

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



«EVALUACIÓN, DISEÑO Y MODELAMIENTO DEL SISTEMA DE
DRENAJE PLUVIAL DE LA CIUDAD DE JULIACA CON LA
APLICACIÓN DEL SOFTWARE SWMM»

TESIS

PRESENTADO POR:

PAOLO CESAR ROJAS NAIRA

VLADIMIR HUMBERTO HUMPIRI PARI

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE

INGENIERO CIVIL

PUNO – PERÚ

2016

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

«EVALUACIÓN, DISEÑO Y MODELAMIENTO DEL SISTEMA DE
DRENAJE PLUVIAL DE LA CIUDAD DE JULIACA CON LA
APLICACIÓN DEL SOFTWARE SWMM»

TESIS

Presentado por:

Bach. PAOLO CESAR ROJAS NAIRA

Bach. VLADIMIR HUMBERTO HUMPIRI PARI

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO CIVIL

APROBADO POR EL JURADO DICTAMINADOR:

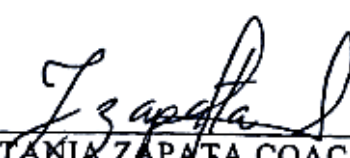
PRESIDENTE:


ING. ZENÓN MELLADO VARGAS

PRIMER JURADO:


ING. SAMUEL HUAQUISTO CÁCERES

SEGUNDO JURADO:


ING. TANIA ZAPATA COACALLA

DIRECTOR DE TESIS:


ING. EDGAR VIDAL HURTADO CHÁVEZ

Tema: Drenaje Urbano

Área: Hidráulica

Línea de Investigación: Planeamiento y gestión de cuencas

AGRADECIMIENTOS

De sobremanera damos gracias a la Universidad Nacional del Altiplano por brindarnos la oportunidad de estudiar y desarrollarnos profesionalmente.

A los docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil por impartir los conocimientos.

A los compañeros de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil por el gran apoyo y ejemplo de entrega. En especial a los compañeros Omar, Ronald y Deyvi por haber sido partícipes en la ejecución del presente proyecto.

A nuestros hermanos William Gustavo, Julio César, José Luis, Heber Edison, por el apoyo incondicional y la participación directa en los trabajos de campo.

A nuestros padres por el apoyo y orientación que nos brindan en todo momento, y nos impulsan a seguir adelante en nuestra formación personal y profesional.

ÍNDICE

CAPÍTULO I: GENERALIDADES	14
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	14
1.1.1 Identificación del Problema	14
1.1.2 Formulación del Problema.....	15
1.2 ÁMBITO DEL PROYECTO.....	16
1.3 ANTECEDENTES.....	18
1.4 JUSTIFICACIÓN	19
1.4.1 Sustento de Originalidad de esta Tesis	20
1.4.2 Justificación de Ejecución de la Tesis	20
1.5 OBJETIVOS DE ESTUDIO	21
1.5.1 Objetivo General.....	21
1.5.2 Objetivos Específicos.....	21
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	22
2.1 MARCO CONCEPTUAL	22
2.2 ASPECTOS HIDROLÓGICOS.....	25
2.2.1 Ciclo Hidrológico.....	25
2.2.2 Precipitación.....	27
2.2.3 Periodo de Retorno.....	25
2.2.4 Intensidad, Duración y Frecuencia de Precipitación	27
2.2.5 Hidrograma	30
2.2.6 Hietograma de Diseño.....	31
2.3 DRENAJE URBANO	32
2.3.1 Introducción.....	34
2.3.2 Análisis Estadístico de Series Temporales de Lluvia.....	35
2.4 SISTEMAS DE EVACUACIÓN.....	36
2.4.1 Sistema de Evacuación por Gravedad	36
2.4.2 Sistema por Bombeo.....	36
2.4.3 Sistema de Evacuación Mixto	37
2.5 COMPONENTES DEL SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL.....	37
2.6 CONSIDERACIONES BÁSICAS DE DISEÑO	38
2.7 CRITERIOS DE DISEÑO	40
2.7.1 Criterio de la Velocidad Mínima	40
2.7.2 Criterio de la Tensión Tractiva	41
2.8 MODELAMIENTO HIDROLÓGICO.....	41
2.8.1 Modelo de Simulación SWMM 5.0 EPA	41

2.8.2	<i>Modelo Conceptual Utilizado por SWMM</i>	42
2.8.3	<i>Componentes Físicos</i>	43
2.8.4	<i>Métodos Computacionales</i>	47
2.8.5	<i>Ecuación Fundamental de Flujo</i>	51
2.8.6	<i>Solución de la Ecuación Fundamental de Flujo por el Método de Euler Modificado</i>	53
CAPÍTULO III: INGENIERÍA DEL PROYECTO		55
3.1	ANÁLISIS DEL ÁMBITO DEL PROYECTO	55
3.1.1	<i>Diagnóstico del Estado del Río Torococha</i>	55
3.1.2	<i>Factores que Condicionan el Funcionamiento del Drenaje Pluvial</i>	61
3.1.3	<i>Problemática del Estado Situacional de Juliaca</i>	62
3.1.4	<i>Condiciones para el Funcionamiento Óptimo del Drenaje Pluvial</i>	68
3.2	EVALUACIÓN DEL PROYECTO EXISTENTE	69
3.2.1	<i>Resumen Ejecutivo</i>	69
3.2.2	<i>Trabajos de Campo</i>	72
3.2.3	<i>Revisión del Expediente Técnico</i>	73
3.3	ESTUDIOS BÁSICOS DE INGENIERÍA	80
3.3.1	<i>Generalidades</i>	80
3.3.2	<i>Delimitación y Descripción del Área de Estudio</i>	81
3.3.3	<i>Estudios Geodésicos</i>	82
3.3.4	<i>Estudios Topográficos</i>	85
3.3.5	<i>Estudios Hidrológicos</i>	104
CAPÍTULO IV: DISEÑO Y MODELAMIENTO		113
4.1	CONFIGURACIÓN DEL MODELO EN SWMM	113
4.1.1	<i>Delimitación de Áreas Tributarias</i>	113
4.1.2	<i>Valores por Defecto</i>	113
4.1.3	<i>Dibujo de los Objetos</i>	114
4.1.4	<i>Infiltración</i>	116
4.1.5	<i>Modelo de Simulación</i>	117
4.1.6	<i>Coeficiente n de Manning</i>	117
4.1.7	<i>Altura de Almacenamiento en Depresión</i>	118
4.1.8	<i>Flujo entre Subáreas</i>	118
4.1.9	<i>Opciones de Simulación</i>	119
4.2	DATOS UTILIZADOS PARA EL MODELAMIENTO	120
4.2.1	<i>Datos para el modelamiento del sector DJA</i>	120
4.2.2	<i>Datos para el modelamiento del sector DJB</i>	125
4.2.3	<i>Datos para el modelamiento del sector DJC</i>	129

4.2.4	Datos para el modelamiento del sector DJD.....	136
CAPÍTULO V: RESULTADOS Y DISCUSIÓN		146
5.1	RESULTADOS OBTENIDOS DEL SECTOR DJA	147
5.2	PERFILES DE LÁMINA DE AGUA DEL SECTOR DJA	153
5.3	ANÁLISIS DE RESULTADOS DEL SECTOR DJA.....	155
5.4	RESULTADOS OBTENIDOS DEL SECTOR DJB	156
5.5	PERFILES DE LÁMINA DE AGUA DEL SECTOR DJB	163
5.6	ANÁLISIS DE RESULTADOS DEL SECTOR DJB.....	165
5.7	RESULTADOS OBTENIDOS DEL SECTOR DJC	167
5.8	PERFILES DE LÁMINA DE AGUA DEL SECTOR DJC	176
5.9	ANÁLISIS DE RESULTADOS DEL SECTOR DJC.....	178
5.10	RESULTADOS OBTENIDOS DEL SECTOR DJD	180
5.11	PERFILES DE LÁMINA DE AGUA DEL SECTOR DJD	192
5.12	ANÁLISIS DE RESULTADOS DEL SECTOR DJD	195
5.13	DISCUSIÓN.....	198
CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		200
6.1	CONCLUSIONES.....	200
6.2	RECOMENDACIONES	202
REFERENCIAS.....		206
ANEXOS		206

Índice de Tablas

Tabla 1: Ficha Informativa del Proyecto	71
Tabla 2: Comparación de Puntos de Control	72
Tabla 3: Incompatibilidad de las Dimensiones de los Canales	74
Tabla 4: Parámetros de Levantamiento Geodésico	83
Tabla 5: Lineamientos de Levantamiento Geodésico	83
Tabla 6: Coordenadas de los Puntos Geodésicos	84
Tabla 7: Coordenadas UTM del Sistema WGS-84 de los Sectores DJA, DJB, DJC y DJD	87
Tabla 8: Precipitaciones Máximas en 24 horas	106
Tabla 9: Valores de Δ por Modelo de Distribución Probabilística.....	107
Tabla 10: Parámetros de Distribución del Modelo Log Pearson Tipo III	107
Tabla 11: Precipitación Máxima por Periodo de Retorno.....	108
Tabla 12: Ecuación de la Curva Representativa	108
Tabla 13: Series Temporales de Precipitación para 6 Horas	110
Tabla 14: Área de las Microcuencas del Proyecto	111
Tabla 15: Subcuencas del Proyecto	112
Tabla 16: Características del Suelo	117
Tabla 17: Coeficiente n de Manning para Escorrentía Superficial	118
Tabla 18: Valores Típicos de Almacenamiento en Depresión.....	118
Tabla 19: Características de subcuencas del sector DJA.....	120
Tabla 20: Características de nudos del sector DJA.....	122
Tabla 21: Características de los conductos del sector DJA	122
Tabla 22: Características de secciones de los conductos del sector DJA	124
Tabla 23: Características de subcuencas del sector DJB	125
Tabla 24: Características de nudos del sector DJB.....	126
Tabla 25: Características de conductos del sector DJB	127
Tabla 26: Características de secciones de los conductos del sector DJB	128
Tabla 27: Características de subcuencas del sector DJC	130
Tabla 28: Características de nudos del sector DJC.....	131
Tabla 29: Características de conductos del sector DJC	133
Tabla 30: Características de secciones del sector DJC	134
Tabla 31: Características de subcuencas del sector DJD.....	136
Tabla 32: Características de nudos del sector DJD	139
Tabla 33: Características de vertidos del sector DJD	140
Tabla 34: Características de conductos del sector DJD.....	140
Tabla 35: Características de secciones del sector DJD	143
Tabla 36: Escorrentía superficial del sector DJA	147
Tabla 37: Cálculo hidráulico del sector DJA	147
Tabla 38: Resumen de escorrentía en subcuencas del sector DJA	147
Tabla 39: Resumen de nivel en nudos del sector DJA.....	149

Tabla 40: Resumen de aporte en nudos del sector DJA	150
Tabla 41: Resumen de inundación en nudos del sector DJA	151
Tabla 42: Resumen de vertidos del sector DJA	151
Tabla 43: Resumen de caudal en líneas del sector DJA	152
Tabla 44: Características geométricas de los drenes según el expediente técnico del sector DJA	155
Tabla 45: Características geométricas de los drenes según el nuevo diseño del sector DJA	156
Tabla 46: Escorrentía superficial del sector DJB	156
Tabla 47: Cálculo hidráulico del sector DJB	157
Tabla 48: Resumen de escorrentía en subcuencas del sector DJB	157
Tabla 49: Resumen de nivele en nudos del sector DJB	158
Tabla 50: Resumen de aporte en nudos del sector DJB.....	159
Tabla 51: Resumen de inundación en nudos del sector DJB	160
Tabla 52: Resumen de vertidos del sector DJB	161
Tabla 53: Resumen de caudal en líneas del sector DJB	162
Tabla 54: Características geométricas de los drenes según el expediente técnico del sector DJB	166
Tabla 55: Características geométricas de los drenes según el nuevo diseño del sector DJB.....	166
Tabla 56: Resumen de escorrentía superficial del sector DJC	167
Tabla 57: Resumen del cálculo hidráulico del sector DJC	167
Tabla 58: Resumen de escorrentía en subcuencas del sector DJC	168
Tabla 59: Resumen de nivel en nudos del sector DJC.....	170
Tabla 60: Resumen de aporte en nudos del sector DJC.....	171
Tabla 61: Resumen de inundación en nudos del sector DJC.....	173
Tabla 62: Resumen de vertidos del sector DJC	174
Tabla 63: Resumen de caudal en líneas del sector DJC	174
Tabla 64: Características geométricas de los drenes según el expediente técnico del sector DJC.....	179
Tabla 65: Características geométricas de los drenes según el nuevo diseño del sector DJC.....	179
Tabla 66: Escorrentía superficial del sector DJD	180
Tabla 67: Cálculo hidráulico del sector DJD	181
Tabla 68: Resumen de escorrentía en subcuencas del sector DJD	181
Tabla 69: Resumen de nivel en nudos del sector DJD	183
Tabla 70: Resumen de aporte en nudos del sector DJD	186
Tabla 71: Resumen de inundación en nudos del sector DJD	188
Tabla 72: Resumen de vertidos en el sector DJD	189
Tabla 73: Resumen de caudal en líneas del sector DJD	190
Tabla 74: Características geométricas de los drenes según el expediente técnico del sector DJD	196
Tabla 75: Características geométricas de los drenes según el nuevo diseño del sector DJD	197

Índice de Figuras

Figura 1: Plano General de la Ciudad de Juliaca	17
Figura 2: Curvas IDF	29
Figura 3: Hidrograma	30
Figura 4: Hietograma de Diseño para 2 horas, utilizando el Método del Bloque Alterno	31
Figura 5: Esquema ilustrativo de un sistema de drenaje urbano.....	34
Figura 6: Precipitación, infiltración, escorrentía y flujo en un sistema de drenaje	35
Figura 7: Componente físicos empleados en el modelo de un sistema de drenaje	44
Figura 8: Visión conceptual del fenómeno de la escorrentía en SWMM	48
Figura 9: Tramo inicial del río Torococha.....	56
Figura 10: Tramo final del río Torococha.....	56
Figura 11: Desembocadura de aguas tratadas de SEDA Juliaca.....	57
Figura 12: Consecuencias de los rellenos periódicos de las calles en Juliaca	62
Figura 13: Aniegos en las calles a falta de mantenimiento.....	63
Figura 14: Inundación de áreas destinadas para uso público	63
Figura 15: Inundación en la Av. Santa Rosa (febrero del 2016).....	63
Figura 16: Inundación en el Jr. Daniel Alomía Robles (abril del 2016).....	64
Figura 17: Tubería de conducción de aguas residuales que atraviesa el río Torococha.....	65
Figura 18: Instalación de redes de alcantarillado en las riberas del río Torococha.....	65
Figura 19: Instalación de redes de energía eléctrica en el río Torococha.....	65
Figura 20: Construcción de viviendas sobre el río Torococha	66
Figura 21: Expansión indiscriminada hacia las riberas del río Torococha.....	66
Figura 22: Deposición de escombros en el río Torococha	66
Figura 23: Contaminación del río Torococha.....	67
Figura 24: Áreas de intervención urbana en Juliaca	67
Figura 25: Curva Intensidad Duración Frecuencia	109
Figura 26: Hietograma de Diseño para 6 horas	110
Figura 27: Delimitación de las Subcuencas del Proyecto.....	112
Figura 28: Valores por Defecto del Proyecto	114
Figura 29: Mapa del Sector DJA	114
Figura 30: Mapa del Sector DJB	115
Figura 31: Mapa del Sector DJC	115
Figura 32: Mapa del Sector DJD.....	116
Figura 33: Opciones de Simulación.....	119
Figura 34: Perfil de lámina de agua del dren DJA 1	153
Figura 35: Perfil de lámina de agua del dren DJA 1.1	154
Figura 36: Perfil de lámina de agua del dren DJA 1.2	154
Figura 37: Perfil de lámina de agua del dren DJA 1.3.1	155
Figura 38: Perfil de lámina de agua del dren DJB 1.....	163

Figura 39: Perfil de lámina de agua del dren DJB 1.1..... 164

Figura 40: Perfil de lámina de agua del dren DJB 1.1.2..... 164

Figura 41: Perfil de lámina de agua del dren DJB 1.1.4.1..... 165

Figura 42: Perfil de lámina de agua del dren DJC 1..... 176

Figura 43: Perfil de lámina de agua del dren DJC 1.1.A 177

Figura 44: Perfil de lámina de agua del dren DJC 1.3..... 177

Figura 45: Perfil de lámina de agua del dren DJC 1.3.1..... 178

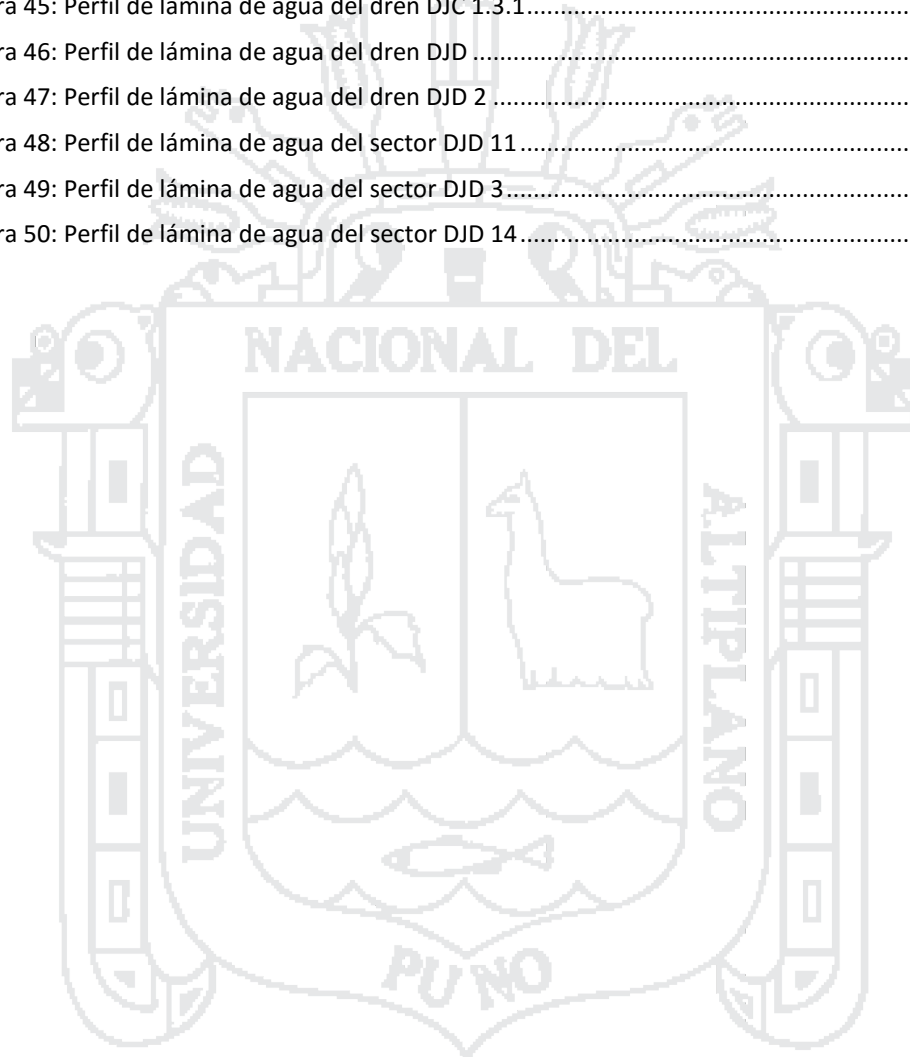
Figura 46: Perfil de lámina de agua del dren DJD 193

Figura 47: Perfil de lámina de agua del dren DJD 2 193

Figura 48: Perfil de lámina de agua del sector DJD 11 194

Figura 49: Perfil de lámina de agua del sector DJD 3..... 194

Figura 50: Perfil de lámina de agua del sector DJD 14..... 195



Resumen

Juliaca es una de las ciudades con un alto índice de crecimiento de población en los últimos años, y carece de muchos servicios de infraestructura urbana. Ante esto ha surgido la idea de proveer el servicio de drenaje de aguas pluviales a través de la ejecución del proyecto denominado «DRENAJE PLUVIAL DE LA CIUDAD DE JULIACA» que quedó paralizada por encontrarse irregularidades en la aprobación del expediente técnico y faltas de diferente índole.

Por esta razón, se ha evaluado los componentes determinantes del expediente técnico (Estudios de Topografía e Hidrología, principalmente), con la finalidad de analizar e interpretar la realidad y determinar la problemática existente. Como resultado de esto se ha obtenido un nuevo diseño del proyecto a través del modelamiento por computadora con el software SWMM. Asimismo, se ha realizado una verificación con las normas y reglamentaciones que se tienen que cumplir para el diseño de un proyecto de este tipo.

Según la evaluación realizada, se ha determinado que los estudios básicos de ingeniería en el expediente técnico han sido desarrollados con un sustento técnico deficiente. El diseño obtenido en el presente proyecto de tesis garantiza el funcionamiento del sistema de drenaje pluvial, con inundaciones de poca duración que afectan mínimamente a su entorno.

Palabras clave: Drenaje urbano, aguas pluviales, modelamiento hidráulico, cálculo hidráulico.

Abstract

Juliaca is one of the cities with a high rate of population growth in the last years, and lacks a lot of services of urban infrastructure. In front of this has happened the idea of supplying the rainwater drainage service through the project execution named “DRENAJE PLUVIAL DE LA CIUDAD DE JULIACA” that got paralyzed when it was found out irregularities in the technical file approval and different kind of faults.

For this reason, the technical file determining components have been evaluated (Topographical and Hydrological Studies, mainly), with the aim of analyzing and interpreting the reality and determining the existent problems. As a result of this it has obtained a new project design through the computer modeling with SWMM model. Likewise, it has carried out a verification with the standards and regulations that must fulfill for the for the suchlike project design.

According to the realized evaluation, it has been determined that the basic engineering studies in the technical file have been developed with a deficient technical support. The obtained design in this thesis guarantees the drainage system functioning, with short period floodings that affects minimally its surroundings.

Keywords: Urban drainage, rainwater, hydraulic modeling, hydraulic calculation.

Introducción

Ante la problemática del sector saneamiento de satisfacer la creciente demanda para la evacuación de aguas pluviales y el tratamiento de las mismas tomando en cuenta la acelerada expansión territorial que genera desorden urbano, y teniendo como precedente la paralización del proyecto «DRENAJE PLUVIAL DE LA CIUDAD DE JULIACA» por la mala gestión entre la autoridad local y las entidades supervisora y ejecutora. A la vez que el proyecto presenta irregularidades en el aspecto técnico, se ha decidido evaluar el expediente técnico y formular un nuevo diseño para someterlo a un modelamiento numérico para ver el comportamiento de las redes de drenaje de aguas pluviales.

En el Capítulo I se describe el planteamiento del problema, justificación y objetivos de la investigación.

El Capítulo II contiene el marco teórico que engloba los aspectos fundamentales de drenaje urbano con bases teóricas que sirven para el desarrollo del proyecto.

En el Capítulo III se realiza el análisis y evaluación del proyecto identificando los problemas relevantes que determinan el funcionamiento óptimo en la gestión de las aguas pluviales. Con los resultados de la evaluación se realiza nuevos estudios básicos de ingeniería basados en la recolección de datos en campo y el procesamiento en gabinete que sirven de base para el nuevo diseño.

En el Capítulo IV se plantea un nuevo diseño y una descripción general del modelo numérico de drenaje urbano empleado para la simulación y análisis de la red propuesta en este trabajo con el *Storm Water Management Model* (SWMM) para observar el comportamiento de las redes de drenaje ante un evento de precipitación pluvial máxima con periodo de retorno de 25 años.

En el Capítulo V se hace un análisis de los resultados obtenidos y se compara el diseño hidráulico obtenido con el diseño propuesto en el expediente técnico.

En el Capítulo VI se dan las conclusiones y recomendaciones.

CAPÍTULO I

GENERALIDADES

1.1 Planteamiento del Problema

1.1.1 Identificación del Problema

En la actualidad existe una evidente problemática en los sectores urbanizados de la ciudad de Juliaca, que han crecido indiscriminadamente sin una planificación verdaderamente efectiva. Pues en la mayoría de los casos las construcciones de las viviendas no cumplen con las leyes y reglamentaciones indicadas por los organismos establecidos para ello. En este caso específico, la Municipalidad Provincial de San Román que no hace cumplir lo establecido en su Plan Director (Plan de Desarrollo Urbano); en segundo término, la Empresa Prestadora de Servicios SEDA JULIACA S.A. no cumple con las reglamentaciones que están relacionadas con la recolección, conducción y disposición de las aguas de lluvia.

En ese sentido se ha elaborado un expediente técnico denominado «DRENAJE PLUVIAL DE LA CIUDAD DE JULIACA» para su posterior ejecución. Sin embargo, la obra en ejecución ha sido paralizada al haberse encontrado irregularidades en el aspecto técnico.

El expediente técnico muestra incompatibilidad con los datos topográficos (coordenadas UTM de los puntos de captación, cambio de sección y pendiente) calibrados mediante el sistema WGS-84 en el replanteo del proyecto. También se ha podido observar que las coordenadas de los puntos de desemboque son discordantes con las coordenadas reales en campo.

En el aspecto hidrológico se han asumido criterios no sustentados los cuales implican asumir e interpretar los datos pluviométricos para determinar el periodo de

retorno, el cual es erróneo al no cumplir con los criterios establecidos en la Norma OS-060.

Considerando que Juliaca es una ciudad con una superficie llana, en la que las redes de drenaje se han diseñado con pendientes mínimas (mayormente entre 0.03 % y 0.15%), observando así que no garantiza el flujo de materiales sólidos en los conductos. La Norma antes mencionada indica que la velocidad mínima en las redes sea de 0.90 m/s. Por consiguiente, los parámetros de diseño deben ser recalculados.

Igualmente se determinó que el tipo de sistema de evacuación sea por gravedad, y se ha considerado al proyecto como un sistema de drenaje urbano menor, lo cual no es apropiado con las características geográficas y urbanísticas del área del proyecto, sin embargo el sistema de drenaje deberá evacuar caudales que se presentan con poca frecuencia y que además de utilizar el sistema de drenaje menor (alcantarillado pluvial), utiliza las pistas delimitadas por los sardineles de las veredas, como canales de evacuación.

A causa de un sistema de drenaje pluvial individualizado, las aguas de lluvia son evacuadas a través de las alcantarillas de las aguas servidas, causando el colapso en diferentes zonas de la ciudad de Juliaca. Como consecuencia de esto en las personas se presentan enfermedades respiratorias, estomacales entre otras, causadas por la emisión de gases.

Finalmente, de lo observado, es preciso señalar que el expediente técnico actualmente utilizado para la ejecución de la obra presenta serios problemas técnicos, los cuales deben ser revisados con suma urgencia para la reanudación de la ejecución de la obra.

1.1.2 Formulación del Problema

Problema general

¿Es posible evaluar el sistema de drenaje pluvial de la ciudad de Juliaca, y plantear un nuevo diseño hidráulico?

Problemas específicos

- ¿Cuáles son los parámetros hidrológicos y de diseño hidráulico que afectan al sistema de drenaje pluvial?
- ¿Es posible determinar el aporte, en el diseño del sistema de drenaje pluvial, con el programa de simulación SWMM en condiciones reales?
- ¿Será posible la comparación del comportamiento hidráulico con la información existente y los resultados del diseño que se planteará?

1.2 Ámbito del Proyecto

Ubicación Geográfica:

Distrito : Juliaca
Provincia : San Román
Departamento : Puno

El plano de referencia que se va a utilizar es el Plano General de la Ciudad de Juliaca mostrado en la *Figura 1*.

La zona de estudio comprende en su totalidad la ciudad de Juliaca, la cual ha sido dividida en 4 zonas para su estudio (microcuencas), las cuales se denominarán DJA, DJB, DJC y DJD.



Figura 1: Plano General de la Ciudad de Juliaca

Fuente: Municipalidad Provincial de San Román – Juliaca, Proyecto: Plano General de la Ciudad de Juliaca, mayo del 2014

1.3 Antecedentes

El proyecto denominado «DRENAJE PLUVIAL DE LA CIUDAD DE JULIACA» se dio inicio con la aprobación del expediente técnico el 27 de mayo de 2013 mediante la Resolución de Alcaldía N° 246/A-2013 por parte de la Municipalidad Provincial de San Román.

Después de la aprobación del expediente técnico se realizó la LICITACIÓN PÚBLICA N° 007-2013-MPSR-J/CE, en septiembre de 2013 para la contratación de la ejecución del «DRENAJE PLUVIAL DE LA CIUDAD DE JULIACA», cuyo monto de inversión es con un valor referencial de doscientos diez millones trescientos ochenta y ocho mil novecientos once con 51/100 N.S. (S/. 210 388 911.51) incluidos los Impuestos de Ley y cualquier otro concepto que incida en el costo total de la ejecución de la obra. De esa manera se firmó el contrato de ejecución con una empresa española el 11 de abril de 2014. El inicio de la obra debió ser después de 15 días; sin embargo, se inició el 22 de setiembre, 149 días después del plazo. En su momento argumentaron que no existía una Entidad Supervisora, pero se indicó que mientras avanzaba la licitación se debía designar un inspector de obra. Esto no sucedió, así que el Congreso considera que hubo negligencia.

Después que inició la ejecución de la obra el 22 de setiembre de 2014, queda paralizada desde el 5 de junio de 2015 con la nulidad del contrato de la supervisión de obra N° 001-2014-MPSRJ-CE de fecha 4 de setiembre de 2014. Por encontrarse irregularidades en la aprobación del expediente técnico y faltas de diferente índole en el contrato con la empresa supervisora que trajo consigo la paralización de la ejecución de obra.

Existen estudios similares al tema planteado, a nivel de tesis y/o proyectos nacionales e internacionales:

- La tesis denominada «Análisis Numérico de la Red de Drenaje Pluvial de la Urbanización Angamos», de la ciudad de Piura. El objetivo de esta tesis fue la comparación del diseño de la red de drenaje realizado por el «Instituto de Hidráulica, Hidrología e Ingeniería Sanitaria» (IHHS) de la Universidad de Piura, con los resultados de la simulación con la aplicación del software SWMM de la red de

- drenaje utilizando los datos del diseño mencionado, para verificar el funcionamiento hidráulico y mostrar la eficiencia del sistema de drenaje existente.
- La tesis denominada «Simulación y Optimización de un Sistema de Alcantarillado Urbano», de la ciudad de Tumbes. El objetivo de esta tesis fue optimizar una red de alcantarillado pluvial existente, debiendo ser esta la más económica, y además garantizar que no habrá desbordes ni inundaciones mediante la simulación con la aplicación del software SWMM.
 - La tesis denominada «Diseño de un Sistema de Drenaje Pluvial Óptimo y Funcional para el Sector la Rotaria de la Parroquia Raúl Leoni de Maracaibo EDO-ZULIA». El objetivo de esta tesis fue plantear un diseño de un sistema de drenaje óptimo y funcional a partir del diagnóstico del funcionamiento del sistema de drenaje existente.
 - El proyecto denominado «Proyecto Ejecutivo de Drenaje Pluvial en la Zona Centro de la Ciudad de Piedras Negras, Coahuila (2008)». Su objetivo fue realizar el catastro de la infraestructura pluvial existente, análisis y diagnóstico del funcionamiento de la infraestructura pluvial existente para resolver el problema de las inundaciones y plantear la ejecución de las obras y acciones necesarias para resolver la problemática de las inundaciones.

1.4 Justificación

El diseño hidráulico del sistema de drenaje pluvial de la ciudad de Juliaca es de total importancia porque garantizará el funcionamiento adecuado del sistema para la recolección, transporte y evacuación a un cuerpo receptor de aguas pluviales, teniendo así la continuidad de la ejecución del proyecto.

Teniendo en cuenta que la Municipalidad Provincial de San Román entra en el proceso de arbitraje con la empresa ejecutora y supervisora de la obra en mención para lo cual todo procedimiento de continuidad de la obra queda paralizado. Resultando de esto la inexistencia del planeamiento de reformulación del proyecto por parte de la Municipalidad Provincial de San Román, lo cual incentiva a la realización de la presente tesis.

Para la elaboración de la presente investigación se tiene un mayor interés en el aspecto técnico y social por parte de los implicados y de quienes ejecutan la investigación,

habiendo participado en la ejecución de la obra en mención, a la vez siendo habitantes de la ciudad afectada. Por lo que se tiene una noción amplia del problema que puede traer consigo la discontinuidad en la ejecución del proyecto.

1.4.1 Sustento de Originalidad de esta Tesis

En el proceso de ejecución de la obra, el expediente técnico ha tenido una evaluación preliminar por parte de mesas técnicas conformadas por las entidades del Colegio de Ingenieros del Perú y la Municipalidad Provincial de San Román; además de que se habían encontrado irregularidades en la aprobación del expediente técnico con observaciones sin absolución alguna. Se llegó a la conclusión de la necesidad de una reformulación del expediente técnico. A consecuencia de esto y problemas administrativos e incumplimiento del contrato se inicia un proceso de arbitraje por una parte la entidad (MPSRJ) y por otra con la empresa ejecutora y supervisora, no se da el proceso de licitación de reformulación del expediente técnico en mención.

Por lo expuesto anteriormente, se plantea realizar un nuevo diseño hidráulico del sistema pluvial de la ciudad de Juliaca, para ello se recopilará nuevos datos que se obtendrán en campo y no serán obtenidos del expediente para lo cual se sustenta su originalidad ya que no será una copia. Esto implica realizar estudios básicos de ingeniería para obtener el análisis hidrológico y el diseño hidráulico.

1.4.2 Justificación de Ejecución de la Tesis

Considerando los antecedentes del proyecto y la magnitud de la obra, se espera que para el desarrollo de la tesis este llegue a tener un cierto grado de dificultad, tanto que en el proceso de obtención de datos de campo resulte laborioso y demandará un gasto considerable.

De acuerdo a la revisión de trabajos similares, estos se caracterizan principalmente en su desarrollo:

- En el ámbito de estudio se considera un área pequeña (una urbanización).
- Los datos utilizados han sido tomados de proyectos existentes.
- Un objetivo general ha sido la comparación de resultados entre un proyecto existente y los resultados de un nuevo diseño con un nuevo enfoque y la utilización de datos existentes.

- Otro objetivo general ha sido la optimización de un sistema de drenaje existente.
- Para verificar la eficiencia del diseño planteado ha sido necesario la aplicación del software SWMM para la simulación hidráulica del sistema de drenaje.

Por tales razones la presente tesis se desarrollará con la participación de dos tesis, para así lograr el objetivo, el cual es plantear un nuevo diseño del sistema de drenaje pluvial de la ciudad de Juliaca.

1.5 Objetivos de Estudio

1.5.1 Objetivo General

Evaluar el proyecto actual y plantear un nuevo diseño hidráulico del sistema de drenaje pluvial de la ciudad de Juliaca aplicando el programa de modelamiento SWMM.

1.5.2 Objetivos Específicos

- Evaluar el expediente técnico existente de la ciudad de Juliaca.
- Determinar los parámetros hidrológicos e hidráulicos para el diseño del sistema de drenaje pluvial de la ciudad de Juliaca.
- Determinar el aporte en el diseño del sistema de drenaje pluvial de la ciudad de Juliaca con la aplicación del programa SWMM.
- Comparar el comportamiento hidráulico con los datos existentes y los resultados del diseño que se planteará.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Marco Conceptual

Alcantarilla: Es el elemento que se coloca por debajo de las vías en sentido transversal para recoger y permitir el paso de las aguas cuyos cauces son interferidos por las carreteras.

Aguas pluviales: Agua de lluvia, precipitación natural que ha recorrido una columna atmosférica.

Áreas de aporte o influencia: Son todas aquellas áreas donde de una u otra forma contribuyen al escurrimiento superficial, es decir, que drenan sus aguas a un punto específico.

Canal: Son elementos utilizados en el diseño de carreteras para captar el drenaje necesario que permita evitar inundaciones y dar al mismo tiempo seguridad a edificaciones adyacentes.

Capacidad hidráulica: Es la capacidad que tiene cualquier estructura o vía de transportar un caudal de agua en función de la altura máxima de agua permitida, esta altura viene dada por norma, estos parámetros en conjunto con otros elementos determinan las dimensiones finales de las estructuras en estudio y su capacidad funcional.

Cauce: Lecho de los ríos o arroyos. Conducto descubierto o acequia por donde corren las aguas para riego u otros usos.

Cuenca: Es toda proporción de terreno cuyas aguas de lluvias que corren por la superficie misma del terreno, se concentra y pasan por un punto de drenaje. Dicha cuenca está rodeada por una divisoria topográfica o superficial que determina los límites del área

de aporte, el valor del caudal de diseño dependerá de las características físicas del terreno de la cuenca.

Diagrama de flujo: Representación gráfica de la solución de un problema, de manera que directamente se puedan escribir instrucciones en el lenguaje de programación a utilizar.

Drenaje Urbano: Eliminación de exceso de agua que tiende a acumularse en las áreas urbanas.

Duración de lluvia: Es el tiempo comprendido entre el comienzo y el final de la lluvia, este final puede ser total o el momento hasta donde es apreciable la lluvia para efectos prácticos.

Escorrentía: Parte de la precipitación que fluye por la superficie del terreno o por debajo de este.

Escurrimiento Superficial: Ocurre cuando el agua entra en el canal o estructura de captación luego de haber recorrido la superficie del suelo en ruta hacia el canal. El escurrimiento va siempre en retraso con relación a la lluvia que lo produce, dependiendo el retraso de las características del área drenable, es decir, el escurrimiento en un componente residual de la lluvia.

Estancamiento: Excesos de agua acumulada en la superficie.

Estructura de Captación: Son estructuras creadas para la recolección de aguas de lluvia que drenan a través de las calles.

Filtración: Movimiento y paso de agua alrededor de estructuras

Funcional: Relativo a la función, cuya disposición busca la mayor eficacia en las funciones que le son propias y pospone o elimina lo ornamental.

Frecuencia de lluvia: Es el intervalo de recurrencia o el número de veces que un evento es igualado o excedido en un intervalo de tiempo determinado o en un número de años.

Gasto: Gasto o caudal es el volumen de agua que pasa por una sección dada de un canal en un tiempo dado, esto indica que el gasto tiene dimensión de volumen sobre tiempo.

Gasto de diseño: Generalmente es el evento o caudal máximo de escurrimiento que se ocurre en una zona en un período de retorno establecido, el cual corresponde a la cantidad de agua que debe ser desalojada. Estos caudales son evaluados por el período de retorno de la lluvia que las genera conjuntamente con la importancia de la zona.

Geodesia: Ciencia matemática que tiene por objeto determinar la forma y magnitud del globo terrestre o de gran parte de él, y construir los mapas correspondientes.

Hidrología: Es aquella rama de la geografía física relacionada con el origen, la distribución y las propiedades de las aguas en la tierra.

Hidrograma: Es un gráfico que muestra la variación en el tiempo de alguna información hidrológica del nivel de agua, caudal, carga de sedimentos, entre otros.

Hietograma: Es la forma gráfica de representar la lluvia incremental, por lo tanto, se presenta como un diagrama de barras.

Infiltración: Es el proceso individual que resta la mayor cantidad de agua de lluvia al escurrimiento inmediato.

Intensidad de lluvia: Es el volumen de agua que precipita por unidad de tiempo y generalmente se expresa en unidades de mm/h, mm/min, mm/s, etc.

Método racional: Este método asume que la máxima tasa de escurrimiento en una cuenca ocurre cuando toda el área está contribuyendo, y que esta tasa de escurrimiento es igual a un porcentaje “C” de la tasa promedio de lluvia.

Periodo de retorno de diseño: El periodo de retorno de diseño se determina de acuerdo con la importancia de las áreas y con los daños, perjuicios o molestias que las inundaciones periódicas puedan ocasionar a los habitantes, tráfico vehicular, comercio, industria, etc. La selección del periodo de retorno está asociada entonces con las características de protección e importancia del área de estudio.

Pluviógrafo: Es un instrumento que por medio de un sistema registra gráficamente la cantidad de lluvia en un cierto intervalo de tiempo.

Pluviómetro: Instrumento usado en las estaciones meteorológicas para la recogida y medición de la precipitación, mide la cantidad de lluvia caída durante un tiempo determinado.

Precipitación: Agregado de partículas acuosas, líquidas o sólidas, cristalizadas o amorfas, que caen de una nube o grupo de nubes y alcanzan el suelo.

Sumideros: Son alcantarillas de recolección de aguas ubicadas debajo de la acera o en calzadas.

2.2 Aspectos Hidrológicos

Según el *Federal Council for Science and Technology* (2015) la Hidrología versa sobre el agua de la tierra, su existencia y distribución, sus propiedades físicas y químicas, y su influencia sobre el medio ambiente, incluyendo su relación con los seres vivos. El dominio de la hidrología abarca la historia completa del agua sobre la Tierra.

Aparicio (1992), señala que una cuenca es la unidad básica en un estudio hidrológico y se define como aquella área de terreno donde el agua de lluvia que cae sobre su superficie y que no se infiltra, es conducida hasta un punto de salida (cuenca abierta) o de almacenamiento (cuenca cerrada). Es importante remarcar que el tamaño de una cuenca depende de la ubicación del punto de salida. Dentro de la cuenca se considera la existencia de una corriente principal y de corrientes tributarias que son afluentes de la primera.

2.2.1 Ciclo Hidrológico

El ciclo hidrológico se refiere a los procesos por los que pasa el agua durante su transporte continuo entre los océanos, la atmósfera, y la tierra. Las fases del ciclo hidrológico que interesa para fines de este proyecto son la precipitación y el escurrimiento superficial, pues sus efectos pueden llegar a provocar graves daños a las poblaciones que no están preparadas para tales eventos.

2.2.2 Periodo de Retorno

El gasto de proyecto es el evento máximo de escurrimiento contra cuyos efectos deben evitarse los daños e inconvenientes a que se refieren los objetivos. Por motivo de facilidad, se expresa el evento máximo señalado por su período de retorno, es decir, el

número promedio de retorno, es decir, el número promedio de años que transcurren entre la ocurrencia de dos eventos iguales. Por ejemplo, si se acepta a título ilustrativo como evento máximo el correspondiente a un período de retorno de 25 años y que, en consecuencia, cualquier otro evento con una frecuencia menor o sea un período mayor de retorno, sí podrá causar daños e inconvenientes. (Bolinaga & Franceschi, 1979).

2.2.2.1 Probabilidad de no ocurrencia

La fórmula que liga las probabilidades de no ocurrencia en un año cualquiera p con los períodos de retorno T_R es: $p = 1 - \frac{1}{T_R}$

Asimismo, la probabilidad de ocurrencia J de un evento cualquiera en un período de retorno de n años viene dada por la ecuación: $J = 1 - p^n$

Finalmente, la probabilidad de ocurrencia en un año cualquiera j estaría ligada a la ocurrencia para el mismo período, mediante la relación: $J = 1 - p = \frac{1}{T_R}$

En el caso de drenaje urbano, el evento a considerar son los excedentes de aguas de lluvias, es decir, el escurrimiento que ellas generan¹. Conociendo las limitaciones referentes a datos hidrológicos y estando al tanto del hecho de que todavía en muchos procedimientos se sigue utilizando la frecuencia unida al evento precipitación.²

2.2.2.2 Factores determinantes en la selección del período de retorno

Los factores principales que influyen en la fijación de la frecuencia de los eventos contra los cuales se debe dar protección, son:

1. Función. Si la función del sistema es básica o complementaria, pues la primera se refiere a daños a personas y propiedades y la segunda a inconvenientes en el tráfico de personas y vehículos, entonces lógicamente el incumplimiento de la primera trae peores consecuencias.

¹ Comúnmente se utiliza la frecuencia de las precipitaciones como medida del grado de riesgo.

² De cualquier forma debe tenerse siempre claro que la frecuencia de lluvias deja realmente indefinida la protección real seleccionada.

2. Uso de la tierra. El uso de las áreas a ser protegidas, pues de acuerdo a esto los daños o inconvenientes pueden ser mayores o menores.
3. Tipo de vía terrestre. El tipo de uso de las vías terrestres, vialidad principal o secundaria, autopistas o carreteras, etc., ya que ello está íntimamente relacionado con la magnitud de los inconvenientes al tránsito de vehículos.
4. Instalaciones especiales. Seguridad de instalaciones especiales como son los cuerpos de bomberos, de policía, los hospitales, etc., dado que este tipo de daño ocasionaría problemas todavía mayores en la ciudadanía e imposibilitaría las labores de salvamento.
5. Seguridad nacional. Consideraciones de tipo militar y otras de seguridad nacional.

Haciendo abstracción de los daños a personas, el método apropiado para determinar el período de retorno sería evaluar la relación beneficio-costos³, para diferentes alternativas de protección y elegir la mayor relación.

2.2.3 Precipitación

La precipitación es toda forma de humedad que, originándose en las nubes, llega hasta la superficie del suelo. (Villón, 2002).

Se llama precipitación a aquellos procesos mediante los cuales el agua cae de la atmósfera a la superficie de la tierra, en forma de lluvia (precipitación pluvial), nieve o granizo. La magnitud de los escurrimientos superficiales está ligada proporcionalmente a la magnitud de la precipitación pluvial. Por este motivo, los estudios de drenaje parten del estudio de la precipitación para estimar los gastos de diseño que permiten dimensionar las obras de drenaje. (Butler & Davies, 2010).

La medición de la precipitación se ha llevado a cabo, principalmente, con aparatos climatológicos conocidos como pluviómetros y pluviógrafos. Ambos se basan en la medición de una lámina de lluvia (mm), la cual se interpreta como la altura del nivel del agua que se acumularía sobre el terreno sin infiltrarse o evaporarse sobre un área unitaria. La diferencia entre los dispositivos de medición consiste que el primero mide la precipitación acumulada entre un cierto intervalo de tiempo de lectura (usualmente de 24 horas), y el segundo registra en una gráfica (pluviograma) la altura de lluvia acumulada

³ Conceptualmente la relación beneficio-costos es el camino correcto y se debe hacer todo esfuerzo por seguirlo, en especial cuando se presume puedan existir daños cuantiosos.

de acuerdo al tiempo, este último resulta más útil para el ingeniero encargado de diseñar las obras de drenaje.

La ventaja de usar los registros de los pluviógrafos con respecto a los de los pluviómetros radica en que se pueden calcular intensidades máximas de lluvia para duraciones predeterminadas, que posteriormente pueden ser transformadas a gastos de diseño para estructuras de drenaje.

2.2.4 Intensidad, Duración y Frecuencia de Precipitación

Dos aspectos importantes son considerados en la obtención de la lluvia: el periodo de retorno o frecuencia de la misma y su duración. Las estructuras de drenaje se diseñan para conducir las máximas descargas que se producen, las cuales son un resultado de la relación duración-intensidad de las lluvias. (Cárdenas, 2006)

Para el análisis de tormentas la intensidad debe ser considerada como el volumen de agua de lluvia que cae en un determinado espacio de tiempo como parámetro importante en el diseño de las obras de drenajes, éstas, en conjunto con la pendiente, determinan las alturas mojadas de las estructuras a diseñar. La intensidad de la lluvia depende de la duración de esta, existiendo una relación inversa entre ellas La selección del nivel de probabilidad apropiado para un diseño, es decir, el riesgo que se considera aceptable, depende de las condiciones económicas y técnicas y se relacionan con los daños, perjuicios y molestias que las inundaciones puedan ocasionar al público, comercio, industria e instituciones de la localidad. (Cárdenas, 2006).

La duración en las precipitaciones es el tiempo comprendido entre el comienzo y el final de la lluvia, la lluvia según su duración puede llamarse corta o larga. Las normas establecen que el tiempo de duración que debe considerarse para la determinación de la intensidad de la lluvia, en cada caso se fijará el tiempo de precipitación, de acuerdo a las condiciones locales.

Para efectos de diseño de un sistema de recolección de aguas de lluvia, (Cárdenas, 2006) sugiere que deben tomarse en cuenta todas las variables que pueden intervenir, en la determinación de un gasto de aguas de lluvia acumulándose, y que puede crear inconvenientes a la comunidad, en general se pueden considerar factores para la recolección del agua:

- Características de la zona
- Curvas de pavimento
- Tiempo de concentración
- Estimación de caudal

Según (Yañez, 2014), una manera de resumir y caracterizar el comportamiento de las precipitaciones es mediante las relaciones entre sus propiedades, en particular entre Duración, Intensidad y Frecuencia⁴. Estas relaciones además son muy útiles para ser usadas en el diseño hidráulico de las obras de drenaje urbano. Estas relaciones presentan la variación de la intensidad de la lluvia de distintas duraciones, asociadas a diferentes probabilidades de ocurrencia y son útiles para estimar indirectamente el escurrimiento proveniente de cuencas pequeñas esencialmente impermeables, en función de la lluvia caída. Estas curvas (*Figura 2*) tienen usualmente una forma de tipo exponencial, donde la intensidad, para una misma frecuencia, disminuye a medida que aumenta la duración de la precipitación.

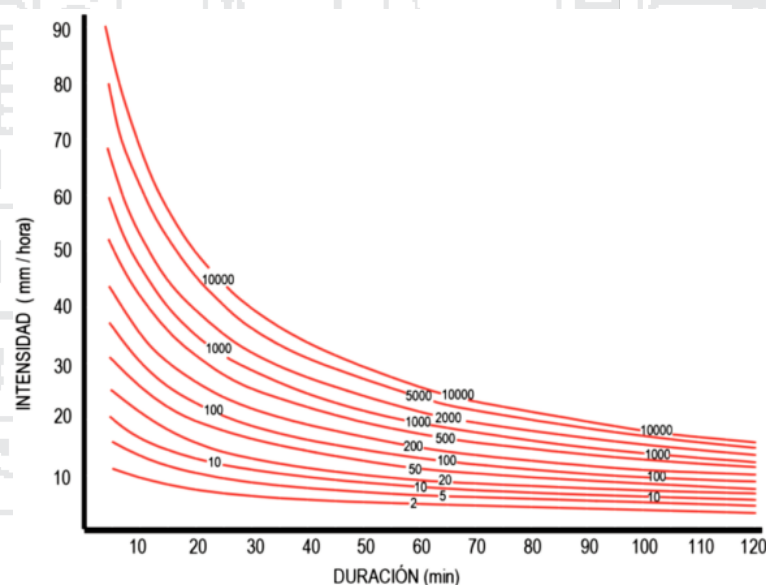


Figura 2: Curvas IDF

Fuente: (Yañez, 2014, Eficiencia del Sistema de Drenaje Pluvial en la Av. Angamos y el Jr. Santa Rosa, p. 36)

⁴ Es común incorporar en el mismo gráfico las curvas asociadas a diferentes frecuencias, en forma paramétrica, para obtener la familia de curvas de un lugar en un mismo gráfico.

2.2.5 Hidrograma

Un hidrograma de escorrentía o caudal es una representación gráfica o tabular, que muestra los cambios de flujo en función del tiempo en un lugar dado de una comente o cauce. En consecuencia, el hidrograma es una expresión integral de las características fisiográficas y climáticas que rigen las relaciones entre la lluvia y la escorrentía de una cuenca en particular. (Cárdenas, 2006).

En la *Figura 3* se muestran los componentes de un hidrograma de caudal durante una tormenta.



Figura 3: Hidrograma

Fuente: CATEDU. (1 de setiembre de 2015). Obtenido de http://e-educativa.catedu.es/44700165/aula/archivos/repositorio/2500/2629/html/24_parmetros_que_definen_los_cursos_fluviales.html

Aunque la forma de los hidrogramas producida por tormentas particulares varía no sólo de una cuenca a otra sino también de tormenta a tormenta. Es posible, en general, analizar sus partes.

2.2.6 Hietograma de Diseño

La distribución en el tiempo de la lluvia total caída durante un intervalo es, sin lugar a dudas, un factor primordial en la determinación del escurrimiento de respuesta de la cuenca y, en consecuencia, debe ser considerado al caracterizar una tormenta. Un gráfico, o una tabla de datos, que muestra la precipitación o la intensidad de la lluvia en cada intervalo en función del tiempo se conocen como hietograma (*Figura 4*).

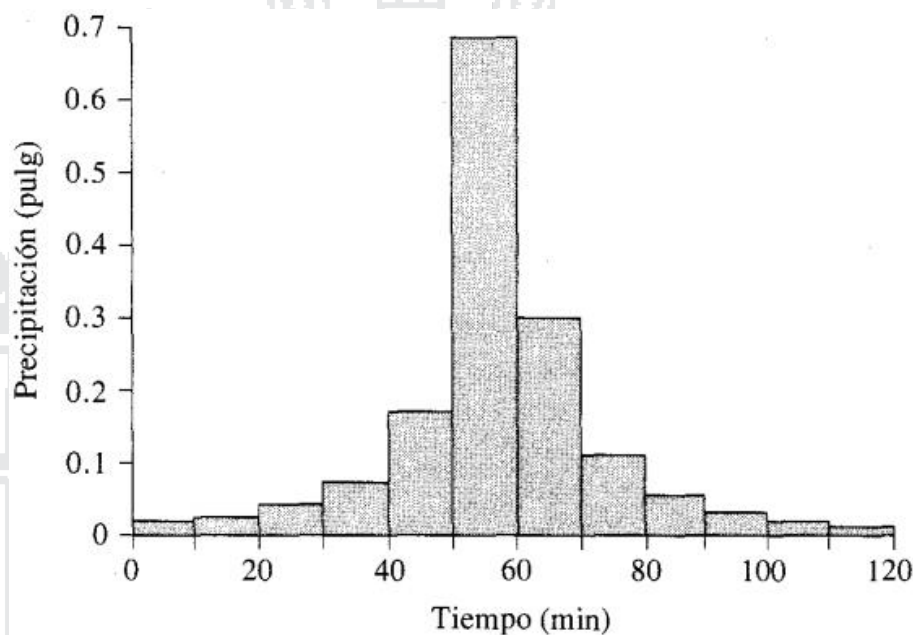


Figura 4: Hietograma de Diseño para 2 horas, utilizando el Método del Bloque Alterno

Fuente: (Chow, Maidment, & Mays, 1994, Hidrología Aplicada, p. 479)

En los métodos de diseño en hidrología desarrollados hace muchos años, tal como el método racional, sólo se utilizaba el caudal pico. No existía consideración alguna sobre el tiempo de distribución del caudal (el hidrograma de caudal) o sobre la distribución temporal de la precipitación (el hietograma de precipitación). Sin embargo, los métodos de diseño desarrollados más recientemente, los cuales utilizan el análisis de flujo no permanente, requieren de predicciones confiables del hietograma de diseño para obtener los hidrogramas de diseño. (Chow, Maidment, & Mays, 1994, p. 477).

Método del bloque alternativo

El método del bloque alternativo es una forma simple para desarrollar un hietograma de diseño utilizando una curva de intensidad-duración-frecuencia. El hietograma de diseño producido por este método especifica la profundidad de precipitación que ocurre

en n intervalos de tiempo sucesivos de duración Δt sobre una duración total de $T_d = n\Delta t$. Después de seleccionar el periodo de retorno de diseño, la intensidad es leída en una curva IDF para cada una de las duraciones $\Delta t, 2\Delta t, 3\Delta t, \dots$ y la profundidad de precipitación correspondiente se encuentra al multiplicar la intensidad y la duración. Tomando diferencias entre valores sucesivos de profundidad de precipitación, se encuentra la cantidad de precipitación que debe añadirse por cada unidad adicional de tiempo Δt . Estos incrementos o bloques se reordenan en una secuencia temporal de modo que la intensidad máxima ocurra en el centro de la duración requerida T_d y que los demás bloques queden en orden descendente alternativamente hacia la derecha y hacia la izquierda del bloque central para formar el hietograma de diseño. (Chow, Maidment, & Mays, 1994, pp. 477-479).

2.3 Drenaje urbano

Se entiende por sistema de drenaje urbano un conjunto de acciones, materiales o no, destinadas a evitar, en la medida de lo posible, que las aguas pluviales causen daños a las personas o a las propiedades en las ciudades u obstaculicen el normal desenvolvimiento de la vida urbana; es decir, dirigidas al logro de los objetivos establecidos. (Bolinaga & Franceschi, 1979, p. 7).

Las ciudades son las obras del hombre de mayor impacto sobre las cuencas naturales, los que desde el punto de vista de la hidrología se traducen en cambios de uso de suelo masivos que afectan significativamente los procesos del ciclo hidrológico, el balance hídrico en general, y la calidad de las aguas. La impermeabilización de los suelos propia del desarrollo urbano significa una pérdida de la capacidad natural de infiltración, del almacenamiento en el suelo y de la evapotranspiración, siendo estos procesos reemplazados por una mayor generación de escorrentía directa superficial. Estos cambios, junto con la construcción de una red de drenaje artificial superficial y subterránea, alteran tanto la hidrología local como el régimen de caudales, los que se manifiesta en mayores volúmenes escurridos, mayores caudales y tiempos de respuestas más cortos. Esta alteración de las condiciones naturales no solo genera los eventos de inundación urbana y sus impactos directos sobre la población, sus bienes materiales y la infraestructura, sino que también se traducen en impactos radicales, sobre los cursos y cuerpos de aguas receptores, su estabilidad geomorfológica y los ecosistemas que en ellos se desarrollan.

Los sistemas de drenaje urbanos son desarrollados a causa de la interacción entre la actividad humana y el ciclo natural del agua (Butler & Davies, 2010). Esta interacción tiene dos formas principales: la abstracción de agua del ciclo natural para proveer un abastecimiento de agua para la vida humana, y el revestimiento de tierra con superficies impermeables que vierten el agua de lluvia fuera del sistema natural local de desagüe. Estos tipos de dos de interacción le dan lugar a dos tipos de agua que requieren drenaje.

El primer tipo, agua residual, es el agua que ha sido suministrada para mantener un nivel de vida y satisfacer las necesidades humanas.

El segundo tipo que requiere drenaje, es el agua de lluvia (o el agua resultando de cualquier forma de precipitación) que ha caído sobre un área urbana. Si el agua de lluvia no fuera reducida correctamente, causaría inconveniencia, daño, anegación y demás riesgos para la salud. Contiene algunos contaminantes, originándose de lluvia, el aire o la superficie de la captación de aguas.

En muchas áreas urbanas, el drenaje se basa en un sistema completamente artificial de alcantarillas como tuberías y estructuras colectoras para la disposición final del agua. En contraste, las zonas aisladas generalmente no tienen sistema de drenaje, por lo cual el agua de lluvia es reducida naturalmente en el suelo.

El esquema de la *Figura 5* ilustra la relación entre funciones y tipos de drenajes, así como las acciones preventivas y correctivas más usuales.

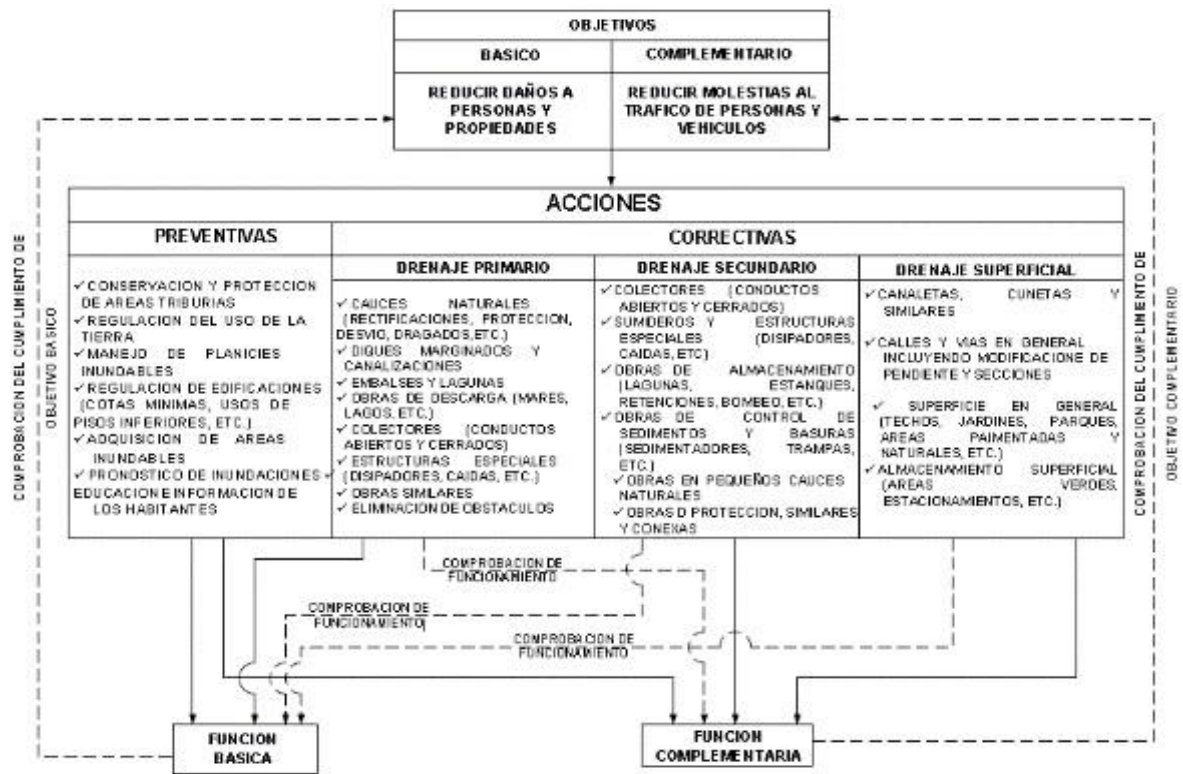


Figura 5: Esquema ilustrativo de un sistema de drenaje urbano

Fuente: (Bolinaga & Franceschi, 1979, Drenaje Urbano, p. 10)

2.3.1 Introducción

La transformación de precipitación en escorrentía superficial está ilustrada en la Figura 6, que muestra la relación entre el proceso de precipitación, infiltración subsuperficial, flujo terrestre, y flujo de las calzadas a las cunetas. Dentro de las tantas variables que describe este proceso están el ancho, área, porcentaje de impermeabilidad, pendiente del terreno, parámetros de rugosidad de la superficie, y tasas de infiltración que dependen del método escogido. (Eslamian, 2014).

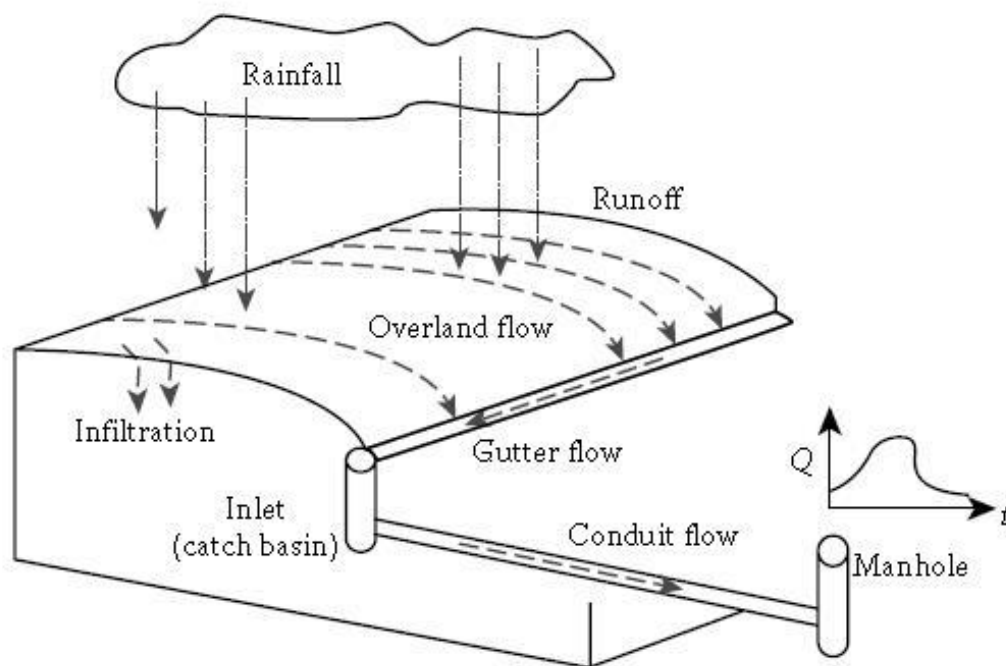


Figura 6: Precipitación, infiltración, escorrentía y flujo en un sistema de drenaje

Fuente: (Eslamian, 2014, Handbook of Engineering Hydrology - Fundamentals and Applications, p. 564)

2.3.2 Análisis Estadístico de Series Temporales de Lluvia

Entre los tantos factores que afectan la cantidad de escorrentía superficial (duración de la lluvia, intensidad), intervalos entre eventos, volumen, infiltración, suelo saturado, etc.) y la calidad de escorrentía superficial (carga contaminante, acumulación entre tormentas, erosión superficial, transporte de sólidos, interacciones cinéticas, etc.) previenen el uso exclusivo de cualquier evento singular para el análisis y diseño adecuado.

Sin tener en cuenta si la cantidad de agua o la calidad es el objetivo principal, es requerido un registro de datos históricos de la lluvia. Una serie de duración de precipitación de intervalo de cada hora con al menos 30 - 40 años de registro. El propósito en el análisis cuantitativo de la serie temporal de la lluvia es resumir las variables de interés (profundidad, duración, intensidad, y el tiempo entre eventos de lluvia) y estadísticamente caracterizar el registro de la lluvia para evaluar la probabilidad de ocurrencia de acontecimientos de la tormenta de magnitudes diversas.

2.4 Sistemas de Evacuación

En la Norma OS-060 del Reglamento Nacional de Edificaciones (2009), los sistemas de evacuación de aguas pluviales se pueden clasificar en sistemas de evacuación por gravedad, bombeo o mixto.

2.4.1 Sistema de Evacuación por Gravedad

a) En caso de descarga al mar, el nivel de agua en la entrega (tubería o canal) debe estar 1.50 m sobre el nivel medio del mar.

b) En el caso de descarga a un río, el nivel de agua en la descarga (tubería o canal) deberá estar por lo menos a 1,00 m sobre el máximo nivel del agua esperado para un periodo de retorno de 50 años.

c) En el caso de un lago, el nivel de evacuación del pelo de agua del evacuador o dren principal estará a 1.00 m, por encima del nivel del agua que alcanzará el lago para un periodo de 50 años.

d) En general el sistema de evacuación debe descargar libremente (mayores de 1.00 m sobre los máximos niveles esperados), para evitar la obstrucción y destrucción del sistema de drenaje pluvial.

En una tubería de descarga a un cuerpo de agua sujetos a considerables fluctuaciones en su nivel, tal como la descarga en el mar con las mareas, es necesario prevenir que estas aguas entren en el desagüe, debiendo utilizarse una válvula de retención de mareas.

2.4.2 Sistema por Bombeo

Cuando no es posible la evacuación por gravedad, se debe considerar la alternativa de evacuación mediante el uso de un equipo de bombas movibles o fijas (plantas de bombeo).

Como en la evacuación de aguas pluviales la exigencia es de grandes caudales y relativamente cargas bajas, las bombas de flujo axial y gran diámetro son las más adecuadas para esta acción.

En caso de colocarse sistemas de bombeo accionados por sistemas eléctricos, deberá preverse otras fuentes de energía para el funcionamiento alternativo del sistema.

2.4.3 Sistema de Evacuación Mixto

Cuando existan limitaciones para aplicar los criterios anteriores, es posible prever condiciones de evacuación mixta, es decir, se podrá evacuar por gravedad cuando la condición del nivel receptor lo permita, y mediante una compuerta tipo Charnela se bloqueará cuando el nivel del receptor bloquee la salida iniciando la evacuación mediante equipos de bombeo.

2.5 Componentes del Sistema de Drenaje Pluvial

Los sistemas de drenaje urbano comprenden una serie de elementos que van desde el sistema de captación de aguas pluviales hasta las canalizaciones y conductos que permiten la conducción y descarga de las aguas de lluvia precipitadas en el medio urbano hasta los cauces naturales y artificiales, para su libre escurrimiento. (Eslamian, 2014).

El adecuado diseño de los sistemas de drenaje urbano permitirá garantizar que, para distintas frecuencias y duraciones de las lluvias de diseño, no sólo se proteja la integridad de las propiedades sino también que se permita el libre tránsito de vehículos y personas durante la ocurrencia de la precipitación.

El diseño de estos sistemas de drenaje urbano según Eslamian (2014), requiere de aspectos tales como:

- La determinación del caudal máximo de aguas de lluvia que es posible transportar por la vialidad (calles, avenidas) sin llegar a exceder alturas de agua y/o anchos de inundación preestablecidos generalmente por las normas de diseño para el drenaje urbano, de acuerdo a la importancia de la vialidad.
- Cálculo de los caudales máximos de aguas de lluvia utilizando métodos como el racional, en el cual se involucra adicionalmente la necesidad de determinar parámetros como tiempos de concentración y coeficientes de escorrentía ponderados, de acuerdo a las características de uso del suelo dentro del área tributaria al sistema de captación de aguas pluviales, así como al alcantarillado respectivo.

- Determinar, en función del caudal máximo de aguas de lluvia estimado para cada tramo de vialidad, los parámetros hidráulicos propios a la sección transversal y la pendiente longitudinal de ésta, es decir, anchos de inundación, velocidad de escurrimiento, altura de agua con respecto al brocal o bordillo, entre otros. Estos valores serán comparados con los parámetros normativos de forma tal de establecer la necesidad de disponer elementos de captación de aguas pluviales como serían los sumideros o imbornales.
- En caso de ser requerido dentro del sistema de drenaje urbano de elementos de captación, será necesario, como parte del diseño, la determinación del caudal interceptado por los elementos de captación de aguas pluviales lo cual, la mayoría de las veces, es un proceso iterativo de forma tal de determinar cuál es el tipo de sumidero, con la mejor eficiencia para las condiciones estimadas de flujo.
- Realizar la determinación de diámetros y pendientes para el sistema de alcantarillado pluvial, el cual es uno de los principales componentes de los sistemas de drenaje urbano, pues será el encargado de recibir el caudal interceptado por los sumideros en estos sistemas de drenaje urbano y conducirlo hasta el punto de disposición final previsto para las aguas de lluvia.

Como vemos el diseño de sistemas de drenaje urbano implica una serie cálculos que, de ser realizados de forma manual, podrían estar sujetos a errores difíciles de detectar sin una revisión exhaustiva de todas las operaciones involucradas.

2.6 Consideraciones Básicas de Diseño

Bajo criterios ingenieriles y de acuerdo a la normativa pertinente (OS-060 del RNE), se establecen las siguientes consideraciones:

- a) Los caudales para un sistema de drenaje mayor deberán ser calculados por los métodos del Hidrograma Unitario o Modelos de Simulación. El Método Racional solo deberá aplicarse para cuencas menores de 13 km².
- b) El período de retorno no debe ser menor de 25 años.
- c) El caudal que pueda ser absorbido por el sistema menor, deberá fluir por calles y superficie del terreno.

d) La determinación de la escorrentía superficial dentro del área de drenaje urbano o residencial producida por la precipitación generada por una tormenta referida a un cierto periodo de retorno nos permitirá utilizando la *Ecuación de Manning* determinar la capacidad de la tubería capaz de conducir dicho caudal fluyendo a tubo lleno⁵.

$$V = \frac{R^{\frac{2}{3}} S^{\frac{1}{2}}}{n} \Rightarrow Q = A \cdot V \Rightarrow Q = \frac{AR^{\frac{2}{3}} S^{\frac{1}{2}}}{n}; \text{ donde:}$$

V= Velocidad media de desplazamiento (m/s)

R= Radio medio hidráulico (m)

S = Pendiente de la canalización

n= Coeficiente de rugosidad de Manning

A= Sección transversal de la canalización (m²)

Q= Caudal (Escorrentía superficial pico) (m³/s)

e) Para reducir el caudal pico en las calles, en caso de valores no adecuados, se debe aplicar el criterio de control de la descarga mediante el uso de lagunas de retención (Ponding).

f) Las Lagunas de Retención son pequeños reservorios con estructuras de descarga regulada, que acumulan el volumen de agua producida por el incremento de caudales pico y que el sistema de drenaje existente no puede evacuar sin causar daños.

g) Proceso de cálculo en las Lagunas de Retención. Para la evacuación del volumen almacenado a fin de evitar daños en el sistema drenaje proyectado o existente, se aplicarán procesos de cálculo denominados Tránsito a través de Reservorios.

h) Evacuación del Sistema Mayor. Las vías (calles), de acuerdo a su área de influencia, descargarán, por acción de la gravedad, hacia la parte más baja, en donde se preverá la ubicación de una calle de gran capacidad de drenaje, denominada calle principal o evacuador principal.

⁵ Para la aplicación de la *Ecuación de Manning* se asume que no hay presión en la tubería.

2.7 Criterios de Diseño

Durante el funcionamiento del sistema de alcantarillado, se debe cumplir la condición de auto limpieza para limitar la sedimentación de arena y otras sustancias sedimentables (heces y otros productos de desecho) en los colectores. La eliminación continua de sedimentos es costosa y en caso de falta de mantenimiento se pueden generar problemas de obstrucción y taponamiento. En el caso de flujo en canales abiertos la condición de auto limpieza está determinada por la pendiente del conducto. Para tuberías de alcantarillado, la pendiente mínima puede ser calculada utilizando el criterio de velocidad mínima o el criterio de la tensión tractiva. A continuación, se realiza un análisis comparativo de ambos criterios.

2.7.1 Criterio de la Velocidad Mínima

La práctica usual, es calcular la pendiente mínima, con el criterio de la velocidad mínima y para condiciones de flujo a sección llena. Bajo este criterio las tuberías de alcantarillado se proyectan con pendientes que aseguren una velocidad mínima⁶ de 0,9 m/s fluyendo las aguas a tubo lleno es requerida para evitar la sedimentación de las partículas que como las arenas y gravas acarrea el agua de lluvia. De la fórmula de Manning, la pendiente tiene la siguiente expresión:

$$S = \left(\frac{V \cdot n}{0.397 D^{2/3}} \right)^2 (m/m); \text{ donde:}$$

S = Pendiente de la línea de agua en m/m

V = Velocidad media del agua en m/s

n = Un parámetro que depende de la rugosidad de la pared, su valor varía entre 0,01 para paredes muy pulidas (plástico) y 0,06 para ríos con fondo muy irregular y con vegetación

D = Diámetro de la tubería en m

⁶ La Norma OS-060 también admite velocidades menores a 0.9 m/s en el caso de conductos pequeños, cuando no sea posible lograr velocidades de autolimpieza, deberá colocarse registros cada 100 m.

2.7.2 Criterio de la Tensión Tractiva

La tensión tractiva o tensión de arrastre (τ) es el esfuerzo tangencial unitario ejercido por el líquido sobre el colector y en consecuencia sobre el material depositado. Tiene la siguiente expresión:

$$\tau = \rho g R S; \text{ donde:}$$

τ = Tensión tractiva en pascal (Pa)

ρ = Densidad del agua (1000 kg/m³)

g = Aceleración de la gravedad (9,81 m/s²)

R = Radio Hidráulico (m)

S = Pendiente de la Tubería (m/m)

El objetivo es calcular la pendiente mínima del tramo, capaz de provocar la tensión suficiente para arrastrar el material que se deposita en el fondo.

2.8 Modelamiento Hidrológico

El modelado y análisis de las características de un sistema de drenaje urbano con base en su aplicación a cuencas reales se realiza a través de un modelo de simulación⁷. El modelo propuesto es el EPA SWMM 5.0 (*Storm Water Management Model*) de la Agencia de Protección del Medio Ambiente de los Estados Unidos, que permite representar de manera razonablemente precisa las condiciones urbanas y es ampliamente empleado en el diseño de sistemas de drenaje urbano.

2.8.1 Modelo de Simulación SWMM 5.0 EPA

El *Storm Water Management Model* (Modelo de Gestión de Aguas Pluviales) de la EPA (SWMM) es un modelo dinámico de simulación de precipitación-escorrentía, que se puede utilizar para un único acontecimiento o para realizar una simulación continua en periodo extendido.

El manual elaborado por Rossman (2015) considera que 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, y el *módulo de transporte* o hidráulico de SWMM analiza

⁷ Cualquier modelo matemático es una abstracción del sistema físico real que se trata de simular, y la incertidumbre en los valores de muchos parámetros requieren medidas de campo y calibración.

el recorrido de estas aguas a través de un sistema compuesto por tuberías, canales, dispositivos de almacenamiento y tratamiento, bombas y elementos reguladores.

Este modelo de transformación lluvia-escorrentía SWMM (*Storm Water Management Model*), es un modelo numérico desarrollado principalmente para el estudio, diseño y análisis de sistemas de drenaje urbano complejos, que puede simular la cantidad y también la calidad de la escorrentía en cuencas urbanas⁸. Originalmente permitía la simulación de la escorrentía a partir de tormentas de diseño y en su versión 5.0 se modificó para realizar simulación continua e incluir un módulo para analizar estadísticamente los múltiples datos de salida de los hidrogramas (Rossman, 2005).

Incorpora el efecto de distintos tipos de superficies urbanas mediante planos inclinados, caracterizados por diferentes parámetros que en conjunto modelan una cuenca completa. Los planos los considera independientes entre sí, con lo que los escurrimientos generados en una superficie no son descargados a otras cuencas, sino que directamente a los elementos de transporte.

2.8.2 Modelo Conceptual Utilizado por SWMM

El modelo conceptual del sistema de drenaje es considerado por SWMM 5.0 como una colección de elementos (objetos) dentro de módulos, donde cada uno de estos representa de forma general diversos procesos hidrológicos o hidráulicos como la precipitación, la generación de escorrentía superficial y el flujo de estas aguas.

De acuerdo al proceso hidrológico, la lluvia es representada en el modelo como un elemento 'Rain Gage', que almacena los datos de la precipitación. La información puede ser ingresada por el usuario como una serie temporal en el caso de tormentas de diseño o históricas, o a través de un archivo que contenga datos de precipitación muy extensos, como registros históricos de lluvias en pasos de tiempos discretos de un pluviómetro, por ejemplo.

Los antecedentes del elemento 'Rain Gage' son recibidos en el módulo denominado 'RUNOFF' que está compuesto por elementos tipo 'Subcatchment' donde se pueden producir dos procesos hidrológicos: las pérdidas de precipitación y la escorrentía

⁸ El modelo es ampliamente usado para planificar, analizar, y controlar la precipitación-escorrentía; para diseñar componentes del sistema de drenaje; y para evaluar ordenación de cuencas de ambas áreas urbanas y poco urbanas.

superficial. Dentro del primer proceso, se consideran los fenómenos de infiltración, almacenamiento, intercepción, en que una parte del volumen precipitado se mantiene en el módulo 'RUNOFF'; en el segundo proceso el volumen precipitado restante se considera como escorrentía superficial y se envía hacia el módulo 'TRANSPORT'.

El módulo 'TRANSPORT' es el que representa la red de drenaje y que puede estar compuesta de secciones de cauce natural, conductos, calles, elementos de almacenamiento, etc., siendo todos ellos los que transfieren el flujo hacia los puntos de salida de la red (disposición final), en que los flujos de entrada a este módulo vienen de la escorrentía superficial del módulo 'RUNOFF' o de hidrogramas de entrada definidos por el usuario. Los elementos del módulo 'TRANSPORT' son representados por nudos (Nodes) y conductos (Links).

Para el modelamiento de una cuenca, el elemento de captación de aguas representados por subcuencas que definen la unidad hidrológica básica de la superficie de terreno cuyas características topográficas, hidrológicas e hidráulicas dirigen la escorrentía hacia un punto único a la salida de la subcuenca, que puede ser hacia un nudo perteneciente a la red de drenaje o directamente a otro sistema o cuenca. Cada objeto tipo de captación de aguas requiere información del área, el ancho, el 'Rain Gage' asociado a ella, pendiente media, etc. Además, es posible asignar una altura de almacenamiento o detención a la superficie permeable y a la impermeable, diferenciando en ésta última las superficies que permiten un almacenamiento como aquellas de poca pendiente (veredas, calles, estacionamientos, etc.) de otras de mayor pendiente donde no es posible una detención. Para cada una de estos elementos, considerados 'Subcuenca', se requieren sus magnitudes (ancho y perímetro) y respectivas rugosidades.

2.8.3 Componentes Físicos

Los componentes físicos que pueden presentarse en un sistema de drenaje de aguas pluviales dentro del mapa de SWMM se ilustra en la *Figura 7*.

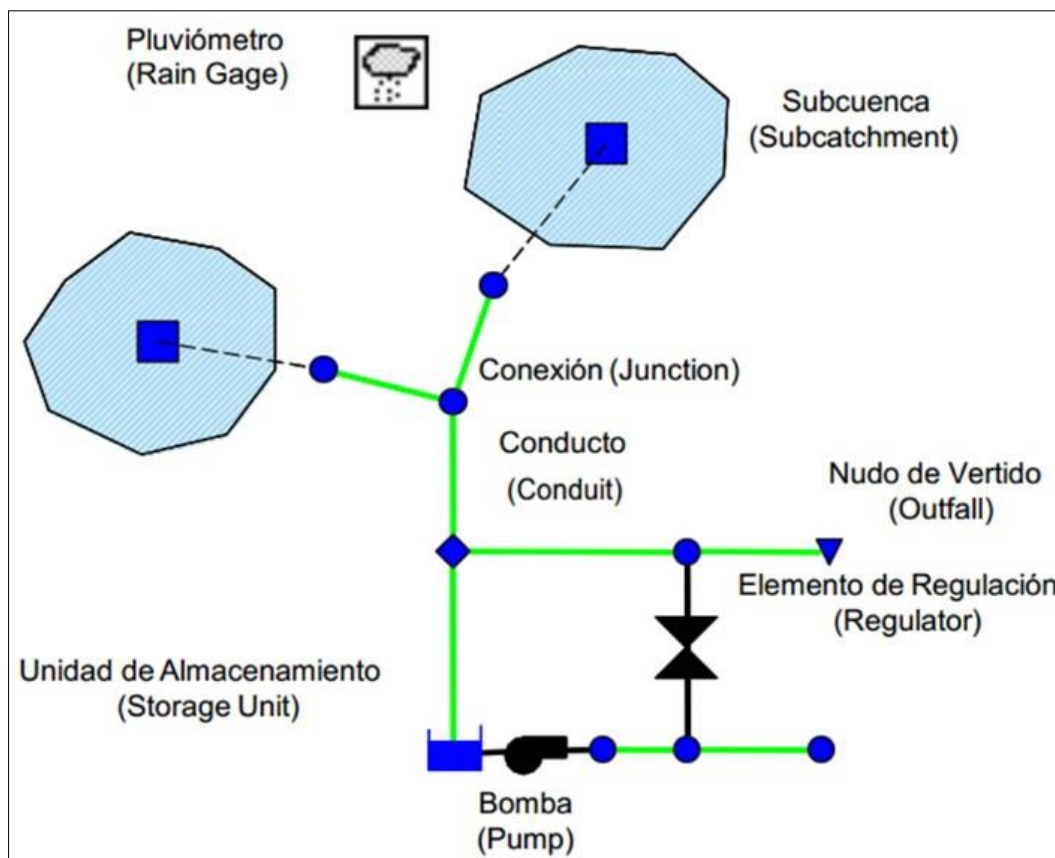


Figura 7: Componentes físicos empleados en el modelo de un sistema de drenaje

Fuente: (Rossman, 2005, Storm Water Management Model User's Manual Version 5.0, p. 37)

2.8.3.1 Componentes Hidrológicos

2.8.3.1.1 Pluviómetros (Rain Gages)

Suministra los datos de entrada de las precipitaciones que ocurren sobre una o varias de las subcuencas definidas en el área de estudio. Estos datos pueden ser series temporales o provenir de un archivo externo al programa.

Propiedades fundamentales:

- Tipo de datos de lluvias
- Intervalo de tiempo de los datos de lluvia
- Origen de los datos de lluvia (serie temporal)
- Nombre del origen de los datos de lluvia

2.8.3.1.2 Subcuenca (Subcatchment)

Son unidades hidrobiológicas de terreno cuya topografía y elementos del sistema de drenaje conducen la escorrentía directamente hacia un punto de descarga.

Estas pueden dividirse en subáreas permeables y subáreas impermeables. La escorrentía superficial puede infiltrarse en la parte superior del terreno de las subáreas permeables; las áreas impermeables pueden dividirse en dos subáreas: una de contiene el almacenamiento en depresión y otra que no lo contempla.

La infiltración de lluvia de las zonas permeable se describe mediante tres modelos:

- Modelo de Infiltración de Horton
- Modelo de Infiltración de Green-Ampt
- Modelo de Infiltración basado en el Número de Curva del SCS

Propiedades fundamentales:

- Pluviómetro asignado
- Nudo de descarga
- Área tributaria
- Porcentaje de impermeabilidad
- Pendiente de la cuenca
- Ancho de la cuenca
- Valor del *coeficiente de Manning 'n'*
- Almacenamiento en depresión (%) de las aéreas permeable e impermeable
- Porcentaje de área impermeable que carece de almacenamiento en depresión

2.8.3.2 Componentes Hidráulicos

2.8.3.2.1 Nudos (Nodes)

Las conexiones son nudos del sistema de drenaje donde se conectan diferentes líneas entre sí. Físicamente pueden representar la confluencia de canales superficiales naturales, pozos de registro (*manholes*) del sistema de drenaje, o elementos de conexión de tuberías. Los aportes externos de caudal entran en el sistema a través de las conexiones. El exceso de agua en un nudo se traduce en un flujo parcialmente presurizado mientras las conducciones conectadas se encuentren en carga. Este exceso de agua puede perderse completamente del sistema o por el contrario estancarse en la parte superior para posteriormente volver a entrar de nuevo en la conexión.

Los parámetros principales de entrada de una conexión son:

- Cota de fondo o fondo del pozo que puede encontrarse en la conexión

- Profundidad del pozo
- Área superficial del área estancada cuando se produce un fenómeno de inundación.
Es un parámetro opcional de entrada
- Datos de aportes externos de caudal

Los elementos que se pueden asignar a los nudos pueden ser:

- **Conexiones (Junctions).** Son nodos del sistema donde se conectan diferentes líneas entre sí, pueden representar la confluencia de canales superficiales naturales, pozos de registro o elementos de conexión de tuberías.
- **Vertidos (Outfalls).** Son nudos terminales del sistema, definen las condiciones de contorno finales aguas abajo del sistema.
- **Divisores (Dividers).** Nudos utilizados para dividir el flujo en dos conductos de salida de modo definido por el usuario, solo pueden tener dos conductos de descarga en los mismos.
- **Depósitos (Storage Units).** Tienen la capacidad de almacenar determinados volúmenes de agua, pueden representar sistemas de almacenamiento pequeño como reducidas cuencas hasta sistemas grandes como lagos.

2.8.3.2.2 Conductos (Links)

Los conductos son tuberías o canales por los que se desplaza el agua desde un nudo a otro del sistema de transporte. Es posible seleccionar la sección transversal las distintas variedades de geometrías abiertas y cerradas definidas en el programa. Asimismo, el programa permite también definir áreas de sección transversal irregular permitiendo representar con ello cauces naturales.

SWMM emplea la *Ecuación de Manning* para establecer la relación entre el caudal que circula por el conducto (Q), la sección del mismo (A), su radio hidráulico (R) y la pendiente (S) tanto para canales abiertos como para conductos cerrados parcialmente llenos. La *Ecuación de Manning* en unidades del Sistema Internacional se expresa como:

$$Q = \frac{1}{n} \cdot A \cdot R^{\frac{2}{3}} \cdot S^{\frac{1}{2}} ; \text{ donde 'n' es el coeficiente de rugosidad de Manning. Para el caso del}$$

Flujo Uniforme (*Steady Flow*) y para el caso del Análisis mediante la Onda Cinemática (*Cinematic Wave*) S se interpreta como la pendiente de la conducción. En el caso de

emplear el Modelo de la Onda Dinámica (*Dynamic Wave*) S se interpreta como la pendiente hidráulica del flujo (es decir, la pérdida por unidad de longitud).

Los principales parámetros de entrada para las conducciones son:

- Nombres de los nudos de entrada y salida
- Alturas del conducto respecto de la cota de fondo de los nudos inicial y final
- Longitud del conducto
- Coeficiente de Manning
- Geometría de la sección transversal del conducto
- Coeficiente de pérdidas tanto para la entrada como para la salida del conducto
- Presencia de una válvula de compuerta para prevenir el flujo inverso

2.8.4 Métodos Computacionales

SWMM es un modelo de simulación basado en fenómenos físicos, que utiliza una solución discreta en el tiempo del fenómeno. En su formulación emplea los principios de conservación de la masa, de la energía y de la cantidad de movimiento siempre que es posible. En este apartado se describen brevemente los diferentes métodos empleados por SWMM para modelar tanto la cantidad como la calidad de la escorrentía derivada de la lluvia a lo largo de los siguientes procesos físicos:

- Escorrentía superficial
- Infiltración
- Aguas subterráneas
- Deshielo de nieves
- Comportamiento hidráulico del sistema
- Inundaciones en la superficie del terreno
- Comportamiento y evolución de la calidad del agua

2.8.4.1 Escorrentía Superficial

La visión conceptual del fenómeno de la escorrentía utilizado por SWMM, ilustrado en la *Figura 8*, trata a cada una de las cuencas como un depósito no lineal. Los aportes de caudal provienen de los diferentes tipos de precipitación (lluvia, nieve) y de cualquier otra cuenca situada aguas arriba. Existen diferentes caudales de salida tales como la infiltración, la evaporación y la escorrentía superficial. La capacidad de este “depósito”

es el valor máximo de un parámetro denominado almacenamiento en depresión, que corresponde con el máximo almacenamiento en superficie debido a la inundación del terreno, el mojado superficial de la superficie del suelo y los caudales interceptados en la escorrentía superficial por las irregularidades del terreno.

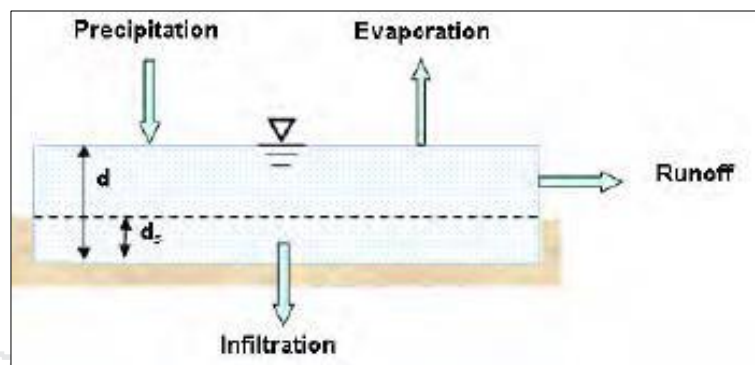


Figura 8: Visión conceptual del fenómeno de la escorrentía en SWMM

Fuente: (Rossman, 2005, Storm Water Management Model User's Manual Version 5.0, p. 59)

La escorrentía superficial por unidad de área (Q) se produce únicamente cuando la profundidad del agua en este “depósito” excede el valor del máximo almacenamiento en depresión en cuyo caso el caudal de salida se obtiene por aplicación de la Ecuación de Manning. La profundidad o calado de agua en la cuenca se actualiza continuamente en cada uno de los instantes de cálculo mediante la resolución numérica del balance de caudales en la cuenca.

2.8.4.2 Infiltración

Bajo el concepto del fenómeno por el que el agua de lluvia penetra la superficie del terreno de los suelos no saturados de las áreas permeables de la subcuenca, el SWMM permite seccionar entre tres modelos diferentes de infiltración:

- **Modelo de Horton:** Basado en observación empírica y propone que la infiltración decrece exponencialmente desde un valor inicial máximo hasta un cierto valor mínimo a lo largo del evento de lluvia.
- **Modelo de Green-Ampt:** Asume la existencia de un frente húmedo brusco en el suelo que separa el suelo con un determinado contenido inicial de humedad del suelo completamente saturado, de la parte superior.
- **Modelo del Número de Curva:** Es una aproximación adoptada a partir del denominado número de curva de NRCS (SCS) para estimar la escorrentía. Se asume

que la capacidad total de infiltración del suelo se encuentra tabulada en tablas de Número de Curva. Durante un evento de lluvia esta capacidad se representa como una función de lluvia acumulada y de la capacidad de infiltración restante.

2.8.4.3 Modelo Hidráulico de Transporte

El transporte de agua por el interior de cualquiera de los conductos representados en SWMM está determinado por las ecuaciones de conservación de la masa y de la cantidad de movimiento tanto para el flujo gradualmente variado como para el flujo transitorio (es decir, las ecuaciones de Saint-Venant).

El usuario de SWMM puede seleccionar el nivel de sofisticación con que desea resolver estas ecuaciones.

Existen tres modelos hidráulicos de transporte.

2.8.4.3.1 Steady Flow (Flujo Permanente):

El modelo de flujo uniforme representa la forma más simple de representar el comportamiento del agua en el interior de los conductos. Para ello se asume que en cada uno de los incrementos de tiempo de cálculo considerados el flujo es uniforme. De esta forma el modelo simplemente traslada los hidrogramas de entrada en el nudo aguas arriba del conducto hacia el nudo final del mismo, con un cierto retardo y cambio en el aspecto del mismo. Para relacionar el caudal con el área y el calado en el conducto se emplea la *Ecuación de Manning*.

Este tipo de modelo hidráulico no puede tener en cuenta el almacenamiento de agua que se produce en los conductos, los fenómenos de resalto hidráulico, las pérdidas a la entrada y salida de los pozos de registro, el flujo inverso o los fenómenos de flujo presurizado. Solo puede utilizarse en sistemas ramificados, donde cada uno de los nudos tiene únicamente una única línea hacia la que vierte sus aguas (a menos que el nudo sea un divisor en cuyo caso requiere de dos tuberías de salida).

Este modelo de análisis es insensible al incremento de tiempo seleccionado y únicamente es apropiado para realizar análisis preliminares utilizando simulaciones continuas de escalas de tiempo grandes.

2.8.4.3.2 Kinematic Wave (Onda Cinemática)

Este modelo hidráulico de transporte resuelve la ecuación de continuidad junto con una forma simplificada de la ecuación de cantidad de movimiento en cada una de las conducciones. Esta última requiere que la pendiente de la superficie libre del agua sea igual a la pendiente de fondo del conducto. El caudal máximo que puede fluir por el interior de un conducto es el caudal a tubo lleno determinado por la Ecuación de Manning. Cualquier exceso de caudal sobre este valor en el nudo de entrada del conducto se pierde del sistema o bien puede permanecer estancado en la parte superior del nudo de entrada y entrar posteriormente en el sistema cuando la capacidad del conducto lo permita.

El modelo de la onda cinemática permite que tanto el caudal como el área varíen tanto espacial como temporalmente en el interior del conducto. Esto origina una cierta atenuación y retraso en los hidrogramas de salida respecto de los caudales de entrada en los conductos. No obstante, este modelo de transporte no puede considerar efectos como el resalto hidráulico, las pérdidas en las entradas o salidas de los pozos de registro, el flujo inverso o el flujo presurizado, así como su aplicación está restringida únicamente a redes ramificadas. Como práctica general puede mantener una estabilidad numérica adecuada con incrementos de tiempo de cálculo relativamente grandes, del orden de 5 a 15 minutos. Si algunos de los efectos especiales mencionados con anterioridad no se presentan en el sistema o no son significativamente importantes en el mismo el modelo de la onda cinemática es una alternativa suficientemente precisa y eficiente para el modelo de transporte con tiempos de simulación largos.

2.8.4.3.3 Dynamic Wave (Onda Dinámica)

El modelo de transporte de la Onda Dinámica (Dynamic Wave Routing) resuelve las ecuaciones completas unidimensionales de Saint-Venant y por tanto teóricamente genera los resultados más precisos. Estas ecuaciones suponen la aplicación de la ecuación de continuidad y de cantidad de movimiento en las conducciones y la continuidad de los volúmenes en los nudos.

Con este tipo de modelo de transporte es posible representar el flujo presurizado cuando una conducción cerrada se encuentra completamente llena, de forma que el caudal que circula por la misma puede exceder del valor de caudal a tubo completamente lleno obtenido mediante la *Ecuación de Manning*. Las inundaciones ocurren en el sistema

cuando la profundidad (calado) del agua en los nudos excede el valor máximo disponible en los mismos. Este exceso de caudal bien puede perderse o bien puede generar un estancamiento en la parte superior del nudo y volver a entrar al sistema de saneamiento posteriormente.

El modelo de transporte de la Onda Dinámica puede contemplar efectos como el almacenamiento en los conductos, los resaltos hidráulicos, las pérdidas en las entradas y salidas de los pozos de registro, el flujo inverso y el flujo presurizado. Dado que resuelve de forma simultánea los valores de los niveles de agua en los nudos y los caudales en las conducciones puede aplicarse para cualquier tipo de configuración de red de saneamiento, incluso en el caso de que contengan nudos con múltiples divisiones del flujo aguas abajo del mismo o incluso mallas en su trazado. Se trata del método de resolución adecuado para sistemas en los que los efectos de resalto hidráulico, originados por las restricciones del flujo aguas abajo y la presencia de elementos de regulación tales como orificios y vertederos, sean importantes. El precio que generalmente es necesario pagar por el empleo de este método es la necesidad de utilizar incrementos de tiempo de cálculo mucho más pequeños, del orden de un minuto o menos. Durante el cálculo SWMM reducirá automáticamente el incremento de tiempo de cálculo máximo definido por el usuario si es necesario para mantener la estabilidad numérica del análisis.

2.8.5 Ecuación Fundamental de Flujo

La ecuación diferencial básica para el cálculo de flujo en alcantarillados proviene de la ecuación de flujo gradualmente variado, unidimensional, no permanente para canales abiertos, conocida como ecuación de Saint–Venant.

En ‘Extran’, la ecuación de cantidad de movimiento es combinada con la ecuación de continuidad para producir una ecuación a ser resuelta en cada conducto en cada intervalo de tiempo.

$$\frac{\partial Q}{\partial t} + gAS_f - 2V \frac{\partial A}{\partial t} - V^2 \frac{\partial A}{\partial x} + gA \frac{\partial H}{\partial x} = 0 \quad \dots \quad (1) \quad ; \text{ donde:}$$

Q = Descarga a través del conducto

V = Velocidad en el conducto

A = Área de la sección transversal al flujo

H = Altura piezométrica (elevación más profundidad de agua)

$S_f =$ Pendiente de la línea de energía

- El flujo se asume constante en un enlace
- La altura de la línea de la energía está definida por la ecuación de Manning

La Ecuación de Manning define: $S_f = \frac{k}{g \cdot A \cdot R^3} \cdot Q \cdot |V|$

$k = g \cdot (n/1.49)^2$; para el Sistema de Unidades USA

$k = g \cdot n^2$; para el Sistema Internacional

$n =$ Coeficiente de rugosidad de Manning

$g =$ Aceleración debido a la gravedad

$R =$ Radio hidráulico

El uso del valor absoluto en el término de la velocidad hace a S_f una cantidad direccional y asegura que la fuerza de fricción siempre se oponga al flujo.

Sustituyendo en la ecuación (1) y expresando en forma de diferencias finitas:

$$Q_{t+\Delta t} = Q_t - \frac{k\Delta t}{R^3} \cdot |V_t| \cdot Q_{t+\Delta t} + 2\bar{V} \cdot \left(\frac{\Delta A}{\Delta t}\right)_t \Delta t + \bar{V}^2 \cdot \left[\frac{(A_2 - A_1)}{L}\right] \Delta t - g \cdot \bar{A} \cdot \left[\frac{(H_2 - H_1)}{L}\right] \Delta t$$

$\Delta t =$ Intervalo de tiempo

$L =$ Longitud del conducto

Resolviendo la ecuación para $Q_{t+\Delta t}$:

$$Q_{t+\Delta t} = \frac{1}{1 + \frac{k\Delta t}{R^3} \cdot |V_t|} \left\{ Q_t + 2\bar{V} \cdot \left(\frac{\Delta A}{\Delta t}\right)_t \Delta t + \bar{V}^2 \cdot \left[\frac{(A_2 - A_1)}{L}\right] \Delta t - g \cdot \bar{A} \cdot \left[\frac{(H_2 - H_1)}{L}\right] \Delta t \right\}$$

$\bar{V}, \bar{A}, \bar{R}$ son los promedios en los extremos del conducto en el tiempo

$\left(\frac{\Delta A}{\Delta t}\right)_t$ es evaluada para el intervalo anterior

Las incógnitas básicas son: Q, H_1, H_2

Las variables $(\bar{V}, \bar{A}, \bar{R})$ pueden ser referidas a Q y H , por lo tanto, se requiere otra ecuación que relacione Q y H , la que puede ser obtenida de la ecuación de continuidad en cada nudo:

$$\frac{\partial H}{\partial t} = \sum \frac{Q_i}{A_{s_i}}, \text{ o en forma de diferencias finitas: } H_{t+\Delta t} = H_t + \sum \frac{Q_i \Delta t}{A_{s_i}} ; \text{ donde:}$$

A_{s_i} = Área de la superficie del nudo.

2.8.6 Solución de la Ecuación Fundamental de Flujo por el Método de Euler Modificado

Las ecuaciones a resolver son:

$$Q_{t+\Delta t} = \frac{1}{1 + \frac{k\Delta t}{\frac{4}{R^3} \cdot |V_t|}} \left\{ Q_t + 2\bar{V} \cdot \left(\frac{\Delta A}{\Delta t} \right)_t \Delta t + \bar{V}^2 \cdot \left[\frac{(A_2 - A_1)}{L} \right] \Delta t - g \cdot \bar{A} \cdot \left[\frac{(H_2 - H_1)}{L} \right] \Delta t \right\}$$

$$H_{t+\Delta t} = H_t + \sum \frac{Q_i \Delta t}{A_{s_i}}$$

Cálculos a mitad del intervalo de tiempo en el nudo j :

$$H_j \left(t + \frac{\Delta t}{2} \right) = H_j(t) + \left(\frac{\Delta t}{2} \right) \left\{ \frac{1}{2} \sum \left[Q(t) + Q \left(t + \frac{\Delta t}{2} \right) \right] + \sum \left[Q \left(t + \frac{\Delta t}{2} \right) \right] \right\} \cdot \frac{1}{A_{s_j}(t)}$$

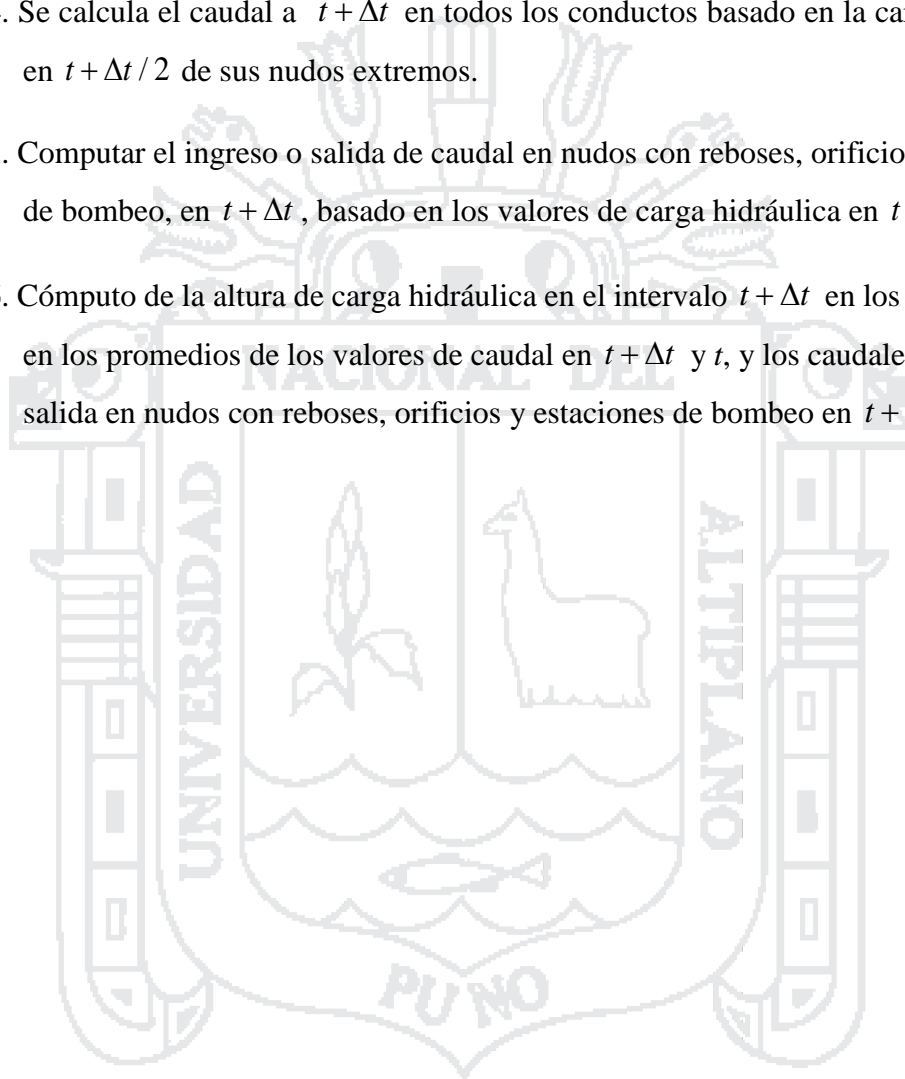
Cálculos al total del intervalo de tiempo en el nudo j :

$$H_j(t + \Delta t) = H_j(t) + \Delta t \left\{ \frac{1}{2} \sum \left[Q(t) + Q(t + \Delta t) \right] + \sum \left[Q(t + \Delta t) \right] \right\} \cdot \frac{1}{A_{s_j}(t)}$$

La secuencia total de cálculo de caudal y carga hidráulica puede ser resumida como:

1. Cómputo del caudal en $t + \Delta t / 2$, en todos los conductos, basados en los valores de carga hidráulica en t de sus nudos extremos.
2. Cómputo del caudal de ingreso o salida en nudos con reboses, orificios, estaciones de bombeo, en $t + \Delta t / 2$, basado en los valores de carga hidráulica en t .

3. Cómputo de la carga hidráulica en todos los nudos en $t + \Delta t / 2$, basada en los promedios de los valores de caudal a t y $t + \Delta t / 2$ en los conductos y los caudales de ingreso o salida en nudos con reboses, orificios, estaciones de bombeo, en $t + \Delta t / 2$.
4. Se calcula el caudal a $t + \Delta t$ en todos los conductos basado en la carga hidráulica en $t + \Delta t / 2$ de sus nudos extremos.
5. Computar el ingreso o salida de caudal en nudos con reboses, orificios y estaciones de bombeo, en $t + \Delta t$, basado en los valores de carga hidráulica en $t + \Delta t / 2$.
6. Cómputo de la altura de carga hidráulica en el intervalo $t + \Delta t$ en los nudos basado en los promedios de los valores de caudal en $t + \Delta t$ y t , y los caudales de ingreso o salida en nudos con reboses, orificios y estaciones de bombeo en $t + \Delta t$.



CAPÍTULO III

INGENIERÍA DEL PROYECTO

3.1 Análisis del Ámbito del Proyecto

3.1.1 Diagnóstico del Estado del Río Torococha

El problema ambiental de los últimos años se ha convertido en una cuestión relevante que afecta seriamente al cambio climático, la degradación del hábitat en la naturaleza, la extinción de especies de flora y fauna. En consecuencia, es necesario implementar políticas medio-ambientales que mitiguen las condiciones del río Torococha.

El proyecto denominado «DRENAJE PLUVIAL DE LA CIUDAD DE JULIACA» ha considerado como uno de sus canales principales del sector ‘DJD’ al río Torococha, que atraviesa la ciudad, de Oeste a Este, en su totalidad, desemboca en el río Coata y continúa su curso hasta desembocar en el Lago Titicaca.

El proyecto antes mencionado ha sido elaborado considerando las condiciones actuales de serviciabilidad del canal que cada año colapsa a falta de mantenimiento. Ante esto es esencial plantear un anteproyecto para solucionar los problemas. Específicamente hace falta limpieza y descolmatación de todo el río y de todos los canales existentes. Esto implica realizar un amplio estudio para determinar la forma de resolver los problemas y si se da el caso plantear una reconstrucción de los canales existentes para optimizar el funcionamiento del sistema de drenaje actual.

En las *Figuras 9 y 10* se muestra el desorden urbano que han ocasionado los habitantes circundantes al río Torococha.



Figura 9: Tramo inicial del río Torococha

Fuente: Imagen Satelital de Google Earth (junio del 2016)

Torococha, al estar situado en un núcleo urbano, ha tenido que transformarse y acondicionarse a los lineamientos de desarrollo urbano. Para ello, entre los años ochenta y noventa, Torococha pasó a ser un canal artificial rectangular construido de concreto armado, de 3616 metros aproximadamente, comienza en el Jr. Huayna Roque con la Av. Circunvalación Zona Oeste (Parque El Ciclista) y la Av. Circunvalación Zona Este y el Jr. Atahualpa (Estadio San Isidro) y se le han conectado canales tributarios de aguas pluviales.

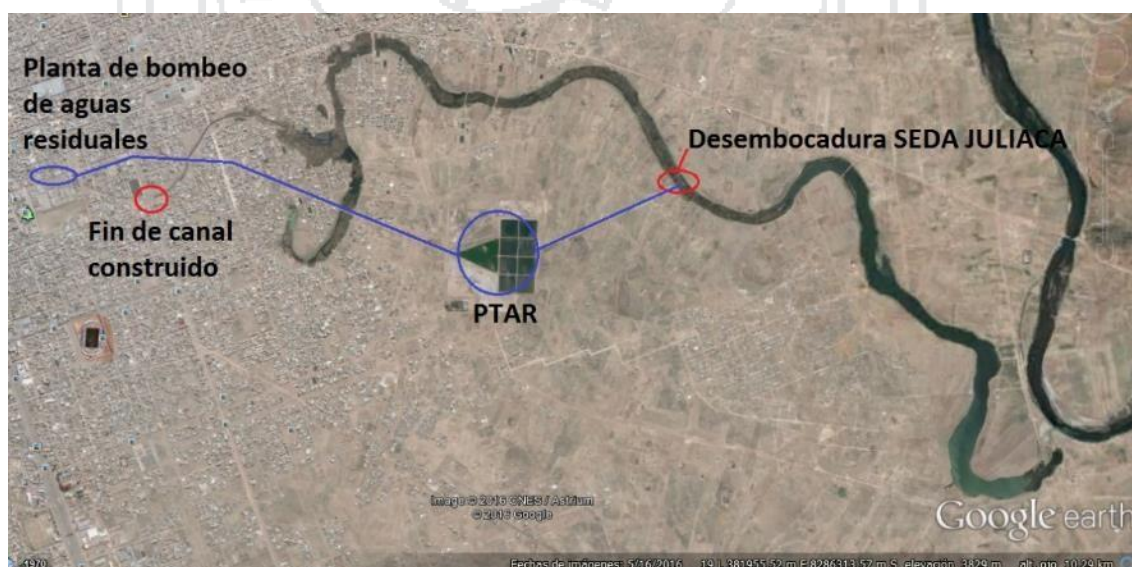


Figura 10: Tramo final del río Torococha

Fuente: Imagen Satelital de Google Earth (junio del 2016)

Actualmente, los canales tributarios construidos que evacúan las aguas pluviales en la ciudad están ubicados en el Jr. Calixto Aréstegui, Jr. Jáuregui, Jr. Serafín Firro, Av. Ferrocarril, Jr. Ladislao Butrón, Jr. Benigno Ballón, Jr. Cabana y Av. Circunvalación Zona Este. Además de estos canales tributarios existen conexiones clandestinas de aguas residuales de viviendas donde la «EPS SEDA Juliaca S.A.» no les ha instalado servicios de saneamiento. Se sabe que estas conexiones clandestinas están en el Jr. Jáuregui, Jr. Lima, Jr. Cabana, etc. Esto es manejado por la «EPS SEDA Juliaca S.A.» con un deficiente sistema de tratamiento de aguas residuales que son vertidas al río Torococha en la Av. Circunvalación Zona Este y el Jr. Atahualpa, y otro vertido general de aguas contaminadas de su PTAR ubicado a 1 Km (*Figura 11*). Al parecer las autoridades han hecho caso omiso a este grave problema que padece Torococha.



Figura 11: Desembocadura de aguas tratadas de SEDA Juliaca

Fuente: Propia

3.1.1.1 Aspectos Relevantes

La contaminación del río Torococha, según estudios, es muy alta tanto a nivel físico químico y microbiológico, según reportes del PELT y la EPS SEDA JULIACA S.A. Es un problema de salud pública en la población circundante a sus riberas, afectando más que todo en trastornos gastrointestinales y dérmicos como lo mencionan los reportes del MINSA RED-JULIACA.

La inadecuada gestión local y regional desde hace décadas ha contribuido para que este río este contaminado casi irreversiblemente, ya que no se ejecutaron en su momento el plan director que se desarrolló con el fin de mitigar estas deficiencias.

La contaminación de este y otros ríos de la región se debe a la escasa toma de decisiones por implementar los PIGARS (Plan Integral de Gestión Ambiental de Residuos Sólidos) en los diferentes municipios de la región.

La escasa participación de las universidades de la región a través de sus facultades y los colegios profesionales por solucionar estos problemas, tanto en la ciudad de Juliaca como en el resto de la región altiplánica.

La insuficiente cultura social y ambiental de la población que desconoce las consecuencias que conlleva, la pérdida inevitable de nuestros recursos hídricos y los que desencadenan en la salud.

Es necesario un esfuerzo de los técnicos en la materia, acompañado de una labor de divulgación para una mejor gestión de aguas pluviales. El proceso de implantación exigiría cubrir las siguientes fases:

- Concienciación (ciudadanos, poderes públicos, universidad, empresas públicas y privadas)
- Elaboración de manuales de diseño y construcción
- Cumplimiento de normas y leyes
- Monitorización de las experiencias que se van realizando
- Investigación de nuevas técnicas, materiales, procesos constructivos...
- Incorporación de los nuevos conocimientos adquiridos a manuales y normativa

3.1.1.2 Bases Legales

Código del Medio Ambiente y los Recursos Naturales (D.L. N° 613): En su Título Preliminar, acápite «Derecho a un Ambiente Saludable», establece que: «Toda persona tiene derecho a gozar de un ambiente saludable, ecológicamente equilibrado y adecuado para el desarrollo de su vida y, asimismo, a la preservación del paisaje y la naturaleza, y que todos tienen el deber de conservar dicho ambiente». A su vez, en el acápite «Deber de Proteger el Ambiente», establece que: «Es obligación del Estado mantener la calidad de vida de las personas a un nivel con la dignidad humana; que le corresponde prevenir y controlar la contaminación ambiental y cualquier proceso de deterioro o depredación de los recursos naturales que pueda interferir en el normal desarrollo de toda forma de vida y de la sociedad». Además, señala que las personas están obligadas a contribuir y colaborar inexcusablemente con estos propósitos.

De otra parte, en el Art. 7° del Cap. II, señala como criterios a tomar en cuenta para el Ordenamiento Ambiental, entre otros, la naturaleza y características de cada ecosistema, la aptitud de cada zona, los desequilibrios existentes en los ecosistemas, el equilibrio indispensable de los asentamientos humanos y la capacidad asimilativa del área.

Ley General de Aguas (N° 17752): En su Art. N° 22, hace referencia a la protección de los ecosistemas de agua dulce, prohíbe verter o emitir cualquier residuo sólido, líquido o gaseoso que pueda contaminar las aguas, causando daños o poniendo en peligro la salud humana o el normal desarrollo de la flora o fauna o comprometiendo su empleo para otros usos.

Ley Orgánica para el Aprovechamiento Sostenible de los Recursos Naturales (Ley N° 26821): Establece en su Art. N°12°, del Título II, que es obligación del Estado fomentar la conservación de áreas naturales que cuenten con importante diversidad biológica, paisajes y otros componentes del patrimonio natural de la Nación, en forma de Áreas Naturales Protegidas en cuyo ámbito el aprovechamiento sostenido de los recursos naturales estará sujeto a normatividad especial. Todo esto a través del MINAM (Ministerio del Ambiente), el ANA (Autoridad Nacional del Agua), y otras instituciones.

3.1.1.3 Rol de las Instituciones

La autoridad local debe priorizar la capacitación en la población circunscrita en los márgenes del río Torococha, en los últimos meses se planteó la necesidad de invertir mil millones de soles para la construcción de plantas de tratamiento de aguas residuales en las principales ciudades de Puno. Así como promover toda una acción de educación ambiental en las todas las comunidades aledañas al Lago Titicaca a través de los de los municipios y los centros educativos.

Entre las principales atribuciones a las instituciones regionales y locales están:

- Descontaminación del río Torococha y construcción
- Monitoreo y control permanente de la calidad de las aguas de los ríos Torococha y Coata.
- Implementación del Gran Parque Regional Coata y de los Parques Zonales del Torococha PD / Jul2004 – 2015 (Plan Director de Juliaca Municipalidad Provincial de San Román).

- Erradicación de las áreas urbanas localizadas en sus riberas por considerarse según el mapa preliminar de peligros de la ciudad de Juliaca como zonas de peligro muy alto en los sectores norte, este y oeste de la ciudad cercanas a las riberas del río Torococha, donde se asientan parte de las urbanizaciones Las Gardenias, César Vallejo, Los Ángeles, San Isidro, Nueva Esperanza y San Jacinto.
- Garantizar la Comisión Ambiental Municipal (CAM) de la provincia de San Román que tiene como ejes de trabajo la descontaminación del río Torococha y optimización del recojo de la basura en la ciudad de Juliaca, ya que es este y la basura los principales problemas que afectan a la conservación del medio ambiente en la ciudad de Juliaca, la CAM iniciara su trabajo en este sector, también se impulsará la aprobación del Plan Integral de Gestión Ambiental de Residuos Sólidos (PIGARS), porque constituye una herramienta fundamental para poder mejorar la limpieza de la ciudad. Para lograr dichos propósitos debe trabajar en estricta coordinación con Seda Juliaca y la Municipalidad Provincial de San Román, así como las distintas organizaciones sociales que existen en la ciudad de Juliaca.

Entre las principales tareas de la MPSRJ están:

- Garantizar el servicio de recojo de basura en los sectores más alejados de la ciudad, como el barrio san Santiago que se encuentra en las riberas del río Torococha.
- Implementar más contenedores de basura en todos los sectores de la ciudad de la ciudad.
- Implementación de camiones recolectores de basura, ya que la provincia de San Román está en continuo crecimiento demográfico debido a las migraciones.
- Realizar tareas rutinarias de limpieza del río Torococha.

El Ministerio de Salud a través de la DIGESA debe velar por la fiscalización en materia de salud pública de las aguas de consumo humano. En varias zonas adyacentes al río Torococha los habitantes captan el agua a través de pozos subterráneos que no son tratados y en consecuencia potabilizados.

El Sistema Nacional de Defensa Civil (INDECI) debe declarar zonas de emergencia ya que se atenta la integridad de las personas que viven en esas zonas porque ellos son los principales afectados.

La «E.P.S. SEDA JULIACA S.A.» debe retirar la desembocadura del desagüe al río Torococha porque contamina directamente el lago Titicaca. A su vez esta institución debe garantizar una salubridad de todos sus usuarios. Para superar el déficit en la cobertura del servicio, SEDA Juliaca propone el tratamiento desconcentrado en dos áreas mediante lagunas de estabilización, utilizando el área actual de lagunas y nueva área en la zona Sur-Este con una superficie de 50 ha, se debe proceder al cambio de redes colectoras, construcción de nuevas cámaras de bombeo, renovación de equipos electromecánicos de bombeo, pues los existentes han cumplido con su vida útil.

La Fiscalía del Medio Ambiente debe de fiscalizar e interponer demanda a quienes tienen la responsabilidad directa de no ejecutar acciones preventivas para no contaminar el río Torococha.

El ANA (Autoridad Nacional del Agua) mediante el ALA (Autoridad Local del Agua) tiene la responsabilidad de preservar las fuentes hidrográficas a nivel nacional y local, así como el Proyecto Especial Lago Titicaca (PELT), ALT, INRENA, CONAM, etc.

3.1.2 Factores que Condicionan el Funcionamiento del Drenaje Pluvial

Hace falta una nueva visión de gestión avanzada de sistemas de saneamiento que incida en la elaboración de nuevos Planes Directores de Saneamiento que hagan necesario un conocimiento profundo de la red mediante el modelamiento y la interpretación de resultados.

Es necesario un análisis más amplio del problema global, contemplando el ciclo del agua en todo su conjunto y teniendo en cuenta todos los aspectos asociados a la hora de planificar las soluciones que se deben adoptar para la gestión integral de las aguas de lluvia. Todo esto contribuirá a la generación de unos espacios urbanos, y por tanto ciudades mucho más sostenibles a largo plazo. Cualquier consideración a nivel de planeamiento que evite que se produzcan los problemas asociados a la escorrentía superficial.

La planificación y el diseño deben enfocarse como una tarea multidisciplinar, en la que deben intervenir disciplinas como la hidrología, hidráulica, geotecnia, cálculo de estructuras, impacto ambiental, paisajismo, urbanismo, etc. Asimismo, debe involucrar a

todos los agentes implicados en el proceso, desde las etapas previas de planeamiento hasta el uso y explotación de las infraestructuras. Si bien son muchas las disciplinas a tener en cuenta, la hidrología y la hidráulica pueden considerarse las más importantes de cara al correcto dimensionamiento de las infraestructuras. La lluvia es el origen del proceso, por lo que su caracterización es fundamental para abordar con éxito el problema.

3.1.3 Problemática del Estado Situacional de Juliaca

En el desarrollo de las infraestructuras de drenaje y saneamiento de una ciudad suelen evaluarse varias fases. En primer lugar, se tiende a proyectar las redes y controlar las aguas residuales; posteriormente, a encauzar las escorrentías producidas por las aguas de tormenta tendiendo a limitar el riesgo de sufrir inundaciones. Esto da lugar a los sistemas convencionales de saneamiento y drenaje en las ciudades, basados en colectores cuyo objetivo es evacuar lo antes posible las escorrentías generadas en tiempo de lluvia hacia el medio receptor. Resueltos estos problemas aparece otro, el de la calidad de las escorrentías urbanas en tiempo de lluvia y el impacto que sus vertidos generan en el medio receptor. En efecto, hoy en día se es plenamente consciente de que las aguas de lluvia, lejos de ser aguas limpias, son una fuente significativa de contaminación.

Juliaca presenta problemas urbanísticos que han generado todo el desorden actual. En ese sentido, cabe mencionar los problemas relevantes que se pueden identificar:

- Ante la falta de pavimento estructural en algunas calles del centro de la ciudad y las zonas periféricas, la única solución que dan la MPSRJ o el Gobierno Regional es el relleno con material de préstamo de las calles cada año. Como consecuencia de esto el nivel de rasante de las calles está por encima de las veredas (*Figura 12*).



Figura 12: Consecuencias de los rellenos periódicos de las calles en Juliaca

Fuente: Propia

- Los buzones de desagüe han quedado a 40 cm por debajo de los rellenos y las aguas pluviales quedan estancadas por varios días (*Figuras 13 y 14*).



Figura 13: Aniegos en las calles a falta de mantenimiento

Fuente: Propia



Figura 14: Inundación de áreas destinadas para uso público

Fuente: Propia

- Los proyectos de pistas y veredas que se ejecutan no cuentan con planes de mantenimiento y operación, se deterioran a consecuencia de las inundaciones de las calles



Figura 15: Inundación en la Av. Santa Rosa (febrero del 2016)

Fuente: Propia

y a los pocos años de servicio quedan destrozadas e inservibles que dificultan el tránsito de vehículos (*Figuras 15 y 16*).



Figura 16: Inundación en el Jr. Daniel Alomía Robles (abril del 2016)

Fuente: Propia

- Las malas prácticas de los servicios instalados en el río Torococha que vulneran las leyes, reglamentaciones y planes de desarrollo que se han instalado sin ser proyectados, solo por la exigencia de los habitantes a quienes no se les ha prohibido el suministro de servicios de desagüe, agua o electricidad, que de alguna manera tienen estos servicios (*Figuras 17, 18 y 19*).

- La mayoría de viviendas en Juliaca usan pozos subterráneos como fuente de agua, porque el suministro de agua es pésimo.

- Todas las zonas periféricas que no cuentan con servicio de desagüe optan por construir letrinas en medio de la calle.



Figura 17: Tubería de conducción de aguas residuales que atraviesa el río Torococha

Fuente: Propia



Figura 18: Instalación de redes de alcantarillado en las riberas del río Torococha

Fuente: Propia



Figura 19: Instalación de redes de energía eléctrica en el río Torococha

Fuente: Propia

La expansión indiscriminada de viviendas hacia las riberas del río Torococha (Figuras 20 y 21), que genera el desorden paisajístico y trasgrede contra los recursos naturales, que convierten al río en focos contaminantes donde se arrojan basura y todo tipo de escombros, un atentado grave al medio ambiente.



Figura 20: Construcción de viviendas sobre el río Torococha

Fuente: Propia



Figura 21: Expansión indiscriminada hacia las riberas del río Torococha

Fuente: Propia

El problema más grave se encuentra en las urbanizaciones San Julián, Los Geranios, Santa Ana, César Vallejo, San Isidro, Los Incas, etc. (Figuras 22 y 23).



Figura 22: Deposición de escombros en el río Torococha

Fuente: Propia



Figura 23: Contaminación del río Torococha

Fuente: Propia

Un beneficio importante de la propuesta urbana para Juliaca es la definición de las áreas de intervención urbana, instrumento que sirve para orientar las acciones a llevarse a cabo en el proceso de transformación de la estructura urbana actual, programando la temporalidad y la necesidad de recursos. Las áreas de intervención siguientes se han definido a partir de la sectorización, la zonificación y los usos de suelo propuestos (Figura 24).

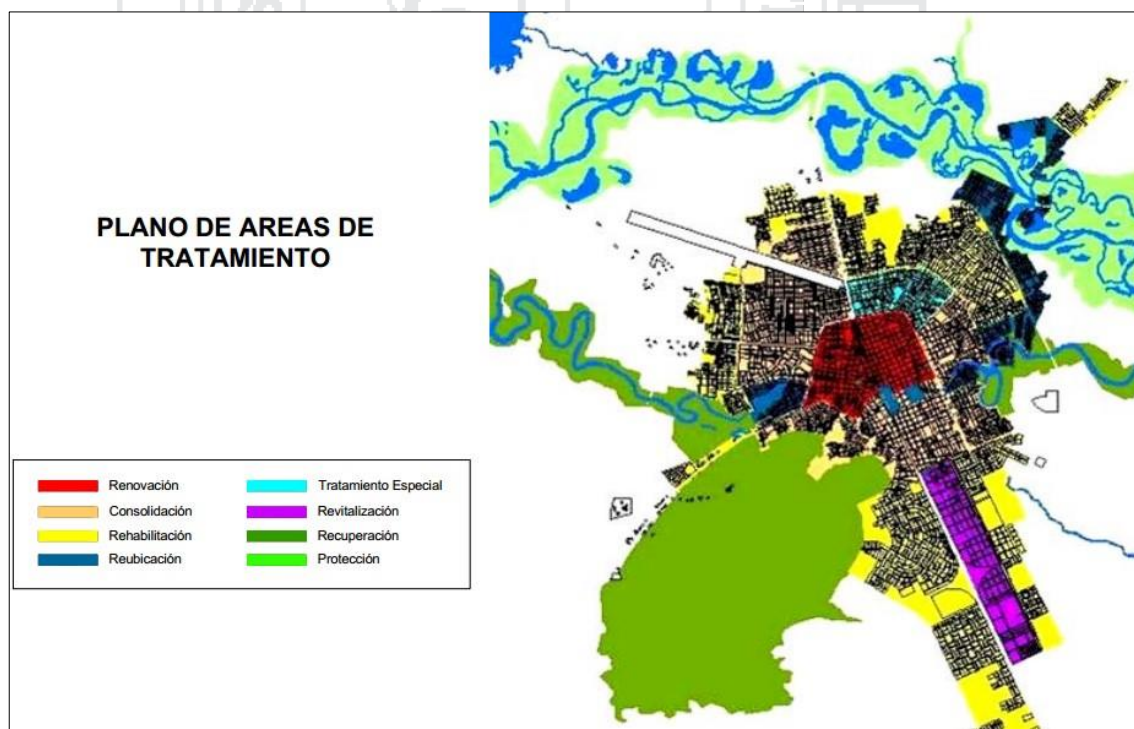


Figura 24: Áreas de intervención urbana en Juliaca

Fuente: Plan Director JULIACA 2004-2015

3.1.4 Condiciones para el Funcionamiento Óptimo del Drenaje Pluvial

La Norma GH-010 del RNE, respecto a las habilitaciones urbanas, indica que estas deben contar con componentes estructurales urbanos (aceras, pavimentos, obras especiales, etc.), obras de saneamiento, obras de suministro de energía y comunicaciones.

La Norma OS-060 del RNE, en su ítem 4.6, establece que toda nueva habilitación urbana ubicada en localidades en donde se produzcan precipitaciones frecuentes con lluvias iguales o mayores a 10 mm en 24 horas, deberá contar en forma obligatoria con un sistema de alcantarillado pluvial.

Los Sistemas de Drenaje Urbano se encuentran dentro de las nuevas estrategias empleadas para mejorar el funcionamiento y desarrollo urbano sostenible de las ciudades. El crecimiento urbanístico desaforado ha generado un aumento de las superficies impermeables en el entorno de las urbes, lo cual genera y acrecienta los problemas relacionados con el drenaje y la gestión del agua pluvial.

El drenaje urbano tiene por objetivo el manejo racional del agua de lluvia en las ciudades para evitar daños en las edificaciones y obras públicas (pavimentos, redes de agua, redes eléctricas, etc.), así como la acumulación del agua que pueda constituir focos de contaminación y/o transmisión de enfermedades.

La Norma OS-060 del RNE, en su ítem 4.2, establece que en todo proyecto de drenaje urbano se debe ejecutar sin carácter limitativo los estudios de:

- a) Topografía
- b) Hidrología
- c) Suelos
- d) Hidráulica
- e) Impacto Ambiental
- f) Compatibilidad de uso
- g) Evaluación económica de operación y mantenimiento

Para el funcionamiento óptimo de drenaje de aguas pluviales en la ciudad de Juliaca es requisito fundamental cumplir con lo siguiente:

- Reorganizar las áreas urbanas que han crecido indiscriminadamente sin cumplir con el Plan de Desarrollo Urbano, y que actualmente están consideradas como áreas de emergencia y algunas deben ser reubicadas.

- Suministrar de servicios básicos de saneamiento de acuerdo a lo establecido en el Plan Director vigente (PLAN MAESTRO OPTIMIZADO SEDA JULIACA S.A., diciembre del 2007, periodo de vigencia: 2008-2037). El sistema actual ha colapsado debido al incremento de usuarios y el diseño actual ya no satisface a los nuevos usuarios.

- Plantear un proyecto que solucione la problemática del río Torococha.
- Construir y mejorar las vías urbanas para una gestión óptima de aguas pluviales.

El mantenimiento es responsabilidad de las autoridades competentes invirtiendo el dinero necesario para esta tarea cada año, para llevar a cabo las labores de mantenimiento propiamente dichas, como campañas de concienciación de la ciudadanía que sirvan de medidas preventivas.

3.2 Evaluación del Proyecto Existente

3.2.1 Resumen Ejecutivo

3.2.1.1 Antecedentes

Con fecha 15 de diciembre del 2015 la Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura de la UNA aprueba el proyecto de Tesis: «EVALUACIÓN, DISEÑO Y MODELAMIENTO DEL SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL DE LA CIUDAD DE JULIACA CON LA APLICACIÓN DEL SOFTWARE SWMM».

En cumplimiento con el contenido del proyecto de tesis y los objetivos específicos, los tesisistas Paolo Cesar Rojas Naira y Vladimir Humberto Humpiri Pari tenemos la tarea de presentar el informe de evaluación del expediente técnico: «ESTUDIO DEFINITIVO DE DRENAJE DE AGUAS PLUVIALES DE LA CIUDAD DE JULIACA».

3.2.1.2 Objetivos

- Visualizar oportunamente que el proyecto haya sido concebido dentro de los parámetros de elaboración de expedientes técnicos y de acuerdo a la normativa técnica

legal establecida para el diseño óptimo y racional a nivel de ejecución, funcionabilidad, y compatible con la disponibilidad del terreno–entorno.

- Observar la compatibilidad de planos entre sí por cada zona del proyecto y entre cada uno de los diseños en la especialidad de hidráulica.
- El objetivo final es tener un diagnóstico real del proyecto, visualizar su viabilidad técnica necesaria para su ejecución.

Lo mencionado anteriormente nos permite llegar a desarrollar las tareas con pleno conocimiento y dominio de los alcances del proyecto que permita visualizar en forma anticipada y oportuna las dificultades y facilidades contenidas en el expediente técnico.

Realizar un diagnóstico respecto a su compatibilidad documentaria (Planos y Diseño Hidráulico, principalmente) con la situación real del terreno; evaluando el proyecto hidráulico, determinando las deficiencias del proyecto que nos permitan realizar un inventario de las incompatibilidades, omisiones, trasgresiones técnicas normativas, vicios ocultos, posibles trabajos adicionales y deductivos necesarios para cumplir con el objeto principal.

3.2.1.3 Metodología de Trabajo

Al fin de alcanzar, mediante el presente informe, los objetivos mencionados; se va a comenzar con la revisión y la evaluación del expediente técnico distribuyendo el proyecto por especialidad que se revisará, evaluará y diagnosticará para determinar las insuficiencias y de ser necesario proponer recomendaciones que permitan lograr un expediente técnico viable que coadyuven a una buena funcionabilidad y cumpla con su objetivo para el que fue proyectado durante su funcionamiento.

Previamente se ha compilado el expediente técnico completo, normatividad vigente, Reglamento Nacional de Edificaciones; realizando un reconocimiento del terreno y reunión de coordinación con el equipo de trabajo.

A fin de cumplir con el informe de evaluación del proyecto, se han realizado trabajos de campo y gabinete

3.2.1.4 Documentos Revisados

Del expediente técnico: Revisión del proyecto integral (Memoria Descriptiva, Planos, Diseño Hidráulico).

3.2.1.5 Ficha Informativa del Proyecto

La *Tabla 1* muestra el resumen informativo del proyecto.

Tabla 1: Ficha Informativa del Proyecto

OBRA	: DRENAJE PLUVIAL DE LA CIUDAD DE JULIACA
ENTIDAD	: MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE SAN ROMÁN
PROCESO OBRA	: LP N° 007-2013-MPSR-J/CE
SISTEMA DE CONTRATACIÓN	: PRECIOS UNITARIOS
FINANCIAMIENTO	: RECURSOS ORDINARIOS
FECHA DE CONTRATO DE OBRA	: 11 de abril del 2014
DIRECCIÓN DE LA OBRA	: Juliaca - San Román - Puno
PROYECTISTA	: Ing. Oscar Edgardo Salazar Jaime
CONTRATISTA	: ALDESA CONSTRUCCIONES S.A. (sucursal en Perú)
SUPERVISIÓN	: CONSORCIO SUPERVISIN JULIACA
ESTADO	: Paralizado
MONTO REFERENCIAL	: S/. 210 388 911.51
FECHA DE ENTREGA DE TERRENO	: No se realizó en su totalidad
FECHA DE PAGO DEL ADELANTO DIRECTO	: Se realizó parcialmente
FECHA DE ENTREGA DE EXPEDIENTE TÉCNICO	:
FECHA DE INICIO DE PLAZO	: No se cumplió con las condiciones de la bases de obra
PLAZO CONTRACTUAL ORIGINAL	: 720 días
FECHA DE VENCIMIENTO CONTRACTUAL DEL CONTRATO DE SUPERVISIÓN	: No establecido
PROCESO DEL SERVICIO	:
N° DE CONTRATO DE SUPERVISIÓN	: N° 001-2014-MPSR-CE
MONTO DE CONTRATO	: S/. 8 415 556.46
MONTO DE MAYORES PRESTACIONES APROBADAS	: Ninguna
INICIO DE CONTRATO DE SUPERVISIÓN	: 22 de setiembre del 2014
TERMINO DE CONTRATO DE SUPERVISIÓN	: No establecido

Fuente: Elaboración propia

3.2.2 Trabajos de Campo

3.2.2.1 Verificación de Levantamiento Topográfico

Con la existencia de antecedentes de problemas en el levantamiento topográfico, se realizó la verificación con el Informe Geodésico adjuntado en el **Anexo 1**, en la designación de puntos de 'Orden C' con puntos de control AYP-190, CDJ23, PLACA U y CC-2. Estos puntos coinciden con los puntos del expediente técnico con diferente nombre como se muestra en la *Tabla 2*.

Tabla 2: Comparación de Puntos de Control

BM GPS (Expediente Técnico)	Norte	Este	BM GPS (Proyecto)	Norte	Este
BM J-26	8286673.290	377259.493	AYP-190	8286292.784	377070.197
CDJ-23	8287920.465	377572.441	CDJ-23	8287548.998	377410.912
EDJ-3	8283169.183	380357.447	PLACA-U	8282793.924	380170.014
EDJ-23	8293306.199	377925.512	CC-2	8292930.325	377712.636

Fuente: Elaboración propia

Como resultado se obtiene en todos los casos un desplazamiento de los puntos originales al noreste en aproximadamente 400 metros. Como dato de verificación se ha utilizado la ficha técnica del Instituto Geográfico Nacional (IGN), que está en el **Anexo 6** del expediente técnico el cual pertenece al punto geodésico con código AYP-190 ubicado en el 'Parque el Ciclista' dando mención a sus coordenadas en el sistema WGS84 aproximadas: Norte: 8286306, Este: 377073; el cual es más compatible con el punto obtenido con el nuevo informe geodésico realizado en el presente proyecto de tesis.

En consecuencia, el trabajo no es compatible con el nuevo informe realizado a nivel geodésico. Por lo cual se invalida el trabajo topográfico en la parte del control horizontal que dan datos erróneos en el levantamiento topográfico.

Así mismo se ha verificado el trabajo de control vertical el cual presenta diferencias mínimas con el Informe Topográfico adjunto en el **Anexo 2**.

3.2.2.2 Verificación de Libre Disponibilidad de Terreno

Se ha verificado que en la Zona C hay un problema de disposición de terreno en la zona del Aeropuerto Internacional Manco Cápac y la población adyacente; siendo el causal la ampliación del aeropuerto en la Av. Amanecer y la Av. Aeropuerto. Lo cual evitaría la construcción del dren secundario DJC 1.3 que también sucedería lo mismo con

el dren terciario DJC 1.3.1 que tiene una longitud acumulada de 3.5 km aproximadamente de canal por construirse.

De igual manera en el tramo DJB 1, en la salida a Coata a partir de la Progresiva 2+950.000, en terrenos que pertenecen al distrito de Caracoto. No se cuenta con la disponibilidad de terreno porque son predios rurales en pleno proceso de urbanización, lo que conlleva a tener interferencias con propiedad de terceros e impiden asignar el alineamiento a la red de drenaje hasta el punto de entrega al río Coata.

Finalmente, el dren DJB 1.1.3, que es un trabajo que tendrá que ser eliminado debido a que ese terreno pertenece a la obra que está en plena ejecución (Autopista Juliaca – Puno), dentro de la cual se realizará los trabajos de drenaje de aguas en dirección hacia la red de drenaje.

3.2.3 Revisión del Expediente Técnico

El expediente técnico fue aprobado el 27 de mayo del 2013 mediante la Resolución de Alcaldía N° 246/A-2013 por parte de la Municipalidad Provincial de San Román.

El expediente técnico aprobado es un proyecto genérico de Hidráulica por lo que en la presente evaluación se tomará como base esta especialidad, como se mencionó en los objetivos tomando en consideración los estudios básicos del proyecto.

3.2.3.1 Inspección de Campo

De la inspección de campo y compatibilización con el expediente técnico, se ha determinado que las condiciones de terreno en las diferentes zonas del proyecto no son las necesarias para garantizar la funcionalidad de sistema de drenaje.

3.2.3.2 Revisión de Planos

Se ha revisado los planos del expediente técnico y han sido contrastados en el terreno, encontrando que son compatibles en un gran porcentaje mas no los datos de coordenadas UTM. Y considerando que lo documentos que prevalecen son los planos en ejecución de obra por el tipo de sistema de contratación (Suma Alzada). Se ha encontrado incompatibilidad entre los documentos de cálculo hidráulico, planos y metrados del expediente en los tramos del sistema que se muestran en la *Tabla 3*.

Tabla 3: Incompatibilidad de las Dimensiones de los Canales

DREN	PROGRESIVA	CALCULO HIDRÁULICO			PLANOS			METRADOS		
		B	H inicial	H final	B	H inicial	H final	B	H inicial	H final
DJA 1	3+123.59 - 4+200.05	1.8	1.79	2.17	2.2	1.79	2.17	1.8	1.79	2.17
DJA1.1.1	0+000 - 0+924.480	1.1	0.68	0.99	1	0.6	1	1.1	0.68	0.99
DJB 1.1	0+000 - 0+260.000	0.6	1	0.9	0.6	1	0.9	1.2	1	0.92
DJB 1.1.4	0+000 - 1+290.400	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1	1
DJB 1.2	1+083 - 2+293.940	1.9	1.2	1.76	1.8	1.2	1.76	1.9	1.2	1.76
DJC 1	0+000 - 0+940.410	0.85	0.75	1.3	1	0.8	0.57	0.85	0.75	1.3
DJC 1	0+940.41 - 1+345.00	1	1.3	1.4	1.2	0.68	0.55	1	1.3	1.4
DJC 1	1+345.00 - 1+718.79	1	1.4	1.48	1.5	0.85	0.97	1	1.4	1.48
DJC 1	4+024.36 - 4+437.83	1.75	1.87	1.81	1.5	1.87	1.81	1.75	1.87	1.81
DJC 1	4+437.83 - 5+353.97	1.9	1.81	1.67	2.6	1.81	1.67	1.9	1.81	1.67
DJC 1.2	0+000 - 0+800	1.5	1.12	1.15	1	1.12	1.15	1.5	0.75	1.15
DJC 1.3	0+000 - 1+164.370	2	0.67	1.11	1.5	0.87	1.07	2	0.67	1.11
DJC 1.3	1+164.37 - 1+721.10	2	1.11	1.28	2.6	1.07	1.28	2	1.11	1.28
DJC 1.4	0+000 - 0+487	0.9	0.4	1.17	1	0.6	1.17	0.9	0.4	1.17
DJC 1.5	0+000 - 0+375	1.3	0.37	0.63	1	0.37	0.63	1.3	0.37	0.63
DJC 1.6	0+000 - 1+354.07	0.9	1.06	1.04	1	1.06	1.04	0.9	1.06	1.04
DJC 1.7	0+000 - 1+345	0.8	0.88	0.88	1	0.88	0.88	0.8	0.88	0.88
DJC 1.8	0+000 - 0+499.800	0.8	0.5	0.74	1	0.55	0.74	0.8	0.55	0.74
DJD 2	0+310 - 0+980.600	0.5	1.4	1.4	0.5	1.2	1.2	0.5	1.4	1.4
DJD 2.1	0+600 - 1+007.900	0.8	1.35	1.35	0.8	1.2	1.2	0.8	1.35	1.35
DJD 5	1+374 - 1+526.500	1	1.25	1.23	2	1.2	1.2	1	1.25	1.23
DJD 14	0+140 - 0+459.060	2	TUBO	400mm	1	TUBO	400mm	1	TUBO	400mm
DJD 14	0+724 - 0+733	1	0.96	0.96	0.6	1.2	1.2	1	0.96	0.96
DJD 15	0+000 - 0+020	0.8	1.2	1.2	0.8	1.2	1.35	0.8	1.2	1.2
DJD 15	0+020 - 0+040	0.8	1.2	1.2	0.8	1.2	1.35	0.8	1.2	1.2
DJD 15	0+040 - 0+080	0.8	1.2	1.2	0.8	1.2	1.35	0.8	1.2	1.2
DJD 15	0+807 - 0+979.750	0.8	1.14	1	0.8	1.35	1.14	0.8	1.14	1

Fuente: Elaboración propia

3.2.3.3 Revisión de los Estudios Básicos de Ingeniería

Al revisar los documentos presentados en el expediente técnico se determinan de manera explícita las características, requisitos y especificaciones necesarias para la ejecución de la obra en los siguientes estudios:

3.2.3.3.1 Estudio Topográfico

Consistió en el establecimiento de 42 puntos Geodésicos de Control Terrestre Satelital mediante el Sistema de Posicionamiento Global WGS84, método Diferencial para dicho fin se estableció como estación Máster a la Estación BS AYABACAS de ‘Orden A’, establecido y monumentado por el Instituto Geográfico Nacional.

Metodología

Para el desarrollo de las actividades se empleó el Sistema de Posicionamiento Geodésico estático relativo con receptores del sistema satelital de navegación global.

Este método consiste en posicionar 01 receptor GPS en la Estación Base (Master) en este caso B.S. Ayabacas y 01 receptor GPS en cada una de las estaciones por medir (Rover).

Los receptores Máster y Rover registran simultáneamente los datos emitidos por los satélites de la constelación NAVSTAR de GPS, tales como: Efemérides y correcciones Ionosféricas, controlándose el número de satélites y el factor de dilución o configuraciones geométricas PDOP.

Para llevar a cabo el registro de datos emitidos por los satélites, se consideró la siguiente configuración:

- Tiempo de registro: 45 minutos
- N° mínimo de satélites: 6 satélites
- Intervalo de registro: 10 segundos
- Máscara de elevación: 15 grados
- PDOD: menos o igual 4
- Mostrado en el Anexo 6 en los estudios básicos del proyecto

Observaciones

1. Respecto al establecimiento de los 42 puntos geodésicos del proyecto no se cumplieron con varios factores los cuales son los parámetros, lineamientos y condiciones de observación de datos.

Tomando como documento normativo de respaldo: NORMA TÉCNICA GEODÉSICA (Especificaciones Técnicas para Posicionamiento Geodésico Estático Relativo con Receptores del Sistema Satelital de Navegación Global).

Los lineamientos para el levantamiento GPS de acuerdo a clase de punto geodésico son de acuerdo a la *Tabla 4* del ítem 3.3.3.

La correlación se estableció realizando observaciones siguiendo los parámetros mostrados en la *Tabla 5* del ítem 3.3.3.

Adicionalmente hay condiciones de observación del trabajo en campo para la obtención de puntos geodésicos de orden “C”, utilizando el método relativo estático:

- Tiempo de medida por sesión aprox. 2-4 horas (siendo lo ideal entre 3 horas por sesión), considerando el tiempo continuo de observación no menor a 900 registros o épocas.
 - Se obtendrá con apoyo de por lo menos un punto geodésico ya sea de orden “0”, orden “A” u orden “B” a nivel nacional, que estén separados equidistantemente, a una distancia no mayor de 100 km al punto geodésico que se quiere establecer.
 - Siendo el tiempo de intervalo, no menor de un (1) segundo ni mayor a cinco (5) segundos de sincronización con la base.
 - Teniendo una elevación de la máscara no mayor a 15 grados sobre el horizonte y con el rastreo permanente no menor de 4 satélites.
2. Sin dejar de lado los datos introducidos de acuerdo al Elipsoide Geodésico de Referencia el cual puede ser: GRS80 (Geodetic Reference System 1980) y WGS84 (World Geodesic System 1984).

El WGS84 es un sistema de coordenadas geográficas mundial que permite localizar cualquier punto de la Tierra (sin necesitar otro de referencia) por medio de tres unidades dadas.

Elipsoide Geodésico de Referencia (datos de los parámetros más importantes):

Elipsoide: GRS80 Geodetic Reference System 1980)

Datum: Geocéntrico

Semi Eje Mayor: 6 378 137 metros

Semi Eje Menor: 6 356 752,31414 metros

Achatamiento: 1/298,257222101

Elipsoide: WGS84 (World Geodesic System 1984)

Datum: Geocéntrico

Semi Eje Mayor: 6 378 137 metros

Semi Eje Menor: 6 356 752,31424 metros

Achatamiento: 1/298,257223563

De esta manera se explica el error geodésico. Este también es un factor que da como resultados los datos erróneos mostrados en el expediente técnico en los estudios geodésicos y topográficos (levantamiento topográfico).

3.2.3.3.2 Estudio Hidrológico

Como sustento técnico lo desarrollado en análisis de información del expediente técnico en mención, una variable básica en la determinación de las máximas avenidas lo constituye el periodo de retorno. Según la norma OS-060 el sistema mayor de drenaje será diseñado para un tiempo de retorno de 25 años y el drenaje menor entre 2 y 10 años. Como criterio se deduce que, a mayor periodo de retorno, mayor será el costo de inversión, para lo cual se realizó el análisis de ciclicidad de periodos secos y húmedos del registro de precipitaciones máximas en 24 horas de la estación de Juliaca. Según el diagrama obtenido se muestra que las precipitaciones máximas extremas con altas intensidades se presentan con mayor recurrencia cada 10 años aproximadamente, y por consiguiente asumieron un periodo de retorno de 10 años.

De igual forma considerando las áreas de drenaje pluvial, áreas urbanas y no urbanas (rústicas) usando herramientas como cartas nacionales, planos catastrales y trabajo en campo con lo cual estas áreas quedaron definidas así:

- Zona A = 5.9700 Km²
- Zona B = 21.7752 Km²
- Zona C = 20.6627 Km²
- Zona D = 26.3425 Km²
- Micro cuenca alta no urbana del rio Torococha (zona E) = 31.8096 Km²

Con una superficie total de la zona de estudio de 106.56 Km².

Observaciones

1. Tomando como método de análisis de información, el análisis de ciclicidad de periodos secos y húmedos dando como resultado un periodo de retorno de 10 años, siendo este último un dato erróneo ya que el tipo de método utilizado se le dio un enfoque que no le corresponde el cual tiene como objetivo analizar la variación del Índice de Severidad de Sequía para poder identificar los períodos de sequías edáficas y los períodos con exceso hídrico, caracterizar su intensidad y duración.

El Índice de Sequía de Palmer (ISS) es un indicador meteorológico y responde a condiciones climáticas que han sido anormalmente secas o anormalmente húmedas. Fue creado por Palmer (1965) para medir la pérdida de humedad basándose en el concepto de oferta y demanda de agua y en la ecuación del balance hídrico, donde se asume que no hay escurrimiento superficial ni profundo.

Para el cálculo del balance hidrológico se utiliza registros pluviométricos mensuales acumulados correspondientes a las estaciones meteorológicas. Obteniéndose como resultado los meses entre años de periodos secos y húmedos clasificados por su intensidad normal, humedad y sequía, incipiente y débil moderada, y severa-extrema; divididos en porcentajes de duración total del análisis.

2. Con referencia a la norma OS-060, se establece el periodo de retorno (TR) de un sistema de drenaje urbano mayor y menor, aun considerando esta norma, el expediente técnico toma como TR 10 años.

Tomando como documento normativo de respaldo: Reglamento Nacional de Edificaciones (Norma OS-060, DRENAJE PLUVIAL URBANO). Se define como sistema de drenaje urbano mayor: Sistema de drenaje pluvial que evacua caudales que se presentan con poca frecuencia y que además de utilizar el sistema de drenaje menor (alcantarillado pluvial) utiliza las pistas delimitadas por los sardineles de las veredas como canales de evacuación. Dado esta definición y considerando las características del sistema de drenaje de la ciudad de Juliaca este cumple con requerido para denominarlo sistema de drenaje urbano mayor.

3. Se utilizó los datos proporcionados por el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI) – Puno, los cuales han sido puestos a prueba en el análisis de frecuencia de datos en diferentes métodos tales como: Gumbel, Log Normal, Log Normal Tres Parámetros y Log Pearson Tipo III; mencionados en el estudio hidrológico, considerando que el método Gumbel es el que mayor se ajusta. Sin considerar métodos más adecuados como el Log Normal Dos Parámetros y Gamma Dos Parámetros los cuales no pueden ser omitidos en este tipo de estudios.
4. Las áreas definidas de drenaje como se muestra en el expediente técnico (Anexo 05), plano de área de influencia directa del proyecto, muestran definiciones técnicamente deficientes por los siguientes motivos:

- En el sector DJA, al asumir el área de drenaje en la red del dren DJA 1, en la parte norte la subcuencas definidas llegan a tener un área de aporte aproximado de 700 metros hasta llegar casi a la Av. Circunvalación 02, lo cual llega a ser poco funcional en el sistema y a la vez innecesario porque en función al plan de desarrollo urbano esa área llega a tener un desarrollo a mediano plazo con lo cual se podría asumir como una nueva línea de drenaje a la Av. Circunvalación 02 con un punto de entrega diferente al planteado.
- En el sector DJB, se ha considerado las mismas dimensiones de los canales existentes en su diseño y como consecuencia va a colapsar en el nuevo sistema de drenaje. Respecto a las áreas tributarias se ha designado a groso modo sin prever las áreas de expansión urbana y ampliaciones futuras de redes de drenaje pluvial.
- En el sector DJC, se ha ignorado totalmente el plan de desarrollo urbano, determinando el área de drenaje del sector sin consideración técnica, ya que esta área llega a tener límites como el río Coata, salida a Lampa y el Aeropuerto Manco Cápac. Esto ha conllevado a sobredimensionar las líneas de la red de drenaje de entrega obteniendo un sistema no funcional de acuerdo a la topografía general de la ciudad de Juliaca.
- En el sector DJD, se planteó un canal trapezoidal de tierra (ancho de 7 metros y 2 metros de alto con una pendiente 0.050%) en el dren DJD con una longitud de 650 metros incluyendo sistema auxiliar de alcantarillado. Anteriormente mencionado el problema de río Torococha se recomienda considerarlo como un proyecto del cual dependerá la funcionalidad del sistema de drenaje por lo cual no se consideraría el área que conlleve a este, que además estas áreas son consideradas zonas de recreación pública.
- En el sector DJE se toma en cuenta el Plan De Desarrollo Urbano de la Ciudad de Juliaca y considera el crecimiento urbano en la zona, así como la designación de uso de suelo. Por esto todavía no es prioridad construir un sistema de drenaje por no ser área urbana.

3.3 Estudios Básicos de Ingeniería

3.3.1 Generalidades

Los estudios básicos de Ingeniería realizados tienen como finalidad generar información detallada y necesaria para poder hacer los diseños para el SISTEMA DE DRENAJE DE AGUAS PLUVIALES DE LA CIUDAD DE JULIACA.

La ciudad de Juliaca tiene características topográficas especiales debido a su pendiente que es mínima, en promedio de $S=0.001$ en la mayor parte de la ciudad.

Por los problemas que siempre ha presentado la evacuación de las aguas pluviales de la ciudad de Juliaca, es necesario realizar estudios ingenieriles conducentes a solucionarlos.

3.3.1.1 Ubicación Geográfica

El área en la que está enmarcado los estudios pertinentes abarca esencialmente toda la zona urbana de la ciudad de Juliaca y zonas circundantes.

Políticamente está ubicado en:

Distrito : Juliaca
Provincia : San Román
Departamento : Puno

Geográficamente tiene un centro determinado por las coordenadas geográficas siguientes:

Latitud : $15^{\circ}29'27''$ S
Longitud : $70^{\circ}07'37''$ O
Altitud : 3824 msnm

Altimétricamente está ubicado entre los 3,815 msnm que queda en las zonas de entrega de los drenes al río Coata y 3860 msnm que quedan en las partes altas de la ciudad.

3.3.1.2 Recopilación de Información

Como primera actividad programada, se procedió a la recolección de la información existente en el expediente técnico.

La principal información existente ha sido tomada de los planos del expediente técnico.

3.3.1.3 Evaluación de la Información Existente

Al hacer la evaluación de la información existente, que básicamente eran planos e informaciones topográficas del expediente técnico, se encontraron las siguientes observaciones:

- Los datos hidrológicos han sido utilizados sin sustento técnico como contempla la Norma OS-060 del RNE.
- Los planos topográficos no representan la topografía real en campo.

3.3.1.4 Reconocimiento de Campo

Contando con la información topográfica existente, se hizo un recorrido general del área del proyecto, donde se hizo el reconocimiento de las vías por donde se van a instalar las redes de drenaje.

- Se realizó un recorrido por los canales existentes naturales y construidos.
- Se ubicó los BMs geodésicos existentes en la ciudad.

3.3.2 Delimitación y Descripción del Área de Estudio

El área de estudio del proyecto está conformada por 4 zonas, las cuales se ubican dentro de los distritos de Juliaca y Caracoto. A continuación, se describe la ubicación de las zonas:

DJA, comprendida por:

- Norte: Av. Circunvalación 2
- Sur: Av. Circunvalación J.I.M Norte y Av. Circunvalación J.I.M Este
- Este: Av. Circunvalación 2 y Av. Santa Rosa
- Oeste: Av. Independencia

DJB, comprendida por:

- Norte: Av. Juliaca y Av. Las Américas
- Sur: Distrito de Caracoto
- Este: Río Torococha y Río Coata
- Oeste: Cerros Espinar y Monos

DJC, comprendida por:

- Norte: Río Coata (Puente Maravillas)
- Sur: Av. Ferrocarril
- Este: Av. Independencia (Salida a Cusco)

- Oeste: Aeropuerto Internacional Manco Cápac

DJD, comprendida por:

- Norte: Av. Circunvalación J.I.M Norte
- Sur: Av. Juliaca y los Cerros Huaynarroque y Santa Cruz
- Este: Av. Circunvalación J.I.M este
- Oeste: Av. Andrés Avelino Cáceres (ESSALUD)

3.3.3 Estudios Geodésicos

En el campo de la ingeniería civil, la Geodesia es la herramienta apropiada para realizar trabajos que impliquen grandes extensiones como para una ciudad, por ejemplo. El Sistema de Posicionamiento Global (GPS) se ha convertido en una herramienta indispensable para profesionales y técnicos en la determinación de posiciones y realización de levantamientos topográficos con rapidez y precisión. Actualmente la tecnología existente permite manejar los datos obtenidos por medio de GPS.

En la etapa de ejecución del proyecto se han encontrado incompatibilidades con los planos y la situación real en campo, por ello a encargo de «ALDESA CONSTRUCCIONES S.A.» (Sucursal en Perú) se otorgó el trabajo a la empresa «TOPPROYECT CONSULTORES S.A.C.» para que rehaga todo el trabajo topográfico, esto implica establecer nuevos puntos geodésicos distribuidos en toda la ciudad que sirvan para trazar las redes topográficas.

3.3.3.1 Procedimiento del Trabajo

Considerando las características y necesidades del proyecto, que son el establecimiento de control suplementario en áreas al apoyo para el desarrollo de proyectos básicos de ingeniería, así como a trabajos que se requiera una precisión a un nivel máximo de 10 mm el tipo elegido son Puntos Geodésicos de 'Orden C'.

La correlación se establece realizando observaciones través de una línea base, siguiendo los parámetros que se muestra en la *Tabla 4*:

Tabla 4: Parámetros de Levantamiento Geodésico

Número mínimo de estaciones de control de la Red Geodésica Horizontal que se deben enlazar:	0	A	B	ENLACE
0	8			RED
A	3	3		RED
B	3	3	3	RED
C	1	1	1	LÍNEA BASE
APOYO (PFCH)	1	1	1	LÍNEA BASE

Separación de las estaciones	0	A	B	C	APOYO (PFCH)
Separación máxima (Km) entre estaciones bases dentro del área del proyecto.	4000	1000	500		
Separación máxima (Km) entre estaciones bases y el punto a establecer	3500	500	250	100	100

Fuente: Insituto Geográfico Nacional, 2005, Norma Técnica Geodésica

Los lineamientos a seguir (Tabla 5) en un levantamiento geodésico de acuerdo a su clasificación es el siguiente: Para la toma de datos de todos los puntos geodésicos de orden “C”, se utiliza el método relativo estático, estos se obtienen con apoyo de por lo menos un punto geodésico, ya sea de orden “0”, orden “A” u orden “B” a nivel nacional, que estén separados equidistantemente, a una distancia no mayor de 100 Km al punto geodésico que se quiere establecer, considerando el tiempo continuo de observación no menor a 900 registros o épocas (de coincidencia con la base), a no menor de un (1) segundo ni mayor de cinco (5) segundos de sincronización (con la base), con una elevación de la máscara no mayor a quince (15) grados sobre el horizonte y con el rastreo permanente no menor de 4 satélites.

Tabla 5: Lineamientos de Levantamiento Geodésico

Orden	Clase	Tipo de equipo	Número mínimo de sesiones	Tiempo de medida por sesión (hrs.)	Número de mediciones de altura de antena/sesión	Número mínimo de receptores en medición simultánea
0	Única	Doble Frecuencia	20	12	5	6
A	Única	Doble Frecuencia	6	12	3	4
B	Única	Doble Frecuencia	2	12	2	4
C	Única	Opcional	1	2-4	1	2

Fuente: Insituto Geográfico Nacional, 2005, Norma Técnica Geodésica

De acuerdo a los lineamientos, se han tomado como base la estación de Rastreo Permanente de la ciudad de Juliaca con codificación Pu02, perteneciente a la Red Geodésica Geocéntrica Nacional (REGGEN), establecido por el Instituto Geográfico Nacional, ubicado dentro de la Universidad Peruana La Unión, en el techo de la Oficina de Informática. Siendo este punto base de “orden 0” cumple con lo requerido a lo cual se

realizó la medición de distancias entre este y el punto a establecer lo cual llevo a que el punto más cercano estaba a 3.499 Km (FR 21), y el más alejado a 12.584 Km (BASE 2), y las distancias de los otros puntos se muestran en el **Anexo 1**. En la ejecución del trabajo con GPS se utilizó el método de Posicionamiento Geodésico Estático Relativo con receptores del sistema satelital de navegación global. Los resultados finales están detallados con una descripción monográfica de los 46 puntos geodésicos establecidos en el **Anexo 1**. Las coordenadas de estos 46 puntos geodésicos, que servirán para los trabajos topográficos, se resumen en la *Tabla 6*.

Tabla 6: Coordenadas de los Puntos Geodésicos

N°	BM GPS	ESTE	NORTE	COTA	UBICACIÓN	SECTOR
1	BASE1	386027.367	8285260.015	3816.832	RIO COATA	DJB
2	BASE2	386073.011	8285133.234	3817.615	RIO COATA	DJB
3	C24	383216.181	8284108.697	3819.447	SALIDA COATA	DJB
4	P1	383384.208	8284043.988	3819.750	SALIDA COATA	DJB
5	CC2	377712.636	8292930.325	3826.382	SALIDA CUSCO-PUENTE	DJC
6	CC3	377716.551	8292790.413	3824.743	SALIDA CUSCO-PUENTE	DJC
7	CC33	378118.567	8288432.417	3824.468	AV INDEPENDENCIA	DJC
8	CC34	378136.216	8288291.844	3824.197	AV INDEPENDENCIA	DJC
9	JB1	380277.395	8285363.610	3821.923	AV CIRCUNVAL-AV JULIACA	DJD
10	JB2	380466.133	8285425.294	3822.103	AV JULIACA-JR SAN AGUSTIN	DJD
11	PLACAU	380170.014	8282793.924	3822.191	OVALO UANCV	DJB
12	U16	380021.147	8282751.962	3821.408	150 M DEL OVALO	DJB
13	U2	378431.197	8282605.349	3823.195	AV EGIPTO-AV UCAYALY	DJB
14	U3	378514.803	8282494.630	3823.093	A 150 M DE U 2	DJB
15	V1	384300.250	8283555.913	3819.166	SALIDA COATA	DJB
16	V2	384184.976	8283617.831	3819.054	SALIDA COATA	DJB
17	VV1	378092.034	8289486.244	3824.223	AV VIRREYES	DJA
18	VV2	378215.233	8289489.574	3824.310	AV VIRREYES	DJA
19	V32	381838.136	8289272.547	3819.042	AV VIRREYES	DJA
20	V33	382046.995	8289372.703	3819.253	RIO COATA	DJA
21	SR1	379725.077	8288055.052	3822.987	HOSPITAL	DJA
22	SR2	379805.131	8287962.741	3822.958	AV SANTA ROSA-HOSPITAL	DJA
23	TR1	381992.052	8287288.710	3819.159	RIO TOROCOCHA AV CIRCUNV	DJD
24	TR2	381940.992	8287366.046	3820.020	RIO TOROCOCHA AV CIRCUNV	DJD
25	SM1	380085.499	8287253.627	3822.593	TERMINAL	DJD
26	SM2	380218.530	8287294.484	3822.516	BOTICA SAN MARTIN	DJD
27	AYP190	377070.197	8286292.784	3824.806	PARQUE TRICICLO	DJD
28	CL1	376948.565	8286214.609	3823.528	AV HEROES DE LA GUERRA	DJD
29	FR1	377298.566	8287534.322	3824.283	AV FERROCARRIL	DJC
30	CDJ23	377410.912	8287548.998	3824.395	AV CIRCUNVALACION	DJC
31	MB1	379075.202	8283709.533	3822.901	AV MARAÑON- AV UCAYALY	DJB
32	MB2	379281.627	8283830.798	3821.604	AV MARAÑON JR LAMAS	DJB
33	TB1	378991.081	8285685.088	3823.650	AV TACNA	DJD
34	TB2	378912.882	8285923.473	3823.986	FERROCARRIL AV JOSE DOMINGO	DJD
35	CB1	379829.051	8286549.082	3822.239	ESTADIO SAN ISIDRO	DJD
36	CB2	379718.745	8286836.932	3822.800	AV CIRCUNVALACION	DJD
37	FR21	373718.308	8287924.892	3826.813	AV FERROCARRIL	DJC
38	FR22	373541.197	8287944.044	3827.117	AV FERROCARRIL	DJC
39	HB1	378340.634	8284339.969	3829.001	PARQUE EL NIÑO	DJB
40	HB2	378485.639	8284391.097	3831.690	PARQUE EL NIÑO	DJB
41	MB3	380681.910	8284379.153	3821.097	AV MARAÑON - CIRCUNVALACION	DJB
42	MB4	380605.727	8284501.502	3821.170	AV CIRCUNVALACION	DJB
43	PB1	377451.242	8285113.293	3858.494	RINCONADA	DJD
44	PB2	377468.575	8285216.312	3854.170	RINCONADA	DJD
45	AB1	376635.722	8289173.410	3824.484	AEROPUERTO	DJC
46	AB2	376472.595	8289129.687	3824.963	AEROPUERTO	DJC

Fuente: Elaboración propia

3.3.4 Estudios Topográficos

Para realizar e iniciar cualquier proyecto de ingeniería es necesario contar con un estudio topográfico. Los estudios topográficos constituyen la base fundamental para la ejecución de los trabajos de ingeniería.

3.3.4.1 Generalidades

3.3.4.1.1 Objetivo del Estudio

El objetivo principal del trabajo consiste en la obtención de las coordenadas de los diferentes puntos que conforman las redes topográficas, que servirán de base y soporte principal para la realización posterior del levantamiento topográfico y replanteo del área del proyecto denominado: «EVALUACIÓN, DISEÑO Y MODELAMIENTO DEL SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL DE LA CIUDAD DE JULIACA CON LA APLICACIÓN DEL SOFTWARE SWMM».

3.3.4.1.2 Metodología del Trabajo

Los trabajos específicos que se desarrollaron en las cuatro zonas del proyecto han sido: levantamientos de poligonales abiertas con control (puntos geodésicos en los extremos) que trataron básicamente la conformación de un conjunto de líneas consecutivas (polígono abierto) construidos por vértices (estaciones topográficas). Luego se realizó la nivelación geométrica con el objetivo de obtener las elevaciones de las estaciones topográficas de los polígonos abiertos.

3.3.4.2 Trabajos de Campo

3.3.4.2.1 Reconocimiento del Área de Estudio

Se ha realizado una inspección visual de todo el terreno a través de un recorrido realizado a pie, que sirvió para planificar el trabajo, esto ha permitido ubicar estratégicamente los lugares para la colocación de los BMs formando redes en las 4 zonas del proyecto (DJA, DJB, DJC y DJD), estas redes tienen como ruta las redes primarias, secundarias, terciarias y cuaternarias.

3.3.4.2.2 Procedimiento del Trabajo

Luego del reconocimiento del área de estudio, se han marcado los puntos sobre la acera de las vías con pintura de color indicando la descripción.

Para la colocación y determinación de coordenadas de los puntos se ha seguido las siguientes etapas:

- Monumentación de estaciones topográficas.
- Poligonal Abierta con Control de Cierre, que consistió en obtener lecturas de ángulos y distancias entre estaciones topográficas, mediante el método 'LEFT FACE' y 'RIGHT FACE' detallado en el **Anexo 2**.
- Nivelación Geométrica de las cotas altimétricas de las estaciones topográficas de las diferentes poligonales respecto a un punto BM conocido.
- Levantamiento topográfico de los puntos de los límites de propiedad (esquinas), aceras, calzadas, bermas, sardineles, postes, buzones, carreteras canales existentes de tierra, canales construidos, desembocadura en ríos, etc.

3.3.4.2.3 Equipos Utilizados

Los equipos utilizados en este trabajo han sido los siguientes:

- Una estación total LEICA, modelo TS06-5PLUS, serie 1377982
- Una estación total TOPCON, modelo GTS 236W, serie 285491
- Dos Trípodes de madera plegables
- Un nivel automático TOPCON, modelo AT-G6, serie 9U7235
- Un nivel automático TOPCON, modelo AT-G6, serie 9U7294
- Cuatro prismas
- Dos miras
- Dos cámaras digitales
- Una cinta métrica de 30 metros
- Una cinta métrica de 5 metros

3.3.4.3 Trabajos de Gabinete

Todo el procedimiento de compensación y cálculo de coordenadas planas UTM, y el cálculo de cotas de los puntos de control de las 46 poligonales (comprenden 641 puntos de control) se detallan en el **Anexo 2**, y se resume en las siguientes tablas:

Tabla 7: Coordenadas UTM del Sistema WGS-84 de los Sectores DJA, DJB, DJC y DJD

Tabla 7.1: Coordenadas UTM WGS-84 (Zona 19S) - DJA 1

Punto	Este	Norte	Elevación
V3	378356.256	8289531.055	3824.098
V4	378485.183	8289535.246	3824.044
V5	378612.178	8289575.770	3823.958
V6	378754.894	8289583.018	3823.976
V7	378878.793	8289620.064	3823.626
V8	379006.418	8289627.214	3823.967
V9	379096.216	8289659.574	3823.546
V10	379181.081	8289689.989	3823.679
V11	379306.414	8289723.807	3823.522
V12	379459.426	8289742.493	3823.221
V13	379548.523	8289713.637	3822.975
V14	379658.389	8289750.145	3822.864
V15	379817.497	8289758.880	3822.744
V16	379938.459	8289795.498	3822.854
V17	380101.888	8289797.391	3822.374
V18	380214.144	8289826.439	3822.389
V19	380343.732	8289802.021	3822.306
V20	380475.220	8289699.616	3822.604
V21	380564.248	8289594.142	3822.506
V22	380675.001	8289525.808	3822.648
V23	380777.347	8289399.717	3822.629
V24	380849.522	8289363.411	3822.751
V25	380988.717	8289211.470	3822.164
V26	381101.196	8289091.113	3821.634
V27	381207.075	8288994.178	3821.424
V28	381350.341	8289039.182	3821.529
V29	381486.029	8289119.085	3821.519
V30	381633.317	8289162.206	3821.612
V31	381748.375	8289211.620	3821.936

Tabla 7.2: Coordenadas UTM WGS-84 (Zona 19S) - DJA 1.1

Punto	Este	Norte	Elevación
TP1	380575.084	8288284.116	3822.408
TP2	380617.960	8288432.328	3822.456
TP3	380697.195	8288559.301	3822.544
TP4	380742.309	8288713.959	3822.483
TP5	380828.430	8288852.420	3822.115
TP6	380863.370	8288985.042	3821.916
TP7	380914.251	8289107.220	3821.870

Tabla 7.3: Coordenadas UTM WGS-84 (Zona 19S) - DJA 1.1.1

Punto	Este	Norte	Elevación
CSR14	380495.258	8288157.500	3822.334
CSR15	380327.511	8288113.520	3822.607
HP1	380216.334	8288046.853	3822.763
HP2	380114.539	8288016.642	3822.812
HP3	380000.036	8287942.113	3822.739
HP4	379881.245	8287902.009	3822.744

Tabla 7.4: Coordenadas UTM WGS-84 (Zona 19S) - DJA 1.2

Punto	Este	Norte	Elevación
HU1	380295.692	8289079.378	3822.729
HU2	380410.661	8288946.626	3822.613
HU3	380493.124	8288900.943	3822.702
HU4	380591.210	8289008.035	3822.526
HU5	380701.771	8289126.719	3822.557
HU6	380783.687	8289254.004	3822.615

Tabla 7.5: Coordenadas UTM WGS-84 (Zona 19S) - DJA 1.3

Punto	Este	Norte	Elevación
AM1	379264.231	8288258.488	3823.076
AM2	379384.581	8288331.482	3822.936
AM3	379492.401	8288399.484	3822.836
AM4	379615.177	8288523.173	3822.975
AM5	379731.672	8288614.678	3822.965
AM6	379842.314	8288746.949	3822.685
AM7	379955.901	8288833.884	3822.661
AM8	380023.876	8288926.803	3822.773
AM9	380114.969	8288991.958	3822.730
AM10	380208.459	8289134.160	3822.621
AM11	380331.559	8289249.080	3822.489
AM12	380423.695	8289362.119	3822.455
AM13	380548.897	8289479.790	3822.610
AM14	380617.055	8289551.067	3822.512

Tabla 7.6: Coordenadas UTM WGS-84 (Zona 19S) - DJA 1.3.1

Punto	Este	Norte	Elevación
A1	378179.559	8289108.170	3824.156
A2	378321.355	8289113.157	3823.878
A3	378491.710	8289136.184	3823.833
A4	378675.226	8289123.940	3824.217
A5	378847.096	8289145.637	3823.405
A6	379014.190	8289136.155	3823.222
A7	379186.338	8289172.816	3823.074
A8	379319.924	8289170.049	3823.062

A9	379473.689	8289189.867	3823.116
A10	379623.822	8289085.704	3823.157
A11	379761.540	8289019.157	3822.986
A12	379876.641	8288929.753	3822.832

Tabla 7.7: Coordenadas UTM WGS-84 (Zona 19S) - DJA 1.3.2

Punto	Este	Norte	Elevación
CH1	378259.981	8288595.468	3823.950
CH2	378409.151	8288631.438	3823.971
CH3	378585.680	8288648.274	3823.613
CH4	378762.214	8288690.154	3823.654
CH5	378920.787	8288703.624	3823.431
CH6	379084.608	8288742.605	3823.410
CH7	379101.078	8288684.152	3823.192
CH8	379170.000	8288639.229	3823.340
CH9	379252.263	8288597.809	3823.277
CH10	379328.267	8288532.875	3823.143
CH11	379455.059	8288395.232	3822.846

Tabla 7.8: Coordenadas UTM WGS-84 (Zona 19S) - DJB 1

Punto	Este	Norte	Elevación
SC1	380624.755	8285519.568	3821.895
SC2	380738.351	8285466.984	3822.156
SC3	380841.677	8285372.844	3822.251
SC4	380994.042	8285316.930	3822.174
SC5	381114.229	8285251.559	3822.185
SC6	381217.359	8285171.111	3821.857
SC7	381346.608	8285103.473	3821.812
SC8	381495.356	8285045.722	3821.758
SC9	381610.785	8284955.103	3821.719
SC10	381741.365	8284905.852	3820.958
SC11	381868.015	8284808.386	3820.714
SC12	382018.473	8284737.177	3821.004
SC13	382164.260	8284674.604	3820.715
SC14	382277.925	8284595.232	3820.687
SC15	382417.655	8284525.389	3820.413
SC16	382561.223	8284492.110	3821.084
SC17	382697.644	8284412.873	3819.824
SC18	382823.535	8284323.158	3820.128
SC19	382971.890	8284277.948	3819.594
SC20	383094.023	8284188.473	3819.981

Tabla 7.9: Coordenadas UTM WGS-84 (Zona 19S) - DJB 1.1(i)

Punto	Este	Norte	Elevación
CP18	378627.295	8284447.495	3827.863

CP18A	378665.472	8284480.074	3826.709
CP17	378722.959	8284587.547	3825.353
CP16	378761.740	8284705.712	3824.172
CP15	378817.736	8284820.043	3823.734
CP14	379004.644	8284807.906	3822.776
CP13	379193.693	8284737.872	3822.769
CP12	379296.783	8284748.579	3822.728
CP11	379356.712	8284670.047	3822.709
CP10	379430.006	8284440.916	3822.673
CP9	379522.667	8284264.596	3822.507
CP8	379582.450	8284086.253	3822.285
CP7	379653.976	8283952.728	3822.155
CP6	379699.713	8283809.731	3821.991
CP5	379775.231	8283666.321	3821.844
CP4	379809.597	8283550.710	3821.718
CP3	379932.699	8283295.289	3821.435
CP1	380020.993	8283126.978	3821.496
CP0	380073.397	8282973.724	3822.001

Tabla 7.10: Coordenadas UTM WGS-84 (Zona 19S) - DJB 1.1(ii)

Punto	Este	Norte	Elevación
CS1	380297.985	8282855.221	3821.315
CS2	380430.689	8282879.051	3821.033
CS3	380548.310	8282971.854	3820.521
CS4	380723.278	8282995.189	3820.888
CS5	380852.709	8283095.334	3820.624
CS6	381022.249	8283123.209	3820.452
CS7	381169.206	8283235.591	3820.528
CS8	381300.629	8283242.885	3820.320
CS9	381421.393	8283293.795	3820.442
CS10	381541.735	8283384.280	3820.299
CS11	381680.457	8283404.077	3820.050
CS12	381790.796	8283493.099	3819.571
CS13	381922.347	8283502.655	3819.816
CS14	382017.930	8283591.213	3819.863
CS15	382159.175	8283603.657	3819.934
CS16	382264.421	8283697.089	3819.712
CS17	382397.324	8283705.282	3819.717
CS18	382513.606	8283799.719	3819.666
CS19	382635.831	8283851.834	3819.641
CS20	382772.242	8283867.782	3819.555
CS21	382880.576	8283959.742	3819.600
CS22	383027.188	8283976.125	3819.455
CS23	383131.194	8284066.918	3819.270

Tabla 7.11: Coordenadas UTM WGS-84 (Zona 19S) - DJB 1.1.1

Punto	Este	Norte	Elevación
O9	380782.385	8283142.234	3820.439
O8	380696.652	8283334.353	3820.487
O7	380614.178	8283527.806	3820.804
O6	380547.390	8283660.712	3820.594
O5	380703.436	8283711.072	3820.761
O4	380898.371	8283817.954	3820.878
O3	381025.598	8283628.692	3820.545
O2	381038.862	8283535.210	3820.591
O1	381097.690	8283353.755	3820.657

Tabla 7.12: Coordenadas UTM WGS-84 (Zona 19S) - DJB 1.1.2

Punto	Este	Norte	Elevación
U4	378633.197	8282459.766	3822.435
U5	378710.460	8282362.138	3822.167
U6	378833.509	8282278.160	3822.181
U7	378954.564	8282240.615	3821.856
U8	379077.856	8282292.693	3821.787
U9	379187.256	8282386.689	3821.898
U10	379333.253	8282404.076	3821.451
U11	379459.516	8282501.555	3821.375
U12	379593.539	8282558.356	3821.315
U13	379740.053	8282576.180	3821.435
U14	379809.539	8282676.212	3821.250
U15	379929.912	8282706.487	3821.504

Tabla 7.13: Coordenadas UTM WGS-84 (Zona 19S) - DJB 1.1.4-1.2

Punto	Este	Norte	Elevación
M10	379392.519	8283846.651	3821.915
M11	379503.259	8283922.078	3821.917
M12	379666.299	8283957.558	3822.777
M13	379787.544	8284044.282	3822.117
M14	379927.034	8284073.817	3821.628
M15	380047.401	8284154.352	3821.599
M16	380182.408	8284181.015	3821.624
M17	380352.293	8284284.799	3821.251
M18	380506.533	8284350.220	3821.050

Tabla 7.14: Coordenadas UTM WGS-84 (Zona 19S) - DJB 1.2

Punto	Este	Norte	Elevación
Ñ1	380798.747	8284470.441	3820.912
Ñ2	380953.743	8284507.759	3820.830
Ñ3	381090.776	8284599.366	3820.588
Ñ4	381237.939	8284625.199	3820.509

Ñ5	381381.604	8284700.658	3820.516
Ñ6	381513.578	8284737.801	3820.395
Ñ7	381663.689	8284829.350	3820.571
Ñ8	381788.063	8284880.815	3820.824

Tabla 7.15: Coordenadas UTM WGS-84 (Zona 19S) - DJB 1.1.4.1

Punto	Este	Norte	Elevación
AM1	379423.620	8284038.611	3821.795
AM2	379383.567	8284139.077	3822.377
AM3	379275.467	8284179.583	3822.226
AM4	379149.866	8284229.662	3822.650
AM5	379052.250	8284180.214	3822.521
AM6	378996.881	8284278.877	3823.253
AM7	378949.790	8284418.517	3823.422
AM8	378865.776	8284390.802	3824.067
AM9	378791.778	8284346.537	3824.978
AM10	378669.866	8284309.103	3827.346
AM11	378607.883	8284456.156	3827.694
AM12	378502.022	8284426.707	-

Tabla 7.16: Coordenadas UTM WGS-84 (Zona 19S) - DJB 1.2.1

Punto	Este	Norte	Elevación
F1	380596.817	8284632.779	3821.750
F2	380471.203	8284817.469	3821.157
F3	380310.304	8284732.556	3821.331
F4	380210.104	8284701.473	3821.557
F5	380085.398	8284656.324	3821.262
F6	379899.557	8284622.096	3821.477
F6A	379886.123	8284606.272	3821.613
F7	379693.958	8284513.022	3821.874
F8	379533.050	8284470.116	3821.977

Tabla 7.17: Coordenadas UTM WGS-84 (Zona 19S) - DJC 1(i)

Punto	Este	Norte	Elevación
CC-4	377679.683	8292638.693	3823.607
CC-5	377631.025	8292489.872	3823.083
CC-6	377592.432	8292327.534	3823.177
CC-7	377565.293	8292166.245	3823.506
CC-8	377517.886	8292011.870	3824.456
CC-9	377541.151	8291869.464	3824.524
CC-10	377567.161	8291704.968	3824.757
CC-11	377578.819	8291539.775	3824.580
CC-12	377621.281	8291368.625	3824.499
CC-13	377652.759	8291174.317	3824.922
CC-14	377670.383	8290981.415	3824.608

CC-15	377707.895	8290825.141	3824.474
CC-16	377711.098	8290677.502	3824.922
CC-17	377756.864	8290525.227	3824.715
CC-18	377767.639	8290377.332	3824.904
CC-19	377785.879	8290216.329	3824.918
CC-20	377877.680	8290121.849	3824.923
CC-21	377869.408	8289960.723	3825.326
CC-22	377926.493	8289822.479	3824.512
CC-23	377914.132	8289689.201	3825.276
CC-24	377964.439	8289596.084	3825.001
CC-25	377953.394	8289458.211	3825.219
CC-26	378005.994	8289339.934	3824.072
CC-27	377994.598	8289208.916	3824.964
CC-28	378045.757	8289114.180	3824.077
CC-29	378032.797	8288977.945	3824.818
CC-30	378085.647	8288855.939	3824.015
CC-31	378064.901	8288722.680	3824.486
CC-32	378088.661	8288578.150	3824.332

Tabla 7.18: Coordenadas UTM WGS-84 (Zona 19S) - DJC 1(ii)

Punto	Este	Norte	Elevación
CN1	378107.877	8288118.084	3824.408
CN2	378022.589	8288079.534	3824.313
CN3	377951.962	8288075.938	3824.287
CN4	377837.744	8288048.757	3824.127
CN6	377662.655	8288010.517	3824.363
CN7	377586.924	8287966.026	3824.385
CN8	377521.421	8287915.130	3824.063
CN9	377505.667	8287874.745	3824.333
CN10	377457.934	8287790.385	3824.048

Tabla 7.19: Coordenadas UTM WGS-84 (Zona 19S) - DJC 1(iii)

Punto	Este	Norte	Elevación
FR2	377145.967	8287575.029	3824.217
FR3	376960.924	8287571.743	3824.667
FR4	376803.159	8287611.587	3824.476
FR5	376694.370	8287599.742	3824.882
FR6	376459.169	8287646.813	3824.729
R12	376325.321	8287637.363	3825.289
FR7	376166.665	8287661.576	3824.776
FR8	376010.824	8287706.311	3825.332
FR9	375914.359	8287664.435	3825.210
FR10	375749.468	8287735.841	3825.076
FR11	375567.346	8287754.524	3825.610
FR12	375410.568	8287716.481	3825.368
FR13	375221.594	8287792.102	3825.252

FR14	375041.782	8287757.233	3825.608
FR15	374854.479	8287831.650	3826.127

Tabla 7.20: Coordenadas UTM WGS-84 (Zona 19S) - DJC 1.1

Punto	Este	Norte	Elevación
M1	377720.710	8290611.228	3824.206
M2	377568.568	8290595.370	3824.021
M3	377436.889	8290568.473	3824.114
M4	377165.633	8290523.148	3824.062
M5	376979.274	8290502.047	3823.997
M6	376662.551	8290453.440	3824.086
M7	376474.279	8290412.733	3824.232
M8	376513.129	8290261.000	3824.424
M9	376519.320	8290129.285	3824.703
M10	376716.715	8290173.065	3824.737
M11	376842.205	8290179.192	3824.623
M12	377113.861	8290237.752	3824.355
M13	377355.808	8290269.121	3824.167
M14	377597.127	8290315.683	3824.054
M15	377755.951	8290332.915	3823.967

Tabla 7.21: Coordenadas UTM WGS-84 (Zona 19S) - DJC 1.2

Punto	Este	Norte	Elevación
N1	377839.667	8289832.170	3824.636
N2	377678.390	8289815.612	3824.858
N3	377550.934	8289786.763	3824.799
N4	377434.910	8289777.198	3824.695
N5	377293.577	8289746.014	3824.775
N6	377071.571	8289715.374	3824.820
N7	377135.871	8289589.607	3824.632
N8	377169.160	8289446.829	3824.692
N9	377284.334	8289475.466	3824.717
N10	377483.377	8289482.205	3824.565
N11	377723.429	8289525.441	3824.612
N12	377895.431	8289530.407	3824.443

Tabla 7.22: Coordenadas UTM WGS-84 (Zona 19S) - DJC 1.3

Punto	Este	Norte	Elevación
AV22	378041.280	8288632.253	3824.135
AV21	377872.579	8288690.142	3824.295
AV20	377703.124	8288757.499	3824.687
AV19	377571.907	8288820.496	3824.396
AV18	377397.693	8288811.630	3824.489
AV17	377328.882	8288892.725	3824.323
AV16	377226.801	8288926.216	3824.435

AV15	377005.457	8289045.375	3824.389
AV14	376854.387	8289070.184	3824.375
AV13	376754.683	8289122.068	3824.506

Tabla 7.23: Coordenadas UTM WGS-84 (Zona 19S) - DJC 1.3.1

Punto	Este	Norte	Elevación
A1	376481.592	8289023.081	3825.206
A2	376472.485	8288920.903	3825.301
A3	376481.325	8288838.989	3825.061
A4	376300.359	8288781.752	3825.013
A5	376177.976	8288772.928	3825.293
A6	376036.174	8288736.986	3825.739
A7	376059.219	8288560.765	3826.127
A8	376087.080	8288504.188	3825.140
AV4	376153.475	8288535.066	3824.818
AV5	376343.629	8288581.852	3825.062
AV6	376535.833	8288607.342	3824.933
AV7	376691.876	8288601.419	3824.542
AV8	376872.159	8288582.353	3824.456
AV9	377082.602	8288589.079	3824.405
AV10	377191.702	8288578.059	3824.555
AV11	377190.947	8288665.568	3824.466
AV12	377223.447	8288824.923	3824.182

Tabla 7.24: Coordenadas UTM WGS-84 (Zona 19S) - DJC 1.4

Punto	Este	Norte	Elevación
S4	377916.843	8288186.183	3824.029
S3	377926.648	8288333.867	3824.090
S2	377893.190	8288461.276	3824.259
S1	377903.775	8288605.364	3824.262

Tabla 7.25: Coordenadas UTM WGS-84 (Zona 19S) - DJC 1.5

Punto	Este	Norte	Elevación
PR1	377587.364	8288785.096	3824.470
PR2	377574.907	8288689.699	3824.656
PR3	377571.344	8288607.655	3824.610
PR4	377613.644	8288579.571	3824.555
PR5	377614.119	8288429.198	3824.435
PR6	377638.700	8288299.253	3824.359
PR7	377636.067	8288179.208	3824.250

Tabla 7.26: Coordenadas UTM WGS-84 (Zona 19S) - DJC 1.6

Punto	Este	Norte	Elevación
L12	376111.336	8288346.343	3825.398
L11	376158.410	8288210.868	3825.487

L10	376183.363	8288056.379	3825.325
L9	376234.934	8287895.887	3825.171
L8	376367.100	8287943.663	3824.340
L7	376538.439	8287975.871	3824.575
L6	376650.765	8287958.376	3824.420
L5	376775.796	8287967.576	3824.433
L4	376976.116	8287948.387	3824.499
L3	377163.580	8287963.972	3824.379
L1	377361.072	8287911.788	3824.044
CC44	377493.264	8287910.407	3824.121

Tabla 7.27: Coordenadas UTM WGS-84 (Zona 19S) - DJC 1.7

Punto	Este	Norte	Elevación
Q5	375661.094	8287244.719	3824.863
Q4	375822.602	8287228.413	3825.066
Q3	375877.479	8287313.235	3824.956
Q2	375846.122	8287430.954	3825.521
Q1	375859.349	8287558.265	3825.069
Q0	375914.566	8287664.220	3825.130

Tabla 7.28: Coordenadas UTM WGS-84 (Zona 19S) - DJD (i)

Punto	Este	Norte	Elevación
I6	375515.213	8287730.568	3825.368
I5	375483.571	8287596.309	3825.588
I4	375470.798	8287465.843	3825.465
Q6	375460.165	8287253.627	3825.453
Q7	375374.714	8287273.903	3825.578
Q8	375281.765	8287273.462	3825.750
Q9	375147.921	8287296.165	3825.894
I3	374992.623	8287309.721	3825.714
I2	374971.926	8287103.430	3825.917
I1	374953.150	8286870.817	3825.820
TC1	374942.231	8286683.437	3824.970
TC2	375067.048	8286658.120	3824.604
TC3	375140.925	8286496.178	3824.173
TC4	375276.614	8286304.598	3823.992
TC5	375409.500	8286249.665	3824.501
TC6	375515.462	8286185.200	3824.402
TC7	375667.486	8286131.646	3824.496
TC8	375764.398	8286115.809	3824.007
TC9	375846.832	8286169.974	3824.243
TC10	375978.596	8286208.050	3824.327
TC11	376112.170	8286290.677	3824.362
TC12	376215.831	8286334.250	3823.953
TC13	376138.238	8286484.934	3823.858
TC14	376159.265	8286503.045	3824.156

TC15	376169.061	8286549.362	3823.958
TC16	376269.435	8286578.961	3823.768
TC17	376358.631	8286631.976	3823.691
TC18	376454.674	8286676.924	3823.792
TC19	376552.159	8286702.916	3822.952
TC20	376599.818	8286762.280	3823.258
TC21	376694.768	8286826.604	3824.046
TC23	376871.076	8286845.046	3823.141
TC24	376938.665	8286777.130	3823.971
TC25	376980.262	8286657.910	3823.793
TC26	377008.650	8286549.045	3823.947

Tabla 7.29: Coordenadas UTM WGS-84 (Zona 19S) - DJD (ii)

Punto	Este	Norte	Elevación
N27	379798.284	8286553.145	3821.991
N26	379732.670	8286516.172	3822.116
N25	379670.816	8286587.691	3821.657
TC67	379606.374	8286575.019	3821.697
TC66	379495.548	8286625.714	3821.561
Aux	379423.698	8286637.966	3821.211
TC64	379399.116	8286756.757	3821.725
TC63	379360.386	8286857.226	3821.519
TC62	379334.540	8286971.308	3821.672
TC61	379284.113	8287040.430	3822.080
TC58	379165.605	8287004.917	3821.817
TC57	379077.273	8286962.220	3821.903
TC56	378970.141	8286932.316	3821.811
TC55	378869.240	8286885.204	3821.991
TC54	378779.065	8286862.948	3822.080
TC53	378714.196	8286830.985	3822.090
TC52	378645.975	8286818.306	3822.173
TC51	378574.411	8286785.525	3823.829
TC50	378528.413	8286799.170	3822.400
TC49	378450.474	8286799.346	3822.909
TC48	378454.458	8286822.684	3822.436
TC47	378432.700	8286849.116	3822.507
TC46	378420.875	8286901.537	3822.558
TC45	378392.382	8286947.447	3822.619
TC44	378362.020	8287066.844	3822.793
TC43	378316.842	8287154.337	3822.855
TC42	378293.213	8287244.796	3822.861
TC41	378210.155	8287343.788	3823.179
TC40	378128.310	8287334.853	3823.038
Aux	377974.939	8287339.640	3823.103
TC38	377907.754	8287299.157	3823.165
TC37	377787.246	8287294.856	3823.210

TC35	377520.001	8287207.296	3823.491
TC34	377395.245	8287093.504	3823.532
TC33	377302.397	8286988.536	3823.167
TC32	377259.167	8286918.252	3824.209
TC31	377214.330	8286753.579	3824.201
TC30	377246.932	8286639.053	3823.402
TC29	377241.397	8286508.922	3823.665
TC28	377193.159	8286422.223	3823.144
TC27	377076.252	8286450.270	3824.063

Tabla 7.30: Coordenadas UTM WGS-84 (Zona 19S) - DJD 1

Punto	Este	Norte	Elevación
CSR1	381853.814	8287498.936	3820.252
CSR2	381821.071	8287679.088	3820.698
CSR3	381701.990	8287845.132	3820.997
CSR4	381677.623	8288007.057	3821.288
CSR5	381570.100	8288153.049	3820.782
CSR6	381541.616	8288319.681	3821.404
CSR7	381437.077	8288459.241	3821.219
CSR8	381399.438	8288544.264	3821.251
CSR9	381248.182	8288465.133	3821.631
CSR10	381077.922	8288396.982	3821.605
CSR11	380912.977	8288346.003	3822.119
CSR12	380769.397	8288278.023	3822.116
CSR13	380622.185	8288233.320	3822.150
CSR14	380495.258	8288157.500	3822.334
CSR15	380327.511	8288113.520	3822.607
HP1	380216.334	8288046.853	3822.763
HP2	380114.539	8288016.642	3822.812
HP3	380000.036	8287942.113	3822.739
HP4	379881.245	8287902.009	3822.744

Tabla 7.31: Coordenadas UTM WGS-84 (Zona 19S) - DJD 1.1-2

Punto	Este	Norte	Elevación
SM12	381544.624	8287817.088	3821.158
SM11	381386.850	8287727.315	3821.153
SM10	381220.560	8287694.621	3821.844
SM9	381129.256	8287631.700	3820.897
SM8	380957.936	8287597.000	3819.927
SM7	380839.505	8287524.627	3821.446
SM6	380676.181	8287492.915	3822.100
SM5	380542.135	8287414.693	3822.325
SM4	380417.558	8287397.169	3822.413
SM3	380311.385	8287328.541	3822.558

Tabla 7.32: Coordenadas UTM WGS-84 (Zona 19S) - DJD 2.1

Punto	Este	Norte	Elevación
JV9	379601.354	8287412.222	3823.038
JV8	379690.660	8287459.722	3823.002
JV7	379844.915	8287508.197	3822.721
JV6	379962.224	8287564.635	3822.609
JV5	380090.829	8287603.208	3822.564
JV4	380212.291	8287661.210	3822.462
JV3	380320.963	8287688.708	3822.485
JV2	380343.484	8287601.846	3822.446
JV1	380402.635	8287469.735	3822.498

Tabla 7.33: Coordenadas UTM WGS-84 (Zona 19S) - DJD 3

Punto	Este	Norte	Elevación
AJ6	380149.995	8285322.121	3821.833
AJ5	379961.411	8285217.795	3822.296
AJ4	379712.133	8285140.483	3821.998
AJ3	379513.042	8285028.960	3822.564
AJ2	379364.794	8284996.990	3822.520
AJ1	379310.509	8284945.394	3822.963
AJ0	379348.174	8284823.491	3822.856

Tabla 7.34: Coordenadas UTM WGS-84 (Zona 19S) - DJD 3.1

Punto	Este	Norte	Elevación
K13	379027.550	8285713.637	3823.612
K12	379103.235	8285734.563	3823.191
K11	379182.686	8285772.863	3823.097
K10	379273.465	8285799.351	3822.938
K9	379385.822	8285856.323	3822.744
K8	379584.426	8285920.499	3822.479
K7	379732.287	8286006.502	3822.389
K6	379875.513	8286032.011	3822.280
K5	379996.700	8286108.690	3822.658
K4	380052.031	8285901.666	3822.554
K3	380144.587	8285780.008	3822.558
K2	380146.798	8285656.882	3822.825
K1	380270.338	8285453.996	3822.371

Tabla 7.35: Coordenadas UTM WGS-84 (Zona 19S) - DJD 4

Punto	Este	Norte	Elevación
CE20	378172.520	8288209.440	3824.114
CE19	378207.292	8288133.802	3823.779
CE18	378293.626	8288108.232	3823.539
CE17	378389.222	8288163.685	3823.512
CE16	378510.047	8288143.832	3823.449

CE15	378659.353	8288208.890	3823.388
B27	378753.677	8288181.323	-
CE14	378807.194	8288216.991	3823.171
CE13	378955.385	8288254.833	3823.201
CE12	379120.724	8288219.520	3823.062
CE11	379246.642	8288103.305	3823.023
CE10.1	379291.741	8287997.786	-
CE10	379288.559	8287969.812	3822.965
CE9	379345.057	8287865.389	3823.177
CE8	379365.853	8287740.975	3823.376
CE7	379421.140	8287647.449	3823.293
CE6	379427.495	8287575.059	3823.219
CE5	379498.561	8287449.385	3823.061
CE4	379539.206	8287301.199	3822.933
CE3	379601.309	8287185.985	3822.880
CE2	379619.424	8287081.334	3823.055
CE1	379684.769	8286972.064	3822.743

Tabla 7.36: Coordenadas UTM WGS-84 (Zona 19S) - DJD 5

Punto	Este	Norte	Elevación
N1	377485.520	8285301.746	3851.241
N2	377594.378	8285440.119	3845.281
N3	377699.593	8285498.443	3841.809
N3A	377818.335	8285522.488	-
N4	377844.533	8285509.704	3837.642
N5	377958.569	8285584.194	3834.575
N6	378027.100	8285693.142	3832.079
O8	378091.504	8285617.191	3831.920
O7	378158.795	8285548.117	3831.758
O6	378288.740	8285643.864	3828.719
O5	378342.478	8285619.410	3830.921
O4	378385.602	8285733.210	3827.733
O3	378475.785	8285800.743	3826.867
O2	378428.532	8285950.039	3824.732
O1	378563.853	8285991.226	3824.288
N15	378700.009	8286054.101	3823.677
N16	378750.354	8286064.685	3823.891
N17	378901.616	8286132.853	3822.952
N18	379031.318	8286171.343	3823.035
N19	379171.612	8286236.024	3822.563
N20	379340.459	8286289.894	3822.560
N21	379491.773	8286358.942	3822.354
N22	379550.312	8286369.826	3822.033
N23	379580.447	8286436.514	3822.413
N24	379612.308	8286504.765	3822.536
N25	379670.731	8286587.669	3821.658

N26	379732.652	8286516.176	3822.115
N27	379798.264	8286553.153	3821.993

Tabla 7.37: Coordenadas UTM WGS-84 (Zona 19S) - DJD 5.1

Punto	Este	Norte	Elevación
H1	378681.581	8286321.877	3823.549
H2	378715.441	8286242.640	3823.673
H3	378793.401	8286111.340	3823.389
H4	378817.319	8286089.235	3823.308

Tabla 7.38: Coordenadas UTM WGS-84 (Zona 19S) - DJD 5.2

Punto	Este	Norte	Elevación
N7	378045.968	8285785.732	3830.419
N8	378109.458	8285877.378	3828.621
N9	378165.232	8286037.296	3827.113
N10	378228.101	8286129.880	3825.893
N11	378336.398	8286171.867	3824.563
N12	378454.558	8286230.154	3824.224
N13	378573.757	8286271.331	3823.929
N14	378616.793	8286181.814	3823.904

Tabla 7.39: Coordenadas UTM WGS-84 (Zona 19S) - DJD 6

Punto	Este	Norte	Elevación
B1	379375.577	8286861.826	3821.462
B2	379396.832	8286910.828	3821.252
B3	379393.918	8286963.386	3821.545
B4	379344.229	8287077.744	3821.561
B5	379338.479	8287126.484	3821.254
B6	379302.392	8287197.049	3821.153
B7	379276.515	8287302.211	3821.960
B8	379219.589	8287268.613	3821.204
B9	379147.520	8287249.040	3821.434
B10	379097.050	8287218.287	3821.412
B11	379055.310	8287296.533	3821.506
B12	379044.772	8287345.142	3821.816
B13	379022.240	8287381.983	3821.964
B14	379008.167	8287435.689	3822.015
B15	378977.189	8287488.830	3822.309
B16	378952.409	8287570.761	3822.340
B17	378907.264	8287653.509	3823.064
B18	378888.713	8287726.270	3823.221
B19	378831.813	8287833.211	3823.092
B20	378808.164	8287938.953	3823.405
B21	378760.827	8288042.950	3823.169
B22	378767.704	8288088.087	3823.160

B23	378740.351	8288162.965	3823.323
-----	------------	-------------	----------

Tabla 7.40: Coordenadas UTM WGS-84 (Zona 19S) - DJD 7

Punto	Este	Norte	Elevación
RC1	378705.284	8287915.592	3823.365
RC2	378668.207	8287890.895	3823.331
RC3	378593.656	8287876.762	3823.414
RC4	378630.207	8287818.146	3823.406
RC5	378638.387	8287763.241	3823.392
RC6	378690.183	8287663.140	3823.564
RC6a	378691.937	8287622.344	-
RC7	378717.445	8287557.719	3823.418
RC8	378770.707	8287447.287	3822.897
RC9	378780.819	8287395.041	3823.013
RC10	378816.488	8287324.484	3823.019
RC11	378841.171	8287238.750	3822.986
RC12	378889.360	8287137.550	3822.179
RC13	378915.089	8287048.848	3821.871
RC14	378954.145	8286948.803	-

Tabla 7.41: Coordenadas UTM WGS-84 (Zona 19S) - DJD 8-13

Punto	Este	Norte	Elevación
X14	378311.639	8287036.082	3822.851
X13	378293.598	8286975.185	3822.795
X12	378266.658	8286907.197	3823.528
X11	378252.987	8286827.801	3824.343
X10	378221.821	8286742.507	3824.950
X9	378211.491	8286664.648	3828.175
X8	378132.351	8286662.926	3828.001
X7	378031.127	8286683.685	3828.625
X6	377951.252	8286681.223	3828.058
X5	377816.075	8286704.520	3824.514
X4	377708.367	8286706.690	3824.164
X3	377588.791	8286728.764	3823.885
X2	377456.815	8286732.247	3823.607
X1	377271.570	8286762.297	3823.559

Tabla 7.42: Coordenadas UTM WGS-84 (Zona 19S) - DJD 9

Punto	Este	Norte	Elevación
M6	377564.635	8287530.490	3824.056
M5	377670.972	8287503.009	3824.325
M4	377830.826	8287503.988	3823.832
M3	377950.413	8287472.054	3824.143
M2	378069.845	8287445.675	3823.286
M1	378040.321	8287343.123	3822.926

Tabla 7.43: Coordenadas UTM WGS-84 (Zona 19S) - DJD 12-10

Punto	Este	Norte	Elevación
G1	377307.211	8286927.274	3823.286
G2	377381.294	8286903.223	3823.182
G3	377478.285	8286894.945	3823.291
G4	377606.201	8286862.103	3823.821
G5	377724.564	8286849.654	3824.009
G6	377800.349	8286824.016	3824.114
G7	377844.111	8286873.681	3824.419
G8	377851.634	8286979.715	3823.662
G9	377881.824	8287076.480	3823.158
G10	377887.450	8287175.439	3823.108

Tabla 7.44: Coordenadas UTM WGS-84 (Zona 19S) - DJD 11

Punto	Este	Norte	Elevación
W1	375832.626	8287099.328	3825.082
W2	376010.311	8287102.004	3825.069
W3	376016.400	8286974.363	3825.000
Z13	376032.630	8286906.069	3824.989
Z12	376106.298	8286918.200	3825.020
Z11	376171.944	8286950.401	3825.136
Z10	376274.882	8286970.526	3824.243
Z9	376385.631	8287033.724	3823.986
Z8	376497.865	8287088.666	3824.510
Z7	376568.301	8287175.126	3824.684
Z6	376652.864	8287248.986	3824.563
Z5	376715.593	8287358.855	3824.471
Z4	376823.621	8287308.719	3824.274
Z3	376948.484	8287210.213	3824.052
Z2	377077.823	8287129.143	3823.645
Z1	377200.266	8287035.440	3823.666

Tabla 7.45: Coordenadas UTM WGS-84 (Zona 19S) - DJD 15.1-14

Punto	Este	Norte	Elevación
CH1	377230.566	8286340.771	3824.704
CH2	377122.887	8286265.404	3824.604
CH3	377163.768	8286161.806	3824.964
CH4	377195.659	8286116.845	3824.964
CH5	377183.815	8286044.466	3825.233
CH6	377327.943	8286077.065	3824.958
CH7	377298.756	8286008.817	3825.479
CH8	377404.638	8286002.479	3826.987
CH9	377500.948	8286000.744	3829.583
CH10	377553.875	8286082.911	3827.219

CH11	377598.141	8286173.170	3825.908
CH12	377554.063	8286216.679	3825.250
CH13	377504.274	8286251.147	3825.041
CH14	377426.137	8286286.025	3824.709
CH15	377495.170	8286375.143	3824.677
CH16	377502.320	8286484.628	3825.073
CH17	377414.250	8286495.928	3824.441
CH18	377286.815	8286553.821	3823.892
CH19	377246.796	8286564.469	3823.958

Fuente: Elaboración propia

3.3.5 Estudios Hidrológicos

3.3.5.1 Generalidades

3.3.5.1.1 Objetivo del Estudio

El objetivo principal del trabajo consiste en la determinación de los parámetros hidrológicos y definir los lineamientos para el estudio hidrológico del área del proyecto denominado «EVALUACIÓN, DISEÑO Y MODELAMIENTO DEL SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL DE LA CIUDAD DE JULIACA CON LA APLICACIÓN DEL SOFTWARE SWMM».

3.3.5.1.2 Recopilación de Información

Para los trabajos de Hidrología se ha tomado en cuenta la siguiente información:

- Plano Catastral de la ciudad de Juliaca
- Plano de redes de agua y desagüe de la ciudad de Juliaca (SEDA JULIACA), que se muestran en el **Anexo 7**
- Imagen Satelital de Google Earth
- Plan Director de SEDA JULIACA
- Expediente Técnico: «ESTUDIO DEFINITIVO DE DRENAJE DE AGUAS PLUVIALES DE LA CIUDAD DE JULIACA»

3.3.5.2 Trabajos de Campo

3.3.5.2.1 Reconocimiento del Área de Estudio

Como primer paso en los trabajos de Topografía se realizó una inspección visual de todo el terreno a través de un reconocimiento realizado a pie que a la vez sirvió para identificar la delimitación de las cuencas, cauces naturales y niveles de agua en los ríos.

3.3.5.3 Trabajos de Gabinete

Los detalles y procedimientos de cálculo se pueden observar adecuadamente en el **Anexo 3**, en este ítem solo se muestran los resultados obtenidos.

3.3.5.3.1 Periodo de Retorno

De acuerdo a la Norma OS-060 del RNE, el periodo de retorno puede ser propuesto a criterio tomando en cuenta el valor económico o estratégico de la propiedad a proteger. A la vez propone que los sistemas de drenaje mayor deben ser diseñados para un periodo de retorno de 25 años, por lo cual se adopta este periodo de retorno.

3.3.5.3.2 Precipitación Máxima de Diseño

Para el análisis de la precipitación máxima se ha tomado como referencia la Estación de Juliaca, ubicada a 3826 m.s.n.m., con una Latitud de $15^{\circ}28' 8.11''$ y una Longitud de $70^{\circ}9'21.44''$, localizada en el distrito de Juliaca, cuenta con 41 años de registros de precipitación máxima en 24 horas (1961-1995; 2001-2006).

En el estudio realizado por INRENA «Evaluación de los Recursos Hídricos en las Cuencas de los ríos Cabanillas y Lampa» (Instituto Nacional de Recursos Naturales, 2007), se muestran registros de precipitaciones máximas de las principales ciudades de la región. Los datos que recoge dicho estudio se muestra en la *Tabla 8*.

Tabla 8: Precipitaciones Máximas en 24 horas

Año	Cabanillas	Julíaca	Lagumillas	Lampa	Pampahuta	Paratía	Quillisani	Santa Lucía	Ayaviri	Llaily	Pacara	Taraco	Capachica	Mañazo	Puno	Ichuña	Imata	Crucero Alto	Condorama
1959				90.0				37.0					24.9	49.6					
1960				42.0				32.0					28.2	19.8					
1961		21.8						45.0					35.0	42.6					
1962		26.0	31.9		31.8		20.0	32.5					58.2	41.4					
1963		29.0	29.0	39.0	40.1		66.0				31.6		24.7	22.1					
1964	22.0	42.0	28.0	26.0	24.9		28.0		12.5	25.0	19.1	24.6	63.2	27.9	39.7				
1965	27.8	29.0	53.6	41.0	35.2		35.4	55.1	38.5	27.0	37.8	43.4	52.8	21.1	34.3				
1966	25.0	29.2	35.9	21.0	22.5		25.7	41.3	25.5	22.1	32.2	29.0	23.2	26.9	49.5				
1967	31.2	48.2	32.9	36.1	28.2		27.2	53.5	27.0	41.5	34.1	31.0	33.0	27.7	36.2	34.4	28.6	34.7	
1968	22.2	38.0	26.2	22.9	32.5	27.2	37.5	52.9	23.5	28.5	25.9	43.0	25.0	30.0	28.0	25.1	25.8	38.5	
1969	27.2	24.3	27.9	38.7	45.7	33.8	43.3	40.5	27.7	30.0	15.1	25.4	20.8	35.5	29.9	54.3	28.3	26.8	
1970	24.0	28.4	35.8	32.5	33.3	25.1	44.3	54.3	23.0	45.0	29.8	25.6	22.3	36.6	31.7	51.4	21.5	21.9	
1971	30.8	51.3	28.9	24.5	33.6	82.5	33.4	44.5	29.2	26.0	34.5	31.8	29.9	33.7	45.2	39.7	32.2	18.5	
1972	31.8	36.2	31.8	41.3	35.4	41.1	46.9	47.6	26.2	25.0	29.4	33.3	35.4	31.2	36.8	28.6	33.4	27.2	
1973	40.0	25.2	58.9	38.8	31.4	34.4	31.1	51.4	22.9	29.0	37.9	27.0	28.9	43.2	41.0	20.4	35.2	32.8	
1974	43.6	30.0	46.2	35.8	33.1	28.5	34.3	58.4	22.8	35.0	26.9	28.3	30.9	42.9	40.2	31.1	34.7	27.9	
1975	36.0	25.2	31.1	31.5	26.2	66.0	30.3	54.3	31.3	26.5	39.3	28.0	40.6	49.2	33.7	30.4	23.7	28.5	
1976	38.2	21.5	56.4	30.0	35.2	64.6	37.5	86.7	25.0	37.0	37.6	35.0	26.5	51.5	33.4	26.2	24.1	15.0	
1977	36.7	37.4	26.4	35.0	27.0	32.6	25.4	50.1	16.0	40.0	43.7	36.6	40.0	57.4	36.9	43.7	24.2	28.4	16.7
1978	25.9	34.0	26.7	44.0	34.0	43.2	39.0	28.4	29.4	36.6	38.6	31.3	29.5	20.8	34.5	23.2	35.1	14.9	28.0
1979	31.8	25.7	38.6	26.4	31.8	38.5	33.1	28.2	26.5	26.7	33.5	24.0	29.5	30.2	26.4	32.4	30.6	31.0	26.0
1980	33.2	30.3	29.3	40.0	36.5	25.5	46.3	31.5		22.0	25.5	20.0	14.0	16.6	25.0	21.9	21.2	24.7	26.0
1981	26.2	26.0	28.7	49.0	45.3	30.1	41.4	29.5	14.3		37.3	24.2			27.6	33.8	36.3	21.5	34.6
1982	13.4	49.0	42.4	64.0	22.9	27.4	28.0	22.6	42.7		40.7	28.0			51.8	50.3	20.7	38.9	28.0
1983	21.0	26.5	37.6	24.5	30.4	19.9	8.6	24.1	38.5		23.9	25.0			38.6	48.2	15.4	20.0	24.2
1984	28.2	52.0	40.3	50.4	43.6	48.4	46.0		87.3		43.4	39.5	17.5		71.6	28.8	29.3	28.3	36.0
1985	20.5	36.7	35.4	48.3	32.6	50.6	48.4	28.3	29.0		28.7	49.5	21.8		48.5	34.0	34.9	22.9	42.8
1986	54.2	38.6	35.8	37.0	35.7	29.4	43.9	36.2	30.5		27.6	53.0	28.4		38.7	31.7	27.8	19.2	28.9
1987	29.0	38.8	38.2	36.6	25.2	25.5	19.9	31.0	33.4		33.8	40.0	32.4		55.7	39.7	23.9	14.4	26.8
1988	46.0	33.0	22.4	35.7	32.4	38.1	24.3	33.8	36.2		36.0	31.5	27.0		31.4	14.3	20.1	18.8	58.8
1989	29.5	33.0	32.8	22.2	34.3	46.6		34.1	26.0		33.1	36.0	45.0		24.5	19.9	18.2	19.2	30.3
1990	31.0	20.0	30.3	30.3	27.1	33.0		30.8	40.2		33.4	48.1	31.0		23.6	34.2	37.0	18.0	42.8
1991	20.2	35.0	33.9	28.8	32.1	13.0		17.5	52.2		33.1	26.8	38.0		24.2	27.6	31.0	19.5	34.6
1992	21.2	22.0	28.6	39.3	36.6	35.8			43.8		29.4	43.0	50.0		35.8	25.9	27.1	13.9	20.1
1993	53.4	50.0	34.7	29.9	36.3				92.0	38.2	38.2	20.4	52.0	24.8	26.8	36.0	27.6	22.6	29.8
1994	54.6	24.0	29.3	35.2	37.3				35.5	29.0	35.9	34.2	49.0	49.0	29.9	37.0	28.6	32.1	26.8
1995	15.5	30.0	23.3	24.7	25.4				26.0	28.1	26.0	66.4	33.4	30.9	29.0	32.6	27.7	31.8	29.4
1996	42.7		37.3	42.7	39.8				31.6	41.0	46.6	22.4	51.0	53.0	36.9	29.8	23.9	27.6	31.2
1997	44.6		25.3	31.4	42.3				45.9	37.7	32.4	52.2	37.3	29.1	32.4	26.3	22.7	27.4	33.3
1998	39.5		35.2	32.8	38.0				43.2	36.2	37.0	55.8	41.0	43.8	42.9	31.1	30.6	23.6	33.7
1999	34.9		42.0	32.7	38.6				34.7	42.3	22.6	23.6	32.9	31.9	38.2	30.2	57.2	32.7	38.6
2000	31.6		24.1	33.4	34.4				43.4	28.6	28.6	26.0	25.6	24.6	31.6	31.3	21.9	21.9	28.0
2001	44.2	19.4		28.1	49.9			52.4	25.8	27.7	68.0	28.0	45.6	54.0	39.4	34.7	52.5	25.9	
2002	30.5	63.3		36.9	47.9			30.9	32.0	26.2	40.2	20.4	30.5	30.1	36.1	29.4	25.5	30.6	
2003	42.3	36.5		36.7	36.4			40.9	41.7	21.2	40.5	24.6	35.3	24.1	35.6	29.2	23.8	15.7	
2004	29.6	32.8		43.8	40.0			25.3	36.7	24.6	76.4	43.0	29.2	24.3	30.4	30.3	32.5	28.2	
2005	66.0	47.4		49.6	43.3			50.0	34.5	30.8	55.6	64.0	27.0	31.5	30.1	25.7	31.4	35.3	
2006	35.2	30.3		27.1	33.1			38.0	38.5	29.7	47.8	48.8	27.6	39.9	40.9	26.8	55.4	23.4	

FUENTE: INRENA, 2007, Evaluación de los Recursos Hídricos en las Cuencas de los ríos Cabanillas y Lampa, p. 39

Para los datos de la tabla de precipitaciones máximas escogemos un modelo probabilístico a usar que represente satisfactoriamente el comportamiento de la variable. Para utilizar estos modelos probabilísticos, se deben calcular sus parámetros y realizar la prueba de bondad de ajuste.

Para realizar el proceso de selección de una distribución teórica se ha utilizado el *software* ‘HIDROESTA’, desarrollado en la Escuela de Ingeniería Agrícola del Instituto Tecnológico de Costa Rica por Máximo Villón Béjar. Los Δ teóricos de cada distribución con referencia al Δ tabular con valor de 0.2124 dan como resultado los siguientes valores mostrados en la *Tabla 9*.

Tabla 9: Valores de Δ por Modelo de Distribución Probabilística

Modelo de Distribución (24 horas)	
Log Normal Dos Parámetros	0.085
Gamma Dos Parámetros	0.102
Gumbel	0.073
Log Pearson Tipo III	0.071

Fuente: Elaboración propia

Según el análisis de bondad de ajuste se determinó que la distribución que más se ajusta es el modelo de distribución *Log-Pearson tipo III*. Por medio de esta distribución se van a obtener las precipitaciones máximas de diseño en función a un determinado periodo de retorno. El procedimiento de cálculo se detalla en el **Anexo 3**, los parámetros de este modelo de distribución se muestran en la *Tabla 10*.

Tabla 10: Parámetros de Distribución del Modelo Log Pearson Tipo III

Parámetros	
$\overline{\log X}$	1.508
$\sigma \times \log X$	0.125
g	0.332

Fuente: Elaboración propia

Con los datos necesarios se procede a obtener los valores de precipitación máxima en 24 horas para cada periodo de retorno con la fórmula dada por el método mencionado:

$$\log X = \overline{\log X} + K\sigma_{\log X}$$

Donde:

- X : Dato buscado, en este caso es p_n ; precipitación máxima en 24 horas
- $\overline{\log X}$: Media
- K : Factor de Frecuencia
- $\sigma_{\log X}$: Desviación Estándar

En la *Tabla 11* se resume los resultados finales de las precipitaciones máximas en 24 horas para los periodos de retorno correspondientes calculados.

Tabla 11: Precipitación Máxima por Periodo de Retorno

Periodo de Retorno (años)	Precipitación Máxima (mm)
2	31.72
5	40.80
10	47.00
25	55.00
50	61.12
100	67.40

Fuente: Elaboración propia

3.3.5.3.3 Hietograma de Diseño

Para el cálculo de intensidades máximas se ha utilizado el *software* 'HIDROESTA'. Se analizan los datos de las intensidades máximas para cada intervalo de tiempo (30 min, 60 min, 90 min, etc.) por los métodos estadísticos *Log Normal Dos Parámetros*, *Gamma Dos Parámetros*, *Gumbel* y *Log Pearson Tipo III* porque son los que mejor se ajustan a la curva de regresión.

Los resultados de los cálculos para cada intervalo por cada método se detallan en el **Anexo 3**. Según el análisis de bondad de ajuste se determinó que la distribución que más se ajusta es la distribución *Gamma Dos Parámetros*, por lo cual por medio de esta distribución se obtienen las intensidades máximas de diseño en función a un determinado periodo de retorno. Para el periodo de retorno de 25 años se obtuvo ecuaciones de las curvas representativas y se verificó el coeficiente de regresión exponencial (Tabla 12).

Tabla 12: Ecuación de la Curva Representativa

Para 25 años
$Y = 629.319X^{-0.758}$
$R^2 = 0.99504$

Fuente: Elaboración propia

Como R^2 es bastante cercano a 1 se toma como una buena aproximación de la ecuación, luego para estos datos se procedió a definir el evento de diseño para 25 años de periodo de retorno y duración de 24 horas (intensidad constante y mediante el método de bloque alterno).

El método del bloque alterno es una forma simple para desarrollar un hietograma de diseño utilizando una curva IDF. El hietograma elaborado especifica la lámina de

precipitación que ocurre en n intervalos de tiempo sucesivos de duración Dt sobre una duración total Td .

De forma general, los pasos a seguir para el cálculo del hietograma de una lluvia a partir de las curvas IDF (*Figura 25*) son:

- Selección del periodo de retorno: $T = 25$ años
- Selección de la Duración de la Lluvia: $Td = 6$ h
- Intervalo de Tiempo: $t = 60$ minutos
- Se calculan las intensidades medias totales, evaluando cada uno de estos intervalos en la curva correspondiente



Figura 25: Curva Intensidad Duración Frecuencia

Fuente: Elaboración propia

La *Tabla 13* y la *Figura 26* muestran la distribución, a través del Método del Bloque Alterno, la distribución de las series temporales para 6 horas, el cual sirve para realizar el modelamiento en el SWMM.

Tabla 13: Series Temporales de Precipitación para 6 Horas

T = 25 AÑOS/ 6 HORAS	
Tiempo	P (mm)
0:00	0
1:00	1.98
2:00	3.11
3:00	25.5
4:00	4.65
5:00	2.4
6:00	1.7
7:00	0

Fuente: Elaboración propia



Figura 26: Hietograma de Diseño para 6 horas

Fuente: Elaboración propia

3.3.5.4 Cuenca del Proyecto

3.3.5.4.1 Características Físicas

Estas características dependen de la morfología (forma, relieve, red de drenaje, etc.), los tipos de suelo, la capa de vegetal, la geología, etc. Estos elementos físicos proporcionan lo más conveniente posibilidad de conocer la variación en el espacio de los elementos del régimen hidrológico.

De acuerdo a los trabajos topográficos se ha determinado que la pendiente media de la superficie es de 0.001.

Los suelos influyen en el fenómeno de la escorrentía. Son importantes: su naturaleza, color, el tipo de vegetación, etc. Se tomó como base de datos el estudio de suelos del Expediente Técnico «ESTUDIO DEFINITIVO DE DRENAJE DE AGUAS PLUVIALES DE LA CIUDAD DE JULIACA». Como resultados se ha considerado el perfil estratigráfico de cada sector y este se muestra en el **Anexo 6** de Datos del Expediente Técnico.

3.3.5.4.2 Área de Drenaje

Se ha determinado las áreas de las microcuencas por zonas de drenaje pluvial. Para ello se ha utilizado como herramienta de apoyo el programa AutoCAD, los planos catastrales del área de estudio y los trabajos de campo, por lo que ha permitido delimitar las cuencas de drenaje que conforman el sistema de drenaje pluvial de la ciudad de Juliaca. En la *Tabla 14* se muestra las áreas por zonas de drenaje.

Tabla 14: Área de las Microcuencas del Proyecto

Sector	Área
DJA	5.190799503 Km ²
DJB	15.691885106 Km ²
DJC	7.910403575 Km ²
DJD	15.582373387 Km ²
Total	44.375461571 Km²

Fuente: Elaboración propia

La superficie total del área del proyecto es de 44.375 Km². Los detalles de las subcuencas se presentan en los cuadros de cálculo del Capítulo 4, que han sido introducidas en el software SWMM para el modelamiento.

Las subcuencas que se han delimitado en cada sector se ilustran en la *Figura 27* y el detalle en la *Tabla 15*.

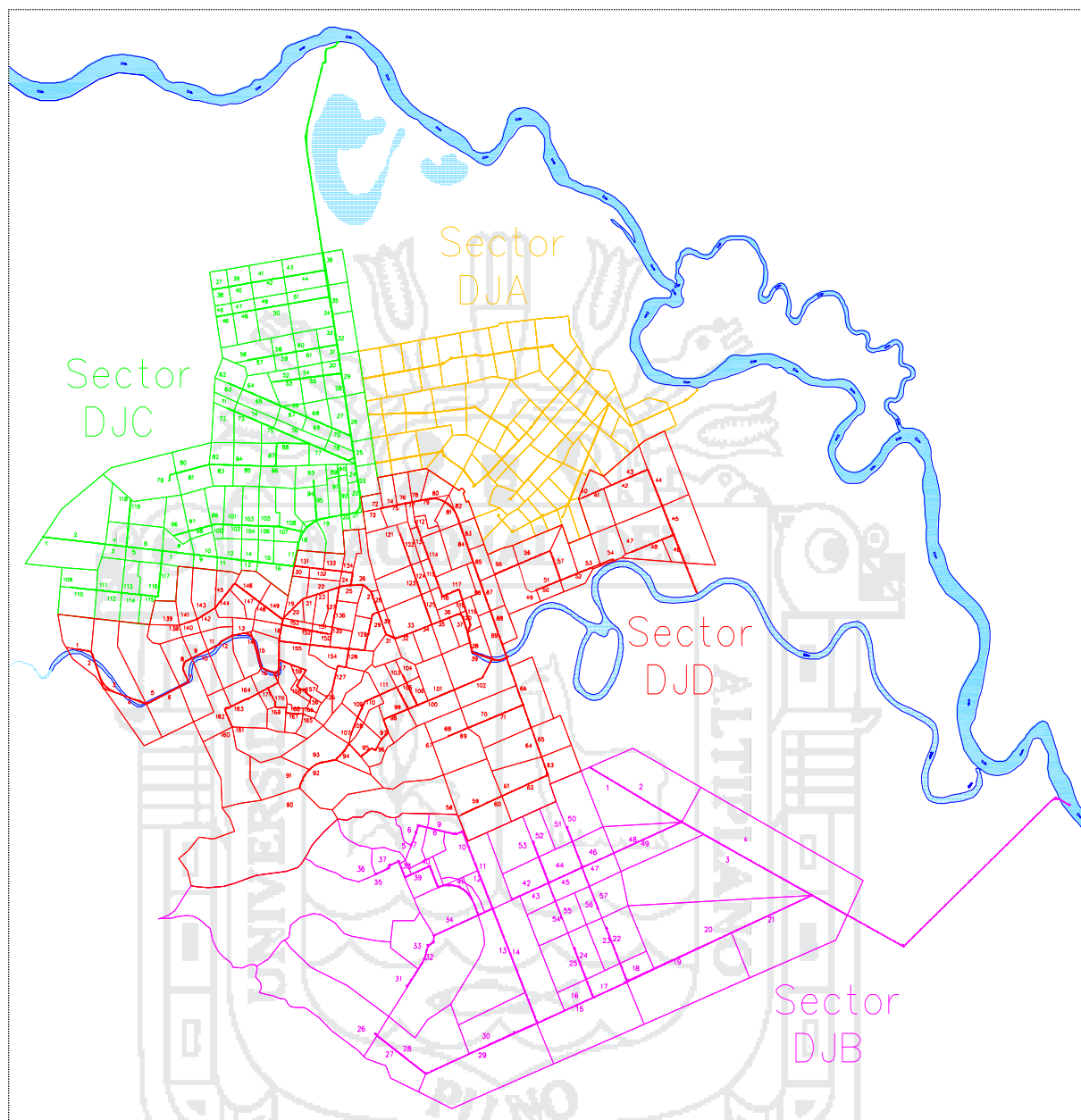


Figura 27: Delimitación de las Subcuencas del Proyecto

Fuente: Elaboración propia

Tabla 15: Subcuencas del Proyecto

Sector	Cantidad
DJA	84 subcuencas
DJB	58 subcuencas
DJC	119 subcuencas
DJD	171 subcuencas

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO IV

DISEÑO Y MODELAMIENTO

4.1 Configuración del Modelo en SWMM

El procedimiento del modelamiento en el SWMM se detalla en el **Anexo 5**. Para la creación del Modelo Hidrológico-Hidráulico de las cuatro microcuencas se ha seguido el siguiente procedimiento:

4.1.1 Delimitación de Áreas Tributarias

A través de un reconocimiento visual en las cuatro microcuencas se ha inspeccionado y tomado apuntes en un plano para delimitar las microcuencas y dividir el espacio de una microcuenca en unidades de cómputo más pequeños llamados subcuencas (se analizan las características de estas subcuencas que SWMM utiliza para transformar la precipitación en escorrentía del proyecto) mediante los programas AutoCAD Civil 3D y Google Earth PRO (Imágenes Satelitales). Los resultados de esta etapa se detallan en el ítem 3.3.5 Estudios Hidrológicos.

4.1.2 Valores por Defecto

Para simplificar las tareas al momento de introducir los datos es opcional asegurar que ciertas opciones por defecto sean establecidas (*Figura 28*).

Project Defaults		Project Defaults		Project Defaults	
ID Labels	Subcatchments	Nodes/Links	ID Labels	Subcatchments	Nodes/Links
Object	ID Prefix	Property	Default Value	Option	Default Value
Rain Gages	LLUVIA	Area	5	Node Invert	0
Subcatchments	C-	Width	500	Node Max. Depth	0
Junctions	N-	% Slope	0.1	Node Poned Area	0
Outfalls	D-	% Imperv	80	Conduit Length	400
Dividers	V-	N-Imperv	0.012	Conduit Geometry	RECT_CLOSED
Storage Units	DEP-	N-Perv	0.13	Conduit Roughness	0.013
Conduits	L-	Dstore-Imperv	2	Flow Units	LPS
Pumps	B-	Dstore-Perv	3	Link Offsets	ELEVATION
Regulators	REG-	%Zero-Imperv	75	Routing Method	Dynamic Wave
ID Increment	1	Infiltration Model	GREEN_AMPT	Force Main Equation	Hazen-Williams

Figura 28: Valores por Defecto del Proyecto

Fuente: Elaboración propia

4.1.3 Dibujo de los Objetos

Se trazan los objetos en el mapa del SWMM: subcuencas (áreas tributarias), nudos, vertidos, conexiones y pluviómetro para formar el sistema de drenaje; utilizando como plantilla la imagen de la microcuenca en formato *.emf* exportado directamente de *AutoCAD* con coordenadas georreferenciadas (Figura 29, 30, 31 y 32) y en el Plano M-01 del Anexo 7.



Figura 29: Mapa del Sector DJA

Fuente: Elaboración propia

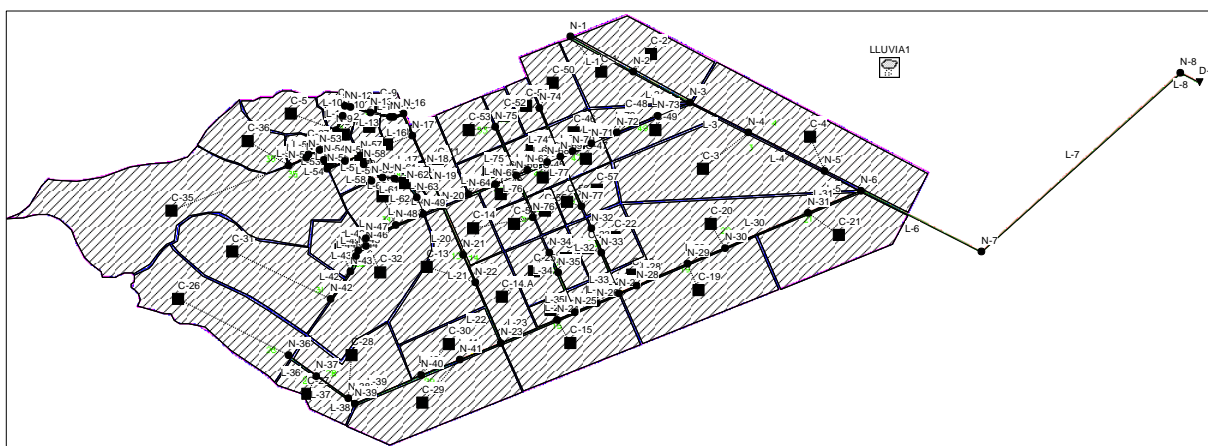


Figura 30: Mapa del Sector DJB

Fuente: Elaboración propia

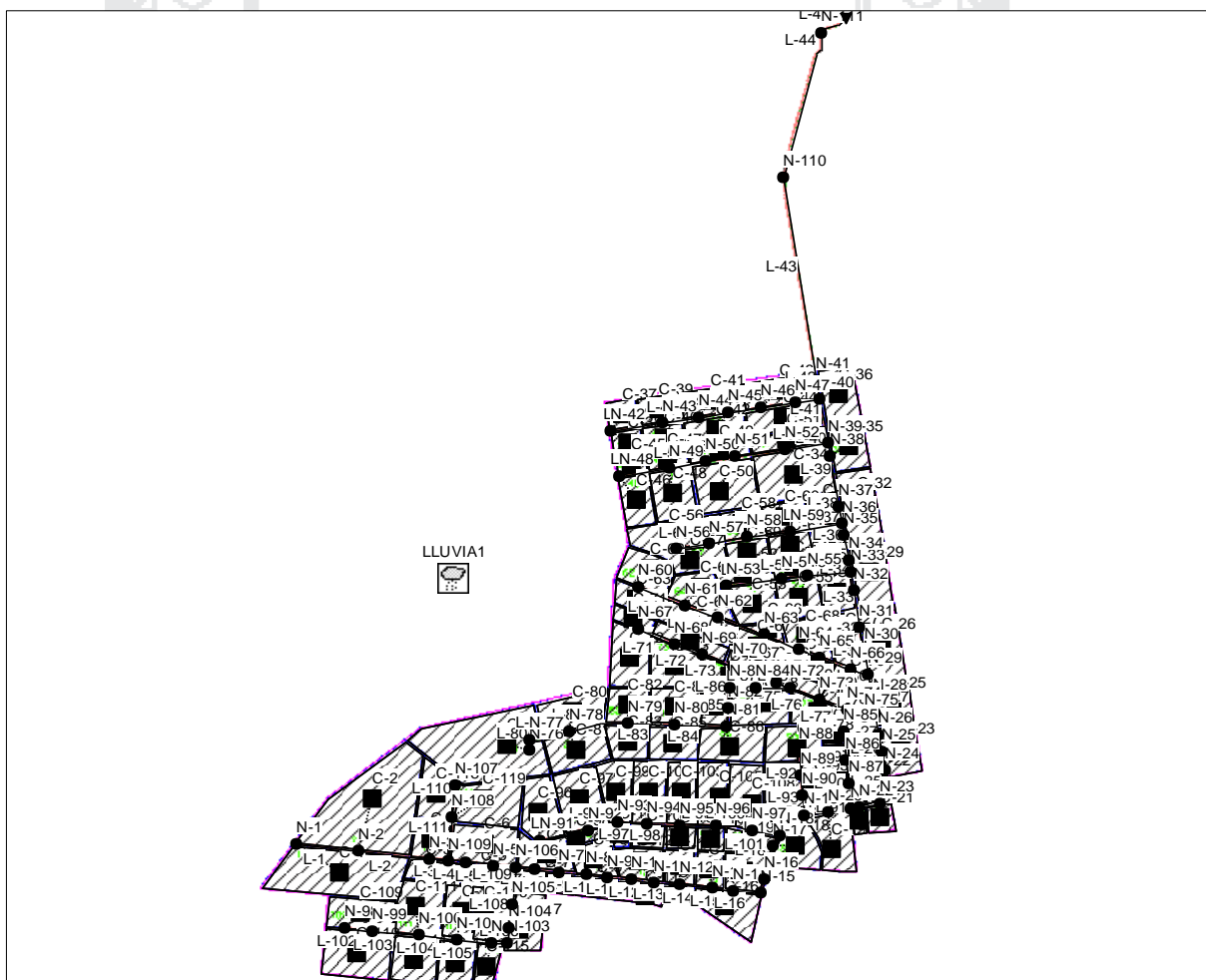


Figura 31: Mapa del Sector DJC

Fuente: Elaboración propia

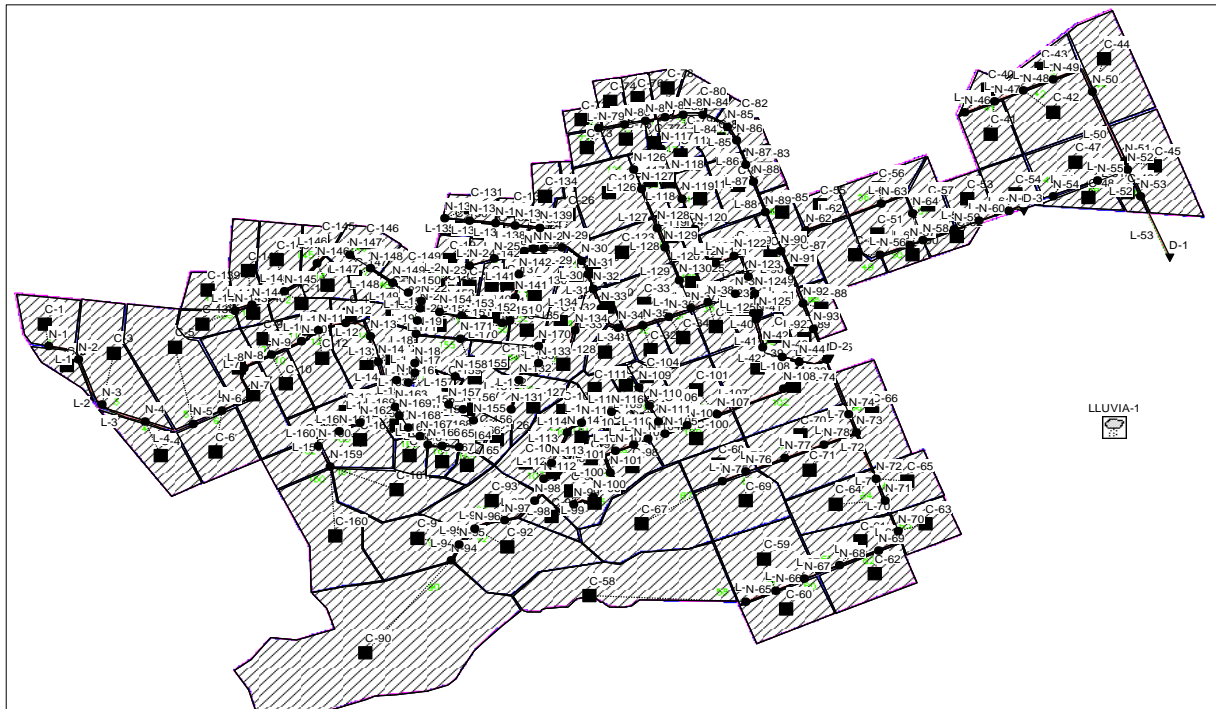


Figura 32: Mapa del Sector DJD

Fuente: Elaboración propia

4.1.4 Infiltración

La infiltración es el fenómeno por el cual el agua de lluvia penetra la superficie del terreno de los suelos no saturados de las áreas permeables de la cuenca. SWMM permite seleccionar tres modelos diferentes de infiltración: la Ecuación de Horton, el Método de Green-Ampt y el Método del Número de Curva.

Entre los 3 métodos disponibles se elige el Método de Green-Ampt, porque asume la existencia de un frente húmedo en el suelo que separa el suelo con un determinado contenido inicial de humedad del suelo completamente saturado de la parte superior. Los parámetros necesarios son el valor del déficit inicial de humedad del suelo, la conductividad hidráulica del suelo y la altura de succión en el frente húmedo. En el editor de infiltración para el modelo de Green-Ampt aparecen los siguientes parámetros:

- Altura de Succión. Valor medio de la capacidad de succión capilar del suelo a lo largo del frente mojado (en mm o in).
- Conductividad. Conductividad hidráulica del suelo completamente saturado (mm/h o in/h).
- Déficit Inicial. Diferencia entre la porosidad del suelo y la humedad inicial (ambas expresadas como fracción volumétrica). Para un suelo completamente drenado, será la diferencia entre la porosidad del suelo y su capacidad.

Tabla 16: Características del Suelo

Textura del suelo	K (mm/h)	Ψ (mm)	ϕ	FC	WP
Arena	120,40	49	0,437	0,062	0,024
Arena margosa	29,97	61	0,437	0,105	0,047
Marga Arenosa	10,92	110	0,453	0,190	0,085
Marga	3,30	89	0,463	0,232	0,116
Sedimentos de marga	6,60	170	0,501	0,284	0,135
Marga areno-arcillosa	1,52	220	0,398	0,244	0,136
Marga arcillosa	1,02	210	0,464	0,310	0,187
Sedimentos de marga arcillosa	1,02	270	0,471	0,342	0,210
Arcilla arenosa	0,51	240	0,430	0,321	0,221
Sedimentos de arcilla	0,51	290	0,479	0,371	0,251
Arcilla	0,25	320	0,475	0,378	0,265

Fuente: (Rossman, 2005, Storm Water Management Model User's Manual Version 5.0, p. 138)

K = Conductividad hidráulica saturada (mm/h)

Ψ = Altura de succión (mm)

ϕ = Porosidad (fracción)

FC = Capacidad del campo (fracción)

WP = Punto de marchitamiento (fracción)

Los valores que se adoptan para cada subcuenca están en función al tipo de suelo según la *Tabla 16*. Los estudios de suelos se adjuntan en el **Anexo 6**.

4.1.5 Modelo de Simulación

Determina qué método se utilizará para la simulación hidráulica del flujo a través de la red de drenaje analizada. Las opciones posibles son:

- Flujo Estacionario (Régimen Uniforme)
- Onda Cinemática
- Onda Dinámica

El modelo que se utiliza es el de Onda Dinámica. En principio la aproximación de la onda dinámica sería el mejor modelo ya que utiliza todos los términos de la Ecuación Diferencial de Momentum.

4.1.6 Coeficiente n de Manning

Coeficiente n de *Manning* para el flujo superficial sobre suelo impermeable o permeable de la cuenca.

Tabla 17: Coeficiente n de Manning para Escorrentía Superficial

Superficie	n
Asfalto liso	0,011
Hormigón liso	0,012
Revestimiento de hormigón basto	0,013
Madera pulida	0,014
Ladrillo con mortero de cemento	0,014
Arcilla vitrificada	0,015
Fundición de hierro	0,015
Tuberías de metal corrugado	0,024
Superficie de escombrera	0,024
Terreno improductivo (libre de residuos)	0,05
Terreno cultivado	
Cubierta de residuos < 20%	0,06
Cubierta de residuos > 20%	0,17
Pasto natural	0,13
Hierba	
Corta, pradera	0,15
Densa	0,24
Hierba <i>Bermuda</i>	0,41
Bosque	
Con cubierta ligera de arbustos	0,40
Con cubierta dense de arbustos	0,80

Fuente: (Rossman, 2005, Storm Water Management Model User's Manual Version 5.0, p. 140)

Según la *Tabla 17* se adopta el valor $n = 0.012$ para subcuencas impermeables (hormigón–asfalto) y $n = 0.13$ para subcuencas permeables (pasto natural).

4.1.7 Altura de Almacenamiento en Depresión

Altura de almacenamiento en depresión sobre el área impermeable o permeable de la cuenca.

Tabla 18: Valores Típicos de Almacenamiento en Depresión

Superficie impermeable	1,25 – 2,5 mm
Césped y hierba	2,5 – 5 mm
Pastos y prados	≈5 mm
Lecho forestal	≈7,5 mm

Fuente: (Rossman, 2005, Storm Water Management Model User's Manual Version 5.0, p. 140)

Según la *Tabla 18* se adopta $D_{store-imperv} = 2$ mm para almacenamientos en depresión impermeable y $D_{store-Perv} = 3$ mm para almacenamientos en depresión permeable, según las características del medio urbano.

4.1.8 Flujo entre Subáreas

Selección del sentido del flujo interno entre las áreas impermeable y permeable de la cuenca:

- IMPERV. Flujo desde permeable hacia impermeable
- PERV. Flujo desde impermeable hacia permeable
- OUTLET. Ambas áreas aportan directamente a la descarga

Según las condiciones de escorrentía escogemos ‘IMPERV’.

4.1.9 Opciones de Simulación

Antes de analizar el comportamiento del modelo es necesario establecer algunas opciones para determinar las condiciones del análisis (Figura 33).

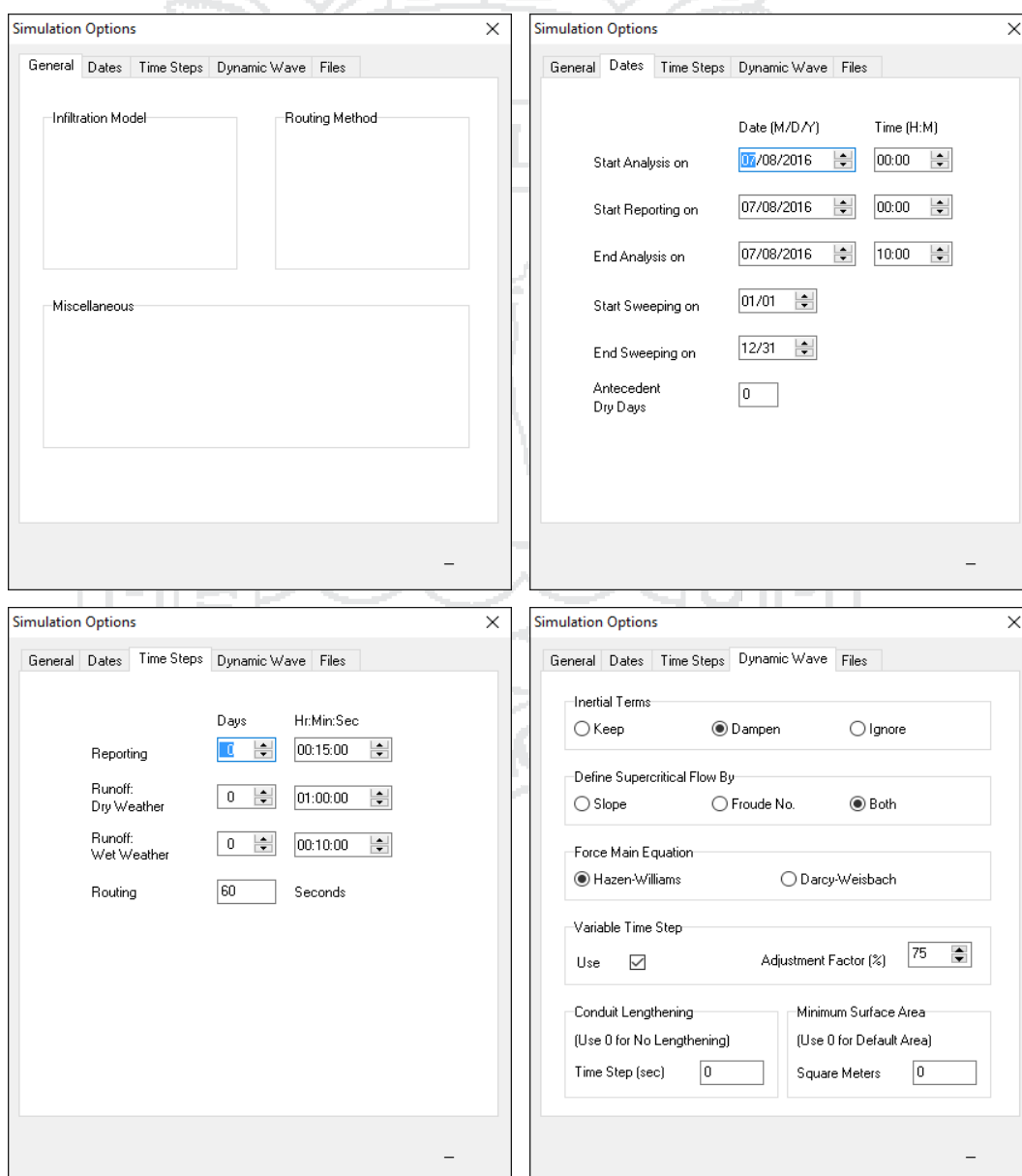


Figura 33: Opciones de Simulación

Fuente: Elaboración propia

4.2 Datos Utilizados para el Modelamiento

Los datos utilizados por elemento han sido:

- Subcuencas (Estudio Topográfico, Estudio Hidrológico y Estudio de Suelos)
- Nudos (Estudio Topográfico)
- Vertidos (Estudio Topográfico y Estudio Hidrológico)
- Conductos (Estudio Topográfico y Estudio Hidrológico)
- Secciones (Evaluación del Expediente Técnico y mediante Resultados del Modelamiento)

4.2.1 Datos para el modelamiento del sector DJA

4.2.1.1 Subcuencas [SECTOR DJA]

Las características físicas de las subcuencas utilizadas para el modelamiento del sistema en el software SWMM han sido tomados de los estudios topográficos e hidrológicos. Se asume que el 75 % de la escorrentía superficial ingresa a los conductos, el 25 % se infiltra o se queda almacenado en las áreas verdes (parques, bermas, etc.). El sector DJA se caracteriza porque es una zona completamente llana, con una pendiente promedio de 0.15 % entre subcuencas. La cuenca DJA se ha dividido en 84 subcuencas que descargan en 69 imbornales (*Tabla 19*).

Tabla 19: Características de subcuencas del sector DJA

Nombre	Salida	Área Total (ha)	Imperm. (%)	Anchura (m)	Pend. (%)
C-1	N-1	6.715	75	238.787	0.15
C-2	N-1	5.717	75	239.102	0.15
C-3	N-2	6.932	75	248.128	0.15
C-4	N-2	9.784	75	241.699	0.15
C-5	N-3	5.954	75	211.539	0.15
C-6	N-4	5.850	75	241.868	0.15
C-7	N-4	5.446	75	194.500	0.15
C-8	N-6	7.783	75	278.980	0.15
C-9	N-6	7.026	75	216.553	0.15
C-10	N-9	9.180	75	261.651	0.15
C-11	N-9	7.963	75	212.147	0.15
C-12	N-10	6.321	75	203.718	0.15
C-13	N-10	5.743	75	239.646	0.15
C-14	N-11	9.203	75	278.227	0.15
C-15	N-11	7.457	75	230.535	0.15
C-16	N-13	14.010	55	262.708	0.15
C-17	N-13	6.574	75	256.398	0.15
C-18	N-14	4.974	75	164.945	0.15
C-19	N-15	6.710	75	259.037	0.15
C-20	N-16	3.822	75	93.432	0.15
C-21	N-18	7.887	75	181.175	0.15
C-22	N-18	9.319	75	191.911	0.15
C-23	N-20	5.878	75	162.682	0.15
C-24	N-21	14.829	75	287.238	0.15
C-25	N-22	3.267	75	139.052	0.15
C-26	N-22	2.405	75	155.081	0.15
C-27	N-24	4.454	75	151.493	0.15
C-28	N-24	2.883	75	169.794	0.15
C-29	N-25	5.886	75	181.880	0.15

C-30	N-26	5.093	75	137.147	0.15
C-31	N-28	5.348	75	135.860	0.15
C-32	N-29	7.351	75	222.257	0.15
C-33	N-29	2.243	75	74.360	0.15
C-34	N-30	5.737	75	239.520	0.15
C-35	N-30	2.305	75	3.726	0.15
C-36	N-31	3.726	75	133.136	0.15
C-37	N-31	11.815	75	279.930	0.15
C-38	N-32	1.411	75	52.202	0.15
C-39	N-32	4.160	75	150.395	0.15
C-40	N-17	6.479	75	204.176	0.15
C-41	N-33	7.303	75	270.241	0.15
C-42	N-34	4.596	75	180.809	0.15
C-43	N-34	2.756	75	142.232	0.15
C-44	N-35	8.415	75	230.630	0.15
C-45	N-35	5.831	75	152.740	0.15
C-46	N-36	7.192	75	217.822	0.15
C-47	N-36	3.886	75	44.194	0.15
C-48	N-37	6.859	75	229.064	0.15
C-49	N-37	3.783	75	121.409	0.15
C-50	N-39	5.644	75	195.913	0.15
C-51	N-39	4.139	75	149.332	0.15
C-52	N-40	4.492	75	172.316	0.15
C-53	N-40	2.613	75	156.000	0.15
C-54	N-41	8.699	75	260.269	0.15
C-55	N-41	5.142	75	152.237	0.15
C-56	N-42	9.075	75	247.848	0.15
C-57	N-42	2.143	75	87.176	0.15
C-58	N-45	9.077	75	263.429	0.15
C-59	N-45	7.460	75	196.655	0.15
C-60	N-47	4.695	75	53.022	0.15
C-61	N-48	2.584	75	152.000	0.15
C-62	N-48	4.070	75	169.785	0.15
C-63	N-49	4.683	75	52.720	0.15
C-64	N-49	5.178	75	207.709	0.15
C-65	N-51	7.177	75	220.474	0.15
C-66	N-51	6.084	75	176.189	0.15
C-67	N-52	9.529	75	256.502	0.15
C-68	N-52	7.366	75	161.554	0.15
C-69	N-54	13.973	75	285.391	0.15
C-70	N-54	6.498	75	254.912	0.15
C-71	N-56	10.760	75	249.862	0.15
C-72	N-56	6.088	75	213.957	0.15
C-73	N-58	2.198	75	114.448	0.15
C-74	N-59	12.731	75	157.577	0.15
C-75	N-62	5.570	75	184.339	0.15
C-76	N-62	2.557	75	112.785	0.15
C-77	N-63	4.067	75	143.928	0.15
C-78	N-63	4.602	75	117.354	0.15
C-79	N-66	5.486	75	198.178	0.15
C-80	N-66	3.502	75	123.164	0.15
C-81	N-68	11.902	75	246.855	0.15
C-82	N-68	3.890	75	132.160	0.15
C-83	N-69	5.244	75	182.227	0.15
C-84	N-69	3.808	75	134.160	0.15

Fuente: Elaboración propia

4.2.1.2 Nudos [SECTOR DJA]

Los nudos son los imbornales por donde se descarga la escorrentía superficial, se asume que la cota de fondo de los nudos es la misma que de los conductos, y su altura es considerada desde la cota de fondo hasta el nivel de la superficie por donde ingresan las aguas pluviales. El dren principal DJA 1 (N1-N19) tiene una cota de fondo inicial de 3823.620 m y final de 3818.705 m, con una pendiente de 0.0012 en todo el dren (*Tabla 20*).

Tabla 20: Características de nudos del sector DJA

Nombre	Cota del Fondo	Prof. Máxima	Nombre	Cota del Fondo	Prof. Máxima
N-1	3823.620	1.00	N-36	3820.890	1.50
N-2	3823.116	1.10	N-37	3820.650	1.60
N-3	3822.924	1.10	N-38	3820.504	1.75
N-4	3822.636	1.10	N-39	3820.330	1.80
N-5	3822.513	1.20	N-40	3823.108	0.70
N-6	3822.420	1.20	N-41	3822.768	0.70
N-7	3822.387	1.25	N-42	3822.448	0.70
N-8	3822.050	1.20	N-43	3822.344	0.70
N-9	3821.964	1.20	N-44	3822.304	0.70
N-10	3821.640	1.35	N-45	3822.208	0.80
N-11	3821.364	1.50	N-46	3822.034	0.90
N-12	3820.998	1.70	N-47	3821.928	1.00
N-13	3820.980	1.80	N-48	3823.131	0.70
N-14	3820.524	2.05	N-49	3822.869	0.70
N-15	3820.164	2.05	N-50	3822.715	0.70
N-16	3819.924	2.10	N-51	3822.485	0.80
N-17	3819.528	2.00	N-52	3822.182	0.90
N-18	3819.228	2.00	N-53	3821.913	1.00
N-19	3818.705	1.80	N-54	3821.848	1.10
N-20	3822.135	0.60	N-55	3821.704	1.20
N-21	3821.910	0.70	N-56	3821.545	1.30
N-22	3821.667	0.80	N-57	3821.488	1.40
N-23	3821.577	0.80	N-58	3821.354	1.50
N-24	3821.487	0.85	N-59	3821.838	1.00
N-25	3821.370	1.00	N-60	3821.821	1.00
N-26	3821.471	1.00	N-61	3821.668	1.00
N-27	3821.298	1.00	N-62	3821.573	1.20
N-28	3821.255	1.00	N-63	3821.417	1.40
N-29	3821.135	1.10	N-64	3821.292	1.50
N-30	3820.775	1.20	N-65	3821.137	1.50
N-31	3820.499	1.60	N-66	3821.089	1.55
N-32	3820.103	1.85	N-67	3820.971	1.60
N-33	3821.730	1.00	N-68	3820.855	1.80
N-34	3821.510	1.15	N-69	3820.606	1.80
N-35	3821.270	1.30			

Fuente: Elaboración propia

4.2.1.3 Vertidos [SECTOR DJA]

La cuenca DJA tiene un punto de vertido al río Coata con una cota de fondo de 3818.500 msnm.

4.2.1.4 Conductos [SECTOR DJA]

Cada conducto está identificado por su nudo de entrada y nudo de salida, la distancia entre estos nudos y el *coeficiente de Manning* es 0.013 (drenes de concreto armado de sección rectangular cerrada en toda la cuenca), los datos se muestran en la *Tabla 21*.

Tabla 21: Características de los conductos del sector DJA

Nombre	Nudo de Entrada	Nudo de Salida	Longitud	Coef. De Manning
L-1	N-1	N-2	420	0.013
L-2	N-2	N-3	160	0.013
L-3	N-3	N-4	240	0.013
L-4	N-4	N-5	103	0.013
L-5	N-5	N-6	77	0.013
L-6	N-6	N-7	28	0.013
L-7	N-7	N-8	281	0.013
L-8	N-8	N-9	71	0.013
L-9	N-9	N-10	270	0.013
L-10	N-10	N-11	230	0.013

L-11	N-11	N-12	305	0.013
L-12	N-12	N-13	15	0.013
L-13	N-13	N-14	380	0.013
L-14	N-14	N-15	300	0.013
L-15	N-15	N-16	200	0.013
L-16	N-16	N-17	330	0.013
L-17	N-17	N-18	250	0.013
L-18	N-18	N-19	436	0.013
L-19	N-19	D-1	171	0.013
L-20	N-20	N-21	250	0.013
L-21	N-21	N-22	270	0.013
L-22	N-22	N-23	100	0.013
L-23	N-23	N-24	100	0.013
L-24	N-24	N-25	130	0.013
L-25	N-25	N-27	79	0.013
L-26	N-26	N-27	144	0.013
L-27	N-27	N-28	36	0.013
L-28	N-28	N-29	100	0.013
L-29	N-29	N-30	300	0.013
L-30	N-30	N-31	230	0.013
L-31	N-31	N-32	330	0.013
L-32	N-32	N-16	149	0.013
L-33	N-33	N-34	220	0.013
L-34	N-34	N-35	240	0.013
L-35	N-35	N-36	380	0.013
L-36	N-36	N-37	240	0.013
L-37	N-37	N-38	146	0.013
L-38	N-38	N-39	174	0.013
L-39	N-39	N-15	96	0.013
L-40	N-40	N-41	340	0.013
L-41	N-41	N-42	320	0.013
L-42	N-42	N-43	104	0.013
L-43	N-43	N-44	40	0.013
L-44	N-44	N-45	96	0.013
L-45	N-45	N-46	174	0.013
L-46	N-46	N-47	106	0.013
L-47	N-47	N-60	107	0.013
L-48	N-48	N-49	260	0.013
L-49	N-49	N-50	152	0.013
L-50	N-50	N-51	228	0.013
L-51	N-51	N-52	300	0.013
L-52	N-52	N-53	266	0.013
L-53	N-53	N-54	64	0.013
L-54	N-54	N-55	143	0.013
L-55	N-55	N-56	157	0.013
L-56	N-56	N-57	57	0.013
L-57	N-57	N-58	133	0.013
L-58	N-58	N-64	61	0.013
L-59	N-59	N-60	22	0.013
L-60	N-60	N-61	196	0.013
L-61	N-61	N-62	122	0.013
L-62	N-62	N-63	200	0.013
L-63	N-63	N-64	160	0.013
L-64	N-64	N-65	198	0.013
L-65	N-65	N-66	62	0.013
L-66	N-66	N-67	152	0.013
L-67	N-67	N-68	148	0.013
L-68	N-68	N-69	320	0.013
L-69	N-69	N-14	104	0.013

Fuente: Elaboración propia

4.2.1.5 Secciones [SECTOR DJA]

Los conductos son drenes de concreto armado de sección rectangular cerrada de altura variable (Geom 1) y ancho variable (Geom 2), los datos se muestran en la *Tabla 22*.

Tabla 22: Características de secciones de los conductos del sector DJA

Nombre	Forma	Geom1	Geom2
L-1	RECT_CLOSED	1.00	1.10
L-2	RECT_CLOSED	1.00	1.20
L-3	RECT_CLOSED	1.00	1.20
L-4	RECT_CLOSED	1.10	1.20
L-5	RECT_CLOSED	1.20	1.30
L-6	RECT_CLOSED	1.20	1.30
L-7	RECT_CLOSED	1.20	1.30
L-8	RECT_CLOSED	1.20	1.30
L-9	RECT_CLOSED	1.20	1.30
L-10	RECT_CLOSED	1.35	1.80
L-11	RECT_CLOSED	1.50	1.80
L-12	RECT_CLOSED	1.70	1.80
L-13	RECT_CLOSED	1.80	1.80
L-14	RECT_CLOSED	1.80	2.00
L-15	RECT_CLOSED	1.80	2.20
L-16	RECT_CLOSED	1.80	2.20
L-17	RECT_CLOSED	1.80	2.20
L-18	RECT_CLOSED	1.80	2.20
L-19	RECT_CLOSED	1.80	2.20
L-20	RECT_CLOSED	0.60	1.00
L-21	RECT_CLOSED	0.60	1.00
L-22	RECT_CLOSED	0.60	1.00
L-23	RECT_CLOSED	0.70	1.20
L-24	RECT_CLOSED	0.80	1.20
L-25	RECT_CLOSED	1.00	1.20
L-26	RECT_CLOSED	1.00	1.00
L-27	RECT_CLOSED	1.00	1.00
L-28	RECT_CLOSED	1.00	1.00
L-29	RECT_CLOSED	1.10	1.00
L-30	RECT_CLOSED	1.20	1.20
L-31	RECT_CLOSED	1.60	1.20
L-32	RECT_CLOSED	1.80	1.20
L-33	RECT_CLOSED	1.00	1.20
L-34	RECT_CLOSED	1.15	1.20
L-35	RECT_CLOSED	1.30	1.50
L-36	RECT_CLOSED	1.50	1.50
L-37	RECT_CLOSED	1.60	1.50
L-38	RECT_CLOSED	1.70	1.50
L-39	RECT_CLOSED	1.80	1.50
L-40	RECT_CLOSED	0.70	1.00
L-41	RECT_CLOSED	0.70	1.00
L-42	RECT_CLOSED	0.70	1.00
L-43	RECT_CLOSED	0.70	1.20
L-44	RECT_CLOSED	0.70	1.20
L-45	RECT_CLOSED	0.80	1.20
L-46	RECT_CLOSED	0.90	1.20
L-47	RECT_CLOSED	1.00	1.20
L-48	RECT_CLOSED	0.70	1.20
L-49	RECT_CLOSED	0.70	1.20
L-50	RECT_CLOSED	0.70	1.20
L-51	RECT_CLOSED	0.80	1.30
L-52	RECT_CLOSED	0.90	1.30
L-53	RECT_CLOSED	1.00	1.30
L-54	RECT_CLOSED	1.10	1.30
L-55	RECT_CLOSED	1.20	1.50
L-56	RECT_CLOSED	1.30	1.50
L-57	RECT_CLOSED	1.40	1.50
L-58	RECT_CLOSED	1.50	1.50
L-59	RECT_CLOSED	1.00	1.30
L-60	RECT_CLOSED	1.00	1.30
L-61	RECT_CLOSED	1.00	1.30
L-62	RECT_CLOSED	1.20	1.30
L-63	RECT_CLOSED	1.40	1.30
L-64	RECT_CLOSED	1.50	1.70
L-65	RECT_CLOSED	1.50	1.70
L-66	RECT_CLOSED	1.50	1.70
L-67	RECT_CLOSED	1.60	1.70
L-68	RECT_CLOSED	1.80	1.70
L-69	RECT_CLOSED	1.80	1.70

Fuente: Elaboración propia

4.2.2 Datos para el modelamiento del sector DJB

4.2.2.1 Subcuencas [SECTOR DJB]

Las características físicas de las subcuencas utilizadas para el modelamiento del sistema en el software SWMM han sido tomados de los estudios topográficos e hidrológicos. Presenta zonas residenciales, zonas industriales, avenidas, parques, cerros, extensiones de terreno sin construir, etc., lo cual implica que el porcentaje de escorrentía superficial que ingresa a los conductos sea variable. El sector DJB se caracteriza porque al inicio presenta pendientes considerables, que hacen que las aguas fluyan rápidamente, y la segunda mitad es una zona completamente llana, con una pendiente promedio de 0.15 % entre subcuencas. La cuenca DJA se ha dividido en 57 subcuencas que descargan en 77 imbornales (Tabla 23).

Tabla 23: Características de subcuencas del sector DJB

Nombre	Salida	Área Total (ha)	Imperm. (%)	Anchura (m)	Pend. (%)
C-1	N-1	31.104	80	273.740	0.15
C-2	N-2	42.796	20	378.336	0.15
C-3	N-4	91.344	40	465.742	0.15
C-4	N-5	87.016	20	414.574	0.15
C-5	N-9	22.553	20	271.345	30.00
C-6	N-10	7.498	80	164.957	2.00
C-7	N-12	5.946	80	134.100	0.15
C-8	N-13	6.265	80	219.240	0.15
C-9	N-14	7.043	80	133.692	1.00
C-10	N-17	15.832	80	282.424	0.20
C-11	N-18	18.648	80	246.505	0.15
C-12	N-19	5.511	80	109.026	0.15
C-13	N-22	45.691	70	365.127	1.00
C-14. A	N-34	23.832	30	488.180	0.15
C-14	N-76	18.880	30	228.790	0.10
C-15	N-24	52.138	20	470.604	0.15
C-16	N-24	7.313	80	206.000	0.15
C-17	N-26	8.691	80	208.335	0.15
C-18	N-28	6.972	80	210.000	0.15
C-19	N-29	63.951	20	495.585	0.15
C-20	N-30	70.191	40	345.004	0.15
C-21	N-31	59.700	20	539.576	0.15
C-22	N-32	16.736	80	325.782	0.15
C-23	N-33	9.670	80	186.781	0.15
C-24	N-34	11.992	50	229.914	0.15
C-25	N-35	18.678	30	355.293	0.15
C-26	N-36	71.070	10	442.729	15.00
C-27	N-37	16.471	60	227.043	0.15
C-28	N-38	38.488	75	341.295	0.15
C-29	N-41	63.267	40	456.704	0.15
C-30	N-40	28.303	60	340.305	0.15
C-31	N-42	76.211	15	539.576	15.00
C-32	N-47	62.241	50	489.827	1.00
C-33	N-43	17.933	80	354.190	0.15
C-34	N-48	23.896	80	488.835	0.15
C-35	N-50	166.115	15	514.532	20.00
C-36	N-50	27.445	25	359.876	30.00
C-37	N-53	6.626	50	173.418	0.15
C-38	N-54	1.264	80	78.518	0.15
C-39	N-56	7.293	80	243.531	1.00
C-40	N-58	3.908	80	71.966	0.15
C-41	N-62	4.753	80	77.542	0.15
C-42	N-64	13.092	80	292.670	0.15
C-43	N-65	7.338	80	206.990	0.15
C-44	N-67	12.144	80	294.151	0.15
C-45	N-68	8.568	80	206.913	0.15

C-46	N-70	11.500	80	297.683	0.15
C-47	N-71	8.085	80	207.658	0.15
C-48	N-72	12.515	80	144.119	0.15
C-49	N-73	19.346	80	200.733	0.15
C-50	N-74	24.587	80	387.505	0.15
C-51	N-74	9.363	80	204.378	0.15
C-52	N-75	9.665	80	210.200	0.15
C-53	N-75	20.427	80	446.169	0.15
C-54	N-76	12.733	70	356.833	0.15
C-55	N-76	8.237	70	229.342	0.15
C-56	N-77	6.716	80	186.615	0.15
C-57	N-77	12.840	70	327.812	0.15

Fuente: Elaboración propia

4.2.2.2 Nudos [SECTOR DJB]

Los nudos son los imbornales por donde se descarga la escorrentía superficial, se asume que la cota de fondo de los nudos es la misma que de los conductos, y su altura es considerada desde la cota de fondo hasta el nivel de la superficie por donde ingresan las aguas pluviales. El dren principal DJB 1 (N1-N8) tiene una cota de fondo inicial de 3819.480 m y final de 3816.543 m, con una pendiente de 0.0005 en todo el dren (Tabla 24).

Tabla 24: Características de nudos del sector DJB

Nombre	Cota del Fondo	Prof. Máxima	Nombre	Cota del Fondo	Prof. Máxima
N-1	3819.480	1.20	N-40	3819.766	2.00
N-2	3818.922	1.20	N-41	3819.208	2.30
N-3	3818.418	1.50	N-42	3821.869	1.00
N-4	3818.138	1.80	N-43	3821.704	1.00
N-5	3817.768	1.80	N-44	3821.627	1.20
N-6	3817.585	1.80	N-45	3821.597	1.20
N-7	3817.236	1.80	N-46	3821.558	1.20
N-8	3816.543	2.00	N-47	3821.520	1.20
N-9	3824.088	1.10	N-48	3821.363	1.20
N-10	3823.276	1.10	N-49	3821.223	1.20
N-11	3822.812	1.10	N-50	3830.699	2.00
N-12	3822.724	1.10	N-51	3827.102	2.00
N-13	3822.328	1.10	N-52	3826.339	2.00
N-14	3821.932	1.10	N-53	3825.729	1.80
N-15	3821.866	1.10	N-54	3825.119	1.70
N-16	3821.690	1.30	N-55	3824.631	1.70
N-17	3821.553	1.40	N-56	3823.655	1.70
N-18	3821.345	1.40	N-57	3822.801	1.50
N-19	3821.241	1.40	N-58	3822.313	1.50
N-20	3821.124	1.50	N-59	3822.089	1.20
N-21	3820.232	1.70	N-60	3821.942	1.20
N-22	3819.727	2.00	N-61	3821.795	1.20
N-23	3818.602	2.60	N-62	3821.641	1.20
N-24	3818.446	2.50	N-63	3821.438	1.20
N-25	3818.297	2.40	N-64	3821.184	1.20
N-26	3818.332	2.50	N-65	3820.794	1.20
N-27	3818.272	2.20	N-66	3820.509	1.20
N-28	3818.221	2.00	N-67	3820.344	1.20
N-29	3818.077	2.00	N-68	3820.074	1.20
N-30	3817.972	2.00	N-69	3819.887	1.40
N-31	3817.738	1.80	N-70	3819.749	1.40
N-32	3819.496	1.20	N-71	3819.533	1.40
N-33	3819.056	1.50	N-72	3819.245	1.40
N-34	3818.960	1.80	N-73	3818.789	1.40
N-35	3818.780	1.80	N-74	3820.212	1.00
N-36	3821.843	1.20	N-75	3820.835	1.00
N-37	3821.378	1.20	N-76	3820.509	1.00
N-38	3820.851	1.20	N-77	3820.305	1.00
N-39	3820.735	1.30			

Fuente: Elaboración propia

4.2.2.3 Vertidos [SECTOR DJB]

La cuenca DJB tiene un punto de vertido al río Coata con una cota de fondo de 3816.492 msnm.

4.2.2.4 Conductos [SECTOR DJB]

Cada conducto está identificado por su nudo de entrada y nudo de salida, la distancia entre estos nudos y el *coeficiente de Manning* es 0.013 (drenes de concreto armado) y 0.011 (drenes de PVC), los datos se muestran en la *Tabla 25*.

Tabla 25: Características de conductos del sector DJB

Nombre	Nudo de Entrada	Nudo de Salida	Longitud	Coef. De Manning
L-1	N-1	N-2	620	0.013
L-2	N-2	N-3	560	0.013
L-3	N-3	N-4	560	0.013
L-4	N-4	N-5	740	0.013
L-5	N-5	N-6	365	0.013
L-6	N-6	N-7	1165	0.013
L-7	N-7	N-8	2310	0.013
L-8	N-8	D-1	169	0.013
L-9	N-9	N-10	140	0.013
L-10	N-10	N-11	80	0.013
L-11	N-11	N-12	40	0.013
L-12	N-12	N-13	180	0.013
L-13	N-13	N-14	180	0.013
L-14	N-14	N-15	30	0.013
L-15	N-15	N-16	80	0.013
L-16	N-16	N-17	210	0.013
L-17	N-17	N-18	320	0.013
L-18	N-18	N-19	160	0.013
L-19	N-19	N-20	180	0.013
L-20	N-20	N-21	460	0.013
L-21	N-21	N-22	260	0.013
L-22	N-22	N-23	580	0.013
L-23	N-23	N-24	520	0.013
L-24	N-24	N-25	165	0.013
L-25	N-25	N-26	215	0.013
L-26	N-26	N-27	200	0.013
L-27	N-27	N-28	170	0.013
L-28	N-28	N-29	480	0.013
L-29	N-29	N-30	350	0.013
L-30	N-30	N-31	780	0.013
L-31	N-31	N-6	510	0.013
L-32	N-32	N-33	220	0.011
L-33	N-33	N-27	392	0.011
L-34	N-34	N-35	180	0.011
L-35	N-35	N-25	383	0.011
L-36	N-36	N-37	300	0.013
L-37	N-37	N-38	340	0.013
L-38	N-38	N-39	75	0.013
L-39	N-39	N-40	625	0.013
L-40	N-40	N-41	360	0.013
L-41	N-41	N-23	391	0.013
L-42	N-42	N-43	300	0.013
L-43	N-43	N-44	140	0.013
L-44	N-44	N-45	55	0.013
L-45	N-45	N-46	70	0.013
L-46	N-46	N-47	70	0.013
L-47	N-47	N-48	285	0.013
L-48	N-48	N-49	255	0.013
L-49	N-49	N-20	179	0.013
L-50	N-50	N-51	165	0.013
L-51	N-51	N-52	35	0.013
L-52	N-52	N-53	100	0.013
L-53	N-53	N-54	100	0.013

L-54	N-54	N-55	80	0.013
L-55	N-55	N-56	160	0.013
L-56	N-56	N-57	140	0.013
L-57	N-57	N-58	80	0.013
L-58	N-58	N-59	160	0.013
L-59	N-59	N-60	105	0.013
L-60	N-60	N-61	105	0.013
L-61	N-61	N-62	110	0.013
L-62	N-62	N-63	145	0.013
L-63	N-63	N-49	154	0.013
L-64	N-64	N-65	260	0.013
L-65	N-65	N-66	190	0.013
L-66	N-66	N-67	110	0.013
L-67	N-67	N-68	180	0.013
L-68	N-68	N-69	125	0.013
L-69	N-69	N-70	115	0.013
L-70	N-70	N-71	180	0.013
L-71	N-71	N-72	240	0.013
L-72	N-72	N-73	380	0.013
L-73	N-73	N-3	309	0.013
L-74	N-74	N-69	465	0.011
L-75	N-75	N-66	465	0.011
L-76	N-76	N-66	395	0.011
L-77	N-77	N-69	465	0.011

Fuente: Elaboración propia

4.2.2.5 Secciones [SECTOR DJB]

Los conductos son drenes circulares, rectangulares y trapezoidales. Los conductos circulares son de PVC de sección circular con diámetro representado por ‘Geom 1’; los drenes rectangulares son abiertos o cerrados de concreto armado de sección rectangular de altura variable (Geom 1) y ancho variable (Geom 2); los conductos trapezoidales son de concreto de sección variable con ancho en la base (Geom 1), altura (Geom 2), talud izquierdo (Geom3), talud derecho (Geom 4). Los datos se muestran en la *Tabla 26*.

Tabla 26: Características de secciones de los conductos del sector DJB

Nombre	Forma	Geom1	Geom2	Geom3	Geom4
L-1	RECT_CLOSED	1.00	1.00	0.00	0.00
L-2	RECT_CLOSED	1.00	1.00	0.00	0.00
L-3	TRAPEZOIDAL	1.50	2.20	0.50	0.50
L-4	TRAPEZOIDAL	1.50	2.20	0.50	0.50
L-5	TRAPEZOIDAL	1.50	2.20	0.50	0.50
L-6	TRAPEZOIDAL	1.50	5.00	1.25	1.25
L-7	TRAPEZOIDAL	1.50	5.00	1.25	1.25
L-8	TRAPEZOIDAL	1.50	5.00	1.25	1.25
L-9	RECT_CLOSED	0.90	0.90	0.00	0.00
L-10	RECT_CLOSED	0.90	0.90	0.00	0.00
L-11	RECT_CLOSED	0.90	0.90	0.00	0.00
L-12	RECT_CLOSED	0.90	0.90	0.00	0.00
L-13	RECT_CLOSED	0.90	0.90	0.00	0.00
L-14	RECT_CLOSED	0.90	0.90	0.00	0.00
L-15	RECT_CLOSED	1.00	0.90	0.00	0.00
L-16	RECT_CLOSED	1.20	0.90	0.00	0.00
L-17	RECT_CLOSED	1.20	0.90	0.00	0.00
L-18	RECT_CLOSED	1.20	0.90	0.00	0.00
L-19	RECT_CLOSED	1.20	0.90	0.00	0.00
L-20	RECT_OPEN	1.30	1.80	0.00	0.00
L-21	RECT_OPEN	1.50	1.80	0.00	0.00
L-22	RECT_OPEN	1.80	1.80	0.00	0.00
L-23	RECT_CLOSED	2.00	2.80	0.00	0.00
L-24	RECT_CLOSED	2.00	2.80	0.00	0.00
L-25	RECT_CLOSED	2.00	2.80	0.00	0.00
L-26	RECT_CLOSED	2.00	2.80	0.00	0.00
L-27	RECT_OPEN	1.80	2.80	0.00	0.00
L-28	RECT_OPEN	1.60	2.80	0.00	0.00

L-29	RECT_OPEN	1.60	2.80	0.00	0.00
L-30	RECT_OPEN	1.50	2.80	0.00	0.00
L-31	RECT_OPEN	1.50	2.80	0.00	0.00
L-32	CIRCULAR	0.80	0.00	0.00	0.00
L-33	CIRCULAR	0.80	0.00	0.00	0.00
L-34	CIRCULAR	0.80	0.00	0.00	0.00
L-35	CIRCULAR	0.80	0.00	0.00	0.00
L-36	RECT_OPEN	1.00	1.00	0.00	0.00
L-37	RECT_OPEN	1.00	1.00	0.00	0.00
L-38	RECT_OPEN	1.00	1.20	0.00	0.00
L-39	RECT_OPEN	1.20	1.20	0.00	0.00
L-40	RECT_OPEN	1.50	1.20	0.00	0.00
L-41	RECT_OPEN	1.80	1.20	0.00	0.00
L-42	RECT_OPEN	1.00	1.00	0.00	0.00
L-43	RECT_OPEN	1.00	1.00	0.00	0.00
L-44	RECT_OPEN	1.00	1.00	0.00	0.00
L-45	RECT_OPEN	1.20	1.00	0.00	0.00
L-46	RECT_OPEN	1.20	1.20	0.00	0.00
L-47	RECT_OPEN	1.20	1.20	0.00	0.00
L-48	RECT_OPEN	1.20	1.20	0.00	0.00
L-49	RECT_OPEN	1.20	1.50	0.00	0.00
L-50	RECT_OPEN	1.20	1.20	0.00	0.00
L-51	RECT_OPEN	1.20	1.20	0.00	0.00
L-52	RECT_OPEN	1.20	1.20	0.00	0.00
L-53	RECT_OPEN	1.20	1.20	0.00	0.00
L-54	RECT_OPEN	1.20	1.20	0.00	0.00
L-55	RECT_OPEN	1.20	1.20	0.00	0.00
L-56	RECT_OPEN	1.20	1.20	0.00	0.00
L-57	RECT_OPEN	1.20	1.20	0.00	0.00
L-58	RECT_OPEN	1.20	1.20	0.00	0.00
L-59	RECT_OPEN	1.20	1.20	0.00	0.00
L-60	RECT_OPEN	1.20	1.20	0.00	0.00
L-61	RECT_OPEN	1.20	1.20	0.00	0.00
L-62	RECT_OPEN	1.20	1.20	0.00	0.00
L-63	RECT_OPEN	1.20	1.20	0.00	0.00
L-64	RECT_OPEN	1.00	0.80	0.00	0.00
L-65	RECT_OPEN	1.00	0.90	0.00	0.00
L-66	RECT_OPEN	1.00	1.00	0.00	0.00
L-67	RECT_OPEN	1.00	1.00	0.00	0.00
L-68	RECT_OPEN	1.00	1.00	0.00	0.00
L-69	RECT_OPEN	1.20	1.20	0.00	0.00
L-70	RECT_OPEN	1.20	1.20	0.00	0.00
L-71	RECT_OPEN	1.20	1.20	0.00	0.00
L-72	RECT_OPEN	1.20	1.20	0.00	0.00
L-73	RECT_OPEN	1.20	1.20	0.00	0.00
L-74	CIRCULAR	0.80	0.00	0.00	0.00
L-75	CIRCULAR	0.80	0.00	0.00	0.00
L-76	CIRCULAR	0.80	0.00	0.00	0.00
L-77	CIRCULAR	0.80	0.00	0.00	0.00

Fuente: Elaboración propia

4.2.3 Datos para el modelamiento del sector DJC

4.2.3.1 Subcuencas [SECTOR DJC]

Las características físicas de las subcuencas utilizadas para el modelamiento del sistema en el software SWMM han sido tomados de los estudios topográficos e hidrológicos. Se asume que entre el 50 y 75 % de la escorrentía superficial ingresa a los conductos, el resto se infiltra o se queda almacenado en las áreas verdes (parques, jardines, bermas, etc.). El sector DJC se caracteriza porque es una zona completamente llana, con una pendiente promedio de 0.15 % entre subcuencas. La cuenca DJA se ha dividido en 119 subcuencas que descargan en 55 imbornales (*Tabla 27*).

Tabla 27: Características de subcuencas del sector DJC

Nombre	Salida	Área Total (ha)	Imperm. (%)	Anchura (m)	Pend. (%)
C-1	N-1	22.235	50	276.060	0.15
C-2	N-2	32.742	50	390.905	0.15
C-3	N-3	3.419	80	135.297	0.15
C-4	N-3	5.587	80	236.368	0.15
C-5	N-4	5.619	80	135.834	0.15
C-6	N-5	10.032	75	244.216	0.15
C-7	N-6	4.894	80	135.187	0.15
C-8	N-7	5.335	80	115.302	0.15
C-9	N-8	3.638	80	134.981	0.15
C-10	N-9	5.700	80	200.000	0.15
C-11	N-10	3.760	80	138.479	0.15
C-12	N-11	6.014	80	203.563	0.15
C-13	N-12	1.788	80	101.715	0.15
C-14	N-12	4.247	80	187.532	0.15
C-15	N-13	4.168	80	176.940	0.15
C-16	N-14	8.604	80	192.094	0.15
C-17	N-16	6.511	80	255.167	0.15
C-18	N-17	7.217	80	268.645	0.15
C-19	N-20	8.590	80	195.010	0.15
C-20	N-22	1.527	80	92.604	0.15
C-21	N-23	2.814	80	158.835	0.15
C-22	N-24	4.394	80	136.799	0.15
C-23	N-25	7.097	80	220.195	0.15
C-24	N-26	2.220	80	115.815	0.15
C-25	N-28	5.801	80	223.829	0.15
C-26	N-30	10.795	80	222.220	0.15
C-27	N-31	7.555	80	186.155	0.15
C-28	N-32	4.969	80	210.980	0.15
C-29	N-34	9.596	80	223.339	0.15
C-30	N-34	2.985	80	142.444	0.15
C-31	N-35	3.362	50	160.403	0.15
C-32	N-37	9.517	50	222.208	0.15
C-33	N-37	4.141	50	202.000	0.15
C-34	N-38	1.496	50	19.388	0.15
C-35	N-38	6.740	50	104.206	0.15
C-36	N-41	7.504	50	218.382	0.15
C-37	N-42	3.507	50	187.270	0.15
C-38	N-42	3.280	50	174.069	0.15
C-39	N-43	4.741	50	184.410	0.15
C-40	N-43	4.379	50	171.165	0.15
C-41	N-44	6.922	50	182.768	0.15
C-42	N-45	6.390	50	168.683	0.15
C-43	N-46	8.772	50	182.904	0.15
C-44	N-47	7.899	50	164.335	0.15
C-45	N-48	2.150	50	113.392	0.15
C-46	N-48	6.198	50	190.295	0.15
C-47	N-49	2.917	50	113.901	0.15
C-48	N-49	8.374	50	260.324	0.15
C-49	N-50	4.344	50	114.668	0.15
C-50	N-51	12.035	50	320.541	0.15
C-51	N-52	5.647	50	117.369	0.15
C-52	N-53	4.006	80	115.420	0.15
C-53	N-53	7.647	25	233.487	0.15
C-54	N-54	3.510	80	130.942	0.15
C-55	N-55	6.716	80	252.139	0.15
C-56	N-56	10.046	50	183.231	0.15
C-57	N-57	5.789	50	127.320	0.15
C-58	N-58	4.764	50	187.726	0.15
C-59	N-58	4.143	50	164.227	0.15
C-60	N-59	5.123	50	192.842	0.15
C-61	N-59	4.333	50	161.953	0.15
C-62	N-60	7.250	50	269.258	0.15
C-63	N-60	4.447	25	142.140	0.15
C-64	N-61	7.808	50	177.763	0.15
C-65	N-62	6.983	25	146.792	0.15
C-66	N-63	1.897	80	63.974	0.15
C-67	N-63	4.510	25	212.368	0.15
C-68	N-64	6.064	80	177.645	0.15
C-69	N-65	4.470	25	141.827	0.15
C-70	N-66	3.805	25	128.584	0.15
C-71	N-67	2.650	25	98.521	0.15
C-72	N-67	9.044	50	231.747	0.15
C-73	N-68	8.379	80	233.210	0.15

C-74	N-69	4.804	25	99.974	0.15
C-75	N-70	5.535	80	98.167	0.15
C-76	N-71	6.398	25	103.132	0.15
C-77	N-73	5.928	80	107.124	0.15
C-78	N-74	3.780	25	104.387	0.15
C-79	N-76	28.957	40	389.434	0.15
C-80	N-78	9.366	50	215.125	0.15
C-81	N-78	8.754	70	229.406	0.15
C-82	N-79	6.232	80	232.784	0.15
C-83	N-79	5.382	80	203.406	0.15
C-84	N-80	7.432	80	240.580	0.15
C-85	N-80	6.483	80	213.865	0.15
C-86	N-81	8.845	80	213.273	0.15
C-87	N-82	4.173	80	172.285	0.15
C-88	N-84	8.695	80	233.293	0.15
C-89	N-85	1.798	80	127.688	0.15
C-90	N-85	1.206	80	100.500	0.15
C-91	N-86	5.379	50	132.482	0.15
C-92	N-87	4.110	80	101.475	0.15
C-93	N-88	7.899	60	230.892	0.15
C-94	N-89	8.222	75	256.684	0.15
C-95	N-90	5.310	80	150.742	0.15
C-96	N-91	8.652	80	255.903	0.15
C-97	N-92	10.554	80	269.753	0.15
C-98	N-92	2.006	80	75.578	0.15
C-99	N-93	7.466	80	188.115	0.15
C-100	N-93	1.715	80	130.958	0.15
C-101	N-94	8.459	80	208.720	0.15
C-102	N-94	3.038	80	143.940	0.15
C-103	N-95	7.593	80	185.771	0.15
C-104	N-95	2.729	80	145.709	0.15
C-105	N-96	8.427	80	182.995	0.15
C-106	N-96	2.576	80	148.311	0.15
C-107	N-97	4.202	80	134.816	0.15
C-108	N-97	1.000	80	13.760	0.15
C-109	N-98	8.290	60	201.899	0.15
C-110	N-99	12.149	65	294.574	0.15
C-111	N-100	9.903	40	314.690	0.15
C-112	N-100	8.488	75	291.342	0.15
C-113	N-101	6.228	70	174.410	0.15
C-114	N-101	6.570	65	220.384	0.15
C-115	N-102	4.411	65	147.550	0.15
C-116	N-102	8.071	70	214.860	0.15
C-117	N-104	7.648	40	178.471	0.15
C-118	N-107	7.470	75	195.080	0.15
C-119	N-108	11.240	70	240.883	0.15

Fuente: Elaboración propia

4.2.3.2 Nudos [SECTOR DJC]

Los nudos son los imbornales por donde se descarga la escorrentía superficial, se asume que la cota de fondo de los nudos es la misma que de los conductos, y su altura es considerada desde la cota de fondo hasta el nivel de la superficie por donde ingresan las aguas pluviales. El dren principal DJC 1 (N1-N41) tiene una cota de fondo inicial de 3824.639 m y final de 3821.534 m, con una pendiente de 0.00066 en la primera mitad y 0.00033 en el resto del dren (*Tabla 28*).

Tabla 28: Características de nudos del sector DJC

Nombre	Cota del Fondo	Prof. Máxima	Nombre	Cota del Fondo	Prof. Máxima
N-1	3824.639	1.50	N-57	3823.248	1.30
N-2	3824.375	1.50	N-58	3823.068	1.50
N-3	3824.085	1.50	N-59	3822.873	1.60
N-4	3823.940	1.50	N-60	3823.643	1.45
N-5	3823.834	1.50	N-61	3823.463	1.40
N-6	3823.662	1.50	N-62	3823.343	1.25

N-7	3823.570	1.50	N-63	3823.163	1.30
N-8	3823.451	1.50	N-64	3823.019	1.35
N-9	3823.372	1.50	N-65	3822.935	1.35
N-10	3823.266	1.50	N-66	3822.815	1.35
N-11	3823.187	1.50	N-67	3823.750	1.30
N-12	3823.082	1.50	N-68	3823.606	1.35
N-13	3822.950	1.50	N-69	3823.498	1.40
N-14	3822.870	1.50	N-70	3823.378	1.40
N-15	3822.758	1.50	N-71	3823.210	1.40
N-16	3822.729	1.50	N-72	3823.156	1.50
N-17	3822.656	1.50	N-73	3823.042	1.50
N-18	3822.634	1.50	N-74	3822.934	1.50
N-19	3822.569	1.60	N-75	3822.868	1.50
N-20	3822.517	1.60	N-76	3823.906	1.40
N-21	3822.475	1.75	N-77	3823.886	1.40
N-22	3822.458	1.80	N-78	3823.786	1.50
N-23	3822.418	1.80	N-79	3823.642	1.50
N-24	3822.346	1.90	N-80	3823.530	1.50
N-25	3822.306	1.90	N-81	3823.410	1.50
N-26	3822.273	1.90	N-82	3823.354	1.50
N-27	3822.224	2.00	N-83	3823.302	1.60
N-28	3822.201	2.00	N-84	3823.242	1.60
N-29	3822.144	2.00	N-85	3823.539	0.90
N-30	3822.095	2.00	N-86	3823.479	1.00
N-31	3822.049	2.10	N-87	3823.323	1.10
N-32	3821.970	2.20	N-88	3823.321	1.20
N-33	3821.930	2.45	N-89	3823.225	1.20
N-34	3821.910	2.40	N-90	3823.153	1.40
N-35	3821.857	2.50	N-91	3823.540	1.40
N-36	3821.831	2.60	N-92	3823.360	1.30
N-37	3821.798	2.50	N-93	3823.240	1.40
N-38	3821.692	2.50	N-94	3823.144	1.40
N-39	3821.663	2.40	N-95	3823.024	1.45
N-40	3821.570	2.50	N-96	3822.892	1.50
N-41	3821.534	2.50	N-97	3822.760	1.50
N-42	3823.401	1.30	N-98	3824.759	1.20
N-43	3823.145	1.45	N-99	3824.647	1.20
N-44	3822.969	1.50	N-100	3824.451	1.20
N-45	3822.825	1.65	N-101	3824.283	1.20
N-46	3822.665	1.75	N-102	3824.129	1.20
N-47	3822.489	1.85	N-103	3824.073	1.20
N-48	3823.429	1.20	N-104	3824.003	1.20
N-49	3823.189	1.40	N-105	3823.905	1.20
N-50	3823.024	1.50	N-106	3823.739	1.50
N-51	3822.889	1.55	N-107	3824.691	1.00
N-52	3822.679	1.65	N-108	3824.491	1.00
N-53	3823.264	1.30	N-109	3824.013	1.50
N-54	3823.026	1.50	N-110	3821.105	2.20
N-55	3822.914	1.60	N-111	3820.795	1.80
N-56	3823.398	1.30			

Fuente: Elaboración propia

4.2.3.3 Vertidos [SECTOR DJC]

La cuenca DJC tiene un punto de vertido al río Coata con una cota de fondo de 3820.740 msnm.

4.2.3.4 Conductos [SECTOR DJC]

Cada conducto está identificado por su nudo de entrada y nudo de salida, la distancia entre estos nudos y el *coeficiente de Manning* es 0.013 (drenes de concreto armado) y 0.011 (drenes de PVC), los datos se muestran en la *Tabla 29*.

Tabla 29: Características de conductos del sector DJC

Nombre	Nudo de Entrada	Nudo de Salida	Longitud	Coef. De Manning
L-1	N-1	N-2	400	0.013
L-2	N-2	N-3	440	0.013
L-3	N-3	N-109	109	0.013
L-4	N-109	N-4	111	0.013
L-5	N-4	N-5	160	0.013
L-6	N-5	N-106	144	0.013
L-7	N-106	N-6	116	0.013
L-8	N-6	N-7	140	0.013
L-9	N-7	N-8	180	0.013
L-10	N-8	N-9	120	0.013
L-11	N-9	N-10	160	0.013
L-12	N-10	N-11	120	0.013
L-13	N-11	N-12	160	0.013
L-14	N-12	N-13	200	0.013
L-15	N-13	N-14	120	0.013
L-16	N-14	N-15	170	0.013
L-17	N-15	N-16	90	0.013
L-18	N-16	N-17	220	0.013
L-19	N-17	N-18	68	0.013
L-20	N-18	N-19	194	0.013
L-21	N-19	N-20	158	0.013
L-22	N-20	N-21	127	0.013
L-23	N-21	N-22	53	0.013
L-24	N-22	N-23	120	0.013
L-25	N-23	N-24	220	0.013
L-26	N-24	N-25	120	0.013
L-27	N-25	N-26	100	0.013
L-28	N-26	N-27	150	0.013
L-29	N-27	N-28	70	0.013
L-30	N-28	N-29	170	0.013
L-31	N-29	N-30	150	0.013
L-32	N-30	N-31	140	0.013
L-33	N-31	N-32	240	0.013
L-34	N-32	N-33	120	0.013
L-35	N-33	N-34	60	0.013
L-36	N-34	N-35	160	0.013
L-37	N-35	N-36	80	0.013
L-38	N-36	N-37	100	0.011
L-39	N-37	N-38	320	0.011
L-40	N-38	N-39	90	0.011
L-41	N-39	N-40	280	0.011
L-42	N-40	N-41	110	0.011
L-43	N-41	N-110	1300	0.011
L-44	N-110	N-111	940	0.011
L-45	N-111	D-1	166	0.011
L-46	N-42	N-43	320	0.013
L-47	N-43	N-44	220	0.013
L-48	N-44	N-45	180	0.013
L-49	N-45	N-46	200	0.013
L-50	N-46	N-47	220	0.013
L-51	N-47	N-40	149	0.013
L-52	N-48	N-49	320	0.013
L-53	N-49	N-50	220	0.013
L-54	N-50	N-51	180	0.013
L-55	N-51	N-52	280	0.013
L-56	N-52	N-39	288	0.013
L-57	N-53	N-54	340	0.013
L-58	N-54	N-55	160	0.013
L-59	N-55	N-33	263	0.013
L-60	N-56	N-57	200	0.013
L-61	N-57	N-58	240	0.013
L-62	N-58	N-59	260	0.013
L-63	N-59	N-36	323	0.013
L-64	N-60	N-61	300	0.013
L-65	N-61	N-62	200	0.013
L-66	N-62	N-63	300	0.013
L-67	N-63	N-64	240	0.013
L-68	N-64	N-65	140	0.013
L-69	N-65	N-66	200	0.013
L-70	N-66	N-29	118	0.013
L-71	N-67	N-68	240	0.013
L-72	N-68	N-69	180	0.013
L-73	N-69	N-70	200	0.013

L-74	N-70	N-71	280	0.013
L-75	N-71	N-72	90	0.013
L-76	N-72	N-73	190	0.013
L-77	N-73	N-74	180	0.013
L-78	N-74	N-75	110	0.013
L-79	N-75	N-27	74	0.013
L-80	N-76	N-77	50	0.013
L-81	N-77	N-78	250	0.013
L-82	N-78	N-79	360	0.013
L-83	N-79	N-80	280	0.013
L-84	N-80	N-81	300	0.013
L-85	N-81	N-82	140	0.013
L-86	N-82	N-83	130	0.013
L-87	N-83	N-84	150	0.013
L-88	N-84	N-72	213	0.013
L-89	N-85	N-86	180	0.013
L-90	N-86	N-87	140	0.013
L-91	N-87	N-21	164	0.013
L-92	N-88	N-89	160	0.013
L-93	N-89	N-90	120	0.013
L-94	N-90	N-19	140	0.013
L-95	N-91	N-92	300	0.013
L-96	N-92	N-93	200	0.013
L-97	N-93	N-94	160	0.013
L-98	N-94	N-95	200	0.013
L-99	N-95	N-96	220	0.013
L-100	N-96	N-97	220	0.013
L-101	N-97	N-18	173	0.013
L-102	N-98	N-99	160	0.013
L-103	N-99	N-100	280	0.013
L-104	N-100	N-101	240	0.013
L-105	N-101	N-102	220	0.013
L-106	N-102	N-103	80	0.013
L-107	N-103	N-104	100	0.013
L-108	N-104	N-105	140	0.013
L-109	N-105	N-106	237	0.013
L-110	N-107	N-108	200	0.013
L-111	N-108	N-109	278	0.013

Fuente: Elaboración propia

4.2.3.5 Secciones [SECTOR DJC]

Los conductos son drenes circulares y rectangulares. Los conductos circulares son de PVC de sección circular con diámetro representado por ‘Geom 1’; los drenes rectangulares cerrados de concreto armado de sección rectangular de altura variable (Geom 1) y ancho variable (Geom 2). Los datos se muestran en la *Tabla 30*.

Tabla 30: Características de secciones del sector DJC

Nombre	Forma	Geom1	Geom2
L-1	RECT_CLOSED	1.20	1.30
L-2	RECT_CLOSED	1.20	1.30
L-3	RECT_CLOSED	1.20	1.30
L-4	RECT_CLOSED	1.20	1.30
L-5	RECT_CLOSED	1.20	1.30
L-6	RECT_CLOSED	1.20	1.30
L-7	RECT_CLOSED	1.20	1.30
L-8	RECT_CLOSED	1.20	1.30
L-9	RECT_CLOSED	1.30	2.00
L-10	RECT_CLOSED	1.30	2.00
L-11	RECT_CLOSED	1.30	2.00
L-12	RECT_CLOSED	1.30	2.00
L-13	RECT_CLOSED	1.30	2.00
L-14	RECT_CLOSED	1.30	2.00
L-15	RECT_CLOSED	1.30	2.00
L-16	RECT_CLOSED	1.30	2.00
L-17	RECT_CLOSED	1.50	2.00
L-18	RECT_CLOSED	1.50	2.00
L-19	RECT_CLOSED	1.50	2.00

L-20	RECT_CLOSED	1.50	2.00
L-21	RECT_CLOSED	1.50	2.00
L-22	RECT_CLOSED	1.50	2.00
L-23	RECT_CLOSED	1.50	2.00
L-24	RECT_CLOSED	1.50	2.00
L-25	RECT_CLOSED	1.80	1.80
L-26	RECT_CLOSED	1.80	1.80
L-27	RECT_CLOSED	1.80	1.80
L-28	RECT_CLOSED	1.80	1.80
L-29	RECT_CLOSED	1.80	1.80
L-30	RECT_CLOSED	1.80	1.80
L-31	RECT_CLOSED	1.80	1.80
L-32	RECT_CLOSED	1.80	1.80
L-33	RECT_CLOSED	1.80	1.80
L-34	RECT_CLOSED	1.80	1.80
L-35	RECT_CLOSED	1.80	1.80
L-36	RECT_CLOSED	1.80	1.80
L-37	RECT_CLOSED	1.80	1.80
L-38	CIRCULAR	1.80	0.00
L-39	CIRCULAR	1.80	0.00
L-40	CIRCULAR	1.80	0.00
L-41	CIRCULAR	1.80	0.00
L-42	CIRCULAR	1.80	0.00
L-43	CIRCULAR	1.80	0.00
L-44	CIRCULAR	1.80	0.00
L-45	CIRCULAR	1.80	0.00
L-46	RECT_CLOSED	1.00	1.00
L-47	RECT_CLOSED	1.00	1.00
L-48	RECT_CLOSED	1.00	1.00
L-49	RECT_CLOSED	1.00	1.00
L-50	RECT_CLOSED	1.00	1.00
L-51	RECT_CLOSED	1.00	1.00
L-52	RECT_CLOSED	1.00	1.00
L-53	RECT_CLOSED	1.00	1.00
L-54	RECT_CLOSED	1.00	1.00
L-55	RECT_CLOSED	1.00	1.00
L-56	RECT_CLOSED	1.00	1.00
L-57	RECT_CLOSED	1.00	1.00
L-58	RECT_CLOSED	1.00	1.00
L-59	RECT_CLOSED	1.00	1.00
L-60	RECT_CLOSED	1.00	1.00
L-61	RECT_CLOSED	1.00	1.00
L-62	RECT_CLOSED	1.00	1.00
L-63	RECT_CLOSED	1.00	1.00
L-64	RECT_CLOSED	1.00	1.00
L-65	RECT_CLOSED	1.00	1.00
L-66	RECT_CLOSED	1.10	1.00
L-67	RECT_CLOSED	1.20	1.20
L-68	RECT_CLOSED	1.20	1.20
L-69	RECT_CLOSED	1.20	1.20
L-70	RECT_CLOSED	1.20	1.20
L-71	RECT_CLOSED	1.00	1.00
L-72	RECT_CLOSED	1.00	1.00
L-73	RECT_CLOSED	1.00	1.00
L-74	RECT_CLOSED	1.10	1.50
L-75	RECT_CLOSED	1.10	1.50
L-76	RECT_CLOSED	1.20	2.00
L-77	RECT_CLOSED	1.20	2.00
L-78	RECT_CLOSED	1.20	2.00
L-79	RECT_CLOSED	1.20	2.00
L-80	RECT_CLOSED	0.90	1.20
L-81	RECT_CLOSED	0.90	1.20
L-82	RECT_CLOSED	0.90	1.20
L-83	RECT_CLOSED	0.90	1.80
L-84	RECT_CLOSED	1.00	1.80
L-85	RECT_CLOSED	1.00	1.80
L-86	RECT_CLOSED	1.00	1.80
L-87	RECT_CLOSED	1.00	1.80
L-88	RECT_CLOSED	1.00	1.80
L-89	RECT_CLOSED	0.60	1.00
L-90	RECT_CLOSED	0.70	0.50
L-91	RECT_CLOSED	0.75	0.50
L-92	RECT_CLOSED	0.75	1.00
L-93	RECT_CLOSED	0.75	1.00
L-94	RECT_CLOSED	1.00	1.20
L-95	RECT_CLOSED	1.00	0.75

L-96	RECT_CLOSED	1.15	0.75
L-97	RECT_CLOSED	1.25	1.00
L-98	RECT_CLOSED	1.30	1.00
L-99	RECT_CLOSED	1.35	1.00
L-100	RECT_CLOSED	1.40	1.00
L-101	RECT_CLOSED	1.45	1.00
L-102	RECT_CLOSED	0.80	1.00
L-103	RECT_CLOSED	0.80	1.00
L-104	RECT_CLOSED	0.90	1.00
L-105	RECT_CLOSED	1.00	1.00
L-106	RECT_CLOSED	1.00	1.20
L-107	RECT_CLOSED	1.10	1.20
L-108	RECT_CLOSED	1.20	1.20
L-109	RECT_CLOSED	1.20	1.20
L-110	RECT_CLOSED	1.00	1.00
L-111	RECT_CLOSED	1.00	1.00

Fuente: Elaboración propia

4.2.4 Datos para el modelamiento del sector DJD

4.2.4.1 Subcuencas [SECTOR DJD]

Las características físicas de las subcuencas utilizadas para el modelamiento del sistema en el software SWMM han sido tomados de los estudios topográficos e hidrológicos. La mayor parte de este sector es zona urbana y comercial, y está completamente habitada, por lo que se asume un porcentaje de impermeabilidad de 90 %, y de 20 % a 80 % en ciertas zonas, dependiendo del uso del suelo. El sector DJD representa el centro de la ciudad, y utiliza el río Torococha como su dren principal, con una pendiente promedio de 0.20 % entre subcuencas. La cuenca DJD se ha dividido en 171 subcuencas que descargan en 169 imbornales (*Tabla 31*).

Tabla 31: Características de subcuencas del sector DJD

Nombre	Salida	Área Total (ha)	Imperm. (%)	Anchura (m)	Pend. (%)
C-1	N-1	12.277	50	316.055	0.10
C-2	N-2	5.280	20	94.957	0.20
C-3	N-3	26.748	50	274.667	0.20
C-4	N-4	15.049	40	204.651	0.20
C-5	N-5	33.418	70	386.202	0.20
C-6	N-6	15.937	40	393.722	0.20
C-7	N-7	12.751	40	195.382	0.20
C-8	N-8	9.558	50	173.681	0.20
C-9	N-9	4.558	75	189.603	0.20
C-10	N-9	8.606	25	198.544	0.20
C-11	N-10	5.243	80	153.552	0.20
C-12	N-11	12.171	80	238.777	0.20
C-13	N-12	3.673	90	144.747	0.20
C-14	N-13	10.159	80	255.703	0.20
C-15	N-14	9.861	85	226.896	0.20
C-16	N-17	8.119	80	131.073	1.50
C-17	N-15	4.986	75	197.341	0.20
C-18	N-20	4.124	90	129.129	0.20
C-19	N-23	6.456	90	142.295	0.20
C-20	N-23	2.779	90	95.497	0.20
C-21	N-24	3.423	90	120.920	0.20
C-22	N-25	4.847	90	127.833	0.20
C-23	N-25	4.618	90	142.950	0.20
C-24	N-27	1.757	90	104.721	0.20
C-25	N-28	4.384	90	168.829	0.20
C-26	N-29	9.824	90	134.933	0.20
C-27	N-31	5.257	90	163.530	0.25
C-28	N-30	1.801	90	80.912	0.20

C-29	N-33	5.457	90	152.010	0.25
C-30	N-33	2.356	90	76.163	0.20
C-31	N-34	6.931	90	263.268	0.20
C-32	N-35	6.428	90	222.163	0.20
C-33	N-35	14.650	90	337.760	0.20
C-34	N-36	7.307	90	224.453	0.20
C-35	N-38	7.038	90	217.677	0.20
C-36	N-39	3.060	90	124.792	0.20
C-37	N-40	4.260	90	134.669	0.20
C-38	N-42	5.370	90	157.459	0.20
C-39	N-43	15.892	30	310.222	0.20
C-40	N-46	5.453	75	146.642	0.20
C-41	N-47	11.751	75	300.661	0.20
C-42	N-48	22.225	70	404.343	0.20
C-43	N-49	9.224	75	189.983	0.20
C-44	N-50	23.145	75	336.324	0.20
C-45	N-51	23.273	75	308.425	0.20
C-46	N-53	3.803	75	126.596	0.20
C-47	N-54	15.740	75	238.194	0.20
C-48	N-55	6.633	75	122.491	0.20
C-49	N-56	14.143	75	243.732	0.20
C-50	N-57	3.617	75	125.660	0.20
C-51	N-57	12.570	75	354.542	0.20
C-52	N-59	4.119	75	111.898	0.20
C-53	N-60	8.960	75	238.816	0.20
C-54	N-61	10.399	60	322.475	0.20
C-55	N-62	6.401	75	234.280	0.20
C-56	N-63	10.171	75	178.868	0.20
C-57	N-64	9.597	75	191.283	0.20
C-58	N-65	39.001	30	282.517	5.00
C-59	N-66	23.537	70	450.275	0.10
C-60	N-67	15.145	60	282.618	0.20
C-61	N-68	14.104	70	243.660	0.20
C-62	N-69	15.848	60	281.484	0.20
C-63	N-70	10.664	70	281.005	0.20
C-64	N-71	16.911	70	289.643	0.20
C-65	N-72	11.792	70	328.128	0.20
C-66	N-73	18.657	70	272.938	0.20
C-67	N-75	32.805	70	423.038	8.00
C-68	N-76	9.777	70	224.501	0.20
C-69	N-76	18.221	70	272.938	0.20
C-70	N-77	14.721	70	219.578	0.20
C-71	N-78	15.559	40	235.877	0.20
C-72	N-79	3.544	90	157.537	0.20
C-73	N-79	5.004	90	198.839	0.20
C-74	N-80	5.476	90	170.132	0.20
C-75	N-80	5.309	90	230.413	0.20
C-76	N-81	5.589	90	174.844	0.20
C-77	N-81	2.075	90	76.992	0.20
C-78	N-82	5.325	90	160.290	0.20
C-79	N-83	6.654	90	143.812	0.20
C-80	N-84	7.223	90	189.166	0.20
C-81	N-85	4.519	90	189.383	0.20
C-82	N-86	6.617	90	158.486	0.20
C-83	N-87	5.441	90	184.342	0.20
C-84	N-88	10.505	90	244.043	0.20
C-85	N-89	6.319	90	187.517	0.20
C-86	N-90	5.746	90	95.628	0.20
C-87	N-91	6.187	90	183.103	0.20
C-88	N-92	6.904	90	186.184	0.20
C-89	N-93	7.823	90	156.670	0.20
C-90	N-94	103.936	5	581.682	20.00
C-91	N-95	20.172	30	323.022	15.00
C-92	N-96	27.950	50	362.531	15.00
C-93	N-97	17.435	30	270.173	12.50
C-94	N-98	5.088	70	124.797	0.20
C-95	N-99	6.702	90	200.148	0.25
C-96	N-100	5.349	70	121.978	5.00
C-97	N-101	5.366	90	196.703	0.25
C-98	N-102	7.109	70	219.233	7.50
C-99	n-103	6.514	90	183.485	0.25
C-100	N-106	11.210	90	203.126	0.20
C-101	N-107	12.940	50	325.691	0.20
C-102	N-108	16.882	90	232.081	0.20
C-103	N-109	3.296	90	120.521	0.20
C-104	N-109	3.756	85	154.687	0.20

C-105	N-110	3.006	90	113.385	0.20
C-106	N-111	3.908	85	144.442	0.20
C-107	N-112	8.932	40	280.000	12.50
C-108	N-113	1.651	90	59.907	0.20
C-109	N-114	9.209	70	190.769	10.00
C-110	N-115	3.126	90	89.080	0.20
C-111	N-116	6.229	90	166.592	0.20
C-112	N-117	3.266	90	91.307	0.20
C-113	N-118	3.084	90	86.671	0.50
C-114	N-119	9.453	90	214.689	0.35
C-115	N-120	3.151	90	98.233	0.50
C-116	N-121	4.503	90	108.864	0.20
C-117	N-122	10.266	90	201.160	0.25
C-118	N-123	0.726	90	85.206	0.20
C-119	N-124	3.815	90	99.471	0.20
C-120	N-125	1.035	90	52.371	0.20
C-121	N-126	18.998	90	435.867	0.20
C-122	n-127	5.579	90	125.912	0.20
C-123	N-128	14.483	90	337.967	0.20
C-124	N-129	3.777	90	116.057	0.20
C-125	N-130	3.787	90	112.561	0.20
C-126	n-131	3.961	90	119.199	17.50
C-127	n-132	8.935	90	166.787	10.00
C-128	N-133	5.707	90	238.893	2.50
C-129	N-134	6.295	90	181.316	0.50
C-130	N-136	1.877	90	102.656	0.20
C-131	N-135	5.610	90	172.746	0.20
C-132	N-137	3.713	90	102.399	0.20
C-133	N-138	4.000	90	183.413	0.20
C-134	N-139	6.902	90	146.107	0.20
C-135	N-140	4.388	90	195.168	0.20
C-136	N-141	6.761	90	229.844	0.20
C-137	N-142	3.890	90	92.511	0.20
C-138	N-143	6.160	75	192.500	0.20
C-139	N-143	7.311	75	233.809	0.20
C-140	N-144	2.841	90	134.026	0.20
C-141	N-144	10.596	75	176.226	0.20
C-142	N-145	5.562	90	131.938	0.20
C-143	N-145	12.405	75	500.000	0.20
C-144	N-146	6.649	90	500.000	0.20
C-145	N-146	5.488	75	131.426	0.20
C-146	N-147	7.833	75	279.875	0.20
C-147	N-148	5.000	90	118.088	0.20
C-148	N-149	3.913	30	120.933	0.20
C-149	N-150	6.687	30	210.840	0.20
C-150	N-151	3.007	90	135.373	0.20
C-151	N-152	1.687	90	74.967	0.20
C-152	N-153	5.538	90	159.254	0.20
C-153	N-154	2.436	90	71.420	0.20
C-154	N-170	7.719	90	170.035	2.50
C-155	N-171	17.089	75	198.472	5.00
C-156	N-155	1.498	90	97.747	25.00
C-157	N-156	3.873	90	105.950	0.50
C-158	N-157	1.738	90	57.561	0.50
C-159	N-158	1.458	90	79.043	0.20
C-160	N-159	28.130	35	302.219	10.00
C-161	N-159	20.044	40	275.530	20.00
C-162	N-160	12.145	70	180.263	0.50
C-163	N-161	12.242	70	349.886	1.00
C-164	N-162	6.887	75	204.150	0.20
C-165	N-164	4.222	40	152.320	10.00
C-166	N-164	0.971	40	68.737	10.00
C-167	N-165	3.557	75	188.600	5.00
C-168	N-166	1.281	85	55.440	5.00
C-169	N-167	5.006	60	223.741	2.50
C-170	N-168	3.318	90	137.912	0.50
C-171	N-169	5.006	60	223.741	2.50

Fuente: Elaboración propia

4.2.4.2 Nudos [SECTOR DJD]

Los nudos son los imbornales por donde se descarga la escorrentía superficial, se asume que la cota de fondo de los nudos es la misma que de los conductos, y su altura es considerada desde la cota de fondo hasta el nivel de la superficie por donde ingresan las aguas pluviales. El dren principal DJD (N1-N8) tiene una cota de fondo inicial de 3819.480 m y final de 3816.543 m, con una pendiente de 0.0005 en todo el dren (Tabla 32).

Tabla 32: Características de nudos del sector DJD

Nombre	Cota del Fondo	Prof. Máxima	Nombre	Cota del Fondo	Prof. Máxima
N-1	3823.497	1.40	N-87	3822.001	1.20
N-2	3823.409	1.40	N-88	3821.893	1.20
N-3	3823.273	1.30	N-89	3821.657	1.30
N-4	3823.153	1.30	N-90	3821.358	1.40
N-5	3823.025	1.30	N-91	3821.208	1.50
N-6	3822.945	1.30	N-92	3820.690	1.70
N-7	3822.857	1.30	N-93	3820.301	1.80
N-8	3822.777	1.30	N-94	3850.825	2.00
N-9	3822.697	1.30	N-95	3845.425	1.50
N-10	3822.617	1.30	N-96	3841.085	1.50
N-11	3822.561	1.30	N-97	3836.485	1.60
N-12	3822.489	1.30	N-98	3831.445	1.35
N-13	3822.409	1.30	N-99	3829.065	1.20
N-14	3822.337	1.30	N-100	3827.945	1.30
N-15	3822.265	1.30	N-101	3824.345	1.50
N-16	3822.193	1.30	N-102	3822.545	1.50
N-17	3822.129	1.20	N-103	3822.233	1.50
N-18	3822.070	1.20	N-104	3821.973	1.50
N-19	3821.891	1.20	N-105	3821.687	1.50
N-20	3821.809	0.00	N-106	3821.425	1.70
N-21	3821.737	1.30	N-107	3821.075	1.70
N-22	3821.692	1.45	N-108	3820.270	1.70
N-23	3821.539	1.40	N-109	3822.125	1.20
N-24	3821.341	1.50	N-110	3821.950	1.40
N-25	3821.257	1.50	N-111	3821.880	1.50
N-26	3821.155	1.60	N-112	3828.786	1.10
N-27	3821.122	1.50	N-113	3827.106	1.10
N-28	3821.088	1.60	N-114	3825.126	1.20
N-29	3821.029	1.50	N-115	3823.086	1.40
N-30	3820.945	1.50	N-116	3822.240	1.60
N-31	3820.893	1.50	N-117	3821.894	1.10
N-32	3820.837	1.50	N-118	3821.514	1.10
N-33	3820.769	1.50	N-119	3821.210	1.10
N-34	3820.675	1.50	N-120	3820.792	1.10
N-35	3820.592	1.40	N-121	3820.682	1.10
N-36	3820.498	1.40	N-122	3820.598	1.10
N-37	3820.423	1.40	N-123	3820.458	1.15
N-38	3820.369	1.40	N-124	3820.374	1.25
N-39	3820.269	1.40	N-125	3820.276	1.32
N-40	3820.165	1.40	N-126	3822.110	1.20
N-41	3820.141	1.50	N-127	3822.040	1.20
N-42	3820.041	1.70	N-128	3821.900	1.20
N-43	3819.968	1.80	N-129	3821.830	1.20
N-44	3819.904	1.80	N-130	3820.822	1.20
N-45	3819.817	2.00	N-131	3858.040	1.10
N-46	3820.876	1.20	N-132	3844.040	1.10
N-47	3820.714	1.20	N-133	3828.640	1.10
N-48	3820.552	1.20	N-134	3823.600	1.10
N-49	3820.390	1.20	N-135	3823.123	1.00
N-50	3820.188	1.20	N-136	3822.968	1.00
N-51	3819.908	1.20	N-137	3822.812	1.00
N-52	3819.869	1.20	N-138	3822.696	1.00
N-53	3819.584	1.30	N-139	3822.216	1.00
N-54	3820.342	1.20	N-140	3823.437	1.00
N-55	3820.060	1.20	N-141	3822.973	1.00

N-56	3820.989	1.25	N-142	3822.509	1.00
N-57	3820.639	1.25	N-143	3823.382	1.20
N-58	3820.482	1.25	N-144	3822.770	1.20
N-59	3820.114	1.25	N-145	3822.592	1.20
N-60	3819.898	1.20	N-146	3822.365	1.20
N-61	3819.628	1.20	N-147	3822.138	1.40
N-62	3821.636	1.00	N-148	3822.008	1.40
N-63	3821.052	1.00	N-149	3821.839	1.40
N-64	3820.702	1.00	N-150	3821.782	1.40
N-65	3821.314	1.25	N-151	3822.983	0.85
N-66	3821.200	1.25	N-152	3822.815	0.80
N-67	3821.086	1.20	N-153	3822.580	0.90
N-68	3820.950	1.30	N-154	3822.344	0.90
N-69	3820.801	1.30	N-155	3824.714	1.20
N-70	3820.674	1.40	N-156	3823.714	1.20
N-71	3820.551	1.65	N-157	3823.594	1.20
N-72	3820.459	2.00	N-158	3823.282	1.20
N-73	3820.269	2.00	N-159	3826.988	1.30
N-74	3820.161	2.00	N-160	3824.908	1.30
N-75	3822.163	0.90	N-161	3824.108	1.30
N-76	3821.827	1.00	N-162	3823.688	1.30
N-77	3821.281	1.30	N-163	3822.953	1.30
N-78	3820.735	1.50	N-164	3827.984	1.50
N-79	3823.009	0.80	N-165	3825.184	1.50
N-80	3822.865	0.80	N-166	3823.599	1.40
N-81	3822.739	0.90	N-167	3823.431	1.20
N-82	3822.631	0.90	N-168	3823.230	1.20
N-83	3822.523	1.00	N-169	3823.062	1.30
N-84	3822.415	1.00	N-170	3827.220	0.90
N-85	3822.253	1.10	N-171	3822.970	1.10
N-86	3822.163	1.10			

Fuente: Elaboración propia

4.2.4.3 Vertidos [SECTOR DJD]

La cuenca DJD tiene tres puntos de vertido al río Torococha como se muestra en la *Tabla 33*.

Tabla 33: Características de vertidos del sector DJD

Nombre	Cota del Fondo	Tipo de Vertido
D-1	3818.900	FREE
D-2	3819.807	FREE
D-3	3819.500	FREE

Fuente: Elaboración propia

4.2.4.4 Conductos [SECTOR DJD]

Cada conducto está identificado por su nudo de entrada y nudo de salida, la distancia entre estos nudos y el coeficiente de Manning que es 0.013 (drenes de concreto armado) y los datos se muestran en la *Tabla 34*.

Tabla 34: Características de conductos del sector DJD

Nombre	Nudo de Entrada	Nudo de Salida	Longitud	Coef. De Manning
L-1	N-1	N-2	220	0.013
L-2	N-2	N-3	340	0.013
L-3	N-3	N-4	300	0.013
L-4	N-4	N-5	320	0.013
L-5	N-5	N-6	200	0.013
L-6	N-6	N-7	220	0.013
L-7	N-7	N-8	200	0.013
L-8	N-8	N-9	200	0.013
L-9	N-9	N-10	200	0.013
L-10	N-10	N-11	140	0.013

L-11	N-11	N-12	180	0.013
L-12	N-12	N-13	200	0.013
L-13	N-13	N-14	180	0.013
L-14	N-14	N-15	180	0.013
L-15	N-15	N-16	85	0.013
L-16	N-16	N-17	75	0.013
L-17	N-17	N-18	70	0.013
L-18	N-18	N-19	199	0.013
L-19	N-19	N-20	91	0.013
L-20	N-20	N-21	80	0.013
L-21	N-21	N-22	50	0.013
L-22	N-22	N-23	170	0.013
L-23	N-23	N-24	220	0.013
L-24	N-24	N-25	160	0.013
L-25	N-25	N-26	196	0.013
L-26	N-26	N-27	64	0.013
L-27	N-27	N-28	66	0.013
L-28	N-28	N-29	114	0.013
L-29	N-29	N-30	160	0.013
L-30	N-30	N-31	100	0.013
L-31	N-31	N-32	109	0.013
L-32	N-32	N-33	131	0.013
L-33	N-33	N-34	180	0.013
L-34	N-34	N-35	160	0.013
L-35	N-35	N-36	180	0.013
L-36	N-36	N-37	145	0.013
L-37	N-37	N-38	115	0.013
L-38	N-38	N-39	180	0.013
L-39	N-39	N-40	200	0.013
L-40	N-40	N-41	47	0.013
L-41	N-41	N-42	193	0.013
L-42	N-42	N-43	140	0.013
L-43	N-43	N-44	123	0.013
L-44	N-44	N-45	167	0.013
L-45	N-45	D-2	20	0.013
L-46	N-46	N-47	200	0.013
L-47	N-47	N-48	200	0.013
L-48	N-48	N-49	200	0.013
L-49	N-49	N-50	360	0.013
L-50	N-50	N-51	500	0.013
L-51	N-51	N-52	70	0.013
L-52	N-52	N-53	190	0.013
L-53	N-53	D-1	456	0.013
L-54	N-54	N-55	300	0.013
L-55	N-55	N-52	203	0.013
L-56	N-56	N-57	200	0.013
L-57	N-57	N-58	90	0.013
L-58	N-58	N-59	210	0.013
L-59	N-59	N-60	160	0.013
L-60	N-60	N-61	200	0.013
L-61	N-61	D-3	95	0.013
L-62	N-62	N-63	500	0.013
L-63	N-63	N-64	300	0.013
L-64	N-64	N-58	189	0.013
L-65	N-65	N-66	200	0.013
L-66	N-66	N-67	200	0.013
L-67	N-67	N-68	240	0.013
L-68	N-68	N-69	260	0.013
L-69	N-69	N-70	220	0.013
L-70	N-70	N-71	220	0.013
L-71	N-71	N-72	160	0.013
L-72	N-72	N-73	335	0.013
L-73	N-73	N-74	125	0.013
L-74	N-74	N-45	400	0.013
L-75	N-75	N-76	160	0.013
L-76	N-76	N-77	260	0.013
L-77	N-77	N-78	260	0.013
L-78	N-78	N-73	222	0.013
L-79	N-79	N-80	160	0.013
L-80	N-80	N-81	140	0.013
L-81	N-81	N-82	120	0.013
L-82	N-82	N-83	120	0.013
L-83	N-83	N-84	120	0.013
L-84	N-84	N-85	180	0.013
L-85	N-85	N-86	100	0.013
L-86	N-86	N-87	180	0.013

L-87	N-87	N-88	120	0.013
L-88	N-88	N-89	220	0.013
L-89	N-89	N-90	280	0.013
L-90	N-90	N-91	140	0.013
L-91	N-91	N-92	240	0.013
L-92	N-92	N-93	180	0.013
L-93	N-93	N-45	224	0.013
L-94	N-94	N-95	120	0.013
L-95	N-95	N-96	140	0.013
L-96	N-96	N-97	200	0.013
L-97	N-97	N-98	240	0.013
L-98	N-98	N-99	340	0.013
L-99	N-99	N-100	160	0.013
L-100	N-100	N-101	200	0.013
L-101	N-101	N-102	200	0.013
L-102	N-102	N-103	120	0.013
L-103	N-103	N-104	100	0.013
L-104	N-104	N-105	110	0.013
L-105	N-105	N-106	150	0.013
L-106	N-106	N-107	200	0.013
L-107	N-107	N-108	460	0.013
L-108	N-108	N-44	209	0.013
L-112	N-112	N-113	120	0.013
L-113	N-113	N-114	220	0.013
L-114	N-114	N-115	120	0.013
L-115	N-115	N-116	200	0.013
L-116	N-116	N-104	366	0.013
L-109	N-109	N-110	140	0.013
L-110	N-110	N-111	120	0.013
L-111	N-111	N-105	90	0.013
L-117	N-117	N-118	200	0.013
L-118	N-118	N-119	160	0.013
L-119	N-119	N-120	220	0.013
L-120	N-120	N-121	300	0.013
L-121	N-121	N-122	120	0.013
L-122	N-122	N-123	200	0.013
L-123	N-123	N-124	120	0.013
L-124	N-124	N-125	140	0.013
L-125	N-125	N-41	50	0.013
L-126	N-126	N-127	140	0.013
L-127	N-127	N-128	280	0.013
L-128	N-128	N-129	140	0.013
L-129	N-129	N-130	240	0.013
L-130	N-130	N-37	207	0.013
L-131	N-131	N-132	200	0.013
L-132	N-132	N-133	220	0.013
L-133	N-133	N-134	420	0.013
L-134	N-134	N-32	322	0.013
L-135	N-135	N-136	160	0.013
L-136	N-136	N-137	160	0.013
L-137	N-137	N-138	120	0.013
L-138	N-138	N-139	160	0.013
L-139	N-139	N-28	180	0.013
L-140	N-140	N-141	160	0.013
L-141	N-141	N-142	160	0.013
L-142	N-142	N-26	160	0.013
L-143	N-143	N-144	120	0.013
L-144	N-144	N-145	220	0.013
L-145	N-145	N-146	280	0.013
L-146	N-146	N-147	280	0.013
L-147	N-147	N-148	160	0.013
L-148	N-148	N-149	160	0.013
L-149	N-149	N-150	120	0.013
L-150	N-150	N-22	111	0.013
L-151	N-151	N-152	120	0.013
L-152	N-152	N-153	140	0.013
L-153	N-153	N-154	140	0.013
L-154	N-154	N-21	124	0.013
L-155	N-155	N-156	100	0.013
L-156	N-156	N-157	100	0.013
L-157	N-157	N-158	260	0.013
L-158	N-158	N-18	269	0.013
L-159	N-159	N-160	160	0.013
L-160	N-160	N-161	200	0.013
L-161	N-161	N-162	140	0.013
L-162	N-162	N-163	245	0.013

L-163	N-163	N-16	246	0.013
L-164	N-164	N-165	100	0.013
L-165	N-165	N-166	100	0.013
L-166	N-166	N-167	100	0.013
L-167	N-167	N-168	120	0.013
L-168	N-168	N-169	100	0.013
L-169	N-169	N-163	65	0.013
L-170	N-170	N-171	500	0.013
L-171	N-171	N-19	282	0.013

Fuente: Elaboración propia

4.2.4.5 Secciones [SECTOR DJD]

Los conductos son drenes cerrados de concreto armado de sección rectangular de altura variable (Geom1) y ancho variable (Geom2), los datos se muestran en la *Tabla 35*.

Tabla 35: Características de secciones del sector DJD

Tabla 35: Características de secciones del sector DJD

Nombre	Forma	Geom1	Geom2	Geom3	Geom4
L-1	TRAPEZOIDAL	1.20	4.00	0.50	0.50
L-2	TRAPEZOIDAL	1.20	4.00	0.50	0.50
L-3	TRAPEZOIDAL	1.20	4.00	0.50	0.50
L-4	TRAPEZOIDAL	1.20	4.00	0.50	0.50
L-5	TRAPEZOIDAL	1.20	4.00	0.50	0.50
L-6	TRAPEZOIDAL	1.20	4.00	0.50	0.50
L-7	TRAPEZOIDAL	1.20	4.00	0.50	0.50
L-8	TRAPEZOIDAL	1.20	3.00	0.50	0.50
L-9	TRAPEZOIDAL	1.20	3.00	0.50	0.50
L-10	TRAPEZOIDAL	1.20	3.00	0.50	0.50
L-11	TRAPEZOIDAL	1.20	4.00	0.50	0.50
L-12	TRAPEZOIDAL	1.20	4.00	0.50	0.50
L-13	TRAPEZOIDAL	1.20	4.00	0.50	0.50
L-14	TRAPEZOIDAL	1.20	4.00	0.50	0.50
L-15	TRAPEZOIDAL	1.20	4.00	0.50	0.50
L-16	TRAPEZOIDAL	1.20	4.00	0.50	0.50
L-17	TRAPEZOIDAL	1.20	4.00	0.50	0.50
L-18	RECT_CLOSED	1.10	3.00	0.00	0.00
L-19	RECT_CLOSED	1.20	3.00	0.00	0.00
L-20	RECT_CLOSED	1.30	3.00	0.00	0.00
L-21	RECT_CLOSED	1.30	3.00	0.00	0.00
L-22	RECT_CLOSED	1.40	3.00	0.00	0.00
L-23	RECT_CLOSED	1.40	3.00	0.00	0.00
L-24	RECT_CLOSED	1.50	4.00	0.00	0.00
L-25	RECT_CLOSED	1.50	4.00	0.00	0.00
L-26	RECT_CLOSED	1.50	4.00	0.00	0.00
L-27	RECT_CLOSED	1.50	4.00	0.00	0.00
L-28	RECT_CLOSED	1.50	4.00	0.00	0.00
L-29	RECT_CLOSED	1.50	4.00	0.00	0.00
L-30	RECT_CLOSED	1.50	4.00	0.00	0.00
L-31	RECT_CLOSED	1.50	4.00	0.00	0.00
L-32	RECT_CLOSED	1.50	4.00	0.00	0.00
L-33	RECT_CLOSED	1.50	4.00	0.00	0.00
L-34	RECT_CLOSED	1.40	4.00	0.00	0.00
L-35	RECT_CLOSED	1.40	4.00	0.00	0.00
L-36	RECT_CLOSED	1.40	4.00	0.00	0.00
L-37	RECT_CLOSED	1.40	4.00	0.00	0.00
L-38	RECT_CLOSED	1.40	4.00	0.00	0.00
L-39	RECT_CLOSED	1.40	4.00	0.00	0.00
L-40	RECT_CLOSED	1.40	4.00	0.00	0.00
L-41	RECT_CLOSED	1.50	4.30	0.00	0.00
L-42	RECT_CLOSED	1.70	4.00	0.00	0.00
L-43	RECT_CLOSED	1.80	4.00	0.00	0.00
L-44	RECT_CLOSED	1.80	4.00	0.00	0.00
L-45	RECT_CLOSED	2.00	4.00	0.00	0.00
L-46	RECT_CLOSED	1.00	1.00	0.00	0.00
L-47	RECT_CLOSED	1.00	1.00	0.00	0.00
L-48	RECT_CLOSED	1.00	1.20	0.00	0.00
L-49	RECT_CLOSED	1.10	1.20	0.00	0.00

L-50	RECT_OPEN	1.10	1.20	0.00	0.00
L-51	RECT_OPEN	1.20	1.20	0.00	0.00
L-52	RECT_OPEN	1.20	1.30	0.00	0.00
L-53	RECT_OPEN	1.30	1.30	0.00	0.00
L-54	RECT_OPEN	1.00	1.00	0.00	0.00
L-55	RECT_OPEN	1.10	1.00	0.00	0.00
L-56	RECT_CLOSED	1.20	0.75	0.00	0.00
L-57	RECT_CLOSED	1.20	0.75	0.00	0.00
L-58	RECT_CLOSED	1.20	1.00	0.00	0.00
L-59	RECT_CLOSED	1.20	1.00	0.00	0.00
L-60	RECT_CLOSED	1.20	1.00	0.00	0.00
L-61	RECT_CLOSED	1.20	1.00	0.00	0.00
L-62	RECT_CLOSED	1.00	0.75	0.00	0.00
L-63	RECT_CLOSED	1.00	1.00	0.00	0.00
L-64	RECT_CLOSED	1.00	1.00	0.00	0.00
L-65	RECT_CLOSED	1.20	1.20	0.00	0.00
L-66	RECT_CLOSED	1.20	1.20	0.00	0.00
L-67	RECT_CLOSED	1.20	1.20	0.00	0.00
L-68	RECT_CLOSED	1.30	1.20	0.00	0.00
L-69	RECT_CLOSED	1.30	1.20	0.00	0.00
L-70	RECT_OPEN	1.40	1.20	0.00	0.00
L-71	RECT_OPEN	1.65	1.20	0.00	0.00
L-72	RECT_OPEN	1.98	1.20	0.00	0.00
L-73	RECT_CLOSED	1.98	1.80	0.00	0.00
L-74	RECT_CLOSED	1.98	1.80	0.00	0.00
L-75	RECT_OPEN	0.86	0.80	0.00	0.00
L-76	RECT_OPEN	1.00	0.80	0.00	0.00
L-77	RECT_OPEN	1.26	0.80	0.00	0.00
L-78	RECT_OPEN	1.40	0.80	0.00	0.00
L-79	RECT_OPEN	0.70	0.88	0.00	0.00
L-80	RECT_OPEN	0.80	0.88	0.00	0.00
L-81	RECT_OPEN	0.85	0.88	0.00	0.00
L-82	RECT_OPEN	0.90	0.88	0.00	0.00
L-83	RECT_OPEN	0.95	0.88	0.00	0.00
L-84	RECT_OPEN	1.00	0.88	0.00	0.00
L-85	RECT_OPEN	1.05	0.88	0.00	0.00
L-86	RECT_OPEN	1.10	0.88	0.00	0.00
L-87	RECT_OPEN	1.15	0.88	0.00	0.00
L-88	RECT_OPEN	1.20	0.88	0.00	0.00
L-89	RECT_OPEN	1.25	0.88	0.00	0.00
L-90	RECT_OPEN	1.35	0.88	0.00	0.00
L-91	RECT_CLOSED	1.50	0.88	0.00	0.00
L-92	RECT_CLOSED	1.70	0.88	0.00	0.00
L-93	RECT_CLOSED	1.80	0.88	0.00	0.00
L-94	CIRCULAR	0.70	0.00	0.00	0.00
L-95	RECT_CLOSED	0.70	1.00	0.00	0.00
L-96	RECT_CLOSED	0.90	1.00	0.00	0.00
L-97	RECT_CLOSED	1.00	1.20	0.00	0.00
L-98	RECT_CLOSED	1.20	1.30	0.00	0.00
L-99	RECT_CLOSED	1.20	1.30	0.00	0.00
L-100	RECT_CLOSED	1.30	1.50	0.00	0.00
L-101	RECT_CLOSED	1.50	2.00	0.00	0.00
L-102	RECT_CLOSED	1.50	2.00	0.00	0.00
L-103	RECT_CLOSED	1.50	2.00	0.00	0.00
L-104	RECT_CLOSED	1.50	2.00	0.00	0.00
L-105	RECT_CLOSED	1.50	2.00	0.00	0.00
L-106	RECT_CLOSED	1.70	2.00	0.00	0.00
L-107	RECT_CLOSED	1.70	2.00	0.00	0.00
L-108	RECT_CLOSED	1.70	2.00	0.00	0.00
L-112	RECT_CLOSED	1.00	1.00	0.00	0.00
L-113	RECT_CLOSED	1.00	1.00	0.00	0.00
L-114	RECT_CLOSED	1.20	1.00	0.00	0.00
L-115	RECT_CLOSED	1.30	1.00	0.00	0.00
L-116	RECT_CLOSED	1.50	1.10	0.00	0.00
L-109	RECT_CLOSED	1.15	1.00	0.00	0.00
L-110	RECT_CLOSED	1.30	1.00	0.00	0.00
111	RECT_CLOSED	1.50	1.00	0.00	0.00
L-117	RECT_CLOSED	1.00	1.50	0.00	0.00
L-118	RECT_CLOSED	1.00	1.50	0.00	0.00
L-119	RECT_CLOSED	1.00	1.50	0.00	0.00
L-120	RECT_CLOSED	1.00	1.50	0.00	0.00
L-121	RECT_CLOSED	1.00	2.00	0.00	0.00
L-122	RECT_CLOSED	1.00	2.00	0.00	0.00
L-123	RECT_CLOSED	1.15	2.00	0.00	0.00
L-124	RECT_CLOSED	1.25	2.00	0.00	0.00
L-125	RECT_CLOSED	1.32	2.00	0.00	0.00

L-126	RECT_CLOSED	1.20	1.10	0.00	0.00
L-127	RECT_CLOSED	1.20	1.10	0.00	0.00
L-128	RECT_CLOSED	1.20	1.10	0.00	0.00
L-129	RECT_CLOSED	1.20	1.20	0.00	0.00
L-130	RECT_CLOSED	1.20	1.20	0.00	0.00
L-131	RECT_CLOSED	1.00	0.50	0.00	0.00
L-132	RECT_CLOSED	1.00	0.50	0.00	0.00
L-133	RECT_CLOSED	1.00	0.50	0.00	0.00
L-134	RECT_CLOSED	1.00	0.60	0.00	0.00
L-135	RECT_CLOSED	0.90	1.50	0.00	0.00
L-136	RECT_CLOSED	0.90	1.50	0.00	0.00
L-137	RECT_CLOSED	0.90	1.50	0.00	0.00
L-138	RECT_CLOSED	0.90	1.50	0.00	0.00
L-139	RECT_CLOSED	0.90	1.50	0.00	0.00
L-140	RECT_CLOSED	1.00	0.50	0.00	0.00
L-141	RECT_CLOSED	1.00	0.50	0.00	0.00
L-142	RECT_CLOSED	1.00	0.50	0.00	0.00
L-143	RECT_CLOSED	1.20	0.90	0.00	0.00
L-144	RECT_CLOSED	1.20	1.00	0.00	0.00
L-145	RECT_CLOSED	1.20	1.00	0.00	0.00
L-146	RECT_CLOSED	1.20	1.00	0.00	0.00
L-147	RECT_CLOSED	1.40	1.10	0.00	0.00
L-148	RECT_CLOSED	1.40	1.10	0.00	0.00
L-149	RECT_CLOSED	1.40	1.10	0.00	0.00
L-150	RECT_CLOSED	1.40	1.10	0.00	0.00
L-151	RECT_CLOSED	0.70	1.10	0.00	0.00
L-152	RECT_CLOSED	0.70	1.10	0.00	0.00
L-153	RECT_CLOSED	0.80	1.30	0.00	0.00
L-154	RECT_CLOSED	0.80	1.30	0.00	0.00
L-155	RECT_CLOSED	1.00	1.00	0.00	0.00
L-156	RECT_CLOSED	1.00	1.00	0.00	0.00
L-157	RECT_CLOSED	1.00	1.00	0.00	0.00
L-158	RECT_CLOSED	1.00	1.00	0.00	0.00
L-159	RECT_CLOSED	1.20	1.00	0.00	0.00
L-160	RECT_CLOSED	1.20	1.20	0.00	0.00
L-161	RECT_CLOSED	1.20	1.20	0.00	0.00
L-162	RECT_CLOSED	1.20	1.20	0.00	0.00
L-163	RECT_CLOSED	1.20	1.30	0.00	0.00
L-164	CIRCULAR	0.55	0.00	0.00	0.00
L-165	CIRCULAR	0.55	0.00	0.00	0.00
L-166	RECT_CLOSED	1.00	1.00	0.00	0.00
L-167	RECT_CLOSED	1.10	1.00	0.00	0.00
L-168	RECT_CLOSED	1.20	1.00	0.00	0.00
L-169	RECT_CLOSED	1.20	1.20	0.00	0.00
L-170	RECT_CLOSED	0.80	1.10	0.00	0.00
L-171	RECT_CLOSED	1.00	2.00	0.00	0.00

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO V

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Entre los resultados numéricos obtenidos en el modelamiento con el programa SWMM se tienen:

- Opciones de Análisis. Son los parámetros utilizados para el modelamiento que contienen los datos de las condiciones iniciales de análisis del modelamiento.
- Escorrentía Superficial. Muestra los resultados del módulo hidrológico de la cuenca.
- Cálculo Hidráulico. Muestra los resultados del módulo hidráulico de la cuenca.
- Resumen de Escorrentía en Subcuencas. Muestra los resultados del módulo hidrológico de las subcuencas.
- Resumen de Nivel en Nudos. Muestra los resultados de los niveles de flujo de las aguas.
- Resumen de Aporte en Nudos. Muestra los resultados de gasto y volumen lateral y total.
- Resumen de Inundación en Nudos. Muestra el tiempo de inundación, el caudal máximo, el instante en que sucede y el volumen total inundado en nudos.
- Resumen de Vertidos. Muestra resultados de los caudales y volumen en vertidos.
- Resumen de Caudal en Líneas. Muestra resultados de caudales máximos, el instante en que ocurre, velocidad máxima y caudal máximo.

Con los datos obtenidos en el Estudio Topográfico y los resultados del modelamiento del sistema en el SWMM, en el **Anexo 7** se detallan en 18 planos los alineamientos horizontales de los drenes más importantes de los cuatro sectores y sus respectivas secciones.

5.1 Resultados obtenidos del sector DJA

Los resultados obtenidos mediante el software SWMM correspondientes al sector DJA se muestran en las siguientes tablas:

Tabla 36: Escorrentía superficial del sector DJA

	Volumen ha·m	Altura mm
***** [Escorrentía Superficial] - DJA *****		
Precipitación Total	20.417	39.340
Pérdidas Evaporación	0.000	0.000
Pérdidas Infiltración	2.874	5.538
Escorrentía Superficial ..	15.749	30.346
Almacen. Final en Sup. ...	1.834	3.534
% Error Continuidad	-0.199	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 37: Cálculo hidráulico del sector DJA

	Volumen ha·m	Volumen 10 ³ m3
***** [Cálculo Hidráulico] - DJA *****		
Aporte Tiempo Seco	0.000	0.000
Aporte Tiempo Lluvia	15.602	156.024
Aporte Ag. Subterránea ...	0.000	0.000
Aportes dep. Lluvia	0.000	0.000
Aportes Externos	0.000	0.000
Descargas Externas	9.684	96.842
Descargas Internas	5.119	51.190
Perdidas Almacenamiento ...	0.000	0.000
Vol. Almacenado Inicial ..	0.000	0.001
Vol. Almacenado Final	0.816	8.159
% Error Continuidad	-0.106	

Fuente: Elaboración propia

Según los resultados analizados con una serie temporal de 6 horas, con una precipitación total de 39.340 mm, en la *Tabla 38* se muestra la infiltración total por subcuenca (mm) y por consiguiente la escorrentía total (mm). Con las características físicas de las subcuencas el software calcula el coeficiente de escorrentía.

Tabla 38: Resumen de escorrentía en subcuencas del sector DJA

Subcuenca	Precip Total mm	Infil Total mm	Escor. Total mm	Escor. Total 10 ⁶ L	Escor. Punta LPS	Coef. Escor.
C-1	39.340	3.421	32.505	2.183	391.390	0.826
C-2	39.340	3.418	32.847	1.878	341.017	0.835
C-3	39.340	3.421	32.520	2.254	404.436	0.827
C-4	39.340	3.428	31.564	3.088	535.748	0.802
C-5	39.340	3.421	32.503	1.935	346.988	0.826
C-6	39.340	3.419	32.825	1.920	348.405	0.834
C-7	39.340	3.421	32.515	1.771	317.631	0.827
C-8	39.340	2.566	33.154	2.580	460.002	0.843
C-9	39.340	2.568	32.782	2.303	405.180	0.833
C-10	39.340	2.569	32.571	2.990	522.140	0.828
C-11	39.340	2.570	32.379	2.578	447.261	0.823
C-12	39.340	2.567	32.896	2.079	367.281	0.836
C-13	39.340	2.565	33.488	1.923	347.112	0.851
C-14	39.340	2.568	32.731	3.012	528.958	0.832
C-15	39.340	2.568	32.790	2.445	430.258	0.833
C-16	39.340	4.645	26.352	3.692	583.039	0.670

C-17	39.340	2.565	33.344	2.192	393.510	0.848
C-18	39.340	2.567	32.968	1.640	290.373	0.838
C-19	39.340	2.565	33.322	2.236	401.047	0.847
C-20	39.340	2.571	32.121	1.228	211.056	0.816
C-21	39.340	2.571	31.924	2.518	429.895	0.811
C-22	39.340	2.573	31.556	2.941	495.652	0.802
C-23	39.340	9.832	27.547	1.619	298.763	0.700
C-24	39.340	9.833	26.973	4.000	716.900	0.686
C-25	39.340	9.831	28.045	0.916	171.175	0.713
C-26	39.340	9.829	28.396	0.683	127.434	0.722
C-27	39.340	9.832	27.807	1.239	230.451	0.707
C-28	39.340	9.830	28.328	0.817	152.529	0.720
C-29	39.340	9.832	27.691	1.630	302.287	0.704
C-30	39.340	9.833	27.509	1.401	258.111	0.699
C-31	39.340	9.833	27.425	1.467	269.234	0.697
C-32	39.340	9.832	27.664	2.034	376.814	0.703
C-33	39.340	9.832	27.777	0.623	115.839	0.706
C-34	39.340	9.831	28.026	1.608	300.334	0.712
C-35	39.340	9.835	14.220	0.328	29.400	0.361
C-36	39.340	9.832	27.863	1.038	193.421	0.708
C-37	39.340	9.833	27.319	3.228	589.552	0.694
C-38	39.340	9.832	27.901	0.394	73.403	0.709
C-39	39.340	9.832	27.876	1.160	216.110	0.709
C-40	39.340	2.568	32.839	2.128	375.049	0.835
C-41	39.340	2.566	33.228	2.427	433.739	0.845
C-42	39.340	2.565	33.363	1.533	275.457	0.848
C-43	39.340	2.562	33.891	0.934	171.301	0.861
C-44	39.340	2.569	32.461	2.732	475.186	0.825
C-45	39.340	2.570	32.330	1.885	326.448	0.822
C-46	39.340	2.568	32.736	2.354	413.501	0.832
C-47	39.340	2.580	29.043	1.129	172.904	0.738
C-48	39.340	2.567	32.985	2.262	400.875	0.838
C-49	39.340	2.567	32.886	1.244	219.657	0.836
C-50	39.340	2.567	33.079	1.867	331.910	0.841
C-51	39.340	2.566	33.170	1.373	244.875	0.843
C-52	39.340	2.566	33.308	1.496	268.229	0.847
C-53	39.340	2.561	34.129	0.892	165.235	0.868
C-54	39.340	2.568	32.703	2.845	499.083	0.831
C-55	39.340	2.568	32.675	1.680	294.464	0.831
C-56	39.340	2.569	32.451	2.945	512.119	0.825
C-57	39.340	2.565	33.435	0.717	129.059	0.850
C-58	39.340	6.330	30.107	2.733	494.879	0.765
C-59	39.340	6.333	29.888	2.230	400.578	0.760
C-60	39.340	6.359	27.214	1.278	203.535	0.692
C-61	39.340	2.561	34.106	0.881	163.126	0.867
C-62	39.340	2.565	33.487	1.363	245.984	0.851
C-63	39.340	2.580	28.992	1.358	207.571	0.737
C-64	39.340	2.565	33.405	1.730	311.214	0.849
C-65	39.340	2.568	32.773	2.352	413.652	0.833
C-66	39.340	2.569	32.615	1.984	347.041	0.829
C-67	39.340	2.569	32.409	3.088	536.271	0.824
C-68	39.340	2.572	31.771	2.340	397.455	0.808
C-69	39.340	9.833	27.070	3.783	681.793	0.688
C-70	39.340	9.831	27.963	1.817	339.143	0.711
C-71	39.340	9.833	27.287	2.936	535.438	0.694
C-72	39.340	9.832	27.844	1.695	315.697	0.708
C-73	39.340	9.830	28.228	0.620	115.965	0.718
C-74	39.340	9.834	25.938	3.302	552.310	0.659
C-75	39.340	9.832	27.775	1.547	287.623	0.706
C-76	39.340	9.831	28.080	0.718	134.173	0.714
C-77	39.340	9.832	27.852	1.133	210.993	0.708
C-78	39.340	9.833	27.430	1.262	231.784	0.697
C-79	39.340	9.832	27.875	1.529	284.981	0.709
C-80	39.340	9.832	27.845	0.975	181.607	0.708
C-81	39.340	9.833	27.097	3.225	582.225	0.689
C-82	39.340	9.832	27.806	1.082	201.253	0.707
C-83	39.340	9.832	27.832	1.459	271.726	0.707
C-84	39.340	9.832	27.847	1.060	197.498	0.708
Sistema	39.340	5.538	30.346	157.494	27974.740	0.771

Fuente: Elaboración propia

En la *Tabla 39* se muestra el nivel de aguas medio y máximo alcanzado, con respecto a la cota de rasante del canal se obtiene la cota del calado crítico mostrando el instante en el que ocurre, siendo el intervalo de precipitación máxima diaria de 6 horas.

Tabla 39: Resumen de nivel en nudos del sector DJA

Nudo	Tipo	Nivel	Nivel	Altura	Instante
		Medio Metros	Máximo Metros	Máxima Metros	Niv. Máx. hh:mm
N-1	JUNCTION	0.31	0.75	3824.37	04:00
N-2	JUNCTION	0.52	1.10	3824.22	03:34
N-3	JUNCTION	0.57	1.10	3824.02	03:31
N-4	JUNCTION	0.63	1.10	3823.74	03:30
N-5	JUNCTION	0.65	1.14	3823.65	03:32
N-6	JUNCTION	0.70	1.20	3823.62	03:31
N-7	JUNCTION	0.70	1.21	3823.60	03:31
N-8	JUNCTION	0.75	1.20	3823.25	03:29
N-9	JUNCTION	0.77	1.20	3823.16	03:29
N-10	JUNCTION	0.75	1.32	3822.96	04:00
N-11	JUNCTION	0.88	1.49	3822.86	04:00
N-12	JUNCTION	1.05	1.64	3822.64	03:36
N-13	JUNCTION	1.06	1.65	3822.63	03:35
N-14	JUNCTION	1.35	2.05	3822.57	03:32
N-15	JUNCTION	1.43	2.05	3822.21	03:32
N-16	JUNCTION	1.48	2.10	3822.02	03:32
N-17	JUNCTION	1.42	1.98	3821.51	03:33
N-18	JUNCTION	1.39	1.81	3821.04	04:00
N-19	JUNCTION	1.16	1.47	3820.18	04:01
N-20	JUNCTION	0.28	0.60	3822.73	03:25
N-21	JUNCTION	0.43	0.70	3822.61	03:22
N-22	JUNCTION	0.51	0.80	3822.47	03:19
N-23	JUNCTION	0.51	0.80	3822.38	03:22
N-24	JUNCTION	0.56	0.85	3822.34	03:22
N-25	JUNCTION	0.62	0.94	3822.31	03:26
N-26	JUNCTION	0.51	0.84	3822.31	03:26
N-27	JUNCTION	0.67	1.00	3822.29	03:26
N-28	JUNCTION	0.69	1.00	3822.26	03:24
N-29	JUNCTION	0.74	1.09	3822.23	04:00
N-30	JUNCTION	0.85	1.20	3821.98	03:30
N-31	JUNCTION	1.04	1.52	3822.02	03:34
N-32	JUNCTION	1.33	1.85	3821.95	03:32
N-33	JUNCTION	0.35	0.89	3822.62	03:40
N-34	JUNCTION	0.49	1.09	3822.60	04:01
N-35	JUNCTION	0.64	1.27	3822.54	04:01
N-36	JUNCTION	0.88	1.50	3822.39	04:00
N-37	JUNCTION	1.04	1.60	3822.25	03:37
N-38	JUNCTION	1.15	1.74	3822.24	03:37
N-39	JUNCTION	1.28	1.80	3822.13	03:31
N-40	JUNCTION	0.24	0.51	3823.62	04:00
N-41	JUNCTION	0.43	0.70	3823.47	03:25
N-42	JUNCTION	0.51	0.70	3823.15	03:19
N-43	JUNCTION	0.50	0.70	3823.04	03:19
N-44	JUNCTION	0.52	0.70	3823.00	03:19
N-45	JUNCTION	0.58	0.80	3823.01	03:28
N-46	JUNCTION	0.63	0.86	3822.90	04:00
N-47	JUNCTION	0.69	0.93	3822.86	04:00
N-48	JUNCTION	0.21	0.50	3823.63	03:52
N-49	JUNCTION	0.35	0.70	3823.57	03:49
N-50	JUNCTION	0.38	0.70	3823.42	03:34
N-51	JUNCTION	0.49	0.80	3823.29	03:29
N-52	JUNCTION	0.61	0.90	3823.08	03:26
N-53	JUNCTION	0.70	1.00	3822.91	03:26
N-54	JUNCTION	0.74	1.07	3822.92	03:34
N-55	JUNCTION	0.78	1.15	3822.85	03:34
N-56	JUNCTION	0.89	1.27	3822.82	03:34
N-57	JUNCTION	0.92	1.30	3822.79	03:34
N-58	JUNCTION	1.00	1.38	3822.74	03:33
N-59	JUNCTION	0.73	0.99	3822.82	03:59
N-60	JUNCTION	0.74	1.00	3822.82	03:30
N-61	JUNCTION	0.77	1.00	3822.67	03:23
N-62	JUNCTION	0.84	1.12	3822.70	04:00
N-63	JUNCTION	0.95	1.30	3822.71	03:33

N-64	JUNCTION	1.05	1.42	3822.72	03:33
N-65	JUNCTION	1.10	1.50	3822.64	03:30
N-66	JUNCTION	1.12	1.54	3822.63	03:34
N-67	JUNCTION	1.16	1.60	3822.57	03:35
N-68	JUNCTION	1.20	1.66	3822.51	03:35
N-69	JUNCTION	1.31	1.80	3822.41	03:32
D-1	OUTFALL	0.91	1.16	3819.66	04:01

Fuente: Elaboración propia

En la *Tabla 40* se muestran el aporte lateral y total (acumulado) máximos de agua por nudo, expresados en LPS (caudal) y L (volumen). Además, se ha calculado el instante en el que ocurre el aporte máximo.

Tabla 40: Resumen de aporte en nudos del sector DJA

Nudo	Tipo	Aporte Lateral	Aporte Total	Instante de Aporte	Volumen Aporte Lateral	Volumen Aporte Total
		Máximo LPS	Máximo LPS	Máximo hh:mm	10 ⁶ L	10 ⁶ L
N-1	JUNCTION	732.30	732.30	03:59	4.028	4.026
N-2	JUNCTION	940.02	1666.57	04:00	5.293	9.293
N-3	JUNCTION	346.93	1691.78	03:59	1.919	10.813
N-4	JUNCTION	665.93	2010.78	03:59	3.661	13.798
N-5	JUNCTION	0.00	1612.53	03:29	0.000	12.113
N-6	JUNCTION	865.04	2217.98	03:29	4.840	16.922
N-7	JUNCTION	0.00	2191.27	03:30	0.000	16.563
N-8	JUNCTION	0.00	2081.38	03:29	0.000	16.504
N-9	JUNCTION	969.22	2886.11	03:59	5.514	21.892
N-10	JUNCTION	714.28	3047.43	03:30	3.968	23.011
N-11	JUNCTION	959.05	3614.60	03:31	5.406	28.301
N-12	JUNCTION	0.00	3347.97	03:32	0.000	28.139
N-13	JUNCTION	976.36	4162.77	03:59	5.814	33.839
N-14	JUNCTION	290.32	7205.09	03:31	1.625	62.240
N-15	JUNCTION	400.99	7786.98	03:30	2.217	76.782
N-16	JUNCTION	211.01	8873.87	03:30	1.215	91.706
N-17	JUNCTION	374.98	8534.81	03:30	2.108	93.244
N-18	JUNCTION	925.35	8872.19	03:33	5.399	98.082
N-19	JUNCTION	0.00	8595.73	04:00	0.000	97.389
N-20	JUNCTION	298.73	298.73	03:59	1.606	1.606
N-21	JUNCTION	716.78	1014.60	03:59	3.963	5.559
N-22	JUNCTION	298.60	646.58	03:59	1.588	5.390
N-23	JUNCTION	0.00	588.23	03:19	0.000	4.891
N-24	JUNCTION	382.96	844.08	03:22	2.041	6.911
N-25	JUNCTION	302.26	944.16	03:23	1.617	7.436
N-26	JUNCTION	258.08	258.08	03:59	1.390	1.389
N-27	JUNCTION	0.00	1018.88	03:23	0.000	8.789
N-28	JUNCTION	269.20	1254.55	03:59	1.455	10.206
N-29	JUNCTION	492.61	1406.86	03:23	2.636	11.108
N-30	JUNCTION	329.70	1590.77	03:25	1.914	12.965
N-31	JUNCTION	782.88	1968.63	03:26	4.231	13.011
N-32	JUNCTION	289.49	1974.34	03:28	1.542	14.413
N-33	JUNCTION	433.67	433.67	03:59	2.406	2.405
N-34	JUNCTION	446.69	896.39	03:42	2.447	4.841
N-35	JUNCTION	801.48	1633.79	04:00	4.571	9.377
N-36	JUNCTION	586.28	2167.31	04:00	3.445	12.747
N-37	JUNCTION	620.43	2774.59	04:00	3.475	16.117
N-38	JUNCTION	0.00	2002.12	03:59	0.000	14.828
N-39	JUNCTION	576.69	2578.80	03:59	3.211	17.923
N-40	JUNCTION	433.40	433.40	03:59	2.369	2.368
N-41	JUNCTION	793.41	1223.29	04:00	4.482	6.835
N-42	JUNCTION	641.06	1234.80	03:59	3.627	9.075
N-43	JUNCTION	0.00	753.84	03:19	0.000	7.154
N-44	JUNCTION	0.00	809.84	04:01	0.000	7.302
N-45	JUNCTION	895.31	1112.82	03:19	4.922	9.539
N-46	JUNCTION	0.00	1072.00	03:20	0.000	9.323
N-47	JUNCTION	203.50	1088.62	03:21	1.262	10.534
N-48	JUNCTION	409.05	409.05	03:59	2.227	2.226
N-49	JUNCTION	518.67	925.18	04:00	3.053	5.267
N-50	JUNCTION	0.00	812.28	03:45	0.000	5.108
N-51	JUNCTION	760.56	1324.67	03:59	4.296	8.914
N-52	JUNCTION	933.54	1754.20	03:59	5.373	13.075

N-53	JUNCTION	0.00	1148.82	03:25	0.000	10.569
N-54	JUNCTION	1020.81	1721.11	03:25	5.553	14.384
N-55	JUNCTION	0.00	1660.16	03:25	0.000	14.339
N-56	JUNCTION	851.04	2159.61	03:27	4.594	18.863
N-57	JUNCTION	0.00	2107.32	03:28	0.000	18.798
N-58	JUNCTION	115.96	2177.87	03:28	0.616	19.352
N-59	JUNCTION	552.21	552.21	04:00	3.265	3.264
N-60	JUNCTION	0.00	1477.94	04:00	0.000	13.750
N-61	JUNCTION	0.00	1869.31	04:00	0.000	14.855
N-62	JUNCTION	421.77	1345.86	03:22	2.248	9.058
N-63	JUNCTION	442.73	1521.85	03:24	2.376	9.719
N-64	JUNCTION	0.00	3234.66	03:27	0.000	28.324
N-65	JUNCTION	0.00	3078.13	03:27	0.000	28.141
N-66	JUNCTION	466.56	3323.21	03:28	2.486	29.241
N-67	JUNCTION	0.00	3214.83	03:29	0.000	29.132
N-68	JUNCTION	783.37	3628.51	03:29	4.270	33.242
N-69	JUNCTION	469.19	3771.62	03:30	2.501	35.486
D-1	OUTFALL	0.00	8593.68	04:01	0.000	96.841

Fuente: Elaboración propia

En la *Tabla 41* se muestra el tiempo de inundación en los nudos críticos, así como el caudal máximo en cada uno de ellos y el instante en el que sucede la máxima inundación y la cantidad de agua que sobresa a la superficie.

Tabla 41: Resumen de inundación en nudos del sector DJA

Nudo	Horas Inundado	Caudal Máximo LPS	Instante en que sucede el Máximo hh:mm	Volumen Total Inund. 10 ⁶ L
N-2	0.48	321.69	04:00	0.342
N-3	0.64	346.91	04:00	0.628
N-4	0.85	715.90	04:00	1.633
N-6	0.62	242.94	04:00	0.340
N-8	0.33	197.75	03:29	0.049
N-9	1.05	1333.30	04:00	2.767
N-21	1.28	666.62	04:00	1.716
N-22	0.99	187.39	03:59	0.466
N-24	1.20	416.43	03:59	1.066
N-28	1.13	726.17	04:00	1.714
N-30	1.52	1372.40	04:00	4.099
N-37	0.59	772.38	04:00	1.184
N-39	1.05	2035.92	04:00	4.952
N-41	0.95	629.54	04:00	1.323
N-42	1.45	574.87	04:00	1.868
N-44	1.69	809.84	04:01	2.665
N-45	0.16	23.46	04:00	0.005
N-49	0.28	173.16	04:00	0.124
N-50	0.70	248.17	03:45	0.455
N-51	0.97	503.98	04:00	1.145
N-52	1.29	816.05	04:00	2.405
N-53	0.93	797.12	04:00	1.670
N-60	0.87	274.64	04:00	0.442
N-61	1.95	1869.31	04:00	8.511
N-65	0.72	703.23	03:36	1.253
N-69	1.33	2740.42	04:00	8.320

Fuente: Elaboración propia

En la *Tabla 42* se muestra el caudal medio y máximo del punto de descarga de la cuenca DJA, y el volumen total que descarga al río Coata.

Tabla 42: Resumen de vertidos del sector DJA

Nudo de Vertido	Frec. Vertido % Porc.	Caudal Medio LPS	Caudal Máximo LPS	Caudal Total 10 ⁶ L
-----------------	-----------------------	------------------	-------------------	--------------------------------

D-1	98.390	6377.850	8593.680	96.841
Sistema	98.390	6377.850	8593.680	96.841

Fuente: Elaboración propia

En la *Tabla 43* se muestra el resumen de caudal máximo en los conductos del sistema y la velocidad máxima respectivamente.

Tabla 43: Resumen de caudal en líneas del sector DJA

Línea	Tipo	Caudal Máximo LPS	Instante Caudal Máx hh:mm	Velocidad Máxima m/s	Caudal Máximo/ Lleno	Nivel Máximo/ Lleno
L-1	CONDUIT	728.16	04:00	0.76	0.61	0.88
L-2	CONDUIT	1344.85	04:02	1.12	1.00	1.00
L-3	CONDUIT	1344.85	04:11	1.12	1.00	1.00
L-4	CONDUIT	1612.53	03:29	1.26	1.06	1.00
L-5	CONDUIT	1573.72	03:29	1.11	0.82	0.98
L-6	CONDUIT	2191.27	03:30	1.48	1.16	1.00
L-7	CONDUIT	2081.38	03:29	1.38	1.09	1.00
L-8	CONDUIT	1921.31	04:29	1.25	1.00	1.00
L-9	CONDUIT	2505.83	03:29	1.70	1.31	1.00
L-10	CONDUIT	2892.18	03:31	1.42	0.84	0.99
L-11	CONDUIT	3347.97	03:32	1.45	0.84	1.00
L-12	CONDUIT	3266.29	04:08	1.23	0.70	0.97
L-13	CONDUIT	4162.24	04:01	1.34	0.82	0.96
L-14	CONDUIT	6485.60	03:31	1.85	1.11	1.00
L-15	CONDUIT	7031.34	03:30	1.82	1.06	1.00
L-16	CONDUIT	8255.13	03:30	2.14	1.25	1.00
L-17	CONDUIT	8198.94	03:31	2.13	1.24	1.00
L-18	CONDUIT	8595.73	04:00	2.41	1.30	0.91
L-19	CONDUIT	8593.68	04:01	2.97	1.30	0.73
L-20	CONDUIT	303.33	03:27	0.53	0.67	1.00
L-21	CONDUIT	403.57	03:19	0.75	0.89	1.00
L-22	CONDUIT	588.23	03:19	0.98	1.30	1.00
L-23	CONDUIT	561.30	03:22	0.67	0.79	1.00
L-24	CONDUIT	736.84	03:23	0.77	0.86	1.00
L-25	CONDUIT	888.74	03:23	0.81	0.76	0.97
L-26	CONDUIT	258.06	04:00	0.28	0.24	0.92
L-27	CONDUIT	985.79	04:00	0.99	0.93	1.00
L-28	CONDUIT	1062.98	03:23	1.09	1.01	1.00
L-29	CONDUIT	1343.21	03:25	1.34	1.12	1.00
L-30	CONDUIT	1416.56	03:26	1.09	0.82	1.00
L-31	CONDUIT	1740.14	03:28	1.10	0.69	0.97
L-32	CONDUIT	1714.98	03:28	0.92	0.59	1.00
L-33	CONDUIT	497.59	03:42	0.59	0.41	0.94
L-34	CONDUIT	879.42	03:42	0.86	0.59	0.97
L-35	CONDUIT	1597.00	04:05	0.98	0.68	0.99
L-36	CONDUIT	2160.36	04:01	0.96	0.76	1.00
L-37	CONDUIT	2002.12	03:59	0.89	0.65	1.00
L-38	CONDUIT	2002.11	04:00	0.79	0.60	1.00
L-39	CONDUIT	1421.77	04:36	0.58	0.30	1.00
L-40	CONDUIT	430.67	04:00	0.71	0.73	0.86
L-41	CONDUIT	663.69	03:24	0.97	1.12	1.00
L-42	CONDUIT	753.84	03:19	1.11	1.27	1.00
L-43	CONDUIT	705.15	03:20	0.86	0.94	1.00
L-44	CONDUIT	622.82	03:18	0.76	0.83	1.00
L-45	CONDUIT	1072.00	03:20	1.21	1.19	1.00
L-46	CONDUIT	998.53	03:20	1.09	0.94	0.98
L-47	CONDUIT	1030.81	03:21	1.05	0.84	0.97
L-48	CONDUIT	407.77	04:00	0.61	0.54	0.86
L-49	CONDUIT	812.28	03:45	1.00	1.08	1.00
L-50	CONDUIT	571.03	04:21	0.70	0.76	1.00
L-51	CONDUIT	860.89	04:34	0.86	0.86	1.00
L-52	CONDUIT	1148.82	03:25	1.02	0.97	1.00
L-53	CONDUIT	1069.40	04:52	0.84	0.78	1.00
L-54	CONDUIT	1660.16	03:25	1.28	1.07	0.99
L-55	CONDUIT	1540.87	03:27	0.94	0.73	0.98
L-56	CONDUIT	2107.32	03:28	1.18	0.90	0.99
L-57	CONDUIT	2075.78	03:28	1.07	0.80	0.96
L-58	CONDUIT	2135.87	03:29	1.05	0.74	0.94
L-59	CONDUIT	552.45	04:00	0.43	0.46	0.99

L-60	CONDUIT	1203.28	03:56	1.02	1.00	1.00
L-61	CONDUIT	1043.54	03:22	0.83	0.87	1.00
L-62	CONDUIT	1215.02	03:23	0.87	0.79	0.97
L-63	CONDUIT	1371.41	03:24	0.89	0.72	0.96
L-64	CONDUIT	3078.13	03:27	1.37	1.04	0.97
L-65	CONDUIT	2944.58	03:28	1.28	1.00	1.00
L-66	CONDUIT	3214.83	03:29	1.35	1.09	1.00
L-67	CONDUIT	3044.75	03:29	1.22	0.94	1.00
L-68	CONDUIT	3379.48	03:30	1.25	0.89	0.96
L-69	CONDUIT	3498.50	03:31	1.22	0.92	1.00

Fuente: Elaboración propia

5.2 Perfiles de Lámina de Agua del Sector DJA

Las Figuras 34 al 37 ilustran los diagramas del perfil que muestran la variación en profundidad simulada del agua con la distancia sobre la trayectoria de los enlaces del sistema colector y los nudos de un punto particular en el tiempo. Una vez se crea el diagrama es posible su actualización en el tiempo cada vez que se seleccionen un nuevo periodo de tiempo utilizando el visor del mapa. Puede visualizarse la animación del conducto mostrando la evolución del calado.

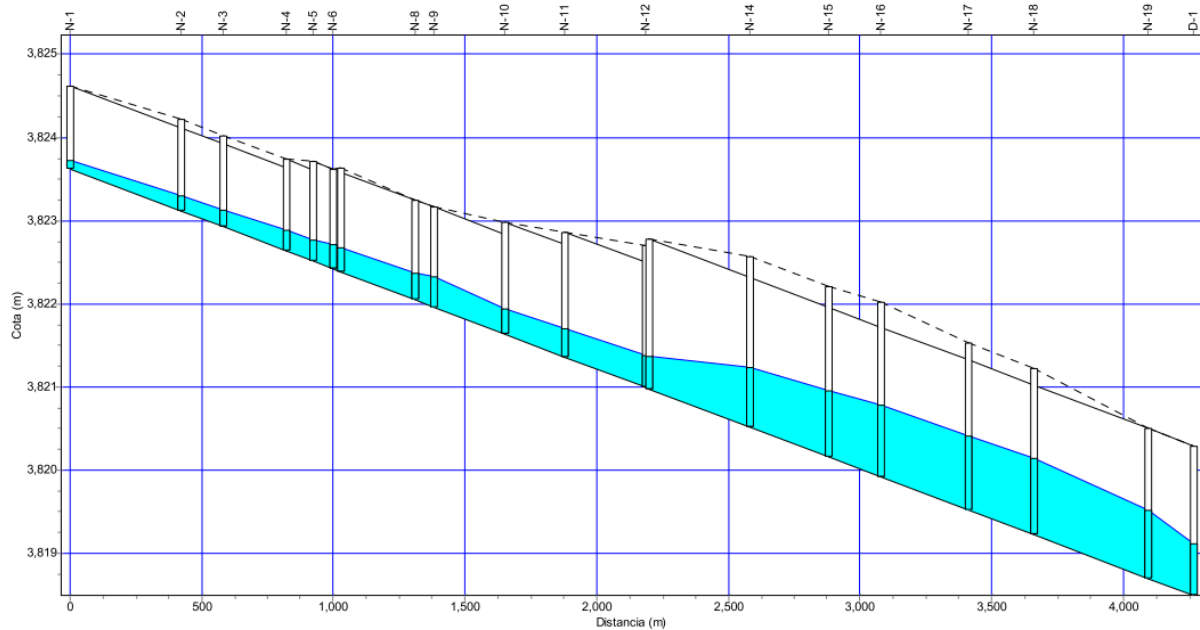


Figura 34: Perfil de lámina de agua del dren DJA 1

Fuente: Elaboración propia

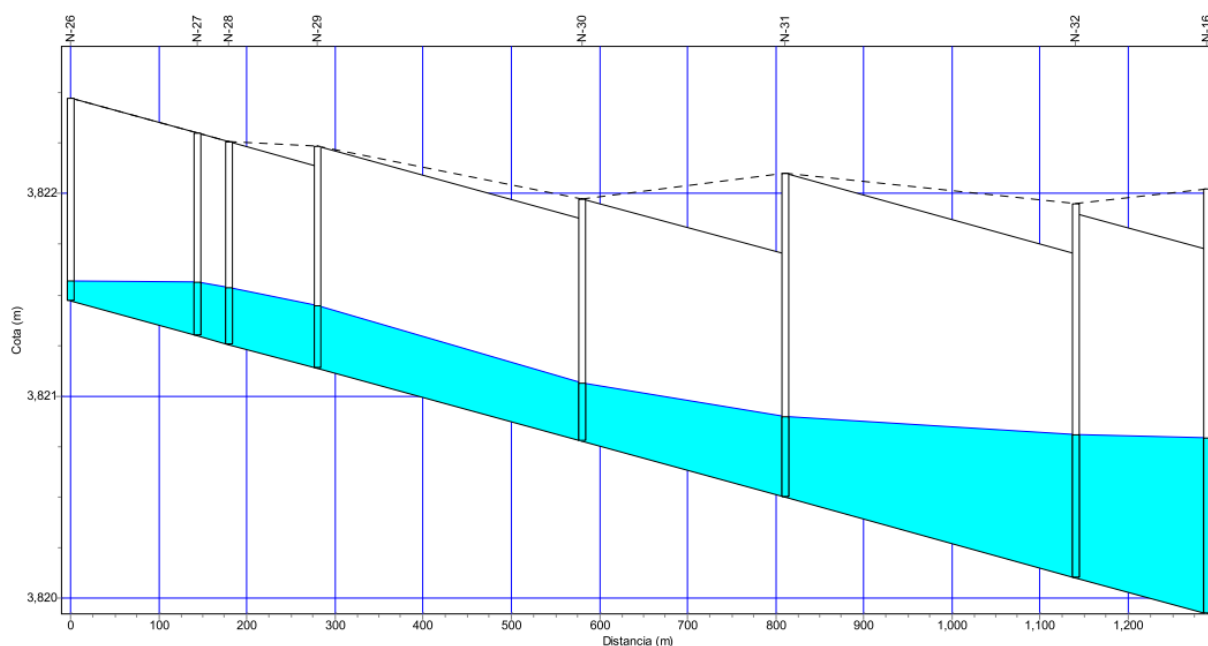


Figura 35: Perfil de lámina de agua del dren DJA 1.1

Fuente: Elaboración propia

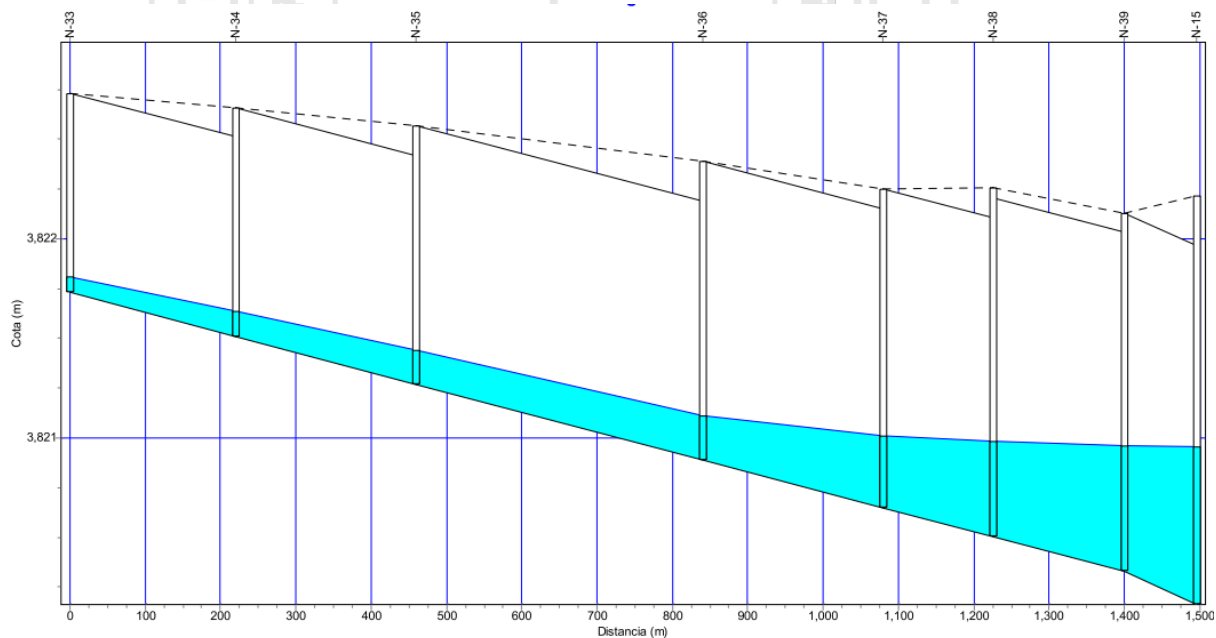


Figura 36: Perfil de lámina de agua del dren DJA 1.2

Fuente: Elaboración propia

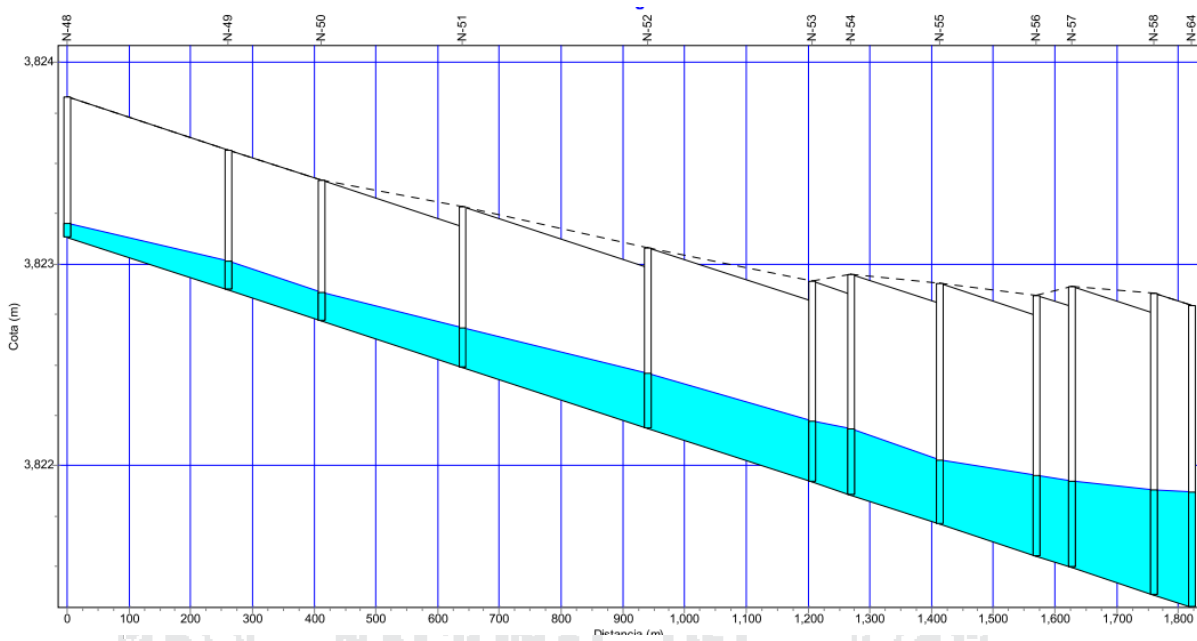


Figura 37: Perfil de lámina de agua del dren DJA 1.3.1

Fuente: Elaboración propia

5.3 Análisis de resultados del sector DJA

El área de cuenca según el expediente técnico es de 5.97 Km², y según el presente proyecto es de 5.19 Km².

El dren planteado en la Av. Huancané del expediente técnico tiene dos canales en ambos márgenes (derecho e izquierdo), los cuales son insuficientes con las dimensiones actuales de 1.00 m x 0.50 m, por lo cual se plantea un canal en la berma central.

En la *Tabla 44* se detallan las secciones de los drenes según el expediente técnico.

Tabla 44: Características geométricas de los drenes según el expediente técnico del sector DJA

Sec. Tipo	Progresiva		S(m/m)	v(m/s)	Características Geométricas				
	de	a			b(m)	H(m)	Hinicio	Hfinal	
DJA-1	I	0+000.00	1+000.00	0.001090	0.83	1	var.	0.85	1.13
	I	1+000.00	1+700.00	0.001094	0.96	1.3	var.	1.13	1.32
	I	1+700.00	2+630.91	0.001090	1.07	1.5	var.	1.32	1.57
	I	2+630.91	3+123.59	0.001090	1.33	1.8	var.	1.57	1.79
	I	3+123.59	4+200.05	0.001090	1.40	2.2	var.	1.79	2.17
DJA-1.1	I	0+000.00	1+296.75	0.000925	0.72	1.20	var.	1.00	1.78
DJA-1.1.1	I	0+000.00	0+924.48	0.000900	0.60	1.00	var.	0.60	1.00
DJA-1.2	I	0+000.00	0+625.48	--	--	1	0.5		
DJA-1.3	I	0+000.00	0+720.00	0.000709	0.76	1.00	var.	1.05	1.22

	I	0+720.00	1+699.96	0.000710	0.97	1.50	var.	1.22	1.57
DJA-1.3.1	I	0+000.00	1+000.00	0.001020	0.80	1.20	var.	0.70	0.70
	I	1+000.00	1+825.01	0.001023	0.90	1.20	var.	0.70	1.22
DJA-1.3.2	I	0+000.00	1+240.00	0.000976	0.64	1.00	var.	0.66	0.85

Fuente: Elaboración propia

En la *Tabla 45* se detallan las secciones de los drenes según el nuevo diseño

Tabla 45: Características geométricas de los drenes según el nuevo diseño del sector DJA

	Progresiva		S(m/m)	v(m/s)	Características Geométricas	
	de	a			b(m)	H(m)
DJA-1	0+000.00	0+923.50	0.001200	1.07	1.20	1.00
	0+923.50	1+658.00	0.001200	1.38	1.30	1.20
	1+658.00	2+590.05	0.001200	1.44	1.80	1.50
	2+590.05	2+893.00	0.001200	1.47	2.00	1.80
	2+893.00	4+316.62	0.001200	2.29	2.20	1.80
DJA-1.1	0+000.00	0+580.00	0.001200	0.79	1.00	1.00
	0+580.00	1+139.97	0.001200	1.22	1.20	1.20
	1+139.97	1+288.97	0.001200	1.01	1.20	1.80
DJA-1.2	0+000.00	0+460.00	0.001000	0.73	1.2	1
	0+460.00	1+226.50	0.001000	0.97	1.5	1.5
	1+226.50	1+495.85	0.001000	0.75	1.5	1.8
DJA-1.3.1	0+000.00	0+640.00	0.001010	0.77	1.20	0.7
	0+640.00	1+205.88	0.001010	0.94	1.30	0.8
	1+205.88	1+412.00	0.001010	1.06	1.30	1.00
	1+412.00	1+626.86	0.001010	1.06	1.50	1.20
	1+626.86	1+817.66	0.001010	1.06	1.50	1.40

Fuente: Elaboración propia

5.4 Resultados obtenidos del sector DJB

Los resultados obtenidos mediante el software SWMM correspondientes al sector DJB se muestran en las siguientes tablas:

Tabla 46: Escorrentía superficial del sector DJB

	Volumen ha·m	Altura mm
***** [Escorrentía Superficial] - DJB *****		
Precipitación Total	61.702	39.340
Pérdidas Evaporación	0.000	0.000
Pérdidas Infiltración	14.189	9.047
Escorrentía Superficial ..	37.833	24.122
Almacen. Final en Sup. ..	9.753	6.218
% Error Continuidad	-0.118	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 47: Cálculo hidráulico del sector DJB

	Volumen ha·m	Volumen 10 ³ m ³

[Cálculo Hidráulico] - DJB		

Aporte Tiempo Seco	0.000	0.000
Aporte Tiempo Lluvia	37.727	377.278
Aporte Ag. Subterránea ...	0.000	0.000
Aportes dep. Lluvia	0.000	0.000
Aportes Externos	0.000	0.000
Descargas Externas	18.913	189.133
Descargas Internas	16.319	163.191
Perdidas Almacenamiento ...	0.000	0.000
Vol. Almacenado Inicial ..	0.000	0.001
Vol. Almacenado Final	2.549	25.487
% Error Continuidad	-0.141	

Fuente: Elaboración propia

Según los resultados analizados con una serie temporal de 6 horas, con una precipitación total de 39.340 mm, en la *Tabla 48* se muestra la infiltración total por subcuenca (mm) y por consiguiente la escorrentía total (mm). Con las características físicas de las subcuencas el software calcula el coeficiente de escorrentía.

Tabla 48: Resumen de escorrentía en subcuencas del sector DJB

Subcuenca	Precip Total mm	Infil Total mm	Escor. Total mm	Escor. Total 10 ⁶ L	Escor. Punta LPS	Coef. Escor.
C-1	39.340	3.593	32.132	9.994	1282.191	0.817
C-2	39.340	14.485	14.035	6.006	685.034	0.357
C-3	39.340	7.944	19.268	17.600	2031.733	0.490
C-4	39.340	10.604	12.468	10.849	1211.068	0.317
C-5	39.340	10.430	27.209	6.137	1092.427	0.692
C-6	39.340	2.603	36.111	2.708	502.433	0.918
C-7	39.340	2.614	34.998	2.081	337.324	0.890
C-8	39.340	2.609	35.538	2.226	384.879	0.903
C-9	39.340	2.606	35.822	2.523	451.708	0.911
C-10	39.340	2.615	34.854	5.518	879.706	0.886
C-11	39.340	2.621	33.935	6.328	910.709	0.863
C-12	39.340	2.616	34.786	1.917	303.229	0.884
C-13	39.340	3.931	33.017	15.086	2399.028	0.839
C-14.A	39.340	27.536	11.622	2.770	502.728	0.295
C-14	39.340	9.249	19.632	3.707	455.102	0.499
C-15	39.340	31.471	7.706	4.018	720.218	0.196
C-16	39.340	7.865	30.681	2.244	394.475	0.780
C-17	39.340	7.866	30.568	2.657	459.167	0.777
C-18	39.340	2.611	35.379	2.467	418.280	0.899
C-19	39.340	10.587	14.822	9.479	1011.722	0.377
C-20	39.340	7.945	19.097	13.405	1536.458	0.485
C-21	39.340	10.581	15.651	9.343	980.733	0.398
C-22	39.340	2.616	34.758	5.817	917.154	0.884
C-23	39.340	7.866	30.383	2.938	492.332	0.772
C-24	39.340	19.668	19.209	2.304	407.915	0.488
C-25	39.340	27.536	11.613	2.169	393.120	0.295
C-26	39.340	11.791	23.020	16.360	1812.495	0.585
C-27	39.340	5.261	29.735	4.898	706.607	0.756
C-28	39.340	3.287	31.824	12.249	1594.251	0.809
C-29	39.340	7.933	21.221	13.426	1673.539	0.539
C-30	39.340	5.265	29.214	8.268	1155.753	0.743
C-31	39.340	11.126	24.511	18.680	2588.474	0.623
C-32	39.340	6.570	28.491	17.733	2594.532	0.724
C-33	39.340	2.616	34.783	6.238	986.317	0.884
C-34	39.340	2.615	34.903	8.340	1363.828	0.887
C-35	39.340	11.166	21.914	36.402	4036.251	0.557
C-36	39.340	9.774	28.140	7.723	1433.658	0.715
C-37	39.340	6.561	29.115	1.929	276.059	0.740
C-38	39.340	0.000	38.683	0.489	88.544	0.983

C-39	39.340	2.603	36.143	2.636	491.012	0.919
C-40	39.340	2.616	34.658	1.354	211.127	0.881
C-41	39.340	2.618	34.420	1.636	248.276	0.875
C-42	39.340	2.614	34.985	4.580	741.281	0.889
C-43	39.340	2.612	35.302	2.590	435.240	0.897
C-44	39.340	2.613	35.102	4.263	699.496	0.892
C-45	39.340	2.613	35.098	3.007	493.213	0.892
C-46	39.340	2.612	35.193	4.047	671.257	0.895
C-47	39.340	2.613	35.183	2.845	471.207	0.894
C-48	39.340	3.587	32.966	4.126	577.755	0.838
C-49	39.340	3.589	32.665	6.319	856.892	0.830
C-50	39.340	2.618	34.347	8.445	1271.210	0.873
C-51	39.340	2.614	34.948	3.272	527.318	0.888
C-52	39.340	2.614	34.942	3.377	543.875	0.888
C-53	39.340	2.614	34.949	7.139	1150.600	0.888
C-54	39.340	3.924	33.490	4.264	687.732	0.851
C-55	39.340	3.925	33.480	2.758	444.354	0.851
C-56	39.340	2.612	35.283	2.370	397.266	0.897
C-57	39.340	3.926	33.332	4.280	681.181	0.847
Sistema	39.340	9.047	24.122	378.334	53071.474	0.613

Fuente: Elaboración propia

En la *Tabla 49* se muestra el nivel de aguas medio y máximo alcanzado, con respecto a la cota de rasante del canal se obtiene la cota del calado crítico mostrando el instante en el que ocurre, siendo el intervalo de precipitación máxima diaria de 6 horas.

Tabla 49: Resumen de nivele en nudos del sector DJB

Nudo	Tipo	Nivel Medio Metros	Nivel Máximo Metros	Altura Máxima Metros	Instante Niv. Máx. hh:mm
N-1	JUNCTION	0.53	1.20	3820.68	03:42
N-2	JUNCTION	0.69	1.20	3820.12	03:36
N-3	JUNCTION	0.81	1.20	3819.62	04:08
N-4	JUNCTION	0.91	1.36	3819.50	04:03
N-5	JUNCTION	1.01	1.41	3819.18	04:04
N-6	JUNCTION	1.03	1.36	3818.95	04:22
N-7	JUNCTION	1.01	1.43	3818.66	04:24
N-8	JUNCTION	0.64	0.95	3817.50	04:41
N-9	JUNCTION	0.18	0.53	3824.62	04:00
N-10	JUNCTION	0.28	1.05	3824.33	03:53
N-11	JUNCTION	0.42	1.10	3823.91	03:35
N-12	JUNCTION	0.45	1.10	3823.82	03:27
N-13	JUNCTION	0.52	1.10	3823.43	03:19
N-14	JUNCTION	0.62	1.10	3823.03	03:19
N-15	JUNCTION	0.65	1.10	3822.97	03:17
N-16	JUNCTION	0.78	1.30	3822.99	03:18
N-17	JUNCTION	0.86	1.40	3822.95	03:18
N-18	JUNCTION	0.92	1.40	3822.74	03:19
N-19	JUNCTION	0.89	1.40	3822.64	03:19
N-20	JUNCTION	0.85	1.20	3822.32	03:42
N-21	JUNCTION	1.04	1.70	3821.93	03:39
N-22	JUNCTION	1.26	2.00	3821.73	03:39
N-23	JUNCTION	1.87	2.60	3821.20	03:34
N-24	JUNCTION	1.80	2.50	3820.95	03:34
N-26	JUNCTION	1.79	2.40	3820.70	03:34
N-25	JUNCTION	1.84	2.50	3820.83	03:34
N-27	JUNCTION	1.72	2.20	3820.47	03:34
N-28	JUNCTION	1.61	2.00	3820.22	03:33
N-29	JUNCTION	1.58	2.00	3820.08	03:34
N-30	JUNCTION	1.46	2.00	3819.97	03:40
N-31	JUNCTION	1.22	1.50	3819.24	04:47
N-32	JUNCTION	0.81	1.20	3820.70	03:24
N-33	JUNCTION	1.11	1.50	3820.56	03:22
N-34	JUNCTION	1.30	1.80	3820.76	03:13
N-35	JUNCTION	1.42	1.80	3820.58	03:13
N-36	JUNCTION	0.60	1.20	3823.04	03:49
N-37	JUNCTION	0.69	1.20	3822.58	03:35
N-38	JUNCTION	0.77	1.20	3822.05	03:33
N-39	JUNCTION	0.79	1.30	3822.04	03:37
N-40	JUNCTION	1.21	2.00	3821.77	03:36

N-41	JUNCTION	1.51	2.30	3821.51	03:35
N-42	JUNCTION	0.75	1.00	3822.87	03:14
N-43	JUNCTION	0.79	1.00	3822.70	03:13
N-44	JUNCTION	0.84	1.10	3822.72	03:16
N-45	JUNCTION	0.86	1.13	3822.73	03:16
N-46	JUNCTION	0.89	1.17	3822.72	03:16
N-47	JUNCTION	0.93	1.20	3822.72	03:15
N-48	JUNCTION	0.97	1.20	3822.56	03:15
N-49	JUNCTION	0.98	1.20	3822.42	03:16
N-50	JUNCTION	0.36	0.82	3831.52	04:00
N-51	JUNCTION	0.42	1.53	3828.63	04:00
N-52	JUNCTION	0.63	2.00	3828.34	03:51
N-53	JUNCTION	0.64	1.80	3827.53	03:49
N-54	JUNCTION	0.64	1.70	3826.82	03:47
N-55	JUNCTION	0.64	1.70	3826.33	03:47
N-56	JUNCTION	0.67	1.70	3825.36	03:44
N-57	JUNCTION	0.77	1.50	3824.30	03:43
N-58	JUNCTION	1.00	1.50	3823.81	03:17
N-59	JUNCTION	0.88	1.20	3823.29	03:16
N-60	JUNCTION	0.88	1.20	3823.14	03:17
N-61	JUNCTION	0.89	1.20	3822.99	03:17
N-62	JUNCTION	0.90	1.20	3822.84	03:17
N-63	JUNCTION	0.93	1.20	3822.64	03:17
N-64	JUNCTION	0.34	0.98	3822.17	04:00
N-65	JUNCTION	0.53	1.17	3821.97	04:00
N-66	JUNCTION	0.72	1.20	3821.71	03:17
N-67	JUNCTION	0.77	1.20	3821.54	03:17
N-68	JUNCTION	0.82	1.20	3821.27	03:16
N-69	JUNCTION	0.89	1.40	3821.29	03:18
N-70	JUNCTION	0.93	1.40	3821.15	03:18
N-71	JUNCTION	0.96	1.40	3820.93	03:19
N-72	JUNCTION	0.98	1.40	3820.65	03:20
N-73	JUNCTION	0.98	1.40	3820.19	03:34
N-74	JUNCTION	0.70	1.00	3821.21	03:12
N-75	JUNCTION	0.63	1.00	3821.84	03:13
N-76	JUNCTION	0.67	1.00	3821.75	03:12
N-77	JUNCTION	0.62	1.00	3821.30	03:15
D-1	OUTFALL	0.49	0.76	3817.25	04:41

Fuente: Elaboración propia

En la *Tabla 50* se muestran el aporte lateral y total (acumulado) máximos de agua por nudo, expresados en LPS (caudal) y L (volumen). Además, se ha calculado el instante en el que ocurre el aporte máximo.

Tabla 50: Resumen de aporte en nudos del sector DJB

Nudo	Tipo	Aporte Lateral	Aporte Total	Instante de Aporte	Volumen Aporte Lateral	Volumen Aporte Total
		LPS	LPS	hh:mm	10 ⁶ L	10 ⁶ L
N-1	JUNCTION	1281.77	1281.77	04:00	9.965	9.965
N-2	JUNCTION	684.83	1600.69	03:59	5.970	15.444
N-3	JUNCTION	0.00	3653.09	03:38	0.000	54.535
N-4	JUNCTION	2031.02	5481.45	04:00	17.492	71.734
N-5	JUNCTION	1210.63	6530.38	04:00	10.759	81.954
N-6	JUNCTION	0.00	12354.91	04:02	0.000	203.636
N-7	JUNCTION	0.00	11948.12	03:58	0.000	200.984
N-8	JUNCTION	0.00	11567.50	04:31	0.000	193.423
N-9	JUNCTION	1092.02	1092.02	04:00	6.138	6.137
N-10	JUNCTION	502.37	1588.32	04:00	2.708	8.844
N-11	JUNCTION	0.00	1589.21	04:00	0.000	8.844
N-12	JUNCTION	337.23	1418.42	03:59	2.079	10.322
N-13	JUNCTION	384.80	1465.99	03:59	2.225	11.758
N-14	JUNCTION	451.63	1532.82	03:59	2.522	13.182
N-15	JUNCTION	0.00	1081.19	04:25	0.000	11.709
N-16	JUNCTION	0.00	1024.85	03:17	0.000	7.042
N-17	JUNCTION	879.44	1291.68	03:18	5.512	12.546
N-18	JUNCTION	910.34	1766.88	03:59	6.315	18.561
N-19	JUNCTION	303.13	1514.86	03:19	1.915	18.906
N-20	JUNCTION	0.00	4185.07	03:19	0.000	69.457
N-21	JUNCTION	0.00	4077.13	03:22	0.000	69.293

N-22	JUNCTION	2398.32	5856.57	03:59	15.068	84.159
N-23	JUNCTION	0.00	8153.46	03:34	0.000	125.800
N-24	JUNCTION	1114.55	8307.80	03:59	6.258	129.531
N-26	JUNCTION	459.08	8410.72	03:59	2.655	129.865
N-25	JUNCTION	0.00	8307.75	04:00	0.000	130.835
N-27	JUNCTION	0.00	8639.76	04:00	0.000	134.166
N-28	JUNCTION	418.18	7480.25	03:32	2.465	117.175
N-29	JUNCTION	1011.40	7199.45	03:32	9.402	112.988
N-30	JUNCTION	1535.93	7085.10	03:32	13.322	120.566
N-31	JUNCTION	980.43	6828.19	03:40	9.270	123.643
N-32	JUNCTION	916.86	916.86	03:59	5.810	5.809
N-33	JUNCTION	492.21	886.46	03:59	2.935	7.521
N-34	JUNCTION	910.56	910.56	03:59	5.072	5.071
N-35	JUNCTION	393.10	1243.37	03:59	2.169	9.469
N-36	JUNCTION	1812.26	1812.26	04:00	16.331	16.331
N-37	JUNCTION	706.35	2162.38	03:59	4.886	20.797
N-38	JUNCTION	1593.70	3049.72	04:00	12.212	31.113
N-39	JUNCTION	0.00	2096.75	03:32	0.000	23.547
N-40	JUNCTION	1155.31	2556.78	03:32	8.245	31.705
N-41	JUNCTION	1672.84	3780.00	03:59	13.356	44.696
N-42	JUNCTION	2587.00	2587.00	04:00	18.667	18.666
N-43	JUNCTION	986.01	2133.67	03:59	6.230	20.330
N-44	JUNCTION	0.00	820.75	03:13	0.000	8.515
N-45	JUNCTION	0.00	801.82	03:13	0.000	8.499
N-46	JUNCTION	0.00	722.56	03:13	0.000	8.487
N-47	JUNCTION	2593.78	2593.78	03:59	17.697	25.349
N-48	JUNCTION	1363.42	2774.91	03:59	8.332	31.238
N-49	JUNCTION	0.00	3656.15	04:43	0.000	63.295
N-50	JUNCTION	5466.83	5466.83	03:59	44.006	44.003
N-51	JUNCTION	0.00	5463.69	04:00	0.000	43.994
N-52	JUNCTION	0.00	5464.80	04:00	0.000	43.983
N-53	JUNCTION	275.98	4972.99	03:59	1.926	45.549
N-54	JUNCTION	88.54	4785.54	03:59	0.489	45.758
N-55	JUNCTION	0.00	4696.96	04:07	0.000	45.642
N-56	JUNCTION	490.96	5187.91	03:59	2.636	48.258
N-57	JUNCTION	0.00	4697.00	03:43	0.000	47.605
N-58	JUNCTION	211.06	4908.02	03:59	1.353	48.940
N-59	JUNCTION	0.00	2527.79	03:16	0.000	37.205
N-60	JUNCTION	0.00	2409.93	03:17	0.000	37.165
N-61	JUNCTION	0.00	2334.17	03:17	0.000	37.134
N-62	JUNCTION	248.19	2498.36	03:59	1.633	38.734
N-63	JUNCTION	0.00	2250.17	04:58	0.000	37.489
N-64	JUNCTION	741.07	741.07	03:59	4.576	4.575
N-65	JUNCTION	435.13	1166.35	04:00	2.589	7.159
N-66	JUNCTION	0.00	1575.71	04:00	0.000	18.157
N-67	JUNCTION	699.31	2131.65	03:59	4.259	22.276
N-68	JUNCTION	493.08	1925.42	03:59	3.005	23.508
N-69	JUNCTION	0.00	2167.80	03:16	0.000	27.638
N-70	JUNCTION	671.08	2294.68	03:18	4.044	31.620
N-71	JUNCTION	471.08	2471.55	03:59	2.842	34.427
N-72	JUNCTION	577.52	2660.78	04:00	4.117	37.698
N-73	JUNCTION	856.57	2939.83	04:00	6.304	41.625
N-74	JUNCTION	1797.91	1797.91	03:59	11.700	11.699
N-75	JUNCTION	1693.98	1693.98	03:59	10.505	10.504
N-76	JUNCTION	1586.75	1586.75	03:59	10.702	10.700
N-77	JUNCTION	1078.17	1078.17	03:59	6.643	6.643
D-1	OUTFALL	0.00	11494.70	04:41	0.000	189.132

Fuente: Elaboración propia

En la *Tabla 51* se muestra el tiempo de inundación en los nudos críticos, así como el caudal máximo en cada uno de ellos y el instante en el que sucede la máxima inundación y la cantidad de agua que sobresa a la superficie.

Tabla 51: Resumen de inundación en nudos del sector DJB

Nudo	Horas Inundado	Caudal Máximo LPS	Instante en que sucede el Máximo hh:mm	Volumen Total Inund. 10 ⁶ L
N-1	0.67	365.80	04:00	0.463
N-2	1.36	673.13	04:00	1.716

N-11	0.65	507.94	04:00	0.601
N-12	0.89	337.18	04:00	0.788
N-13	1.13	384.73	03:59	1.095
N-14	1.38	451.57	03:59	1.470
N-15	1.99	873.00	04:10	4.665
N-17	0.68	230.99	04:00	0.281
N-18	1.27	704.97	04:00	1.542
N-21	0.02	1327.36	03:39	0.045
N-22	0.47	521.72	04:00	0.558
N-23	0.81	2016.82	03:34	1.705
N-27	3.19	2912.99	04:00	19.036
N-28	3.93	1231.94	03:59	12.982
N-29	3.36	1011.27	04:00	5.158
N-30	1.65	1707.94	04:01	4.707
N-32	1.27	522.50	04:00	1.221
N-33	2.66	657.59	04:00	2.805
N-34	0.94	416.27	03:59	0.934
N-35	3.69	1243.35	03:59	7.528
N-36	0.64	355.91	04:00	0.407
N-37	1.39	706.30	04:00	1.857
N-38	2.07	1871.54	04:00	7.534
N-40	0.55	1035.08	03:36	0.256
N-41	1.00	1123.83	03:35	2.185
N-42	2.37	1719.59	04:00	5.370
N-43	3.56	2133.66	04:00	12.602
N-47	0.97	904.51	04:00	1.576
N-48	2.27	1365.61	04:00	5.251
N-49	3.35	1626.00	03:43	12.571
N-52	0.24	767.59	04:00	0.348
N-53	0.30	275.93	04:00	0.262
N-54	0.36	91.63	03:48	0.101
N-55	0.36	0.56	03:47	0.000
N-56	0.45	490.87	03:59	0.629
N-57	0.48	21.00	03:43	0.001
N-58	2.31	2657.82	04:00	11.702
N-59	2.49	111.45	03:16	0.001
N-60	0.32	63.07	03:17	0.001
N-61	2.44	33.57	03:17	0.001
N-62	2.54	248.17	04:00	1.206
N-63	2.55	154.04	03:17	0.038
N-66	0.37	234.04	03:17	0.104
N-67	1.21	699.19	04:00	1.753
N-68	2.25	956.68	04:00	4.337
N-71	1.05	388.27	04:00	0.800
N-72	2.14	577.51	04:00	2.301
N-73	0.99	538.71	04:03	0.611
N-74	2.82	1684.62	04:00	7.222
N-75	2.21	1436.47	04:00	4.998
N-76	2.38	1435.18	04:00	5.163
N-77	1.93	830.19	04:00	2.613

Fuente: Elaboración propia

En la *Tabla 52* se muestra el caudal medio y máximo del punto de descarga de la cuenca DJB, y el volumen total que descarga al río Coata.

Tabla 52: Resumen de vertidos del sector DJB

Nudo de Vertido	Frec. Vertido % Porc.	Caudal Medio LPS	Caudal Máximo LPS	Caudal Total 10 ⁶ L
D-1	84.780	8152.170	11494.700	189.132
Sistema	84.780	8152.170	11494.700	189.132

Fuente: Elaboración propia

En la *Tabla 53* se muestra el resumen de caudal máximo en los conductos del sistema y la velocidad máxima respectivamente.

Tabla 53: Resumen de caudal en líneas del sector DJB

Línea	Tipo	Caudal Máximo LPS	Instante Caudal Máx hh:mm	Velocidad Máxima m/s	Caudal Máximo/ Lleno	Nivel Máximo/ Lleno
L-1	CONDUIT	915.86	04:14	0.92	1.00	1.00
L-2	CONDUIT	1022.71	03:38	1.02	1.12	1.00
L-3	CONDUIT	3573.57	04:34	1.19	0.55	0.85
L-4	CONDUIT	5376.41	04:04	1.34	0.82	0.92
L-5	CONDUIT	6477.17	04:03	1.64	0.99	0.92
L-6	CONDUIT	11948.12	03:58	1.71	0.84	0.93
L-7	CONDUIT	11567.50	04:31	1.51	0.81	0.79
L-8	CONDUIT	11494.70	04:41	2.21	0.81	0.57
L-9	CONDUIT	1088.19	04:00	1.70	0.62	0.79
L-10	CONDUIT	1589.21	04:00	1.96	0.91	1.00
L-11	CONDUIT	1081.19	04:11	1.33	1.00	1.00
L-12	CONDUIT	1081.19	04:07	1.35	1.00	1.00
L-13	CONDUIT	1081.19	03:41	1.33	1.00	1.00
L-14	CONDUIT	1081.19	04:25	1.33	1.00	1.00
L-15	CONDUIT	1024.85	03:17	1.14	0.82	1.00
L-16	CONDUIT	890.07	03:18	0.87	1.04	1.00
L-17	CONDUIT	1079.86	03:18	1.00	1.26	1.00
L-18	CONDUIT	1370.98	03:19	1.27	1.60	1.00
L-19	CONDUIT	1503.39	03:39	1.47	1.76	1.00
L-20	CONDUIT	4077.13	03:22	2.17	0.78	0.96
L-21	CONDUIT	4008.63	03:31	1.95	0.64	1.00
L-22	CONDUIT	5458.78	03:30	1.97	0.70	1.00
L-23	CONDUIT	7597.05	04:26	1.36	1.46	1.00
L-24	CONDUIT	8307.75	04:00	1.48	1.05	1.00
L-25	CONDUIT	7951.97	04:00	1.42	2.07	1.00
L-26	CONDUIT	8410.98	04:00	1.50	2.50	1.00
L-27	CONDUIT	7161.05	03:32	1.45	1.25	1.00
L-28	CONDUIT	6460.59	03:32	1.44	1.32	1.00
L-29	CONDUIT	6154.18	03:32	1.41	1.25	1.00
L-30	CONDUIT	6008.80	03:40	1.47	1.33	1.00
L-31	CONDUIT	6308.02	03:40	1.67	1.40	0.95
L-32	CONDUIT	466.73	03:22	1.23	0.67	1.00
L-33	CONDUIT	736.63	03:26	1.47	1.05	1.00
L-34	CONDUIT	570.27	03:17	1.13	1.15	1.00
L-35	CONDUIT	837.55	03:18	1.67	1.57	1.00
L-36	CONDUIT	1456.02	04:20	1.46	1.00	1.00
L-37	CONDUIT	1456.02	04:53	1.46	1.00	1.00
L-38	CONDUIT	2096.75	03:32	1.75	1.11	1.00
L-39	CONDUIT	1785.25	03:32	1.37	0.75	1.00
L-40	CONDUIT	2107.15	04:08	1.28	0.68	1.00
L-41	CONDUIT	2804.25	03:34	1.32	0.73	1.00
L-42	CONDUIT	867.33	04:09	0.87	1.00	1.00
L-43	CONDUIT	820.75	03:13	0.82	0.95	1.00
L-44	CONDUIT	801.82	03:13	0.80	0.93	1.00
L-45	CONDUIT	722.56	03:13	0.67	0.66	0.96
L-46	CONDUIT	652.97	03:14	0.49	0.47	0.99
L-47	CONDUIT	1519.68	03:15	1.08	1.08	1.00
L-48	CONDUIT	1646.71	03:15	1.21	1.17	1.00
L-49	CONDUIT	2952.81	03:17	1.84	1.52	1.00
L-50	CONDUIT	5463.69	04:00	4.87	0.62	0.84
L-51	CONDUIT	5464.80	04:00	3.79	0.62	1.00
L-52	CONDUIT	4697.00	03:50	3.26	1.00	1.00
L-53	CONDUIT	4697.00	03:48	3.26	1.00	1.00
L-54	CONDUIT	4696.96	04:07	3.26	1.00	1.00
L-55	CONDUIT	4696.96	04:02	3.26	1.00	1.00
L-56	CONDUIT	4697.00	03:43	3.26	1.00	1.00
L-57	CONDUIT	4696.96	04:05	3.26	1.00	1.00
L-58	CONDUIT	2527.79	03:16	1.76	1.12	1.00
L-59	CONDUIT	2409.93	03:17	1.70	1.07	1.00
L-60	CONDUIT	2334.17	03:17	1.66	1.04	1.00
L-61	CONDUIT	2250.17	04:48	1.57	1.00	1.00
L-62	CONDUIT	2250.17	04:58	1.56	1.00	1.00
L-63	CONDUIT	2247.04	04:43	1.56	1.00	1.00
L-64	CONDUIT	738.72	04:01	0.94	0.71	0.99

L-65	CONDUIT	1167.17	04:00	1.30	0.95	1.00
L-66	CONDUIT	1432.34	04:05	1.43	1.00	1.00
L-67	CONDUIT	1432.34	04:28	1.43	1.00	1.00
L-68	CONDUIT	1430.43	03:16	1.43	1.00	1.00
L-69	CONDUIT	1967.91	03:18	1.40	0.94	1.00
L-70	CONDUIT	2223.70	03:18	1.55	1.07	1.00
L-71	CONDUIT	2346.85	03:19	1.63	1.13	1.00
L-72	CONDUIT	2390.38	03:20	1.66	1.15	1.00
L-73	CONDUIT	2637.73	03:35	2.10	1.27	1.00
L-74	CONDUIT	452.50	03:13	0.90	1.10	1.00
L-75	CONDUIT	514.56	03:14	1.02	1.24	1.00
L-76	CONDUIT	567.04	03:13	1.13	1.48	1.00
L-77	CONDUIT	370.10	03:17	0.74	0.79	1.00

Fuente: Elaboración propia

5.5 Perfiles de Lámina de Agua del Sector DJB

Las Figuras 38 al 41 ilustran los diagramas del perfil que muestran la variación en profundidad simulada del agua con la distancia sobre la trayectoria de los enlaces del sistema colector y los nudos de un punto particular en el tiempo. Una vez se crea el diagrama es posible su actualización en el tiempo cada vez que se seleccionen un nuevo periodo de tiempo utilizando el visor del mapa. Puede visualizarse la animación del conducto mostrando la evolución del calado.

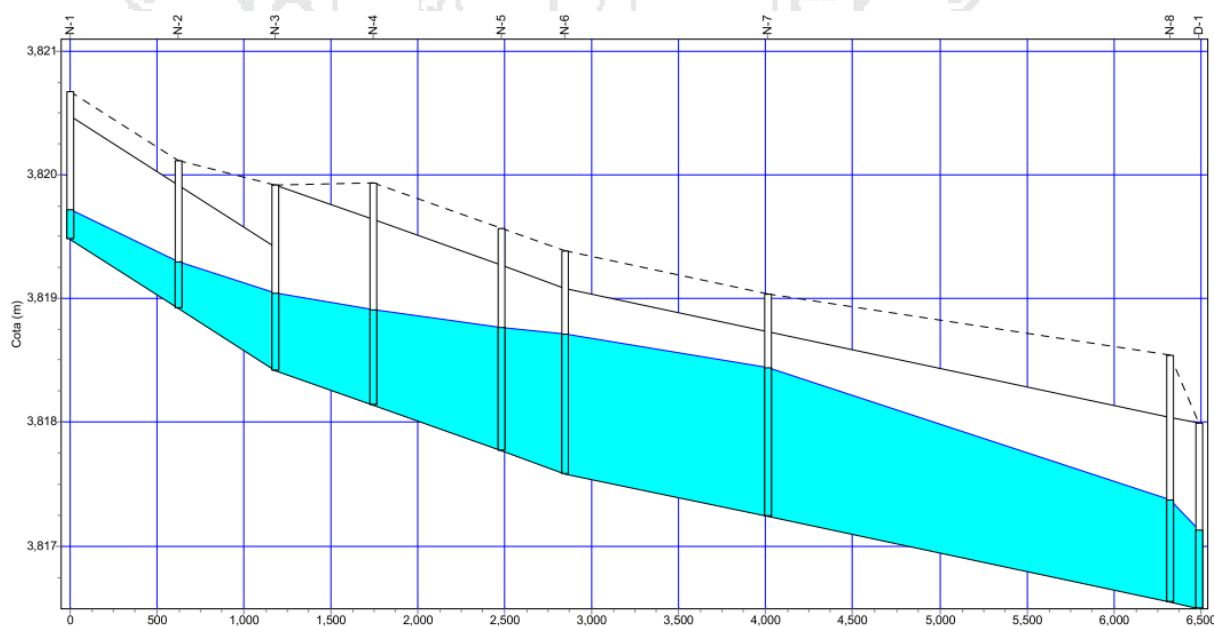


Figura 38: Perfil de lámina de agua del dren DJB 1

Fuente: Elaboración propia

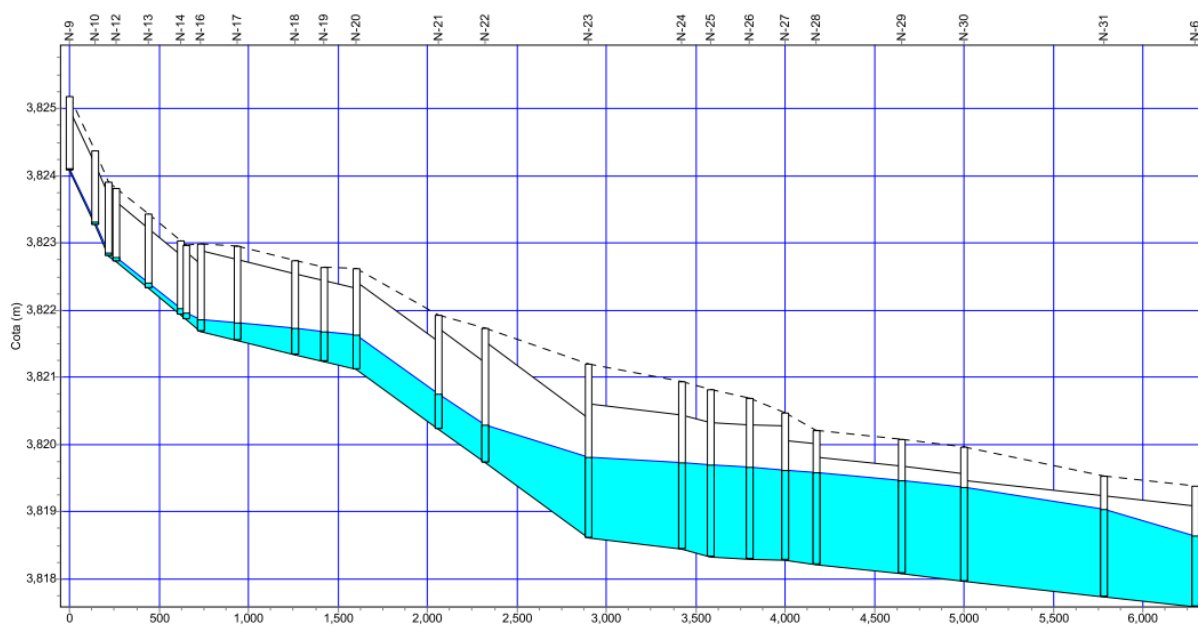


Figura 39: Perfil de lámina de agua del dren DJB 1.1

Fuente: Elaboración propia

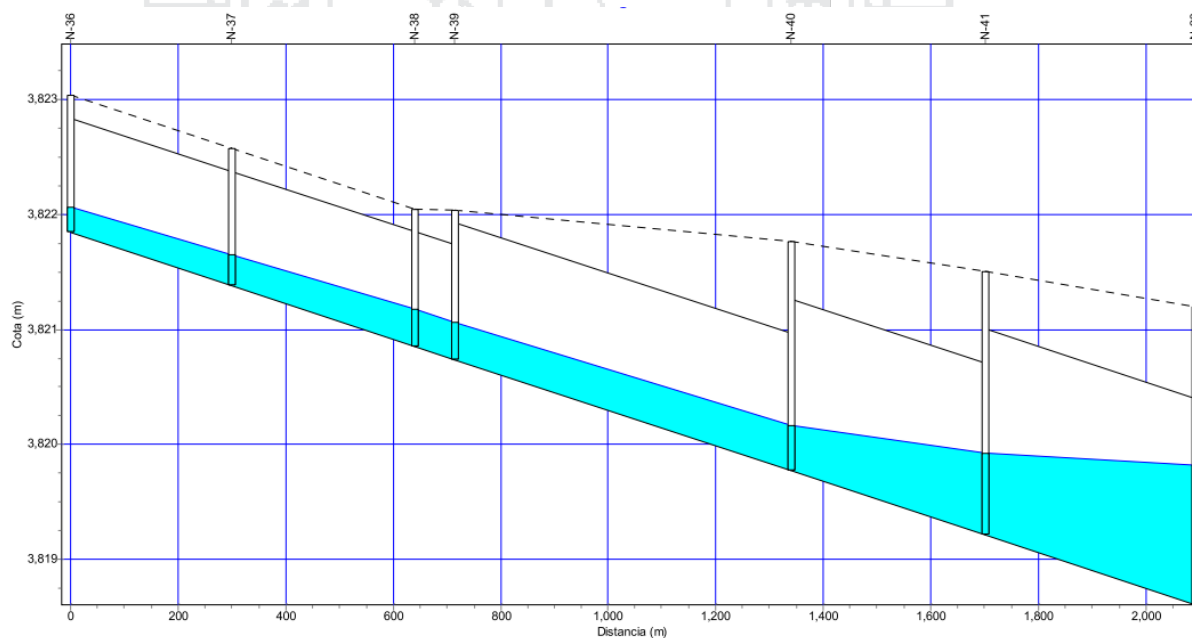


Figura 40: Perfil de lámina de agua del dren DJB 1.1.2

Fuente: Elaboración propia

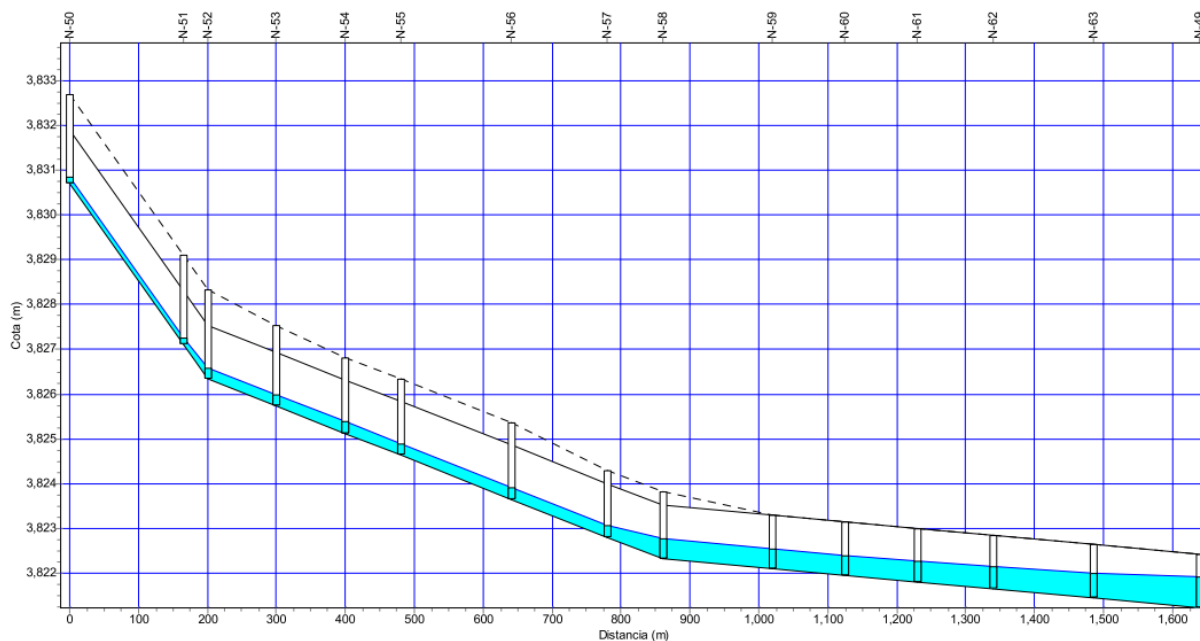


Figura 41: Perfil de lámina de agua del dren DJB 1.1.4.1

Fuente: Elaboración propia

5.6 Análisis de resultados del sector DJB

El área de cuenca según el expediente técnico es de 21.77 Km², y según el presente proyecto es de 15.69 Km².

El canal de entrega se plantea que tenga forma trapezoidal ($b = 5 \text{ m}$; $h = 1.5 \text{ m}$). El dren (DJB 1.1), que recibe los caudales de zonas altas del sector tiene como resultado una sección de 2.80 m x 2.00 m ya que la velocidad con que llega en un corto tiempo de los caudales de las avenidas Ucayali y Apirac teniendo como dren de entrega al DJB 1 dimensiones de canal abierto 2.80 m x 1.50 m.

Este sector tiene drenes existentes (salida a Puno) es un canal secundario que no tiene la capacidad hidráulica para transportar el caudal máximo de los canales contribuyentes, por lo cual en el nuevo diseño se incrementa las dimensiones obteniendo como resultado una sección de 0.90 m x 1.20 m y 1.80 m x 1.30 m en todo el trayecto del dren.

En la *Tabla 54* se detallan las secciones de los drenes según el expediente técnico.

Tabla 54: Características geométricas de los drenes según el expediente técnico del sector DJB

	Sec. Tipo	Progresiva		S(m/m)	v(m/s)	Características Geométricas			
		de	a			b(m)	H(m)	Hinicio	Hfinal
DJB-1	I	0+000.00	1+191.30	0.000900	0.69	1.00	var.	0.85	1.13
	III	1+191.30	2+869.95	0.000500	0.69	2.20	var.	2.05	1.90
	III	2+869.95	6+543.00	0.000300	0.69	6.00	2.1	--	--
DJB-1.1	I	0+000.00	0+260.00	0.006481	1.24	1.00	var.	1.00	0.90
	I	0+260.00	0+712.08	0.000562	0.54	1.00	var.	0.90	0.92
	EXISTENTE	0+712.08	2+607.68	0.001129	1.27	1.5-1.6	var.	0.92	1.00
	I	2+607.68	2+920.00	0.001129	1.28	1.80	var.	1.00	1.28
	I	2+920.00	4+054.27	0.000300	0.93	3.00	var.	1.82	1.89
	III	4+054.27	6+335.12	0.000300	0.70	4.00	var.	1.89	2.02
DJB-1.1.1	I	0+000.00	1+290.00	0.000440	0.61	1.00	1.2	--	--
DJB-1.1.2	I	0+000.00	2+097.90	0.001079	1.02	1.40	var.	1.00	1.20
DJB-1.1.3	I	0+000.00	1+141.29	0.000400	1.02	1.40	1.2	--	--
DJB-1.1.4	I	0+000.00	1+290.40	0.000660	0.81	1.20	1.2	--	--
	I	1+290.40	1+448.86	0.000660	0.96	1.50	1.5	--	--
DJB-1.1.4.1	I	0+000.00	0+420.00	0.021812	2.77	1.00	1.2	--	--
	I	0+420.00	1+100.00	0.005503	1.79	1.00	1.2	--	--
	I	1+100.00	1+887.41	0.002467	1.33	1.00	1.4	--	--
DJB-1.2	I	0+000.00	1+083.09	0.000951	0.73	1.00	1.00	--	--
	I	1+083.09	2+293.99	0.000300	0.66	1.80	var.	1.20	1.76
DJB-1.2.1	I	0+000.00	1+117.43	0.000696	0.76	1.00	1.00	--	--

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 55 se detallan las secciones de los drenes según el nuevo diseño.

Tabla 55: Características geométricas de los drenes según el nuevo diseño del sector DJB

	Progresiva		S(m/m)	v(m/s)	Características Geométricas		
	de	a			b(m)	H(m)	Talud
DJB-1	0+000.00	1+180.00	0.000900	0.97	1.00	1.00	
	1+180.00	2+845.00	0.000500	1.39	2.20	1.50	0.50
	2+845.00	6+489.03	0.000300	1.81	5.00	1.50	1.25
DJB-1.1	0+000.00	0+732.57	0.004000	1.50	0.90	0.90	
	0+732.57	1+606.24	0.000650	1.15	0.90	1.20	
	1+606.24	2+060.00	0.001940	2.17	1.80	1.30	
	2+060.00	2+320.00	0.001940	1.95	1.80	1.50	
	2+320.00	2+897.14	0.001940	1.97	1.80	1.80	
	2+897.14	4+002.14	0.000300	1.44	2.80	2.00	
	4+002.14	4+170.00	0.000300	1.45	2.80	1.80	
	4+170.00	5+001.00	0.000300	1.43	2.80	1.60	

	5+001.00	6+288.78	0.000300	1.57	2.80	1.50
DJB-1.1.1 A	0+000.00	0+562.68	0.001000	1.40	D	0.8
DJB-1.1.1 B	0+000.00	0+612.16	0.002000	1.35	D	0.8
DJB-1.1.2	0+000.00	0+714.14	0.001550	1.46	1.00	1.00
	0+714.14	1+339.15	0.001550	1.56	1.20	1.20
	1+339.15	1+699.25	0.001550	1.28	1.20	1.50
	1+699.25	2+091.10	0.001550	1.32	1.20	1.80
DJB-1.1.4.1	0+000.00	1+639.28	0.009760	2.71	1.20	1.20
DJB-1.2	0+000.00	0+452.00	0.001200	1.12	0.90	1.00
	0+452.00	0+867.35	0.001200	1.43	1.00	1.00
	0+867.35	2+089.29	0.001500	1.67	1.20	1.20
DJB-1.2.1 A	0+000.00	0+462.33	0.000700	1.02	D	0.80
DJB-1.2.1 B	0+000.00	0+456.89	0.000700	0.90	D	0.80
DJB-1.2.1 C	0+000.00	0+395.94	0.000600	1.13	D	0.80
DJB-1.2.1 D	0+000.00	0+465.15	0.000900	0.74	D	0.80

Fuente: Elaboración propia

5.7 Resultados obtenidos del sector DJC

Los resultados obtenidos mediante el software SWMM correspondientes al sector DJC se muestran en las siguientes tablas:

Tabla 56: Resumen de escorrentía superficial del sector DJC

	Volumen ha·m	Altura mm
***** [Escorrentía Superficial] - DJC *****		
Precipitación Total	30.179	39.340
Pérdidas Evaporación	0.000	0.000
Pérdidas Infiltración	3.828	4.990
Escorrentía Superficial ...	21.979	28.651
Almacen. Final en Sup. ...	4.428	5.773
% Error Continuidad	-0.188	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 57: Resumen del cálculo hidráulico del sector DJC

	Volumen ha·m	Volumen 10 ³ m3
***** [Cálculo Hidráulico] - DJC *****		
Aporte Tiempo Seco	0.000	0.000
Aporte Tiempo Lluvia	21.748	217.481
Aporte Ag. Subterránea ...	0.000	0.000
Aportes dep. Lluvia	0.000	0.000
Aportes Externos	0.000	0.000
Descargas Externas	4.644	46.438
Descargas Internas	13.910	139.105
Perdidas Almacenamiento ...	0.000	0.000
Vol. Almacenado Inicial ..	0.000	0.001
Vol. Almacenado Final	3.219	32.189
% Error Continuidad	-0.115	

Fuente: Elaboración propia

Según los resultados analizados con una serie temporal de 6 horas, con una precipitación total de 39.340 mm, en la *Tabla 58* se muestra la infiltración total por subcuenca (mm) y por consiguiente la escorrentía total (mm). Con las características físicas de las subcuencas el software calcula el coeficiente de escorrentía.

Tabla 58: Resumen de escorrentía en subcuencas del sector DJC

Subcuenca	Precip Total mm	Infil Total mm	Escor. Total mm	Escor. Total 10 ⁶ L	Escor. Punta LPS	Coef. Escor.
C-1	39.340	5.172	23.505	5.226	817.956	0.597
C-2	39.340	5.173	23.317	7.635	1190.822	0.593
C-3	39.340	2.050	34.367	1.175	219.793	0.874
C-4	39.340	2.050	34.484	1.927	361.904	0.877
C-5	39.340	2.055	33.279	1.870	334.474	0.846
C-6	39.340	2.571	32.374	3.248	574.944	0.823
C-7	39.340	7.868	29.276	1.433	263.277	0.744
C-8	39.340	7.868	28.854	1.539	277.187	0.733
C-9	39.340	7.868	29.678	1.080	200.966	0.754
C-10	39.340	7.868	29.609	1.688	313.633	0.753
C-11	39.340	7.868	29.669	1.116	207.602	0.754
C-12	39.340	7.868	29.563	1.778	329.991	0.751
C-13	39.340	7.868	30.116	0.538	100.592	0.766
C-14	39.340	7.868	29.874	1.269	236.891	0.759
C-15	39.340	7.868	29.832	1.243	232.049	0.758
C-16	39.340	7.868	28.915	2.488	449.445	0.735
C-17	39.340	7.868	29.743	1.937	360.916	0.756
C-18	39.340	2.051	34.255	2.472	460.498	0.871
C-19	39.340	2.055	33.106	2.844	504.729	0.842
C-20	39.340	2.047	35.012	0.535	102.157	0.890
C-21	39.340	2.719	34.363	0.967	185.310	0.873
C-22	39.340	2.727	33.364	1.466	270.678	0.848
C-23	39.340	2.727	33.357	2.367	436.959	0.848
C-24	39.340	2.720	34.257	0.761	145.240	0.871
C-25	39.340	2.724	33.762	1.959	366.131	0.858
C-26	39.340	2.733	32.318	3.489	614.720	0.822
C-27	39.340	2.730	32.816	2.479	447.003	0.834
C-28	39.340	2.723	33.946	1.687	318.634	0.863
C-29	39.340	2.731	32.666	3.135	561.325	0.830
C-30	39.340	2.721	34.114	1.018	192.848	0.867
C-31	39.340	6.835	27.808	0.935	163.911	0.707
C-32	39.340	5.159	26.396	2.512	409.258	0.671
C-33	39.340	6.834	27.871	1.154	202.811	0.708
C-34	39.340	6.882	22.896	0.343	54.905	0.582
C-35	39.340	5.168	24.543	1.654	263.102	0.624
C-36	39.340	5.154	27.306	2.049	338.460	0.694
C-37	39.340	5.139	29.400	1.031	179.979	0.747
C-38	39.340	5.139	29.382	0.964	168.109	0.747
C-39	39.340	5.147	28.390	1.346	227.458	0.722
C-40	39.340	5.147	28.407	1.244	210.309	0.722
C-41	39.340	5.156	26.913	1.863	305.751	0.684
C-42	39.340	5.156	26.912	1.720	282.238	0.684
C-43	39.340	5.161	25.904	2.272	367.814	0.658
C-44	39.340	5.161	25.894	2.045	331.042	0.658
C-45	39.340	6.832	28.089	0.604	107.000	0.714
C-46	39.340	6.852	26.376	1.635	276.271	0.670
C-47	39.340	6.843	27.195	0.793	136.516	0.691
C-48	39.340	6.852	26.420	2.212	374.207	0.672
C-49	39.340	6.858	25.819	1.122	187.760	0.656
C-50	39.340	6.858	25.853	3.111	521.141	0.657
C-51	39.340	6.867	24.883	1.405	232.135	0.633
C-52	39.340	2.053	33.718	1.351	246.244	0.857
C-53	39.340	7.743	20.709	1.584	224.089	0.526
C-54	39.340	2.051	34.259	1.203	224.026	0.871
C-55	39.340	2.051	34.271	2.302	428.990	0.871
C-56	39.340	6.871	24.349	2.446	401.204	0.619
C-57	39.340	6.865	25.110	1.454	240.875	0.638
C-58	39.340	6.843	27.224	1.297	223.370	0.692
C-59	39.340	6.842	27.243	1.129	194.488	0.693

C-60	39.340	6.844	27.076	1.387	237.980	0.688
C-61	39.340	6.845	27.053	1.172	200.993	0.688
C-62	39.340	5.148	28.227	2.046	344.430	0.718
C-63	39.340	7.741	20.961	0.932	132.395	0.533
C-64	39.340	5.159	26.288	2.053	333.900	0.668
C-65	39.340	7.755	18.624	1.301	181.381	0.473
C-66	39.340	2.052	34.062	0.646	119.458	0.866
C-67	39.340	7.728	22.995	1.037	154.671	0.585
C-68	39.340	2.053	33.757	2.047	373.774	0.858
C-69	39.340	7.742	20.920	0.935	132.739	0.532
C-70	39.340	7.739	21.265	0.809	115.518	0.541
C-71	39.340	7.736	21.779	0.577	83.250	0.554
C-72	39.340	5.157	26.789	2.423	396.900	0.681
C-73	39.340	2.053	33.637	2.818	512.032	0.855
C-74	39.340	7.755	18.568	0.892	124.403	0.472
C-75	39.340	2.057	32.333	1.790	306.440	0.822
C-76	39.340	7.762	17.168	1.098	153.901	0.436
C-77	39.340	2.057	32.397	1.921	329.848	0.824
C-78	39.340	7.746	20.151	0.762	107.069	0.512
C-79	39.340	12.968	18.164	5.260	881.703	0.462
C-80	39.340	10.780	23.088	2.162	377.640	0.587
C-81	39.340	6.451	29.274	2.563	466.682	0.744
C-82	39.340	4.287	32.540	2.028	382.004	0.827
C-83	39.340	4.287	32.572	1.753	332.655	0.828
C-84	39.340	4.289	32.292	2.400	450.245	0.821
C-85	39.340	4.289	32.328	2.096	393.787	0.822
C-86	39.340	4.295	31.652	2.800	510.421	0.805
C-87	39.340	4.285	32.718	1.365	260.530	0.832
C-88	39.340	4.293	31.901	2.774	511.599	0.811
C-89	39.340	2.046	35.199	0.633	121.535	0.895
C-90	39.340	2.045	35.367	0.427	82.217	0.899
C-91	39.340	5.158	26.623	1.432	234.036	0.677
C-92	39.340	2.054	33.335	1.370	245.674	0.847
C-93	39.340	4.119	29.735	2.349	404.230	0.756
C-94	39.340	2.568	33.028	2.716	492.895	0.840
C-95	39.340	2.053	33.683	1.789	325.588	0.856
C-96	39.340	2.053	33.778	2.923	534.127	0.859
C-97	39.340	2.054	33.425	3.528	635.079	0.850
C-98	39.340	2.051	34.278	0.688	128.192	0.871
C-99	39.340	2.054	33.388	2.493	448.038	0.849
C-100	39.340	2.046	35.278	0.605	116.400	0.897
C-101	39.340	2.054	33.333	2.820	505.573	0.847
C-102	39.340	2.049	34.667	1.053	199.092	0.881
C-103	39.340	2.054	33.311	2.529	453.058	0.847
C-104	39.340	2.048	34.842	0.951	180.773	0.886
C-105	39.340	2.056	32.978	2.779	490.378	0.838
C-106	39.340	2.048	34.945	0.900	171.672	0.888
C-107	39.340	2.052	33.958	1.427	262.707	0.863
C-108	39.340	2.060	31.369	0.314	51.267	0.797
C-109	39.340	4.122	29.096	2.412	409.014	0.740
C-110	39.340	3.605	30.248	3.675	632.883	0.769
C-111	39.340	6.187	25.088	2.485	392.241	0.638
C-112	39.340	2.567	33.246	2.822	516.395	0.845
C-113	39.340	3.085	31.777	1.979	350.694	0.808
C-114	39.340	3.599	31.251	2.053	363.827	0.794
C-115	39.340	3.599	31.244	1.378	244.150	0.794
C-116	39.340	3.086	31.630	2.553	450.187	0.804
C-117	39.340	6.196	23.644	1.808	280.921	0.601
C-118	39.340	2.570	32.571	2.433	434.025	0.828
C-119	39.340	3.089	30.944	3.478	599.466	0.787
Sistema	39.340	4.990	28.651	219.791	38266.816	0.728

Fuente: Elaboración propia

En la *Tabla 59* se muestra el nivel de aguas medio y máximo alcanzado, con respecto a la cota de rasante del canal se obtiene la cota del calado crítico mostrando el instante en el que ocurre, siendo el intervalo de precipitación máxima diaria de 6 horas.

Tabla 59: Resumen de nivel en nudos del sector DJC

Nudo	Tipo	Nivel	Nivel	Altura	Instante
		Medio Metros	Máximo Metros	Máxima Metros	Niv. Máx. hh:mm
N-1	JUNCTION	0.50	1.50	3826.14	03:35
N-2	JUNCTION	0.68	1.50	3825.88	03:33
N-3	JUNCTION	0.83	1.50	3825.59	03:28
N-4	JUNCTION	0.89	1.50	3825.44	03:28
N-5	JUNCTION	0.92	1.50	3825.33	03:28
N-6	JUNCTION	0.90	1.50	3825.16	03:31
N-7	JUNCTION	0.84	1.50	3825.07	03:30
N-8	JUNCTION	0.88	1.50	3824.95	03:29
N-9	JUNCTION	0.91	1.50	3824.87	03:30
N-10	JUNCTION	0.95	1.50	3824.77	03:28
N-11	JUNCTION	0.97	1.50	3824.69	03:27
N-12	JUNCTION	1.00	1.50	3824.58	03:27
N-13	JUNCTION	1.04	1.50	3824.45	03:27
N-14	JUNCTION	1.07	1.50	3824.37	03:26
N-15	JUNCTION	1.10	1.50	3824.26	03:27
N-16	JUNCTION	1.10	1.50	3824.23	03:27
N-17	JUNCTION	1.12	1.50	3824.16	03:26
N-18	JUNCTION	1.13	1.50	3824.13	03:26
N-19	JUNCTION	1.17	1.60	3824.17	03:25
N-20	JUNCTION	1.20	1.60	3824.12	03:25
N-21	JUNCTION	1.23	1.68	3824.16	03:30
N-22	JUNCTION	1.24	1.71	3824.17	03:30
N-23	JUNCTION	1.27	1.77	3824.19	03:31
N-24	JUNCTION	1.32	1.88	3824.23	03:29
N-25	JUNCTION	1.35	1.90	3824.21	03:29
N-26	JUNCTION	1.37	1.90	3824.17	03:28
N-27	JUNCTION	1.41	2.00	3824.22	03:29
N-28	JUNCTION	1.42	2.00	3824.20	03:28
N-29	JUNCTION	1.44	2.00	3824.14	03:28
N-30	JUNCTION	1.45	2.00	3824.09	03:28
N-31	JUNCTION	1.48	2.10	3824.15	03:28
N-32	JUNCTION	1.52	2.20	3824.17	03:28
N-33	JUNCTION	1.54	2.28	3824.21	03:31
N-34	JUNCTION	1.55	2.33	3824.24	03:31
N-35	JUNCTION	1.57	2.41	3824.27	03:31
N-36	JUNCTION	1.59	2.43	3824.26	03:31
N-37	JUNCTION	1.59	2.41	3824.21	03:31
N-38	JUNCTION	1.59	2.41	3824.10	03:36
N-39	JUNCTION	1.59	2.40	3824.06	03:34
N-40	JUNCTION	1.56	2.41	3823.98	03:59
N-41	JUNCTION	1.53	2.37	3823.90	03:59
N-42	JUNCTION	0.38	1.30	3824.70	03:36
N-43	JUNCTION	0.56	1.45	3824.60	03:36
N-44	JUNCTION	0.67	1.50	3824.47	03:36
N-45	JUNCTION	0.76	1.63	3824.46	03:59
N-46	JUNCTION	0.85	1.74	3824.40	03:59
N-47	JUNCTION	0.92	1.73	3824.22	03:59
N-48	JUNCTION	0.44	1.20	3824.63	03:34
N-49	JUNCTION	0.61	1.40	3824.59	03:35
N-50	JUNCTION	0.71	1.50	3824.52	03:35
N-51	JUNCTION	0.79	1.55	3824.44	03:31
N-52	JUNCTION	0.89	1.65	3824.33	03:35
N-53	JUNCTION	0.58	1.30	3824.56	03:32
N-54	JUNCTION	0.74	1.50	3824.53	03:30
N-55	JUNCTION	0.83	1.57	3824.49	03:30
N-56	JUNCTION	0.50	1.30	3824.70	03:33
N-57	JUNCTION	0.60	1.30	3824.55	03:33
N-58	JUNCTION	0.73	1.48	3824.55	03:59
N-59	JUNCTION	0.85	1.60	3824.47	03:29
N-60	JUNCTION	0.45	1.22	3824.87	03:39
N-61	JUNCTION	0.57	1.30	3824.76	03:39
N-62	JUNCTION	0.63	1.25	3824.59	03:39
N-63	JUNCTION	0.72	1.30	3824.46	03:39
N-64	JUNCTION	0.81	1.35	3824.37	03:39
N-65	JUNCTION	0.86	1.35	3824.28	03:31
N-66	JUNCTION	0.92	1.35	3824.17	03:28
N-67	JUNCTION	0.48	1.30	3825.05	03:35
N-68	JUNCTION	0.58	1.35	3824.96	03:34
N-69	JUNCTION	0.63	1.40	3824.90	03:33
N-70	JUNCTION	0.67	1.40	3824.78	03:32
N-71	JUNCTION	0.78	1.40	3824.61	03:31

N-72	JUNCTION	0.82	1.48	3824.63	03:31
N-73	JUNCTION	0.86	1.47	3824.51	03:32
N-74	JUNCTION	0.90	1.44	3824.38	03:32
N-75	JUNCTION	0.91	1.43	3824.29	03:29
N-76	JUNCTION	0.57	1.40	3825.31	03:28
N-77	JUNCTION	0.58	1.40	3825.29	03:28
N-78	JUNCTION	0.64	1.50	3825.29	03:28
N-79	JUNCTION	0.67	1.50	3825.14	03:29
N-80	JUNCTION	0.72	1.50	3825.03	03:29
N-81	JUNCTION	0.77	1.50	3824.91	03:30
N-82	JUNCTION	0.78	1.50	3824.85	03:30
N-83	JUNCTION	0.80	1.53	3824.83	03:30
N-84	JUNCTION	0.81	1.52	3824.76	03:32
N-85	JUNCTION	0.51	0.90	3824.44	03:24
N-86	JUNCTION	0.56	1.00	3824.48	03:24
N-87	JUNCTION	0.67	1.10	3824.42	03:52
N-88	JUNCTION	0.63	1.20	3824.52	03:25
N-89	JUNCTION	0.70	1.20	3824.42	03:26
N-90	JUNCTION	0.71	1.38	3824.53	03:26
N-91	JUNCTION	0.66	1.40	3824.94	03:23
N-92	JUNCTION	0.78	1.30	3824.66	03:23
N-93	JUNCTION	0.85	1.40	3824.64	03:24
N-94	JUNCTION	0.91	1.40	3824.54	03:24
N-95	JUNCTION	0.97	1.45	3824.47	03:24
N-96	JUNCTION	1.04	1.50	3824.39	03:24
N-97	JUNCTION	1.08	1.50	3824.26	03:25
N-98	JUNCTION	0.49	1.20	3825.96	03:22
N-99	JUNCTION	0.57	1.20	3825.85	03:21
N-100	JUNCTION	0.67	1.20	3825.65	03:20
N-101	JUNCTION	0.73	1.20	3825.48	03:21
N-102	JUNCTION	0.76	1.20	3825.33	03:25
N-103	JUNCTION	0.77	1.19	3825.27	03:26
N-104	JUNCTION	0.79	1.20	3825.20	03:26
N-105	JUNCTION	0.82	1.20	3825.11	03:25
N-106	JUNCTION	0.93	1.50	3825.24	03:31
N-107	JUNCTION	0.37	0.90	3825.59	03:31
N-108	JUNCTION	0.52	1.00	3825.49	03:30
N-109	JUNCTION	0.86	1.50	3825.51	03:28
N-110	JUNCTION	1.18	1.77	3822.88	03:42
N-111	JUNCTION	0.81	1.24	3822.04	03:45
D-1	OUTFALL	0.63	0.98	3821.72	03:46

Fuente: Elaboración propia

En la *Tabla 60* se muestran el aporte lateral y total (acumulado) máximos de agua por nudo, expresados en LPS (caudal) y L (volumen). Además, se ha calculado el instante en el que ocurre el aporte máximo.

Tabla 60: Resumen de aporte en nudos del sector DJC

Nudo	Tipo	Aporte Lateral	Aporte Total	Instante de Aporte	Volumen Aporte Lateral	Volumen Aporte Total
		Máximo LPS	Máximo LPS	Máximo hh:mm	10 ⁶ L	10 ⁶ L
N-1	JUNCTION	816.46	816.46	03:59	5.146	5.149
N-2	JUNCTION	1188.60	2003.58	03:59	7.516	12.588
N-3	JUNCTION	581.20	1998.46	03:59	3.077	14.634
N-4	JUNCTION	334.02	1673.58	03:37	1.852	17.489
N-5	JUNCTION	574.15	2005.11	03:59	3.215	20.245
N-6	JUNCTION	263.06	2509.06	03:28	1.420	26.050
N-7	JUNCTION	276.87	2712.53	03:29	1.525	27.432
N-8	JUNCTION	200.86	2652.30	03:29	1.071	28.279
N-9	JUNCTION	313.46	2693.49	03:27	1.674	29.679
N-10	JUNCTION	207.49	2681.92	03:32	1.107	30.507
N-11	JUNCTION	329.79	2970.41	03:59	1.763	31.968
N-12	JUNCTION	337.37	3090.82	03:59	1.794	33.148
N-13	JUNCTION	231.96	2993.26	03:59	1.234	33.287
N-14	JUNCTION	448.96	3224.17	03:59	2.465	34.855
N-15	JUNCTION	0.00	2758.84	04:24	0.000	33.272
N-16	JUNCTION	360.75	2715.60	03:59	1.921	32.597
N-17	JUNCTION	460.06	2849.72	03:59	2.452	33.497
N-18	JUNCTION	0.00	3696.41	04:17	0.000	45.012

N-19	JUNCTION	0.00	2948.18	03:25	0.000	18.377
N-20	JUNCTION	504.00	3575.06	04:00	2.816	31.250
N-21	JUNCTION	0.00	2697.25	03:24	0.000	16.292
N-22	JUNCTION	102.10	2664.73	03:26	0.531	14.108
N-23	JUNCTION	185.19	2816.51	03:26	0.960	13.823
N-24	JUNCTION	270.38	2662.23	03:27	1.453	13.108
N-25	JUNCTION	436.47	2667.06	03:27	2.347	12.388
N-26	JUNCTION	145.14	2577.94	03:28	0.755	13.122
N-27	JUNCTION	0.00	3326.43	03:28	0.000	29.767
N-28	JUNCTION	365.79	3231.75	03:27	1.943	24.245
N-29	JUNCTION	0.00	3124.72	03:27	0.000	31.385
N-30	JUNCTION	613.77	5452.09	04:00	3.454	39.482
N-31	JUNCTION	446.40	3083.89	03:27	2.456	22.414
N-32	JUNCTION	318.36	2888.15	03:27	1.674	21.464
N-33	JUNCTION	0.00	2818.35	03:27	0.000	23.045
N-34	JUNCTION	753.23	2953.92	03:26	4.115	23.389
N-35	JUNCTION	163.68	2822.77	03:26	0.926	23.192
N-36	JUNCTION	0.00	3150.61	03:26	0.000	29.913
N-37	JUNCTION	611.18	3235.65	03:26	3.622	33.185
N-38	JUNCTION	317.47	3372.29	03:28	1.968	34.611
N-39	JUNCTION	0.00	3845.05	03:29	0.000	42.306
N-40	JUNCTION	0.00	4546.37	03:27	0.000	50.412
N-41	JUNCTION	337.98	4787.61	03:28	2.024	51.904
N-42	JUNCTION	347.58	615.20	03:35	1.976	2.018
N-43	JUNCTION	437.14	784.57	03:59	2.561	4.534
N-44	JUNCTION	305.31	1035.92	03:59	1.839	6.191
N-45	JUNCTION	281.83	796.84	03:29	1.698	6.408
N-46	JUNCTION	367.26	951.24	03:29	2.241	8.504
N-47	JUNCTION	330.55	1217.42	03:59	2.018	10.340
N-48	JUNCTION	382.73	662.57	03:34	2.215	2.265
N-49	JUNCTION	510.01	851.27	03:59	2.973	5.051
N-50	JUNCTION	187.50	712.25	03:59	1.108	5.520
N-51	JUNCTION	520.41	1183.82	03:59	3.075	8.399
N-52	JUNCTION	231.79	966.18	03:28	1.387	8.561
N-53	JUNCTION	469.56	835.50	03:31	2.894	2.951
N-54	JUNCTION	223.82	895.45	03:29	1.193	3.957
N-55	JUNCTION	428.59	1008.89	03:59	2.283	5.989
N-56	JUNCTION	400.59	632.63	03:33	2.414	2.435
N-57	JUNCTION	240.53	747.46	03:31	1.435	3.866
N-58	JUNCTION	417.27	637.00	03:29	2.401	5.212
N-59	JUNCTION	438.36	951.99	03:59	2.533	7.488
N-60	JUNCTION	476.04	476.04	03:59	2.940	2.940
N-61	JUNCTION	333.41	808.19	03:59	2.025	4.898
N-62	JUNCTION	181.04	989.61	04:00	1.275	6.020
N-63	JUNCTION	273.63	994.72	03:59	1.662	7.210
N-64	JUNCTION	373.34	1355.76	03:59	2.029	8.965
N-65	JUNCTION	132.45	1348.45	03:59	0.919	9.481
N-66	JUNCTION	115.26	1331.26	03:59	0.795	9.849
N-67	JUNCTION	479.39	596.19	03:34	2.959	2.968
N-68	JUNCTION	511.41	990.54	03:59	2.793	5.690
N-69	JUNCTION	124.17	831.10	03:44	0.875	6.083
N-70	JUNCTION	305.91	1133.59	03:59	1.770	7.752
N-71	JUNCTION	153.63	1287.00	03:59	1.076	8.637
N-72	JUNCTION	0.00	2471.48	04:22	0.000	24.031
N-73	JUNCTION	329.28	2704.23	03:59	1.900	25.480
N-74	JUNCTION	106.84	2810.73	03:59	0.748	25.829
N-75	JUNCTION	0.00	2810.84	04:00	0.000	25.504
N-76	JUNCTION	880.37	880.37	03:59	5.196	5.197
N-77	JUNCTION	0.00	671.92	04:08	0.000	4.963
N-78	JUNCTION	843.24	1051.54	03:27	4.682	7.888
N-79	JUNCTION	713.99	1542.81	03:29	3.752	11.110
N-80	JUNCTION	843.15	2120.13	03:29	4.460	14.888
N-81	JUNCTION	509.74	2163.85	03:29	2.775	15.848
N-82	JUNCTION	260.31	2209.89	03:29	1.355	15.520
N-83	JUNCTION	0.00	1921.30	03:30	0.000	14.690
N-84	JUNCTION	510.97	2189.06	03:31	2.750	17.235
N-85	JUNCTION	203.66	330.06	03:59	1.052	1.254
N-86	JUNCTION	233.70	313.77	03:24	1.413	1.876
N-87	JUNCTION	245.34	387.36	03:25	1.357	2.952
N-88	JUNCTION	403.70	403.70	03:59	2.323	2.324
N-89	JUNCTION	492.33	895.79	03:59	2.691	4.954
N-90	JUNCTION	325.20	1115.73	03:59	1.772	6.554
N-91	JUNCTION	533.51	533.51	03:59	2.896	2.897
N-92	JUNCTION	762.32	1295.49	03:59	4.176	7.002
N-93	JUNCTION	563.79	927.09	03:23	3.070	7.590
N-94	JUNCTION	703.84	1608.12	03:59	3.838	11.280

N-95	JUNCTION	633.10	1438.82	03:59	3.449	12.285
N-96	JUNCTION	661.21	1625.15	03:24	3.645	13.957
N-97	JUNCTION	313.59	1635.85	03:25	1.724	14.586
N-98	JUNCTION	408.44	408.44	03:59	2.384	2.388
N-99	JUNCTION	632.00	1040.21	03:59	3.635	6.002
N-100	JUNCTION	907.44	1504.82	03:59	5.248	10.367
N-101	JUNCTION	713.63	1414.84	03:59	3.993	11.916
N-102	JUNCTION	693.45	1501.17	03:59	3.892	13.829
N-103	JUNCTION	0.00	1418.06	03:22	0.000	12.878
N-104	JUNCTION	280.48	1545.62	03:23	1.781	14.591
N-105	JUNCTION	0.00	1937.25	04:00	0.000	16.034
N-106	JUNCTION	0.00	2434.23	03:24	0.000	26.513
N-107	JUNCTION	433.46	433.46	03:59	2.409	2.410
N-108	JUNCTION	598.57	1231.28	03:59	3.440	6.313
N-109	JUNCTION	0.00	1573.41	04:18	0.000	16.260
N-110	JUNCTION	0.00	4442.33	03:33	0.000	50.055
N-111	JUNCTION	0.00	3944.81	03:42	0.000	47.400
D-1	OUTFALL	0.00	3922.18	03:46	0.000	46.438

Fuente: Elaboración propia

En la *Tabla 61* se muestra el tiempo de inundación en los nudos críticos, así como el caudal máximo en cada uno de ellos y el instante en el que sucede la máxima inundación y la cantidad de agua que sobresa a la superficie.

Tabla 61: Resumen de inundación en nudos del sector DJC

Nudo	Horas Inundado	Caudal Máximo LPS	Instante en que sucede el Máximo hh:mm	Volumen Total Inund. 10 ⁶ L
N-2	0.66	586.10	04:00	0.768
N-3	0.77	483.44	03:59	1.004
N-4	0.63	217.27	04:00	0.332
N-5	0.04	153.82	03:32	0.016
N-11	0.60	403.90	03:27	0.318
N-12	0.69	571.38	03:27	0.683
N-13	0.79	217.96	03:59	0.493
N-14	1.02	464.86	03:59	1.209
N-15	2.22	454.35	03:30	2.228
N-16	2.29	434.36	03:27	1.107
N-17	2.67	489.69	03:59	2.105
N-18	3.57	3464.75	04:00	32.525
N-20	3.58	3574.30	04:00	26.073
N-25	0.01	93.82	03:29	0.002
N-26	1.11	1728.99	03:37	3.044
N-29	0.25	756.55	03:28	0.097
N-30	2.40	5451.61	04:00	23.192
N-32	0.13	393.18	03:32	0.104
N-39	0.68	879.56	04:00	1.444
N-43	0.26	116.36	03:36	0.031
N-44	0.73	797.56	04:00	1.355
N-48	0.48	622.12	03:34	0.177
N-49	0.63	325.83	03:59	0.459
N-50	0.52	62.56	03:35	0.056
N-51	0.82	523.41	03:59	1.045
N-53	0.44	656.03	03:32	0.158
N-57	0.70	544.33	04:00	0.918
N-59	0.14	591.13	03:29	0.016
N-62	0.49	267.99	04:00	0.307
N-63	0.19	137.22	03:39	0.014
N-64	0.49	139.33	03:59	0.167
N-65	0.54	132.20	04:00	0.210
N-66	1.31	665.80	04:00	2.056
N-68	0.55	531.38	03:34	0.375
N-71	0.84	929.05	03:31	1.303
N-76	0.64	214.62	03:28	0.243
N-77	1.12	629.61	04:07	1.711
N-78	0.64	222.55	03:59	0.387
N-79	0.67	268.31	03:59	0.450
N-80	0.98	659.79	03:59	1.517
N-81	1.12	509.08	03:59	1.408

N-82	0.91	328.91	03:30	0.654
N-85	1.02	329.73	03:59	0.741
N-87	0.16	13.60	03:59	0.004
N-89	0.33	104.11	04:00	0.066
N-91	0.01	120.59	03:23	0.002
N-92	1.26	953.05	03:59	2.332
N-94	1.43	801.26	03:59	2.263
N-95	1.52	565.27	03:59	1.737
N-96	1.04	373.03	03:59	0.822
N-97	0.86	220.13	03:25	0.267
N-99	0.93	441.69	04:00	0.824
N-100	1.42	802.47	03:59	2.338
N-101	1.56	606.28	03:59	1.865
N-102	1.00	401.30	03:59	0.862
N-104	0.62	81.06	03:26	0.075
N-105	2.23	1937.24	04:00	9.424
N-108	1.29	1230.62	04:00	3.372

Fuente: Elaboración propia

En la *Tabla 62* se muestra el caudal medio y máximo del punto de descarga de la cuenca DJC, y el volumen total que descarga al río Coata.

Tabla 62: Resumen de vertidos del sector DJC

Nudo de Vertido	Frec. Vertido % Porc.	Caudal Medio LPS	Caudal Máximo LPS	Caudal Total 10 ⁶ L
D-1	88.990	2629.550	3922.180	46.438
Sistema	88.990	2629.550	3922.180	46.438

Fuente: Elaboración propia

En la *Tabla 63* se muestra el resumen de caudal máximo en los conductos del sistema y la velocidad máxima respectivamente.

Tabla 63: Resumen de caudal en líneas del sector DJC

Línea	Tipo	Caudal Máximo LPS	Instante Caudal Máx hh:mm	Velocidad Máxima m/s	Caudal Máximo/ Lleno	Nivel Máximo/ Lleno
L-1	CONDUIT	817.44	04:00	0.52	0.58	1.00
L-2	CONDUIT	1417.26	04:13	0.91	1.00	1.00
L-3	CONDUIT	1573.41	04:18	1.01	1.11	1.00
L-4	CONDUIT	1452.31	04:36	0.93	1.03	1.00
L-5	CONDUIT	1610.17	04:19	1.03	1.13	1.00
L-6	CONDUIT	2004.77	03:59	1.29	1.41	1.00
L-7	CONDUIT	2319.02	03:24	1.52	1.63	1.00
L-8	CONDUIT	2514.51	03:29	1.71	1.78	1.00
L-9	CONDUIT	2491.05	03:27	1.19	0.90	1.00
L-10	CONDUIT	2448.59	03:27	1.12	0.89	1.00
L-11	CONDUIT	2504.61	03:32	1.08	0.91	1.00
L-12	CONDUIT	2641.39	04:00	1.02	0.96	1.00
L-13	CONDUIT	2753.45	04:05	1.06	1.00	1.00
L-14	CONDUIT	2761.30	04:10	1.06	1.00	1.00
L-15	CONDUIT	2775.21	04:15	1.07	1.00	1.00
L-16	CONDUIT	2758.84	04:24	1.06	1.00	1.00
L-17	CONDUIT	2354.85	05:03	0.78	1.00	1.00
L-18	CONDUIT	2389.66	04:56	0.80	1.00	1.00
L-19	CONDUIT	2359.62	05:23	0.79	1.00	1.00
L-20	CONDUIT	2483.21	03:25	0.85	1.03	1.00
L-21	CONDUIT	2367.33	03:25	0.81	0.99	1.00
L-22	CONDUIT	2312.30	03:25	0.79	0.97	1.00
L-23	CONDUIT	2585.21	03:26	0.86	1.10	1.00
L-24	CONDUIT	2674.46	03:26	0.89	1.12	1.00

L-25	CONDUIT	2474.93	03:27	0.83	0.93	0.99
L-26	CONDUIT	2359.76	03:27	0.76	0.88	1.00
L-27	CONDUIT	2463.70	03:28	0.78	0.93	1.00
L-28	CONDUIT	2310.61	03:28	0.72	0.87	1.00
L-29	CONDUIT	2961.36	03:27	0.93	1.12	1.00
L-30	CONDUIT	2958.66	03:27	0.93	1.10	1.00
L-31	CONDUIT	2720.96	03:27	0.86	1.03	1.00
L-32	CONDUIT	2788.69	03:27	0.88	1.05	1.00
L-33	CONDUIT	2650.78	03:27	0.84	1.00	1.00
L-34	CONDUIT	2476.12	03:27	0.78	0.93	1.00
L-35	CONDUIT	2451.17	03:26	0.81	0.92	1.00
L-36	CONDUIT	2705.53	03:26	0.90	1.02	1.00
L-37	CONDUIT	2613.04	03:29	0.85	0.99	1.00
L-38	CONDUIT	2825.09	03:25	1.18	1.14	1.00
L-39	CONDUIT	3166.29	03:28	1.24	1.28	1.00
L-40	CONDUIT	3396.44	03:28	1.33	1.39	1.00
L-41	CONDUIT	3813.92	03:28	1.50	1.54	1.00
L-42	CONDUIT	4546.90	03:28	1.79	1.85	1.00
L-43	CONDUIT	4442.33	03:33	1.85	1.80	0.99
L-44	CONDUIT	3944.81	03:42	1.75	1.60	0.84
L-45	CONDUIT	3922.18	03:46	2.39	1.59	0.62
L-46	CONDUIT	347.71	04:00	0.51	0.40	1.00
L-47	CONDUIT	730.61	04:01	0.73	0.85	1.00
L-48	CONDUIT	591.36	03:29	0.76	0.68	1.00
L-49	CONDUIT	696.79	04:20	0.84	0.81	1.00
L-50	CONDUIT	900.52	04:20	0.99	1.04	1.00
L-51	CONDUIT	1217.18	04:00	1.28	1.41	1.00
L-52	CONDUIT	359.17	03:34	0.48	0.43	1.00
L-53	CONDUIT	535.36	04:13	0.72	0.64	1.00
L-54	CONDUIT	663.41	04:07	0.67	0.79	1.00
L-55	CONDUIT	807.30	03:28	0.97	0.97	1.00
L-56	CONDUIT	891.22	03:59	1.04	1.07	1.00
L-57	CONDUIT	495.84	03:31	0.57	0.61	1.00
L-58	CONDUIT	613.62	04:04	0.61	0.76	1.00
L-59	CONDUIT	1008.56	03:59	1.01	1.25	1.00
L-60	CONDUIT	400.89	04:00	0.54	0.48	1.00
L-61	CONDUIT	428.86	03:31	0.51	0.51	1.00
L-62	CONDUIT	635.33	04:15	0.72	0.76	1.00
L-63	CONDUIT	934.53	03:53	0.98	1.12	1.00
L-64	CONDUIT	476.12	04:00	0.56	0.64	1.00
L-65	CONDUIT	809.27	04:00	0.81	1.08	1.00
L-66	CONDUIT	741.22	04:07	0.77	0.87	1.00
L-67	CONDUIT	982.45	04:01	0.68	0.81	1.00
L-68	CONDUIT	1216.00	04:08	0.84	1.00	1.00
L-69	CONDUIT	1216.00	04:10	0.84	1.00	1.00
L-70	CONDUIT	776.41	04:48	0.71	0.64	1.00
L-71	CONDUIT	479.13	03:59	0.48	0.64	1.00
L-72	CONDUIT	738.33	04:08	0.84	0.99	1.00
L-73	CONDUIT	831.14	04:08	0.91	1.11	1.00
L-74	CONDUIT	1133.88	04:00	0.69	0.78	1.00
L-75	CONDUIT	835.63	04:22	0.51	0.58	1.00
L-76	CONDUIT	2472.59	04:23	1.03	1.05	1.00
L-77	CONDUIT	2703.89	03:59	1.13	1.15	1.00
L-78	CONDUIT	2810.84	04:00	1.17	1.20	1.00
L-79	CONDUIT	2811.89	04:00	1.17	1.20	1.00
L-80	CONDUIT	671.92	04:08	0.62	1.00	1.00
L-81	CONDUIT	475.25	03:27	0.46	0.71	1.00
L-82	CONDUIT	998.48	03:29	0.92	1.49	1.00
L-83	CONDUIT	1496.18	03:29	0.92	1.34	1.00
L-84	CONDUIT	1805.99	03:29	1.00	1.39	1.00
L-85	CONDUIT	2005.09	03:29	1.11	1.54	1.00
L-86	CONDUIT	1921.30	03:30	1.07	1.48	1.00
L-87	CONDUIT	1812.81	03:30	1.01	1.40	1.00
L-88	CONDUIT	2185.80	03:30	1.21	1.67	1.00
L-89	CONDUIT	167.17	03:24	0.28	0.61	1.00
L-90	CONDUIT	237.33	03:25	0.68	0.95	1.00
L-91	CONDUIT	386.27	03:25	1.04	1.94	1.00
L-92	CONDUIT	403.62	04:00	0.54	0.80	1.00
L-93	CONDUIT	802.46	04:03	1.07	1.59	1.00
L-94	CONDUIT	1115.56	04:00	0.93	0.44	1.00
L-95	CONDUIT	533.17	03:59	0.71	1.05	1.00
L-96	CONDUIT	570.48	03:23	0.66	0.94	1.00
L-97	CONDUIT	904.28	03:59	0.72	0.90	1.00
L-98	CONDUIT	951.73	03:22	0.75	0.90	1.00
L-99	CONDUIT	1211.88	03:24	0.90	1.09	1.00
L-100	CONDUIT	1435.37	03:25	1.03	1.24	1.00

L-101	CONDUIT	1432.42	03:24	1.02	1.07	1.00
L-102	CONDUIT	408.47	04:00	0.51	0.68	1.00
L-103	CONDUIT	597.37	04:09	0.75	1.00	1.00
L-104	CONDUIT	762.76	03:21	0.85	1.09	1.00
L-105	CONDUIT	1006.84	03:22	1.01	1.25	1.00
L-106	CONDUIT	1418.06	03:22	1.18	1.38	1.00
L-107	CONDUIT	1369.17	03:23	1.04	1.17	1.00
L-108	CONDUIT	1455.90	03:24	1.06	1.11	1.00
L-109	CONDUIT	1248.96	03:24	0.89	0.95	1.00
L-110	CONDUIT	433.69	04:00	0.51	0.45	0.95
L-111	CONDUIT	423.28	03:26	0.82	0.44	1.00

Fuente: Elaboración propia

5.8 Perfiles de Lámina de Agua del Sector DJC

Las Figuras 42 al 45 ilustran los diagramas del perfil que muestran la variación en profundidad simulada del agua con la distancia sobre la trayectoria de los enlaces del sistema colector y los nudos de un punto particular en el tiempo. Una vez se crea el diagrama es posible su actualización en el tiempo cada vez que se seleccionen un nuevo periodo de tiempo utilizando el visor del mapa. Puede visualizarse la animación del conducto mostrando la evolución del calado.

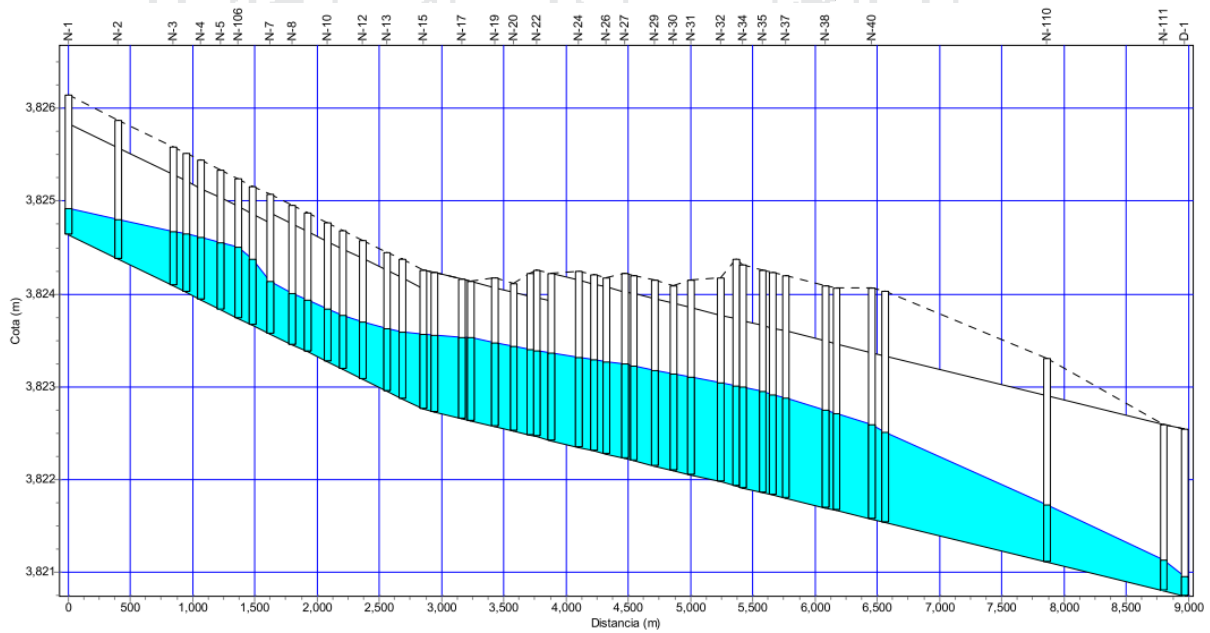


Figura 42: Perfil de lámina de agua del dren DJC 1

Fuente: Elaboración propia

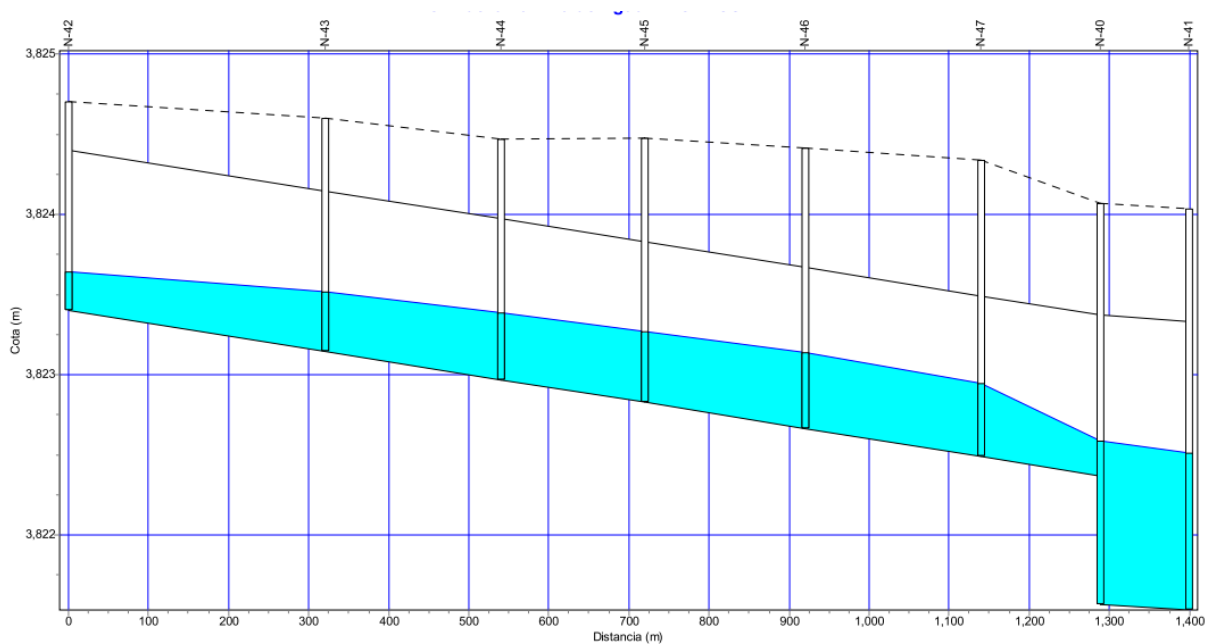


Figura 43: Perfil de lámina de agua del dren DJC 1.1.A

Fuente: Elaboración propia

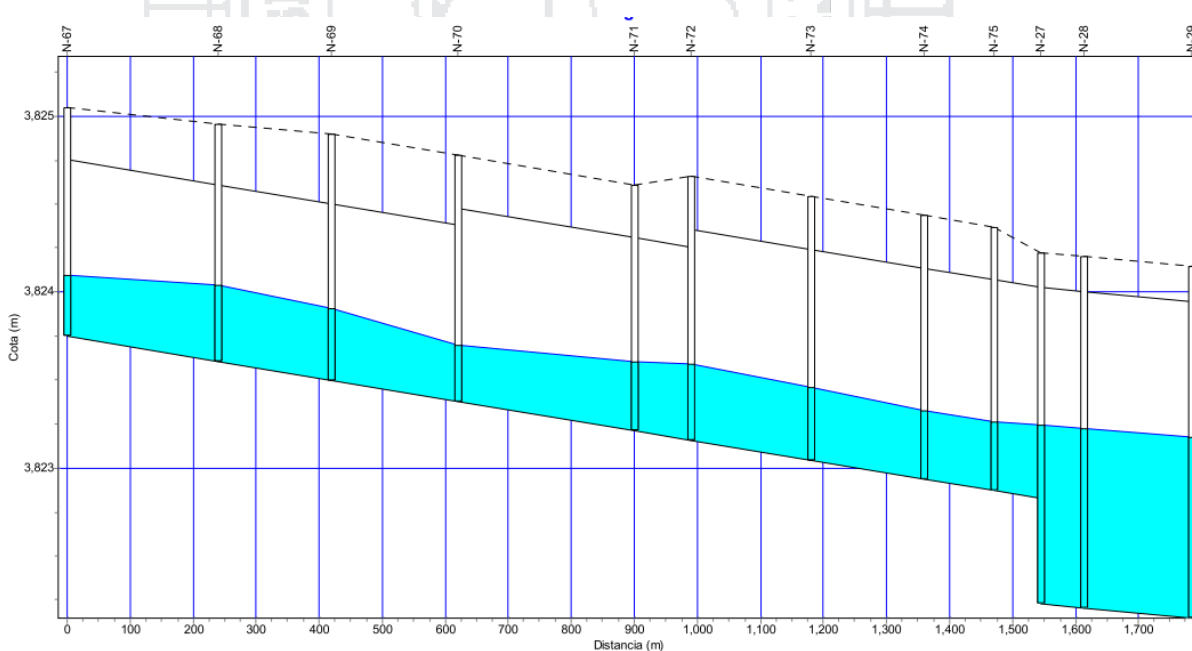


Figura 44: Perfil de lámina de agua del dren DJC 1.3

Fuente: Elaboración propia

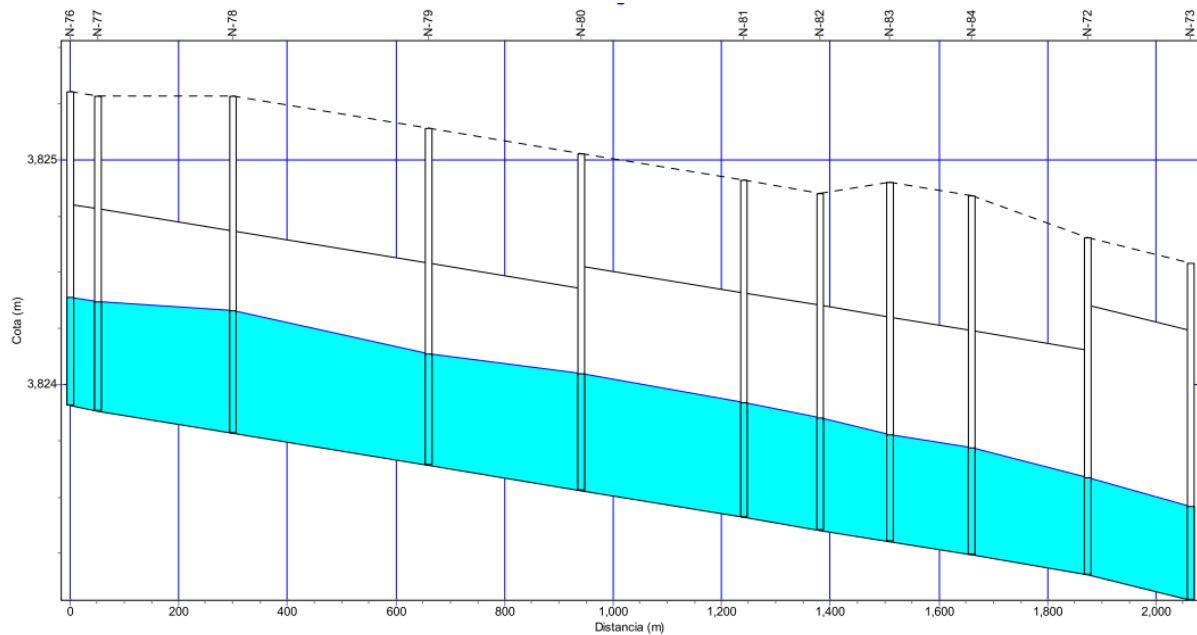


Figura 45: Perfil de lámina de agua del dren DJC 1.3.1

Fuente: Elaboración propia

5.9 Análisis de resultados del sector DJC

El área de cuenca según el expediente técnico es de 20.66 Km², y según el presente proyecto es de 7.91 Km².

Tomando en cuenta la reducción del área de la cuenca, el canal de entrega considerado en el proyecto es de 3 tubos de 1.5 m de diámetro, y según los resultados del modelamiento se reduce a una sección circular de 1.8 m de diámetro.

Considerando la topografía en las zonas de los drenes DJC 1.1 y DJC 1.2 plana y en otras partes con depresiones, el canal planteado será subterráneo con dimensiones de 1 m x 1 m repartida en 4 canales.

Teniendo como línea de división el aeropuerto se plantea dos canales adyacentes a este para evitar inundaciones en ambas avenidas (Av. Amanecer y Av. Aeropuerto).

Los drenes existentes en este sector están en la Av. Ferrocarril con dimensiones de canal actuales ($b = 2.00$ m; $h = 1.30$ m), tiene la capacidad hidráulica para transportar el caudal máximo que es 2504 L/s. El dren de la Av. Circunvalación Zona Oeste, este canal no tiene la suficiente capacidad hidráulica para el buen funcionamiento del sistema por lo tanto las dimensiones según el nuevo diseño son 2.00 m x 1.50 m.

En la *Tabla 64* se detallan las secciones de los drenes según el expediente técnico.

Tabla 64: Características geométricas de los drenes según el expediente técnico del sector DJC

	Sec. Tipo	Progresiva		S(m/m)	v(m/s)	Características Geométricas			
		de	a			b(m)	H(m)	Hinicio	Hfinal
DJC-1	I	--	--	--	--				
	I	--	--	--	--	existente			
	I	--	--	--	--				
	I	4+024.76	4+437.83	0.000300	0.69	1.50	var.	1.87	1.81
	I	4+437.83	5+353.97	0.000300	0.84	2.60	var.	1.81	1.67
	2 tubos	5+353.97	6+441.00	0.000300	1.01	1.50	var.	1.50	1.50
	3 tubos	6+441.00	8+912.46	0.000300	1.03	1.5	var.	1.50	1.50
DJC-1.1	I	0+000.00	1+275.00	0.000500	0.79	1.50	var.	1.20	1.31
DJC-1.2	I	0+000.00	0+800.00	0.000500	0.60	1.00	var.	1.12	1.15
DJC-1.3	I	0+000.00	1+164.37	0.000400	0.61	1.50	var.	0.87	1.07
	I	1+164.37	1+721.10	0.000500	0.79	2.60	var.	1.07	1.28
DJC-1.3.1	I	0+000.00	0+500.00	0.000400	0.60	1.00	var.	0.92	0.92
	I	0+500.00	1+848.17	0.000400	0.63	1.80	var.	0.92	0.92
DJC-1.4	I	0+000.00	0+487.00	0.001000	0.60	1.00	var.	0.60	1.17
DJC-1.5	I	0+000.00	0+375.00	0.001500	0.60	1.00	var.	0.37	0.63
DJC-1.7	I	0+000.00	1+345.00	0.000700	0.60	1.00	var.	0.88	0.88
DJC-1.8	I	0+000.00	0+499.80	0.001000	0.60	1.00	var.	0.55	0.74

Fuente: Elaboración propia

En la *Tabla 65* se detallan las secciones de los drenes según el nuevo diseño.

Tabla 65: Características geométricas de los drenes según el nuevo diseño del sector DJC

	Progresiva		S(m/m)	v(m/s)	Características Geométricas	
	de	a			b(m)	H(m)
DJC-1	0+000.00	1+621.99	0.000660	1.12	1.30	1.20
	1+621.99	2+845.68	0.000660	1.08	2.00	1.30
	2+845.68	3+828.36	0.000330	0.82	2.00	1.50
	3+828.36	5+646.20	0.000330	0.84	1.80	1.80
	5+646.20	8+951.50	0.000330	1.63	D	1.80
DJC-1.1 A	0+000.00	1+283.51	0.000800	0.85	1.00	1.00
DJC-1.1 B	0+000.00	1+281.13	0.000750	0.78	1.00	1.00
DJC-1.2 A	0+000.00	1+014.93	0.000750	0.69	1.00	1.00
DJC-1.2 B	0+000.00	0+755.54	0.000700	0.73	1.00	1.00
DJC-1.3 A	0+000.00	0+620.00	0.000600	0.74	1.00	1.00

	0+620.00	0+988.10	0.000600	0.60	1.50	1.00
	0+988.10	1+540.90	0.000600	1.13	2.00	1.20
DJC-1.3 B	0+000.00	0+800.00	0.000600	0.72	1.00	1.00
	0+800.00	1+498.38	0.000600	0.77	1.20	1.20
DJC-1.3.1	0+000.00	0+660.00	0.000400	0.67	1.20	0.90
	0+660.00	0+940.00	0.000400	0.92	1.80	0.90
	0+940.00	1+860.65	0.000400	1.08	1.80	1.00
DJC-1.4	0+000.00	0+180.00	0.000600	0.60	1.00	0.6
	0+180.00	0+480.88	0.000600	0.86	0.50	0.75
DJC-1.5	0+000.00	0+280.00	0.000600	0.60	1.00	0.75
	0+280.00	0+419.25	0.000600	1.00	1.20	1.00
DJC-1.7	0+000.00	0+680.00	0.000700	0.71	1.00	0.80
	0+680.00	1+080.00	0.000700	1.09	1.20	1.00
	1+080.00	1+455.99	0.000700	1.02	1.20	1.20
DJC-1.8	0+000.00	0+483.08	0.001000	0.70	1.00	1.00

Fuente: Elaboración propia

5.10 Resultados obtenidos del sector DJD

Los resultados obtenidos mediante el software SWMM correspondientes al sector DJD se muestran en las siguientes tablas:

Tabla 66: Escorrentía superficial del sector DJD

[Escorrentía Superficial] - DJD	Volumen ha·m	Altura mm
Precipitación Total	61.173	39.340
Pérdidas Evaporación	0.000	0.000
Pérdidas Infiltración	9.190	5.910
Escorrentía Superficial ...	45.314	29.141
Almacen. Final en Sup. ...	6.800	4.373
% Error Continuidad	-0.214	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 67: Cálculo hidráulico del sector DJD

	Volumen ha·m	Volumen 10 ³ m ³

[Cálculo Hidráulico] - DJD		

Aporte Tiempo Seco	0.000	0.000
Aporte Tiempo Lluvia	44.897	448.973
Aporte Ag. Subterránea ...	0.000	0.000
Aportes dep. Lluvia	0.000	0.000
Aportes Externos	0.000	0.000
Descargas Externas	27.225	272.252
Descargas Internas	15.121	151.252
Perdidas Almacenamiento ...	0.000	0.000
Vol. Almacenado Inicial ..	0.000	0.002
Vol. Almacenado Final	2.558	25.581
% Error Continuidad	-0.017	

Fuente: Elaboración propia

Según los resultados analizados con una serie temporal de 6 horas, con una precipitación total de 39.340 mm, en la *Tabla 68* se muestra la infiltración total por subcuenca (mm) y por consiguiente la escorrentía total (mm). Con las características físicas de las subcuencas el software calcula el coeficiente de escorrentía.

Tabla 68: Resumen de escorrentía en subcuencas del sector DJD

Subcuenca	Precip Total mm	Infil Total mm	Escor. Total mm	Escor. Total 10 ⁶ L	Escor. Punta LPS	Coef. Escor.
C-1	39.340	5.161	25.718	3.157	501.672	0.654
C-2	39.340	8.274	16.817	0.888	113.950	0.427
C-3	39.340	5.173	23.008	6.154	947.632	0.585
C-4	39.340	6.205	21.462	3.230	488.140	0.546
C-5	39.340	3.096	28.853	9.642	1536.141	0.733
C-6	39.340	6.190	24.411	3.890	594.839	0.621
C-7	39.340	6.203	22.061	2.813	425.387	0.561
C-8	39.340	5.161	25.710	2.457	390.413	0.654
C-9	39.340	9.835	28.145	1.283	239.709	0.715
C-10	39.340	29.505	9.507	0.818	152.156	0.242
C-11	39.340	7.868	29.562	1.550	287.665	0.751
C-12	39.340	7.868	28.942	3.523	637.258	0.736
C-13	39.340	3.934	33.501	1.231	229.467	0.852
C-14	39.340	7.868	29.352	2.982	549.604	0.746
C-15	39.340	1.538	34.252	3.378	609.345	0.871
C-17	39.340	2.048	34.726	2.819	529.197	0.883
C-16	39.340	2.564	33.737	1.682	309.956	0.858
C-18	39.340	1.023	35.595	1.468	273.970	0.905
C-19	39.340	1.024	34.874	2.251	407.313	0.886
C-20	39.340	1.023	35.752	0.994	186.434	0.909
C-21	39.340	1.023	35.797	1.225	230.244	0.910
C-22	39.340	1.024	35.270	1.710	314.962	0.897
C-23	39.340	1.023	35.575	1.643	306.388	0.904
C-24	39.340	1.021	36.474	0.641	121.999	0.927
C-25	39.340	1.022	35.929	1.575	297.107	0.913
C-26	39.340	1.026	33.464	3.287	552.020	0.851
C-27	39.340	1.023	35.772	1.881	353.084	0.909
C-28	39.340	1.022	36.143	0.651	123.394	0.919
C-29	39.340	1.023	35.586	1.942	362.305	0.905
C-30	39.340	1.023	35.651	0.840	157.069	0.906
C-31	39.340	1.023	35.908	2.489	469.191	0.913
C-32	39.340	1.023	35.762	2.299	431.473	0.909
C-33	39.340	1.024	34.171	5.006	928.823	0.869
C-34	39.340	1.023	35.561	2.598	484.361	0.904
C-35	39.340	1.023	35.574	2.504	466.900	0.904
C-36	39.340	1.022	36.011	1.102	208.295	0.915
C-37	39.340	1.023	35.612	1.517	283.309	0.905
C-38	39.340	2.640	34.307	1.842	345.342	0.872
C-39	39.340	18.651	15.014	2.386	403.416	0.382
C-40	39.340	9.832	27.697	1.510	280.398	0.704

C-41	39.340	9.832	27.634	3.247	601.580	0.702
C-42	39.340	11.800	25.351	5.634	1027.957	0.644
C-43	39.340	9.833	27.325	2.520	460.801	0.695
C-44	39.340	2.575	30.876	7.146	1190.221	0.785
C-45	39.340	2.576	30.589	7.119	1166.199	0.778
C-46	39.340	2.565	33.394	1.270	231.048	0.849
C-47	39.340	2.575	31.112	4.897	818.967	0.791
C-48	39.340	2.572	31.815	2.110	362.515	0.809
C-49	39.340	3.443	30.608	4.329	751.122	0.778
C-50	39.340	3.430	32.818	1.187	218.121	0.834
C-51	39.340	3.434	31.989	4.021	734.862	0.813
C-52	39.340	3.435	32.284	1.330	239.612	0.821
C-53	39.340	3.435	32.238	2.889	519.620	0.819
C-54	39.340	4.115	30.231	3.144	539.165	0.768
C-55	39.340	3.429	32.919	2.107	388.655	0.837
C-56	39.340	3.443	31.062	3.159	543.968	0.790
C-57	39.340	3.440	31.454	3.019	527.560	0.800
C-58	39.340	18.564	16.746	6.531	1129.767	0.426
C-59	39.340	7.960	26.925	6.337	1089.872	0.684
C-60	39.340	10.612	24.799	3.756	668.465	0.630
C-61	39.340	3.090	30.505	4.303	724.518	0.775
C-62	39.340	4.125	28.225	4.473	735.160	0.717
C-63	39.340	3.084	31.870	3.399	596.843	0.810
C-64	39.340	3.090	30.474	5.153	866.942	0.775
C-65	39.340	3.083	32.020	3.776	666.212	0.814
C-66	39.340	3.093	29.865	5.572	919.163	0.759
C-67	39.340	7.902	30.412	9.977	1965.869	0.773
C-68	39.340	7.943	28.355	2.772	504.999	0.721
C-69	39.340	7.957	27.235	4.963	865.364	0.692
C-70	39.340	3.092	29.943	4.408	729.004	0.761
C-71	39.340	6.203	22.007	3.424	517.772	0.559
C-72	39.340	1.022	36.129	1.280	242.655	0.918
C-73	39.340	1.022	35.974	1.800	339.962	0.914
C-74	39.340	1.023	35.582	1.948	363.466	0.904
C-75	39.340	1.022	36.097	1.916	362.946	0.918
C-76	39.340	1.023	35.594	1.989	371.257	0.905
C-77	39.340	1.023	35.873	0.744	140.189	0.912
C-78	39.340	1.023	35.525	1.892	352.135	0.903
C-79	39.340	1.024	34.826	2.317	418.270	0.885
C-80	39.340	1.024	35.256	2.547	468.876	0.896
C-81	39.340	1.022	36.049	1.629	308.209	0.916
C-82	39.340	1.024	35.065	2.320	423.589	0.891
C-83	39.340	1.023	35.729	1.944	364.507	0.908
C-84	39.340	1.024	34.997	3.676	669.017	0.890
C-85	39.340	1.023	35.499	2.243	417.145	0.902
C-86	39.340	1.025	34.109	1.960	340.871	0.867
C-87	39.340	1.023	35.494	2.196	408.295	0.902
C-88	39.340	2.641	34.149	2.358	439.162	0.868
C-89	39.340	2.643	33.488	2.620	473.124	0.851
C-90	39.340	19.963	12.646	13.144	1920.084	0.321
C-91	39.340	14.615	22.325	4.503	934.685	0.567
C-92	39.340	10.433	27.045	7.559	1518.180	0.687
C-93	39.340	7.176	27.904	4.865	906.692	0.709
C-94	39.340	3.085	31.664	1.611	281.124	0.805
C-95	39.340	1.023	35.705	2.393	448.323	0.908
C-96	39.340	3.068	34.336	1.837	357.222	0.873
C-97	39.340	1.022	36.018	1.933	365.397	0.916
C-98	39.340	3.064	34.691	2.466	487.050	0.882
C-99	39.340	1.023	35.605	2.319	433.026	0.905
C-100	39.340	1.025	34.361	3.852	678.974	0.873
C-101	39.340	5.154	27.117	3.509	566.930	0.689
C-102	39.340	2.648	32.368	5.464	928.563	0.823
C-103	39.340	1.023	35.851	1.182	222.397	0.911
C-104	39.340	1.535	35.355	1.328	250.312	0.899
C-105	39.340	1.023	35.898	1.079	203.371	0.913
C-106	39.340	1.536	35.189	1.375	257.805	0.894
C-107	39.340	12.490	25.433	2.272	511.419	0.647
C-108	39.340	1.023	35.839	0.592	111.325	0.911
C-109	39.340	6.241	31.993	2.946	594.327	0.813
C-110	39.340	1.023	35.423	1.107	205.307	0.900
C-111	39.340	1.024	35.299	2.199	405.580	0.897
C-112	39.340	1.023	35.386	1.156	213.961	0.899
C-113	39.340	1.022	36.128	1.114	211.154	0.918
C-114	39.340	1.023	35.522	3.358	624.972	0.903
C-115	39.340	1.022	36.259	1.143	217.020	0.922
C-116	39.340	1.024	35.086	1.580	288.704	0.892

C-117	39.340	1.024	34.859	3.579	646.962	0.886
C-118	39.340	1.020	37.042	0.269	51.011	0.942
C-119	39.340	1.024	35.247	1.345	247.487	0.896
C-120	39.340	1.022	36.291	0.376	71.378	0.922
C-121	39.340	1.024	34.159	6.490	1203.421	0.868
C-122	39.340	1.024	34.480	1.924	352.836	0.876
C-123	39.340	1.024	34.198	4.953	920.230	0.869
C-124	39.340	1.023	35.113	1.326	250.137	0.893
C-125	39.340	1.023	35.502	1.344	250.046	0.902
C-126	39.340	2.073	36.625	1.451	275.357	0.931
C-127	39.340	2.076	36.277	3.241	619.857	0.922
C-128	39.340	1.020	37.184	2.122	401.402	0.945
C-129	39.340	1.022	36.160	2.276	431.653	0.919
C-130	39.340	1.022	36.380	0.683	129.903	0.925
C-131	39.340	1.023	35.566	1.995	371.977	0.904
C-132	39.340	1.023	35.360	1.313	242.797	0.899
C-133	39.340	1.022	36.169	1.447	274.394	0.919
C-134	39.340	1.024	34.775	2.400	432.137	0.884
C-135	39.340	1.022	36.129	1.585	300.453	0.918
C-136	39.340	1.023	35.735	2.416	453.091	0.908
C-137	39.340	1.024	35.050	1.363	248.725	0.891
C-138	39.340	3.432	32.601	2.008	366.057	0.829
C-139	39.340	3.432	32.650	2.387	435.892	0.830
C-140	39.340	1.365	35.919	1.020	194.217	0.913
C-141	39.340	3.444	30.877	3.272	559.247	0.785
C-142	39.340	1.369	34.772	1.934	353.548	0.884
C-143	39.340	3.428	33.094	4.105	762.308	0.841
C-144	39.340	1.364	36.399	2.420	461.502	0.925
C-145	39.340	3.437	31.969	1.754	312.521	0.813
C-146	39.340	3.430	32.873	2.575	474.119	0.836
C-147	39.340	1.369	34.763	1.738	317.591	0.884
C-148	39.340	9.665	21.247	0.831	124.084	0.540
C-149	39.340	9.664	21.339	1.427	213.323	0.542
C-150	39.340	1.022	36.145	1.087	206.048	0.919
C-151	39.340	1.022	36.128	0.609	115.505	0.918
C-152	39.340	1.023	35.440	1.963	364.148	0.901
C-153	39.340	1.023	35.477	0.864	160.571	0.902
C-154	39.340	1.021	36.730	2.835	539.769	0.934
C-155	39.340	2.560	34.345	5.869	1107.722	0.873
C-156	39.340	1.019	37.655	0.564	105.446	0.957
C-157	39.340	1.022	36.092	1.398	264.716	0.917
C-158	39.340	1.022	36.331	0.631	120.054	0.924
C-159	39.340	1.022	36.371	0.530	100.867	0.925
C-160	39.340	13.607	22.492	6.327	1170.640	0.572
C-161	39.340	6.145	29.856	5.984	1162.164	0.759
C-162	39.340	3.086	31.532	3.830	665.541	0.802
C-163	39.340	3.073	33.544	4.106	775.286	0.853
C-164	39.340	2.567	33.136	2.282	411.317	0.842
C-165	39.340	12.488	25.457	1.075	242.743	0.647
C-166	39.340	6.125	30.983	0.301	65.297	0.788
C-167	39.340	2.551	35.520	1.263	247.267	0.903
C-168	39.340	1.530	36.741	0.471	89.814	0.934
C-169	39.340	4.090	33.150	1.660	329.598	0.843
C-170	39.340	1.021	36.573	1.213	231.100	0.930
C-171	39.340	2.557	34.802	0.805	154.875	0.885
Sistema	39.340	5.910	29.141	453.138	81259.976	0.741

Fuente: Elaboración propia

En la *Tabla 69* se muestra el nivel de aguas medio y máximo alcanzado, con respecto a la cota de rasante del canal se obtiene la cota del calado crítico mostrando el instante en el que ocurre, siendo el intervalo de precipitación máxima diaria de 6 horas.

Tabla 69: Resumen de nivel en nudos del sector DJD

Nudo	Tipo	Nivel Medio Metros	Nivel Máximo Metros	Altura Máxima Metros	Instante Niv. Máx. hh:mm
N-1	JUNCTION	0.19	0.46	3823.95	04:07
N-2	JUNCTION	0.24	0.54	3823.95	04:08
N-3	JUNCTION	0.34	0.67	3823.95	04:07
N-4	JUNCTION	0.41	0.78	3823.93	04:04

N-5	JUNCTION	0.50	0.89	3823.91	04:05
N-6	JUNCTION	0.54	0.94	3823.89	04:06
N-7	JUNCTION	0.58	1.00	3823.85	04:06
N-8	JUNCTION	0.63	1.04	3823.82	04:06
N-9	JUNCTION	0.64	1.06	3823.75	04:06
N-10	JUNCTION	0.65	1.06	3823.67	04:06
N-11	JUNCTION	0.65	1.05	3823.61	04:06
N-12	JUNCTION	0.67	1.07	3823.56	04:05
N-13	JUNCTION	0.71	1.10	3823.51	04:03
N-14	JUNCTION	0.74	1.12	3823.46	04:03
N-15	JUNCTION	0.77	1.13	3823.39	04:02
N-16	JUNCTION	0.83	1.18	3823.37	04:02
N-17	JUNCTION	0.87	1.19	3823.32	04:01
N-18	JUNCTION	0.90	1.20	3823.27	03:31
N-19	JUNCTION	0.94	1.20	3823.09	03:27
N-20	JUNCTION	0.96	1.25	3823.06	03:36
N-21	JUNCTION	1.00	1.30	3823.04	03:35
N-22	JUNCTION	1.02	1.33	3823.02	03:36
N-23	JUNCTION	1.05	1.40	3822.94	03:34
N-24	JUNCTION	1.07	1.44	3822.78	03:35
N-25	JUNCTION	1.10	1.50	3822.76	03:34
N-26	JUNCTION	1.13	1.53	3822.69	03:33
N-27	JUNCTION	1.14	1.50	3822.62	03:32
N-28	JUNCTION	1.15	1.60	3822.69	03:31
N-29	JUNCTION	1.15	1.50	3822.53	03:31
N-30	JUNCTION	1.16	1.50	3822.45	03:31
N-31	JUNCTION	1.16	1.50	3822.39	03:31
N-32	JUNCTION	1.17	1.50	3822.34	03:30
N-33	JUNCTION	1.17	1.50	3822.27	03:30
N-34	JUNCTION	1.18	1.50	3822.18	03:29
N-35	JUNCTION	1.15	1.40	3821.99	03:28
N-36	JUNCTION	1.15	1.40	3821.90	03:28
N-37	JUNCTION	1.16	1.40	3821.82	03:28
N-38	JUNCTION	1.15	1.40	3821.77	03:29
N-39	JUNCTION	1.15	1.40	3821.67	03:29
N-40	JUNCTION	1.15	1.40	3821.57	03:30
N-41	JUNCTION	1.16	1.42	3821.56	04:00
N-42	JUNCTION	1.19	1.49	3821.53	03:36
N-43	JUNCTION	1.21	1.54	3821.51	03:36
N-44	JUNCTION	1.23	1.59	3821.49	04:00
N-45	JUNCTION	1.11	1.47	3821.28	04:01
N-46	JUNCTION	0.46	1.20	3822.08	03:28
N-47	JUNCTION	0.59	1.20	3821.91	03:27
N-48	JUNCTION	0.69	1.20	3821.75	03:26
N-49	JUNCTION	0.77	1.20	3821.59	03:26
N-50	JUNCTION	0.84	1.20	3821.39	03:25
N-51	JUNCTION	0.85	1.20	3821.11	03:31
N-52	JUNCTION	0.82	1.20	3821.07	03:48
N-53	JUNCTION	0.85	1.23	3820.82	04:00
N-54	JUNCTION	0.51	1.04	3821.38	04:00
N-55	JUNCTION	0.69	1.17	3821.23	04:00
N-56	JUNCTION	0.46	1.04	3822.03	04:00
N-57	JUNCTION	0.66	1.25	3821.89	03:31
N-58	JUNCTION	0.70	1.22	3821.71	03:31
N-59	JUNCTION	0.78	1.25	3821.36	03:27
N-60	JUNCTION	0.79	1.20	3821.10	03:27
N-61	JUNCTION	0.73	1.13	3820.76	04:00
N-62	JUNCTION	0.23	0.54	3822.18	04:00
N-63	JUNCTION	0.40	0.86	3821.91	04:00
N-64	JUNCTION	0.56	1.00	3821.70	03:29
N-65	JUNCTION	0.78	1.24	3822.56	04:00
N-66	JUNCTION	0.86	1.25	3822.45	03:23
N-67	JUNCTION	0.90	1.20	3822.29	03:21
N-68	JUNCTION	0.97	1.30	3822.25	03:56
N-69	JUNCTION	1.02	1.30	3822.10	03:21
N-70	JUNCTION	1.08	1.40	3822.07	03:28
N-71	JUNCTION	1.13	1.51	3822.07	04:00
N-72	JUNCTION	1.14	1.56	3822.02	04:00
N-73	JUNCTION	1.10	1.55	3821.82	04:00
N-74	JUNCTION	1.10	1.54	3821.70	04:01
N-75	JUNCTION	0.51	0.90	3823.06	03:09
N-76	JUNCTION	0.66	1.00	3822.83	03:10
N-77	JUNCTION	0.85	1.30	3822.58	03:27
N-78	JUNCTION	1.09	1.50	3822.24	03:26
N-79	JUNCTION	0.44	0.80	3823.80	03:59
N-80	JUNCTION	0.54	0.80	3823.66	03:15

N-81	JUNCTION	0.62	0.90	3823.64	03:15
N-82	JUNCTION	0.66	0.90	3823.53	03:15
N-83	JUNCTION	0.72	1.00	3823.52	03:15
N-84	JUNCTION	0.76	1.00	3823.42	03:15
N-85	JUNCTION	0.82	1.10	3823.35	03:16
N-86	JUNCTION	0.85	1.10	3823.26	03:16
N-87	JUNCTION	0.90	1.19	3823.19	04:00
N-88	JUNCTION	0.92	1.20	3823.09	03:18
N-89	JUNCTION	0.96	1.30	3822.96	03:31
N-90	JUNCTION	0.96	1.39	3822.75	04:00
N-91	JUNCTION	0.89	1.39	3822.60	04:00
N-92	JUNCTION	0.98	1.57	3822.26	04:00
N-93	JUNCTION	1.05	1.65	3821.95	04:00
N-94	JUNCTION	0.32	0.57	3851.39	04:00
N-95	JUNCTION	0.25	0.52	3845.95	04:00
N-96	JUNCTION	0.37	0.82	3841.90	04:00
N-97	JUNCTION	0.36	0.80	3837.28	04:00
N-98	JUNCTION	0.53	1.35	3832.80	04:01
N-99	JUNCTION	0.56	1.20	3830.27	03:56
N-100	JUNCTION	0.35	0.72	3828.67	03:56
N-101	JUNCTION	0.36	0.74	3825.08	03:56
N-102	JUNCTION	0.61	1.32	3823.87	03:56
N-103	JUNCTION	0.67	1.42	3823.66	03:57
N-104	JUNCTION	0.75	1.50	3823.47	03:45
N-105	JUNCTION	0.84	1.50	3823.19	03:33
N-106	JUNCTION	0.85	1.48	3822.91	03:33
N-107	JUNCTION	0.89	1.54	3822.62	04:00
N-108	JUNCTION	1.07	1.64	3821.91	04:00
N-109	JUNCTION	0.48	1.17	3823.29	03:36
N-110	JUNCTION	0.61	1.31	3823.26	03:36
N-111	JUNCTION	0.66	1.34	3823.22	03:36
N-112	JUNCTION	0.08	0.20	3828.99	04:00
N-113	JUNCTION	0.11	0.27	3827.38	04:00
N-114	JUNCTION	0.14	0.35	3825.47	04:00
N-115	JUNCTION	0.28	0.90	3823.99	04:00
N-116	JUNCTION	0.64	1.58	3823.82	04:00
N-117	JUNCTION	0.08	0.16	3822.06	04:00
N-118	JUNCTION	0.15	0.46	3821.97	03:43
N-119	JUNCTION	0.34	0.74	3821.95	03:45
N-120	JUNCTION	0.67	1.10	3821.89	03:39
N-121	JUNCTION	0.72	1.10	3821.78	03:31
N-122	JUNCTION	0.79	1.10	3821.70	03:30
N-123	JUNCTION	0.88	1.15	3821.61	03:30
N-124	JUNCTION	0.95	1.22	3821.59	03:34
N-125	JUNCTION	1.03	1.29	3821.57	03:30
N-126	JUNCTION	0.57	1.20	3823.31	03:43
N-127	JUNCTION	0.59	1.20	3823.24	03:43
N-128	JUNCTION	0.61	1.17	3823.07	04:00
N-129	JUNCTION	0.38	0.80	3822.63	04:00
N-130	JUNCTION	0.87	1.20	3822.02	03:29
N-131	JUNCTION	0.09	0.18	3858.22	03:59
N-132	JUNCTION	0.17	0.37	3844.41	04:00
N-133	JUNCTION	0.34	0.91	3829.55	04:00
N-134	JUNCTION	0.43	1.10	3824.70	03:24
N-135	JUNCTION	0.13	0.31	3823.43	04:00
N-136	JUNCTION	0.16	0.38	3823.35	04:00
N-137	JUNCTION	0.21	0.45	3823.26	04:00
N-138	JUNCTION	0.18	0.39	3823.09	04:00
N-139	JUNCTION	0.26	0.50	3822.72	04:00
N-140	JUNCTION	0.22	0.64	3824.08	04:00
N-141	JUNCTION	0.40	1.00	3823.97	03:45
N-142	JUNCTION	0.41	0.98	3823.49	04:00
N-143	JUNCTION	0.27	0.62	3824.01	04:00
N-144	JUNCTION	0.69	1.20	3823.97	03:30
N-145	JUNCTION	0.78	1.20	3823.79	03:20
N-146	JUNCTION	0.84	1.20	3823.57	03:19
N-147	JUNCTION	0.89	1.30	3823.44	04:00
N-148	JUNCTION	0.93	1.35	3823.36	04:00
N-149	JUNCTION	1.02	1.40	3823.24	03:50
N-150	JUNCTION	1.00	1.35	3823.13	04:00
N-151	JUNCTION	0.10	0.27	3823.25	04:00
N-152	JUNCTION	0.18	0.39	3823.21	04:00
N-153	JUNCTION	0.30	0.56	3823.14	04:00
N-154	JUNCTION	0.46	0.75	3823.09	04:00
N-155	JUNCTION	0.04	0.10	3825.32	03:59
N-156	JUNCTION	0.22	0.52	3824.73	04:00

N-157	JUNCTION	0.30	0.70	3824.50	04:00
N-158	JUNCTION	0.17	0.39	3823.87	04:00
N-159	JUNCTION	0.26	0.62	3827.61	04:00
N-160	JUNCTION	0.42	1.05	3825.96	04:00
N-161	JUNCTION	0.57	1.30	3825.41	03:34
N-162	JUNCTION	0.60	1.30	3824.99	03:33
N-163	JUNCTION	0.64	1.30	3824.25	03:30
N-164	JUNCTION	0.11	0.23	3828.22	04:00
N-165	JUNCTION	0.20	0.52	3825.71	04:00
N-166	JUNCTION	0.29	0.87	3824.47	04:00
N-167	JUNCTION	0.36	1.01	3824.44	04:00
N-168	JUNCTION	0.45	1.14	3824.37	04:00
N-169	JUNCTION	0.55	1.25	3824.31	03:31
N-170	JUNCTION	0.10	0.24	3827.46	04:00
N-171	JUNCTION	0.19	0.43	3823.40	04:00
D-1	OUTFALL	0.53	0.76	3819.66	04:00
D-2	OUTFALL	1.06	1.42	3821.22	04:01
D-3	OUTFALL	0.53	0.82	3820.32	04:00

Fuente: Elaboración propia

En la *Tabla 70* se muestran el aporte lateral y total (acumulado) máximos de agua por nudo, expresados en LPS (caudal) y L (volumen). Además, se ha calculado el instante en el que ocurre el aporte máximo.

Tabla 70: Resumen de aporte en nudos del sector DJD

Nudo	Tipo	Aporte Lateral Máximo LPS	Aporte Total Máximo LPS	Instante de Aporte Máximo hh:mm	Volumen Aporte Lateral 10 ⁶ L	Volumen Aporte Total 10 ⁶ L
N-1	JUNCTION	501.59	501.59	04:00	3.113	3.113
N-2	JUNCTION	113.93	581.04	03:58	0.868	3.948
N-3	JUNCTION	947.50	1413.02	03:59	6.055	9.893
N-4	JUNCTION	488.06	1727.77	04:00	3.175	12.842
N-5	JUNCTION	1535.95	3048.58	04:02	9.512	22.061
N-6	JUNCTION	594.73	3494.28	04:04	3.834	25.567
N-7	JUNCTION	425.31	3815.50	04:05	2.767	28.037
N-8	JUNCTION	390.35	4115.42	04:06	2.423	30.127
N-9	JUNCTION	391.86	4380.90	04:07	2.087	31.903
N-10	JUNCTION	287.64	4604.73	04:07	1.538	33.171
N-11	JUNCTION	637.16	5110.39	04:07	3.491	36.436
N-12	JUNCTION	229.45	5293.14	04:07	1.222	37.424
N-13	JUNCTION	549.55	5722.05	04:07	2.958	40.062
N-14	JUNCTION	609.24	6214.45	04:07	3.347	43.081
N-15	JUNCTION	309.92	6465.82	04:05	1.669	44.431
N-16	JUNCTION	0.00	9860.63	04:06	0.000	70.074
N-17	JUNCTION	529.14	10288.56	04:04	2.799	72.639
N-18	JUNCTION	0.00	10855.59	04:03	0.000	75.522
N-19	JUNCTION	0.00	6363.61	04:00	0.000	64.185
N-20	JUNCTION	273.94	5112.79	05:20	1.457	53.351
N-21	JUNCTION	0.00	5356.86	03:27	0.000	57.618
N-22	JUNCTION	0.00	6996.21	03:27	0.000	74.220
N-23	JUNCTION	593.65	7321.30	03:28	3.217	77.172
N-24	JUNCTION	230.22	7368.32	03:30	1.216	76.921
N-25	JUNCTION	621.27	7588.88	03:31	3.325	79.793
N-26	JUNCTION	0.00	8053.22	03:32	0.000	84.478
N-27	JUNCTION	121.99	8093.62	03:33	0.637	84.746
N-28	JUNCTION	297.08	8961.07	03:31	1.564	89.869
N-29	JUNCTION	551.95	8979.69	03:31	3.251	92.856
N-30	JUNCTION	123.39	8638.05	03:31	0.646	90.413
N-31	JUNCTION	353.05	8432.50	03:30	1.866	91.489
N-32	JUNCTION	0.00	9323.76	03:30	0.000	98.282
N-33	JUNCTION	519.31	9167.68	03:30	2.760	99.457
N-34	JUNCTION	469.15	8736.36	03:35	2.471	101.353
N-35	JUNCTION	1360.09	10061.84	03:59	7.242	107.981
N-36	JUNCTION	484.30	8319.19	03:28	2.578	89.540
N-37	JUNCTION	0.00	9129.89	03:28	0.000	99.805
N-38	JUNCTION	466.84	8835.68	03:28	2.484	93.618
N-39	JUNCTION	208.28	8439.17	03:28	1.094	94.141
N-40	JUNCTION	283.28	8395.44	05:48	1.505	93.517
N-41	JUNCTION	0.00	8774.65	05:49	0.000	95.326

N-42	JUNCTION	345.30	8828.67	05:49	1.828	96.627
N-43	JUNCTION	403.34	8919.34	05:50	2.364	98.337
N-44	JUNCTION	0.00	14197.55	03:35	0.000	158.590
N-45	JUNCTION	0.00	21153.34	04:00	0.000	226.647
N-46	JUNCTION	280.37	396.67	03:28	1.499	1.506
N-47	JUNCTION	601.52	881.81	03:59	3.222	4.718
N-48	JUNCTION	1027.81	1896.66	03:59	5.586	10.254
N-49	JUNCTION	460.74	1565.65	03:59	2.499	11.219
N-50	JUNCTION	1190.06	2238.52	04:00	7.061	16.766
N-51	JUNCTION	1166.05	2444.88	04:00	7.031	20.821
N-52	JUNCTION	0.00	2597.38	04:00	0.000	25.285
N-53	JUNCTION	231.01	2694.07	03:32	1.259	26.342
N-54	JUNCTION	818.85	818.85	04:00	4.840	4.839
N-55	JUNCTION	362.46	1175.27	04:00	2.088	6.900
N-56	JUNCTION	751.01	751.01	04:00	4.282	4.282
N-57	JUNCTION	952.83	1701.41	04:00	5.164	9.433
N-58	JUNCTION	0.00	1688.83	03:28	0.000	14.177
N-59	JUNCTION	239.57	1759.41	03:59	1.318	15.422
N-60	JUNCTION	519.54	2102.47	03:59	2.863	17.771
N-61	JUNCTION	539.07	2335.56	03:59	3.112	20.228
N-62	JUNCTION	388.60	388.60	03:59	2.091	2.090
N-63	JUNCTION	543.88	923.94	04:00	3.126	5.199
N-64	JUNCTION	527.47	1438.25	04:00	2.989	8.135
N-65	JUNCTION	1129.51	1129.51	04:00	6.487	6.485
N-66	JUNCTION	1089.72	2217.64	04:00	6.273	12.722
N-67	JUNCTION	668.35	2089.91	03:59	3.724	15.169
N-68	JUNCTION	724.41	1522.18	03:21	4.253	14.375
N-69	JUNCTION	735.04	2056.52	04:00	4.417	18.623
N-70	JUNCTION	596.74	1677.87	03:21	3.366	16.097
N-71	JUNCTION	866.81	1955.74	03:22	5.094	19.950
N-72	JUNCTION	666.10	2246.06	03:23	3.740	23.524
N-73	JUNCTION	919.03	4489.54	04:00	5.504	45.551
N-74	JUNCTION	0.00	4483.27	04:00	0.000	45.351
N-75	JUNCTION	1965.63	1965.63	03:59	9.926	9.922
N-76	JUNCTION	1370.14	2225.58	04:00	7.665	14.768
N-77	JUNCTION	728.90	1550.09	04:00	4.354	14.571
N-78	JUNCTION	517.68	1795.52	04:00	3.368	17.434
N-79	JUNCTION	582.57	582.57	03:59	3.059	3.058
N-80	JUNCTION	726.34	1308.80	03:59	3.836	6.886
N-81	JUNCTION	511.39	830.17	03:59	2.713	6.869
N-82	JUNCTION	352.09	1108.27	03:59	1.877	8.643
N-83	JUNCTION	418.20	846.34	03:15	2.296	8.348
N-84	JUNCTION	468.81	1269.09	04:00	2.525	10.835
N-85	JUNCTION	308.18	1010.12	03:15	1.618	10.113
N-86	JUNCTION	423.52	1345.41	04:00	2.300	12.359
N-87	JUNCTION	364.47	1185.11	03:16	1.929	12.021
N-88	JUNCTION	668.91	1714.38	04:00	3.644	15.599
N-89	JUNCTION	417.09	1532.08	03:18	2.225	15.613
N-90	JUNCTION	340.82	1557.14	03:20	1.940	17.062
N-91	JUNCTION	408.24	1839.69	03:58	2.179	19.136
N-92	JUNCTION	439.10	2271.51	04:00	2.339	21.395
N-93	JUNCTION	473.05	2736.57	04:00	2.596	23.897
N-94	JUNCTION	1920.00	1920.00	04:00	12.987	12.985
N-95	JUNCTION	934.48	2846.52	04:00	4.489	17.468
N-96	JUNCTION	1517.86	4349.69	04:00	7.529	24.983
N-97	JUNCTION	906.52	5235.70	04:00	4.828	29.784
N-98	JUNCTION	281.07	5497.53	04:00	1.595	31.343
N-99	JUNCTION	448.27	5846.84	04:00	2.375	33.528
N-100	JUNCTION	357.19	5787.38	03:56	1.826	35.007
N-101	JUNCTION	365.37	6124.82	03:56	1.919	36.885
N-102	JUNCTION	487.03	6575.98	03:56	2.455	39.284
N-103	JUNCTION	432.97	6984.51	03:57	2.301	41.505
N-104	JUNCTION	0.00	8743.85	03:57	0.000	50.426
N-105	JUNCTION	0.00	7961.48	03:44	0.000	53.055
N-106	JUNCTION	678.87	6746.14	03:32	3.814	52.692
N-107	JUNCTION	566.82	7114.04	03:33	3.465	56.026
N-108	JUNCTION	928.44	7969.44	04:00	5.406	61.172
N-109	JUNCTION	472.66	472.66	03:59	2.491	2.491
N-110	JUNCTION	203.35	675.58	04:00	1.071	3.556
N-111	JUNCTION	257.78	932.82	04:00	1.365	4.903
N-112	JUNCTION	511.31	511.31	03:59	2.266	2.265
N-113	JUNCTION	111.31	621.69	04:00	0.587	2.851
N-114	JUNCTION	594.27	1212.16	04:00	2.933	5.777
N-115	JUNCTION	205.28	1414.02	04:00	1.098	6.867
N-116	JUNCTION	405.52	1807.41	04:00	2.181	9.034
N-117	JUNCTION	213.93	213.93	03:59	1.146	1.146

N-118	JUNCTION	211.14	423.77	04:00	1.106	2.247
N-119	JUNCTION	624.89	1044.83	03:59	3.331	5.564
N-120	JUNCTION	217.01	1262.21	04:00	1.135	6.672
N-121	JUNCTION	288.66	1439.32	03:59	1.566	8.029
N-122	JUNCTION	646.85	2086.14	04:00	3.547	11.432
N-123	JUNCTION	51.01	1620.07	03:59	0.267	10.755
N-124	JUNCTION	247.45	1461.37	04:19	1.333	10.870
N-125	JUNCTION	71.37	1525.39	03:51	0.373	11.057
N-126	JUNCTION	1203.21	1203.21	04:00	6.431	6.430
N-127	JUNCTION	352.78	1340.61	04:00	1.906	8.134
N-128	JUNCTION	920.07	2093.79	03:59	4.908	12.833
N-129	JUNCTION	250.11	2339.47	03:59	1.316	14.074
N-130	JUNCTION	250.01	2587.86	04:00	1.334	15.371
N-131	JUNCTION	275.36	275.36	03:59	1.444	1.443
N-132	JUNCTION	619.85	895.19	03:59	3.224	4.665
N-133	JUNCTION	401.40	1296.41	03:59	2.111	6.771
N-134	JUNCTION	431.62	1727.42	03:59	2.261	9.017
N-135	JUNCTION	371.93	371.93	03:59	1.980	1.979
N-136	JUNCTION	129.90	499.62	04:00	0.678	2.650
N-137	JUNCTION	242.76	737.65	04:00	1.302	3.935
N-138	JUNCTION	274.38	1007.68	04:00	1.437	5.351
N-139	JUNCTION	432.07	1436.05	04:00	2.378	7.713
N-140	JUNCTION	300.43	300.43	03:59	1.574	1.574
N-141	JUNCTION	453.04	753.11	03:59	2.398	3.968
N-142	JUNCTION	248.68	909.33	03:44	1.352	5.241
N-143	JUNCTION	801.83	801.83	03:59	4.360	4.358
N-144	JUNCTION	753.33	1554.95	04:00	4.250	8.603
N-145	JUNCTION	1115.70	2219.99	03:59	5.993	13.928
N-146	JUNCTION	773.95	1879.34	03:59	4.144	14.904
N-147	JUNCTION	474.05	1714.49	03:19	2.555	14.264
N-148	JUNCTION	317.54	1740.53	03:21	1.723	15.886
N-149	JUNCTION	124.06	1747.99	04:00	0.819	16.617
N-150	JUNCTION	213.28	1914.78	03:59	1.407	17.911
N-151	JUNCTION	206.03	206.03	03:59	1.079	1.079
N-152	JUNCTION	115.50	320.75	03:59	0.605	1.681
N-153	JUNCTION	364.10	683.07	04:00	1.947	3.603
N-154	JUNCTION	160.55	841.71	04:00	0.857	4.461
N-155	JUNCTION	105.45	105.45	03:59	0.562	0.562
N-156	JUNCTION	264.70	370.14	03:59	1.388	1.949
N-157	JUNCTION	120.05	489.82	04:00	0.627	2.563
N-158	JUNCTION	100.86	588.90	04:00	0.527	3.079
N-159	JUNCTION	2332.27	2332.27	04:00	12.239	12.235
N-160	JUNCTION	665.42	2992.06	04:00	3.791	16.018
N-161	JUNCTION	775.19	3741.94	04:00	4.079	20.063
N-162	JUNCTION	411.25	3130.32	03:59	2.262	21.091
N-163	JUNCTION	0.00	4067.80	04:00	0.000	26.974
N-164	JUNCTION	307.99	307.99	03:59	1.372	1.371
N-165	JUNCTION	247.26	554.87	03:59	1.258	2.628
N-166	JUNCTION	89.81	638.30	03:59	0.468	3.093
N-167	JUNCTION	329.56	966.73	03:59	1.651	4.741
N-168	JUNCTION	231.09	1195.27	04:00	1.206	5.936
N-169	JUNCTION	154.86	1348.41	04:00	0.801	6.725
N-170	JUNCTION	539.75	539.75	03:59	2.818	2.817
N-171	JUNCTION	1107.60	1645.85	03:59	5.830	8.622
D-1	OUTFALL	0.00	2684.02	04:00	0.000	26.127
D-2	OUTFALL	0.00	21150.79	04:01	0.000	225.956
D-3	OUTFALL	0.00	2334.72	04:00	0.000	20.168

Fuente: Elaboración propia

En la *Tabla 71* se muestra el tiempo de inundación en los nudos críticos, así como el caudal máximo en cada uno de ellos y el instante en el que sucede la máxima inundación y la cantidad de agua que sobresale a la superficie.

Tabla 71: Resumen de inundación en nudos del sector DJD

Nudo	Horas Inundado	Caudal Máximo LPS	Instante en que sucede el Máximo hh:mm	Volumen Total Inund. 10 ⁶ L
N-18	1.62	6134.23	04:03	19.670
N-19	1.86	3242.09	04:00	11.942

N-21	0.67	639.58	04:00	1.098
N-23	0.72	953.96	03:36	1.068
N-27	1.01	2050.84	03:33	3.894
N-29	0.97	1376.86	03:31	2.666
N-30	0.74	1308.98	03:31	0.380
N-31	0.72	1281.19	03:31	0.907
N-32	0.68	1970.15	03:30	1.250
N-35	2.16	3707.92	04:00	20.429
N-36	1.73	727.14	03:28	1.912
N-37	1.67	1786.88	04:00	8.117
N-39	1.31	410.82	04:00	1.425
N-40	1.22	2894.05	04:00	8.631
N-47	0.12	229.67	03:29	0.016
N-48	0.80	791.74	04:00	1.486
N-49	1.00	519.17	04:00	1.406
N-50	1.34	957.62	04:00	2.750
N-51	1.03	1025.30	04:00	2.193
N-52	0.29	143.62	04:00	0.081
N-57	0.63	463.75	04:00	0.597
N-59	1.01	235.23	03:27	0.448
N-60	0.86	306.03	04:00	0.583
N-64	0.97	1155.88	04:00	2.716
N-66	0.81	795.85	04:00	1.184
N-67	1.65	1479.45	04:00	4.922
N-68	0.07	13.37	04:00	0.002
N-69	1.88	1444.93	04:00	5.707
N-70	0.76	696.90	04:00	1.058
N-75	1.09	1110.04	03:59	2.809
N-76	1.56	1404.37	04:00	4.502
N-77	0.86	272.21	04:00	0.427
N-78	0.87	263.42	04:00	0.446
N-80	1.24	990.01	04:00	2.702
N-81	0.49	93.24	03:15	0.073
N-82	1.68	726.10	04:00	2.559
N-84	1.85	655.35	04:00	2.287
N-85	0.01	65.86	03:16	0.001
N-86	1.77	664.34	04:00	2.209
N-88	1.33	765.59	04:00	2.133
N-89	0.65	273.17	04:00	0.371
N-99	0.22	900.31	04:00	0.273
N-104	0.47	2054.65	03:57	2.138
N-105	0.77	2057.83	03:44	4.071
N-120	0.36	119.38	03:39	0.085
N-122	0.64	517.06	04:00	0.791
N-123	0.82	429.64	03:38	1.017
N-126	0.38	215.37	04:00	0.183
N-127	0.38	166.98	04:00	0.148
N-130	0.93	1048.62	04:00	2.457
N-134	0.70	432.09	03:59	0.861
N-141	0.29	96.30	04:00	0.068
N-144	0.65	450.59	04:00	0.626
N-145	1.14	1114.56	04:00	3.084
N-146	1.38	1042.60	04:00	3.083
N-149	0.21	46.51	04:00	0.019
N-161	0.56	1022.77	04:00	1.195
N-162	0.63	411.25	04:00	0.782
N-163	0.66	672.60	04:00	1.016

Fuente: Elaboración propia

En la *Tabla 72* se muestra el caudal medio y máximo de los tres puntos de descarga de la cuenca DJD, y el volumen total que descarga al río Torococha.

Tabla 72: Resumen de vertidos en el sector DJD

Nudo de Vertido	Frec. Vertido % Porc.	Caudal Medio LPS	Caudal Máximo LPS	Caudal Total 10 ⁶ L
D-1	98.720	1697.260	2684.020	26.127
D-2	98.700	14601.710	21150.790	225.956
D-3	99.060	1301.430	2334.720	20.168

Sistema 98.890 17600.400 26162.370 272.251

Fuente: Elaboración propia

En la *Tabla 73* se muestra el resumen de caudal máximo en los conductos del sistema y la velocidad máxima respectivamente.

Tabla 73: Resumen de caudal en líneas del sector DJD

Línea	Tipo	Caudal Máximo LPS	Instante Caudal Máx hh:mm	Velocidad Máxima m/s	Caudal Máximo/ Lleno	Nivel Máximo/ Lleno
L-1	CONDUIT	469.20	03:58	0.45	0.06	0.42
L-2	CONDUIT	518.31	04:17	0.29	0.07	0.51
L-3	CONDUIT	1284.95	04:14	0.48	0.17	0.60
L-4	CONDUIT	1707.34	04:16	0.49	0.23	0.69
L-5	CONDUIT	2988.04	04:05	0.74	0.40	0.76
L-6	CONDUIT	3459.26	04:05	0.80	0.46	0.81
L-7	CONDUIT	3803.40	04:07	0.83	0.51	0.85
L-8	CONDUIT	4129.03	04:08	1.12	0.75	0.87
L-9	CONDUIT	4403.64	04:08	1.19	0.80	0.88
L-10	CONDUIT	4633.30	04:08	1.25	0.84	0.88
L-11	CONDUIT	5137.92	04:08	1.07	0.69	0.89
L-12	CONDUIT	5328.44	04:08	1.09	0.71	0.91
L-13	CONDUIT	5747.97	04:08	1.14	0.77	0.92
L-14	CONDUIT	6230.53	04:07	1.22	0.83	0.94
L-15	CONDUIT	6474.48	04:05	1.23	0.60	0.96
L-16	CONDUIT	9867.70	04:06	1.81	0.90	0.99
L-17	CONDUIT	10288.45	04:04	1.87	0.95	1.00
L-18	CONDUIT	4838.49	05:18	1.40	1.02	1.00
L-19	CONDUIT	5064.40	05:20	1.44	1.07	1.00
L-20	CONDUIT	5123.42	05:20	1.42	0.96	0.98
L-21	CONDUIT	5290.45	05:21	1.44	1.00	1.00
L-22	CONDUIT	6900.25	03:28	1.81	1.17	0.97
L-23	CONDUIT	7184.56	03:30	1.85	1.21	1.00
L-24	CONDUIT	7108.47	03:31	1.33	1.01	0.98
L-25	CONDUIT	7285.18	03:32	1.30	1.04	1.00
L-26	CONDUIT	7983.48	03:33	1.35	1.14	1.00
L-27	CONDUIT	7668.76	03:31	1.33	1.10	1.00
L-28	CONDUIT	8623.73	03:31	1.48	1.23	1.00
L-29	CONDUIT	8533.96	03:31	1.46	1.21	1.00
L-30	CONDUIT	8150.75	03:30	1.40	1.16	1.00
L-31	CONDUIT	8005.86	03:30	1.38	1.15	1.00
L-32	CONDUIT	8766.85	03:30	1.53	1.25	1.00
L-33	CONDUIT	8417.53	05:09	1.48	1.20	1.00
L-34	CONDUIT	8701.80	04:00	1.55	1.37	1.00
L-35	CONDUIT	7961.47	03:28	1.46	1.25	1.00
L-36	CONDUIT	7738.07	05:46	1.42	1.22	1.00
L-37	CONDUIT	8489.66	03:28	1.55	1.41	1.00
L-38	CONDUIT	8314.23	05:48	1.53	1.27	1.00
L-39	CONDUIT	8358.09	05:48	1.54	1.32	1.00
L-40	CONDUIT	8402.20	05:49	1.55	1.34	1.00
L-41	CONDUIT	8784.20	05:49	1.51	1.15	0.97
L-42	CONDUIT	8843.88	05:50	1.64	1.04	0.89
L-43	CONDUIT	8934.64	05:50	1.68	0.97	0.87
L-44	CONDUIT	14160.06	03:36	2.33	1.54	0.85
L-45	CONDUIT	21150.79	04:01	3.67	2.01	0.72
L-46	CONDUIT	288.46	03:29	0.32	0.33	1.00
L-47	CONDUIT	868.86	04:00	0.87	1.00	1.00
L-48	CONDUIT	1104.91	04:03	0.92	1.00	1.00
L-49	CONDUIT	1046.47	04:23	0.81	1.00	1.00
L-50	CONDUIT	1479.80	03:26	1.12	1.16	1.00
L-51	CONDUIT	1920.61	03:31	1.49	1.35	1.00
L-52	CONDUIT	2509.76	03:32	1.63	0.96	1.00
L-53	CONDUIT	2684.02	04:00	2.07	0.93	0.77
L-54	CONDUIT	817.71	04:00	0.82	0.72	1.00
L-55	CONDUIT	1177.88	04:00	1.07	0.92	1.00
L-56	CONDUIT	750.01	04:00	0.89	0.69	0.93
L-57	CONDUIT	1237.57	04:04	1.38	1.14	1.00
L-58	CONDUIT	1550.74	03:32	1.35	0.95	1.00
L-59	CONDUIT	1619.10	04:28	1.38	1.14	1.00
L-60	CONDUIT	1854.25	04:19	1.65	1.30	0.97

L-61	CONDUIT	2334.72	04:00	2.39	1.64	0.81
L-62	CONDUIT	380.80	04:00	0.75	0.54	0.70
L-63	CONDUIT	915.80	04:01	0.99	0.88	0.93
L-64	CONDUIT	744.27	04:34	0.77	0.71	1.00
L-65	CONDUIT	1129.94	04:00	0.78	0.95	1.00
L-66	CONDUIT	1421.56	04:07	0.99	1.20	1.00
L-67	CONDUIT	1146.26	03:21	0.86	0.97	1.00
L-68	CONDUIT	1321.51	04:00	0.85	1.00	1.00
L-69	CONDUIT	1326.05	03:21	0.87	1.00	1.00
L-70	CONDUIT	1483.04	03:22	0.91	0.87	1.00
L-71	CONDUIT	1823.19	03:23	1.07	0.86	0.93
L-72	CONDUIT	2149.45	03:26	1.26	0.83	0.79
L-73	CONDUIT	4483.27	04:00	1.69	0.92	0.78
L-74	CONDUIT	4477.77	04:01	1.69	0.92	0.76
L-75	CONDUIT	920.57	03:10	1.34	0.90	1.00
L-76	CONDUIT	1241.96	03:11	1.56	1.02	1.00
L-77	CONDUIT	1322.91	03:13	1.46	0.82	1.00
L-78	CONDUIT	1617.74	03:27	1.79	1.66	0.93
L-79	CONDUIT	582.60	04:00	0.95	0.98	1.00
L-80	CONDUIT	472.71	03:14	0.70	0.67	1.00
L-81	CONDUIT	756.18	04:02	1.01	1.00	1.00
L-82	CONDUIT	675.96	03:15	0.86	0.83	1.00
L-83	CONDUIT	800.37	04:00	0.96	0.92	1.00
L-84	CONDUIT	842.47	03:15	0.96	0.91	1.00
L-85	CONDUIT	945.40	03:16	1.02	0.97	1.00
L-86	CONDUIT	993.55	03:16	1.03	0.96	1.00
L-87	CONDUIT	1085.15	03:17	1.07	1.00	1.00
L-88	CONDUIT	1305.16	03:18	1.25	1.04	1.00
L-89	CONDUIT	1394.01	03:20	1.34	1.07	1.00
L-90	CONDUIT	1499.01	03:31	1.46	1.05	1.00
L-91	CONDUIT	1832.49	04:00	1.60	0.91	0.96
L-92	CONDUIT	2264.37	04:00	1.66	0.97	0.95
L-93	CONDUIT	2731.15	04:00	1.99	1.09	0.87
L-94	CONDUIT	1919.16	04:00	6.09	0.98	0.78
L-95	CONDUIT	2842.21	04:00	4.65	0.86	0.87
L-96	CONDUIT	4342.33	04:00	5.39	1.08	0.90
L-97	CONDUIT	5222.74	04:00	4.84	0.93	0.90
L-98	CONDUIT	5403.40	04:00	3.52	1.17	1.00
L-99	CONDUIT	5434.42	03:56	4.51	1.18	0.80
L-100	CONDUIT	5763.37	03:56	5.26	0.58	0.56
L-101	CONDUIT	6092.00	03:56	2.96	0.49	0.69
L-102	CONDUIT	6556.86	03:57	2.39	0.98	0.91
L-103	CONDUIT	6958.84	03:57	2.39	1.04	0.97
L-104	CONDUIT	7084.87	03:44	2.41	1.06	1.00
L-105	CONDUIT	6263.64	03:32	2.15	1.14	0.99
L-106	CONDUIT	6673.43	03:33	2.23	1.02	0.89
L-107	CONDUIT	7041.70	04:00	2.22	1.08	0.94
L-108	CONDUIT	7961.24	04:00	2.46	1.22	0.95
L-112	CONDUIT	510.48	04:00	2.15	0.14	0.24
L-113	CONDUIT	618.81	04:00	2.01	0.21	0.31
L-114	CONDUIT	1209.14	04:00	2.32	0.24	0.52
L-115	CONDUIT	1408.78	04:01	1.40	0.50	0.85
L-116	CONDUIT	1807.82	04:00	1.10	1.13	1.00
L-109	CONDUIT	472.44	04:00	0.64	0.36	1.00
L-110	CONDUIT	676.62	04:00	0.65	0.65	1.00
111	CONDUIT	933.29	04:00	0.66	0.39	0.95
L-117	CONDUIT	212.77	04:00	0.62	0.09	0.31
L-118	CONDUIT	433.32	03:44	0.71	0.19	0.60
L-119	CONDUIT	1046.84	04:00	0.93	0.46	0.87
L-120	CONDUIT	1157.98	04:04	0.81	1.17	1.00
L-121	CONDUIT	1439.43	04:00	0.72	0.74	1.00
L-122	CONDUIT	1569.05	04:11	0.78	0.80	1.00
L-123	CONDUIT	1333.56	04:19	0.58	0.56	1.00
L-124	CONDUIT	1462.51	04:20	0.60	0.54	0.99
L-125	CONDUIT	1524.96	03:50	0.58	0.27	0.99
L-126	CONDUIT	1024.56	03:43	0.79	1.04	1.00
L-127	CONDUIT	1298.42	04:07	1.02	1.31	0.99
L-128	CONDUIT	2089.39	03:59	1.94	2.12	0.82
L-129	CONDUIT	2338.01	04:00	1.95	0.73	0.83
L-130	CONDUIT	1548.31	03:29	1.20	0.88	1.00
L-131	CONDUIT	275.34	03:59	2.63	0.28	0.55
L-132	CONDUIT	895.02	04:00	4.94	0.89	0.87
L-133	CONDUIT	1295.82	04:00	2.71	1.02	0.96
L-134	CONDUIT	1375.17	03:29	2.56	1.08	1.00
L-135	CONDUIT	369.99	04:00	0.71	0.27	0.38
L-136	CONDUIT	495.70	04:00	0.80	0.36	0.46

L-137	CONDUIT	734.48	04:00	1.17	0.53	0.47
L-138	CONDUIT	1004.69	04:00	1.49	0.41	0.50
L-139	CONDUIT	1430.55	04:00	1.52	0.59	0.78
L-140	CONDUIT	300.16	04:00	0.77	0.48	0.82
L-141	CONDUIT	688.31	03:44	1.42	1.10	0.99
L-142	CONDUIT	904.35	04:00	1.95	1.09	0.97
L-143	CONDUIT	802.01	04:00	0.98	0.33	0.76
L-144	CONDUIT	1104.29	04:05	0.92	1.00	1.00
L-145	CONDUIT	1134.04	03:19	0.97	1.03	1.00
L-146	CONDUIT	1422.82	03:19	1.22	1.29	1.00
L-147	CONDUIT	1565.25	03:20	1.23	1.02	0.95
L-148	CONDUIT	1648.60	03:21	1.26	0.94	0.98
L-149	CONDUIT	1713.26	04:03	1.27	1.45	0.98
L-150	CONDUIT	1914.63	04:00	1.40	1.24	0.95
L-151	CONDUIT	205.31	04:00	0.62	0.26	0.47
L-152	CONDUIT	319.15	04:00	0.84	0.49	0.61
L-153	CONDUIT	681.79	04:00	0.94	0.53	0.82
L-154	CONDUIT	841.97	04:00	0.95	0.69	0.97
L-155	CONDUIT	105.45	03:59	0.67	0.14	0.60
L-156	CONDUIT	369.86	04:00	1.19	1.43	0.90
L-157	CONDUIT	488.29	04:00	1.28	1.00	0.68
L-158	CONDUIT	587.10	04:00	1.32	0.48	0.74
L-159	CONDUIT	2327.48	04:00	2.78	0.53	0.70
L-160	CONDUIT	2977.43	04:00	2.21	0.95	0.94
L-161	CONDUIT	2719.07	04:05	2.08	1.00	1.00
L-162	CONDUIT	2841.69	03:29	2.09	1.05	1.00
L-163	CONDUIT	3683.25	03:32	2.75	1.20	0.99
L-164	CONDUIT	307.70	04:00	1.83	0.38	0.69
L-165	CONDUIT	548.52	04:00	2.46	1.08	0.91
L-166	CONDUIT	638.07	04:01	0.92	0.51	0.93
L-167	CONDUIT	964.83	04:00	1.10	0.68	0.96
L-168	CONDUIT	1196.16	04:00	1.06	0.75	0.98
L-169	CONDUIT	1348.73	04:00	0.94	0.66	1.00
L-170	CONDUIT	538.33	04:00	2.08	0.23	0.29
L-171	CONDUIT	1642.25	04:00	1.24	0.40	0.71

Fuente: Elaboración propia

5.11 Perfiles de Lámina de Agua del Sector DJD

Las Figuras 46 al 50 ilustran los diagramas del perfil que muestran la variación en profundidad simulada del agua con la distancia sobre la trayectoria de los enlaces del sistema colector y los nudos de un punto particular en el tiempo. Una vez se crea el diagrama es posible su actualización en el tiempo cada vez que se seleccionen un nuevo periodo de tiempo utilizando el visor del mapa. Puede visualizarse la animación del conducto mostrando la evolución del calado.

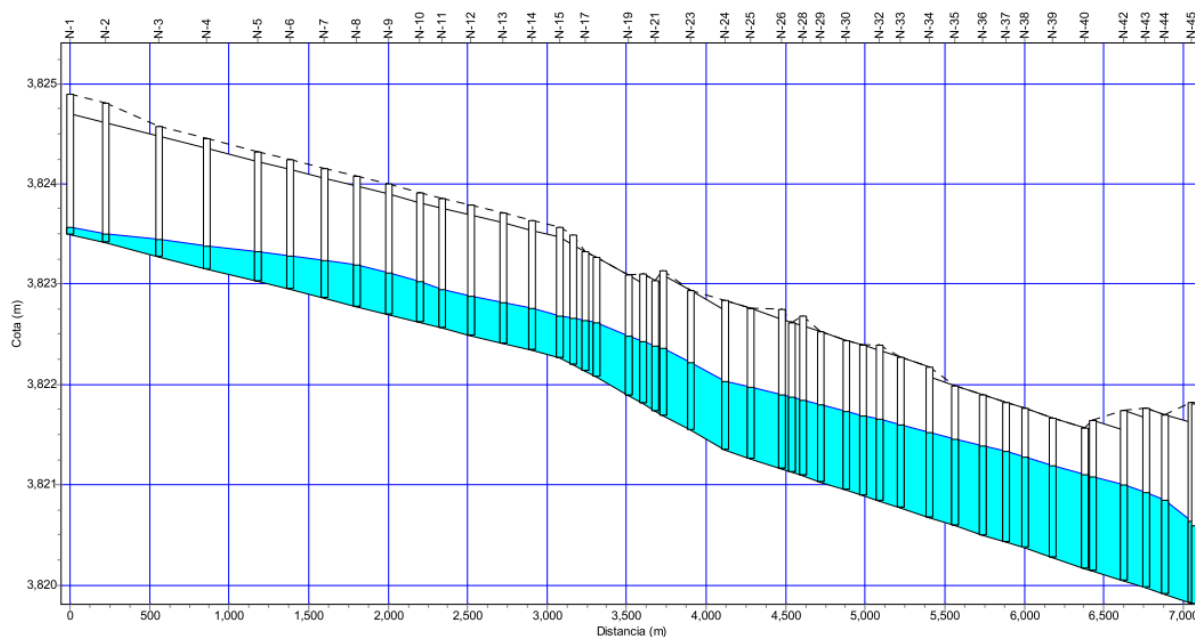


Figura 46: Perfil de lámina de agua del dren DJD

Fuente: Elaboración propia

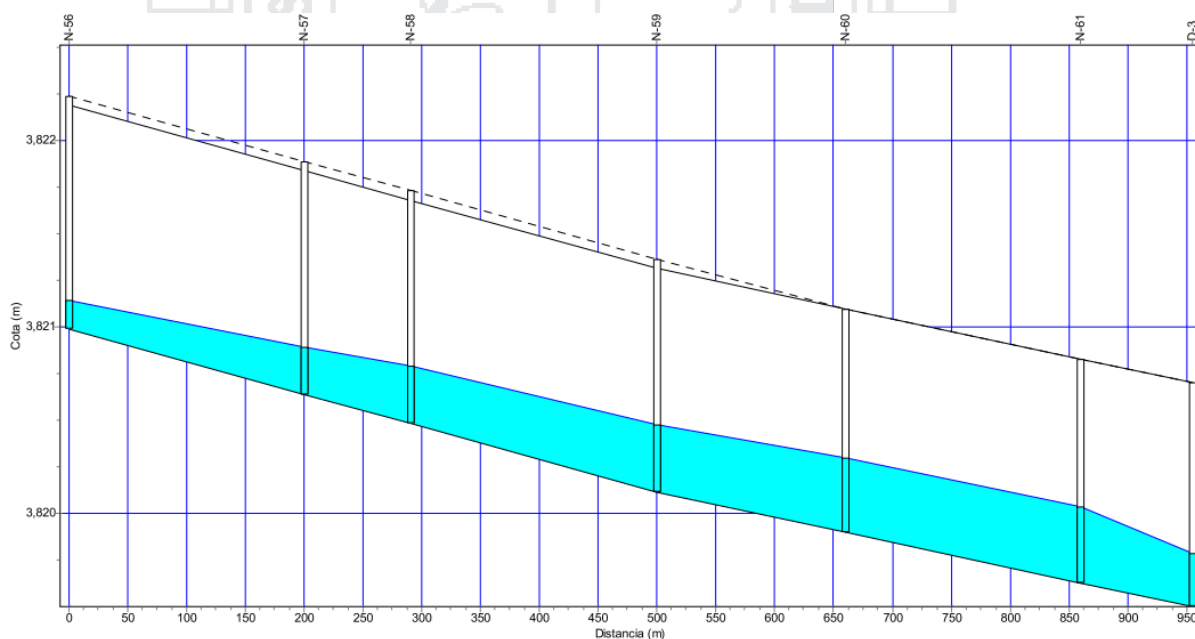


Figura 47: Perfil de lámina de agua del dren DJD 2

Fuente: Elaboración propia

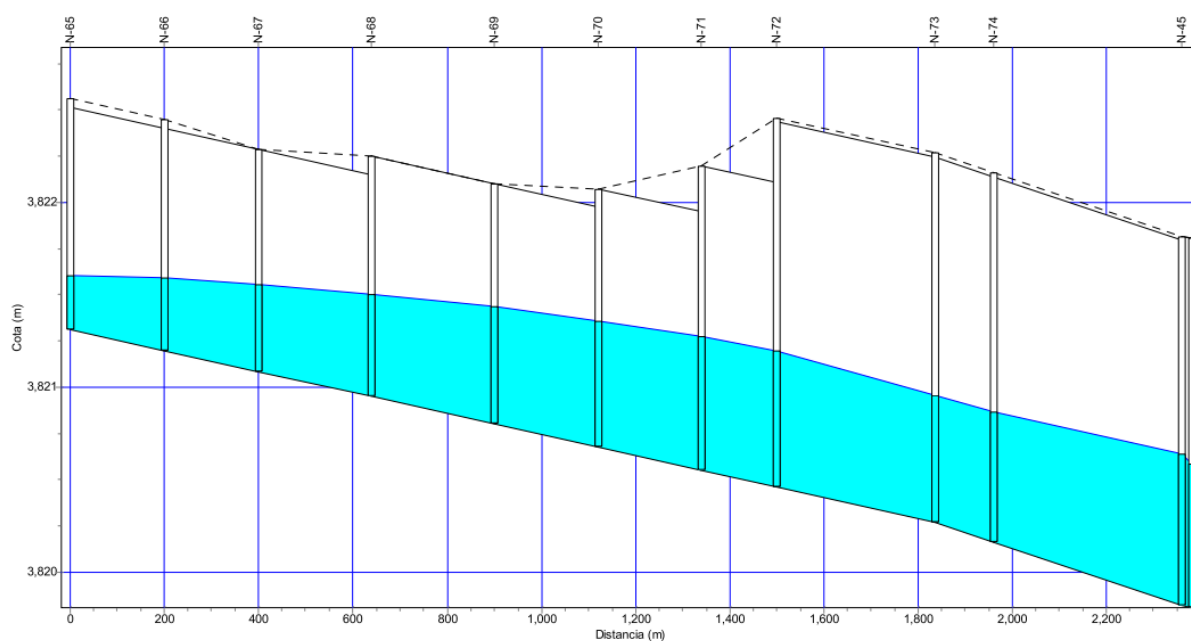


Figura 49: Perfil de lámina de agua del sector DJD 3

Fuente: Elaboración propia

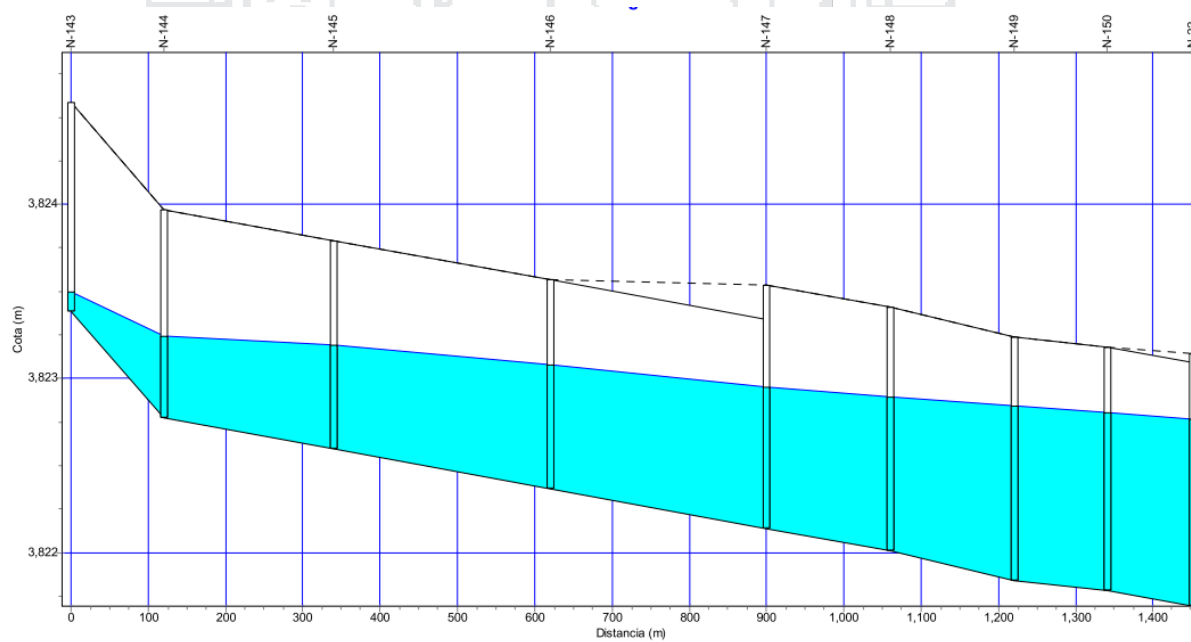


Figura 48: Perfil de lámina de agua del sector DJD 11

Fuente: Elaboración propia

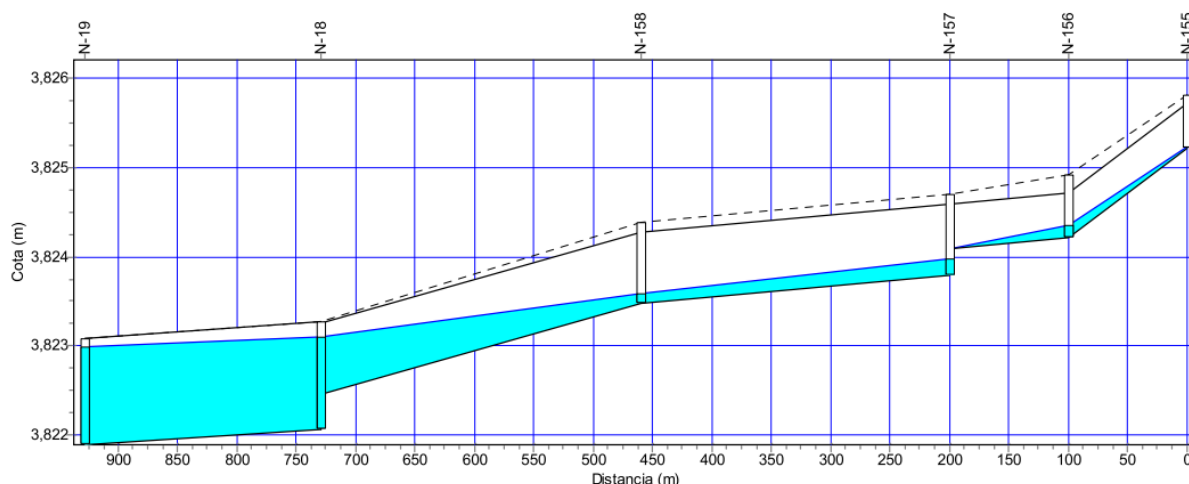


Figura 50: Perfil de lámina de agua del sector DJD 14

Fuente: Elaboración propia

5.12 Análisis de resultados del sector DJD

El área de cuenca según el expediente técnico es de 26.34 Km², y según el presente proyecto es de 15.58 Km².

Tomando en consideración la protección de áreas verdes adyacente al río Torococha y a la vez las obras de saneamiento construidas por Seda Juliaca se cambió la forma y dimensiones de canal planteado por el expediente técnico en algunos tramos. Por lo cual se planteó canal abierto trapezoidal ($b=4.00$ m y $h=1.20$ m), hasta llegar al canal existente del Torococha que inicia en el Jr. Huayna Roque.

La parte fundamental para este sistema es que los puntos de vertido del canal sean libres y exista la normal circulación de agua en todo el trayecto del río Torococha hasta la entrega final al río Coata.

En este sector la mayoría del sistema está establecido por drenes existentes que en algunos casos no tienen la capacidad hidráulica y se presenta su nuevo diseño.

Drenes existentes:

- Dren Jr. Calixto Aréstegui
- Dren Jr. Jáuregui
- Dren Av. Ferrocarril
- Dren Jr. Benigno Ballón

- Dren Av. Circunvalación Este: Las dimensiones establecidas en el expediente técnico fueron verificadas; las cuales son compatibles en campo y son suficientemente funcionales en el sistema para evitar inundaciones perjudiciales.
- Dren Jr. Ladislao Butrón: Este canal es insuficiente hidráulicamente por lo cual se le da un nuevo diseño al canal con un arranque de tubería circular $D = 0.50$ m hasta la entrega con un canal de $B = 0.60$ m x $h = 1.00$ m
- Dren Jr. Serafín Firpo: Este canal debe ser modificado (destruido) debido a que colapsa con las dimensiones actuales. Según el nuevo diseño del proyecto debe ser de $B = 0.50$ m x $h = 1.00$ m.
- Dren Jr. Cabana: La base de este dren tiene 2.00 m con una altura variable de 1.50 m hasta 1.90 m en la entrega. Tiene capacidad hidráulica suficiente para transportar el agua de la subcuenca.
- Dren Jr. Bracesco: Este canal debe ser modificado ya que con las dimensiones actuales provoca inundaciones, por lo cual según el nuevo diseño debe ser de 1.00 m x 1.50 m.
- Dren Av. Circunvalación Zona Este: El expediente técnico considera erróneamente el canal existente de manera general de 1.10 m x 1.90 m, lo cual verificado en campo es de 1.20 m por una altura variable desde 1.40 m hasta 1.98 m.
- Dren río Torococha: De acuerdo a las dimensiones consideradas por el expediente técnico estas han verificadas en campo obteniendo algunas incongruencias generalmente en las alturas del canal, el expediente técnico considera para todo el tramo una altura de 1.80 m. Con las verificaciones realizadas las alturas son variables desde 1.20 m al inicio hasta 1.80 m al final, con pendiente variable en todo el trayecto.

En la *Tabla 74* se detallan las secciones de los drenes según el expediente técnico.

Tabla 74: Características geométricas de los drenes según el expediente técnico del sector DJD

	Sec. Tipo	Progresiva		S(m/m)	v(m/s)	Características Geométricas			
		de	a			b(m)	H(m)	Hinicio	Hfinal
DJD	III	0+000.00	2+780.00	0.000450	0.45	5.00	var.	1.65	1.65
	I	2+780.00	3+080.00	0.000450	1.03	3.50	var.	1.65	1.50
	PTE	3+080.00	3+125.45	0.000450	1.03	5.00	var.	1.65	1.65
	I	3+125.45	3+484.33	0.002212	1.83	3.00	var.	1.40	1.52
	EXIS	3+484.33	7+129.45	0.000650	1.50	5.00	var.	1.52	2.20
	III	7+129.45	7+770.33	0.000500	0.62	7.00	var.	2.20	2.20
DJD-2	I	0+000.00	0+310.74	0.001362	0.61	1.00	var.	1.20	1.20
	I	0+310.74	0+980.60	0.001362	0.93	1.50	var.	1.40	1.40

DJD-3	I	0+000.00	1+028.91	0.000586	0.66	1.10	var.	1.20	1.40
	EXIST.	1+043.52	1+790.50	0.000578	0.87	1.10	var.	1.90	1.90
	I	1+790.50	2+401.93	0.000578	0.95	1.80	var.	1.92	1.50
DJD-11	I	0+000.00	0+860.00	0.000806	0.65	1.00	var.	1.20	1.30
	I	0+620.00	1+523.28	0.000806	0.77	1.00	var.	1.55	1.30
DJD-14	I	0+000.00	0+040.00	0.084799	2.53	1.00	var.	1.20	1.20
	I	0+040.00	0+140.00	0.008344	1.21	1.00	var.	1.20	1.20
	I	0+140.00	0+459.06	0.001157	0.63	1.00	var.	1.20	1.20
	I	0+459.06	0+724.02	0.003327	0.90	1.00	var.	1.20	0.96
	I	0+724.02	0+733.02	0.037384	1.96	1.00	var.	0.96	0.96

Fuente: Elaboración propia

En la *Tabla 75* se detallan las secciones de los drenes según el nuevo diseño

Tabla 75: Características geométricas de los drenes según el nuevo diseño del sector DJD

	Progresiva		S(m/m)	v(m/s)	Características Geométricas		
	de	a			b(m)	H(m)	Talud
DJD	0+000.00	1+800.00	0.000400	0.60	4.00	1.20	0.50
	1+800.00	2+340.00	0.000400	1.19	3.00	1.20	0.50
	2+340.00	3+310.50	0.000600	1.34	4.00	1.20	0.50
	3+310.50	3+600.50	0.000520	1.40	3.00	1.20	
	3+600.50	3+732.22	0.000520	1.40	3.00	1.30	
	3+732.22	4+122.22	0.000520	1.59	3.00	1.40	
	4+122.22	5+401.00	0.000520	1.41	4.00	1.50	
	5+401.00	6+425.00	0.000520	1.51	4.00	1.40	
	6+425.00	6+618.00	0.000520	1.51	4.30	1.50	
	6+618.00	6+758.00	0.000520	1.64	4.00	1.70	
	6+758.00	7+051.50	0.000520	2.00	4.00	1.80	
	7+051.50	7+070.24	0.000520	3.67	4.00	2.00	
DJD-2	0+000.00	0+290.05	0.001750	1.14	0.75	1.2	
	0+290.05	0+964.40	0.001350	1.69	1.00	1.2	
DJD-3	0+000.00	0+640.00	0.000570	0.88	1.20	1.2	
	0+640.00	1+075.77	0.000570	0.86	1.20	1.3	
	1+075.77	1+295.77	0.000570	0.91	1.20	1.4	
	1+295.77	1+455.95	0.000570	1.07	1.20	1.65	
	1+455.95	1+833.05	0.000570	1.26	1.20	1.98	
	1+833.05	2+360.36	0.000860	1.69	1.80	2	
DJD-11	0+000.00	0+900.00	0.001000	1.02	1.00	1.20	
	0+900.00	1+450.68	0.000810	1.29	1.10	1.40	
DJD-14	0+000.00	0+040.00	0.028000	0.77	0.70	0.50	
	0+040.00	0+140.00	0.015850	1.19	0.70	0.80	
	0+140.00	0+459.06	0.001680	1.30	0.90	0.80	

Fuente: Elaboración propia

5.13 Discusión

Con los estudios realizados en la presente tesis y los estudios existentes del expediente técnico se han realizado comparaciones. Respecto a los alineamientos y los detalles de sección de las calles en los diferentes tramos hay cambios que se han realizado considerando las distancias de las redes existentes de agua y desagüe a los límites de propiedad y en algunos casos el cambio de margen derecho o izquierdo tomando como base los planos de las redes de agua y desagüe verificada con el levantamiento topográfico de buzones.

En el estudio hidrológico el expediente técnico evaluado considera un periodo de retorno de 10 años y como base de diseño el método racional para el cálculo de los caudales máximos en cada tramo con que se obtiene el diseño de los canales que determinan el tipo de material y dimensiones.

Tomando en cuenta el sustento técnico desarrollado en la evaluación y los datos contenidos en los estudios básicos de Ingeniería (geodésico, topográfico e hidrológico), se han considerado los parámetros de diseño para un periodo de retorno de 25 años con un diseño hidrológico e hidráulico utilizando el software SWMM con resultados más reales y además cubre algunas de las limitaciones del método racional. Estas limitaciones son:

- Proporciona solamente un caudal pico, pero no el hidrograma de creciente para el diseño.
- Supone que la lluvia es uniforme en el tiempo (intensidad constante), teóricamente podría suceder cuando la duración de la lluvia es corta.
- No considera los efectos de almacenamiento o retención temporal del agua escurrida en la superficie, cauces, conductos y otros elementos naturales y artificiales.
- Minimiza los efectos de la infiltración en las subcuencas.

El nuevo diseño de los canales son los más óptimos posibles. Un parámetro predominante es la pendiente ($S_{\min} = 0.03\%$) con la cual se obtiene la velocidad de flujo en los conductos y se le asigna la mayor altitud permisible en los puntos de captación; este dato, en el diseño, es definido por el levantamiento topográfico en cada sector y el único parámetro variable es el ancho de sección que puede ser incrementado hasta

conseguir un determinada relación entre área de flujo y perímetro mojado, porque es sabido que a mayor perímetro mojado hay más pérdida de energía, con esto se trata de resaltar que incrementar el ancho de los canales no optimiza el flujo de aguas pluviales en los canales.

El expediente técnico considera caudales de diseño por sector y son:

$$Q_A = 2.859 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_B = 7.561 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_C = 7.479 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_D = 9.391 \text{ m}^3/\text{s}$$

En el presente proyecto se obtiene caudales máximos por puntos de vertido:

$$Q_A = 8593.68 \text{ L/s}$$

$$Q_B = 11494.70 \text{ L/s}$$

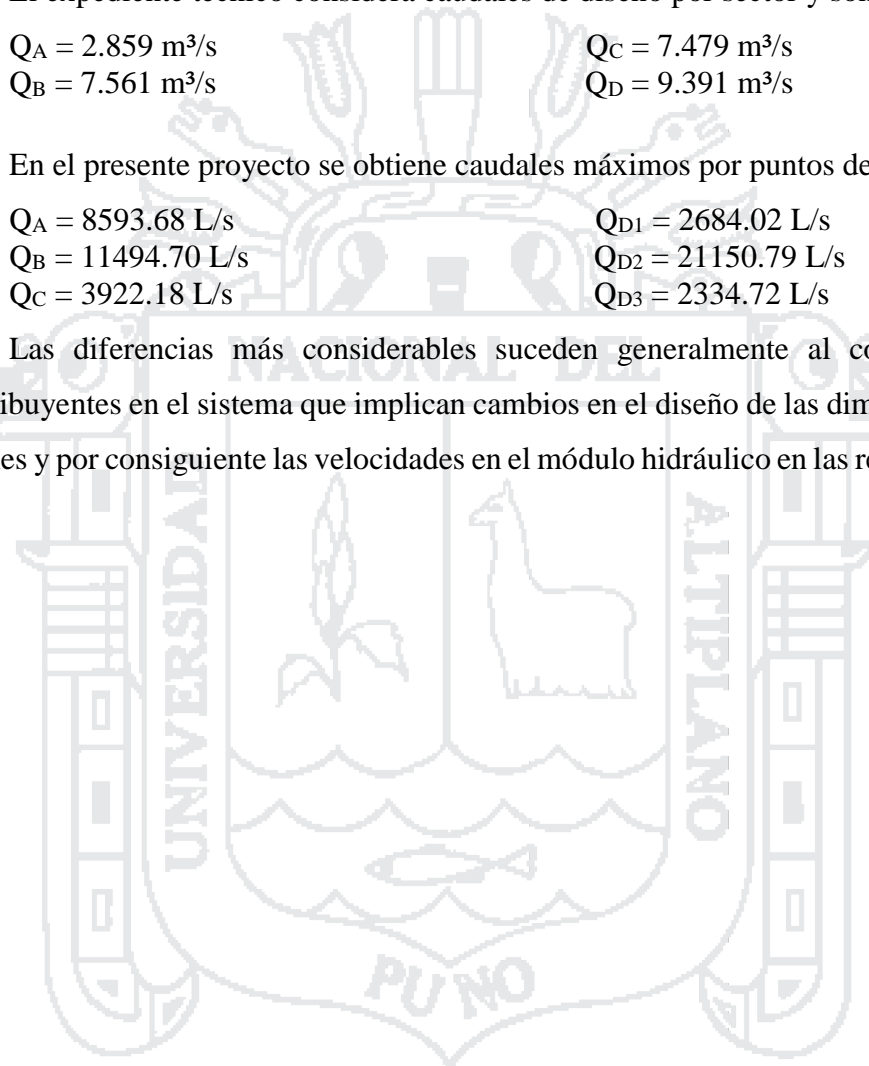
$$Q_C = 3922.18 \text{ L/s}$$

$$Q_{D1} = 2684.02 \text{ L/s}$$

$$Q_{D2} = 21150.79 \text{ L/s}$$

$$Q_{D3} = 2334.72 \text{ L/s}$$

Las diferencias más considerables suceden generalmente al considerar áreas contribuyentes en el sistema que implican cambios en el diseño de las dimensiones de los canales y por consiguiente las velocidades en el módulo hidráulico en las redes de drenaje.



CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

Según la evaluación realizada, se ha determinado que los estudios básicos de ingeniería en el expediente técnico han sido desarrollados con un sustento técnico deficiente. De acuerdo a los Estudios Básicos de Ingeniería realizados se ha dividido el proyecto en cuatro cuencas para el modelamiento hidrológico–hidráulico en el software SWMM para optimizar los parámetros hidráulicos que determina el diseño de las redes de drenaje. Sin embargo, para que el sistema de drenaje planteado sea funcional es primordial establecer condiciones necesarias de funcionamiento acorde a la Norma GH–010, Norma OS–060 del RNE y el Plan de Desarrollo Urbano de la ciudad de Juliaca como lo estudiado en el *Ítem 3.1.4*.

La evaluación del expediente técnico «ESTUDIO DEFINITIVO DE DRENAJE DE AGUAS PLUVIALES DE LA CIUDAD DE JULIACA» se ha realizado en dos etapas, en la etapa de elaboración del perfil de tesis y durante la etapa final después de la recolección de datos de campo. El problema más grave del expediente técnico es que asume que las condiciones reales en campo son aptas para la construcción de las redes de drenaje sin considerar la deficiente infraestructura vial de la ciudad, el desorden urbano y la grave contaminación del río Torococha. Se han encontrado incompatibilidades en el cálculo hidráulico, planos y metrados de las dimensiones de los canales (*Tabla 3*). Las deficiencias encontradas en el área de Topografía muestran incompatibilidades en la ubicación de los puntos con un desplazamiento que bordea unos 400 metros hacia el noreste, el cual ha sido motivo para realizar un nuevo estudio geodésico y topográfico cuando se estaba ejecutando la obra, esta comparación de puntos se muestra en la *Tabla 2*, el estudio Geodésico se resume en la *Tabla 6* y los puntos topográficos utilizados están en las tablas del *Ítem 3.3.4*. En el área de Hidrología, el expediente técnico establece un

periodo de retorno de 10 años, pero la Norma OS-060 establece 25 años para sistemas de drenaje urbano mayor; para el análisis de frecuencia de datos de precipitación no se consideran suficientes métodos estadísticos.

Dentro de los parámetros hidrológicos se asume un periodo de retorno de 25 años y una precipitación máxima de 55 mm. El hietograma de diseño se ha elaborado con el método que más se ajusta (*Distribución Gamma 2 Parámetros* con series temporales de 6 horas. El coeficiente n de *Manning* para el flujo superficial sobre suelo impermeable es $n = 0.012$ (hormigón-asfalto) y $n = 0.13$ para subcuencas permeables (pasto natural). El coeficiente n de *Manning* en conductos es $n = 0.013$ (pavimentos) y $n = 0.011$ (tubería de PVC). Las pendientes asumidas son mínimas (mayormente entre 0.0003 y 0.002).

Se desarrolló una metodología para el diseño de sistemas de drenaje urbano tomando como base el modelo matemático SWMM, que consiste en el movimiento simultáneo del flujo en las calles y el intercambio de flujo entre los subsistemas y bajo el enfoque de onda dinámica la cual resuelve las ecuaciones completas de Saint-Venant para el flujo no permanente en canales. El uso del modelo numérico, en ventaja respecto al método tradicional, permitió predecir con mayor precisión el comportamiento hidráulico del sistema de drenaje existente evaluar su situación actual y analizar desde el punto de vista hidráulico los problemas existentes, para formular las mejoras del mismo. Según los resultados obtenidos, el modelo SWMM proporciona un conjunto de herramientas interactivas y recursos que son una buena opción para el análisis de grandes proyectos de drenaje urbano.

El modelamiento hidrológico-hidráulico se ha realizado con los datos obtenidos en los Estudios Básicos de Ingeniería del presente proyecto, para las secciones de los canales se ha modelado con los datos existentes en el expediente técnico (datos iniciales). Según el comportamiento hidrológico-hidráulico, por procedimientos reiterativos, las secciones de los canales han quedado ajustadas. El diseño obtenido en el presente proyecto de tesis garantiza el funcionamiento del sistema de drenaje pluvial, con inundaciones de poca duración que afectan mínimamente a su entorno, por lo que no será necesario la utilización de bombas en el diseño. Se prevé inundaciones en algunas áreas entre 0 a 2 horas y en otras críticas hasta 4 horas durante eventos de lluvias torrenciales de magnitudes similares a la precipitación de diseño.

6.2 Recomendaciones

Se recomienda seguir los lineamientos y parámetros de levantamiento de puntos establecidos por la Norma Técnica Geodésica del Instituto Geográfico Nacional para obtener datos reales.

Para trabajos de considerable magnitud, se recomienda el uso de equipos sofisticados en el levantamiento de poligonales y replanteo de los trabajos en campo, para minimizar errores topográficos. Al momento de estacionar utilizar un trípode estable y nivelado para la estación total y el prisma.

El proceso inadecuado de urbanización es perjudicial para los intereses públicos y representa un obstáculo en el diseño de sistemas de drenaje pluvial, por lo que la ciudad de Juliaca precisa de una red de control vertical para que sea utilizado en todas las obras de infraestructura (obras viales, obras de saneamiento, viviendas).

Se recomienda a SENAMHI la instalación de una estación pluviográfica para la ciudad de Juliaca, necesaria para la ejecución de obras civiles.

Incentivar en la población para que evacúen las aguas de sus viviendas hacia la red exterior de drenaje (calzada) y evitar en lo posible el ingreso a las redes de desagüe.

Se recomienda a la MPSRJ la elaboración de un plan maestro de drenaje pluvial, que determine las etapas de estudio y diseño, las etapas de ejecución a corto, mediano y largo plazo.

Antes de la ejecución del proyecto de aguas pluviales para la ciudad de Juliaca se recomienda la ejecución de un proyecto que solucione el problema del río Torococha para el funcionamiento del sistema de drenaje pluvial en la cuenca DJD. Mejorar la infraestructura vial en las cuencas DJA, DJB y DJC dado que las condiciones actuales del terreno no son adecuadas para el funcionamiento hidráulico del sistema, es propenso a colmatarse y por consiguiente la pérdida de su capacidad hidráulica.

Se recomienda a la MPSRJ hacer cumplir estrictamente con el Plan de Desarrollo Urbano en el aspecto de expansión de áreas urbanas y uso de suelos. A las autoridades pertinentes la restauración y conservación de los recursos naturales.

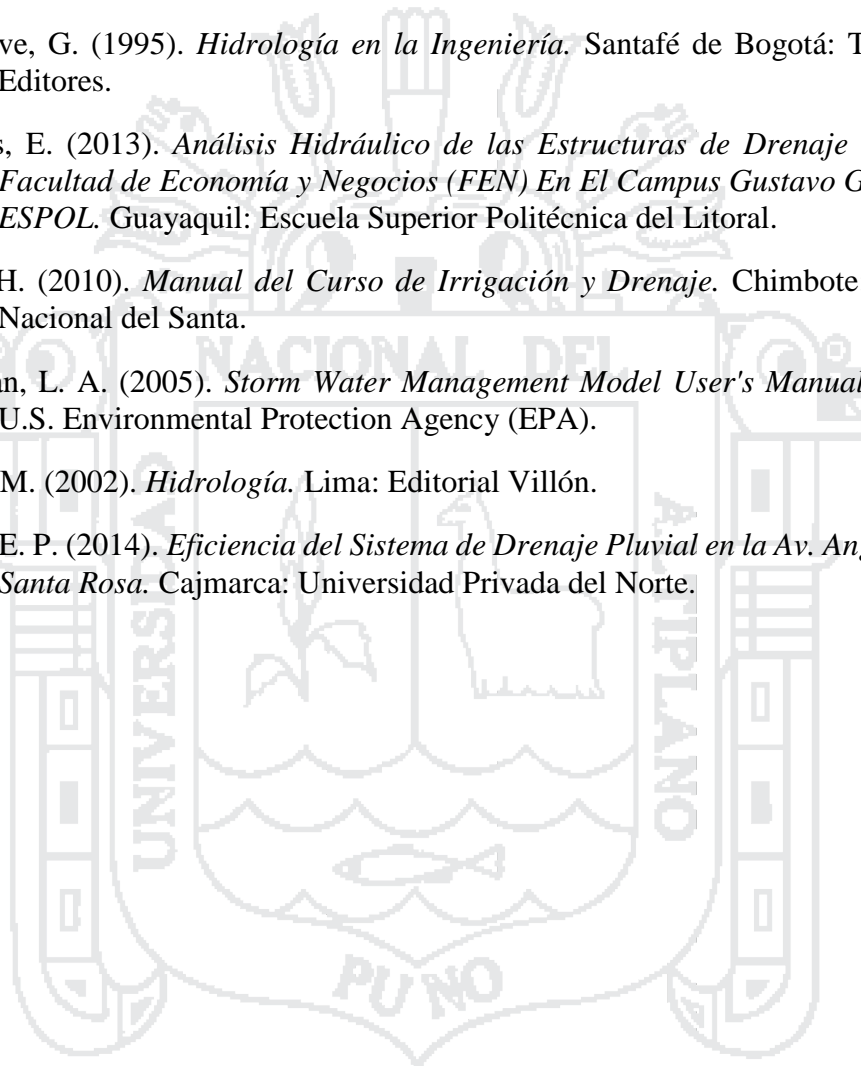
Elaborar un plan de operación y mantenimiento post-ejecución del proyecto que garantice el flujo de las aguas pluviales sin ser propensas a ser contaminadas. Solucionar el problema de recolección de residuos domésticos para evitar que sean arrojados a los drenes (canales de evacuación de aguas pluviales).



Referencias

- Aparicio, F. J. (1992). *Fundamento de Hidrología de Superficie*. México D. F.: Editorial Limusa S.A. de C.V.
- Aranda, R. L. (2009). *Simulación Continua de Lluvias para el Diseño de Sistemas de Drenaje Urbano*. Santiago de Chile: Pontificia Universidad Católica de Chile.
- Arocha, S. (1982). *Drenajes Urbanos*. Caracas.
- Bolinaga, J. J., & Franceschi, L. E. (1979). *Drenaje Urbano*. Caracas.
- Butler, D., & Davies, J. W. (2010). *Urban Drainage* (3ra ed.). Oxon: Taylor & Francis Group.
- Cárdenas, R. R. (2006). *Diseño de un Sistema de Drenaje Pluvial Óptimo y Funcional para el Sector «La Rotaria» de la Parrroquía Raúl Leoni de Maracaibo EDO - Zulia*. Maracaibo: Universidad Rafael Urdaneta.
- Chávez, F. (2006). *Simulación y Optimización de un Sistema de Alcantarillado Urbano*. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Chow, V. T., Maidment, D. R., & Mays, L. W. (1994). *Hidrología Aplicada*. Bogotá: McGRAW-HILL Interamericana S.A.
- Civil Excel. (15 de noviembre de 2015). Obtenido de <http://www.civilexcel.com/2012/02/construccion-de-curvas-idf.html>
- CONSULTORIA FEM S.A. DE C.V. (2008). *Proyecto Ejecutivo de Drenaje Pluvial en la Zona Centro de la Ciudad de Piedras Negras, COAH*. Coahuila.
- EPA. (12 de enero de 2016). Obtenido de <http://www2.epa.gov/water-research/storm-water-management-model-swmm>
- Eslamian, S. (2014). *Handbook of Engineering Hydrology: Fundamentals and Applications*. New York: Taylor & Francis Group.
- Granda, R. (2013). *Análisis Numérico de la Red de Drenaje Pluvial de la Urb. Angamos*. Piura: Universidad de Piura.
- Hidra Software. (25 de enero de 2016). Obtenido de <http://www.hidrasoftware.com/disenio-de-sistemas-de-drenaje-urbano-con-dren-urba/>
- Instituto Geográfico Nacional. (2005). *Proyecto de Normas Técnicas de Levantamientos Geodésicos*. Lima.
- Instituto Nacional de Recursos Naturales. (2007). *Evaluación de los Recursos Hídricos en las Cuencas de los Ríos Cabanillas y Lampa*. Juliaca.

- Linsley, R. K., Kohler, M. A., & Paulus, J. L. (1977). *Hidrología para ingenieros*. Bogotá: Editorial McGraw-Hill Latinoamericana S.A.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2011). *Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje*. Lima.
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2009). *Reglamento Nacional de Edificaciones*. Lima: El Peruano.
- Monsalve, G. (1995). *Hidrología en la Ingeniería*. Santafé de Bogotá: Tercer Mundo Editores.
- Parrales, E. (2013). *Análisis Hidráulico de las Estructuras de Drenaje Pluvial de la Facultad de Economía y Negocios (FEN) En El Campus Gustavo Galindo De La ESPOL*. Guayaquil: Escuela Superior Politécnica del Litoral.
- Rojas, H. (2010). *Manual del Curso de Irrigación y Drenaje*. Chimbote: Universidad Nacional del Santa.
- Rossman, L. A. (2005). *Storm Water Management Model User's Manual Version 5.0*. U.S. Environmental Protection Agency (EPA).
- Villón, M. (2002). *Hidrología*. Lima: Editorial Villón.
- Yañez, E. P. (2014). *Eficiencia del Sistema de Drenaje Pluvial en la Av. Angamos y el Jr. Santa Rosa*. Cajamarca: Universidad Privada del Norte.



ANEXOS

ANEXO 1: INFORME GEODÉSICO

ANEXO 2: INFORME TOPOGRÁFICO

ANEXO 3: INFORME HIDROLÓGICO

ANEXO 4: PANEL FOTOGRÁFICO

ANEXO 5: PROCEDIMIENTO DEL MODELAMIENTO EN EL SWMM

ANEXO 6: DATOS DEL EXPEDIENTE TÉCNICO

ANEXO 7: PLANOS

