



FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Civil

“COMPORTAMIENTO DEL SISTEMA DE DRENAJE
PLUVIAL ANTE PRECIPITACIONES EXTREMAS EN LA
AVENIDA SAN MARTIN DE PORRES - CAJAMARCA”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero Civil

Autor:

Angel Richard Avila Vasquez

Asesor:

Ms. Ing. Kleiner Argenis Angulo Angulo

Cajamarca - Perú

2020

DEDICATORIA

El siguiente trabajo lo dedico con todo mi amor a **Dios**, quien es la luz e inspiración de mi vida, quien en todo momento guarda mi camino, tanto de día como de noche y por regalarme la familia más hermosa.

A mi esposa Patricia Ferrel Bernuy por ser la compañera idónea, brindándome su apoyo y su amor durante todo el tiempo que vivimos; así espero permanecer hasta el final de nuestros días.

A mis hijos, Jorge y Estefany, a quienes amo mucho y son mi motivo de superación y felicidad.

A mis padres Ricardo y Rosario por todo el amor que me dieron y siguen dando.

A mis hermanos, Brian y Cristy, por su cariño y su respeto.

AGRADECIMIENTO

Primero y, antes que nada, agradezco a **Dios**, por estar conmigo en cada paso que doy, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente y por haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido mi soporte y compañía durante mi vida.

A mis abuelitos, tíos, primos y demás familiares quienes con sus consejos me ayudaron en mi formación.

A los padres y hermanos de mi esposa; a mi conuñado y sobrinos a quienes amo mucho.

A todos los profesores, por sus conocimientos impartidos y sus consejos, que han contribuido para mi formación profesional.

Tabla de contenido

DEDICATORIA.....	2
AGRADECIMIENTO.....	3
ÍNDICE DE TABLAS.....	6
ÍNDICE DE FIGURAS.....	9
ÍNDICE DE ECUACIONES.....	10
RESUMEN.....	11
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.....	13
1.1. Realidad problemática.....	13
1.2. Formulación del problema.....	20
1.2.1. Problema general.....	20
1.3. Objetivos.....	20
1.3.1. Objetivo general.....	20
1.3.2. Objetivos específicos.....	20
1.4. Hipótesis.....	20
1.4.1. Hipótesis general.....	20
1.4.2. Hipótesis específicas.....	21
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA.....	22
2.1. Tipo de investigación.....	22
2.1.1. El Enfoque:.....	22
2.1.2. Por la naturaleza de la información:.....	23
2.1.3. Estudios descriptivos:.....	23
2.1.4. Diseño.....	23
2.1.5. Diagnóstico.....	24
2.2. Población y muestra (Materiales, instrumentos y métodos).....	25
2.2.1. Población.....	25
2.2.2. Muestra.....	27
2.3. Procedimiento, Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos.....	30
2.3.1. Técnica.....	30
2.3.2. Instrumentos de recolección.....	31
2.3.3. Instrumentos de análisis de datos.....	31
2.3.4. Procedimiento.....	34
2.3.4.1. Selección del periodo de retorno.....	34
2.3.4.2. Precipitaciones.....	34
2.3.4.3. Intensidades.....	35
2.3.4.4. Elección del modelo probabilístico.....	35
2.3.4.5. Área de estudio.....	35
2.3.4.6. Áreas Tributarias.....	36
2.3.4.7. Cálculo de los caudales de diseño.....	38
CAPÍTULO III. RESULTADOS.....	39
3.1. Resultados de la investigación.....	39

3.1.1.	<i>Elección del periodo de retorno</i>	39
3.1.2.	<i>Registro pluviográfico</i>	43
3.1.3.	<i>Cálculo de Intensidades</i>	44
3.1.3.1.	<i>Cálculo de las intensidades máximas de 5, 10, 15, 30, 60, 120, 180, 360, 720 y 1440 minutos.</i>	52
3.1.3.2.	<i>Resumen de intensidades máximas</i>	55
3.1.4.	<i>Modelo probabilístico</i>	56
3.1.4.1.	<i>Prueba de Bondad de Ajuste para 5 minutos</i>	57
3.1.4.2.	<i>Prueba de bondad de ajuste para 10 minutos</i>	59
3.1.4.3.	<i>Prueba de Bondad de Ajuste para 30 minutos</i>	60
3.1.4.4.	<i>Prueba de Bondad de Ajuste para 60 minutos</i>	62
3.1.4.5.	<i>Prueba de Bondad de Ajuste para 120 minutos</i>	63
3.1.5.	<i>Determinación de área de estudio</i>	65
3.1.6.	<i>Determinación de las áreas Tributarias</i>	67
3.1.7.	<i>Cálculo de los caudales de diseño</i>	74
CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES		98
4.1.	<i>Discusión</i>	98
4.2.	<i>Conclusiones</i>	110
Referencias		111
ANEXOS.....		113

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Valores máximos recomendados de riesgo admisible de obras de drenaje.....	39
Tabla 2. Valores de Período de Retorno T (Años).....	40
Tabla 3. <i>Análisis de tormentas 2005, para los primeros 30 minutos (4:00 a 4:30 pm)</i>	52
Tabla 4. Intensidades Máximas para 2003.....	53
Tabla 5. Intensidades Máximas para 2004.....	53
Tabla 6. Intensidades Máximas para 2005.....	53
Tabla 7. Intensidades Máximas para 2006.....	53
Tabla 8. Intensidades Máximas para 2007.....	54
Tabla 9. Intensidades Máximas para 2008.....	54
Tabla 10. Intensidades Máximas para 2009.....	54
Tabla 11. Intensidades Máximas para 2010.....	54
Tabla 12. Intensidades Máximas para 2011.....	54
Tabla 13. Intensidades Máximas para 2012.....	54
Tabla 14. Intensidades Máximas para 2013.....	55
Tabla 15. Intensidades Máximas para 2014.....	55
Tabla 16. Intensidades Máximas para 2015.....	55
Tabla 17. Intensidades Máximas para 2016.....	55
Tabla 18. Intensidades Máximas (mm/h) de la Estación WEBERBAWER	57
Tabla 19. <i>Distribución Gumbel</i>	57
Tabla 20. Desarrollo de la prueba de bondad de ajuste Kolmogorov-Smirnov para el método de Gumbel y Gumbel tipo I. Para 5 minutos.....	57
Tabla 21. Desarrollo de la prueba de bondad de ajuste Kolmogorov-Smirnov para el método de Gumbel y Gumbel tipo I. Para 10 minutos.....	59
Tabla 22. Desarrollo de la prueba de bondad de ajuste Kolmogorov-Smirnov para el método de Gumbel y Gumbel tipo I. Para 30 minutos.....	60
Tabla 23. Desarrollo de la prueba de bondad de ajuste Kolmogorov-Smirnov para el método de Gumbel y Gumbel tipo I. Para 60 minutos.....	62

Tabla 24. Desarrollo de la prueba de bondad de ajuste Kolmogorov-Smirnov para el método de Gumbel y Gumbel tipo I. Para 120 minutos	63
Tabla 25. Intensidades para distintos periodos de retorno	65
Tabla 26. Tiempo de concentración.....	68
Tabla 27. Caudales de diseño	74
Tabla 28. Caudales de diseño	81
Tabla 29. Resumen de caudales que pueden retirar las cunetas.....	97
Tabla 30. Matriz de consistencia	117
Tabla 31. Pluviograma del 2003.....	119
Tabla 32. Pluviograma del 2004.....	120
Tabla 33. Pluviograma del 2005.....	120
Tabla 34. Pluviograma del 2006.....	121
Tabla 35. Pluviograma del 2007.....	122
Tabla 36. Pluviograma del 2008.....	123
Tabla 37. Pluviograma del 2009.....	123
Tabla 38. Pluviograma del 2010.....	124
Tabla 39. Pluviograma del 2011.....	125
Tabla 40. Pluviograma del 2012.....	126
Tabla 41. Pluviograma del 2013.....	127
Tabla 42. Pluviograma del 2014.....	128
Tabla 43. Pluviograma del 2015.....	128
Tabla 44. Pluviograma del 2016.....	129
Tabla 45. Análisis de tormenta año 2003	130
Tabla 46. Análisis de tormenta año 2004	131
Tabla 47. Análisis de tormenta año 2005	131
Tabla 48. Análisis de tormenta año 2006	133
Tabla 49. Análisis de tormenta año 2007	134
Tabla 50. Análisis de tormenta año 2008	135
Tabla 51. Análisis de tormenta año 2009	136
Tabla 52. Análisis de tormenta año 2010	137

Tabla 53. Análisis de tormenta año 2011	138
Tabla 54. Análisis de tormenta año 2012	139
Tabla 55. Análisis de tormenta año 2013	140
Tabla 56. Análisis de tormenta año 2014	141
Tabla 57. Análisis de tormenta año 2015	142
Tabla 58. Análisis de tormenta año 2016	143

ÍNDICE DE FIGURAS

Figure 1. Investigación experimental	24
Figure 2. Ubicación de la ciudad de Cajamarca.	26
Figure 3. Ubicación del drenaje subterráneo de la avenida San Martín de Porres.....	31
Figure 4. Esquema de la técnica para la recolección de datos.	31
Figure 5. Planilla climatológica.....	32
Figure 6. Plano catastral de la ciudad de Cajamarca 2016	33
Figure 7. Avenida San Martín de Porres	34
Figure 8. Precipitaciones del año 2003.....	45
Figure 9. Precipitaciones del año 2004.....	45
Figure 10. Precipitaciones del año 2005.....	46
Figure 11. Precipitaciones del año 2006.....	46
Figure 12. Precipitaciones del año 2007.....	47
Figure 13. Precipitaciones del año 2008.....	47
Figure 14. Precipitaciones del año 2009.....	48
Figure 15. Precipitaciones del año 2010.....	48
Figure 16. Precipitaciones del año 2011.....	49
Figure 17. Precipitaciones del año 2012.....	49
Figure 18. Precipitaciones del año 2013.....	50
Figure 19. Precipitaciones del año 2014.....	50
Figure 20. Precipitaciones del año 2015.....	51
Figure 21. Precipitaciones del año 2016.....	51
Figure 22. Proceso de Selección de una distribución Teórica.	56
Figure 23. Área de la cuenca	66
Figure 24. Orden de la cuenca.....	67
Figure 25. Drenaje subterráneo de la avenida San Martín de Porres	67
Figure 26. Drenaje superficial de la avenida San Martín de Porres.....	67

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1. Fórmula de la pendiente.....	36
Ecuación 2. Riesgo admisible.....	43
Ecuación 3. Intensidad.....	52
Ecuación 4. Parámetro de dispersión.....	56
Ecuación 5. Moda.....	56
Ecuación 6. Fórmula de Izzard.....	83
Ecuación 7. Fórmula de la velocidad de flujo reemplazada por el caudal.....	95
Ecuación 8. Fórmula del radio hidráulico.....	95
Ecuación 9. Fórmula del caudal.....	97

RESUMEN

El aumento poblacional en el mundo generó la formación de las urbes, generando impactos negativos en la naturaleza; esto trajo como consecuencia que, en épocas de lluvia, los sistemas de drenaje pluvial colapsen, generando inundaciones. La presente tesis tuvo como objetivo determinar el estado situacional del sistema de drenaje pluvial ante precipitaciones extremas en la Av. San Martín de Porres de la ciudad de Cajamarca. La recopilación de la información obtenida del Senamhi, sirvió para la elaboración de los pluviogramas y con ellos hizo el análisis de tormentas desde el año 1973 hasta 2016, con el periodo de retorno se obtuvieron la intensidad máxima 133.0028 mm y siendo este de 40 años. Además, se utilizó un modelo probabilístico como la distribución Gumbel y pruebas de bondad. El cálculo de las áreas aportantes a la zona de estudio se realizó mediante áreas tributarias, obteniendo así todos los parámetros necesarios para calcular los caudales y demostrar nuestros objetivos e hipótesis planteadas. Se obtuvieron los resultados, con los cuales se llegó a la conclusión que el caudal de evacuación es menor al caudal de eliminación.

Palabras clave: Sistema de drenaje, Urbes, drenaje pluvial. Senamhi, caudal, pluviogramas.

ABSTRACT

The population increase in the world generated the formation of cities, generating negative impacts on nature; This resulted in the collapse of the storm drainage systems during the rainy season, generating floods. The objective of this thesis was to determine the situational status of the storm drainage system in the event of extreme rainfall on Av. San Martín de Porres in the city of Cajamarca. The compilation of the information obtained from the Senamhi, served for the elaboration of the pluviograms and with them made the analysis of storms from the year 1973 to 2016, with the return period the maximum intensity was obtained 133.0028 mm and this being 40 years. In addition, a probabilistic model such as the Gumbel distribution and goodness tests were used. The calculation of the contributing areas to the study area was carried out through tributary areas, thus obtaining all the necessary parameters to calculate the flows and demonstrate our objectives and hypotheses. The results were obtained, with which it was concluded that the evacuation flow rate is less than the elimination flow rate.

Key words: Drainage system, Urban, storm drainage. Senamhi, flow, pluviograms.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

La urbanización representa una de las manifestaciones más significativas de la humanidad, es por ello, que en el año 1800 sólo el 1% de la población vivía en las ciudades; pero, debido a la revolución industrial, es donde las urbanizaciones comienzan a incrementarse a nivel mundial. Según Bertoni & Morelli (2007). Prueba de ello Guglielmo (1996) citado por Bertoni & Morelli (2007), afirma que la población urbana se incrementó en un 240 % en la primera mitad del siglo XX. El crecimiento significativo trajo consigo un sin número de impactos, uno de los cuales, y motivo de estudio es el sistema de drenaje, que a través del tiempo viene perjudicando las ciudades en épocas de lluvia. Esto es afirmado por Gómez, Macchione, & Russo (2009), estos autores mencionan en la segunda mitad de este mismo siglo, el crecimiento urbano en países de Europa trajo graves déficit de infraestructura urbana para el drenaje de las aguas de lluvia, lo que motiva aún hoy en día importantes problemas de inundación. La red de saneamiento es un campo que tradicionalmente no se acomete en las ciudades, debido a las dificultades de llevar a cabo un buen plan de saneamiento en el que se propongan medidas correctoras a las redes de saneamiento del tipo ampliación de colectores, instalación de depósitos de retención, o ejecutar la duplicación de la red para tener un sistema separativo de saneamiento Rodríguez (2013) citado por Núñez (2019).

La precipitación es un fenómeno atmosférico que consiste en el aporte de agua a la tierra en forma de lluvia, llovizna, nieve o granizo publicado por la Norma Técnica Peruana ([N.T.P. OS.060 – VIVIENDA], 2006). Beguería y Lorente (1999) citado por Sánchez (2011) considera que las precipitaciones intensas son eventos hidrometeorológicos extremos de gran fuerza, baja frecuencia temporal y aparente

distribución espacial irregular, que provocan peligros naturales de tipo geomorfológico, como procesos de erosión superficial, movimientos de masa, inundaciones fluviales, arroyamiento torrencial y cambios en los cauces y en las llanuras aluviales. Estos desencadenan desastres, afectando a poblaciones, viviendas e infraestructuras. Las unidades de medida de la precipitación son los milímetros, donde la altura que el agua alcanzaría sobre una superficie plana y horizontal, en la que no existe pérdidas por infiltración y evaporación (N.T.P.OS.060, 2006).

Un fenómeno meteorológico extremo es un evento “raro” en un lugar y momento determinado. Las definiciones de raro varían, pero en general hay consenso de que un fenómeno meteorológico extremo normalmente puede ser más “raro” que el percentil 10 o 90 de la función de densidad de probabilidad observada, constituyendo así un índice climático de lluvias extremas. Para establecer una caracterización de lluvias extremas, se toma en cuenta el comportamiento de la precipitación en la costa peruana donde se toma el criterio de considerar “lluvia diaria” (RR/día es la cantidad acumulada de precipitación en 24 horas) a las precipitaciones acumuladas en 24 horas mayores a 0.1 mm, ($RR > 0.1 \text{ mm}$). (Senamhi, 2014).

Según (N.T.P. OS.060), la cuenca es el área de terreno sobre la que actúan las precipitaciones pluviométricas y en las que las aguas drenan hacia una corriente en un lugar dado. El área de una cuenca es aquella superficie proyectada en un plano horizontal que se obtiene después de delimitar la cuenca, su forma es irregular. Es aquí donde la precipitación toma diferentes formas traducidas en escorrentía y de donde se drena hacia un canal cercano tanto natural como artificial. (Campos, 2012). Se expresa mediante un número que refleja el grado de ramificación presentado por el sistema de drenaje en la escorrentía superficial directa. Existe una secuencia de acuerdo a la formación de cauces (Córdova, 2016).

Los sistemas de drenaje son estructuras y tuberías conectadas entre sí, usadas para la evacuación ya sea de aguas de lluvias, como de aguas servidas de una población, desde su lugar de origen hasta su respectiva descarga. Estas aguas a su vez son transportadas a gravedad o también bajo presión atmosférica. Generalmente son utilizados conductos con secciones tipos circulares, ovaladas y rectangulares o compuestas y generalmente van colocadas bajo las vías. Hernández (2018), manifiesta que los componentes del sistema de drenaje pluvial según la función que desempeñan se dividen en:

Estructuras de captación que se encargan de que el caudal de escorrentía se recolecte a través de sumideros previamente establecidos para que el agua circule de manera controlada por la superficie. Normalmente disponen de rejillas que permiten restringir el ingreso de elementos que obstruyan las tuberías. También existen conexiones domiciliarias instaladas en los tejados, que suelen estar directamente conectados a la red de drenaje (canaletas), de tal forma que asegure su captación instantánea.

Las estructuras de conducción trasladan las aguas recolectadas por las estructuras de captación a través de conductos cerrados y abiertos, para finalmente disponerlas en un emisor o en una planta de tratamiento en el caso de sistemas combinados para su posterior re-uso. Estas tuberías son dispuestas con pendientes que favorezcan la evacuación por medio de la gravedad y la auto limpieza, respetando la pendiente natural o de la rasante, con el propósito de reducir al mínimo el movimiento de tierras necesario. (Pérez, 2015) citado por Hernández (2018). Luego de ellos al existir una variación de diámetros en la red de conductos, se hace necesaria la utilización de las estructuras de conexión y mantenimiento. Son los elementos (buzones) que permiten el empalme de tuberías de conducción que presentan diversas clases de materiales. Además, facilitan el espacio a través de cámaras verticales que permiten el acceso de una persona que maniobre y realizar labores de mantenimiento e inspección de

tuberías, permitiéndole descartar cualquier posible inconveniente futuro (Pérez, 2015) citado por Hernández (2018). Las estructuras de descarga son las que permiten un correcto vertido de las aguas recolectadas, evitando posibles daños en los últimos tramos de alcantarilla que pueden ser causados por la corriente a donde descarga el sistema o el propio flujo de salida del conducto. Básicamente para el control del incremento de riesgos de inundación y el aumento descontrolado de la erosión y sedimentación en los cauces. Para este caso no hay necesidad de tratamiento antes del vertido, debido al bajo contenido de contaminantes que posee el flujo de aguas pluviales y por último tenemos la disposición final o destino, etapa que se le da al flujo captado por el sistema de drenaje. Dándose mediante una descarga directa a un dren abierto o cerrado, con la capacidad para poder asumir el caudal adicional proporcionado por la cuenca a evacuar. De tal forma de evitar posibles daños a zonas cercanas al sitio de descarga (Hernández, 2018).

Salvatierra (2016). Mencionan que el drenaje se refiere a retirar del terreno un exceso de agua no utilizable, aplicando la denominación de drenaje urbano al sistema de estructuras que se utilizan en centros poblados y ciudades, en donde se evacuan los caudales por sistemas de alcantarillado, canales de evacuación, etc. (N.T.P. OS - 060, 2006).

Díaz (2011) citado por (Núñez, 2019) indican que el drenaje pluvial urbano es de gran importancia para el desarrollo normal de la vida cotidiana de la gente que habita un lugar determinado en una ciudad, y su finalidad es evitar al máximo los daños a personas y propiedades que las lluvias pueden ocasionar. “Un sistema de drenaje pluvial en general debe proteger las vidas humanas, la infraestructura urbana, el entorno natural y mantener la movilidad vehicular y peatonal”. (Avila, 2012). Pero esto no sucede en la realidad; pues, las lluvias de corto plazo se caracterizan por ser de

alta intensidad y corta duración. En zonas urbanas, este tipo de precipitación produce inundaciones repentinas debido a que la cantidad de agua precipitada satura la capacidad del sistema de drenaje pluvial generando escorrentías peligrosas. (Ramírez Acosta & Vélez, 2017).

Las inundaciones son el peligro natural más extendido a nivel mundial, y representa una amenaza especialmente alta para las ciudades, donde ocurre la mayoría de desastres. (Zevenbergen & Gersonius, 2007). Bertoni & Morelli (2007) manifiesta que, en el año 2000 en los Estados Unidos la presencia de las tormentas provocó daños materiales en las urbanizaciones y pérdidas de vidas humanas; por más que los sistemas de control (drenajes urbanos) cumplían cierta función de evacuación de las aguas. En Sudamérica los mismos autores mencionan el caso de Brasil, que se produjeron tres grandes inundaciones suscitadas entre los años 1852 y 1911, siendo la mayor en 1880, donde colapsó los sistemas de drenaje urbano de la ciudad de Santa Catarina. En el Perú las inundaciones afectaron a diferentes zonas del territorio durante tiempos anteriores, Rojas (2018) indica que en la ciudad de Huamanga en Ayacucho en el 2009 ocurrió lluvias torrenciales que afectaron las vías de la ciudad, sus sistemas de drenajes pluviales no eran las adecuadas para soportar estas lluvias, dando lugar al colapso de éstas. El resultado de esto fue de 26 personas fallecidas, 185 familias damnificadas, 143 viviendas destruidas y colapso de redes de agua y saneamiento.

En el estudio complementario de las condiciones de riesgo de desastres en la ciudad de Cajamarca menciona que la inexistencia de un sistema drenaje pluvial que garantice la debida evacuación de las aguas de lluvia en la ciudad de Cajamarca; en épocas de precipitaciones normales y extraordinarias; bajo una visión integral en el que se debe tomar en consideración el desarrollo de las cuencas naturales de drenaje, la actual configuración del relieve urbano y el desalojo de los cursos emisores para su

aprovechamiento múltiple; sin afectar las redes de desagüe de la ciudad. (Municipalidad Provincial de Cajamarca, 2011).

En Cajamarca 2015 se realizó una entrevista periodística al ingeniero Víctor Cabrera Rodríguez, director del Instituto Nacional de Defensa Civil, quien manifestó que las casas en la ciudad de Cajamarca se inundaron por no tener un sistema adecuado de evacuación. “Donde se ha empozado el agua, es donde se ha construido mal”. El sistema de mal drenaje en la ciudad de Cajamarca, como otras ciudades de la sierra, donde no se ha considerado el período de lluvias. Más aún, esta lluvia es de baja intensidad. El 2017 las lluvias suscitadas el 6 de diciembre de ese año en la ciudad de Cajamarca alcanzaron una intensidad de 19,8 litros por metro cuadrado. Esto provocó que 500 cajamarquinos resultaron afectados por inundaciones, la zona más perjudicada es la parte baja de la ciudad y algunos puntos de la parte alta. (Radio Programas del Perú, 2017). Defensa Civil (INDECI) mediante el Programa de prevención y medidas de mitigación ante desastres de la ciudad, elaboraron un informe donde manifiestan que el mal manejo de las actividades agrícolas, mineras y urbanas, son una de las principales amenazas o peligros naturales a los que se encuentra expuesto el departamento y que afectan a los sectores: infraestructura, transporte, agricultura, salud y vivienda. Instituto Nacional de Defensa Civil ([INDECI], 2005). El Expediente Ampliación de redes de alcantarillado citado por Cerquin (2013) señala que el sistema de alcantarillado que se encuentra en esta ciudad cuenta con un manejo inadecuado, de donde es una de las fuentes principales para la alta tasa para enfermedades gastrointestinales y de mortalidad. Además, la red de alcantarillado alcanza 207.10 km de colectores, llegando sólo a cubrir el 87 % de la ciudad de Cajamarca. También podemos mencionar que las tuberías de concreto que encontramos en la ciudad tienen más de 20 años de antigüedad, lo cual indica que el tiempo de vida útil ya llegó a

cumplir, aun así, estos colectores siguen transportando las aguas servidas, pero cuando aparecen las lluvias el aumento de caudal, volumen y la poca pendiente; hacen que el sistema de drenaje no soporte, llegando al colapso. Por lo tanto, reflejo de esto se llega a observar que a través de los buzones se expulsan las aguas a la superficie provocando las inundaciones de las vías y de las viviendas.

Esta problemática se repite periodo tras periodo, pues hasta la actualidad no hay soluciones de mejora que les ayuden a mitigar este fenómeno. Además, se asocia la falta de interés de las autoridades e instituciones, haciendo que refleje un grave problema.

La avenida San Martín de Porres, es una vía alto tránsito, comercio y extensión, la cual cuenta con alrededor de 23 cuadras, uno de los problemas que se ven reflejados años tras año en época de lluvia son los problemas con los drenajes, que no están realizando las labores de recolección, transporte y descarga de aguas de lluvia. Esto trae como consecuencia que tengamos viviendas y vías inundadas. En el primer caso, los habitantes de esta zona han tenido la necesidad de colocar pequeños muros de ladrillo en los bordes de las veredas para evitar el ingreso de las aguas de lluvia a sus viviendas; en el caso de vías encharcadas, provocan daños y perjuicios a los transeúntes, quienes a diario tienen que esquivar el salpicado de agua, debido al recorrido de los vehículos. Por tal razón, la presente investigación tiene como propósito determinar el comportamiento del sistema de drenaje pluvial ante precipitaciones extremas en la avenida San Martín de Porres de la ciudad Cajamarca. Debido a lo extenso de la avenida, se tomarán como muestra tres calles para realizar la investigación, siendo las elegidas la cuadra 9, 10 y 11.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema general

¿De qué manera el comportamiento del sistema de drenaje pluvial ante precipitaciones extremas, provoca inundaciones en la avenida San Martín de Porres – Cajamarca?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Analizar el comportamiento del sistema de drenaje pluvial ante precipitaciones extremas en la avenida San Martín de Porres – Cajamarca.

1.3.2. Objetivos específicos

- Determinar la capacidad de respuesta del sistema de drenaje pluvial ante precipitaciones extremas en las cuadras 9, 10, 11 y 12 de la avenida San Martín de Porres de la ciudad de Cajamarca.
- Realizar el diagnóstico actual de la infraestructura del sistema de drenaje pluvial en la avenida San Martín de Porres de la ciudad de Cajamarca.
- Analizar que causas externas contribuyen en el sistema de drenaje pluvial para provocar las inundaciones en la avenida San Martín de Porres.

1.4. Hipótesis

1.4.1. Hipótesis general

El análisis del comportamiento del sistema de drenaje pluvial ante precipitaciones extremas de la avenida San Martín de Porres, resulta que esta propenso a inundaciones, debido al ineficiente diseño de los colectores que existen en la avenida de la ciudad de Cajamarca.

1.4.2. Hipótesis específicas

- La capacidad de respuesta del sistema de drenaje pluvial en las cuadras 9, 10, 11 y 12 de la avenida San Martín de Porres frente a la precipitación extremas es favorable, pues supera la descarga de escorrentía superficial.
- El diagnóstico actual del sistema de drenaje en la avenida San Martín de Porres de la ciudad de Cajamarca muestra que se encuentran deteriorados y obstruidos.
- Las causas externas contribuyen en el sistema de drenaje pluvial para provocar las inundaciones de las viviendas de la avenida San Martín de Porres.

La matriz de consistencia se detalla en anexos N° 002.

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

2.1. Tipo de investigación

La investigación es un conjunto de procesos sistemáticos, críticos y empíricos que se aplican al estudio de un fenómeno o problema (Fernández Collado & Baptista Lucio, 2014).

Fernández C. & Baptista L. (2014), menciona que durante la historia de la ciencia surgieron diversos fenómenos de pensamientos empíricos, materialista, dialéctico, entre otros. Los cuales han generado nuevos caminos en la búsqueda del conocimiento.

El proyecto de investigación es del tipo aplicativo, porque tenemos que recolectar datos, seguidamente realizar los cálculos matemáticos para hallar las precipitaciones y el caudal de diseño que presentan el sistema de drenaje pluvial de la avenida San Martín de Porres de la ciudad de Cajamarca, con lo que se concluirá si cumple o no con la evacuación de las aguas para evitar las inundaciones.

2.1.1. El Enfoque:

Según Sanca (2011) citado por Urbano (2017) afirma que “Existen varios tipos de investigación científica, los cuales se clasifican de diversas maneras según el punto de vista con el que se desea enfocar”. (p.621).

Sin embargo, y debido a las diferentes premisas que las sustentan, desde el siglo pasado tales corrientes se “polarizaron” en dos aproximaciones principales de la investigación: el enfoque cuantitativo y el enfoque cualitativo (Fernández Collado & Baptista Lucio, 2014)

Grinnell (1997) Fernández C. & Baptista L. (2014), indica que ambos enfoques emplean procesos cuidadosos, metódicos y empíricos en su afán de generar conocimiento.

2.1.2. **Por la naturaleza de la información:**

Para este trabajo de investigación la hipótesis previamente establecida que se busca comprobar, así como los objetivos trazados, será elaborado bajo el planteamiento metodológico del enfoque cuantitativo.

La recolección se basa en instrumentos estandarizados. Es uniforme para todos los casos. Los datos se obtienen por observación, medición y documentación. Se utilizan instrumentos que han demostrado ser válidos y confiables en estudios previos o se generan nuevos basados en la revisión de la literatura y se prueban y ajustan. (Hernández, Fernández, & Baptista, 2014, p. 12).

2.1.3. **Estudios descriptivos:**

“Busca especificar las propiedades, las características y los perfiles de personas, grupos, comunidades, procesos, objetos o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis” (Hernández, Fernández, & Baptista, 2014, p. 92).

En este estudio se va a evaluar las características generales que presentan el sistema de drenaje pluvial ante precipitaciones extremas.

2.1.4. **Diseño**

La investigación es experimental y se desarrollará en gabinete, teniendo el siguiente diseño:



Figure 1. Investigación experimental

A: Información meteorológica de los años 1973 hasta el 2016.

B: Capacidad del sistema de drenaje pluvial existente de la avenida San Martín de Porres de la ciudad de Cajamarca.

X: Precipitaciones extremas en la avenida San Martín de Porres de la ciudad de Cajamarca.

Y: Caudales existente del sistema de drenaje pluvial existente.

2.1.5. Diagnóstico

Según Meza (2016) indica que se puede definir al diagnóstico como un proceso analítico que permite conocer la situación real de la organización en un momento dado para descubrir problemas y áreas de oportunidad, con el fin de corregir los primeros y aprovechar las segundas. El diagnóstico no es un fin en sí mismo, sino que es el primer paso esencial para perfeccionar o solucionar el funcionamiento de la estructura.

Elementos de diagnóstico

De acuerdo a nuestro estudio podemos dividir la organización del diagnóstico en tres etapas:

- Generación de información: en donde recolectamos información, herramientas y procesos y aplicamos la metodología escogida.
- Organización de información: en donde diseñamos procedimiento de proceso de información, almacenamiento de datos relevantes y orden de los mismos.
- Análisis e interpretación de información: en donde separamos los elementos relevantes y los examinamos con la intención de responder a las preguntas planteadas

2.2. Población y muestra (Materiales, instrumentos y métodos)

La ciudad de Cajamarca se encuentra ubicada en la región norte del Perú en el margen este de la cadena occidental de la cordillera de los andes, cuyas coordenadas geográficas son 7°09'52" de latitud sur y 78°30'38" de longitud oeste. Su valle interandino está formado por los ríos Mashcón y Chonta; con una altitud es 2650 m.s.n.m. Tiene una población de 348 433 habitantes con una tasa de crecimiento promedio anual 1,0 % según el censo 2017 del Instituto Nacional de Estadística e Informática. Las actividades sobresalientes de la región son la agricultura, la ganadería, lácteos y minería.

2.2.1. Población

La población de la investigación se trata de la avenida San Martín de Porres que se ubica en la zona sur de la ciudad de Cajamarca, su extensión es de 20 cuadras y recorre desde noroeste a sureste. Inicia en la plazuela Bolognesi con las

coordenadas UTM (774941.78 m Este y 9207425.83 m Norte) y finaliza en la intersección de la calle Yanamanguito (777880.48 m Este y 9203889.68 m Norte).

La avenida San Martín de Porres conecta la zona sur de la ciudad, desde Huacariz hasta la ciudad de Cajamarca. Esta avenida cuenta con un tramo asfaltado, que presenta una vía con cuatro carriles, dos de ida y dos de venida; y un tramo afirmado, que tiene dos carriles, uno de ida y otro de venida.

La población para la investigación a desarrollar, pertenece a una de las avenidas principales de la ciudad de Cajamarca. En base a la información de la Municipalidad Provincial de Cajamarca.

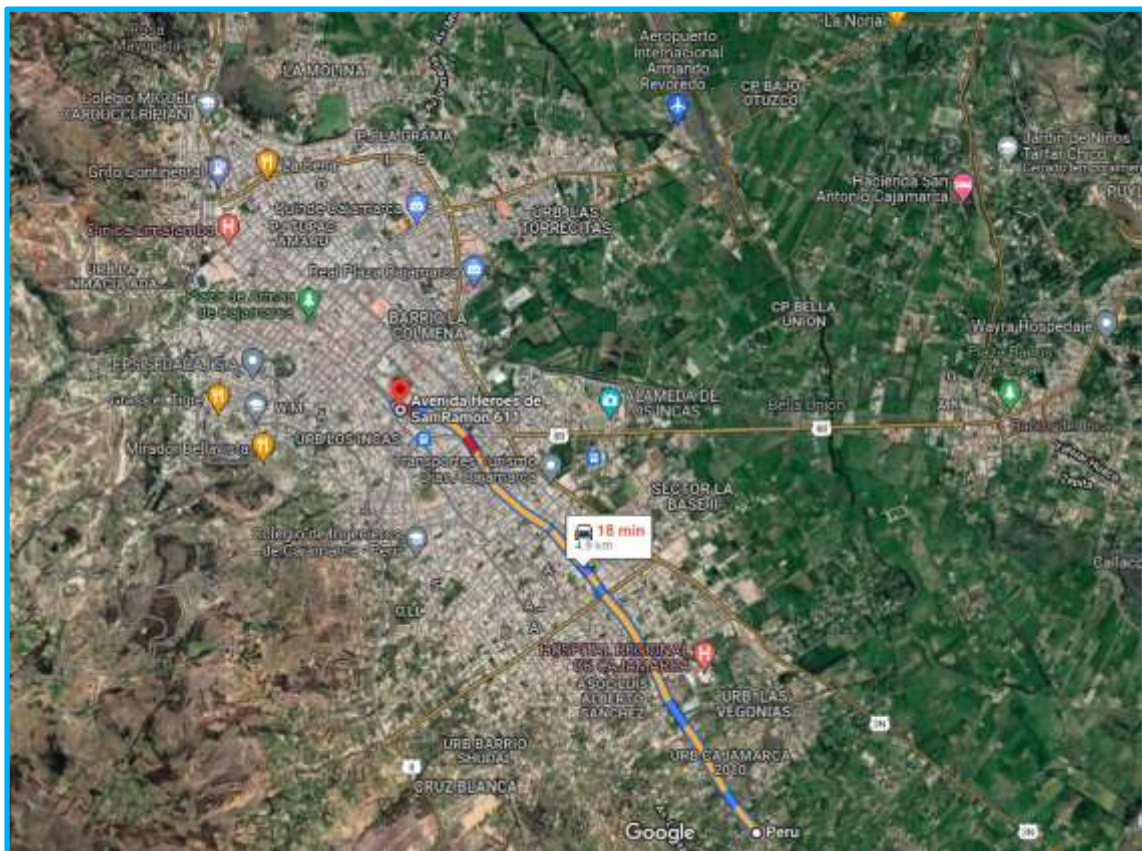


Figure 2. Ubicación de la ciudad de Cajamarca.

2.2.2. Muestra

El método para la elección de la muestra fue No Probabilístico o Dirigido, del tipo Intencional, por Criterio o Juicio. Éste es el mejor tipo de muestreo no probabilístico; pues, se realiza sobre la base del conocimiento y criterios del investigador. Se basa, fundamentalmente, en la experiencia con la población. (Vara-Horna, 2012) citado por (Urbano, 2017).

En base a la teoría antes señalada la elección se hizo de manera dirigida; tomando en cuenta lo siguiente:

- Por ser el punto central de la Av. San Martín de Porres, donde terminan el drenaje subterráneo del transporte de aguas de lluvia de norte a sur.
- Zona de alto comercio, transitabilidad peatonal y vehicular.
- Todos los años en esta zona se observan concentraciones de agua de lluvia en las vías.

Es por tal razón que se está considerando una muestra poblacional de cuatro calles (9,10,11 y 12), de un total de 23 calles, el cual equivale al 10% de la avenida San Martín de Porres, como se muestra en las figuras 2.





El tramo asfaltado de la avenida, desde su inicio en la plazuela Bolognesi hasta la intersección con la avenida Industrial, presenta a lo largo de su desplazamiento 2 drenes a ambos lados de su vía, uno superficial y el otro subterráneo, los cuales han venido evacuando las aguas de lluvia desde su construcción hasta la actualidad.

- Cuadra 9

Inicio: Intersección del Jirón Misión Japonesa y la Avenida San Martín de Porres.

Fin: Intersección del Jirón Historia y la Avenida San Martín de Porres.

- Cuadra 10

Inicio: Intersección del Jirón Historia y la Avenida San Martín de Porres

Fin: Intersección del Pasaje Paraíso y la Avenida San Martín de Porres

- Cuadra 11

Inicio: Intersección del Pasaje Huacaloma y la Avenida San Martín de Porres.

Fin: Intersección del Jirón los Geranios y la Avenida San Martín de Porres.

- Cuadra 12

Inicio: Intersección del Jirón los Geranios y la Avenida San Martín de Porres.

Fin: Intersección del Pasaje Las guirnaldas y la Avenida San Martín de Porres.

2.3. Procedimiento, Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos

2.3.1. Técnica

En la investigación se utilizaron diversas técnicas y habilidades de acuerdo a la necesidad del estudio. En la revisión de documentos se analizaron fuentes primarias y secundarias como: libros, páginas web, revistas científicas, artículos científicos, tesis, boletines, páginas de entidades públicas (SENAMHI), periódicos, folletos, foros, congresos y otros documentos; información que sirvió para generar la idea y el contexto de la investigación. Lo cual generó la formulación de la pregunta de investigación.

La utilización de registro de datos estadísticos, dentro de ellos los datos meteorológicos (Precipitaciones Máximas en 24 horas, bandas pluviográficas de las Máximas Precipitaciones) recolectadas del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI).

Los aparatos de precisión como equipo de topografía, wincha, nivel, cámara fotográfica; otros materiales como cuaderno, libretas, lapiceros, plumones, reglas, plano catastral, computadora, software y otros; elementos que ayudaron a la recolección de datos de campo como son: avenidas, jirones, pasajes, cunetas, colectores, otros. Esta información se trasladó a gabinete, donde fue procesada y analizada, de esta manera consistió el estudio de la tesis.

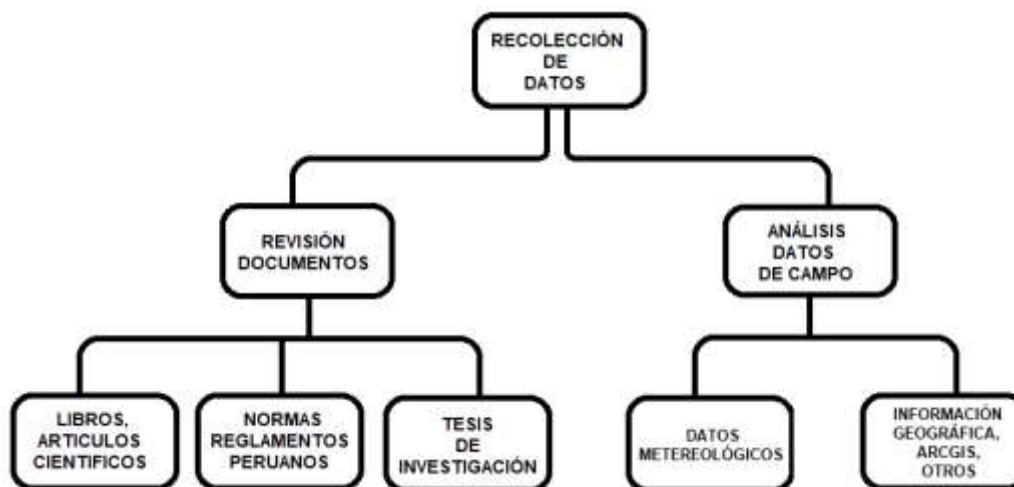


Figure 3. Esquema de la técnica para la recolección de datos.

2.3.2. Instrumentos de recolección

Un instrumento de medición adecuado, es aquel que registra datos observables que representan verdaderamente los conceptos o las variables que el investigador tiene en mente (Grinnell, Williams y Unrau, 2009) citado por (Hernández, Fernández, & Baptista, 2014).

En esta investigación se apoyará de la observación y los instrumentos a utilizar que ayudarán en la medición, estos serán: ficha de resumen, bandas pluviográficas, libreta de campo, planos, cámara fotográfica, información del SENAMHI, hojas de cálculo, estación total, entre otros.

2.3.3. Instrumentos de análisis de datos

Los instrumentos para procesar los datos obtenidos en el estudio serán los gráficos, fichas de registro y los cuadros que ayuden a un mejor análisis.

La recopilación de datos meteorológicos como: planillas climatológicas y las bandas Pluviográficas que se obtendrán del SENAMHI (Estación M.

WEBERBAUER - Cajamarca), con la finalidad de obtener los datos de las intensidades máximas de lluvia.

La información proporcionada por la Estación M. WEBERBAUER – Cajamarca, solo nos alcanzaron hasta el año 2016. Es por tal motivo que se realizaron los cálculos solo hasta este año.




Figure 4. Planilla climatológica

La recopilación de datos geográficos de la zona de estudio como: coordenadas, zona, altitud, se obtuvieron con equipos topográficos, google earth pro y planos catastrales de la ciudad de Cajamarca.

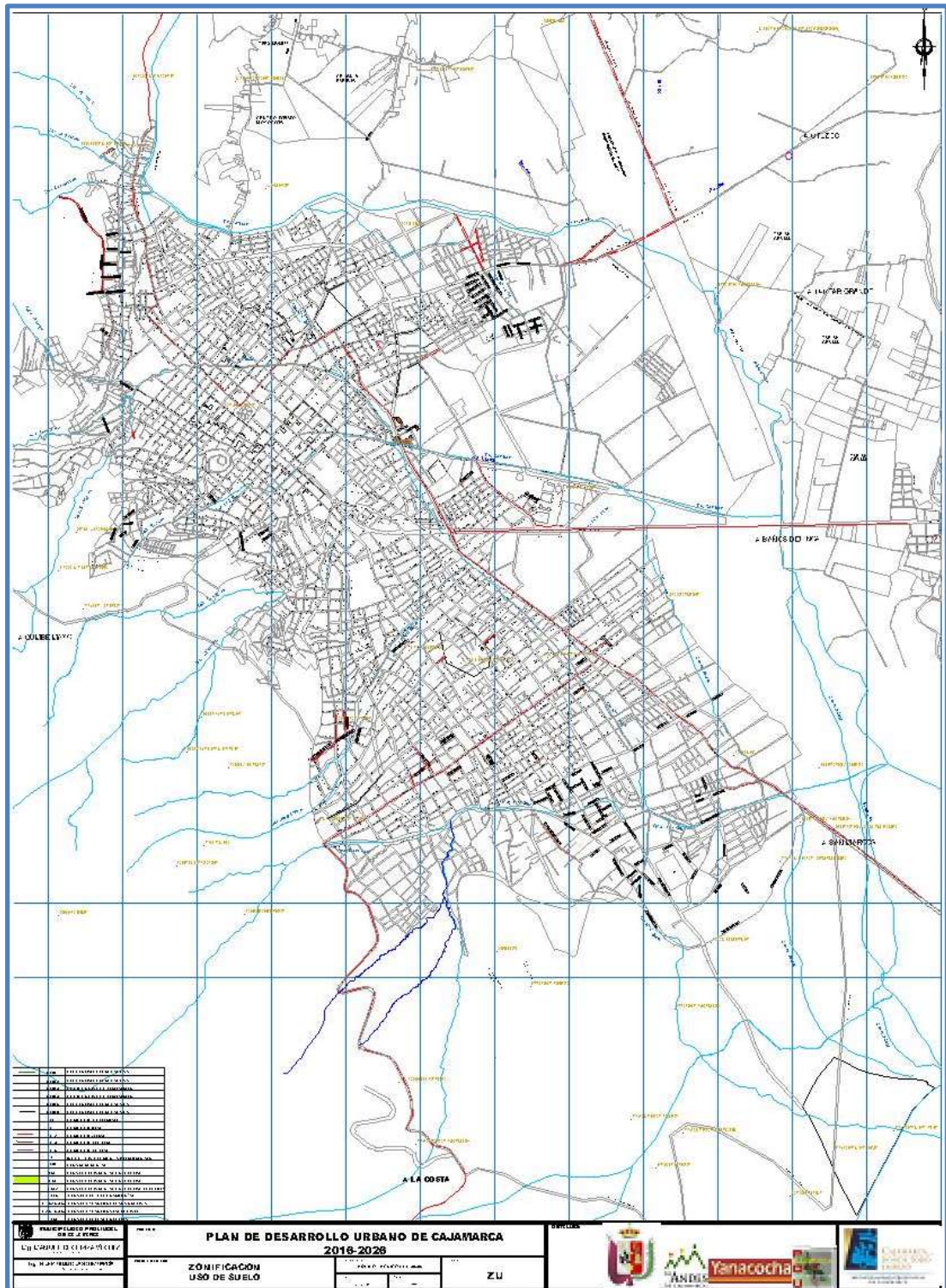


Figure 5. Plano catastral de la ciudad de Cajamarca 2016

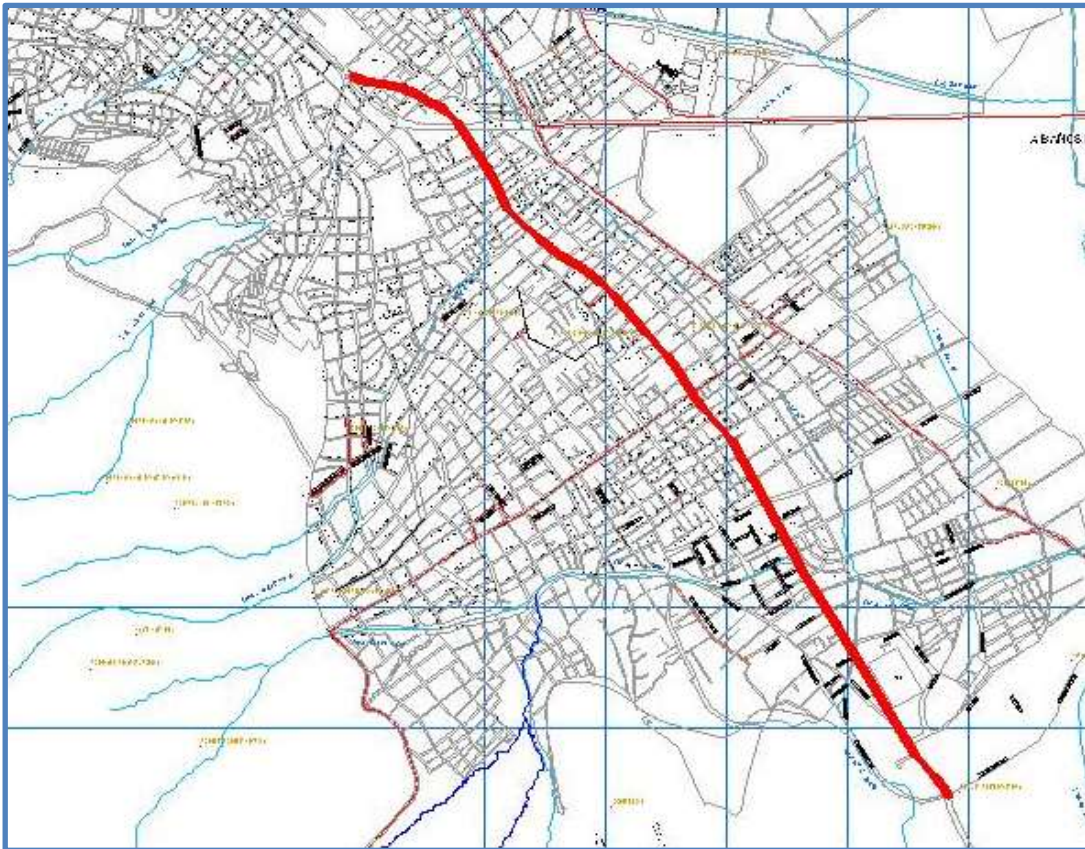


Figure 6. Avenida San Martín de Porres

2.3.4. Procedimiento

2.3.4.1. Selección del periodo de retorno

La selección del período de retorno en esta investigación nos apoyaremos del Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje del Ministerio de Transportes y Comunicaciones 2014, donde el tiempo promedio en años en que el valor del caudal pico de una creciente determinada es igualado o superado una vez cada “T” años.

2.3.4.2. Precipitaciones

La información de las precipitaciones se obtuvo de investigaciones anteriores y de la estación meteorológica Augusto Weberbauer del

SENAMHI (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú) – Cajamarca, a través de una solicitud dirigida al encargado de la estación. (Anexo N° 003).

2.3.4.3. **Intensidades**

El registro obtenido de las planillas meteorológicas y las bandas pluviográficas se realizará mediante una tabulación de estos datos, para obtener los Hietograma tormenta de cada año. Luego, obtener las intensidades máximas para 5, 10, 15, 30, 60 y 120 minutos.

2.3.4.4. **Elección del modelo probabilístico**

En este ítem seguimos los pasos desarrollados por el ingeniero Yáñez Portal Ericen en su tesis: “Eficiencia del sistema de drenaje pluvial en la avenida Angamos y jirón Santa Rosa 2014”.

- Partiremos con la elección del modelo probabilístico a usar, que represente satisfactoriamente el comportamiento de la variable.
- Calcular sus parámetros y realizar la prueba de bondad de ajuste.

2.3.4.5. **Área de estudio**

La verificación se realizó in situó y con el apoyo de los planos catastrales y Google Eart Pro, para observar y verificar el sistema drenaje existente en las cuadras de estudio de la avenida San Martín de Porres. De ello, tomaremos ciertos parámetros que nos ayudaran en nuestra investigación, estos son:

- Dimensiones del drenaje: Las superficies ayudará para calcular el caudal que transportan las cunetas y su límite máximo que soportan (longitudes, ancho y profundidad).
- Pendiente del drenaje: Es importante en el diseño de un drenaje, para evitar posibles fallas a futuro. En ellos se determinará los desniveles que hay entre cuadra y cuadra de las cunetas.

Ecuación 1. Fórmula de la pendiente

$$P = \frac{\Delta h}{l} \times 100$$

Donde:

P: Pendiente (%)

Δh : Diferencia de alturas (m)

l: Longitud (m)

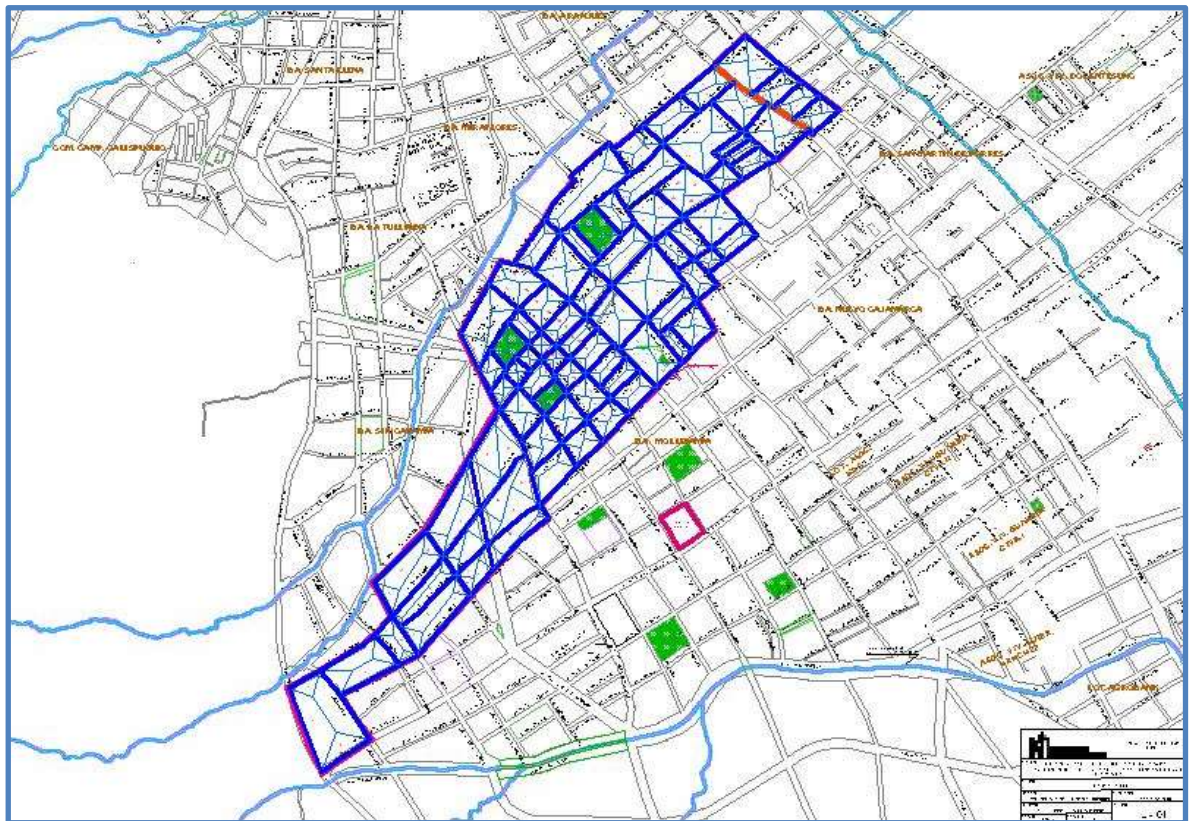
- Forma del drenaje: El tipo de cuneta que se encuentra en la zona de estudio como: triangular, rectangular y trapezoidal.

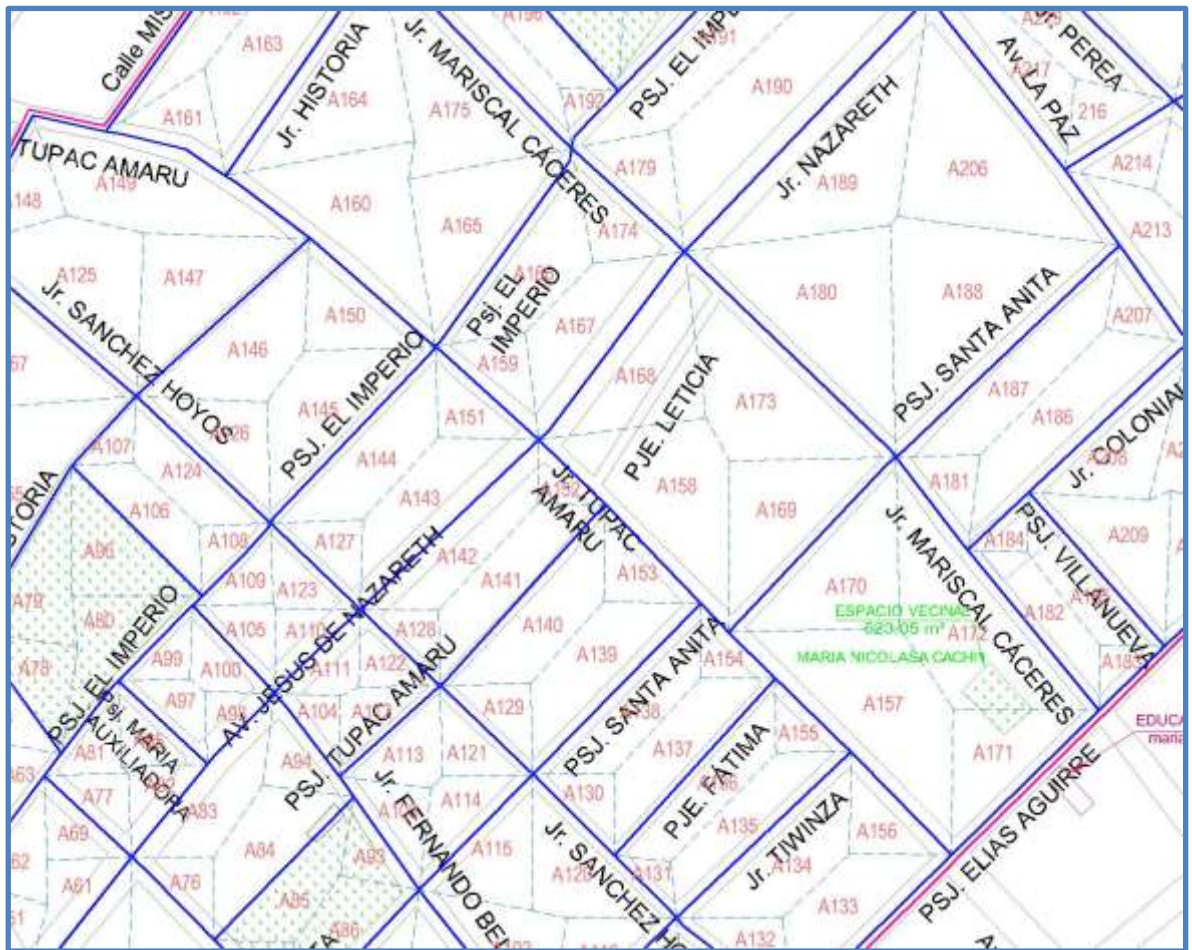
2.3.4.6. Áreas Tributarias

Las áreas tributarias se graficarán en el plano de catastro de la ciudad de Cajamarca, mediante el método de las bisectrices, el que consiste en dividir las manzanas de manera equivalente; la línea divisoria divide a las vías o calles en ambos lados iguales. Con ello se procederá a sacar el área correspondiente, longitud, pendiente de cada calle, estos datos obtenidos ayudarán a calcular el tiempo de concentración.

Las vías o calles para esta investigación presentan una superficie de rodadura pavimentadas, los techos de las viviendas son de losas de concreto armado, calamina o tejas de arcilla.

Figura 8. Área de influencia del Proyecto





2.3.4.7. Cálculo de los caudales de diseño

Los caudales de estas tres calles de la avenida San Martín de Porres de la investigación, serán desarrollados de acuerdo a la Norma Técnica OS0. 60 del año 2014.

CAPÍTULO III. RESULTADOS

3.1. Resultados de la investigación

En este capítulo presentamos los resultados obtenidos de la investigación, que a continuación detallamos.

3.1.1. Elección del periodo de retorno

Según el Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje del Ministerio de Transportes y Comunicaciones. Para adoptar el período de retorno a utilizar en el diseño de una obra, es necesario considerar la relación existente entre la probabilidad de excedencia de un evento, la vida útil de la estructura y el riesgo de falla admisible, dependiendo este último, de factores económicos, sociales, técnicos y otros.

El criterio de riesgo, es la fijación a priori del riesgo que se desea asumir en el caso de que la obra llegase a fallar, dentro del tiempo de vida útil. Lo cual implica que no ocurra un evento de magnitud superior a la utilizada en el diseño durante el primer año, segundo año, y así sucesivamente para cada año de vida de la obra. La vida útil elegida para esta investigación, la obtenemos de la tabla 1. Valores máximos recomendados de riesgo admisible de obras de drenaje (Manual de hidrología, hidráulica y drenaje del Ministerio de Transportes y Comunicaciones).

Tabla 1. Valores máximos recomendados de riesgo admisible de obras de drenaje

TIPO DE OBRA	RIESGO ADMISIBLE (**) (%)
Puentes (*)	25
Alcantarillas de paso de quebradas importantes y badenes	30
Alcantarillas de paso quebradas menores y descarga de agua de cunetas	35
Drenaje de la plataforma (a nivel longitudinal)	40
Subdrenes	40
Defensas Ribereñas	25

Fuente. Manual de hidrología, hidráulica y drenaje del Ministerio de Transportes y Comunicaciones

$n = 15$ años (Vida útil)

$R = 35\%$ (riesgo admisible)

$T = X$ (Periodo de retorno)

Para estos datos, no se cuenta con el periodo de retorno; por lo tanto, realizaremos interpolaciones.

- **Interpolación primera:** En ella nos apoyamos de la tabla 2. Valores de Período de Retorno T (Años).

Tabla 2. Valores de Período de Retorno T (Años).

RIESGO ADMISIBLE	VIDA ÚTIL DE LAS OBRAS (n años)									
	1	2	3	5	10	20	25	50	100	200
0,01	100	199	299	498	975	1990	2488	4975	9950	19900
0,02	50	99	149	248	475	970	1238	2475	4950	9900
0,05	20	39	59	98	175	370	488	975	1950	3900
0,10	10	19	29	48	95	170	238	475	950	1899
0,20	5	10	14	23	45	90	113	225	449	897
0,25	4	7	11	18	35	70	87	174	348	695
0,50	2	3	5	8	15	29	37	73	154	289
0,75	1,3	2	2,7	4,1	7,7	15	18	37	73	144

Fuente. Manual de hidrología, hidráulica y drenaje del Ministerio de Transportes y Comunicaciones

$$\begin{array}{cc}
 n & T \\
 \left. \begin{array}{l} 10 \\ 15 \\ 20 \end{array} \right\} & \left. \begin{array}{l} 35 \\ \mathbf{X_1} \\ 70 \end{array} \right\}
 \end{array}$$

$$\frac{(20 - 10)}{(15 - 10)} = \frac{(70 - 35)}{(\mathbf{X_1} - 35)}$$

$$10 \times (\mathbf{X_1} - 35) = 5 \times (35)$$

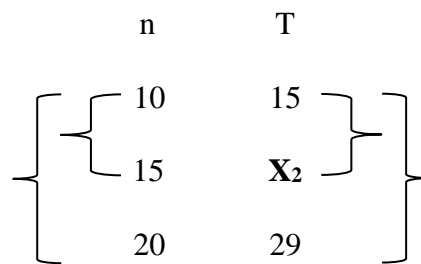
$$X_1 = 52.5$$

- **Interpolación segunda:**

Tabla 2. Valores de Período de Retorno T (Años).

RIESGO ADMISIBLE	VIDA ÚTIL DE LAS OBRAS (n años)									
	1	2	3	5	10	20	25	50	100	200
0,01	100	199	299	498	905	1990	2488	4975	9950	19900
0,02	50	99	149	248	405	900	1238	2475	4950	9900
0,05	20	39	59	98	105	300	488	975	1950	3900
0,10	10	19	29	48	95	100	238	475	950	1899
0,20	5	10	14	23	45	90	113	225	449	897
0,25	4	7	11	18	35	70	87	174	348	695
0,50	2	3	5	8	15	29	37	73	154	289
0,75	1,3	2	2,7	4,1	7,7	15	18	37	73	144

Fuente. Manual de hidrología, hidráulica y drenaje del Ministerio de Transportes y Comunicaciones



$$\frac{(20 - 10)}{(15 - 10)} = \frac{(29 - 15)}{(X_2 - 15)}$$

$$10 \times (X_2 - 15) = 5 \times (14)$$

$$X_2 = 22$$

- **Interpolación tercera:**

Tabla 2. Valores de Período de Retorno T (Años).

RIESGO ADMISIBLE	VIDA ÚTIL DE LAS OBRAS (n años)									
	1	2	3	5	10	20	25	50	100	200
0,01	100	199	299	498	995	1990	2488	4975	9950	19900
0,02	50	99	149	248	495	990	1238	2475	4950	9900
0,05	20	39	59	98	195	390	488	975	1950	3900
0,10	10	19	29	48	95	190	238	475	950	1899
0,20	5	10	14	23	45	90	113	225	449	897
0,25	4	7	11	18	35	70	87	174	348	695
0,50	2	3	5	8	15	29	37	73	154	289
0,75	1,3	2	2,7	4,1	7,7	15	18	37	73	144

Fuente. Manual de hidrología, hidráulica y drenaje del Ministerio de Transportes y Comunicaciones

$$\begin{array}{cc}
 n & T \\
 \left. \begin{array}{c} 0.25 \\ 0.35 \\ 0.50 \end{array} \right\} & \left. \begin{array}{c} 52.5 \\ \mathbf{X} \\ 22.0 \end{array} \right\}
 \end{array}$$

$$\frac{(0.50 - 0.25)}{(0.35 - 0.25)} = \frac{(22 - 52.5)}{(\mathbf{X} - 52.5)}$$

$$0.25 \times (\mathbf{X} - 52.5) = 0.10 \times (-30.5)$$

$$\mathbf{X} = 40.30$$

El periodo de retorno es de $T = 40$ años para el diseño del sistema de drenaje pluvial de la avenida San Martín de Porres – Cajamarca. Para verificar el cálculo obtenido utilizaremos la fórmula del periodo de retorno, con ello comprobaremos si se encuentran dentro de los parámetros de la de la tabla N° 3. Del Manual de hidrología, hidráulica y drenaje del Ministerio de Transportes y Comunicaciones

Ecuación 2. Riesgo admisible

$$R = 1 - (1 - 1 / T)^n$$

$$R = 1 - (1 - 1 / 40)^{15}$$

$$R = 0.316$$

$$R = 0.32 = 32 \%$$

Una vez verificadas las expresiones, el periodo de retorno es de 40 años y el riesgo admisible es de 32 % y la vida útil de 15 años; nos encontramos dentro de los rangos admitidos por la tabla N°3 del manual de hidrología, hidráulica y drenaje del Ministerio de Transportes y Comunicaciones

3.1.2. Registro pluviográfico

Una vez obtenida la información de investigaciones anteriores relacionados con el tema de estudio, planillas climatológicas y las bandas Pluviográficas de las máximas precipitaciones en 24 horas de los años 2003 hasta el 2016, procedimos a verificar los registros pluviográficos de la estación meteorológica de SENAMHI – Cajamarca; de la siguiente manera.

- Iniciamos elaborando un cuadro de Excel donde anotamos en la primera columna la fecha, luego en la segunda columna colocamos la hora y en la tercera columna se asignó la precipitación en milímetros; la que estuvo dividida la caída de lluvia en cada intervalo entre las horas y la suma el registro de los intervalos de lluvia con el parcial anterior (ver anexo N°003).

3.1.3. Cálculo de Intensidades

En el cálculo de las intensidades se realizó con la tabla del registro pluviográfico de los años antes mencionados, la forma que se realizó el llenado del cuadro se detalla a continuación.

- En una hoja de Excel procesamos los datos para hallar las intensidades. La columna 1 corresponde a la hora en que cambia la intensidad, en la columna 2 corresponde el intervalo de tiempo acumulado en minutos, en la columna 3 va la suma sucesiva de los tiempos parciales de la columna anterior, en la columna 4 corresponde a la lluvia parcial (lluvia caída en cada intervalo de tiempo), en la columna 5 corresponde a la lluvia acumulada (suma de cada intervalo de la lluvia parcial) y la última columna correspondiente a la intensidad la cual se divide en dos, una en milímetros por minuto y la otra en milímetros por hora. (ver anexo N°003).

Con los datos obtenidos anteriormente se procedió a realizar los gráficos de los hietogramas tormenta, en donde en el eje de las abscisas se ubica la precipitación en milímetros y en el eje de las ordenadas la duración acumulada en minutos.

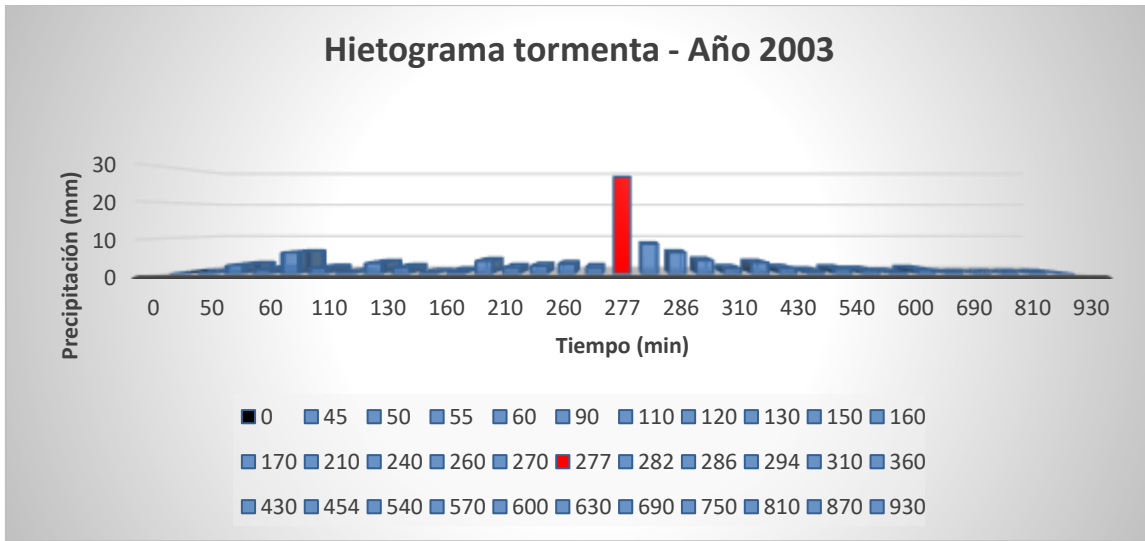


Figure 7.. Precipitaciones del año 2003

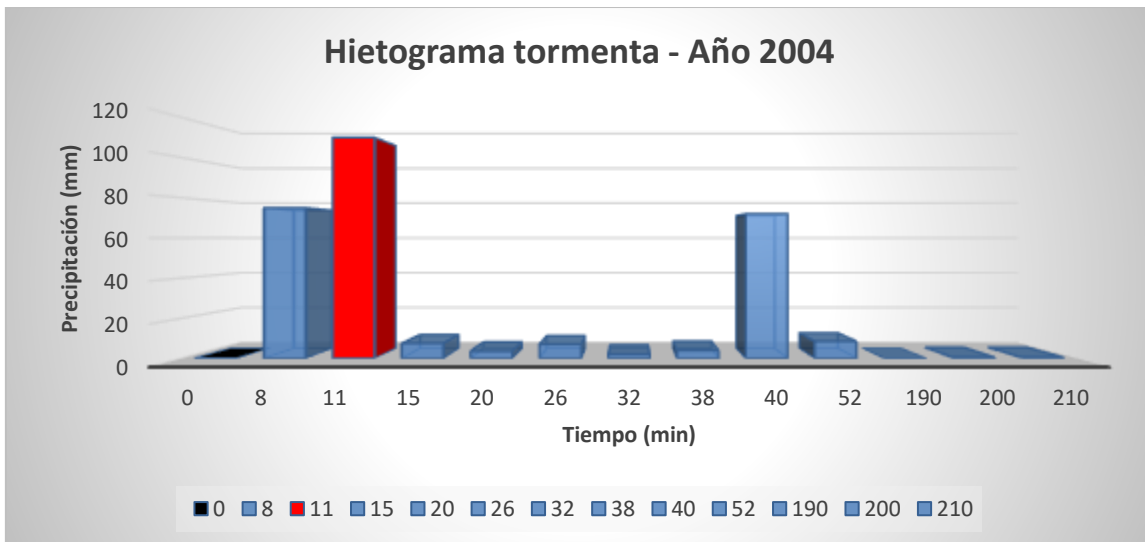


Figure 8. Precipitaciones del año 2004

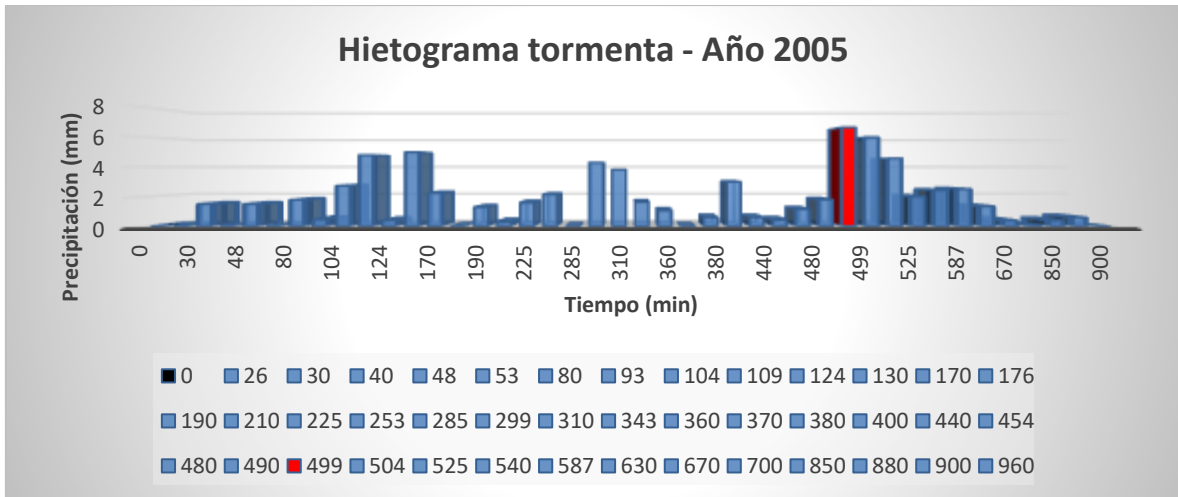


Figure 9. Precipitaciones del año 2005

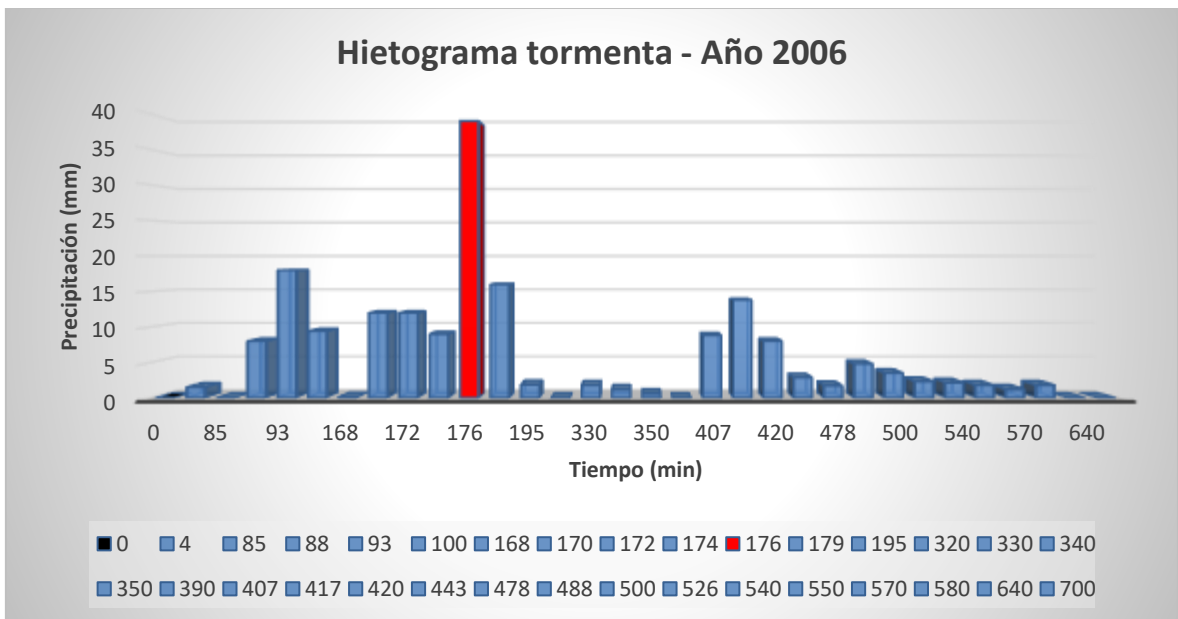


Figure 10. Precipitaciones del año 2006

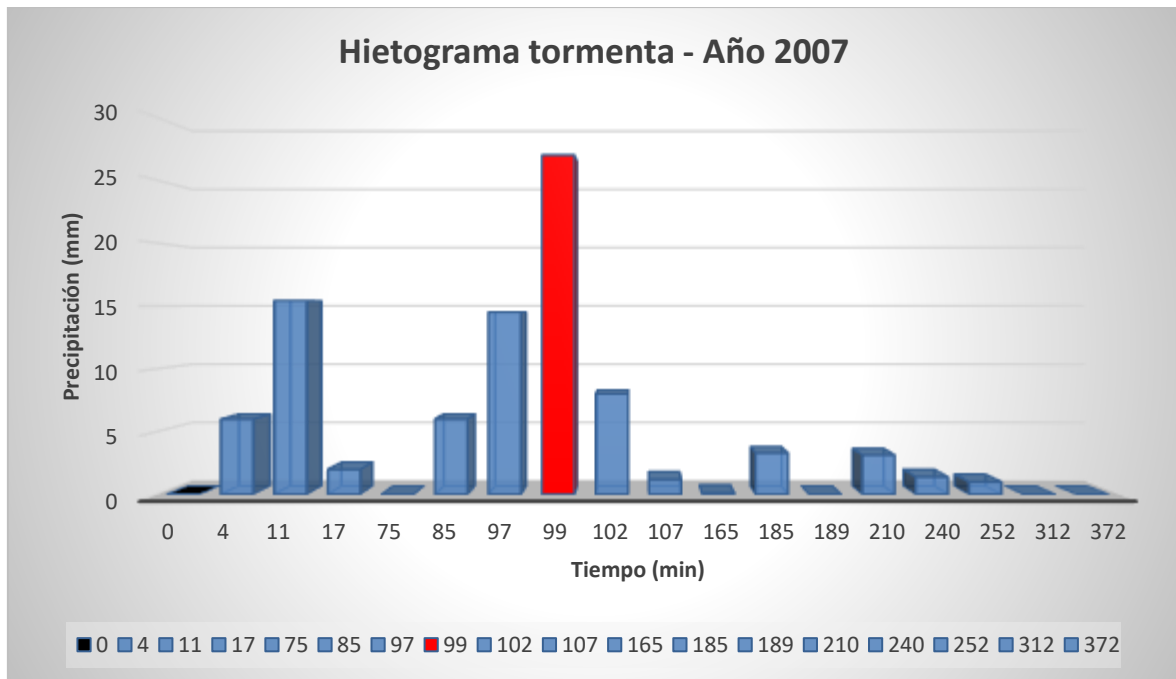


Figure 11. Precipitaciones del año 2007

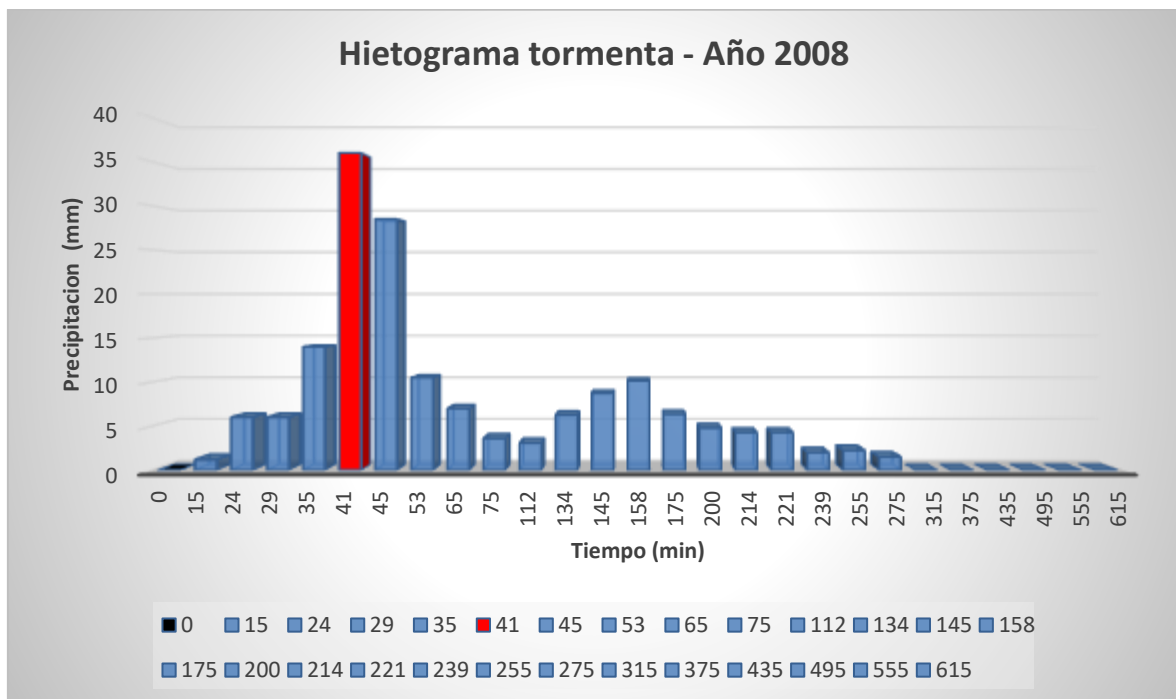


Figure 12. Precipitaciones del año 2008

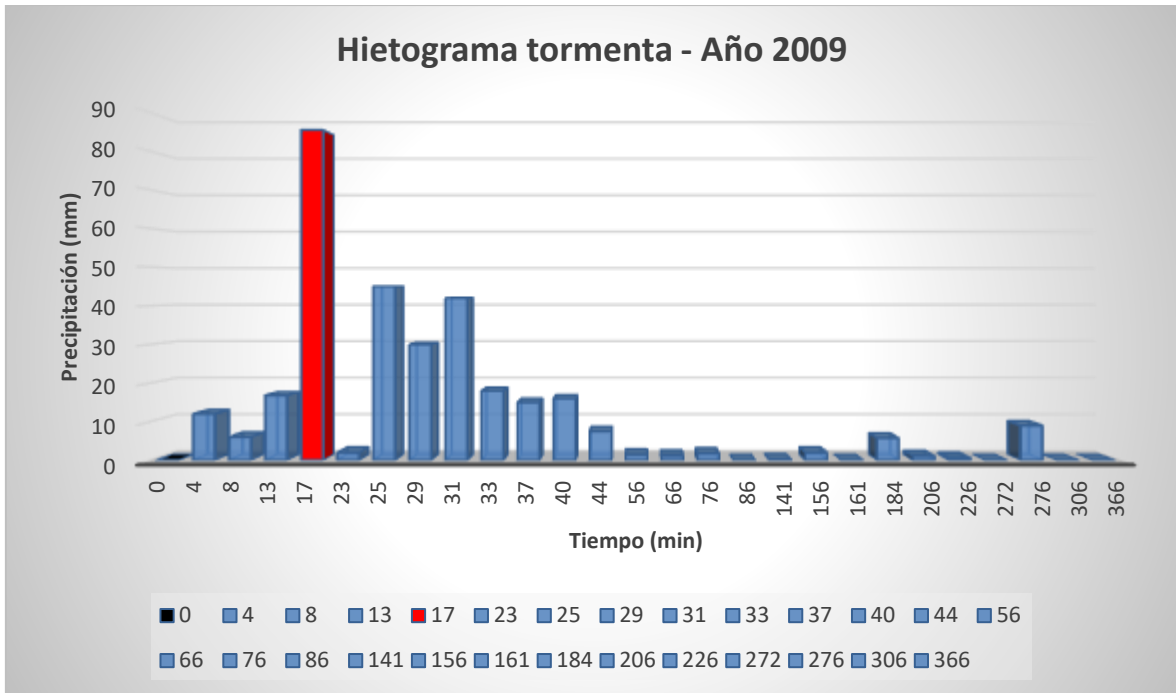


Figure 13. Precipitaciones del año 2009

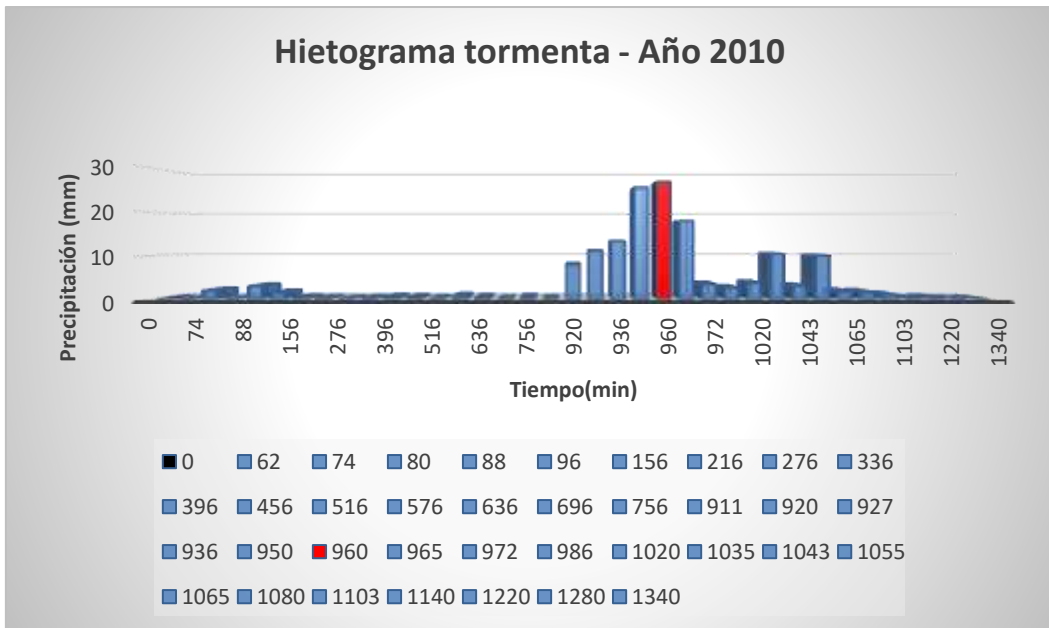


Figure 14. Precipitaciones del año 2010

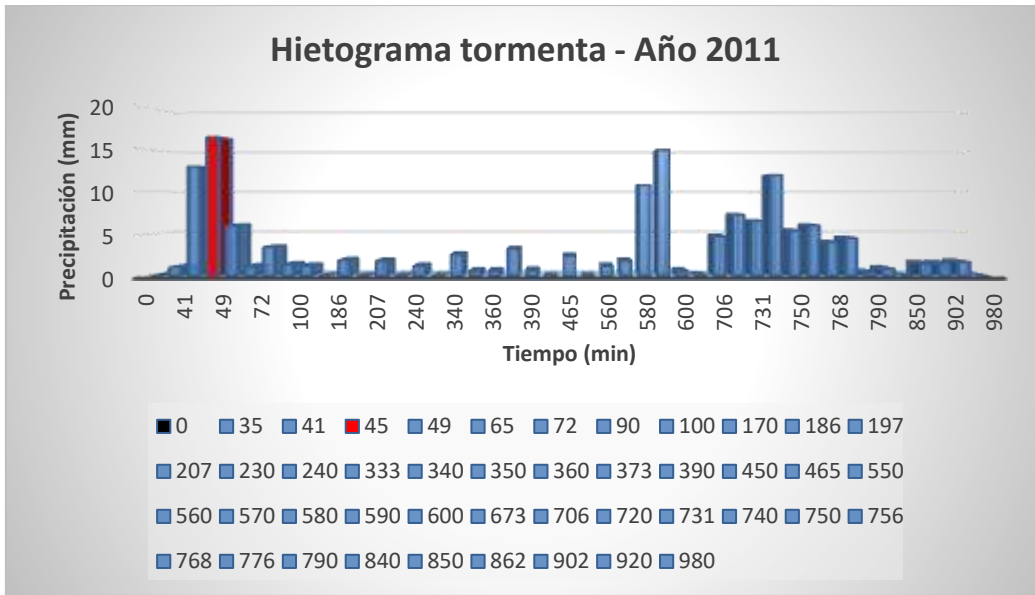


Figure 15. Precipitaciones del año 2011

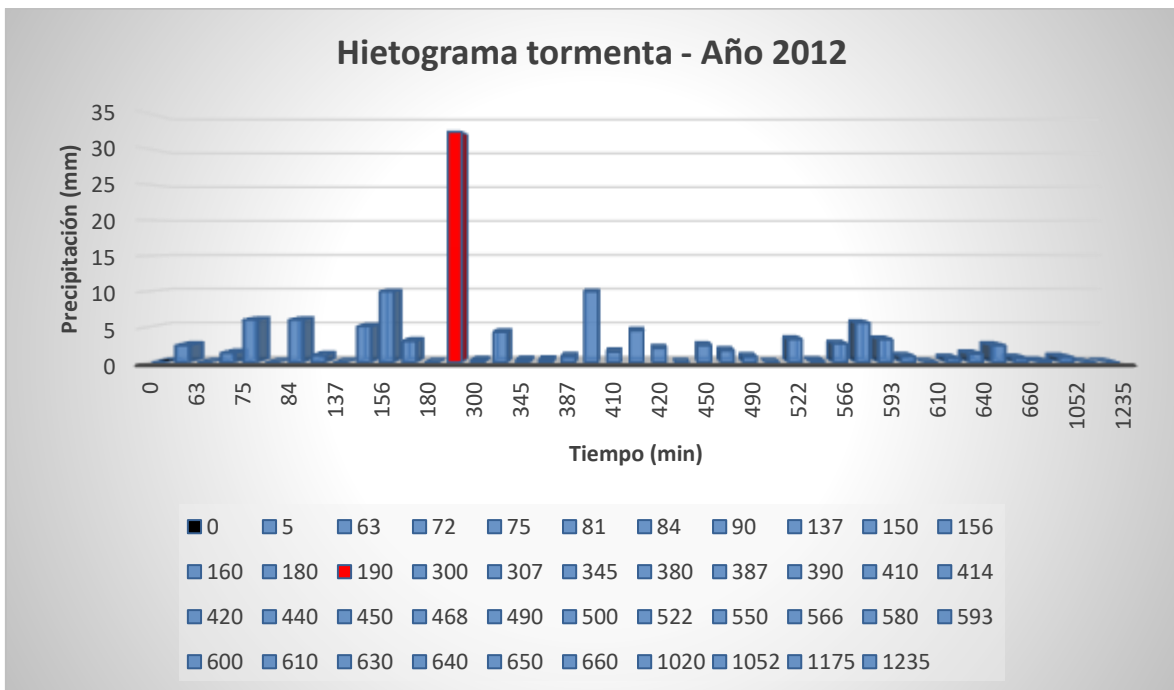


Figure 16. Precipitaciones del año 2012

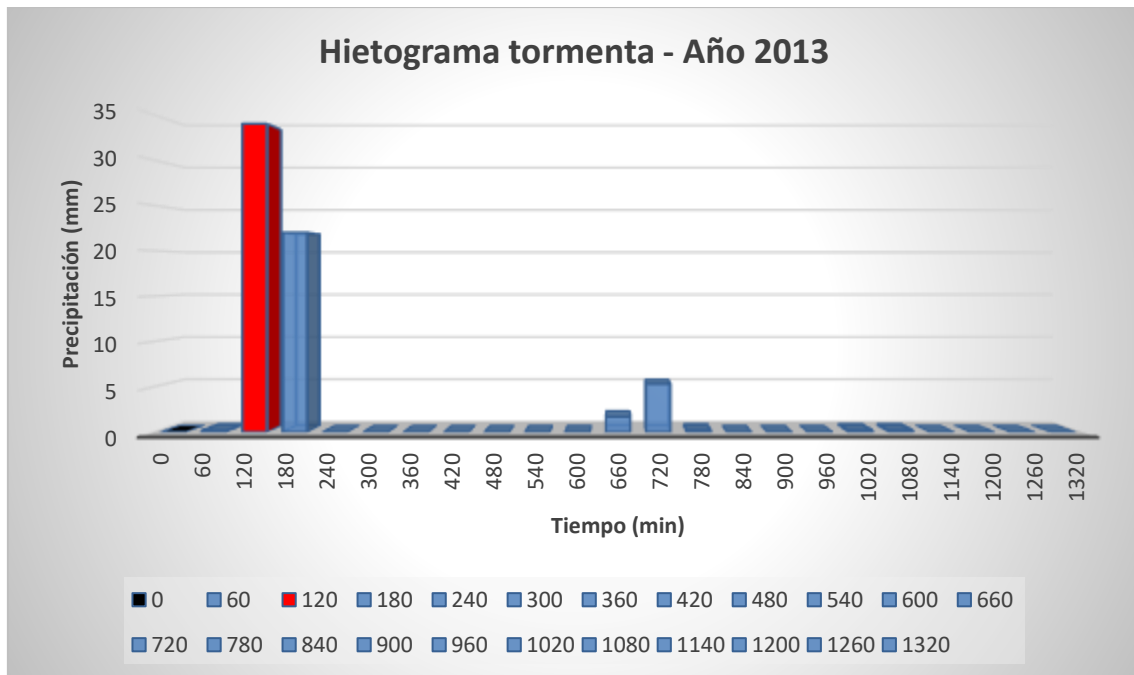


Figure 17. Precipitaciones del año 2013

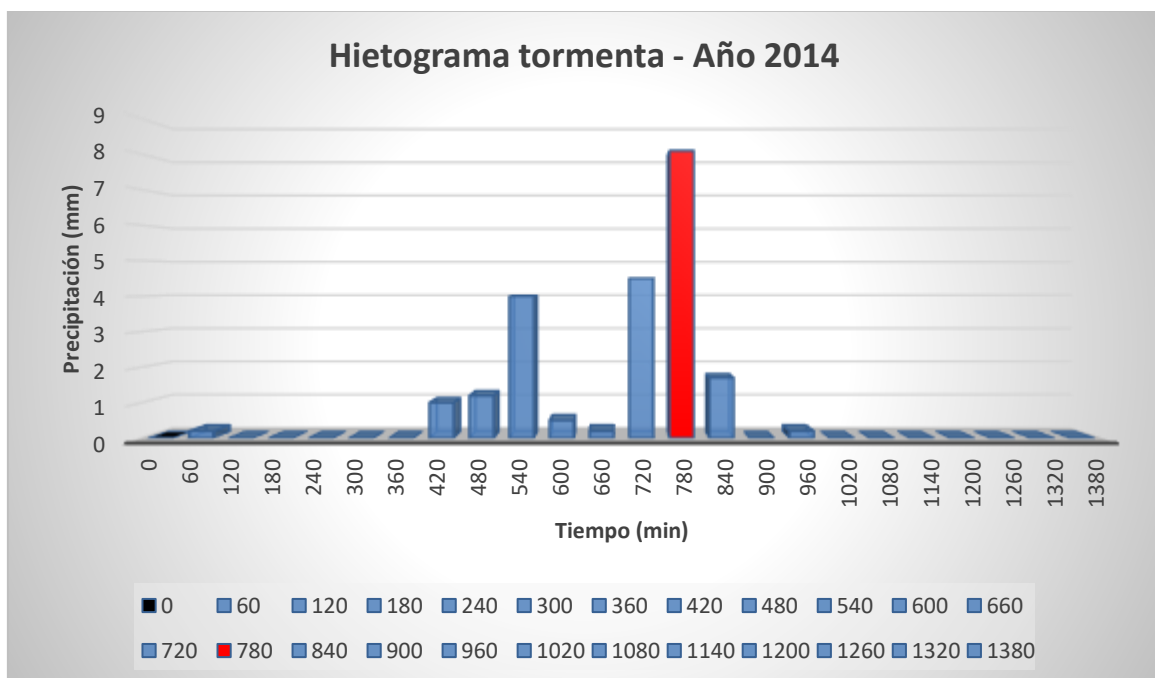


Figure 18. Precipitaciones del año 2014

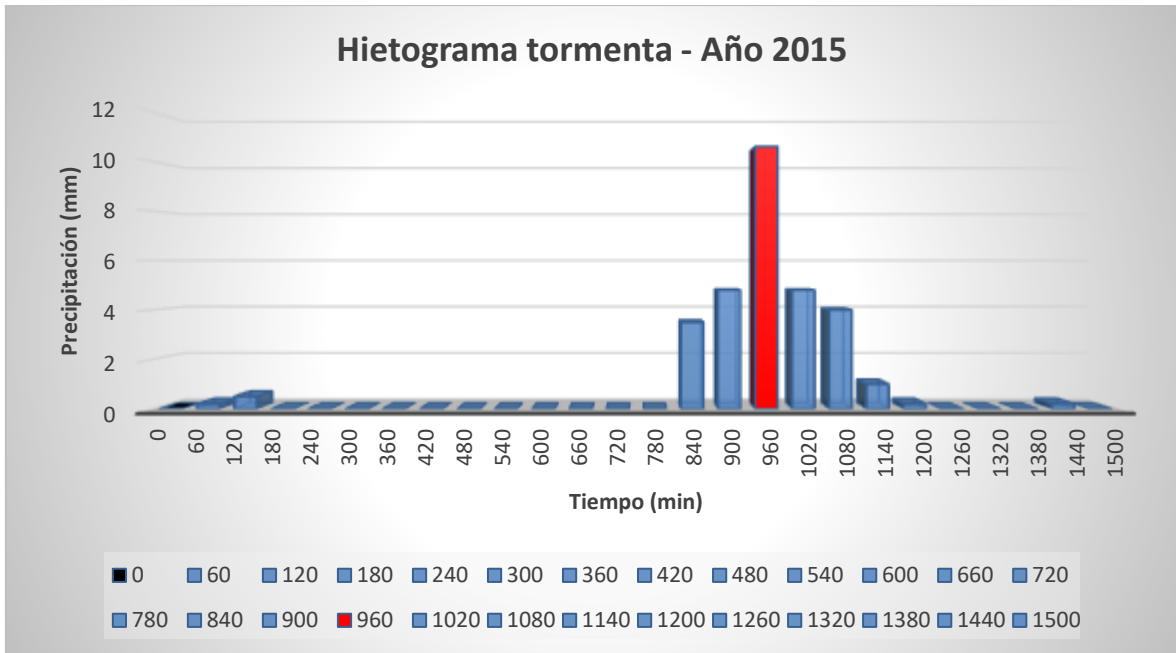


Figure 19. Precipitaciones del año 2015

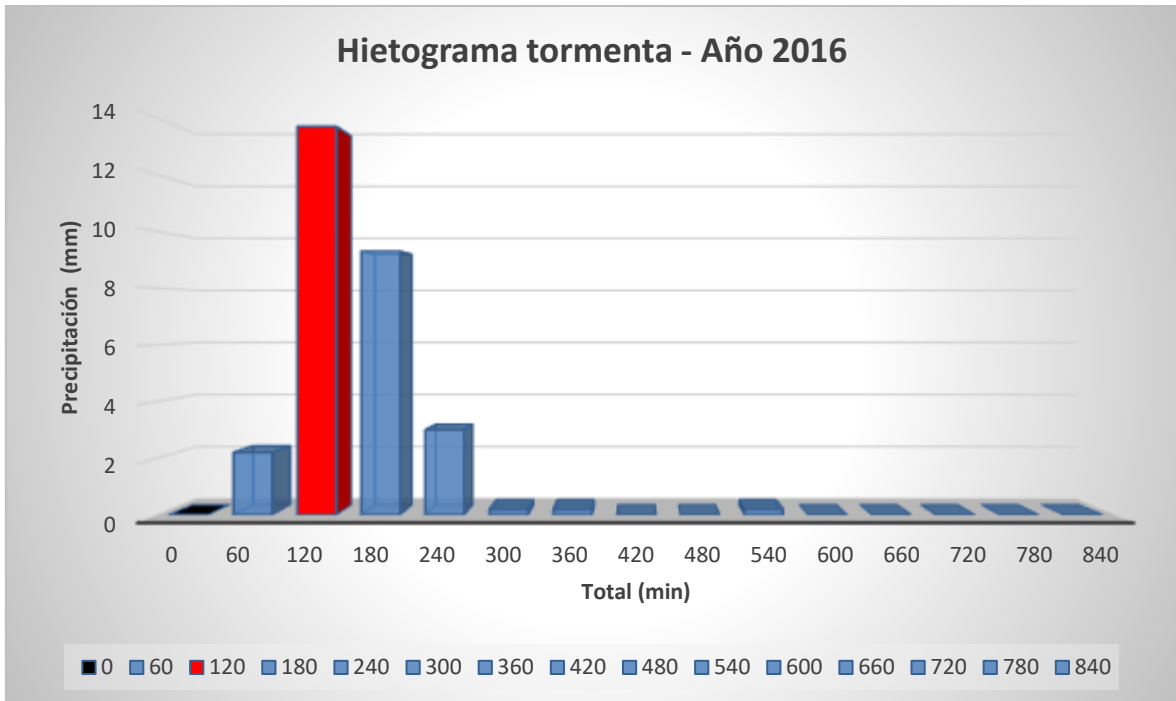


Figure 20. Precipitaciones del año 2016

3.1.3.1. Cálculo de las intensidades máximas de 5, 10, 15, 30, 60, 120, 180, 360, 720 y 1440 minutos.

Con las tablas del análisis de tormentas procedemos a encontrar las intensidades máximas para cada intervalo de tiempo diferente.

En esta investigación nos apoyaremos del análisis de tormentas del año 2005 como ejemplo, la ubicación de dicha tabla se encuentra en anexos N° 003.

Intensidades máximas para 30 minutos.

- En la tabla que se muestra a continuación tomamos el registro de 4:00 a 4:26 pm.

Tabla 3. Análisis de tormentas 2005, para los primeros 30 minutos (4:00 a 4:30 pm)

Hora	It (min)	Ia (min)	Lp	La	Intensidad (mm/min) (mm/h)	
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
04:00:00 p.m.	0	0	0	0	0	0
04:26:00 p.m.	26	26	0.00	0.00	0.000	0.00
04:30:00 p.m.	4	30	0.10	0.10	0.025	1.50

Fuente. Elaboración propia

- El intervalo de tiempo entre este registro de hora es de 26 minutos y su intensidad es 0.00 mm/min.
- El registro siguiente corresponde de 4:26 a 4:30 pm, donde el intervalo de tiempo es de 4 minutos con una intensidad de 0.025 mm/min.
- La intensidad para los 30 primeros minutos la obtenemos con la siguiente expresión:

Ecuación 3. Intensidad

$$Intensidad = \frac{(2) \times (6) + (2) \times (6)}{(2) + (2)}$$

$$\text{Intensidad} = \frac{(26 \times 0) + (4 \times 0.025)}{(26 + 4)} = 0.003 \text{ mm/min} = 0.2 \text{ mm/h}$$

- Luego de obtener las máximas intensidades se las promedia para hallar las intensidades máximas en 30 minutos
- Este trabajo se realiza para las intensidades 5 minutos, 10 minutos, 15 minutos; 30 minutos; 60 minutos; 120 minutos; 180 minutos; 360 minutos; 720 minutos; 1440 minutos
- De esta manera obtenemos los demás registros hasta completar toda la duración de la tormenta.

Tabla 4. *Intensidades Máximas para 2003*

Intensidad									
5 (min)	10 (min)	15 (min)	30 (min)	60 (min)	120 (min)	180 (min)	360 (min)	720 (min)	1440 (min)
27.26	17.83	13.89	8.17	5.35	4.04	3.36	1.41	1.62	0.00

Fuente. Elaboración propia

Tabla 5. *Intensidades Máximas para 2004*

Intensidad									
5 (min)	10 (min)	15 (min)	30 (min)	60 (min)	120 (min)	180 (min)	360 (min)	720 (min)	1440 (min)
110.00	92.50	64.17	33.95	24.73	12.36	8.24	0.00	0.00	0.00

Fuente. Elaboración propia

Tabla 6. *Intensidades Máximas para 2005*

Intensidad									
5 (min)	10 (min)	15 (min)	30 (min)	60 (min)	120 (min)	180 (min)	360 (min)	720 (min)	1440 (min)
6.67	6.33	5.75	5.16	3.86	3.16	2.71	2.05	1.67	0.00

Fuente. Elaboración propia

Tabla 7. *Intensidades Máximas para 2006*

Intensidad									
5 (min)	10 (min)	15 (min)	30 (min)	60 (min)	120 (min)	180 (min)	360 (min)	720 (min)	1440 (min)
39.00	25.50	17.63	10.35	6.42	4.59	3.67	1.97	0.00	0.00

Fuente. Elaboración propia

Tabla 8. *Intensidades Máximas para 2007*

Intensidad									
5	10	15	30	60	120	180	360	720	1440
(min)	(min)	(min)	(min)	(min)	(min)	(min)	(min)	(min)	(min)
15.43	15.43	10.95	5.48	2.76	2.26	1.81	0.00	0.00	0.00

Fuente. Elaboración propia

Tabla 9. *Intensidades Máximas para 2008*

Intensidad									
5	10	15	30	60	120	180	360	720	1440
(min)	(min)	(min)	(min)	(min)	(min)	(min)	(min)	(min)	(min)
36.00	25.00	21.33	14.64	10.09	7.58	7.19	0.00	0.00	0.00

Fuente. Elaboración propia

Tabla 10. *Intensidades Máximas para 2009*

Intensidad									
5	10	15	30	60	120	180	360	720	1440
(min)	(min)	(min)	(min)	(min)	(min)	(min)	(min)	(min)	(min)
85.50	51.15	36.10	29.38	17.00	8.76	6.67	0.00	0.00	0.00

Fuente. Elaboración propia

Tabla 11. *Intensidades Máximas para 2010*

Intensidad									
5	10	15	30	60	120	180	360	720	1440
(min)	(min)	(min)	(min)	(min)	(min)	(min)	(min)	(min)	(min)
27.00	27.00	26.57	24.86	17.20	10.97	8.74	4.50	2.38	0.00

Fuente. Elaboración propia

Tabla 12. *Intensidades Máximas para 2011*

Intensidad									
5	10	15	30	60	120	180	360	720	1440
(min)	(min)	(min)	(min)	(min)	(min)	(min)	(min)	(min)	(min)
16.50	15.00	13.60	9.20	7.10	5.30	4.36	2.98	1.73	0.00

Fuente. Elaboración propia

Tabla 13. *Intensidades Máximas para 2012*

Intensidad									
5	10	15	30	60	120	180	360	720	1440
(min)	(min)	(min)	(min)	(min)	(min)	(min)	(min)	(min)	(min)
32.40	32.40	21.69	10.98	7.78	4.21	2.96	1.42	1.50	0.00

Fuente. Elaboración propia

Tabla 14. *Intensidades Máximas para 2013*

Intensidad									
5	10	15	30	60	120	180	360	720	1440
(min)	(min)	(min)	(min)	(min)	(min)	(min)	(min)	(min)	(min)
34.00	34.00	34.00	34.00	34.00	2.90	2.38	1.37	0.85	0.56

Fuente. Elaboración propia

Tabla 15. *Intensidades Máximas para 2014*

Intensidad									
5	10	15	30	60	120	180	360	720	1440
(min)	(min)	(min)	(min)	(min)	(min)	(min)	(min)	(min)	(min)
8.10	8.10	8.10	8.10	8.10	0.93	0.93	0.93	0.93	0.64

Fuente. Elaboración propia

Tabla 16. *Intensidades Máximas para 2015*

Intensidad									
5	10	15	30	60	120	180	360	720	1440
(min)	(min)	(min)	(min)	(min)	(min)	(min)	(min)	(min)	(min)
10.60	10.60	10.60	10.60	10.60	1.19	1.18	1.18	1.32	1.20

Fuente. Elaboración propia

Tabla 17. *Intensidades Máximas para 2016*

Intensidad									
5	10	15	30	60	120	180	360	720	1440
(min)	(min)	(min)	(min)	(min)	(min)	(min)	(min)	(min)	(min)
13.70	13.70	13.70	13.70	13.70	1.98	1.27	0.71	0.42	0.40

Fuente. Elaboración propia

3.1.3.2. Resumen de intensidades máximas

Los datos obtenidos de las intensidades máximas de los años 2003 al 2016 y a esto le sumamos el Estudio hidrológico aplicado al drenaje de carreteras F. Huamán, F. Alva. UNC, Perú 1999). Creamos una tabla de mayor alcance desde el año 1973 hasta el 2016. Esta tabla se ubica en anexos (tabla 30).

3.1.4. Modelo probabilístico

Seguiremos los pasos del siguiente gráfico que a continuación se detalla

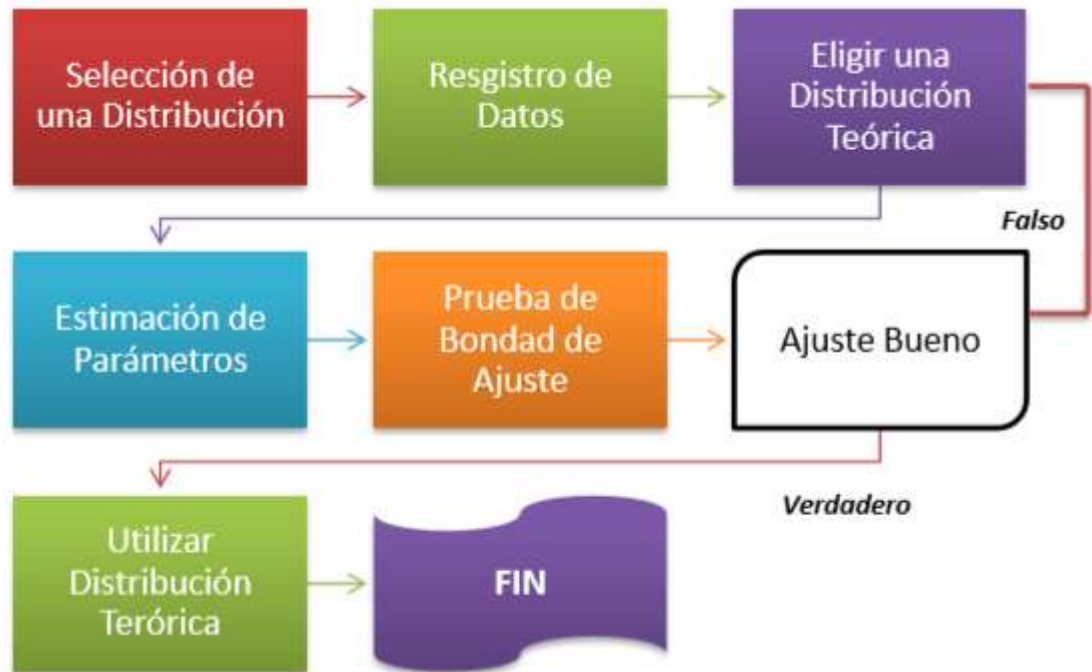


Figure 21. Proceso de Selección de una distribución Teórica.

- Hallamos los parámetros para la distribución Gumbel apoyados de las siguiente formulas:

Ecuación 4. Parámetro de dispersión

$$\alpha = 0.78 \times S$$

Ecuación 5. Moda

$$\mu = X - 0.45 \times S$$

Donde:

α : Parámetro de Dispersión

μ : Moda de distribución

X : Media aritmética

S : Desviación estándar

Tabla 18. Distribución Gumbel

Descripción	5 min	10 min	30 min	60 min	120 min
X	60.576	46.234	25.050	16.079	8.582
S	29.960	21.513	10.435	7.131	4.287
α	23.368	16.780	8.139	5.562	3.344
μ	47.095	36.553	20.354	12.870	6.653

Fuente. Elaboración propia

Una vez obtenidos la media aritmética, desviación estándar y los otros parámetros procedemos a calcular las pruebas de bondad de ajuste para 5, 10, 30, 60 y 120 minutos.

La Prueba de bondad de ajuste Kolmogorov - Smirnov para el método de Gumbel y Gumbel tipo I, beneficiará para demostrar la confiabilidad de los datos y por ende el de los resultados.

En cada una de las pruebas de bondad, se ordenan de mayor a menor las intensidades máximas como lo señala la teoría, luego de ello se halla la probabilidad empírica y la probabilidad teórica; de ellos dos se realiza una resta.

3.1.4.1. Prueba de Bondad de Ajuste para 5 minutos

Tabla 19. Desarrollo de la prueba de bondad de ajuste Kolmogorov-Smirnov para el método de Gumbel y Gumbel tipo I. Para 5 minutos

m	I. máx	Probabilidad empírica		Probabilidad teórica		Diferencia
		$P(x > X) = \frac{m}{(N+1)}$	$P(x < X) = 1 - P(X > x)$	$d^*(x-u)$	$F(x < X)$	
1	112.80	0.0222	0.9778	2.8128	0.9417	0.0360
2	111.60	0.0444	0.9556	2.7614	0.9388	0.0168
3	110.00	0.0667	0.9333	2.6929	0.9346	0.0012

4	101.00	0.0889	0.9111	2.3077	0.9053	0.0058
5	92.00	0.1111	0.8889	1.9224	0.8639	0.0250
6	91.49	0.1333	0.8667	1.9005	0.8611	0.0055
7	90.00	0.1556	0.8444	1.8368	0.8527	0.0083
8	88.29	0.1778	0.8222	1.7636	0.8425	0.0202
9	85.50	0.2000	0.8000	1.6441	0.8243	0.0243
10	84.60	0.2222	0.7778	1.6056	0.8181	0.0403
11	83.00	0.2444	0.7556	1.5371	0.8065	0.0510
12	82.20	0.2667	0.7333	1.5028	0.8005	0.0672
13	81.30	0.2889	0.7111	1.4643	0.7936	0.0824
14	76.00	0.3111	0.6889	1.2374	0.7482	0.0593
15	75.30	0.3333	0.6667	1.2075	0.7416	0.0749
16	73.60	0.3556	0.6444	1.1347	0.7250	0.0806
17	73.00	0.3778	0.6222	1.1090	0.7190	0.0968
18	73.00	0.4000	0.6000	1.1090	0.7190	0.1190
19	71.11	0.4222	0.5778	1.0281	0.6993	0.1215
20	70.80	0.4444	0.5556	1.0148	0.6960	0.1404
21	70.40	0.4667	0.5333	0.9977	0.6916	0.1583
22	68.00	0.4889	0.5111	0.8949	0.6646	0.1535
23	67.20	0.5111	0.4889	0.8607	0.6552	0.1663
24	67.20	0.5333	0.4667	0.8607	0.6552	0.1885
25	65.00	0.5556	0.4444	0.7665	0.6284	0.1839
26	60.00	0.5778	0.4222	0.5525	0.5624	0.1402
27	59.31	0.6000	0.4000	0.5229	0.5528	0.1528
28	58.00	0.6222	0.3778	0.4669	0.5342	0.1564
29	56.00	0.6444	0.3556	0.3812	0.5051	0.1495
30	46.80	0.6667	0.3333	-0.0126	0.3632	0.0299
31	39.00	0.6889	0.3111	-0.3465	0.2431	0.0680
32	36.00	0.7111	0.2889	-0.4750	0.2003	0.0886
33	34.00	0.7333	0.2667	-0.5606	0.1735	0.0932
34	32.40	0.7556	0.2444	-0.6291	0.1532	0.0912
35	28.20	0.7778	0.2222	-0.8089	0.1059	0.1163
36	27.26	0.8000	0.2000	-0.8491	0.0966	0.1034
37	27.00	0.8222	0.1778	-0.8602	0.0941	0.0837
38	26.00	0.8444	0.1556	-0.9030	0.0848	0.0707
39	16.50	0.8667	0.1333	-1.3097	0.0246	0.1087
40	15.43	0.8889	0.1111	-1.3555	0.0207	0.0904
41	13.70	0.9111	0.0889	-1.4296	0.0153	0.0735
42	10.60	0.9333	0.0667	-1.5623	0.0085	0.0582
43	8.10	0.9556	0.0444	-1.6693	0.0049	0.0395
44	6.67	0.9778	0.0222	-1.7306	0.0035	0.0187

Fuente. Elaboración propia

Los niveles de significancia " α " =0.05. Anexo 006 (Valores críticos para la prueba

Kolmogorov - Smirnov de bondad del ajuste) se obtiene lo siguiente:

$$N = 44$$

$$\Delta_0 = 1.36/\sqrt{N} = 1.36/\sqrt{44} = 0.2050$$

De los datos de la tabla 18 se tiene:

$$\Delta_{\text{Máx.}} = 0.1885$$

Como: $\Delta_{\text{Máx.}} \text{ datos} < \Delta_0$ se acepta, la información es confiable en un 95%.

3.1.4.2. Prueba de bondad de ajuste para 10 minutos

Tabla 20. Desarrollo de la prueba de bondad de ajuste Kolmogorov-Smirnov para el método de Gumbel y Gumbel tipo I. Para 10 minutos

m	I. máx	Probabilidad empírica		Probabilidad teórica		Diferencia
		$P(x > X) = \frac{m}{(N+1)}$	$P(x < X) = 1 - P(X > x)$	$d^*(x-u)$	$F(x < X)$	
1	92.50	0.0222	0.9778	3.3354	0.9650	0.0128
2	75.20	0.0444	0.9556	2.3040	0.9050	0.0506
3	75.00	0.0667	0.9333	2.2921	0.9039	0.0295
4	73.00	0.0889	0.9111	2.1728	0.8924	0.0187
5	71.80	0.1111	0.8889	2.1013	0.8849	0.0040
6	71.00	0.1333	0.8667	2.0536	0.8796	0.0129
7	68.10	0.1556	0.8444	1.8807	0.8586	0.0141
8	66.30	0.1778	0.8222	1.7734	0.8439	0.0216
9	65.40	0.2000	0.8000	1.7197	0.8360	0.0360
10	64.20	0.2222	0.7778	1.6482	0.8250	0.0472
11	63.00	0.2444	0.7556	1.5767	0.8133	0.0577
12	60.20	0.2667	0.7333	1.4097	0.7833	0.0500
13	60.10	0.2889	0.7111	1.4038	0.7822	0.0711
14	60.00	0.3111	0.6889	1.3978	0.7810	0.0921
15	58.00	0.3333	0.6667	1.2786	0.7570	0.0903
16	56.30	0.3556	0.6444	1.1772	0.7348	0.0904
17	54.80	0.3778	0.6222	1.0878	0.7139	0.0917
18	54.40	0.4000	0.6000	1.0640	0.7082	0.1082
19	53.00	0.4222	0.5778	0.9805	0.6872	0.1094
20	52.80	0.4444	0.5556	0.9686	0.6841	0.1286
21	51.20	0.4667	0.5333	0.8732	0.6586	0.1253
22	51.00	0.4889	0.5111	0.8613	0.6553	0.1442
23	50.40	0.5111	0.4889	0.8255	0.6453	0.1564
24	50.00	0.5333	0.4667	0.8017	0.6385	0.1719
25	49.90	0.5556	0.4444	0.7957	0.6368	0.1924
26	49.20	0.5778	0.4222	0.7540	0.6247	0.2025

27	47.80	0.6000	0.4000	0.6705	0.5996	0.1996
28	42.90	0.6222	0.3778	0.3784	0.5041	0.1263
29	39.00	0.6444	0.3556	0.1459	0.4214	0.0658
30	34.00	0.6667	0.3333	-0.1522	0.3121	0.0212
31	32.40	0.6889	0.3111	-0.2476	0.2778	0.0333
32	32.40	0.7111	0.2889	-0.2476	0.2778	0.0111
33	27.00	0.7333	0.2667	-0.5695	0.1708	0.0959
34	25.50	0.7556	0.2444	-0.6589	0.1448	0.0997
35	25.00	0.7778	0.2222	-0.6888	0.1365	0.0857
36	24.00	0.8000	0.2000	-0.7484	0.1208	0.0792
37	20.60	0.8222	0.1778	-0.9511	0.0751	0.1026
38	17.80	0.8444	0.1556	-1.1180	0.0469	0.1086
39	15.40	0.8667	0.1333	-1.2611	0.0293	0.1040
40	15.00	0.8889	0.1111	-1.2849	0.0269	0.0842
41	13.70	0.9111	0.0889	-1.3624	0.0201	0.0688
42	10.60	0.9333	0.0667	-1.5472	0.0091	0.0576
43	8.10	0.9556	0.0444	-1.6963	0.0043	0.0402
44	6.30	0.9778	0.0222	-1.8036	0.0023	0.0199

Fuente. Elaboración propia

Los niveles de significancia " α " = 0.05. Anexo 006 (Valores críticos para la prueba Kolmogorov - Smirnov de bondad del ajuste) se obtiene lo siguiente:

$$N = 44$$

$$\Delta_0 = 1.36/\sqrt{N} = 1.36/\sqrt{44} = 0.2050$$

De los datos de la tabla 18 se tiene:

$$\Delta_{\text{Máx.}} = 0.2025$$

Como: $\Delta_{\text{Máx.}} \text{ datos} < \Delta_0$ se acepta, la información es confiable en un 95%.

3.1.4.3. Prueba de Bondad de Ajuste para 30 minutos

Tabla 21. Desarrollo de la prueba de bondad de ajuste Kolmogorov-Smirnov para el método de Gumbel y Gumbel tipo I. Para 30 minutos

m	I. máx	Probabilidad empírica		Probabilidad teórica		Diferencia
		$P(x > X) = m/(N+1)$	$P(x < X) = 1 - P(X > x)$	$d^*(x-u)$	$F(x < X)$	
1	41.00	0.0222	0.9778	2.5375	0.9240	0.0538
2	40.60	0.0444	0.9556	2.4884	0.9203	0.0352
3	38.00	0.0667	0.9333	2.1688	0.8920	0.0414
4	37.90	0.0889	0.9111	2.1565	0.8907	0.0204

5	37.20	0.1111	0.8889	2.0705	0.8815	0.0074
6	37.00	0.1333	0.8667	2.0459	0.8787	0.0121
7	37.00	0.1556	0.8444	2.0459	0.8787	0.0343
8	36.20	0.1778	0.8222	1.9476	0.8671	0.0449
9	35.00	0.2000	0.8000	1.8001	0.8477	0.0477
10	34.00	0.2222	0.7778	1.6772	0.8295	0.0517
11	34.00	0.2444	0.7556	1.6772	0.8295	0.0740
12	34.00	0.2667	0.7333	1.6772	0.8295	0.0962
13	33.80	0.2889	0.7111	1.6526	0.8257	0.1146
14	32.40	0.3111	0.6889	1.4805	0.7965	0.1076
15	31.40	0.3333	0.6667	1.3576	0.7732	0.1065
16	30.10	0.3556	0.6444	1.1978	0.7394	0.0950
17	29.40	0.3778	0.6222	1.1118	0.7197	0.0974
18	29.10	0.4000	0.6000	1.0749	0.7108	0.1108
19	28.70	0.4222	0.5778	1.0258	0.6987	0.1209
20	28.00	0.4444	0.5556	0.9397	0.6766	0.1210
21	28.00	0.4667	0.5333	0.9397	0.6766	0.1432
22	27.60	0.4889	0.5111	0.8906	0.6634	0.1523
23	25.60	0.5111	0.4889	0.6447	0.5917	0.1028
24	25.40	0.5333	0.4667	0.6202	0.5840	0.1173
25	24.90	0.5556	0.4444	0.5587	0.5644	0.1200
26	24.00	0.5778	0.4222	0.4481	0.5279	0.1057
27	24.00	0.6000	0.4000	0.4481	0.5279	0.1279
28	23.00	0.6222	0.3778	0.3252	0.4856	0.1078
29	23.00	0.6444	0.3556	0.3252	0.4856	0.1300
30	21.60	0.6667	0.3333	0.1531	0.4240	0.0907
31	21.00	0.6889	0.3111	0.0794	0.3970	0.0859
32	20.10	0.7111	0.2889	-0.0312	0.3564	0.0675
33	19.00	0.7333	0.2667	-0.1664	0.3069	0.0403
34	14.60	0.7556	0.2444	-0.7072	0.1316	0.1129
35	13.80	0.7778	0.2222	-0.8056	0.1067	0.1155
36	13.70	0.8000	0.2000	-0.8178	0.1038	0.0962
37	11.00	0.8222	0.1778	-1.1497	0.0425	0.1352
38	10.60	0.8444	0.1556	-1.1989	0.0363	0.1193
39	10.30	0.8667	0.1333	-1.2357	0.0320	0.1013
40	9.20	0.8889	0.1111	-1.3709	0.0195	0.0916
41	8.20	0.9111	0.0889	-1.4938	0.0116	0.0773
42	8.10	0.9333	0.0667	-1.5061	0.0110	0.0557
43	5.50	0.9556	0.0444	-1.8257	0.0020	0.0424
44	5.20	0.9778	0.0222	-1.8626	0.0016	0.0206

Fuente. Elaboración propia

Los niveles de significancia " α " = 0.05. Anexo 006 (Valores críticos para la prueba

Kolmogorov - Smirnov de bondad del ajuste) se obtiene lo siguiente:

$$N = 44$$

$$\Delta_0 = 1.36/\sqrt{N} = 1.36/\sqrt{44} = 0.2050$$

De los datos de la tabla 18 se tiene:

$$\Delta M_{\text{máx.}} = 0.1523$$

Como: $\Delta M_{\text{máx.}} \text{ datos} < \Delta o$ se acepta, la información es confiable en un 95%.

3.1.4.4. Prueba de Bondad de Ajuste para 60 minutos

Tabla 22. Desarrollo de la prueba de bondad de ajuste Kolmogorov-Smirnov para el método de Gumbel y Gumbel tipo I. Para 60 minutos

m	I. máx	Probabilidad empírica		Probabilidad teórica		Diferencia
		$P(x > X) = \frac{m}{(N+1)}$	$P(x < X) = 1 - P(X > x)$	$d^*(x-u)$	$F(x < X)$	
1	34.00	0.0222	0.9778	3.8002	0.9779	0.0001
2	34.00	0.0444	0.9556	3.8002	0.9779	0.0223
3	27.10	0.0667	0.9333	2.5592	0.9256	0.0078
4	26.00	0.0889	0.9111	2.3614	0.9100	0.0011
5	24.70	0.1111	0.8889	2.1276	0.8877	0.0012
6	23.70	0.1333	0.8667	1.9477	0.8671	0.0004
7	23.10	0.1556	0.8444	1.8398	0.8531	0.0087
8	23.00	0.1778	0.8222	1.8219	0.8507	0.0285
9	23.00	0.2000	0.8000	1.8219	0.8507	0.0507
10	21.10	0.2222	0.7778	1.4801	0.7964	0.0187
11	21.00	0.2444	0.7556	1.4621	0.7932	0.0376
12	19.00	0.2667	0.7333	1.1024	0.7174	0.0159
13	18.00	0.2889	0.7111	0.9226	0.6720	0.0391
14	18.00	0.3111	0.6889	0.9226	0.6720	0.0169
15	17.90	0.3333	0.6667	0.9046	0.6672	0.0005
16	17.90	0.3556	0.6444	0.9046	0.6672	0.0227
17	17.28	0.3778	0.6222	0.7931	0.6361	0.0139
18	17.20	0.4000	0.6000	0.7787	0.6319	0.0319
19	17.00	0.4222	0.5778	0.7427	0.6214	0.0436
20	16.70	0.4444	0.5556	0.6888	0.6052	0.0496
21	16.00	0.4667	0.5333	0.5629	0.5658	0.0324
22	16.00	0.4889	0.5111	0.5629	0.5658	0.0547
23	15.81	0.5111	0.4889	0.5287	0.5547	0.0658
24	15.60	0.5333	0.4667	0.4909	0.5422	0.0756
25	15.60	0.5556	0.4444	0.4909	0.5422	0.0978
26	15.50	0.5778	0.4222	0.4730	0.5362	0.1140
27	14.70	0.6000	0.4000	0.3291	0.4870	0.0870
28	14.00	0.6222	0.3778	0.2032	0.4421	0.0644
29	13.80	0.6444	0.3556	0.1672	0.4291	0.0736
30	13.70	0.6667	0.3333	0.1492	0.4226	0.0892
31	13.20	0.6889	0.3111	0.0593	0.3897	0.0786

32	12.00	0.7111	0.2889	-0.1565	0.3105	0.0217
33	11.00	0.7333	0.2667	-0.3364	0.2466	0.0200
34	10.60	0.7556	0.2444	-0.4083	0.2222	0.0223
35	10.10	0.7778	0.2222	-0.4982	0.1929	0.0294
36	10.00	0.8000	0.2000	-0.5162	0.1872	0.0128
37	8.70	0.8222	0.1778	-0.7500	0.1204	0.0574
38	8.10	0.8444	0.1556	-0.8580	0.0946	0.0610
39	7.80	0.8667	0.1333	-0.9119	0.0830	0.0503
40	7.10	0.8889	0.1111	-1.0378	0.0594	0.0517
41	6.40	0.9111	0.0889	-1.1637	0.0407	0.0482
42	5.40	0.9333	0.0667	-1.3436	0.0217	0.0450
43	3.90	0.9556	0.0444	-1.6133	0.0066	0.0378
44	2.80	0.9778	0.0222	-1.8112	0.0022	0.0200

Fuente. Elaboración propia

Los niveles de significancia " α " =0.05. Anexo 006 (Valores críticos para la prueba Kolmogorov - Smirnov de bondad del ajuste) se obtiene lo siguiente:

$$N= 44$$

$$\Delta_0 = 1.36/\sqrt{N} = 1.36/\sqrt{44} = 0.2050$$

De los datos de la tabla 18 se tiene:

$$\Delta_{\text{Máx.}} = 0.1140$$

Como: $\Delta_{\text{Máx.}} \text{ datos} < \Delta_0$ se acepta, la información es confiable en un 95%.

3.1.4.5. Prueba de Bondad de Ajuste para 120 minutos

Tabla 23. Desarrollo de la prueba de bondad de ajuste Kolmogorov-Smirnov para el método de Gumbel y Gumbel tipo I. Para 120 minutos

m	I. máx	Probabilidad empírica		Probabilidad teórica		Diferencia
		$P(x>X)=$ $m/(N+1)$	$P(x<X)=1 -$ $P(X>x)$	$d^*(x-u)$	$F(x<X)$	
1	19.00	0.0222	0.9778	3.6939	0.9754	0.0023
2	17.00	0.0444	0.9556	3.0956	0.9558	0.0002
3	14.00	0.0667	0.9333	2.1981	0.8949	0.0384
4	14.00	0.0889	0.9111	2.1981	0.8949	0.0162
5	14.00	0.1111	0.8889	2.1981	0.8949	0.0060
6	13.50	0.1333	0.8667	2.0485	0.8790	0.0124

7	13.30	0.1556	0.8444	1.9886	0.8721	0.0276
8	13.00	0.1778	0.8222	1.8989	0.8609	0.0387
9	12.40	0.2000	0.8000	1.7194	0.8360	0.0360
10	12.00	0.2222	0.7778	1.5997	0.8171	0.0394
11	11.10	0.2444	0.7556	1.3305	0.7677	0.0121
12	11.00	0.2667	0.7333	1.3005	0.7616	0.0282
13	11.00	0.2889	0.7111	1.3005	0.7616	0.0504
14	11.00	0.3111	0.6889	1.3005	0.7616	0.0727
15	10.00	0.3333	0.6667	1.0014	0.6925	0.0259
16	10.00	0.3556	0.6444	1.0014	0.6925	0.0481
17	9.80	0.3778	0.6222	0.9415	0.6770	0.0548
18	9.70	0.4000	0.6000	0.9116	0.6691	0.0691
19	9.60	0.4222	0.5778	0.8817	0.6609	0.0832
20	9.30	0.4444	0.5556	0.7919	0.6357	0.0802
21	9.30	0.4667	0.5333	0.7919	0.6357	0.1024
22	9.00	0.4889	0.5111	0.7022	0.6093	0.0982
23	8.90	0.5111	0.4889	0.6723	0.6002	0.1113
24	8.80	0.5333	0.4667	0.6424	0.5909	0.1243
25	8.20	0.5556	0.4444	0.4628	0.5329	0.0884
26	8.10	0.5778	0.4222	0.4329	0.5228	0.1006
27	8.00	0.6000	0.4000	0.4030	0.5126	0.1126
28	7.95	0.6222	0.3778	0.3881	0.5074	0.1297
29	7.90	0.6444	0.3556	0.3731	0.5023	0.1467
30	7.60	0.6667	0.3333	0.2833	0.4708	0.1375
31	6.00	0.6889	0.3111	-0.1953	0.2965	0.0146
32	5.30	0.7111	0.2889	-0.4048	0.2234	0.0655
33	5.00	0.7333	0.2667	-0.4945	0.1940	0.0726
34	4.60	0.7556	0.2444	-0.6142	0.1575	0.0869
35	4.40	0.7778	0.2222	-0.6740	0.1406	0.0817
36	4.40	0.8000	0.2000	-0.6740	0.1406	0.0594
37	4.20	0.8222	0.1778	-0.7338	0.1245	0.0532
38	4.00	0.8444	0.1556	-0.7937	0.1095	0.0460
39	3.20	0.8667	0.1333	-1.0330	0.0602	0.0731
40	2.38	0.8889	0.1111	-1.2783	0.0276	0.0835
41	2.30	0.9111	0.0889	-1.3023	0.0253	0.0636
42	1.27	0.9333	0.0667	-1.6104	0.0067	0.0600
43	1.18	0.9556	0.0444	-1.6374	0.0058	0.0386
44	0.93	0.9778	0.0222	-1.7121	0.0039	0.0183

Fuente. Elaboración propia

Los niveles de significancia " α " =0.05. Anexo 006 (Valores críticos para la prueba

Kolmogorov - Smirnov de bondad del ajuste) se obtiene lo siguiente:

N= 44

$$\Delta o = 1.36/\sqrt{N} = 1.36/\sqrt{44} = 0.2050$$

De los datos de la tabla 18 se tiene:

$$\Delta \text{Máx.} = 0.1467$$

Como: $\Delta \text{Máx. datos} < \Delta o$ se acepta, la información es confiable en un 95%.

Tabla 24. Intensidades para distintos periodos de retorno

Tr (años)	Tiempo				
	5 min	10 min	30 min	60 min	120 min
2	55.6594	42.7033	23.3374	14.9090	7.8785
5	82.1458	61.7227	32.5628	21.2134	11.6685
10	99.6822	74.3153	38.6708	25.3875	14.1778
25	121.8394	90.2260	46.3883	30.6615	17.3483
40	133.0028	98.2422	50.2766	33.3186	18.9457
50	138.2768	102.0294	52.1136	34.5740	19.7004
100	154.5930	113.7457	57.7966	38.4576	22.0351
500	192.2970	140.8203	70.9292	47.4321	27.4302

Fuente. Elaboración propia

De acuerdo a los parámetros realizados tenemos la Intensidad máxima de 133.0028 mm/h, teniendo para los primeros 5 minutos, en este periodo de tiempo la lluvia es más intensa, con un tiempo de retorno de 40 años.

3.1.5. Determinación de área de estudio

Se delimitó el área de estudio mediante el programa Arc Gis, para verificar los afluentes que discurren por la zona de trabajo.

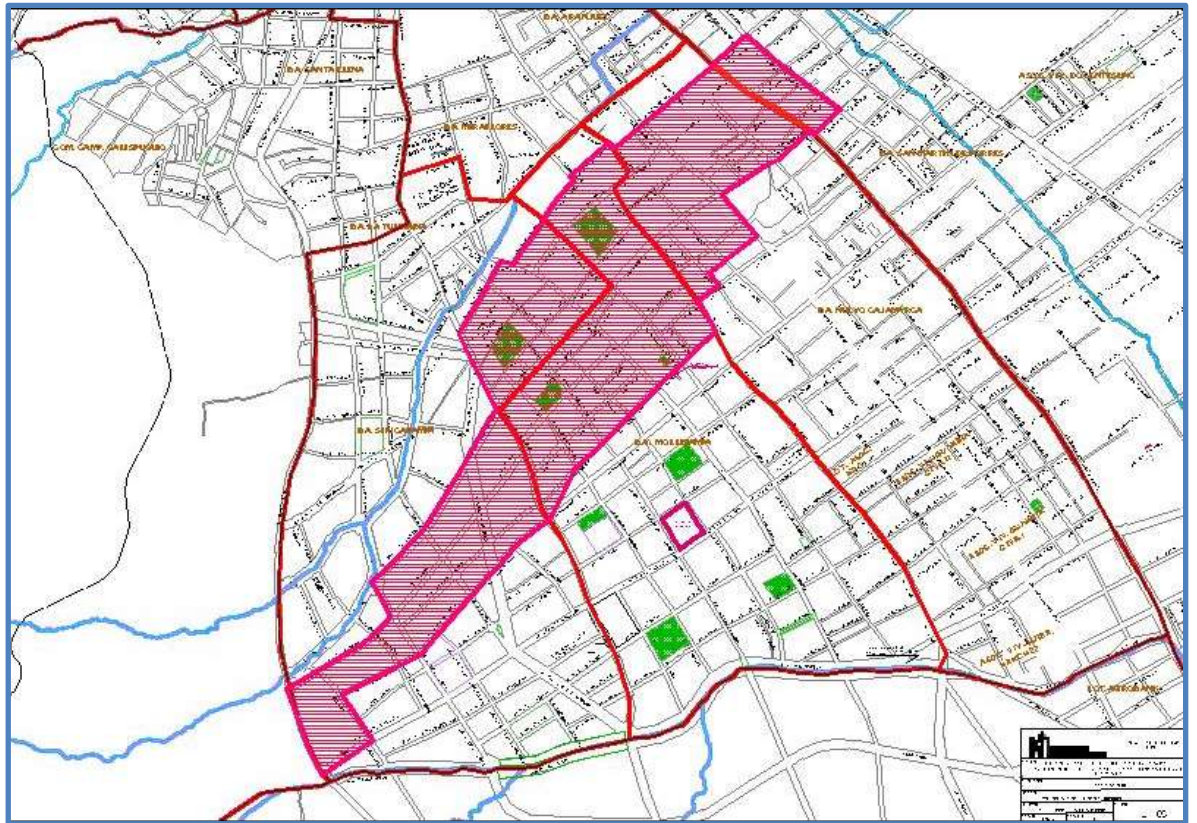


Figure 22. Área de la cuenca

Orden de la corriente:

Haciendo el análisis Fisiográfico de la red de drenaje, aplicando el parámetro de Número de Orden, se obtiene que la cuenca es de 2 orden

Drenajes existentes



Figure 23. Drenaje subterráneo de la avenida San Martín de Porres



Figure 24. Drenaje superficial de la avenida San Martín de Porres

3.1.6. Determinación de las áreas Tributarias

En este punto nos apoyamos del plano de catastro de la ciudad Cajamarca, luego con tablas con la ayuda de tablas se mostrará los datos de las áreas colectoras de lluvia de la zona urbana en estudio, las cuales serán usadas posteriormente para el cálculo de los caudales de diseño de los colectores; estas áreas fueron divididas

en función al planteamiento hidráulico de los colectores, el nombre o nomenclatura de las áreas tienen el siguiente patrón indicador por ejemplo: A1, donde la letra A es el prefijo de área. Anexo 006.

Tabla 25. *Tiempo de concentración*

Zona	i Sub índice	Ai (m ²)	Ai (ha)	Li (m)	Δh (m)	Si (%)	ni manning (flujo superficial)	t ₀ (min)	t _v (min)	t _{ci} (min)	t _{ci} (*) (min) OS. 060
Vivienda	A1	2517.5721	0.25175721	96.7965	15.00	15.50	0.05	0.23	1.61	1.84	10.00
Vivienda	A2	11851.2866	1.18512866	243.1877	12.00	4.93	0.05	0.72	4.05	4.78	10.00
Vivienda	A3	11110.1277	1.11101277	233.291	13.00	5.57	0.05	0.67	3.89	4.56	10.00
Vivienda	A4	5392.2311	0.53922311	160.2137	5.00	3.12	0.05	0.63	2.67	3.30	10.00
Vivienda	A5	2995.9404	0.29959404	87.6591	1.00	1.14	0.05	0.58	1.46	2.04	10.00
Vivienda	A6	5406.0895	0.54060895	177.1109	19.50	11.01	0.05	0.42	2.95	3.37	10.00
Vivienda	A7	5616.4676	0.56164676	180.4068	17.00	9.42	0.05	0.45	3.01	3.46	10.00
Vivienda	A8	2620.4679	0.26204679	104.7058	4.00	3.82	0.05	0.42	1.75	2.16	10.00
Vivienda	A9	2668.0644	0.26680644	104.7058	3.50	3.34	0.05	0.44	1.75	2.19	10.00
Vivienda	A10	1387.3658	0.13873658	74.5994	7.00	9.38	0.05	0.23	1.24	1.47	10.00
Vivienda	A11	2342.9155	0.23429155	126.6215	3.50	2.76	0.05	0.55	2.11	2.66	10.00
Vivienda	A12	926.8638	0.09268638	60.1685	7.00	11.63	0.05	0.18	1.00	1.18	10.00
Vivienda	A13	1927.1522	0.19271522	87.7987	3.00	3.42	0.05	0.38	1.46	1.84	10.00
Vivienda	A14	382.332	0.0382332	38.8228	1.00	2.58	0.05	0.23	0.65	0.87	10.00
Vivienda	A15	2608.9545	0.26089545	102.5299	2.50	2.44	0.05	0.49	1.71	2.20	10.00
Vivienda	A16	6525.3714	0.65253714	213.986	14.00	6.54	0.05	0.59	3.57	4.16	10.00
Vivienda	A17	6366.6708	0.63666708	208.7803	13.00	6.23	0.05	0.59	3.48	4.07	10.00
Vivienda	A18	5095.081	0.5095081	208.7803	12.50	5.99	0.05	0.60	3.48	4.08	10.00
Vivienda	A19	3903.9521	0.39039521	212.2013	12.50	5.89	0.05	0.61	3.54	4.15	10.00
Vivienda	A20	6838.8049	0.68388049	212.2013	13.00	6.13	0.05	0.60	3.54	4.14	10.00
Vivienda	A21	7463.9802	0.74639802	197.16	7.00	3.55	0.05	0.70	3.29	3.99	10.00
Vivienda	A22	1223.3317	0.12233317	69.9523	1.50	2.14	0.05	0.38	1.17	1.55	10.00
Vivienda	A23	928.2324	0.09282324	60.9338	1.00	1.64	0.05	0.38	1.02	1.40	10.00
Vivienda	A24	1700.4765	0.17004765	82.4737	3.00	3.64	0.05	0.35	1.37	1.73	10.00
Vivienda	A25	1700.4765	0.17004765	82.4737	2.50	3.03	0.05	0.38	1.37	1.75	10.00
Vivienda	A26	928.2324	0.09282324	60.9338	1.00	1.64	0.05	0.38	1.02	1.40	10.00
Vivienda	A27	1223.3317	0.12233317	69.9523	2.00	2.86	0.05	0.34	1.17	1.51	10.00
Vivienda	A28	2450.9991	0.24509991	94.6395	7.00	7.40	0.05	0.30	1.58	1.88	10.00
Vivienda	A29	2047.4295	0.20474295	121.7669	7.00	5.75	0.05	0.40	2.03	2.43	10.00
Vivienda	A30	4197.22	0.419722	121.7669	7.00	5.75	0.05	0.40	2.03	2.43	10.00
Vivienda	A31	2288.8775	0.22888775	165.5054	10.50	6.34	0.05	0.49	2.76	3.25	10.00
Vivienda	A32	5490.7833	0.54907833	165.5054	11.00	6.65	0.05	0.48	2.76	3.24	10.00
Vivienda	A33	7681.0859	0.76810859	233.6889	18.50	7.92	0.05	0.59	3.89	4.48	10.00
Vivienda	A34	2882.5751	0.28825751	140.9215	4.50	3.19	0.05	0.56	2.35	2.91	10.00
Vivienda	A35	2390.2772	0.23902772	97.7809	4.50	4.60	0.05	0.37	1.63	2.00	10.00
Vivienda	A36	1310.4583	0.13104583	72.4005	2.00	2.76	0.05	0.36	1.21	1.56	10.00
Vivienda	A37	1310.4583	0.13104583	72.4005	1.50	2.07	0.05	0.40	1.21	1.61	10.00
Vivienda	A38	2390.2772	0.23902772	97.7809	4.50	4.60	0.05	0.37	1.63	2.00	10.00
Vivienda	A39	4964.7195	0.49647195	140.9215	4.50	3.19	0.05	0.56	2.35	2.91	10.00
Vivienda	A40	6869.8996	0.68698996	155.4708	14.50	9.33	0.05	0.40	2.59	2.99	10.00
Vivienda	A41	5926.1723	0.59261723	196.8072	15.00	7.62	0.05	0.52	3.28	3.80	10.00
Vivienda	A42	6214.0244	0.62140244	196.8072	15.00	7.62	0.05	0.52	3.28	3.80	10.00
Vivienda	A43	6085.654	0.6085654	176.7832	15.00	8.48	0.05	0.46	2.95	3.41	10.00
Vivienda	A44	5835.7719	0.58357719	176.7832	14.50	8.20	0.05	0.47	2.95	3.41	10.00

“Comportamiento del sistema de drenaje pluvial ante precipitaciones extremas en la avenida San Martín de Porres - Cajamarca”

Vivienda	A45	2202.2915	0.22022915	205.2365	14.00	6.82	0.05	0.56	3.42	3.98	10.00
Vivienda	A46	515.4048	0.05154048	45.4368	3.00	6.60	0.05	0.18	0.76	0.94	10.00
Vivienda	A47	4392.5302	0.43925302	140.9033	5.00	3.55	0.05	0.54	2.35	2.89	10.00
Vivienda	A48	2478.3239	0.24783239	144.1928	4.50	3.12	0.05	0.58	2.40	2.98	10.00
Vivienda	A49	2968.5401	0.29685401	108.9686	2.50	2.29	0.05	0.52	1.82	2.34	10.00
Vivienda	A50	1319.6309	0.13196309	66.7424	3.00	4.49	0.05	0.28	1.11	1.39	10.00
Vivienda	A51	840.7379	0.08407379	57.1363	2.00	3.50	0.05	0.27	0.95	1.22	10.00
Vivienda	A52	2832.1881	0.28321881	105.2539	3.00	2.85	0.05	0.47	1.75	2.22	10.00
Vivienda	A53	2064.9641	0.20649641	89.5989	3.50	3.91	0.05	0.37	1.49	1.86	10.00
Vivienda	A54	807.5927	0.08075927	90.2432	2.50	2.77	0.05	0.42	1.50	1.93	10.00
Vivienda	A55	5340.5831	0.53405831	144.3179	7.00	4.85	0.05	0.49	2.41	2.89	10.00
Vivienda	A56	2323.133	0.2323133	114.3477	7.00	6.12	0.05	0.37	1.91	2.28	10.00
Vivienda	A57	2230.7738	0.22307738	114.3477	7.00	6.12	0.05	0.37	1.91	2.28	10.00
Vivienda	A58	2345.5011	0.23455011	98.8618	5.00	5.06	0.05	0.36	1.65	2.01	10.00
Vivienda	A59	2131.4039	0.21314039	98.8618	4.50	4.55	0.05	0.37	1.65	2.02	10.00
Vivienda	A60	1673.084	0.1673084	78.8723	3.50	4.44	0.05	0.32	1.31	1.63	10.00
Vivienda	A61	1077.4927	0.10774927	78.8723	4.00	5.07	0.05	0.30	1.31	1.62	10.00
Vivienda	A62	1155.1537	0.11551537	60.8938	6.00	9.85	0.05	0.19	1.01	1.21	10.00
Vivienda	A63	807.8012	0.08078012	74.0603	6.50	8.78	0.05	0.23	1.23	1.47	10.00
Vivienda	A64	798.0676	0.07980676	65.304	4.00	6.13	0.05	0.24	1.09	1.33	10.00
Vivienda	A65	4410.9314	0.44109314	198.4302	8.50	4.28	0.05	0.65	3.31	3.96	10.00
Vivienda	A66	6515.0076	0.65150076	155.8764	7.00	4.49	0.05	0.53	2.60	3.13	10.00
Vivienda	A67	2826.6274	0.28266274	106.3792	1.00	0.94	0.05	0.73	1.77	2.50	10.00
Vivienda	A68	755.8025	0.07558025	70.2671	0.50	0.71	0.05	0.59	1.17	1.76	10.00
Vivienda	A69	757.1516	0.07571516	55.015	4.00	7.27	0.05	0.20	0.92	1.12	10.00
Vivienda	A70	2527.3899	0.25273899	107.3507	2.00	1.86	0.05	0.56	1.79	2.35	10.00
Vivienda	A71	1998.7485	0.19987485	89.4392	1.50	1.68	0.05	0.51	1.49	2.00	10.00
Vivienda	A72	1357.8702	0.13578702	73.699	2.50	3.39	0.05	0.33	1.23	1.56	10.00
Vivienda	A73	1357.8702	0.13578702	73.699	2.50	3.39	0.05	0.33	1.23	1.56	10.00
Vivienda	A74	2071.0806	0.20710806	89.4392	2.00	2.24	0.05	0.46	1.49	1.95	10.00
A. verde	A75	661.2444	0.06612444	53.3354	1.00	1.87	0.05	0.33	0.89	1.22	10.00
Vivienda	A76	728.6116	0.07286116	54.082	1.00	1.85	0.05	0.33	0.90	1.23	10.00
Vivienda	A77	756.66	0.075666	55.015	4.00	7.27	0.05	0.20	0.92	1.12	10.00
A. verde	A78	1235.307	0.1235307	70.2671	0.50	0.71	0.05	0.59	1.17	1.76	10.00
A. verde	A79	1962.6873	0.19626873	88.7079	3.00	3.38	0.05	0.39	1.48	1.86	10.00
A. verde	A80	1891.4192	0.18914192	97.685	2.50	2.56	0.05	0.46	1.63	2.09	10.00
Vivienda	A81	779.2163	0.07792163	55.7873	4.00	7.17	0.05	0.20	0.93	1.13	10.00
Vivienda	A82	768.335	0.0768335	55.3964	5.00	9.03	0.05	0.18	0.92	1.11	10.00
Vivienda	A83	1932.3641	0.19323641	100.339	4.50	4.48	0.05	0.38	1.67	2.05	10.00
Vivienda	A84	1999.0055	0.19990055	92.4365	4.50	4.87	0.05	0.35	1.54	1.89	10.00
A. verde	A85	1552.2755	0.15522755	92.4365	5.00	5.41	0.05	0.33	1.54	1.87	10.00
A. verde	A86	1711.4421	0.17114421	85.1823	4.00	4.70	0.05	0.33	1.42	1.75	10.00
Vivienda	A87	1899.4116	0.18994116	85.1823	4.00	4.70	0.05	0.33	1.42	1.75	10.00
Vivienda	A88	1913.9168	0.19139168	95.8757	3.50	3.65	0.05	0.40	1.60	2.00	10.00
Vivienda	A89	2190.286	0.2190286	95.8757	4.00	4.17	0.05	0.38	1.60	1.98	10.00
Vivienda	A90	2169.8975	0.21698975	98.8528	6.00	6.07	0.05	0.33	1.65	1.98	10.00
Vivienda	A91	1417.0295	0.14170295	75.3341	1.00	1.33	0.05	0.49	1.26	1.74	10.00
Vivienda	A92	2192.6153	0.21926153	92.2476	2.00	2.17	0.05	0.47	1.54	2.01	10.00
A. verde	A93	685.8581	0.06858581	52.4794	2.00	3.81	0.05	0.25	0.87	1.12	10.00

**“Comportamiento del sistema de drenaje pluvial ante precipitaciones
extremas en la avenida San Martín de Porres - Cajamarca”**

Vivienda	A94	926.6132	0.09266132	63.9718	1.00	1.56	0.05	0.40	1.07	1.47	10.00
Vivienda	A95	790.8139	0.07908139	56.2433	2.50	4.44	0.05	0.24	0.94	1.18	10.00
A. verde	A96	1809.7255	0.18097255	85.3861	1.00	1.17	0.05	0.56	1.42	1.99	10.00
Vivienda	A97	770.621	0.0770621	56.2433	2.50	4.44	0.05	0.24	0.94	1.18	10.00
Vivienda	A98	541.8337	0.05418337	45.092	0.50	1.11	0.05	0.35	0.75	1.10	10.00
Vivienda	A99	555.296	0.0555296	48.7391	1.50	3.08	0.05	0.25	0.81	1.06	10.00
Vivienda	A100	749.7203	0.07497203	55.4932	1.00	1.80	0.05	0.34	0.92	1.27	10.00
Vivienda	A101	1506.7417	0.15067417	75.3341	1.00	1.33	0.05	0.49	1.26	1.74	10.00
Vivienda	A102	2129.7597	0.21297597	92.2476	2.00	2.17	0.05	0.47	1.54	2.01	10.00
Vivienda	A103	1005.7406	0.10057406	63.9718	2.20	3.44	0.05	0.30	1.07	1.36	10.00
Vivienda	A104	555.1209	0.05551209	48.7878	0.80	1.64	0.05	0.32	0.81	1.13	10.00
Vivienda	A105	794.9557	0.07949557	55.4932	1.00	1.80	0.05	0.34	0.92	1.27	10.00
Vivienda	A106	1368.7654	0.13687654	85.3861	1.00	1.17	0.05	0.56	1.42	1.99	10.00
Vivienda	A107	440.1113	0.04401113	43.7616	2.00	4.57	0.05	0.20	0.73	0.93	10.00
Vivienda	A108	560.9152	0.05609152	46.2668	0.60	1.30	0.05	0.34	0.77	1.11	10.00
Vivienda	A109	674.8319	0.06748319	52.5914	1.60	3.04	0.05	0.27	0.88	1.15	10.00
Vivienda	A110	756.4525	0.07564525	55.5976	2.00	3.60	0.05	0.26	0.93	1.19	10.00
Vivienda	A111	782.0947	0.07820947	55.5976	2.00	3.60	0.05	0.26	0.93	1.19	10.00
Vivienda	A112	928.3176	0.09283176	62.6492	2.40	3.83	0.05	0.28	1.04	1.33	10.00
Vivienda	A113	1125.6939	0.11256939	62.6492	2.40	3.83	0.05	0.28	1.04	1.33	10.00
Vivienda	A114	1186.0133	0.11860133	74.9548	2.70	3.60	0.05	0.33	1.25	1.58	10.00
Vivienda	A115	1651.6081	0.16516081	74.9548	2.70	3.60	0.05	0.33	1.25	1.58	10.00
Vivienda	A116	1500.9792	0.15009792	85.93	4.00	4.65	0.05	0.33	1.43	1.76	10.00
Vivienda	A117	2148.8591	0.21488591	85.93	4.00	4.65	0.05	0.33	1.43	1.76	10.00
Vivienda	A118	2037.3854	0.20373854	106.941	4.40	4.11	0.05	0.41	1.78	2.20	10.00
Vivienda	A119	1173.4469	0.11734469	69.2501	0.60	0.87	0.05	0.54	1.15	1.69	10.00
Vivienda	A120	2182.7141	0.21827141	93.7882	0.70	0.75	0.05	0.72	1.56	2.28	10.00
Vivienda	A121	880.5193	0.08805193	59.2273	1.90	3.21	0.05	0.29	0.99	1.28	10.00
Vivienda	A122	674.1246	0.06741246	50.9187	0.40	0.79	0.05	0.44	0.85	1.29	10.00
Vivienda	A123	790.3168	0.07903168	57.4464	0.60	1.04	0.05	0.43	0.96	1.39	10.00
Vivienda	A124	1496.5904	0.14965904	85.5059	2.40	2.81	0.05	0.40	1.43	1.83	10.00
Vivienda	A125	3617.4079	0.36174079	106.3792	1.00	0.94	0.05	0.73	1.77	2.50	10.00
Vivienda	A126	1688.492	0.1688492	85.5059	2.40	2.81	0.05	0.40	1.43	1.83	10.00
Vivienda	A127	881.6235	0.08816235	57.4464	0.60	1.04	0.05	0.43	0.96	1.39	10.00
Vivienda	A128	629.6594	0.06296594	50.9187	0.40	0.79	0.05	0.44	0.85	1.29	10.00
Vivienda	A129	880.5327	0.08805327	59.2273	1.90	3.21	0.05	0.29	0.99	1.28	10.00
Vivienda	A130	714.3712	0.07143712	53.1697	0.40	0.75	0.05	0.46	0.89	1.35	10.00
Vivienda	A131	330.9598	0.03309598	40.7518	0.30	0.74	0.05	0.38	0.68	1.06	10.00
Vivienda	A132	1105.3449	0.11053449	69.2501	0.60	0.87	0.05	0.54	1.15	1.69	10.00
Vivienda	A133	2475.143	0.2475143	103.7647	5.30	5.11	0.05	0.37	1.73	2.10	10.00
Vivienda	A134	2602.8846	0.26028846	111.2024	6.00	5.40	0.05	0.38	1.85	2.24	10.00
Vivienda	A135	2002.8557	0.20028557	111.2024	6.00	5.40	0.05	0.38	1.85	2.24	10.00
Vivienda	A136	2020.9641	0.20209641	110.6153	3.70	3.34	0.05	0.46	1.84	2.30	10.00
Vivienda	A137	2185.3851	0.21853851	110.6153	3.70	3.34	0.05	0.46	1.84	2.30	10.00
Vivienda	A138	2142.1434	0.21421434	110.9963	5.50	4.96	0.05	0.40	1.85	2.25	10.00
Vivienda	A139	2539.8668	0.25398668	110.9963	5.50	4.96	0.05	0.40	1.85	2.25	10.00
Vivienda	A140	2437.4434	0.24374434	113.153	3.90	3.45	0.05	0.46	1.89	2.35	10.00
Vivienda	A141	2152.7282	0.21527282	113.153	3.90	3.45	0.05	0.46	1.89	2.35	10.00

“Comportamiento del sistema de drenaje pluvial ante precipitaciones extremas en la avenida San Martín de Porres - Cajamarca”

Vivienda	A142	2098.7761	0.20987761	113.7149	3.80	3.34	0.05	0.47	1.90	2.36	10.00
Vivienda	A143	2562.3252	0.25623252	113.7149	3.80	3.34	0.05	0.47	1.90	2.36	10.00
Vivienda	A144	2434.8231	0.24348231	111.6414	4.40	3.94	0.05	0.43	1.86	2.29	10.00
Vivienda	A145	2890.6173	0.28906173	111.6414	4.40	3.94	0.05	0.43	1.86	2.29	10.00
Vivienda	A146	2740.6451	0.27406451	108.2517	3.00	2.77	0.05	0.49	1.80	2.29	10.00
Vivienda	A147	2873.595	0.2873595	108.2517	3.00	2.77	0.05	0.49	1.80	2.29	10.00
Vivienda	A148	1247.3815	0.12473815	68.9136	2.30	3.34	0.05	0.32	1.15	1.47	10.00
Vivienda	A149	3830.3615	0.38303615	142.9033	0.30	0.21	0.05	1.62	2.38	4.01	10.00
Vivienda	A150	1565.3001	0.15653001	76.7602	1.00	1.30	0.05	0.50	1.28	1.78	10.00
Vivienda	A151	986.1464	0.09861464	64.322	1.20	1.87	0.05	0.38	1.07	1.45	10.00
Vivienda	A152	462.5673	0.04625673	42.7445	0.30	0.70	0.05	0.40	0.71	1.12	10.00
Vivienda	A153	1011.106	0.1011106	63.5183	0.30	0.47	0.05	0.64	1.06	1.69	10.00
Vivienda	A154	595.7685	0.05957685	48.8175	2.20	4.51	0.05	0.22	0.81	1.03	10.00
Vivienda	A155	595.5892	0.05955892	48.8094	2.00	4.10	0.05	0.23	0.81	1.04	10.00
Vivienda	A156	1105.864	0.1105864	66.5102	1.30	1.95	0.05	0.38	1.11	1.49	10.00
Vivienda	A157	4951.7482	0.49517482	145.5689	2.30	1.58	0.05	0.76	2.43	3.18	10.00
Vivienda	A158	4253.3679	0.42533679	124.8329	0.20	0.16	0.05	1.62	2.08	3.70	10.00
Vivienda	A159	1040.1873	0.10401873	64.322	1.20	1.87	0.05	0.38	1.07	1.45	10.00
Vivienda	A160	3874.0891	0.38740891	125.1614	1.00	0.80	0.05	0.88	2.09	2.96	10.00
Vivienda	A161	1116.5897	0.11165897	60.4585	1.00	1.65	0.05	0.38	1.01	1.39	10.00
Vivienda	A162	2298.6462	0.22986462	150.0376	7.00	4.67	0.05	0.51	2.50	3.01	10.00
Vivienda	A163	3367.9552	0.33679552	125.6963	5.00	3.98	0.05	0.47	2.09	2.57	10.00
Vivienda	A164	3929.6026	0.39296026	125.6963	5.00	3.98	0.05	0.47	2.09	2.57	10.00
Vivienda	A165	3170.1885	0.31701885	111.8141	5.00	4.47	0.05	0.41	1.86	2.28	10.00
Vivienda	A166	2542.3073	0.25423073	111.8141	5.00	4.47	0.05	0.41	1.86	2.28	10.00
Vivienda	A167	2569.7688	0.25697688	110.0356	5.20	4.73	0.05	0.40	1.83	2.23	10.00
Vivienda	A168	2981.1307	0.29811307	110.0356	5.20	4.73	0.05	0.40	1.83	2.23	10.00
Vivienda	A169	2997.028	0.2997028	111.7258	4.57	4.09	0.05	0.43	1.86	2.29	10.00
Vivienda	A170	3150.6401	0.31506401	111.7258	4.57	4.09	0.05	0.43	1.86	2.29	10.00
Vivienda	A171	2279.6373	0.22796373	95.4865	5.30	5.55	0.05	0.34	1.59	1.93	10.00
Vivienda	A172	4772.7456	0.47727456	150.0651	1.57	1.05	0.05	0.91	2.50	3.41	10.00
Vivienda	A173	4092.7136	0.40927136	135.5644	0.43	0.32	0.05	1.33	2.26	3.59	10.00
Vivienda	A174	1152.077	0.1152077	70.736	1.00	1.41	0.05	0.45	1.18	1.63	10.00
Vivienda	A175	3757.3667	0.37573667	126.7109	1.00	0.79	0.05	0.89	2.11	3.00	10.00
Vivienda	A176	813.7443	0.08137443	57.0671	1.00	1.75	0.05	0.35	0.95	1.30	10.00
Vivienda	A177	675.2952	0.06752952	57.0671	1.00	1.75	0.05	0.35	0.95	1.30	10.00
Vivienda	A178	1890.1607	0.18901607	126.7109	1.00	0.79	0.05	0.89	2.11	3.00	10.00
Vivienda	A179	1283.2552	0.12832552	70.736	1.00	1.41	0.05	0.45	1.18	1.63	10.00
Vivienda	A180	5070.4395	0.50704395	135.5644	0.40	0.30	0.05	1.37	2.26	3.63	10.00
Vivienda	A181	850.9773	0.08509773	54.2236	0.50	0.92	0.05	0.44	0.90	1.34	10.00
Vivienda	A182	1500.7402	0.15007402	95.8355	1.00	1.04	0.05	0.64	1.60	2.24	10.00
Vivienda	A183	447.6271	0.04476271	42.3144	1.00	2.36	0.05	0.25	0.71	0.96	10.00
Vivienda	A184	379.7733	0.03797733	38.9689	2.00	5.13	0.05	0.17	0.65	0.82	10.00
Vivienda	A185	1541.5485	0.15415485	94.956	1.50	1.58	0.05	0.54	1.58	2.13	10.00
Vivienda	A186	3254.4988	0.32544988	140.1573	7.00	4.99	0.05	0.47	2.34	2.81	10.00
Vivienda	A187	2764.4201	0.27644201	142.487	6.56	4.60	0.05	0.49	2.37	2.87	10.00
Vivienda	A188	5909.8554	0.59098554	142.487	6.56	4.60	0.05	0.49	2.37	2.87	10.00

“Comportamiento del sistema de drenaje pluvial ante precipitaciones extremas en la avenida San Martín de Porres - Cajamarca”

Vivienda	A189	5053.4732	0.50534732	162.468	7.00	4.31	0.05	0.56	2.71	3.27	10.00
Vivienda	A190	5352.6574	0.53526574	162.468	7.00	4.31	0.05	0.56	2.71	3.27	10.00
Vivienda	A191	4191.8703	0.41918703	171.2087	7.00	4.09	0.05	0.59	2.85	3.45	10.00
Vivienda	A192	333.289	0.0333289	34.9035	3.00	8.60	0.05	0.13	0.58	0.71	10.00
Vivienda	A193	384.6103	0.03846103	39.2059	3.00	7.65	0.05	0.15	0.65	0.80	10.00
Vivienda	A194	9247.8111	0.92478111	284.8875	8.00	2.81	0.05	1.02	4.75	5.77	10.00
Vivienda	A195	9924.168	0.9924168	250.0313	9.00	3.60	0.05	0.84	4.17	5.00	10.00
Vivienda	A196	1936.9476	0.19369476	121.8475	1.00	0.82	0.05	0.85	2.03	2.88	10.00
A. verde	A197	3421.5897	0.34215897	121.8475	1.00	0.82	0.05	0.85	2.03	2.88	10.00
A. verde	A198	1745.5057	0.17455057	84.7971	2.00	2.36	0.05	0.43	1.41	1.84	10.00
A. verde	A199	1719.1451	0.17191451	82.1829	3.00	3.65	0.05	0.35	1.37	1.72	10.00
A. verde	A200	2907.0264	0.29070264	113.0988	2.00	1.77	0.05	0.60	1.88	2.48	10.00
Vivienda	A201	2377.1037	0.23771037	113.0988	1.50	1.33	0.05	0.67	1.88	2.55	10.00
Vivienda	A202	663.2699	0.06632699	51.5081	2.00	3.88	0.05	0.24	0.86	1.10	10.00
Vivienda	A203	1270.9229	0.12709229	71.3	2.00	2.81	0.05	0.35	1.19	1.54	10.00
Vivienda	A204	2330.7345	0.23307345	108.7214	1.50	1.38	0.05	0.64	1.81	2.45	10.00
Vivienda	A205	1334.1692	0.13341692	73.6927	0.50	0.68	0.05	0.62	1.23	1.85	10.00
Vivienda	A206	5402.9613	0.54029613	144.2385	0.50	0.35	0.05	1.35	2.40	3.75	10.00
Vivienda	A207	773.0199	0.07730199	55.5456	0.50	0.90	0.05	0.45	0.93	1.37	10.00
Vivienda	A208	2063.3947	0.20633947	100.9265	5.00	4.95	0.05	0.37	1.68	2.05	10.00
Vivienda	A209	2227.5592	0.22275592	94.956	2.00	2.11	0.05	0.49	1.58	2.07	10.00
Vivienda	A210	2080.6963	0.20806963	82.9619	6.00	7.23	0.05	0.27	1.38	1.66	10.00
Vivienda	A211	2349.6894	0.23496894	96.1567	1.00	1.04	0.05	0.65	1.60	2.25	10.00
Vivienda	A212	1230.2266	0.12302266	70.1533	3.00	4.28	0.05	0.29	1.17	1.46	10.00
Vivienda	A213	2058.4499	0.20584499	100.4871	1.00	1.00	0.05	0.68	1.67	2.35	10.00
Vivienda	A214	892.2197	0.08922197	59.7401	2.50	4.18	0.05	0.26	1.00	1.26	10.00
Vivienda	A215	2282.277	0.2282277	95.5915	0.50	0.52	0.05	0.84	1.59	2.43	10.00
Vivienda	A216	991.9261	0.09919261	59.7401	2.50	4.18	0.05	0.26	1.00	1.26	10.00
Vivienda	A217	1965.182	0.1965182	101.2929	0.20	0.20	0.05	1.28	1.69	2.96	10.00
Vivienda	A218	549.5993	0.05495993	46.0459	1.00	2.17	0.05	0.28	0.77	1.04	10.00
Vivienda	A219	1995.43	0.199543	110.0772	1.50	1.36	0.05	0.65	1.83	2.48	10.00
Vivienda	A220	528.771	0.0528771	52.6558	0.50	0.95	0.05	0.42	0.88	1.30	10.00
Vivienda	A221	750.1784	0.07501784	56.2283	0.90	1.60	0.05	0.36	0.94	1.30	10.00
Vivienda	A222	984.1138	0.09841138	57.7146	1.60	2.77	0.05	0.30	0.96	1.26	10.00
Vivienda	A223	610.5487	0.06105487	49.4186	0.90	1.82	0.05	0.31	0.82	1.14	10.00
Vivienda	A224	798.0568	0.07980568	57.7146	1.60	2.77	0.05	0.30	0.96	1.26	10.00
Vivienda	A225	2529.1168	0.25291168	110.0772	1.40	1.27	0.05	0.66	1.83	2.50	10.00
Vivienda	A226	878.6121	0.08786121	59.2828	3.00	5.06	0.05	0.24	0.99	1.23	10.00
Vivienda	A227	2317.6966	0.23176966	114.9951	0.50	0.43	0.05	1.04	1.92	2.95	10.00
Vivienda	A228	3120.6753	0.31206753	111.1808	2.00	1.80	0.05	0.59	1.85	2.44	10.00
Vivienda	A229	2429.9225	0.24299225	105.4787	4.00	3.79	0.05	0.42	1.76	2.18	10.00
Vivienda	A230	2681.0339	0.26810339	96.166	3.00	3.12	0.05	0.42	1.60	2.03	10.00
Vivienda	A231	2875.3755	0.28753755	107.4701	1.00	0.93	0.05	0.73	1.79	2.53	10.00
Vivienda	A232	1267.7291	0.12677291	71.2104	1.00	1.40	0.05	0.46	1.19	1.64	10.00
Vivienda	A233	2801.6257	0.28016257	103.7302	0.50	0.48	0.05	0.92	1.73	2.65	10.00
Vivienda	A234	1648.5451	0.16485451	81.2452	1.00	1.23	0.05	0.53	1.35	1.89	10.00
Vivienda	A235	3070.7898	0.30707898	104.0593	3.50	3.36	0.05	0.44	1.73	2.17	10.00
Vivienda	A236	3190.2935	0.31902935	125.2622	4.00	3.19	0.05	0.51	2.09	2.60	10.00
Vivienda	A237	1375.0074	0.13750074	74.1604	0.50	0.67	0.05	0.63	1.24	1.86	10.00

“Comportamiento del sistema de drenaje pluvial ante precipitaciones extremas en la avenida San Martín de Porres - Cajamarca”

Vivienda	A238	5819.3712	0.58193712	182.6151	5.00	2.74	0.05	0.73	3.04	3.77	10.00
Vivienda	A239	5302.5232	0.53025232	202.9184	6.00	2.96	0.05	0.77	3.38	4.15	10.00
Vivienda	A240	1840.336	0.1840336	85.8379	0.20	0.23	0.05	1.05	1.43	2.48	10.00
Vivienda	A241	2713.5095	0.27135095	106.7523	3.00	2.81	0.05	0.48	1.78	2.26	10.00
Vivienda	A242	3113.9698	0.31139698	107.4701	1.00	0.93	0.05	0.73	1.79	2.53	10.00
Vivienda	A243	4116.4322	0.41164322	122.0269	1.00	0.82	0.05	0.85	2.03	2.88	10.00
Vivienda	A244	2930.5843	0.29305843	41.9305	3.00	7.15	0.05	0.16	0.70	0.86	10.00
Vivienda	A245	2894.7195	0.28947195	41.9305	3.00	7.15	0.05	0.16	0.70	0.86	10.00
Vivienda	A246	3305.9666	0.33059666	114.9951	0.30	0.26	0.05	1.26	1.92	3.18	10.00
Vivienda	A247	2760.2341	0.27602341	98.0193	0.50	0.51	0.05	0.86	1.63	2.50	10.00
Vivienda	A248	3511.2034	0.35112034	113.4991	2.60	2.29	0.05	0.54	1.89	2.43	10.00
Vivienda	A249	2387.7201	0.23877201	113.4991	2.60	2.29	0.05	0.54	1.89	2.43	10.00
Vivienda	A250	507.8227	0.05078227	49.4186	0.90	1.82	0.05	0.31	0.82	1.14	10.00
Vivienda	A251	2101.8804	0.21018804	110.6084	3.20	2.89	0.05	0.49	1.84	2.33	10.00
Vivienda	A252	703.7866	0.07037866	53.058	0.50	0.94	0.05	0.42	0.88	1.31	10.00
Vivienda	A253	1176.4978	0.11764978	61.2756	1.50	2.45	0.05	0.33	1.02	1.35	10.00
Vivienda	A254	942.987	0.0942987	70.6025	3.00	4.25	0.05	0.30	1.18	1.47	10.00
Vivienda	A255	1221.3096	0.12213096	71.2501	3.50	4.91	0.05	0.28	1.19	1.47	10.00
Vivienda	A256	1401.0553	0.14010553	73.4937	2.00	2.72	0.05	0.36	1.22	1.59	10.00
Vivienda	A257	5594.576	0.5594576	148.915	0.50	0.34	0.05	1.40	2.48	3.88	10.00
Vivienda	A258	1366.2374	0.13662374	74.1604	0.50	0.67	0.05	0.63	1.24	1.86	10.00
Vivienda	A259	3451.328	0.3451328	133.698	4.00	2.99	0.05	0.55	2.23	2.78	10.00
Vivienda	A260	3476.4582	0.34764582	132.4288	4.00	3.02	0.05	0.55	2.21	2.76	10.00
Vivienda	A261	1270.3561	0.12703561	71.2841	0.50	0.70	0.05	0.60	1.19	1.79	10.00
Vivienda	A262	7139.4034	0.71394034	175.6674	6.00	3.42	0.05	0.65	2.93	3.58	10.00
Vivienda	A263	5848.8281	0.58488281	173.563	6.50	3.75	0.05	0.62	2.89	3.51	10.00
Vivienda	A264	3608.2171	0.36082171	120.1369	1.00	0.83	0.05	0.84	2.00	2.84	10.00
Vivienda	A265	218.0904	0.02180904	29.2472	0.30	1.03	0.05	0.26	0.49	0.75	10.00
Vivienda	A266	1181.1423	0.11811423	102.3129	3.70	3.62	0.05	0.42	1.71	2.12	10.00
Vivienda	A267	1218.0533	0.12180533	100.9359	3.30	3.27	0.05	0.43	1.68	2.11	10.00
Vivienda	A268	198.1868	0.01981868	28.3028	0.70	2.47	0.05	0.18	0.47	0.65	10.00
Vivienda	A269	227.4076	0.02274076	32.1132	0.10	0.31	0.05	0.44	0.54	0.98	10.00
Vivienda	A270	1229.5735	0.12295735	100.9359	3.30	3.27	0.05	0.43	1.68	2.11	10.00
Vivienda	A271	1300.0051	0.13000051	99.1659	2.90	2.92	0.05	0.44	1.65	2.10	10.00
Vivienda	A272	228.3388	0.02283388	30.2218	0.30	0.99	0.05	0.27	0.50	0.77	10.00
Vivienda	A273	595.8093	0.05958093	48.8184	1.00	2.05	0.05	0.30	0.81	1.11	10.00
Vivienda	A274	2050.7898	0.20507898	99.1659	2.90	2.92	0.05	0.44	1.65	2.10	10.00
Vivienda	A275	1695.3712	0.16953712	105.4244	5.00	4.74	0.05	0.39	1.76	2.14	10.00
Vivienda	A276	890.5873	0.08905873	59.6854	1.00	1.68	0.05	0.37	0.99	1.37	10.00
Vivienda	A277	3146.433	0.3146433	122.8432	3.00	2.44	0.05	0.56	2.05	2.61	10.00
Vivienda	A278	3229.7268	0.32297268	114.5253	0.40	0.35	0.05	1.13	1.91	3.03	10.00
Vivienda	A279	2931.2789	0.29312789	99.506	2.40	2.41	0.05	0.48	1.66	2.14	10.00
Vivienda	A280	4610.7363	0.46107363	134.2561	1.00	0.74	0.05	0.95	2.24	3.19	10.00
Vivienda	A281	2074.0579	0.20740579	99.506	2.40	2.41	0.05	0.48	1.66	2.14	10.00
Vivienda	A282	3650.8659	0.36508659	123.8249	0.60	0.48	0.05	1.05	2.06	3.12	10.00
Vivienda	A283	1819.1939	0.18191939	80.2987	3.00	3.74	0.05	0.34	1.34	1.68	10.00
Vivienda	A284	2630.2309	0.26302309	108.634	0.20	0.18	0.05	1.38	1.81	3.19	10.00
Vivienda	A285	1270.3561	0.12703561	71.2841	0.50	0.70	0.05	0.60	1.19	1.79	10.00
Vivienda	A286	2979.4483	0.29794483	86.9106	3.50	4.03	0.05	0.35	1.45	1.80	10.00

Vivienda	A287	2990.9944	0.29909944	123.4584	5.00	4.05	0.05	0.46	2.06	2.52	10.00
Vivienda	A288	1248.4803	0.12484803	70.6247	1.00	1.42	0.05	0.45	1.18	1.63	10.00
Vivienda	A289	4395.9639	0.43959639	129.0092	1.00	0.78	0.05	0.91	2.15	3.06	10.00
Vivienda	A290	3299.5325	0.32995325	118.202	3.00	2.54	0.05	0.54	1.97	2.51	10.00
Vivienda	A291	4473.5116	0.44735116	133.5445	2.70	2.02	0.05	0.64	2.23	2.87	10.00
Vivienda	A292	3108.1883	0.31081883	113.2434	4.70	4.15	0.05	0.43	1.89	2.32	10.00
Vivienda	A293	2259.4675	0.22594675	113.2434	4.70	4.15	0.05	0.43	1.89	2.32	10.00
Vivienda	A294	1244.2602	0.12442602	70.4305	1.00	1.42	0.05	0.45	1.17	1.62	10.00
Vivienda	A295	2496.7283	0.24967283	104.3582	3.50	3.35	0.05	0.44	1.74	2.18	10.00
Vivienda	A296	1018.3352	0.10183352	63.7832	0.20	0.31	0.05	0.75	1.06	1.81	10.00
Vivienda	A297	1020.2055	0.10202055	63.8836	1.00	1.57	0.05	0.40	1.06	1.47	10.00
Vivienda	A298	2030.488	0.2030488	104.3582	3.50	3.35	0.05	0.44	1.74	2.18	10.00
Vivienda	A299	2162.3131	0.21623131	98.1121	4.30	4.38	0.05	0.38	1.64	2.01	10.00
Vivienda	A300	949.9096	0.09499096	61.6412	0.20	0.32	0.05	0.72	1.03	1.75	10.00
Vivienda	A301	1999.5548	0.19995548	98.1121	4.30	4.38	0.05	0.38	1.64	2.01	10.00
Vivienda	A302	1082.3229	0.10823229	66.515	1.50	2.26	0.05	0.36	1.11	1.47	10.00
Vivienda	A303	2045.4801	0.20454801	94.7095	2.50	2.64	0.05	0.45	1.58	2.02	10.00
Vivienda	A304	1114.2281	0.11142281	66.7601	0.30	0.45	0.05	0.67	1.11	1.79	10.00

Fuente. Elaboración propia

3.1.7. Cálculo de los caudales de diseño

Los resultados del cálculo de caudales de diseño de los colectores aportantes realizado con la ayuda del plano topográfico, los cuales están en los anexos del presente trabajo de investigación.

Tabla 26. Caudales de diseño

i Sub índice	t _{ci} (min)	Tr Años	C _i (^{**}) Adimensional	i _i (^{***}) (mm/hr)	A _i (Ha)	Q _i (m ³ /seg) (flujo superficial)
A1	10.00	40	0.85	133.0028	0.2518	0.07906
A2	10.00	40	0.85	133.0028	1.1851	0.37217
A3	10.00	40	0.85	133.0028	1.1110	0.34890
A4	10.00	40	0.85	133.0028	0.5392	0.16933
A5	10.00	40	0.85	133.0028	0.2996	0.09408
A6	10.00	40	0.85	133.0028	0.5406	0.16977
A7	10.00	40	0.85	133.0028	0.5616	0.17638
A8	10.00	40	0.85	133.0028	0.2620	0.08229
A9	10.00	40	0.85	133.0028	0.2668	0.08379
A10	10.00	40	0.85	133.0028	0.1387	0.04357
A11	10.00	40	0.85	133.0028	0.2343	0.07358
A12	10.00	40	0.85	133.0028	0.0927	0.02911
A13	10.00	40	0.85	133.0028	0.1927	0.06052
A14	10.00	40	0.85	133.0028	0.0382	0.01201

“Comportamiento del sistema de drenaje pluvial ante precipitaciones extremas en la avenida San Martín de Porres - Cajamarca”

A15	10.00	40	0.85	133.0028	0.2609	0.08193
A16	10.00	40	0.85	133.0028	0.6525	0.20492
A17	10.00	40	0.85	133.0028	0.6367	0.19994
A18	10.00	40	0.85	133.0028	0.5095	0.16000
A19	10.00	40	0.85	133.0028	0.3904	0.12260
A20	10.00	40	0.85	133.0028	0.6839	0.21476
A21	10.00	40	0.85	133.0028	0.7464	0.23439
A22	10.00	40	0.85	133.0028	0.1223	0.03842
A23	10.00	40	0.85	133.0028	0.0928	0.02915
A24	10.00	40	0.85	133.0028	0.1700	0.05340
A25	10.00	40	0.85	133.0028	0.1700	0.05340
A26	10.00	40	0.85	133.0028	0.0928	0.02915
A27	10.00	40	0.85	133.0028	0.1223	0.03842
A28	10.00	40	0.85	133.0028	0.2451	0.07697
A29	10.00	40	0.85	133.0028	0.2047	0.06430
A30	10.00	40	0.85	133.0028	0.4197	0.13181
A31	10.00	40	0.85	133.0028	0.2289	0.07188
A32	10.00	40	0.85	133.0028	0.5491	0.17243
A33	10.00	40	0.85	133.0028	0.7681	0.24121
A34	10.00	40	0.85	133.0028	0.2883	0.09052
A35	10.00	40	0.85	133.0028	0.2390	0.07506
A36	10.00	40	0.85	133.0028	0.1310	0.04115
A37	10.00	40	0.85	133.0028	0.1310	0.04115
A38	10.00	40	0.85	133.0028	0.2390	0.07506
A39	10.00	40	0.85	133.0028	0.4965	0.15591
A40	10.00	40	0.85	133.0028	0.6870	0.21574
A41	10.00	40	0.85	133.0028	0.5926	0.18610
A42	10.00	40	0.85	133.0028	0.6214	0.19514
A43	10.00	40	0.85	133.0028	0.6086	0.19111
A44	10.00	40	0.85	133.0028	0.5836	0.18326
A45	10.00	40	0.85	133.0028	0.2202	0.06916
A46	10.00	40	0.85	133.0028	0.0515	0.01619
A47	10.00	40	0.85	133.0028	0.4393	0.13794
A48	10.00	40	0.85	133.0028	0.2478	0.07783
A49	10.00	40	0.85	133.0028	0.2969	0.09322
A50	10.00	40	0.85	133.0028	0.1320	0.04144
A51	10.00	40	0.85	133.0028	0.0841	0.02640
A52	10.00	40	0.85	133.0028	0.2832	0.08894
A53	10.00	40	0.85	133.0028	0.2065	0.06485
A54	10.00	40	0.85	133.0028	0.0808	0.02536
A55	10.00	40	0.85	133.0028	0.5341	0.16771
A56	10.00	40	0.85	133.0028	0.2323	0.07295
A57	10.00	40	0.85	133.0028	0.2231	0.07005
A58	10.00	40	0.85	133.0028	0.2346	0.07366
A59	10.00	40	0.85	133.0028	0.2131	0.06693
A60	10.00	40	0.85	133.0028	0.1673	0.05254
A61	10.00	40	0.85	133.0028	0.1077	0.03384
A62	10.00	40	0.85	133.0028	0.1155	0.03628
A63	10.00	40	0.85	133.0028	0.0808	0.02537
A64	10.00	40	0.85	133.0028	0.0798	0.02506

“Comportamiento del sistema de drenaje pluvial ante precipitaciones extremas en la avenida San Martín de Porres - Cajamarca”

A65	10.00	40	0.85	133.0028	0.4411	0.13852
A66	10.00	40	0.85	133.0028	0.6515	0.20459
A67	10.00	40	0.85	133.0028	0.2827	0.08877
A68	10.00	40	0.85	133.0028	0.0756	0.02373
A69	10.00	40	0.85	133.0028	0.0757	0.02378
A70	10.00	40	0.85	133.0028	0.2527	0.07937
A71	10.00	40	0.85	133.0028	0.1999	0.06277
A72	10.00	40	0.85	133.0028	0.1358	0.04264
A73	10.00	40	0.85	133.0028	0.1358	0.04264
A74	10.00	40	0.85	133.0028	0.2071	0.06504
A75	10.00	40	0.30	133.0028	0.0661	0.00733
A76	10.00	40	0.85	133.0028	0.0729	0.02288
A77	10.00	40	0.85	133.0028	0.0757	0.02376
A78	10.00	40	0.35	133.0028	0.1235	0.01597
A79	10.00	40	0.35	133.0028	0.1963	0.02538
A80	10.00	40	0.35	133.0028	0.1891	0.02446
A81	10.00	40	0.85	133.0028	0.0779	0.02447
A82	10.00	40	0.85	133.0028	0.0768	0.02413
A83	10.00	40	0.85	133.0028	0.1932	0.06068
A84	10.00	40	0.85	133.0028	0.1999	0.06278
A85	10.00	40	0.35	133.0028	0.1552	0.02007
A86	10.00	40	0.35	133.0028	0.1711	0.02213
A87	10.00	40	0.85	133.0028	0.1899	0.05965
A88	10.00	40	0.85	133.0028	0.1914	0.06010
A89	10.00	40	0.85	133.0028	0.2190	0.06878
A90	10.00	40	0.85	133.0028	0.2170	0.06814
A91	10.00	40	0.85	133.0028	0.1417	0.04450
A92	10.00	40	0.85	133.0028	0.2193	0.06886
A93	10.00	40	0.35	133.0028	0.0686	0.00887
A94	10.00	40	0.85	133.0028	0.0927	0.02910
A95	10.00	40	0.85	133.0028	0.0791	0.02483
A96	10.00	40	0.35	133.0028	0.1810	0.02340
A97	10.00	40	0.85	133.0028	0.0771	0.02420
A98	10.00	40	0.85	133.0028	0.0542	0.01702
A99	10.00	40	0.85	133.0028	0.0555	0.01744
A100	10.00	40	0.85	133.0028	0.0750	0.02354
A101	10.00	40	0.85	133.0028	0.1507	0.04732
A102	10.00	40	0.85	133.0028	0.2130	0.06688
A103	10.00	40	0.85	133.0028	0.1006	0.03158
A104	10.00	40	0.85	133.0028	0.0555	0.01743
A105	10.00	40	0.85	133.0028	0.0795	0.02496
A106	10.00	40	0.85	133.0028	0.1369	0.04298
A107	10.00	40	0.85	133.0028	0.0440	0.01382
A108	10.00	40	0.85	133.0028	0.0561	0.01761
A109	10.00	40	0.85	133.0028	0.0675	0.02119
A110	10.00	40	0.85	133.0028	0.0756	0.02376
A111	10.00	40	0.85	133.0028	0.0782	0.02456
A112	10.00	40	0.85	133.0028	0.0928	0.02915
A113	10.00	40	0.85	133.0028	0.1126	0.03535
A114	10.00	40	0.85	133.0028	0.1186	0.03724

“Comportamiento del sistema de drenaje pluvial ante precipitaciones extremas en la avenida San Martín de Porres - Cajamarca”

A115	10.00	40	0.85	133.0028	0.1652	0.05187
A116	10.00	40	0.85	133.0028	0.1501	0.04714
A117	10.00	40	0.85	133.0028	0.2149	0.06748
A118	10.00	40	0.85	133.0028	0.2037	0.06398
A119	10.00	40	0.85	133.0028	0.1173	0.03685
A120	10.00	40	0.85	133.0028	0.2183	0.06854
A121	10.00	40	0.85	133.0028	0.0881	0.02765
A122	10.00	40	0.85	133.0028	0.0674	0.02117
A123	10.00	40	0.85	133.0028	0.0790	0.02482
A124	10.00	40	0.85	133.0028	0.1497	0.04700
A125	10.00	40	0.85	133.0028	0.3617	0.11360
A126	10.00	40	0.85	133.0028	0.1688	0.05302
A127	10.00	40	0.85	133.0028	0.0882	0.02769
A128	10.00	40	0.85	133.0028	0.0630	0.01977
A129	10.00	40	0.85	133.0028	0.0881	0.02765
A130	10.00	40	0.85	133.0028	0.0714	0.02243
A131	10.00	40	0.85	133.0028	0.0331	0.01039
A132	10.00	40	0.85	133.0028	0.1105	0.03471
A133	10.00	40	0.85	133.0028	0.2475	0.07773
A134	10.00	40	0.85	133.0028	0.2603	0.08174
A135	10.00	40	0.85	133.0028	0.2003	0.06290
A136	10.00	40	0.85	133.0028	0.2021	0.06347
A137	10.00	40	0.85	133.0028	0.2185	0.06863
A138	10.00	40	0.85	133.0028	0.2142	0.06727
A139	10.00	40	0.85	133.0028	0.2540	0.07976
A140	10.00	40	0.85	133.0028	0.2437	0.07654
A141	10.00	40	0.85	133.0028	0.2153	0.06760
A142	10.00	40	0.85	133.0028	0.2099	0.06591
A143	10.00	40	0.85	133.0028	0.2562	0.08047
A144	10.00	40	0.85	133.0028	0.2435	0.07646
A145	10.00	40	0.85	133.0028	0.2891	0.09078
A146	10.00	40	0.85	133.0028	0.2741	0.08607
A147	10.00	40	0.85	133.0028	0.2874	0.09024
A148	10.00	40	0.85	133.0028	0.1247	0.03917
A149	10.00	40	0.85	133.0028	0.3830	0.12029
A150	10.00	40	0.85	133.0028	0.1565	0.04916
A151	10.00	40	0.85	133.0028	0.0986	0.03097
A152	10.00	40	0.85	133.0028	0.0463	0.01453
A153	10.00	40	0.85	133.0028	0.1011	0.03175
A154	10.00	40	0.85	133.0028	0.0596	0.01871
A155	10.00	40	0.85	133.0028	0.0596	0.01870
A156	10.00	40	0.85	133.0028	0.1106	0.03473
A157	10.00	40	0.85	133.0028	0.4952	0.15550
A158	10.00	40	0.85	133.0028	0.4253	0.13357
A159	10.00	40	0.85	133.0028	0.1040	0.03267
A160	10.00	40	0.85	133.0028	0.3874	0.12166
A161	10.00	40	0.85	133.0028	0.1117	0.03506
A162	10.00	40	0.85	133.0028	0.2299	0.07219
A163	10.00	40	0.85	133.0028	0.3368	0.10577
A164	10.00	40	0.85	133.0028	0.3930	0.12340

“Comportamiento del sistema de drenaje pluvial ante precipitaciones extremas en la avenida San Martín de Porres - Cajamarca”

A165	10.00	40	0.85	133.0028	0.3170	0.09955
A166	10.00	40	0.85	133.0028	0.2542	0.07984
A167	10.00	40	0.85	133.0028	0.2570	0.08070
A168	10.00	40	0.85	133.0028	0.2981	0.09362
A169	10.00	40	0.85	133.0028	0.2997	0.09412
A170	10.00	40	0.85	133.0028	0.3151	0.09894
A171	10.00	40	0.85	133.0028	0.2280	0.07159
A172	10.00	40	0.85	133.0028	0.4773	0.14988
A173	10.00	40	0.85	133.0028	0.4093	0.12853
A174	10.00	40	0.85	133.0028	0.1152	0.03618
A175	10.00	40	0.85	133.0028	0.3757	0.11799
A176	10.00	40	0.85	133.0028	0.0814	0.02555
A177	10.00	40	0.85	133.0028	0.0675	0.02121
A178	10.00	40	0.85	133.0028	0.1890	0.05936
A179	10.00	40	0.85	133.0028	0.1283	0.04030
A180	10.00	40	0.85	133.0028	0.5070	0.15923
A181	10.00	40	0.85	133.0028	0.0851	0.02672
A182	10.00	40	0.85	133.0028	0.1501	0.04713
A183	10.00	40	0.85	133.0028	0.0448	0.01406
A184	10.00	40	0.85	133.0028	0.0380	0.01193
A185	10.00	40	0.85	133.0028	0.1542	0.04841
A186	10.00	40	0.85	133.0028	0.3254	0.10220
A187	10.00	40	0.85	133.0028	0.2764	0.08681
A188	10.00	40	0.85	133.0028	0.5910	0.18559
A189	10.00	40	0.85	133.0028	0.5053	0.15870
A190	10.00	40	0.85	133.0028	0.5353	0.16809
A191	10.00	40	0.85	133.0028	0.4192	0.13164
A192	10.00	40	0.85	133.0028	0.0333	0.01047
A193	10.00	40	0.85	133.0028	0.0385	0.01208
A194	10.00	40	0.85	133.0028	0.9248	0.29041
A195	10.00	40	0.85	133.0028	0.9924	0.31165
A196	10.00	40	0.85	133.0028	0.1937	0.06083
A197	10.00	40	0.30	133.0028	0.3422	0.03792
A198	10.00	40	0.35	133.0028	0.1746	0.02257
A199	10.00	40	0.35	133.0028	0.1719	0.02223
A200	10.00	40	0.30	133.0028	0.2907	0.03222
A201	10.00	40	0.85	133.0028	0.2377	0.07465
A202	10.00	40	0.85	133.0028	0.0663	0.02083
A203	10.00	40	0.85	133.0028	0.1271	0.03991
A204	10.00	40	0.85	133.0028	0.2331	0.07319
A205	10.00	40	0.85	133.0028	0.1334	0.04190
A206	10.00	40	0.85	133.0028	0.5403	0.16967
A207	10.00	40	0.85	133.0028	0.0773	0.02428
A208	10.00	40	0.85	133.0028	0.2063	0.06480
A209	10.00	40	0.85	133.0028	0.2228	0.06995
A210	10.00	40	0.85	133.0028	0.2081	0.06534
A211	10.00	40	0.85	133.0028	0.2350	0.07379
A212	10.00	40	0.85	133.0028	0.1230	0.03863
A213	10.00	40	0.85	133.0028	0.2058	0.06464
A214	10.00	40	0.85	133.0028	0.0892	0.02802

“Comportamiento del sistema de drenaje pluvial ante precipitaciones extremas en la avenida San Martín de Porres - Cajamarca”

A215	10.00	40	0.85	133.0028	0.2282	0.07167
A216	10.00	40	0.85	133.0028	0.0992	0.03115
A217	10.00	40	0.85	133.0028	0.1965	0.06171
A218	10.00	40	0.85	133.0028	0.0550	0.01726
A219	10.00	40	0.85	133.0028	0.1995	0.06266
A220	10.00	40	0.85	133.0028	0.0529	0.01661
A221	10.00	40	0.85	133.0028	0.0750	0.02356
A222	10.00	40	0.85	133.0028	0.0984	0.03090
A223	10.00	40	0.85	133.0028	0.0611	0.01917
A224	10.00	40	0.85	133.0028	0.0798	0.02506
A225	10.00	40	0.85	133.0028	0.2529	0.07942
A226	10.00	40	0.85	133.0028	0.0879	0.02759
A227	10.00	40	0.85	133.0028	0.2318	0.07278
A228	10.00	40	0.85	133.0028	0.3121	0.09800
A229	10.00	40	0.85	133.0028	0.2430	0.07631
A230	10.00	40	0.85	133.0028	0.2681	0.08419
A231	10.00	40	0.85	133.0028	0.2875	0.09030
A232	10.00	40	0.85	133.0028	0.1268	0.03981
A233	10.00	40	0.85	133.0028	0.2802	0.08798
A234	10.00	40	0.85	133.0028	0.1649	0.05177
A235	10.00	40	0.85	133.0028	0.3071	0.09643
A236	10.00	40	0.85	133.0028	0.3190	0.10019
A237	10.00	40	0.85	133.0028	0.1375	0.04318
A238	10.00	40	0.85	133.0028	0.5819	0.18275
A239	10.00	40	0.85	133.0028	0.5303	0.16652
A240	10.00	40	0.85	133.0028	0.1840	0.05779
A241	10.00	40	0.85	133.0028	0.2714	0.08521
A242	10.00	40	0.85	133.0028	0.3114	0.09779
A243	10.00	40	0.85	133.0028	0.4116	0.12927
A244	10.00	40	0.85	133.0028	0.2931	0.09203
A245	10.00	40	0.85	133.0028	0.2895	0.09090
A246	10.00	40	0.85	133.0028	0.3306	0.10382
A247	10.00	40	0.85	133.0028	0.2760	0.08668
A248	10.00	40	0.85	133.0028	0.3511	0.11026
A249	10.00	40	0.85	133.0028	0.2388	0.07498
A250	10.00	40	0.85	133.0028	0.0508	0.01595
A251	10.00	40	0.85	133.0028	0.2102	0.06601
A252	10.00	40	0.85	133.0028	0.0704	0.02210
A253	10.00	40	0.85	133.0028	0.1176	0.03695
A254	10.00	40	0.85	133.0028	0.0943	0.02961
A255	10.00	40	0.85	133.0028	0.1221	0.03835
A256	10.00	40	0.85	133.0028	0.1401	0.04400
A257	10.00	40	0.85	133.0028	0.5595	0.17569
A258	10.00	40	0.85	133.0028	0.1366	0.04290
A259	10.00	40	0.85	133.0028	0.3451	0.10838
A260	10.00	40	0.85	133.0028	0.3476	0.10917
A261	10.00	40	0.85	133.0028	0.1270	0.03989
A262	10.00	40	0.85	133.0028	0.7139	0.22420
A263	10.00	40	0.85	133.0028	0.5849	0.18367
A264	10.00	40	0.85	133.0028	0.3608	0.11331

“Comportamiento del sistema de drenaje pluvial ante precipitaciones extremas en la avenida San Martín de Porres - Cajamarca”

A265	10.00	40	0.85	133.0028	0.0218	0.00685
A266	10.00	40	0.85	133.0028	0.1181	0.03709
A267	10.00	40	0.85	133.0028	0.1218	0.03825
A268	10.00	40	0.85	133.0028	0.0198	0.00622
A269	10.00	40	0.85	133.0028	0.0227	0.00714
A270	10.00	40	0.85	133.0028	0.1230	0.03861
A271	10.00	40	0.85	133.0028	0.1300	0.04082
A272	10.00	40	0.85	133.0028	0.0228	0.00717
A273	10.00	40	0.85	133.0028	0.0596	0.01871
A274	10.00	40	0.85	133.0028	0.2051	0.06440
A275	10.00	40	0.85	133.0028	0.1695	0.05324
A276	10.00	40	0.85	133.0028	0.0891	0.02797
A277	10.00	40	0.85	133.0028	0.3146	0.09881
A278	10.00	40	0.85	133.0028	0.3230	0.10142
A279	10.00	40	0.85	133.0028	0.2931	0.09205
A280	10.00	40	0.85	133.0028	0.4611	0.14479
A281	10.00	40	0.85	133.0028	0.2074	0.06513
A282	10.00	40	0.85	133.0028	0.3651	0.11465
A283	10.00	40	0.85	133.0028	0.1819	0.05713
A284	10.00	40	0.85	133.0028	0.2630	0.08260
A285	10.00	40	0.85	133.0028	0.1270	0.03989
A286	10.00	40	0.85	133.0028	0.2979	0.09356
A287	10.00	40	0.85	133.0028	0.2991	0.09393
A288	10.00	40	0.85	133.0028	0.1248	0.03921
A289	10.00	40	0.85	133.0028	0.4396	0.13805
A290	10.00	40	0.85	133.0028	0.3300	0.10362
A291	10.00	40	0.85	133.0028	0.4474	0.14048
A292	10.00	40	0.85	133.0028	0.3108	0.09761
A293	10.00	40	0.85	133.0028	0.2259	0.07096
A294	10.00	40	0.85	133.0028	0.1244	0.03907
A295	10.00	40	0.85	133.0028	0.2497	0.07841
A296	10.00	40	0.85	133.0028	0.1018	0.03198
A297	10.00	40	0.85	133.0028	0.1020	0.03204
A298	10.00	40	0.85	133.0028	0.2030	0.06376
A299	10.00	40	0.85	133.0028	0.2162	0.06790
A300	10.00	40	0.85	133.0028	0.0950	0.02983
A301	10.00	40	0.85	133.0028	0.2000	0.06279
A302	10.00	40	0.85	133.0028	0.1082	0.03399
A303	10.00	40	0.85	133.0028	0.2045	0.06424
A304	10.00	40	0.85	133.0028	0.1114	0.03499

Fuente. Elaboración propia

- **Caudales aportantes**

Tabla 27. Caudales de diseño

Caudal	m ³ /seg
Q1	4.77227
Q2	7.07746
Q3	7.36649
Q4	2.16651
Q5	2.23762
Q6	2.27161

Fuente. Elaboración propia

- **Diseño para obtener las velocidades que transportaran las cunetas**

Cuneta: 01



Figura 27. Ubicación visual (Cuneta 1)

Datos:

Avenida: San Martín de Porres

Cuadra: 09

Ancho de calle = 10.50 m

$S_x = 1\%$

$Z = 100$

$n = 0.016$

$S_0 = 0.142\%$

$y = 0.10$ m

Donde:

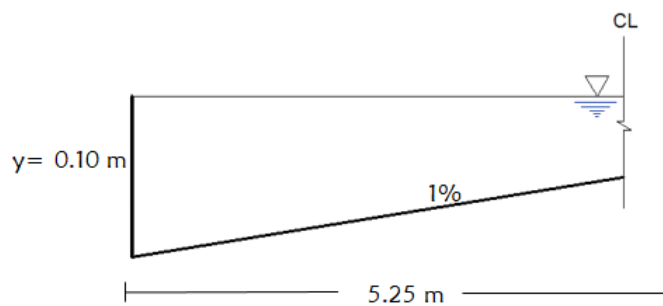
S_x : Bombeo de la calle

Z : $1/S_x$

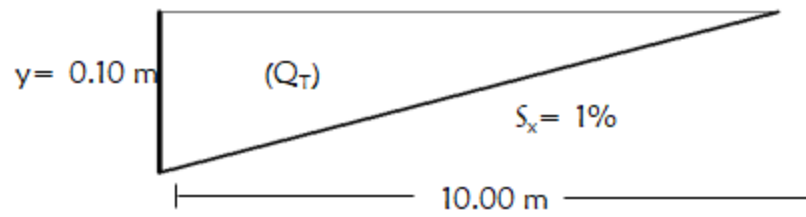
n : Coeficiente de rugosidad de Manning

S_0 : Pendiente longitudinal de la calle

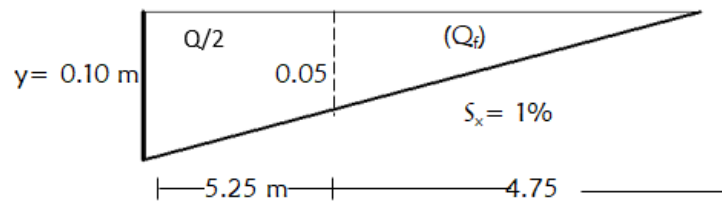
y : Inundación de acera



- Sección hipotética (Q_t)



- Sección real (Q_f)



- De la fórmula de Izzard

Ecuación 6. Formula de Izzard

$$Q = 0.00175 \times \left(\frac{Z}{n}\right) \times (S_0)^{\frac{1}{2}} \times (y)^{\frac{8}{3}}$$

$$Q_t = 605.0 \text{ lit/seg}$$

$$Q_f = 83.1 \text{ lit/sg}$$

$$Q = 1043.7 \text{ lit/seg}$$

$$Q = 1.04 \text{ m}^3/\text{seg}$$

Cuneta: 02



Figura 28. Ubicación visual (Cuneta 2)

Datos:

Avenida: San Martín de Porres

Cuadra: 09

Ancho de calle = 10.50 m

$S_x = 1\%$

$Z = 100$

$n = 0.016$

$S_0 = 0.142\%$

$y = 0.10$ m

Donde:

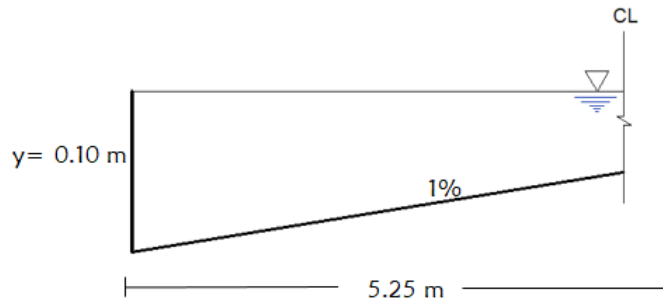
S_x : Bombeo de la calle

Z : $1/S_x$

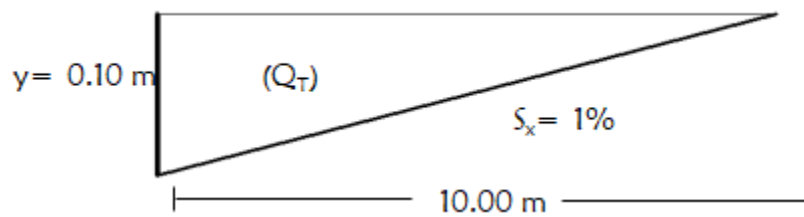
n : Coeficiente de rugosidad de Manning

S_0 : Pendiente longitudinal de la calle

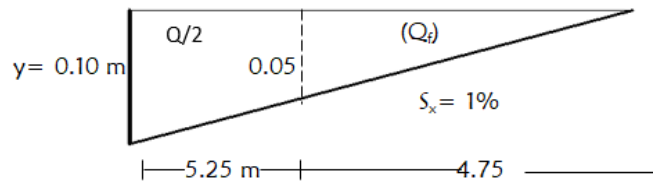
y : Inundación de acera



- Sección hipotética (Q_T)



- Sección real (Q_f)



- De la fórmula de Izzard

$$Q = 0.00175 \times \left(\frac{Z}{n}\right) \times (S_0)^{\frac{1}{2}} \times (y)^{\frac{8}{3}}$$

$$Q_T = 605.0 \text{ lit/seg}$$

$$Q_f = 83.1 \text{ lit/sg}$$

$$Q = 1043.7 \text{ lit/seg}$$

$$Q = 1.04 \text{ m}^3/\text{seg}$$

Cuneta: 03



Figura 29. Ubicación visual (Cuneta 3)

Datos:

Avenida: San Martín de Porres

Cuadra: 10

Ancho de calle = 10.50 m

$S_x = 1\%$

$Z = 100$

$n = 0.016$

$S_0 = 0.18\%$

$y = 0.15\text{ m}$

Donde:

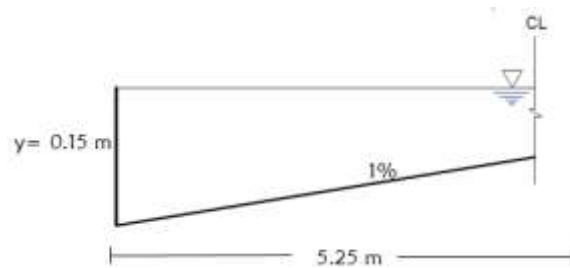
S_x : Bombeo de la calle

Z : $1/S_x$

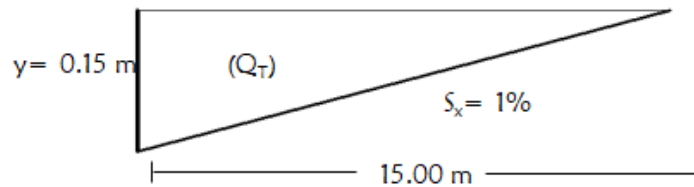
n : Coeficiente de rugosidad de Manning

S_0 : Pendiente longitudinal de la calle

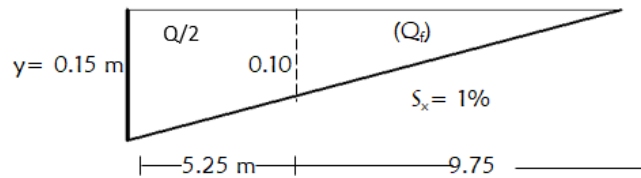
y : Inundación de acera



- Sección hipotética (Q_t)



- Sección real (Q_f)



- De la fórmula de Izzard

$$Q = 0.00175 x \left(\frac{Z}{n}\right) x (S_0)^{\frac{1}{2}} x (y)^{\frac{8}{3}}$$

$$Q_t = 635.03 \text{ lit/seg}$$

$$Q_f = 201.3 \text{ lit/sg}$$

$$Q = 867.4 \text{ lit/seg}$$

$$Q = 0.87 \text{ m}^3/\text{seg}$$

Cuneta: 04



Figura 30. Ubicación visual (Cuneta 4)

Datos:

Avenida: San Martín de Porres

Cuadra: 11

Ancho de calle = 10.50 m

$S_x = 1\%$

$Z = 100$

$n = 0.016$

$S_0 = 0.74\%$

$y = 0.15\text{ m}$

Donde:

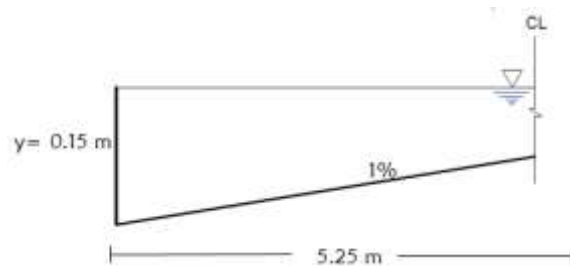
S_x : Bombeo de la calle

Z : $1/S_x$

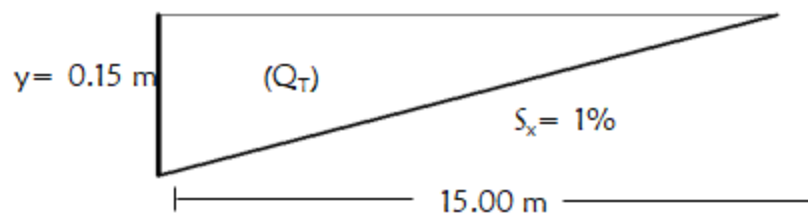
n : Coeficiente de rugosidad de Manning

S_0 : Pendiente longitudinal de la calle

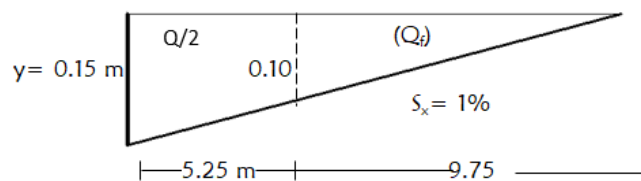
y : Inundación de acera



- Sección hipotética (Q_t)



- Sección real (Q_f)



- De la fórmula de Izzard

$$Q = 0.00175 \times \left(\frac{Z}{n}\right) \times (S_0)^{\frac{1}{2}} \times (y)^{\frac{8}{3}}$$

$$Q_t = 1287.6 \text{ lit/seg}$$

$$Q_f = 408.2 \text{ lit/sg}$$

$$Q = 1758.8 \text{ lit/seg}$$

$$Q = 1.76 \text{ m}^3/\text{seg}$$

Cuneta: 05



Figura 31. Ubicación visual (Cuneta 5)

Datos:

Avenida: San Martín de Porres

Cuadra: 11

Ancho de calle = 10.50 m

$S_x = 1\%$

$Z = 100$

$n = 0.016$

$S_0 = 0.74\%$

$y = 0.15$ m

Donde:

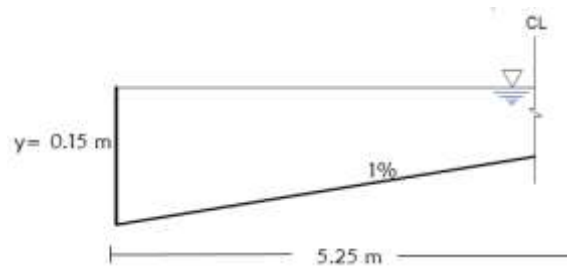
S_x : Bombeo de la calle

Z : $1/S_x$

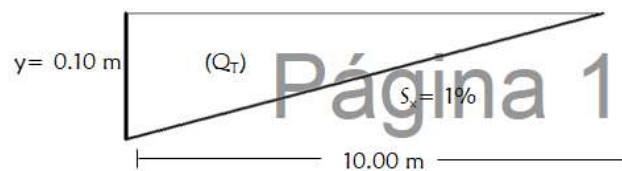
n : Coeficiente de rugosidad de Manning

S_0 : Pendiente longitudinal de la calle

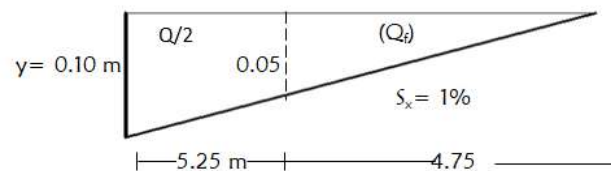
y : Inundación de acera



- Sección hipotética (Q_t)



- Sección real (Q_f)



- De la fórmula de Izzard

$$Q = 0.00175 \times \left(\frac{Z}{n}\right) \times (S_0)^{\frac{1}{2}} \times (y)^{\frac{8}{3}}$$

$$Q_t = 436.7 \text{ lit/seg}$$

$$Q_f = 60.0 \text{ lit/sg}$$

$$Q = 753.5 \text{ lit/seg}$$

$$Q = 0.75 \text{ m}^3/\text{seg}$$

Cuneta: 06



Figura 32. Ubicación visual (Cuneta 6)

Datos:

Avenida: San Martín de Porres

Cuadra: 12

Ancho de calle = 11.00 m

$S_x = 1\%$

$Z = 100$

$n = 0.016$

$S_0 = 0.74\%$

$y = 0.15\text{ m}$

Donde:

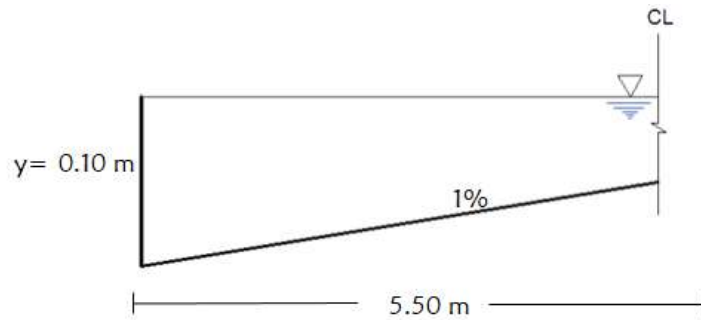
S_x : Bombeo de la calle

Z : $1/S_x$

n : Coeficiente de rugosidad de Manning

S_0 : Pendiente longitudinal de la calle

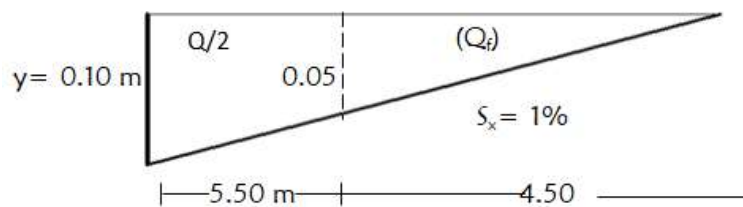
y : Inundación de acera



- Sección hipotética (Q_t)



- Sección real (Q_f)



- De la fórmula de Izzard

$$Q = 0.00175 \times \left(\frac{Z}{n}\right) \times (S_0)^{\frac{1}{2}} \times (y)^{\frac{8}{3}}$$

$$Q_t = 436.7 \text{ lit/seg}$$

$$Q_f = 51.9 \text{ lit/sg}$$

$$Q = 769.6 \text{ lit/seg}$$

$$Q = 0.77 \text{ m}^3/\text{seg}$$

Cuneta: 07

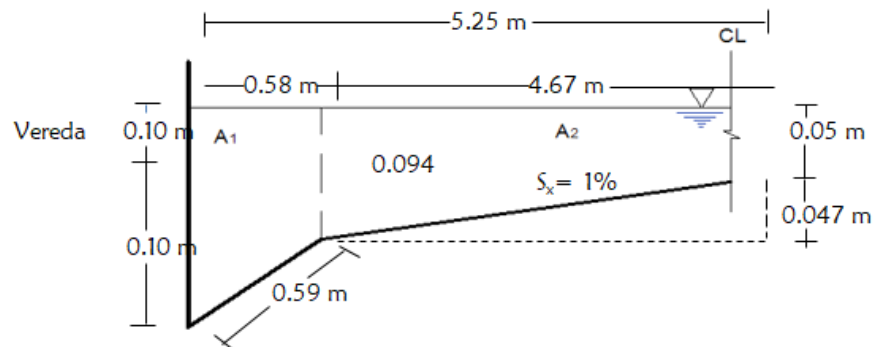


Figura 33. Ubicación visual (Cuneta 7)

Vereda: 0.20 m

Alto: 1.05 m

Ancho: 0.68 m



De la fórmula:

Ecuación 7. Fórmula de la velocidad de flujo reemplazada por el caudal

$$\frac{Q}{2} = \frac{A}{n} \times (R)^{\frac{2}{3}} \times (S_0)^{\frac{1}{2}}$$

A: Área Total

R : Radio Hidráulico

n : Coeficiente de rugosidad de Manning

S₀ : Pendiente longitudinal de la calle

Sabiendo que:

Ecuación 8. Fórmula del radio hidráulico

$$R = \frac{A_t}{P_{mojado}}$$

$$A = A_1 + A_2$$

$$A = 0.42 \text{ m}^2$$

$$R = 0.08 \text{ m}$$

$$Q = 1.11 \text{ m}^3/\text{S}$$

Chequeo de la velocidad

$$Q = A * V$$

$$V = 1.34 \text{ m/s}$$

Cuneta rectangular 1

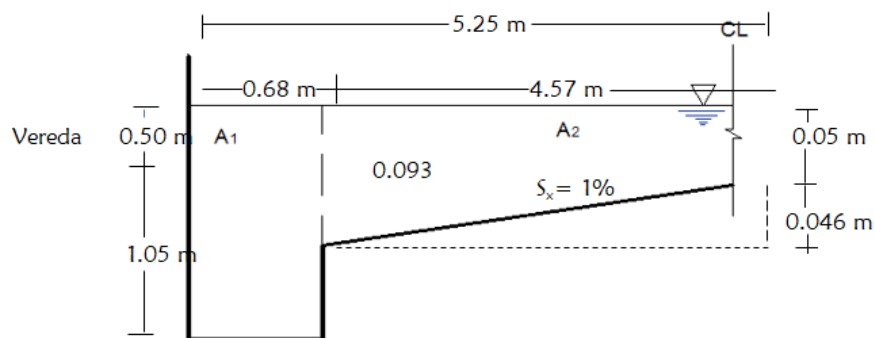


Figura 34. Ubicación visual (Cuneta rectangular 1)

Vereda: 0.50 m

Alto: 1.05 m

Ancho: 0.68 m



De la fórmula:

$$\frac{Q}{2} = \frac{A}{n} \times (R)^{\frac{2}{3}} \times (S_0)^{\frac{1}{2}}$$

A: Área Total

R : Radio Hidráulico

n : Coeficiente de rugosidad de Manning

S₀ : Pendiente longitudinal de la calle

Sabiendo que:

$$R = \frac{At}{P \text{ mojado}}$$

$$A = A_1 + A_2$$

$$A = 1.38 \text{ m}^2$$

$$R = 0.18 \text{ m}$$

$$Q = 6.57 \text{ m}^3/\text{S}$$

Chequeo de la velocidad

Ecuación 9. Formula del caudal

$$Q = A \times V$$

$$V = 2.39 \text{ m/s}$$

- Comprobación de caudales

Tabla 28. Resumen de caudales que pueden retirar las cunetas

Cuneta	Caudal Máximo (m ³ /s)	Caudal retiro (m ³ /s)	Cumple
Cuneta 1	1.040	2.16651	¡No cumple!
Cuneta 2	1.040	2.23762	¡No cumple!
Cuneta 3	0.870	2.23762	¡No cumple!
Cuneta 4	1.760	2.27161	¡No cumple!
Cuneta 5	0.750	7.36649	¡No cumple!
Cuneta 6	0.770	7.36649	¡No cumple!
Cuneta 7	1.110	4.77227	¡No cumple!
Cuneta R. 1	6.570	7.07746	¡No cumple!

Fuente. Elaboración propia

CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1. Discusión

A partir del trabajo realizado con la información obtenida en campo y gabinete, se obtuvo como resultado; que la capacidad hidráulica de las calles de muestra de la avenida San Martín de Porres no cumplen con la función de evacuación, transporte y eliminación de las aguas pluviales, debido a que el caudal de diseño de las cunetas es menor a los caudales que se requiere para la eliminación de aguas de lluvia, teniendo un caudal mínimo de 0.750 m³/s. y un caudal máximo de 6.570 m³/s. Como se aprecia en la **TABLA 29**.

Según el Reglamento Técnico de Edificaciones, menciona que la pendiente mínima es de 0.5%, teniendo en el estudio que algunas de las cunetas no alcanzan con este parámetro, tal es el caso de la **cuneta 03**.

Diagnóstico actual de la infraestructura del sistema de drenaje pluvial en la avenida San Martín de Porres de la ciudad de Cajamarca., se encuentra deteriorado y obstruido en algunos tramos como se aprecian en las imágenes anexadas. Ello se debe a la falta de mantenimiento periódico que se debe realizar en este tipo de infraestructura.

En el diseño de algunas cunetas la inundación de acera es mínima, esto trae como consecuencia que el agua pluvial se desvíe de su recorrido causando inundaciones y encharcamientos.

Propuesta profesional

Analizando el estudio de investigación la propuesta profesional es la siguiente:

- En la **Cuneta 1**, se propone el presente diseño con las medidas y dimensiones especificadas.

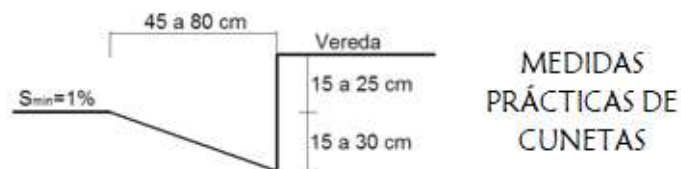
CAUDAL DE LLEGADA

$$Q_{II} = 2.50 \text{ m}^3/\text{s}$$

CAUDAL DE EXCEDENTE

$$Q_E = 1.46 \text{ m}^3/\text{s}$$

DISEÑAR CUNETA

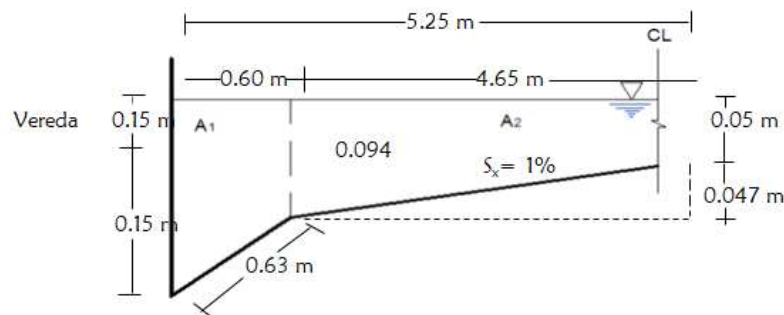


CUNETA TRIANGULAR

Vereda = 0.15 m

Alto = 0.15 m

Ancho = 0.60 m



De la fórmula:

$$\frac{Q}{2} = \frac{A}{n} \times (R)^{\frac{2}{3}} \times (S_0)^{\frac{1}{2}}$$

Donde:

A: Área Total

R: Radio Hidráulico

N: Manning

So: Pendiente longitudinal de la calle

Sabiendo que:

$$R = \frac{At}{P \text{ mojado}}$$

$$A = A1 + A2$$

$$A = 0.45 \text{ m}^2$$

$$R = 0.08 \text{ m}$$

$$Q = 1.24 \text{ m}^3/\text{s}$$

CHEQUEO DE LA VELOCIDAD

$$R = A \times V$$

$$V = 1.38 \text{ m/s}$$

¡Cumpliendo con el diseño!

- En la **Cuneta 2**, se propone el presente diseño con las medidas y dimensiones especificadas.

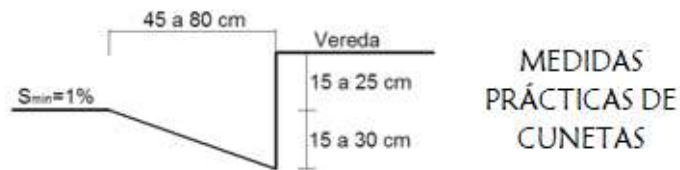
CAUDAL DE LLEGADA

$$Q_{II} = 2.50 \text{ m}^3/\text{s}$$

CAUDAL DE EXCEDENTE

$$Q_E = 1.46 \text{ m}^3/\text{s}$$

DISEÑAR CUNETAS

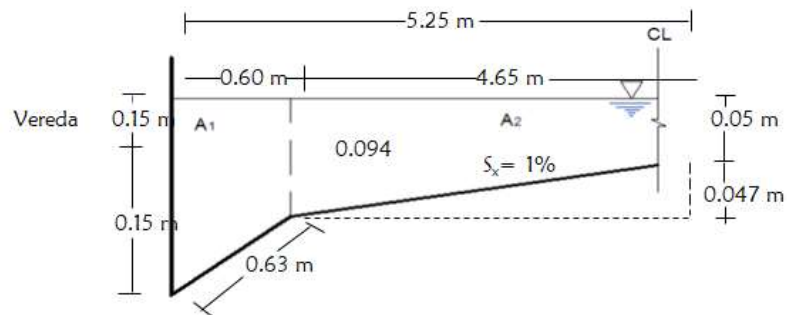


CUNETA TRIANGULAR

Vereda = 0.15 m

Alto = 0.15 m

Ancho = 0.60 m



De la fórmula:

$$\frac{Q}{2} = \frac{A}{n} \times (R)^{\frac{2}{3}} \times (S_0)^{\frac{1}{2}}$$

Donde:

A: Área Total

R: Radio Hidráulico

N: Manning

S₀: Pendiente longitudinal de la calle

Sabiendo que:

$$R = \frac{At}{P \text{ mojado}}$$

$$A = A1 + A2$$

$$A = 0.45 \text{ m}^2$$

$$R = 0.08 \text{ m}$$

$$Q = 1.24 \text{ m}^3/\text{s}$$

CHEQUEO DE LA VELOCIDAD

$$R = A \times V$$

$$V = 1.38 \text{ m/s}$$

¡Cumpliendo con el diseño!

- En la **Cuneta 3**, se propone el presente diseño con las medidas y dimensiones especificadas.

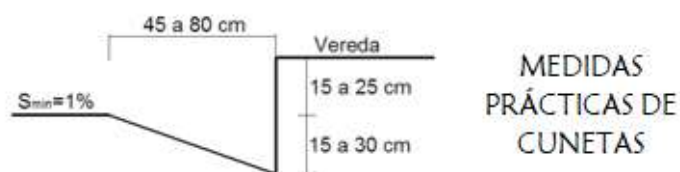
CAUDAL DE LLEGADA

$$Q_{II} = 1.50 \text{ m}^3/\text{s}$$

CAUDAL DE EXCEDENTE

$$Q_E = 0.63 \text{ m}^3/\text{s}$$

DISEÑAR CUNETAS

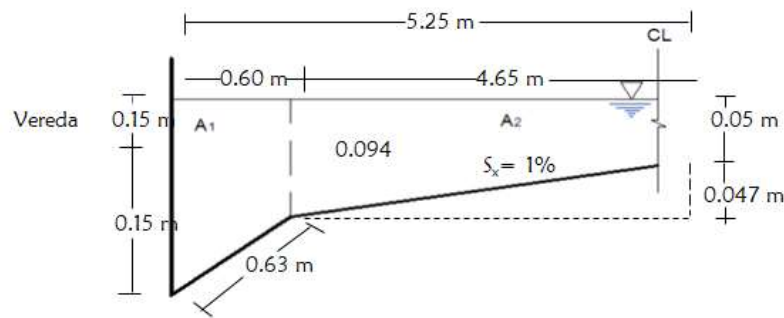


CUNETAS TRIANGULAR

$$\text{Vereda} = 0.15 \text{ m}$$

$$\text{Alto} = 0.15 \text{ m}$$

$$\text{Ancho} = 0.60 \text{ m}$$



De la fórmula:

$$\frac{Q}{2} = \frac{A}{n} \times (R)^{\frac{2}{3}} \times (S_0)^{\frac{1}{2}}$$

Donde:

A: Área Total

R: Radio Hidráulico

N: Manning

S₀: Pendiente longitudinal de la calle

Sabiendo que:

$$R = \frac{A_t}{P_{mojado}}$$

$$A = A_1 + A_2$$

$$A = 0.69 \text{ m}^2$$

$$R = 0.12 \text{ m}$$

$$Q = 0.92 \text{ m}^3/\text{s}$$

CHEQUEO DE LA VELOCIDAD

$$R = A \times V$$

$$V = 0.66 \text{ m/s}$$

¡Cumpliendo con el diseño!

- En la **Cuneta 4**, se propone el presente diseño con las medidas y dimensiones especificadas.

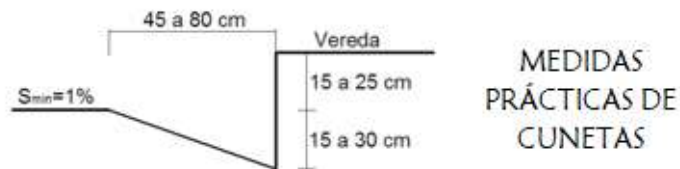
CAUDAL DE LLEGADA

$$Q_{II} = 2.00 \text{ m}^3/\text{s}$$

CAUDAL DE EXCEDENTE

$$Q_E = 0.24 \text{ m}^3/\text{s}$$

DISEÑAR CUNETA

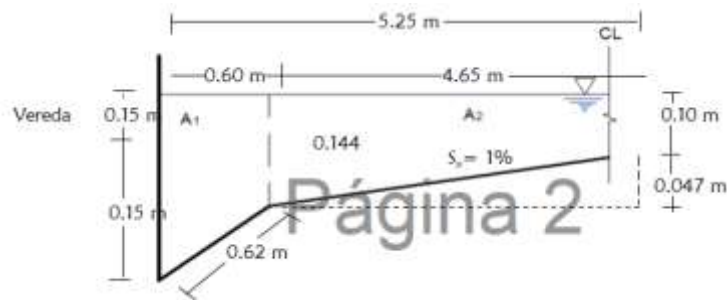


CUNETA TRIANGULAR

Vereda = 0.15 m

Alto = 0.15 m

Ancho = 0.60 m



De la fórmula:

$$\frac{Q}{2} = \frac{A}{n} \times (R)^{\frac{2}{3}} \times (S_0)^{\frac{1}{2}}$$

Donde:

A: Área Total

R: Radio Hidráulico

N: Manning

So: Pendiente longitudinal de la calle

Sabiendo que:

$$R = \frac{At}{P \text{ mojado}}$$

$$A = A1 + A2$$

$$A = 0.69 \text{ m}^2$$

$$R = 0.12 \text{ m}$$

$$Q = 1.86 \text{ m}^3/\text{s}$$

CHEQUEO DE LA VELOCIDAD

$$R = A \times V$$

$$V = 1.34 \text{ m/s}$$

¡Cumpliendo con el diseño!

- En la **Cuneta 5**, se propone el presente diseño con las medidas y dimensiones especificadas.

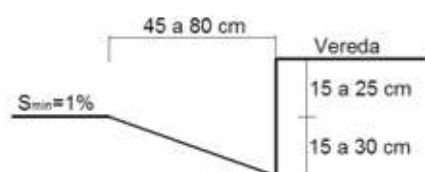
CAUDAL DE LLEGADA

$$Q_{II} = 1.50 \text{ m}^3/\text{s}$$

CAUDAL DE EXCEDENTE

$$Q_E = 0.75 \text{ m}^3/\text{s}$$

DISEÑAR CUNETAS



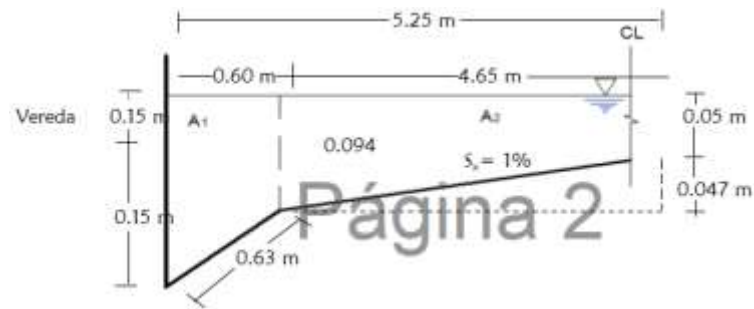
MEDIDAS
PRÁCTICAS DE
CUNETAS

CUNETETA TRIANGULAR

Vereda = 0.15 m

Alto = 0.15 m

Ancho = 0.60 m



De la fórmula:

$$\frac{Q}{2} = \frac{A}{n} \times (R)^{\frac{2}{3}} \times (S_0)^{\frac{1}{2}}$$

Donde:

A: Área Total

R: Radio Hidráulico

N: Manning

S₀: Pendiente longitudinal de la calle

Sabiendo que:

$$R = \frac{A_t}{P_{\text{mojado}}}$$

$$A = A_1 + A_2$$

$$A = 0.45 \text{ m}^2$$

$$R = 0.08 \text{ m}$$

$$Q = 0.89 \text{ m}^3/\text{s}$$

CHEQUEO DE LA VELOCIDAD

$$R = A \times V$$

$$V = 1.00 \text{ m/s}$$

¡Cumpliendo con el diseño!

- En la **Cuneta 6**, se propone el presente diseño con las medidas y dimensiones especificadas.

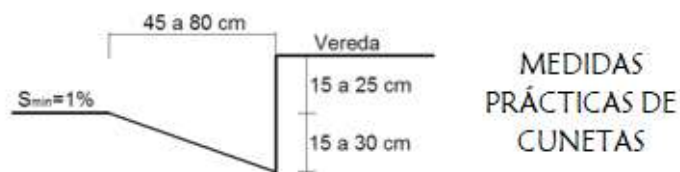
CAUDAL DE LLEGADA

$$Q_{II} = 1.00 \text{ m}^3/\text{s}$$

CAUDAL DE EXCEDENTE

$$Q_E = 0.23 \text{ m}^3/\text{s}$$

DISEÑAR CUNETA

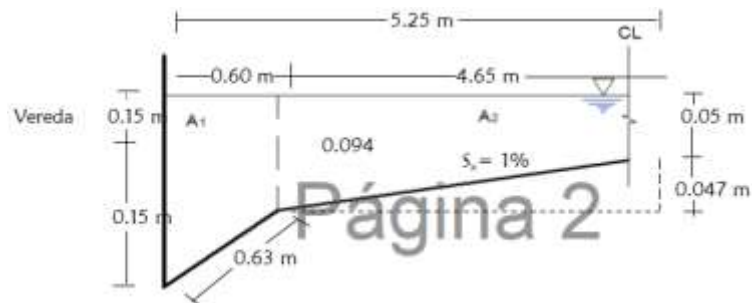


CUNETA TRIANGULAR

Vereda = 0.15 m

Alto = 0.15 m

Ancho = 0.60 m



De la fórmula:

$$\frac{Q}{2} = \frac{A}{n} \times (R)^{\frac{2}{3}} \times (S_0)^{\frac{1}{2}}$$

Donde:

A: Área Total

R: Radio Hidráulico

N: Manning

So: Pendiente longitudinal de la calle

Sabiendo que:

$$R = \frac{At}{P \text{ mojado}}$$

$$A = A1 + A2$$

$$A = 0.46 \text{ m}^2$$

$$R = 0.08 \text{ m}$$

$$Q = 0.91 \text{ m}^3/\text{s}$$

CHEQUEO DE LA VELOCIDAD

$$R = A \times V$$

$$V = 0.99 \text{ m/s}$$

¡Cumpliendo con el diseño!

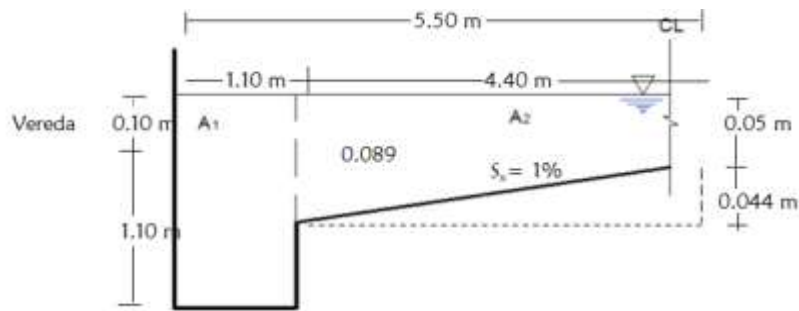
- En la **Cuneta Rectangular 1**, se propone el presente diseño con las medidas y dimensiones especificadas.

PLANTEAMIENTO DE MEDIDAS

Vereda: 0.10 m

Alto : 1.10 m

Ancho : 1.10 m



De la fórmula:

$$\frac{Q}{2} = \frac{A}{n} \times (R)^{\frac{2}{3}} \times (S_0)^{\frac{1}{2}}$$

Donde:

A: Área Total

R: Radio Hidráulico

N: Manning

S₀: Pendiente longitudinal de la calle

Sabiendo que:

$$R = \frac{A_t}{P_{mojado}}$$

$$A = A_1 + A_2$$

$$A = 1.61 \text{ m}^2$$

$$R = 0.24 \text{ m}$$

$$Q = 6.72 \text{ m}^3/\text{s}$$

CHEQUEO DE LA VELOCIDAD

$$R = A \times V$$

$$V = 2.08 \text{ m/s}$$

¡Cumpliendo con el diseño!

4.2. Conclusiones

- Se determinó que el comportamiento del sistema de drenaje pluvial ante precipitaciones extremas en la avenida San Martín de Porres – Cajamarca, es ineficiente, evidenciado por los resultados obtenidos en la investigación.

- Se concluye que la capacidad de respuesta del sistema de drenaje pluvial en la avenida San Martín de Porres es nula y deficiente; debido a que no cumplen con los parámetros y Reglamento Nacional de Edificaciones.

- En el diagnóstico de la infraestructura del sistema de drenaje pluvial se identificó el deterioro de las cunetas, colectores, construcción de rampas en las cunetas (ingreso de vehículos); rejillas horizontales oxidadas, desgastadas y ausentes; acumulación de sedimentos, obstáculos en cunetas, entre otros.

- Ausencia de limpieza y mantenimiento de las estructuras, disminuyendo el periodo de vida útil de estos.

Referencias

- Aranda, C. (2010). Intensidades máximas de lluvia para diseño hidrológico urbano en la República Mexicana. *Scielo*.
- Avila, H. (2012). Perspectiva del manejo del drenaje pluvial frente al cambio climático. *Avila, H. (2012). Perspectiva del manejo del drenaje pluvial frente al cambio climático - caso Redalyc, 1(36)*. Recuperado el 25 de Agosto de 2018, de [Recuperado de *http://www.redalyc.org/html/1210/121025826010/*](http://www.redalyc.org/html/1210/121025826010/)
- Barthes, R. (1966). *Introducción al análisis estructural de los relatos*. (B. Dorriots, Trad.)
- Bertoni, J. C., & Morelli, C. E. (2007). *Inundaciones urbanas en América del Sur*. Porto Alegre: Carlos André Ourives Campos, Maiara Fernanda Wendel Ferreira .
- Bonifacio, F., Rivera, P., & Montt, J. (s.f.). Drenaje de aguas de lluvia en zonas semiáridas. *scielo*.
- Burgos, V. (2015). *Desarrollo urbano de bajo impacto hidrológico (DUBI): una alternativa para una adecuada hidrología urbana del gran Mendoza*. Belgrano.
- Campos, D. (1998). *Procesos del ciclo hidrológico*. México: Editorial Universitaria.
- Cerquin, R. (2013). *Evaluación de la red de alcantarillado sanitario del jirón La Cantuta en la ciudad de Cajamarca*. Cajamarca.
- Comisión Nacional del Agua. (2015). *Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento*. México, D.F. Obtenido de <http://cmx.org.mx/wp-content/uploads/MAPAS%202015/libros/SGAPDS-1-15-Libro19.pdf>
- Dolz, J., & Gómez, M. (1994). Problemática Del Drenaje De Aguas Pluviales En Zonas Urbanas Y Del Estudio Hidráulico De Las Redes De Colectores .
- Fernández, B., Rivera, P., & Montt, J. (2004). Drenaje de aguas lluvias urbanas en zonas semiáridas. *Scielo*.
- Fuentes, A. (2015). Sistemas urbanos de drenaje sostenibles. Una alternativa de futuro. (*Tesis de licenciatura*). Escuela Técnica Superior de Arquitectura, Sevilla. Obtenido de <https://idus.us.es/xmlui/handle/11441/35012>
- Gálvez, H. (2004). Planificación Y Diseño De Los Sistemas De Drenaje Sanitario Y Pluvial De La Cabecera Municipal De Pasaco, Jutiapa. .
- Gaspari, F., & Senisterra, G. (2007). Relación precipitación - escorrentía y número de curva bajo diferentes condiciones de uso del suelo. Cuenca modal del sistema serrano de La Ventana, Argentina . *Redalyc*.
- Gómez, M., Macchione, F., & Russo, B. (2009). Comportamiento hidráulico de las calles durante lluvias extremas en zonas urbanas. *Tecnología y ciencias del agua*, 12.
- Granda, R. (2013). Análisis numérico de la red de drenaje pluvial de la urb. Angamos .
- Hernández, M. (2018). *Diseño del drenaje pluvial y evaluación de impacto ambiental en urb. el Chilcal de la ciudad de Piura*. Piura.
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, M. D. (2014). *Metodología de la investigación* (Sexta ed.). México D.F., Mexico: McGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V. Obtenido de <http://observatorio.epacartagena.gov.co/wp-content/uploads/2017/08/metodologia-de-la-investigacion-sexta-edicion.compressed.pdf>
- Instituto Nacional de Defensa Civil INDECI. (2005). *Programa de prevención y medidas de mitigación ante desastres de la ciudad de Cajamarca*. Cajamarca.
- Lluvia en Cajamarca causó inundación por mal sistema de drenaje. (13 de Enero de 2015). *El Comercio*.
- Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento. (2006). Reglamento Nacional de Edificaciones. Lima, Perú.
- Municipalidad Provincial de Cajamarca. (2011). *Estudio complementario de las condiciones de riesgo de desastres en la ciudad de Cajamarca*. Cajamarca.
- Norma Técnica Peruana OS - 060. (2006). *Drenaje pluvial urbano*. Lima.

- Núñez Culqui, G. (2019). *Cálculo de precipitaciones y caudales para el diseño de sistemas de drenaje pluvial urbano en el ámbito del distrito de Soritor, provincia de Moyobamba – San Martín, aplicando el proyecto de norma técnica OS.060 del año 2014*. Tarapoto, Perú.
- Perales Momparler, S., & Doménech, I. A. (2008). Los sistemas urbanos de drenaje sostenible una alternativa a la gestión del agua de lluvia. 15.
- Perez, R. (2013). *Diseño y construcción de alcantarillado sanitario, pluvial y drenaje de carreteras*. Bogotá: Acoe Ediciones.
- Radio Programas del Perú. (6 de Diciembre de 2017). *RRP*. Obtenido de RRP.pe : <https://rpp.pe/peru/cajamarca/coer-informa-que-mas-de-500-cajamarquinos-resultaron-afectados-con-inundaciones-noticia-1093024>
- Ramírez, E., Acosta, M., & Velez, J. (2017). Análisis de condiciones climatológicas de precipitaciones de corto plazo en zonas urbanas: caso de estudio Barranquilla, Colombia. *Scielo*.
- Ricón, J., & Muñoz, M. (2013). Diseño hidráulico de sistemas de drenaje dual a través del modelo SWMM. *Scielo*.
- Rivera, P., Montt, J., & Fernandez, B. (2004). Drenaje de aguas lluvias urbanas en zonas semiáridas. *Scielo*.
- Rojas, S. (2018). *Cálculo de precipitaciones y caudales de diseño de sistemas de drenaje pluvial urbano en zonas de Huancavelica, Junín y Ayacucho*. Lima.
- Rosales, M. S., Salas, J., & Rodríguez, A. (2015). Manejo del drenaje pluvial mediante control de la fuente de escurrimientos superficiales. *Culcyt(56)*, 5-14. Obtenido de <http://erevistas.uacj.mx/ojs/index.php/culcyt/article/viewFile/686/665>
- Salvatierra, A. (2016). *Diseño de la red de alcantarillado pluvial y sanitario para el control de inundaciones y el transporte adecuado de aguas residuales en el recinto n°87 "la isla" perteneciente al Canton Coronel Marcelino Maridueña provincia del Guayas*. Guayaquil.
- Sánchez, A., & Vásquez, C. (2010). *Mapa climático departamento de Cajamarca*. Cajamarca.
- Sánchez, D. (2011). Precipitaciones extremas y sus implicaciones en procesos de remoción en masa en la planificación. *Redalyc(48)*, 159.
- Santi, P., Colombi, C., Rodríguez, N., Rothis, L., & Limarino, C. (2018). Caracterización sedimentológica de un Sistema Fluvial Distributivo de clima árido: arroyo Papagayos, en el piedemonte oriental de las Sierras La Huerta-Imanas, San Juan, Argentina. *Scielo*.
- Senamhi. (2014). *Estimación de umbrales de precipitaciones extremas para la emisión de avisos meteorológicos*.
- Silva, M., Gildardo, D., Guerrero, J., & Ocampo, A. (2012). Eficiencia En El Consumo De Agua De Uso Residencia. *Redalyc*.
- Urbano, S. V. (2017). *Diseño alternativo de un sistema de drenaje pluvial para las avenidas Antonio Raymondi y Mariscal Luzuriaga en la ciudad de Huaraz-2015*. Huaraz.
- Vásquez, C. (2010). *Estudio hidrológico de la región de Cajamarca*. Cajamarca.
- Yañez, E. (2014). Eficiencia del sistema de drenaje pluvial en la Av. Angamos y Jr. Santa Rosa. (*Tesis de licenciatura*). Universidad Privada del Norte, Cajamarca, Perú.
- Yupanqui, E. (2014). *Drenaje urbano de aguas pluviales*. Cajamarca. Obtenido de <https://es.slideshare.net/jaimeamambalzambrano/drenaje-de-las-calles-campo>
- Zapperi, P. (2014). Caracterización del escurrimiento urbano en la ciudad de Bahía Blanca. *Redalyc*.
- Zevenbergen, C., & Gersonius, B. (2007). *Advances in Urban Flood Management*. Nueva York: Taylor y Francis.

ANEXOS

Anexo 1. Panel fotográfico



Ilustración 1: Av. San Martín de Porres cuadra 9, colectores totalmente saturados con sedimentos



Ilustración 2: Intersección entre la avenida San Martín de Porres y Mision japonesa, colectores totalmente saturados con sedimentos



Ilustración 3: Avenida San Martín de Porres Cuadra 10, colectores totalmente saturados con sedimentos y botellas plásticas



Ilustración 4: Avenida San Martín de Porres Cuadra 11, Focos infeccioso para transmisión de enfermedades (agua estancada)



Ilustración 5: Avenida San Martín de Porres cuadra 9, no cuenta con buena pendiente para la evacuación de aguas.



Ilustración 6: Avenida San Martín de Porres cuadra 9, obstrucción de los colectores de evacuación con rampa de ingreso para vehículos.



Ilustración 7: Avenida San Martín de Porres cuadra 10, tramos de sardinell para evitar el ingreso de agua de lluvia a las viviendas.



Ilustración 8: Avenida San Martín de Porres cuadra, tubería instalada de forma transversal dentro del colector; obstruyendo el pase

Anexo 2. Matriz de consistencia

Tabla 29. Matriz de consistencia

TÍTULO	PROBLEMA	OBJETIVO	HIPOTESIS	VARIABLES
Comportamiento del sistema de drenaje pluvial ante precipitaciones extremas en la avenida San Martín de Porres - Cajamarca	¿Debido a que, el sistema de drenaje pluvial provoca inundaciones durante precipitaciones extremas en la avenida San Martín de Porres – Cajamarca?	Determinar las causas que provocan las inundaciones durante precipitaciones extremas debido al drenaje pluvial en la avenida San Martín de Porres – Cajamarca.	El sistema de drenaje pluvial ante precipitaciones extremas de la avenida San Martín de Porres – Cajamarca, es ineficiente, debido al mal diseño de colectores que existe.	1. sistema de drenaje pluvial 2. Precipitaciones extremas en la avenida San Martín
	¿Cuál es la capacidad hidráulica que poseen la cuadras 9, 10 y 11 de la avenida San Martín de Porres frente a la precipitación de lluvias que garantizar el libre desenvolvimiento del tráfico de vehículos y peatones?	Determinar la capacidad hidráulica que poseen la cuadras 9, 10 y 11 de la avenida San Martín de Porres frente a la precipitación de lluvias que garantizar el libre desenvolvimiento del tráfico de vehículos y peatones?	La capacidad hidráulica que poseen la cuadras 9, 10 y 11 de la avenida San Martín de Porres frente a la precipitación de lluvias es favorable, pues supera la descarga de escorrentía superficial.	
	¿Cuál será el diagnóstico actual del sistema de drenaje en la avenida San Martín de Porres de la ciudad de Cajamarca?	Realizar el diagnóstico actual del sistema de drenaje en la avenida San Martín de Porres de la ciudad de Cajamarca	El diagnóstico actual del sistema de drenaje en la avenida San Martín de Porres de la ciudad de Cajamarca muestra que se encuentra deteriorado y obstruidos.	
	¿Qué estrategias de operación y mantenimiento se vienen realizando por parte de las autoridades en el sistema de drenaje en la avenida San Martín de Porres?	Analizar que estrategias de operación y mantenimiento se vienen realizando por parte de las autoridades en el sistema de drenaje en la avenida San Martín de Porres.	Las estrategias de operación y mantenimiento que vienen realizando las autoridades en el sistema de drenaje en la avenida San Martín de Porres.	

Tabla 30. Intensidades Máximas (mm/h) de la Estación WEBERBAWER

N°	Año	5 min	10 min	30 min	60 min	120 min
1	1973	101.0	71.0	24.0	14.0	11.0
2	1974	73.0	58.0	34.0	18.0	19.0
3	1975	90.0	50.0	24.0	16.0	10.0
4	1976	68.0	63.0	37.0	19.0	9.0
5	1977	65.0	53.0	37.0	21.0	11.0
6	1978	26.0	24.0	21.0	12.0	6.0
7	1979	60.0	60.0	38.0	23.0	14.0
8	1980	73.0	60.1	33.8	21.1	9.3

9	1981	67.2	54.8	29.1	15.5	13.0
10	1982	88.29	75.2	37.2	23.1	13.3
11	1983	75.3	50.4	31.4	23.7	14.0
12	1984	112.8	71.8	27.6	15.6	9.8
13	1985	59.31	54.4	25.6	14.7	8.1
14	1986	84.6	65.4	30.1	15.6	8.2
15	1987	76.0	49.2	21.6	13.2	8.0
16	1988	70.4	52.8	23.0	13.8	7.9
17	1989	73.6	47.8	28.0	16.0	9.6
18	1990	111.6	75.0	37.9	23.0	12.0
19	1991	83.0	73.0	41.0	26.0	14.0
20	1992	56.0	39.0	19.0	10.0	5.0
21	1993	58.0	51.0	28.0	18.0	10.0
22	1994	91.49	64.2	36.2	24.7	12.4
23	1995	71.11	56.3	28.7	16.7	9.3
24	1996	81.3	60.2	32.4	17.9	11.1
25	1997	82.2	68.1	35.0	17.9	8.9
26	1998	92.0	66.3	40.6	27.1	13.5
27	1999	70.8	42.9	20.1	11.0	4.4
28	2000	46.8	32.4	23.0	15.8	8.0
29	2001	67.2	49.9	25.4	17.3	9.7
30	2002	28.2	20.6	13.8	8.7	4.4
31	2003	27.26	17.8	8.2	5.4	4.0
32	2004	110.0	92.5	34.0	34.0	17.0
33	2005	6.67	6.3	5.2	3.9	3.2
34	2006	39.0	25.5	10.3	6.4	4.6
35	2007	15.43	15.4	5.5	2.8	2.3
36	2008	36.0	25.0	14.6	10.1	7.6
37	2009	85.5	51.2	29.4	17.0	8.8
38	2010	27.0	27.0	24.9	17.2	11.0
39	2011	16.5	15.0	9.2	7.1	5.3
40	2012	32.4	32.4	11.0	7.8	4.2
41	2013	34.0	34.0	34.0	34.0	2.38
42	2014	8.1	8.1	8.1	8.1	0.93
43	2015	10.6	10.6	10.6	10.6	1.18
44	2016	13.70	13.70	13.70	13.70	1.27

Intensidades máximas desde los años 1973 a 1999, obtenidas del estudio hidrológico aplicado al drenaje de carreteras (Huamán & Alva, 1999). Intensidades máximas desde los años 2000 a 2002, obtenidas de análisis de tormenta de Senamhi. Intensidades máximas desde los años 2003 a 2012, obtenidas de la tesis eficiencia del sistema de drenaje pluvial en la avenida Angamos y jr. Santo Rosa (Yáñez, 2014). Intensidades máximas desde los años 2013 a 2016, obtenidas de la tesis nivel de eficiencia del sistema de drenaje pluvial del campus Universidad Privada del Norte Cajamarca, 2017 (Rojas & Calderon, 2019).

Anexo 3. Pluviogramas

Tabla 30. Pluviograma del 2003

Fecha	Horas (1)		Precipitación (mm)	
	hora	(am/pm)	Horaria (2)	Total en 24 horas (3)
17/03/2003	03:00:00	pm	0	0
17/03/2003	03:45:00	pm	0	0
17/03/2003	03:50:00	pm	0.2	0.2
17/03/2003	03:55:00	pm	0.1	0.3
17/03/2003	04:00:00	pm	0.5	0.8
17/03/2003	04:30:00	pm	0.8	1.6
17/03/2003	04:50:00	pm	0.1	1.7
17/03/2003	05:00:00	pm	0.5	2.2
17/03/2003	05:10:00	pm	0.3	2.5
17/03/2003	05:30:00	pm	0.1	2.6
17/03/2003	05:40:00	pm	0.1	2.72
17/03/2003	05:50:00	pm	0.6	3.32
17/03/2003	06:30:00	pm	1.2	4.5
17/03/2003	07:00:00	pm	1.1	5.6
17/03/2003	07:20:00	pm	0.9	6.5
17/03/2003	07:30:00	pm	0.3	6.8
17/03/2003	07:37:00	pm	3.2	10
17/03/2003	07:42:00	pm	0.7	10.7
17/03/2003	07:46:00	pm	0.4	11.1
17/03/2003	07:54:00	pm	0.5	11.6
17/03/2003	08:10:00	pm	0.4	12
17/03/2003	09:00:00	pm	2.6	14.6
17/03/2003	10:10:00	pm	1.8	16.4
17/03/2003	10:34:00	pm	0.3	16.7
17/03/2003	12:00:00	am	2	18.7
18/03/2003	12:30:00	am	0.5	19.2
18/03/2003	01:00:00	am	0.2	19.4
18/03/2003	01:30:00	am	0.6	20
18/03/2003	01:37:00	am	0.1	20.1
18/03/2003	02:00:00	am	0.00	20.1
18/03/2003	03:00:00	am	0.00	0.0
18/03/2003	04:00:00	am	0.00	0.0
18/03/2003	05:00:00	am	0.00	0.0

Tabla 31. *Pluviograma del 2004*

Fecha	Horas (1)		Precipitación (mm)	
	hora	(am/pm)	Horaria (2)	Total en 24 horas (3)
11/12/2004	02:40:00	pm	0	0
11/12/2004	02:48:00	pm	10	10.0
11/12/2004	02:51:00	pm	5.5	15.5
11/12/2004	02:55:00	pm	0.5	16.0
11/12/2004	03:00:00	pm	0.3	16.3
11/12/2004	03:06:00	pm	0.7	17.0
11/12/2004	03:12:00	pm	0.2	17.2
11/12/2004	03:18:00	pm	0.4	17.6
11/12/2004	03:20:00	pm	2.4	20.0
11/12/2004	03:32:00	pm	1.7	21.7
11/12/2004	05:50:00	pm	0.0	21.7
11/12/2004	06:00:00	pm	0.1	21.8
11/12/2004	06:10:00	pm	0.1	21.9
11/12/2004	06:20:00	pm	0.1	22.0
11/12/2004	06:30:00	pm	0.1	22.1
11/12/2004	07:00:00	pm	0.0	22.1
11/12/2004	07:40:00	pm	0.2	22.3
11/12/2004	08:40:00	pm	0.0	0.0

Tabla 32. *Pluviograma del 2005*

Fecha	Horas (1)		Precipitación (mm)	
	hora	(am/pm)	Horaria (2)	Total en 24 horas (3)
04/01/2005	04:00:00	pm	0.0	0
04/01/2005	04:26:00	pm	0.0	0
04/01/2005	04:30:00	pm	0.1	0.1
04/01/2005	04:40:00	pm	0.0	0.1
04/01/2005	04:48:00	pm	0.2	0.3
04/01/2005	04:53:00	pm	0.0	0.3
04/01/2005	05:20:00	pm	0.8	1.1
04/01/2005	05:33:00	pm	0.1	1.2
04/01/2005	05:44:00	pm	0.5	1.7
04/01/2005	05:49:00	pm	0.4	2.1

04/01/2005	06:04:00	pm	0.1	2.2
04/01/2005	06:10:00	pm	0.5	2.7
04/01/2005	06:50:00	pm	1.5	4.2
04/01/2005	06:56:00	pm	0.0	4.2
04/01/2005	07:10:00	pm	0.3	4.5
04/01/2005	07:30:00	pm	0.1	4.6
04/01/2005	07:45:00	pm	0.4	5.0
04/01/2005	08:13:00	pm	1.0	6.0
04/01/2005	08:45:00	pm	0	6.0
04/01/2005	08:59:00	pm	1	7.0
04/01/2005	09:10:00	pm	0.7	7.7
04/01/2005	09:43:00	pm	0.9	8.6
04/01/2005	10:00:00	pm	0.3	8.9
04/01/2005	10:10:00	pm	0	8.9
04/01/2005	10:20:00	pm	0.1	9.0
04/01/2005	10:40:00	pm	1	10.0
04/01/2005	11:20:00	pm	0.4	10.4
04/01/2005	11:34:00	pm	0.1	10.5
05/01/2005	12:00:00	am	0.5	11.0
05/01/2005	12:10:00	am	0.3	11.3
05/01/2005	12:19:00	am	1.0	12.3
05/01/2005	12:24:00	am	0.5	12.8
05/01/2005	12:45:00	am	1.6	14.4
05/01/2005	01:00:00	am	0.5	14.9
05/01/2005	01:47:00	am	1.9	16.8
05/01/2005	02:30:00	am	1.8	18.6
05/01/2005	03:10:00	am	0.9	19.5
05/01/2005	03:40:00	am	0.2	19.7
05/01/2005	06:10:00	am	0.1	19.8
05/01/2005	06:40:00	am	0.2	20.0
05/01/2005	07:00:00	am	0.2	20.2
05/01/2005	08:00:00	am	0.0	0.0
05/01/2005	09:00:00	am	0.0	0.0

Tabla 33. *Pluviograma del 2006*

Fecha	Horas (1)		Precipitación (mm)	
	hora	(am/pm)	Horaria (2)	Total en 24 horas (3)
10/03/2006	01:00:00	pm	0.0	0
10/03/2006	01:04:00	pm	0.1	0.1
10/03/2006	02:25:00	pm	0.0	0
10/03/2006	02:28:00	pm	0.4	0.4
10/03/2006	02:33:00	pm	1.5	1.9
10/03/2006	02:40:00	pm	1.1	3
10/03/2006	03:48:00	pm	0.1	3.1
10/03/2006	03:50:00	pm	0.4	3.5
10/03/2006	03:52:00	pm	0.4	3.9
10/03/2006	03:54:00	pm	0.3	4.2

10/03/2006	03:56:00	pm	1.3	5.5
10/03/2006	03:59:00	pm	0.8	6.3
10/03/2006	04:15:00	pm	0.5	6.8
10/03/2006	06:20:00	pm	0.0	6.8
10/03/2006	06:30:00	pm	0.3	7.1
10/03/2006	06:40:00	pm	0.2	7.3
10/03/2006	06:50:00	pm	0.1	7.4
10/03/2006	07:30:00	pm	0.0	7.4
10/03/2006	07:47:00	pm	2.5	9.9
10/03/2006	07:57:00	pm	2.3	12.2
10/03/2006	08:00:00	pm	0.4	12.6
10/03/2006	08:23:00	pm	1.1	13.7
10/03/2006	08:58:00	pm	1.0	14.7
10/03/2006	09:08:00	pm	0.8	15.5
10/03/2006	09:20:00	pm	0.7	16.2
10/03/2006	09:46:00	pm	1.0	17.2
10/03/2006	10:00:00	pm	0.5	17.7
10/03/2006	10:10:00	pm	0.3	18
10/03/2006	10:30:00	pm	0.4	18.4
10/03/2006	10:40:00	pm	0.3	18.7
11/03/2006	11:40:00	pm	0.0	18.7
12/03/2006	12:40:00	am	0.0	18.7

Tabla 34. *Pluviograma del 2007*

Fecha	Horas (1)		Precipitación (mm)	
	hora	(am/pm)	Horaria (2)	Total en 24 horas (3)
08/04/2007	02:53:00	pm	0.0	0
08/04/2007	02:57:00	pm	0.4	0.4
08/04/2007	03:04:00	pm	1.8	2.2
08/04/2007	03:10:00	pm	0.2	2.4
08/04/2007	04:08:00	pm	0.0	2.4
08/04/2007	04:18:00	pm	1.0	3.4
08/04/2007	04:30:00	pm	2.9	6.3
08/04/2007	04:32:00	pm	0.9	7.2
08/04/2007	04:35:00	pm	0.4	7.6
08/04/2007	04:40:00	pm	0.1	7.7
08/04/2007	05:38:00	pm	0.1	7.8
08/04/2007	05:58:00	pm	1.1	8.9
08/04/2007	06:02:00	pm	0.0	8.9
08/04/2007	06:23:00	pm	1.1	10.0
08/04/2007	06:53:00	pm	0.7	10.7
08/04/2007	07:05:00	pm	0.2	10.9
08/04/2007	08:05:00	pm	0.0	10.9
08/04/2007	09:05:00	pm	0.0	10.9

Tabla 35. Pluviograma del 2008

Fecha	Horas (1)		Precipitación (mm)	
	hora	(am/pm)	Horaria (2)	Total en 24 horas (3)
12/04/2008	06:45:00	pm	0.0	0
12/04/2008	07:00:00	pm	0.3	0.3
12/04/2008	07:09:00	pm	0.9	1.2
12/04/2008	07:14:00	pm	0.5	1.7
12/04/2008	07:20:00	pm	1.4	3.1
12/04/2008	07:26:00	pm	3.6	6.7
12/04/2008	07:30:00	pm	1.9	8.6
12/04/2008	07:38:00	pm	1.4	10.0
12/04/2008	07:50:00	pm	1.4	11.4
12/04/2008	08:00:00	pm	0.6	12.0
12/04/2008	08:37:00	pm	1.9	13.9
12/04/2008	08:59:00	pm	2.3	16.2
12/04/2008	09:10:00	pm	1.6	17.8
12/04/2008	09:23:00	pm	2.2	20.0
12/04/2008	09:40:00	pm	1.8	21.8
12/04/2008	10:05:00	pm	2.0	23.8
12/04/2008	10:19:00	pm	1.0	24.8
12/04/2008	10:26:00	pm	0.5	25.3
12/04/2008	10:44:00	pm	0.6	25.9
12/04/2008	11:00:00	pm	0.6	26.5
12/04/2008	11:20:00	pm	0.5	27.0
12/04/2008	12:00:00	am	0.0	27.0
13/04/2008	01:00:00	am	0.0	27.0
13/04/2008	02:00:00	am	0.0	27.0
13/04/2008	03:00:00	am	0.0	0
13/04/2008	04:00:00	am	0.0	0
13/04/2008	05:00:00	am	0.0	0

Tabla 36. Pluviograma del 2009

Fecha	Horas (1)		Precipitación (mm)	
	hora	(am/pm)	Horaria (2)	Total en 24 horas (3)
24/03/2009	02:54:00	pm	0.0	0

24/03/2009	02:58:00	pm	0.8	0.8
24/03/2009	03:02:00	pm	0.4	1.2
24/03/2009	03:07:00	pm	1.4	2.6
24/03/2009	03:11:00	pm	5.7	8.3
24/03/2009	03:17:00	pm	0.2	8.5
24/03/2009	03:19:00	pm	1.5	10.0
24/03/2009	03:23:00	pm	2.0	12.0
24/03/2009	03:25:00	pm	1.4	13.4
24/03/2009	03:27:00	pm	0.6	14.0
24/03/2009	03:31:00	pm	1.0	15.0
24/03/2009	03:34:00	pm	0.8	15.8
24/03/2009	03:38:00	pm	0.5	16.3
24/03/2009	03:50:00	pm	0.3	16.6
24/03/2009	04:00:00	pm	0.2	16.8
24/03/2009	04:10:00	pm	0.3	17.1
24/03/2009	04:20:00	pm	0.0	17.1
24/03/2009	05:15:00	pm	0.2	17.3
24/03/2009	05:30:00	pm	0.5	17.8
24/03/2009	05:35:00	pm	0.0	17.8
24/03/2009	05:58:00	pm	2.2	20.0
24/03/2009	06:20:00	pm	0.4	20.4
24/03/2009	06:40:00	pm	0.2	20.6
24/03/2009	07:26:00	pm	0.0	20.6
24/03/2009	07:30:00	pm	0.6	21.2
24/03/2009	08:00:00	pm	0.0	0
24/03/2009	09:00:00	pm	0.0	0

Tabla 37. Pluviograma del 2010

Fecha	Horas (1)		Precipitación (mm)	
	hora	(am/pm)	Horaria (2)	Total en 24 horas (3)
01/02/2010	10:00:00	pm	0.0	0
01/02/2010	11:02:00	pm	0.0	0
01/02/2010	11:14:00	pm	0.4	0.4
01/02/2010	11:20:00	pm	0.0	0.4
01/02/2010	11:28:00	pm	0.4	0.8
01/02/2010	11:33:00	pm	0.2	1.0
01/02/2010	11:36:00	pm	0.3	1.3
01/02/2010	11:43:00	pm	0.2	1.5
01/02/2010	11:51:00	pm	0.00	1.5
01/02/2010	11:57:00	pm	0.2	1.7
01/02/2010	12:03:00	pm	0.5	2.2
01/02/2010	12:20:00	pm	0.4	2.6
01/02/2010	03:25:00	pm	0.1	2.7
01/02/2010	03:27:00	pm	0.7	3.4
01/02/2010	03:50:00	pm	0.4	3.8
01/02/2010	05:12:00	pm	0.0	3.8

01/02/2010	05:20:00	pm	0.4	4.2
02/02/2010	01:11:00	am	0.3	4.5
02/02/2010	01:20:00	am	1.2	5.7
02/02/2010	01:27:00	am	1.3	7.0
02/02/2010	01:36:00	am	2.0	9.0
02/02/2010	01:50:00	am	6.0	15.0
02/02/2010	02:00:00	am	4.5	19.5
02/02/2010	02:05:00	am	1.5	21.0
02/02/2010	02:12:00	am	0.4	21.4
02/02/2010	02:26:00	am	0.6	22.0
02/02/2010	03:00:00	am	2.1	24.1
02/02/2010	03:15:00	am	2.6	26.7
02/02/2010	03:23:00	am	0.4	27.1
02/02/2010	03:35:00	am	2.0	29.1
02/02/2010	03:45:00	am	0.3	29.4
02/02/2010	04:00:00	am	0.4	29.8
02/02/2010	04:23:00	am	0.4	30.2
02/02/2010	05:00:00	am	0.1	30.3
02/02/2010	06:20:00	am	0.4	30.7
02/02/2010	07:20:00	am	0.0	30.7
02/02/2010	08:20:00	am	0.0	0

Tabla 38. *Pluviograma del 2011*

Fecha	Horas (1)		Precipitación (mm)	
	hora	(am/pm)	Horaria (2)	Total en 24 horas (3)
24/03/2011	10:00:00	pm	0.0	0
24/03/2011	10:35:00	pm	0.6	0.6
24/03/2011	10:41:00	pm	1.3	1.9
24/03/2011	10:45:00	pm	1.1	3.0
24/03/2011	10:49:00	pm	0.4	3.4
24/03/2011	11:05:00	pm	0.3	3.7
24/03/2011	11:12:00	pm	0.4	4.1
24/03/2011	11:30:00	pm	0.4	4.5
24/03/2011	11:40:00	pm	0.2	4.7
24/03/2011	12:50:00	pm	0.0	4.7
24/03/2011	01:06:00	pm	0.5	5.2
24/03/2011	01:17:00	pm	0.0	5.2
24/03/2011	01:27:00	pm	0.3	5.5
24/03/2011	01:50:00	pm	0.0	5.5
24/03/2011	02:00:00	pm	0.2	5.7
24/03/2011	03:33:00	pm	0.0	5.7
24/03/2011	03:40:00	pm	0.3	6.0
24/03/2011	03:50:00	pm	0.1	6.1
24/03/2011	04:00:00	pm	0.1	6.2
24/03/2011	04:13:00	pm	0.7	6.9
24/03/2011	04:30:00	pm	0.2	7.1

24/03/2011	05:30:00	pm	0.0	7.1
24/03/2011	05:45:00	pm	0.6	7.7
24/03/2011	07:10:00	pm	0.0	7.7
24/03/2011	07:20:00	pm	0.2	7.9
24/03/2011	07:30:00	pm	0.3	8.2
24/03/2011	07:40:00	pm	1.8	10.0
24/03/2011	07:50:00	pm	2.5	12.5
24/03/2011	08:00:00	pm	0.1	12.6
24/03/2011	09:13:00	pm	0.1	12.7
24/03/2011	09:46:00	pm	2.6	15.3
24/03/2011	10:00:00	pm	1.7	17.0
24/03/2011	10:11:00	pm	1.2	18.2
24/03/2011	10:20:00	pm	1.8	20.0
24/03/2011	10:30:00	pm	0.9	20.9
24/03/2011	10:36:00	pm	0.6	21.5
24/03/2011	10:48:00	pm	0.8	22.3
24/03/2011	10:56:00	pm	0.6	22.9
24/03/2011	11:10:00	pm	0.1	23.0
24/03/2011	12:00:00	am	0.7	23.7
25/03/2011	12:10:00	am	0.0	23.7
25/03/2011	12:22:00	am	0.3	24.0
25/03/2011	01:02:00	am	1.0	25.0
25/03/2011	01:20:00	am	0.5	25.5
25/03/2011	02:20:00	am	0.0	25.5
25/03/2011	03:20:00	am	0.0	0

Tabla 39. Pluviograma del 2012

Fecha	Horas (1)		Precipitación (mm)	
	hora	(am/pm)	Horaria (2)	Total en 24 horas (3)
06/02/2012	10:00:00	pm	0.0	0
06/02/2012	10:05:00	pm	0.2	0.2
06/02/2012	11:03:00	pm	0.0	0.2
06/02/2012	11:12:00	pm	0.2	0.4
06/02/2012	11:15:00	pm	0.3	0.7
06/02/2012	11:21:00	pm	0.0	0.7
06/02/2012	11:24:00	pm	0.3	1.0
06/02/2012	11:30:00	pm	0.1	1.1
06/02/2012	12:17:00	pm	0.0	1.1
06/02/2012	12:30:00	pm	1.1	2.2
06/02/2012	12:36:00	pm	1.0	3.2
06/02/2012	12:40:00	pm	0.2	3.4
06/02/2012	01:00:00	pm	0.0	3.4
06/02/2012	01:10:00	pm	5.4	8.8
06/02/2012	03:00:00	pm	0.5	9.3
06/02/2012	03:07:00	pm	0.5	9.8
06/02/2012	03:45:00	pm	0.2	10.0

06/02/2012	04:20:00	pm	0.2	10.2
06/02/2012	04:27:00	pm	0.1	10.3
06/02/2012	04:30:00	pm	0.5	10.8
06/02/2012	04:50:00	pm	0.5	11.3
06/02/2012	04:54:00	pm	0.3	11.6
06/02/2012	05:00:00	pm	0.2	11.8
06/02/2012	05:20:00	pm	0.0	11.8
06/02/2012	05:30:00	pm	0.4	12.2
06/02/2012	05:48:00	pm	0.5	12.7
06/02/2012	06:10:00	pm	0.3	13.0
06/02/2012	06:20:00	pm	0.0	13.0
06/02/2012	06:42:00	pm	1.2	14.2
06/02/2012	07:10:00	pm	0.1	14.3
06/02/2012	07:26:00	pm	0.7	15.0
06/02/2012	07:40:00	pm	1.3	16.3
06/02/2012	07:53:00	pm	0.7	17.0
06/02/2012	08:00:00	pm	0.1	17.1
06/02/2012	08:10:00	pm	0.0	17.1
06/02/2012	08:30:00	pm	0.2	17.3
06/02/2012	08:40:00	pm	0.2	17.5
06/02/2012	08:50:00	pm	0.4	17.9
06/02/2012	09:00:00	pm	0.1	18.0
07/02/2012	03:00:00	am	1.0	19.0
07/02/2012	03:32:00	am	0.4	19.4
07/02/2012	05:35:00	am	0.0	19.4
07/02/2012	06:35:00	am	0.0	0

Tabla 40. *Pluviograma del 2013*

Fecha	Horas (1)		Precipitación (mm)	
	hora	(am/pm)	Horaria (2)	Total en 24 horas (3)
06/05/2013	09:00:00	am	0.0	0
06/05/2013	10:00:00	am	0.2	0.2
06/05/2013	11:00:00	am	34.0	34.2
06/05/2013	12:00:00	pm	22.0	56.2
06/05/2013	01:00:00	pm	0.0	56.2
06/05/2013	02:00:00	pm	0.0	56.2
06/05/2013	03:00:00	pm	0.0	56.2
06/05/2013	04:00:00	pm	0.0	56.2
06/05/2013	05:00:00	pm	0.0	56.2
06/05/2013	06:00:00	pm	0.0	56.2
06/05/2013	07:00:00	pm	0.0	56.2
06/05/2013	08:00:00	pm	1.7	57.9
06/05/2013	09:00:00	pm	5.3	63.2
06/05/2013	10:00:00	pm	0.2	63.4
06/05/2013	11:00:00	pm	0.0	63.4
07/05/2013	12:00:00	am	0.0	63.4
07/05/2013	01:00:00	am	0.0	63.4

07/05/2013	02:00:00	am	0.2	63.6
07/05/2013	03:00:00	am	0.2	63.8
07/05/2013	04:00:00	am	0.0	63.8
07/05/2013	05:00:00	am	0.0	63.8
07/05/2013	06:00:00	am	0.0	63.8
07/05/2013	07:00:00	am	0.0	0

Tabla 41. *Pluviograma del 2014*

Fecha	Horas (1)		Precipitación (mm)	
	hora	(am/pm)	Horaria (2)	Total en 24 horas (3)
22/03/2014	08:00:00	am	0.0	0
22/03/2014	09:00:00	am	0.2	0.2
22/03/2014	10:00:00	am	0.0	0.2
22/03/2014	11:00:00	am	0.0	0.2
22/03/2014	12:00:00	pm	0.0	0.2
22/03/2014	01:00:00	pm	0.0	0.2
22/03/2014	02:00:00	pm	0.0	0.2
22/03/2014	03:00:00	pm	1.0	1.2
22/03/2014	04:00:00	pm	1.2	2.4
22/03/2014	05:00:00	pm	4.0	6.4
22/03/2014	06:00:00	pm	0.5	6.9
22/03/2014	07:00:00	pm	0.2	7.1
22/03/2014	08:00:00	pm	4.5	11.6
22/03/2014	09:00:00	pm	8.1	19.7
22/03/2014	10:00:00	pm	1.7	21.4
22/03/2014	11:00:00	pm	0.0	21.4
23/03/2014	12:00:00	am	0.2	21.6
23/03/2014	01:00:00	am	0.0	21.6
23/03/2014	02:00:00	am	0.0	21.6
23/03/2014	03:00:00	am	0.0	21.6
23/03/2014	04:00:00	am	0.0	21.6
23/03/2014	05:00:00	am	0.0	21.6
23/03/2014	06:00:00	am	0.0	21.6
23/03/2014	07:00:00	am	0.0	0

Tabla 42. *Pluviograma del 2015*

Fecha	Horas (1)		Precipitación (mm)	
	hora	(am/pm)	Horaria (2)	Total en 24 horas (3)
18/03/2015	06:00:00	am	0.0	0
18/03/2015	07:00:00	am	0.2	0.2
18/03/2015	08:00:00	am	0.5	0.7

18/03/2015	09:00:00	am	0.0	0.7
18/03/2015	10:00:00	am	0.0	0.7
18/03/2015	11:00:00	am	0.0	0.7
18/03/2015	12:00:00	pm	0.0	0.7
18/03/2015	01:00:00	pm	0.0	0.7
18/03/2015	02:00:00	pm	0.0	0.7
18/03/2015	03:00:00	pm	0.0	0.7
18/03/2015	04:00:00	pm	0.0	0.7
18/03/2015	05:00:00	pm	0.0	0.7
18/03/2015	06:00:00	pm	0.0	0.7
18/03/2015	07:00:00	pm	0.0	0.7
18/03/2015	08:00:00	pm	3.5	4.2
18/03/2015	09:00:00	pm	4.8	9.0
18/03/2015	10:00:00	pm	10.6	19.6
18/03/2015	11:00:00	pm	4.8	24.4
19/03/2015	12:00:00	am	4.0	28.4
19/03/2015	01:00:00	am	1.0	29.4
19/03/2015	02:00:00	am	0.2	29.6
19/03/2015	03:00:00	am	0.0	29.6
19/03/2015	04:00:00	am	0.0	29.6
19/03/2015	05:00:00	am	0.0	29.6
19/03/2015	06:00:00	am	0.2	29.8
19/03/2015	07:00:00	am	0.0	0.0

Tabla 43. Pluviograma del 2016

Fecha	Horas (1)		Precipitación (mm)	
	hora	(am/pm)	Horaria (2)	Total en 24 horas (3)
14/03/2016	05:00:00	pm	0.0	0
14/03/2016	06:00:00	pm	2.2	2.2
14/03/2016	07:00:00	pm	13.7	15.9
14/03/2016	08:00:00	pm	9.3	25.2
14/03/2016	09:00:00	pm	3.0	28.2
14/03/2016	10:00:00	pm	0.2	28.4
14/03/2016	11:00:00	pm	0.2	28.6
15/03/2016	12:00:00	am	0.0	28.6
15/03/2016	01:00:00	am	0.0	28.6
15/03/2016	02:00:00	am	0.2	28.8
15/03/2016	03:00:00	am	0.0	28.8
15/03/2016	04:00:00	am	0.0	28.8
15/03/2016	05:00:00	am	0.0	28.8
15/03/2016	06:00:00	am	0.0	28.8
15/03/2016	07:00:00	am	0.0	0

Anexo 4. Análisis de tormentas

Tabla 44. Análisis de tormenta año 2003

Hora		lt	la	Lp	La	Intensidad	
		(min)	(min)			(mm/min)	(mm/h)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	
03:00:00	p.m.	0	0	0	0	0	0
03:45:00	p.m.	45	45	0.00	0.00	0.000	0.00
03:50:00	p.m.	5	50	0.20	0.20	0.040	2.40
03:55:00	p.m.	5	55	0.10	0.30	0.020	1.20
04:00:00	p.m.	5	60	0.50	0.80	0.100	6.00
04:30:00	p.m.	30	90	0.80	1.60	0.027	1.60
04:50:00	p.m.	20	110	0.10	1.70	0.005	0.30
05:00:00	p.m.	10	120	0.50	2.20	0.050	3.00
05:10:00	p.m.	10	130	0.30	2.50	0.030	1.80
05:30:00	p.m.	20	150	0.10	2.60	0.005	0.30
05:40:00	p.m.	10	160	0.12	2.72	0.012	0.72
05:50:00	p.m.	10	170	0.60	3.32	0.060	3.60
06:30:00	p.m.	40	210	1.20	4.52	0.030	1.80
07:00:00	p.m.	30	240	1.10	5.62	0.037	2.20
07:20:00	p.m.	20	260	0.90	6.52	0.045	2.70
07:30:00	p.m.	10	270	0.30	6.82	0.030	1.80
07:37:00	p.m.	7	277	3.18	10.00	0.454	27.26
07:42:00	p.m.	5	282	0.70	10.70	0.140	8.40
07:46:00	p.m.	4	286	0.40	11.10	0.100	6.00
07:54:00	p.m.	8	294	0.50	11.60	0.063	3.75
08:10:00	p.m.	16	310	0.40	12.00	0.025	1.50
09:00:00	p.m.	50	360	2.60	14.60	0.052	3.12
10:10:00	p.m.	70	430	1.80	16.40	0.026	1.54
10:34:00	p.m.	24	454	0.30	16.70	0.013	0.75
12:00:00	a.m.	86	540	2.00	18.70	0.023	1.40
12:30:00	a.m.	30	570	0.50	19.20	0.017	1.00
01:00:00	a.m.	30	600	0.20	19.40	0.007	0.40
01:30:00	a.m.	30	630	0.60	20.00	0.020	1.20

01:07:00	a.m.	60	690	0.10	20.10	0.002	0.10
02:00:00	a.m.	60	750	0.00	20.10	0.000	0.00
03:00:00	a.m.	60	810	0.00	0.00	0.000	0.00
04:00:00	a.m.	60	870	0.00	0.00	0.000	0.00
05:00:00	a.m.	60	930	0.00	0.00	0.000	0.00

Tabla 45. Análisis de tormenta año 2004

Hora		lt	la	Lp	La	Intensidad	
		(min)	(min)			(mm/min)	(mm/h)
(1)		(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
02:40:00	p.m.	0	0	0	0	0	0
02:48:00	p.m.	8	8	10.00	10.00	1.250	75.00
02:51:00	p.m.	3	11	5.50	15.50	1.833	110.00
02:55:00	p.m.	4	15	0.50	16.00	0.125	7.50
03:00:00	p.m.	5	20	0.30	16.30	0.060	3.60
03:06:00	p.m.	6	26	0.70	17.00	0.117	7.00
03:12:00	p.m.	6	32	0.20	17.20	0.033	2.00
03:18:00	p.m.	6	38	0.40	17.60	0.067	4.00
03:20:00	p.m.	2	40	2.40	20.00	1.200	72.00
03:32:00	p.m.	12	52	1.70	21.70	0.142	8.50
05:50:00	p.m.	138	190	0.00	21.70	0.000	0.00
06:00:00	p.m.	10	200	0.10	21.80	0.010	0.60
06:10:00	p.m.	10	210	0.10	21.90	0.010	0.60

Tabla 46. Análisis de tormenta año 2005

Hora		lt	la	Lp	La	Intensidad	
		(min)	(min)			(mm/min)	(mm/h)
(1)		(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
04:00:00	p.m.	0	0	0	0	0	0
04:26:00	p.m.	26	26	0.00	0.00	0.000	0.00
04:30:00	p.m.	4	30	0.10	0.10	0.025	1.50
04:40:00	p.m.	10	40	0.00	0.10	0.000	0.00
04:48:00	p.m.	8	48	0.20	0.30	0.025	1.50
04:53:00	p.m.	5	53	0.00	0.30	0.000	0.00
05:20:00	p.m.	27	80	0.80	1.10	0.030	1.78
05:33:00	p.m.	13	93	0.10	1.20	0.008	0.46
05:44:00	p.m.	11	104	0.50	1.70	0.045	2.73

“Comportamiento del sistema de drenaje pluvial ante precipitaciones extremas en la avenida San Martín de Porres - Cajamarca”

05:49:00	p.m.	5	109	0.40	2.10	0.080	4.80
06:04:00	p.m.	15	124	0.10	2.20	0.007	0.40
06:10:00	p.m.	6	130	0.50	2.70	0.083	5.00
06:50:00	p.m.	40	170	1.50	4.20	0.038	2.25
06:56:00	p.m.	6	176	0.00	4.20	0.000	0.00
07:10:00	p.m.	14	190	0.30	4.50	0.021	1.29
07:30:00	p.m.	20	210	0.10	4.60	0.005	0.30
07:45:00	p.m.	15	225	0.40	5.00	0.027	1.60
08:13:00	p.m.	28	253	1.00	6.00	0.036	2.14
08:45:00	p.m.	32	285	0.00	6.00	0.000	0.00
08:59:00	p.m.	14	299	1.00	7.00	0.071	4.29
09:10:00	p.m.	11	310	0.70	7.70	0.064	3.82
09:43:00	p.m.	33	343	0.90	8.60	0.027	1.64
10:00:00	p.m.	17	360	0.30	8.90	0.018	1.06
10:10:00	p.m.	10	370	0.00	8.90	0.000	0.00
10:20:00	p.m.	10	380	0.10	9.00	0.010	0.60
10:40:00	p.m.	20	400	1.00	10.00	0.050	3.00
11:20:00	p.m.	40	440	0.40	10.40	0.010	0.60
11:34:00	p.m.	14	454	0.10	10.50	0.007	0.43
12:00:00	a.m.	26	480	0.50	11.00	0.019	1.15
12:10:00	a.m.	10	490	0.30	11.30	0.030	1.80
12:19:00	a.m.	9	499	1.00	12.30	0.111	6.67
12:24:00	a.m.	5	504	0.50	12.80	0.100	6.00
12:45:00	a.m.	21	525	1.60	14.40	0.076	4.57
01:00:00	a.m.	15	540	0.50	14.90	0.033	2.00
01:47:00	a.m.	47	587	1.90	16.80	0.040	2.43
02:30:00	a.m.	43	630	1.80	18.60	0.042	2.51
03:10:00	a.m.	40	670	0.90	19.50	0.023	1.35
03:40:00	a.m.	30	700	0.20	19.70	0.007	0.40
06:10:00	a.m.	150	850	0.10	19.80	0.001	0.04
06:40:00	a.m.	30	880	0.20	20.00	0.007	0.40
07:00:00	a.m.	20	900	0.20	20.20	0.010	0.60
08:00:00	a.m.	60	960	0.00	0.00	0.000	0.00

Tabla 47. Análisis de tormenta año 2006

Hora		lt	la	Lp	La	Intensidad	
		(min)	(min)			(mm/min)	(mm/h)
(1)		(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
01:00:00	p.m.	0	0	0			
01:04:00	p.m.	4	4	0.10	0.10	0.025	1.50
02:25:00	p.m.	81	85	0.00	0.10	0.000	0.00
02:28:00	p.m.	3	88	0.40	0.50	0.133	8.00
02:33:00	p.m.	5	93	1.50	2.00	0.300	18.00
02:40:00	p.m.	7	100	1.10	3.10	0.157	9.43
03:48:00	p.m.	68	168	0.10	3.20	0.001	0.09
03:50:00	p.m.	2	170	0.40	3.60	0.200	12.00
03:52:00	p.m.	2	172	0.40	4.00	0.200	12.00
03:54:00	p.m.	2	174	0.30	4.30	0.150	9.00
03:56:00	p.m.	2	176	1.30	5.60	0.650	39.00
03:59:00	p.m.	3	179	0.80	6.40	0.267	16.00
04:15:00	p.m.	16	195	0.50	6.90	0.031	1.88
06:20:00	p.m.	125	320	0.00	6.90	0.000	0.00
06:30:00	p.m.	10	330	0.30	7.20	0.030	1.80
06:40:00	p.m.	10	340	0.20	7.40	0.020	1.20
06:50:00	p.m.	10	350	0.10	7.50	0.010	0.60
07:30:00	p.m.	40	390	0.00	7.50	0.000	0.00
07:47:00	p.m.	17	407	2.50	10.00	0.147	8.82
07:57:00	p.m.	10	417	2.30	12.30	0.230	13.80
08:00:00	p.m.	3	420	0.40	12.70	0.133	8.00
08:23:00	p.m.	23	443	1.10	13.80	0.048	2.87
08:58:00	p.m.	35	478	1.00	14.80	0.029	1.71
09:08:00	p.m.	10	488	0.80	15.60	0.080	4.80
09:20:00	p.m.	12	500	0.70	16.30	0.058	3.50
09:46:00	p.m.	26	526	1.00	17.30	0.038	2.31
10:00:00	p.m.	14	540	0.50	17.80	0.036	2.14
10:10:00	p.m.	10	550	0.30	18.10	0.030	1.80
10:30:00	p.m.	20	570	0.40	18.50	0.020	1.20
10:40:00	p.m.	10	580	0.30	18.80	0.030	1.80
11:40:00	p.m.	60	640	0.00	0.00	0.000	0.00
12:40:00	a.m.	60	700	0.00	0.00	0.000	0.00

Tabla 48. Análisis de tormenta año 2007

Hora		It	la	Lp	La	Intensidad	
		(min)	(min)			(mm/min)	(mm/h)
(1)		(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
02:53:00	p.m.	0	0	0	0	0	0
02:57:00	p.m.	4	4	0.40	0.40	0.100	6.00
03:04:00	p.m.	7	11	1.80	2.20	0.257	15.43
03:10:00	p.m.	6	17	0.20	2.40	0.033	2.00
04:08:00	p.m.	58	75	0.00	2.40	0.000	0.00
04:18:00	p.m.	10	85	1.00	3.40	0.100	6.00
04:30:00	p.m.	12	97	2.90	6.30	0.242	14.50
04:32:00	p.m.	2	99	0.90	7.20	0.450	27.00
04:35:00	p.m.	3	102	0.40	7.60	0.133	8.00
04:40:00	p.m.	5	107	0.10	7.70	0.020	1.20
05:38:00	p.m.	58	165	0.10	7.80	0.002	0.10
05:58:00	p.m.	20	185	1.10	8.90	0.055	3.30
06:02:00	p.m.	4	189	0.00	8.90	0.000	0.00
06:23:00	p.m.	21	210	1.10	10.00	0.052	3.14
06:53:00	p.m.	30	240	0.70	10.70	0.023	1.40
07:05:00	p.m.	12	252	0.20	10.90	0.017	1.00
08:05:00	p.m.	60	312	0.00	0.00	0.000	0.00
09:05:00	p.m.	60	372	0.00	0.00	0.000	0.00

Tabla 49. *Análisis de tormenta año 2008*

Hora		It	Ia	Lp	La	Intensidad	
		(min)	(min)			(mm/min)	(mm/h)
(1)		(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
06:45:00	p.m.	0	0	0	0	0	0
07:00:00	p.m.	15	15	0.30	0.30	0.020	1.20
07:09:00	p.m.	9	24	0.90	1.20	0.100	6.00
07:14:00	p.m.	5	29	0.50	1.70	0.100	6.00
07:20:00	p.m.	6	35	1.40	3.10	0.233	14.00
07:26:00	p.m.	6	41	3.60	6.70	0.600	36.00
07:30:00	p.m.	4	45	1.90	8.60	0.475	28.50
07:38:00	p.m.	8	53	1.40	10.00	0.175	10.50
07:50:00	p.m.	12	65	1.40	11.40	0.117	7.00
08:00:00	p.m.	10	75	0.60	12.00	0.060	3.60
08:37:00	p.m.	37	112	1.90	13.90	0.051	3.08
08:59:00	p.m.	22	134	2.30	16.20	0.105	6.27
09:10:00	p.m.	11	145	1.60	17.80	0.145	8.73
09:23:00	p.m.	13	158	2.20	20.00	0.169	10.15
09:40:00	p.m.	17	175	1.80	21.80	0.106	6.35
10:05:00	p.m.	25	200	2.00	23.80	0.080	4.80
10:19:00	p.m.	14	214	1.00	24.80	0.071	4.29
10:26:00	p.m.	7	221	0.50	25.30	0.071	4.29
10:44:00	p.m.	18	239	0.60	25.90	0.033	2.00
11:00:00	p.m.	16	255	0.60	26.50	0.038	2.25
11:20:00	p.m.	20	275	0.50	27.00	0.025	1.50
12:00:00	a.m.	40	315	0.00	27.00	0.000	0.00
01:00:00	a.m.	60	375	0.00	27.00	0.000	0.00
02:00:00	a.m.	60	435	0.00	27.00	0.000	0.00
03:00:00	a.m.	60	495	0.00	27.00	0.000	0.00
04:00:00	a.m.	60	555	0.00	27.00	0.000	0.00
05:00:00	a.m.	60	615	0.00	27.00	0.000	0.00

Tabla 50. Análisis de tormenta año 2009

Hora		It	Ia	Lp	La	Intensidad	
		(min)	(min)			(mm/min)	(mm/h)
(1)		(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
02:54:00	p.m.	0	0	0	0	0	0
02:58:00	p.m.	4	4	0.80	0.80	0.200	12.00
03:02:00	p.m.	4	8	0.40	1.20	0.100	6.00
03:07:00	p.m.	5	13	1.40	2.60	0.280	16.80
03:11:00	p.m.	4	17	5.70	8.30	1.425	85.50
03:17:00	p.m.	6	23	0.20	8.50	0.033	2.00
03:19:00	p.m.	2	25	1.50	10.00	0.750	45.00
03:23:00	p.m.	4	29	2.00	12.00	0.500	30.00
03:25:00	p.m.	2	31	1.40	13.40	0.700	42.00
03:27:00	p.m.	2	33	0.60	14.00	0.300	18.00
03:31:00	p.m.	4	37	1.00	15.00	0.250	15.00
03:34:00	p.m.	3	40	0.80	15.80	0.267	16.00
03:38:00	p.m.	4	44	0.50	16.30	0.125	7.50
03:50:00	p.m.	12	56	0.30	16.60	0.025	1.50
04:00:00	p.m.	10	66	0.20	16.80	0.020	1.20
04:10:00	p.m.	10	76	0.30	17.10	0.030	1.80
04:20:00	p.m.	10	86	0.00	17.10	0.000	0.00
05:15:00	p.m.	55	141	0.20	17.30	0.004	0.22
05:30:00	p.m.	15	156	0.50	17.80	0.033	2.00
05:35:00	p.m.	5	161	0.00	17.80	0.000	0.00
05:58:00	p.m.	23	184	2.20	20.00	0.096	5.74
06:20:00	p.m.	22	206	0.40	20.40	0.018	1.09
06:40:00	p.m.	20	226	0.20	20.60	0.010	0.60
07:26:00	p.m.	46	272	0.00	20.60	0.000	0.00
07:30:00	p.m.	4	276	0.60	21.20	0.150	9.00
08:00:00	p.m.	30	306	0.00	21.20	0.000	0.00
09:00:00	p.m.	60	366	0.00	21.20	0.000	0.00

Tabla 51. Análisis de tormenta año 2010

Hora		It	Ia	Lp	La	Intensidad	
		(min)	(min)			(mm/min)	(mm/h)
(1)		(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
10:00:00	a.m.	0	0	0	0	0	0
11:02:00	a.m.	62	62	0.00	0.00	0.000	0.00
11:14:00	a.m.	12	74	0.40	0.40	0.033	2.00
11:20:00	a.m.	6	80	0.00	0.40	0.000	0.00
11:28:00	a.m.	8	88	0.40	0.80	0.050	3.00
11:36:00	a.m.	8	96	0.20	1.00	0.025	1.50
11:33:00	a.m.	60	156	0.30	1.30	0.005	0.30
11:43:00	a.m.	60	216	0.20	1.50	0.003	0.20
11:51:00	a.m.	60	276	0.00	1.50	0.000	0.00
11:57:00	a.m.	60	336	0.20	1.70	0.003	0.20
12:03:00	p.m.	60	396	0.50	2.20	0.008	0.50
12:20:00	p.m.	60	456	0.40	2.60	0.007	0.40
03:25:00	p.m.	60	516	0.10	2.70	0.002	0.10
03:27:00	p.m.	60	576	0.70	3.40	0.012	0.70
03:50:00	p.m.	60	636	0.40	3.80	0.007	0.40
05:12:00	p.m.	60	696	0.00	3.80	0.000	0.00
05:20:00	p.m.	60	756	0.40	4.20	0.007	0.40
01:11:00	a.m.	155	911	0.30	4.50	0.002	0.12
01:20:00	a.m.	9	920	1.20	5.70	0.133	8.00
01:27:00	a.m.	7	927	1.30	7.00	0.186	11.14
01:36:00	a.m.	9	936	2.00	9.00	0.222	13.33
01:50:00	a.m.	14	950	6.00	15.00	0.429	25.71
02:00:00	a.m.	10	960	4.50	19.50	0.450	27.00
02:05:00	a.m.	5	965	1.50	21.00	0.300	18.00
02:12:00	a.m.	7	972	0.40	21.40	0.057	3.43
02:26:00	a.m.	14	986	0.60	22.00	0.043	2.57
03:00:00	a.m.	34	1020	2.10	24.10	0.062	3.71
03:15:00	a.m.	15	1035	2.60	26.70	0.173	10.40
03:23:00	a.m.	8	1043	0.40	27.10	0.050	3.00
03:35:00	a.m.	12	1055	2.00	29.10	0.167	10.00
03:45:00	a.m.	10	1065	0.30	29.40	0.030	1.80
04:00:00	a.m.	15	1080	0.40	29.80	0.027	1.60
04:23:00	a.m.	23	1103	0.40	30.20	0.017	1.04
05:00:00	a.m.	37	1140	0.10	30.30	0.003	0.16
06:20:00	a.m.	80	1220	0.40	30.70	0.005	0.30
07:20:00	a.m.	60	1280	0.00	30.70	0.000	0.00
08:20:00	a.m.	60	1340	0.00	30.70	0.000	0.00

Tabla 52. Análisis de tormenta año 2011

Hora		It	la	Lp	La	Intensidad	
		(min)	(min)			(mm/min)	(mm/h)
(1)		(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
10:00:00	p.m.	0	0	0	0	0	0
10:35:00	p.m.	35	35	0.60	0.60	0.017	1.03
10:41:00	p.m.	6	41	1.30	1.90	0.217	13.00
10:45:00	p.m.	4	45	1.10	3.00	0.275	16.50
10:49:00	p.m.	4	49	0.40	3.40	0.100	6.00
11:05:00	p.m.	16	65	0.30	3.70	0.019	1.13
11:12:00	p.m.	7	72	0.40	4.10	0.057	3.43
11:30:00	p.m.	18	90	0.40	4.50	0.022	1.33
11:40:00	p.m.	10	100	0.20	4.70	0.020	1.20
12:50:00	p.m.	70	170	0.00	4.70	0.000	0.00
01:06:00	p.m.	16	186	0.50	5.20	0.031	1.88
01:17:00	p.m.	11	197	0.00	5.20	0.000	0.00
01:27:00	p.m.	10	207	0.30	5.50	0.030	1.80
01:50:00	p.m.	23	230	0.00	5.50	0.000	0.00
02:00:00	p.m.	10	240	0.20	5.70	0.020	1.20
03:33:00	p.m.	93	333	0.00	5.70	0.000	0.00
03:40:00	p.m.	7	340	0.30	6.00	0.043	2.57
03:50:00	p.m.	10	350	0.10	6.10	0.010	0.60
04:00:00	p.m.	10	360	0.10	6.20	0.010	0.60
04:13:00	p.m.	13	373	0.70	6.90	0.054	3.23
04:30:00	p.m.	17	390	0.20	7.10	0.012	0.71
05:30:00	p.m.	60	450	0.00	7.10	0.000	0.00
05:45:00	p.m.	15	465	0.60	7.70	0.040	2.40
07:10:00	p.m.	85	550	0.00	7.70	0.000	0.00
07:20:00	p.m.	10	560	0.20	7.90	0.020	1.20
07:30:00	p.m.	10	570	0.30	8.20	0.030	1.80
07:40:00	p.m.	10	580	1.80	10.00	0.180	10.80
07:50:00	p.m.	10	590	2.50	12.50	0.250	15.00
08:00:00	p.m.	10	600	0.10	12.60	0.010	0.60
09:13:00	p.m.	73	673	0.10	12.70	0.001	0.08
09:46:00	p.m.	33	706	2.60	15.30	0.079	4.73
10:00:00	p.m.	14	720	1.70	17.00	0.121	7.29
10:11:00	p.m.	11	731	1.20	18.20	0.109	6.55
10:20:00	p.m.	9	740	1.80	20.00	0.200	12.00
10:30:00	p.m.	10	750	0.90	20.90	0.090	5.40
10:36:00	p.m.	6	756	0.60	21.50	0.100	6.00
10:48:00	p.m.	12	768	0.80	22.30	0.067	4.00
10:56:00	p.m.	8	776	0.60	22.90	0.075	4.50
11:10:00	p.m.	14	790	0.10	23.00	0.007	0.43
12:00:00	a.m.	50	840	0.70	23.70	0.014	0.84

12:10:00	a.m.	10	850	0.00	23.70	0.000	0.00
12:22:00	a.m.	12	862	0.30	24.00	0.025	1.50
01:02:00	a.m.	40	902	1.00	25.00	0.025	1.50
01:20:00	a.m.	18	920	0.50	25.50	0.028	1.67
02:20:00	a.m.	60	980	0.00	0.00	0.000	0.00

Tabla 53. Análisis de tormenta año 2012

Hora		It	Ia	Lp	La	Intensidad	
		(min)	(min)			(mm/min)	(mm/h)
(1)		(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
10:00:00	a.m.	0	0	0	0	0	0
10:05:00	a.m.	5	5	0.20	0.20	0.040	2.40
11:03:00	a.m.	58	63	0.00	0.20	0.000	0.00
11:12:00	a.m.	9	72	0.20	0.40	0.022	1.33
11:15:00	a.m.	3	75	0.30	0.70	0.100	6.00
11:21:00	a.m.	6	81	0.00	0.70	0.000	0.00
11:24:00	a.m.	3	84	0.30	1.00	0.100	6.00
11:30:00	a.m.	6	90	0.10	1.10	0.017	1.00
12:17:00	p.m.	47	137	0.00	1.10	0.000	0.00
12:30:00	p.m.	13	150	1.10	2.20	0.085	5.08
12:36:00	p.m.	6	156	1.00	3.20	0.167	10.00
12:40:00	p.m.	4	160	0.20	3.40	0.050	3.00
01:00:00	p.m.	20	180	0.00	3.40	0.000	0.00
01:10:00	p.m.	10	190	5.40	8.80	0.540	32.40
03:00:00	p.m.	110	300	0.50	9.30	0.005	0.27
03:07:00	p.m.	7	307	0.50	9.80	0.071	4.29
03:45:00	p.m.	38	345	0.20	10.00	0.005	0.32
04:20:00	p.m.	35	380	0.20	10.20	0.006	0.34
04:27:00	p.m.	7	387	0.10	10.30	0.014	0.86
04:30:00	p.m.	3	390	0.50	10.80	0.167	10.00
04:50:00	p.m.	20	410	0.50	11.30	0.025	1.50
04:54:00	p.m.	4	414	0.30	11.60	0.075	4.50
05:00:00	p.m.	6	420	0.20	11.80	0.033	2.00
05:20:00	p.m.	20	440	0.00	11.80	0.000	0.00
05:30:00	p.m.	10	450	0.40	12.20	0.040	2.40
05:48:00	p.m.	18	468	0.50	12.70	0.028	1.67
06:10:00	p.m.	22	490	0.30	13.00	0.014	0.82
06:20:00	p.m.	10	500	0.00	13.00	0.000	0.00
06:42:00	p.m.	22	522	1.20	14.20	0.055	3.27
07:10:00	p.m.	28	550	0.10	14.30	0.004	0.21
07:26:00	p.m.	16	566	0.70	15.00	0.044	2.63
07:40:00	p.m.	14	580	1.30	16.30	0.093	5.57
07:53:00	p.m.	13	593	0.70	17.00	0.054	3.23

08:00:00	p.m.	7	600	0.10	17.10	0.014	0.86
08:10:00	p.m.	10	610	0.00	17.10	0.000	0.00
08:30:00	p.m.	20	630	0.20	17.30	0.010	0.60
08:40:00	p.m.	10	640	0.20	17.50	0.020	1.20
08:50:00	p.m.	10	650	0.40	17.90	0.040	2.40
09:00:00	p.m.	10	660	0.10	18.00	0.010	0.60
03:00:00	a.m.	360	1020	1.00	19.00	0.003	0.17
03:32:00	a.m.	32	1052	0.40	19.40	0.013	0.75
05:35:00	a.m.	123	1175	0.00	0.00	0.000	0.00
06:35:00	a.m.	60	1235	0.00	0.00	0.000	0.00

Fuente: Elaboración propia

Tabla 54. Análisis de tormenta año 2013

Hora		It	la	Lp	La	Intensidad	
		(min)	(min)			(mm/min)	(mm/h)
(1)		(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
09:00:00	a.m.	0	0	0	0	0	0
10:00:00	a.m.	60	60	0.20	0.20	0.003	0.20
11:00:00	a.m.	60	120	34.00	34.20	0.567	34.00
12:00:00	p.m.	60	180	22.00	56.20	0.367	22.00
01:00:00	p.m.	60	240	0.00	56.20	0.000	0.00
02:00:00	p.m.	60	300	0.00	56.20	0.000	0.00
03:00:00	p.m.	60	360	0.00	56.20	0.000	0.00
04:00:00	p.m.	60	420	0.00	56.20	0.000	0.00
05:00:00	p.m.	60	480	0.00	56.20	0.000	0.00
06:00:00	p.m.	60	540	0.00	56.20	0.000	0.00
07:00:00	p.m.	60	600	0.00	56.20	0.000	0.00
08:00:00	p.m.	60	660	1.70	57.90	0.028	1.70
09:00:00	p.m.	60	720	5.30	63.20	0.088	5.30
10:00:00	p.m.	60	780	0.20	63.40	0.003	0.20
11:00:00	p.m.	60	840	0.00	63.40	0.000	0.00
12:00:00	a.m.	60	900	0.00	63.40	0.000	0.00
01:00:00	a.m.	60	960	0.00	63.40	0.000	0.00
02:00:00	a.m.	60	1020	0.20	63.60	0.003	0.20
03:00:00	a.m.	60	1080	0.20	63.80	0.003	0.20
04:00:00	a.m.	60	1140	0.00	63.80	0.000	0.00
05:00:00	a.m.	60	1200	0.00	63.80	0.000	0.00
06:00:00	a.m.	60	1260	0.00	63.80	0.000	0.00
07:00:00	a.m.	60	1320	0.00	0.00	0.000	0.00

Tabla 55. Análisis de tormenta año 2014

Hora		It	Ia	Lp	La	Intensidad	
		(min)	(min)			(mm/min)	(mm/h)
(1)		(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
08:00:00	a.m.	0	0	0	0	0	0
09:00:00	a.m.	60	60	0.20	0.20	0.003	0.20
10:00:00	a.m.	60	120	0.00	0.20	0.000	0.00
11:00:00	a.m.	60	180	0.00	0.20	0.000	0.00
12:00:00	p.m.	60	240	0.00	0.20	0.000	0.00
01:00:00	p.m.	60	300	0.00	0.20	0.000	0.00
02:00:00	p.m.	60	360	0.00	0.20	0.000	0.00
03:00:00	p.m.	60	420	1.00	1.20	0.017	1.00
04:00:00	p.m.	60	480	1.20	2.40	0.020	1.20
05:00:00	p.m.	60	540	4.00	6.40	0.067	4.00
06:00:00	p.m.	60	600	0.50	6.90	0.008	0.50
07:00:00	p.m.	60	660	0.20	7.10	0.003	0.20
08:00:00	p.m.	60	720	4.50	11.60	0.075	4.50
09:00:00	p.m.	60	780	8.10	19.70	0.135	8.10
10:00:00	p.m.	60	840	1.7	21.40	0.028	1.70
11:00:00	p.m.	60	900	0.00	21.40	0.000	0.00
12:00:00	p.m.	60	960	0.20	21.60	0.003	0.20
01:00:00	p.m.	60	1020	0.00	21.60	0.000	0.00
02:00:00	p.m.	60	1080	0.00	21.60	0.000	0.00
03:00:00	p.m.	60	1140	0.00	21.60	0.000	0.00
04:00:00	p.m.	60	1200	0.00	21.60	0.000	0.00
05:00:00	p.m.	60	1260	0.00	21.60	0.000	0.00
06:00:00	p.m.	60	1320	0.00	21.60	0.000	0.00
07:00:00	p.m.	60	1380	0.00	0.00	0.000	0.00

Tabla 56. *Análisis de tormenta año 2015*

Hora		It	Ia	Lp	La	Intensidad	
		(min)	(min)			(mm/min)	(mm/h)
(1)		(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
06:00:00	a.m.	0	0	0	0	0	0
07:00:00	a.m.	60	60	0.20	0.20	0.003	0.20
08:00:00	a.m.	60	120	0.50	0.70	0.008	0.50
09:00:00	a.m.	60	180	0.00	0.70	0.000	0.00
10:00:00	a.m.	60	240	0.00	0.70	0.000	0.00
11:00:00	a.m.	60	300	0.00	0.70	0.000	0.00
12:00:00	p.m.	60	360	0.00	0.70	0.000	0.00
01:00:00	p.m.	60	420	0.00	0.70	0.000	0.00
02:00:00	p.m.	60	480	0.00	0.70	0.000	0.00
03:00:00	p.m.	60	540	0.00	0.70	0.000	0.00
04:00:00	p.m.	60	600	0.00	0.70	0.000	0.00
05:00:00	p.m.	60	660	0.00	0.70	0.000	0.00
06:00:00	p.m.	60	720	0.00	0.70	0.000	0.00
07:00:00	p.m.	60	780	0.00	0.70	0.000	0.00
08:00:00	p.m.	60	840	3.5	4.20	0.058	3.50
09:00:00	p.m.	60	900	4.80	9.00	0.080	4.80
10:00:00	p.m.	60	960	10.60	19.60	0.177	10.60
11:00:00	p.m.	60	1020	4.80	24.40	0.080	4.80
12:00:00	a.m.	60	1080	4.00	28.40	0.067	4.00
01:00:00	a.m.	60	1140	1.00	29.40	0.017	1.00
02:00:00	a.m.	60	1200	0.20	29.60	0.003	0.20
03:00:00	a.m.	60	1260	0.00	29.60	0.000	0.00
04:00:00	a.m.	60	1320	0.00	29.60	0.000	0.00
05:00:00	a.m.	60	1380	0.00	29.60	0.000	0.00
06:00:00	a.m.	60	1440	0.20	29.80	0.003	0.20
07:00:00	a.m.	60	1500	0.00	0.00	0.000	0.00

Tabla 57. *Análisis de tormenta año 2016*

Hora		It	Ia	Lp	La	Intensidad	
		(min)	(min)			(mm/min)	(mm/h)
(1)		(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
05:00:00	p.m.	0	0	0	0	0	0
06:00:00	p.m.	60	60	2.20	2.20	0.037	2.20
07:00:00	p.m.	60	120	13.70	15.90	0.228	13.70
08:00:00	p.m.	60	180	9.30	25.20	0.155	9.30
09:00:00	p.m.	60	240	3.00	28.20	0.050	3.00
10:00:00	p.m.	60	300	0.20	28.40	0.003	0.20
11:00:00	p.m.	60	360	0.20	28.60	0.003	0.20
12:00:00	a.m.	60	420	0.00	28.60	0.000	0.00
01:00:00	a.m.	60	480	0.00	28.60	0.000	0.00
02:00:00	a.m.	60	540	0.20	28.80	0.003	0.20
03:00:00	a.m.	60	600	0.00	28.80	0.000	0.00
04:00:00	a.m.	60	660	0.00	28.80	0.000	0.00
05:00:00	a.m.	60	720	0.00	28.80	0.000	0.00
06:00:00	a.m.	60	780	0.00	28.80	0.000	0.00
07:00:00	a.m.	60	840	0.00	0.00	0.000	0.00

Anexo 5. Planos

Anexo 6.

Valores Máximos recomendados del riesgo admisible de obras de drenaje.

TIPO DE OBRA	RIESGO ADMISIBLE (**) (%)
Puentes (*)	25
Alcantarillas de paso de quebradas importantes y badenes	30
Alcantarillas de paso quebradas menores y descarga de agua de cunetas	35
Drenaje de la plataforma (a nivel longitudinal)	40
Subdrenes	40
Defensas Ribereñas	25

(*) - Para obtención de la luz y nivel de aguas máximas extraordinarias.
- Se recomienda un período de retorno T de 500 años para el cálculo de socavación.

(**) - **Vida Útil considerado (n)**

- Puentes y Defensas Ribereñas n= 40 años.
 - Alcantarillas de quebradas importantes n= 25 años.
 - Alcantarillas de quebradas menores n= 15 años.
 - Drenaje de plataforma y Sub-drenes n= 15 años.
- Se tendrá en cuenta, la importancia y la vida útil de la obra a diseñarse.
- El Propietario de una Obra es el que define el riesgo admisible de falla y la vida útil de las obras.

Valores de período de retorno T (Años)

TABLA N° 01: Valores de Periodo de Retorno T (Años)

RIESGO ADMISIBLE	VIDA ÚTIL DE LAS OBRAS (n años)									
	1	2	3	5	10	20	25	50	100	200
0,01	100	199	299	498	995	1990	2488	4975	9950	19900
0,02	50	99	149	248	495	990	1238	2475	4950	9900
0,05	20	39	59	98	195	390	488	975	1950	3900
0,10	10	19	29	48	95	190	238	475	950	1899
0,20	5	10	14	23	45	90	113	225	449	897
0,25	4	7	11	18	35	70	87	174	348	695
0,50	2	3	5	8	15	29	37	73	154	289
0,75	1,3	2	2,7	4,1	7,7	15	18	37	73	144

Valores críticos para la prueba Kolmogorov-Smirnov de bondad del ajuste.

Tamaño de la muestra	$\alpha= 0.10$	$\alpha= 0.05$	$\alpha= 0.01$
5	0.51	0.56	0.67
10	0.37	0.41	0.49
15	0.30	0.34	0.40
20	0.26	0.29	0.35
25	0.24	0.26	0.32
30	0.22	0.24	0.29
40	0.19	0.21	0.25
n grande	$1.22/\sqrt{n}$	$1.36/\sqrt{n}$	$1.63/\sqrt{n}$

Fuente: Aparicio, 1999, p. 289

Coefficiente de rugosidad

Cunetas de las Calles	Coefficiente de Rugosidad
	<i>N</i>
a. Cuneta de Concreto con acabado paleteado	0,012
b. Pavimento Asfáltico	
1) Textura Lisa	0,013
2) Textura Rugosa	0,016
c. Cuneta de concreto con Pavimento Asfáltico	
1) Liso	0,013
2) Rugoso	0,015
d. Pavimento de Concreto	
1) Acabado con llano de Madera	0,014
2) Acabado escobillado	0,016
e. Ladrillo	0,016
f. Para cunetas con pendiente pequeña, donde el sedimento puede acumularse, se incrementarán los valores arriba indicados de n, en:	0,002

Fuente: Norma OS.060

ACTA DE AUTORIZACIÓN PARA SUSTENTACIÓN DE TESIS O TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

El Asesor,
docente de la Facultad de, de la
carrera de.....; ha realizado el
seguimiento del proceso de formulación, desarrollo, revisión y verificación en programa de anti plagio de la
Tesis () o Trabajo de Suficiencia Profesional () de:

.....
(Nombre completo del bachiller)

.....
(Nombre completo del bachiller)

Por cuanto, **CONSIDERA** que la Tesis () o el Trabajo de Suficiencia Profesional ()
titulado:.....
....., para aspirar al Título Profesional
de: por la Universidad
Privada del Norte, reúne las condiciones adecuadas; por lo cual, **AUTORIZA**, al o los interesados para su
presentación.

Con respecto al uso de la información de la empresa; el Asesor declara, según los criterios definidos por la
universidad, lo siguiente:

- () Este trabajo Requiere la autorización de uso de información la empresa.
- () Este trabajo No requiere autorización de uso de información.

..... de del
(Lugar) (día) (mes) (año)

Ing./Lic./Mg./Dr
(Nombre completo del Asesor)

Asesor

ACTA DE SUSTENTACIÓN

El Jurado Evaluador de Titulación Profesional de la Tesis () Trabajo de Suficiencia Profesional (), titulada:

.....

Que ha sustentado el (la) Bachiller:

.....

Acuerda por:

(Unanimidad/Mayoría); (Aprobar/desaprobar)

Otorgando la calificación de.....

Este acuerdo se hizo de conocimiento del interesado (a) y del público presente.

Presidente(a) del Jurado	Nombre y Apellidos	Firma

Miembro del Jurado	Nombre y Apellidos	Firma

Miembro del Jurado	Nombre y Apellidos	Firma

....., de.....del 20.....

Aprobado

Calificativo:

() Excelente

() Sobresaliente

() Bueno

() Aprobado

Desaprobado

Observaciones en el caso de desaprobación