



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

“Modelo de drenaje pluvial, para eventos extraordinarios, aplicando
SWMM en el distrito de Cura Mori, región Piura en el 2018”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERA CIVIL

AUTORA

GONZALES PASAPERA, SUJEY MILAGROS

ASESOR

ING. QUIROZ TORRES, LUIS GABRIEL

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

DISEÑO DE OBRAS HIDRÁULICAS Y SANEAMIENTO

LIMA – PERÚ

2018



ACTA DE APROBACIÓN DE LA TESIS

Código : F06-PP-PR-02.02
Versión : 09
Fecha : 23-03-2018
Página : 1 de 2

El **Jurado** encargado de evaluar la tesis presentada por don (ña)

SUJEY MILAGROS GONZALES PASAPERA



cuyo título es:

“MODELO DE DRENAJE PLUVIAL PARA EVENTOS EXTRAORDINARIOS APLICANDO SWMM EN EL DISTRITO DE CURA MORI, REGION PIURA EN EL 2018”

Reunido en la fecha, escuchó la sustentación y la resolución de preguntas por el estudiante, otorgándole el calificativo de:

...14.93..... (Número)....Q.O.I.M.I.P...... (Letras).

Lugar y fecha: Los Olivos, 15 de Diciembre del 2018.

 PRESIDENTE	 SECRETARIO
<u>Dr. Gerardo Enrique, Cancho Zuñiga</u> Grado y nombre	<u>Dr. Rodolfo Ricardo Marquina Callacna</u> Grado y nombre


.....
VOCAL

Dr. Luis Gabriel, Quiroz Torres
Grado y nombre

NOTA: En el caso de que haya nuevas observaciones en el informe, el estudiante debe levantar las observaciones para dar el pase a Resolución.

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Responsable de SGC	Aprobó	Vicerrectorado de Investigación
---------	----------------------------	--------	--------------------	--------	---------------------------------

DEDICATORIA

A mis padres Rosa Y José, por su amor, esfuerzo y motivación constantes para orientarme a conseguir el éxito y nunca desistir aún con las adversidades.

A mi pequeño hijo Fabricio, que fue mi principal motor y motivo, permitiéndome llegar hasta este importante momento de mi vida profesional, convirtiéndose en un logro realizado.

AGRADECIMIENTO

Primero a Dios, por bendecir mi camino y darme fortaleza para superar cada obstáculo. A mis padres, por hacer de mí una persona con buenos valores y principios en la vida.

A mi pequeña familia; Fabricio mi hijo y Jorge mi pareja, que son mi motivo para continuar y nunca renunciar, gracias por su amor y ayuda incondicional.

Al Ing. Luis Quiroz, por su asesoramiento y buenos consejos durante la elaboración de este proyecto.

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo, Sujey Milagros Gonzales Pasapera con DNI N° 71985861, en mi condición de estudiante a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela Profesional de Ingeniería Civil, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y auténtica. De tal modo expongo que:

- 1) La tesis es de mi autoría.
- 2) He respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas. Por tanto, la tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente.
- 3) La tesis no ha sido auto plagiado; es decir, no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
- 4) Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados y por tanto los resultados que se presenten en la tesis se constituirán en aportes a la realidad investigada.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda al identificarse la falta de fraude (datos falsos), plagio (información sin citar a autores), auto plagio (presentar como nuevo algún trabajo de investigación propio que ya ha sido publicado), piratería (uso ilegal de información ajena) o falsificación (representar falsamente las ideas de otros), asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad César Vallejo.

Lima, 15 de Diciembre del 2018

Gonzales Pasapera, Sujey Milagros
DNI N° 71985861

PRESENTACIÓN

Señores miembros del jurado:

En cumplimiento a las normas establecidas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, para optar el grado de Ingeniero Civil, presento ante ustedes la Tesis titulada “Modelo de Drenaje Pluvial, para Eventos Extraordinarios, aplicando Swmm en el Distrito de Cura Mori, Región Piura en el 2018”, la misma que someto a vuestra consideración y espero que cumpla con los requisitos de aprobación.

Los capítulos y contenidos que se desarrollaran son los siguientes:

- I. Introducción
 - II. Métodos
 - III. Análisis y Resultados
 - IV. Discusión
 - V. Conclusiones
 - VI. Recomendaciones
 - VII. Referencias Bibliográficas
- Anexos

Espero señores miembros del jurado que la presente investigación cumpla con las exigencias establecidas por la Universidad César Vallejo y merezca su aprobación.

Gonzales Pasapera, Sujey Milagros.

ÍNDICE

PAGINA DEL JURADO	¡Error! Marcador no definido.
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	iv
DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD	v
PRESENTACIÓN	vi
RESUMEN	xvii
ABSTRAC	xviii
I. INTRODUCCIÓN	19
1.1 Realidad Problemática.....	21
1.2 Trabajos Previos.....	22
1.2.1 Nacionales	22
1.2.2 Internacionales	24
1.3 Teorías Relacionadas.....	25
1.3.1 Drenaje pluvial	25
1.3.2 Eventos extraordinarios	27
1.3.3 Modelamiento Hidrológico	29
1.4 Formulación del Problema	31
1.4.1 Problema General	31
1.4.2 Problemas Específicos.....	31
1.5 Justificación del Estudio.....	31
1.5.1 Por el beneficio.....	31
1.5.2 Por el resultado.....	32
1.5.3 Por la Viabilidad.....	32
1.6 Hipótesis.....	32
1.6.1 Hipótesis General	32
1.6.2 Hipótesis específicas:	32
1.7 Objetivos	32
1.7.1 Objetivo General	33
1.7.2 Objetivos específicos:	33
II. MÉTODO	34
2.1 Tipo, Nivel y Diseño de Investigación.....	35
2.1.1 Tipo de Investigación	35
2.1.2 Nivel de Investigación.....	35
2.1.3 Diseño de Investigación	35
2.2 Variables y Operacionalización	36
2.2.2 Operacionalización.....	36
2.3 Población, muestra y muestreo.....	37
2.3.1 Población.....	37
2.3.2 Muestra.....	38
2.3.3 Muestreo.....	38
2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad	38

2.4.1	Técnicas e instrumentos de recolección de datos	38
2.4.1.1	Técnicas.....	38
2.4.1.2	Instrumento de datos	38
2.4.2	Validez	39
2.4.2.1	Análisis de validez	39
2.4.3	Confiabilidad.....	39
2.5	Método de Análisis de datos	40
2.6	Aspectos éticos.....	40
III.	ANÁLISIS Y RESULTADOS.....	42
3.1	Descripción de la Zona de Estudio.....	43
3.1.1	Ubicación Geográfica.....	43
3.2	Trabajos Previos.....	43
3.2.1	Recopilación de Información	43
3.2.1.2	Recopilación de registros hidrológicos y meteorológicos	43
3.2.2	Trabajos de Campo.....	44
3.2.2.2	Exploración y muestreo de suelos	45
3.2.1	Trabajos de laboratorio.....	47
3.2.1.2	Componentes Químicos del Suelo	50
3.3	Aplicación de los métodos de Análisis.....	51
3.3.1	Determinación de la Intensidad de Precipitación	51
3.3.2	Análisis de la Intensidad – Duración – Periodo de Retorno (IDT)	60
3.3.3	Identificación de la Escorrentía Superficial	63
3.3.3.2	Cálculo del escurrimiento superficial (Q)	65
3.3.4	Diseño del Alcantarillado pluvial, Aplicando SWMM	70
3.3.4.4.4	Simulación del Modelo de Drenaje Pluvial.....	85
3.3.4.4.5	Resultados	85
3.3.4.4.5.1	Resultados para un T = 25 años con evento extremo	85
3.3.4.4.5.2	Resultados para un T = 30 años con evento extremo	98
3.3.4.4.5.3	Resultados para un T = 40 años con evento extremo	112
3.3.4.4.5.4	Resultados para un T = 25 años sin evento extremo	126
3.3.4.4.6	Interpretación de Resultados	139
IV.	DISCUSIÓN.....	141
V.	CONCLUSIONES.....	144
VI.	RECOMENDACIONES.....	147
VII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	149
	ANEXOS	

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1. Ubicación del Distrito de Cura Mori – Región Piura.....	3
Figura 1.2. Esquema del diseño de drenaje pluvial.....	7
Figura 1.3. Componentes Físicos empleados en el modelo de sistema de drenaje.....	11
Figura 3.1. Plataforma de la página web de SENAMHI.....	25
Figura 3.2. Déficit en la prevención de Defensas Ribereñas.....	26
Figura 3.3. Altura del nivel de inundación en la zona.....	26
Figura 3.4. Excavación a 1.50 m para extracción de muestra.....	27
Figura 3.5. Calicata 4 – Centro de Cura Mori.....	27
Figura 3.6. Identificación de las muestras extraídas.....	28
Figura 3.7. Ensayo de Contenido de Humedad.....	28
Figura 3.8. Ensayo de Límites de Consistencia.....	29
Figura 3.9. Ensayo de Análisis Granulométrico por Tamizado.....	29
Figura 3.10. Carta Nacional Geográfica -11B.....	30
Figura 3.11. Ubicación de Estaciones Meteorológicas.....	34
Figura 3.12. Polígonos de Thiessen.....	36
Figura 3.13. Isoyetas.....	36
Figura 3.14. Thiessen Mejorado.....	37
Figura 3.15. Representación gráfica de las curvas IDT.....	42
Figura 3.16. Representación Gráfica de la curva IDT (Tr=25 años).....	43
Figura 3.17. Representación gráfica del Hietograma de diseño Tr=25 años.....	44
Figura 3.18. Representación de los caudales máximos.....	46
Figura 3.19. Subcuenca del Bajo Piura.....	48
Figura 3.20. Delimitación de las Subcuencas del Distrito de Cura Mori.....	52
Figura 3.21. Perspectiva del Sistema de Drenaje Pluvial.....	52
Figura 3.22. Dimensionamiento del Sumidero Tipo – S4.....	53
Figura 3.23. Velocidad Máx. – Min.....	54
Figura 3.24. Pasos para el Modelo SWMM.....	55
Figura 3.25. Valores por Defecto del Modelo.....	55
Figura 3.26. Cuenca SJA.....	56
Figura 3.27. Cuenca SJB.....	56
Figura 3.28: Cuenca SJC.....	57
Figura 3.29. Cuenca SJD.....	57
<i>T=25 años con presencia de evento extraordinario</i>	
Figura 3.30. Perfil de Lámina de Agua de la Cuenca SJA.....	69
Figura 3.31. Perfil de Lámina de Agua de la Cuenca SJB.....	73
Figura 3.32. Perfil de Lámina de Agua de la Cuenca SJC.....	76
Figura 3.33. Perfil de Lámina de Agua de la Cuenca SJD.....	79
<i>T=30 años con presencia de evento extraordinario</i>	
Figura 3.32. Perfil de Lámina de Agua de la Cuenca SJA.....	83
Figura 3.33. Perfil de Lámina de Agua de la Cuenca SJB.....	86
Figura 3.34. Perfil de Lámina de Agua de la Cuenca SJC.....	89

Figura 3.35. Perfil de Lámina de Agua de la Cuenca SJD.....	93
<i>T=40 años con presencia de evento extraordinario</i>	
Figura 3.36. Perfil de Lámina de Agua de la Cuenca SJA.....	96
Figura 3.37. Perfil de Lámina de Agua de la Cuenca SJB.....	100
Figura 3.38. Perfil de Lámina de Agua de la Cuenca SJC.....	103
Figura 3.39. Perfil de Lámina de Agua de la Cuenca SJD.....	106
<i>T=25 años sin presencia de evento extraordinario</i>	
Figura 3.40. Perfil de Lámina de Agua de la Cuenca SJA.....	110
Figura 3.41. Perfil de Lámina de Agua de la Cuenca SJB.....	113
Figura 3.42. Perfil de Lámina de Agua de la Cuenca SJC.....	116
Figura 3.43. Perfil de Lámina de Agua de la Cuenca SJD.....	120

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1. Operacionalización de la variable 1: Drenaje Pluvial.....	17
Tabla 2.2. Operacionalización de la variable 2: Eventos Extraordinarios.....	18
Tabla 2.3. Parámetros de Validez.....	20
Tabla 3.1: Ubicación de Calicatas.....	26
Tabla 3.2. Características del Suelo C1 – C2.....	30
Tabla 3.3. Características del suelo C3 – C4.....	31
Tabla 3.4. Sustancias Nocivas para la Cimentación de Concreto Armado.....	32
Tabla 3.5. Características Fisiográficas de la Cuenca Piura.....	33
Tabla 3.6. Delimitación de las Subcuencas.....	33
Tabla 3.7. Características Fisiográficas de la Subcuenca del Bajo Piura.....	33
Tabla 3.8. Ubicación de Estaciones Meteorológicas.....	34
Tabla 3.9. Método Aritmético.....	35
Tabla 3.10. Método de los Polígonos de Thiessen.....	35
Tabla 3.11: Método de las Isoyetas.....	36
Tabla 3.12: Método de Thiessen Mejorado.....	37
Tabla 3.13: Estación Meteorológica San Miguel.....	38
Tabla 3.14. Precipitación Máx. de 24 hrs (máximas anuales) - Estación San Miguel.....	39
Tabla 3.15. Ecuación empírica de la Intensidad Máxima.....	40
Tabla 3.16: Intensidades Máximas.....	41
Tabla 3.17. Intensidades Máximas en 24hrs., con $Tr=25$ años.....	42
Tabla 3.18. Análisis de Precipitación de diseño.....	43
Tabla 3.19. Características Fisiográficas de la cuenca Urbana.....	44
Tabla 3.20. $Q_{máx.}$ Diarios de la Estación Sánchez Cerro.....	45
Tabla 3.21. Grupo hidrológico del suelo.....	49
Tabla 3.22. Numero de Curvas de escorrentía.....	49
Tabla 3.23. Caudales Pico de Diseño.....	50
Tabla 3.24. Área de las cuencas delimitadas.....	51
Tabla 3.25. Características de Subcuencas – SJA.....	58
Tabla 3.26. Características de Nudos – SJA.....	59
Tabla 3.27. Características de Conductos – SJA.....	60
Tabla 3.28. Características de Subcuencas – SJB.....	61

Tabla 3.29. <i>Características de Nudos – SJB</i>	61
Tabla 3.30. <i>Características de Conductos – SJB</i>	62
Tabla 3.31. <i>Características de Subcuencas – SJC</i>	63
Tabla 3.32. <i>Características de Nudos – SJC</i>	64
Tabla 3.33. <i>Características de Conductos – SJC</i>	64
Tabla 3.34. <i>Características de Subcuencas – SJD</i>	65
Tabla 3.35. <i>Características de Nudos – SJD</i>	66
Tabla 3.36. <i>Características de Conductos – SJD</i>	67
T=25 años con presencia de evento extraordinario	
Tabla 3.37. <i>Escorrentía superficial de la cuenca SJA</i>	66
Tabla 3.38. <i>Calculo hidráulico de la cuenca SJA</i>	66
Tabla 3.39. <i>Resumen de escorrentía superficial de la cuenca SJA</i>	67
Tabla 3.40. <i>Resumen de nivel de nudos de la cuenca SJA</i>	67
Tabla 3.41. <i>Resumen de aporte en nudos de la cuenca SJA</i>	68
Tabla 3.42. <i>Resumen de inundación en nudos de la cuenca SJA</i>	68
Tabla 3.43. <i>Resumen de vertido de la cuenca SJA</i>	68
Tabla 3.44. <i>Resumen de caudal en líneas de la cuenca SJA</i>	69
Tabla 3.45. <i>Escorrentía superficial de la cuenca SJB</i>	70
Tabla 3.46. <i>Calculo hidráulico de la cuenca SJB</i>	70
Tabla 3.47. <i>Resumen de escorrentía superficial de la cuenca SJB</i>	70
Tabla 3.48. <i>Resumen de nivel de nudos de la cuenca SJB</i>	71
Tabla 3.49. <i>Resumen de aporte en nudos de la cuenca SJB</i>	71
Tabla 3.50. <i>Resumen de inundación en nudos de la cuenca SJB</i>	72
Tabla 3.51. <i>Resumen de vertido de la cuenca SJB</i>	72
Tabla 3.52. <i>Resumen de caudal en líneas de la cuenca SJB</i>	72
Tabla 3.53. <i>Escorrentía superficial de la cuenca SJC</i>	73
Tabla 3.54. <i>Calculo hidráulico de la cuenca SJC</i>	73
Tabla 3.55. <i>Resumen de escorrentía superficial de la cuenca SJC</i>	74
Tabla 3.56. <i>Resumen de nivel de nudos de la cuenca SJC</i>	74
Tabla 3.57. <i>Resumen de aporte en nudos de la cuenca SJC</i>	74
Tabla 3.58. <i>Resumen de inundación en nudos de la cuenca SJC</i>	75
Tabla 3.59. <i>Resumen de vertido de la cuenca SJC</i>	75
Tabla 3.60. <i>Resumen de caudal en líneas de la cuenca SJC</i>	75

Tabla 3.61. <i>Escorrentía superficial de la cuenca SJD</i>	76
Tabla 3.62. <i>Calculo hidráulico de la cuenca SJD</i>	76
Tabla 3.63. <i>Resumen de escorrentía superficial de la cuenca SJD</i>	76
Tabla 3.64. <i>Resumen de nivel de nudos de la cuenca SJD</i>	77
Tabla 3.65. <i>Resumen de aporte en nudos de la cuenca SJD</i>	77
Tabla 3.66. <i>Resumen de inundación en nudos de la cuenca SJD</i>	78
Tabla 3.67. <i>Resumen de vertido de la cuenca SJD</i>	78
Tabla 3.68. <i>Resumen de caudal en líneas de la cuenca SJD</i>	78
T=30 años con presencia de evento extraordinario	
Tabla 3.69. <i>Escorrentía superficial de la cuenca SJA</i>	80
Tabla 3.70. <i>Calculo hidráulico de la cuenca SJA</i>	80
Tabla 3.71. <i>Resumen de escorrentía superficial de la cuenca SJA</i>	80
Tabla 3.72. <i>Resumen de nivel de nudos de la cuenca SJA</i>	81
Tabla 3.73. <i>Resumen de aporte en nudos de la cuenca SJA</i>	81
Tabla 3.74. <i>Resumen de inundación en nudos de la cuenca SJA</i>	82
Tabla 3.75. <i>Resumen de vertido de la cuenca SJA</i>	82
Tabla 3.76. <i>Resumen de caudal en líneas de la cuenca SJA</i>	82
Tabla 3.77. <i>Escorrentía superficial de la cuenca SJB</i>	83
Tabla 3.78. <i>Calculo hidráulico de la cuenca SJB</i>	83
Tabla 3.79. <i>Resumen de escorrentía superficial de la cuenca SJB</i>	83
Tabla 3.80. <i>Resumen de nivel de nudos de la cuenca SJB</i>	84
Tabla 3.81. <i>Resumen de aporte en nudos de la cuenca SJB</i>	84
Tabla 3.82. <i>Resumen de inundación en nudos de la cuenca SJB</i>	85
Tabla 3.83. <i>Resumen de vertido de la cuenca SJB</i>	85
Tabla 3.84. <i>Resumen de caudal en líneas de la cuenca SJB</i>	86
Tabla 3.85. <i>Escorrentía superficial de la cuenca SJC</i>	86
Tabla 3.86. <i>Calculo hidráulico de la cuenca SJC</i>	87
Tabla 3.87. <i>Resumen de escorrentía superficial de la cuenca SJC</i>	87
Tabla 3.88. <i>Resumen de nivel de nudos de la cuenca SJC</i>	87
Tabla 3.89. <i>Resumen de aporte en nudos de la cuenca SJC</i>	87
Tabla 3.90. <i>Resumen de inundación en nudos de la cuenca SJC</i>	88
Tabla 3.91. <i>Resumen de vertido de la cuenca SJC</i>	88
Tabla 3.92. <i>Resumen de caudal en líneas de la cuenca SJC</i>	89

Tabla 3.93. <i>Escorrentía superficial de la cuenca SJD</i>	89
Tabla 3.94. <i>Calculo hidráulico de la cuenca SJD</i>	90
Tabla 3.95. <i>Resumen de escorrentía superficial de la cuenca SJD</i>	90
Tabla 3.96. <i>Resumen de nivel de nudos de la cuenca SJD</i>	90
Tabla 3.97. <i>Resumen de aporte en nudos de la cuenca SJD</i>	91
Tabla 3.98. <i>Resumen de inundación en nudos de la cuenca SJD</i>	91
Tabla 3.99. <i>Resumen de vertido de la cuenca SJD</i>	92
Tabla 3.100. <i>Resumen de caudal en líneas de la cuenca SJD</i>	92
T=40 años con presencia de evento extraordinario	
Tabla 3.101. <i>Escorrentía superficial de la cuenca SJA</i>	93
Tabla 3.102. <i>Calculo hidráulico de la cuenca SJA</i>	93
Tabla 3.103. <i>Resumen de escorrentía superficial de la cuenca SJA</i>	94
Tabla 3.104. <i>Resumen de nivel de nudos de la cuenca SJA</i>	94
Tabla 3.105. <i>Resumen de aporte en nudos de la cuenca SJA</i>	95
Tabla 3.106. <i>Resumen de inundación en nudos de la cuenca SJA</i>	95
Tabla 3.107. <i>Resumen de vertido de la cuenca SJA</i>	96
Tabla 3.108. <i>Resumen de caudal en líneas de la cuenca SJA</i>	96
Tabla 3.109. <i>Escorrentía superficial de la cuenca SJB</i>	97
Tabla 3.110. <i>Calculo hidráulico de la cuenca SJB</i>	97
Tabla 3.111. <i>Resumen de escorrentía superficial de la cuenca SJB</i>	97
Tabla 3.112. <i>Resumen de nivel de nudos de la cuenca SJB</i>	98
Tabla 3.113. <i>Resumen de aporte en nudos de la cuenca SJB</i>	98
Tabla 3.114 <i>Resumen de inundación en nudos de la cuenca SJB</i>	99
Tabla 3.115. <i>Resumen de vertido de la cuenca SJB</i>	99
Tabla 3.116. <i>Resumen de caudal en líneas de la cuenca SJB</i>	99
Tabla 3.117. <i>Escorrentía superficial de la cuenca SJC</i>	100
Tabla 3.118. <i>Calculo hidráulico de la cuenca SJC</i>	100
Tabla 3.119. <i>Resumen de escorrentía superficial de la cuenca SJC</i>	100
Tabla 3.120. <i>Resumen de nivel de nudos de la cuenca SJC</i>	101
Tabla 3.121. <i>Resumen de aporte en nudos de la cuenca SJC</i>	101
Tabla 3.122 <i>Resumen de inundación en nudos de la cuenca SJC</i>	102
Tabla 3.123. <i>Resumen de vertido de la cuenca SJC</i>	102
Tabla 3.124. <i>Resumen de caudal en líneas de la cuenca SJC</i>	102

Tabla 3.125. <i>Escorrentía superficial de la cuenca SJD</i>	102
Tabla 3.126. <i>Calculo hidráulico de la cuenca SJD</i>	103
Tabla 3.127. <i>Resumen de escorrentía superficial de la cuenca SJD</i>	103
Tabla 3.128. <i>Resumen de nivel de nudos de la cuenca SJD</i>	104
Tabla 3.129. <i>Resumen de aporte en nudos de la cuenca SJD</i>	104
Tabla 3.130 <i>Resumen de inundación en nudos de la cuenca SJD</i>	105
Tabla 3.131. <i>Resumen de vertido de la cuenca SJD</i>	105
Tabla 3.132. <i>Resumen de caudal en líneas de la cuenca SJD</i>	105
T=25 años sin presencia de evento extraordinario	
Tabla 3.133. <i>Escorrentía superficial de la cuenca SJA</i>	107
Tabla 3.134. <i>Calculo hidráulico de la cuenca SJA</i>	107
Tabla 3.135. <i>Resumen de escorrentía superficial de la cuenca SJA</i>	107
Tabla 3.136. <i>Resumen de nivel de nudos de la cuenca SJA</i>	108
Tabla 3.137. <i>Resumen de aporte en nudos de la cuenca SJA</i>	108
Tabla 3.138 <i>Resumen de inundación en nudos de la cuenca SJA</i>	109
Tabla 3.139. <i>Resumen de vertido de la cuenca SJA</i>	109
Tabla 3.140. <i>Resumen de caudal en líneas de la cuenca SJA</i>	109
Tabla 3.141. <i>Escorrentía superficial de la cuenca SJB</i>	110
Tabla 3.142. <i>Calculo hidráulico de la cuenca SJB</i>	110
Tabla 3.143. <i>Resumen de escorrentía superficial de la cuenca SJB</i>	110
Tabla 3.144. <i>Resumen de nivel de nudos de la cuenca SJB</i>	111
Tabla 3.145. <i>Resumen de aporte en nudos de la cuenca SJB</i>	112
Tabla 3.146 <i>Resumen de inundación en nudos de la cuenca SJB</i>	112
Tabla 3.147. <i>Resumen de vertido de la cuenca SJB</i>	113
Tabla 3.148. <i>Resumen de caudal en líneas de la cuenca SJB</i>	113
Tabla 3.149. <i>Escorrentía superficial de la cuenca SJC</i>	114
Tabla 3.150. <i>Calculo hidráulico de la cuenca SJC</i>	114
Tabla 3.151. <i>Resumen de escorrentía superficial de la cuenca SJC</i>	114
Tabla 3.152. <i>Resumen de nivel de nudos de la cuenca SJC</i>	115
Tabla 3.153. <i>Resumen de aporte en nudos de la cuenca SJC</i>	115
Tabla 3.154. <i>Resumen de inundación en nudos de la cuenca SJC</i>	116
Tabla 3.155. <i>Resumen de vertido de la cuenca SJC</i>	116
Tabla 3.156. <i>Resumen de caudal en líneas de la cuenca SJC</i>	117

Tabla 3.157. <i>Escorrentía superficial de la cuenca SJD</i>	117
Tabla 3.158. <i>Calculo hidráulico de la cuenca SJD</i>	117
Tabla 3.159. <i>Resumen de escorrentía superficial de la cuenca SJD</i>	118
Tabla 3.160. <i>Resumen de nivel de nudos de la cuenca SJD</i>	118
Tabla 3.161. <i>Resumen de aporte en nudos de la cuenca SJD</i>	119
Tabla 3.162. <i>Resumen de inundación en nudos de la cuenca SJD</i>	119
Tabla 3.163. <i>Resumen de vertido de la cuenca SJD</i>	119
Tabla 3.164. <i>Resumen de caudal en líneas de la cuenca SJD</i>	119

RESUMEN

La presente investigación tiene como objetivo analizar la influencia de los eventos extraordinarios en el modelamiento del drenaje pluvial aplicando SWMM en el Distrito de Cura Mori, Región Piura, en consecuencia se realizó un modelo hidrológico e hidráulico para determinar su comportamiento. La información requerida para generar las intensidades de precipitación, frecuencia y periodos de retorno a partir de ecuaciones empíricas, se solicitó al Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú con registros de 1993-2017 años en el que se evidencia presencia de intensas lluvias, por consiguiente se visitó la zona en estudio para corroborar la topografía del lugar e identificar las avenidas principales que aportaran al modelo de drenaje. Se determinaron los años más representativos que simulan un evento extraordinario, modelado para periodos de retorno de 25, 30 y 40 años realizando una comparación con el mismo modelo para cuando no se presente un evento extraordinario. El método que se aplicó fue científico, el tipo de investigación es cuantitativa, el nivel aplicativo, el diseño experimental, la población la región de Piura, la muestra modelo de drenaje pluvial en el distrito de Cura Mori, el instrumento la ficha técnica y la aplicación del Software de modelo de gestión de aguas pluviales. De acuerdo a los análisis realizados se obtuvo que el caudal captado con presencia de eventos extraordinarios a lo largo del distrito fue de 9970 l.p.s. Teniendo en cuenta estos valores, se estableció un modelo de sumidero transversal de concreto simple Tipo I determinado por las características químicas del terreno con dimensiones de 0.60 m de altura y 0.30 m de ancho con una tubería de conducción de pvc de 0.30 m de diámetro, de manera que el sistema propuesto dimensionado para periodos de retorno de 25, 30 y 40 años cumple con todos los requerimientos establecidos por la norma OS.060 – Drenaje Urbano.

Palabras Claves: Drenaje pluvial, eventos extraordinarios, precipitación, intensidad, frecuencia, periodo de retorno.

ABSTRAC

The objective of this research is to analyze the influence of extraordinary events in the modeling of the storm drainage by applying SWMM in the District of Cura Mori, Piura Region, consequently a hydrological and hydraulic model was made to determine its behavior. The information required to generate the intensities of precipitation, frequency and return periods from empirical equations was requested from the National Meteorology and Hydrology Service of Peru with records from 1993-2017 years in which there is evidence of intense rains, for Consequently, the area under study was visited to corroborate the topography of the site and identify the main avenues that would contribute to the drainage model. The most representative years that simulate an extraordinary event were determined, modeled for return periods of 25, 30 and 40 years making a comparison with the same model for when an extraordinary event does not occur. The method that was applied was scientific, the type of research is quantitative, the application level, the experimental design, the population of the Piura region, the sample pluvial drainage model in the district of Cura Mori, the instrument, the technical data sheet and the Application of the Rainwater Management Model Software. According to the analyzes carried out, it was obtained that the volume captured with the presence of extraordinary events throughout the district was 9970 l.p.s. Taking into account these values, a transverse sink model of simple concrete type I determined by the chemical characteristics of the land with dimensions of 0.60 m in height and 0.30 m in width with a pvc pipeline of 0.30 m in diameter, was established. so that the proposed system designed for return periods of 25, 30 and 40 years complies with all the requirements established by the standard OS.060 - Urban Drainage.

Key Words: Rainfall drainage, extraordinary events, precipitation, intensity, frequency, return period.

I. INTRODUCCIÓN

En la presente tesis se han utilizado las teorías de drenaje pluvial para zonas urbanas, teorías de eventos extraordinarios, teorías de cálculo de intensidades de precipitación, frecuencia, tiempo de retorno y caudales de diseño; y modelamiento con el software SWMM. De modo que en esta investigación se ha obtenido un modelo de drenaje pluvial para evitar la inundación de la zona urbana ante la presencia de eventos meteorológicos o anómalos (extraordinarios).

Capítulo I: Se presenta la realidad problemática de los daños en el distrito de Cura Mori – Región Piura, ante la presencia de frecuentes lluvias generando el desborde del río Piura. Antecedentes referentes a la tesis presentada y una explicación de las dimensiones e indicadores investigados en este estudio, el problema general y específicos, objetivo general, y específicos y las hipótesis general y específicos.

Capítulo II: Se muestra la parte metodológica, la cual incluye: el método, tipo, nivel, diseño, población, muestra, muestreo, instrumento de recolección de datos, validez y confiabilidad de juicio de expertos, además la matriz de operacionalización de la variable independiente y dependiente.

Capítulo III: Se presenta el análisis de la información obtenida en campo y en gabinete, ensayos en el laboratorio, aplicación y desarrollo de métodos que permiten obtener resultados para el modelamiento del drenaje pluvial con el software SWMM.

Capítulo IV: Se presenta las discusiones con respecto a los antecedentes.

Capítulo V: Se muestran las conclusiones planteadas respecto a los resultados obtenidos en el capítulo 3.

Capítulo VI: Se presentan las recomendaciones de la investigación.

1.1 Realidad Problemática

Si bien es cierto, el cambio climático debido a la magnitud de sus efectos da origen a temas de discusión y gran preocupación a nivel nacional e internacional; ya que con el paso del tiempo nuestro planeta se ve expuesto a eventos extraordinarios volviendo vulnerable a la población que habita en él.

De este modo en la actualidad la problemática que nos aqueja se debe al calentamiento global, el cual da origen a eventos como el fenómeno el niño que presenta un comportamiento anormal en el clima volviéndose un fenómeno temporal y transitorio, siendo los efectos principales el incremento de precipitaciones, crecidas de ríos, entre otros generando así inundaciones, deslizamiento de tierras y huaycos afectando las zonas urbanas y agrícolas que se encuentran ubicadas en los márgenes del río.

No obstante los países ubicados en la costa del pacífico que han sido afectados a causa de este evento según los análisis estadísticos de las estaciones meteorológicas son: Bolivia, Chile, Colombia, Ecuador, Paraguay, Perú y Venezuela; los cuales presentaron intensas lluvias que dieron origen a las inundaciones.

Por ello, el Ministerio del Medio Ambiente de Chile (2016, p. 11), en su plan de acción nacional hace mención que los daños causados por este evento se debió a:

El aumento en la frecuencia e intensidad de los eventos hidrometeorológicos extremos, tales como precipitaciones extremas asociadas a aluviones, aludes, desbordes de ríos e inundaciones, [que] pondrían en riesgo la infraestructura pública construida, como por ejemplo las obras de vialidad, puentes, puertos, infraestructura hídrica, etcétera [...].

Por otro lado, en el Perú la presencia de este evento se dio en la zona costera del país recibiendo como nombre “Fenómeno del Niño Costero”, ya que debido a la intensidad de sus efectos comprometió regiones como La Libertad, Lambayeque, Piura y Tumbes, siendo el causante de pérdidas humanas, económicas y materiales, generando el incremento de enfermedades como el dengue, la chikungunya y el cólera y lo que es aún peor, el colapso de las principales vías de comunicación pavimentadas, trochas, etc.

Así mismo, el Ministerio de Ambiente del Perú (2010, p. 39), en la Tercera Comunicación Nacional a la Convención Marco de las Naciones Unidas sostiene que:

El Perú también se caracteriza por la ocurrencia de fenómenos climáticos de El Niño y La Niña, que configuran una serie de cambios en la temperatura de los océanos, y alteraciones en los

patrones hidrometeorológicos, y en consecuencia daños socioeconómicos [...]. [Así mismo] se registra una tendencia en la intensificación y recurrencia de El Niño al norte del país.

Por lo tanto a raíz de este problema el Distrito de Cura Mori, ubicado en la región de Piura, es el lugar donde se presenta una clara realidad de los daños causados por el evento extraordinario, debido a que dicha zona de estudio se encuentra en el margen izquierdo del río Piura, el cual a causa de las intensas lluvias incremento su caudal generando la inundación de la zona urbana. Por ende se vio en la necesidad de presentar un modelo de drenaje pluvial contra eventos extraordinarios aplicando el software SWMM, lo cual permitirá dar solución a la problemática suscitada, siendo beneficiada la urbanización que fue amedrentada por dicho evento.

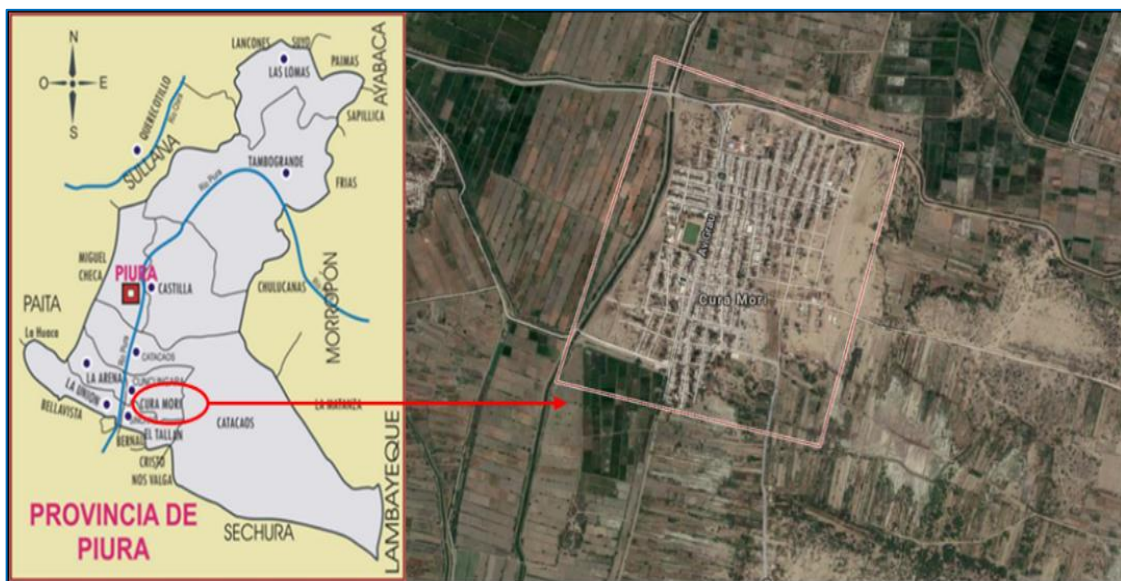


Figura 1.1. Ubicación del Distrito de Cura Mori – Región Piura

1.2 Trabajos Previos

En base a la información revisada en libros, publicaciones y noticias que pertenecen al ámbito nacional e internacional se halló semejanza con el tema de estudio, por ende ayudó a evaluar la situación problemática al cual se encontró sometido dicho distrito perteneciente a la provincia de Piura.

1.2.1 Nacionales

En base a los estudios realizados a nivel nacional, encontramos antecedentes que otorgan respaldo a la investigación, siendo estos los siguientes:

Redon (2013). En su tesis para obtener el grado de Magister en Ingeniería Civil. *Titulado*, Drenaje pluvial de la ciudad de Juliaca (Sector los Virreyes) – Puno – Perú.

Objetivo General, es simular el comportamiento hidrológico de la zona en estudio para prever que los conductores de drenaje puedan transportar dichas aguas sin que se produzca un efecto de retorno a la superficie evitando así la inundación de las calles. **Metodología**, es un estudio cuantitativo, experimental, de campo, longitudinal y aplicado. **Resultados**, en el modelo planteado se produjeron modificaciones, producto de la simulación. A pesar de que la concepción original, supuso que se podía drenar con un solo colector hacia el Río Coatacon un área de 4552 km², que para un periodo de retorno de 2 años, transporta un caudal de 287 m³/s. **Conclusión**, se puede conocer, tomando en cuenta los Criterios de Riesgo, los máximos caudales asociados a cada tramo.

Granda (2013). Tesis para obtener el título de Ingeniero Civil. **Titulado**, Análisis numérico de la red de drenaje pluvial de la urb. Angamos. **Objetivo** General, plantea el análisis de una red de drenaje en particular de la ciudad de Piura a través de uno de estos modelos numéricos. **Metodología**, el tipo de investigación a realizar es de campo, el nivel de investigación a realizar es descriptivo y explicativo. **Resultados**, la variación de los caudales también depende de las consideraciones que se han hecho al tomar las áreas contribuyentes y el nodo de descarga de la misma. Se ha considerado como situación más crítica la descarga en el nodo con cota más alta a lo largo de la calle y más próximo a la subcuenta. **Conclusión**, de la comparación y análisis de los resultados podemos concluir que el SWMM ofrece valores más refinados que el Método Racional; esto debido a que cubre algunas de sus limitaciones. Sin embargo se debe tener en cuenta que SWMM es sensible a los datos de ingreso y puede dar resultados erróneos si no se toman las consideraciones adecuadas.

Rojas y Humpiri (2016). En su tesis para obtener el grado de Ingeniero Civil. **Titulado**, Evaluación, diseño y modelamiento del sistema de drenaje pluvial de la ciudad de Juliaca con la aplicación del software SWMM. Tiene como **objetivo** general la comparación de un proyecto real y el modelamiento de un nuevo diseño hidráulico del sistema de drenaje pluvial en la ciudad de Juliaca aplicando el software SWMM. **Metodología**, el estudio realizado es de campo, cuyos datos obtenidos permitirán el diseño de un nuevo drenaje considerado desde un aspecto técnico y social. **Resultados**, estos son obtenidos de acuerdo a los parámetros utilizados para el modelamiento con el programa, teniendo en resumen la escorrentía superficial por cuenca y subcuenca, el cálculo hidráulico, el resumen de inundación en nudos (el cual muestra el tiempo de inundación, el caudal máximo, el instante en que sucede y el

volumen total inundado en nudos) y el resumen de caudal en líneas (muestra resultados de caudales máximos, el instante en que ocurre, velocidad máxima y caudal máximo). **Conclusión**, finalmente se determinó que para la correcta funcionalidad del drenaje es primordial establecer el correcto uso de la normativa como también el conocimiento hidrológico para eventos de retorno.

1.2.2 Internacionales

En relación a los estudios internacionales, se muestran algunos antecedentes relevantes y estos son:

Domingos (2015). En su tesis para obtener el grado de Doctor en Ciencias Técnicas. **Titulado**, Estrategia para el diseño de redes de drenaje pluvial, empleando la modelación matemática, para su aplicación en la ciudad de Luanda. **Objetivo** general, elaborar una estrategia para el diseño y verificación de redes de drenaje pluvial empleando modelación matemática para su aplicación en la ciudad de Luanda, y aplicarla al barrio Marcal como caso de estudio. En la **Metodología**, aplica métodos de histórico – lógico, análisis y síntesis, modelación, inducción – deducción, sistémico, hipotético - deductivo y de observación. **Resultados**, La simulación del comportamiento de la red diseñada con SewerUp, para un evento con $Tr = 10$ años, permitió comprobar que cuando se alcanzan los niveles de descarga máximos en la red de drenaje pluvial ($t = 3$ horas), no se detectan inundaciones hacia las calles desde los registros de la red identificados por los nodos establecidos en SWMM. En **conclusión**, La simulación de los escurrimientos por las calles de la barriada de Marcal, con herramientas de simulación hidrológica – hidráulica, permitió determinar niveles de profundidad y velocidades de circulación, que conducen a establecer criterios de peligro por intensas lluvias.

López (2016). En su tesis para obtener el grado de Ingeniero Civil. **Titulado**, Diseño y Simulación de una Red de Drenaje Pluvial para la Zona Centro – Este de la Ciudad de Trinidad. **Objetivo** general, crear un modelo de simulación del comportamiento hidrológico e hidráulico del sistema de drenaje empleando el software profesional SWMM 5.0. **Metodología**, el tipo de investigación a realizar es de campo, el nivel de investigación a realizar es descriptivo y explicativo. Se obtuvo como **resultados**, que la modelación no refleja ningún tipo de inundación al considerar la tormenta de diseño, lográndose la validación del diseño, del mismo modo con el programa ROKO se obtuvo un caudal máximo de diseño de $5,803 \text{ m}^3/\text{s}$, mientras que el hidrograma de salida del caudal simulado tuvo un

valor máximo de 5,262 m³/s a causa de la asignación de propiedades a los objetos del modelo en SWMM. **Conclusión**, la calidad de los datos de base que hay que suministrar al modelo de cálculo, tendrán una relación directa con la confianza en los resultados finales del mismo.

1.3 Teorías Relacionadas

1.3.1 Drenaje pluvial

1.3.1.1 Área Tributaria

Se define el área tributaria, como la proyección del área a trabajar para el diseño del drenaje pluvial. Siendo sus componentes los siguientes:

- **Delimitación del terreno**

Se delimita la zona de estudio, a través de un levantamiento topográfico con el fin de identificar los límites de la cuenca a drenar. Así mismo se debe conocer el drenaje natural que discurre por dicha zona con el fin de dar mejoras al diseño y construcción de un drenaje pluvial.

- **Sección de la vía**

La sección de la vía dentro del área tributaria está delimitada por el predio, la cual permite evacuar las aguas pluviales.

El Reglamento Nacional de Edificaciones (2016, p.128), en la norma OS-060 Drenaje Pluvial Urbano sostiene que la sección de la vía es, “la calzada limitada por los sardineles se convierte en un canal que se utiliza para evacuar las aguas pluviales. Excepcionalmente puede incluir las veredas”.

- **Red de drenaje**

La red de drenaje que comprende los conductos de captación y transporte del flujo se encuentra dentro del área tributaria, de este modo se busca que el trazo de la red sea lo más cercano al sitio de vertido.

1.3.1.2 Características Topográficas

Las características están comprendidas por la topografía del terreno, partiendo del estudio del suelo hasta el levantamiento topográfico con el fin de identificar los principales puntos para realizar el trazo de la red de drenaje.

- **Calidad del suelo**

La calidad del suelo dependerá del tipo de suelo al cual se va proyectar el drenaje pluvial, considerando su permeabilidad. Así mismo, el Reglamento Nacional de Edificaciones (2016, p.128), hace mención a lo siguiente:

Se deberá efectuar el estudio de suelos correspondiente, a fin de precisar las características del terreno a lo largo del eje de los ductos de drenaje. Se realizarán calicatas cada 100 m. Como mínimo y cada 500 m. como máximo.

- **Elevación del terreno**

La elevación del terreno, comprende el desnivel de una cota a otra, a causa de la topografía que presente el terreno. No obstante la elevación nos permite determinar el tipo de sistema de evacuación se por gravedad o bombeo para el diseño del drenaje.

- **Pendiente del terreno**

Es la inclinación que presenta el terreno según su topografía, lo cual permite determinar el diseño geométrico del drenaje para cada tramo, considerando una pendiente transversal y longitudinal; es decir, es la inclinación que tomara el conducto respecto a su eje de trazado.

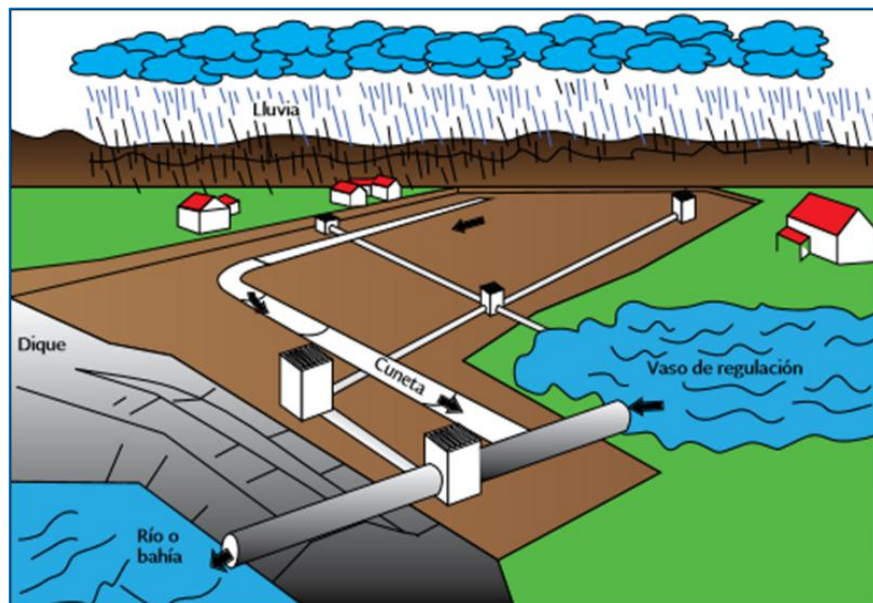


Figura 1.2. Esquema del diseño de drenaje pluvial

1.3.1.3 Condiciones Hidráulicas

Las condiciones hidráulicas en un sistema de drenaje pluvial, inician con un estudio hidrológico de la zona que permite obtener la precipitación máxima como también la intensidad, frecuencia y periodo de recurrencia de la misma. Ello permite determinar los criterios hidráulicos para cada componente del sistema de drenaje pluvial.

1.3.1.3.1 Caudal de Diseño

El caudal de diseño será determinado por el método racional modificado o modelos de simulación, para cuencas urbanas mayores o iguales a 13 km², considerando que el período de retorno debe ser mayor a 25 años.

1.3.1.3.2 Captación en edificaciones

Las precipitaciones que caen sobre las edificaciones generan un peso más en la estructura, teniendo un almacenamiento de agua en las azoteas, que luego deben ser evacuadas al sistema de drenaje.

1.3.1.3.3 Captación en Calzadas

Para la captación de las aguas pluviales en la zona vehicular, se debe considerar la orientación del flujo y las estructuras de conducción por las cual discurrirá el agua. Teniendo en cuenta las pendientes de cada sección de vía.

1.3.2 Eventos extraordinarios

1.3.2.1 Intensidad de precipitación

La intensidad de precipitación es la altura de lluvia acumulada al momento en que cae sobre la superficie, la unidad de medida es mm/h.

De acuerdo a Segerer y Villodas (2006, p. 4), la precipitación se clasifica según su intensidad:

Ligera	Para tasas de caída de hasta 2.5 mm/h
Moderada	Desde 2.5 hasta 7.5 mm/h
Fuerte	Por encima de 7.5 mm/h

- **Medida de precipitación**

Las medidas de precipitación están dados por los instrumentos de medición, siendo estos:

- **Pluviómetro:** instrumento que tiene la función de medir la altura del agua precipitada.
- **Pluviógrafo:** instrumento que registra la cantidad de precipitación que cae.

- **Periodo de retorno**

Se define como el tiempo (años) en que se presente un evento de una intensidad determinada.

- **Precipitación media**

La precipitación media mensual resulta de la precipitación media anual de una cuenca medidas por los pluviómetros, cuyo fin es calcular la altura de caída de la precipitación haciendo uso de los siguientes métodos en mención: aritmético, polígonos Thiessen, curvas isoyetas y Thiessen mejorado.

1.3.2.2 Frecuencia de precipitación

La frecuencia de precipitación es el periodo (intervalo de tiempo) de recurrencia en que se presenta la precipitación.

- **Masa de precipitación**

Se define como una curva que representa la precipitación acumulada (mm) en un determinado periodo (min). Del mismo modo representa las características de manera individual.

- **Intensidad – Duración**

Curva que representa la intensidad en (mm/hr) y la duración desde el inicio de la gota de lluvia hasta el final en (min).

- **Intensidad – Duración - Frecuencia**

Para Rojas y Huampiri (2016, p. 29) la relación que existe entre las características de una precipitación presenta:

“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”.

1.3.2.3 Escorrentía superficial

“La Escorrentía Superficial o Directa es la precipitación que no se infiltra en ningún momento y llega a la red de drenaje moviéndose sobre la superficie del terreno por la acción de la gravedad” (Segeber y Villodas, 2006, p. 21).

De este modo la escorrentía superficial se diferencia de la escorrentía subterránea, ya que dicho flujo no se infiltra en el terreno y no presenta el fenómeno de evapotranspiración.

- **Infiltración**

La infiltración es la porción de agua que al discurrir por el terreno se filtra, es decir se filtra al interior del terreno y en algunos casos cuando es abundante forma parte de la escorrentía subterránea.

- **Evaporación**

Es uno de los componentes del ciclo hidrológico, siendo el paso del agua en su estado líquido a vapor. Así mismo los factores meteorológicos que intervienen son la radiación solar, temperatura, presión de vapor, viento y presión atmosférica.

- **Coefficiente de escorrentía**

Se denomina coeficiente de escorrentía a, “la proporción de precipitación que pasará a formar parte de la Escorrentía Superficial (lluvia neta) con respecto a la precipitación total” (Seegerer y Villodas, 2006, p. 23).

1.3.3 Modelamiento Hidrológico

El modelado y análisis de un sistema de drenaje urbano para una determinada zona, se realiza mediante un modelo de simulación que permite visualizar el comportamiento de los parámetros climáticos cuencas delimitadas, las cuales se conectan a nudos o puntos para poder drenar hacia los conductos que transportan estos flujos.

1.3.3.1 Modelo de Simulación SWMM 5.0 EPA

El Storm Water Management Model (Modelo de Gestión de Aguas Pluviales) de la EPA (SWMM 5.0), es un modelo dinámico de simulación de precipitación-escorrentía, que permite determinar series temporales para periodos extendidos; es decir el comportamiento de las lluvias desde un punto de ingreso hasta un punto de descarga final.

Así mismo, el manual elaborado por Rossman (2015, p. 2) 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 el recorrido de estas aguas a través de un sistema compuesto por tuberías, canales, dispositivos de almacenamiento y tratamiento, bombas y elementos reguladores.

1.3.3.2 Modelo Conceptual Utilizado por SWMM 5.0 EPA

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. (Rossman, 2005, p. 36).

Del mismo modo, los componentes físicos que son presentados en un sistema de drenaje de aguas pluviales visualizados en el mapa de trabajo, están divididos de la siguiente manera:

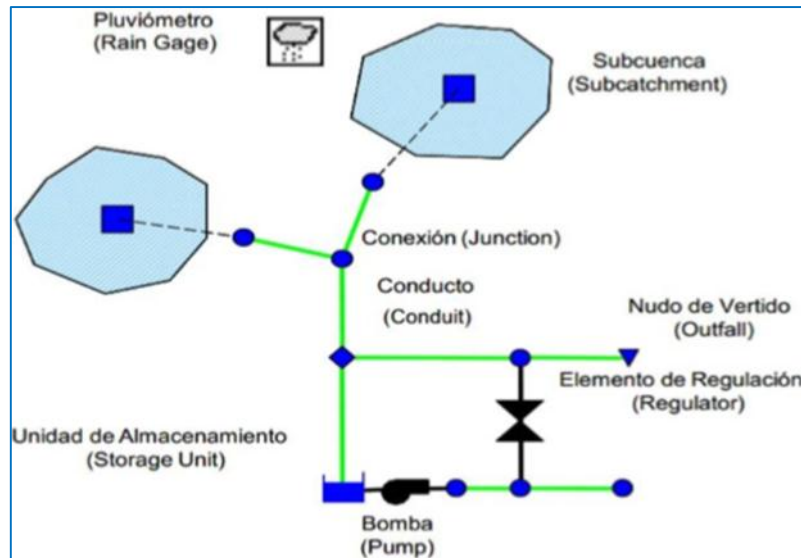


Figura 1.3. Componentes Físicos empleados en el modelo de sistema de drenaje

1.3.3.2.1 Componentes Hidrológicos:

Dentro de los componentes hidrológicos encontramos: pluviómetro (aquel que suministra los registros de entrada, tipos, series temporales y origen de las precipitaciones en una determinada área) y subcuencas (unidades hidrobiológicas de terreno cuya topografía y elementos del drenaje conducen la escorrentía directamente hacia un punto de descarga).

1.3.3.2.1 Componentes Hidráulicos:

En los componentes hidráulicos encontramos: nudos (son los puntos donde se intersectan las líneas de conducción, determinando las cotas de fondo y profundidad del mismo, así mismo estos pueden ser conexiones, vertidos, divisores y depósitos) y conductos (son aquellas tuberías o canales que tiene como función principal desplazar el flujo hacia un punto de descarga).

1.3.3.2.1 Métodos Computacionales

Para el modelamiento y simulación de una red de drenaje 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. De este modo aplica los siguientes métodos:

- Escorrentía superficial
- Infiltración
- Aguas subterráneas

- Deshielo de nieves
- Comportamiento hidráulico del sistema
- Inundación en la superficie del terreno
- Comportamiento y evolución de la calidad del agua

1.4 Formulación del Problema

1.4.1 Problema General

¿De qué manera los eventos extraordinarios influyen en el modelamiento del drenaje pluvial aplicando SWMM en el distrito de Cura Mori, Región Piura en el 2018?

1.4.2 Problemas Específicos

- ¿Qué relación existe entre la intensidad de precipitación y el drenaje pluvial aplicando SWMM en el distrito de Cura Mori, Región Piura en el 2018?
- ¿Cuál es la influencia de la frecuencia de precipitación en el drenaje pluvial aplicando SWMM en el distrito de Cura Mori, Región Piura en el 2018?
- ¿Cuánto incide la escorrentía superficial en el drenaje pluvial aplicando SWMM en el distrito de Cura Mori, Región Piura en el 2018?

1.5 Justificación del Estudio

Los problemas expuestos anteriormente pueden ser considerados una notable justificación para este proyecto en comparación a la realidad problemática presentada. De modo que se busca realizar un modelo de drenaje pluvial para eventos extraordinarios aplicando Swmm en el distrito de Cura Mori, así mismo dicha investigación tiene como respaldo estudios realizados en años anteriores donde se evidencia que dicha zona en estudio se ve afectada por eventos naturales suscitados con el paso del tiempo.

1.5.1 Por el beneficio

La correcta evaluación de un drenaje pluvial debe otorgar mejoras significativas para la calidad de vida de las urbanizaciones, esto en beneficio de la sociedad ya que no se encontrarían expuestas a daños originados por la presencia de eventos extraordinarios.

La adecuada planificación y los criterios de diseño en un drenaje pluvial ayudara a preservar la integridad física de la vía ampliando así tu tiempo de vida útil, de modo que permita un apropiado tránsito vehicular y peatonal en la zona de estudio.

1.5.2 Por el resultado

Se espera que los resultados obtenidos en este proyecto brinden mejoras en el distrito de Cura Mori de modo que al realizar un modelo de drenaje pluvial para eventos extraordinarios aplicando el uso de tecnología, nos otorgue una buena alternativa para implementar un mejor manejo de la gestión de riesgos. De este modo la población que se encuentra dentro del área afectada hará uso de los servicios del proyecto con la finalidad de encontrar seguridad frente a la vulnerabilidad de los eventos naturales.

1.5.3 Por la Viabilidad

En relación a la información existente en artículos, libros e internet para el tema de estudio fueron de gran ayuda, por ende esta investigación resulta viable. Así mismo el desarrollo de este tema se fortalece mediante los objetivos que se proponen en el punto 1.7, donde se busca, realizar un modelo de drenaje pluvial para eventos extraordinarios aplicando Swmm en el distrito de Cura Mori en beneficio de la sociedad.

1.6 Hipótesis

1.6.1 Hipótesis General

Los eventos extraordinarios influyen significativamente en el modelamiento del drenaje pluvial aplicando SWMM en el distrito de Cura Mori, Región Piura en el 2018.

1.6.2 Hipótesis específicas:

- La intensidad de precipitación tiene relación significativa con el drenaje pluvial aplicando Swmm en el distrito de Cura Mori, Región Piura en el 2018.
- La frecuencia de precipitación influye en el drenaje pluvial aplicando Swmm en el distrito de Cura Mori, Región Piura en el 2018.
- La escorrentía superficial incide en el drenaje pluvial aplicando Swmm en el distrito de Cura Mori, Región Piura en el 2018.

1.7 Objetivos

Se plantean los siguientes objetivos con la finalidad de contribuir a resolver los problemas planteados anteriormente existentes en la zona de estudio para poder llera acabo todo el procedimiento de la investigación, así mismo se busca dar consideraciones respecto a cuál es y de qué manera se puede dar una solución a ello.

1.7.1 Objetivo General

Analizar la influencia de los eventos extraordinarios en el modelamiento del drenaje pluvial aplicando SWMM en el distrito de Cura Mori, Región Piura en el 2018.

1.7.2 Objetivos específicos:

- Determinar la relación que existe entre la intensidad de precipitación y el drenaje pluvial aplicando Swmm en el distrito de Cura Mori, Región Piura en el 2018.
- Analizar la influencia de la frecuencia de precipitación en el drenaje pluvial aplicando Swmm en el distrito de Cura Mori, Región Piura en el 2018.
- Identificar la incidencia de la escorrentía superficial en el drenaje pluvial aplicando Swmm en el distrito de Cura Mori en el 2018.

II. MÉTODO

2.1 Tipo, Nivel y Diseño de Investigación

Ruiz (2007), en la metodología de la investigación manifiesta que el método científico es, “el procedimiento o instrumento de la ciencia adecuado para obtener esa expresión de las cosas gracias al cual es posible manejar, combinar y utilizar esas mismas cosas. Además nos permite comprobar si una Hipótesis dada merece rango de ley” (p. 2).

Por ende bajo este concepto el método de investigación que se utilizó en la presente investigación es el método científico, ya que nos permitirá validar las hipótesis mediante la comprobación de las teorías científicas del estudio.

2.1.1 Tipo de Investigación

Para Hernández (2010), la investigación cuantitativa es aquella que:

“Utiliza la recolección de datos para probar hipótesis con base en la medición numérica y el análisis estadístico, con el fin establecer pautas de comportamiento y probar teorías” (p.4).

De este modo la presente investigación es de tipo cuantitativa, porque se busca recolectar información, teniendo como datos los conocimientos teóricos y prácticos aprendidos a lo largo del estudio de la carrera; dando medidas directas al problema en estudio.

2.1.2 Nivel de Investigación

Para Valderrama (2013), la investigación aplicada es aquella que:

“Busca mejorar la situación actual de los individuos o grupos de personas, y para ello tiene que intervenir. La investigación aplicada movida por el espíritu de la investigación fundamental ha enfocado la atención sobre la solución de problemas más que sobre la formulación de teorías [...]. Se refiere a resultados inmediatos y se halla interesada en el perfeccionamiento de los individuos implicados en el proceso de la investigación” (p.165).

Por ende el nivel de investigación es aplicada; ya que se busca dar mejoras a la problemática existente. Así mismo me toma como medida en esta investigación plantear un modelo de drenaje ante eventos extremos en el distrito de Cura Mori.

2.1.3 Diseño de Investigación

El diseño de investigación es experimental – correlacional; ya que, se manipula la variable independiente considerando que a causa de los eventos extraordinarios evaluados en distintos tiempo se propone un modelo de drenaje pluvial. Es correlacional porque las variables tanto independientes como dependientes guardan relación según causa - efecto.

2.2 Variables y Operacionalización

A continuación, se mencionaran las 2 variables que guardan relación con el objetivo de la presente investigación, así mismo se presentara la operacionalización de cada una de ellas.

2.2.1 Variables

Las variables de investigación se identificarán de la siguiente manera:

2.2.1.1 Variable Dependiente: Drenaje Pluvial.

- **Definición conceptual**

Según (CONAGUA, 2017, p. 3), afirma que “se define el drenaje pluvial como un sistema compuesto por red de conductos e instalaciones complementarias, que permiten el desalojo de las aguas de lluvia”.

- **Definición operacional**

El modelo de drenaje pluvial puede medirse según el tipo de drenaje, sus componentes y por su Diseño para realizar análisis hidrológicos e hidráulicos.

2.2.1.2 Variable Independiente: Eventos Extraordinarios

- **Definición conceptual**

Para (ISPCH, 2017, p. 7), define un evento extraordinario como “un evento inesperado, fuera de la norma que provoca la interrupción de transporte, comunicación, vivienda volviendo vulnerable a la población”.

- **Definición operacional**

Los eventos extraordinarios pueden ser medidos por las precipitaciones, incremento de temperatura, periodos de retorno e identificación de las áreas inundadas.

2.2.2 Operacionalización

Tabla 2.1. Operacionalización de la variable 1: Drenaje Pluvial

VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DIMENSIONES	INDICADORES
Drenaje Pluvial	Según (CONAGUA, 2017, pág. 3), afirma que “se define el drenaje pluvial como un sistema compuesto por red de	Área tributaria	Delimitación del terreno Sección de vía Red de drenaje

conductos y e instalaciones complementarias, que permiten el desalojo de las aguas de lluvia”.	Características topográficas	Calidad del suelo Elevación del terreno Pendiente del terreno Caudal de diseño
	Condiciones hidráulicas	Captación en edificaciones Captación en calzada

Fuente: elaboración propia

Tabla 2.2. Operacionalización de la variable 2: Eventos Extraordinarios

VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DIMENSIONES	INDICADORES
Eventos Extraordinarios	Para (ISPCH, 2017, pág. 7), define un evento extraordinario como “un evento inesperado, fuera de la norma que provoca la interrupción de transporte, comunicación, vivienda volviendo vulnerable a la población”.	Intensidad de precipitación	Medida de precipitación
		Frecuencia de precipitación	Periodo de retorno Precipitación media Masa de precipitación Intensidad – Duración Intensidad – Duración – Frecuencia Infiltración
		Escorrentía superficial	Evaporización Coeficiente de escorrentía

Fuente: Elaboración propia

2.3 Población, muestra y muestreo

2.3.1 Población

Lepkowski (2008) citado por (Hernández, et. al, 2014, p.174), refieren al concepto de población como el “conjunto de todos los casos que coinciden con determinadas características. Estas se refieren por sus características de contenido, lugar y tiempo”.

De acuerdo a lo mencionado, el universo poblacional lo conforma el modelo de un drenaje pluvial para eventos extraordinarios en la región de Piura.

2.3.2 Muestra

(Hernández, Fernández & Baptista, 2014, p.175) respecto a la muestra, indican que “es un conjunto de objetos y sujetos oportunos de una población; a saber que una parte de la población, es definida como un conjunto de elementos que tienen las mismas características”.

Para efectos de la investigación se trabajará con un modelo de un drenaje pluvial para eventos extraordinarios en el distrito de Cura Morí, debido a que todo el distrito en mención fue afectado ante el evento extraordinario.

2.3.3 Muestreo

Según (Hernández, Fernández, y Batista, 2014, p. 176):

“Cuando el investigador es el que debe tomar la decisión, sobre que muestra escoger, es cuando hablamos de un muestreo no probabilístico, ya que no se utiliza la estadística, ahora la decisión debe tomarse en base a un juicio de expertos en el área a investigar”.

El muestreo de esta investigación es el no probabilístico intencional, ya que se evaluara para distintos propósitos.

2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

2.4.1 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

2.4.1.1 Técnicas

Según Arias (2012), las técnicas de investigación son “los procedimientos o formas particulares de obtener datos o información” (p. 67).

De este modo las técnicas para esta investigación corresponden a los procedimientos y actividades que permitirán obtener la información necesaria para responder a las preguntas de investigación. Por ello como fuente primaria esta la observación directa - estructurada, la cual permitirá la correcta apreciación del problema existente en la zona de estudio. Como fuente secundaria están las fichas bibliográficas, tesis, ensayos de laboratorio y modelamiento, las cuales tienen relación directa con el objetivo del estudio siendo los antecedentes de origen para poder comprender el problema planteado en la investigación.

2.4.1.2 Instrumento de datos

Para Arias (2012), un instrumento de recolección de datos es “cualquier recurso, dispositivo o formato (en papel o digital), que se utiliza para obtener, registrar o almacenar información”.

Por ende el instrumento empleado en la presente investigación consiste en una ficha de recolección de datos cuantitativos y cualitativos. Para ello se debe tener la data de los caudales y precipitaciones, datos que son de utilidad para el planteo del diseño de drenaje. Como herramienta de trabajo se utilizan hojas de cálculo en Excel, software AutoCAD, Civil 3D, Hcanales, Hidroesta y software SWMM, el cual permitirá realizar la modelación del drenaje pluvial.

2.4.2 Validez

Según Hernández, et al. (2016, p. 204), “la validez es el grado en que un instrumento evalúa la variable que se busca medir”

Es por ello que para determinar el nivel de validez del instrumento que se utilizó para la investigación fue sometida a juicio de expertos, donde serán evaluados por tres Ingenieros Civiles expertos.

2.4.2.1 Análisis de validez

En cuanto al análisis de validez al cual fue sometido el instrumento de acuerdo al juicio de los tres ingenieros expertos, donde cada uno valoro con un puntaje de 0 ó 1 en cada uno de las dimensiones consideradas en el mencionado; finalmente se obtuvo un promedio ponderado de 0.76.

De acuerdo a (Oseda, 2011) se establece los siguientes parámetros de validez:

Tabla 2.3. *Parámetros de Validez*

0.53 a menos	Validez nula
0.54 a 0.59	Validez baja
0.60 a 0.65	Valida
0.66 a 0.71	Muy valida
0.72 a 0.99	Excelente validez
1.00	Valida perfecta

Fuente: Elaboración propia

Por lo tanto el instrumento según los parámetros de validez se considera con excelente validez.

2.4.3 Confiabilidad

La investigación realizada es confiable, ya que, la información recolectada está debidamente citada y con sus respectivas referencias. Así mismo la correcta digitalización

de los datos nos proporcionara el correcto uso del software para realizar el modelo de drenaje pluvial, de modo que nos permita dar solución a la realidad problemática presentada.

2.5 Método de Análisis de datos

En la presente investigación el método de análisis según Álvarez (2011, p. 173):

“Se hacen mediante la elección de los procesos a utilizar los cuales desarrollarán las preguntas de investigación además de brindar mayor fiabilidad; para que cumplan con estos procesos, deben poseer características de exactitud y representatividad”.

Por ende, se busca lograr un nivel de validez adecuado a la característica de la investigación para que la confiabilidad no sea vulnerada en los parámetros de estudio.

En primer lugar, se aplicará la primera parte del instrumento (ficha de recolección de datos) mediante la técnica de observación directa en un día establecido de tal manera que se recolectará la información requerida como: Intensidad de precipitaciones, además se tomará fotografías de la zona afectada, como parte de la evidencia de trabajo.

En segundo lugar, luego de obtener los datos solicitados a Senamhi respecto a las precipitaciones, caudales máximos de las estaciones hidrológicas y meteorológicas donde se suscitó dicho evento, se dará paso a ingresar los datos en las hojas de cálculo (determinación de la intensidad, frecuencia y periodo de retorno), de modo que nos permita obtener valores definitivos para poder realizar el modelamiento del drenaje pluvial en el Software SWMM.

Luego se delimitara las cuencas para drenar el agua pluvial y se establecerá el modelo evaluando los puntos críticos a dar solución, teniendo una proyección de 25 a 40 años, tiempo que otorgara vida útil al modelo de drenaje pluvial ante la presencia de eventos extraordinarios como también disminuyendo el impacto de riesgo a la zona afectada.

Finalmente se establecerá una correlación entre los resultados, evaluado para eventos extremos y se podrá plantear recomendaciones favorables en base a la información obtenida en la zona de estudio.

2.6 Aspectos éticos

Todo el recojo de datos se determinó de forma veraz y siguiendo las especificaciones detalladas en el reglamento nacional de edificaciones en mención a la norma OS.060 – Drenaje Urbano y los manuales de diseño de carretera del Ministerio de Transporte y Comunicaciones vigente en el Perú, con el objetivo de realizar la presente investigación de manera ética, es decir con respeto y honestidad.

No obstante para el avance del proyecto de investigación se ha tomado información de diversas tesis de grado en relación a la variable independiente y dependiente, para así obtener conocimientos acerca del tema otorgando realizando un modelo de drenaje pluvial para el distrito de Cura Mori, en la Región Piura a causa de los eventos extraordinarios suscitados en el año 2017.

Además, las fuentes asignadas en esta investigación fueron debidamente referenciadas según es sistema ISO-690, por consiguiente, los datos obtenidos serán descritos y citados según corresponda.

III. ANÁLISIS Y RESULTADOS

3.1 Descripción de la Zona de Estudio

El distrito de Cura Mori – Región Piura, comprende una superficie terrestre de 185 Km², se encuentra en la parte central del valle del Bajo Piura (margen izquierdo del río) y cuenta con 17 centros poblados, siendo Cuncungará la capital del distrito en mención. Así mismo limita por el norte y este con el Distrito de Catacaos, por el sur con el Distrito de El Tallan y por el oeste con el Distrito La Arena. Para poder llegar al distrito en mención se realiza un viaje de 18 horas partiendo desde la ciudad de Lima al Norte de Piura. (**Ver Anexo 12**)

3.1.1 Ubicación Geográfica

Políticamente está ubicado en:

Distrito: Cura Mori

Provincia: Piura

Departamento: Piura

Geográficamente se ubica determinado por las coordenadas geográficas:

Latitud: 5°19' y 15" S

Longitud: 80° 39' 45" W

Altitud: 27 m.s.n.m

3.2 Trabajos Previos

3.2.1 Recopilación de Información

3.2.1.1 Recopilación de Planos

Para la recopilación de planos, se visitó la zona en estudio llevando consigo una solicitud dirigida a la Municipalidad de Cura Mori, (**Ver Anexo 13**). Dicha entidad hizo la entrega del plano de lotización como también el plano topográfico del distrito en mención el día 25/09/2017. De este modo la información obtenida es validada por el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento; lo que permitirá dar inicio al modelamiento de la red de drenaje pluvial aplicando el software Swmm.

3.2.1.2 Recopilación de registros hidrológicos y meteorológicos

En cuanto a la recopilación de los registros hidrológicos y meteorológico, como primer paso se identificó en la página web <http://www.senamhi.gob.pe/?p=data-historica> las estaciones que comprenden el área de la zona afectada como se muestra en la **Figura 3.1**,

para luego presentar una solicitud dirigida al Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú – SENAMHI (**Ver Anexo 14**), el día 16/04/2018. Con dicha información se llevara a cabo el estudio hidrológico del distrito de Cura Mori en la región Piura, considerando los parámetros con anomalías que dan origen a eventos extraordinarios suscitados en el presente año.

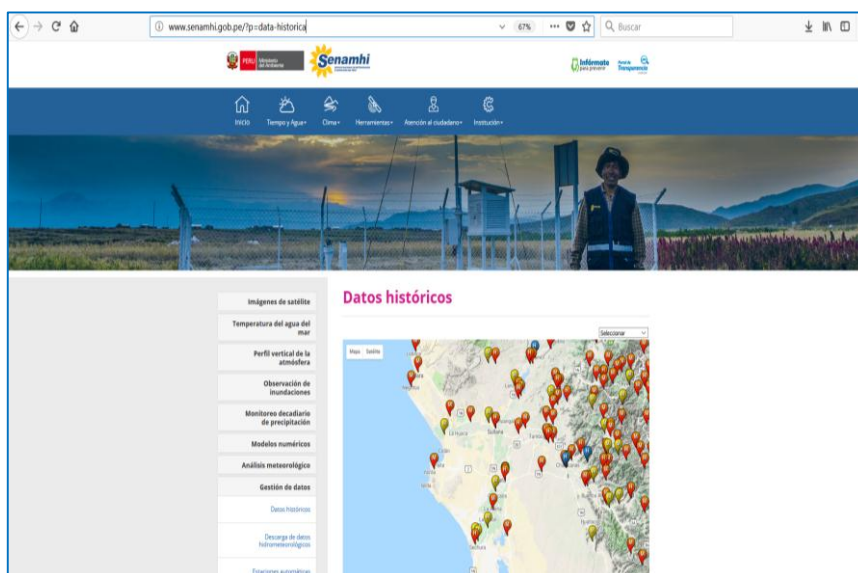


Figura 3.1. Plataforma de la página web de SENAMHI

3.2.2 Trabajos de Campo

La información recopilada se llevó a cabo mediante la ficha de recolección de datos, de tal modo que estando en la zona se identificó las deficiencias que presenta el terreno al tener una pendiente media del 1%; siendo un peligro de inundación inminente para el área de influencia urbana.

3.2.2.1 Condiciones Actuales

Se identificó uno de los puntos de quiebre del río Piura ubicado en Pedregal – Narihuala cercano a la zona de estudio, evidenciando la mala prevención de defensas ribereñas a causa de la falta de inversión por parte de su municipio como también del gobierno regional para la construcción de obras hidráulicas; volviéndose vulnerables las zonas ubicadas en ambos márgenes del río Piura.

Así también se tomó medida de las marcas de agua producto de la inundación en el distrito de Cura Mori.



Figura 3.2. Déficit en la prevención de Defensas Ribereñas



Figura 3.3. Altura del nivel de inundación en la zona

3.2.2.2 Exploración y muestreo de suelos

Se realizó la extracción de 4 muestras (calicatas) a cielo abierto, utilizando un dispositivo GPS, a una profundidad de 1.50 m. Así mismo se consideraron las indicaciones previas para no alterar las muestras y ser llevadas al laboratorio.

Tabla 3.1: *Ubicación de Calicatas*

Identificación de Muestras			
Calicata	Profundidad	N.F.	Coordenada

	(m)		Latitud	Longitud
Suelo				
CA - 1	1,50	No	5°22'10.81" S	80°40'32.006" O
CA - 2	1,50	No	5°19'2.24" S	80° 39'50.67" O
CA - 3	1,50	No	5°19'36.73" S	80°40'12.23" O
CA - 4	1,50	No	5°19'29.13" S	80°39'56.36 O

Fuente: Elaboración Propia



Figura 3.4. Excavación a 1.50 m para extracción de muestra



Figura 3.5. Calicata 4 – Centro de Cura Mori

1.2.1 Trabajos de laboratorio

Para la presente investigación se realizó ensayos en el laboratorio de materiales de la Universidad Cesar Vallejo – Lima Norte, con la finalidad de obtener los datos necesarios para clasificar las muestras extraídas en el Distrito de Cura Mori y así poder considerar la muestra más representativa para realizar el modelamiento del drenaje pluvial.



Figura 3.6. Identificación de las muestras extraídas

3.2.1.1 Análisis de caracterización y estudio de suelos

Para llevar a cabo los ensayos de suelos, se trabajó con la norma ASTM. De este modo se realizó el ensayo de contenido de humedad – ASTM D2216, límites de consistencia – ASTM D4318, clasificación de suelos (SUCS) – ASTM D2487, análisis granulométrico por tamizado – ASTM D422 y el ensayo de corte directo - ASTM D3080 que permite determinar el ángulo de fricción del terreno (**Ver Anexos 07, 08, 09, 10, 11**).



Figura 3.7. Ensayo de Contenido de Humedad



Figura 3.8. Ensayo de Límites de Consistencia



Figura 3.9. Ensayo de Análisis Granulométrico por Tamizado

- Características del Sub-Suelo

Según la carta geológica del Perú en el mapa geológico del cuadrángulo de Piura N° 11-b, el área en estudio ubicada en el distrito de Cura Mori, corresponde a Cenozoico Cuaternario; es decir, reciente Depósitos Aluviales (Qr-al) correspondiente a parte media de cono de deyección de la cuenca hidrográfica del Río Piura margen derecha; estos materiales han sido transportados por acción, de deslizamientos, huaycos, caídas de bloques y se puede clasificar como suelos friccionantes como son gravas limosa con arena y arena con gravas.

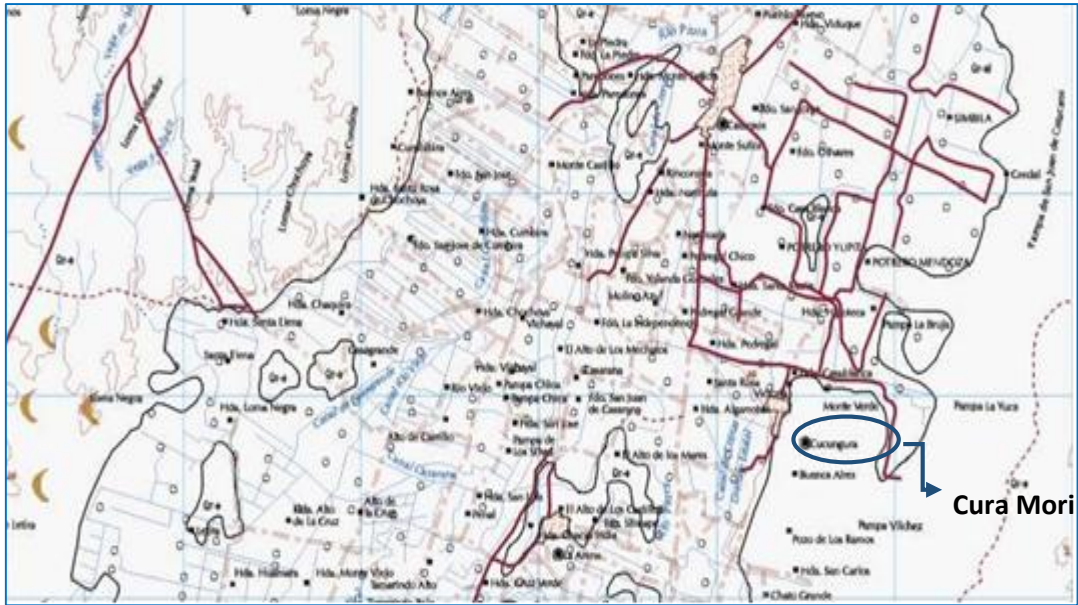


Figura 3.10. Carta Nacional Geográfica -11B

Con los resultados obtenidos en el Informe LMS y M-UCV - Lima Norte adjunto, así como la descripción visual de campo y los perfiles estratigráficos definitivos del terreno, se define sus condiciones geotécnicas.

Tabla 3.2. Características del Suelo C1 – C2

CALICATA CA-1, QUIEBRE DE UN TRAMO DEL RIO PIURA	CALICATA CA-2, INGRESO AL DISTRITO DE CURA MORI
<p>De 0,00 - 0,30m. Relleno de limo, semicompacta, húmeda con raíces.</p> <p>De 0,30 - 1,50m. Limo de nula a baja plasticidad, semicompacta, húmeda, color marrón claro, SUCS = ML, con propiedades índice, como porcentaje de arenas (9%), porcentaje de finos no plástico (91%), humedad natural (11,64%).</p>	<p>De 0,00 - 0,20m. Relleno de limo, semicompacta, húmeda.</p> <p>De 0,20 - 1,50m. Arcilla limosa arenosa de baja plasticidad, semicompacta, poco húmeda, color marrón claro, SUCS = ML arenoso, con propiedades índice, como porcentaje de arenas (34%), porcentaje de finos plástico (66%), índice plástico (4,46%), humedad natural (5,01%).</p>

Fuente: Elaboración Propio

Tabla 3.3. Características del suelo C3 – C4

CALICATA CA-3, DREN N° 13	CALICATA CA-4, CENTRO DEL DISTRITO DE CURA MORI
<p>De 0,00 - 0,30m. Relleno de limo inorgánico, semicompacta.</p> <p>De 0,30 - 1,50m. Limo de nula a baja plasticidad, semicompacta, húmeda, color marrón claro, SUCS = ML, con propiedades índice, como porcentaje de arenas (17%), porcentaje de finos no plástico (83%), humedad natural (7,47%).</p>	<p>De 0,00 - 0,10m. Relleno de arena fina.</p> <p>De 0,10 - 1,50m. Arena pobremente gradada, poco densa, húmeda, color gris claro, SUCS = SP, con propiedades índice y mecánica, como porcentaje de arenas (94%), finos no plástico (6%), humedad natural (10,55%), peso volumétrico (1470 kg/cm³), obteniéndose la cohesión aparente del suelo (0,025 kg/cm²), ángulo de fricción interna del suelo ($\phi = 31,15^\circ$).</p>

Fuente: Elaboración Propia

Por consiguiente se tomó la calicata más representativa, para así poder identificar el coeficiente de impermeabilidad en dicha zona. Siendo este un parámetro importante a considerar para el modelamiento de la red de drenaje pluvial. Dicha muestra es:

a. Calicata N°04

Se extrajo la muestra a una profundidad de 1.50 m, ubicada en la zona central del Distrito de Cura Mori. Dicha muestra fue analizada y clasificada de acuerdo al sistema unificado de clasificación de suelos SUCS como un suelo con arena fina pobremente gradada con pocos finos no plástica. Su contenido de humedad ($w\%$) fue de 10.55 y en el análisis granulométrico por tamizado se obtiene la curva más representada.

3.2.1.2 Componentes Químicos del Suelo

La existencia de sustancias químicas que son nocivas para el concreto de cemento Portland se puede dar internamente si están presentes en los componentes de la mezcla (agregados y agua) y externamente por contacto de los elementos de concreto con agua contaminada y/o suelos.

En la zona de estudio de acuerdo a las condiciones geológicas material fluvio-aluvial y ubicación en la cuenca de drenaje del Rio Piura la presencias de cloruros tienden a corroer los refuerzos de acero e hincharlos hasta reventar el concreto donde está alojado, se tiene que contenido de cloruros que es menor de 6000 ppm no es perjudicial y los sulfatos con presencia de humedad ocasiona un ataque químico al concreto que son menores de 1000 ppm se considera un grado de alteración leve (ver Tabla N° 3.4), siendo las cantidades muy pequeñas la cantidad de sales y no hay problema de agresividad y puede utilizarse Cemento Portland Tipo I.

Tabla 3.4. Sustancias Nocivas para la Cimentación de Concreto Armado

Sustancias Nocivas para la Cimentación de Concreto Armado					
Elemento Nocivo	Límites Permisibles		Tipo de Cemento Recomendado	Grado de Alteración	Observaciones
	ppm	%			
Sulfatos (*)	0-1000	0-0,10	I	Leve	Ocasiona un ataque químico a la cimentación.
	1000-2000	0,10-0,20	II (IP)	Moderado	
	2000-20 000	0,20-2,0	V	Muy severo	
	> 20 000	> 2,0	V más puzolana	Perjudicial	
Cloruros (**)	> 6 000	> 0,6	-----	Perjudicial	Ocasiona problemas de corrosión de armaduras o elementos metálicos
Sales Solubles Totales (**)	> 15 000	> 1,5	-----		Ocasiona problemas de pérdida de resistencia mecánica por problemas de lixiviación.
* Comité 318-83 ACI					
**Experiencia Existente					

Fuente: Juarez Badillo

3.3 Aplicación de los métodos de Análisis

3.3.1 Determinación de la Intensidad de Precipitación

Para poder determinar la intensidad de precipitación, primero se debe partir del estudio hidrológico de la zona en estudio, considerando las estaciones meteorológicas que

comprenden dicha cuenca. De este modo se podrá determinar la precipitación media de una tormenta o media anual con la aplicación de métodos de uso generalizado.

Como datos iniciales tenemos la identificación de la cuenca a la que pertenece la zona de estudio. Dicha información se recopiló del estudio: “Evaluación de Recursos Hídricos Superficiales en la Cuenca del Río Piura”, realizado por la Autoridad Nacional del Agua – ANA.

Tabla 3.5. Características Fisiográficas de la Cuenca Piura

Cuenca	Área (km ²)	Perímetro (km)	Altitud media (m.s.n.m)	Pendiente media (%)	Coeficiente de compacidad	Factor de forma	Rectángulo Equivalente	
							Lado Mayor	Lado Menor
Piura	10872.1	655	465	19	1.76	0.18	290	37

Fuente: Autoridad Nacional del Agua

Tabla 3.6. Delimitación de las Subcuencas

Cuenca	Subcuenca	Área (km ²)	Área (%)	Río principal
Piura	Alto Piura	1152.1	10.6	Río Canchaque – Huarmaca
	Medio Alto Piura	505.8	4.7	Tramo del Río Piura
	Unidad Hidrográfica 13784	913.5	8.4	Ausencia de Río principal
	Medio Piura	73.3	0.7	Tramo del Río Piura**
	Bigote	674.9	6.2	Río Bigote
	Corrales	586.6	5.4	Río Corrales
	Medio Bajo Piura	1789.1	16.5	Tramo del Río Piura**
	Bajo Piura	4721.5	43.4	Tramo del Río Piura**
San Francisco	455.4	4.2	Q. San Francisco	

Fuente: Autoridad Nacional del Agua

En la subcuenca del Bajo Piura, se encuentra ubicado el distrito de Cura Mori – Región Piura.

Tabla 3.7. Características Fisiográficas de la Subcuenca del Bajo Piura

Cuenca	Área (km ²)	Perímetro (km)	Altitud media (m.s.n.m)	Pendiente media (%)	Coeficiente de compacidad	Factor de forma	Rectángulo Equivalente	
							Lado Mayor	Lado Menor
Bajo Piura	4721.5	393	92	1	-	-	-	-

Fuente: Elaboración Propia

Así mismo la subcuenca del bajo Piura comprende la parte baja de la cuenca extendida sobre los 0 m.s.n.m con una altitud media de 92 m.s.n.m, una longitud de 145.2 correspondiente a un tramo del río Piura y una pendiente de 1 %, siendo este un terreno llano.

3.3.1.1 Cálculo de la Precipitación Media Anual

Para el cálculo de la precipitación media anual, se necesita las precipitaciones anuales de modo que se ubicaran las estaciones meteorológicas cercanas al distrito de Cura Mori y que a su vez pertenezcan a la subcuenca del bajo Piura. La información recopilada fue proporcionada por Senamhi.

Tabla 3.8. *Ubicación de Estaciones Meteorológicas*

Orden	Estación	Dpto.	Provincia	Distrito	Ubicación		Elevación (msnm)	Entidad
					Coord. Geográficas			
					Longitud W	Latitud S		
1	Chusis	Piura	Sechura	Sechura	80° 48' 45.9"	5° 31' 39.23"	8	SENAMHI
2	Bernal	Piura	Sechura	Bernal	80° 44' 33.44"	5° 27' 16.18"	14	SENAMHI
3	San Miguel	Piura	Piura	Catacaos	80° 41' 3.69"	5° 14' 46.33"	24	SENAMHI
4	Miraflores	Piura	Piura	Castilla	80° 36' 59.55"	5° 10' 31"	34	SENAMHI

Fuente: Elaboración Propia

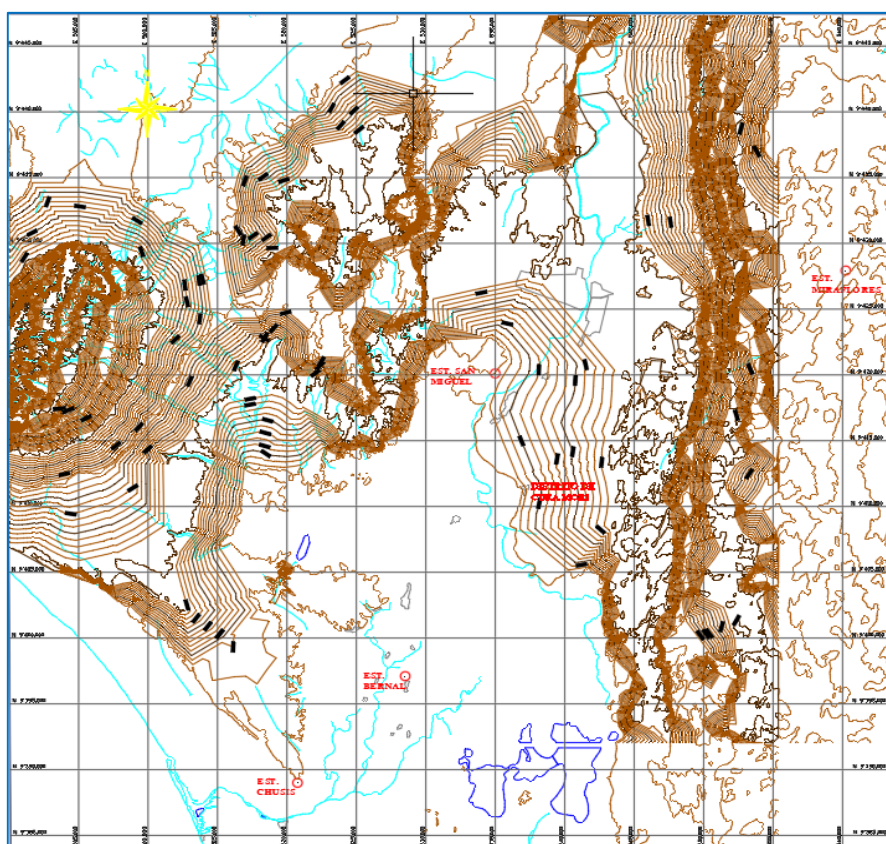


Figura 3.11. *Ubicación de Estaciones Meteorológicas*

a) Método del Promedio Aritmético

Es el promedio aritmético de las precipitaciones, pertenecientes a cada estación meteorológica (Chusis, Bernal, San Miguel y Miraflores), cercanas a la zona de estudio.

Donde:
$$P_{med} = \frac{P_1+P_2+\dots+P_n}{n} \dots\dots Ec. 1$$

$$P_{med} = \frac{7.66 + 8.28 + 11.95 + 16.34}{4}$$

Tabla 3.9. Método Aritmético

Estación	Precipitación (mm)
Chusis	7.66
Bernal	8.28
San Miguel	11.95
Miraflores	16.34
Pmed. (mm)	11.06

Fuente: Elaboración Propia

b) Método de los Polígonos de Thiessen

Se ubican las estaciones meteorológicas pertenecientes a la subcuenca del Bajo Piura, para luego unir las y formar triángulos que a partir de las mediatrices, se tracen los polígonos. Para determinar la precipitación media, se multiplica la precipitación por el área del polígono, dividido entre la sumatoria de las áreas.

Donde:
$$P_{med} = \frac{P_1*A_1+P_2*A_2+\dots+P_n*A_n}{A_1+A_2+\dots+A_n} \dots\dots Ec. 2$$

$$P_{med} = \frac{7.66 * 637.99 + 8.28 * 664.22 + 11.95 * 667.89 + 16.34 * 677.25}{2647.35}$$

Tabla 3.10. Método de los Polígonos de Thiessen

Estación	Área (km2)	% de Área	Precipitación (mm)
Chusis	637.99	24.10	7.66
Bernal	664.22	25.09	8.28
San Miguel	667.89	25.23	11.95
Miraflores	677.25	25.58	16.34
Total	2647.35	100	
Pmed. (mm)	11.12		

Fuente: Elaboración Propia

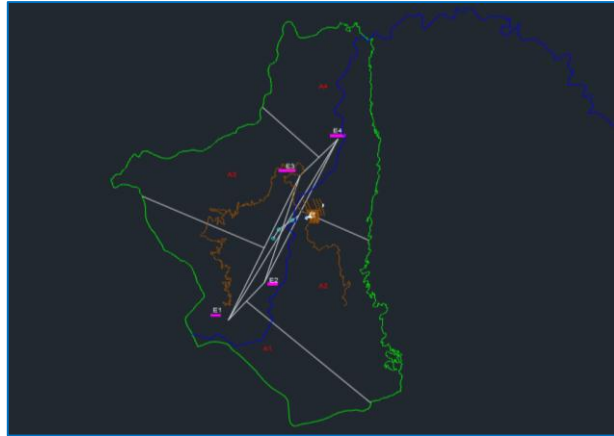


Figura 3.12. Polígonos de Thiessen

c) Método de las Isoyetas

El método de las isoyetas, se determina multiplicando el área entre las curvas de nivel y el promedio de las precipitaciones y así sucesivamente, dividiendo todo entre el área total.

Donde:
$$P_{med} = \frac{(\frac{P_1 * P_2}{2})A_1 + \dots + (\frac{P_{n-1} * P_n}{2})A_n}{A_1 + A_2 + \dots + A_n} \dots \dots \text{Ec. 3}$$

Tabla 3.11: Método de las Isoyetas

Isoyetas		Área entre Isoyetas (A)	PP Media entre Isoyetas	PP*A
840.33	730.63	785.48	7.66	6017.47
730.63	680.22	705.92	8.28	5846.69
680.22	932.75	806.48	11.95	9639.82
732.76	732.76	732.76	16.34	11971.47
Total		3030.64	44	33475.45
Pmed. (mm)		11.05		

Fuente: Elaboración Propia

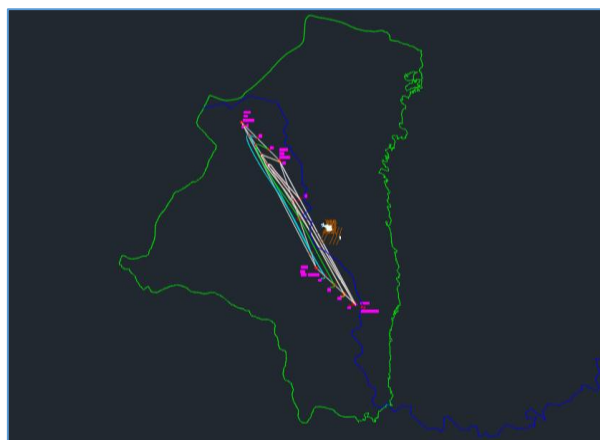


Figura 3.13. Isoyetas

d) Método Thiessen Mejorado

Es la sumatoria total de la precipitación en el área de influencia por la precipitación de cada estación de la subcuenca.

Donde: $\sum P_i * p_i \dots\dots$ Ec. 4

Tabla 3.12: Método de Thiessen Mejorado

Estación	Thiessen		Área (1)	Isoyetas		Área (2)	Precipitación (mm)	(1 - 2)	PP*(1-2)
1	680.99	665.22	673.11	840.33	730.63	785.48	7.66	729.29	5587.03
2	665.22	687.89	676.56	730.63	680.21	705.42	8.28	690.99	5723.01
3	687.89	692.25	690.07	680.22	932.75	806.49	11.95	748.28	8944.13
4	622.25	622.25	622.25	732.76	732.76	732.76	16.34	677.51	11068.74
TOTAL							44.23	2846.06	31322.91
Pmed. (mm)		11.01							

Fuente: Elaboración Propia

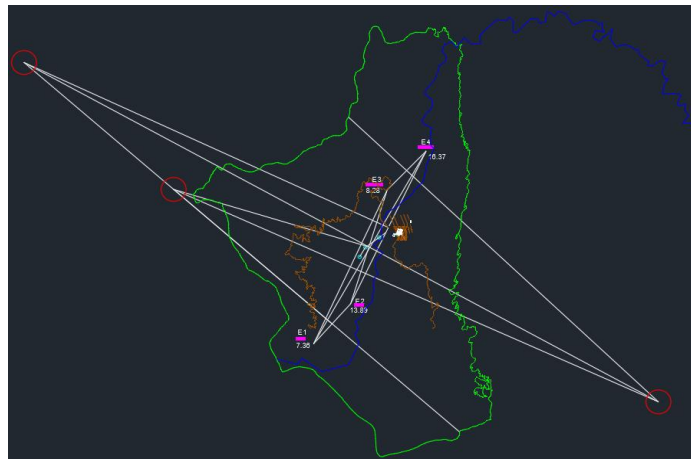


Figura 3.14. Thiessen Mejorado

De este modo se determinó que la precipitación media anual en la subcuenca del bajo Piura es de 11.1 mm, lo que conlleva a obtener la altura de precipitación media anual correspondiente a un cierto número de años en el distrito de Cura Mori. Sin embargo en los meses de Febrero, Marzo y Abril la intensidad de la precipitación aumenta en relación a la duración y periodo de retorno de la misma, lo que permitirá obtener un caudal de diseño para una red de drenaje.

3.3.1.2 Cálculo de Intensidad Máxima

Para el cálculo de la intensidad máxima, se recopiló información de las precipitaciones máximas de 24 horas (máximas anuales) para 25 años del periodo 1993 – 2017 de la estación

San Miguel, siendo esta la estación meteorológica más cercana a la zona de estudio. Dicha información fue dada por SENAMHI.

Tabla 3.13: Estación Meteorológica San Miguel

Estación:	San Miguel	Longitud:	80° 41' 3.69"	Elevación:	24 m.s.n.m
Departamento:	Piura	Latitud:	5° 14' 46.33"	Dpto.:	Piura
Provincia:	Piura				

N°	AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
1	1993	0	12.5	44.1	17	S/D	****	****	****	****	****	****	S/D	73.60
2	1994	0	4	57	10	0	0	0	0	0	0.2	0	11.6	82.80
3	1995	1.7	2	0	2.3	1	0	0.4	0	0.8	0	0	3.2	11.40
4	1996	5.3	0	0	5.5	0	1.9	0	0	0	0	0	0	12.70
5	1997	S/D	S/D	S/D	16.3	0	0	0	0	0	0	3.5	104.3	124.10
6	1998	390.7	405.9	311.3	87.5	3.2	0	0	0	0	0.6	0	0	1199.20
7	1999	2.8	34.4	0	20.5	1.8	1.7	0	0	0.5	0	0	0.8	62.50
8	2000	1	8.5	5.9	18.5	0	0.5	0	0	0.5	0	0	15.3	50.20
9	2001	0.3	0	234.2	5.5	0	0	0	0	0	0	0	2.7	242.70
10	2002	0	5	74.5	95	0	0	0	0	0	0	0	0	174.50
11	2003	4	12	2.3	0	0	0	0	0	0	0	0	1.6	19.90
12	2004	3.8	1.3	0	3.7	2	0	0	0	0	0.5	0.9	6	18.20
13	2005	3	0.6	11.6	0.7	0	0	0	0	0	2.9	0	0	18.80
14	2006	0	18.7	13.5	0	0	1	0	0	S/D	0.6	0	0	33.80
15	2007	3.3	0	4.8	7.4	0	0	0	0	0	S/D	0	0	15.50
16	2008	7.5	91.2	22.5	0.8	0	0	1.1	0	0	0	0.7	0	123.80
17	2009	14.3	22.3	11.3	0.6	4.6	0	0	0	0	0.3	5	5.4	63.80
18	2010	0.7	53.9	16.7	15.2	4.7	0	0	0	0	1.4	0	0	92.60
19	2011	3.1	0	0	11	3.2	0.2	1.6	0	0	0	2.1	1.9	23.10
20	2012	3.1	53.7	31.7	7.9	0	0	0	0	0	0.2	1.6	0.2	98.40
21	2013	0.5	3.5	42	0.8	3	0	0	0	0	1.2	0	0	51.00
22	2014	0	9.6	5.3	2.1	0.4	0.2	0.1	0	0	1.6	0	0.5	19.80
23	2015	0	0.9	47.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	48.80
24	2016	0.6	28	50.7	S/D	0	0	0	0	0	0	0	1.1	80.40
25	2017	97.3	88.1	503.5	****	****	****	****	0	S/D	S/D	****	****	688.90
	SUMA	543.00	856.10	1490.80	328.30	23.90	5.50	3.20	0.00	1.80	9.50	13.80	154.60	3430.50
	MEDIA	21.72	34.24	59.63	13.13	0.96	0.22	0.13	0.00	0.07	0.38	0.55	6.18	137.22

Fuente: SENAMHI

Representación de la Ecuación:

Donde:
$$I_{\text{máx}} = \frac{K \cdot T^a}{D^b}$$

I_{máx.}: Intensidad máxima, en mm/hrs

T: periodo de retorno, en años

D: Duración, en min

K, a, b: Parámetros de la ecuación

Tabla 3.14. Precipitaciones Máximas de 24 hrs (máximas anuales) - Estación San Miguel

Año	P _{máx} 24 horas (mm)
1993	24.10
1994	27.00
1995	2.20
1996	4.50
1997	8.43
1998	10.59
1999	12.40
2000	17.50
2001	21.42
2002	33.00
2003	12.00
2004	5.00
2005	10.60
2006	13.70
2007	6.40
2008	31.20
2009	20.30
2010	33.90
2011	11.00
2012	33.70
2013	22.00
2014	9.60
2015	37.90
2016	40.70
2017	50.35

Fuente: SENAMHI

Del mismo modo los datos de estas precipitaciones serán sometidos al criterio de discretización de Grobe, conocido también como Dyck y Peschke con apoyo del software Hidroesta 2 para determinar la ecuación empírica.

Representación de la Ecuación:

$$P_D = P_{24hr} \left(\frac{D}{1440} \right)^{0.25}$$

Donde:

P_D: Precipitación máxima de duración D, en el intervalo 15' < D < 1440'

D: Duración de la lluvia en min.

P_{24hrs.}: Precipitación máxima diaria (en 24 horas), en mm

Para visualizar los resultados revisar (**Anexo 12**), donde se determinó las precipitaciones de máxima duración.

Se transforma las lluvias máximas de mm a intensidades de mm/hrs. De modo que se obtiene la siguiente ecuación:

$$I = \frac{60 * P_D}{D}$$

Luego se ordenan las $I_{m\acute{a}x}$ y calcula el periodo de retorno con la fórmula de Weibull

Representación de la Ecuación:
$$T = \frac{n+1}{m}$$

Donde:

T: Periodo de retorno en años

n: Número de años

m: Número de orden

Nota: Para cada duración, las intensidades máximas se ordenan en forma descendente, de modo que se determinara el periodo de retorno para cada una.

El número de tripletas ($I_{m\acute{a}x}$ - D- T), para este caso serían 25 (años) x 24 (diferentes duraciones) = 600, lo que permite determinar un cálculo de correlación potencial múltiple.

Para determinar los valores de los parámetros (k, a, b), se usó el software Hidroesta 2. Obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 3.15. Ecuación empírica de la Intensidad Máxima

Ecuación	R	R ²	Se
$I_{m\acute{a}x} = 88.7014 * T^{(0.9825)} * D^{(-0.7500)}$	0.9200	0.8464	16.3033

Fuente: Hidroesta 2

Donde:

K = 88.7014

Coficiente de correlación R = 0.9200

a = 0.9825

Coficiente de determinación R² = 0.8464

b = -0.7500

Reemplazando en:

$$I_{m\acute{a}x} = \frac{K * T^a}{D^b}$$

$$I_{m\acute{a}x} = \frac{88.7014 * T^{0.9825}}{D^{0.7500}}$$

Tabla 3.16: Intensidades Máximas

T (Años)	500	300	200	100	50	40	30	25	20	15	10	5	Duración (min)
PRECIPITACION (mm/Hrs)	1845.25	1117.09	750.03	379.59	192.11	154.29	116.30	97.23	78.09	58.86	39.52	20.00	60
	1097.19	664.23	445.97	225.71	114.23	91.74	69.15	57.81	46.43	35.00	23.50	11.89	120
	809.49	490.06	329.03	166.52	84.28	67.69	51.02	42.65	34.26	25.82	17.34	8.77	180
	652.39	394.95	265.18	134.21	67.92	54.55	41.12	34.38	27.61	20.81	13.97	7.07	240
	551.86	334.09	224.31	113.52	57.45	46.14	34.78	29.08	23.35	17.60	11.82	5.98	300
	481.33	291.39	195.64	99.02	50.11	40.25	30.34	25.36	20.37	15.35	10.31	5.22	360
	428.78	259.58	174.28	88.21	44.64	35.85	27.02	22.59	18.14	13.68	9.18	4.65	420
	387.92	234.84	157.67	79.80	40.39	32.44	24.45	20.44	16.42	12.37	8.31	4.20	480
	355.12	214.98	144.34	73.05	36.97	29.69	22.38	18.71	15.03	11.33	7.61	3.85	540
	328.14	198.65	133.38	67.50	34.16	27.44	20.68	17.29	13.89	10.47	7.03	3.56	600
	305.50	184.95	124.18	62.85	31.81	25.54	19.26	16.10	12.93	9.75	6.54	3.31	660
	286.20	173.26	116.33	58.88	29.80	23.93	18.04	15.08	12.11	9.13	6.13	3.10	720
	269.52	163.17	109.55	55.44	28.06	22.54	16.99	14.20	11.41	8.60	5.77	2.92	780
	254.95	154.35	103.63	52.45	26.54	21.32	16.07	13.43	10.79	8.13	5.46	2.76	840
	242.10	146.56	98.40	49.80	25.20	20.24	15.26	12.76	10.24	7.72	5.18	2.62	900
	230.66	139.64	93.75	47.45	24.01	19.29	14.54	12.15	9.76	7.36	4.94	2.50	960
	220.40	133.43	89.59	45.34	22.95	18.43	13.89	11.61	9.33	7.03	4.72	2.39	1020
	211.15	127.83	85.83	43.44	21.98	17.66	13.31	11.13	8.94	6.74	4.52	2.29	1080
	202.76	122.75	82.42	41.71	21.11	16.95	12.78	10.68	8.58	6.47	4.34	2.20	1140
	195.11	118.12	79.31	40.14	20.31	16.31	12.30	10.28	8.26	6.22	4.18	2.11	1200
188.10	113.87	76.46	38.69	19.58	15.73	11.86	9.91	7.96	6.00	4.03	2.04	1260	
181.65	109.97	73.83	37.37	18.91	15.19	11.45	9.57	7.69	5.79	3.89	1.97	1320	
175.69	106.36	71.41	36.14	18.29	14.69	11.07	9.26	7.44	5.60	3.76	1.90	1380	
170.18	103.02	69.17	35.01	17.72	14.23	10.73	8.97	7.20	5.43	3.64	1.84	1440	

Fuente: Elaboración Propia

Una vez determinados los valores de las intensidades máximas para intervalos de tiempo de 60 – 1440 min y periodos de retorno de 5 a 500 años, se evidencia que la intensidad de la lluvia en una 1hr., es mucho mayor, siendo este un indicio importante a tomar como criterio de diseño para el modelo de drenaje pluvial en el distrito de Cura Mori. Así mismo las intensidades que se analizaran con el software Swmm serán para periodos de retorno 25, 30 y 40 años, los cuales presentan eventos extraordinarios.

3.3.2 Análisis de la Intensidad – Duración – Periodo de Retorno (IDT)

Para el análisis de la intensidad, duración y periodo de retorno, se debe construir las curvas IDT siendo de gran importancia en el diseño hidrológico. Ello permitirá determinar la influencia directa de la frecuencia de la precipitación para determinados periodos de retorno.

El grafico es la representación de las intensidades máximas halladas en el desarrollo anterior , para periodos de retorno de 500, 300, 200, 100, 50, 40, 30, 25, 20, 15,10 y 15, con una frecuencia de 24 hrs.

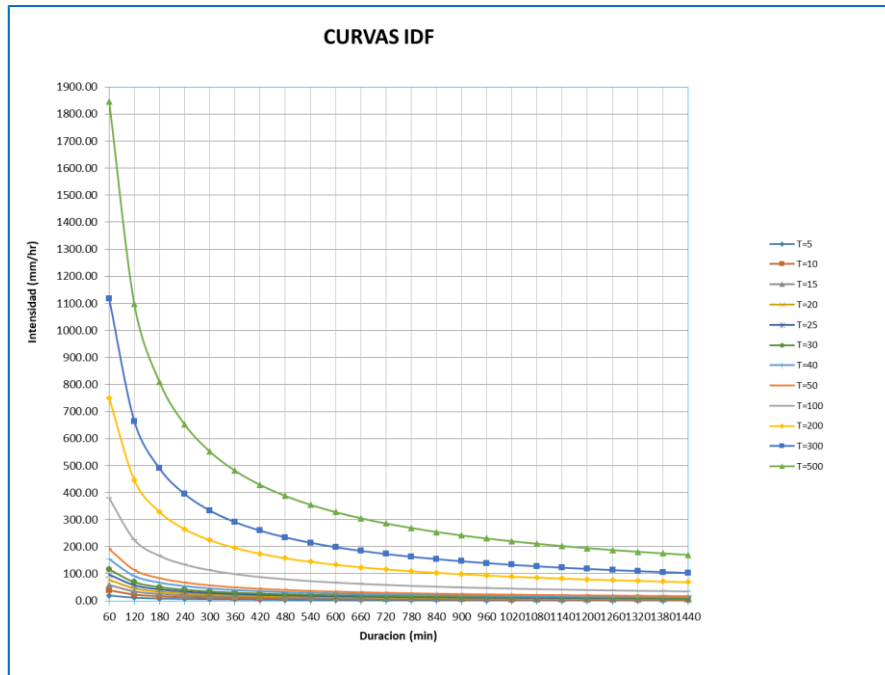


Figura 3.15. Representación gráfica de las curvas IDT

Así mismo, como criterio de diseño para el modelo de drenaje pluvial en la zona de estudio, según la norma OS. 060 – Drenaje Pluvial Urbano siendo un sistema de drenaje mayor deberá ser diseñado para un periodo de retorno de 25 años.

Tabla 3.17. Intensidades Máximas en 24hrs., con $Tr=25$ años

T (Años)	25	Duración (min)
PRECIPITACION (mm)	97.23	60
	57.81	120
	42.65	180
	34.38	240
	29.08	300
	25.36	360
	22.59	420
	20.44	480
	18.71	540
	17.29	600
	16.10	660
	15.08	720
	14.20	780
	13.43	840
	12.76	900
	12.15	960
	11.61	1020
11.13	1080	
10.68	1140	
10.28	1200	
9.91	1260	
9.57	1320	
9.26	1380	
8.97	1440	

Fuente: Elaboración Propia

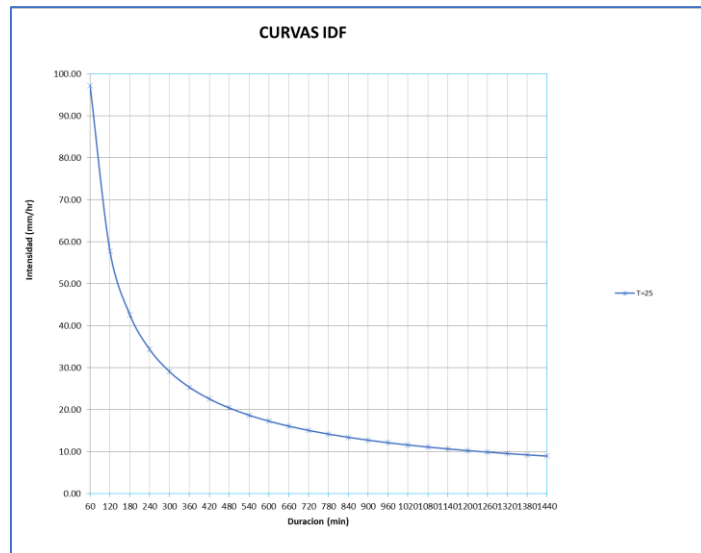


Figura 3.16. Representación Gráfica de la curva IDT (Tr=25 años)

De este modo, es importante resaltar que se analizara la precipitación máxima en 24 hrs., para un periodo de retorno de 25 años; como se representa en el hietograma de diseño.

Tabla 3.18. Análisis de Precipitación de diseño

TIEMPO DE RETORNO 25 AÑOS					
DURACION	INTENSIDAD	PROFUNDIDAD	PROFUNDIDAD	TIEMPO	PRECIPITACION
		ACUMULADA	INCREMENTAL		
(hrs)	(mm/hrs)	(mm)	(mm)	(min)	(mm)
1	1	97.23	97.23	97.23	0-1
2	2	57.81	115.62	18.40	1-2
3	3	42.65	127.96	12.34	2-3
4	4	34.38	137.50	9.54	3-4
5	5	29.08	145.39	7.89	4-5
6	6	25.36	152.17	6.78	5-6
7	7	22.59	158.15	5.98	6-7
8	8	20.44	163.52	5.37	7-8
9	9	18.71	168.40	4.89	8-9
10	10	17.29	172.90	4.49	9-10
11	11	16.10	177.07	4.17	10-11
12	12	15.08	180.96	3.89	11-12
13	13	14.20	184.62	3.66	12-13
14	14	13.43	188.07	3.45	13-14
15	15	12.76	191.34	3.27	14-15
16	16	12.15	194.46	3.11	15-16
17	17	11.61	197.43	2.97	16-17
18	18	11.13	200.27	2.84	17-18
19	19	10.68	202.99	2.73	18-19
20	20	10.28	205.61	2.62	19-20
21	21	9.91	208.14	2.52	20-21
22	22	9.57	210.57	2.43	21-22
23	23	9.26	212.92	2.35	22-23
24	24	8.97	215.20	2.28	23-24

Fuente: Elaboración Propia

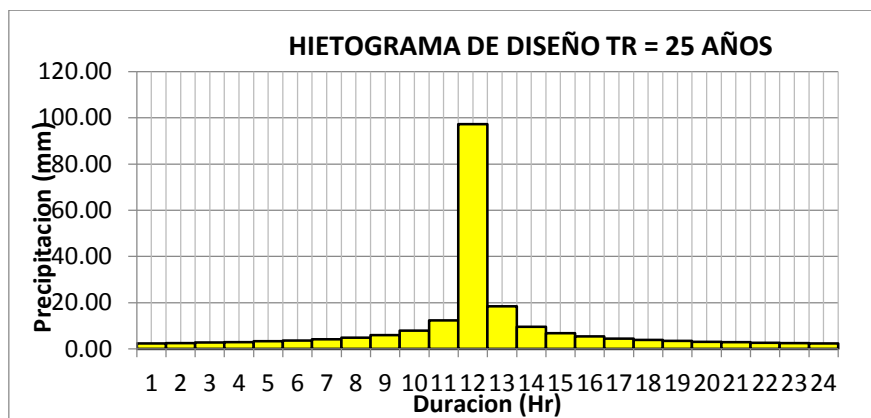


Figura 3.17. Representación gráfica del Hietograma de diseño Tr=25 años

En base al análisis se determinó que, la intensidad máxima de precipitación que representa un evento extraordinario es de 463.68 mm/hr para una duración de 1hr. (60 min.), con un periodo de retorno de 25 años. Dicha intensidad nos permite determinar el caudal de diseño para el sistema de drenaje pluvial en el distrito de Cura Mori. También se evaluara para periodos de retorno de 30 y 40 años, con una frecuencia de 1hr. a 24 hrs permitiendo determinar la incidencia de cada evento en el sistema de drenaje pluvial.

3.3.3 Identificación de la Escorrentía Superficial

Se realiza el cálculo de caudales máximos diarios y máximos instantáneos registrados por una estación hidrológica, así también la aplicación del método racional modificado, de modo que se obtenga el caudal de diseño para realizar el modelamiento del sistema de drenaje pluvial.

Para generar los caudales de la zona de estudio, se conocerán las características hidrográficas de la cuenca urbana.

Tabla 3.19. Características Fisiográficas de la cuenca Urbana

Subcuenca Bajo Piura			
Área	185 km ²	Elevación	0 m.s.n.m
			50 m.s.n.m
Perímetro	393	Altitud media	92 m.s.n.m
Pendiente	0.08	Long. Rio	243

Fuente: Autoridad Nacional del Agua

3.3.3.1 Cálculo de Caudales máximos diarios y máximos instantáneos

Los caudales se determinan por el método de Tuccio (1991), aplicado para cuencas mayores, como es el caso de la cuenca del río Piura.

Tabla 3.20. Q_{máx}. Diarios de la Estación Sánchez Cerro

Año - 2017	Qd (m3/s)											
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
1	0.00	27.00	1290.00	2254.00	188.00	123.00	90.00	66.00	16.00	0.00	0.00	0.00
2	0.00	46.00	1250.00	2204.00	170.00	115.00	90.00	66.00	16.00	0.30	0.00	0.00
3	0.00	168.00	1100.00	1041.00	172.00	105.00	90.00	66.00	18.00	0.30	0.00	0.00
4	0.00	213.00	1314.00	679.00	152.00	104.00	90.00	60.00	18.00	0.00	0.00	0.00
5	0.00	267.00	1931.00	884.00	159.00	116.00	78.00	60.00	14.00	0.00	0.00	0.00
6	0.00	267.00	1977.00	642.00	150.00	116.00	84.00	60.00	7.00	0.00	0.00	0.00
7	0.00	204.00	1162.00	439.00	159.00	116.00	78.00	54.00	5.00	0.00	0.00	0.00
8	0.00	192.00	1459.00	371.00	207.00	116.00	84.00	51.00	9.00	0.00	0.00	0.00
9	0.00	241.00	1459.00	491.00	250.00	220.00	84.00	36.00	9.00	0.00	0.00	0.00
10	0.00	229.00	1926.00	470.00	224.00	116.00	84.00	30.00	5.00	0.00	0.00	0.00
11	0.00	150.00	2019.00	549.00	256.00	156.00	90.00	30.00	0.00	0.00	0.00	0.00
12	0.00	310.00	1352.00	766.00	246.00	216.00	84.00	30.00	5.00	0.00	0.00	0.00
13	0.00	602.00	1211.00	439.00	208.00	120.00	78.00	30.00	5.00	0.00	0.00	0.00
14	0.00	602.00	947.00	381.00	186.00	124.00	78.00	36.00	5.00	0.00	0.00	0.00
15	0.00	252.00	1440.00	339.00	172.00	120.00	60.00	30.00	5.00	0.00	0.00	0.00
16	0.00	181.00	1441.00	318.00	185.00	116.00	60.00	24.00	9.00	0.00	0.00	0.00
17	0.00	147.00	773.00	284.00	185.00	110.00	49.00	24.00	5.00	0.00	0.00	0.00
18	0.00	425.00	1347.00	254.00	158.00	110.00	55.00	24.00	5.00	0.00	0.00	0.00
19	0.00	389.00	1527.00	256.00	150.00	104.00	45.00	18.00	5.00	0.00	0.00	0.00
20	0.00	244.00	1648.00	277.00	150.00	104.00	60.00	18.00	0.00	0.00	0.00	0.00
21	0.00	181.00	1710.00	380.00	141.00	105.00	60.00	12.00	0.00	0.00	0.00	0.00
22	0.00	442.00	1710.00	367.00	142.00	105.00	72.00	7.00	0.00	0.00	0.00	0.00
23	0.00	466.00	1607.00	245.00	142.00	105.00	78.00	7.00	5.00	0.00	0.00	0.00
24	0.00	568.00	1494.00	218.00	141.00	105.00	66.00	7.00	5.00	0.00	0.00	0.00
25	0.00	716.00	1074.00	204.00	137.00	95.00	66.00	15.00	5.00	0.00	0.00	0.00
26	0.00	918.58	1437.00	159.00	133.00	95.00	63.00	18.00	5.00	0.00	0.00	0.00
27	7.00	1236.00	3016.00	354.00	133.00	100.00	63.00	18.00	5.00	0.00	0.00	0.00
28	10.00	1610.00	3468.00	375.00	128.00	95.00	60.00	18.00	5.00	0.00	0.00	0.00
29	18.00		1698.00	312.00	128.00	90.00	66.00	9.00	5.00	0.00	0.00	0.00
30	14.00		1047.00	207.00	128.00	90.00	66.00	14.00	5.00	0.00		0.00
31	23.00		1338.00		123.00		66.00	14.00		0.00		0.00
Q_{máx}. Mensual	23.00	1610.00	3468.00	2254.00	256.00	220.00	90.00	66.00	18.00	0.30	0.00	0.00
Q_{máx}. Anual	667.11											

Fuente: PECHP

En cuencas mayores de 3500 km², se aplica:

Dónde:

$$Q_{máx} = Q_{md}(1 + 1.2A^{-0.036})$$

Máx.: Caudal máximo instantáneo.

Q_{md}: Caudal máximo diario.

A: Área de la cuenca de recepción en el punto de control hidrométrico.

Así mismo para superficies mayores a 3000 km², se considera el valor de: 1.2.

Reemplazando tenemos: **Q_{máx} = 1553.93 m³/s**

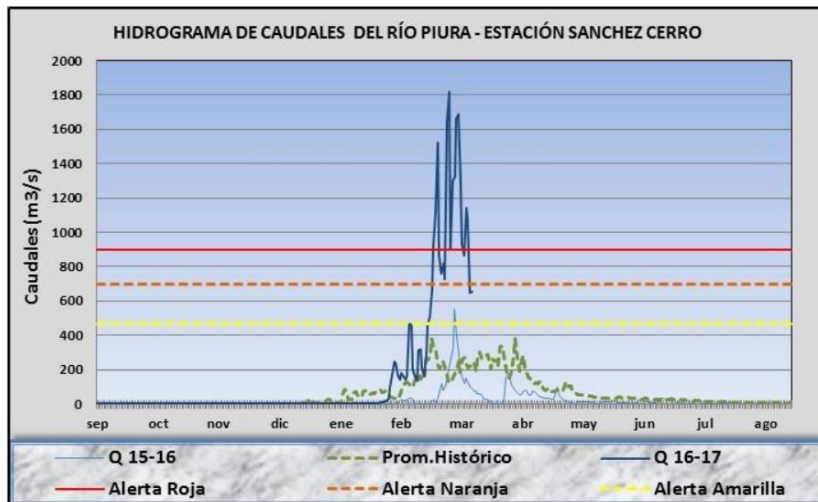


Figura 3.18. Representación de los caudales máximos

Se entiende que el caudal pico ante la excedencia de precipitaciones fue de 1553.93 m³/s, registrados en el río Piura. Siendo este la principal causa del desborde del mismo generando pérdidas en las zonas urbanas como agrícolas ubicadas en ambos márgenes del río.

3.3.3.2 Cálculo del escurrimiento superficial (Q)

Para determinar el caudal de diseño, se utilizó el Método Racional Modificado. Donde puede ser aplicado para cuencas de drenaje naturales con áreas menores de 700 km² y con tiempos de concentración (T_c) de entre 0.25 y 24 horas, según lo expuesto en el Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje del MTC.

Representación de la ecuación: $Q = 0,278 CIAK \dots (1)$

Donde:

Q: Descarga máxima de diseño (m³/s)

C: Coeficiente de escorrentía para el intervalo en el que se produce I

I: Intensidad de precipitación máxima horaria (mm/hr.)

A: Área de la cuenca (km²)

K: Coeficiente de Uniformidad

De la fórmula general, derivan las siguientes:

a) Tiempo de Concentración (T_c)

El tiempo de concentración es el tiempo transcurrido en donde cae una gota de lluvia hasta su punto de salida. Se encuentra dentro de los límites de 0.25 y 24 horas.

Donde:

L: Longitud del cauce mayor (km)

S: Pendiente promedio del cauce mayor (m/m)

$$T_c = 0.3 \left(\frac{L}{S^{0.25}} \right)^{0.76}$$

$T_c =$	20.35 hrs.
---------	------------

$$T_c = 0.3 \left(\frac{243}{0.08^{0.25}} \right)^{0.76}$$

b) Coeficiente de Uniformidad (K)

Para determinar el coeficiente de uniformidad se debe haber hallado primero el tiempo de concentración.

Donde:

T_c : Tiempo de Concentración (horas)

$$K = 1 + \frac{T_c^{1.25}}{T_c^{1.25} + 14}$$

$K =$	1.76
-------	------

$$K = 1 + \frac{20.35^{1.25}}{20.35^{1.25} + 14}$$

c) Coeficiente de Simultaneidad o Factor Reductor (K_A)

Donde:

A: Área de la cuenca Km²

$$K_A = 1 - (\log_{10} A / 15)$$

$K_A =$	0.85
---------	------

$$K_A = 1 - (\log_{10} 185 / 15)$$

d) Precipitación Máxima corregida sobre la cuenca (P)

Se corrige la precipitación de la cuenca, a partir del factor reductor y la precipitación máxima diaria para un periodo de retorno de 25 años.

Donde:

K_A : Factor reductor

P_d : Precipitación Máxima diaria (mm)

$$P = K_A * P_d$$

$P =$	82.65 mm
-------	----------

$$P = 0.85 * 97.23$$

e) Intensidad de Precipitación (I)

Se determina a partir de la corrección de la intensidad de precipitación y el tiempo de concentración.

Donde:

P: Precipitación Máxima corregida (mm)

T_c: Tiempo de concentración (horas)

$$I = \left(\frac{P}{24}\right) * (11)^{\frac{28^{0.1} - T_c^{0.1}}{28^{0.1} - 1}}$$

I =	4.49 mm/hr.
------------	-------------

$$I = \left(\frac{82.65}{24}\right) * (11)^{\frac{28^{0.1} - 20.35^{0.1}}{28^{0.1} - 1}}$$

f) Coeficiente de Escorrentía (C)

Donde:

$$C = \frac{(P_d - P_o) * (P_d + 23 * P_o)}{(P_d + 11 * P_o)^2} \dots\dots Ec. 1$$

P_d: Precipitación máxima diaria (mm)

P_o: Umbral de escorrentía = (5000/CN) - 50

CN: Número de Curva

Determinamos P_o:

$$P_o = \left(\frac{5000}{CN}\right) - 50 \dots\dots (*)$$

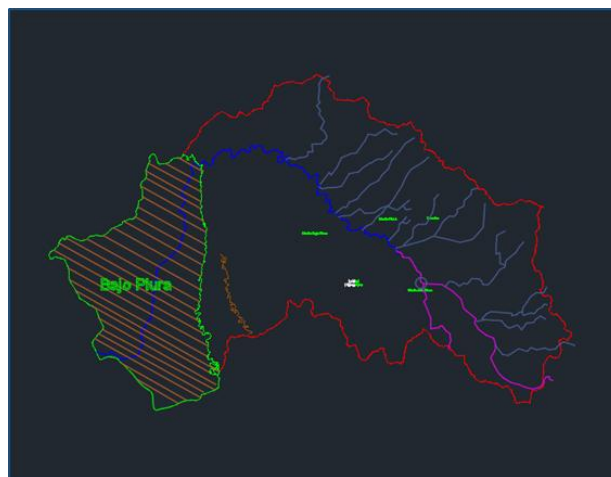


Figura 3.19. Subcuenca del Bajo Piura

Para el cálculo del CN se tomó en consideración el grupo de suelo al que pertenece la subcuenca del Bajo Piura. Por ende, al realizar los ensayos en el laboratorio de Mecánica de

suelos y materiales - UCV, se determinó que era un suelo arcilloso, arenoso y limoso lo que conlleva a determinar que pertenece al grupo B, presentando una infiltración moderada cuando están húmedos. Con ello se tomaran los valores correspondientes a cada espacio existente en la zona de estudio.

Tabla 3.21. Grupo hidrológico del suelo

Grupo hidrológico del suelo	Infiltración cuando están muy húmedos	Características	textura
A	Rápida	Alta capacidad de infiltración > 76 mm/h	Arenosa Arenosa – limosa Franca
B	Moderada	Capacidad de infiltración 76-38 mm/h	Franco-arcillosa-arenosa Franco-limosa
C	Lenta	Capacidad de infiltración 36-13 mm/h	Franco-arcillosa Franco-arcillo-limosa Arcilla-arenosa
D	Muy lenta	Capacidad de infiltración < 13 mm/h	Arcillosa

Fuente: Hidrología Aplicada

Tabla 3.22. Numero de Curvas de escorrentía

DESCRIPCIÓN DEL USO DE LA TIERRA	GRUPO HIDROLÓGICO DEL SUELO			
	A	B	C	D
Tierra cultivada ¹ : sin tratamientos de conservación	72	81	88	91
con tratamiento de conservación	62	71	78	81
Pastizales: condiciones pobres	68	79	86	89
condiciones óptimas	39	61	74	80
Vegas de ríos: condiciones óptimas	30	58	71	78
Bosques: troncos delgados, cubierta pobre, sin hierbas, cubierta buena ²	45 25	66 55	77 70	83 77
Áreas abiertas, césped, parques, campos de golf, cementerios, etc. óptimas condiciones: cubierta de pasto en el 75% o más	39 49	61 69	74 79	80 84
Áreas comerciales de negocios (85% impermeables)	89	92	94	95
Distritos Industriales (72% impermeables)	81	88	91	93
Residencial ³ :				
Tamaño promedio del lote				
Porcentaje promedio impermeable ⁴				
1/8 acre o menos	77	85	90	92
1/4 acre	61	75	83	87
1/3 acre	57	72	81	86
1/2 acre	54	70	80	85
1 acre	51	68	79	84
Parqueaderos pavimentados, techos, accesos, etc. ⁵	98	98	98	98
Calles y carreteras:				
Pavimentados con cunetas y alcantarillados ⁵	98	98	98	98
Grava	76	85	89	91
Tierra	72	82	87	89

Fuente: Hidrología Aplicada

Tenemos:

USO DEL SUELO	AREA (M2)	CN	AREA*N
---------------	-----------	----	--------

Tierra cultivada sin tratamiento de conservación	110.1	81	8918.1
Residencial de Familias individuales	38.2	85	3247
Techos	5.5	98	539
Calles Pavimentadas	15.1	98	1479.8
Calles de Tierra	16.1	82	1320.2
Suma	185.00		15504.1
CN		84	

Fuente: elaboración Propia

Reemplazando en (*):

$$P_o = \left(\frac{5000}{84}\right) - 50$$

Po=	9.52
------------	------

Reemplazando en Ec. 1:

$$C = \frac{(97.23 - 9.52) * (97.23 + 23 * 9.52)}{(97.23 + 11 * 9.52)^2}$$

C=	0.68
-----------	------

Reemplazando en la Ecuación General:

$$Q = 0,278 CIAK$$

$$Q = 0,278 (0.68)(4.49)(185)(1.76)$$

Q=	276.37 m ³ /s
-----------	--------------------------

Se concluye que el caudal de diseño para el modelamiento del sistema de drenaje pluvial con el software SWMM es de 276.37 m³/s; es decir, dicho caudal es el que ingresa a toda la zona de estudio.

Así mismo se calculó el caudal de ingreso para periodos de retorno de 30 y 40 años, determinados por el mismo método y que se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 3.23. Caudales Pico de Diseño

Parámetro	Abreviación	Periodo de Retorno		
		25 años	30 años	40 años
Tiempo de Concentración	Tc	20.35	20.35	20.35
Coficiente de Uniformidad	K	1.76	1.76	1.76
Factor Reductor	KA	0.85	0.85	0.85

Precipitación máxima corregida sobre la cuenca	P	82.65	98.86	131.15
Intensidad de Precipitación	I	4.49	5.37	7.13
Coefficiente de Escorrentía	C	0.68	0.73	0.81
Caudal de Diseño (Método Racional Modificado)	Q	276.37 m ³ /s	354.83 m ³ /s	522.76 m ³ /s

Fuente: Elaboración Propia

3.3.4 Diseño del Alcantarillado pluvial, Aplicando SWMM

Para el diseño de la red de drenaje, se empezó por el reconocimiento de campo, el cual permite determinar las vías primarias y secundarias por donde se va a instalar la red. Por consiguiente el análisis de las series temporales de lluvia (intensidad, duración y periodo de retorno), con el fin de evaluar la probabilidad de que ocurra un evento de gran magnitud. Así también se consideran los criterios de diseño de la norma OS-060 del RNE, para luego realizar la simulación del modelo con apoyo del software.

3.3.4.1 Cuenca del Proyecto

De acuerdo al trabajo topográfico, realizado mediante el software de apoyo Civil 3D se determinó que la pendiente media de la superficie es de 1%. Así mismo se presentan los perfiles estratigráficos de las muestras extraídas por cada zona.

3.3.4.2 Área de Drenaje

Se identificaron las áreas de las cuencas, de las cuales discurrirá el agua pluvial a los nudos y conductos para luego ser vertidas a un punto de salida. Por consiguiente se hizo uso de herramientas de apoyo como: el programa AutoCAD 2018 y Civil3D, plano catastral del distrito de Cura Mori y fotografías de reconocimiento en campo; lo que permitió delimitar las cuencas de drenaje que conforman el modelo de drenaje pluvial en el distrito de Cura Mori.

Tabla 3.24. Área de las cuencas delimitadas

Cuenca	Área
SJA	55.30310
SJB	43.40546
SJC	47.49523
SJD	38.79621
Total	185 km²

Fuente: Elaboración Propia

Se entiende que la superficie total de la zona en estudio es de 185 km². De este modo se dichos datos, serán introducciones en el software Swmm para el modelamiento y simulación respectiva.

Así mismo se muestran las subcuencas delimitadas, pertenecientes a cada cuenca:

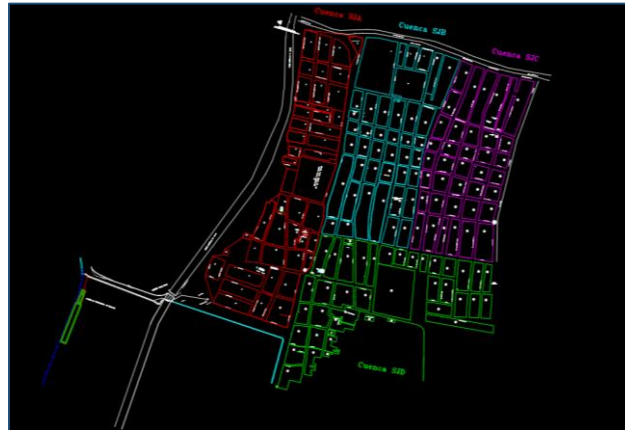
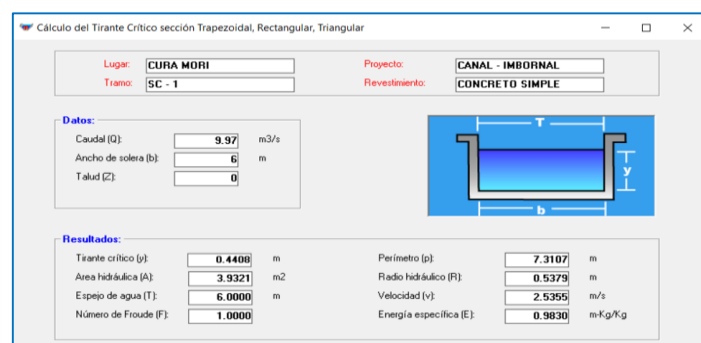


Figura 3.20. Delimitación de las Subcuencas del Distrito de Cura Mori

3.3.4.3 Criterios de Diseño

Para el diseño del sistema de drenaje, se trabajó con la norma OS-060 Drenaje Urbano, donde hace mención que el tipo de sumidero a utilizar es el de fondo sin depresión, con rejillas en la calzada y de tipo S4 (Tipo chico conectado a la tubería); cuyo fin es captar el agua superficial para luego ser llevada por los conductos (alcantarilla pluvial). Así mismo en el SWMM, el sumidero estará representado como nudo que será visualizado en el perfil de lámina de agua.

El dimensionamiento de los sumideros, se trabajó con el software Hcanales ya que en función del caudal de ingreso en la zona de estudio se halló el tirante crítico del sumidero transversal, como la velocidad permisible del flujo que va a captar ante un evento extraordinario y cuando no suceda el evento.



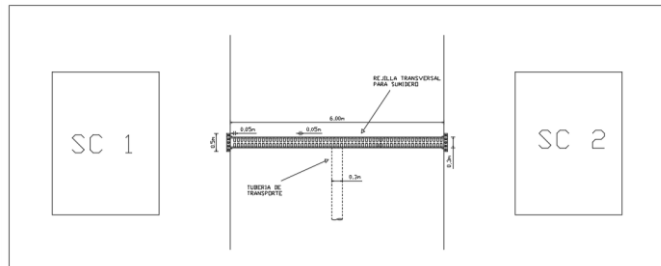
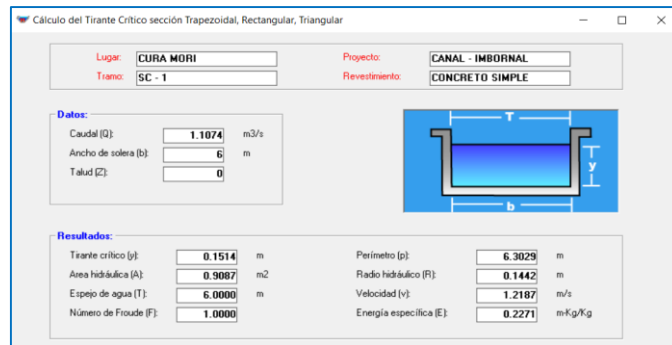


Figura 3.21. Perspectiva del Sistema de Drenaje Pluvial (Vista en Planta)

Se muestra la sección típica del sumidero, considerado que la pendiente transversal es del 2% y la pendiente longitudinal es del 1% encontrándose dentro los márgenes para el discurrir de la escorrentía superficial hacia el conducto. Así mismo en el Swmm, se tomarán las cotas de fondo y profundidad de cada imbornal.

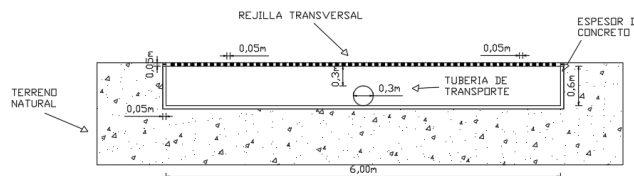


Figura 3.22. Dimensionamiento del Sumidero Tipo – S4 (Vista Frontal)

Las rejillas generalmente son rectangulares con dimensiones de 45 mm x 100 mm (18” x 40”) y la separación de las barras varían entre 20 mm – 35 mm – 50 mm (3/4” - 1 3/8” – 2”), dependiendo si los sumideros serán utilizados para zonas urbanas o en carreteras. No obstante la posición de las rejillas dependerá del sentido del flujo en función a la topografía de la zona.

Por consiguiente para determinar el diámetro de la tubería pluvial, aplicando la fórmula de Manning, teniendo como dato el caudal de ingreso hallado por el método racional modificado, la pendiente y el coeficiente de rugosidad según los valores otorgados por el tipo de material.

$$D_{cm} = \left(\frac{691000 * Q * n}{S^{1/2}} \right)^{3/8}$$

Donde:

D_{cm} : Diámetro interior del tubo (cm)

Q: Caudal requerido en m³/s (Método Racional Modificado)

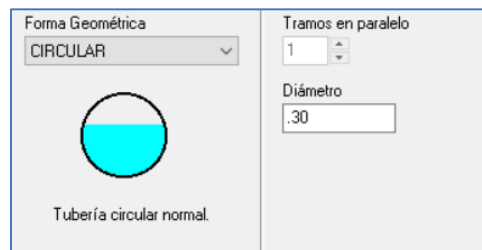
N: Coeficiente de rugosidad (Tubería de Pvc -0.009)

S: Perdida de energía por metro h/l (m/m)

Reemplazando tenemos:

$$D_{cm} = \left(\frac{691000 * 276.37 * 0.009}{0.1^{1/2}} \right)^{3/8}$$

$$D_{cm} = 30.55 \text{ cm} \approx 0.30 \text{ m}$$



El diámetro de la tubería, dependerá directamente del caudal hallado ya que se está evaluando para periodos de retorno de 25, 30 y 40 años con frecuencias de 1 hrs a 24 hrs.

Se determina también la velocidad máxima y mínima del agua pluvial que circula por la tubería (llenas) con el fin de poder controlar la acumulación de sedimentos y erosión a causa del mal dimensionamiento de la estructura.

$$V = \frac{(r^{2/3} * S^{1/2})}{n}$$

Reemplazando tenemos:

$$V = \frac{(0.1482^{2/3} * 0.1^{1/2})}{0.009}$$

$$V = 1.3761 \text{ m/s}$$

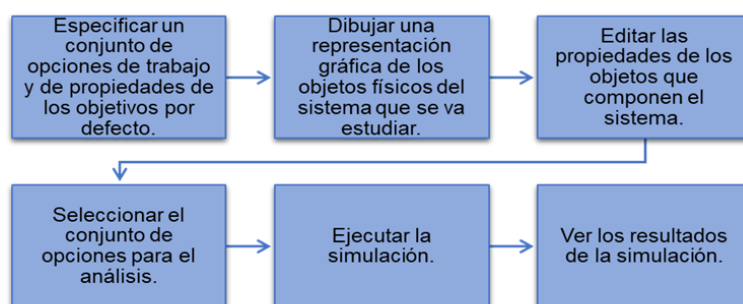
Se evidencia que la velocidad halla, se encuentra dentro de los límites permisibles (0.30 m/s – 5.00 m/s) para tuberías llenas.

Material de la tubería	Velocidad (m/s)	
	Minima	Máxima
Concreto simple hasta 45 cm de diámetro	0.30	3.00
Concreto reforzado a partir de 60 cm de diámetro	0.30	3.50
Acero con revestimiento	0.30	5.00
Acero sin revestimiento		
Acero galvanizado		
Asbesto cemento		
Fierro fundido		
Hierro dúctil		
PEAD (Poliétileno de Alta Densidad)		
PVC (Policloruro de Vinilo)		

Figura 3.23. Velocidad Máx. – Min.

3.3.4.4 Modelamiento con el software SWMM (Modelo de Gestión de Aguas Pluviales)

Se entiende que el modelo de gestión de aguas pluviales (Storm Water Management Model – SWMM), permitirá a partir de los datos de precipitaciones para periodos variables con un determinado caudal de ingreso; diseñar y dimensionar los componentes de una red de drenaje con la finalidad de prever inundaciones que generen daños en la urbanización. Así mismo los pasos a seguir para modelar la esorrentía sobre el área de estudio son los siguientes:



Fuente: Elaboración Propia

Figura 3.24. Pasos para el Modelo SWMM

3.3.4.4.1 Delimitación de Áreas Tributarias – Valores por Defecto

La delimitación de las áreas permite visualizar las subcuencas pertenecientes a cada sector, como también analizar las características que SWMM utiliza para transformar la precipitación en esorrentía de la zona en estudio.

Se introducen los valores por defecto para la representación de cada objeto en el mapa de trabajo del SWMM, con el fin de poder identificar con claridad cada abreviación en los resultados.

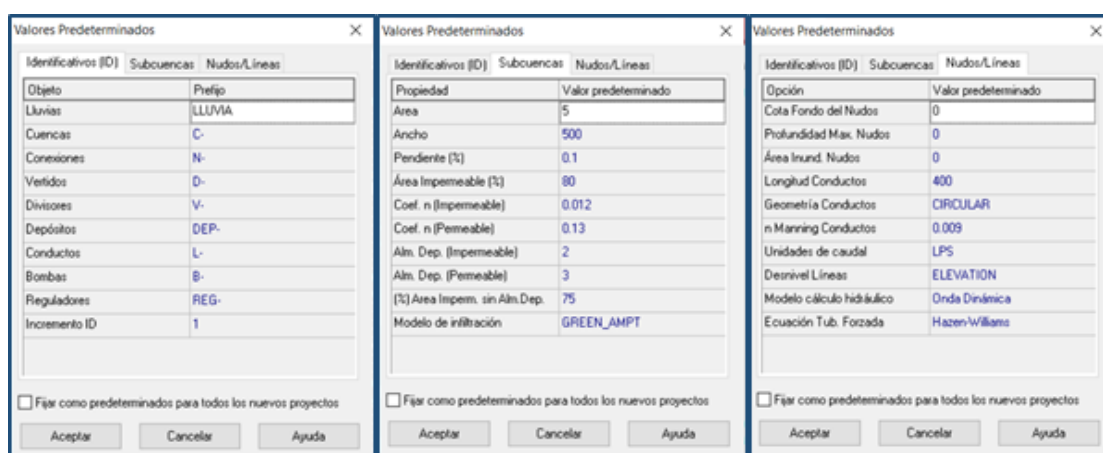


Figura 3.25. Valores por Defecto del Modelo

3.3.4.4.2 Representación de los objetos en las cuencas

Se realizó el trazo de cada uno de los elementos u objetos que conforman la cuenca a drenar, siendo estos: las subcuencas, nudos (sumideros), conductos y pluviómetro. Así mismo como modelo para el trazo de cada cuenca se utilizó la imagen georreferenciada exportada en formato *.wmf* desde el AutoCAD.



Figura 3.26. Cuenca SJA

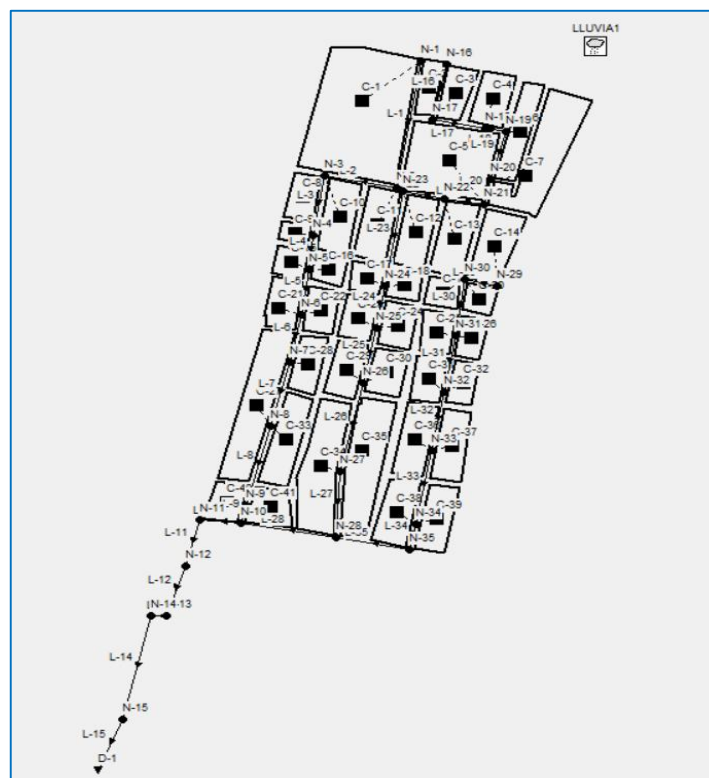


Figura 3.27. Cuenca SJB

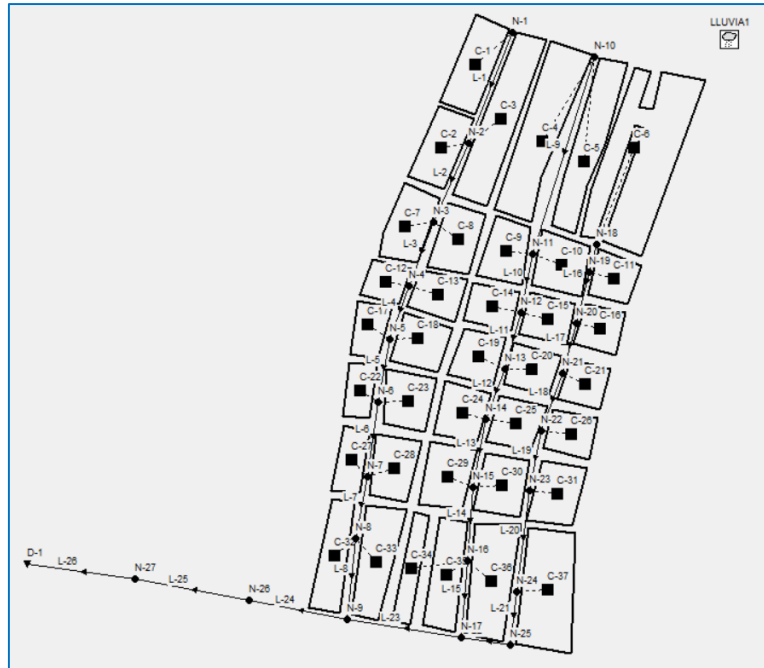


Figura 3.28: Cuenca SJC



Figura 3.29. Cuenca SJD

3.3.4.4.3 Propiedades de los Objetos

3.3.4.4.3.1 Valores Predominantes

- Infiltración:

Para la evaluar el fenómeno de infiltración del escurrimiento superficial en el sistema, SWMM dispone de 3 métodos: La ecuación de Horton, el Método de Green –Ampt y el Método del Número de Curva. Siendo el modelo de Green-Ampt, el elegido para el modelo

de drenaje en el distrito de Cura Mori; así mismo, según el estudio de suelos se podrá identificar el tipo y las características de las muestras analizadas.

- Coeficiente de Mannig para escorrentía superficial

Se identificó el coeficiente para las cuencas impermeables como Asfalto – Hormigón (vías de tránsito), teniendo como valor $n=0.012$ y $n=0.13$ para cuencas permeables como es el caso de áreas verdes.

- Altura de Almacenamiento en Depresión

Se consideran los valores de altura de Alm. Dep. (Impermeables) = 2 y altura de Alm. Dep. (Permeable) = 3, para césped y hierba existentes en la zona urbana.

3.3.4.4.3.2 Características físicas de los objetos para cada cuenca

Las características físicas de cada objeto en el SWMM, permiten evaluar el escurrimiento del flujo en cada cuenca desde la infiltración, hasta la pendiente que permite el tránsito del flujo.

1. CUENCA SJA

a. Subcuencas

Para el dimensionamiento del modelo en el SWMM, se utilizó el plano de lotización con las áreas pertenecientes a cada subcuenca y el plano topográfico. Las subcuencas presentan una pendiente del 1 % longitudinal. Se asume que el 80% de la escorrentía ingresa a los conductos y un 20% se infiltra en las áreas verdes. Se delimitaron 47 subcuencas.

Tabla 3.25. Características de Subcuencas - SJA

;;	;;Nombre	Pluviómetro	Salida	Área Total	Percent. Imperm.	Anchura Width	Fend. Percent.
;;	C-1	LLUVIAL	N-1	6.604	80	238.676	0.1
	C-2	LLUVIAL	N-1	5.616	80	238.011	0.1
	C-3	LLUVIAL	N-19	6.821	80	247.017	0.1
	C-4	LLUVIAL	N-18	4.673	80	236.788	0.1
	C-5	LLUVIAL	N-2	5.843	80	210.428	0.1
	C-6	LLUVIAL	N-2	5.741	80	240.757	0.1
	C-7	LLUVIAL	N-20	6.556	80	293.400	0.1
	C-8	LLUVIAL	N-3	7.672	80	277.870	0.1
	C-9	LLUVIAL	N-4	7.015	80	215.442	0.1
	C-10	LLUVIAL	N-21	9.071	80	260.542	0.1
	C-11	LLUVIAL	N-5	7.852	80	211.036	0.1
	C-12	LLUVIAL	N-5	6.210	80	203.654	0.1
	C-13	LLUVIAL	N-21	5.632	80	238.535	0.1
	C-14	LLUVIAL	N-6	7.102	80	257.116	0.1
	C-15	LLUVIAL	N-6	6.346	80	229.424	0.1
	C-16	LLUVIAL	N-7	7.101	80	256.617	0.1
	C-17	LLUVIAL	N-7	7.463	80	254.287	0.1
	C-18	LLUVIAL	N-8	5.364	80	214.652	0.1
	C-19	LLUVIAL	N-8	6.463	80	254.287	0.1
	C-20	LLUVIAL	N-9	4.365	80	203.549	0.1
	C-21	LLUVIAL	N-9	7.776	80	180.064	0.1
	C-22	LLUVIAL	N-10	6.206	80	198.023	0.1
	C-23	LLUVIAL	N-11	7.632	80	152.621	0.1
	C-24	LLUVIAL	N-22	14.718	80	285.654	0.1
	C-25	LLUVIAL	N-12	5.864	80	140.141	0.1
	C-26	LLUVIAL	N-12	8.314	80	164.258	0.1
	C-27	LLUVIAL	N-23	9.518	80	186.962	0.1
	C-28	LLUVIAL	N-30	8.772	80	170.683	0.1

C-29	LLUVIAL	N-13	7.624	80	246.854	0.1
C-30	LLUVIAL	N-13	7.242	80	162.185	0.1
C-31	LLUVIAL	N-24	3.421	80	75.825	0.1
C-32	LLUVIAL	N-25	5.036	80	180.652	0.1
C-33	LLUVIAL	N-25	5.875	80	210.624	0.1
C-34	LLUVIAL	N-31	2.132	80	73.250	0.1
C-35	LLUVIAL	N-32	6.584	80	210.674	0.1
C-36	LLUVIAL	N-14	9.462	80	265.632	0.1
C-37	LLUVIAL	N-26	7.035	80	210.962	0.1
C-38	LLUVIAL	N-26	4.843	80	180.962	0.1
C-39	LLUVIAL	N-32	2.012	80	70.589	0.1
C-40	LLUVIAL	N-33	6.015	80	208.154	0.1
C-41	LLUVIAL	N-33	7.202	80	266.865	0.1
C-42	LLUVIAL	N-15	6.387	80	187.654	0.1
C-43	LLUVIAL	N-27	6.063	80	142.110	0.1
C-44	LLUVIAL	N-34	7.002	80	232.210	0.1
C-45	LLUVIAL	N-16	6.325	80	156.631	0.1
C-46	LLUVIAL	N-28	9.731	80	192.657	0.1
C-47	LLUVIAL	N-34	7.952	80	218.711	0.1

Fuente: Elaboración Propia

b. Nudos

Están representados por los sumideros, medio por el cual se descarga la escorrentía superficial. Se considera una cota de fondo igual al del conducto y la altura se toma desde la cota de fondo hasta el nivel de la superficie donde discurre el agua pluvial. El nudo principal (N1 – N35), con una cota inicial de 27.904 m.s.n.m y final de 24.121 m.s.n.m; así también una pendiente del 0.001 en todo el trayecto.

Tabla 3.26. Características de Nudos - SJA

;;	Cota del	Prof.			
;;Nombre	Fondo	Máxima			
;;-----	-----	-----			
N-1	27.904	0.60	N-19	28.223	0.60
N-2	27.702	0.60	N-20	28.103	0.60
N-3	27.397	0.60	N-21	27.714	0.60
N-4	27.340	0.60	N-22	26.371	0.60
N-5	27.311	0.60	N-23	25.890	0.60
N-6	27.154	0.60	N-24	25.750	0.60
N-7	26.972	0.60	N-25	25.582	0.60
N-8	26.788	0.60	N-26	25.298	0.60
N-9	26.551	0.60	N-27	25.206	0.60
N-10	26.356	0.60	N-28	25.194	0.60
N-11	25.908	0.60	N-29	25.159	0.60
N-12	25.831	0.60	N-30	25.116	0.60
N-13	25.355	0.60	N-31	24.716	0.60
N-14	25.002	0.60	N-32	24.419	0.60
N-15	24.913	0.60	N-33	24.285	0.60
N-16	24.878	0.60	N-34	24.162	0.60
N-17	24.810	0.60	N-35	24.121	0.60
N-18	28.437	0.60			

Fuente: Elaboración Propia

c. Vertidos

La cuenca tiene un punto de vertido hacia la planta de tratamiento de aguas residuales, ubicada en el distrito de Cura Mori. Tiene una cota de fondo de 22.828 m.s.n.m.

d. Conductos

Los conductos poseen un nudo de ingreso y otro de salida, donde transportan el flujo. Se identifica la longitud de cada uno, considerando también que tienen un coeficiente de Manning de 0.009 (Tuberías de Pvc).

Tabla 3.27. Características de Conductos - SJA

;; ;;Nombre	Nudo Entrada	Nudo Salida	Longitud	Coeff. n Manning
L-1	N-1	N-2	27.13	0.009
L-2	N-2	N-3	15.97	0.009
L-3	N-3	N-4	3.33	0.009
L-4	N-4	N-5	1.48	0.009
L-5	N-5	N-6	9.09	0.009
L-6	N-6	N-7	7.33	0.009
L-7	N-7	N-8	8.67	0.009
L-8	N-8	N-9	8.48	0.009
L-9	N-9	N-10	7.42	0.009
L-10	N-10	N-11	20.89	0.009
L-11	N-11	N-12	2.23	0.009
L-12	N-12	N-13	22.45	0.009
L-13	N-13	N-14	24.19	0.009
L-14	N-14	N-15	10.86	0.009
L-15	N-15	N-16	19.34	0.009
L-16	N-16	N-17	14.26	0.009
L-17	N-18	N-19	17.03	0.009
L-18	N-19	N-20	20.75	0.009
L-19	N-20	N-21	15.99	0.009
L-20	N-21	N-22	57.98	0.009
L-21	N-22	N-23	21.06	0.009
L-22	N-23	N-24	7.32	0.009
L-23	N-24	N-25	8.10	0.009
L-24	N-25	N-26	12.69	0.009
L-25	N-26	N-27	18.44	0.009
L-26	N-27	N-28	18.20	0.009
L-27	N-28	N-29	15.77	0.009
L-28	N-30	N-31	25.74	0.009
L-29	N-31	N-32	16.88	0.009
L-30	N-32	N-33	10.29	0.009
L-31	N-33	N-34	14.51	0.009
L-32	N-34	N-35	16.10	0.009
L-33	N-29	N-17	18.33	0.009
L-34	N-17	N-35	39.63	0.009
L-35	N-35	D-1	400	0.009

Fuente: Elaboración Propia

2. CUENCA SJB

a. Subcuenca

Para el dimensionamiento del modelo en el SWMM, se utilizó el plano de lotización con las áreas pertenecientes a cada subcuenca y el plano topográfico. Las subcuenca presentan una pendiente del 0.1% longitudinal. Se asume que el 80% de la escorrentía ingresa a los conductos y un 20% se infiltra en las áreas verdes. Se delimitaron 41 subcuencas.

Tabla 3.28. Características de Subcuencas - SJB

;; ;;Nombre	Pluviómetro	Salida	Área Total	Porcent. Imperm.	Anchura Width	Pend. Percent.
C-1	LLUVIAL	N-1	14.288	80	275.453	0.1
C-2	LLUVIAL	N-16	5.362	80	185.621	0.1
C-3	LLUVIAL	N-17	6.851	80	203.569	0.1
C-4	LLUVIAL	N-19	6.852	80	182.625	0.1
C-5	LLUVIAL	N-21	8.475	80	220.012	0.1
C-6	LLUVIAL	N-19	5.854	80	195.564	0.1
C-7	LLUVIAL	N-20	7.125	80	204.632	0.1
C-8	LLUVIAL	N-3	4.562	80	180.635	0.1
C-9	LLUVIAL	N-4	4.513	80	124.582	0.1
C-10	LLUVIAL	N-3	6.425	80	203.521	0.1
C-11	LLUVIAL	N-2	6.425	80	203.521	0.1
C-12	LLUVIAL	N-23	6.425	80	203.521	0.1
C-13	LLUVIAL	N-22	6.425	80	203.521	0.1
C-14	LLUVIAL	N-29	6.524	80	210.365	0.1
C-15	LLUVIAL	N-5	4.895	80	125.035	0.1
C-16	LLUVIAL	N-5	4.253	80	215.693	0.1
C-17	LLUVIAL	N-24	4.895	80	165.245	0.1
C-18	LLUVIAL	N-24	5.251	80	190.564	0.1
C-19	LLUVIAL	N-30	4.752	80	172.526	0.1
C-20	LLUVIAL	N-30	4.625	80	145.263	0.1
C-21	LLUVIAL	N-6	5.362	80	158.652	0.1
C-22	LLUVIAL	N-6	5.754	80	205.832	0.1
C-23	LLUVIAL	N-25	5.752	80	215.693	0.1
C-24	LLUVIAL	N-25	5.324	80	210.685	0.1
C-25	LLUVIAL	N-31	5.324	80	175.065	0.1
C-26	LLUVIAL	N-31	4.632	80	204.652	0.1
C-27	LLUVIAL	N-8	9.523	80	245.963	0.1
C-28	LLUVIAL	N-7	6.854	80	210.652	0.1
C-29	LLUVIAL	N-26	5.362	80	156.365	0.1
C-30	LLUVIAL	N-26	4.352	80	210.851	0.1
C-31	LLUVIAL	N-32	5.641	80	152.698	0.1
C-32	LLUVIAL	N-32	5.9640	80	220.364	0.1
C-33	LLUVIAL	N-8	6.254	80	205.551	0.1
C-34	LLUVIAL	N-27	10.584	80	265.632	0.1
C-35	LLUVIAL	N-27	9.854	80	195.462	0.1
C-36	LLUVIAL	N-33	7.961	80	205.693	0.1
C-37	LLUVIAL	N-33	6.985	80	245.632	0.1
C-38	LLUVIAL	N-34	6.953	80	198.632	0.1
C-39	LLUVIAL	N-34	6.154	80	156.854	0.1
C-40	LLUVIAL	N-9	5.845	80	156.521	0.1
C-41	LLUVIAL	N-9	5.789	80	206.785	0.1

b. Nudos

Están representados por los sumideros, medio por el cual se descarga la escorrentía superficial. Se considera una cota de fondo igual al del conducto y la altura se toma desde la cota de fondo hasta el nivel de la superficie donde discurre el agua pluvial. El nudo principal (N1 – N35), con una cota inicial de 29.280 m.s.n.m y final de 27.114 m.s.n.m; así también una pendiente del 0.001 en todo el trayecto.

Tabla 3.29. Características de Nudos - SJB

;; ;;Nombre	Cota del Fondo	Prof. Máxima			
N-1	29.280	0.60	N-19	29.668	0.60
N-2	28.663	0.60	N-20	29.275	0.60
N-3	28.337	0.60	N-21	29.060	0.60
N-4	27.949	0.60	N-22	28.868	0.60
N-5	27.730	0.60	N-23	28.685	0.60
N-6	27.463	0.60	N-24	28.104	0.60
N-7	27.189	0.60	N-25	27.857	0.60
N-8	26.785	0.60	N-26	27.536	0.60
N-9	26.521	0.60	N-27	26.852	0.60
N-10	26.352	0.60	N-28	26.726	0.60
N-11	25.896	0.60	N-29	26.517	0.60
N-12	25.555	0.60	N-30	26.103	0.60
N-13	25.335	0.60	N-31	26.005	0.60
N-14	25.234	0.60	N-32	25.975	0.60
N-15	25.202	0.60	N-33	25.613	0.60
N-16	25.489	0.60	N-34	25.421	0.60
N-17	25.226	0.60	N-35	27.114	0.60
N-18	25.413	0.60			

Fuente: Elaboración Propia

c. Vertidos

La cuenca tiene un punto de vertido hacia la planta de tratamiento de aguas residuales, ubicada en el distrito de Cura Mori. Tiene una cota de fondo de 25.149 m.s.n.m.

d. Conductos

Los conductos poseen un nudo de ingreso y otro de salida, donde transportan el flujo. Se identifica la longitud de cada uno, considerando también que tienen un coeficiente de Manning de 0.009 (Tuberías de Pvc).

Tabla 3.30. Características de Conductos - SJB

;; ;;Nombre	Nudo Entrada	Nudo Salida	Longitud	Coef. n Manning
L-1	N-1	N-2	35.28	0.009
L-2	N-2	N-3	17.17	0.009
L-3	N-3	N-4	16.68	0.009
L-4	N-4	N-5	9.11	0.009
L-5	N-5	N-6	12.52	0.009
L-6	N-6	N-7	13.28	0.009
L-7	N-7	N-8	18.14	0.009
L-8	N-8	N-9	22.24	0.009
L-9	N-9	N-10	5.09	0.009
L-10	N-10	N-11	9.73	0.009
L-11	N-11	N-12	13.12	0.009
L-12	N-12	N-13	14.10	0.009
L-13	N-13	N-14	3.53	0.009
L-14	N-14	N-15	29.37	0.009
L-15	N-15	D-1	14.96	0.009

L-16	N-16	N-17	15.41	0.009
L-17	N-17	N-18	12.31	0.009
L-18	N-18	N-19	4.97	0.009
L-19	N-19	N-20	13.56	0.009
L-20	N-20	N-21	7.15	0.009
L-21	N-21	N-22	9.63	0.009
L-22	N-22	N-23	9.61	0.009
L-23	N-23	N-24	26.23	0.009
L-24	N-24	N-25	11.67	0.009
L-25	N-25	N-26	15.32	0.009
L-26	N-26	N-27	24.46	0.009
L-27	N-27	N-28	18.11	0.009
L-28	N-28	N-10	22.55	0.009
L-29	N-29	N-30	7.88	0.009
L-30	N-30	N-31	15.51	0.009
L-31	N-31	N-32	15.40	0.009
L-32	N-32	N-33	16.46	0.009
L-33	N-33	N-34	20.52	0.009
L-34	N-34	N-35	7.01	0.009
L-35	N-35	N-28	17.54	0.009

Fuente: Elaboración Propia

3. Cuenca SJC

a. Subcuenca

Para el dimensionamiento del modelo en el SWMM, se utilizó el plano de lotización con las áreas pertenecientes a cada subcuenca y el plano topográfico. Las subcuenca presentan una pendiente del 0.1% longitudinal. Se asume que el 80% de la escorrentía ingresa a los conductos y un 20% se infiltra en las áreas verdes. Se delimitaron 37 subcuencas.

Tabla 3.31. Características de Subcuencas - SJC

;;			Área	Porcent.	Anchura	Pend.
;;Nombre	Pluviómetro	Salida	Total	Imperm.	Width	Porcent.
;;						
C-1	LLUVIAL	N-1	6.854	80	216.85	0.1
C-2	LLUVIAL	N-2	5.125	80	225.612	0.1
C-3	LLUVIAL	N-2	10.152	80	216.521	0.1
C-4	LLUVIAL	N-10	11.545	80	245.845	0.1
C-5	LLUVIAL	N-10	10.125	80	205.123	0.1
C-6	LLUVIAL	N-18	14.562	80	276.512	0.1
C-7	LLUVIAL	N-3	5.625	80	216.235	0.1
C-8	LLUVIAL	N-3	5.632	80	195.632	0.1
C-9	LLUVIAL	N-11	5.502	80	178.352	0.1
C-10	LLUVIAL	N-11	6.245	80	254.255	0.1
C-11	LLUVIAL	N-19	5.006	80	176.452	0.1
C-12	LLUVIAL	N-4	4.562	80	224.632	0.1
C-13	LLUVIAL	N-4	4.985	80	206.532	0.1
C-14	LLUVIAL	N-12	5.125	80	168.654	0.1
C-15	LLUVIAL	N-12	5.125	80	216.521	0.1
C-16	LLUVIAL	N-20	5.125	80	206.512	0.1
C-17	LLUVIAL	N-5	4.953	80	142.852	0.1
C-18	LLUVIAL	N-5	5.162	80	242.652	0.1
C-19	LLUVIAL	N-13	5.635	80	214.621	0.1
C-20	LLUVIAL	N-13	5.006	80	155.116	0.1
C-21	LLUVIAL	N-21	5.248	80	245.62	0.1
C-22	LLUVIAL	N-6	4.125	80	254.123	0.1
C-23	LLUVIAL	N-6	6.856	80	216.854	0.1
C-24	LLUVIAL	N-14	5.985	80	262.312	0.1
C-25	LLUVIAL	N-14	5.635	80	210.654	0.1
C-26	LLUVIAL	N-22	5.632	80	245.621	0.1
C-27	LLUVIAL	N-7	5.452	80	256.124	0.1
C-28	LLUVIAL	N-7	6.892	80	178.654	0.1
C-29	LLUVIAL	N-15	6.503	80	246.852	0.1
C-30	LLUVIAL	N-15	5.963	80	253.125	0.1
C-31	LLUVIAL	N-23	6.485	80	235.201	0.1
C-32	LLUVIAL	N-8	7.621	80	204.632	0.1
C-33	LLUVIAL	N-8	5.125	80	225.641	0.1
C-34	LLUVIAL	N-16	4.458	80	212.542	0.1
C-35	LLUVIAL	N-16	5.263	80	258.017	0.1
C-36	LLUVIAL	N-16	6.845	80	201.954	0.1
C-37	LLUVIAL	N-24	57.185	80	268.125	0.1

Fuente: Elaboración Propia

b. Nudos

Están representados por los sumideros, medio por el cual se descarga la escorrentía superficial. Se considera una cota de fondo igual al del conducto y la altura se toma desde la cota de fondo hasta el nivel de la superficie donde discurre el agua pluvial. El nudo principal (N1 – N27), con una cota inicial de 30.429 m.s.n.m y final de 26.388 m.s.n.m; así también una pendiente del 0.001 en todo el trayecto.

Tabla 3.32. Características de Nudos - SJC

;; ;;Nombre	Cota del Fondo	Prof. Máxima			
N-1	30.429	0.60	N-15	28.435	0.60
N-2	29.961	0.60	N-16	28.127	0.60
N-3	29.357	0.60	N-17	27.797	0.60
N-4	28.870	0.60	N-18	30.212	0.60
N-5	28.622	0.60	N-19	30.052	0.60
N-6	28.230	0.60	N-20	29.684	0.60
N-7	27.963	0.60	N-21	29.285	0.60
N-8	27.676	0.60	N-22	28.960	0.60
N-9	27.282	0.60	N-23	28.668	0.60
N-10	30.729	0.60	N-24	28.228	0.60
N-11	29.815	0.60	N-25	28.013	0.60
N-12	29.420	0.60	N-26	26.869	0.60
N-13	28.976	0.60	N-27	26.388	0.60
N-14	28.719	0.60			

Fuente: Elaboración Propia

c. Vertidos

La cuenca tiene un punto de vertido hacia la planta de tratamiento de aguas residuales, ubicada en el distrito de Cura Mori. Tiene una cota de fondo de 26.116 m.s.n.m.

d. Conductos

Los conductos poseen un nudo de ingreso y otro de salida, donde transportan el flujo. Se identifica la longitud de cada uno, considerando también que tienen un coeficiente de Manning de 0.009 (Tuberías de Pvc).

Tabla 3.33. Características de Conductos – SJC

;; ;;Nombre	Nudo Entrada	Nudo Salida	Longitud	Coeff. n Manning
L-1	N-1	N-2	400	0.009
L-2	N-2	N-3	400	0.009
L-3	N-3	N-4	400	0.009
L-4	N-4	N-5	400	0.009
L-5	N-5	N-6	400	0.009
L-6	N-6	N-7	400	0.009
L-7	N-7	N-8	400	0.009
L-8	N-8	N-9	400	0.009
L-9	N-10	N-11	400	0.009
L-10	N-11	N-12	400	0.009
L-11	N-12	N-13	400	0.009
L-12	N-13	N-14	400	0.009
L-13	N-14	N-15	400	0.009
L-14	N-15	N-16	400	0.009
L-15	N-16	N-17	400	0.009
L-16	N-18	N-20	400	0.009
L-17	N-20	N-21	400	0.009
L-18	N-21	N-22	400	0.009
L-19	N-22	N-23	400	0.009
L-20	N-23	N-24	400	0.009
L-21	N-24	N-25	400	0.009
L-22	N-25	N-17	400	0.009
L-23	N-17	N-9	400	0.009
L-24	N-9	N-26	400	0.009
L-25	N-26	N-27	400	0.009
L-26	N-27	D-1	400	0.009

Fuente: Elaboración Propia

4. Cuenca SJD

a. Subcuenca

Para el dimensionamiento del modelo en el SWMM, se utilizó el plano de lotización con las áreas pertenecientes a cada subcuenca y el plano topográfico. Las subcuenca presentan una pendiente del 0.1% longitudinal. Se asume que el 80% de la escorrentía ingresa a los conductos y un 20% se infiltra en las áreas verdes. Se delimitaron 41 subcuencas.

Tabla 3.34. Características de Subcuencas – SJD

;;			Área	Porcent.	Anchura	Pend.
;;Nombre	Pluviómetro	Salida	Total	Imperm.	Width	Percent.
;;	-----	-----	-----	-----	-----	-----
C-1	LLUVIAL	N-1	7.254	80	189.321	0.1
C-2	LLUVIAL	N-2	6.524	80	220.638	0.1
C-3	LLUVIAL	N-6	2.152	80	74.632	0.1
C-4	LLUVIAL	N-7	7.652	80	212.639	0.1
C-5	LLUVIAL	N-8	7.856	80	235.261	0.1
C-6	LLUVIAL	N-15	7.652	80	245.632	0.1
C-7	LLUVIAL	N-3	5.964	80	186.542	0.1
C-8	LLUVIAL	N-4	5.684	80	242.684	0.1
C-9	LLUVIAL	N-9	6.854	80	145.869	0.1
C-10	LLUVIAL	N-11	6.854	80	201.654	0.1
C-11	LLUVIAL	N-5	5.125	80	184.621	0.1
C-12	LLUVIAL	N-4	6.152	80	206.521	0.1
C-13	LLUVIAL	N-28	5.218	80	209.512	0.1
C-14	LLUVIAL	N-29	5.125	80	210.954	0.1
C-15	LLUVIAL	N-31	6.251	80	215.642	0.1
C-16	LLUVIAL	N-30	6.251	80	215.684	0.1
C-17	LLUVIAL	N-29	2.512	80	70.654	0.1
C-18	LLUVIAL	N-32	5.125	80	202.512	0.1
C-19	LLUVIAL	N-34	6.854	80	215.684	0.1
C-20	LLUVIAL	N-33	6.854	80	254.821	0.1
C-21	LLUVIAL	N-32	2.031	80	74.625	0.1
C-22	LLUVIAL	N-35	7.521	80	240.685	0.1
C-23	LLUVIAL	N-10	6.251	80	212.305	0.1
C-24	LLUVIAL	N-14	5.005	80	221.852	0.1
C-25	LLUVIAL	N-13	4.125	80	210.639	0.1
C-26	LLUVIAL	N-16	5.632	80	221.036	0.1
C-27	LLUVIAL	N-16	5.652	80	245.632	0.1
C-28	LLUVIAL	N-18	14.852	80	272.541	0.1
C-29	LLUVIAL	N-12	2.685	80	72.865	0.1
C-30	LLUVIAL	N-12	2.865	80	64.852	0.1
C-31	LLUVIAL	N-20	5.025	80	224.512	0.1
C-32	LLUVIAL	N-17	6.521	80	235.001	0.1
C-33	LLUVIAL	N-21	5.164	80	224.25	0.1
C-34	LLUVIAL	N-26	5.241	80	220.624	0.1
C-35	LLUVIAL	N-19	9.524	80	216.251	0.1
C-36	LLUVIAL	N-20	6.125	80	210.632	0.1
C-37	LLUVIAL	N-23	5.452	80	145.632	0.1
C-38	LLUVIAL	N-23	5.001	80	237.676	0.1
C-39	LLUVIAL	N-22	6.542	80	226.514	0.1
C-40	LLUVIAL	N-25	5.124	80	210.856	0.1
C-41	LLUVIAL	N-24	5.365	80	225.365	0.1

Fuente: Elaboración Propia

b. Nudo

Están representados por los sumideros, medio por el cual se descarga la escorrentía superficial. Se considera una cota de fondo igual al del conducto y la altura se toma desde la cota de fondo hasta el nivel de la superficie donde discurre el agua pluvial. El nudo principal (N1 – N37), con una cota inicial de 26.107 m.s.n.m y final de 24.074 m.s.n.m; así también una pendiente del 0.001 en todo el trayecto.

Tabla 3.35. Características de Nudos - SJD

;;	Cota del	Prof.			
;;Nombre	Fondo	Máxima			
N-1	26.107	0.60	N-20	27.767	0.60
N-2	25.509	0.60	N-21	27.519	0.60
N-3	25.461	0.60	N-22	27.564	0.60
N-4	25.440	0.60	N-23	28.149	0.60
N-5	25.262	0.60	N-24	27.934	0.60
N-6	26.385	0.60	N-25	27.910	0.60
N-7	26.123	0.60	N-26	27.024	0.60
N-8	26.026	0.60	N-27	26.542	0.60
N-9	26.010	0.60	N-28	26.914	0.60
N-10	26.707	0.60	N-29	26.900	0.60
N-11	26.314	0.60	N-30	26.613	0.60
N-12	26.303	0.60	N-31	26.267	0.60
N-13	27.081	0.60	N-32	26.243	0.60
N-14	26.872	0.60	N-33	26.236	0.60
N-15	26.496	0.60	N-34	26.226	0.60
N-16	27.374	0.60	N-35	26.192	0.60
N-17	27.078	0.60	N-36	26.179	0.60
N-18	27.056	0.60	N-37	24.074	0.60
N-19	27.004	0.60			

Fuente: Elaboración Propia

c. Vertidos

La cuenca tiene un punto de vertido hacia la planta de tratamiento de aguas residuales, ubicada en el distrito de Cura Mori. Tiene una cota de fondo de 22.723 m.s.n.m.

d. Conductos

Los conductos poseen un nudo de ingreso y otro de salida, donde transportan el flujo. Se identifica la longitud de cada uno, considerando también que tienen un coeficiente de Manning de 0.009 (Tuberías de Pvc).

Tabla 3.36. Características de Conductos - SJD

;;	Nudo	Nudo		Coef. 1
;;Nombre	Entrada	Salida	Longitud	Manning
L-3	N-1	N-2	27.90	0.009
L-4	N-2	N-3	2.76	0.009
L-5	N-3	N-4	17.93	0.009
L-6	N-4	N-5	9.82	0.009
L-7	N-6	N-7	13.67	0.009
L-8	N-7	N-8	14.74	0.009
L-9	N-8	N-9	15.63	0.009
L-10	N-10	N-15	11.08	0.009
L-11	N-15	N-11	16.29	0.009
L-12	N-11	N-12	16.29	0.009
L-13	N-13	N-14	9.87	0.009
L-14	N-14	N-15	18.63	0.009
L-15	N-16	N-17	21.47	0.009
L-16	N-17	N-18	12.45	0.009
L-17	N-18	N-26	3.73	0.009
L-18	N-26	N-19	7.49	0.009
L-19	N-19	N-12	35.03	0.009
L-20	N-12	N-9	10.95	0.009
L-21	N-9	N-27	7.21	0.009
L-22	N-27	N-28	2.08	0.009
L-23	N-28	N-4	21.07	0.009
L-24	N-20	N-21	24.96	0.009
L-25	N-21	N-22	11.21	0.009
L-26	N-23	N-24	26.74	0.009
L-27	N-24	N-25	10.12	0.009
L-28	N-25	N-22	18.10	0.009
L-29	N-22	N-26	19.33	0.009
L-30	N-29	N-30	11.91	0.009
L-31	N-30	N-31	17.28	0.009
L-32	N-32	N-33	12.96	0.009
L-33	N-33	N-34	17.90	0.009
L-34	N-5	N-31	14.17	0.009
L-35	N-31	N-34	13.48	0.009
L-36	N-34	N-35	21.02	0.009
L-37	N-35	N-36	11.85	0.009
L-38	N-36	N-37	65.96	0.009
L-39	N-37	D-1	72.21	0.009

Fuente: Elaboración Propia

3.3.4.4.4 Simulación del Modelo de Drenaje Pluvial

Para la simulación hidráulica del agua pluvial a través del modelo de drenaje, se utilizara el método de la Onda Dinámica, ya que esta aplica la ecuación de continuidad y la cantidad de movimiento, permitiendo obtener resultados adecuados para el modelamiento.

3.3.4.4.5 Resultados

Se presentan los resultados del análisis del modelamiento del drenaje pluvial aplicando el software SWMM, para periodos de retorno de 25,30 y 40 años, que representan la simulación de eventos extraordinarios. Así mismo se modela para cuando no se presente un evento extremo analizado en los años 1993-2017.

3.3.4.4.5.1 Resultados para un T = 25 años con evento extremo

Se obtienen los resultados para un periodo de retorno de 25 años, con una frecuencia de precipitación de 24 hrs en el distrito de Cura Mori, región Piura, donde se presenta un evento extraordinario.

a. Resultados de la Cuenca SJA

Se presentan los resultados obtenidos del software SWMM, que pertenecen a la cuenca SJA en las siguientes tablas.

Tabla 3.37. Escorrentía superficial de la cuenca SJA

	Volumen ha · m	Altura mm
Escorrentía Superficial		
Precipitación Total	2.363	7.472
Pérdidas Evaporación	0.000	0.000
Pérdidas Infiltración	0.473	1.494
Escorrentía Superficial	1.473	4.656
Almacen. Final en Sup.	0.418	1.323
‡ Error Continuidad	-0.028	

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 3.38. Cálculo hidráulico de la cuenca SJA

	Volumen ha · m	Volumen 10 ⁻³ m ³
Cálculo Hidráulico		
Aporte Tiempo Seco	0.000	0.000
Aporte Tiempo Lluvia	1.454	14.539
Aporte Ag. Subterránea	0.000	0.000
Aportes dep. Lluvia	0.000	0.000
Aportes Externos	0.000	0.000
Descargas Externas	1.361	13.613
Descargas Internas	0.146	1.462
Perdidas Almacenamiento	0.000	0.000
Vol. Almacenado Inicial	0.000	0.000
Vol. Almacenado Final	0.010	0.096
‡ Error Continuidad	-4.344	

Fuente: Elaboración Propia

De los resultados analizados se entiende que de una serie temporal de 24 hrs, con una precipitación total de 7.472 mm, se tiene la infiltración total por subcuenca (mm), de modo que el software calcula el coeficiente de escorrentía de cada subcuenca.

Tabla 3.39. Resumen de escorrentía superficial de la cuenca SJA

Subcuenca	Precip Total mm	Aporte Total mm	Evap Total mm	Infil Total mm	Escor. Total mm	Escor. Total 10 ⁶ ltr	Escor. Punta LPS	Coef. Escor.
C-1	7.472	0.000	0.000	1.494	4.779	0.316	14.373	0.640
C-2	7.472	0.000	0.000	1.494	4.858	0.273	12.814	0.650
C-3	7.472	0.000	0.000	1.494	4.780	0.326	14.955	0.640
C-4	7.472	0.000	0.000	1.494	4.937	0.231	11.142	0.661
C-5	7.472	0.000	0.000	1.494	4.777	0.279	12.702	0.639
C-6	7.472	0.000	0.000	1.494	4.853	0.275	13.061	0.649
C-7	7.472	0.000	0.000	1.494	4.893	0.320	15.175	0.654
C-8	7.472	0.000	0.000	1.494	4.780	0.367	16.709	0.640
C-9	7.472	0.000	0.000	1.494	4.699	0.329	14.429	0.632
C-10	7.472	0.000	0.000	1.494	4.648	0.422	18.185	0.622
C-11	7.472	0.000	0.000	1.494	4.607	0.362	15.433	0.617
C-12	7.472	0.000	0.000	1.494	4.726	0.293	13.081	0.633
C-13	7.472	0.000	0.000	1.494	4.857	0.274	12.848	0.650
C-14	7.472	0.000	0.000	1.494	4.780	0.339	15.465	0.640
C-15	7.472	0.000	0.000	1.494	4.775	0.303	13.813	0.640
C-16	7.472	0.000	0.000	1.494	4.775	0.339	15.454	0.640
C-17	7.472	0.000	0.000	1.494	4.747	0.354	15.929	0.635
C-18	7.472	0.000	0.000	1.494	4.830	0.259	12.043	0.646
C-19	7.472	0.000	0.000	1.494	4.822	0.312	14.439	0.645
C-20	7.472	0.000	0.000	1.494	4.901	0.214	10.208	0.656
C-21	7.472	0.000	0.000	1.494	4.506	0.350	14.782	0.603
C-22	7.472	0.000	0.000	1.494	4.711	0.292	12.945	0.630
C-23	7.472	0.000	0.000	1.494	4.397	0.336	13.943	0.588
C-24	7.472	0.000	0.000	1.494	4.373	0.644	26.647	0.585
C-25	7.472	0.000	0.000	1.494	4.528	0.266	11.233	0.606
C-26	7.472	0.000	0.000	1.494	4.387	0.365	15.134	0.587
C-27	7.472	0.000	0.000	1.494	4.393	0.417	17.296	0.587
C-28	7.472	0.000	0.000	1.494	4.375	0.384	15.894	0.586
C-29	7.472	0.000	0.000	1.494	4.713	0.360	15.997	0.632
C-30	7.472	0.000	0.000	1.494	4.482	0.325	13.651	0.600
C-31	7.472	0.000	0.000	1.494	4.475	0.153	6.431	0.599
C-32	7.472	0.000	0.000	1.494	4.775	0.240	10.934	0.639
C-33	7.472	0.000	0.000	1.494	4.775	0.281	12.753	0.639
C-34	7.472	0.000	0.000	1.494	4.752	0.101	4.563	0.636
C-35	7.472	0.000	0.000	1.494	4.712	0.310	13.748	0.631
C-36	7.472	0.000	0.000	1.494	4.634	0.438	18.798	0.620
C-37	7.472	0.000	0.000	1.494	4.674	0.329	14.341	0.626
C-38	7.472	0.000	0.000	1.494	4.796	0.232	10.652	0.642
C-39	7.472	0.000	0.000	1.494	4.763	0.096	4.337	0.637
C-40	7.472	0.000	0.000	1.494	4.756	0.286	12.906	0.636
C-41	7.472	0.000	0.000	1.494	4.792	0.345	15.799	0.641
C-42	7.472	0.000	0.000	1.494	4.662	0.298	12.918	0.624
C-43	7.472	0.000	0.000	1.494	4.515	0.274	11.560	0.604
C-44	7.472	0.000	0.000	1.494	4.732	0.331	14.807	0.633
C-45	7.472	0.000	0.000	1.494	4.553	0.288	12.216	0.609
C-46	7.472	0.000	0.000	1.494	4.389	0.427	17.725	0.587
C-47	7.472	0.000	0.000	1.494	4.621	0.367	15.700	0.619
Sistema	7.472	0.000	0.000	1.494	4.656	14.725	639.462	0.623

Fuente: Elaboración Propia

En la siguiente tabla se muestra el nivel medio y máximo del flujo alcanzado, con respecto a la cota de rasante, permitiendo hallar la cota del calado crítico identificado en el momento en que ocurre, ante una precipitación máxima diaria de 24 hrs.

Tabla 3.40. Resumen de nivel de nudos de la cuenca SJA

Nudo	Tipo	Nivel Medio Metros	Nivel Máximo Metros	Altura Máxima Metros	Instante Nivel Máx. días hr:min
N-1	JUNCTION	0.06	0.07	27.98	0 03:00
N-2	JUNCTION	0.07	0.08	27.78	0 03:00
N-3	JUNCTION	0.08	0.10	27.50	0 01:20
N-4	JUNCTION	-1.79	0.52	27.86	0 01:13
N-5	JUNCTION	-3.16	0.80	28.11	0 01:11
N-6	JUNCTION	-2.74	0.16	27.32	0 02:53
N-7	JUNCTION	0.10	0.80	27.77	0 01:13
N-8	JUNCTION	0.12	0.80	27.59	0 01:11
N-9	JUNCTION	-0.96	0.24	26.79	0 02:53
N-10	JUNCTION	0.14	0.80	27.16	0 01:10
N-11	JUNCTION	-0.38	0.80	26.71	0 01:07
N-12	JUNCTION	-0.51	0.29	26.12	0 02:54
N-13	JUNCTION	0.17	0.80	26.16	0 01:10
N-14	JUNCTION	0.24	0.80	25.80	0 01:07
N-15	JUNCTION	0.31	0.80	25.71	0 01:11
N-16	JUNCTION	0.24	0.37	25.25	0 02:54
N-17	JUNCTION	0.22	0.80	25.61	0 01:11
N-18	JUNCTION	0.04	0.04	28.48	0 03:00
N-19	JUNCTION	0.07	0.07	28.30	0 03:00
N-20	JUNCTION	0.06	0.07	28.17	0 03:00
N-21	JUNCTION	0.08	0.09	27.80	0 03:00
N-22	JUNCTION	0.09	0.10	26.47	0 03:00
N-23	JUNCTION	0.10	0.11	26.00	0 03:00
N-24	JUNCTION	0.10	0.11	25.86	0 03:00
N-25	JUNCTION	0.11	0.12	25.70	0 03:00
N-26	JUNCTION	0.20	0.22	25.52	0 03:00
N-27	JUNCTION	0.25	0.27	25.48	0 03:00
N-28	JUNCTION	0.23	0.25	25.45	0 03:01
N-29	JUNCTION	0.14	0.19	25.35	0 01:11
N-30	JUNCTION	0.04	0.05	25.16	0 04:00
N-31	JUNCTION	0.05	0.05	24.77	0 04:00
N-32	JUNCTION	0.11	0.18	24.60	0 03:00
N-33	JUNCTION	0.22	0.51	24.79	0 01:17
N-34	JUNCTION	0.35	0.49	24.66	0 03:03
N-35	JUNCTION	0.39	0.45	24.57	0 03:02
D-1	OUTFALL	0.39	0.44	23.27	0 03:02

Fuente: Elaboración Propia

En la siguiente tabla se evidencia el aporte lateral y total máximos del flujo por nudo, teniendo como unidad LPS (Caudal) y L (Volumen), determinando el momento en que ocurre el aporte máximo.

Tabla 3.41. Resumen de aporte en nudos de la cuenca SJA

Nudo	Tipo	Aporte Lateral Máximo LPS	Aporte Total Máximo LPS	Instante de Aporte Máximo días hr:min	Volumen Aporte Lateral 10 ⁻⁶ ltr	Volumen Aporte Total 10 ⁻⁶ ltr
N-1	JUNCTION	27.15	27.15	0 03:00	0.582	0.581
N-2	JUNCTION	25.76	52.94	0 03:00	0.551	1.132
N-3	JUNCTION	16.71	69.63	0 03:00	0.362	1.494
N-4	JUNCTION	14.43	1047.67	0 01:11	0.325	1.821
N-5	JUNCTION	28.40	1342.79	0 01:17	0.647	2.352
N-6	JUNCTION	29.28	7794.99	0 01:16	0.635	3.221
N-7	JUNCTION	31.38	9917.20	0 01:13	0.685	4.085
N-8	JUNCTION	26.48	8405.53	0 01:11	0.564	4.290
N-9	JUNCTION	24.42	3561.05	0 01:18	0.557	4.456
N-10	JUNCTION	12.95	9924.47	0 01:10	0.289	5.074
N-11	JUNCTION	13.94	3104.31	0 01:11	0.331	4.953
N-12	JUNCTION	26.37	2668.47	0 01:07	0.622	5.360
N-13	JUNCTION	29.13	4200.06	0 01:10	0.676	6.196
N-14	JUNCTION	18.80	3585.29	0 01:07	0.433	6.568
N-15	JUNCTION	12.92	6058.79	0 01:11	0.294	6.847
N-16	JUNCTION	12.22	1149.82	0 01:11	0.284	6.955
N-17	JUNCTION	0.00	4570.87	0 01:11	0.000	11.578
N-18	JUNCTION	11.14	11.14	0 03:00	0.228	0.228
N-19	JUNCTION	14.85	25.99	0 03:00	0.322	0.550
N-20	JUNCTION	15.18	41.16	0 03:00	0.316	0.866
N-21	JUNCTION	31.03	72.18	0 03:00	0.687	1.553
N-22	JUNCTION	26.65	96.85	0 03:00	0.635	2.187
N-23	JUNCTION	17.30	112.91	0 03:00	0.411	2.597
N-24	JUNCTION	6.43	119.04	0 03:00	0.151	2.747
N-25	JUNCTION	23.69	142.70	0 03:00	0.515	3.262
N-26	JUNCTION	24.99	167.67	0 03:00	0.554	3.816
N-27	JUNCTION	11.56	178.83	0 03:00	0.270	4.085
N-28	JUNCTION	17.72	195.33	0 03:00	0.421	4.504
N-29	JUNCTION	0.00	206.51	0 01:11	0.000	4.505
N-30	JUNCTION	15.89	15.89	0 04:00	0.378	0.378
N-31	JUNCTION	4.56	20.25	0 04:00	0.100	0.478
N-32	JUNCTION	18.08	76.33	0 02:59	0.401	0.924
N-33	JUNCTION	28.70	203.59	0 02:59	0.624	1.767
N-34	JUNCTION	30.47	221.05	0 03:03	0.690	2.422
N-35	JUNCTION	0.00	1058.21	0 01:11	0.000	13.616
D-1	OUTFALL	0.00	640.73	0 03:02	0.000	13.613

Fuente: Elaboración Propia

En la siguiente tabla se evidencia el tiempo de inundación en los nudos críticos, como también el caudal máximo correspondiente a cada uno, evaluado en el instante que sucede el máximo hecho y la cantidad de agua que excede el nivel con la calzada.

Tabla 3.42. Resumen de inundación en nudos de la cuenca SJA

Nudo	Horas Inundado	Caudal Máximo LPS	Instante en que sucede el Máximo días hr:min	Volumen Total Inund. 10 ⁻⁶ ltr	Volumen Máximo Estanc. ha-mm
N-5	0.02	121.94	0 01:11	0.007	0.00
N-7	0.05	4959.86	0 01:13	0.625	0.00
N-8	0.05	4208.03	0 01:11	0.406	0.00
N-10	0.03	4962.55	0 01:10	0.497	0.00
N-11	0.02	756.07	0 01:07	0.046	0.00
N-13	0.03	2101.51	0 01:10	0.182	0.00
N-14	0.02	1789.11	0 01:07	0.108	0.00
N-15	0.02	3029.75	0 01:11	0.185	0.00
N-17	0.02	2283.67	0 01:11	0.139	0.00

Fuente: Elaboración Propia

En la siguiente tabla se muestra se muestra caudal medio y máximo del vertido o descarga del flujo, de la cuenca SJA. Así mismo, el volumen total de descarga.

Tabla 3.43. Resumen de vertido de la cuenca SJA

Nudo de Vertido	Frec. Vertido % Porc.	Caudal Medio LPS	Caudal Máximo LPS	Volumen Total 10 ⁻⁶ ltr
D-1	99.79	531.46	640.73	13.613
Sistema	99.79	531.46	640.73	13.613

Fuente: Elaboración Propia

En la siguiente tabla se muestra los caudales máximos en los conductos de la red de drenaje pluvial, como también la velocidad máxima de cada uno.

Tabla 3.44. Resumen de caudal en líneas de la cuenca SJA

Línea	Tipo	Caudal Máximo LPS	Instante Caudal Máx días hr:min	Veloc. Máxima m/sec	Caudal Máx/ Lleno	Nivel Máx/ Lleno
L-1	CONDUIT	27.18	0 03:00	1.14	0.02	0.09
L-2	CONDUIT	52.93	0 03:00	3.05	0.02	0.11
L-3	CONDUIT	74.20	0 01:13	10.81	0.03	0.14
L-4	CONDUIT	1042.84	0 01:11	25.03	0.39	0.50
L-5	CONDUIT	7791.18	0 01:16	31.00	3.10	0.50
L-6	CONDUIT	5914.32	0 01:13	39.45	3.29	0.77
L-7	CONDUIT	8403.45	0 01:11	33.43	3.02	0.84
L-8	CONDUIT	3557.63	0 01:18	>50.00	1.11	0.50
L-9	CONDUIT	9923.72	0 01:10	39.48	3.20	0.50
L-10	CONDUIT	3103.62	0 01:11	>50.00	1.11	0.50
L-11	CONDUIT	2667.76	0 01:07	>50.00	0.75	0.50
L-12	CONDUIT	4198.50	0 01:10	16.70	1.51	0.50
L-13	CONDUIT	3584.67	0 01:07	>50.00	1.55	1.00
L-14	CONDUIT	6057.95	0 01:11	24.10	3.50	0.55
L-15	CONDUIT	717.25	0 01:11	34.09	0.88	0.51
L-16	CONDUIT	4561.72	0 01:11	17.23	3.46	0.52
L-17	CONDUIT	11.14	0 03:00	0.68	0.01	0.07
L-18	CONDUIT	25.99	0 03:00	1.20	0.02	0.09
L-19	CONDUIT	41.15	0 03:00	1.68	0.01	0.10
L-20	CONDUIT	72.17	0 03:00	2.19	0.02	0.12
L-21	CONDUIT	96.84	0 03:00	2.43	0.03	0.13
L-22	CONDUIT	112.91	0 03:00	2.60	0.04	0.14
L-23	CONDUIT	119.04	0 03:00	2.59	0.04	0.15
L-24	CONDUIT	142.70	0 03:00	1.82	0.05	0.21
L-25	CONDUIT	167.68	0 03:00	1.28	0.12	0.31
L-26	CONDUIT	178.83	0 03:00	1.25	0.36	0.33
L-27	CONDUIT	195.32	0 03:01	3.72	0.22	0.25
L-28	CONDUIT	15.89	0 04:00	1.26	0.01	0.06
L-29	CONDUIT	20.25	0 04:00	2.11	0.01	0.14
L-30	CONDUIT	106.00	0 03:02	1.59	0.05	0.50
L-31	CONDUIT	190.65	0 03:03	4.79	0.11	0.50
L-32	CONDUIT	151.27	0 02:58	0.82	0.15	0.58
L-33	CONDUIT	156.23	0 01:11	9.97	0.07	0.52
L-34	CONDUIT	1051.63	0 01:11	7.88	0.42	0.55
L-35	CONDUIT	640.73	0 03:02	2.25	0.59	0.55

Fuente: Elaboración Propia

A continuación se presenta el perfil de lámina de agua de la cuenca SJA, donde se evidencia la variación del flujo en la simulación respecto a la profundidad de los nudos y la distancia de los conductos, evaluado para una precipitación máxima diaria en 24 hrs.

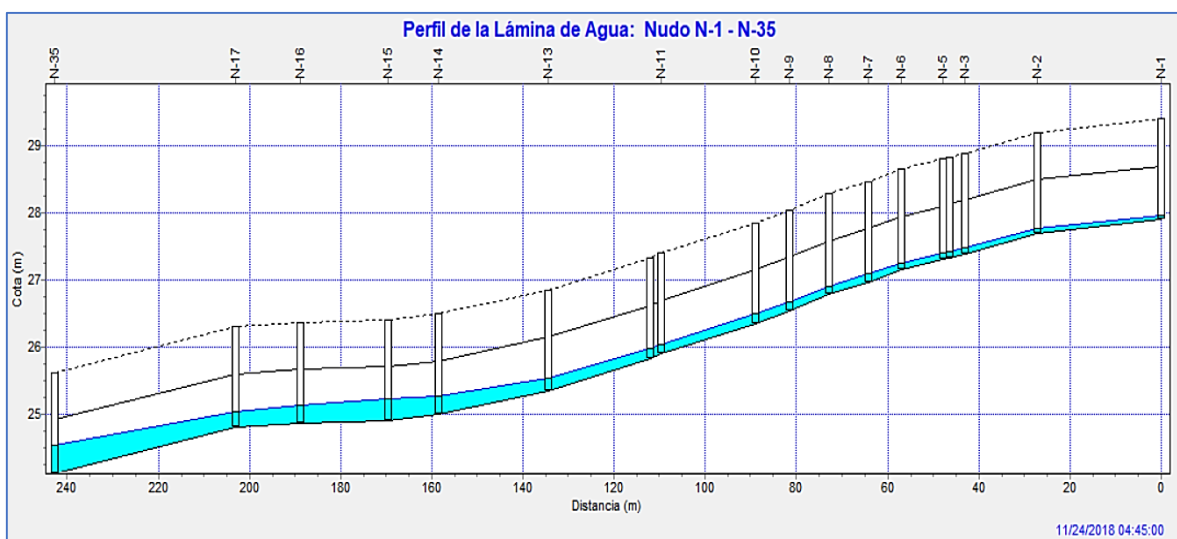


Figura 3.30. Perfil de Lámina de Agua de la Cuenca SJA

b. Resultados de la Cuenca SJB

Se presentan los resultados obtenidos del software SWMM, que pertenecen a la cuenca SJA en las siguientes tablas.

Tabla 3.45. Escorrentía superficial de la cuenca SJB

	Volumen ha·m	Altura mm
Escorrentía Superficial	-----	-----
Precipitación Total	2.237	8.570
Pérdidas Evaporación	0.000	0.000
Pérdidas Infiltración	0.447	1.714
Escorrentía Superficial	1.428	5.471
Almacen. Final en Sup.	0.362	1.388
% Error Continuidad	-0.032	

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 3.46. Calculo hidráulico de la cuenca SJB

	Volumen ha·m	Volumen 10 ³ m ³
Cálculo Hidráulico	-----	-----
Aporte Tiempo Seco	0.000	0.000
Aporte Tiempo Lluvia	1.410	14.102
Aporte Ag. Subterránea	0.000	0.000
Aportes dep. Lluvia	0.000	0.000
Aportes Externos	0.000	0.000
Descargas Externas	1.007	10.072
Descargas Internas	0.475	4.746
Perdidas Almacenamiento	0.000	0.000
Vol. Almacenado Inicial	0.000	0.000
Vol. Almacenado Final	0.004	0.044
% Error Continuidad	-8.391	

Fuente: Elaboración Propia

De los resultados analizados se entiende que de una serie temporal de 24 hrs, con una precipitación total de 8.570 mm, se tiene la infiltración total por subcuenca (mm), de modo que el software calcula el coeficiente de escorrentía de cada subcuenca.

Tabla 3.47. Resumen de escorrentía superficial de la cuenca SJB

Subcuenca	Precip. Total mm	Aporte Total mm	Evap Total mm	Infil. Total mm	Escor. Total mm	Escor. Total 10 ⁶ ltr	Escor. Punta LPS	Coef. Escor.
C-1	8.570	0.000	0.000	1.714	5.149	0.734	30.843	0.601
C-2	8.570	0.000	0.000	1.714	5.567	0.299	13.961	0.650
C-3	8.570	0.000	0.000	1.714	5.473	0.375	16.959	0.639
C-4	8.570	0.000	0.000	1.714	5.400	0.370	16.287	0.630
C-5	8.570	0.000	0.000	1.714	5.382	0.456	19.936	0.628
C-6	8.570	0.000	0.000	1.714	5.546	0.325	15.074	0.647
C-7	8.570	0.000	0.000	1.714	5.451	0.388	17.422	0.636
C-8	8.570	0.000	0.000	1.714	5.642	0.257	12.343	0.658
C-9	8.570	0.000	0.000	1.714	5.424	0.245	10.873	0.633
C-10	8.570	0.000	0.000	1.714	5.514	0.354	16.259	0.643
C-11	8.570	0.000	0.000	1.714	5.514	0.354	16.259	0.643
C-12	8.570	0.000	0.000	1.714	5.514	0.354	16.259	0.643
C-13	8.570	0.000	0.000	1.714	5.514	0.354	16.259	0.643
C-14	8.570	0.000	0.000	1.714	5.525	0.360	16.608	0.645
C-15	8.570	0.000	0.000	1.714	5.370	0.263	11.440	0.627
C-16	8.570	0.000	0.000	1.714	5.763	0.245	12.177	0.672
C-17	8.570	0.000	0.000	1.714	5.552	0.272	12.646	0.648
C-18	8.570	0.000	0.000	1.714	5.594	0.294	13.866	0.653
C-19	8.570	0.000	0.000	1.714	5.594	0.266	12.550	0.653
C-20	8.570	0.000	0.000	1.714	5.508	0.255	11.671	0.643
C-21	8.570	0.000	0.000	1.714	5.471	0.293	13.253	0.638
C-22	8.570	0.000	0.000	1.714	5.586	0.321	15.131	0.652
C-23	8.570	0.000	0.000	1.714	5.612	0.323	15.333	0.655
C-24	8.570	0.000	0.000	1.714	5.641	0.300	14.402	0.658
C-25	8.570	0.000	0.000	1.714	5.537	0.295	13.640	0.646
C-26	8.570	0.000	0.000	1.714	5.698	0.264	12.878	0.665
C-27	8.570	0.000	0.000	1.714	5.378	0.512	22.355	0.628
C-28	8.570	0.000	0.000	1.714	5.495	0.377	17.168	0.641
C-29	8.570	0.000	0.000	1.714	5.461	0.293	13.184	0.637
C-30	8.570	0.000	0.000	1.714	5.742	0.250	12.347	0.670
C-31	8.570	0.000	0.000	1.714	5.411	0.305	13.489	0.631
C-32	8.570	0.000	0.000	1.714	5.604	0.334	15.831	0.654
C-33	8.570	0.000	0.000	1.714	5.537	0.346	16.030	0.646
C-34	8.570	0.000	0.000	1.714	5.357	0.567	24.558	0.625
C-35	8.570	0.000	0.000	1.714	5.172	0.510	21.467	0.603
C-36	8.570	0.000	0.000	1.714	5.378	0.428	18.691	0.628
C-37	8.570	0.000	0.000	1.714	5.576	0.389	18.274	0.651
C-38	8.570	0.000	0.000	1.714	5.447	0.379	16.968	0.636
C-39	8.570	0.000	0.000	1.714	5.369	0.330	14.369	0.626
C-40	8.570	0.000	0.000	1.714	5.403	0.316	13.919	0.631
C-41	8.570	0.000	0.000	1.714	5.595	0.323	15.216	0.652
Sistema	8.570	0.000	0.000	1.714	5.471	14.277	645.838	0.638

Fuente: Elaboración Propia

En la siguiente tabla se muestra el nivel medio y máximo del flujo alcanzado, con respecto a la cota de rasante, permitiendo hallar la cota del calado crítico identificado en el momento en que ocurre, ante una precipitación máxima diaria de 24 hrs.

Tabla 3.48. Resumen de nivel de nudos de la cuenca SJB

Nudo	Tipo	Nivel Medio Metros	Nivel Máximo Metros	Altura Máxima Metros	Instante Nivel Máx. días hr:min
N-1	JUNCTION	0.05	0.06	29.34	0 04:00
N-2	JUNCTION	0.06	0.07	28.74	0 04:00
N-3	JUNCTION	0.08	0.09	28.42	0 03:00
N-4	JUNCTION	0.08	0.09	28.04	0 03:00
N-5	JUNCTION	0.09	0.11	27.84	0 03:00
N-6	JUNCTION	0.10	0.12	27.58	0 03:00
N-7	JUNCTION	0.11	0.13	27.32	0 03:00
N-8	JUNCTION	0.14	0.50	27.29	0 01:28
N-9	JUNCTION	0.12	0.80	27.32	0 01:28
N-10	JUNCTION	0.04	0.80	27.15	0 01:27
N-11	JUNCTION	-0.14	0.80	26.70	0 01:28
N-12	JUNCTION	0.11	0.80	26.36	0 01:01
N-13	JUNCTION	0.17	0.80	26.14	0 01:10
N-14	JUNCTION	0.34	0.45	25.69	0 03:00
N-15	JUNCTION	-0.62	0.37	25.57	0 03:00
N-16	JUNCTION	0.26	0.29	29.78	0 03:00
N-17	JUNCTION	0.52	0.55	29.78	0 03:00
N-18	JUNCTION	0.24	0.80	30.21	0 01:20
N-19	JUNCTION	0.06	0.80	30.47	0 01:21
N-20	JUNCTION	0.07	0.09	29.36	0 03:00
N-21	JUNCTION	0.02	0.11	29.17	0 03:00
N-22	JUNCTION	0.10	0.80	29.67	0 01:18
N-23	JUNCTION	0.10	0.51	29.20	0 01:21
N-24	JUNCTION	0.11	0.53	29.43	0 01:21
N-25	JUNCTION	0.12	0.59	29.45	0 01:21
N-26	JUNCTION	0.12	0.61	29.15	0 01:21
N-27	JUNCTION	0.18	0.68	27.54	0 01:21
N-28	JUNCTION	0.12	0.80	27.53	0 01:28
N-29	JUNCTION	0.01	0.05	26.57	0 01:31
N-30	JUNCTION	0.08	0.80	26.90	0 01:15
N-31	JUNCTION	0.19	0.80	26.81	0 01:15
N-32	JUNCTION	0.20	0.80	26.78	0 01:34
N-33	JUNCTION	0.59	0.80	26.41	0 01:24
N-34	JUNCTION	0.78	0.80	26.22	0 01:15
N-35	JUNCTION	-10.76	0.03	27.15	0 01:22
D-1	OUTFALL	0.29	0.80	25.95	0 01:02

Fuente: Elaboración Propia

En la siguiente tabla se evidencia el aporte lateral y total máximos del flujo por nudo, teniendo como unidad LPS (Caudal) y L (Volumen), determinando el momento en que ocurre el aporte máximo.

Tabla 3.49. Resumen de aporte en nudos de la cuenca SJB

Nudo	Tipo	Aporte Lateral Máximo LPS	Aporte Total Máximo LPS	Instante de Aporte Máximo días hr:min	Volumen Aporte Lateral 10 ⁶ ltr	Volumen Aporte Total 10 ⁶ ltr
N-1	JUNCTION	30.84	30.84	0 04:00	0.724	0.724
N-2	JUNCTION	16.26	46.13	0 04:00	0.350	1.074
N-3	JUNCTION	28.60	74.21	0 03:00	0.605	1.678
N-4	JUNCTION	10.87	85.08	0 03:00	0.242	1.919
N-5	JUNCTION	23.62	108.67	0 03:00	0.502	2.421
N-6	JUNCTION	28.38	137.03	0 03:00	0.608	3.028
N-7	JUNCTION	17.17	154.15	0 03:00	0.372	3.399
N-8	JUNCTION	38.38	675.51	0 01:28	0.848	4.258
N-9	JUNCTION	29.13	6038.94	0 01:28	0.632	5.157
N-10	JUNCTION	0.00	5899.98	0 01:28	0.000	10.827
N-11	JUNCTION	0.00	8451.60	0 01:39	0.000	10.804
N-12	JUNCTION	0.00	6435.87	0 01:09	0.000	10.706
N-13	JUNCTION	0.00	5353.48	0 01:24	0.000	10.488
N-14	JUNCTION	0.00	2751.12	0 01:10	0.000	10.089
N-15	JUNCTION	0.00	1911.81	0 01:34	0.000	10.126
N-16	JUNCTION	13.96	65.68	0 01:21	0.295	0.298
N-17	JUNCTION	16.96	3031.31	0 01:21	0.371	0.737
N-18	JUNCTION	16.29	1619.92	0 01:21	0.366	1.115
N-19	JUNCTION	15.07	4313.82	0 01:21	0.321	1.399
N-20	JUNCTION	17.42	1502.87	0 01:21	0.384	1.688
N-21	JUNCTION	19.94	59.54	0 03:00	0.450	2.123
N-22	JUNCTION	16.26	4096.52	0 01:21	0.350	2.579
N-23	JUNCTION	16.26	1973.25	0 01:21	0.350	2.827
N-24	JUNCTION	26.51	1519.24	0 01:21	0.559	3.387
N-25	JUNCTION	29.73	1102.31	0 01:21	0.616	4.003
N-26	JUNCTION	25.53	1388.24	0 01:21	0.537	4.536
N-27	JUNCTION	45.77	1399.42	0 01:21	1.063	5.605
N-28	JUNCTION	0.00	1302.51	0 01:39	0.000	5.674
N-29	JUNCTION	16.61	823.70	0 01:15	0.356	0.374
N-30	JUNCTION	24.22	1240.53	0 01:15	0.515	0.910
N-31	JUNCTION	26.52	1711.94	0 01:15	0.552	1.461
N-32	JUNCTION	29.32	1781.90	0 01:34	0.632	2.928
N-33	JUNCTION	36.96	3845.90	0 01:31	0.808	4.477
N-34	JUNCTION	31.34	1605.06	0 01:24	0.701	4.118
N-35	JUNCTION	0.00	1448.56	0 01:31	0.000	0.072
D-1	OUTFALL	0.00	4219.62	0 01:02	0.000	10.072

Fuente: Elaboración Propia

En la siguiente tabla se evidencia el tiempo de inundación en los nudos críticos, como también el caudal máximo correspondiente a cada uno, evaluado en el instante que sucede el máximo hecho y la cantidad de agua que excede el nivel con la calzada.

Tabla 3.50. Resumen de inundación en nudos de la cuenca SJB

Nudo	Horas Inundado	Caudal Máximo LPS	Instante en que sucede el Máximo días hr:min	Volumen Total Inund. 10 ⁶ ltr	Volumen Máximo Estanc. ha-mm
N-9	0.03	2355.75	0 01:28	0.189	0.00
N-10	0.03	1367.74	0 01:34	0.104	0.00
N-11	0.03	3437.83	0 01:28	0.269	0.00
N-12	0.09	3217.93	0 01:09	0.375	0.00
N-13	0.04	2857.27	0 01:10	0.350	0.00
N-18	0.02	747.42	0 01:20	0.045	0.00
N-19	0.01	2157.20	0 01:21	0.080	0.00
N-22	0.02	2046.88	0 01:21	0.113	0.00
N-28	0.01	505.85	0 01:28	0.022	0.00
N-30	0.01	626.81	0 01:15	0.018	0.00
N-31	0.01	857.55	0 01:15	0.021	0.00
N-32	0.02	922.26	0 01:34	0.051	0.00
N-33	0.07	1928.67	0 01:31	0.200	0.00
N-34	5.05	956.64	0 01:34	3.501	0.00

Fuente: Elaboración Propia

En la siguiente tabla se muestra se muestra caudal medio y máximo del vertido o descarga del flujo, de la cuenca SJB. Así mismo, el volumen total de descarga.

Tabla 3.51. Resumen de vertido de la cuenca SJB

Nudo de Vertido	Frec. Vertido % Porc.	Caudal Medio LPS	Caudal Máximo LPS	Volumen Total 10 ⁶ ltr
D-1	96.08	352.99	4219.62	10.072
Sistema	96.08	352.99	4219.62	10.072

Fuente: Elaboración Propia

En la siguiente tabla se muestra los caudales máximos en los conductos de la red de drenaje pluvial, como también la velocidad máxima de cada uno.

Tabla 3.52. Resumen de caudal en líneas de la cuenca SJB

Línea	Tipo	Caudal Máximo LPS	Instante Caudal Máx días hr:min	Veloc. Máxima m/sec	Caudal Máx/ Lleno	Nivel Máx/ Lleno
L-1	CONDUIT	30.84	0 04:00	1.50	0.01	0.08
L-2	CONDUIT	46.13	0 04:00	1.76	0.02	0.10
L-3	CONDUIT	74.21	0 03:00	2.36	0.03	0.11
L-4	CONDUIT	85.08	0 03:00	2.33	0.03	0.13
L-5	CONDUIT	108.67	0 03:00	2.77	0.04	0.14
L-6	CONDUIT	137.03	0 03:00	2.76	0.05	0.15
L-7	CONDUIT	154.19	0 03:00	2.46	0.05	0.39
L-8	CONDUIT	665.64	0 01:28	15.59	0.32	0.79
L-9	CONDUIT	5907.79	0 01:28	>50.00	1.70	0.56
L-10	CONDUIT	8451.60	0 01:39	>50.00	2.04	0.50
L-11	CONDUIT	6435.87	0 01:09	>50.00	2.09	0.50
L-12	CONDUIT	5353.48	0 01:24	>50.00	2.24	0.87
L-13	CONDUIT	2751.12	0 01:10	15.71	0.85	0.50
L-14	CONDUIT	1911.81	0 01:34	7.93	3.03	0.51
L-15	CONDUIT	4219.62	0 01:02	16.79	3.71	0.50
L-16	CONDUIT	645.90	0 01:21	6.68	0.26	0.53
L-17	CONDUIT	2382.56	0 01:21	9.48	1.01	0.57
L-18	CONDUIT	4311.10	0 01:21	45.88	1.00	0.50
L-19	CONDUIT	1499.94	0 01:21	42.27	0.46	0.50
L-20	CONDUIT	79.61	0 03:00	6.12	0.02	0.50
L-21	CONDUIT	4093.68	0 01:21	15.80	1.52	0.52
L-22	CONDUIT	1970.37	0 01:21	5.77	0.75	0.91
L-23	CONDUIT	1513.22	0 01:21	5.14	0.53	0.67
L-24	CONDUIT	1096.30	0 01:21	4.88	0.39	0.70
L-25	CONDUIT	1383.06	0 01:21	4.05	0.50	0.65
L-26	CONDUIT	1386.58	0 01:21	4.04	0.43	0.65
L-27	CONDUIT	1173.82	0 01:22	4.58	0.74	0.61
L-28	CONDUIT	3455.14	0 01:31	>50.00	1.40	0.50
L-29	CONDUIT	1237.86	0 01:15	28.41	0.28	0.52
L-30	CONDUIT	1708.64	0 01:15	10.02	1.13	0.52
L-31	CONDUIT	1771.33	0 01:34	11.34	2.10	0.57
L-32	CONDUIT	2788.42	0 01:42	11.09	0.98	0.88
L-33	CONDUIT	2147.46	0 01:24	>50.00	1.16	1.00
L-34	CONDUIT	27.93	0 01:22	0.48	0.00	0.50
L-35	CONDUIT	1448.56	0 01:31	6.19	0.51	0.47

Fuente: Elaboración Propia

A continuación se presenta el perfil de lámina de agua de la cuenca SJB, donde se evidencia la variación del flujo en la simulación respecto a la profundidad de los nudos y la distancia de los conductos, evaluado para una precipitación máxima diaria en 24 hrs.

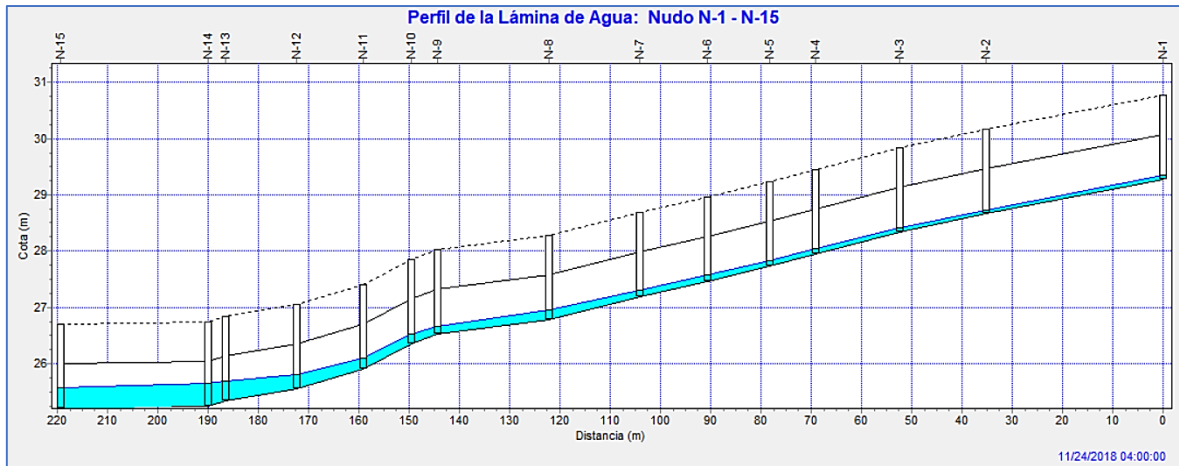


Figura 3.31. Perfil de Lámina de Agua de la Cuenca SJB

c. Resultados de la Cuenca SJC

Se presentan los resultados obtenidos del software SWMM, que pertenecen a la cuenca SJA en las siguientes tablas.

Tabla 3.53. Escorrentía superficial de la cuenca SJC

	Volumen ha·m	Altura mm
Escorrentía Superficial		
Precipitación Total	2.691	9.498
Pérdidas Evaporación	0.000	0.000
Pérdidas Infiltración	0.538	1.900
Escorrentía Superficial	1.626	5.739
Almacen. Final en Sup.	0.528	1.863
% Error Continuidad	-0.030	

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 3.54. Cálculo hidráulico de la cuenca SJC

	Volumen ha·m	Volumen 10 ³ m ³
Cálculo Hidráulico		
Aporte Tiempo Seco	0.000	0.000
Aporte Tiempo Lluvia	1.607	16.066
Aporte Ag. Subterránea	0.000	0.000
Aportes dep. Lluvia	0.000	0.000
Aportes Externos	0.000	0.000
Descargas Externas	1.448	14.482
Descargas Internas	0.000	0.004
Pérdidas Almacenamiento	0.000	0.000
Vol. Almacenado Inicial	0.000	0.000
Vol. Almacenado Final	0.132	1.319
% Error Continuidad	1.626	

Fuente: Elaboración Propia

De los resultados analizados se entiende que de una serie temporal de 24 hrs, con una precipitación total de 9.498 mm, se tiene la infiltración total por subcuenca (mm), de modo que el software calcula el coeficiente de escorrentía de cada subcuenca.

Tabla 3.55. Resumen de escorrentía superficial de la cuenca SJC

Subcuenca	Precip. Total mm	Aporte Total mm	Evap. Total mm	Infil. Total mm	Escor. Total mm	Escor. Total 10 ⁶ ltr	Escor. Punta LPS	Coeff. Escor.
C-1	9.450	0.000	0.000	1.900	6.200	0.425	19.982	0.453
C-2	9.450	0.000	0.000	1.900	6.293	0.328	16.276	0.473
C-3	9.450	0.000	0.000	1.900	5.903	0.599	25.596	0.621
C-4	9.450	0.000	0.000	1.900	5.901	0.691	29.087	0.621
C-5	9.450	0.000	0.000	1.900	5.858	0.593	25.232	0.617
C-6	9.450	0.000	0.000	1.900	5.795	0.948	35.731	0.610
C-7	9.450	0.000	0.000	1.900	6.315	0.355	17.317	0.665
C-8	9.450	0.000	0.000	1.900	6.289	0.352	16.879	0.659
C-9	9.450	0.000	0.000	1.900	6.215	0.342	16.160	0.654
C-10	9.450	0.000	0.000	1.900	6.251	0.357	16.453	0.659
C-11	9.450	0.000	0.000	1.900	6.268	0.314	16.064	0.660
C-12	9.450	0.000	0.000	1.900	6.449	0.294	14.803	0.679
C-13	9.450	0.000	0.000	1.900	6.261	0.317	16.422	0.670
C-14	9.450	0.000	0.000	1.900	6.225	0.319	15.121	0.655
C-15	9.450	0.000	0.000	1.900	6.371	0.327	16.131	0.671
C-16	9.450	0.000	0.000	1.900	6.345	0.325	16.958	0.668
C-17	9.450	0.000	0.000	1.900	6.137	0.304	14.011	0.646
C-18	9.450	0.000	0.000	1.900	6.426	0.332	16.608	0.677
C-19	9.450	0.000	0.000	1.900	6.314	0.356	17.307	0.665
C-20	9.450	0.000	0.000	1.900	6.184	0.310	14.497	0.651
C-21	9.450	0.000	0.000	1.900	6.424	0.327	16.871	0.676
C-22	9.450	0.000	0.000	1.900	6.550	0.270	13.839	0.690
C-23	9.450	0.000	0.000	1.900	6.199	0.425	19.986	0.453
C-24	9.450	0.000	0.000	1.900	6.391	0.322	16.986	0.673
C-25	9.450	0.000	0.000	1.900	6.303	0.355	17.225	0.664
C-26	9.450	0.000	0.000	1.900	6.388	0.360	17.849	0.673
C-27	9.450	0.000	0.000	1.900	6.426	0.350	17.539	0.677
C-28	9.450	0.000	0.000	1.900	6.060	0.418	19.764	0.628
C-29	9.450	0.000	0.000	1.900	6.312	0.410	19.956	0.664
C-30	9.450	0.000	0.000	1.900	6.374	0.380	18.789	0.671
C-31	9.450	0.000	0.000	1.900	6.285	0.408	19.467	0.662
C-32	9.450	0.000	0.000	1.900	6.096	0.468	21.021	0.641
C-33	9.450	0.000	0.000	1.900	6.393	0.328	16.275	0.673
C-34	9.450	0.000	0.000	1.900	6.433	0.287	14.381	0.677
C-35	9.450	0.000	0.000	1.900	6.447	0.329	17.065	0.679
C-36	9.450	0.000	0.000	1.900	6.153	0.421	19.512	0.648
C-37	9.450	0.000	0.000	1.900	3.866	2.211	85.511	0.407
Sistema	9.450	0.000	0.000	1.900	5.795	16.255	716.383	0.604

Fuente: Elaboración Propia

En la siguiente tabla se muestra el nivel medio y máximo del flujo alcanzado, con respecto a la cota de rasante, permitiendo hallar la cota del calado crítico identificado en el momento en que ocurre, ante una precipitación máxima diaria de 24 hrs.

Tabla 3.56. Resumen de nivel de nudos de la cuenca SJC

Nudo	Tipo	Nivel Medio Metros	Nivel Máximo Metros	Altura Máxima Metros	Instante Nivel Máx. días hr:min
N-1	JUNCTION	0.07	0.10	30.52	0 03:03
N-2	JUNCTION	0.11	0.16	30.12	0 03:07
N-3	JUNCTION	0.14	0.20	29.56	0 03:09
N-4	JUNCTION	0.19	0.28	29.15	0 03:11
N-5	JUNCTION	0.19	0.28	28.90	0 03:14
N-6	JUNCTION	0.23	0.34	28.57	0 03:17
N-7	JUNCTION	0.25	0.37	28.33	0 03:19
N-8	JUNCTION	0.25	0.41	28.09	0 04:03
N-9	JUNCTION	0.46	0.74	28.02	0 04:04
N-10	JUNCTION	0.10	0.13	30.86	0 04:00
N-11	JUNCTION	0.15	0.21	30.02	0 03:09
N-12	JUNCTION	0.17	0.23	29.65	0 03:12
N-13	JUNCTION	0.21	0.30	29.28	0 03:16
N-14	JUNCTION	0.23	0.33	29.05	0 03:18
N-15	JUNCTION	0.25	0.36	28.79	0 03:20
N-16	JUNCTION	0.27	0.39	28.52	0 03:21
N-17	JUNCTION	0.32	0.46	28.25	0 03:43
N-18	JUNCTION	0.09	0.12	30.34	0 04:00
N-19	JUNCTION	0.00	0.00	30.05	0 01:00
N-20	JUNCTION	0.11	0.16	29.84	0 03:16
N-21	JUNCTION	0.13	0.19	29.47	0 03:16
N-22	JUNCTION	0.15	0.22	29.18	0 03:18
N-23	JUNCTION	0.15	0.22	28.88	0 03:22
N-24	JUNCTION	0.26	0.34	28.57	0 04:20
N-25	JUNCTION	0.25	0.35	28.36	0 04:16
N-26	JUNCTION	0.44	0.73	27.60	0 04:06
N-27	JUNCTION	0.51	0.80	27.15	0 03:55
D-1	OUTFALL	0.34	0.49	26.61	0 03:54

Fuente: Elaboración Propia

En la siguiente tabla se evidencia el aporte lateral y total máximos del flujo por nudo, teniendo como unidad LPS (Caudal) y L (Volumen), determinando el momento en que ocurre el aporte máximo.

Tabla 3.57. Resumen de aporte en nudos de la cuenca SJC

Nudo	Tipo	Aporte Lateral Máximo LPS	Aporte Total Máximo LPS	Instante de Aporte Máximo días hr:min	Volumen Aporte Lateral 10 ⁶ ltr	Volumen Aporte Total 10 ⁶ ltr
N-1	JUNCTION	19.98	19.98	0 03:00	0.421	0.420
N-2	JUNCTION	41.80	61.51	0 03:00	0.917	1.333
N-3	JUNCTION	34.19	94.79	0 03:04	0.701	2.018
N-4	JUNCTION	30.42	123.94	0 03:06	0.605	2.600
N-5	JUNCTION	30.62	153.11	0 03:09	0.629	3.196
N-6	JUNCTION	33.82	185.11	0 03:12	0.688	3.849
N-7	JUNCTION	36.30	219.64	0 03:15	0.760	4.565
N-8	JUNCTION	37.30	255.26	0 03:16	0.783	5.298
N-9	JUNCTION	0.00	671.63	0 03:36	0.000	14.906
N-10	JUNCTION	54.31	54.31	0 03:59	1.260	1.259

N-11	JUNCTION	35.65	89.11	0	03:02	0.731	1.983
N-12	JUNCTION	31.25	119.08	0	03:06	0.639	2.598
N-13	JUNCTION	31.80	149.60	0	03:10	0.659	3.228
N-14	JUNCTION	34.21	193.62	0	03:13	0.730	3.917
N-15	JUNCTION	38.74	219.92	0	03:15	0.783	4.655
N-16	JUNCTION	50.96	267.64	0	03:17	1.037	5.641
N-17	JUNCTION	0.00	426.05	0	03:37	0.000	9.777
N-18	JUNCTION	35.72	35.72	0	03:59	0.835	0.834
N-19	JUNCTION	15.06	15.06	0	03:00	0.311	0.310
N-20	JUNCTION	15.96	50.34	0	03:05	0.322	1.150
N-21	JUNCTION	16.87	66.15	0	03:08	0.334	1.467
N-22	JUNCTION	17.86	82.79	0	03:12	0.356	1.801
N-23	JUNCTION	19.67	101.33	0	03:16	0.404	2.179
N-24	JUNCTION	85.51	169.59	0	04:13	2.171	4.321
N-25	JUNCTION	0.00	169.52	0	04:20	0.000	4.259
N-26	JUNCTION	0.00	665.57	0	03:44	0.000	14.733
N-27	JUNCTION	0.00	665.14	0	04:07	0.000	14.624
D-1	OUTFALL	0.00	662.24	0	03:54	0.000	14.482

Fuente: Elaboración Propia

En la siguiente tabla se evidencia el tiempo de inundación en los nudos críticos, como también el caudal máximo correspondiente a cada uno, evaluado en el instante que sucede el máximo hecho y la cantidad de agua que excede el nivel con la calzada.

Tabla 3.58. Resumen de inundación en nudos de la cuenca SJC

Nudo	Horas Inundado	Caudal Máximo LPS	Instante en que sucede el Máximo días hr:min	Volumen Total Inund. 10 ⁶ ltr	Volumen Máximo Estanc. ha-mm
N-27	0.51	2.91	0 04:07	0.004	0.00

Fuente: Elaboración Propia

En la siguiente tabla se muestra se muestra caudal medio y máximo del vertido o descarga del flujo, de la cuenca SJC. Así mismo, el volumen total de descarga.

Tabla 3.59. Resumen de vertido de la cuenca SJC

Nudo de Vertido	Frec. Vertido % Porc.	Caudal Medio LPS	Caudal Máximo LPS	Volumen Total 10 ⁶ ltr
D-1	82.62	486.91	662.24	14.482
Sistema	82.62	486.91	662.24	14.482

Fuente: Elaboración Propia

En la siguiente tabla se muestra los caudales máximos en los conductos de la red de drenaje pluvial, como también la velocidad máxima de cada uno.

Tabla 3.60. Resumen de caudal en líneas de la cuenca SJC

Línea	Tipo	Caudal Máximo LPS	Instante Caudal Máx días hr:min	Veloc. Máxima m/sec	Caudal Máx/ Lleno	Nivel Máx/ Lleno
L-1	CONDUIT	19.84	0 03:04	0.39	0.03	0.16
L-2	CONDUIT	61.14	0 03:08	0.73	0.08	0.22
L-3	CONDUIT	94.43	0 03:09	0.74	0.14	0.30
L-4	CONDUIT	123.51	0 03:12	0.80	0.26	0.35
L-5	CONDUIT	152.82	0 03:15	0.86	0.26	0.38
L-6	CONDUIT	184.75	0 03:17	0.87	0.37	0.44
L-7	CONDUIT	219.42	0 03:19	0.98	0.43	0.48
L-8	CONDUIT	251.00	0 03:08	0.78	0.42	0.72
L-9	CONDUIT	54.30	0 04:00	0.70	0.06	0.21
L-10	CONDUIT	88.58	0 03:10	0.78	0.15	0.28
L-11	CONDUIT	118.71	0 03:12	0.80	0.19	0.34
L-12	CONDUIT	149.15	0 03:16	0.80	0.31	0.40
L-13	CONDUIT	183.24	0 03:19	0.88	0.36	0.43
L-14	CONDUIT	219.59	0 03:21	0.94	0.41	0.47
L-15	CONDUIT	267.35	0 03:21	1.01	0.49	0.53
L-16	CONDUIT	35.69	0 04:01	0.61	0.05	0.17
L-17	CONDUIT	50.09	0 03:16	0.63	0.08	0.21
L-18	CONDUIT	65.88	0 03:17	0.66	0.12	0.25
L-19	CONDUIT	82.60	0 03:20	0.75	0.16	0.27
L-20	CONDUIT	101.17	0 03:22	0.67	0.16	0.35
L-21	CONDUIT	169.52	0 04:20	0.82	0.38	0.43
L-22	CONDUIT	169.90	0 04:28	0.71	0.38	0.50
L-23	CONDUIT	425.79	0 03:43	1.09	0.62	0.75
L-24	CONDUIT	665.57	0 03:44	1.46	1.08	0.92
L-25	CONDUIT	665.14	0 04:07	1.36	1.00	0.96
L-26	CONDUIT	662.24	0 03:54	1.52	1.33	0.81

Fuente: Elaboración Propia

A continuación se presenta el perfil de lámina de agua de la cuenca SJC, donde se evidencia la variación del flujo en la simulación respecto a la profundidad de los nudos y la distancia de los conductos, evaluado para una precipitación máxima diaria en 24 hrs.

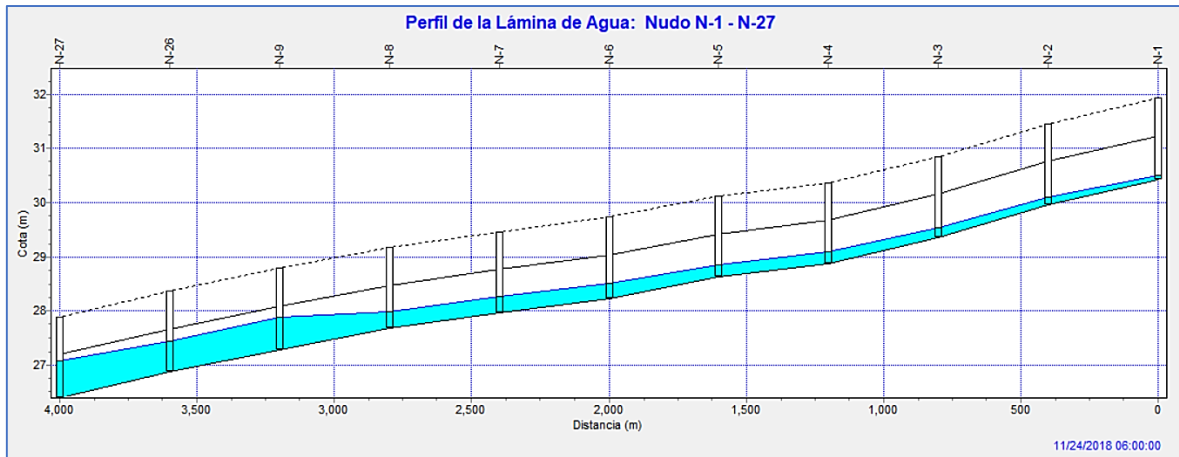


Figura 3.32. Perfil de Lámina de Agua de la Cuenca SJC

d. Resultado de la Cuenca SJD

Se presentan los resultados obtenidos del software SWMM, que pertenecen a la cuenca SJD en las siguientes tablas.

Tabla 3.61. Escorrentía superficial de la cuenca SJD

	Volumen ha·m	Altura mm
Escorrentía Superficial		
Precipitación Total	2.071	8.570
Pérdidas Evaporación	0.000	0.000
Pérdidas Infiltración	0.414	1.714
Escorrentía Superficial	1.334	5.521
Almacen. Final en Sup.	0.323	1.337
‡ Error Continuidad	-0.034	

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 3.62. Cálculo hidráulico de la cuenca SJD

	Volumen ha·m	Volumen 10 ³ m ³
Cálculo Hidráulico		
Aporte Tiempo Seco	0.000	0.000
Aporte Tiempo Lluvia	1.318	13.180
Aporte Ag. Subterránea	0.000	0.000
Aportes dep. Lluvia	0.000	0.000
Aportes Externos	0.000	0.000
Descargas Externas	1.187	11.866
Descargas Internas	0.129	1.293
Perdidas Almacenamiento	0.000	0.000
Vol. Almacenado Inicial	0.000	0.000
Vol. Almacenado Final	0.008	0.077
‡ Error Continuidad	-0.423	

Fuente: Elaboración Propia

De los resultados analizados se entiende que de una serie temporal de 24 hrs, con una precipitación total de 8.570 mm, se tiene la infiltración total por subcuenca (mm), de modo que el software calcula el coeficiente de escorrentía de cada subcuenca.

Tabla 3.63. Resumen de escorrentía superficial de la cuenca SJD

Subcuenca	Precip Total mm	Aporte Total mm	Evap Total mm	Infil Total mm	Escor. Total mm	Escor. Total 10 ⁶ ltr	Escor. Punta LPS	Coef. Escor.
C-1	8.570	0.000	0.000	1.714	5.385	0.391	17.100	0.628
C-2	8.570	0.000	0.000	1.714	5.553	0.362	16.864	0.648
C-3	8.570	0.000	0.000	1.714	5.568	0.120	5.606	0.650
C-4	8.570	0.000	0.000	1.714	5.429	0.415	18.482	0.633
C-5	8.570	0.000	0.000	1.714	5.478	0.430	19.500	0.639
C-6	8.570	0.000	0.000	1.714	5.522	0.423	19.450	0.644
C-7	8.570	0.000	0.000	1.714	5.506	0.328	15.028	0.642
C-8	8.570	0.000	0.000	1.714	5.691	0.323	15.675	0.663
C-9	8.570	0.000	0.000	1.714	5.230	0.358	15.198	0.610
C-10	8.570	0.000	0.000	1.714	5.467	0.375	16.906	0.638
C-11	8.570	0.000	0.000	1.714	5.590	0.286	13.504	0.652
C-12	8.570	0.000	0.000	1.714	5.549	0.341	15.865	0.647
C-13	8.570	0.000	0.000	1.714	5.649	0.295	14.169	0.659
C-14	8.570	0.000	0.000	1.714	5.662	0.290	14.006	0.661
C-15	8.570	0.000	0.000	1.714	5.555	0.348	16.258	0.645
C-16	8.570	0.000	0.000	1.714	5.565	0.348	16.255	0.649
C-17	8.570	0.000	0.000	1.714	5.437	0.137	6.095	0.634
C-18	8.570	0.000	0.000	1.714	5.641	0.289	13.858	0.658
C-19	8.570	0.000	0.000	1.714	5.510	0.378	17.307	0.643
C-20	8.570	0.000	0.000	1.714	5.608	0.384	18.226	0.654
C-21	8.570	0.000	0.000	1.714	5.601	0.114	5.383	0.654
C-22	8.570	0.000	0.000	1.714	5.520	0.415	19.098	0.644
C-23	8.570	0.000	0.000	1.714	5.556	0.347	16.180	0.648
C-24	8.570	0.000	0.000	1.714	5.699	0.285	13.926	0.665
C-25	8.570	0.000	0.000	1.714	5.766	0.238	11.826	0.673
C-26	8.570	0.000	0.000	1.714	5.637	0.317	15.202	0.658
C-27	8.570	0.000	0.000	1.714	5.690	0.322	15.653	0.664
C-28	8.570	0.000	0.000	1.714	5.104	0.758	31.667	0.596
C-29	8.570	0.000	0.000	1.714	5.413	0.145	6.427	0.632
C-30	8.570	0.000	0.000	1.714	5.280	0.151	6.443	0.616
C-31	8.570	0.000	0.000	1.714	5.703	0.287	14.007	0.665
C-32	8.570	0.000	0.000	1.714	5.590	0.365	17.185	0.652
C-33	8.570	0.000	0.000	1.714	5.689	0.294	14.299	0.664
C-34	8.570	0.000	0.000	1.714	5.674	0.297	14.403	0.662
C-35	8.570	0.000	0.000	1.714	5.292	0.503	21.494	0.616
C-36	8.570	0.000	0.000	1.714	5.563	0.341	15.915	0.649
C-37	8.570	0.000	0.000	1.714	5.402	0.255	12.570	0.630
C-38	8.570	0.000	0.000	1.714	5.733	0.287	14.131	0.669
C-39	8.570	0.000	0.000	1.714	5.567	0.364	17.034	0.650
C-40	8.570	0.000	0.000	1.714	5.662	0.290	14.002	0.661
C-41	8.570	0.000	0.000	1.714	5.672	0.305	14.745	0.662
Sistema	8.570	0.000	0.000	1.714	5.521	13.341	614.701	0.644

Fuente: Elaboración Propia

En la siguiente tabla se muestra el nivel medio y máximo del flujo alcanzado, con respecto a la cota de rasante, permitiendo hallar la cota del calado crítico identificado en el momento en que ocurre, ante una precipitación máxima diaria de 24 hrs.

Tabla 3.64. Resumen de nivel de nudos de la cuenca SJD

Nudo	Tipo	Nivel Medio Metros	Nivel Máximo Metros	Altura Máxima Metros	Instante Nivel Máx. días hr:min
N-1	JUNCTION	0.04	0.04	26.15	0 03:00
N-2	JUNCTION	0.17	0.41	25.92	0 01:13
N-3	JUNCTION	0.23	0.34	25.80	0 02:40
N-4	JUNCTION	0.24	0.80	26.24	0 01:13
N-5	JUNCTION	0.40	0.80	26.06	0 01:13
N-6	JUNCTION	-0.36	0.80	27.19	0 01:16
N-7	JUNCTION	0.55	0.72	26.90	0 02:15
N-8	JUNCTION	0.72	0.80	26.83	0 01:19
N-9	JUNCTION	0.74	0.80	26.81	0 01:20
N-10	JUNCTION	0.06	0.42	27.12	0 01:19
N-11	JUNCTION	0.41	0.80	27.11	0 01:19
N-12	JUNCTION	0.43	0.78	27.09	0 01:20
N-13	JUNCTION	0.03	0.04	27.12	0 03:00
N-14	JUNCTION	0.04	0.05	26.93	0 03:00
N-15	JUNCTION	0.21	0.36	26.86	0 02:28
N-16	JUNCTION	0.05	0.07	27.44	0 03:00
N-17	JUNCTION	0.14	0.19	27.27	0 03:00
N-18	JUNCTION	0.16	0.21	27.27	0 03:00
N-19	JUNCTION	0.13	0.80	27.80	0 01:19
N-20	JUNCTION	0.06	0.07	27.84	0 03:00
N-21	JUNCTION	0.16	0.18	27.70	0 03:00
N-22	JUNCTION	0.09	0.10	27.67	0 03:00
N-23	JUNCTION	0.06	0.07	28.22	0 03:00
N-24	JUNCTION	0.10	0.12	28.05	0 03:00
N-25	JUNCTION	0.07	0.08	27.99	0 03:00
N-26	JUNCTION	0.14	0.38	27.41	0 01:19
N-27	JUNCTION	-1.38	0.11	26.65	0 01:54
N-28	JUNCTION	-1.45	0.27	26.18	0 01:58
N-29	JUNCTION	0.04	0.05	25.95	0 03:00
N-30	JUNCTION	0.07	0.19	25.80	0 03:02
N-31	JUNCTION	0.37	0.52	25.78	0 03:04
N-32	JUNCTION	0.39	0.80	26.04	0 01:13
N-33	JUNCTION	0.40	0.40	26.04	0 01:13
N-34	JUNCTION	0.40	0.50	25.73	0 02:58
N-35	JUNCTION	0.41	0.80	25.99	0 01:13
N-36	JUNCTION	0.21	0.26	25.44	0 02:59
N-37	JUNCTION	0.21	0.25	24.32	0 02:57
D-1	OUTFALL	0.21	0.25	22.98	0 02:57

Fuente: Elaboración Propia

En la siguiente tabla se evidencia el aporte lateral y total máximos del flujo por nudo, teniendo como unidad LPS (Caudal) y L (Volumen), determinando el momento en que ocurre el aporte máximo.

Tabla 3.65. Resumen de aporte en nudos de la cuenca SJD

Nudo	Tipo	Aporte	Aporte	Instante	Volumen	Volumen
		Lateral	Total	de Aporte	Aporte	Aporte
		Máximo	Máximo	Máximo	Lateral	Total
		LPS	LPS	días hr:min	10 ⁶ ltr	10 ⁶ ltr
N-1	JUNCTION	17.10	17.10	0 03:00	0.386	0.386
N-2	JUNCTION	16.86	132.89	0 03:09	0.358	1.110
N-3	JUNCTION	15.03	888.45	0 01:13	0.324	1.478
N-4	JUNCTION	31.54	3494.28	0 01:13	0.657	9.108
N-5	JUNCTION	13.50	4429.07	0 01:13	0.283	9.309
N-6	JUNCTION	5.61	3239.16	0 01:18	0.118	1.216
N-7	JUNCTION	18.48	3808.31	0 01:19	0.410	2.812
N-8	JUNCTION	15.50	3104.63	0 01:19	0.425	3.538
N-9	JUNCTION	15.20	2422.94	0 01:20	0.354	9.383
N-10	JUNCTION	16.18	62.54	0 02:28	0.343	0.412
N-11	JUNCTION	16.91	1079.11	0 01:19	0.370	2.618
N-12	JUNCTION	12.79	1847.17	0 01:19	0.293	7.098
N-13	JUNCTION	11.83	11.83	0 02:59	0.235	0.235
N-14	JUNCTION	13.93	25.75	0 03:00	0.282	0.517
N-15	JUNCTION	15.45	229.76	0 01:20	0.418	2.133
N-16	JUNCTION	30.85	30.85	0 02:59	0.632	0.632
N-17	JUNCTION	17.18	48.03	0 03:00	0.360	0.992
N-18	JUNCTION	31.67	77.82	0 03:00	0.748	1.738
N-19	JUNCTION	21.43	5241.64	0 01:19	0.497	5.047
N-20	JUNCTION	29.92	29.92	0 02:59	0.620	0.620
N-21	JUNCTION	14.30	44.21	0 03:00	0.290	0.910
N-22	JUNCTION	17.03	117.04	0 03:00	0.360	2.430
N-23	JUNCTION	27.10	27.10	0 03:00	0.574	0.574
N-24	JUNCTION	14.74	41.83	0 03:00	0.301	0.875
N-25	JUNCTION	14.00	55.81	0 03:00	0.287	1.161
N-26	JUNCTION	14.40	309.25	0 01:20	0.294	4.467
N-27	JUNCTION	0.00	1406.66	0 01:17	0.000	7.156
N-28	JUNCTION	14.17	333.73	0 02:59	0.291	7.324
N-29	JUNCTION	20.10	20.10	0 03:00	0.422	0.422
N-30	JUNCTION	16.26	83.35	0 03:05	0.344	0.844
N-31	JUNCTION	16.26	705.74	0 01:13	0.344	10.407
N-32	JUNCTION	19.24	679.85	0 01:13	0.398	0.527
N-33	JUNCTION	18.23	1978.03	0 01:13	0.380	1.264
N-34	JUNCTION	17.31	683.91	0 01:13	0.373	11.814
N-35	JUNCTION	19.10	1801.08	0 01:13	0.410	11.908
N-36	JUNCTION	0.00	959.25	0 01:13	0.000	11.866
N-37	JUNCTION	0.00	541.86	0 02:57	0.000	11.871
D-1	OUTFALL	0.00	535.03	0 02:57	0.000	11.865

Fuente: Elaboración Propia

En la siguiente tabla se evidencia el tiempo de inundación en los nudos críticos, como también el caudal máximo correspondiente a cada uno, evaluado en el instante que sucede el máximo hecho y la cantidad de agua que excede el nivel con la calzada.

Tabla 3.66. Resumen de inundación en nudos de la cuenca SJD

Nudo	Horas Inundado	Caudal	Instante en	Volumen	Volumen
		Máximo LPS	que sucede el Máximo días hr:min	Total Inund. 10 ⁶ ltr	Máximo Estanc. ha-mm
N-4	0.01	1744.69	0 01:13	0.077	0.00
N-5	0.01	2231.07	0 01:13	0.081	0.00
N-6	0.03	1619.46	0 01:18	0.125	0.00
N-8	0.13	1553.72	0 01:19	0.078	0.00
N-9	1.96	1999.96	0 01:20	0.867	0.00
N-11	0.02	542.59	0 01:19	0.033	0.00
N-19	0.01	2630.84	0 01:19	0.122	0.00
N-32	0.01	469.79	0 01:13	0.001	0.00
N-33	0.01	990.11	0 01:13	0.036	0.00
N-35	0.01	890.94	0 01:13	0.032	0.00

Fuente: Elaboración Propia

En la siguiente tabla se muestra se muestra caudal medio y máximo del vertido o descarga del flujo, de la cuenca SJD. Así mismo, el volumen total de descarga.

Tabla 3.67. Resumen de vertido de la cuenca SJD

Nudo de Vertido	Frec.	Caudal	Caudal	Volumen
	Vertido % Porc.	Medio LPS	Máximo LPS	Total 10 ⁶ ltr
D-1	99.62	392.44	535.03	11.865
Sistema	99.62	392.44	535.03	11.865

Fuente: Elaboración Propia

En la siguiente tabla se muestra los caudales máximos en los conductos de la red de drenaje pluvial, como también la velocidad máxima de cada uno.

Tabla 3.68. Resumen de caudal en líneas de la cuenca SJD

Línea	Tipo	Caudal Máximo LPS	Instante Caudal Máx días hr:min	Veloc. Máxima m/sec	Caudal Máx/ Lleno	Nivel Máx/ Lleno
L-3	CONDUIT	17.10	0 03:00	1.28	0.01	0.51
L-4	CONDUIT	883.34	0 01:13	>50.00	0.35	0.50
L-5	CONDUIT	129.28	0 03:23	1.01	0.20	0.50
L-6	CONDUIT	4427.75	0 01:13	17.62	1.72	0.58
L-7	CONDUIT	3905.77	0 01:19	>50.00	1.64	0.79
L-8	CONDUIT	3101.69	0 01:19	12.34	1.57	0.94
L-9	CONDUIT	1854.45	0 01:20	11.08	3.03	1.00
L-10	CONDUIT	214.57	0 01:20	3.62	0.08	0.52
L-11	CONDUIT	228.08	0 02:59	6.87	0.11	0.52
L-12	CONDUIT	1845.43	0 01:19	10.46	3.72	0.69
L-13	CONDUIT	11.82	0 03:00	1.01	0.00	0.06
L-14	CONDUIT	25.75	0 03:00	1.01	0.01	0.26
L-15	CONDUIT	30.85	0 03:00	0.69	0.01	0.16
L-16	CONDUIT	47.98	0 03:00	3.10	0.06	0.25
L-17	CONDUIT	128.21	0 01:19	3.54	0.07	0.50
L-18	CONDUIT	5238.90	0 01:19	20.84	5.31	0.50
L-19	CONDUIT	1563.26	0 01:20	5.83	0.58	0.87
L-20	CONDUIT	1900.03	0 01:20	13.69	0.61	0.87
L-21	CONDUIT	1406.66	0 01:17	5.60	0.27	0.57
L-22	CONDUIT	319.63	0 02:56	22.13	0.03	0.50
L-23	CONDUIT	3489.71	0 01:13	12.30	1.22	0.55
L-24	CONDUIT	29.91	0 03:00	0.58	0.02	0.16
L-25	CONDUIT	44.21	0 03:00	0.71	0.04	0.18
L-26	CONDUIT	27.09	0 03:00	0.83	0.02	0.12
L-27	CONDUIT	41.82	0 03:00	1.19	0.04	0.12
L-28	CONDUIT	55.81	0 03:00	1.72	0.02	0.12
L-29	CONDUIT	117.04	0 03:00	4.42	0.04	0.53
L-30	CONDUIT	20.10	0 03:00	1.27	0.01	0.15
L-31	CONDUIT	151.26	0 03:02	1.85	0.06	0.39
L-32	CONDUIT	677.85	0 01:13	2.47	1.53	0.70
L-33	CONDUIT	1976.17	0 01:13	17.07	4.38	0.60
L-34	CONDUIT	700.14	0 01:13	7.55	1.95	0.64
L-35	CONDUIT	537.36	0 03:09	6.58	0.51	0.63
L-36	CONDUIT	1799.34	0 01:13	6.05	2.34	0.62
L-37	CONDUIT	959.25	0 01:13	4.13	1.52	0.54
L-38	CONDUIT	541.86	0 02:57	4.09	0.22	0.32
L-39	CONDUIT	535.03	0 02:57	4.07	0.21	0.31

Fuente: Elaboración Propia

A continuación se presenta el perfil de lámina de agua de la cuenca SJA, donde se evidencia la variación del flujo en la simulación respecto a la profundidad de los nudos y la distancia de los conductos, evaluado para una precipitación máxima diaria en 24 hrs.

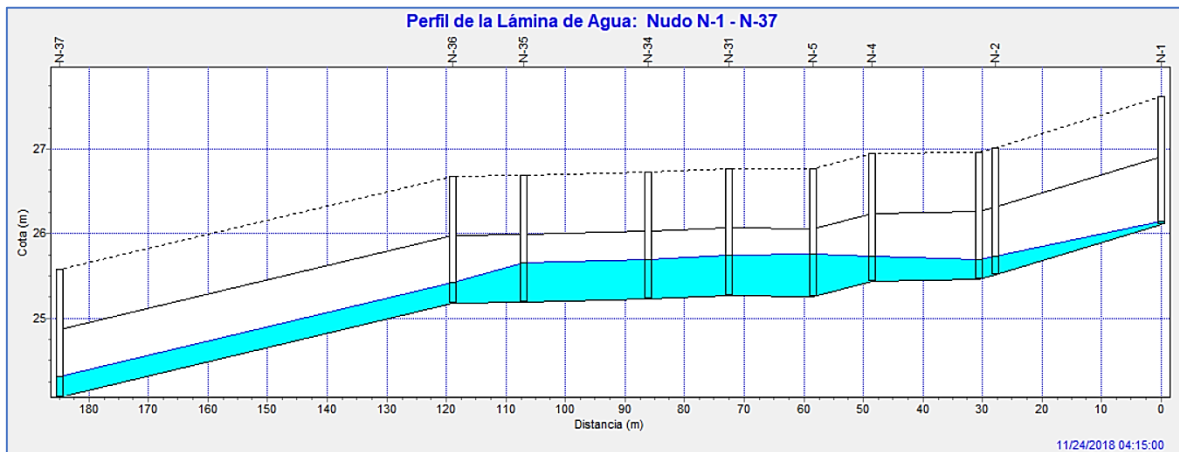


Figura 3.33. Perfil de Lámina de Agua de la Cuenca SJD

3.3.4.4.5.2 Resultados para un T = 30 años con evento extremo

Se obtienen los resultados para un periodo de retorno de 30 años, con una frecuencia de precipitación de 24 hrs en el distrito de Cura Mori, región Piura, donde se presenta un evento extraordinario.

a. Resultados de la cuenca SJA

Se presentan los resultados obtenidos del software SWMM, que pertenecen a la cuenca SJA en las siguientes tablas.

Tabla 3.69. Escorrentía superficial de la cuenca SJA

*****	Volumen	Altura
Escorrentía Superficial	ha · m	mm
*****	-----	-----
Precipitación Total	2.825	8.933
Pérdidas Evaporación	0.000	0.000
Pérdidas Infiltración	0.565	1.787
Escorrentía Superficial ..	1.811	5.726
Almacen. Final en Sup.	0.450	1.423
% Error Continuidad	-0.032	

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 3.70. Calculo hidráulico de la cuenca SJA

*****	Volumen	Volumen
Cálculo Hidráulico	ha · m	10 ³ m3
*****	-----	-----
Aporte Tiempo Seco	0.000	0.000
Aporte Tiempo Lluvia	1.789	17.889
Aporte Ag. Subterránea	0.000	0.000
Aportes dep. Lluvia	0.000	0.000
Aportes Externos	0.000	0.000
Descargas Externas	1.683	16.833
Descargas Internas	0.195	1.948
Perdidas Almacenamiento ..	0.000	0.000
Vol. Almacenado Inicial ..	0.000	0.000
Vol. Almacenado Final	0.011	0.109
% Error Continuidad	-5.598	

Fuente: Elaboración Propia

De los resultados analizados se entiende que de una serie temporal de 24 hrs, con una precipitación total de 8.933 mm, se tiene la infiltración total por subcuenca (mm), de modo que el software calcula el coeficiente de escorrentía de cada subcuenca.

Tabla 3.71. Resumen de escorrentía superficial de la cuenca SJA

Subcuenca	Precip. Total mm	Aporte Total mm	Evap Total mm	Infil Total mm	Escor. Total mm	Escor. Total 10 ⁻⁶ ltr	Escor. Punta LPS	Coef. Escor.
C-1	8.933	0.000	0.000	1.787	5.862	0.387	18.438	0.656
C-2	8.933	0.000	0.000	1.787	5.949	0.334	16.340	0.666
C-3	8.933	0.000	0.000	1.787	5.863	0.400	15.054	0.656
C-4	8.933	0.000	0.000	1.787	6.036	0.282	14.115	0.676
C-5	8.933	0.000	0.000	1.787	5.860	0.342	16.297	0.656
C-6	8.933	0.000	0.000	1.787	5.944	0.341	16.662	0.665
C-7	8.933	0.000	0.000	1.787	5.977	0.352	19.312	0.669
C-8	8.933	0.000	0.000	1.787	5.863	0.450	21.432	0.656
C-9	8.933	0.000	0.000	1.787	5.762	0.404	18.623	0.645
C-10	8.933	0.000	0.000	1.787	5.718	0.519	23.529	0.640
C-11	8.933	0.000	0.000	1.787	5.672	0.445	19.875	0.635
C-12	8.933	0.000	0.000	1.787	5.804	0.360	16.841	0.650
C-13	8.933	0.000	0.000	1.787	5.949	0.335	16.384	0.666
C-14	8.933	0.000	0.000	1.787	5.863	0.415	19.838	0.656
C-15	8.933	0.000	0.000	1.787	5.862	0.372	17.719	0.656
C-16	8.933	0.000	0.000	1.787	5.862	0.415	19.825	0.656
C-17	8.933	0.000	0.000	1.787	5.827	0.435	20.479	0.652
C-18	8.933	0.000	0.000	1.787	5.919	0.317	15.390	0.663
C-19	8.933	0.000	0.000	1.787	5.910	0.382	18.469	0.662
C-20	8.933	0.000	0.000	1.787	5.997	0.262	12.971	0.671
C-21	8.933	0.000	0.000	1.787	5.561	0.432	18.562	0.622
C-22	8.933	0.000	0.000	1.787	5.787	0.359	16.684	0.648
C-23	8.933	0.000	0.000	1.787	5.440	0.415	17.624	0.609
C-24	8.933	0.000	0.000	1.787	5.413	0.797	32.730	0.606
C-25	8.933	0.000	0.000	1.787	5.585	0.328	14.165	0.625
C-26	8.933	0.000	0.000	1.787	5.429	0.451	19.141	0.608
C-27	8.933	0.000	0.000	1.787	5.424	0.515	21.880	0.607
C-28	8.933	0.000	0.000	1.787	5.416	0.475	20.116	0.606
C-29	8.933	0.000	0.000	1.787	5.796	0.442	20.593	0.649
C-30	8.933	0.000	0.000	1.787	5.534	0.401	17.168	0.619
C-31	8.933	0.000	0.000	1.787	5.526	0.189	8.092	0.619
C-32	8.933	0.000	0.000	1.787	5.858	0.295	14.030	0.656
C-33	8.933	0.000	0.000	1.787	5.857	0.344	16.365	0.656
C-34	8.933	0.000	0.000	1.787	5.832	0.124	5.865	0.653
C-35	8.933	0.000	0.000	1.787	5.788	0.381	17.716	0.648
C-36	8.933	0.000	0.000	1.787	5.702	0.540	24.342	0.638
C-37	8.933	0.000	0.000	1.787	5.747	0.404	18.526	0.643
C-38	8.933	0.000	0.000	1.787	5.881	0.285	13.647	0.658
C-39	8.933	0.000	0.000	1.787	5.845	0.118	5.569	0.654
C-40	8.933	0.000	0.000	1.787	5.836	0.351	16.583	0.653
C-41	8.933	0.000	0.000	1.787	5.876	0.423	20.248	0.658
C-42	8.933	0.000	0.000	1.787	5.733	0.366	16.700	0.642
C-43	8.933	0.000	0.000	1.787	5.570	0.338	14.526	0.624
C-44	8.933	0.000	0.000	1.787	5.811	0.407	19.056	0.650
C-45	8.933	0.000	0.000	1.787	5.612	0.355	15.504	0.628
C-46	8.933	0.000	0.000	1.787	5.431	0.528	22.415	0.608
C-47	8.933	0.000	0.000	1.787	5.688	0.452	20.303	0.637
Sistema	8.933	0.000	0.000	1.787	5.726	18.110	825.346	0.641

Fuente: Elaboración Propia

En la siguiente tabla se muestra el nivel medio y máximo del flujo alcanzado, con respecto a la cota de rasante, permitiendo hallar la cota del calado crítico identificado en el momento en que ocurre, ante una precipitación máxima diaria de 24 hrs.

Tabla 3.72. Resumen de nivel de nudos de la cuenca SJA

Nudo	Tipo	Nivel Medio Metros	Nivel Máximo Metros	Altura Máxima Metros	Instante Nivel Máx. días hr:min
N-1	JUNCTION	0.07	0.14	28.04	0 01:25
N-2	JUNCTION	0.08	0.12	27.83	0 01:26
N-3	JUNCTION	0.09	0.41	27.81	0 01:09
N-4	JUNCTION	-0.55	0.13	27.47	0 02:05
N-5	JUNCTION	-0.14	0.29	27.60	0 01:09
N-6	JUNCTION	0.11	0.80	27.95	0 01:09
N-7	JUNCTION	0.10	0.18	27.15	0 01:06
N-8	JUNCTION	-3.75	0.23	27.02	0 02:31
N-9	JUNCTION	0.05	0.80	27.35	0 01:10
N-10	JUNCTION	-0.73	0.80	27.16	0 01:06
N-11	JUNCTION	-1.51	0.23	26.14	0 02:36
N-12	JUNCTION	0.14	0.80	26.63	0 01:26
N-13	JUNCTION	0.19	0.80	26.16	0 01:06
N-14	JUNCTION	0.28	0.80	25.80	0 01:26
N-15	JUNCTION	0.34	0.58	25.49	0 01:26
N-16	JUNCTION	0.27	0.46	25.34	0 02:36
N-17	JUNCTION	0.24	0.55	25.36	0 01:18
N-18	JUNCTION	0.04	0.05	28.48	0 03:00
N-19	JUNCTION	0.07	0.08	28.31	0 03:00
N-20	JUNCTION	0.06	0.07	28.18	0 03:00
N-21	JUNCTION	0.08	0.10	27.81	0 03:00
N-22	JUNCTION	0.10	0.11	26.48	0 03:00
N-23	JUNCTION	0.11	0.13	26.02	0 03:00
N-24	JUNCTION	0.08	0.49	26.24	0 01:18
N-25	JUNCTION	0.09	0.80	26.38	0 01:18
N-26	JUNCTION	0.22	0.80	26.10	0 01:18
N-27	JUNCTION	0.27	0.80	26.01	0 01:14
N-28	JUNCTION	0.21	0.35	25.54	0 01:14
N-29	JUNCTION	0.14	0.80	25.96	0 01:18
N-30	JUNCTION	0.05	0.09	25.20	0 01:31
N-31	JUNCTION	0.05	0.80	25.52	0 01:30
N-32	JUNCTION	0.13	0.80	25.22	0 01:24
N-33	JUNCTION	0.25	0.80	25.09	0 01:37
N-34	JUNCTION	0.40	0.62	24.78	0 03:02
N-35	JUNCTION	0.44	0.53	24.65	0 03:02
D-1	OUTFALL	0.44	0.52	23.35	0 03:02

Fuente: Elaboración Propia

En la siguiente tabla se evidencia el aporte lateral y total máximos del flujo por nudo, teniendo como unidad LPS (Caudal) y L (Volumen), determinando el en momento en que ocurre el aporte máximo.

Tabla 3.73. Resumen de aporte en nudos de la cuenca SJA

Nudo	Tipo	Aporte Lateral Máximo LPS	Aporte Total Máximo LPS	Instante de Aporte Máximo días hr:min	Volumen Aporte Lateral 10 ⁶ ltr	Volumen Aporte Total 10 ⁶ ltr
N-1	JUNCTION	34.78	34.78	0 03:00	0.713	0.713
N-2	JUNCTION	32.96	361.47	0 01:26	0.676	1.397
N-3	JUNCTION	21.43	95.79	0 01:24	0.445	1.835
N-4	JUNCTION	18.62	127.74	0 01:34	0.400	2.214
N-5	JUNCTION	36.72	144.48	0 03:00	0.796	2.885
N-6	JUNCTION	37.56	7795.32	0 01:14	0.780	3.947
N-7	JUNCTION	40.30	2022.60	0 01:10	0.842	4.477
N-8	JUNCTION	33.85	2355.79	0 01:10	0.692	5.145
N-9	JUNCTION	31.51	9258.17	0 01:24	0.686	5.994
N-10	JUNCTION	16.68	9568.07	0 01:06	0.355	5.937
N-11	JUNCTION	17.62	4429.24	0 01:25	0.410	6.240
N-12	JUNCTION	33.23	29110.37	0 01:26	0.769	7.478
N-13	JUNCTION	37.61	4292.79	0 01:06	0.833	7.599
N-14	JUNCTION	24.34	3625.48	0 01:26	0.533	8.087
N-15	JUNCTION	16.70	1182.61	0 01:26	0.362	8.338
N-16	JUNCTION	15.50	656.73	0 01:06	0.351	8.683
N-17	JUNCTION	0.00	1894.67	0 01:18	0.000	14.142
N-18	JUNCTION	14.11	14.11	0 03:00	0.279	0.279
N-19	JUNCTION	19.05	33.17	0 03:00	0.395	0.674
N-20	JUNCTION	19.31	52.46	0 03:00	0.388	1.061
N-21	JUNCTION	39.91	92.36	0 03:00	0.844	1.905
N-22	JUNCTION	33.73	124.72	0 03:00	0.786	2.690
N-23	JUNCTION	21.88	145.77	0 03:00	0.510	3.198
N-24	JUNCTION	8.09	272.11	0 01:37	0.187	3.387
N-25	JUNCTION	30.39	4456.42	0 01:18	0.632	4.059
N-26	JUNCTION	32.17	6504.05	0 01:30	0.681	4.874
N-27	JUNCTION	14.53	3628.09	0 01:14	0.334	5.064
N-28	JUNCTION	22.41	683.14	0 01:14	0.522	5.473
N-29	JUNCTION	0.00	3933.65	0 01:18	0.000	5.647
N-30	JUNCTION	20.12	76.55	0 01:30	0.469	0.469
N-31	JUNCTION	5.87	2209.28	0 01:30	0.123	0.658
N-32	JUNCTION	23.29	1216.14	0 01:31	0.493	1.317
N-33	JUNCTION	36.83	506.51	0 01:37	0.766	2.477
N-34	JUNCTION	39.36	1242.90	0 01:37	0.849	3.143
N-35	JUNCTION	0.00	3066.18	0 01:30	0.000	16.868
D-1	OUTFALL	0.00	826.07	0 03:02	0.000	16.833

Fuente: Elaboración Propia

En la siguiente tabla se evidencia el tiempo de inundación en los nudos críticos, como también el caudal máximo correspondiente a cada uno, evaluado en el instante que sucede el máximo hecho y la cantidad de agua que excede el nivel con la calzada.

Tabla 3.74. Resumen de inundación en nudos de la cuenca SJA

Nudo	Horas Inundado	Caudal Máximo LPS	Instante en que sucede el Máximo días hr:min	Volumen Total Inund. 10 ⁶ ltr	Volumen Máximo Estanc. ha-mm
N-6	0.03	3899.52	0 01:14	0.326	0.00
N-9	0.04	4629.26	0 01:25	0.597	0.00
N-10	0.02	4784.09	0 01:06	0.289	0.00
N-12	0.02	14558.33	0 01:26	0.881	0.00
N-13	0.02	2144.33	0 01:06	0.130	0.00
N-14	0.02	1805.74	0 01:26	0.109	0.00
N-25	0.01	2230.53	0 01:18	0.081	0.00
N-26	0.03	3242.42	0 01:30	0.221	0.00
N-27	0.02	1804.48	0 01:14	0.109	0.00
N-29	0.04	1964.70	0 01:18	0.204	0.00
N-31	0.02	1107.77	0 01:30	0.067	0.00
N-32	0.02	136.48	0 01:24	0.008	0.00
N-33	0.02	260.89	0 01:37	0.016	0.00

Fuente: Elaboración Propia

En la siguiente tabla se muestra se muestra caudal medio y máximo del vertido o descarga del flujo, de la cuenca SJA. Así mismo, el volumen total de descarga.

Tabla 3.75. Resumen de vertido de la cuenca SJA

Nudo de Vertido	Frec. Vertido % Porc.	Caudal Medio LPS	Caudal Máximo LPS	Volumen Total 10 ⁶ ltr
D-1	99.85	628.01	826.07	16.833
Sistema	99.85	628.01	826.07	16.833

Fuente: Elaboración Propia

En la siguiente tabla se muestra los caudales máximos en los conductos de la red de drenaje pluvial, como también la velocidad máxima de cada uno.

Tabla 3.76. Resumen de caudal en líneas de la cuenca SJA

Línea	Tipo	Caudal Máximo LPS	Instante Caudal Máx días hr:min	Veloc. Máxima m/sec	Caudal Máx/ Lleno	Nivel Máx/ Lleno
L-1	CONDUIT	352.18	0 01:26	5.43	0.21	0.19
L-2	CONDUIT	90.62	0 01:24	8.59	0.03	0.51
L-3	CONDUIT	121.31	0 01:34	13.76	0.05	0.50
L-4	CONDUIT	107.77	0 03:00	7.83	0.04	0.50
L-5	CONDUIT	7791.18	0 01:14	31.00	3.10	0.50
L-6	CONDUIT	2020.32	0 01:10	>50.00	0.67	1.00
L-7	CONDUIT	2353.70	0 01:10	23.32	0.85	0.50
L-8	CONDUIT	9251.02	0 01:24	34.64	2.90	0.52
L-9	CONDUIT	9567.54	0 01:06	38.07	3.09	0.50
L-10	CONDUIT	4426.07	0 01:25	42.07	1.58	0.50
L-11	CONDUIT	29103.70	0 01:26	>50.00	8.20	0.50
L-12	CONDUIT	4291.70	0 01:06	>50.00	1.54	0.52
L-13	CONDUIT	3619.80	0 01:26	13.86	1.57	0.54
L-14	CONDUIT	1178.60	0 01:26	4.05	0.68	0.57
L-15	CONDUIT	656.28	0 01:06	3.42	0.81	0.58
L-16	CONDUIT	691.16	0 02:37	4.99	0.52	0.54
L-17	CONDUIT	14.11	0 03:00	0.73	0.01	0.08
L-18	CONDUIT	33.16	0 03:00	1.30	0.02	0.10
L-19	CONDUIT	52.46	0 03:00	1.81	0.02	0.11
L-20	CONDUIT	92.35	0 03:00	2.35	0.03	0.13
L-21	CONDUIT	124.71	0 03:00	5.16	0.04	0.15
L-22	CONDUIT	269.38	0 01:37	15.52	0.10	0.53
L-23	CONDUIT	4451.60	0 01:18	17.71	1.62	0.50
L-24	CONDUIT	6494.00	0 01:30	23.31	2.27	0.68
L-25	CONDUIT	3626.85	0 01:14	12.64	2.69	0.56
L-26	CONDUIT	681.44	0 01:14	11.00	1.39	0.55
L-27	CONDUIT	3933.65	0 01:18	15.22	4.37	0.51
L-28	CONDUIT	71.89	0 01:30	2.10	0.03	0.52
L-29	CONDUIT	2202.66	0 01:30	46.54	0.87	0.50
L-30	CONDUIT	933.48	0 01:37	10.60	0.43	0.52
L-31	CONDUIT	1127.51	0 01:37	4.49	0.65	0.60
L-32	CONDUIT	300.53	0 02:42	4.03	0.31	0.71
L-33	CONDUIT	1894.67	0 01:18	>50.00	0.72	1.00
L-34	CONDUIT	3066.18	0 01:30	10.14	1.22	0.59
L-35	CONDUIT	826.07	0 03:02	2.38	0.76	0.66

Fuente: Elaboración Propia

A continuación se presenta el perfil de lámina de agua de la cuenca SJA, donde se evidencia la variación del flujo en la simulación respecto a la profundidad de los nudos y la distancia de los conductos, evaluado para una precipitación máxima diaria en 24 hrs.

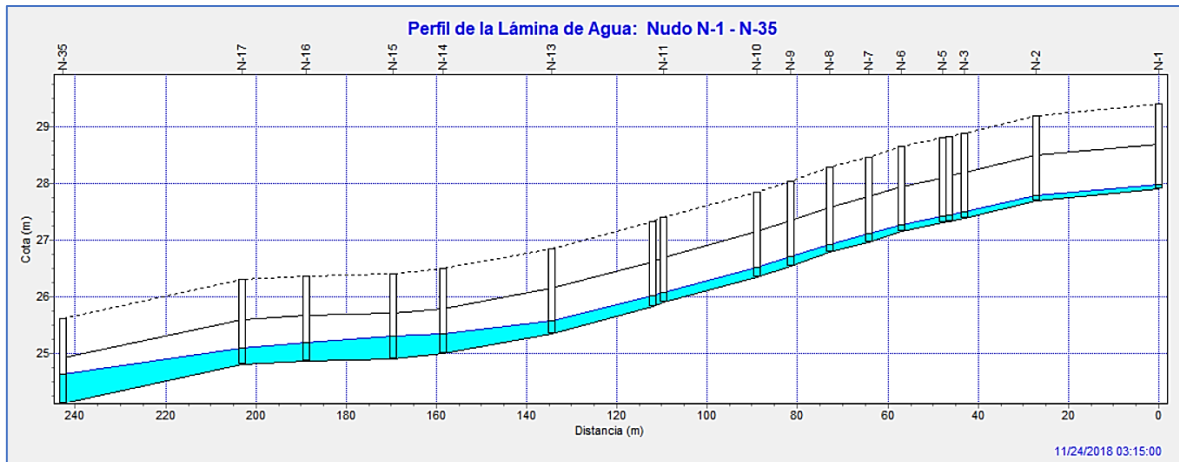


Figura 3.34. Perfil de Lámina de Agua de la Cuenca SJA

b. Resultados de la cuenca SJB

Se presentan los resultados obtenidos del software SWMM, que pertenecen a la cuenca SJB en las siguientes tablas.

Tabla 3.78. Escorrentía superficial de la cuenca SJB

	Volumen	Altura
	ha · m	mm
Escorrentía Superficial		
Precipitación Total	2.676	10.253
Pérdidas Evaporación	0.000	0.000
Pérdidas Infiltración	0.535	2.051
Escorrentía Superficial	1.752	6.713
Almacen. Final en Sup.	0.390	1.493
‡ Error Continuidad	-0.035	

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 3.79. Calculo hidráulico de la cuenca SJB

	Volumen	Volumen
	ha · m	10 ⁻³ m ³
Cálculo Hidráulico		
Aporte Tiempo Seco	0.000	0.000
Aporte Tiempo Lluvia	1.731	17.311
Aporte Ag. Subterránea	0.000	0.000
Aportes dep. Lluvia	0.000	0.000
Aportes Externos	0.000	0.000
Descargas Externas	1.193	11.926
Descargas Internas	0.801	8.012
Pérdidas Almacenamiento	0.000	0.000
Vol. Almacenado Inicial	0.000	0.000
Vol. Almacenado Final	0.005	0.046
‡ Error Continuidad	-15.442	

Fuente: Elaboración Propia

De los resultados analizados se entiende que de una serie temporal de 24 hrs, con una precipitación total de 10.253 mm, se tiene la infiltración total por subcuenca (mm), de modo que el software calcula el coeficiente de escorrentía de cada subcuenca.

Tabla 3.80. Resumen de escorrentía superficial de la cuenca SJB

Subcuenca	Precip. Total mm	Aporte Total mm	Evap Total mm	Infil Total mm	Escor. Total mm	Escor. Total 10 ⁻⁶ ltr	Escor. Punta LPS	Coef. Escor.
C-1	10.253	0.000	0.000	2.051	6.358	0.907	38.675	0.620
C-2	10.253	0.000	0.000	2.051	6.619	0.366	17.817	0.666
C-3	10.253	0.000	0.000	2.051	6.716	0.460	21.786	0.655
C-4	10.253	0.000	0.000	2.051	6.635	0.455	21.020	0.647
C-5	10.253	0.000	0.000	2.051	6.615	0.561	25.759	0.645
C-6	10.253	0.000	0.000	2.051	6.796	0.398	19.267	0.663
C-7	10.253	0.000	0.000	2.051	6.691	0.477	22.414	0.653
C-8	10.253	0.000	0.000	2.051	6.901	0.318	15.660	0.673
C-9	10.253	0.000	0.000	2.051	6.662	0.301	14.012	0.650
C-10	10.253	0.000	0.000	2.051	6.760	0.434	20.830	0.659
C-11	10.253	0.000	0.000	2.051	6.760	0.434	20.830	0.659
C-12	10.253	0.000	0.000	2.051	6.760	0.434	20.830	0.659
C-13	10.253	0.000	0.000	2.051	6.760	0.434	20.830	0.659
C-14	10.253	0.000	0.000	2.051	6.772	0.442	21.260	0.661
C-15	10.253	0.000	0.000	2.051	6.602	0.323	14.792	0.644
C-16	10.253	0.000	0.000	2.051	7.035	0.299	15.288	0.696
C-17	10.253	0.000	0.000	2.051	6.803	0.333	16.156	0.663
C-18	10.253	0.000	0.000	2.051	6.849	0.360	17.660	0.668
C-19	10.253	0.000	0.000	2.051	6.849	0.325	15.984	0.668
C-20	10.253	0.000	0.000	2.051	6.754	0.312	14.967	0.659
C-21	10.253	0.000	0.000	2.051	6.713	0.360	17.028	0.655
C-22	10.253	0.000	0.000	2.051	6.940	0.394	19.292	0.667
C-23	10.253	0.000	0.000	2.051	6.869	0.395	19.500	0.670
C-24	10.253	0.000	0.000	2.051	6.901	0.367	18.274	0.673
C-25	10.253	0.000	0.000	2.051	6.785	0.361	17.446	0.662
C-26	10.253	0.000	0.000	2.051	6.963	0.323	16.263	0.679
C-27	10.253	0.000	0.000	2.051	6.611	0.630	28.892	0.646
C-28	10.253	0.000	0.000	2.051	6.739	0.462	22.023	0.657
C-29	10.253	0.000	0.000	2.051	6.702	0.359	16.950	0.654
C-30	10.253	0.000	0.000	2.051	7.012	0.305	15.531	0.694
C-31	10.253	0.000	0.000	2.051	6.647	0.375	17.398	0.648
C-32	10.253	0.000	0.000	2.051	6.860	0.409	20.147	0.669
C-33	10.253	0.000	0.000	2.051	6.786	0.424	20.501	0.662
C-34	10.253	0.000	0.000	2.051	6.588	0.697	31.777	0.643
C-35	10.253	0.000	0.000	2.051	6.383	0.629	26.887	0.623
C-36	10.253	0.000	0.000	2.051	6.611	0.526	24.156	0.645
C-37	10.253	0.000	0.000	2.051	6.829	0.477	23.305	0.666
C-38	10.253	0.000	0.000	2.051	6.687	0.465	21.835	0.652
C-39	10.253	0.000	0.000	2.051	6.600	0.406	18.581	0.644
C-40	10.253	0.000	0.000	2.051	6.639	0.388	17.961	0.647
C-41	10.253	0.000	0.000	2.051	6.839	0.396	19.392	0.667
Sistema	10.253	0.000	0.000	2.051	6.713	17.519	828.703	0.655

Fuente: Elaboración Propia

En la siguiente tabla se muestra el nivel medio y máximo del flujo alcanzado, con respecto a la cota de rasante, permitiendo hallar la cota del calado crítico identificado en el momento en que ocurre, ante una precipitación máxima diaria de 24 hrs.

Tabla 3.81. Resumen de nivel de nudos de la cuenca SJB

Nudo	Tipo	Nivel Medio Metros	Nivel Máximo Metros	Altura Máxima Metros	Instante Nivel Máx. días hr:min
N-1	JUNCTION	0.06	0.07	29.35	0 04:00
N-2	JUNCTION	0.07	0.08	28.75	0 03:00
N-3	JUNCTION	0.08	0.10	28.44	0 03:00
N-4	JUNCTION	0.09	0.11	28.05	0 03:00
N-5	JUNCTION	0.10	0.12	27.85	0 03:00
N-6	JUNCTION	0.11	0.74	28.21	0 01:38
N-7	JUNCTION	0.11	0.65	27.84	0 01:12
N-8	JUNCTION	0.08	0.80	27.59	0 01:34
N-9	JUNCTION	0.10	0.80	27.32	0 01:09
N-10	JUNCTION	-0.43	0.80	27.15	0 01:15
N-11	JUNCTION	0.01	0.80	26.70	0 01:02
N-12	JUNCTION	0.19	0.80	26.36	0 01:01
N-13	JUNCTION	-0.31	0.80	26.14	0 01:02
N-14	JUNCTION	-0.74	0.62	25.86	0 02:27
N-15	JUNCTION	0.31	0.80	26.00	0 01:10
N-16	JUNCTION	0.27	0.43	29.92	0 01:35
N-17	JUNCTION	0.54	0.57	29.80	0 03:00
N-18	JUNCTION	0.19	0.80	30.21	0 01:30
N-19	JUNCTION	-0.04	0.80	30.47	0 01:22
N-20	JUNCTION	0.08	0.80	30.07	0 01:15
N-21	JUNCTION	0.09	0.80	29.86	0 01:26
N-22	JUNCTION	-0.33	0.80	29.67	0 01:15
N-23	JUNCTION	0.11	0.80	29.48	0 01:23
N-24	JUNCTION	0.12	0.80	28.90	0 01:15
N-25	JUNCTION	0.13	0.80	28.66	0 01:17
N-26	JUNCTION	0.13	0.80	28.34	0 01:25
N-27	JUNCTION	0.20	0.80	27.65	0 01:20
N-28	JUNCTION	-4.18	0.24	26.97	0 02:26
N-29	JUNCTION	0.03	0.43	26.95	0 01:15
N-30	JUNCTION	0.09	0.42	26.52	0 01:15
N-31	JUNCTION	0.20	0.80	26.81	0 01:14
N-32	JUNCTION	0.16	0.80	26.78	0 01:12
N-33	JUNCTION	0.59	0.80	26.41	0 01:54
N-34	JUNCTION	0.79	0.80	26.22	0 01:13
N-35	JUNCTION	-327.99	0.80	27.91	0 01:09
D-1	OUTFALL	0.32	0.80	25.95	0 01:02

Fuente: Elaboración Propia

En la siguiente tabla se evidencia el aporte lateral y total máximos del flujo por nudo, teniendo como unidad LPS (Caudal) y L (Volumen), determinando el momento en que ocurre el aporte máximo.

Tabla 3.82. Resumen de aporte en nudos de la cuenca SJB

Nudo	Tipo	Aporte Lateral Máximo LPS	Aporte Total Máximo LPS	Instante de Aporte Máximo días hr:min	Volumen Aporte Lateral 10 ⁶ ltr	Volumen Aporte Total 10 ⁶ ltr
N-1	JUNCTION	38.68	38.68	0 04:00	0.895	0.895
N-2	JUNCTION	20.83	59.25	0 03:00	0.429	1.324
N-3	JUNCTION	36.49	95.70	0 03:00	0.741	2.064
N-4	JUNCTION	14.01	109.71	0 03:00	0.297	2.360
N-5	JUNCTION	30.08	139.76	0 03:00	0.615	2.975
N-6	JUNCTION	36.31	363.71	0 01:35	0.745	3.728
N-7	JUNCTION	22.02	858.45	0 01:38	0.457	4.204
N-8	JUNCTION	49.39	1274.17	0 01:20	1.042	5.285
N-9	JUNCTION	37.35	9180.28	0 01:20	0.775	6.596
N-10	JUNCTION	0.00	7201.50	0 01:15	0.000	12.486
N-11	JUNCTION	0.00	9552.83	0 01:20	0.000	12.825
N-12	JUNCTION	0.00	6435.87	0 01:08	0.000	12.347
N-13	JUNCTION	0.00	5353.48	0 01:02	0.000	12.118
N-14	JUNCTION	0.00	722.72	0 02:27	0.000	11.797
N-15	JUNCTION	0.00	2056.40	0 01:09	0.000	11.882
N-16	JUNCTION	17.82	151.62	0 01:31	0.362	0.365
N-17	JUNCTION	21.79	775.65	0 01:30	0.455	0.831
N-18	JUNCTION	21.02	15715.10	0 01:30	0.449	1.818
N-19	JUNCTION	19.27	8119.15	0 01:22	0.393	2.108
N-20	JUNCTION	22.41	6598.65	0 01:15	0.471	2.403
N-21	JUNCTION	25.76	3480.70	0 01:15	0.554	2.693
N-22	JUNCTION	20.83	3902.04	0 01:15	0.429	3.121
N-23	JUNCTION	20.83	5635.33	0 01:27	0.429	3.689
N-24	JUNCTION	33.82	2455.94	0 01:28	0.685	4.204
N-25	JUNCTION	37.77	5321.48	0 01:28	0.754	5.023
N-26	JUNCTION	32.48	2413.14	0 01:23	0.657	5.566
N-27	JUNCTION	58.66	3895.66	0 01:20	1.310	6.910
N-28	JUNCTION	0.00	2028.81	0 01:17	0.000	6.866
N-29	JUNCTION	21.26	21.26	0 03:00	0.437	0.437
N-30	JUNCTION	30.94	429.22	0 01:15	0.631	1.071
N-31	JUNCTION	33.71	2549.01	0 01:14	0.676	1.877
N-32	JUNCTION	37.54	2065.67	0 01:12	0.775	3.473
N-33	JUNCTION	47.46	1455.26	0 01:13	0.952	4.795
N-34	JUNCTION	49.42	34793.92	0 01:20	0.261	6.565
N-35	JUNCTION	0.00	1738.25	0 01:05	0.000	0.205
D-1	OUTFALL	0.00	4219.62	0 01:02	0.000	11.926

Fuente: Elaboración Propia

En la siguiente tabla se evidencia el tiempo de inundación en los nudos críticos, como también el caudal máximo correspondiente a cada uno, evaluado en el instante que sucede el máximo hecho y la cantidad de agua que excede el nivel con la calzada.

Tabla 3.83. Resumen de inundación en nudos de la cuenca SJB

Nudo	Horas Inundado	Caudal Máximo LPS	Instante en que sucede el Máximo días hr:min	Volumen Total Inund. 10 ⁶ ltr	Volumen Estanc. Máximo ha-mm
N-8	0.02	509.36	0 01:34	0.031	0.00
N-9	0.05	4592.99	0 01:20	0.347	0.00
N-10	0.01	3600.75	0 01:15	0.112	0.00
N-11	0.04	4776.42	0 01:20	0.573	0.00
N-12	0.03	3217.93	0 01:09	0.221	0.00
N-13	0.02	2676.74	0 01:02	0.241	0.00
N-15	0.02	1048.20	0 01:10	0.063	0.00
N-18	0.02	7874.63	0 01:30	0.480	0.00
N-19	0.02	4061.49	0 01:22	0.276	0.00
N-20	0.03	3297.44	0 01:15	0.287	0.00
N-21	0.02	57.85	0 01:26	0.003	0.00
N-22	0.01	1950.97	0 01:15	0.061	0.00
N-23	0.03	2820.32	0 01:27	0.227	0.00
N-24	0.01	1026.25	0 01:15	0.032	0.00
N-25	0.03	2045.65	0 01:28	0.148	0.00
N-26	0.05	1057.38	0 01:28	0.057	0.00
N-27	0.03	1712.44	0 01:20	0.110	0.00
N-31	0.03	1277.92	0 01:14	0.129	0.00
N-32	0.01	1094.37	0 01:12	0.035	0.00
N-33	0.02	155.13	0 02:15	0.005	0.00
N-34	6.07	17362.38	0 01:20	6.130	0.00
N-35	0.02	869.15	0 01:05	0.052	0.00

Fuente: Elaboración Propia

En la siguiente tabla se muestra se muestra caudal medio y máximo del vertido o descarga del flujo, de la cuenca SJB. Así mismo, el volumen total de descarga.

Tabla 3.84. Resumen de vertido de la cuenca SJB

Nudo de Vertido	Frec. Vertido % Porc.	Caudal Medio LPS	Caudal Máximo LPS	Volumen Total 10 ⁶ ltr
D-1	95.67	419.84	4219.62	11.926
Sistema	95.67	419.84	4219.62	11.926

Fuente: Elaboración Propia

En la siguiente tabla se muestra los caudales máximos en los conductos de la red de drenaje pluvial, como también la velocidad máxima de cada uno.

Tabla 3.85. Resumen de caudal en líneas de la cuenca SJB

Línea	Tipo	Caudal Máximo LPS	Instante Caudal Máx días hr:min	Veloc. Máxima m/sec	Caudal Máx/ Lleno	Nivel Máx/ Lleno
L-1	CONDUIT	38.68	0 04:00	1.61	0.02	0.09
L-2	CONDUIT	59.24	0 03:00	1.87	0.02	0.11
L-3	CONDUIT	95.70	0 03:00	2.55	0.03	0.13
L-4	CONDUIT	109.70	0 03:00	7.50	0.04	0.17
L-5	CONDUIT	349.33	0 01:35	9.49	0.13	0.34
L-6	CONDUIT	849.25	0 01:38	>50.00	0.31	0.34
L-7	CONDUIT	984.94	0 01:33	>50.00	0.35	0.50
L-8	CONDUIT	3540.48	0 01:15	38.63	1.70	0.51
L-9	CONDUIT	9174.17	0 01:20	>50.00	2.64	0.50
L-10	CONDUIT	9552.83	0 01:20	>50.00	2.31	0.50
L-11	CONDUIT	6435.87	0 01:08	>50.00	2.09	0.50
L-12	CONDUIT	5353.48	0 01:02	21.30	2.24	0.52
L-13	CONDUIT	722.72	0 02:27	12.15	0.22	0.69
L-14	CONDUIT	2096.40	0 01:09	8.34	3.32	0.66
L-15	CONDUIT	4219.62	0 01:02	16.79	3.71	0.60
L-16	CONDUIT	405.86	0 01:36	18.59	0.16	0.55
L-17	CONDUIT	1883.75	0 01:15	43.64	0.80	0.62
L-18	CONDUIT	15709.11	0 01:30	>50.00	3.63	0.50
L-19	CONDUIT	6596.38	0 01:15	>50.00	2.03	0.75
L-20	CONDUIT	3478.08	0 01:15	>50.00	1.05	1.00
L-21	CONDUIT	3899.65	0 01:15	15.52	1.45	0.61
L-22	CONDUIT	5629.80	0 01:27	>50.00	2.14	0.53
L-23	CONDUIT	2446.02	0 01:28	>50.00	0.86	1.00
L-24	CONDUIT	5309.74	0 01:28	24.77	1.91	0.76
L-25	CONDUIT	2405.45	0 01:23	>50.00	0.87	1.00
L-26	CONDUIT	3887.22	0 01:20	14.37	1.22	0.73
L-27	CONDUIT	2028.81	0 01:17	38.72	1.27	0.53
L-28	CONDUIT	3852.80	0 01:25	15.33	1.57	0.50
L-29	CONDUIT	425.46	0 01:15	6.40	0.10	0.52
L-30	CONDUIT	288.06	0 01:15	6.33	0.19	0.52
L-31	CONDUIT	2539.68	0 01:14	10.10	3.01	0.58
L-32	CONDUIT	1969.24	0 01:26	>50.00	0.70	0.83
L-33	CONDUIT	1066.34	0 01:13	5.11	0.57	1.00
L-34	CONDUIT	34539.04	0 01:20	>50.00	3.62	0.71
L-35	CONDUIT	1738.29	0 01:09	6.92	0.61	0.50

Fuente: Elaboración Propia

A continuación se presenta el perfil de lámina de agua de la cuenca SJB, donde se evidencia la variación del flujo en la simulación respecto a la profundidad de los nudos y la distancia de los conductos, evaluado para una precipitación máxima diaria en 24 hrs.

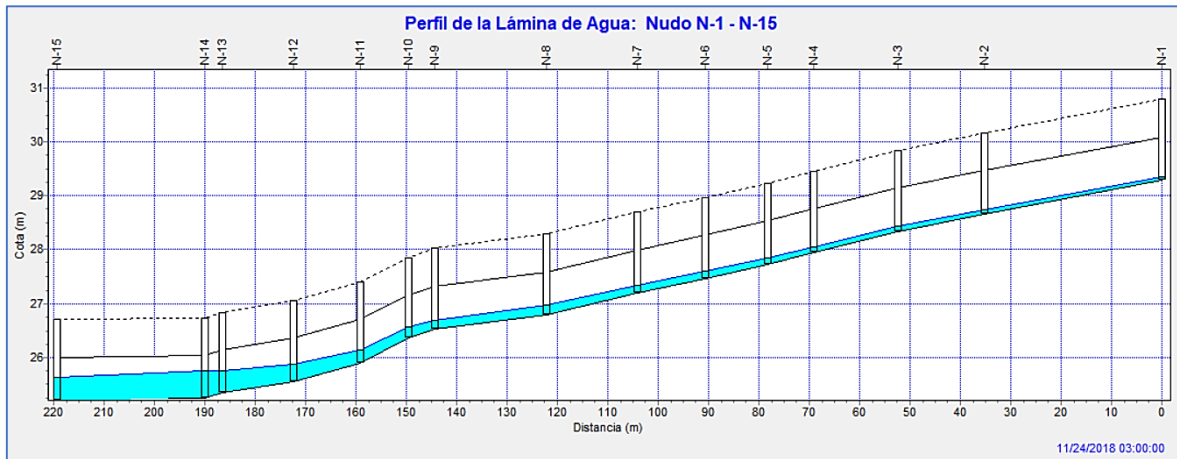


Figura 3.35. Perfil de Lámina de Agua de la Cuenca SJB

c. Resultados de la cuenca SJC

Se presentan los resultados obtenidos del software SWMM, que pertenecen a la cuenca SJC en las siguientes tablas.

Tabla 3.86. Escorrentía superficial de la cuenca SJC

*****	Volumen	Altura
Escorrentía Superficial	ha · m	mm
*****	-----	-----
Precipitación Total	3.214	11.343
Pérdidas Evaporación	0.000	0.000
Pérdidas Infiltración	0.643	2.269
Escorrentía Superficial ..	1.998	7.052
Almacen. Final en Sup. ...	0.574	2.026
% Error Continuidad	-0.034	

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 3.87. Calculo hidráulico de la cuenca SJC

*****	Volumen	Volumen
Cálculo Hidráulico	ha · m	10 ³ m ³
*****	-----	-----
Aporte Tiempo Seco	0.000	0.000
Aporte Tiempo Lluvia	1.975	19.754
Aporte Ag. Subterránea ...	0.000	0.000
Aportes dep. Lluvia	0.000	0.000
Aportes Externos	0.000	0.000
Descargas Externas	1.659	16.593
Descargas Internas	0.135	1.346
Pérdidas Almacenamiento ..	0.000	0.000
Vol. Almacenado Inicial ...	0.000	0.000
Vol. Almacenado Final	0.149	1.490
% Error Continuidad	1.644	

Fuente: Elaboración Propia

De los resultados analizados se entiende que de una serie temporal de 24 hrs, con una precipitación total de 11.343 mm, se tiene la infiltración total por subcuenca (mm), de modo que el software calcula el coeficiente de escorrentía de cada subcuenca.

Tabla 3.88. Resumen de escorrentía superficial de la cuenca SJC

Subcuenca	Precip. Total mm	Aporte Total mm	Evap Total mm	Infil Total mm	Escor. Total mm	Escor. Total 10 ⁻⁶ ltr	Escor. Punta LPS	Coef. Escor.
C-1	11.343	0.000	0.000	2.269	7.574	0.519	25.347	0.668
C-2	11.343	0.000	0.000	2.269	7.787	0.399	20.350	0.686
C-3	11.343	0.000	0.000	2.269	7.248	0.736	32.938	0.639
C-4	11.343	0.000	0.000	2.269	7.246	0.837	37.434	0.639
C-5	11.343	0.000	0.000	2.269	7.198	0.729	32.170	0.635
C-6	11.343	0.000	0.000	2.269	7.133	1.039	45.008	0.629
C-7	11.343	0.000	0.000	2.269	7.706	0.433	21.780	0.679
C-8	11.343	0.000	0.000	2.269	7.640	0.430	21.323	0.673
C-9	11.343	0.000	0.000	2.269	7.592	0.416	20.478	0.669
C-10	11.343	0.000	0.000	2.269	7.741	0.483	24.456	0.682
C-11	11.343	0.000	0.000	2.269	7.649	0.383	19.019	0.674
C-12	11.343	0.000	0.000	2.269	7.849	0.358	18.424	0.692
C-13	11.343	0.000	0.000	2.269	7.752	0.386	19.585	0.683
C-14	11.343	0.000	0.000	2.269	7.602	0.390	19.148	0.670
C-15	11.343	0.000	0.000	2.269	7.763	0.398	20.206	0.684
C-16	11.343	0.000	0.000	2.269	7.735	0.396	20.030	0.682
C-17	11.343	0.000	0.000	2.269	7.506	0.372	17.846	0.662
C-18	11.343	0.000	0.000	2.269	7.824	0.404	20.710	0.690
C-19	11.343	0.000	0.000	2.269	7.700	0.434	21.777	0.679
C-20	11.343	0.000	0.000	2.269	7.559	0.378	18.407	0.666
C-21	11.343	0.000	0.000	2.269	7.822	0.410	21.041	0.690
C-22	11.343	0.000	0.000	2.269	7.960	0.328	17.684	0.702
C-23	11.343	0.000	0.000	2.269	7.574	0.519	25.353	0.668
C-24	11.343	0.000	0.000	2.269	7.785	0.466	23.747	0.686
C-25	11.343	0.000	0.000	2.269	7.688	0.439	21.691	0.678
C-26	11.343	0.000	0.000	2.269	7.782	0.438	22.328	0.686
C-27	11.343	0.000	0.000	2.269	7.824	0.427	21.871	0.690
C-28	11.343	0.000	0.000	2.269	7.420	0.511	24.013	0.654
C-29	11.343	0.000	0.000	2.269	7.698	0.501	25.113	0.679
C-30	11.343	0.000	0.000	2.269	7.766	0.463	23.530	0.685
C-31	11.343	0.000	0.000	2.269	7.668	0.497	24.798	0.676
C-32	11.343	0.000	0.000	2.269	7.449	0.568	26.859	0.657
C-33	11.343	0.000	0.000	2.269	7.787	0.399	20.350	0.687
C-34	11.343	0.000	0.000	2.269	7.832	0.349	17.922	0.690
C-35	11.343	0.000	0.000	2.269	7.847	0.413	21.242	0.692
C-36	11.343	0.000	0.000	2.269	7.523	0.515	24.828	0.663
C-37	11.343	0.000	0.000	2.269	4.932	2.820	108.408	0.435
Sistema	11.343	0.000	0.000	2.269	7.052	19.981	910.382	0.622

Fuente: Elaboración Propia

En la siguiente tabla se muestra el nivel medio y máximo del flujo alcanzado, con respecto a la cota de rasante, permitiendo hallar la cota del calado crítico identificado en el momento en que ocurre, ante una precipitación máxima diaria de 24 hrs.

Tabla 3.89. Resumen de nivel de nudos de la cuenca SJC

Nudo	Tipo	Nivel Medio Metros	Nivel Máximo Metros	Altura Máxima Metros	Instante Nivel Máx. días hr:min
N-1	JUNCTION	0.08	0.11	30.54	0 03:02
N-2	JUNCTION	0.12	0.18	30.14	0 03:04
N-3	JUNCTION	0.16	0.23	29.59	0 03:05
N-4	JUNCTION	0.22	0.32	29.19	0 03:07
N-5	JUNCTION	0.21	0.31	28.94	0 03:09
N-6	JUNCTION	0.26	0.39	28.62	0 03:10
N-7	JUNCTION	0.28	0.42	28.38	0 03:12
N-8	JUNCTION	0.32	0.50	28.18	0 02:57
N-9	JUNCTION	0.56	0.80	28.08	0 02:49
N-10	JUNCTION	0.11	0.15	30.88	0 03:03
N-11	JUNCTION	0.17	0.24	30.05	0 03:05
N-12	JUNCTION	0.19	0.27	29.69	0 03:08
N-13	JUNCTION	0.24	0.35	29.32	0 03:10
N-14	JUNCTION	0.26	0.38	29.10	0 03:12
N-15	JUNCTION	0.28	0.41	28.85	0 03:14
N-16	JUNCTION	0.31	0.45	28.58	0 03:14
N-17	JUNCTION	0.37	0.55	28.34	0 03:33
N-18	JUNCTION	0.10	0.14	30.35	0 03:07
N-19	JUNCTION	0.00	0.00	30.05	0 01:00
N-20	JUNCTION	0.13	0.18	29.86	0 03:09
N-21	JUNCTION	0.15	0.21	29.50	0 03:10
N-22	JUNCTION	0.17	0.24	29.20	0 03:12
N-23	JUNCTION	0.17	0.24	28.91	0 03:15
N-24	JUNCTION	0.30	0.39	28.62	0 04:11
N-25	JUNCTION	0.30	0.42	28.44	0 03:45
N-26	JUNCTION	0.53	0.77	27.64	0 02:52
N-27	JUNCTION	0.58	0.80	27.19	0 02:48
D-1	OUTFALL	0.37	0.49	26.61	0 02:49

Fuente: Elaboración Propia

En la siguiente tabla se evidencia el aporte lateral y total máximos del flujo por nudo, teniendo como unidad LPS (Caudal) y L (Volumen), determinando el momento en que ocurre el aporte máximo.

Tabla 3.90. Resumen de aporte en nudos de la cuenca SJC

Nudo	Tipo	Aporte Lateral Máximo LPS	Aporte Total Máximo LPS	Instante de Aporte Máximo días hr:min	Volumen Aporte Lateral 10 ⁶ ltr	Volumen Aporte Total 10 ⁶ ltr
N-1	JUNCTION	25.34	25.34	0 02:59	0.514	0.514
N-2	JUNCTION	53.28	78.39	0 02:59	1.123	1.632
N-3	JUNCTION	43.10	120.47	0 03:01	0.856	2.470
N-4	JUNCTION	38.01	157.16	0 03:02	0.738	3.182
N-5	JUNCTION	38.55	154.07	0 03:05	0.768	3.912
N-6	JUNCTION	42.42	234.58	0 03:05	0.840	4.712
N-7	JUNCTION	45.88	278.38	0 03:07	0.929	5.591
N-8	JUNCTION	47.20	323.31	0 03:10	0.957	6.492
N-9	JUNCTION	0.00	858.04	0 03:26	0.000	18.416
N-10	JUNCTION	69.59	69.59	0 02:59	1.549	1.548
N-11	JUNCTION	44.93	113.98	0 03:01	0.893	2.432
N-12	JUNCTION	39.35	151.81	0 03:04	0.780	3.185
N-13	JUNCTION	40.18	150.43	0 03:05	0.804	3.957
N-14	JUNCTION	45.44	233.24	0 03:07	0.891	4.802
N-15	JUNCTION	48.64	275.02	0 03:09	0.955	5.705
N-16	JUNCTION	63.99	339.40	0 03:08	1.265	6.913
N-17	JUNCTION	0.00	840.81	0 03:27	0.000	12.115
N-18	JUNCTION	45.00	45.00	0 03:00	1.027	1.027
N-19	JUNCTION	19.02	19.02	0 02:59	0.379	0.379
N-20	JUNCTION	20.03	64.57	0 03:02	0.393	1.412
N-21	JUNCTION	21.04	84.38	0 03:05	0.407	1.800
N-22	JUNCTION	22.33	105.31	0 03:06	0.434	2.210
N-23	JUNCTION	24.80	128.68	0 03:10	0.453	2.673
N-24	JUNCTION	108.40	215.21	0 04:04	2.772	5.413
N-25	JUNCTION	0.00	215.05	0 04:11	0.000	5.342
N-26	JUNCTION	0.00	700.21	0 02:47	0.000	17.040
N-27	JUNCTION	0.00	677.22	0 02:53	0.000	16.916
D-1	OUTFALL	0.00	662.42	0 02:49	0.000	16.593

Fuente: Elaboración Propia

En la siguiente tabla se evidencia el tiempo de inundación en los nudos críticos, como también el caudal máximo correspondiente a cada uno, evaluado en el instante que sucede el máximo hecho y la cantidad de agua que excede el nivel con la calzada.

Tabla 3.91. Resumen de inundación en nudos de la cuenca SJC

Nudo	Horas Inundado	Caudal Máximo LPS	Instante en que sucede el Máximo días hr:min	Volumen Total Inund. 10 ⁶ ltr	Volumen Estanc. Máximo ha-mm
N-9	2.88	181.75	0 03:27	1.178	0.00
N-27	3.50	14.93	0 02:53	0.168	0.00

Fuente: Elaboración Propia

En la siguiente tabla se muestra se muestra caudal medio y máximo del vertido o descarga del flujo, de la cuenca SJC. Así mismo, el volumen total de descarga.

Tabla 3.92. Resumen de vertido de la cuenca SJC

Nudo de Vertido	Frec. Vertido % Porc.	Caudal Medio LPS	Caudal Máximo LPS	Volumen Total 10 ⁶ ltr
D-1	84.01	560.89	662.42	16.593
Sistema	84.01	560.89	662.42	16.593

Fuente: Elaboración Propia

En la siguiente tabla se muestra los caudales máximos en los conductos de la red de drenaje pluvial, como también la velocidad máxima de cada uno.

Tabla 3.93. Resumen de caudal en líneas de la cuenca SJC

Línea	Tipo	Caudal Máximo LPS	Instante Caudal Máx días hr:min	Veloc. Máxima m/sec	Caudal Máx/ Lleno	Nivel Máx/ Lleno
L-1	CONDUIT	25.19	0 03:02	0.42	0.04	0.18
L-2	CONDUIT	77.88	0 03:05	0.78	0.10	0.25
L-3	CONDUIT	119.99	0 03:06	0.79	0.18	0.34
L-4	CONDUIT	156.56	0 03:08	0.85	0.33	0.39
L-5	CONDUIT	193.66	0 03:10	0.91	0.32	0.44
L-6	CONDUIT	234.04	0 03:10	0.92	0.47	0.51
L-7	CONDUIT	277.91	0 03:13	1.02	0.54	0.58
L-8	CONDUIT	324.66	0 03:01	0.83	0.54	0.81
L-9	CONDUIT	69.44	0 03:04	0.75	0.08	0.24
L-10	CONDUIT	113.26	0 03:06	0.84	0.19	0.31
L-11	CONDUIT	151.30	0 03:08	0.85	0.24	0.38
L-12	CONDUIT	189.76	0 03:11	0.85	0.39	0.45
L-13	CONDUIT	232.72	0 03:13	0.94	0.46	0.49
L-14	CONDUIT	278.58	0 03:14	1.00	0.53	0.54
L-15	CONDUIT	338.98	0 03:14	1.07	0.62	0.62
L-16	CONDUIT	44.92	0 03:07	0.65	0.06	0.20
L-17	CONDUIT	64.13	0 03:10	0.68	0.11	0.24
L-18	CONDUIT	83.97	0 03:11	0.71	0.15	0.29
L-19	CONDUIT	104.99	0 03:14	0.81	0.20	0.31
L-20	CONDUIT	128.47	0 03:15	0.71	0.20	0.39
L-21	CONDUIT	215.05	0 04:11	0.85	0.49	0.51
L-22	CONDUIT	216.25	0 04:20	0.75	0.49	0.61
L-23	CONDUIT	540.05	0 03:35	1.20	0.79	0.84
L-24	CONDUIT	700.21	0 02:47	1.48	1.14	0.98
L-25	CONDUIT	677.22	0 02:53	1.39	1.02	0.98
L-26	CONDUIT	662.42	0 02:49	1.52	1.33	0.81

Fuente: Elaboración Propia

A continuación se presenta el perfil de lámina de agua de la cuenca SJC, donde se evidencia la variación del flujo en la simulación respecto a la profundidad de los nudos y la distancia de los conductos, evaluado para una precipitación máxima diaria en 24 hrs.

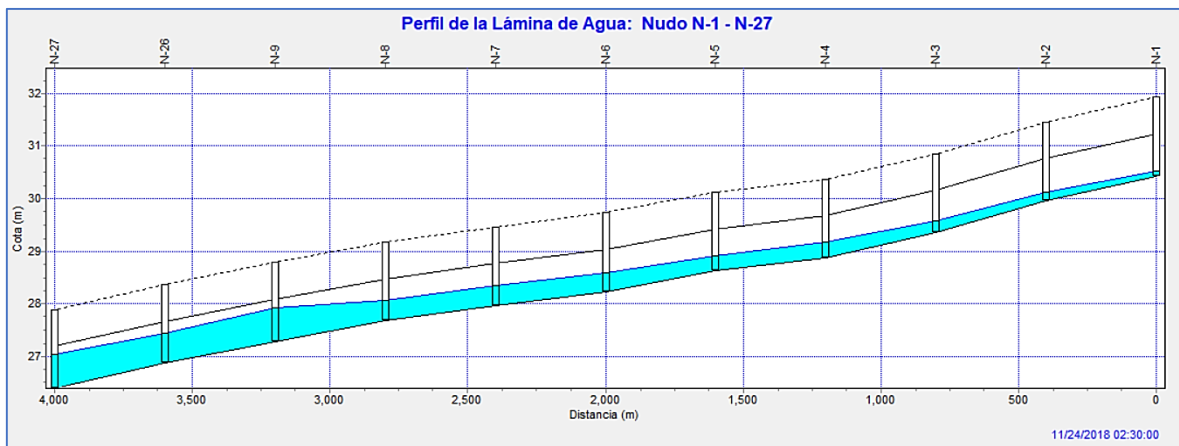


Figura 3.36. Perfil de Lámina de Agua de la Cuenca SJC

d. Resultados de la cuenca SJD

Se presentan los resultados obtenidos del software SWMM, que pertenecen a la cuenca SJD en las siguientes tablas.

Tabla 3.94. Escorrentía superficial de la cuenca SJD

	Volumen ha·m	Altura mm
Escorrentía Superficial		
Precipitación Total	2.477	10.253
Pérdidas Evaporación	0.000	0.000
Pérdidas Infiltración	0.495	2.051
Escorrentía Superficial	1.635	6.769
Almacen. Final en Sup.	0.347	1.438
% Error Continuidad	-0.037	

Tabla 3.95. Calculo hidráulico de la cuenca SJD

Fuente: Elaboración Propia

	Volumen ha·m	Volumen 10 ³ m ³
Cálculo Hidráulico		
Aporte Tiempo Seco	0.000	0.000
Aporte Tiempo Lluvia	1.616	16.166
Aporte Ag. Subterránea	0.000	0.000
Aportes dep. Lluvia	0.000	0.000
Aportes Externos	0.000	0.000
Descargas Externas	1.400	13.997
Descargas Internas	0.216	2.161
Pérdidas Almacenamiento	0.000	0.000
Vol. Almacenado Inicial	0.000	0.000
Vol. Almacenado Final	0.008	0.084
% Error Continuidad	-0.478	

Fuente: Elaboración Propia

De los resultados analizados se entiende que de una serie temporal de 24 hrs, con una precipitación total de 10.253 mm, se tiene la infiltración total por subcuenca (mm), de modo que el software calcula el coeficiente de escorrentía de cada subcuenca.

Tabla 3.96. Resumen de escorrentía superficial de la cuenca SJD

Subcuenca	Precip Total mm	Aporte Total mm	Evap Total mm	Infil Total mm	Escor. Total mm	Escor. Total 10 ⁶ ltr	Escor. Punta LPS	Coef. Escor.
C-1	10.253	0.000	0.000	2.051	6.619	0.480	22.090	0.646
C-2	10.253	0.000	0.000	2.051	6.804	0.444	21.544	0.664
C-3	10.253	0.000	0.000	2.051	6.820	0.147	7.154	0.665
C-4	10.253	0.000	0.000	2.051	6.667	0.510	23.812	0.650
C-5	10.253	0.000	0.000	2.051	6.721	0.528	25.043	0.656
C-6	10.253	0.000	0.000	2.051	6.769	0.518	24.903	0.660
C-7	10.253	0.000	0.000	2.051	6.752	0.403	19.264	0.658
C-8	10.253	0.000	0.000	2.051	6.945	0.395	19.824	0.677
C-9	10.253	0.000	0.000	2.051	6.448	0.442	19.277	0.629
C-10	10.253	0.000	0.000	2.051	6.709	0.460	21.728	0.654
C-11	10.253	0.000	0.000	2.051	6.844	0.351	17.205	0.668
C-12	10.253	0.000	0.000	2.051	6.799	0.418	20.274	0.663
C-13	10.253	0.000	0.000	2.051	6.910	0.361	17.967	0.674
C-14	10.253	0.000	0.000	2.051	6.924	0.355	17.741	0.675
C-15	10.253	0.000	0.000	2.051	6.817	0.426	20.752	0.665
C-16	10.253	0.000	0.000	2.051	6.817	0.426	20.753	0.665
C-17	10.253	0.000	0.000	2.051	6.676	0.168	7.848	0.651
C-18	10.253	0.000	0.000	2.051	6.900	0.354	17.585	0.673
C-19	10.253	0.000	0.000	2.051	6.756	0.463	22.178	0.659
C-20	10.253	0.000	0.000	2.051	6.864	0.470	23.188	0.669
C-21	10.253	0.000	0.000	2.051	6.857	0.139	6.852	0.669
C-22	10.253	0.000	0.000	2.051	6.767	0.509	24.455	0.660
C-23	10.253	0.000	0.000	2.051	6.807	0.425	20.666	0.664
C-24	10.253	0.000	0.000	2.051	6.965	0.349	17.583	0.679
C-25	10.253	0.000	0.000	2.051	7.038	0.290	14.843	0.686
C-26	10.253	0.000	0.000	2.051	6.896	0.388	19.295	0.673
C-27	10.253	0.000	0.000	2.051	6.954	0.393	19.781	0.678
C-28	10.253	0.000	0.000	2.051	6.308	0.937	39.813	0.615
C-29	10.253	0.000	0.000	2.051	6.649	0.179	8.288	0.648
C-30	10.253	0.000	0.000	2.051	6.502	0.186	8.266	0.634
C-31	10.253	0.000	0.000	2.051	6.969	0.350	17.680	0.680
C-32	10.253	0.000	0.000	2.051	6.845	0.446	21.893	0.668
C-33	10.253	0.000	0.000	2.051	6.954	0.359	18.071	0.678
C-34	10.253	0.000	0.000	2.051	6.937	0.364	18.227	0.677
C-35	10.253	0.000	0.000	2.051	6.505	0.620	27.513	0.634
C-36	10.253	0.000	0.000	2.051	6.815	0.417	20.317	0.665
C-37	10.253	0.000	0.000	2.051	6.637	0.362	16.738	0.647
C-38	10.253	0.000	0.000	2.051	7.002	0.350	17.790	0.683
C-39	10.253	0.000	0.000	2.051	6.819	0.446	21.739	0.665
C-40	10.253	0.000	0.000	2.051	6.924	0.355	17.736	0.675
C-41	10.253	0.000	0.000	2.051	6.935	0.372	18.661	0.676
Sistema	10.253	0.000	0.000	2.051	6.769	16.355	785.611	0.660

Fuente: Elaboración Propia

En la siguiente tabla se muestra el nivel medio y máximo del flujo alcanzado, con respecto a la cota de rasante, permitiendo hallar la cota del calado crítico identificado en el momento en que ocurre, ante una precipitación máxima diaria de 24 hrs.

Tabla 3.97. Resumen de nivel de nudos de la cuenca SJD

Nudo	Tipo	Nivel Medio Metros	Nivel Máximo Metros	Altura Máxima Metros	Instante Nivel Máx. días hr:min
N-1	JUNCTION	0.04	0.12	26.22	0 01:11
N-2	JUNCTION	0.20	0.80	26.31	0 01:10
N-3	JUNCTION	0.25	0.80	26.26	0 01:10
N-4	JUNCTION	0.27	0.80	26.24	0 01:10
N-5	JUNCTION	0.44	0.61	25.87	0 03:03
N-6	JUNCTION	0.38	0.80	27.19	0 01:17
N-7	JUNCTION	0.58	0.80	26.98	0 01:17
N-8	JUNCTION	0.74	0.80	26.83	0 01:10
N-9	JUNCTION	0.74	0.80	26.81	0 01:10
N-10	JUNCTION	0.06	0.21	26.92	0 03:13
N-11	JUNCTION	0.43	0.56	26.87	0 06:25
N-12	JUNCTION	0.44	0.59	26.89	0 03:26
N-13	JUNCTION	0.03	0.04	27.12	0 03:00
N-14	JUNCTION	0.05	0.06	26.93	0 03:00
N-15	JUNCTION	0.22	0.36	26.86	0 03:13
N-16	JUNCTION	0.06	0.07	27.45	0 03:00
N-17	JUNCTION	0.17	0.22	27.30	0 03:00
N-18	JUNCTION	0.19	0.24	27.30	0 03:00
N-19	JUNCTION	0.15	0.18	27.18	0 03:00
N-20	JUNCTION	0.06	0.08	27.85	0 03:00
N-21	JUNCTION	0.17	0.20	27.72	0 03:00
N-22	JUNCTION	0.10	0.12	27.68	0 03:00
N-23	JUNCTION	0.06	0.08	28.23	0 03:00
N-24	JUNCTION	0.11	0.13	28.06	0 03:00
N-25	JUNCTION	0.07	0.09	28.00	0 03:00
N-26	JUNCTION	0.23	0.28	27.31	0 03:00
N-27	JUNCTION	-0.09	0.09	26.64	0 03:16
N-28	JUNCTION	0.10	0.23	26.14	0 02:03
N-29	JUNCTION	0.04	0.05	25.95	0 03:00
N-30	JUNCTION	0.09	0.23	25.84	0 02:59
N-31	JUNCTION	0.41	0.56	25.83	0 01:10
N-32	JUNCTION	0.43	0.61	25.86	0 01:11
N-33	JUNCTION	0.44	0.53	25.77	0 02:58
N-34	JUNCTION	0.45	0.54	25.77	0 01:11
N-35	JUNCTION	0.45	0.54	25.73	0 03:01
N-36	JUNCTION	0.23	0.28	25.46	0 02:57
N-37	JUNCTION	0.23	0.26	24.34	0 02:59
D-1	OUTFALL	0.23	0.26	23.00	0 02:59

Fuente: Elaboración Propia

En la siguiente tabla se evidencia el aporte lateral y total máximos del flujo por nudo, teniendo como unidad LPS (Caudal) y L (Volumen), determinando el momento en que ocurre el aporte máximo.

Tabla 3.98. Resumen de aporte en nudos de la cuenca SJD

Nudo	Tipo	Aporte Lateral Máximo LPS	Aporte Total Máximo LPS	Instante de Aporte Máximo días hr:min	Volumen Aporte Lateral 10 ⁶ ltr	Volumen Aporte Total 10 ⁶ ltr
N-1	JUNCTION	22.09	82.98	0 01:11	0.474	0.475
N-2	JUNCTION	21.54	853.08	0 01:10	0.435	1.386
N-3	JUNCTION	19.26	879.71	0 01:10	0.398	1.935
N-4	JUNCTION	40.10	2101.63	0 01:10	0.804	10.467
N-5	JUNCTION	17.20	1337.71	0 01:10	0.347	10.766
N-6	JUNCTION	7.15	436.91	0 01:17	0.145	0.844
N-7	JUNCTION	23.81	766.11	0 01:17	0.504	2.534
N-8	JUNCTION	25.04	2942.89	0 01:17	0.522	3.606
N-9	JUNCTION	19.28	895.81	0 03:14	0.436	11.155
N-10	JUNCTION	20.67	63.57	0 03:13	0.421	0.502
N-11	JUNCTION	21.73	271.68	0 03:00	0.454	2.938
N-12	JUNCTION	16.55	727.15	0 01:10	0.360	8.568
N-13	JUNCTION	14.84	14.84	0 03:00	0.287	0.287
N-14	JUNCTION	17.58	32.42	0 03:00	0.345	0.632
N-15	JUNCTION	24.90	229.52	0 03:13	0.512	2.477
N-16	JUNCTION	39.08	39.08	0 03:00	0.773	0.773
N-17	JUNCTION	21.89	60.96	0 03:00	0.441	1.214
N-18	JUNCTION	39.81	100.00	0 03:00	0.925	2.138
N-19	JUNCTION	27.51	294.35	0 03:00	0.612	6.082
N-20	JUNCTION	38.00	38.00	0 03:00	0.759	0.759
N-21	JUNCTION	18.07	56.06	0 03:00	0.355	1.114
N-22	JUNCTION	21.74	148.66	0 03:00	0.441	2.976
N-23	JUNCTION	34.53	34.53	0 03:00	0.704	0.704
N-24	JUNCTION	18.66	53.18	0 03:00	0.368	1.072
N-25	JUNCTION	17.74	70.89	0 03:00	0.351	1.422
N-26	JUNCTION	18.23	266.85	0 03:00	0.360	5.471
N-27	JUNCTION	0.00	2750.77	0 01:17	0.000	8.041
N-28	JUNCTION	17.97	4086.32	0 01:17	0.357	8.259
N-29	JUNCTION	25.59	25.59	0 03:00	0.517	0.517
N-30	JUNCTION	20.75	108.67	0 01:10	0.421	1.083
N-31	JUNCTION	20.75	1183.52	0 01:10	0.421	12.258
N-32	JUNCTION	24.44	249.16	0 01:11	0.487	0.585
N-33	JUNCTION	23.19	309.97	0 01:11	0.465	1.310
N-34	JUNCTION	22.18	844.51	0 01:10	0.458	13.784
N-35	JUNCTION	24.46	606.98	0 03:00	0.503	14.014
N-36	JUNCTION	0.00	731.15	0 02:50	0.000	13.996
N-37	JUNCTION	0.00	604.78	0 02:57	0.000	14.003
D-1	OUTFALL	0.00	597.92	0 02:59	0.000	13.997

Fuente: Elaboración Propia

En la siguiente tabla se evidencia el tiempo de inundación en los nudos críticos, como también el caudal máximo correspondiente a cada uno, evaluado en el instante que sucede el máximo hecho y la cantidad de agua que excede el nivel con la calzada.

Tabla 3.99. Resumen de inundación en nudos de la cuenca SJD

Nudo	Horas Inundado	Caudal Máximo LPS	Instante en que sucede el Máximo días hr:min	Volumen Total Inund. 10 ⁶ ltr	Volumen Máximo Estanc. ha-mm
N-2	0.01	472.36	0 01:10	0.000	0.00
N-3	0.01	206.33	0 01:10	0.000	0.00
N-4	0.01	1047.62	0 01:10	0.033	0.00
N-6	0.01	401.43	0 01:17	0.002	0.00
N-7	0.01	459.04	0 01:17	0.003	0.00
N-8	0.50	1236.90	0 01:17	0.168	0.00
N-9	3.04	576.68	0 03:12	1.997	0.00

Fuente: Elaboración Propia

En la siguiente tabla se muestra se muestra caudal medio y máximo del vertido o descarga del flujo, de la cuenca SJD. Así mismo, el volumen total de descarga.

Tabla 3.100. Resumen de vertido de la cuenca SJD

Nudo de Vertido	Frec. Vertido % Porcc.	Caudal Medio LPS	Caudal Máximo LPS	Volumen Total 10 ⁶ ltr
D-1	99.67	461.37	597.92	13.997
Sistema	99.67	461.37	597.92	13.997

Fuente: Elaboración Propia

En la siguiente tabla se muestra los caudales máximos en los conductos de la red de drenaje pluvial, como también la velocidad máxima de cada uno.

Tabla 3.101. Resumen de caudal en líneas de la cuenca SJD

Línea	Tipo	Caudal Máximo LPS	Instante Caudal Máx días hr:min	Veloc. Máxima m/sec	Caudal Máx/ Lleno	Nivel Máx/ Lleno
L-3	CONDUIT	81.70	0 01:11	0.86	0.03	0.51
L-4	CONDUIT	850.38	0 01:10	1.96	0.34	0.97
L-5	CONDUIT	878.51	0 01:10	3.68	1.34	0.77
L-6	CONDUIT	1336.52	0 01:10	5.74	0.52	0.86
L-7	CONDUIT	435.86	0 01:17	2.69	0.19	1.00
L-8	CONDUIT	907.37	0 01:18	4.91	0.46	1.00
L-9	CONDUIT	2939.56	0 01:17	14.83	4.81	1.00
L-10	CONDUIT	101.25	0 03:13	1.22	0.04	0.33
L-11	CONDUIT	249.97	0 03:00	1.76	0.12	0.53
L-12	CONDUIT	410.42	0 01:17	7.64	0.83	0.70
L-13	CONDUIT	14.84	0 03:00	1.08	0.01	0.06
L-14	CONDUIT	32.42	0 03:00	0.92	0.01	0.26
L-15	CONDUIT	39.07	0 03:00	0.63	0.02	0.18
L-16	CONDUIT	60.91	0 03:00	1.59	0.08	0.29
L-17	CONDUIT	100.00	0 03:00	0.78	0.06	0.33
L-18	CONDUIT	266.84	0 03:00	2.22	0.27	0.29
L-19	CONDUIT	294.34	0 03:00	3.84	0.11	0.48
L-20	CONDUIT	792.29	0 03:14	10.96	0.25	0.87
L-21	CONDUIT	2750.77	0 01:17	10.94	0.53	0.56
L-22	CONDUIT	4083.39	0 01:17	16.68	0.38	0.50
L-23	CONDUIT	2095.67	0 01:10	7.95	0.73	0.52
L-24	CONDUIT	37.99	0 03:00	0.66	0.02	0.17
L-25	CONDUIT	56.05	0 03:00	0.80	0.05	0.20
L-26	CONDUIT	34.52	0 03:00	0.90	0.02	0.13
L-27	CONDUIT	53.16	0 03:00	1.28	0.06	0.14
L-28	CONDUIT	70.89	0 03:00	1.85	0.03	0.13
L-29	CONDUIT	148.66	0 03:00	1.50	0.05	0.25
L-30	CONDUIT	25.59	0 03:00	1.36	0.01	0.18
L-31	CONDUIT	192.44	0 02:59	1.51	0.07	0.43
L-32	CONDUIT	247.23	0 01:11	1.06	0.56	0.67
L-33	CONDUIT	308.25	0 01:11	1.59	0.68	0.66
L-34	CONDUIT	1182.11	0 01:10	4.27	3.29	0.68
L-35	CONDUIT	843.09	0 01:10	2.89	0.80	0.66
L-36	CONDUIT	582.58	0 03:00	2.03	0.76	0.67
L-37	CONDUIT	731.15	0 02:50	2.95	1.16	0.50
L-38	CONDUIT	604.78	0 02:57	4.15	0.24	0.34
L-39	CONDUIT	597.92	0 02:59	4.20	0.23	0.33

Fuente: Elaboración Propia

A continuación se presenta el perfil de lámina de agua de la cuenca SJD, donde se evidencia la variación del flujo en la simulación respecto a la profundidad de los nudos y la distancia de los conductos, evaluado para una precipitación máxima diaria en 24 hrs.

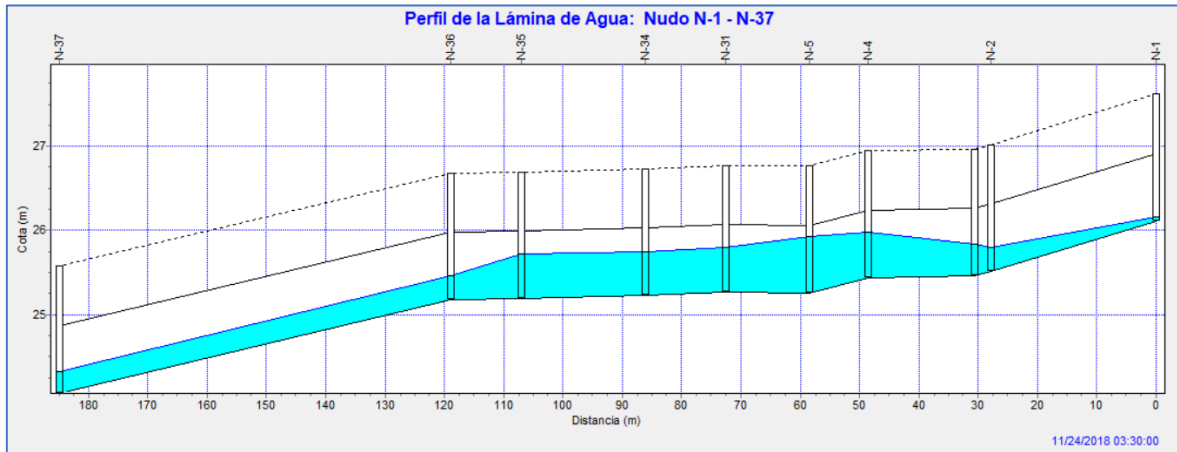


Figura 3.36. Perfil de Lámina de Agua de la Cuenca SJD

3.3.4.4.5.3 Resultados para un T = 40 años con evento extremo

Se obtienen los resultados para un periodo de retorno de 40 años, con una frecuencia de precipitación de 24 hrs en el distrito de Cura Mori, región Piura, donde se evidencia un evento extraordinario.

a. Resultados de la cuenca SJA

Se presentan los resultados obtenidos del software SWMM, que pertenecen a la cuenca SJA en las siguientes tablas.

Tabla 3.102. Escorrentía superficial de la cuenca SJA

	Volumen ha·m	Altura mm
***** Escorrentía Superficial *****		
Precipitación Total	3.747	11.847
Pérdidas Evaporación	0.000	0.000
Pérdidas Infiltración	0.749	2.369
Escorrentía Superficial ..	2.494	7.885
Almacen. Final en Sup.	0.505	1.597
‡ Error Continuidad	-0.038	

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 3.103. Cálculo hidráulico de la cuenca SJA

	Volumen ha·m	Volumen 10 ⁻³ m ³
***** Cálculo Hidráulico *****		
Aporte Tiempo Seco	0.000	0.000
Aporte Tiempo Lluvia	2.465	24.648
Aporte Ag. Subterránea ...	0.000	0.000
Aportes dep. Lluvia	0.000	0.000
Aportes Externos	0.000	0.000
Descargas Externas	2.328	23.279
Descargas Internas	0.213	2.133
Pérdidas Almacenamiento ..	0.000	0.000
Vol. Almacenado Inicial ..	0.000	0.000
Vol. Almacenado Final	0.013	0.132
‡ Error Continuidad	-3.636	

Fuente: Elaboración Propia

De los resultados analizados se entiende que de una serie temporal de 24 hrs, con una precipitación total de 11.847 mm, se tiene la infiltración total por subcuena (mm), de modo que el software calcula el coeficiente de escorrentía de cada subcuena.

Tabla 3.104. Resumen de escorrentía superficial de la cuenca SJA

Subcuena	Precip. Total mm	Aporte Total mm	Evap. Total mm	Infil. Total mm	Escor. Total mm	Escor. Total 10 ⁻⁶ ltr	Escor. Punta LPS	Coef. Escor.
C-1	11.847	0.000	0.000	2.369	8.042	0.531	26.607	0.679
C-2	11.847	0.000	0.000	2.369	8.144	0.467	23.320	0.687
C-3	11.847	0.000	0.000	2.369	8.044	0.549	27.453	0.679
C-4	11.847	0.000	0.000	2.369	8.246	0.395	19.503	0.696
C-5	11.847	0.000	0.000	2.369	8.040	0.470	23.521	0.679
C-6	11.847	0.000	0.000	2.369	8.138	0.467	23.757	0.687
C-7	11.847	0.000	0.000	2.369	8.176	0.536	27.459	0.690
C-8	11.847	0.000	0.000	2.369	8.044	0.617	30.924	0.679
C-9	11.847	0.000	0.000	2.369	7.926	0.556	27.185	0.669
C-10	11.847	0.000	0.000	2.369	7.875	0.714	34.510	0.665
C-11	11.847	0.000	0.000	2.369	7.821	0.614	29.287	0.660
C-12	11.847	0.000	0.000	2.369	7.975	0.495	24.470	0.673
C-13	11.847	0.000	0.000	2.369	8.144	0.455	23.384	0.687
C-14	11.847	0.000	0.000	2.369	8.044	0.571	26.624	0.679
C-15	11.847	0.000	0.000	2.369	8.043	0.510	25.569	0.679
C-16	11.847	0.000	0.000	2.369	8.042	0.571	28.609	0.679
C-17	11.847	0.000	0.000	2.369	8.002	0.597	29.676	0.675
C-18	11.847	0.000	0.000	2.369	8.109	0.435	22.051	0.684
C-19	11.847	0.000	0.000	2.369	8.098	0.523	26.486	0.684
C-20	11.847	0.000	0.000	2.369	8.200	0.358	18.392	0.692
C-21	11.847	0.000	0.000	2.369	7.692	0.598	27.596	0.649
C-22	11.847	0.000	0.000	2.369	7.955	0.494	24.289	0.671
C-23	11.847	0.000	0.000	2.369	7.550	0.576	25.601	0.637
C-24	11.847	0.000	0.000	2.369	7.520	1.107	48.764	0.635
C-25	11.847	0.000	0.000	2.369	7.720	0.453	21.044	0.652
C-26	11.847	0.000	0.000	2.369	7.538	0.627	27.751	0.636
C-27	11.847	0.000	0.000	2.369	7.532	0.717	31.694	0.636
C-28	11.847	0.000	0.000	2.369	7.522	0.660	29.094	0.635
C-29	11.847	0.000	0.000	2.369	7.966	0.607	29.948	0.672
C-30	11.847	0.000	0.000	2.369	7.661	0.555	25.389	0.647
C-31	11.847	0.000	0.000	2.369	7.651	0.262	11.947	0.646
C-32	11.847	0.000	0.000	2.369	8.037	0.405	20.257	0.678
C-33	11.847	0.000	0.000	2.369	8.037	0.472	23.629	0.678
C-34	11.847	0.000	0.000	2.369	8.008	0.171	8.494	0.676
C-35	11.847	0.000	0.000	2.369	7.957	0.524	25.787	0.672
C-36	11.847	0.000	0.000	2.369	7.857	0.743	35.755	0.663
C-37	11.847	0.000	0.000	2.369	7.908	0.556	27.088	0.668
C-38	11.847	0.000	0.000	2.369	8.065	0.391	19.648	0.681
C-39	11.847	0.000	0.000	2.369	8.022	0.161	8.054	0.677
C-40	11.847	0.000	0.000	2.369	8.013	0.482	24.003	0.676
C-41	11.847	0.000	0.000	2.369	8.059	0.580	29.168	0.680
C-42	11.847	0.000	0.000	2.369	7.899	0.504	24.455	0.666
C-43	11.847	0.000	0.000	2.369	7.703	0.467	21.610	0.650
C-44	11.847	0.000	0.000	2.369	7.983	0.559	27.666	0.674
C-45	11.847	0.000	0.000	2.369	7.752	0.490	22.977	0.654
C-46	11.847	0.000	0.000	2.369	7.540	0.794	32.509	0.636
C-47	11.847	0.000	0.000	2.369	7.840	0.633	29.869	0.662
Sistema	11.847	0.000	0.000	2.369	7.985	24.935	1205.359	0.666

Fuente: Elaboración Propia

En la siguiente tabla se muestra el nivel medio y máximo del flujo alcanzado, con respecto a la cota de rasante, permitiendo hallar la cota del calado crítico identificado en el momento en que ocurre, ante una precipitación máxima diaria de 24 hrs.

Tabla 3.105. Resumen de nivel de nudos de la cuenca SJA

Nudo	Tipo	Nivel Medio Metros	Nivel Máximo Metros	Altura Máxima Metros	Instante Nivel Máx. días hr:min
N-1	JUNCTION	0.08	0.10	28.00	0 03:00
N-2	JUNCTION	0.08	0.10	27.81	0 03:00
N-3	JUNCTION	0.09	0.15	27.55	0 02:20
N-4	JUNCTION	-3.75	0.80	28.14	0 01:12
N-5	JUNCTION	-0.28	0.80	28.11	0 01:07
N-6	JUNCTION	0.10	0.80	27.95	0 01:12
N-7	JUNCTION	0.13	0.80	27.77	0 01:13
N-8	JUNCTION	0.13	0.80	27.59	0 01:07
N-9	JUNCTION	-1.89	0.50	27.05	0 01:07
N-10	JUNCTION	0.16	0.80	27.16	0 01:04
N-11	JUNCTION	0.07	0.30	26.21	0 02:20
N-12	JUNCTION	0.18	0.80	26.69	0 01:07
N-13	JUNCTION	0.21	0.80	26.16	0 01:04
N-14	JUNCTION	0.33	0.80	25.80	0 01:24
N-15	JUNCTION	0.38	0.58	25.49	0 01:24
N-16	JUNCTION	0.31	0.80	25.68	0 01:04
N-17	JUNCTION	0.28	0.44	25.25	0 01:17
N-18	JUNCTION	0.04	0.05	28.49	0 03:00
N-19	JUNCTION	0.08	0.10	28.32	0 03:00
N-20	JUNCTION	0.07	0.09	28.19	0 03:00
N-21	JUNCTION	0.09	0.12	27.83	0 03:00
N-22	JUNCTION	0.11	0.14	26.51	0 03:00
N-23	JUNCTION	0.13	0.15	26.04	0 03:00
N-24	JUNCTION	-0.69	0.37	26.12	0 01:15
N-25	JUNCTION	0.14	0.80	26.38	0 01:13
N-26	JUNCTION	0.23	0.36	25.66	0 02:02
N-27	JUNCTION	0.30	0.80	26.01	0 01:17

N-28	JUNCTION	0.27	0.80	25.99	0	01:13
N-29	JUNCTION	0.17	0.80	25.96	0	01:17
N-30	JUNCTION	0.06	0.06	25.18	0	03:00
N-31	JUNCTION	0.06	0.26	24.97	0	03:04
N-32	JUNCTION	0.21	0.60	25.02	0	03:08
N-33	JUNCTION	0.34	0.74	25.03	0	02:57
N-34	JUNCTION	0.47	0.80	24.96	0	02:23
N-35	JUNCTION	0.52	0.80	24.92	0	03:05
D-1	OUTFALL	0.50	0.66	23.49	0	03:01

Fuente: Elaboración Propia

En la siguiente tabla se evidencia el aporte lateral y total máximos del flujo por nudo, teniendo como unidad LPS (Caudal) y L (Volumen), determinando el momento en que ocurre el aporte máximo.

Tabla 3.106. Resumen de aporte en nudos de la cuenca SJA

Nudo	Tipo	Aporte		Instante de Aporte días hr:min	Volumen	
		Lateral Máximo LPS	Total Máximo LPS		Aporte Lateral 10 ⁶ ltr	Total Aporte 10 ⁶ ltr
N-1	JUNCTION	49.93	49.93	0 03:00	0.978	0.978
N-2	JUNCTION	47.32	97.24	0 03:00	0.927	1.904
N-3	JUNCTION	30.92	591.79	0 01:24	0.611	2.536
N-4	JUNCTION	27.19	1005.24	0 01:07	0.550	3.046
N-5	JUNCTION	53.76	3654.45	0 01:13	1.097	3.914
N-6	JUNCTION	54.19	7805.15	0 01:24	1.070	5.195
N-7	JUNCTION	59.29	9920.10	0 01:13	1.156	6.223
N-8	JUNCTION	48.54	8282.19	0 01:07	0.948	7.112
N-9	JUNCTION	45.99	1153.73	0 01:07	0.945	7.786
N-10	JUNCTION	24.29	10103.49	0 01:23	0.488	8.790
N-11	JUNCTION	25.60	3105.42	0 01:24	0.569	8.640
N-12	JUNCTION	48.79	29105.51	0 01:07	1.066	10.342
N-13	JUNCTION	55.34	2035.92	0 01:04	1.149	10.631
N-14	JUNCTION	35.76	3628.00	0 01:24	0.735	11.444
N-15	JUNCTION	24.45	1196.15	0 01:24	0.498	11.840
N-16	JUNCTION	22.98	1567.05	0 01:04	0.485	12.338
N-17	JUNCTION	0.00	2144.64	0 01:17	0.000	15.664
N-18	JUNCTION	19.90	19.90	0 03:00	0.391	0.391
N-19	JUNCTION	27.49	47.40	0 03:00	0.543	0.924
N-20	JUNCTION	27.46	74.85	0 03:00	0.531	1.454
N-21	JUNCTION	57.89	132.73	0 03:00	1.160	2.613
N-22	JUNCTION	48.76	181.47	0 03:00	1.093	3.705
N-23	JUNCTION	31.69	213.14	0 03:00	0.708	4.415
N-24	JUNCTION	11.95	294.28	0 01:21	0.259	4.662
N-25	JUNCTION	43.89	6285.13	0 01:16	0.868	5.583
N-26	JUNCTION	46.74	1096.20	0 01:13	0.937	6.189
N-27	JUNCTION	21.61	3582.32	0 01:17	0.462	6.751
N-28	JUNCTION	32.51	3270.52	0 01:13	0.725	7.455
N-29	JUNCTION	0.00	3933.83	0 01:17	0.000	7.472
N-30	JUNCTION	29.09	29.09	0 03:00	0.652	0.652
N-31	JUNCTION	8.49	143.03	0 03:04	0.169	0.843
N-32	JUNCTION	33.84	334.95	0 02:24	0.678	2.043
N-33	JUNCTION	53.17	591.84	0 04:00	1.051	3.811
N-34	JUNCTION	57.54	533.68	0 02:25	1.169	4.456
N-35	JUNCTION	0.00	1354.97	0 03:06	0.000	23.340
D-1	OUTFALL	0.00	1182.73	0 03:01	0.000	23.279

Fuente: Elaboración Propia

En la siguiente tabla se evidencia el tiempo de inundación en los nudos críticos, como también el caudal máximo correspondiente a cada uno, evaluado en el instante que sucede el máximo hecho y la cantidad de agua que excede el nivel con la calzada.

Tabla 3.107. Resumen de inundación en nudos de la cuenca SJA

Nudo	Horas Inundado	Caudal Máximo LPS	Instante en que sucede el Máximo días hr:min	Volumen	
				Total Inund. 10 ⁶ ltr	Máximo Estanc. ha-mm
N-4	0.02	104.40	0 01:12	0.006	0.00
N-5	0.02	264.51	0 01:07	0.016	0.00
N-6	0.03	3909.15	0 01:24	0.332	0.00
N-7	0.02	4962.58	0 01:13	0.300	0.00
N-8	0.02	4141.45	0 01:07	0.250	0.00
N-10	0.06	5048.93	0 01:23	0.776	0.00
N-12	0.02	14553.49	0 01:07	0.880	0.00
N-13	0.01	1016.08	0 01:04	0.030	0.00
N-14	0.02	1799.87	0 01:24	0.109	0.00
N-16	0.01	782.08	0 01:04	0.023	0.00
N-25	0.05	3145.95	0 01:17	0.334	0.00
N-27	0.02	1792.31	0 01:17	0.122	0.00
N-28	0.02	1619.12	0 01:13	0.098	0.00
N-29	0.02	1965.76	0 01:17	0.134	0.00
N-34	0.09	316.41	0 02:25	0.037	0.00
N-35	0.01	145.08	0 03:05	0.002	0.00

Fuente: Elaboración Propia

En la siguiente tabla se muestra se muestra caudal medio y máximo del vertido o descarga del flujo, de la cuenca SJA. Así mismo, el volumen total de descarga.

Tabla 3.108. Resumen de vertido de la cuenca SJA

Nudo de Vertido	Frec. Vertido % Porc.	Caudal Medio LPS	Caudal Máximo LPS	Volumen Total 10 ⁶ ltr
D-1	99.89	783.50	1182.73	23.279
Sistema	99.89	783.50	1182.73	23.279

Fuente: Elaboración Propia

En la siguiente tabla se muestra los caudales máximos en los conductos de la red de drenaje pluvial, como también la velocidad máxima de cada uno.

Tabla 3.109. Resumen de caudal en líneas de la cuenca SJA

Línea	Tipo	Caudal Máximo LPS	Instante Caudal Máx días hr:min	Veloc. Máxima m/sec	Caudal Máx/ Lleno	Nivel Máx/ Lleno
L-1	CONDUIT	49.92	0 03:00	2.70	0.03	0.19
L-2	CONDUIT	583.82	0 01:24	11.68	0.22	0.16
L-3	CONDUIT	197.79	0 01:12	14.32	0.09	0.23
L-4	CONDUIT	998.82	0 01:07	>50.00	0.37	0.50
L-5	CONDUIT	7791.18	0 01:24	31.00	3.10	0.50
L-6	CONDUIT	9914.32	0 01:13	>50.00	3.29	0.50
L-7	CONDUIT	8279.64	0 01:07	>50.00	2.98	0.50
L-8	CONDUIT	1191.63	0 01:07	8.51	0.37	0.53
L-9	CONDUIT	10098.06	0 01:23	>50.00	3.26	0.52
L-10	CONDUIT	3100.75	0 01:24	>50.00	1.11	0.50
L-11	CONDUIT	29103.83	0 01:07	>50.00	8.20	0.50
L-12	CONDUIT	2034.62	0 01:04	8.10	0.73	0.51
L-13	CONDUIT	3620.13	0 01:24	12.85	1.57	0.55
L-14	CONDUIT	1190.59	0 01:24	6.25	0.69	0.65
L-15	CONDUIT	1566.55	0 01:04	5.86	1.93	0.64
L-16	CONDUIT	892.04	0 01:04	10.54	0.68	0.54
L-17	CONDUIT	19.90	0 03:00	0.83	0.01	0.10
L-18	CONDUIT	47.39	0 03:00	1.45	0.03	0.12
L-19	CONDUIT	74.84	0 03:00	2.01	0.03	0.13
L-20	CONDUIT	132.71	0 03:00	3.92	0.05	0.16
L-21	CONDUIT	181.46	0 03:00	9.43	0.06	0.18
L-22	CONDUIT	292.44	0 01:21	12.44	0.11	0.54
L-23	CONDUIT	6278.92	0 01:16	24.98	2.28	0.50
L-24	CONDUIT	1091.71	0 01:13	>50.00	0.38	0.50
L-25	CONDUIT	3579.79	0 01:17	14.24	2.65	0.50
L-26	CONDUIT	3268.28	0 01:13	>50.00	6.66	0.56
L-27	CONDUIT	3933.83	0 01:17	15.24	4.37	0.53
L-28	CONDUIT	25.09	0 03:00	1.50	0.01	0.20
L-29	CONDUIT	206.71	0 03:06	1.21	0.08	0.45
L-30	CONDUIT	364.66	0 02:24	1.39	0.17	0.82
L-31	CONDUIT	435.45	0 02:30	1.21	0.25	0.95
L-32	CONDUIT	366.59	0 02:26	1.02	0.38	0.99
L-33	CONDUIT	2144.64	0 01:17	6.67	0.81	0.69
L-34	CONDUIT	1116.96	0 02:21	6.20	0.44	0.75
L-35	CONDUIT	1182.73	0 03:01	2.54	1.09	0.91

Fuente: Elaboración Propia

A continuación se presenta el perfil de lámina de agua de la cuenca SJA, donde se evidencia la variación del flujo en la simulación respecto a la profundidad de los nudos y la distancia de los conductos, evaluado para una precipitación máxima diaria en 24 hrs.

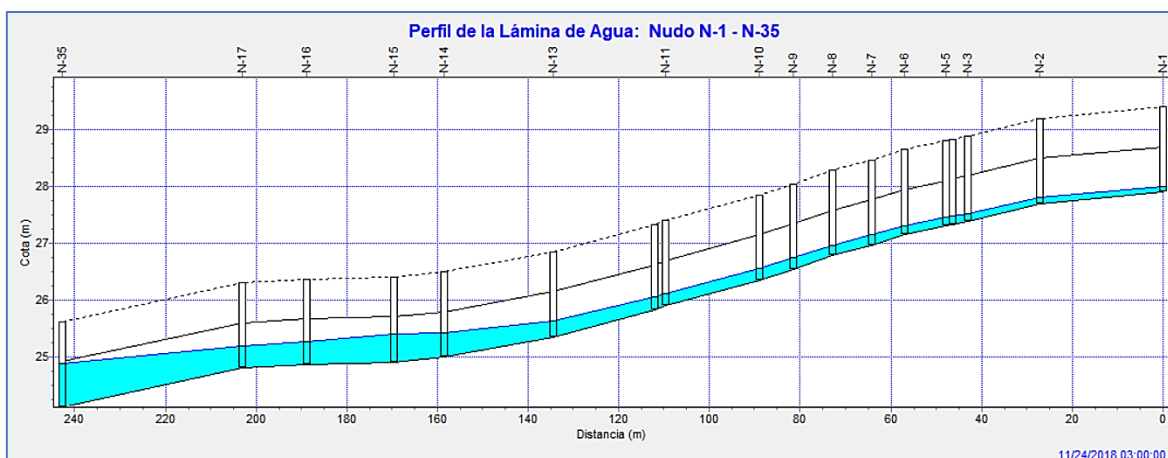


Figura 3.37. Perfil de Lámina de Agua de la Cuenca SJA

b. Resultados de la cuenca SJB

Se presentan los resultados obtenidos del software SWMM, que pertenecen a la cuenca SJB en las siguientes tablas.

Tabla 3.110. Escorrentía superficial de la cuenca SJB

	Volumen ha·m	Altura mm
Escorrentía Superficial		
Precipitación Total	3.544	13.582
Pérdidas Evaporación	0.000	0.000
Pérdidas Infiltración	0.709	2.716
Escorrentía Superficial	2.399	9.193
Almacen. Final en Sup.	0.438	1.678
* Error Continuidad	-0.042	

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 3.111. Cálculo hidráulico de la cuenca SJB

	Volumen ha·m	Volumen 10 ⁻³ m ³
Cálculo Hidráulico		
Aporte Tiempo Seco	0.000	0.000
Aporte Tiempo Lluvia	2.372	23.722
Aporte Ag. Subterránea	0.000	0.000
Aportes dep. Lluvia	0.000	0.000
Aportes Externos	0.000	0.003
Descargas Externas	1.696	16.963
Descargas Internas	0.755	7.552
Pérdidas Almacenamiento	0.000	0.000
Vol. Almacenado Inicial	0.000	0.000
Vol. Almacenado Final	0.005	0.052
* Error Continuidad	-3.546	

Fuente: Elaboración Propia

De los resultados analizados se entiende que de una serie temporal de 24 hrs, con una precipitación total de 13.582 mm, se tiene la infiltración total por subcuenca (mm), de modo que el software calcula el coeficiente de escorrentía de cada subcuenca.

Tabla 3.112. Resumen de escorrentía superficial de la cuenca SJB

Subcuenca	Precip. Total mm	Aporte Total mm	Evap Total mm	Infil. Total mm	Escor. Total mm	Escor. Total 10 ⁻⁶ ltr	Escor. Fuenta LPS	Coef. Escor.
C-1	13.582	0.000	0.000	2.716	8.780	1.252	56.975	0.646
C-2	13.582	0.000	0.000	2.716	9.316	0.500	25.334	0.696
C-3	13.582	0.000	0.000	2.716	9.196	0.630	31.318	0.677
C-4	13.582	0.000	0.000	2.716	9.103	0.624	30.456	0.670
C-5	13.582	0.000	0.000	2.716	9.079	0.769	37.392	0.668
C-6	13.582	0.000	0.000	2.716	9.289	0.544	27.465	0.684
C-7	13.582	0.000	0.000	2.716	9.168	0.653	32.299	0.675
C-8	13.582	0.000	0.000	2.716	9.412	0.429	22.060	0.693
C-9	13.582	0.000	0.000	2.716	9.134	0.412	20.251	0.672
C-10	13.582	0.000	0.000	2.716	9.248	0.594	29.806	0.681
C-11	13.582	0.000	0.000	2.716	9.248	0.594	29.806	0.681
C-12	13.582	0.000	0.000	2.716	9.248	0.594	29.806	0.681
C-13	13.582	0.000	0.000	2.716	9.248	0.594	29.806	0.681
C-14	13.582	0.000	0.000	2.716	9.262	0.604	30.383	0.682
C-15	13.582	0.000	0.000	2.716	9.064	0.444	21.497	0.667
C-16	13.582	0.000	0.000	2.716	9.568	0.407	21.930	0.704
C-17	13.582	0.000	0.000	2.716	9.297	0.455	23.014	0.685
C-18	13.582	0.000	0.000	2.716	9.351	0.491	25.028	0.688
C-19	13.582	0.000	0.000	2.716	9.351	0.444	22.651	0.689
C-20	13.582	0.000	0.000	2.716	9.241	0.427	21.416	0.680
C-21	13.582	0.000	0.000	2.716	9.193	0.493	24.486	0.677
C-22	13.582	0.000	0.000	2.716	9.340	0.537	27.354	0.688
C-23	13.582	0.000	0.000	2.716	9.374	0.539	27.572	0.690
C-24	13.582	0.000	0.000	2.716	9.412	0.501	25.742	0.693
C-25	13.582	0.000	0.000	2.716	9.277	0.494	24.897	0.683
C-26	13.582	0.000	0.000	2.716	9.484	0.439	22.740	0.698
C-27	13.582	0.000	0.000	2.716	9.074	0.864	41.955	0.669
C-28	13.582	0.000	0.000	2.716	9.224	0.632	31.551	0.679
C-29	13.582	0.000	0.000	2.716	9.180	0.492	24.400	0.676
C-30	13.582	0.000	0.000	2.716	9.541	0.415	21.944	0.702
C-31	13.582	0.000	0.000	2.716	9.116	0.514	25.180	0.671
C-32	13.582	0.000	0.000	2.716	9.364	0.558	28.516	0.689
C-33	13.582	0.000	0.000	2.716	9.278	0.580	29.255	0.683
C-34	13.582	0.000	0.000	2.716	9.048	0.958	46.241	0.666
C-35	13.582	0.000	0.000	2.716	8.809	0.868	39.775	0.649
C-36	13.582	0.000	0.000	2.716	9.074	0.722	35.077	0.668
C-37	13.582	0.000	0.000	2.716	9.328	0.652	33.101	0.687
C-38	13.582	0.000	0.000	2.716	9.163	0.637	31.477	0.675
C-39	13.582	0.000	0.000	2.716	9.062	0.559	27.009	0.667
C-40	13.582	0.000	0.000	2.716	9.107	0.532	26.014	0.671
C-41	13.582	0.000	0.000	2.716	9.339	0.541	27.513	0.688
Sistema	13.582	0.000	0.000	2.716	9.193	23.991	1189.424	0.677

Fuente: Elaboración Propia

En la siguiente tabla se muestra el nivel medio y máximo del flujo alcanzado, con respecto a la cota de rasante, permitiendo hallar la cota del calado crítico identificado en el momento en que ocurre, ante una precipitación máxima diaria de 24 hrs.

Tabla 3.113. Resumen de nivel de nudos de la cuenca SJB

Nudo	Tipo	Nivel Medio Metros	Nivel Máximo Metros	Altura Máxima Metros	Instante Nivel Máx. días hr:min
N-1	JUNCTION	0.07	0.08	29.36	0 03:00
N-2	JUNCTION	0.08	0.10	28.76	0 03:00
N-3	JUNCTION	0.10	0.12	28.46	0 03:00
N-4	JUNCTION	0.10	0.13	28.07	0 03:00
N-5	JUNCTION	0.12	0.15	27.88	0 03:00
N-6	JUNCTION	0.13	0.17	27.64	0 01:28
N-7	JUNCTION	0.14	0.29	27.48	0 01:28
N-8	JUNCTION	0.18	0.22	27.01	0 03:00
N-9	JUNCTION	0.14	0.20	26.72	0 03:00
N-10	JUNCTION	0.17	0.80	27.15	0 01:04
N-11	JUNCTION	-0.14	0.80	26.70	0 01:24
N-12	JUNCTION	-0.16	0.80	26.36	0 01:01
N-13	JUNCTION	-2.89	0.52	25.85	0 02:36
N-14	JUNCTION	0.46	0.80	26.03	0 01:05
N-15	JUNCTION	-0.77	0.53	25.73	0 02:36
N-16	JUNCTION	0.30	0.80	30.29	0 01:16
N-17	JUNCTION	0.56	0.80	30.03	0 01:16
N-18	JUNCTION	0.38	0.80	30.21	0 01:15
N-19	JUNCTION	-0.59	0.80	30.47	0 01:15
N-20	JUNCTION	0.07	0.80	30.07	0 01:16
N-21	JUNCTION	0.11	0.80	29.86	0 01:13
N-22	JUNCTION	0.12	0.80	29.67	0 01:20
N-23	JUNCTION	0.13	0.80	29.48	0 01:13
N-24	JUNCTION	0.13	0.39	28.49	0 01:16
N-25	JUNCTION	0.15	0.80	28.66	0 01:13
N-26	JUNCTION	0.15	0.39	27.93	0 01:21
N-27	JUNCTION	0.24	0.43	27.29	0 01:24
N-28	JUNCTION	0.19	0.80	27.53	0 01:24
N-29	JUNCTION	0.04	0.80	27.32	0 01:12
N-30	JUNCTION	0.06	0.80	26.90	0 01:09
N-31	JUNCTION	0.21	0.80	26.81	0 01:09
N-32	JUNCTION	0.22	0.80	26.78	0 01:11
N-33	JUNCTION	0.60	0.80	26.41	0 01:12
N-34	JUNCTION	0.79	0.80	26.22	0 01:09
N-35	JUNCTION	-26.02	0.00	27.11	0 00:00
D-1	OUTFALL	0.39	0.80	25.95	0 01:02

Fuente: Elaboración Propia

En la siguiente tabla se evidencia el aporte lateral y total máximos del flujo por nudo, teniendo como unidad LPS (Caudal) y L (Volumen), determinando el en momento en que ocurre el aporte máximo.

Tabla 3.114. Resumen de aporte en nudos de la cuenca SJB

Nudo	Tipo	Aporte Lateral Máximo LPS	Aporte Total Máximo LPS	Instante de Aporte Máximo días hr:min	Volumen Aporte Lateral 10 ⁶ ltr	Volumen Aporte Total 10 ⁶ ltr
N-1	JUNCTION	56.98	56.98	0 03:00	1.237	1.237
N-2	JUNCTION	29.81	96.76	0 03:00	0.588	1.824
N-3	JUNCTION	51.87	138.59	0 03:00	1.013	2.836
N-4	JUNCTION	20.25	158.83	0 03:00	0.408	3.243
N-5	JUNCTION	42.68	201.45	0 03:00	0.842	4.084
N-6	JUNCTION	51.84	253.31	0 03:00	1.015	5.102
N-7	JUNCTION	31.58	284.87	0 03:00	0.625	5.725
N-8	JUNCTION	71.21	419.69	0 01:24	1.428	7.160
N-9	JUNCTION	53.53	597.12	0 01:24	1.061	8.240
N-10	JUNCTION	0.00	5896.90	0 01:24	0.000	17.727
N-11	JUNCTION	0.00	7318.27	0 01:24	0.000	17.763
N-12	JUNCTION	0.00	5456.87	0 01:27	0.000	17.816
N-13	JUNCTION	0.00	4314.64	0 01:23	0.000	17.474
N-14	JUNCTION	0.00	18888.85	0 01:05	0.000	17.758
N-15	JUNCTION	0.00	1774.03	0 01:05	0.000	16.915
N-16	JUNCTION	25.33	217.35	0 01:15	0.494	0.502
N-17	JUNCTION	31.32	1783.97	0 01:16	0.623	1.159
N-18	JUNCTION	30.46	6274.55	0 01:15	0.617	1.981
N-19	JUNCTION	27.46	1222.24	0 01:15	0.538	2.293
N-20	JUNCTION	32.30	2705.28	0 01:15	0.646	2.871
N-21	JUNCTION	37.39	3549.64	0 01:13	0.761	3.640
N-22	JUNCTION	29.81	2175.09	0 01:13	0.588	4.182
N-23	JUNCTION	29.81	3125.51	0 01:16	0.588	4.807
N-24	JUNCTION	48.04	1004.99	0 01:16	0.936	5.687
N-25	JUNCTION	53.31	6728.92	0 01:20	1.029	6.894
N-26	JUNCTION	45.99	1108.68	0 01:20	0.898	7.585
N-27	JUNCTION	86.02	619.08	0 01:21	1.805	9.394
N-28	JUNCTION	0.00	1050.65	0 01:24	0.000	9.429
N-29	JUNCTION	30.38	3627.87	0 01:12	0.598	0.727
N-30	JUNCTION	44.07	2869.61	0 01:27	0.862	1.626
N-31	JUNCTION	47.64	2428.77	0 01:28	0.923	2.451
N-32	JUNCTION	53.70	1803.13	0 01:11	1.061	4.245
N-33	JUNCTION	68.18	4330.94	0 01:12	1.359	5.877
N-34	JUNCTION	58.49	1260.66	0 01:12	1.181	6.168
N-35	JUNCTION	0.00	355.28	0 01:24	0.000	0.005
D-1	OUTFALL	0.00	4219.62	0 01:02	0.000	16.966

Fuente: Elaboración Propia

En la siguiente tabla se evidencia el tiempo de inundación en los nudos críticos, como también el caudal máximo correspondiente a cada uno, evaluado en el instante que sucede el máximo hecho y la cantidad de agua que excede el nivel con la calzada.

Tabla 3.115. Resumen de inundación en nudos de la cuenca SJB

Nudo	Horas Inundado	Caudal Máximo LPS	Instante en que sucede el Máximo días hr:min	Volumen Total Inund. 10 ⁶ ltr	Volumen Máximo Estanc. ha-mm
N-10	0.03	373.36	0 01:04	0.044	0.00
N-11	0.02	3659.13	0 01:24	0.212	0.00
N-12	0.03	1918.86	0 01:01	0.230	0.00
N-14	0.03	9444.42	0 01:05	0.841	0.00
N-16	0.01	110.49	0 01:16	0.003	0.00
N-17	0.01	1767.30	0 01:16	0.020	0.00
N-18	0.03	2529.63	0 01:15	0.219	0.00
N-19	0.01	612.80	0 01:15	0.024	0.00
N-20	0.01	1354.68	0 01:16	0.033	0.00
N-21	0.01	1769.40	0 01:13	0.049	0.00
N-22	0.02	76.23	0 01:20	0.005	0.00
N-23	0.01	1556.65	0 01:16	0.069	0.00
N-25	0.02	3350.93	0 01:20	0.219	0.00
N-28	0.01	483.57	0 01:24	0.022	0.00
N-29	0.02	1815.35	0 01:12	0.121	0.00
N-30	0.03	1457.36	0 01:27	0.099	0.00
N-31	0.01	787.69	0 01:09	0.018	0.00
N-32	0.02	903.47	0 01:11	0.054	0.00
N-33	0.02	1635.26	0 01:12	0.035	0.00
N-34	7.11	860.85	0 01:12	5.905	0.00

Fuente: Elaboración Propia

En la siguiente tabla se muestra se muestra caudal medio y máximo del vertido o descarga del flujo, de la cuenca SJB. Así mismo, el volumen total de descarga.

Tabla 3.116. Resumen de vertido de la cuenca SJB

Nudo de Vertido	Frec. Vertido % Porc.	Caudal Medio LPS	Caudal Máximo LPS	Volumen Total 10 ⁶ ltr
D-1	95.11	596.03	4219.62	16.966
Sistema	95.11	596.03	4219.62	16.966

Fuente: Elaboración Propia

En la siguiente tabla se muestra los caudales máximos en los conductos de la red de drenaje pluvial, como también la velocidad máxima de cada uno.

Tabla 3.117. Resumen de caudal en líneas de la cuenca SJB

Línea	Tipo	Caudal Máximo LPS	Instante Caudal Máx días hr:min	Veloc. Máxima m/sec	Caudal Máx/ Lleno	Nivel Máx/ Lleno
L-1	CONDUIT	56.96	0 03:00	1.79	0.02	0.11
L-2	CONDUIT	86.75	0 03:00	2.11	0.03	0.14
L-3	CONDUIT	139.58	0 03:00	2.85	0.05	0.15
L-4	CONDUIT	158.82	0 03:00	2.81	0.05	0.17
L-5	CONDUIT	201.49	0 03:00	7.47	0.07	0.19
L-6	CONDUIT	253.30	0 03:00	3.31	0.09	0.33
L-7	CONDUIT	305.67	0 01:28	5.52	0.11	0.45
L-8	CONDUIT	584.26	0 01:24	32.32	0.28	0.50
L-9	CONDUIT	4986.57	0 01:24	30.69	1.43	0.50
L-10	CONDUIT	7318.27	0 01:24	>50.00	1.77	0.50
L-11	CONDUIT	5456.87	0 01:27	>50.00	1.77	0.50
L-12	CONDUIT	4314.64	0 01:23	17.17	1.81	0.56
L-13	CONDUIT	18888.85	0 01:05	>50.00	5.84	0.71
L-14	CONDUIT	1774.03	0 01:05	>50.00	2.81	0.70
L-15	CONDUIT	4219.62	0 01:02	16.79	3.71	0.66
L-16	CONDUIT	285.15	0 01:16	4.64	0.11	1.00
L-17	CONDUIT	3518.99	0 01:18	>50.00	1.49	0.92
L-18	CONDUIT	5908.38	0 01:15	23.51	1.36	0.51
L-19	CONDUIT	2701.34	0 01:15	10.75	0.83	0.50
L-20	CONDUIT	3545.41	0 01:13	15.82	1.07	0.50
L-21	CONDUIT	2087.58	0 01:13	19.30	0.77	1.00
L-22	CONDUIT	3121.48	0 01:16	11.72	1.18	0.59
L-23	CONDUIT	997.93	0 01:16	9.33	0.35	0.53
L-24	CONDUIT	6717.11	0 01:20	24.56	2.42	0.53
L-25	CONDUIT	1098.48	0 01:20	5.08	0.40	0.54
L-26	CONDUIT	605.46	0 01:21	3.86	0.19	0.37
L-27	CONDUIT	476.99	0 03:00	5.27	0.30	0.59
L-28	CONDUIT	1038.96	0 01:24	21.08	0.42	0.50
L-29	CONDUIT	3625.07	0 01:12	>50.00	0.83	0.96
L-30	CONDUIT	2856.03	0 01:27	>50.00	1.88	0.66
L-31	CONDUIT	826.61	0 01:09	4.88	0.98	0.50
L-32	CONDUIT	4324.93	0 01:12	17.21	1.53	0.59
L-33	CONDUIT	1255.78	0 01:12	3.77	0.68	1.00
L-34	CONDUIT	0.00	0 00:00	0.00	0.00	0.50
L-35	CONDUIT	355.28	0 01:24	3.39	0.13	0.35

Fuente: Elaboración Propia

A continuación se presenta el perfil de lámina de agua de la cuenca SJB, donde se evidencia la variación del flujo en la simulación respecto a la profundidad de los nudos y la distancia de los conductos, evaluado para una precipitación máxima diaria en 24 hrs.

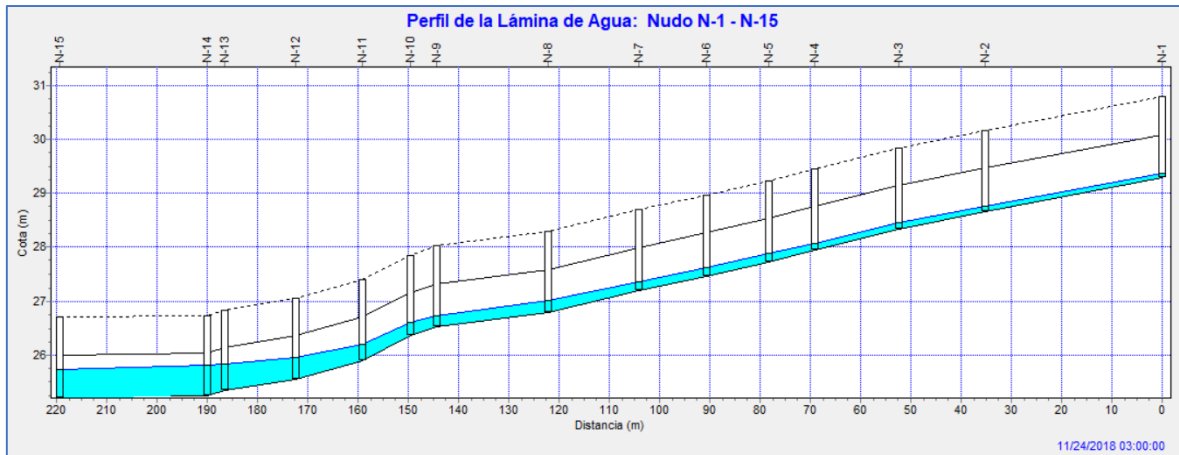


Figura 3.38. Perfil de Lámina de Agua de la Cuenca SJB

c. Resultados de la cuenca SJC

Se presentan los resultados obtenidos del software SWMM, que pertenecen a la cuenca SJC en las siguientes tablas.

Tabla 3.118. Escorrentía superficial de la cuenca SJC

	Volumen ha·m	Altura mm
Escorrentía Superficial		
Precipitación Total	4.268	15.063
Pérdidas Evaporación	0.000	0.000
Pérdidas Infiltración	0.854	3.013
Escorrentía Superficial	2.756	9.728
Almacen. Final en Sup.	0.660	2.329
% Error Continuidad	-0.041	

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 3.119. Calculo hidráulico de la cuenca SJC

	Volumen ha·m	Volumen 10 ³ m3
Cálculo Hidráulico		
Aporte Tiempo Seco	0.000	0.000
Aporte Tiempo Lluvia	2.723	27.234
Aporte Ag. Subterránea	0.000	0.000
Aportes dep. Lluvia	0.000	0.000
Aportes Externos	0.000	0.000
Descargas Externas	1.861	18.611
Descargas Internas	0.634	6.340
Perdidas Almacenamiento	0.000	0.000
Vol. Almacenado Inicial	0.000	0.000
Vol. Almacenado Final	0.183	1.828
% Error Continuidad	1.672	

Fuente: Elaboración Propia

De los resultados analizados se entiende que de una serie temporal de 24 hrs, con una precipitación total de 15.063 mm, se tiene la infiltración total por subcuenca (mm), de modo que el software calcula el coeficiente de escorrentía de cada subcuenca.

Tabla 3.120. Resumen de escorrentía superficial de la cuenca SJC

Subcuenca	Precip. Total mm	Aporte Total mm	Evap Total mm	Infil Total mm	Escor. Total mm	Escor. Total 10 ⁻⁶ ltr	Escor. Punta LPS	Coef. Escor.
C-1	15.063	0.000	0.000	3.013	10.357	0.710	35.970	0.688
C-2	15.063	0.000	0.000	3.013	10.606	0.544	28.811	0.704
C-3	15.063	0.000	0.000	3.013	9.976	1.013	48.121	0.662
C-4	15.063	0.000	0.000	3.013	9.975	1.152	54.696	0.662
C-5	15.063	0.000	0.000	3.013	9.919	1.004	47.178	0.658
C-6	15.063	0.000	0.000	3.013	9.843	1.433	66.316	0.653
C-7	15.063	0.000	0.000	3.013	10.511	0.591	30.485	0.698
C-8	15.063	0.000	0.000	3.013	10.434	0.588	30.058	0.693
C-9	15.063	0.000	0.000	3.013	10.378	0.571	29.008	0.689
C-10	15.063	0.000	0.000	3.013	10.552	0.659	34.097	0.701
C-11	15.063	0.000	0.000	3.013	10.445	0.523	26.781	0.693
C-12	15.063	0.000	0.000	3.013	10.479	0.487	27.087	0.709
C-13	15.063	0.000	0.000	3.013	10.565	0.527	27.275	0.701
C-14	15.063	0.000	0.000	3.013	10.390	0.532	27.096	0.690
C-15	15.063	0.000	0.000	3.013	10.578	0.542	28.212	0.702
C-16	15.063	0.000	0.000	3.013	10.545	0.540	27.947	0.700
C-17	15.063	0.000	0.000	3.013	10.277	0.509	25.496	0.682
C-18	15.063	0.000	0.000	3.013	10.650	0.550	29.977	0.707
C-19	15.063	0.000	0.000	3.013	10.504	0.592	30.500	0.697
C-20	15.063	0.000	0.000	3.013	10.340	0.518	26.160	0.686
C-21	15.063	0.000	0.000	3.013	10.647	0.559	30.412	0.707
C-22	15.063	0.000	0.000	3.013	10.810	0.446	27.010	0.718
C-23	15.063	0.000	0.000	3.013	10.357	0.710	35.979	0.688
C-24	15.063	0.000	0.000	3.013	10.604	0.635	33.571	0.704
C-25	15.063	0.000	0.000	3.013	10.490	0.591	30.419	0.696
C-26	15.063	0.000	0.000	3.013	10.600	0.597	31.512	0.704
C-27	15.063	0.000	0.000	3.013	10.649	0.581	31.651	0.707
C-28	15.063	0.000	0.000	3.013	10.178	0.701	34.578	0.676
C-29	15.063	0.000	0.000	3.013	10.502	0.683	35.181	0.697
C-30	15.063	0.000	0.000	3.013	10.582	0.631	32.906	0.702
C-31	15.063	0.000	0.000	3.013	10.467	0.679	34.850	0.695
C-32	15.063	0.000	0.000	3.013	10.211	0.778	38.577	0.678
C-33	15.063	0.000	0.000	3.013	10.607	0.544	28.813	0.704
C-34	15.063	0.000	0.000	3.013	10.659	0.475	26.066	0.708
C-35	15.063	0.000	0.000	3.013	10.676	0.562	31.184	0.709
C-36	15.063	0.000	0.000	3.013	10.297	0.705	35.412	0.684
C-37	15.063	0.000	0.000	3.013	7.171	4.100	156.671	0.476
Sistema	15.063	0.000	0.000	3.013	9.728	27.561	1298.841	0.646

Fuente: Elaboración Propia

En la siguiente tabla se muestra el nivel medio y máximo del flujo alcanzado, con respecto a la cota de rasante, permitiendo hallar la cota del calado crítico identificado en el momento en que ocurre, ante una precipitación máxima diaria de 24 hrs.

Tabla 3.121. Resumen de nivel de nudos de la cuenca SJC

Nudo	Tipo	Nivel Medio Metros	Nivel Máximo Metros	Altura Máxima Metros	Instante Nivel Máx. días hr:min
N-1	JUNCTION	0.09	0.13	30.56	0 03:00
N-2	JUNCTION	0.15	0.21	30.17	0 03:02
N-3	JUNCTION	0.19	0.28	29.63	0 03:02
N-4	JUNCTION	0.26	0.39	29.26	0 03:03
N-5	JUNCTION	0.26	0.38	29.00	0 03:03
N-6	JUNCTION	0.32	0.48	28.71	0 03:04
N-7	JUNCTION	0.35	0.54	28.50	0 03:06
N-8	JUNCTION	0.41	0.60	28.27	0 03:04
N-9	JUNCTION	0.65	0.80	28.08	0 02:18
N-10	JUNCTION	0.13	0.18	30.91	0 03:01
N-11	JUNCTION	0.20	0.29	30.10	0 03:03
N-12	JUNCTION	0.22	0.32	29.74	0 03:04
N-13	JUNCTION	0.29	0.43	29.41	0 03:06
N-14	JUNCTION	0.32	0.47	29.19	0 03:06
N-15	JUNCTION	0.35	0.54	28.98	0 03:14
N-16	JUNCTION	0.41	0.68	28.80	0 03:15
N-17	JUNCTION	0.52	0.80	28.60	0 03:02
N-18	JUNCTION	0.12	0.17	30.38	0 03:02
N-19	JUNCTION	0.00	0.00	30.05	0 01:00
N-20	JUNCTION	0.15	0.21	29.90	0 03:05
N-21	JUNCTION	0.18	0.26	29.54	0 03:06
N-22	JUNCTION	0.21	0.30	29.26	0 03:07
N-23	JUNCTION	0.20	0.30	28.96	0 03:07
N-24	JUNCTION	0.40	0.56	28.79	0 04:03
N-25	JUNCTION	0.43	0.67	28.68	0 04:05
N-26	JUNCTION	0.62	0.77	27.64	0 02:26
N-27	JUNCTION	0.65	0.80	27.19	0 02:21
D-1	OUTFALL	0.40	0.49	26.61	0 02:22

Fuente: Elaboración Propia

En la siguiente tabla se evidencia el aporte lateral y total máximos del flujo por nudo, teniendo como unidad LPS (Caudal) y L (Volumen), determinando el momento en que ocurre el aporte máximo.

Tabla 3.122. Resumen de aporte en nudos de la cuenca SJC

Nudo	Tipo	Aporte	Aporte	Instante	Volumen	Volumen
		Lateral	Total	de Aporte	Aporte	Total
		Máximo	Máximo	Máximo	Lateral	Total
		LPS	LPS	días hr:min	10 ⁶ ltr	10 ⁶ ltr
N-1	JUNCTION	35.96	35.96	0 02:59	0.703	0.702
N-2	JUNCTION	76.33	112.14	0 02:59	1.540	2.236
N-3	JUNCTION	60.54	171.90	0 02:59	1.167	3.382
N-4	JUNCTION	54.25	223.59	0 02:59	1.004	4.354
N-5	JUNCTION	54.10	276.43	0 03:00	1.048	5.356
N-6	JUNCTION	59.20	334.42	0 03:00	1.145	6.453
N-7	JUNCTION	64.78	397.36	0 03:00	1.269	7.661
N-8	JUNCTION	66.79	461.88	0 03:01	1.308	8.901
N-9	JUNCTION	0.00	1161.71	0 02:58	0.000	25.227
N-10	JUNCTION	101.82	101.82	0 02:59	2.132	2.131
N-11	JUNCTION	63.10	164.37	0 03:00	1.218	3.339
N-12	JUNCTION	55.19	218.04	0 03:01	1.064	4.365
N-13	JUNCTION	56.65	273.14	0 03:02	1.098	5.423
N-14	JUNCTION	63.37	334.15	0 03:02	1.214	6.586
N-15	JUNCTION	67.89	399.58	0 03:02	1.301	7.825
N-16	JUNCTION	89.41	481.15	0 02:59	1.725	9.480
N-17	JUNCTION	0.00	781.28	0 03:20	0.000	16.880
N-18	JUNCTION	66.28	66.28	0 02:59	1.417	1.416
N-19	JUNCTION	26.78	26.78	0 02:59	0.518	0.517
N-20	JUNCTION	27.95	93.71	0 03:01	0.535	1.943
N-21	JUNCTION	30.41	121.53	0 03:01	0.553	2.473
N-22	JUNCTION	31.51	151.18	0 03:02	0.591	3.034
N-23	JUNCTION	34.85	184.58	0 03:02	0.672	3.671
N-24	JUNCTION	156.67	309.44	0 04:00	4.030	7.661
N-25	JUNCTION	0.00	309.14	0 04:03	0.000	7.572
N-26	JUNCTION	0.00	741.31	0 02:18	0.000	19.274
N-27	JUNCTION	0.00	690.29	0 02:19	0.000	19.120
D-1	OUTFALL	0.00	662.51	0 02:22	0.000	18.611

Fuente: Elaboración Propia

En la siguiente tabla se evidencia el tiempo de inundación en los nudos críticos, como también el caudal máximo correspondiente a cada uno, evaluado en el instante que sucede el máximo hecho y la cantidad de agua que excede el nivel con la calzada.

Tabla 3.123. Resumen de inundación en nudos de la cuenca SJC

Nudo	Horas Inundado	Caudal	Instante en	Volumen	Volumen
		Máximo	que sucede el Máximo	Total Inund.	Estanc.
		LPS	días hr:min	10 ⁶ ltr	ha-mm
N-9	5.88	485.20	0 02:59	5.701	0.00
N-17	1.56	95.82	0 03:21	0.320	0.00
N-27	6.47	28.34	0 02:21	0.319	0.00

Fuente: Elaboración Propia

En la siguiente tabla se muestra se muestra caudal medio y máximo del vertido o descarga del flujo, de la cuenca SJC. Así mismo, el volumen total de descarga.

Tabla 3.124. Resumen de vertido de la cuenca SJC

Nudo de Vertido	Frec.	Caudal	Caudal	Volumen
	Vertido % Porc.	Medio LPS	Máximo LPS	Total 10 ⁶ ltr
D-1	85.84	623.97	662.51	18.611
Sistema	85.84	623.97	662.51	18.611

Fuente: Elaboración Propia

En la siguiente tabla se muestra los caudales máximos en los conductos de la red de drenaje pluvial, como también la velocidad máxima de cada uno.

Tabla 3.125. Resumen de caudal en líneas de la cuenca SJC

Línea	Tipo	Caudal	Instante	Veloc.	Caudal	Nivel
		Máximo LPS	Caudal Máx días hr:min	Máxima m/sec	Máx/Lleno	Máx/Lleno
L-1	CONDUIT	35.85	0 03:01	0.47	0.05	0.21
L-2	CONDUIT	111.63	0 03:02	0.86	0.15	0.30
L-3	CONDUIT	171.35	0 03:02	0.87	0.26	0.41
L-4	CONDUIT	222.86	0 03:03	0.94	0.47	0.48
L-5	CONDUIT	275.87	0 03:04	1.00	0.46	0.54
L-6	CONDUIT	333.43	0 03:05	0.99	0.68	0.64
L-7	CONDUIT	396.36	0 03:06	1.09	0.77	0.71
L-8	CONDUIT	461.69	0 03:06	0.99	0.77	0.87

L-9	CONDUIT	101.58	0	03:01	0.84	0.11	0.29
L-10	CONDUIT	163.50	0	03:03	0.93	0.27	0.38
L-11	CONDUIT	217.37	0	03:05	0.94	0.34	0.47
L-12	CONDUIT	272.27	0	03:06	0.93	0.56	0.56
L-13	CONDUIT	333.31	0	03:07	1.01	0.65	0.63
L-14	CONDUIT	393.89	0	03:15	1.06	0.74	0.76
L-15	CONDUIT	476.40	0	03:16	1.18	0.87	0.92
L-16	CONDUIT	66.04	0	03:02	0.73	0.10	0.24
L-17	CONDUIT	93.10	0	03:05	0.76	0.15	0.29
L-18	CONDUIT	120.99	0	03:07	0.79	0.22	0.35
L-19	CONDUIT	150.66	0	03:07	0.89	0.29	0.37
L-20	CONDUIT	184.23	0	03:07	0.79	0.29	0.53
L-21	CONDUIT	309.14	0	04:03	0.89	0.70	0.77
L-22	CONDUIT	315.02	0	04:57	0.81	0.71	0.92
L-23	CONDUIT	702.69	0	02:58	1.40	1.03	1.00
L-24	CONDUIT	741.31	0	02:18	1.54	1.21	0.98
L-25	CONDUIT	690.29	0	02:19	1.44	1.04	0.98
L-26	CONDUIT	662.51	0	02:22	1.52	1.33	0.81

Fuente: Elaboración Propia

A continuación se presenta el perfil de lámina de agua de la cuenca SJC, donde se evidencia la variación del flujo en la simulación respecto a la profundidad de los nudos y la distancia de los conductos, evaluado para una precipitación máxima diaria en 24 hrs.

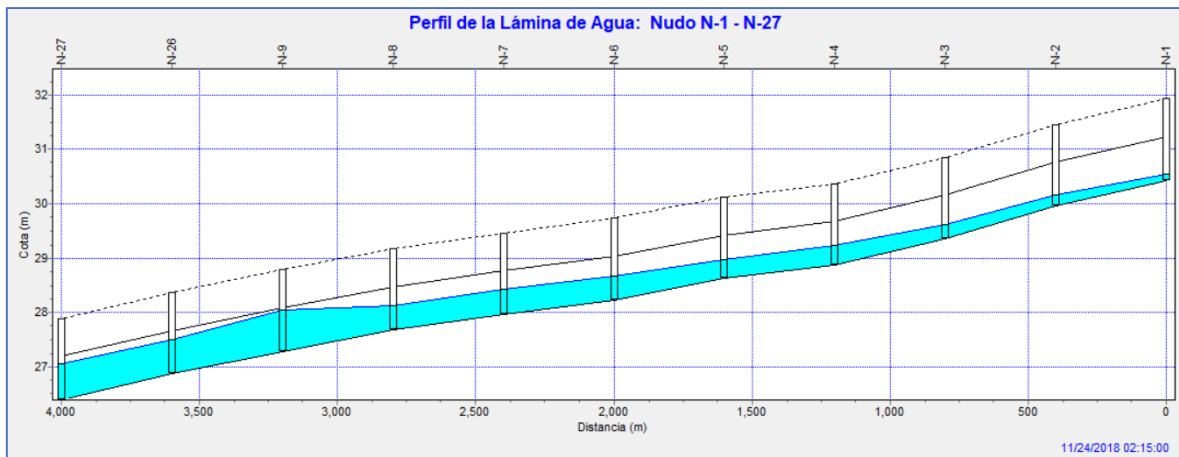


Figura 3.39. Perfil de Lámina de Agua de la Cuenca SJC

d. Resultados de la cuenca SJD

Se presentan los resultados obtenidos del software SWMM, que pertenecen a la cuenca SJD en las siguientes tablas.

Tabla 3.126. Escorrentía superficial de la cuenca SJD

	Volumen	Altura
Escorrentia Superficial	ha·m	mm
Precipitación Total	3.282	13.582
Pérdidas Evaporación	0.000	0.000
Pérdidas Infiltración	0.656	2.716
Escorrentia Superficial ..	2.237	9.258
Almacen. Final en Sup. ...	0.390	1.614
* Error Continuidad	-0.044	

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 3.127. Calculo hidráulico de la cuenca SJD

	Volumen	Volumen
Cálculo Hidráulico	ha·m	10 ⁻³ m ³
Aporte Tiempo Seco	0.000	0.000
Aporte Tiempo Lluvia	2.212	22.122
Aporte Ag. Subterránea ...	0.000	0.000
Aportes dep. Lluvia	0.000	0.000
Aportes Externos	0.000	0.000
Descargas Externas	1.701	17.012
Descargas Internas	0.503	5.030
Pérdidas Almacenamiento ..	0.000	0.000
Vol. Almacenado Inicial ..	0.000	0.000
Vol. Almacenado Final	0.010	0.098
* Error Continuidad	-0.077	

Fuente: Elaboración Propia

De los resultados analizados se entiende que de una serie temporal de 24 hrs, con una precipitación total de 13.582 mm, se tiene la infiltración total por subcuena (mm), de modo que el software calcula el coeficiente de escorrentía de cada subcuena.

Tabla 3.128. Resumen de escorrentía superficial de la cuenca SJD

Subcuena	Precip Total mm	Aporte Total mm	Evap Total mm	Infil Total mm	Escor. Total mm	Escor. Total 10 ⁶ ltr	Escor. Punta LPS	Coef. Escor.
C-1	13.582	0.000	0.000	2.716	9.084	0.659	32.054	0.669
C-2	13.582	0.000	0.000	2.716	9.299	0.607	30.684	0.685
C-3	13.582	0.000	0.000	2.716	9.318	0.201	10.171	0.686
C-4	13.582	0.000	0.000	2.716	9.139	0.659	34.396	0.673
C-5	13.582	0.000	0.000	2.716	9.393	0.723	35.979	0.678
C-6	13.582	0.000	0.000	2.716	9.258	0.708	35.601	0.682
C-7	13.582	0.000	0.000	2.716	9.238	0.551	27.590	0.680
C-8	13.582	0.000	0.000	2.716	9.462	0.538	27.783	0.697
C-9	13.582	0.000	0.000	2.716	8.885	0.609	28.385	0.654
C-10	13.582	0.000	0.000	2.716	9.188	0.630	31.257	0.676
C-11	13.582	0.000	0.000	2.716	9.346	0.479	24.395	0.688
C-12	13.582	0.000	0.000	2.716	9.293	0.572	28.891	0.684
C-13	13.582	0.000	0.000	2.716	9.422	0.492	25.285	0.694
C-14	13.582	0.000	0.000	2.716	9.438	0.484	24.925	0.695
C-15	13.582	0.000	0.000	2.716	9.314	0.582	29.515	0.686
C-16	13.582	0.000	0.000	2.716	9.314	0.582	29.516	0.686
C-17	13.582	0.000	0.000	2.716	9.150	0.230	11.327	0.674
C-18	13.582	0.000	0.000	2.716	9.411	0.482	24.774	0.693
C-19	13.582	0.000	0.000	2.716	9.243	0.634	31.750	0.681
C-20	13.582	0.000	0.000	2.716	9.368	0.642	32.806	0.690
C-21	13.582	0.000	0.000	2.716	9.360	0.190	9.701	0.689
C-22	13.582	0.000	0.000	2.716	9.256	0.696	34.969	0.682
C-23	13.582	0.000	0.000	2.716	9.302	0.581	29.425	0.685
C-24	13.582	0.000	0.000	2.716	9.486	0.475	24.581	0.698
C-25	13.582	0.000	0.000	2.716	9.572	0.395	21.340	0.705
C-26	13.582	0.000	0.000	2.716	9.406	0.530	27.197	0.693
C-27	13.582	0.000	0.000	2.716	9.474	0.535	27.690	0.698
C-28	13.582	0.000	0.000	2.716	8.722	1.295	58.156	0.642
C-29	13.582	0.000	0.000	2.716	9.119	0.245	11.993	0.671
C-30	13.582	0.000	0.000	2.716	8.948	0.256	12.118	0.659
C-31	13.582	0.000	0.000	2.716	9.491	0.477	24.703	0.699
C-32	13.582	0.000	0.000	2.716	9.346	0.609	31.042	0.688
C-33	13.582	0.000	0.000	2.716	9.473	0.489	25.257	0.697
C-34	13.582	0.000	0.000	2.716	9.453	0.495	25.569	0.696
C-35	13.582	0.000	0.000	2.716	8.951	0.853	40.325	0.659
C-36	13.582	0.000	0.000	2.716	9.311	0.570	28.902	0.686
C-37	13.582	0.000	0.000	2.716	9.105	0.496	24.248	0.670
C-38	13.582	0.000	0.000	2.716	9.529	0.477	24.975	0.702
C-39	13.582	0.000	0.000	2.716	9.316	0.609	30.911	0.686
C-40	13.582	0.000	0.000	2.716	9.438	0.484	24.919	0.695
C-41	13.582	0.000	0.000	2.716	9.451	0.507	26.183	0.696
Sistema	13.582	0.000	0.000	2.716	9.258	22.369	1120.332	0.682

Fuente: Elaboración Propia

En la siguiente tabla se muestra el nivel medio y máximo del flujo alcanzado, con respecto a la cota de rasante, permitiendo hallar la cota del calado crítico identificado en el momento en que ocurre, ante una precipitación máxima diaria de 24 hrs.

Tabla 3.129. Resumen de nivel de nudos de la cuenca SJD

Nudo	Tipo	Nivel Medio Metros	Nivel Máximo Metros	Altura Máxima Metros	Instante Nivel Máx. días hr:min
N-1	JUNCTION	0.05	0.12	26.23	0 01:09
N-2	JUNCTION	0.23	0.80	26.31	0 01:09
N-3	JUNCTION	0.29	0.79	26.25	0 01:09
N-4	JUNCTION	0.31	0.80	26.24	0 01:08
N-5	JUNCTION	0.50	0.79	26.06	0 01:09
N-6	JUNCTION	0.40	0.56	26.94	0 08:01
N-7	JUNCTION	0.60	0.71	26.89	0 08:36
N-8	JUNCTION	0.73	0.80	26.83	0 01:32
N-9	JUNCTION	0.78	0.80	26.81	0 01:08
N-10	JUNCTION	0.08	0.23	26.93	0 04:44
N-11	JUNCTION	0.44	0.58	26.90	0 02:08
N-12	JUNCTION	0.45	0.62	26.93	0 02:14
N-13	JUNCTION	0.04	0.05	27.13	0 02:00
N-14	JUNCTION	0.06	0.07	26.94	0 02:00
N-15	JUNCTION	0.23	0.37	26.87	0 04:44
N-16	JUNCTION	0.07	0.09	27.46	0 03:00
N-17	JUNCTION	0.21	0.29	27.37	0 03:00
N-18	JUNCTION	0.23	0.31	27.37	0 03:00
N-19	JUNCTION	0.17	0.21	27.22	0 03:00
N-20	JUNCTION	0.07	0.09	27.86	0 03:00
N-21	JUNCTION	0.15	0.23	27.75	0 02:59
N-22	JUNCTION	0.11	0.14	27.71	0 03:00
N-23	JUNCTION	0.08	0.09	28.24	0 03:00
N-24	JUNCTION	0.12	0.15	28.09	0 03:00
N-25	JUNCTION	0.09	0.11	28.02	0 03:00
N-26	JUNCTION	0.27	0.35	27.37	0 03:00
N-27	JUNCTION	-0.55	0.11	26.65	0 01:31
N-28	JUNCTION	-0.14	0.25	26.17	0 01:32
N-29	JUNCTION	0.05	0.06	25.96	0 03:00
N-30	JUNCTION	0.14	0.26	25.87	0 02:00
N-31	JUNCTION	0.47	0.80	26.07	0 01:09
N-32	JUNCTION	0.49	0.66	25.90	0 01:09
N-33	JUNCTION	0.50	0.60	25.83	0 02:59
N-34	JUNCTION	0.50	0.61	25.83	0 02:59
N-35	JUNCTION	0.51	0.80	25.99	0 01:09
N-36	JUNCTION	0.26	0.31	25.49	0 02:54
N-37	JUNCTION	0.25	0.20	24.37	0 03:00
D-1	OUTFALL	0.25	0.29	23.03	0 03:00

Fuente: Elaboración Propia

En la siguiente tabla se evidencia el aporte lateral y total máximos del flujo por nudo, teniendo como unidad LPS (Caudal) y L (Volumen), determinando el momento en que ocurre el aporte máximo.

Tabla 3.130. Resumen de aporte en nudos de la cuenca SJD

Nudo	Tipo	Aporte Lateral Máximo LPS	Aporte Total Máximo LPS	Instante de Aporte Máximo días hr:min	Volumen Aporte Lateral 10 ⁶ ltr	Volumen Aporte Total 10 ⁶ ltr
N-1	JUNCTION	32.05	76.37	0 01:09	0.651	0.652
N-2	JUNCTION	30.68	1106.72	0 01:09	0.600	1.078
N-3	JUNCTION	27.59	1029.44	0 01:09	0.545	2.475
N-4	JUNCTION	56.67	3034.74	0 01:08	1.098	12.204
N-5	JUNCTION	24.39	1872.92	0 01:09	0.474	12.586
N-6	JUNCTION	10.17	155.76	0 01:26	0.198	0.736
N-7	JUNCTION	34.40	218.35	0 08:47	0.691	2.257
N-8	JUNCTION	35.98	353.78	0 01:27	0.715	3.261
N-9	JUNCTION	28.38	2586.79	0 01:08	0.602	14.543
N-10	JUNCTION	29.42	71.33	0 04:44	0.575	0.673
N-11	JUNCTION	31.26	363.85	0 01:09	0.623	3.724
N-12	JUNCTION	24.11	1041.59	0 01:09	0.455	11.668
N-13	JUNCTION	21.34	211.34	0 02:00	0.391	0.391
N-14	JUNCTION	24.58	45.45	0 02:00	0.470	0.860
N-15	JUNCTION	35.60	244.80	0 03:06	0.701	3.127
N-16	JUNCTION	54.89	54.89	0 02:59	1.054	1.054
N-17	JUNCTION	31.04	85.93	0 02:59	0.603	1.657
N-18	JUNCTION	58.16	151.07	0 02:59	1.279	2.935
N-19	JUNCTION	40.32	425.49	0 03:00	0.843	8.327
N-20	JUNCTION	53.60	53.60	0 02:59	1.036	1.036
N-21	JUNCTION	25.30	78.90	0 02:59	0.484	1.520
N-22	JUNCTION	30.91	223.70	0 03:00	0.603	4.063
N-23	JUNCTION	49.00	49.00	0 02:59	0.962	0.962
N-24	JUNCTION	26.19	75.19	0 02:59	0.502	1.464
N-25	JUNCTION	24.92	100.08	0 03:00	0.479	1.942
N-26	JUNCTION	25.57	385.65	0 03:00	0.450	7.486
N-27	JUNCTION	0.00	1128.54	0 01:09	0.000	8.860
N-28	JUNCTION	25.29	344.95	0 02:59	0.486	5.230
N-29	JUNCTION	36.25	36.25	0 02:59	0.706	0.706
N-30	JUNCTION	29.52	169.44	0 01:09	0.576	1.462
N-31	JUNCTION	29.51	1703.69	0 01:09	0.576	14.610
N-32	JUNCTION	34.48	268.50	0 01:09	0.665	0.727
N-33	JUNCTION	32.81	328.61	0 01:09	0.635	1.532
N-34	JUNCTION	31.75	1055.36	0 01:09	0.627	16.520
N-35	JUNCTION	34.97	1245.91	0 01:09	0.689	17.038
N-36	JUNCTION	0.00	941.04	0 02:56	0.000	17.004
N-37	JUNCTION	0.00	756.98	0 03:00	0.000	17.019
D-1	OUTFALL	0.00	749.55	0 03:00	0.000	17.012

Fuente: Elaboración Propia

En la siguiente tabla se evidencia el tiempo de inundación en los nudos críticos, como también el caudal máximo correspondiente a cada uno, evaluado en el instante que sucede el máximo hecho y la cantidad de agua que excede el nivel con la calzada.

Tabla 3.131. Resumen de inundación en nudos de la cuenca SJD

Nudo	Horas Inundado	Caudal Máximo LPS	Instante en que sucede el Máximo días hr:min	Volumen Total Inund. 10 ⁶ ltr	Volumen Máximo Estanc. ha-mm
N-2	0.01	952.33	0 01:09	0.002	0.00
N-4	0.02	1513.17	0 01:08	0.075	0.00
N-8	0.66	145.48	0 05:05	0.113	0.00
N-9	5.05	1349.43	0 01:08	4.851	0.00
N-31	0.01	852.43	0 01:09	0.021	0.00
N-35	0.01	498.53	0 01:09	0.000	0.00

Fuente: Elaboración Propia

En la siguiente tabla se muestra se muestra caudal medio y máximo del vertido o descarga del flujo, de la cuenca SJD. Así mismo, el volumen total de descarga.

Tabla 3.132. Resumen de vertido de la cuenca SJD

Nudo de Vertido	Frec. Vertido % Porc.	Caudal Medio LPS	Caudal Máximo LPS	Volumen Total 10 ⁶ ltr
D-1	99.73	563.86	749.55	17.012
Sistema	99.73	563.86	749.55	17.012

Fuente: Elaboración Propia

En la siguiente tabla se muestra los caudales máximos en los conductos de la red de drenaje pluvial, como también la velocidad máxima de cada uno.

Tabla 3.133. Resumen de caudal en líneas de la cuenca SJD

Línea	Tipo	Caudal Máximo LPS	Instante Caudal Máx días hr:min	Veloc. Máxima m/sec	Caudal Máx/ Lleno	Nivel Máx/ Lleno
L-3	CONDUIT	78.61	0 01:09	0.78	0.03	0.52
L-4	CONDUIT	1103.83	0 01:09	2.38	0.44	0.95
L-5	CONDUIT	1027.95	0 01:09	5.82	1.57	0.84
L-6	CONDUIT	1525.81	0 01:09	7.37	0.59	0.74
L-7	CONDUIT	173.92	0 01:27	7.15	0.07	0.79
L-8	CONDUIT	343.84	0 01:27	1.73	0.17	0.94
L-9	CONDUIT	2585.67	0 01:08	9.35	4.23	1.00
L-10	CONDUIT	111.68	0 04:44	1.37	0.04	0.35
L-11	CONDUIT	289.74	0 03:06	1.87	0.14	0.51
L-12	CONDUIT	362.19	0 01:09	2.01	0.73	0.73
L-13	CONDUIT	21.34	0 02:00	1.22	0.01	0.08
L-14	CONDUIT	45.45	0 02:00	1.12	0.02	0.27
L-15	CONDUIT	54.88	0 03:00	0.65	0.02	0.24
L-16	CONDUIT	93.03	0 02:59	0.58	0.12	0.38
L-17	CONDUIT	153.08	0 03:01	1.20	0.09	0.41
L-18	CONDUIT	385.23	0 03:00	2.45	0.39	0.35
L-19	CONDUIT	425.28	0 03:00	14.93	0.16	0.52
L-20	CONDUIT	1030.51	0 01:09	11.06	0.33	0.89
L-21	CONDUIT	1128.54	0 01:09	6.65	0.22	0.57
L-22	CONDUIT	319.73	0 02:43	21.60	0.03	0.50
L-23	CONDUIT	3027.14	0 01:08	11.41	1.06	0.52
L-24	CONDUIT	53.60	0 03:00	0.87	0.03	0.20
L-25	CONDUIT	92.81	0 03:00	1.16	0.08	0.23
L-26	CONDUIT	49.00	0 03:00	0.99	0.03	0.15
L-27	CONDUIT	75.17	0 03:00	1.41	0.08	0.16
L-28	CONDUIT	100.08	0 03:00	2.10	0.04	0.16
L-29	CONDUIT	223.06	0 03:00	1.87	0.07	0.31
L-30	CONDUIT	36.25	0 03:00	1.41	0.01	0.20
L-31	CONDUIT	199.24	0 01:53	1.14	0.07	0.52
L-32	CONDUIT	266.14	0 01:09	1.04	0.60	0.74
L-33	CONDUIT	326.48	0 01:09	1.48	0.72	0.75
L-34	CONDUIT	1701.93	0 01:09	6.77	4.74	0.75
L-35	CONDUIT	892.58	0 01:09	4.23	0.85	0.74
L-36	CONDUIT	1243.88	0 01:09	4.31	1.62	0.76
L-37	CONDUIT	941.04	0 02:56	3.94	1.49	0.57
L-38	CONDUIT	756.98	0 03:00	4.41	0.31	0.38
L-39	CONDUIT	749.55	0 03:00	8.02	0.29	0.37

Fuente: Elaboración Propia

A continuación se presenta el perfil de lámina de agua de la cuenca SJD, donde se evidencia la variación del flujo en la simulación respecto a la profundidad de los nudos y la distancia de los conductos, evaluado para una precipitación máxima diaria en 24 hrs.

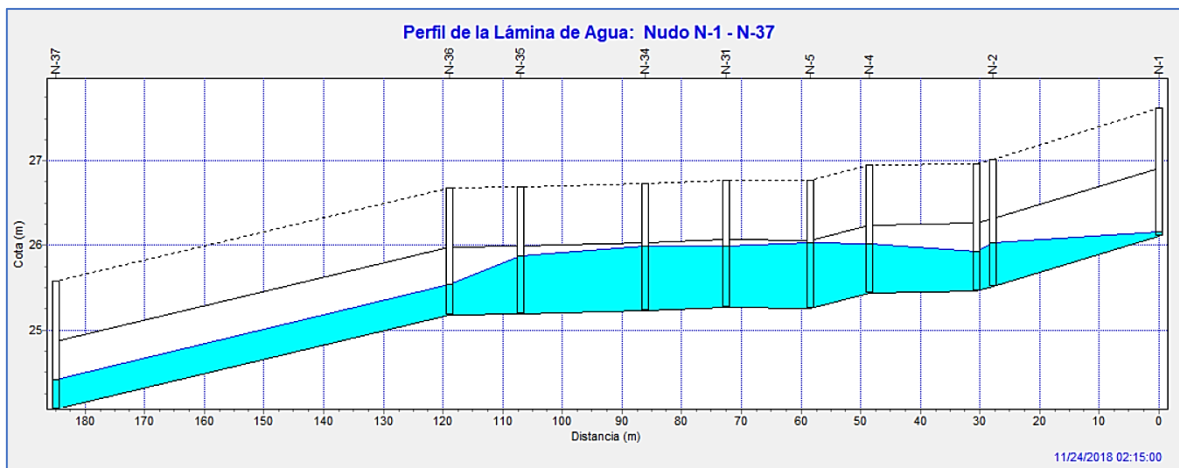


Figura 3.40. Perfil de Lámina de Agua de la Cuenca SJD

3.3.4.4.5.4 Resultados para un T = 25 años sin evento extremo

Se obtienen los resultados para un periodo de retorno de 25 años, con una frecuencia de precipitación de 24 hrs en el distrito de Cura Mori, región Piura, donde no se evidencia la presencia de un evento extraordinario.

a. Resultados de la cuenca SJA

Se presentan los resultados obtenidos del software SWMM, que pertenecen a la cuenca SJA en las siguientes tablas.

Tabla 3.134. Escorrentía superficial de la cuenca SJA

	Volumen ha·m	Altura mm
Escorrentía Superficial		
Precipitación Total	0.900	2.847
Pérdidas Evaporación	0.000	0.000
Pérdidas Infiltración	0.180	0.569
Escorrentía Superficial	0.347	1.098
Almacen. Final en Sup.	0.373	1.180
% Error Continuidad	-0.007	

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 3.135. Calculo hidráulico de la cuenca SJA

	Volumen ha·m	Volumen 10 ⁻⁶ m ³
Cálculo Hidráulico		
Aporte Tiempo Seco	0.000	0.000
Aporte Tiempo Lluvia	0.334	3.342
Aporte Ag. Subterranea	0.000	0.000
Aportes dep. Lluvia	0.000	0.000
Aportes Externos	0.000	0.000
Descargas Externas	0.182	1.817
Descargas Internas	1.142	11.423
Pérdidas Almacenamiento	0.000	0.000
Vol. Almacenado Inicial	0.000	0.000
Vol. Almacenado Final	0.003	0.028

Fuente: Elaboración Propia

De los resultados analizados se entiende que de una serie temporal de 24 hrs, con una precipitación total de 2.847 mm, se tiene la infiltración total por subcuenca (mm), de modo que el software calcula el coeficiente de escorrentía de cada subcuenca.

Tabla 3.136. Resumen de escorrentía superficial de la cuenca SJA

Subcuenca	Precip. Total mm	Aporte Total mm	Evap. Total mm	Infil. Total mm	Escor. Total mm	Escor. Total 10 ⁻⁶ ltr	Escor. Punta LPS	Coeff. Escor.
C-1	2.847	0.000	0.000	0.569	1.162	0.077	5.294	0.408
C-2	2.847	0.000	0.000	0.569	1.209	0.069	4.699	0.425
C-3	2.847	0.000	0.000	0.569	1.162	0.079	5.471	0.408
C-4	2.847	0.000	0.000	0.569	1.259	0.089	4.094	0.442
C-5	2.847	0.000	0.000	0.569	1.161	0.068	4.680	0.408
C-6	2.847	0.000	0.000	0.569	1.206	0.069	4.790	0.424
C-7	2.847	0.000	0.000	0.569	1.225	0.090	5.265	0.430
C-8	2.847	0.000	0.000	0.569	1.162	0.089	6.184	0.408
C-9	2.847	0.000	0.000	0.569	1.111	0.078	5.373	0.390
C-10	2.847	0.000	0.000	0.569	1.089	0.099	6.815	0.393
C-11	2.847	0.000	0.000	0.569	1.067	0.084	6.766	0.376
C-12	2.847	0.000	0.000	0.569	1.132	0.070	4.646	0.396
C-13	2.847	0.000	0.000	0.569	1.209	0.069	4.712	0.425
C-14	2.847	0.000	0.000	0.569	1.162	0.093	5.696	0.408
C-15	2.847	0.000	0.000	0.569	1.162	0.074	5.088	0.408
C-16	2.847	0.000	0.000	0.569	1.162	0.082	5.692	0.408
C-17	2.847	0.000	0.000	0.569	1.144	0.085	5.886	0.402
C-18	2.847	0.000	0.000	0.569	1.192	0.064	4.420	0.419
C-19	2.847	0.000	0.000	0.569	1.187	0.077	5.302	0.417
C-20	2.847	0.000	0.000	0.569	1.236	0.084	3.744	0.434
C-21	2.847	0.000	0.000	0.569	1.017	0.079	5.477	0.367
C-22	2.847	0.000	0.000	0.569	1.123	0.070	4.605	0.394
C-23	2.847	0.000	0.000	0.569	0.965	0.074	5.132	0.339
C-24	2.847	0.000	0.000	0.569	0.955	0.140	9.001	0.335
C-25	2.847	0.000	0.000	0.569	1.028	0.060	4.171	0.361
C-26	2.847	0.000	0.000	0.569	0.961	0.080	5.569	0.338
C-27	2.847	0.000	0.000	0.569	0.959	0.091	6.363	0.337
C-28	2.847	0.000	0.000	0.569	0.955	0.084	5.846	0.336
C-29	2.847	0.000	0.000	0.569	1.129	0.086	5.928	0.396
C-30	2.847	0.000	0.000	0.569	1.005	0.073	5.049	0.353
C-31	2.847	0.000	0.000	0.569	1.002	0.084	2.377	0.352
C-32	2.847	0.000	0.000	0.569	1.159	0.058	4.029	0.407
C-33	2.847	0.000	0.000	0.569	1.159	0.069	4.699	0.407
C-34	2.847	0.000	0.000	0.569	1.146	0.024	1.685	0.403
C-35	2.847	0.000	0.000	0.569	1.124	0.074	5.102	0.395
C-36	2.847	0.000	0.000	0.569	1.082	0.102	7.062	0.380
C-37	2.847	0.000	0.000	0.569	1.103	0.078	5.352	0.388
C-38	2.847	0.000	0.000	0.569	1.172	0.067	3.918	0.412
C-39	2.847	0.000	0.000	0.569	1.153	0.023	1.600	0.405
C-40	2.847	0.000	0.000	0.569	1.148	0.065	4.745	0.403
C-41	2.847	0.000	0.000	0.569	1.169	0.084	5.613	0.411
C-42	2.847	0.000	0.000	0.569	1.097	0.070	4.830	0.385
C-43	2.847	0.000	0.000	0.569	1.021	0.062	4.287	0.385
C-44	2.847	0.000	0.000	0.569	1.136	0.079	5.461	0.399
C-45	2.847	0.000	0.000	0.569	1.040	0.066	4.548	0.365
C-46	2.847	0.000	0.000	0.569	0.962	0.094	6.622	0.338
C-47	2.847	0.000	0.000	0.569	1.076	0.085	5.899	0.378
Sistema	2.847	0.000	0.000	0.569	1.098	3.472	240.220	0.386

Fuente: Elaboración Propia

En la siguiente tabla se muestra el nivel medio y máximo del flujo alcanzado, con respecto a la cota de rasante, permitiendo hallar la cota del calado crítico identificado en el momento en que ocurre, ante una precipitación máxima diaria de 24 hrs.

Tabla 3.137. Resumen de nivel de nudos de la cuenca SJA

Nudo	Tipo	Nivel Medio Metros	Nivel Máximo Metros	Altura Máxima Metros	Instante Nivel Máx. días hr:min
N-1	JUNCTION	-1.60	0.45	28.36	0 09:20
N-2	JUNCTION	-0.07	0.80	28.50	0 09:37
N-3	JUNCTION	-1.94	0.80	28.20	0 02:50
N-4	JUNCTION	-96.52	0.02	27.36	0 01:34
N-5	JUNCTION	-93.09	0.11	27.42	0 01:35
N-6	JUNCTION	-25.13	0.80	27.95	0 01:36
N-7	JUNCTION	-32.24	0.80	27.77	0 01:37
N-8	JUNCTION	-32.03	0.07	26.86	0 01:32
N-9	JUNCTION	-66.37	0.80	27.35	0 01:33
N-10	JUNCTION	-3.58	0.80	27.16	0 02:49
N-11	JUNCTION	-236.91	0.80	26.71	0 01:21
N-12	JUNCTION	-1.64	0.80	26.63	0 01:33
N-13	JUNCTION	-7.91	0.80	26.16	0 01:23
N-14	JUNCTION	-7.80	0.80	25.80	0 01:21
N-15	JUNCTION	-9.39	0.80	25.71	0 01:24
N-16	JUNCTION	-0.60	0.80	25.68	0 02:06
N-17	JUNCTION	-3.10	0.80	25.61	0 01:24
N-18	JUNCTION	0.02	0.02	28.46	0 09:57
N-19	JUNCTION	0.03	0.04	28.27	0 09:59
N-20	JUNCTION	0.03	0.04	28.14	0 09:57
N-21	JUNCTION	0.03	0.06	27.78	0 09:41
N-22	JUNCTION	0.03	0.14	26.51	0 08:26
N-23	JUNCTION	-0.93	0.26	26.15	0 03:06
N-24	JUNCTION	-33.79	0.80	26.55	0 07:53
N-25	JUNCTION	-54.56	0.80	26.38	0 08:26
N-26	JUNCTION	-17.69	0.80	26.10	0 02:57
N-27	JUNCTION	-14.03	0.80	26.01	0 01:47
N-28	JUNCTION	-8.53	0.80	25.99	0 03:51
N-29	JUNCTION	-0.77	0.80	25.96	0 01:25
N-30	JUNCTION	-0.21	0.80	25.92	0 09:40
N-31	JUNCTION	-1.12	0.80	25.52	0 02:22
N-32	JUNCTION	-2.72	0.80	25.22	0 01:30
N-33	JUNCTION	-6.74	0.80	25.09	0 01:25
N-34	JUNCTION	-0.56	0.80	24.96	0 01:30
N-35	JUNCTION	0.20	0.80	24.92	0 04:00
D-1	OUTFALL	0.19	0.60	23.43	0 04:00

Fuente: Elaboración Propia

En la siguiente tabla se evidencia el aporte lateral y total máximos del flujo por nudo, teniendo como unidad LPS (Caudal) y L (Volumen), determinando el en momento en que ocurre el aporte máximo.

Tabla 3.138. Resumen de aporte en nudos de la cuenca SJA

Nudo	Tipo	Aporte		Instante de Aporte Máximo días hr:min	Volumen	
		Lateral Máximo LPS	Total Máximo LPS		Lateral Aporte 10 ⁻⁶ ltr	Total Aporte 10 ⁻⁶ ltr
N-1	JUNCTION	8.98	132.37	0 09:35	0.139	0.152
N-2	JUNCTION	8.81	269.62	0 02:50	0.132	0.466
N-3	JUNCTION	5.54	971.57	0 02:45	0.086	0.474
N-4	JUNCTION	4.86	1786.46	0 02:50	0.075	0.234
N-5	JUNCTION	5.62	1345.89	0 08:56	0.149	0.232
N-6	JUNCTION	5.71	7907.95	0 02:23	0.161	3.260
N-7	JUNCTION	10.43	9523.61	0 09:37	0.162	1.713
N-8	JUNCTION	8.74	8403.90	0 02:24	0.136	1.372
N-9	JUNCTION	8.33	9168.98	0 02:16	0.128	3.124
N-10	JUNCTION	4.34	9927.96	0 09:56	0.067	2.926
N-11	JUNCTION	4.68	4422.73	0 02:25	0.071	1.370
N-12	JUNCTION	8.87	29104.43	0 01:33	0.135	1.709
N-13	JUNCTION	9.95	4203.76	0 01:23	0.153	0.611
N-14	JUNCTION	6.40	3523.41	0 01:21	0.099	0.687
N-15	JUNCTION	4.37	6058.22	0 01:24	0.068	0.749
N-16	JUNCTION	4.13	4164.37	0 01:25	0.063	0.918
N-17	JUNCTION	0.00	4634.63	0 01:24	0.000	0.854
N-18	JUNCTION	3.66	3.66	0 10:00	0.057	0.057
N-19	JUNCTION	4.93	8.77	0 10:00	0.076	0.133
N-20	JUNCTION	4.99	13.53	0 10:00	0.077	0.210
N-21	JUNCTION	10.40	23.94	0 09:59	0.161	0.370
N-22	JUNCTION	8.95	36.17	0 09:42	0.135	0.506
N-23	JUNCTION	5.81	5617.87	0 10:00	0.088	0.769
N-24	JUNCTION	2.16	2367.76	0 09:59	0.033	0.775
N-25	JUNCTION	7.86	8851.80	0 10:00	0.122	1.478
N-26	JUNCTION	8.37	6451.85	0 03:49	0.130	2.814
N-27	JUNCTION	3.90	3648.24	0 07:52	0.060	1.473
N-28	JUNCTION	5.95	3307.32	0 03:50	0.090	0.633
N-29	JUNCTION	0.00	3923.15	0 07:53	0.000	1.113
N-30	JUNCTION	5.34	1040.01	0 09:40	0.081	0.143
N-31	JUNCTION	1.52	2207.72	0 02:22	0.024	0.290
N-32	JUNCTION	6.05	4814.89	0 09:41	0.094	1.074
N-33	JUNCTION	5.53	3365.57	0 09:41	0.148	0.788
N-34	JUNCTION	10.29	4672.58	0 03:25	0.159	1.251
N-35	JUNCTION	9.00	3932.36	0 07:29	0.000	2.180
D-1	OUTFALL	0.00	950.95	0 04:00	0.000	1.817

Fuente: Elaboración Propia

En la siguiente tabla se evidencia el tiempo de inundación en los nudos críticos, como también el caudal máximo correspondiente a cada uno, evaluado en el instante que sucede el máximo hecho y la cantidad de agua que excede el nivel con la calzada.

Tabla 3.139. Resumen de inundación en nudos de la cuenca SJA

Nudo	Horas Inundado	Caudal Máximo LPS	Instante en que sucede el Máximo días hr:min	Volumen Total Inund. 10 ⁶ ltr	Volumen Máximo Estanc. ha-mm
N-2	0.02	1161.59	0 09:37	0.070	0.00
N-3	0.03	487.58	0 02:50	0.054	0.00
N-6	0.16	3953.87	0 02:24	2.035	0.00
N-7	0.08	4966.42	0 09:37	0.872	0.00
N-9	0.06	4584.68	0 02:17	0.880	0.00
N-10	0.15	4966.09	0 09:56	2.271	0.00
N-11	0.02	495.58	0 01:21	0.030	0.00
N-12	0.03	14552.56	0 01:33	1.442	0.00
N-13	0.03	2102.42	0 01:23	0.183	0.00
N-14	0.03	1789.26	0 01:21	0.145	0.00
N-15	0.03	3029.24	0 01:24	0.244	0.00
N-16	0.08	1901.67	0 02:06	0.457	0.00
N-17	0.02	2266.09	0 01:24	0.136	0.00
N-24	0.03	1184.95	0 09:59	0.097	0.00
N-25	0.03	4426.58	0 08:26	0.531	0.00
N-26	0.12	3223.90	0 03:49	1.120	0.00
N-27	0.18	1825.45	0 05:53	0.986	0.00
N-28	0.05	1654.99	0 03:51	0.207	0.00
N-29	0.15	1961.67	0 07:53	0.890	0.00
N-30	0.03	522.44	0 09:41	0.063	0.00
N-31	0.05	1251.66	0 02:23	0.150	0.00
N-32	0.16	2410.18	0 09:41	0.626	0.00
N-33	0.07	626.35	0 08:34	0.081	0.00
N-34	0.10	2330.67	0 03:25	0.433	0.00
N-35	0.01	1439.09	0 07:30	0.057	0.00

Fuente: Elaboración Propia

En la siguiente tabla se muestra se muestra caudal medio y máximo del vertido o descarga del flujo, de la cuenca SJA. Así mismo, el volumen total de descarga.

Tabla 3.140. Resumen de vertido de la cuenca SJA

Nudo de Vertido	Frec. Vertido % Porc.	Caudal Medio LPS	Caudal Máximo LPS	Volumen Total 10 ⁶ ltr
D-1	99.83	489.34	583.99	13.395
Sistema	99.83	489.34	583.99	13.395

Fuente: Elaboración Propia

En la siguiente tabla se muestra los caudales máximos en los conductos de la red de drenaje pluvial, como también la velocidad máxima de cada uno.

Tabla 3.141. Resumen de caudal en líneas de la cuenca SJA

Línea	Tipo	Caudal Máximo LPS	Instante Caudal Máx días hr:min	Veloc. Máxima m/sec	Caudal Máx/ Lleno	Nivel Máx/ Lleno
L-1	CONDUIT	2683.97	0 02:50	10.68	1.63	0.50
L-2	CONDUIT	968.03	0 02:49	46.63	0.37	0.51
L-3	CONDUIT	1783.52	0 02:50	>50.00	0.71	0.50
L-4	CONDUIT	9.57	0 01:35	4.11	0.00	0.50
L-5	CONDUIT	7903.53	0 02:23	31.00	3.15	0.52
L-6	CONDUIT	9914.32	0 09:37	>50.00	3.29	1.00
L-7	CONDUIT	8399.07	0 02:24	>50.00	3.02	1.00
L-8	CONDUIT	9165.87	0 02:16	36.01	2.87	0.51
L-9	CONDUIT	9923.72	0 02:49	>50.00	3.20	0.50
L-10	CONDUIT	4421.11	0 01:32	>50.00	1.58	0.50
L-11	CONDUIT	29103.70	0 01:33	>50.00	8.20	0.50
L-12	CONDUIT	4203.20	0 01:23	44.89	1.51	0.50
L-13	CONDUIT	3583.11	0 01:21	13.61	1.55	1.00
L-14	CONDUIT	6057.95	0 01:24	24.10	3.50	0.64
L-15	CONDUIT	3222.52	0 04:32	>50.00	3.97	1.00
L-16	CONDUIT	4531.04	0 01:24	>50.00	3.44	0.68
L-17	CONDUIT	3.84	0 10:00	0.50	0.00	0.04
L-18	CONDUIT	8.57	0 09:59	0.88	0.01	0.05
L-19	CONDUIT	13.70	0 09:54	1.24	0.00	0.06
L-20	CONDUIT	27.97	0 09:42	3.45	0.01	0.14
L-21	CONDUIT	263.10	0 08:27	>50.00	0.09	0.31
L-22	CONDUIT	5489.49	0 10:00	32.68	2.08	0.50
L-23	CONDUIT	8843.94	0 05:51	>50.00	3.21	0.50
L-24	CONDUIT	6447.81	0 03:49	25.15	2.26	0.52
L-25	CONDUIT	3646.18	0 07:52	24.43	2.70	1.00
L-26	CONDUIT	3304.65	0 03:50	46.75	6.74	0.55
L-27	CONDUIT	3923.15	0 07:53	>50.00	4.36	0.80
L-28	CONDUIT	1035.17	0 09:40	10.43	0.43	0.55
L-29	CONDUIT	4809.38	0 09:41	19.13	1.90	0.61
L-30	CONDUIT	4789.95	0 09:39	>50.00	2.20	0.74
L-31	CONDUIT	4666.86	0 03:25	>50.00	2.69	0.87
L-32	CONDUIT	3920.13	0 07:29	14.27	4.07	0.92
L-33	CONDUIT	2766.63	0 05:31	>50.00	1.05	0.67
L-34	CONDUIT	3232.94	0 04:33	10.77	1.28	0.84
L-35	CONDUIT	990.95	0 04:00	2.45	0.91	0.85

Fuente: Elaboración Propia

A continuación se presenta el perfil de lámina de agua de la cuenca SJA, donde se evidencia la variación del flujo en la simulación respecto a la profundidad de los nudos y la distancia de los conductos, evaluado para una precipitación máxima diaria en 24 hrs.

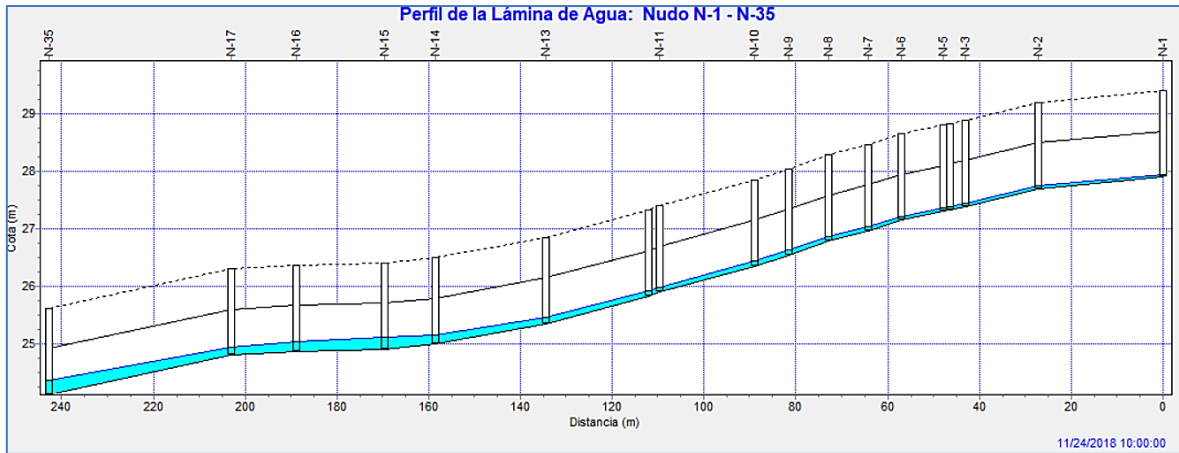


Figura 3.41. Perfil de Lámina de Agua de la Cuenca SJA

b. Resultados de la cuenca SJB

Se presentan los resultados obtenidos del software SWMM, que pertenecen a la cuenca SJB en las siguientes tablas.

Tabla 3.142. Escorrentía superficial de la cuenca SJB

	Volumen	Altura
	ha·m	mm
Escorrentía Superficial		
Precipitación Total	0.852	3.263
Pérdidas Evaporación	0.000	0.000
Pérdidas Infiltración	0.170	0.653
Escorrentía Superficial	0.347	1.329
Almacen. Final en Sup.	0.334	1.282
% Error Continuidad	-0.006	

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 3.143. Calculo hidráulico de la cuenca SJB

	Volumen	Volumen
	ha·m	10 ³ m ³
Cálculo Hidráulico		
Aporte Tiempo Seco	0.000	0.000
Aporte Tiempo Lluvia	0.334	3.338
Aporte Ag. Subterránea	0.000	0.000
Aportes dep. Lluvia	0.000	0.000
Aportes Externos	0.000	0.003
Descargas Externas	0.051	0.509
Descargas Internas	1.641	16.406
Pérdidas Almacenamiento	0.000	0.000
Vol. Almacenado Inicial	0.000	0.000
Vol. Almacenado Final	0.000	0.003

Fuente: Elaboración Propia

De los resultados analizados se entiende que de una serie temporal de 24 hrs, con una precipitación total de 3.263 mm, se tiene la infiltración total por subcuenca (mm), de modo que el software calcula el coeficiente de escorrentía de cada subcuenca.

Tabla 3.144. Resumen de escorrentía superficial de la cuenca SJB

Subcuenca	Precip Total mm	Aporte Total mm	Evap Total mm	Infil Total mm	Escor. Total mm	Escor. Total 10 ⁻⁶ ltr	Escor. Punta LPS	Coef. Escor.
C-1	3.263	0.000	0.000	0.653	1.154	0.165	11.674	0.354
C-2	3.263	0.000	0.000	0.653	1.384	0.074	5.158	0.424
C-3	3.263	0.000	0.000	0.653	1.327	0.091	6.375	0.407
C-4	3.263	0.000	0.000	0.653	1.285	0.088	6.185	0.394
C-5	3.263	0.000	0.000	0.653	1.275	0.108	7.592	0.391
C-6	3.263	0.000	0.000	0.653	1.371	0.080	5.622	0.420
C-7	3.263	0.000	0.000	0.653	1.314	0.094	6.568	0.403
C-8	3.263	0.000	0.000	0.653	1.432	0.065	4.576	0.439
C-9	3.263	0.000	0.000	0.653	1.299	0.059	4.114	0.398
C-10	3.263	0.000	0.000	0.653	1.351	0.087	6.084	0.414
C-11	3.263	0.000	0.000	0.653	1.351	0.087	6.084	0.414
C-12	3.263	0.000	0.000	0.653	1.351	0.087	6.084	0.414
C-13	3.263	0.000	0.000	0.653	1.351	0.087	6.084	0.414
C-14	3.263	0.000	0.000	0.653	1.358	0.089	6.207	0.416
C-15	3.263	0.000	0.000	0.653	1.269	0.062	4.365	0.389
C-16	3.263	0.000	0.000	0.653	1.515	0.064	4.522	0.464
C-17	3.263	0.000	0.000	0.653	1.375	0.067	4.714	0.421
C-18	3.263	0.000	0.000	0.653	1.401	0.074	5.153	0.429
C-19	3.263	0.000	0.000	0.653	1.401	0.067	4.664	0.429
C-20	3.263	0.000	0.000	0.653	1.348	0.062	4.369	0.413
C-21	3.263	0.000	0.000	0.653	1.326	0.071	4.984	0.406
C-22	3.263	0.000	0.000	0.653	1.396	0.080	5.626	0.428
C-23	3.263	0.000	0.000	0.653	1.413	0.081	5.652	0.433
C-24	3.263	0.000	0.000	0.653	1.432	0.076	5.340	0.439
C-25	3.263	0.000	0.000	0.653	1.365	0.073	5.092	0.418
C-26	3.263	0.000	0.000	0.653	1.470	0.068	4.771	0.450
C-27	3.263	0.000	0.000	0.653	1.273	0.121	8.518	0.390
C-28	3.263	0.000	0.000	0.653	1.340	0.092	6.437	0.411
C-29	3.263	0.000	0.000	0.653	1.320	0.071	4.964	0.405
C-30	3.263	0.000	0.000	0.653	1.500	0.065	4.580	0.460
C-31	3.263	0.000	0.000	0.653	1.291	0.073	5.114	0.396
C-32	3.263	0.000	0.000	0.653	1.407	0.084	5.879	0.431
C-33	3.263	0.000	0.000	0.653	1.366	0.085	5.984	0.419
C-34	3.263	0.000	0.000	0.653	1.262	0.134	9.389	0.387
C-35	3.263	0.000	0.000	0.653	1.166	0.115	8.136	0.357
C-36	3.263	0.000	0.000	0.653	1.273	0.101	7.122	0.390
C-37	3.263	0.000	0.000	0.653	1.390	0.097	6.799	0.426
C-38	3.263	0.000	0.000	0.653	1.312	0.091	6.400	0.402
C-39	3.263	0.000	0.000	0.653	1.268	0.078	5.484	0.388
C-40	3.263	0.000	0.000	0.653	1.287	0.075	5.283	0.394
C-41	3.263	0.000	0.000	0.653	1.395	0.081	5.658	0.428
Sistema	3.263	0.000	0.000	0.653	1.329	3.469	243.486	0.407

Fuente: Elaboración Propia

En la siguiente tabla se muestra el nivel medio y máximo del flujo alcanzado, con respecto a la cota de rasante, permitiendo hallar la cota del calado crítico identificado en el momento en que ocurre, ante una precipitación máxima diaria de 24 hrs.

Tabla 3.145. Resumen de nivel de nudos de la cuenca SJB

Nudo	Tipo	Nivel Medio Metros	Nivel Máximo Metros	Altura Máxima Metros	Instante Nivel Máx. días hr:min
N-1	JUNCTION	-0.15	0.16	29.44	0 07:29
N-2	JUNCTION	-0.27	0.80	29.46	0 07:23
N-3	JUNCTION	-9.90	0.80	29.14	0 02:14
N-4	JUNCTION	-10.59	0.80	28.75	0 02:13
N-5	JUNCTION	-45.06	0.80	28.53	0 06:13
N-6	JUNCTION	-18.69	0.80	28.26	0 02:14
N-7	JUNCTION	-4.43	0.80	27.99	0 02:02
N-8	JUNCTION	-13.09	0.80	27.59	0 03:32
N-9	JUNCTION	-57.83	0.80	27.32	0 02:01
N-10	JUNCTION	-45.71	0.80	27.15	0 01:51
N-11	JUNCTION	-20.61	0.80	26.70	0 01:37
N-12	JUNCTION	-12.53	0.80	26.36	0 02:26
N-13	JUNCTION	-45.30	0.80	26.14	0 01:05
N-14	JUNCTION	-10.57	0.80	26.03	0 01:06
N-15	JUNCTION	-5.82	0.80	26.00	0 02:27
N-16	JUNCTION	-31.05	0.80	30.29	0 03:10
N-17	JUNCTION	-0.08	0.80	30.03	0 03:11
N-18	JUNCTION	-53.47	0.80	30.21	0 03:10
N-19	JUNCTION	-40.18	0.80	30.47	0 03:09
N-20	JUNCTION	-24.83	0.80	30.07	0 01:38
N-21	JUNCTION	-10.82	0.80	29.86	0 03:03
N-22	JUNCTION	-80.90	0.80	29.67	0 01:37
N-23	JUNCTION	-0.72	0.80	29.48	0 01:38
N-24	JUNCTION	-1.09	0.80	28.90	0 04:29
N-25	JUNCTION	-25.56	0.80	28.66	0 03:01
N-26	JUNCTION	-20.45	0.80	28.34	0 01:38
N-27	JUNCTION	-9.73	0.80	27.65	0 02:24
N-28	JUNCTION	-28.24	0.80	27.53	0 05:16
N-29	JUNCTION	-0.33	0.80	27.32	0 03:59
N-30	JUNCTION	-6.92	0.41	26.51	0 01:31
N-31	JUNCTION	-27.40	0.25	26.25	0 02:27
N-32	JUNCTION	-2.64	0.80	26.78	0 02:28
N-33	JUNCTION	-10.59	0.80	26.41	0 01:31
N-34	JUNCTION	-0.90	0.80	26.22	0 01:32
N-35	JUNCTION	-165.81	0.00	27.11	0 00:00
D-1	OUTFALL	0.00	0.80	25.95	0 01:02

Fuente: Elaboración Propia

En la siguiente tabla se evidencia el aporte lateral y total máximos del flujo por nudo, teniendo como unidad LPS (Caudal) y L (Volumen), determinando el momento en que ocurre el aporte máximo.

Tabla 3.146. Resumen de aporte en nudos de la cuenca SJB

Nudo	Tipo	Aporte Lateral	Aporte Total	Instante de Aporte	Volumen Aporte Lateral	Volumen Aporte Total
		Máximo LPS	Máximo LPS	días hr:min	10 ⁻⁶ ltr	10 ⁻⁶ ltr
N-1	JUNCTION	10.69	10.69	0 10:00	0.159	0.158
N-2	JUNCTION	5.52	2038.98	0 07:23	0.084	0.368
N-3	JUNCTION	9.66	1159.96	0 02:14	0.147	0.438
N-4	JUNCTION	3.74	5272.53	0 07:24	0.057	0.979
N-5	JUNCTION	8.04	8280.72	0 06:13	0.122	0.916
N-6	JUNCTION	9.62	6312.22	0 03:25	0.146	1.736
N-7	JUNCTION	5.84	6083.72	0 04:20	0.089	1.528
N-8	JUNCTION	13.19	4916.34	0 02:14	0.199	1.133
N-9	JUNCTION	9.93	9178.58	0 02:26	0.150	2.512
N-10	JUNCTION	0.00	14112.14	0 08:59	0.000	3.363
N-11	JUNCTION	0.00	9652.83	0 02:26	0.000	3.086
N-12	JUNCTION	0.00	8721.40	0 09:37	0.000	3.080
N-13	JUNCTION	0.00	5353.48	0 01:05	0.000	2.182
N-14	JUNCTION	0.00	13889.85	0 01:06	0.000	2.278
N-15	JUNCTION	0.00	2096.40	0 02:26	0.000	0.260
N-16	JUNCTION	4.71	2051.17	0 03:11	0.072	0.233
N-17	JUNCTION	5.79	5268.61	0 09:59	0.088	0.624
N-18	JUNCTION	5.63	15723.82	0 09:58	0.085	1.790
N-19	JUNCTION	5.10	6814.09	0 04:07	0.077	0.750
N-20	JUNCTION	5.97	6514.41	0 03:10	0.090	0.645
N-21	JUNCTION	6.92	10509.66	0 03:04	0.104	1.037
N-22	JUNCTION	5.52	5928.39	0 03:05	0.084	0.651
N-23	JUNCTION	5.52	7571.81	0 01:38	0.084	1.233
N-24	JUNCTION	8.94	3953.05	0 05:08	0.136	0.563
N-25	JUNCTION	9.97	8046.01	0 04:30	0.152	0.846
N-26	JUNCTION	8.63	5478.28	0 01:38	0.131	1.495
N-27	JUNCTION	16.00	5264.16	0 02:24	0.239	1.470
N-28	JUNCTION	0.00	3904.86	0 03:35	0.000	1.541
N-29	JUNCTION	5.63	370.44	0 03:59	0.085	0.105
N-30	JUNCTION	8.19	116.36	0 03:18	0.124	0.138
N-31	JUNCTION	8.92	3705.55	0 03:18	0.136	0.490
N-32	JUNCTION	9.97	4001.85	0 02:28	0.151	2.895
N-33	JUNCTION	12.65	5236.04	0 03:32	0.191	1.733
N-34	JUNCTION	10.82	26319.90	0 01:41	0.163	3.307
N-35	JUNCTION	0.00	1738.29	0 01:59	0.000	0.477
D-1	OUTFALL	0.00	4219.62	0 01:02	0.000	0.512

Fuente: Elaboración Propia

En la siguiente tabla se evidencia el tiempo de inundación en los nudos críticos, como también el caudal máximo correspondiente a cada uno, evaluado en el instante que sucede el máximo hecho y la cantidad de agua que excede el nivel con la calzada.

Tabla 3.147. Resumen de inundación en nudos de la cuenca SJB

Nudo	Horas Inundado	Caudal	Instante en	Volumen	Volumen
		Máximo LPS	que sucede el Máximo días hr:min	Total Inund. 10 ⁻⁶ ltr	Estanc. ha-mm
N-2	0.03	1020.73	0 07:24	0.122	0.00
N-3	0.01	581.84	0 02:14	0.028	0.00
N-4	0.08	2637.14	0 07:24	0.372	0.00
N-5	0.05	4141.85	0 06:13	0.427	0.00
N-6	0.08	3158.79	0 03:25	0.704	0.00
N-7	0.15	3397.87	0 03:26	1.053	0.00
N-8	0.06	1230.91	0 05:39	0.121	0.00
N-9	0.06	4528.65	0 05:38	0.512	0.00
N-10	0.05	7044.20	0 02:15	0.613	0.00
N-11	0.14	4776.42	0 05:38	1.421	0.00
N-12	0.11	3217.93	0 02:26	0.968	0.00
N-13	0.03	2676.74	0 01:05	0.321	0.00
N-14	0.07	9444.42	0 01:06	2.149	0.00
N-15	0.02	1048.20	0 02:27	0.063	0.00
N-16	0.05	1241.11	0 03:11	0.103	0.00
N-17	0.06	1922.95	0 05:15	0.373	0.00
N-18	0.06	7871.75	0 09:58	1.286	0.00
N-19	0.05	1360.33	0 03:05	0.215	0.00
N-20	0.02	3256.14	0 01:38	0.197	0.00
N-21	0.04	5256.94	0 03:04	0.498	0.00
N-22	0.03	2199.96	0 01:37	0.136	0.00
N-23	0.07	3786.86	0 05:14	0.793	0.00
N-24	0.05	2031.76	0 05:08	0.252	0.00
N-25	0.02	4024.85	0 04:30	0.052	0.00
N-26	0.12	2735.65	0 01:38	0.765	0.00
N-27	0.06	2430.41	0 02:24	0.297	0.00
N-28	0.05	1402.02	0 05:16	0.168	0.00
N-29	0.01	166.58	0 03:59	0.008	0.00
N-32	0.36	2011.88	0 02:28	2.075	0.00
N-33	0.16	2623.82	0 03:32	0.721	0.00
N-34	0.28	13160.67	0 01:41	2.573	0.00

Fuente: Elaboración Propia

En la siguiente tabla se muestra se muestra caudal medio y máximo del vertido o descarga del flujo, de la cuenca SJB. Así mismo, el volumen total de descarga.

Tabla 3.148. Resumen de vertido de la cuenca SJB

Nudo de Vertido	Frec. Vertido % Porc.	Caudal Medio LPS	Caudal Máximo LPS	Volumen Total 10 ⁶ ltr
D-1	90.62	302.35	3729.65	5.346
Sistema	90.62	302.35	3729.65	5.346

Fuente: Elaboración Propia

En la siguiente tabla se muestra los caudales máximos en los conductos de la red de drenaje pluvial, como también la velocidad máxima de cada uno.

Tabla 3.149. Resumen de caudal en líneas de la cuenca SJB

Línea	Tipo	Caudal Máximo LPS	Instante Caudal Máx días hr:min	Veloc. Máxima m/sec	Caudal Máx/ Lleno	Nivel Máx/ Lleno
L-1	CONDUIT	213.69	0 07:35	6.68	0.08	0.52
L-2	CONDUIT	2032.18	0 07:23	40.92	0.77	0.50
L-3	CONDUIT	5270.81	0 07:24	37.05	1.81	0.50
L-4	CONDUIT	8277.73	0 06:13	>50.00	2.79	0.50
L-5	CONDUIT	6306.89	0 03:25	>50.00	2.26	0.52
L-6	CONDUIT	6081.40	0 04:20	23.81	2.22	0.86
L-7	CONDUIT	4911.84	0 02:14	>50.00	1.72	1.00
L-8	CONDUIT	3829.46	0 02:01	>50.00	1.84	1.00
L-9	CONDUIT	14088.39	0 02:15	>50.00	4.05	0.55
L-10	CONDUIT	9552.83	0 02:26	>50.00	2.31	1.00
L-11	CONDUIT	8354.00	0 09:37	>50.00	2.71	1.00
L-12	CONDUIT	5353.48	0 01:05	>50.00	2.24	0.50
L-13	CONDUIT	18888.85	0 01:06	>50.00	5.84	0.50
L-14	CONDUIT	2096.40	0 02:26	>50.00	3.32	0.50
L-15	CONDUIT	4219.62	0 01:02	16.79	3.71	0.50
L-16	CONDUIT	3841.77	0 05:14	17.64	1.54	1.00
L-17	CONDUIT	5262.87	0 09:59	10.47	2.24	1.00
L-18	CONDUIT	15713.16	0 09:58	>50.00	3.63	0.50
L-19	CONDUIT	6510.83	0 01:38	25.90	2.00	0.50
L-20	CONDUIT	10505.47	0 03:04	>50.00	3.17	0.50
L-21	CONDUIT	5924.84	0 03:05	>50.00	2.20	0.51
L-22	CONDUIT	7571.07	0 01:38	30.12	2.87	0.50
L-23	CONDUIT	3949.99	0 05:08	>50.00	1.39	0.91
L-24	CONDUIT	6440.80	0 04:30	35.51	2.32	0.57
L-25	CONDUIT	5476.98	0 01:38	>50.00	1.98	0.52
L-26	CONDUIT	5258.36	0 02:24	>50.00	1.65	1.00
L-27	CONDUIT	3904.86	0 03:35	>50.00	2.45	1.00
L-28	CONDUIT	3852.80	0 03:01	48.15	1.57	0.50
L-29	CONDUIT	368.02	0 03:59	19.36	0.08	0.50
L-30	CONDUIT	1286.33	0 03:59	9.41	0.85	0.50
L-31	CONDUIT	3997.18	0 02:28	15.90	4.74	0.50
L-32	CONDUIT	5224.36	0 01:31	>50.00	1.84	1.00
L-33	CONDUIT	3577.58	0 08:02	14.23	1.94	1.00
L-34	CONDUIT	26318.41	0 01:41	>50.00	2.76	0.50
L-35	CONDUIT	1738.29	0 01:59	6.92	0.61	0.50

Fuente: Elaboración Propia

A continuación se presenta el perfil de lámina de agua de la cuenca SJB, donde se evidencia la variación del flujo en la simulación respecto a la profundidad de los nudos y la distancia de los conductos, evaluado para una precipitación máxima diaria en 24 hrs.

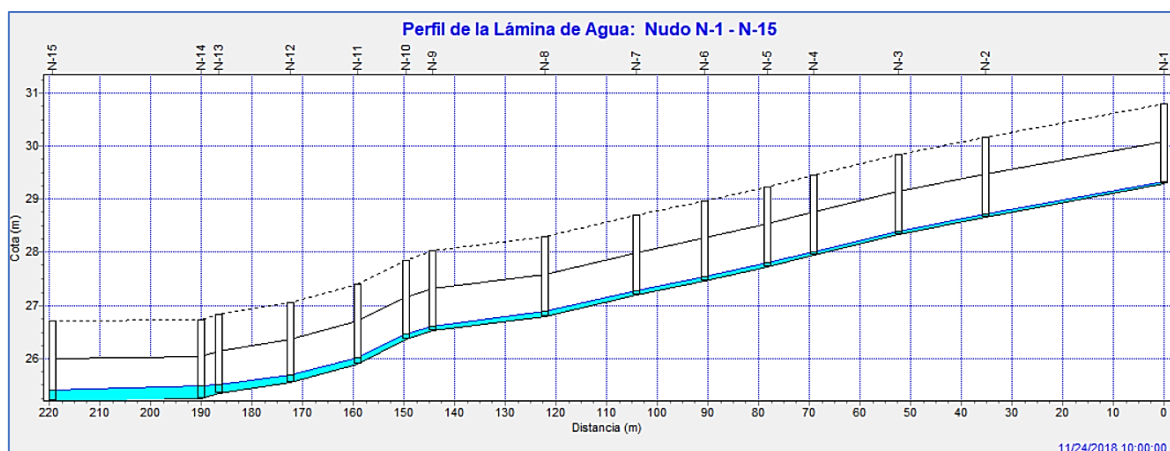


Figura 3.42. Perfil de Lámina de Agua de la Cuenca SJB

c. Resultados de la cuenca SJC

Se presentan los resultados obtenidos del software SWMM, que pertenecen a la cuenca SJC en las siguientes tablas.

Tabla 3.150. Escorrentía superficial de la cuenca SJ

*****	Volumen	Altura
Escorrentía Superficial	ha · m	mm
*****	-----	-----
Precipitación Total	1.025	3.618
Pérdidas Evaporación	0.000	0.000
Pérdidas Infiltración	0.205	0.724
Escorrentía Superficial ..	0.392	1.384
Almacen. Final en Sup.	0.428	1.511
‡ Error Continuidad	-0.005	

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 3.151. Calculo hidráulico de la cuenca SJC

*****	Volumen	Volumen
Cálculo Hidráulico	ha · m	10 ⁻³ m3
*****	-----	-----
Aporte Tiempo Seco	0.000	0.000
Aporte Tiempo Lluvia	0.376	3.762
Aporte Ag. Subterranea	0.000	0.000
Aportes dep. Lluvia	0.000	0.000
Aportes Externos	0.000	0.000
Descargas Externas	0.279	2.792
Descargas Internas	0.000	0.000
Perdidas Almacenamiento ..	0.000	0.000
Vol. Almacenado Inicial ..	0.000	0.000
Vol. Almacenado Final	0.093	0.926

Fuente: Elaboración Propia

De los resultados analizados se entiende que de una serie temporal de 24 hrs, con una precipitación total de 3.618 mm, se tiene la infiltración total por subcuenca (mm), de modo que el software calcula el coeficiente de escorrentía de cada subcuenca.

Tabla 3.152. Resumen de escorrentía superficial de la cuenca SJC

Subcuenca	Precip. Total mm	Aporte Total mm	Evap. Total mm	Infil. Total mm	Escor. Total mm	Escor. Total 10 ⁻⁶ ltr	Escor. Puntal LPS	Coef. Escor.
C-1	3.618	0.000	0.000	0.724	1.555	0.107	7.506	0.430
C-2	3.618	0.000	0.000	0.724	1.687	0.086	6.064	0.466
C-3	3.618	0.000	0.000	0.724	1.380	0.140	9.978	0.381
C-4	3.618	0.000	0.000	0.724	1.380	0.159	11.342	0.381
C-5	3.618	0.000	0.000	0.724	1.356	0.137	9.799	0.375
C-6	3.618	0.000	0.000	0.724	1.326	0.193	13.814	0.366
C-7	3.618	0.000	0.000	0.724	1.634	0.092	6.457	0.452
C-8	3.618	0.000	0.000	0.724	1.594	0.090	6.311	0.440
C-9	3.618	0.000	0.000	0.724	1.565	0.086	6.062	0.433
C-10	3.618	0.000	0.000	0.724	1.657	0.103	7.263	0.458
C-11	3.618	0.000	0.000	0.724	1.600	0.080	5.630	0.442
C-12	3.618	0.000	0.000	0.724	1.729	0.079	5.527	0.478
C-13	3.618	0.000	0.000	0.724	1.664	0.083	5.820	0.460
C-14	3.618	0.000	0.000	0.724	1.571	0.081	5.668	0.434
C-15	3.618	0.000	0.000	0.724	1.671	0.086	6.010	0.462
C-16	3.618	0.000	0.000	0.724	1.653	0.085	5.946	0.457
C-17	3.618	0.000	0.000	0.724	1.516	0.075	5.296	0.419
C-18	3.618	0.000	0.000	0.724	1.712	0.088	6.194	0.473
C-19	3.618	0.000	0.000	0.724	1.631	0.092	6.454	0.451
C-20	3.618	0.000	0.000	0.724	1.546	0.077	5.452	0.427
C-21	3.618	0.000	0.000	0.724	1.710	0.090	6.291	0.473
C-22	3.618	0.000	0.000	0.724	1.907	0.075	5.215	0.499
C-23	3.618	0.000	0.000	0.724	1.555	0.107	7.507	0.430
C-24	3.618	0.000	0.000	0.724	1.695	0.101	7.075	0.466
C-25	3.618	0.000	0.000	0.724	1.623	0.091	6.426	0.449
C-26	3.618	0.000	0.000	0.724	1.693	0.095	6.650	0.465
C-27	3.618	0.000	0.000	0.724	1.711	0.093	6.541	0.473
C-28	3.618	0.000	0.000	0.724	1.469	0.101	7.162	0.406
C-29	3.618	0.000	0.000	0.724	1.629	0.106	7.443	0.450
C-30	3.618	0.000	0.000	0.724	1.673	0.100	7.000	0.462
C-31	3.618	0.000	0.000	0.724	1.611	0.104	7.343	0.445
C-32	3.618	0.000	0.000	0.724	1.485	0.113	7.596	0.410
C-33	3.618	0.000	0.000	0.724	1.687	0.086	6.064	0.466
C-34	3.618	0.000	0.000	0.724	1.717	0.077	5.365	0.474
C-35	3.618	0.000	0.000	0.724	1.727	0.091	6.371	0.477
C-36	3.618	0.000	0.000	0.724	1.525	0.104	7.363	0.422
C-37	3.618	0.000	0.000	0.724	0.643	0.368	29.364	0.178
Sistema	3.618	0.000	0.000	0.724	1.384	3.922	279.772	0.383

Fuente: Elaboración Propia

En la siguiente tabla se muestra el nivel medio y máximo del flujo alcanzado, con respecto a la cota de rasante, permitiendo hallar la cota del calado crítico identificado en el momento en que ocurre, ante una precipitación máxima diaria de 24 hrs.

Tabla 3.153. Resumen de nivel de nudos de la cuenca SJC

Nudo	Tipo	Nivel Medio Metros	Nivel Máximo Metros	Altura Máxima Metros	Instante Nivel Máx. días hr:min
N-1	JUNCTION	0.03	0.06	30.49	0 10:00
N-2	JUNCTION	0.05	0.09	30.05	0 10:00
N-3	JUNCTION	0.07	0.12	29.47	0 10:00
N-4	JUNCTION	0.09	0.16	29.03	0 10:00
N-5	JUNCTION	0.09	0.15	28.78	0 10:00
N-6	JUNCTION	0.11	0.19	28.42	0 10:00
N-7	JUNCTION	0.11	0.20	28.16	0 10:00
N-8	JUNCTION	0.11	0.20	27.87	0 10:00
N-9	JUNCTION	0.18	0.32	27.61	0 10:00
N-10	JUNCTION	0.05	0.08	30.81	0 10:00
N-11	JUNCTION	0.07	0.12	29.94	0 10:00
N-12	JUNCTION	0.08	0.14	29.56	0 10:00
N-13	JUNCTION	0.10	0.17	29.15	0 10:00
N-14	JUNCTION	0.11	0.18	28.90	0 10:00
N-15	JUNCTION	0.11	0.20	28.63	0 10:00
N-16	JUNCTION	0.12	0.21	28.34	0 10:00
N-17	JUNCTION	0.13	0.24	28.04	0 10:00
N-18	JUNCTION	0.04	0.07	30.29	0 10:00
N-19	JUNCTION	0.00	0.00	30.05	0 01:00
N-20	JUNCTION	0.05	0.09	29.78	0 10:00
N-21	JUNCTION	0.06	0.11	29.39	0 10:00
N-22	JUNCTION	0.07	0.12	29.08	0 10:00
N-23	JUNCTION	0.07	0.12	28.79	0 10:00
N-24	JUNCTION	0.11	0.20	28.42	0 10:00
N-25	JUNCTION	0.10	0.19	28.20	0 10:00
N-26	JUNCTION	0.16	0.30	27.17	0 10:00
N-27	JUNCTION	0.19	0.37	26.75	0 10:00
D-1	OUTFALL	0.14	0.26	26.38	0 10:00

Fuente: Elaboración Propia

En la siguiente tabla se evidencia el aporte lateral y total máximos del flujo por nudo, teniendo como unidad LPS (Caudal) y L (Volumen), determinando el momento en que ocurre el aporte máximo.

Tabla 3.154. Resumen de aporte en nudos de la cuenca SJC

Nudo	Tipo	Aporte Lateral Máximo LPS	Aporte Total Máximo LPS	Instante de Aporte Máximo días hr:min	Volumen Aporte Lateral 10 ⁶ ltr	Volumen Aporte Total 10 ⁶ ltr
N-1	JUNCTION	6.78	6.78	0 10:00	0.103	0.102
N-2	JUNCTION	14.51	21.15	0 10:00	0.218	0.316
N-3	JUNCTION	11.50	32.08	0 10:00	0.175	0.478
N-4	JUNCTION	10.17	41.40	0 10:00	0.156	0.615
N-5	JUNCTION	10.34	50.39	0 10:00	0.157	0.745
N-6	JUNCTION	11.42	60.37	0 10:00	0.174	0.891
N-7	JUNCTION	12.35	70.80	0 10:00	0.187	1.043
N-8	JUNCTION	12.68	81.34	0 10:00	0.192	1.195
N-9	JUNCTION	0.00	214.12	0 10:00	0.000	3.065
N-10	JUNCTION	19.24	19.24	0 10:00	0.285	0.285
N-11	JUNCTION	12.00	30.99	0 10:00	0.182	0.461
N-12	JUNCTION	10.51	40.62	0 10:00	0.160	0.602
N-13	JUNCTION	10.73	50.27	0 10:00	0.163	0.742
N-14	JUNCTION	12.13	60.80	0 10:00	0.185	0.895
N-15	JUNCTION	12.98	71.92	0 10:00	0.198	1.058
N-16	JUNCTION	17.16	86.99	0 10:00	0.261	1.280
N-17	JUNCTION	0.00	139.77	0 10:00	0.000	1.985
N-18	JUNCTION	12.59	12.59	0 10:00	0.186	0.186
N-19	JUNCTION	5.07	5.07	0 10:00	0.077	0.077
N-20	JUNCTION	5.34	17.72	0 10:00	0.081	0.262
N-21	JUNCTION	5.63	22.73	0 10:00	0.086	0.335
N-22	JUNCTION	5.97	27.86	0 10:00	0.091	0.410
N-23	JUNCTION	6.61	33.46	0 10:00	0.101	0.490
N-24	JUNCTION	27.15	59.52	0 10:00	0.352	0.821
N-25	JUNCTION	0.00	57.47	0 10:00	0.000	0.785
N-26	JUNCTION	0.00	206.89	0 10:00	0.000	2.951
N-27	JUNCTION	0.00	202.16	0 10:00	0.000	2.881
D-1	OUTFALL	0.00	196.40	0 10:00	0.000	2.792

Fuente: Elaboración Propia

En la siguiente tabla se muestra se muestra caudal medio y máximo del vertido o descarga del flujo, de la cuenca SJC. Así mismo, el volumen total de descarga.

Tabla 3.155. Resumen de vertido de la cuenca SJC

Nudo de Vertido	Frec. Vertido % Porc.	Caudal Medio LPS	Caudal Máximo LPS	Volumen Total 10 ⁶ ltr
D-1	77.37	100.29	196.40	2.792
Sistema	77.37	100.29	196.40	2.792

Fuente: Elaboración Propia

En la siguiente tabla se muestra los caudales máximos en los conductos de la red de drenaje pluvial, como también la velocidad máxima de cada uno.

Tabla 3.156. Resumen de caudal en líneas de la cuenca SJC

Línea	Tipo	Caudal Máximo LPS	Instante Caudal Máx días hr:min	Veloc. Máxima m/sec	Caudal Máx/ Llento	Nivel Máx/ Llento
L-1	CONDUIT	6.64	0 10:00	0.28	0.01	0.09
L-2	CONDUIT	20.58	0 10:00	0.53	0.03	0.13
L-3	CONDUIT	31.23	0 10:00	0.54	0.05	0.17
L-4	CONDUIT	40.05	0 10:00	0.58	0.08	0.20
L-5	CONDUIT	48.95	0 10:00	0.62	0.08	0.21
L-6	CONDUIT	58.45	0 10:00	0.63	0.12	0.24
L-7	CONDUIT	68.66	0 10:00	0.71	0.13	0.25
L-8	CONDUIT	79.08	0 10:00	0.56	0.13	0.33
L-9	CONDUIT	18.99	0 10:00	0.52	0.02	0.13
L-10	CONDUIT	30.11	0 10:00	0.58	0.05	0.16
L-11	CONDUIT	39.54	0 10:00	0.59	0.06	0.19
L-12	CONDUIT	48.67	0 10:00	0.59	0.10	0.22
L-13	CONDUIT	58.95	0 10:00	0.64	0.12	0.24
L-14	CONDUIT	69.83	0 10:00	0.69	0.13	0.26
L-15	CONDUIT	84.61	0 10:00	0.72	0.15	0.28
L-16	CONDUIT	12.37	0 10:00	0.44	0.02	0.10
L-17	CONDUIT	17.09	0 10:00	0.46	0.03	0.13
L-18	CONDUIT	21.89	0 10:00	0.48	0.04	0.15
L-19	CONDUIT	26.85	0 10:00	0.54	0.05	0.15
L-20	CONDUIT	32.37	0 10:00	0.45	0.05	0.20
L-21	CONDUIT	57.47	0 10:00	0.61	0.13	0.24
L-22	CONDUIT	55.16	0 10:00	0.50	0.12	0.27
L-23	CONDUIT	135.04	0 10:00	0.85	0.20	0.35
L-24	CONDUIT	206.89	0 10:00	1.13	0.34	0.39
L-25	CONDUIT	202.16	0 10:00	1.02	0.31	0.42
L-26	CONDUIT	196.40	0 10:00	1.08	0.39	0.39

Fuente: Elaboración Propia

A continuación se presenta el perfil de lámina de agua de la cuenca SJC, donde se evidencia la variación del flujo en la simulación respecto a la profundidad de los nudos y la distancia de los conductos, evaluado para una precipitación máxima diaria en 24 hrs.

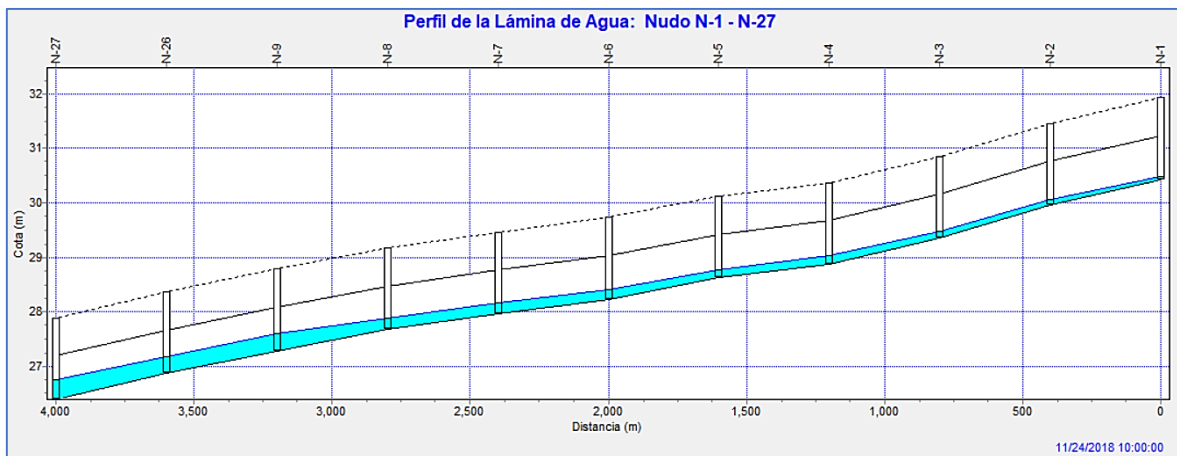


Figura 3.43. Perfil de Lámina de Agua de la Cuenca SJC

d. Resultados de la cuenca SJD

Se presentan los resultados obtenidos del software SWMM, que pertenecen a la cuenca SJD en las siguientes tablas.

Tabla 3.157. Escorrentía superficial de la cuenca SJD

	Volumen ha·m	Altura mm
Escorrentía Superficial		
Precipitación Total	0.788	3.263
Pérdidas Evaporación	0.000	0.000
Pérdidas Infiltración	0.158	0.653
Escorrentía Superficial	0.329	1.361
Almacen. Final en Sup.	0.302	1.250
% Error Continuidad	-0.007	

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 3.158. Calculo hidráulico de la cuenca SJD

	Volumen ha·m	Volumen 10 ³ m3
Cálculo Hidráulico		
Aporte Tiempo Seco	0.000	0.000
Aporte Tiempo Lluvia	0.316	3.157
Aporte Ag. Subterranea	0.000	0.000
Aportes dep. Lluvia	0.000	0.000
Aportes Externos	0.000	0.000
Descargas Externas	0.073	0.734
Descargas Internas	0.991	9.909
Perdidas Almacenamiento	0.000	0.000
Vol. Almacenado Inicial	0.000	0.000
Vol. Almacenado Final	0.001	0.008

Fuente: Elaboración Propia

De los resultados analizados se entiende que de una serie temporal de 24 hrs, con una precipitación total de 3.263 mm, se tiene la infiltración total por subcuenca (mm), de modo que el software calcula el coeficiente de escorrentía de cada subcuenca.

Tabla 3.159. Resumen de escorrentía superficial de la cuenca SJD

Subcuenca	Precip Total mm	Aporte Total mm	Evap Total mm	Infil Total mm	Escor. Total mm	Escor. Total 10 ⁶ ltr	Escor. Punta LPS	Coeff. Escor.
C-1	3.263	0.000	0.000	0.653	1.277	0.093	6.508	0.391
C-2	3.263	0.000	0.000	0.653	1.376	0.090	6.286	0.422
C-3	3.263	0.000	0.000	0.653	1.385	0.030	2.087	0.424
C-4	3.263	0.000	0.000	0.653	1.302	0.100	6.989	0.399
C-5	3.263	0.000	0.000	0.653	1.330	0.105	7.326	0.408
C-6	3.263	0.000	0.000	0.653	1.356	0.104	7.272	0.416
C-7	3.263	0.000	0.000	0.653	1.347	0.080	5.628	0.413
C-8	3.263	0.000	0.000	0.653	1.458	0.083	5.807	0.447
C-9	3.263	0.000	0.000	0.653	1.195	0.082	5.796	0.366
C-10	3.263	0.000	0.000	0.653	1.323	0.091	6.361	0.406
C-11	3.263	0.000	0.000	0.653	1.398	0.072	5.020	0.429
C-12	3.263	0.000	0.000	0.653	1.373	0.084	5.916	0.421
C-13	3.263	0.000	0.000	0.653	1.437	0.075	5.252	0.440
C-14	3.263	0.000	0.000	0.653	1.445	0.074	5.190	0.443
C-15	3.263	0.000	0.000	0.653	1.393	0.086	6.054	0.424
C-16	3.263	0.000	0.000	0.653	1.393	0.086	6.055	0.424
C-17	3.263	0.000	0.000	0.653	1.306	0.033	2.302	0.400
C-18	3.263	0.000	0.000	0.653	1.431	0.073	5.138	0.439
C-19	3.263	0.000	0.000	0.653	1.349	0.092	6.479	0.413
C-20	3.263	0.000	0.000	0.653	1.410	0.097	6.767	0.432
C-21	3.263	0.000	0.000	0.653	1.405	0.029	1.999	0.431
C-22	3.263	0.000	0.000	0.653	1.355	0.102	7.141	0.415
C-23	3.263	0.000	0.000	0.653	1.377	0.086	6.030	0.422
C-24	3.263	0.000	0.000	0.653	1.471	0.074	5.159	0.451
C-25	3.263	0.000	0.000	0.653	1.517	0.063	4.393	0.465
C-26	3.263	0.000	0.000	0.653	1.429	0.080	5.637	0.438
C-27	3.263	0.000	0.000	0.653	1.464	0.083	5.799	0.449
C-28	3.263	0.000	0.000	0.653	1.133	0.168	11.958	0.347
C-29	3.263	0.000	0.000	0.653	1.292	0.035	2.436	0.396
C-30	3.263	0.000	0.000	0.653	1.220	0.035	2.465	0.374
C-31	3.263	0.000	0.000	0.653	1.473	0.074	5.190	0.451
C-32	3.263	0.000	0.000	0.653	1.399	0.091	6.388	0.429
C-33	3.263	0.000	0.000	0.653	1.464	0.076	5.297	0.449
C-34	3.263	0.000	0.000	0.653	1.453	0.076	5.336	0.445
C-35	3.263	0.000	0.000	0.653	1.221	0.116	9.201	0.374
C-36	3.263	0.000	0.000	0.653	1.382	0.085	5.927	0.423
C-37	3.263	0.000	0.000	0.653	1.296	0.070	4.924	0.394
C-38	3.263	0.000	0.000	0.653	1.494	0.075	5.240	0.458
C-39	3.263	0.000	0.000	0.653	1.394	0.091	6.342	0.424
C-40	3.263	0.000	0.000	0.653	1.445	0.074	5.189	0.443
C-41	3.263	0.000	0.000	0.653	1.452	0.078	5.463	0.445
Sistema	3.263	0.000	0.000	0.653	1.361	3.288	230.738	0.417

Fuente: Elaboración Propia

En la siguiente tabla se muestra el nivel medio y máximo del flujo alcanzado, con respecto a la cota de rasante, permitiendo hallar la cota del calado crítico identificado en el momento en que ocurre, ante una precipitación máxima diaria de 24 hrs.

Tabla 3.160. Resumen de nivel de nudos de la cuenca SJD

Nudo	Tipo	Nivel Medio Metros	Nivel Máximo Metros	Altura Máxima Metros	Instante Nivel Máx. días hr:min
N-1	JUNCTION	0.01	0.08	26.19	0 05:19
N-2	JUNCTION	-0.05	0.80	26.31	0 05:19
N-3	JUNCTION	-31.88	0.80	26.26	0 05:19
N-4	JUNCTION	-8.00	0.80	26.24	0 05:18
N-5	JUNCTION	-1.70	0.80	26.06	0 05:33
N-6	JUNCTION	-1.32	0.80	27.19	0 04:43
N-7	JUNCTION	-19.90	0.80	26.98	0 02:15
N-8	JUNCTION	-2.99	0.80	26.83	0 01:22
N-9	JUNCTION	-8.71	0.80	26.81	0 01:50
N-10	JUNCTION	-0.01	0.43	27.14	0 09:43
N-11	JUNCTION	0.06	0.80	27.11	0 04:43
N-12	JUNCTION	-4.08	0.80	27.10	0 01:24
N-13	JUNCTION	0.02	0.02	27.10	0 09:34
N-14	JUNCTION	0.02	0.10	26.98	0 09:34
N-15	JUNCTION	0.01	0.40	26.89	0 08:35
N-16	JUNCTION	-0.05	0.80	28.17	0 02:00
N-17	JUNCTION	-0.22	0.80	27.88	0 09:08
N-18	JUNCTION	-25.40	0.80	27.86	0 01:50
N-19	JUNCTION	-6.34	0.80	27.80	0 01:45
N-20	JUNCTION	-0.08	0.43	28.20	0 07:02
N-21	JUNCTION	-0.12	0.80	28.32	0 01:55
N-22	JUNCTION	-38.97	0.80	28.36	0 01:45
N-23	JUNCTION	0.02	0.45	28.60	0 09:17
N-24	JUNCTION	0.03	0.80	28.73	0 01:57
N-25	JUNCTION	-5.40	0.80	28.71	0 08:24
N-26	JUNCTION	-40.16	0.80	27.82	0 02:00
N-27	JUNCTION	-55.23	0.80	27.34	0 01:22
N-28	JUNCTION	-6.32	0.14	26.05	0 06:24
N-29	JUNCTION	-0.06	0.50	26.40	0 08:00
N-30	JUNCTION	-4.44	0.80	26.41	0 05:33
N-31	JUNCTION	-4.90	0.80	26.07	0 01:22
N-32	JUNCTION	0.05	0.80	26.04	0 01:24
N-33	JUNCTION	-0.64	0.80	26.04	0 01:24
N-34	JUNCTION	-1.51	0.80	26.03	0 01:23
N-35	JUNCTION	-11.58	0.80	25.99	0 05:04
N-36	JUNCTION	-1.80	0.80	25.98	0 05:24
N-37	JUNCTION	-6.63	0.80	24.87	0 01:23
D-1	OUTFALL	0.05	0.56	23.30	0 05:33

Fuente: Elaboración Propia

En la siguiente tabla se evidencia el aporte lateral y total máximos del flujo por nudo, teniendo como unidad LPS (Caudal) y L (Volumen), determinando el momento en que ocurre el aporte máximo.

Tabla 3.161. Resumen de aporte en nudos de la cuenca SJD

Nudo	Tipo	Aporte Lateral Máximo LPS	Aporte Total Máximo LPS	Instante de Aporte Máximo días hr:min	Volumen Aporte Lateral 10 ⁶ ltr	Volumen Aporte Total 10 ⁶ ltr
N-1	JUNCTION	5.89	79.41	0 05:19	0.089	0.089
N-2	JUNCTION	5.66	18959.86	0 07:10	0.086	1.322
N-3	JUNCTION	5.08	9302.29	0 07:11	0.077	1.163
N-4	JUNCTION	10.53	4793.95	0 04:25	0.161	1.659
N-5	JUNCTION	4.51	7591.70	0 07:37	0.069	2.133
N-6	JUNCTION	1.88	3238.96	0 09:26	0.029	0.358
N-7	JUNCTION	6.32	5057.03	0 08:39	0.096	1.461
N-8	JUNCTION	6.61	4809.05	0 08:38	0.101	1.969
N-9	JUNCTION	5.26	7598.78	0 02:00	0.079	3.910
N-10	JUNCTION	5.43	33.55	0 08:26	0.083	0.083
N-11	JUNCTION	5.74	2617.88	0 05:19	0.087	0.596
N-12	JUNCTION	4.44	3438.65	0 04:24	0.067	2.266
N-13	JUNCTION	3.92	3.92	0 10:00	0.060	0.060
N-14	JUNCTION	4.62	8.56	0 09:44	0.071	0.131
N-15	JUNCTION	6.55	435.84	0 09:34	0.100	0.327
N-16	JUNCTION	10.25	1740.36	0 02:00	0.157	0.256
N-17	JUNCTION	5.74	4665.61	0 09:08	0.088	0.528
N-18	JUNCTION	10.89	15282.17	0 09:07	0.162	1.939
N-19	JUNCTION	7.44	8159.52	0 02:12	0.112	1.974
N-20	JUNCTION	9.98	1346.83	0 01:56	0.153	0.249
N-21	JUNCTION	4.74	5579.82	0 01:59	0.073	0.761
N-22	JUNCTION	5.71	5065.30	0 01:56	0.087	1.471
N-23	JUNCTION	9.14	125.68	0 09:01	0.139	0.141
N-24	JUNCTION	4.90	2661.47	0 01:57	0.075	0.336
N-25	JUNCTION	4.65	1403.76	0 09:01	0.071	0.398
N-26	JUNCTION	4.78	16546.45	0 09:00	0.073	3.756
N-27	JUNCTION	0.00	2750.77	0 01:22	0.000	1.223
N-28	JUNCTION	4.71	1146.63	0 05:34	0.072	0.209
N-29	JUNCTION	6.73	472.91	0 07:12	0.103	0.110
N-30	JUNCTION	5.45	1950.26	0 08:38	0.083	0.661
N-31	JUNCTION	5.45	6267.73	0 05:34	0.083	1.705
N-32	JUNCTION	6.41	618.68	0 09:38	0.098	0.158
N-33	JUNCTION	6.08	3317.27	0 09:38	0.093	0.767
N-34	JUNCTION	5.84	6122.98	0 05:33	0.089	2.413
N-35	JUNCTION	6.44	2939.47	0 07:59	0.098	1.313
N-36	JUNCTION	0.00	5137.52	0 05:24	0.000	1.042
N-37	JUNCTION	0.00	2182.50	0 01:23	0.000	0.984
D-1	OUTFALL	0.00	2152.14	0 05:33	0.000	0.734

Fuente: Elaboración Propia

En la siguiente tabla se evidencia el tiempo de inundación en los nudos críticos, como también el caudal máximo correspondiente a cada uno, evaluado en el instante que sucede el máximo hecho y la cantidad de agua que excede el nivel con la calzada.

Tabla 3.162. Resumen de inundación en nudos de la cuenca SJD

Nudo	Horas Inundado	Caudal Máximo LPS	Instante en que sucede el Máximo días hr:min	Volumen Total Inund. 10 ⁶ ltr	Volumen Máximo Estanc. ha-mm
N-2	0.03	8251.41	0 07:10	0.790	0.00
N-3	0.03	1259.95	0 07:09	0.090	0.00
N-4	0.07	2295.95	0 05:18	0.490	0.00
N-5	0.16	3792.45	0 07:37	1.398	0.00
N-6	0.04	1620.29	0 09:26	0.150	0.00
N-7	0.09	1619.23	0 08:33	0.396	0.00
N-8	0.21	2402.02	0 08:38	0.833	0.00
N-9	0.17	3798.91	0 02:00	1.605	0.00
N-11	0.06	1310.01	0 05:19	0.146	0.00
N-12	0.12	1733.13	0 06:25	0.575	0.00
N-16	0.02	871.75	0 02:00	0.053	0.00
N-17	0.03	2335.03	0 09:08	0.178	0.00
N-18	0.02	2444.56	0 01:50	0.148	0.00
N-19	0.12	4077.85	0 02:12	1.274	0.00
N-21	0.06	2121.55	0 02:00	0.173	0.00
N-22	0.10	2533.40	0 01:57	0.466	0.00
N-24	0.05	1332.58	0 01:57	0.107	0.00
N-25	0.04	664.66	0 09:15	0.070	0.00
N-26	0.10	8310.87	0 09:00	1.612	0.00
N-27	0.03	1375.39	0 01:22	0.125	0.00
N-30	0.05	974.96	0 08:03	0.175	0.00
N-31	0.06	1989.00	0 07:38	0.221	0.00
N-32	0.01	553.54	0 05:25	0.006	0.00
N-33	0.06	1659.89	0 09:38	0.269	0.00
N-34	0.16	2780.41	0 08:03	0.963	0.00
N-35	0.10	1471.35	0 08:00	0.446	0.00
N-36	0.03	2565.59	0 05:24	0.206	0.00
N-37	0.04	1089.65	0 01:23	0.135	0.00

Fuente: Elaboración Propia

En la siguiente tabla se muestra se muestra caudal medio y máximo del vertido o descarga del flujo, de la cuenca SJD. Así mismo, el volumen total de descarga.

Tabla 3.163. Resumen de vertido de la cuenca SJD

Nudo de Vertido	Frec. Vertido % Porc.	Caudal Medio LPS	Caudal Máximo LPS	Volumen Total 10 ⁶ ltr
D-1	99.50	333.82	415.92	9.163
Sistema	99.50	333.82	415.92	9.163

Fuente: Elaboración Propia

En la siguiente tabla se muestra los caudales máximos en los conductos de la red de drenaje pluvial, como también la velocidad máxima de cada uno.

Tabla 3.164. Resumen de caudal en líneas de la cuenca SJD

Línea	Tipo	Caudal Máximo LPS	Instante Caudal Máx días hr:min	Veloc. Máxima m/sec	Caudal Máx/ Lleno	Nivel Máx/ Lleno
L-3	CONDUIT	77.24	0 05:19	7.45	0.03	0.52
L-4	CONDUIT	18933.66	0 07:10	>50.00	7.52	0.99
L-5	CONDUIT	3388.58	0 07:10	>50.00	5.18	0.94
L-6	CONDUIT	7589.61	0 07:37	>50.00	2.95	0.72
L-7	CONDUIT	4286.94	0 08:39	>50.00	1.85	0.76
L-8	CONDUIT	4804.72	0 08:38	19.12	2.44	0.81
L-9	CONDUIT	3849.65	0 01:23	>50.00	6.30	0.95
L-10	CONDUIT	394.51	0 09:34	14.08	0.15	0.50
L-11	CONDUIT	2615.80	0 05:19	13.14	1.30	0.54
L-12	CONDUIT	2991.10	0 09:34	>50.00	6.03	0.76
L-13	CONDUIT	4.21	0 09:44	0.77	0.00	0.11
L-14	CONDUIT	45.72	0 09:34	3.37	0.02	0.53
L-15	CONDUIT	1737.22	0 02:00	>50.00	0.77	0.59
L-16	CONDUIT	4886.05	0 01:50	>50.00	6.08	0.54
L-17	CONDUIT	16542.98	0 09:00	>50.00	9.35	0.50
L-18	CONDUIT	8157.35	0 02:12	>50.00	8.26	1.00
L-19	CONDUIT	3293.82	0 05:17	>50.00	1.22	1.00
L-20	CONDUIT	7597.70	0 02:00	>50.00	2.43	0.76
L-21	CONDUIT	2750.77	0 01:22	10.94	0.53	0.50
L-22	CONDUIT	0.03	0 06:25	0.00	0.00	0.50
L-23	CONDUIT	4593.65	0 05:18	17.68	1.60	0.52
L-24	CONDUIT	2435.17	0 01:57	9.69	1.28	0.50
L-25	CONDUIT	5578.36	0 01:59	>50.00	4.61	0.60
L-26	CONDUIT	154.37	0 07:03	8.40	0.09	0.52
L-27	CONDUIT	2660.04	0 01:57	>50.00	2.86	0.85
L-28	CONDUIT	4695.40	0 07:52	18.68	1.78	0.50
L-29	CONDUIT	5130.13	0 01:59	>50.00	1.61	0.69
L-30	CONDUIT	978.42	0 08:00	9.50	0.33	0.64
L-31	CONDUIT	3939.44	0 05:34	>50.00	1.46	0.56
L-32	CONDUIT	612.81	0 09:38	12.89	1.38	1.00
L-33	CONDUIT	3303.68	0 09:38	29.81	7.32	0.93
L-34	CONDUIT	4204.18	0 05:35	>50.00	11.72	1.00
L-35	CONDUIT	4618.53	0 01:23	31.50	4.38	0.57
L-36	CONDUIT	2936.24	0 07:59	>50.00	3.82	0.96
L-37	CONDUIT	5137.52	0 05:24	>50.00	8.12	0.55
L-38	CONDUIT	2182.50	0 01:23	15.78	0.88	0.73
L-39	CONDUIT	2192.14	0 05:33	8.72	0.84	0.81

Fuente: Elaboración Propia

A continuación se presenta el perfil de lámina de agua de la cuenca SJD, donde se evidencia la variación del flujo en la simulación respecto a la profundidad de los nudos y la distancia de los conductos, evaluado para una precipitación máxima diaria en 24 hrs.

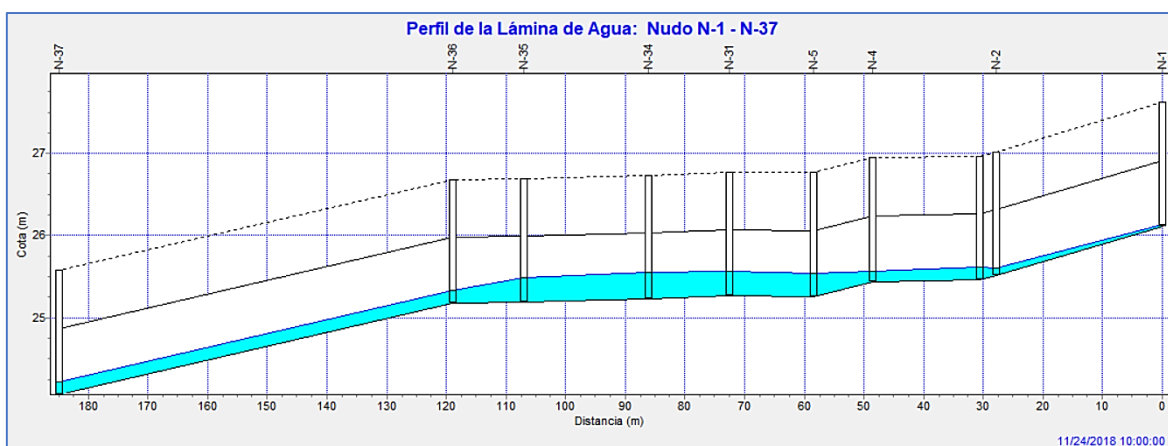


Figura 3.44. Perfil de Lámina de Agua de la Cuenca SJD

3.3.4.4.6 Interpretación de Resultados

Del modelamiento del drenaje pluvial para eventos extraordinarios, aplicando SWMM para el distrito de Cura Mori, en la región de Piura, se obtuvo los resultados que determinan la intensidad de precipitación, frecuencia de precipitación y escurrimiento superficial en el sistema de drenaje para periodos de retorno de 25, 30 y 40 años. Así también la interpretación de los resultados ante el modelamiento del drenaje pluvial cuando no presente un evento extremo.

Intensidad de precipitación

Presencia de Evento Extraordinario

Cuenca	Intensidad de Precipitación (mm)		
	25 años	30 años	40 años
SJA	7.472	8.933	11.847
SJB	8.570	10.253	13.582
SJC	9.498	11.343	15.063
SJD	8.570	10.253	13.582
Total	34.110	40.782	54.074
%	0%	19.56%	58.53%

Fuente: Elaboración Propia

Sin presencia de Evento Extraordinario

Cuenca	Intensidad de precipitación (mm)
	25 años
SJA	2.847
SJB	3.263
SJC	3.618
SJD	3.263
Total	12.991

Fuente: Elaboración Propia

Frecuencia de Precipitación

Se representa en el comportamiento del flujo, debido a que en un intervalo de tiempo este llega a un punto máximo, para luego ir descendiendo.

Presencia de Evento Extraordinario

Cuenca	Frecuencia de precipitación (hrs)		
	25 años	30 años	40 años
SJA	4:45	3:15	3:00
SJB	4:00	3:00	3:00
SJC	6:00	2:30	2:15
SJD	4:15	3:30	2:15
Hrs	4:00 – 6:00	2:30 – 3:30	2:15-3:00

Sin presencia de Evento Extraordinario

Fuente: Elaboración Propia

Cuenca	Frecuencia de Precipitación (mm)
	25 años
SJA	10:00
SJB	10:00
SJC	10:00
SJD	10:00
Hrs	10:00

Fuente: Elaboración Propia

Escurrimiento Superficial

Se evalúa el escurrimiento superficial determinado por el método racional modificado, para luego obtener el caudal de descarga con el software SWMM. Se observa también que el caudal de descarga en cada periodo de retorno será menor debido a la infiltración del escurrimiento.

Presencia de Evento Extraordinario

Cuenca	Caudal de Descarga (l.p.s)		
	25 años	30 años	40 años
SJA	640.73	826.07	1182.73
SJB	4219.62	4219.62	4219.62
SJC	662.24	662.42	662.51
SJD	535.03	597.92	749.55
Total	6057.62	6306.03	6814.41
Escurrimiento Superficial (l.p.s)			
Método Racional Modificado	276370 l.p.s	354830 l.p.s	522760 l.p.s

Sin Presencia de Evento Extraordinario

Fuente: Elaboración Propia

Cuenca	Caudal de Descarga (l.p.s)
	25 años
SJA	583.49
SJB	3429.65
SJC	196.40
SJD	415.92
Total	4625.46
Método Racional Modificado	64670 l.p.s

Fuente: Elaboración Propia

IV. DISCUSIÓN

Redon (2013) estable un modelo de drenaje pluvial para la ciudad de Juliaca aplicando SWMM en la región de Puno, donde realiza un análisis para un área de 4552 km², con un periodo de retorno de 2 años, transportando un caudal de 287 m³/s., teniendo como punto final de drenaje el Río Coatacon. De este modo, concluye que a mayor tiempo de retorno la precipitación ira en aumento, considerando que la influencia de la frecuencia de precipitación en una serie temporal de 1 hr a 6 hr es del 5% para una precipitación de 86.025 mm.

Para el modelo de drenaje pluvial en el distrito de Cura Mori, región Piura se analizó un área de 185 km², siendo dividido en cuatro cuencas para una mejor evaluación del escurrimiento del agua sobre los elementos que lo componen y teniendo como punto de descarga la planta de tratamiento ubicada en el mismo distrito en mención. Con periodos de retorno de 25, 30 y 40 años, donde se halló una influencia del 10% respecto a la frecuencia de precipitación, que representa el intervalo de tiempo de 4 hrs – 6 hrs, 2:30 hrs – 3:30 hrs y 2:15 hrs – 3:00 hrs para cada periodo de retorno. Donde se evidencia que en esos intervalos de tiempo el flujo llega a su nivel máximo alcanzado, con respecto a la cota de rasante, para precipitaciones de 34.110 mm, 40.782 mm y 54.074 mm respectivamente. Por tal motivo coincido con el autor, debido a que el porcentaje de influencia en la frecuencia de precipitación obtenida en ambas investigaciones es proporcional a la recurrencia en que sucede un evento, ya que a mayor tiempo de concentración mayor será la precipitación en la zona.

Rojas y Humpiri (2016), aplicaron el método de Distribución Log-Gumbel para hallar las intensidades máximas de precipitación en 24 horas representada en un histograma de diseño, para un periodo de retorno de 25 años con una frecuencia de 1 a 6 horas como serie temporal para el análisis de cada cuenca en la ciudad de Juliaca – región de Puno. Determinando que la relación entre la intensidad de precipitación es directa con el modelo de drenaje, teniendo un porcentaje de significancia del 25% para el análisis de las cuencas JDA, DJB, DJC y DJD siendo un modelo adecuado para el periodo de retorno aplicado en esa zona.

Para el análisis de la intensidad máxima de precipitación en 24 horas en el modelo de drenaje pluvial aplicando SWMM en el distrito de Cura Mori – Región Piura, se aplicó los métodos de Dyck y Peschke y Frederich Bell que se representa en un histograma de diseño, donde se obtuvo intensidades para periodos de retorno de 5 a 500 años con frecuencias de 1 a 24 horas, determinando que la intensidad de precipitación es máxima según el tiempo de retorno. Dichos valores, permiten realizar el modelamiento con periodos de retorno de 25, 30 y 40 años, teniendo una serie temporal de 24 horas aplicado a cada cuenca de la zona en estudio; obteniendo un porcentaje de significancia del 10% en relación a cada periodo de retorno, hallando una relación directa entre la intensidad de precipitación y el modelo de drenaje pluvial ante eventos extraordinarios. Por tal motivo estoy de

acuerdo con el autor, en que la relación entre la intensidad de precipitación y el modelo de drenaje es directa.

Lopez (2016), en el diseño y simulación de una red de drenaje pluvial para la zona centro de Trinidad, presenta como resultado que la modelación no refleja ningún tipo de inundación al considerar la tormenta de diseño, lográndose la validación del diseño, del mismo modo con el programa ROKO se obtuvo un caudal máximo de diseño de 5,803 m³/s, mientras que el hidrograma de salida del caudal simulado tuvo un valor máximo de 5,262 m³/s a causa de la asignación de propiedades a los objetos del modelo en SWMM, teniendo un porcentaje de incidencia del 10% respecto al cálculo de caudal de diseño.

El modelo de drenaje pluvial en el distrito de Cura Mori, región Piura se analizó para un área de 185 km², siendo dividido en cuatro cuencas para una mejor evaluación del escurrimiento del agua sobre los elementos que lo componen. Así mismo, la representación de los eventos extraordinarios está dada para periodos de retorno de 25, 30 y 40 años, transportando un caudal de 276370 l.p.s, 354830 l.p.s y 522760 l.p.s respectivamente determinados por el método racional modificado, drenando el agua a una planta de tratamiento. En comparación a los caudales de vertido obtenidos en el modelamiento con el software, teniendo como resultados un porcentaje de incidencia del 5%, debido a que en el método racional se analiza para un tiempo de concentración e intensidad de precipitación única, mientras que el SWMM, analiza para series temporales de 24 horas. Por tal motivo, estoy de acuerdo con el autor debido a que para determinar los caudales de diseño, se debe simular series temporales continuas donde permita determinar la variación entre el comportamiento del escurrimiento de una subcuenca hacia los nudos de captación y conducción.

V. CONCLUSIONES

Se determinó que los eventos extraordinarios si influyen significativamente en el modelamiento del drenaje pluvial aplicando SWMM, en el distrito de Cura Mori – Región Piura; ya que debido a los cambios climáticos presentados en el norte del país el año 2017 se evidencio un aumento de la temperatura generando mayores precipitaciones con respecto a los últimos 25 años en estudio, es por ello que estos eventos son primordiales para el modelamiento del sistema de drenaje pluvial en el distrito. De acuerdo a los análisis realizados se obtuvo que el caudal captado con presencia de eventos extraordinarios a lo largo del distrito fue de 9,970 l.p.s. Teniendo en cuenta estos valores, se estableció un modelo de sumidero transversal de concreto simple Tipo I determinado por las características químicas del terreno con dimensiones de 0.60 m de altura y 0.30 m de ancho con una tubería de conducción de pvc de 0.30 m de diámetro, de manera que el sistema propuesto dimensionado para periodos de retorno de 25, 30 y 40 años cumple con todos los requerimientos establecidos por la norma OS.060 – Drenaje Urbano. Cabe mencionar que las estructuras planteadas van en relación de un 66.66 % respecto al diámetro de la tubería y un 50 % respecto a la profundidad del sumidero transversal.

Mientras que el caudal captado sin presencia de eventos extraordinarios a lo largo del distrito fue de 1,107.4 l.p.s, de la misma manera se estableció un sumidero transversal de concreto simple Tipo I de 0.40 m de altura y 0.20 m de ancho con una tubería de conducción de pvc de 0.20 m de diámetro, también se menciona que hubo diferencia significativa en los caudales captados con y sin presencia de eventos extraordinarios de 8,862.6 l.p.s. a lo largo de todo el distrito de Cura Mori.

Se concluye que la intensidad de precipitación tienen relación directa y significativa con el modelo de drenaje pluvial aplicando SWMM debido a que el flujo captado en toda la zona permitirá determinar el tipo de sumidero, largo, ancho, profundidad y diámetro de tubería para cada caso, porque; a mayor intensidad de precipitaciones a lo largo de 25, 30 y 40 años, generara que el caudal de escurrimiento sea mayor, en consecuencia se tendrá que dimensionar un modelo de drenaje en función a los parámetros establecidos por el nuevo caudal de diseño. Es por ello que el incremento de precipitaciones analizado a lo largo de 25 años dio como resultado una intensidad de precipitación de 34,11 mm/hrs; el cual tiene como porcentaje un 38.085 % a comparación de la misma cuando no existe presencia de evento extraordinario alguno siendo este valor 12,99 mm/hrs, con valor en porcentaje de 10.07 %, evidenciando una diferencia significativa de 21,12 mm/hr que en porcentaje es 32.035 %.

Se precisó que la frecuencia de precipitación influye en modelo de drenaje pluvial, debido a que para un periodo de retorno de 25 años se obtuvo que a mayor tiempo de retorno, menor será la frecuencia de las precipitaciones, teniendo como intensidad de precipitación el valor de 34 mm/hr, en un intervalo de tiempo de 4 a 6 hrs (nivel máximo alcanzado por el flujo). Para un periodo de retorno de 30 años se obtuvo que la intensidad de precipitaciones fue de 40.782 mm/hr, en un intervalo de tiempo de 2 horas y 30 minutos a 3 horas y 30 minutos. De la misma manera se obtuvo para un periodo de retorno de 40 años, la intensidad de 54.074 mm/hr, en un intervalo de tiempo de 45 minutos. Todos ellos fueron evaluados frente a la presencia de eventos extraordinarios, así mismo se determinó que cuando no exista presencia de estos eventos, la intensidad de precipitación será menor con un valor de 12.991 mm/hr en un lapso de tiempo de precipitación de 0 hrs a 10 hrs.

Se define que la escorrentía superficial incide en el modelo de drenaje pluvial aplicando SWMM, ya que la lámina de agua que circula a lo largo del distrito de Cura Mori, influye en el diseño del canal por que se tendrá que dimensionar la estructura de acuerdo a los flujos obtenidos a lo largo de la zona de captación que se determinó de acuerdo a los análisis. Se concluye que para un periodo de retorno de 25 años el escurrimiento superficial será de 276,370 l.p.s. en todo el sector con un porcentaje de 23.40 %. Para un periodo de retorno de 30 años, será de 354,830 l.p.s. con porcentaje de 18.23 % y para un periodo de retorno de 40 años se evaluó que será 522,760 l.p.s. con porcentaje de 12.37; todos ellos analizados con la presencia de eventos extraordinarios. De la misma manera los análisis realizados nos dieron que cuando no exista presencia de eventos extraordinarios el escurrimiento superficial será de 64,670 l.p.s con un porcentaje de 5.60 % en todo el distrito en mención.

VI. RECOMENDACIONES

Se recomienda al Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología - SENAMHI la instalación de una estación Pluviográfica con los equipos competentes para la recaudación de información en el distrito de Cura Mori, necesaria para la ejecución de obras civiles en toda la Región de Piura.

Se recomienda al gobierno central y regional hacer las gestiones necesarias con el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología – SENAMHI de la misma manera con el Instituto Nacional de Defensa Civil – INDECI, de manera que se implemente un plan de control de riesgo y contingencia para la prevención y reducción de desastres ocasionados por eventos naturales que se están presentando actualmente en gran parte del norte del país.

Se sugiere la implementación de servicios básicos de agua y desagüe en zonas aledañas a la zona central del distrito de Cura Mori incluido los nuevos asentamientos humanos que se incorporaron en los últimos años, ya que en las visitas realizadas para el recojo de información los pobladores mencionaron que no cuentan con este servicio y que las autoridades hacen caso omiso a sus pedidos.

Se recomienda la elaboración de un plan de desarrollo urbano por ingenieros capacitados y personal técnico conocedor de la zona, para la correcta ubicación y aprovechamiento de las áreas urbanas que se encuentran dentro del distrito, de la misma forma a las viviendas que se encuentran aledañas a los márgenes de ríos que no cuentan con un sistema de protección de defensas ribereñas siendo esta infraestructura muy importante luego de los sucesos acontecidos el año 2017.

Las aguas pluviales y fluviales captadas en toda la zona de estudio pueden ser reutilizadas para el riego de áreas verdes, canales de regadío y siembras que se encuentran en los alrededores del distrito, contribuyendo de esta manera al medio ambiente y generando sostenibilidad en la región de Piura.

A las futuras investigaciones enfocadas en la búsqueda del mejor diseño de drenajes pluviales o relacionados al modelamiento de un drenaje, se recomienda hacer uso del software SWMM, aplicando los conocimientos necesarios para una mejor simulación e interpretación de los resultados.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARIAS, Fideas. El proyecto de investigación, introducción a la metodología científica [en línea]. 6a ed. Caracas: Episteme C.A; 2012 [Fecha de Consulta: 30 de Junio de 2017].
Disponible en:
https://www.researchgate.net/publication/301894369_EL_PROYECTO_DE_INVESTIGACION_6a_EDICION.
- COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA. Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento Drenaje Pluvial Urbano, [en línea]. México: Coyoacán. [Fecha de Consulta: 12 de Septiembre 2018]. Disponible en:
http://www.ana.gob.pe/sites/default/files/normatividad/files/erh_piura_tomos_i_ii_r
- CHEREQUE, Wendor. Hidrología. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, 2011. [en línea]. Lima: CONCYTEC. [Fecha de Consulta: 22 de Octubre]. Disponible en:
<http://repositorio.pucp.edu.pe/index/bitstream/handle/123456789/28689/hidrologia.pdf>.
- DOMINGOS, Divaldo. Estrategia para el diseño de redes de drenaje pluvial, empleando la modelación matemática, para su aplicación en la ciudad de Luanda, [en línea]. Cuba: Instituto Superior Politécnico José Antonio Echevarría. Tesis para obtener el grado de Doctor en Ciencias Técnicas. [Fecha de consulta: abril 2017]. Disponible en:
<http://blogdelagua.com/wp-content/uploads/2015/05/Tesis-Completa-Ultima.pdf>.
- GRANDA, Rudy. Análisis numérico de la red de drenaje pluvial de la urb. Angamos, (en línea). Piura: Universidad de Piura, Tesis para obtener el grado de Ingeniero Civil. [Fecha de consulta: abril 2017]. Disponible en:
https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/1751/ICI_194.pdf?sequence=1.
- HERNÁNDEZ, Sampieri, FERNÁNDEZ, Carlos y BAPTISTA, Lucio. Metodología de la investigación [en línea]. México: McGraw-Hill Interamericana 2003, [Fecha consulta: Mayo 2017]. Disponible en:
https://www.esup.edu.pe/descargas/dep_investigacion/Metodologia%20de%20la%20investigaci%C3%B3n%20ta%20Edici%C3%B3n.pdf
- HUMPIRI, Vladimir & ROJAS, Paolo. Evaluación, diseño y modelamiento del sistema de drenaje pluvial de la ciudad de Juliaca con la aplicación del software

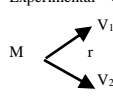
- Swmm, [en línea]. Puno: Universidad Nacional del Altiplano, Tesis para obtener el grado de Ingeniero Civil. [Fecha de Consulta: abril 2017]. Disponible en: <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/2975>.
- LOPEZ, Osley. Diseño y Simulación de una Red de Drenaje Pluvial para la Zona Centro – Este de la Ciudad de Trinidad, [en línea]. Ciudad de Santa Clara: Universidad Central María Abreu de las Villas, Tesis para obtener el grado de Ingeniero Civil. [fecha consultada: abril 2017]. Disponible en: <http://dspace.uclv.edu.cu/handle/123456789/6659>.
 - Manual SWMM. Modelo de Gestión de aguas Pluviales. [en línea]. 5.^aed. EE.UU: EPA. [Fecha de consulta: 18 de octubre 2018]. Disponible en: <https://www.epa.gov/water-research/storm-water-management-model-swmm>.
 - OSEDA. Técnicas de confiabilidad y validez de instrumento de investigación [en línea]. Perú: Eximpress S.A 2011., [fecha consultada: Mayo 2017]. Disponible en: http://directorio.concytec.gob.pe/appDirectorioCTI/VerDatosInvestigador.do;jsessionid=e53796495440772f45bbb331c760?id_investigador=62982.
 - REDON, Víctor. Drenaje Pluvial de la Ciudad de Juliaca (Sector Los Virreyes) – Puno – Perú. Tesis (Magister en Ingeniería Civil). Barcelona: Universidad Politécnica de Catalunya, 2013. Disponible en <http://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/18386/Tesina%20Master%20Victor%20Oscar%20Rendon%20Davila.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
 - REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES. Norma OS.060 - Drenaje Urbano. Disponible en <http://www.construccion.org/normas/rne2012/rne2006.htm>.
 - RUIZ, José. Metodología de la investigación. México: 2007. Disponible en <https://es.scribd.com/document/57260813/El-Metodo-Cientifico-y-sus-Etapas>
 - VALDERRAMA, S. Pasos para Elaborar Proyectos de Investigación Científica Cuantitativa, cualitativa y Mixta [en línea]. 5.ª reimpresión. Lima: San Marcos, 2013. Disponible en: <http://andoeducandoperu.com/wordpress/wpcontent/uploads/2016/01/GUIA-2015-15-October-Vf-30.pdf>.
 - VILLON, B. Hidroesta 2-Manual de cálculos hidráulicos. 1ª. ed. Cartago: CDMB, 2012. 384 pp.
ISBN:9789968514163

Anexo 01 Matriz de Consistencia

Título: Modelo de Drenaje Pluvial, para Eventos Extraordinarios Aplicando SWMM en el Distrito de Cura Mori, Región Piura en el 2018.

Línea de investigación: Diseño de obras hidráulicas y saneamiento

Responsable: Gonzales Pasapera, Sujey Milagros

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	METODOLOGÍA
<p><u>PROBLEMA GENERAL</u> ¿De qué manera los eventos extraordinarios influyen en el modelamiento del drenaje pluvial aplicando SWMM en el distrito de Cura Mori, Región Piura en el 2018?</p> <p><u>PROBLEMAS ESPECÍFICOS</u> ¿Qué relación existe entre la intensidad de precipitación y el drenaje pluvial aplicando Swmm en el distrito de Cura Mori, Región Piura en el 2018?</p> <p>¿Cuál es la influencia de la frecuencia de precipitación en el drenaje pluvial aplicando Swmm en el distrito de Cura Mori, Región Piura en el 2018?</p> <p>¿Cuánto incide la escorrentía superficial en el drenaje pluvial aplicando Swmm en el distrito de Cura Mori, Región Piura en el 2018?</p>	<p><u>OBJETIVO GENERAL</u> Analizar la influencia de los eventos extraordinarios en el modelamiento del drenaje pluvial aplicando SWMM en el distrito de Cura Mori, Región Piura en el 2018.</p> <p><u>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</u> Determinar la relación que existe entre la intensidad de precipitación y el drenaje pluvial aplicando Swmm en el distrito de Cura Mori, Región Piura en el 2018.</p> <p>Analizar la influencia de la frecuencia de precipitación en el drenaje pluvial aplicando Swmm en el distrito de Cura Mori, Región Piura en el 2018.</p> <p>Identificar la incidencia de la escorrentía superficial en el drenaje pluvial aplicando Swmm en el distrito de Cura Mori en el 2018.</p>	<p><u>HIPÓTESIS GENERAL</u> Los eventos extraordinarios influyen significativamente en el modelamiento del drenaje pluvial aplicando SWMM en el distrito de Cura Mori, Región Piura en el 2018.</p> <p><u>HIPÓTESIS ESPECIFICAS</u> La intensidad de precipitación tiene relación significativa con el drenaje pluvial aplicando Swmm en el distrito de Cura Mori, Región Piura en el 2018.</p> <p>La frecuencia de precipitación influye en el drenaje pluvial aplicando Swmm en el distrito de Cura Mori, Región Piura en el 2018.</p> <p>La escorrentía superficial incide en el drenaje pluvial aplicando Swmm en el distrito de Cura Mori, Región Piura en el 2017.</p>	<p>V1: Drenaje Pluvial</p> <p>V2: Eventos Extraordinarios</p>	<p>D2: Área tributaria</p> <p>D2: Característica Topográfica</p> <p>D3: Condiciones Hidráulicas</p> <p>D1: Intensidad de precipitación</p> <p>D2: Frecuencia de Precipitación</p> <p>D3: Escorrentía Superficial</p>	<p>Temperatura Precipitación Humedad</p> <p>Delimitación del área Sección de la vía Red de drenaje</p> <p>Caudal de diseño Captación en edificaciones Captación en calzada</p> <p>Medida de precipitación Periodo de retorno Precipitación media</p> <p>Masa de precipitación Intensidad – Duración Intensidad – Duración – Frecuencia</p> <p>Infiltración Evaporización Coeficiente de escorrentía</p>	<p><u>MÉTODO</u> Científico</p> <p><u>TIPO DE INVEST.</u> Cuantitativa</p> <p><u>NIVEL</u> Aplicada</p> <p><u>DISEÑO DE INVEST.</u> Experimental – Correlacional.</p> <div style="text-align: center;">  <pre> graph TD M --> V1 M --> V2 r((r)) </pre> </div> <p><u>POBLACIÓN</u> Modelo de drenaje pluvial para eventos extraordinarios, en la región Piura.</p> <p><u>MUESTRA</u> Modelo de drenaje pluvial para eventos extraordinarios en el distrito de Cura Mori.</p> <p><u>MUESTREO</u> No probabilístico intencional</p> <p><u>INSTRUMENTO</u> Ficha de Recopilación de datos.</p>

Fuente: Elaboración propia

Anexo 02

Matriz de Operacionalización

VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	NIVELES
Drenaje Pluvial	Según (CONAGUA, 2017, pág. 3), afirma que “se define el drenaje pluvial como un sistema compuesto por red de conductos y e instalaciones complementarias, que permiten el desalojo de las aguas de lluvia”.	El modelo de drenaje pluvial puede medirse según las características climáticas , el área tributaria y las características topográficas	Área tributaria	Delimitación del área	ORDINAL
				Sección de la vía	
				Red de drenaje	
			Características Topográficas	Calidad del suelo	ORDINAL
				Elevación del terreno	
				Pendiente del terreno	
			Condiciones Hidráulicas	Caudal de Diseño	ORDINAL
				Captación en Edificaciones	
				Captación en Calzada	
Eventos Extraordinarios	Para (ISPCH, 2017, pág. 7), define un evento extraordinario como “un evento inesperado, fuera de lo normal que provoca la interrupción de transporte, comunicación, vivienda volviendo vulnerable a la población”.	Los eventos extraordinarios pueden ser medidos por la intensidad de precipitación, frecuencia y escorrentía superficial. .	Intensidad de precipitación	Medida de precipitación	ORDINAL
				Periodo de retorno	
				Precipitación media	
			Frecuencia de Precipitación	Masa de precipitación	ORDINAL
				Intensidad – Duración	
				Intensidad – Duración – Frecuencia	
			Escorrentía Superficial	Infiltración	ORDINAL
				Evaporización	
				Coefficiente de escorrentía	

Fuente: Elaboración propia

Anexo 03

Ficha de Recolección de Datos Evaluado por el Experto "A"



FICHA DE RECOPIACIÓN DE DATOS

PROYECTO:	"MODELO DE DRENJE PLUVIAL PARA EVENTOS EXTRAORDINARIOS APLICANDO SWMM EN EL DISTRITO DE CURA MORI, REGION PIURA EN EL 2017"
AUTOR:	GONZALES PASAPERA, SUJEY MILAGROS

De acuerdo a (Ordinam 2011)

0.03 a 0.05	VALORES BAJOS
0.05 a 0.10	VALORES BAJOS
0.10 a 0.20	VALORES BAJOS
0.20 a 0.30	VALORES BAJOS
0.30 a 0.50	VALORES BAJOS
0.50 a 0.75	VALORES BAJOS
0.75 a 1.00	VALORES BAJOS

I.	INFORMACION GENERAL					
	UBICACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO					
	DISTRITO	Cura Mori		ALTITUD	27 m.s.n.m	
	PROVINCIA	Piura		LATITUD	5° 19' 15"	
II.	INTENSIDAD DE PRECIPITACION					
	CAUDAL (l/s)			PRECIPITACION (mm)		
	FEB.	MAR.	ABR.	FEB.	MAR.	ABR.
III.	INTENSIDAD DE PRECIPITACION					
	TEMPERATURA			HUMEDAD RELATIVA		
IV.	FRECUENCIA DE PRECIPITACION					
	INTENSIDAD		DURACIÓN		FRECUENCIA	
V.	FRECUENCIA DE PRECIPITACION					
	¿Cuál es el grado de recurrencia de dicho evento en la zona de estudio?					
VI.	ESCORRENTIA SUPERFICIAL					
	AREA DE INFLUENCIA	TEMPERATURA	PELIGRO DE INUNDACION	PENDIENTE DEL SUELO	PERMEABILIDAD DEL SUELO	CONDICIONES DE DRENAJE
	Urbana	Calido-Seco	Inminente	Llano	Alta	Muy Buenas
	Rural	Calido-Humedo	Latente	Ondulado	Media	Buenas
VII.	ESCORRENTIA SUPERFICIAL					
	INFILTRACIÓN		EVAPORACIÓN		COEFICIENTE DE ESCORRENTIA	
EXPERTOS	A		B		C	
APELLIDO Y NOMBRE:	Padilla Picher Ricardo					
PROFESIÓN:	ING. CIVIL					
REGISTRO CIP N°:	51630					
E-MAIL:	spadilla@ucv.edu.pe					
TELEFONO:	911729761					

EXPERTO A	EXPERTO B	EXPERTO C
1		
1		
0		
1		
0		
1		
1		



 SANTOS RICARDO PADILLA PICHER
 INGENIERO CIVIL
 CIP 51630

Fuente: Elaboración propia

Anexo 04

Ficha de Recolección de Datos Evaluado por el Experto "B"

UNIVERSIDAD César Vallejo						
FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS						
PROYECTO:	"MODELO DE DRENJE PLUVIAL PARA EVENTOS EXTRAORDINARIOS APLICANDO SWMM EN EL DISTRITO DE CURA MORI, REGION PIURA EN EL 2017"					
AUTOR:	GONZALES PASAFERA, SUIEY MILAGROS					
I.	INFORMACION GENERAL					
	UBICACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO					
	DISTRITO	Cura Mori		ALTITUD	27 m.s.n.m	
	PROVINCIA	Piura		LATITUD	5° 18' 15"	
II.	INTENSIDAD DE PRECIPITACIÓN					
	CAUDAL (l/s)			PRECIPITACION (mm)		
	FEB.	MAR.	ABR.	FEB.	MAR.	ABR.
III.	INTENSIDAD DE PRECIPITACIÓN					
	TEMPERATURA			HUMEDAD RELATIVA		
IV.	FRECUENCIA DE PRECIPITACIÓN					
	INTENSIDAD		DURACIÓN		FRECUENCIA	
	FRECUENCIA DE PRECIPITACIÓN					
V.	¿Cuál es el grado de recurrencia de dicho evento en la zona de estudio?					
VI.	ESCORRENTIA SUPERFICIAL					
	AREA DE INFLUENCIA	TEMPERATURA	PELIGRO DE INUNDACION	PENDIENTE DEL SUELO	PERMEABILIDAD DEL SUELO	CONDICIONES DE DRENAJE
	Urbana	Cálido-Seco	Inminente	Llano	Alta	Muy Buenas
	Rural	Cálido-Húmedo	Lentista	Ondulado	Media	Buenas
VII.	ESCORRENTIA SUPERFICIAL					
	INFILTRACIÓN		EVAPORACIÓN		COEFICIENTE DE ESCORRENTIA	
EXPERTOS	A		B		C	
APELLIDO Y NOMBRE:			CERTE ALBAIDA AUSTRIO			
PROFESIÓN:			ING. CIVIL			
REGISTRO CIP N°:			50030			
E-MAIL:			alcertero@unp.edu.pe			
TELÉFONO:			9754441533			
	EXPERTO A	EXPERTO B	EXPERTO C			
		1				
		1				
		1				
		0				
		0				
		1				
		1				




Fuente: Elaboración propia

Anexo 05

Ficha de Recolección de Datos Evaluado por el Experto "C"

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS						
PROYECTO:	"MODELO DE DRENAJE FLUVIAL PARA EVENTOS EXTRAORDINARIOS APLICANDO SWMM EN EL DISTRITO DE CURA MORI, REGION PIURA EN EL 2017"					
AUTOR:	GONZALES PASAPERA, SUJEY MILAGROS					
I.	INFORMACION GENERAL					
	UBICACION DE LA ZONA DE ESTUDIO					
	DISTRITO	Cura Mori	ALTITUD	27 m.s.n.m		
	PROVINCIA	Piura	LATITUD	5° 19' 15"		
REGION	Piura	LONGITUD	80° 39' 45"			
II.	INTENSIDAD DE PRECIPITACION					
	CAUDAL (l/s)			PRECIPITACION (mm)		
	FEB.	MAX	ABR.	FEB.	MAX	ABR.
III.	INTENSIDAD DE PRECIPITACION			HUMEDAD RELATIVA		
	TEMPERATURA					
IV.	FRECUENCIA DE PRECIPITACION					
	INTENSIDAD		DURACION		FRECUENCIA	
V.	FRECUENCIA DE PRECIPITACION					
	¿Cuál es el grado de recurrencia de dicho evento en la zona de estudio?					
VI.	ESCORRENTIA SUPERFICIAL					
	AREA DE INFLUENCIA	TEMPERATURA	PELIGRO DE INUNDACION	PENDIENTE DEL SUELO	PERMEABILIDAD DEL SUELO	CONDICIONES DE DRENAJE
	Urbana	Cálido-Seco	Inminente	Llano	Alta	Muy Buenas
	Rural	Cálido-Húmedo	Lahante	Ondulado	Media	Buenas
	Agrícola	Subtropical	Nulo	Montañoso	Baja	Malas
VII.	ESCORRENTIA SUPERFICIAL					
	INFILTRACION		EVAPORACION		COEFICIENTE DE ESCORRENTIA	
EXPERTOS						
A			B			C
APellido y NOMBRE:						
PROFESION:						
REGISTRO CIP N°:						
E-MAIL:						
TELEFONO:						

EXPERTO	EXPERTO	EXPERTO
A	B	C
		1
		1
		1
		1
		0
		1
		1



Fuente: Elaboración propia

Anexo 06

Ficha de Recolección de Datos Evaluado Validez General

FICHA DE RECOPIACIÓN DE DATOS						
PROYECTO:	"MODELO DE DRENAJE PLUVIAL PARA EVENTOS EXTRAORDINARIOS APLICANDO SWMM EN EL DISTRITO DE CURA MORI, REGION PIURA EN EL 2017"					
AUTOR:	GONZALES PASAPERA, SUJEY MILAGROS					
I.	INFORMACION GENERAL					
	UBICACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO					
	DISTRITO	Cura Mori		ALTITUD	27 m.s.n.m	
	PROVINCIA	Piura		LATITUD	5° 19' 15"	
REGION	Piura		LONGITUD	80° 39' 45"		
II.	INTENSIDAD DE PRECIPITACION					
	CAUDAL (l/s)			PRECIPITACION (mm)		
	FEB.	MAR.	ABR.	FEB.	MAR.	
III.	INTENSIDAD DE PRECIPITACION					
	TEMPERATURA			HUMEDAD RELATIVA		
IV.	FRECUENCIA DE PRECIPITACION					
	INTENSIDAD		DURACIÓN		FRECUENCIA	
V.	FRECUENCIA DE PRECIPITACION					
	¿Cuál es el grado de recurrencia de dicho evento en la zona de estudio?					
VI.	ESCORRENTIA SUPERFICIAL					
	AREA DE INFLUENCIA	TEMPERATURA	PELIGRO DE INUNDACION	PENDIENTE DEL SUELO	PERMEABILIDAD DEL SUELO	CONDICIONES DE DRENAJE
	Urbana	Calido- Seco	Inminente	Llano	Alta	Muy Buenas
	Rural	Calido-Humedo	Latente	Ondulado	Media	Buenas
Agrícola	Subtropical	Nulo	Montañoso	Baja	Malas	
VII.	ESCORRENTIA SUPERFICIAL					
	INFILTRACIÓN		EVAPORACIÓN		COEFICIENTE DE ESCORRENTIA	
EXPERTOS	A		B		C	
APELLIDO Y NOMBRE:	PADILLA PICHEN RICARDO		CORZO ALIAGA AGUSTIN		SANCHEZ VERASTEGUI WILLIAM	
PROFESIÓN:	ING. CIVIL		ING. CIVIL		ING. CIVIL	
REGISTRO CIP N°:	51630		50070		62908	

De acuerdo a (Osesaj 2011)

0.53 a menos	Validez nula
0.54 a 0.59	Validez baja
0.60 a 0.65	Valida
0.66 a 0.71	Muy valida
0.72 a 0.99	Excelente validez
1.00	Valida perfecta

EXPERTO	EXPERTO	EXPERTO
A	B	C
1	1	1
1	1	1
0	1	1
1	0	1
0	0	0
1	1	1
1	1	1
5	5	6
0.71	0.71	0.86
0.76		

Fuente: Elaboración propia

Anexo 07

Ficha técnica de ensayo de laboratorio de Contenido de Humedad – ASTM D2216



Solicitante	ALUMNA SUJEY MILAGROS GONZALES PASAPERA	Elaboró	S.M.G.P			
Proyecto	MODELO DE DRENAJE PLUVIAL PARA EVENTOS EXTRAORDINARIOS APLICANDO SWMM	Revisó	J.E.D.G			
		Técnico	J.E.D.G			
Ubicación	DISTRITO DE CURA MORI - REGION DE PIURA	Fecha	mi. 21-03-18			
Ensayo:						
CONTENIDO DE HUMEDAD						
NORMA : ASTM D 2216						
Descripción	Ubicación	C-1	C-2	C-3	C-4	
	Profundidad	1.50 m	1.50 m	1.50 m	1.50 m	
	Recipiente N°	J-1	J-3	J-4	J-5	
	Unidad	1	2	3	4	
1. Peso Muestra Húmeda + Peso Recipiente	$W_h + R$	gr	153.05	120.95	124.4	133.13
2. Peso Muestra Seca + Peso Recipiente	$W_s + R$	gr	141.10	115.72	116.58	123.13
3. Peso Recipiente	R	gr	38.41	11.30	11.84	28.33
4. Peso del agua existente en la muestra	$W_w = (1 - 2)$	gr	11.95	5.23	7.82	10
5. Peso de la Muestra Seca	$W_s = (2 - 3)$	gr	102.69	104.42	104.74	94.80
6. Contenido de Humedad	$W = \frac{W_w}{W_s} * 100$	%	11.64	5.01	7.47	10.55
Peso Suelo Seco						
Descripción	Ubicación	C-1	C-2	C-3	C-4	
	Profundidad	1.50 m	1.50 m	1.50 m	1.50 m	
	Recipiente N°	1 F	11 F	18 F	19 F	
	Unidad					
Peso Muestra Húmeda	W_h	gr	131.27	128.95	137.86	118.17
Contenido de Humedad	W		0.1164	0.0501	0.0747	0.1055
Peso Suelo Seco	$W_s = \frac{W_h}{1 + W}$	gr	117.5865	122.7994	128.2823	106.8942

[Signature]
JULIO DIAZ G.



[Signature]
Margarita Boza Olaechea
INGENIERA CIVIL
CIP. 80500

[Signature]
Margarita Boza Olaechea
INGENIERA CIVIL
CIP. 80500

Fuente: Laboratorio de Materiales de la Escuela de Ingeniería Civil de la UCV - Lima Norte

Anexo 08

Ficha técnica de ensayo de laboratorio de Límites de Consistencia (Límite Líquido y Límite Plástico) – ASTM D4318



Solicitante	ALUMNA SUJEY MILAGROS GONZALES PASAPERA					Elaboró	S.M.G.P
Proyecto	MODELO DE DRENAJE PLUVIAL PARA EVENTOS EXTRAORDINARIOS APLICANDO SWMM					Revisó	J.E.D.G
						Técnico	J.E.D.G
Ubicación	DISTRITO DE CURA MORI - REGION DE PIURA					Fecha	mi. 21-03-18
<p>Ensayo :</p> <p style="text-align: center;">LÍMITES DE CONSISTENCIA LÍMITE LÍQUIDO - ASTM D 4318 LÍMITE PLÁSTICO - ASTM D 4319</p>							
Descripción	Ubicación	C-2					
	Profundidad	1.50 m					
	Ensayo	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO		LÍMITES DE CONSISTENCIA
	Recipiente N°	B	EC	MA	21	23	
1. Peso Muestra Húmeda + Peso Recipiente	gr	31.42	32.75	34.95	34.66	37.38	Límite Líquido: LL = 22.53%
2. Peso Muestra Seca + Peso Recipiente	gr	29.48	30.62	32.23	32.60	34.88	Límite Plástico: LP = 18.07%
3. Peso Recipiente	gr	20.88	21.38	20.95	21.07	21.20	Índice de Plasticidad : IP = 4.46%
4. Peso del agua existente en la muestra	gr	1.94	2.13	2.72	2.06	2.50	Contenido de Humedad : Wn = 11.64%
5. Peso de la Muestra Seca	gr	8.60	9.24	11.28	11.53	13.68	Grado de Consistencia : Kw = 2.44
6. Contenido de Humedad	%	22.56	23.05	24.11	17.87	18.27	Grado de Consistencia : Baja plasticidad
7. Número de Golpes	N°	27	20	15	18.07		
LÍMITE LÍQUIDO		LÍMITE LIQUIDO					
Calicata :	C-2						
Profundidad:	1.50 m						
Número de Golpes	Contenido de Humedad (%)						
27	22.56						
20	23.05						
15	24.11						



Julián Díaz

Margarita Boza Olaychea
INGENIERA CIVIL
CIP: 80500

Fuente: Laboratorio de Materiales de la Escuela de Ingeniería Civil de la UCV - Lima Norte

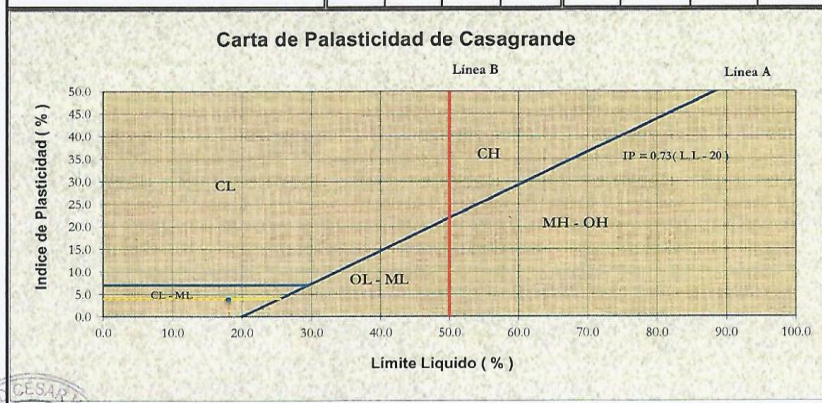
Anexo 09

Ficha técnica de ensayo de laboratorio de Clasificación de Suelos SUCS - ASTM D 2487

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Solicitante	ALUMNA SUJEY MILAGROS GONZALES PASAPERA		Elaboró	S.M.G.P
Proyecto	MODELO DE DRENAJE PLUVIAL PARA EVENTOS EXTRAORDINARIOS APLICANDO SWMM		Revisó	J.E.D.G
			Técnico	J.E.D.G
Ubicación	DISTRITO DE CURA MORI - REGION DE PIURA		Fecha	mi. 21-03-18
Ensayo :				
Clasificación de Suelos SUCS - ASTM D 2487				
Ubicación	C-2			
Profundidad	1.50 m			
% Que Pasa la Malla N° 200	66.26		Tipo de Suelo Según su Granulometría :	Suelo Fino
Limite Líquido:	LL =	22.53%	Tipo de Simbología :	Baja Plasticidad
Limite Plástico:	LP =	18.07%	Tipo de Suelo :	Simbología Normal
Indice de Plasticidad :	IP =	4.46%	Suelo :	OL, ML, CL
Características del Suelo : Son arcillas limosas de baja plasticidad o arenosas, es decir con limite líquido menor a 50 %, se caracterizan por tener de baja a media compresibilidad.				

SUELOS FINOS						SUELOS GRUESOS							
Suelo que pasa la malla N° 200 es > al 50 %						Suelo que pasa la malla N° 200 es < al 50 %							
BAJA PLASTICIDAD			ALTA PLASTICIDAD			ARENAS				GRAVAS			
Limite Líquido < al 50 %			Limite Líquido > al 50 %			La porción de Fracción Gruesa que pasa la malla N° 4 es mayor				La porción de Fracción Gruesa que pasa la malla N° 4 es menor			
OL	ML	CL	OH	MH	CH	De acuerdo al Porcentaje que pasa la malla N° 200 se tiene :							
						% Que Pasa la Malla N° 200				Probable Tipo de Suelo			
						Menor o igual a 5 %				GW , SW , GP o SP			
						Entre el 5% y 12 %				Hay que usar Simbología Doble			
						Mayor del 12 %				GM , GC , SM , SC			
						SC	SM	SP	SW	GC	GM	GP	GW
						Sobre la Línea A*	Bajo la Línea A*	No Cumple Anteriores	$C_u > 6 \text{ y } 1 < C_c < 3$	Sobre la Línea A*	Bajo la Línea A*	No Cumple Anteriores	$C_u > 6 \text{ y } 1 < C_c < 3$



Jucio D. D. S. Z.

Margarita Boza Olaechea
INGENIERA CIVIL
CIP. 80500

Fuente: Laboratorio de Materiales de la Escuela de Ingeniería Civil de la UCV - Lima Norte

Anexo 10

Ficha técnica de ensayo de laboratorio de Análisis Granulométrico por tamizado – ASTM D422



Solicitante	ALUMNA SUJEY MILAGROS GONZALES PASAPERA				Elaboró	S.M.G.P			
Proyecto	MODELO DE DRENAJE PLUVIAL PARA EVENTOS EXTRAORDINARIOS APLICANDO SWMM				Revisó	J.E.D.G			
Ubicación	DISTRITO DE CURA MORI - REGION DE PIURA				Técnico	J.E.D.G			
Ensayo :	ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO				Fecha	mi. 21-03-18			
Ubicación	C-1				Ubicación	C-2			
Profundidad	1.50 m				Profundidad	1.50 m			
Recipiente N°	1F				Recipiente N°	11F			
Tamiz	Abertura (mm)	Peso Retenido (gr)	Porcentaje Retenido (%)	Porcentaje Que Pasa (%)	Tamiz	Abertura (mm)	Peso Retenido (gr)	Porcentaje Retenido (%)	Porcentaje Que Pasa (%)
3"	75.000				3"	75.000			
2"	50.000				2"	50.000			
1-1/2"	37.500				1-1/2"	37.500			
1"	25.000				1"	25.000			
3/4"	19.000				3/4"	19.000			
1/2"	12.500				1/2"	12.500			
3/8"	9.500				3/8"	9.500			
1/4"	6.300				1/4"	6.300			
N° 4	4.750			100.00	N° 4	4.750			100.00
N° 10	2.000	0.54	0.46	99.54	N° 10	2.000	0.17	0.14	99.86
N° 20	0.840	1.11	0.94	98.60	N° 20	0.840	0.49	0.40	99.46
N° 40	0.425	0.73	0.62	97.98	N° 40	0.425	0.30	0.24	99.22
N° 60	0.250	0.44	0.37	97.60	N° 60	0.250	0.38	0.31	98.91
N° 140	0.106	3.87	3.29	94.31	N° 140	0.106	26.59	21.65	77.26
N° 200	0.075	4.33	3.68	90.63	N° 200	0.075	13.50	10.99	66.26
Fondo	-	0.75			Fondo	-	1.38		
Peso suelo Seco (gr) 117.59					Peso suelo Seco Total (gr) 122.80				
Peso de suelo seco lavado al horno (gr) 11.87					Peso de suelo seco lavado al horno (gr) 42.79				
Suelo: Fino no plastico con arena fina					Suelo: Arena limosa de baja plasticidad arenosa				
Ubicación	C-3				Ubicación	C-4			
Profundidad	1.50 m				Profundidad	1.50 m			
Recipiente N°	18F				Recipiente N°	19F			
Tamiz	Abertura (mm)	Peso Retenido (gr)	Porcentaje Retenido (%)	Porcentaje Que Pasa (%)	Tamiz	Abertura (mm)	Peso Retenido (gr)	Porcentaje Retenido (%)	Porcentaje Que Pasa (%)
3"	75.000				3"	75.000			
2"	50.000				2"	50.000			
1-1/2"	37.500				1-1/2"	37.500			
1"	25.000				1"	25.000			
3/4"	19.000				3/4"	19.000			
1/2"	12.500				1/2"	12.500			
3/8"	9.500				3/8"	9.500			
1/4"	6.300			100.00	1/4"	6.300			
N° 4	4.750	0.97	0.76	99.24	N° 4	4.750			100.00
N° 10	2.000	0.45	0.35	98.89	N° 10	2.000	1.70	1.59	98.41
N° 20	0.840	0.65	0.51	98.39	N° 20	0.840	0.75	0.70	97.71
N° 40	0.425	0.44	0.34	98.04	N° 40	0.425	1.64	1.53	96.17
N° 60	0.250	0.51	0.40	97.65	N° 60	0.250	1.55	1.45	94.72
N° 140	0.106	13.63	10.63	87.02	N° 140	0.106	76.15	71.24	23.49
N° 200	0.075	5.60	4.37	82.66	N° 200	0.075	18.56	17.36	6.12
Fondo	-	0.20			Fondo	-	8.67		
Peso suelo Seco (gr) 128.28					Peso suelo Seco (gr) 106.89				
Peso de suelo seco lavado al horno (gr) 22.39					Peso de suelo seco lavado al horno (gr) 109.27				
Suelo: Fino no plastico con arena fina					Suelo: Arena fina pobremente gradada con pocos finos no plastica				

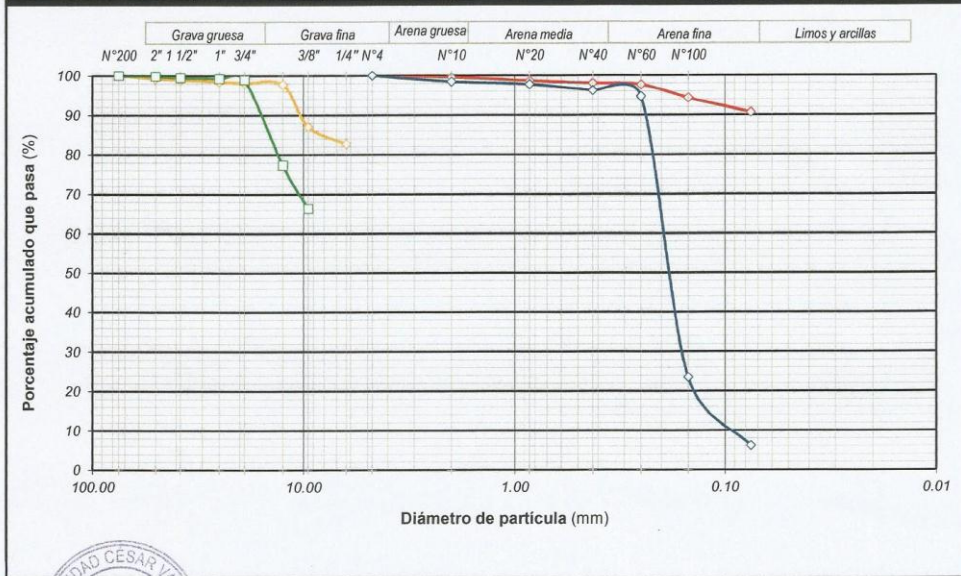


JULIO DIAZ G.

Margarita Boza Olaechea
INGENIERA CIVIL
CIP. 80500

Fuente: Laboratorio de Materiales de la Escuela de Ingeniería Civil de la UCV - Lima Norte

Solicitante	ALUMNA SUJEY MILAGROS GONZALES PASAPERA				Elaboró	S.M.G.P
Proyecto	MODELO DE DRENAJE PLUVIAL PARA EVENTOS EXTRAORDINARIOS APLICANDO SWMM				Revisó	J.E.D.G
					Técnico	J.E.D.G
Ubicación	DISTRITO DE CURA MORI - REGION DE PIURA				Fecha	mi. 21-03-18
CURVA GRANULOMETRICA						
Calicata	C - 1	C - 2	C - 3	C - 4		
Muestra	1F	11F	18F	19F		
Profundidad (m)	1.50	1.50	1.50	1.50		
Análisis Granulométrico por Tamizado - ASTM D 422						
Tamiz	(mm)	% Acumulado que pasa				
3"	75.00					
2"	50.00					
1 1/2"	38.10					
1"	25.00					
3/4"	19.00					
1/2"	12.50					
3/8"	9.50					
1/4"	6.30			100.00		
N° 4	4.75	100.00	100.00	99.24	100.00	
N° 10	2.00	99.54	99.86	98.89	98.41	
N° 20	0.85	98.60	99.46	98.39	97.71	
N° 40	0.425	97.98	99.22	98.04	96.17	
N° 60	0.25	97.60	98.91	97.65	94.72	
N° 100	0.15	94.31	77.26	87.02	23.49	
N° 200	0.075	90.63	66.26	82.66	6.12	
Límite Líquido, Límite Plástico e Índice de Plasticidad - ASTM D 4318						
Límite Líquido		N.T	22.53%	N.T	N.T	
Límite Plástico		N.P	18.07%	N.P	N.P	
Índice de Plasticidad		N.T	4.46%	N.T	N.T	



JULIO DISE

Margarita Boza Olaechea
INGENIERA CIVIL
CIP: 80500

Fuente: Laboratorio de Materiales de la Escuela de Ingeniería Civil de la UCV - Lima Norte

Anexo 11

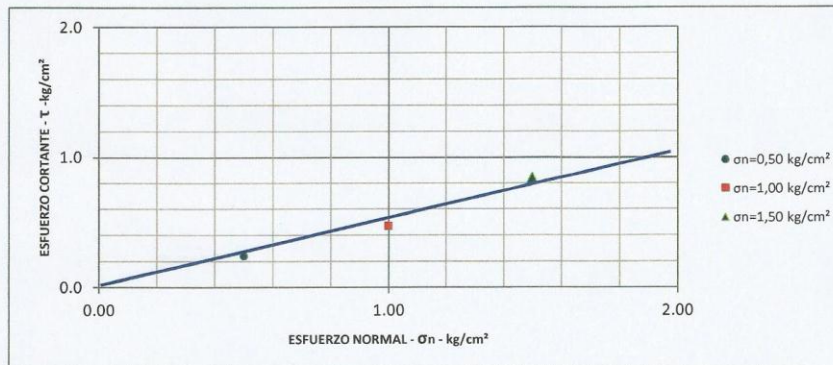
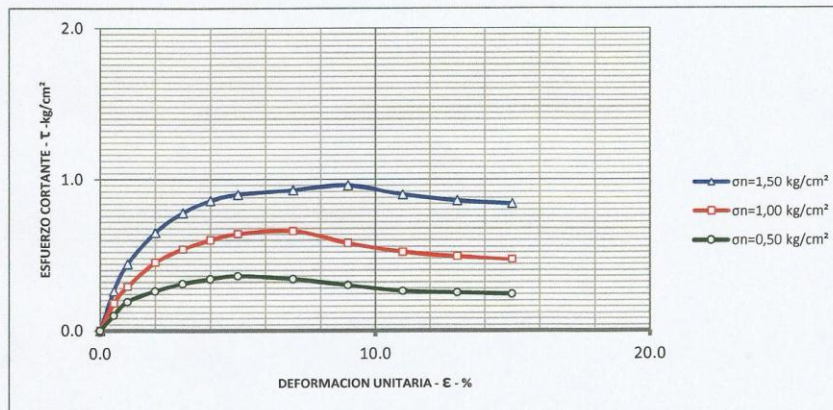
Ficha técnica de ensayo de laboratorio de Corte Directo - ASTM D3080



Solicitante	ALUMNA SUJEY MILAGROS GONZALES PASAPERA	Elaboró	J.E.D.G.
Proyecto	MODELO DE DRENAJE PLUVIAL PARA EVENTOS EXTRAORDINARIOS	Revisó	J.E.D.G.
	APLICANDO SWMM	Técnico	J.E.D.G.
Ubicación	DISTRITO DE CURA MORI REGION DE PIURA	Fecha	mi. 21-03-18

ENSAYO DE CORTE DIRECTO ASTM D - 3080

Angulo de Friccion Interna del Suelo	31.15 (°)
Cohesion Aparente del Suelo	0.025 (kg/cm ²)
Densidad Seca	1.33 (g/cm ³)
Humedad Natural	10.55 (%)



Formato 05-10-17

Julio Díaz
Julio Díaz



Margarita Boza Olaechea
Margarita Boza Olaechea
INGENIERA CIVIL
CIP 20500


Fuente: Laboratorio de Materiales de la Escuela de Ingeniería Civil de la UCV - Lima Norte

Solicitante	ALUMNA SUJEY MILAGROS GONZALES PASAPERA	Elaboró	J.E.D.G.
Proyecto	MODELO DE DRENAJE PLUVIAL PARA EVENTOS EXTRAORDINARIOS APLICANDO SWMN	Revisó	J.E.D.G.
		Técnico	J.E.D.G.
Ubicación	DISTRITO DE CURA MORI REGION DE PIURA	Fecha	mi. 21-03-18
Calicata	C - 4		
Muestra	M - 1		
Profundidad (m)	1.50		

ENSAYO DE CORTE DIRECTO ASTM D - 3080			
Especimen :	A	B	C
Lado : (cm)	6,30	6,30	6,30
Altura : (cm)	2,20	2,20	2,20
Densidad Seca : (g/cm ³)	1.33	1.33	1.33
Humedad Inicial : (%)	10.55	10.55	10.55
Humedad Saturado : (%)	13.16	13.27	13.41
Esfuerzo Normal : (kg/cm ²)	0.50	1.00	1.50

Deformación Unitaria (ε-%)	Esfuerzo Cortante (kg/cm ²)		
0.0	0.00	0.00	0.00
0.5	0.10	0.18	0.26
1.0	0.19	0.29	0.44
2.0	0.26	0.45	0.65
3.0	0.31	0.54	0.78
4.0	0.34	0.60	0.86
5.0	0.36	0.64	0.90
7.0	0.34	0.66	0.93
9.0	0.30	0.58	0.96
11.0	0.26	0.52	0.90
13.0	0.25	0.49	0.86
15.0	0.24	0.47	0.84

Angulo de Friccion Interna del Suelo 31.15 (°)
Cohesion Aparente del Suelo 0.025 (kg/cm²)


Julio Diaz




Margarita Boza Olaechea
INGENIERA CIVIL
CIP. 80500

Anexo 12
Precipitación de Máxima Duración D

Año	Pmáx 24 horas	Precipitación de Máxima Duración D																							
		Duración en min.																							
		60	120	180	240	300	360	420	480	540	600	660	720	780	840	900	960	1020	1080	1140	1200	1260	1320	1380	1440
1993	44.10	19.92	23.69	26.22	28.18	29.79	31.18	32.41	33.51	34.51	35.43	36.29	37.08	37.83	38.54	39.21	39.85	40.46	41.04	41.60	42.14	42.65	43.15	43.63	44.10
1994	57.00	25.75	30.63	33.89	36.42	38.51	40.31	41.89	43.31	44.60	45.80	46.90	47.93	48.90	49.81	50.68	51.51	52.29	53.04	53.77	54.46	55.13	55.77	56.40	57.00
1995	3.20	1.45	1.72	1.90	2.04	2.16	2.26	2.35	2.43	2.50	2.57	2.63	2.69	2.75	2.80	2.85	2.89	2.94	2.98	3.02	3.06	3.09	3.13	3.17	3.20
1996	5.50	2.48	2.96	3.27	3.51	3.72	3.89	4.04	4.18	4.30	4.42	4.53	4.62	4.72	4.81	4.89	4.97	5.05	5.12	5.19	5.25	5.32	5.38	5.44	5.50
1997	104.30	47.12	56.04	62.02	66.64	70.47	73.75	76.65	79.25	81.62	83.80	85.82	87.71	89.48	91.15	92.74	94.25	95.68	97.06	98.38	99.65	100.88	102.06	103.20	104.30
1998	405.90	183.39	218.08	241.35	259.35	274.23	287.01	298.29	308.42	317.63	326.11	333.98	341.32	348.22	354.73	360.90	366.77	372.37	377.73	382.87	387.81	392.57	397.17	401.60	405.90
1999	34.40	15.54	18.48	20.45	21.98	23.24	24.32	25.28	26.14	26.92	27.64	28.30	28.93	29.51	30.06	30.59	31.08	31.56	32.01	32.45	32.87	33.27	33.66	34.04	34.40
2000	18.50	8.36	9.94	11.00	11.82	12.50	13.08	13.60	14.06	14.48	14.86	15.22	15.56	15.87	16.17	16.45	16.72	16.97	17.22	17.45	17.68	17.89	18.10	18.30	18.50
2001	234.20	105.81	125.83	139.26	149.64	158.23	165.60	172.11	177.95	183.27	188.16	192.70	196.94	200.92	204.68	208.24	211.62	214.86	217.95	220.91	223.76	226.51	229.16	231.72	234.20
2002	95.00	42.92	51.04	56.49	60.70	64.18	67.18	69.81	72.18	74.34	76.33	78.17	79.89	81.50	83.02	84.47	85.84	87.15	88.41	89.61	90.77	91.88	92.96	93.99	95.00
2003	12.00	5.42	6.45	7.14	7.67	8.11	8.49	8.82	9.12	9.39	9.64	9.87	10.09	10.29	10.49	10.67	10.84	11.01	11.17	11.32	11.47	11.61	11.74	11.87	12.00
2004	6.00	2.71	3.22	3.57	3.83	4.05	4.24	4.41	4.56	4.70	4.82	4.94	5.05	5.15	5.24	5.33	5.42	5.50	5.58	5.66	5.73	5.80	5.87	5.94	6.00
2005	11.60	5.24	6.23	6.90	7.41	7.84	8.20	8.52	8.81	9.08	9.32	9.54	9.75	9.95	10.14	10.31	10.48	10.64	10.80	10.94	11.08	11.22	11.35	11.48	11.60
2006	18.70	8.45	10.05	11.12	11.95	12.63	13.22	13.74	14.21	14.63	15.02	15.39	15.72	16.04	16.34	16.63	16.90	17.16	17.40	17.64	17.87	18.09	18.30	18.50	18.70
2007	7.40	3.34	3.98	4.40	4.73	5.00	5.23	5.44	5.62	5.79	5.95	6.09	6.22	6.35	6.47	6.58	6.69	6.79	6.89	6.98	7.07	7.16	7.24	7.32	7.40
2008	91.20	41.20	49.00	54.23	58.27	61.61	64.49	67.02	69.30	71.37	73.27	75.04	76.69	78.24	79.70	81.09	82.41	83.67	84.87	86.03	87.14	88.21	89.24	90.23	91.20
2009	22.30	10.08	11.98	13.26	14.25	15.07	15.77	16.39	16.94	17.45	17.92	18.35	18.75	19.13	19.49	19.83	20.15	20.46	20.75	21.03	21.31	21.57	21.82	22.06	22.30
2010	53.90	24.35	28.96	32.05	34.44	36.41	38.11	39.61	40.96	42.18	43.30	44.35	45.32	46.24	47.11	47.92	48.70	49.45	50.16	50.84	51.50	52.13	52.74	53.33	53.90
2011	11.00	4.97	5.91	6.54	7.03	7.43	7.78	8.08	8.36	8.61	8.84	9.05	9.25	9.44	9.61	9.78	9.94	10.09	10.24	10.38	10.51	10.64	10.76	10.88	11.00
2012	53.70	24.26	28.85	31.93	34.31	36.28	37.97	39.46	40.80	42.02	43.14	44.18	45.16	46.07	46.93	47.75	48.52	49.26	49.97	50.65	51.31	51.94	52.54	53.13	53.70
2013	42.00	18.98	22.57	24.97	26.84	28.38	29.70	30.87	31.91	32.87	33.74	34.56	35.32	36.03	36.71	37.34	37.95	38.53	39.09	39.62	40.13	40.62	41.10	41.56	42.00
2014	9.60	4.34	5.16	5.71	6.13	6.49	6.79	7.05	7.29	7.51	7.71	7.90	8.07	8.24	8.39	8.54	8.67	8.81	8.93	9.06	9.17	9.28	9.39	9.50	9.60
2015	47.90	21.64	25.74	28.48	30.61	32.36	33.87	35.20	36.40	37.48	38.48	39.41	40.28	41.09	41.86	42.59	43.28	43.94	44.58	45.18	45.77	46.33	46.87	47.39	47.90
2016	50.70	22.91	27.24	30.15	32.39	34.25	35.85	37.26	38.52	39.67	40.73	41.72	42.63	43.50	44.31	45.08	45.81	46.51	47.18	47.82	48.44	49.04	49.61	50.16	50.70
2017	503.50	227.48	270.52	299.38	321.71	340.16	356.03	370.02	382.58	394.01	404.53	414.28	423.39	431.95	440.03	447.68	454.96	461.91	468.56	474.94	481.07	486.97	492.67	498.17	503.50

Fuente: Elaboración Propia

Transformación de Unidades

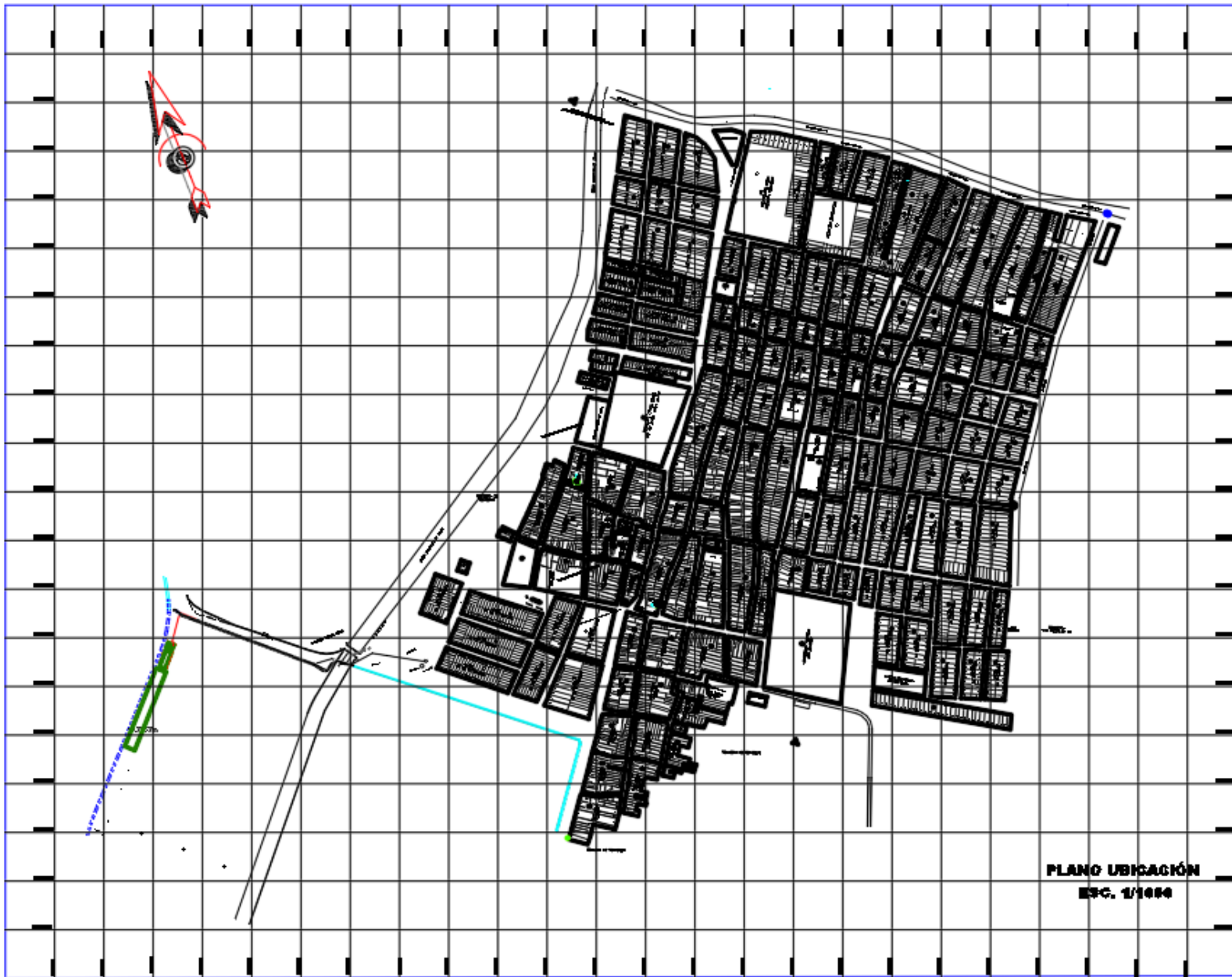
Año	Imáx (mm/hrs)																							
	Duración en Minutos																							
	60	120	180	240	300	360	420	480	540	600	660	720	780	840	900	960	1020	1080	1140	1200	1260	1320	1380	1440
1993	19.92	11.85	8.74	7.04	5.96	6.24	4.63	4.19	3.83	3.54	3.30	3.09	2.91	2.75	2.61	2.49	2.38	2.28	2.19	2.11	2.03	1.96	1.90	1.84
1994	25.75	15.31	11.30	9.10	7.70	8.06	5.98	5.41	4.96	4.58	4.26	3.99	3.76	3.56	3.38	3.22	3.08	2.95	2.83	2.72	2.63	2.54	2.45	2.38
1995	1.45	0.86	0.63	0.51	0.43	0.45	0.34	0.30	0.28	0.26	0.24	0.22	0.21	0.20	0.19	0.18	0.17	0.17	0.16	0.15	0.15	0.14	0.14	0.13
1996	2.48	1.48	1.09	0.88	0.74	0.78	0.58	0.52	0.48	0.44	0.41	0.39	0.36	0.34	0.33	0.31	0.30	0.28	0.27	0.26	0.25	0.24	0.24	0.23
1997	47.12	28.02	20.67	16.66	14.09	14.75	10.95	9.91	9.07	8.38	7.80	7.31	6.88	6.51	6.18	5.89	5.63	5.39	5.18	4.98	4.80	4.64	4.49	4.35
1998	183.39	109.04	80.45	64.84	54.85	57.40	42.61	38.55	35.29	32.61	30.36	28.44	26.79	25.34	24.06	22.92	21.90	20.99	20.15	19.39	18.69	18.05	17.46	16.91
1999	15.54	9.24	6.82	5.49	4.65	4.86	3.61	3.27	2.99	2.76	2.57	2.41	2.27	2.15	2.04	1.94	1.86	1.78	1.71	1.64	1.58	1.53	1.48	1.43
2000	8.36	4.97	3.67	2.96	2.50	2.62	1.94	1.76	1.61	1.49	1.38	1.30	1.22	1.15	1.10	1.04	1.00	0.96	0.92	0.88	0.85	0.82	0.80	0.77
2001	105.81	62.92	46.42	37.41	31.65	33.12	24.59	22.24	20.36	18.82	17.52	16.41	15.46	14.62	13.88	13.23	12.64	12.11	11.63	11.19	10.79	10.42	10.07	9.76
2002	42.92	25.52	18.83	15.17	12.84	13.44	9.97	9.02	8.26	7.63	7.11	6.66	6.27	5.93	5.63	5.37	5.13	4.91	4.72	4.54	4.38	4.23	4.09	3.96
2003	5.42	3.22	2.38	1.92	1.62	1.70	1.26	1.14	1.04	0.96	0.90	0.84	0.79	0.75	0.71	0.68	0.65	0.62	0.60	0.57	0.55	0.53	0.52	0.50
2004	2.71	1.61	1.19	0.96	0.81	0.85	0.63	0.57	0.52	0.48	0.45	0.42	0.40	0.37	0.36	0.34	0.32	0.31	0.30	0.29	0.28	0.27	0.26	0.25
2005	5.24	3.12	2.30	1.85	1.57	1.64	1.22	1.10	1.01	0.93	0.87	0.81	0.77	0.72	0.69	0.66	0.63	0.60	0.58	0.55	0.53	0.52	0.50	0.48
2006	8.45	5.02	3.71	2.99	2.53	2.64	1.96	1.78	1.63	1.50	1.40	1.31	1.23	1.17	1.11	1.06	1.01	0.97	0.93	0.89	0.86	0.83	0.80	0.78
2007	3.34	1.99	1.47	1.18	1.00	1.05	0.78	0.70	0.64	0.59	0.55	0.52	0.49	0.46	0.44	0.42	0.40	0.38	0.37	0.35	0.34	0.33	0.32	0.31
2008	41.20	24.50	18.08	14.57	12.32	12.90	9.57	8.66	7.93	7.33	6.82	6.39	6.02	5.69	5.41	5.15	4.92	4.72	4.53	4.36	4.20	4.06	3.92	3.80
2009	10.08	5.99	4.42	3.56	3.01	3.15	2.34	2.12	1.94	1.79	1.67	1.56	1.47	1.39	1.32	1.26	1.20	1.15	1.11	1.07	1.03	0.99	0.96	0.93
2010	24.35	14.48	10.68	8.61	7.28	7.62	5.66	5.12	4.69	4.33	4.03	3.78	3.56	3.36	3.19	3.04	2.91	2.79	2.68	2.57	2.48	2.40	2.32	2.25
2011	4.97	2.96	2.18	1.76	1.49	1.56	1.15	1.04	0.96	0.88	0.82	0.77	0.73	0.69	0.65	0.62	0.59	0.57	0.55	0.53	0.51	0.49	0.47	0.46
2012	24.26	14.43	10.64	8.58	7.26	7.59	5.64	5.10	4.67	4.31	4.02	3.76	3.54	3.35	3.18	3.03	2.90	2.78	2.67	2.57	2.47	2.39	2.31	2.24
2013	18.98	11.28	8.32	6.71	5.68	5.94	4.41	3.99	3.65	3.37	3.14	2.94	2.77	2.62	2.49	2.37	2.27	2.17	2.09	2.01	1.93	1.87	1.81	1.75
2014	4.34	2.58	1.90	1.53	1.30	1.36	1.01	0.91	0.83	0.77	0.72	0.67	0.63	0.60	0.57	0.54	0.52	0.50	0.48	0.46	0.44	0.43	0.41	0.40
2015	21.64	12.87	9.49	7.65	6.47	6.77	5.03	4.55	4.16	3.85	3.58	3.36	3.16	2.99	2.84	2.71	2.58	2.48	2.38	2.29	2.21	2.13	2.06	2.00
2016	22.91	13.62	10.05	8.10	6.85	7.17	5.32	4.82	4.41	4.07	3.79	3.55	3.35	3.16	3.01	2.86	2.74	2.62	2.52	2.42	2.34	2.25	2.18	2.11
2017	227.48	135.26	99.79	80.43	68.03	71.21	52.86	47.82	43.78	40.45	37.66	35.28	33.23	31.43	29.85	28.44	27.17	26.03	25.00	24.05	23.19	22.39	21.66	20.98

Fuente: Elaboración Propia

Determinación de Periodos de Retorno

N° Orden	T (años)	Imáx (mm/hrs)																							
		Duración en minutos																							
		60	120	180	240	300	360	420	480	540	600	660	720	780	840	900	960	1020	1080	1140	1200	1260	1320	1380	1440
1	26.00	227.48	135.26	99.79	80.43	68.03	71.21	52.86	47.82	43.78	40.45	37.66	35.28	33.23	31.43	29.85	28.44	27.17	26.03	25.00	24.05	23.19	22.39	21.66	20.98
2	13.00	183.39	109.04	80.45	54.85	57.40	42.61	38.55	35.29	32.61	30.36	28.44	26.79	25.34	24.06	22.92	21.90	20.99	20.15	19.39	18.69	18.05	17.46	16.91	0.00
3	8.67	105.81	62.92	46.42	37.41	31.65	33.12	24.59	22.24	20.36	18.82	17.52	16.41	15.46	14.62	13.88	13.23	12.64	12.11	11.63	11.19	10.79	10.42	10.07	9.76
4	6.50	47.12	28.02	20.67	16.66	14.09	14.75	10.95	9.91	9.07	8.38	7.80	7.31	6.88	6.51	6.18	5.89	5.63	5.39	5.18	4.98	4.80	4.64	4.49	4.35
5	5.20	42.92	25.52	18.83	15.17	12.84	13.44	9.97	9.02	8.26	7.63	7.11	6.66	6.27	5.93	5.63	5.37	5.13	4.91	4.72	4.54	4.38	4.23	4.09	3.96
6	4.33	41.20	24.50	18.08	14.57	12.32	12.90	9.57	8.66	7.93	7.33	6.82	6.39	6.02	5.69	5.41	5.15	4.92	4.72	4.53	4.36	4.20	4.06	3.92	3.80
7	3.71	25.75	15.31	11.30	9.10	7.70	8.06	5.98	5.41	4.96	4.58	4.26	3.99	3.76	3.56	3.38	3.22	3.08	2.95	2.83	2.72	2.63	2.54	2.45	2.38
8	3.25	24.35	14.48	10.68	8.61	7.28	7.62	5.66	5.12	4.69	4.33	4.03	3.78	3.56	3.36	3.19	3.04	2.91	2.79	2.68	2.57	2.48	2.40	2.32	2.25
9	2.89	24.26	14.43	10.64	8.58	7.26	7.59	5.64	5.10	4.67	4.31	4.02	3.76	3.54	3.35	3.18	3.03	2.90	2.78	2.67	2.57	2.47	2.39	2.31	2.24
10	2.60	22.91	13.62	10.05	8.10	6.85	7.17	5.32	4.82	4.41	4.07	3.79	3.55	3.35	3.16	3.01	2.86	2.74	2.62	2.52	2.42	2.34	2.25	2.18	2.11
11	2.36	21.64	12.87	9.49	7.65	6.47	6.77	5.03	4.55	4.16	3.85	3.58	3.36	3.16	2.99	2.84	2.71	2.58	2.48	2.38	2.29	2.21	2.13	2.06	2.00
12	2.17	19.92	11.85	8.74	7.04	5.96	6.24	4.63	4.19	3.83	3.54	3.30	3.09	2.91	2.75	2.61	2.49	2.38	2.28	2.19	2.11	2.03	1.96	1.90	1.84
13	2.00	18.98	11.28	8.32	6.71	5.68	5.94	4.41	3.99	3.65	3.37	3.14	2.94	2.77	2.62	2.49	2.37	2.27	2.17	2.09	2.01	1.93	1.87	1.81	1.75
14	1.86	15.54	9.24	6.82	5.49	4.65	4.86	3.61	3.27	2.99	2.76	2.57	2.41	2.27	2.15	2.04	1.94	1.86	1.78	1.71	1.64	1.58	1.53	1.48	1.43
15	1.73	10.08	5.99	4.42	3.56	3.01	3.15	2.34	2.12	1.94	1.79	1.67	1.56	1.47	1.39	1.32	1.26	1.20	1.15	1.11	1.07	1.03	0.99	0.96	0.93
16	1.63	8.45	5.02	3.71	2.99	2.53	2.64	1.96	1.78	1.63	1.50	1.40	1.31	1.23	1.17	1.11	1.06	1.01	0.97	0.93	0.89	0.86	0.83	0.80	0.78
17	1.53	8.36	4.97	3.67	2.96	2.50	2.62	1.94	1.76	1.61	1.49	1.38	1.30	1.22	1.15	1.10	1.04	1.00	0.96	0.92	0.88	0.85	0.82	0.80	0.77
18	1.44	5.42	3.22	2.38	1.92	1.62	1.70	1.26	1.14	1.04	0.96	0.90	0.84	0.79	0.75	0.71	0.68	0.65	0.62	0.60	0.57	0.55	0.53	0.52	0.50
19	1.37	5.24	3.12	2.30	1.85	1.57	1.64	1.22	1.10	1.01	0.93	0.87	0.81	0.77	0.72	0.69	0.66	0.63	0.60	0.58	0.55	0.53	0.52	0.50	0.48
20	1.30	4.97	2.96	2.18	1.76	1.49	1.56	1.15	1.04	0.96	0.88	0.82	0.77	0.73	0.69	0.65	0.62	0.59	0.57	0.55	0.53	0.51	0.49	0.47	0.46
21	1.24	4.34	2.58	1.90	1.53	1.30	1.36	1.01	0.91	0.83	0.77	0.72	0.67	0.63	0.60	0.57	0.54	0.52	0.50	0.48	0.46	0.44	0.43	0.41	0.40
22	1.18	3.34	1.99	1.47	1.18	1.00	1.05	0.78	0.70	0.64	0.59	0.55	0.52	0.49	0.46	0.44	0.42	0.40	0.38	0.37	0.35	0.34	0.33	0.32	0.31
23	1.13	2.71	1.61	1.19	0.96	0.81	0.85	0.63	0.57	0.52	0.48	0.45	0.42	0.40	0.37	0.36	0.34	0.32	0.31	0.30	0.29	0.28	0.27	0.26	0.25
24	1.08	2.48	1.48	1.09	0.88	0.74	0.78	0.58	0.52	0.48	0.44	0.41	0.39	0.36	0.34	0.33	0.31	0.30	0.28	0.27	0.26	0.25	0.24	0.24	0.23
25	1.04	1.45	0.86	0.63	0.51	0.43	0.45	0.34	0.30	0.28	0.26	0.24	0.22	0.21	0.20	0.19	0.18	0.17	0.17	0.16	0.15	0.15	0.14	0.14	0.13

Anexo 13
Plano de Ubicación del Distrito de Cura Mori



PLANO UBICACIÓN
ESC. 1/1000

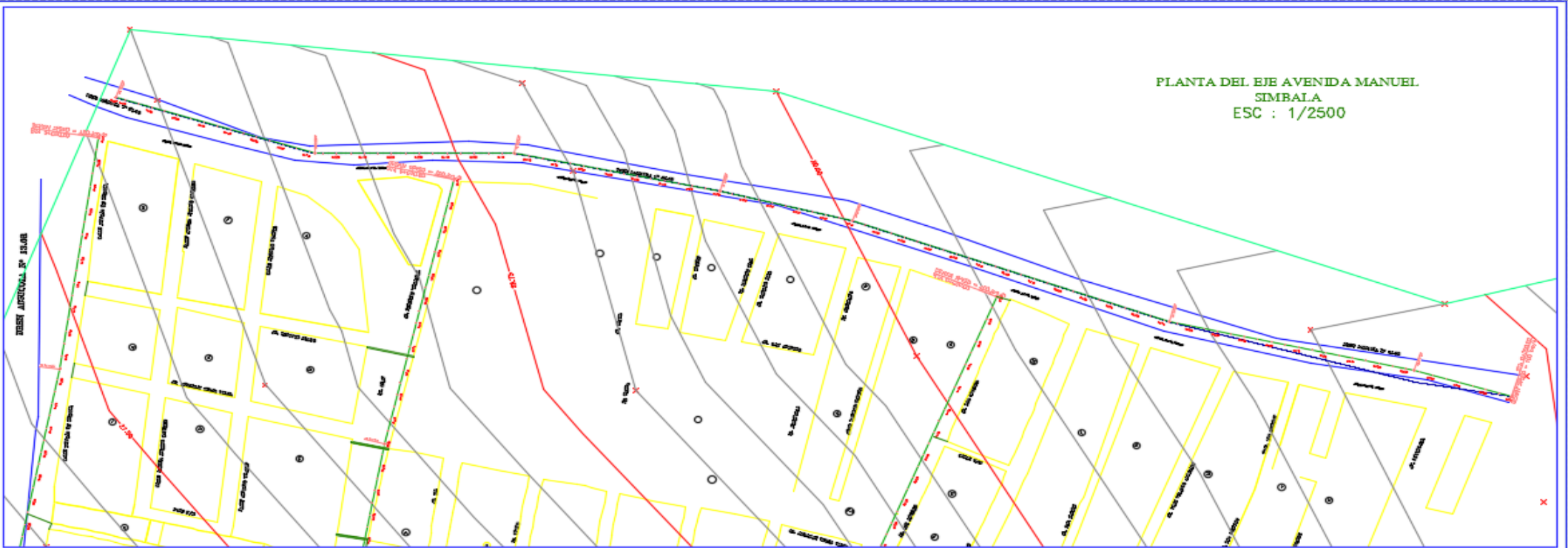


UNIVERSIDAD CENIALE VILLANO ESCUELA DE INGENIERIA	
PROYECTO:	_____
SONA DE ESTUDIO:	_____
DISTRITO:	_____
DEPARTAMENTO:	_____
PLANO:	PODERES: _____ ESCALA: _____ FECHA: _____
UBICACIÓN	PU - 01

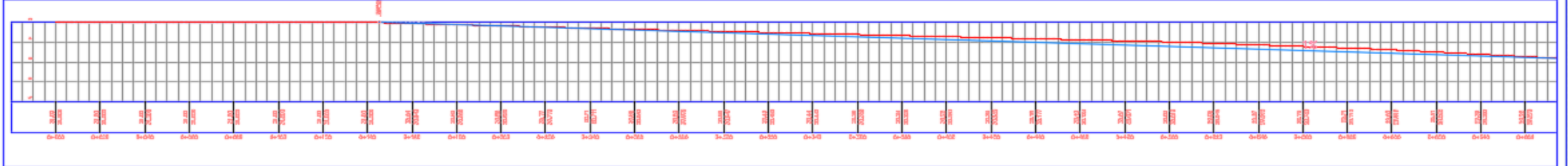
Anexo 14
Planos de Perfiles Longitudinales de las Vías Principales




PLANTA DEL EJE AVENIDA MANUEL
SIMBALA
ESC : 1/2500



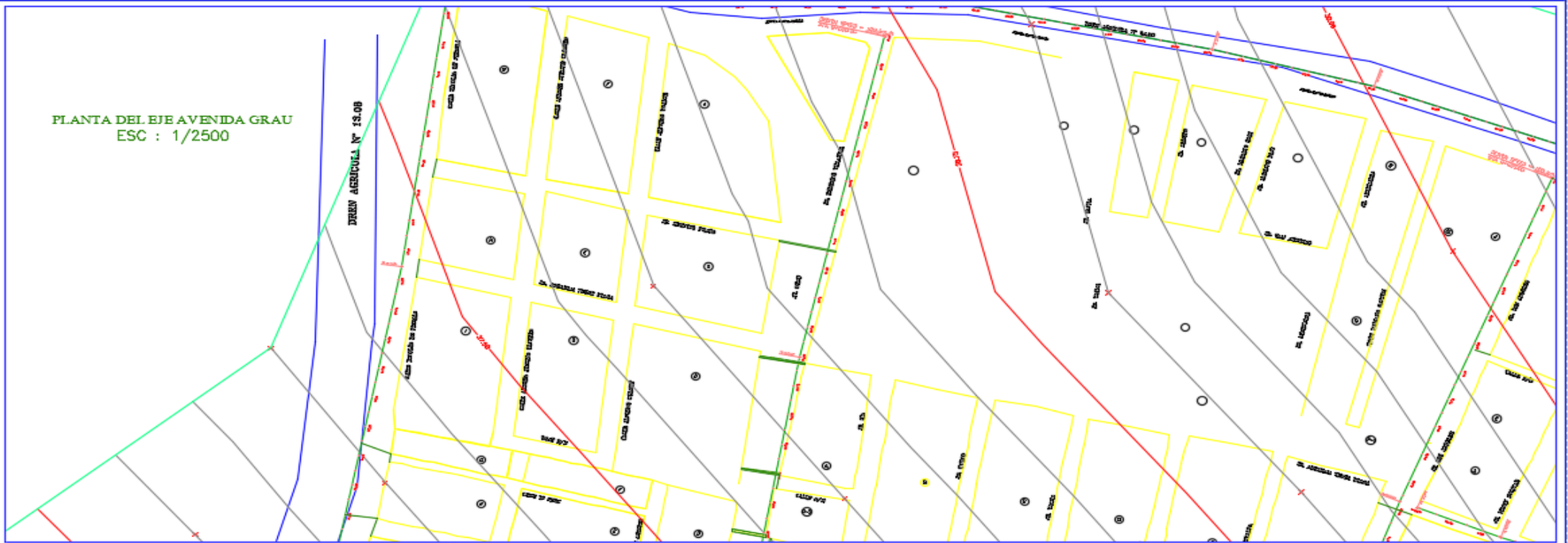
PERFIL LONGITUDINAL
ESC : 1/2500



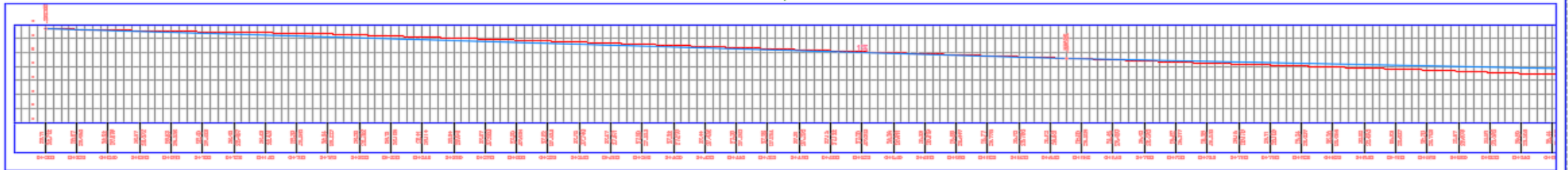
AV. MANUEL SIMBALA
ESC : 1/2500

 <p>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</p>	UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO			PLANO: PP-01
	FACULTAD DE INGENIERÍA			
	ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL			
PROYECTO:	MODELO DE DRENAJE PLUVIAL PARA EVENTOS EXTRAORDINARIOS, APLICANDO SWMM	DISEÑO:	S.M.G.P	
ZONA DE ESTUDIO:	DISTRITO DE CURA MORI	ESCALA:	1/2500	
PROVINCIA:	PIURA	FECHA:	10/11/2018	
DEPARTAMENTO:	PIURA			
PLANO:	PLANO DE PERFIL LONGITUDINAL DE LA AV. MANUEL SIMBALA			

PLANTA DEL EJE AVENIDA GRAU
ESC : 1/2500



PERFIL LONGITUDINAL
ESC : 1/2500

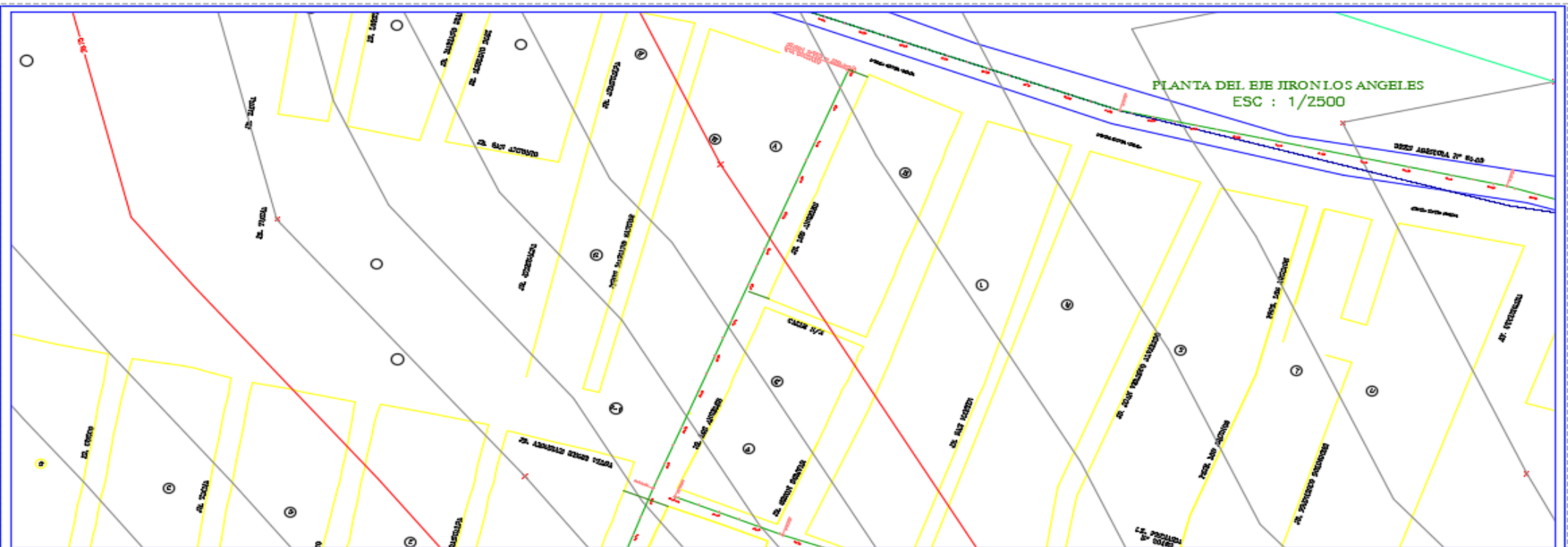


A.V. GRAU
ESC : 1/2500

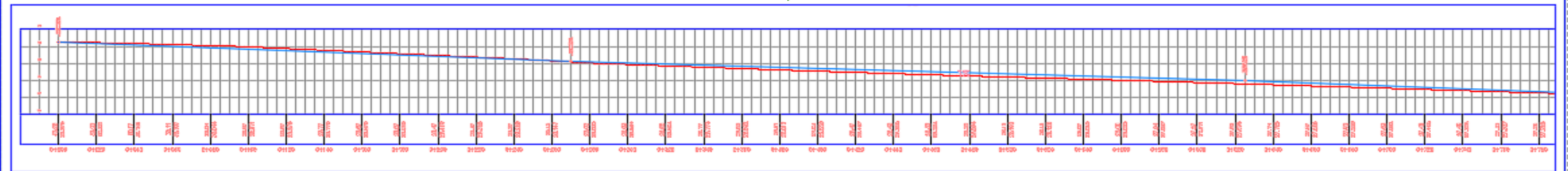


UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL


PROYECTO:	MODELO DE DRENAJE PLUVIAL PARA EVENTOS EXTRAORDINARIOS, APLICANDO SWMM	DISEÑO:	S.M.G.P	PLANO: PP-02
ZONA DE ESTUDIO:	DISTRITO DE CURA MORI	ESCALA:	1/2 500	
PROVINCIA:	PIURA	FECHA:	10/11/2018	
DEPARTAMENTO:	PIURA			
PLANO:	PLANO DE PERFIL LONGITUDINAL DE LA AV. GRAU			



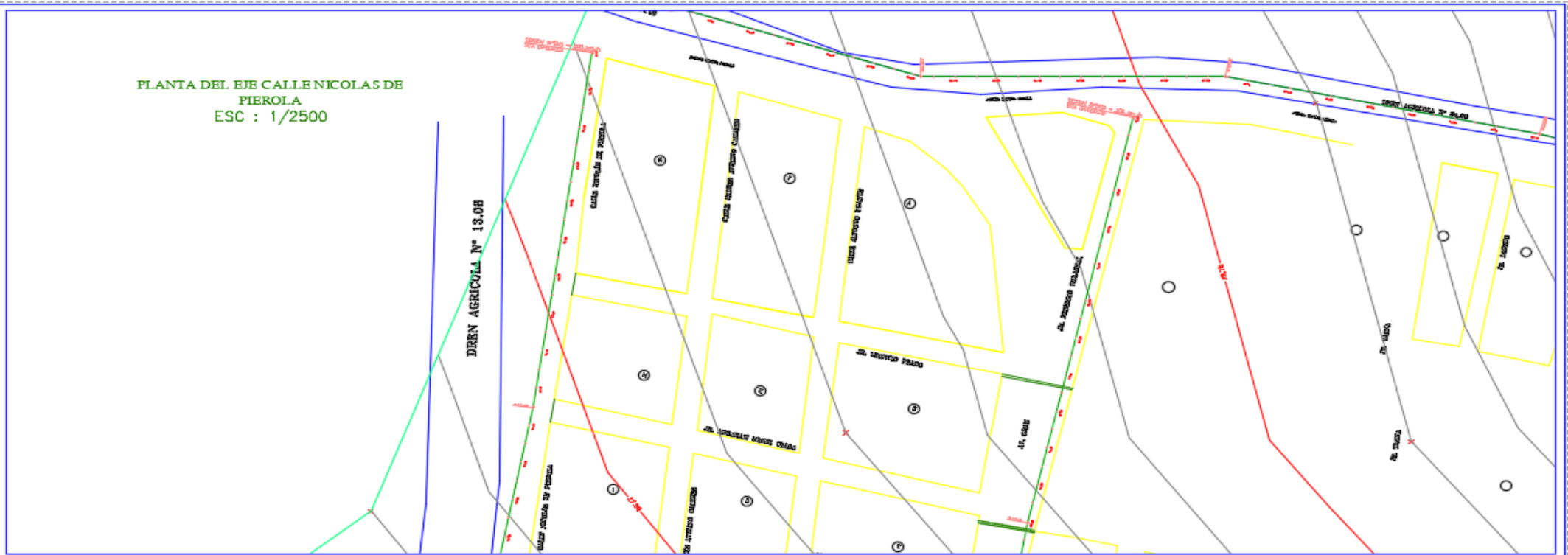
PERFIL LONGITUDINAL
ESC : 1/2500



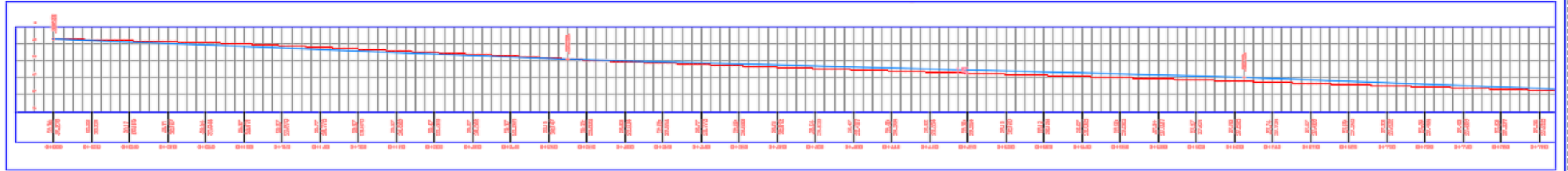
JR. LOS ANGELES
ESC : 1/2500

 UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL			
		PROYECTO: ZONA DE ESTUDIO: PROVINCIA: DEPARTAMENTO: PLANO:	MODELO DE DRENAJE PLUVIAL PARA EVENTOS EXTRAORDINARIOS, APLICANDO SWMM DISTRITO DE CURA MORI PIURA PIURA PLANO DE PERFIL LONGITUDINAL DE LA JR. LOS ANGELES
		PLANO: PP-03	


PLANTA DEL EJE CALLE NICOLAS DE
PIEROLA
ESC : 1/2500

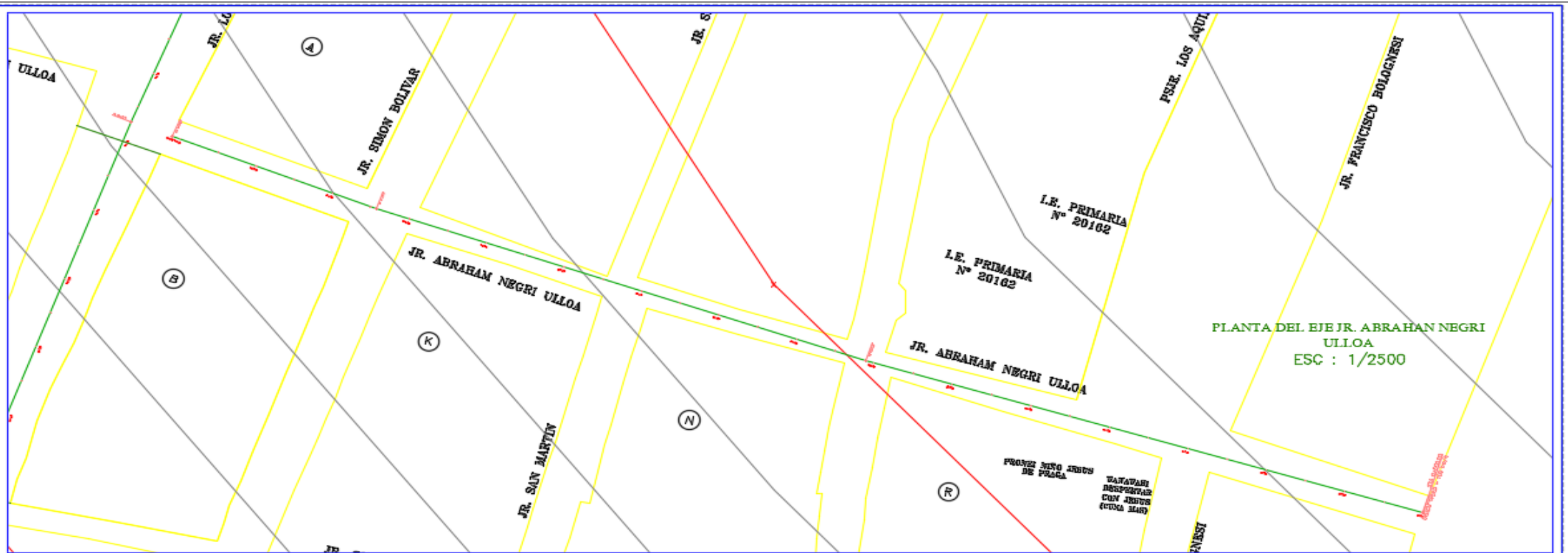


PERFIL LONGITUDINAL
ESC : 1/2500

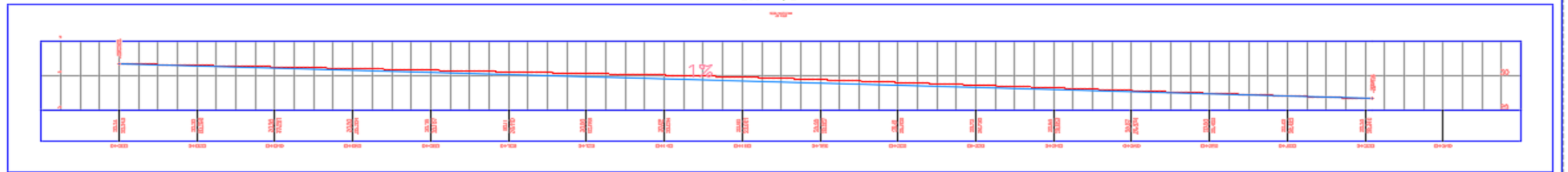


CA. NICOLAS DE PIEROLA
ESC : 1/2500


	UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO			<p>PLANO:</p> <p>PP-04</p>
	FACULTAD DE INGENIERÍA			
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL				
PROYECTO:	MODELO DE DRENAJE PLUVIAL PARA EVENTOS EXTRAORDINARIOS, APLICANDO SWMM	DISEÑO:	S.M.G.P	
ZONA DE ESTUDIO:	DISTRITO DE CURA MORI	ESCALA:	1/2500	
PROVINCIA:	PIURA	FECHA:	10/11/2018	
DEPARTAMENTO:	PIURA			
PLANO:	PLANO DE PERFIL LONGITUDINAL DE LA CA. NICOLAS DE PIEROLA			

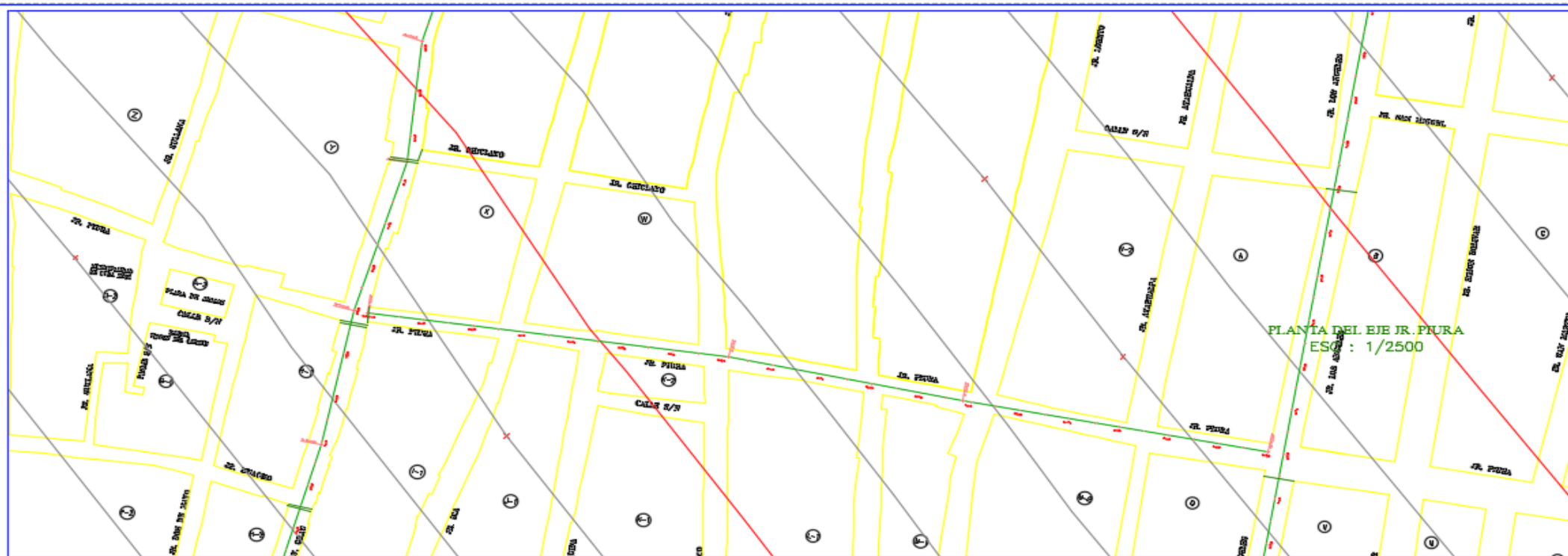


PERFIL LONGITUDINAL
ESC : 1/2500

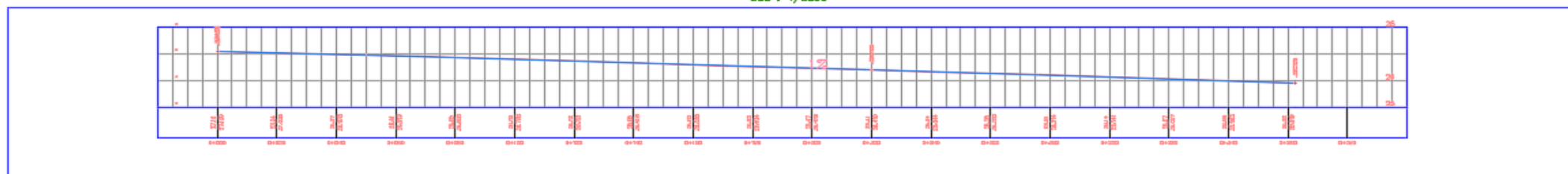


JR. ABRAHAM NEGRI ULLOA
ESC : 1/2500

		UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO		
		FACULTAD DE INGENIERÍA		
		ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL		
PROYECTO:	MODELO DE DRENAJE PLUVIAL PARA EVENTOS EXTRAORDINARIOS, APLICANDO SWMM	DISEÑO:	S.M.G.P	PLANO: PP-05
ZONA DE ESTUDIO:	DISTRITO DE CURA MORI	ESCALA:	1/2 500	
PROVINCIA:	PIURA	FECHA:	10/11/2018	
DEPARTAMENTO:	PIURA			
PLANO:	PLANO DE PERFIL LONGITUDINAL DE LA JR. ABRAHAM NEGRI ULLOA			



PERFIL LONGITUDINAL
ESC : 1/2500



JR. PIURA
ESC : 1/2500



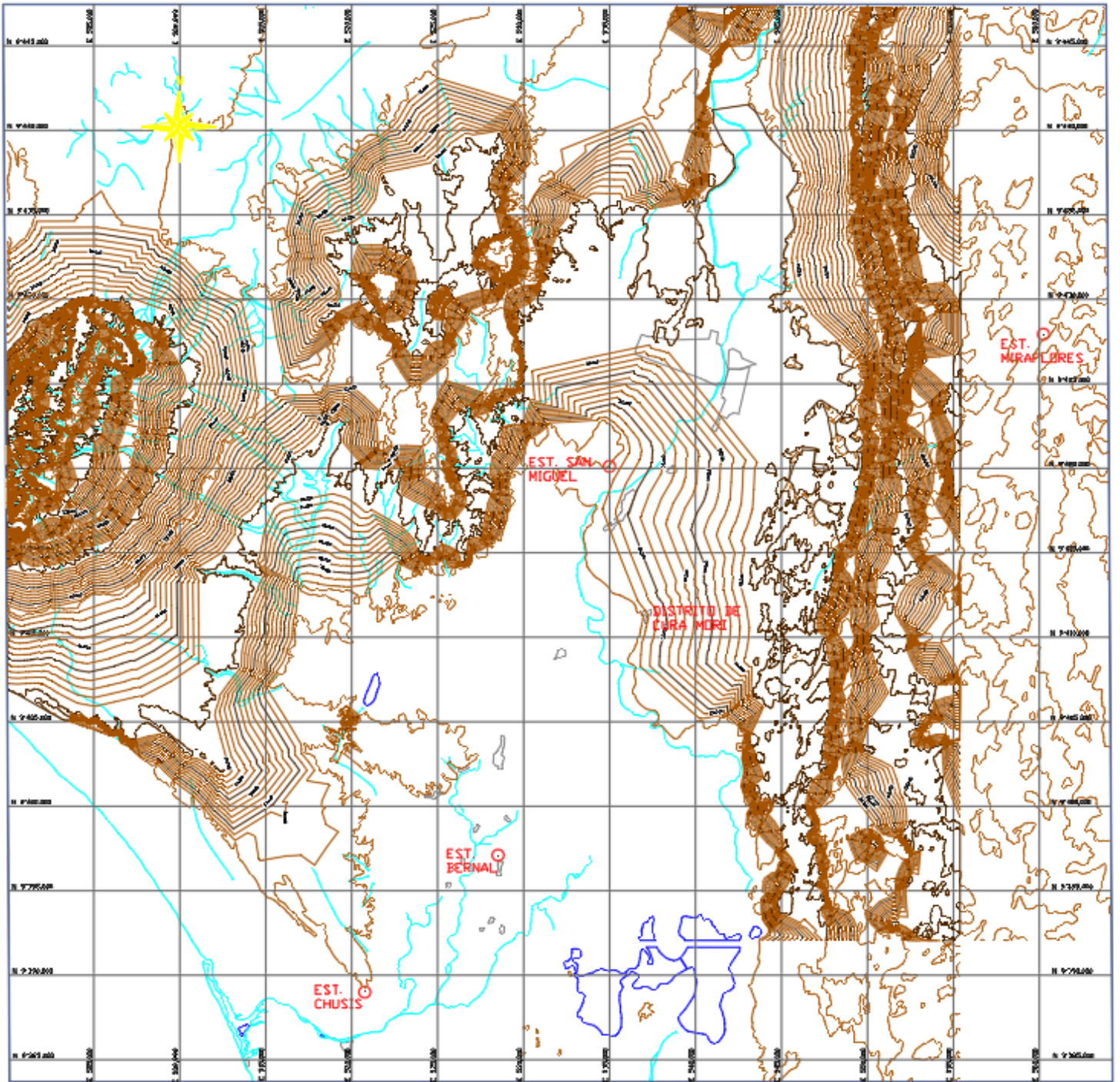
UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO:	MODELO DE DRENAJE PLUVIAL PARA EVENTOS EXTRAORDINARIOS, APLICANDO SWMM	DISEÑO:	S.M.G.P	PLANO: PP-06
ZONA DE ESTUDIO:	DISTRITO DE CURA MORI	ESCALA:	1/2500	
PROVINCIA:	PIURA	FECHA:	10/11/2018	
DEPARTAMENTO:	PIURA			
PLANO:	PLANO DE PERFIL LONGITUDINAL DE LA JR. PIURA			

Anexo 15
Ubicación de estaciones meteorológicas





UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

CONSTE POR EL PRESENTE EL VISTO BUENO QUE OTORGA EL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE
La Escuela de Ingeniería Civil

A LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:

GONZALEZ PASAPERA, JULY MIZAGOS

INFORME TITULADO:

*MODELO DE DISEÑO PLUVIAL PARA EVENTOS EXTRAORDINARIOS
APLICANDO SWMM EN EL DISTRITO DE CURA MORI, REGIÓN PIURA EN
EL 2018*

PARA OBTENER EL TÍTULO O GRADO DE:

Ingeniero Civil

SUSTENTADO EN FECHA:

15/12/2018

NOTA O MENCIÓN :

15 (Quince)



[Firma]
Firma del Coordinador de Investigación de
Ingeniería Civil

Yo, Luis Gabriel Quiroz Torres, Docente de la Facultad de Ingeniería y Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo, sede Lima Norte), revisor(a) de la tesis titulada:

“MODELO DE DRENAJE PLUVIAL, PARA EVENTOS EXTRAORDINARIOS APLICANDO SWMM EN EL DISTRITO DE CURA MORI, REGION PIURA EN EL 2018”

De la estudiante, SUJEY MILAGROS GONZALES PASAPERA

Constato que la investigación tiene un índice de similitud de 22 % verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

El/la suscrito (a) analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

Lugar y Fecha: Los Olivos, 15 de Diciembre del 2018.



.....
Firma

Nombres y apellidos del docente:

Luis Gabriel Quiroz Torres

DNI: 10766248.....

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Responsable de SGC	Aprobó	Vicerrectorado de Investigación
---------	----------------------------	--------	--------------------	--------	---------------------------------

	AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE TESIS EN REPOSITORIO INSTITUCIONAL UCV	Código : F08-PP-PR-02.02
		Versión : 09
		Fecha : 23-03-2018
		Página : 1 de 1

Yo, SUJEY MILAGROS GONZALES PASAPERA..... Identificado con DNI N° 71985861,

Egresado de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo, autorizo (), No autorizo () la divulgación y comunicación pública de mi trabajo de investigación titulado:

“MODELO DE DRENAJE PLUVIAL, PARA EVENTOS EXTRAORDINARIOS APLICANDO SWMM EN EL DISTRITO DE CURA MORI, REGION PIURA EN EL 2018”;

en el Repositorio Institucional de la UCV (<http://repositorio.ucv.edu.pe/>), según lo estipulado en el Decreto Legislativo 822, Ley sobre Derechos de Autor, Art. 23 y Art. 33.

Fundamentación en caso de no autorización:

.....

.....


.....

.....

.....

.....

.....



FIRMA

DNI: 71985861

FECHA: 15 de Diciembre del 2018

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Responsable de SGC	Aprobó	Vicerrectorado de Investigación
---------	----------------------------	--------	--------------------	--------	---------------------------------



FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TÍTULO
"MODELO DE UN DRENAJE PLUVIAL PARA EVENTOS
EXTRAORDINARIOS, APLICANDO SWMM EN EL DISTRITO DE
CURA MORI, REGIÓN PIURA EN EL 2018"

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO CIVIL

AUTORA
GONZALES PASAPERA, SUJEY MILAGROS

ASESOR
ING. QUIROZ TORRES, LUIS GABRIEL

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN
DISEÑO DE OBRAS HIDRÁULICAS Y SANITAMIENTO

LIMA - PERÚ

2018 - II



Navigation icons: Home, Chat, 22 matches, Filter, Sort, Download, Info

Resumen de coincidencias

22 %

Rank	Source	Percentage
1	es.scribd.com Fuente de Internet	7 %
2	Entregado a Universida... Trabajo del estudiante	6 %
3	Entregado a Universida... Trabajo del estudiante	3 %
4	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	2 %
5	repositorio.uandina.ed... Fuente de Internet	<1 %
6	www.scribd.com Fuente de Internet	<1 %
7	tesis.ucsm.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
8	www.dspace.espol.edu... Fuente de Internet	<1 %
9	dokumen.tips Fuente de Internet	<1 %