F.	BUENO
PZ29	2299,5	2,25	2297,25	PI	---	1,4	SI	CONCRETO	BUENO
PZ30	2302,8	2,2	2300,6	PZ19	PZ28, PZ58	1,4	SI	HIERRO F.	BUENO
PZ31	2302,8	2,1	2300,7	PZ18, PZ32	PZ57	1,4	NO	HIERRO F.	BUENO
PZ32	2305,1	1,4	2303,7	PI	PZ31	1,4	NO	CONCRETO	BUENO
PZ33PI	2307,3	1,4	2305,9	PI	PZ33	1,4	NO	BAJO R.	BUENO
PZ33	2305,3	2,1	2303,2	PZ17, PZ33PI	PZ173	1,4	NO	HIERRO F.	BUENO
PZ34	2307,5	2,1	2305,4	PZ16	PZ186	1,4	NO	HIERRO F.	BUENO
PZ35PI	2307,7	1	2306,7	PI	PZ35	1,4	NO	BAJO R.	BUENO
PZ35	2308,5	1,72	2306,78	PZ35PI	PZ37	1,4	SI	CONCRETO	BUENO
PZ36	2309,5	1,9	2307,6	PZ15	PZ49	1,4	NO	CONCRETO	BUENO
PZ37	2309,1	2,95	2306,15	PZ35	PZ48	1,4	SI	CONCRETO	BUENO
PZ38	2296,8	1,38	2295,42	PI	PZ39	1,4	NO	HIERRO F.	BUENO
PZ39	2295	1,7	2293,3	PZ38	PZ82	1,4	SI	HIERRO F.	BUENO
PZ40PI	2296,9	0,8	2296,1	PI	PZ40	1,4	NO	BAJO R.	BUENO
PZ40	2297,5	1,5	2296	PZ40PI	PZ41	1,4	SI	CONCRETO	BUENO
PZ41	2297,5	1,58	2295,92	PZ40	PZ42	1,4	SI	HIERRO F.	BUENO
PZ42PI	2298,5	1,4	2297,1	PI	PZ42	1,4	NO	BAJO R.	BUENO
PZ42	2297,8	2,15	2295,65	PZ41, PZ42PI	PZ81	1,4	NO	HIERRO F.	BUENO
PZ43	2298,6	1,4	2297,2	PI	PZ44	1,4	NO	CONCRETO	BUENO
PZ44	2298,5	2,25	2296,25	PZ43, PZ47	PZ78	1,4	SI	HIERRO F.	BUENO
PZ45	2298,5	1,48	2297,02	---	PZ79	1,4	NO	HIERRO F.	BUENO
PZ46	2300,5	1,4	2299,1	---	---	1,4	NO	CONCRETO	BUENO
PZ47	2300,5	1,48	2299,02	PI	PZ44	1,4	NO	HIERRO F.	BUENO
PZ48	2300,9	1,71	2299,19	PZ37	PZ187	1,4	NO	HIERRO F.	BUENO
PZ49PI	2300,9	1,4	2299,5	PI	PZ49	1,4	NO	BAJO R.	BUENO
PZ49	2301	1,95	2299,05	PZ36, PZ49PI	PZ75	1,4	NO	HIERRO F.	BUENO
PZ50PI	2300,1	0,8	2299,3	PI	PZ50	1,4	NO	BAJO R.	BUENO
PZ50	2300,6	1,4	2299,2	PZ50PI	PZ188	1,4	NO	HIERRO F.	BUENO

PZ51	2299,9	2,56	2297,34	PI	PZ184	1,4	NO	HIERRO F.	BUENO
PZ52	2299,8	2,62	2297,18	PZ186	PZ185	1,4	NO	HIERRO F.	BUENO
PZ53	2299,8	1,67	2298,13	PI	PZ54	1,4	NO	HIERRO F.	BUENO
PZ54	2298,8	1,4	2297,4	PZ53	PZ56	1,4	NO	HIERRO F.	BUENO
PZ55	2298,5	1,85	2296,65	PZ173	PZ68	1,4	NO	HIERRO F.	BUENO
PZ56	2298,4	1,92	2296,48	PZ54, PZ174	PZ67	1,4	NO	HIERRO F.	BUENO
PZ57	2296,5	2,23	2294,27	PZ31	PZ66	1,4	NO	HIERRO F.	BUENO
PZ58PI1	2298,2	1,4	2296,8	PI	PZ58	1,4	NO	BAJO R.	BUENO
PZ58PI2	2294,6	1,4	2293,2	PI	PZ58	1,4	NO	BAJO R.	BUENO
PZ58	2296,5	2,59	2293,91	PZ58PI1, PZ30,	PZ65	1,4	NO	HIERRO F.	BUENO
PZ59	2294,5	2,63	2291,87	PZ27	PZ61	1,4	NO	CONCRETO	BUENO
PZ60	2294,5	2,5	2292	PZ28	PF	1,4	NO	HIERRO F.	BUENO
PZ61	2290,3	2,73	2287,57	PZ59	PZ94	1,4	NO	CONCRETO	BUENO
PZ62PI	2292,7	1,4	2291,3	PI	PZ62	1,4	NO	BAJO R.	BUENO
PZ62	2290,2	1,6	2288,6	PZ62PI	SY(PZ61-PZ94)	1,4	NO	HIERRO F.	BUENO
PZ63PI	2292,8	1,4	2291,4	PI	PZ63	1,4	NO	BAJO R.	BUENO
PZ63	2291	1,55	2289,45	PZ63PI, PZ65	PZ62	1,4	NO	HIERRO F.	BUENO
PZ64	2290,8	2,69	2288,11	PI	PZ61	1,4	NO	CONCRETO	BUENO
PZ65	2291,5	2	2289,5	PZ58	PZ63, PZ91	1,4	NO	HIERRO F.	BUENO
PZ66PI	2292,3	1,4	2290,9	PI	PZ66	1,4	NO	BAJO R.	BUENO
PZ66	2291,5	1,4	2290,1	PZ57, PZ66PI	PZ90	1,4	NO	HIERRO F.	BUENO
PZ67	2292,6	2,1	2290,5	PZ56	PZ175	1,4	SI	HIERRO F.	BUENO
PZ68	2292,7	1,8	2290,9	PZ55	PZ175	1,4	NO	HIERRO F.	BUENO
PZ69	2293,2	1,33	2291,87	PZ71	PZ67	1,4	NO	HIERRO F.	BUENO
PZ70	2293,9	1,45	2292,45	PI	PZ68	1,4	NO	HIERRO F.	BUENO
PZ71	2293,7	1,33	2292,37	PI	PZ69	1,4	NO	HIERRO F.	BUENO
PZ72	2294,2	1,95	2292,25	PZ182	PZ181	1,4	SI	HIERRO F.	BUENO
PZ73	2294	1,33	2292,67	PZ183	PZ180	1,4	SI	HIERRO F.	BUENO
PZ74PI1	2294,4	1,2	2293,2	PI	PZ74	1,4	NO	BAJO R.	BUENO
PZ74PR1	2296,4	1,2	2295,2	PZ188, PZ74PR2	PZ74	1,4	NO	BAJO R.	BUENO
PZ74PR2	2296,3	1,2	2295,1	PZ74PR3	PZ74PR1	1,4	NO	BAJO R.	BUENO
PZ74PR3	2296,1	1	2295,1	PI	PZ74PR2	1,4	NO	BAJO R.	BUENO
PZ74	2294,5	1,4	2293,1	PZ74PI1, PZ74PR1	PZ76	1,4	NO	CONCRETO	BUENO
PZ75PI	2294,6	1,4	2293,2	PI	PZ75	1,4	NO	BAJO R.	BUENO
PZ75	2294,5	2,1	2292,4	PZ75PI, PZ49	PZ87	1,4	NO	HIERRO F.	BUENO
PZ76	2294,6	2,65	2291,95	PZ74, PZ187, PZ77	PZ86	1,4	SI	HIERRO F.	BUENO
PZ77	2294,3	1,4	2292,9	PI	PZ76, PZ79	1,4	NO	CONCRETO	BUENO
PZ78	2293,6	2,12	2291,48	PZ44, PZ81	PZ198	1,4	SI	HIERRO F.	BUENO
PZ79	2293,5	2,07	2291,43	PZ77, PZ45	PZ199	1,4	NO	HIERRO F.	BUENO
PZ80	2293,3	1,15	2292,15	---	---	1,4	NO	HIERRO F.	BUENO
PZ81	2293,4	1,88	2291,52	PZ42, PZ82	PZ78	1,4	SI	HIERRO F.	BUENO
PZ82	2293,3	1,74	2291,56	PZ39	PZ81	1,4	SI	HIERRO F.	BUENO
PZ83	2289,8	1,94	2287,86	PZ198	PF	1,4	NO	HIERRO F.	BUENO
PZ84PI	2288,6	1	2287,6	PI	PZ84	1,4	NO	BAJO R.	BUENO
PZ84	2289,4	2,1	2287,3	PZ197, PZ84PI	PF	1,4	NO	CONCRETO	BUENO
PZ85PR2	2292,5	1,2	2291,3	PI	PZ85PR1	1,4	NO	BAJO R.	BUENO
PZ85PR1	2289,4	1,4	2288	PZ85PR2	PZ85PR1	1,4	NO	BAJO R.	BUENO
PZ85	2288,8	1,13	2287,67	PZ85PR1	PZ86	1,4	SI	HIERRO F.	BUENO
PZ86PI	2289	1	2288	PI	PZ86	1,4	NO	BAJO R.	BUENO
PZ86	2289,1	2,65	2286,45	PZ85, PZ76, PZ86PI	PZ190	1,4	SI	HIERRO F.	BUENO
PZ87	2289,2	1,86	2287,34	PZ75	PZ189	1,4	NO	HIERRO F.	BUENO
PZ88	2288,9	2	2286,9	PZ180	PZ115	1,4	NO	HIERRO F.	BUENO
PZ89PI	2288,8	1,4	2287,4	PI	PZ89	1,4	NO	BAJO R.	BUENO
PZ89	2288,3	2,2	2286,1	PZ176, PZ89PI	PZ114	1,4	SI	HIERRO F.	BUENO
PZ90PI	2297,8	1,4	2296,4	PI	PZ90	1,4	NO	BAJO R.	BUENO
PZ90	2287,4	1,4	2286	PZ90PI, PZ066	PZ113	1,4	NO	HIERRO F.	BUENO
PZ91	2287,3	1,4	2285,9	PZ65	PZ112BR	1,4	NO	HIERRO F.	BUENO
PZ92	2286,6	1,12	2285,48	PI	PZ94	1,4	NO	CONCRETO	BUENO
PZ93PI	2287,1	1,4	2285,7	PI	PZ93	1,4	NO	HIERRO F.	BUENO
PZ93	2286,5	2,05	2284,45	PZ93PI	PZ95	1,4	SI	CONCRETO	BUENO
PZ94	2286,1	2,05	2284,05	PZ92, PZ61	PZ106	1,4	NO	HIERRO F.	BUENO
PZ95	2285,9	2,55	2283,35	PZ93, PZ142	PZ104BR	1,4	SI	HIERRO F.	BUENO
PZ96	2286	2,6	2283,4	CANAL QUEBRADA	PZ97	1,4	NO	HIERRO F.	BUENO
PZ97	2285,6	2,8	2282,8	PZ96	PZ98	1,4	NO	CONCRETO	BUENO
PZ98	2284,9	2,7	2282,2	PZ97	PZ99	1,4	NO	CONCRETO	BUENO
PZ99	2283,8	2,55	2281,25	PZ98	PZ103	1,4	NO	CONCRETO	BUENO
PZ100	2282,9	0,6	2282,3	PI	PZ101	1,4	NO	CONCRETO	BUENO

PZ100	2282,9	0,6	2282,3	PI	PZ101	1,4	NO	CONCRETO	BUENO
PZ101	2282,8	1,75	2281,05	PZ100	C.Q.F	1,4	NO	CONCRETO	BUENO
PZ102	2282,9	4,17	2278,73	PZ105, PZ143	PZ166	1,4	SI	HIERRO F.	BUENO
PZ103	2283,4	2,5	2280,9	PZ99	PZ132	1,4	NO	CONCRETO	BUENO
PZ104PR	2283,7	1,4	2282,3	PZ95	PZ104	1,4	NO	BAJO R.	BUENO
PZ104	2283,4	2,34	2281,06	PZ104PR	PZ105	1,4	NO	HIERRO F.	BUENO
PZ105	2283,3	3,5	2279,8	PZ104PR	PZ102	1,4	NO	HIERRO F.	BUENO
PZ106	2283,3	1,2	2282,1	PZ94	C.Q.F	1,4	NO	HIERRO F.	BUENO
PZ107	2283,1	1,7	2281,4	PZ108	C.Q.F	1,4	NO	HIERRO F.	BUENO
PZ108	2283	1,55	2281,45	PI	PZ107	1,4	NO	HIERRO F.	BUENO
PZ109	2283,1	1,74	2281,36	PI	PZ102	1,4	NO	HIERRO F.	BUENO
PZ110	2283,3	1,65	2281,65	PZ111	PZ102	1,4	NO	HIERRO F.	BUENO
PZ111	2283,5	1,6	2281,9	PI	PZ110	1,4	NO	HIERRO F.	BUENO
PZ112	2283,6	2,37	2281,23	PZ112BR	PZ168BR	1,4	NO	HIERRO F.	BUENO
PZ113PI	2283,7	1,4	2282,3	PI	PZ113	1,4	NO	BAJO R.	BUENO
PZ113	2283,6	2	2281,6	PZ90, PZ113PI	C.Q.F	1,4	NO	HIERRO F.	BUENO
PZ114PI1	2283,7	0,6	2283,1	PI	PZ114	1,4	NO	BAJO R.	BUENO
PZ114PI2	2284,3	1,4	2282,9	PI	PZ114	1,4	NO	BAJO R.	BUENO
PZ114	2284,2	2,24	2281,96	PZ89, PZ114PI1,	PZ179	1,4	NO	HIERRO F.	BUENO
PZ115PI	2284,4	1,4	2283	PI	PZ115	1,4	NO	BAJO R.	BUENO
PZ115	2284,5	2,53	2281,97	PZ88, PZ115PI	PZ120	1,4	NO	HIERRO F.	BUENO
PZ116	2284,3	1,62	2282,68	---	---	1,4	SI	HIERRO F.	BUENO
PZ117	2281,3	1,67	2279,63	PI	PZ193	1,4	SI	HIERRO F.	BUENO
PZ118	2281,3	1,9	2279,4	PZ120	RIO. F	1,4	NO	CONCRETO	BUENO
PZ199BR4	2284,5	1,2	2283,3	PI	PZ199BR3	1,4	NO	BAJO R.	BUENO
PZ199BR3	2284,4	1,4	2283	PZ199BR4	PZ199BR2	1,4	NO	BAJO R.	BUENO
PZ199BR2	2281,9	1	2280,9	PZ199BR3	PZ199BR1	1,4	NO	BAJO R.	BUENO
PZ199BR1	2281,6	1,4	2280,2	PZ199BR2	PZ119	1,4	NO	BAJO R.	BUENO
PZ119	2281,7	1,73	2279,97	PZ199BR1	CY(PZ120-PZ118)	1,4	NO	HIERRO F.	BUENO
PZ120	2282,2	1,34	2280,86	PZ115	PZ118	1,4	NO	HIERRO F.	BUENO
PZ121PI	2279,7	0,5	2279,2	PI	PZ121	1,4	NO	BAJO R.	BUENO
PZ121	2279,6	0,7	2278,9	PZ121PI	PZ122	1,4	NO	CONCRETO	BUENO
PZ122	2279,6	1,58	2278,02	PZ121	C_(C.Q.F)	1,4	NO	HIERRO F.	BUENO
PZ123	2279,6	1,75	2277,85	PZ124	C.Q.F	1,4	NO	CONCRETO	BUENO
PZ124	2279,8	1,76	2278,04	PZ126	PZ123	1,4	NO	CONCRETO	BUENO
PZ125PI	2280,6	1,4	2279,2	PI	PZ125PI	1,4	NO	BAJO R.	BUENO
PZ125	2280,5	1,7	2278,8	PZ125PI	C_(C.Q.F)	1,4	NO	HIERRO F.	BUENO
PZ126	2280,5	1,75	2278,75	PZ131	PZ124	1,4	NO	CONCRETO	BUENO
PZ127	2280,8	1,11	2279,69	PZ128	C_(C.Q.F)	1,4	NO	CONCRETO	BUENO
PZ128PI	2281,2	0,6	2280,6	PI	PZ128	1,4	NO	BAJO R.	BUENO
PZ128	2280,9	1	2279,9	PZ128PI	PZ127	1,4	NO	CONCRETO	BUENO
PZ129	2285,3	0,69	2284,61	PI	PZ130	1,4	NO	CONCRETO	BUENO
PZ130	2281,4	1,15	2280,25	PZ129	PZ131	1,4	NO	CONCRETO	BUENO
PZ131	2281,3	1,79	2279,51	PZ132, PZ 130	PZ126	1,4	NO	CONCRETO	BUENO
PZ132	2282,3	2	2280,3	PZ103	PZ131	1,4	NO	CONCRETO	BUENO
PZ133PI	2282,2	1,4	2280,8	PI	PZ133	1,4	NO	BAJO R.	BUENO
PZ133	2281,4	2,57	2278,83	PZ133PI	SY(PZ168BR-PZ168)	1,4	SI	CONCRETO	BUENO
PZ134	2280,7	1,47	2279,23	PZ100 CN	PZ162	1,4	SI	CONCRETO	BUENO
PZ135	2281,5	1,4	2280,1	PI	PZ134	1,4	NO	CONCRETO	BUENO
PZ136	2317,6	2,15	2315,45	PZ2	PZ137	1,4	SI	CONCRETO	BUENO
PZ137	2317	2	2315	PZ136	PZ138	1,4	SI	CONCRETO	BUENO
PZ138	2315,6	1,6	2314	PZ137, PZ139	PZ20	1,4	NO	CONCRETO	BUENO
PZ139	2315,8	1,5	2314,3	PZ140	PZ138	1,4	NO	HIERRO F.	BUENO
PZ140	2316,7	1,35	2315,35	PI	PZ139	1,4	NO	CONCRETO	BUENO
PZ141PI	2288,3	1,4	2286,9	PI	PZ141	1,4	NO	BAJO R.	BUENO
PZ141	2287,4	1,93	2285,47	PZ141PI	PZ142	1,4	SI	HIERRO F.	BUENO
PZ142	2286,5	1,5	2285	PZ141	PZ95	1,4	SI	HIERRO F.	BUENO
PZ143	2282,5	2,87	2279,63	PZ144	PZ102	1,4	SI	HIERRO F.	BUENO
PZ144	2282,8	2,2	2280,6	PI	PZ143	1,4	SI	CONCRETO	BUENO
PZ145	2282,1	1,32	2280,78	--	--	1,4	SI	HIERRO F.	BUENO
PZ146PI	2283	1,4	2281,6	PI	PZ146	1,4	SI	BAJO R.	BUENO
PZ146	2282	2,48	2279,52	PZ146PI	PZ147	1,4	NO	HIERRO F.	BUENO
PZ147	2281,8	2,53	2279,27	PZ146	PZ148	1,4	NO	HIERRO F.	BUENO
PZ148	2281,5	2,25	2279,25	PZ147	PZ149	1,4	SI	CONCRETO	BUENO
PZ149	2282	1,4	2280,6	PZ148	PZ150	1,4	SI	HIERRO F.	BUENO
PZ150	2282,7	2,23	2280,47	PZ149	PZ152	1,4	SI	HIERRO F.	BUENO

PZ151	2282,5	3,02	2279,48	PZ151PI	PZ154	1,4	SI	HIERRO F.	BUENO
PZ152	2282,4	2,27	2280,13	PZ150	PZ153	1,4	NO	HIERRO F.	BUENO
PZ153	2282,5	2,38	2280,12	PZ152	PZ155	1,4	SI	HIERRO F.	BUENO
PZ154	2282	2,54	2279,46	PZ151	PZ157	1,4	SI	HIERRO F.	BUENO
PZ155	2281,6	1,2	2280,4	PZ153	PZ158	1,4	NO	HIERRO F.	BUENO
PZ156	2282	1,4	2280,6	PI	SY(PZ155-PZ158)	1,4	NO	HIERRO F.	BUENO
PZ157	2281	1,6	2279,4	PZ154	PZ160BR	1,4	NO	HIERRO F.	BUENO
PZ158	2279,5	3,7	2275,8	PZ155	PZ159	1,4	SI	HIERRO F.	BUENO
PZ159	2279,2	3,58	2275,62	PZ158, PZ160	EF1	1,4	SI	CONCRETO	BUENO
PZ160BR	2279,5	3,35	2276,15	PZ160	PZ157	1,4	NO	BAJO R.	BUENO
PZ160	2279,4	3,71	2275,69	PZ160BR, PZ161	PZ159	1,4	SI	HIERRO F.	BUENO
PZ161	2279	3,25	2275,75	PZ162	PZ160	1,4	SI	CONCRETO	BUENO
PZ162	2279	2,97	2276,03	PZ134, PZ163	PZ161	1,4	SI	HIERRO F.	BUENO
PZ163	2279,2	3,1	2276,1	PZ166	PZ162	1,4	NO	CONCRETO	BUENO
PZ164	2279,2	2,23	2276,97	PZ165	RIO. F	1,4	NO	CONCRETO	BUENO
PZ165	2279,2	2,18	2277,02	PZ167	PZ164	1,4	NO	HIERRO F.	BUENO
PZ166BR2	2279,6	1,4	2278,2	PI	PZ166BR1	1,4	NO	BAJO R.	BUENO
PZ166BR1	2279,4	2	2277,4	PZ166BR2	PZ166	1,4	NO	BAJO R.	BUENO
PZ166	2279,5	3,4	2276,1	PZ166BR1, PZ168	PZ163	1,4	SI	HIERRO F.	BUENO
PZ167BR	2280,4	1,8	2278,6	PZ169	PZ167	1,4	NO	BAJO R.	BUENO
PZ167	2279,2	2,14	2277,06	PZ167BR	PZ165	1,4	SI	HIERRO F.	BUENO
PZ168BR	2281,6	2	2279,6	PZ102, PZ112	PZ168	1,4	NO	BAJO R.	BUENO
PZ168	2280,5	1,4	2279,1	91168BR	PZ166	1,4	NO	CONCRETO	BUENO
PZ169	2281,2	1,4	2279,8	PI/PZ113	PZ167BR	1,4	NO	HIERRO F.	BUENO
PZ170	2315,8	1,84	2313,96	PZ5	PZ18	1,4	SI	CONCRETO	BUENO
PZ171	2317,8	2,02	2315,78	PI	PZ19	1,4	NO	HIERRO F.	BUENO
PZ172PI	2315,3	0,5	2314,8	PI	PZ172	1,4	NO	BAJO R.	BUENO
PZ172	2316,8	2,17	2314,63	PZ172PI	PZ170	1,4	NO	CONCRETO	BUENO
PZ173PI	2301,5	1,4	2300,1	PI	PZ173	1,4	NO	BAJO R.	BUENO
PZ173	2301	2	2299	PZ33, PZ173PI	PZ55	1,4	NO	HIERRO F.	BUENO
PZ174	2299,6	1,98	2297,62	PI	PZ56	1,4	NO	HIERRO F.	BUENO
PZ175	2292,3	2,25	2290,05	PZ67, PZ68	PZ176	1,4	NO	HIERRO F.	BUENO
PZ176	2291,3	2,32	2288,98	PZ175	PZ89	1,4	NO	HIERRO F.	BUENO
PZ177	2290,4	3,27	2287,13	PZ177	SY(PZ176-PZ89)	1,4	NO	CONCRETO	BUENO
PZ178	2283,1	1,6	2281,5	PI	SY(PZ114-PZ179)	1,4	NO	CONCRETO	BUENO
PZ179BR	2281,6	1,4	2280,2	PI	PZ179	1,4	NO	BAJO R.	BUENO
PZ179	2279,9	1,6	2278,3	PZ114, PZ179PI	PZ194	1,4	NO	CONCRETO	BUENO
PZ180	2293,5	2	2291,5	PZ73, PZ181	PZ88	1,4	NO	HIERRO F.	BUENO
PZ181	2293,6	1,83	2291,77	PZ72	PZ180	1,4	NO	HIERRO F.	BUENO
PZ182	2296,3	1,8	2294,5	PZ184	PZ72	1,4	NO	HIERRO F.	BUENO
PZ183	2296,4	1,8	2294,6	PZ185	PZ73	1,4	NO	HIERRO F.	BUENO
PZ184	2297,5	2,13	2295,37	PZ51	PZ182	1,4	NO	HIERRO F.	BUENO
PZ185	2297,6	1,1	2296,5	PZ52	PZ183	1,4	NO	HIERRO F.	BUENO
PZ186	2300,5	2,33	2298,17	PZ34	PZ52	1,4	NO	HIERRO F.	BUENO
PZ187PI	2297,4	1,4	2296	PI	PZ187	1,4	NO	BAJO R.	BUENO
PZ187	2297,5	3,1	2294,4	PZ48, PZ187PI	PZ76	1,4	SI	HIERRO F.	BUENO
PZ188	2297,5	2,14	2295,36	PZ188	PZ74BR1	1,4	NO	HIERRO F.	BUENO
PZ189	2286,7	2,3	2284,4	PZ87	PZ192	1,4	NO	CONCRETO	BUENO
PZ190	2286,4	2,15	2284,25	PZ189, PZ86	PZ191	1,4	NO	HIERRO F.	BUENO
PZ191	2285,7	1,67	2284,03	PZ190	E. F	1,4	NO	HIERRO F.	BUENO
PZ192	2285,5	2,14	2283,36	PZ189	RIO. F	1,4	NO	HIERRO F.	BUENO
PZ193	2279,9	1,83	2278,07	PZ117	PZ194	1,4	NO	HIERRO F.	BUENO
PZ194	2279,5	2	2277,5	PZ193, PZ179	PZ195	1,4	NO	HIERRO F.	BUENO
PZ195	2279,4	2,1	2277,3	PZ194	PZ196	1,4	NO	HIERRO F.	BUENO
PZ196	2279,3	2,1	2277,2	PZ195	C.Q.F	1,4	NO	HIERRO F.	BUENO
PZ197	2290,3	1,3	2289	PZ199	PZ198/PZ84	1,4	NO	CONCRETO	BUENO
PZ198	2290,3	1,4	2288,9	PZ78	PZ83	1,4	NO	CONCRETO	BUENO
PZ199	2291,9	1,62	2290,28	PZ79	PZ197	1,4	NO	CONCRETO	BUENO
PZ200	2293,8	0,9	2292,9	PI	SY(PZ39-PZ82)	1,4	NO	CONCRETO	BUENO

9.1.3. ANEXO (3)

ESPECIFICACIONES DE COLECTORES					
SALIDA	ENTRADA	COTA SALIDA	C. ENTRADA	LONGITUD	MATERIAL
PZ1	PZ2	2324	2321,9	1,2	GRESS
PZ2	PZ136	2317,6	2316,35	35,52	GRESS
PZ3PI	PZ3	2320,9	2319,7	39,7	GRESS
PZ3	PZ5	2321,3	2319,8	59,19	PVC
PZ4	PZ5	2321,3	2319,8	3,05	PVC
PZ5	PZ170	2315,8	2313,9	71,94	CANAL
PZ7	PZ5	2321,3	2319,85	48,58	GRESS
PZ8	PZ7	2321,2	2319,8	50,45	GRESS
PZ9	PZ17	2313,8	2312,4	115,56	CANAL
PZ10PI	PZ10	2322,6	2320,4	101,27	GRESS
PZ10	PZ16	2315,6	2313,6	114,44	CANAL
PZ11PI	PZ11	2322,4	2321,75	49,63	GRESS
PZ11	PZ13	2323,1	2321,5	46,71	GRESS
PZ12	PZ11	2322,4	2321,8	1	GRESS
PZ13	PZ15	2316,8	2314,98	119,26	CANAL
PZ14	SY(PZ13-PZ15)	2319,5	2318,3	3	PVC
PZ15PI	PZ15	2316,8	2315,1	96,67	GRESS
PZ15	PZ36	2309,5	2307,65	116,92	CANAL
PZ16PI	PZ16	2315,6	2313,65	63,98	GRESS
PZ16	PZ34	2307,5	2305,5	117,38	CANAL
PZ17	PZ33	2305,3	2303,25	116,52	CANAL
PZ18PI	PZ18	2312	2310,05	102,74	GRESS
PZ18	PZ31	2302,8	2300,97	117,55	CANAL
PZ19	PZ30	2302,8	2300,65	114,67	GRESS
PZ19	PZ21	2308,9	2306,35	111,58	GRESS
PZ20	PZ22	2308,2	2306,19	8	PVC
PZ21	PZ23	2308,2	2306,05	5,09	PVC
PZ22	PZ24	2305	2302,77	45,36	PVC
PZ23	PZ25	2305	2303,2	45,53	PVC
PZ24	PZ27	2299,7	2297,29	55,89	PVC
PZ25	PZ28	2299,5	2297,69	59,31	PVC
PZ26	PZ24	2305	2302,9	54,39	GRESS
PZ27	PZ59	2294,5	2292,04	116,57	PVC
PZ28	PZ60	2294,5	2292,73	113,95	PVC
PZ30	PZ58	2296,5	2294,78	114,86	GRESS
PZ30	PZ28	2299,5	2297,5	113,81	GRESS
PZ31	PZ57	2296,5	2294,56	111,69	CANAL
PZ32	PZ31	2302,8	2301,17	104,06	GRESS
PZ33PI	PZ33	2305,3	2303,3	103,92	GRESS
PZ33	PZ173	2301	2299,05	68,03	CANAL
PZ34	PZ186	2300,5	2298,16	107,39	CANAL
PZ35PI	PZ35	2308,3	2306,52	35,86	GRESS
PZ35	PZ37	2309,1	2306,44	62,22	GRESS
PZ36	PZ49	2301	2299,1	118,79	CANAL
PZ37	PZ48	2300,9	2299	116,45	GRESS
PZ38	PZ39	2295	2293,48	28,8	GRESS
PZ39	PZ82	2293,3	2291,3	80,12	GRESS
PZ40PI	PZ40	2297,5	2296	18,33	GRESS
PZ40	PZ41	2297,5	2295,92	16,01	GRESS
PZ41	PZ42	2297,8	2295,69	37,82	GRESS
PZ42PI	PZ42	2297,8	2295,67	23,59	GRESS
PZ42	PZ81	2293,4	2292,45	109,13	GRESS
PZ43	PZ44	2298,5	2296,93	5,6	GRESS
PZ44	PZ78	2293,6	2292,29	109,74	GRESS
PZ45	PZ79	2293,5	2291,43	112,65	CANAL
PZ47	PZ44	2298,5	2296,67	70	GRESS
PZ48	PZ187	2297,5	2295,38	57,71	GRESS
PZ49PI	PZ49	2301	2299,1	33,28	CANAL
PZ49	PZ75	2294,5	2292,44	118,16	CANAL
PZ50PI	PZ50	2300,6	2299,22	50	GRESS
PZ50	PZ188	2297,5	2295,5	57,89	GRESS
PZ51	PZ184	2297,5	2295,39	42,48	PVC
PZ52	PZ185	2297,6	2295,53	37,71	PVC
PZ53	PZ54	2298,8	2297,4	60,75	PVC
PZ54	PZ56	2298,4	2297,14	31,63	PVC
PZ55	PZ68	2292,7	2290,89	116,39	PVC
PZ56	PZ67	2292,6	2290,82	115,27	PVC
PZ57	PZ66	2291,5	2290,1	120,7	CANAL
PZ58PI1	PZ58	2296,5	2294,8	106	GRESS
PZ58PI2	PZ58	2296,5	2294,35	100	GRESS
PZ58	PZ65	2291,5	2289,48	116,08	GRESS
PZ59	PZ61	2290,3	2288,24	119,89	CANAL
PZ60	PF	2292	2292	2	PVC
PZ61	PZ94	2286,1	2284,34	113,02	GRESS
PZ62PI	PZ62	2290,2	2288,64	63,04	CANAL
PZ62	PZ94	2286,1	2284,34	5	CANAL
PZ63PI	PZ63	2291	2289,81	47,3	PVC
PZ63	PZ62	2290,2	2289,05	69,55	GRESS
PZ64	PZ61	2290,3	2287,6	69,58	GRESS
PZ65	PZ63	2291	2289,45	42,05	GRESS
PZ65	PZ91	2287,3	2285,3	113,73	GRESS
PZ66PI	PZ66	2291,5	2289,5	61,3	GRESS
PZ66	PZ90	2287,4	2285,4	110,2	CANAL
PZ67	PZ175	2292,3	2290,4	12	PVC
PZ68	PZ175	2292,3	2290,05	13,5	PVC
PZ69	PZ67	2292,6	2290,82	43,43	PVC
PZ70	PZ68	2292,7	2290,89	45,04	PVC
PZ71	PZ69	2293,2	2291,9	55,31	PVC
PZ72	PZ181	2293,6	2291,8	9,12	PVC
PZ73	PZ180	2293,5	2291,55	8,75	PVC
PZ74PI1	PZ74	2294,5	2293,3	51,83	GRESS
PZ74BR1	PZ74	2294,5	2293,3	36,9	GRESS
PZ74BR2	PZ74BR1	2296,4	2295,2	31,35	GRESS
PZ74BR3	PZ74BR2	2296,3	2295,3	18,56	GRESS
PZ74	PZ76	2294,6	2292,15	47,48	GRESS
PZ75PI	PZ75	2294,5	2292,48	22,51	CANAL
PZ75	PZ87	2289,2	2287,7	115,65	CANAL
PZ76	PZ86	2289,1	2287,64	120,48	GRESS
PZ77	PZ76	2294,6	2292,22	49,88	PVC
PZ77	PZ79	2293,5	2291,43	63,45	PVC
PZ78	PZ198	2290,3	2289,1	80,39	GRESS
PZ79	PZ199	2291,9	2290,27	40,24	CANAL
PZ80	---	2291,5	2291,5	IN	GRESS
PZ81	PZ78	2293,6	2291,48	30,73	GRESS
PZ82	PZ81	2293,4	2291,53	80,58	GRESS
PZ83	PF	2287,86	2285,86	14	PVC
PZ84PI	PZ84	2289,4	2287,34	40,67	CANAL
PZ84	PF	2287,3	2285,3	3	CANAL
PZ85PR2	PZ85BR1	2289,4	2288	68,7	GRESS
PZ85PR1	PZ85BR1	2289,4	2288	13,85	GRESS
PZ85	PZ86	2289,1	2287,34	46,52	GRESS
PZ86PI	PZ86	2289,1	2287,7	104,26	GRESS
PZ86	PZ190	2286,4	2284,25	62,59	PVC

PZ86PI	PZ86	2289,1	2287,7	104,26	GRESS
PZ86	PZ190	2286,4	2284,25	62,59	PVC
PZ87	PZ189	2286,7	2284,47	54,74	B.culvert
PZ88	PZ115	2284,5	2281,99	116,86	B.culvert
PZ89PI	PZ89	2288,3	2286,9	103,93	GRESS
PZ89	PZ114	2284,2	2281,98	116,26	B.culvert
PZ90PI	PZ90	2287,4	2286	61,14	GRESS
PZ90	PZ113	2283,6	2281,4	115,96	B.culvert
PZ91	PZ112BR	2285,5	2284,1	52,08	GRESS
PZ92	PZ94	2286,1	2284,7	47,89	GRESS
PZ93PI	PZ93	2286,5	2285,1	47,15	GRESS
PZ93	PZ95	2285,9	2283,46	48,05	GRESS
PZ94	PZ106	2283,3	2282,13	110,11	B.culvert
PZ95	PZ104BR	2283,7	2282,3	82,63	GRESS
PZ96	PZ97	2285,6	2282,85	14,85	B.culvert
PZ97	PZ98	2284,9	2282,25	27,02	B.culvert
PZ98	PZ99	2283,8	2281,25	43,32	B.culvert
PZ99	PZ103	2283,4	2281	21,73	1,15
PZ100	PZ101	2282,8	2281,06	5,15	PVC
PZ101	C.Q.F	2281,05	2278,65	3	PVC
PZ102	PZ166	2279,2	2277,2	119,36	GRESS
PZ103	PZ132	2282,3	2280,3	76,73	B.culvert
PZ104BR	PZ104	2283,4	2281,12	15,87	GRESS
PZ104	PZ105	2283,3	2279,84	5,12	GRESS
PZ105	PZ102	2282,9	2278,74	8,75	GRESS
PZ106	C.Q.F	2282,1	2280,1	4,49	B.culvert
PZ107	C.Q.F	2281,49	2279,49	11,67	PVC
PZ108	PZ107	2283,1	2281,4	1,59	PVC
PZ109	PZ102	2282,9	2281,28	17,94	PVC
PZ110	PZ102	2283,1	2280,45	23,35	PVC
PZ111	PZ110	2283,3	2281,7	39,81	PVC
PZ112BR	PZ112	2283,6	2281,4	62,69	GRESS
PZ112	PZ168BR	2281,6	2279,8	67,82	GRESS
PZ113PI	PZ113	2283,6	2281,7	53,87	GRESS
PZ113	C.Q.F	2281,6	2279,6	74,4	CANAL
PZ114PI1	PZ114	2284,2	2282,4	53,84	GRESS
PZ114PI2	PZ114	2284,2	2282,27	53,73	GRESS
PZ114	PZ179	2279,9	2278,35	142,36	B.culvert
PZ115PI	PZ115	2284,5	2281,18	34,01	GRESS
PZ115	PZ120	2282,2	2280,82	65,2	CANAL
PZ116	---	2282,68	2282,68	IN	GRESS
PZ117	PZ193	2279,9	2277,95	38,12	GRESS
PZ118	RIO. F	2279,4	2277,4	2	CANAL
PZ119BR4	PZ119BR3	2284,4	2283	84,34	GRESS
PZ119BR3	PZ119BR2	2281,9	2280,5	41,06	GRESS
PZ119BR2	PZ119BR1	2281,6	2280,6	56,79	GRESS
PZ119BR1	PZ119	2281,7	2279,92	36,1	GRESS
PZ119	SY(PZ120-PZ118)	2281,3	2279,9	1,5	GRESS
PZ120	PZ118	2281,3	2279,41	58,26	B.culvert
PZ121PI	PZ121	2279,6	2279,15	41,44	GRESS
PZ121	PZ122	2279,6	2278,04	27,23	GRESS
PZ122	C_(C.Q.F)	2277,72	2275,72	1,57	PVC
PZ123	C.Q.F	2277,75	2275,75	81,67	B.culvert
PZ124	PZ123	2279,6	2278	10,9	B.culvert
PZ125PI	PZ125	2280,5	2279,15	425,71	PVC
PZ125	C_(C.Q.F)	2278,8	2276,8	2	PVC
PZ126	PZ124	2279,8	2278	27,11	B.culvert
PZ127	C_(C.Q.F)	2279,69	2277,69	2	PVC
PZ128PI	PZ128	2280,9	2279,95	33,18	PVC
PZ128	PZ127	2280,8	2279,8	29,48	PVC
PZ129	PZ130	2281,4	2280,51	33,42	PVC
PZ130	PZ131	2281,3	2279,8	2	PVC
PZ131	PZ126	2280,5	2278,7	31,44	B.culvert
PZ132	PZ131	2281,3	2279,6	100,74	CANAL
PZ133PI	PZ133	2281,4	2278,8	43,35	GRESS
PZ133	SY(PZ168BR-PZ168)	2281,2	2278,6	66,5	GRESS

PZ134	PZ162	2279,1	2276,42	190,03	B.culvert
PZ135	PZ134	2280,7	2279,24	33,5	GRESS
PZ136	PZ137	2317	2315	3,22	GRESS
PZ137	PZ138	2315,6	2314,1	17,24	GRESS
PZ138	PZ20	2309,1	2306,97	51,26	GRESS
PZ139	PZ138	2315,6	2314,05	42,7	PVC
PZ140	PZ139	2315,8	2314,3	24,14	PVC
PZ141PI	PZ141	2287,4	2285,6	19,14	GRESS
PZ141	PZ142	2286,5	2284,97	19,73	GRESS
PZ142	PZ95	2285,9	2284,11	13,76	GRESS
PZ143	PZ102	2282,9	2279,1	19,42	GRESS
PZ144	PZ143	2282,5	2279,65	34,92	GRESS
PZ145	--	2280,78	2280,78	IN	GRESS
PZ146PI	PZ146	2282	2279,55	29,25	GRESS
PZ146	PZ147	2281,8	2279,27	9,97	GRESS
PZ147	PZ148	2281,5	2279,25	28,16	GRESS
PZ148	PZ149	2282	2279,1	21,29	GRESS
PZ149	PZ150	2282,7	2280,53	24,05	GRESS
PZ150	PZ152	2282,4	2280,42	32,55	GRESS
PZ151PI	PZ151	2282,5	2280,22	34,44	GRESS
PZ151	PZ154	2282	2279,46	38,52	GRESS
PZ152	PZ153	2282,5	2280,12	3,14	GRESS
PZ153	PZ155		#iVALOR!	84,8	GRESS
PZ154	PZ157	2281	2279,4	80,97	GRESS
PZ155	PZ158	2281,6	2277,95	97,18	GRESS
PZ156	SY(PZ155-PZ158)	2281,5	2280	2	GRESS
PZ157	PZ160BR	2279,5	2276,5	73,9	GRESS
PZ160BR	PZ160	2278,9	2275,55	9,86	PVC
PZ158	PZ159	2279,2	2275,62	26,98	GRESS
PZ159	EF1		0		B.culvert
PZ160	PZ159	2279,2	2275,62	38,2	GRESS
PZ161	PZ160	2279,4	2275,7	54,34	GRESS
PZ162	PZ161	2279	2275,8	6,52	GRESS
PZ163	PZ162	2279	2276,03	81,37	GRESS
PZ164	RIO. F	2276,7	2275,7	2	B.culvert
PZ165	PZ164	2279,2	2276,97	19,34	B.culvert
PZ166BR2	PZ166BR1	2279,4	2277,9	106,94	GRESS
PZ166BR1	PZ166	2279,2	2277,2	12,19	GRESS
PZ166	PZ163	2279	2275,9	23,6	GRESS
PZ167BR	PZ167	2279	2277,4	113,3	B.culvert
PZ167	PZ165	2276,8	2275,1	5,16	B.culvert
PZ168BR	PZ168	2280,5	2279,2	52,36	GRESS
PZ168	PZ166	2279,2	2277,55	115,07	GRESS
PZ169	PZ167BR	2280,4	2278,9	28,81	B.culvert
PZ170	PZ18	2312	2310	42,42	B.culvert
PZ171	PZ19	2311,9	2309,85	58,4	GRESS
PZ172PI	PZ172	2316,8	2314,65	41,26	GRESS
PZ172	PZ170	2315,8	2313,7	2	GRESS
PZ173PI	PZ173	2301	2299	27,77	GRESS
PZ173	PZ55	2298,5	2296,69	44,52	B.culvert
PZ174	PZ56	2298,4	2296,42	23,81	PVC
PZ175	PZ176	2291,3	2289	19,73	B.culvert
PZ176	PZ89	2288,3	2286,1	77,27	B.culvert
PZ179BR	PZ179	2279,9	2278,3	102,94	GRESS
PZ179	PZ194	2279,1	2277,1	37,41	B.culvert
PZ180	PZ88	2288,9	2287,26	103,47	B.culvert
PZ181	PZ180	2293,5	2291,64	2	PVC
PZ182	PZ72	2294,2	2292,3	40,65	PVC
PZ183	PZ73	2294	2292,08	47,04	PVC
PZ184	PZ182	2296,3	2294,5	25,59	PVC
PZ185	PZ183	2296,4	2294,4	236,81	PVC
PZ186	PZ52	2299,8	2297,64	11,6	PVC
PZ187PI	PZ187	2297,5	2295,38	36,94	GRESS
PZ187	PZ76	2294,6	2292,22	55,21	GRESS
PZ188	PZ74BR1	2296,4	2295	15,61	GRESS
PZ189	PZ190	2286,4	2284,35	8,21	PVC
PZ189	PZ192	2285,5	2283,3	27,43	B.culvert

9.1.4. ANEXO (4)

Áreas tributarias Pamplona - Norte de Santander (zona centrica)							PZ56	PZ67	0,307	0,000	0,307	0,13	0,00	0,13	
Tramos		Área tributaria (ha)						PZ57	PZ66	0,000	0,000	0,000	0,00	0,00	0,00
		Aguas residuales			Caudal por tramos			PZ58PI1	PZ58	0,000	0,603	0,603	0,00	0,29	0,29
De	A	Otros	Residencial	Acumulada	Qotros (L/S)	QD (L/S)	QMD	PZ58PI2	PZ58	0,000	0,625	0,625	0,00	0,30	0,30
PZ1	PZ2	0,000	0,075	0,075	0,00	0,04	0,04	PZ58	PZ65	0,026	0,305	0,330	0,01	0,15	0,16
PZ2	PZ136	0,000	0,075	0,075	0,00	0,04	0,04	PZ59	PZ62	0,000	0,000	0,000	0,00	0,00	0,00
PZ3PI	PZ3	0,000	0,407	0,407	0,00	0,20	0,20	PZ60	PF	0,000	0,000	0,000	0,00	0,00	0,00
PZ3	PZ5	0,000	0,162	0,162	0,00	0,08	0,08	PZ61	PZ94	0,485	0,000	0,485	0,21	0,00	0,21
PZ4	PZ5	0,000	0,000	0,000	0,00	0,00	0,00	PZ61PI	PZ61	0,000	0,587	0,587	0,00	0,28	0,28
PZ5	PZ170	0,000	0,408	0,408	0,00	0,20	0,20	PZ62	PZ94	0,000	0,000	0,000	0,00	0,00	0,00
PZ7	PZ5	0,000	0,486	0,486	0,00	0,23	0,23	PZ63PI	PZ63	0,000	0,227	0,227	0,00	0,11	0,11
PZ8	PZ7	0,000	0,505	0,505	0,00	0,24	0,24	PZ63	PZ61	0,000	0,275	0,275	0,00	0,13	0,13
PZ9	PZ17	0,000	0,680	0,680	0,00	0,33	0,33	PZ64	PZ62	0,000	0,000	0,000	0,00	0,00	0,00
PZ10PI	PZ10	0,000	0,687	0,687	0,00	0,33	0,33	PZ65	PZ63	0,000	0,162	0,162	0,00	0,08	0,08
PZ10	PZ16	0,000	0,607	0,607	0,00	0,29	0,29	PZ65	PZ91	0,000	0,669	0,669	0,00	0,32	0,32
PZ11PI	PZ11	0,000	0,475	0,475	0,00	0,23	0,23	PZ66PI	PZ66	0,475	0,000	0,475	0,20	0,00	0,20
PZ11	PZ13	0,000	0,517	0,517	0,00	0,25	0,25	PZ66	PZ90	0,000	0,000	0,000	0,00	0,00	0,00
PZ12	PZ11	0,000	0,192	0,192	0,00	0,09	0,09	PZ67	PZ175	0,000	0,000	0,000	0,00	0,00	0,00
PZ13	PZ15	0,000	0,640	0,640	0,00	0,31	0,31	PZ68	PZ175	0,000	0,000	0,000	0,00	0,00	0,00
PZ14	PZ15	0,000	0,031	0,031	0,00	0,01	0,01	PZ69	PZ67	0,143	0,000	0,143	0,06	0,00	0,06
PZ15PI	PZ15	0,000	0,551	0,551	0,00	0,27	0,27	PZ70	PZ68	0,000	0,000	0,000	0,00	0,00	0,00
PZ15	PZ36	0,000	0,543	0,543	0,00	0,26	0,26	PZ71	PZ69	0,156	0,000	0,156	0,07	0,00	0,07
PZ16PI	PZ16	0,301	0,000	0,301	0,13	0,00	0,13	PZ72	PZ181	0,000	0,000	0,000	0,00	0,00	0,00
PZ16	PZ34	0,000	0,298	0,298	0,00	0,14	0,14	PZ73	PZ180	0,000	0,000	0,000	0,00	0,00	0,00
PZ17	PZ33	0,597	0,348	0,945	0,25	0,17	0,42	PZ74PI1	PZ74	0,226	0,201	0,427	0,10	0,10	0,19
PZ18PI	PZ18	0,000	0,605	0,605	0,00	0,29	0,29	PZ74BR1	PZ74	0,072	0,000	0,072	0,03	0,00	0,03
PZ18	PZ31	0,000	0,000	0,000	0,00	0,00	0,00	PZ74BR2	PZ74BR1	0,034	0,000	0,034	0,01	0,00	0,01
PZ19	PZ30	0,000	0,606	0,606	0,00	0,29	0,29	PZ74BR3	PZ74BR2	0,032	0,000	0,032	0,01	0,00	0,01
PZ19	PZ21	0,000	0,412	0,412	0,00	0,20	0,20	PZ74	PZ76	0,142	0,000	0,142	0,06	0,00	0,06
PZ20	PZ22	0,000	0,000	0,000	0,00	0,00	0,00	PZ75PI	PZ75	0,000	0,000	0,000	0,00	0,00	0,00
PZ21	PZ23	0,000	0,000	0,000	0,00	0,00	0,00	PZ75	PZ87	0,000	0,000	0,000	0,00	0,00	0,00
PZ22	PZ24	0,000	0,086	0,086	0,00	0,04	0,04	PZ76	PZ86	0,510	0,000	0,510	0,22	0,00	0,22
PZ23	PZ25	0,000	0,087	0,087	0,00	0,04	0,04	PZ77	PZ76	0,000	0,185	0,185	0,00	0,09	0,09
PZ24	PZ27	0,000	0,088	0,088	0,00	0,04	0,04	PZ77	PZ79	0,196	0,000	0,196	0,08	0,00	0,08
PZ25	PZ28	0,000	0,741	0,741	0,00	0,36	0,36	PZ78	PZ198	0,000	0,479	0,479	0,00	0,23	0,23
PZ26	PZ24	0,000	0,925	0,925	0,00	0,45	0,45	PZ79	PZ199	0,000	0,000	0,000	0,00	0,00	0,00
PZ27	PZ59	0,000	0,299	0,299	0,00	0,14	0,14	PZ80	---	0,000	0,000	0,000	0,00	0,00	0,00
PZ28	PZ60	0,000	0,143	0,143	0,00	0,07	0,07	PZ81	PZ78	0,000	0,104	0,104	0,00	0,05	0,05
PZ30	PZ58	0,000	0,584	0,584	0,00	0,28	0,28	PZ82	PZ81	0,000	0,453	0,453	0,00	0,22	0,22
PZ30	PZ28	0,000	0,481	0,481	0,00	0,23	0,23	PZ83	PF	0,000	0,000	0,000	0,00	0,00	0,00
PZ31	PZ57	0,000	0,000	0,000	0,00	0,00	0,00	PZ84PI	PZ84	0,000	0,000	0,000	0,00	0,00	0,00
PZ32	PZ31	0,306	0,300	0,606	0,13	0,14	0,27	PZ84	PF	0,000	0,091	0,091	0,00	0,04	0,04
PZ33PI	PZ33	0,000	0,529	0,529	0,00	0,25	0,25	PZ85PR2	PZ85BR1	0,000	0,358	0,358	0,00	0,17	0,17
PZ33	PZ173	0,000	0,326	0,326	0,00	0,16	0,16	PZ85PR1	PZ85BR1	0,000	0,000	0,000	0,00	0,00	0,00
PZ34	PZ186	0,796	0,000	0,796	0,34	0,00	0,34	PZ85	PZ86	0,000	0,059	0,059	0,00	0,03	0,03
PZ35PI	PZ35	0,302	0,000	0,302	0,13	0,00	0,13	PZ86PI	PZ86	0,000	0,634	0,634	0,00	0,31	0,31
PZ35	PZ37	0,303	0,000	0,303	0,13	0,00	0,13	PZ86	PZ190	0,000	0,183	0,183	0,00	0,09	0,09
PZ36	PZ49	0,000	0,000	0,000	0,00	0,00	0,00	PZ87	PZ189	0,000	0,000	0,000	0,00	0,00	0,00
PZ37	PZ48	0,303	0,266	0,569	0,13	0,13	0,26	PZ88	PZ115	0,000	0,690	0,690	0,00	0,33	0,33
PZ38	PZ39	1,182	0,026	1,207	0,50	0,01	0,51	PZ89PI	PZ89	0,000	0,607	0,607	0,00	0,29	0,29
PZ39	PZ82	0,000	0,182	0,182	0,00	0,09	0,09	PZ89	PZ114	0,000	0,593	0,593	0,00	0,29	0,29
PZ40PI	PZ40	0,000	0,447	0,447	0,00	0,22	0,22	PZ90PI	PZ90	0,000	0,450	0,450	0,00	0,22	0,22
PZ40	PZ41	0,112	0,000	0,112	0,05	0,00	0,05	PZ90	PZ113	0,000	0,000	0,000	0,00	0,00	0,00
PZ41	PZ42	0,241	0,000	0,241	0,10	0,00	0,10	PZ91	PZ112BR	0,000	0,289	0,289	0,00	0,14	0,14
PZ42PI	PZ42	0,192	0,000	0,192	0,08	0,00	0,08	PZ92	PZ94	0,000	0,000	0,000	0,00	0,00	0,00
PZ42	PZ81	0,078	0,203	0,281	0,03	0,10	0,13	PZ93PI	PZ93	0,000	0,334	0,334	0,00	0,16	0,16
PZ43	PZ44	0,000	0,000	0,000	0,00	0,00	0,00	PZ93	PZ95	0,000	0,323	0,323	0,00	0,16	0,16
PZ44	PZ78	0,079	0,426	0,505	0,03	0,21	0,24	PZ94	PZ106	0,000	0,000	0,000	0,00	0,00	0,00
PZ45	PZ79	0,000	0,000	0,000	0,00	0,00	0,00	PZ95	PZ104BR	0,000	0,230	0,230	0,00	0,11	0,11
PZ47	PZ44	0,557	0,000	0,557	0,24	0,00	0,24	PZ96	PZ97	0,000	0,000	0,000	0,00	0,00	0,00
PZ48	PZ187	0,242	0,000	0,242	0,10	0,00	0,10	PZ97	PZ98	0,000	0,000	0,000	0,00	0,00	0,00
PZ49PI	PZ49	0,090	0,000	0,090	0,04	0,00	0,04	PZ98	PZ99	0,000	0,000	0,000	0,00	0,00	0,00
PZ49	PZ75	0,000	0,000	0,000	0,00	0,00	0,00	PZ99	PZ103	0,000	0,000	0,000	0,00	0,00	0,00
PZ50PI	PZ50	0,363	0,000	0,363	0,15	0,00	0,15	PZ100	PZ101	0,000	0,000	0,000	0,00	0,00	0,00
PZ50	PZ188	0,105	0,051	0,155	0,04	0,02	0,07	PZ101	C.Q.F	0,000	0,000	0,000	0,00	0,00	0,00
PZ51	PZ184	0,000	0,000	0,000	0,00	0,00	0,00	PZ102	PZ166	0,000	0,000	0,000	0,00	0,00	0,00
PZ52	PZ185	0,000	0,000	0,000	0,00	0,00	0,00	PZ103	PZ132	0,000	0,000	0,000	0,00	0,00	0,00
PZ53	PZ54	0,145	0,000	0,145	0,06	0,00	0,06	PZ104BR	PZ104	0,000	0,010	0,010	0,00	0,00	0,00
PZ54	PZ56	0,000	0,000	0,000	0,00	0,00	0,00	PZ104	PZ105	0,000	0,011	0,011	0,00	0,01	0,01
PZ55	PZ68	0,000	0,000	0,000	0,00	0,00	0,00	PZ105	PZ102	0,000	0,000	0,000	0,00	0,00	0,00
								PZ106	C.Q.F	0,000	0,000	0,000	0,00	0,00	0,00

PZ107	C.Q.F	0,000	0,000	0,000	0,00	0,00	0,00
PZ108	PZ107	0,000	0,000	0,000	0,00	0,00	0,00
PZ109	PZ102	0,000	0,000	0,000	0,00	0,00	0,00
PZ110	PZ102	0,000	0,205	0,205	0,00	0,10	0,10
PZ111	PZ110	0,000	0,162	0,162	0,00	0,08	0,08
PZ112BR	PZ112	0,000	0,289	0,289	0,00	0,14	0,14
PZ112	PZ168BR	0,000	0,186	0,186	0,00	0,09	0,09
PZ113PI	PZ113	0,000	0,313	0,313	0,00	0,15	0,15
PZ113	C.Q.F	0,000	0,000	0,000	0,00	0,00	0,00
PZ114PI1	PZ114	0,000	0,308	0,308	0,00	0,15	0,15
PZ114PI2	PZ114	0,000	0,288	0,288	0,00	0,14	0,14
PZ114	PZ179	0,000	0,648	0,648	0,00	0,31	0,31
PZ115PI	PZ115	0,000	0,290	0,290	0,00	0,14	0,14
PZ115	PZ120	0,000	0,370	0,370	0,00	0,18	0,18
PZ116	--	0,000	0,000	0,000	0,00	0,00	0,00
PZ117	PZ193	0,000	0,061	0,061	0,00	0,03	0,03
PZ118	RIO. F	0,000	0,000	0,000	0,00	0,00	0,00
PZ119BR4	PZ119BR3	0,000	0,346	0,346	0,00	0,17	0,17
PZ119BR3	PZ119BR2	0,000	0,000	0,000	0,00	0,00	0,00
PZ119BR2	PZ119BR1	0,000	0,293	0,293	0,00	0,14	0,14
PZ119BR1	PZ119	0,000	0,000	0,000	0,00	0,00	0,00
PZ119	PZ118	0,000	0,000	0,000	0,00	0,00	0,00
PZ120	PZ118	0,000	0,166	0,166	0,00	0,08	0,08
PZ121PI	PZ121	0,000	0,129	0,129	0,00	0,06	0,06
PZ121	PZ122	0,000	0,000	0,000	0,00	0,00	0,00
PZ122	C_(C.Q.F)	0,000	0,000	0,000	0,00	0,00	0,00
PZ123	C.Q.F	0,000	0,000	0,000	0,00	0,00	0,00
PZ124	PZ123	0,000	0,000	0,000	0,00	0,00	0,00
PZ125PI	PZ125	0,000	0,191	0,191	0,00	0,09	0,09
PZ125	C_(C.Q.F)	0,000	0,000	0,000	0,00	0,00	0,00
PZ126	PZ124	0,000	0,000	0,000	0,00	0,00	0,00
PZ127	C_(C.Q.F)	0,000	0,000	0,000	0,00	0,00	0,00
PZ128PI	PZ128	0,000	0,222	0,222	0,00	0,11	0,11
PZ128	PZ127	0,000	0,029	0,029	0,00	0,01	0,01
PZ129	PZ130	0,000	0,216	0,216	0,00	0,10	0,10
PZ130	PZ131	0,000	0,000	0,000	0,00	0,00	0,00
PZ131	PZ126	0,000	0,000	0,000	0,00	0,00	0,00
PZ132	PZ131	0,000	0,000	0,000	0,00	0,00	0,00
PZ133PI	PZ133	0,000	0,092	0,092	0,00	0,04	0,04
PZ133	PZ168	0,000	0,196	0,196	0,00	0,09	0,09
PZ134	PZ162	0,000	0,000	0,000	0,00	0,00	0,00
PZ135	PZ134	0,000	0,189	0,189	0,00	0,09	0,09
PZ136	PZ137	0,000	0,000	0,000	0,00	0,00	0,00
PZ137	PZ138	0,000	0,023	0,023	0,00	0,01	0,01
PZ138	PZ20	0,000	0,120	0,120	0,00	0,06	0,06
PZ139	PZ138	0,000	0,123	0,123	0,00	0,06	0,06
PZ140	PZ139	0,000	0,087	0,087	0,00	0,04	0,04
PZ141PI	PZ141	0,000	0,180	0,180	0,00	0,09	0,09
PZ141	PZ142	0,000	0,000	0,000	0,00	0,00	0,00
PZ142	PZ95	0,000	0,000	0,000	0,00	0,00	0,00
PZ143	PZ102	0,000	0,000	0,000	0,00	0,00	0,00
PZ144	PZ143	0,000	0,099	0,099	0,00	0,05	0,05
PZ145	--	0,000	0,000	0,000	0,00	0,00	0,00
PZ146PI	PZ146	0,000	0,143	0,143	0,00	0,07	0,07
PZ146	PZ147	0,000	0,000	0,000	0,00	0,00	0,00
PZ147	PZ148	0,000	0,103	0,103	0,00	0,05	0,05
PZ148	PZ149	0,000	0,038	0,038	0,00	0,02	0,02
PZ149	PZ150	0,000	0,037	0,037	0,00	0,02	0,02
PZ150	PZ152	0,000	0,054	0,054	0,00	0,03	0,03
PZ151PI	PZ151	0,000	0,000	0,000	0,00	0,00	0,00
PZ151	PZ154	0,000	0,000	0,000	0,00	0,00	0,00
PZ152	PZ153	0,000	0,000	0,000	0,00	0,00	0,00
PZ153	PZ155	0,000	0,153	0,153	0,00	0,07	0,07
PZ154	PZ157	0,000	0,583	0,583	0,00	0,28	0,28
PZ155	PZ158	0,000	0,126	0,126	0,00	0,06	0,06
PZ156	PZ158	0,000	0,000	0,000	0,00	0,00	0,00
PZ157	PZ160BR	0,000	0,067	0,067	0,00	0,03	0,03
PZ160BR	PZ160	0,000	0,000	0,000	0,00	0,00	0,00
PZ158	PZ159	0,000	0,056	0,056	0,00	0,03	0,03
PZ159	EF1	0,000	0,000	0,000	0,00	0,00	0,00
PZ160	PZ159	0,000	0,068	0,068	0,00	0,03	0,03
PZ161	PZ160	0,000	0,073	0,073	0,00	0,04	0,04
PZ162	PZ161	0,000	0,000	0,000	0,00	0,00	0,00
PZ163	PZ162	0,000	0,020	0,020	0,00	0,01	0,01
PZ164	RIO. F	0,000	0,000	0,000	0,00	0,00	0,00
PZ165	PZ164	0,000	0,000	0,000	0,00	0,00	0,00

PZ166BR2	PZ166BR1	0,000	0,032	0,032	0,00	0,02	0,02
PZ166BR1	PZ166	0,000	0,000	0,000	0,00	0,00	0,00
PZ166	PZ163	0,000	0,000	0,000	0,00	0,00	0,00
PZ167BR	PZ167	0,000	0,000	0,000	0,00	0,00	0,00
PZ167	PZ165	0,000	0,000	0,000	0,00	0,00	0,00
PZ168BR	PZ168	0,000	0,163	0,163	0,00	0,08	0,08
PZ168	PZ166	0,000	0,198	0,198	0,00	0,10	0,10
PZ169	PZ167BR	0,000	0,000	0,000	0,00	0,00	0,00
PZ170	PZ18	0,000	0,000	0,000	0,00	0,00	0,00
PZ171	PZ19	0,000	0,141	0,141	0,00	0,07	0,07
PZ172PI	PZ172	0,000	0,154	0,154	0,00	0,07	0,07
PZ172	PZ170	0,000	0,000	0,000	0,00	0,00	0,00
PZ173PI	PZ173	0,000	0,108	0,108	0,00	0,05	0,05
PZ173	PZ55	0,000	0,000	0,000	0,00	0,00	0,00
PZ174	PZ56	0,000	0,129	0,129	0,00	0,06	0,06
PZ175	PZ176	0,000	0,000	0,000	0,00	0,00	0,00
PZ176	PZ89	0,000	0,379	0,379	0,00	0,18	0,18
PZ179BR	PZ179	0,000	0,405	0,405	0,00	0,20	0,20
PZ179	PZ194	0,000	0,082	0,082	0,00	0,04	0,04
PZ180	PZ88	0,000	0,613	0,613	0,00	0,30	0,30
PZ181	PZ180	0,000	0,000	0,000	0,00	0,00	0,00
PZ182	PZ72	0,000	0,026	0,026	0,00	0,01	0,01
PZ183	PZ73	0,000	0,000	0,000	0,00	0,00	0,00
PZ184	PZ182	0,000	0,000	0,000	0,00	0,00	0,00
PZ185	PZ183	0,000	0,000	0,000	0,00	0,00	0,00
PZ186	PZ52	0,000	0,000	0,000	0,00	0,00	0,00
PZ187PI	PZ187	0,000	0,096	0,096	0,00	0,05	0,05
PZ187	PZ76	0,241	0,000	0,241	0,10	0,00	0,10
PZ188	PZ74BR1	0,000	0,000	0,000	0,00	0,00	0,00
PZ189	PZ190	0,000	0,000	0,000	0,00	0,00	0,00
PZ189	PZ192	0,000	0,000	0,000	0,00	0,00	0,00
PZ190	PZ191	0,000	0,097	0,097	0,00	0,05	0,05
PZ191	E.F	0,000	0,000	0,000	0,00	0,00	0,00
PZ192	RIO. F	0,000	0,000	0,000	0,00	0,00	0,00
PZ193	PZ194	0,000	0,190	0,190	0,00	0,09	0,09
PZ194	PZ195	0,000	0,000	0,000	0,00	0,00	0,00
PZ195	PZ196	0,000	0,033	0,033	0,00	0,02	0,02
PZ196	C.Q.F	0,000	0,000	0,000	0,00	0,00	0,00
PZ197	PZ84	0,000	0,000	0,000	0,00	0,00	0,00
PZ198	PZ83	0,000	0,000	0,000	0,00	0,00	0,00
PZ199	PZ197	0,000	0,227	0,227	0,00	0,11	0,11
PZ200	PZ82	0,000	0,036	0,036	0,00	0,02	0,02