
Análisis hidráulico del drenaje pluvial en la Av. Inca Garcilazo de la Vega, Cuadras 1-6, Chota, Cajamarca

Hydraulic analysis of storm drainage in Av. Inca Garcilazo de la Vega, Blocks 1-6, Chota, Cajamarca

Flor E. Oblitas Huaman^{1*} , Albertt M. Rojas González¹ , Gilmer Burga Muñoz¹ ,
Dany Lozano Guevara¹ , Luis I. Llanos Delgado¹ , Luis A. Orbegoso Navarro¹ 

¹ Universidad Nacional Autónoma de Chota (UNACH), Escuela Profesional de Ingeniería Civil, Ciudad Universitaria Colpamatara, 06120, Chota, Cajamarca, Perú.

* Autor de correspondencia [e-mail: foblitash0802@gmail.com]

RESUMEN

El drenaje pluvial en gran parte de las ciudades es un sistema asociado a la red de alcantarillado sanitario y no se diseña de forma personalizada, lo cual ocasiona frecuentes inundaciones y malestar poblacional. Por tal motivo el objetivo en este estudio fue caracterizar el sistema de drenaje pluvial en la Av. Inca Garcilazo de la Vega, ciudad de Chota, región Cajamarca. Para ello, se realizó una inspección visual de la avenida y calles anexas, determinado así el área en estudio para posteriormente realizar el levantamiento topográfico, luego se trabajó las pendientes y dimensiones requeridas; así mismo, se utilizó datos hidrometeorológicos de la estación Chotano-Lajas para hacer un análisis de las precipitaciones mediante el método Racional. Los resultados indicaron que el tiempo de concentración en la avenida es de 7,30 minutos, la pendiente promedio es de 5,30% y el caudal máximo de diseño es de 0,87 m³/s. Las cunetas no están diseñadas acorde a la descarga máxima, por lo que se propone una cuneta rectangular de 0,55 m de ancho y 0,25 m de profundidad para ambos lados de la calle, por otra parte, se determinó que la alcantarilla existente cuenta con las dimensiones adecuadas.

Palabras clave: Tiempo de concentración, caudal máximo, cuneta, alcantarilla, dimensiones.

ABSTRACT

Storm drainage in a large part of the cities is a system associated with the sanitary sewerage network and is not designed in a personalized way, which causes frequent flooding and population unrest. For this reason, the objective of this study was to

characterize the storm drainage system in Av. Inca Garcilazo de la Vega, Chota city, Cajamarca region. For this, a visual inspection of the avenue and adjoining streets was carried out, thus determining the area under study to later carry out the topographic survey, then the required slopes and dimensions were worked on; Likewise, hydrometeorological data from the Chotano-Lajas station was used to make an analysis of rainfall using the Rational method. The results indicated that the concentration time in the avenue is 7.30 minutes, the average slope is 5.30% and the maximum design flow is 0.87 m³/s. The ditches are not designed according to the maximum discharge, so a rectangular ditch of 0.55 m wide and 0.25 m deep is proposed for both sides of the street, on the other hand, it was determined that the existing culvert It has the right dimensions.

Keywords: Concentration time, maximum flow, ditch, sewer, dimensions.

INTRODUCCIÓN

El drenaje pluvial urbano es un sistema que conduce las aguas de lluvia en las ciudades, previene su acumulación y evita el deterioro de la infraestructura existente, garantizando seguridad en las edificaciones y un adecuado desarrollo de actividades, estipulada en la norma RNE CE.040 (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento [MVSC, 2021]). Un sistema de drenaje es importante, pues permite una gestión integral de las aguas pluviales para el beneficio de la ciudadanía (Ochoa, 2017). Estos sistemas se diseñan, construyen y modernizan con base a la planificación y ordenamiento territorial (Rosales et al., 2015); en la ciudad de Chota los sistemas de drenaje pluvial son ineficientes, puesto que no regulan en su totalidad el volumen de agua generado por las precipitaciones.

El drenaje urbano debe diseñarse para trasladar dos tipos de líquidos: aguas residuales y pluviales, las cuales deben ser recolectadas y dispuestas de manera conveniente para evitar condiciones que

atenúen la contaminación ambiental (Beraud et al., 2011). Asimismo, la modelación de un sistema de drenaje pluvial se basa en la disgregación del proceso en subprocesos como: intercepción, infiltración, flujo sobre la superficie, flujo de cuneta, flujo en estructuras de entrada y en redes de alcantarillado (Rosales et al., 2015). Esto implica formular un diseño en base a una investigación dentro del rubro de la ingeniería, obteniendo datos estadísticos de precipitaciones para su posterior transformación y análisis con la intención de obtener un plan de mejora (Aguilar, 2021); siendo necesario conocer la zona del proyecto, área, topografía, trazo urbano de la ciudad, las condiciones climáticas y el tipo de precipitación (Comisión Nacional del agua [CONAGUA, 2021]).

En la Av. Inca Garcilazo de la Vega de la ciudad de Chota, se concentran flujos de escorrentía consecuencia de la depresión geográfica en la que se ubican, y se cuenta con un sistema de alcantarillado combinado, que conduce de manera

simultánea las aguas residuales y pluviales (Gamboa & Chuquilin, 2019); por ello, es indispensable realizar una correcta gestión de la infraestructura y servicios relacionados con el drenaje urbano. Por lo expuesto, el objetivo en este estudio fue caracterizar el sistema de drenaje pluvial en la Av. Inca Garcilazo de la Vega en la ciudad de Chota, región Cajamarca.

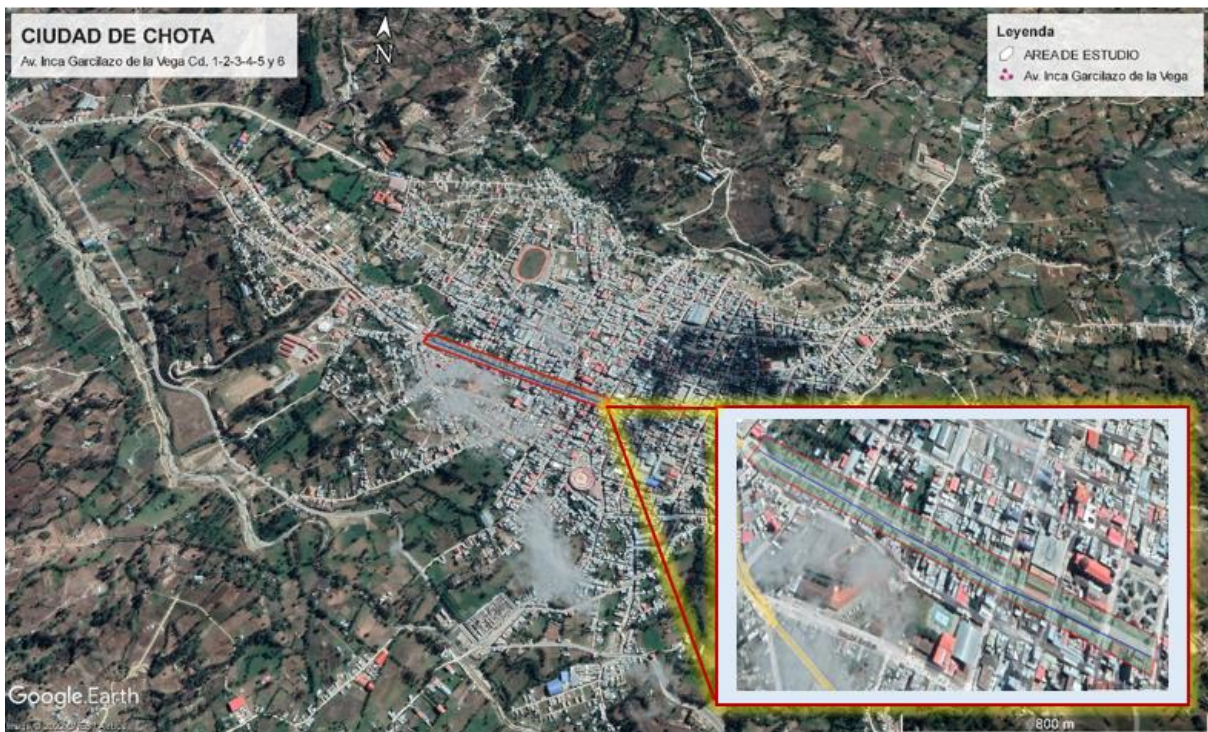
MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio fue realizado en la Av. Inca Garcilazo de la Vega, perteneciente a la

ciudad de Chota, de la Región Cajamarca, teniendo como punto inicial la Plaza de Armas localizada en las coordenadas geográficas: $6^{\circ}33'31''$ S y $78^{\circ}38'51''$ O, hasta el Ovalo El Rondero localizado en $6^{\circ}33'37.35''$ S y $78^{\circ}39'19.62''$ O (MPCH, 2021) (Figura 1).

El estudio corresponde a un enfoque descriptivo – aplicativo, caracterizado por identificar y abordar la problemática del drenaje pluvial de las cuadras 1 a 6 de Av. Inca Garcilazo de la Vega.

Figura 1. Vista aerofotográfica de la Av. Inca Garcilazo de la Vega, cuadras 1, 2, 3, 4, 5 y 6 de la ciudad de Chota, Cajamarca.



Inicialmente se realizó el reconocimiento y la exploración de la Av. Inca Garcilazo de la Vega con la finalidad de determinar el punto de aforo (alcantarilla transversal); posteriormente se realizó el levantamiento topográfico con estación

total Leyca® TS-06, en seguida se obtuvo las coordenadas UTM y alturas correspondientes del área en estudio; los datos fueron plasmados en el software Civil 3D, donde se detalló las curvas de nivel y el perfil longitudinal del terreno,

obteniendo así las pendientes en cada tramo (Tabla 1).

Tabla 1. Pendientes mínimas y máximas de la Av. Inca Garcilazo de la Vega.

Cuadra (C)	Este m E	Norte m S	Elevación m.s.n.m	Pendiente mín. %	Pendiente máx. %
C1	759807.95	9274077.39	2403.56	2.85	3.98
C2	759734.11	9274098.39	2399.24	3.98	7.31
C3	759672.01	9274113.96	2393.43	9.31	9.44
C4	759497.03	9274166.18	2384.54	4.39	7.26
C5	759448.90	9274188.97	2377.80	2.84	5.3
C6	759279.36	9274244.04	2371.76	0.47	7.53

Nota: C: cuadra, C1: cuadra 01, C2: cuadra 02, C3: cuadra 03, C4: cuadra 04, C5: cuadra 05, C6: cuadra 06

Posteriormente, se realizó el estudio hidrológico teniendo en cuenta las precipitaciones máximas (PP. Máx.) en 24 horas obtenidas de la estación Convencional Meteorológica (CM) Chotano-Lajas (SENAMHI, 2022), en un periodo de retorno de $T=25$ años, teniendo en cuenta la relación existente entre la probabilidad de excedencia de un evento, la vida útil de la estructura y el riesgo de falla admisible (MTC, 2018).

Para lo cual se realizó las pruebas de Bondad de Ajuste por los métodos de Kolmogorov-Smirnov (para variables aleatorias) y Gumbell (para gastos máximos o mínimos anuales) (Aparicio, 1996); con esta información se obtuvo las curvas de Intensidad, duración y frecuencia (IDF).

El tiempo de concentración estuvo determinada por la fórmula de Kirpich

(1940), utilizando como datos la longitud total de la calle y la pendiente promedio. La estimación del caudal de diseño se realizó por el método Racional ($Q = 0.278$ CIA), para áreas menores a 10 km^2 (MTC, 2018), con un periodo de retorno de $T=10$ años, teniendo en cuenta el coeficiente de escorrentía para pavimentos de concreto. Para el diseño hidráulico de cunetas y alcantarillas se utilizó el software Caldren 1.0.1 (Blaz, 2021).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La estación seleccionada Chotano-Lajas tiene como coordenadas geográficas: $6^{\circ}33'35''\text{S}$, $8^{\circ}44'54''\text{O}$, la cual dispone de un registro histórico de 25 años (SENAMHI, 2022). En el análisis de la información se toma los valores máximos de cada año generando así las

precipitaciones máximas en 24 horas por cada año estimado (Tabla 2).

Tabla 2. Precipitaciones máximas en 24 horas de la estación chotano – Lajas durante el período 1989- 2013

Estación Chotano – Lajas			
año	pp máx.	año	pp máx.
1989	82.1	2002	39.5
1990	43.3	2003	32.6
1991	33.9	2004	43.3
1992	37.8	2005	37.5
1993	25.8	2006	42.4
1994	31.8	2007	41.2
1995	38.1	2008	49.0
1996	31.1	2009	54.1
1997	48.3	2010	57.7
1998	69.1	2011	28.8
1999	53.3	2012	48.5
2000	35.4	2013	50.4
2001	42.5		

Los resultados de distribución de probabilidad están basados en el análisis de frecuencias de lluvias máximas de 24

horas, para distintos periodos de retorno; mediante la aplicación de modelos probabilísticos (MTC, 2018)(Tabla 3).

Tabla 3. Resultados de distribución de probabilidad de la estación chotano – Lajas, mediante los métodos Normal, Log Normal 2P y Gumbel.

T (años)	Resumen pp 24h(mm)			Mejor opción
	normal	Log. normal 2P	Gumbel	Gumbel
Δ máx.=	0.13	0.08	0.06	0.06
2	43.90	42.34	38.17	38.17
5	54.62	53.11	46.53	46.53
10	60.23	59.79	50.90	50.90
15	63.02	63.43	53.08	53.08
20	64.85	65.94	54.51	54.51
25	66.20	67.85	55.56	55.56

Según, los análisis de frecuencia, mediante la aplicación de modelos probabilísticos (MTC, 2018), se puede observar que tiene buen ajuste por la prueba de bondad Gumbel, con un nivel de significancia del 5% o una probabilidad de 95%; estas pruebas se usan para evaluar si un conjunto de datos es una muestra independiente de la distribución elegida (Díaz, 2019).

El tiempo de concentración, es un parámetro usado en los modelos lluvia-escorrentía, que permite obtener el gasto máximo de escurrimiento (Castillo et al, 2021), una de las fórmulas más utilizadas a nivel mundial es el método de Kirpich, originalmente diseñado para áreas de 0.004 y 0.45 km. y con pendientes entre 3 % y 12 % (Lleclish & Loaysa, 2017) (Tabla 4).

Tabla 4. Tiempo de Concentración por el método de Kirpich de la Av. Inca Garcilazo de la vega; según su longitud y pendiente en cada tramo.

Longitud	Pendiente	TC
32.56	2.85%	1.12
67.21	3.98%	1.72
40.26	7.31%	0.92
52.66	9.31%	1.03
102.71	9.44%	1.71
36.37	7.26%	0.85
72.42	2.84%	2.08
32.36	4.39%	0.94
41.55	8.19%	0.90
22.33	7.53%	0.58
23.75	3.59%	0.80
15.80	1.92%	0.75
88.16	0.47%	4.83
Total		7.30

El tiempo de concentración es de 7.30 min, por lo tanto, para calcular las precipitaciones e intensidades máximas, se considera un tiempo de 10 min; ya que se debe estimar el tiempo de

concentración, exceptuando aquellos valores superiores a 40 min y menores a 10 minutos (Vélez & Botero, 2010) (Tabla 5 y 6).

Tabla 5. Precipitación máxima para diferentes duraciones de la estación chotano - Lajas

T (Años)	P24 hr (mm)	Duraciones (minutos)							
		10	20	30	60	90	120	240	360
2	38.17	11.0	13.10	14.50	17.24	19.08	20.51	24.39	26.99
5	46.53	13.4	15.97	17.68	21.02	23.27	25.00	29.73	32.90
10	50.90	14.7	17.47	19.34	23.00	25.45	27.35	32.52	35.99
15	53.08	15.3	18.22	20.17	23.98	26.54	28.52	33.92	37.54
20	54.51	15.7	18.71	20.71	24.63	27.26	29.29	34.83	38.55
25	55.56	16.0	19.07	21.11	25.10	27.78	29.85	35.50	39.29

La precipitación máxima para una duración de 10 minutos y un periodo de retorno de 10 años es de 14.7 mm.

Tabla 6. Intensidad máxima para diferentes duraciones de la estación chotano - Lajas

T (Años)	Duraciones (minutos)							
	10	20	30	60	90	120	240	360
T= 2 años	66.11	39.31	29.00	17.24	12.72	10.25	6.10	4.50
T= 5 años	80.59	47.92	35.36	21.02	15.51	12.50	7.43	5.48
T= 10 años	88.2	52.42	38.68	23.00	16.97	13.67	8.13	6.00
T= 15 años	91.94	54.67	40.33	23.98	17.69	14.26	8.48	6.26
T= 20 años	94.42	56.14	41.42	24.63	18.17	14.64	8.71	6.42
T= 25 años	96.24	57.22	42.22	25.10	18.52	14.93	8.88	6.55

La intensidad máxima para una duración de 10 minutos y un periodo de retorno de 10 años es de 88.2 mm/hr, y representa la altura máxima de agua caída por unidad de tiempo (Villon, 2005).

Teniendo como datos establecidos tanto de la duración de las precipitaciones e intensidad máximas para un periodo de retorno de 10 años, se determina el comportamiento gráfico de las curvas IDF (Figura 2).

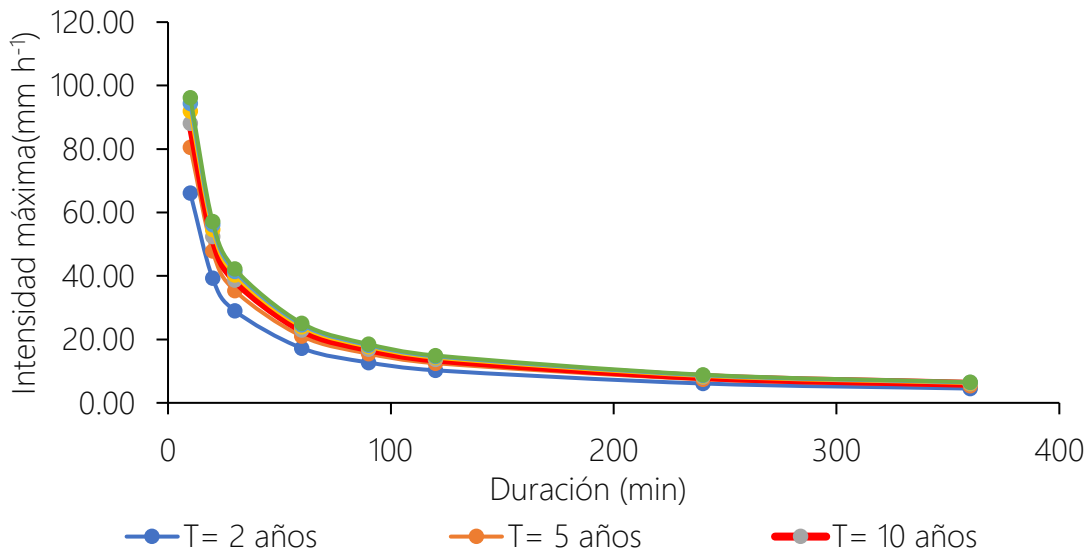


Figura 2. Curvas: Intensidad-duración-frecuencia (IDF) de la estación Chotano-Lajas

Estas curvas IDF, relacionan la intensidad de la lluvia, la duración y la frecuencia con la que se puede presentar; se estiman bajo un concepto estacionario, el cual considera que la precipitación permanece constante en el tiempo

(Grajales & Carvajal, 2019). Para la estimación del caudal máximo de diseño por el método racional se utiliza el área total, el coeficiente de escorrentía y la intensidad de precipitación máxima horaria (Tabla 7).

Tabla 7. Estimación de caudal de diseño por el método Racional para un periodo de diseño de 10 años

Parámetros		Unidad
Área (A)	0.044	km ²
Coeficiente escorrentía (C)	0.8	
Intensidad de PP Máx. Horaria (I)	88.2	mm h ⁻¹
Caudal máximo de diseño (Q)	0.868	m ³ s ⁻¹

Dimensiones de las cunetas existentes

Se muestra las dimensiones calculadas de cuneta triangular para las cuadras 1-6 de la Av. Inca Garcilazo de la Vega, teniendo en cuenta las dimensiones existentes (Figura 3).

DISEÑO DE CUNETAS TIPO A

Proyecto: CUNETA TRIANGULAR EN AV. INCA GARCILAZO DE LA VEGA

Nombre del proyectista: GRUPO N° 3 IRRIGACIÓN Y DRENAJE

Tramo: CUADRAS 1-6 **Lugar:** CHOTA

Revestimiento: Hormigon acabado con plancha o badilejo

Datos

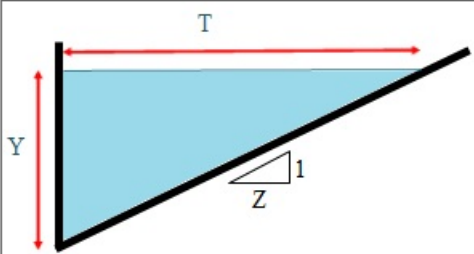
Caudal: 433.91 [lt/s]

Pendiente longitudinal: 5.31 [%]

Talud "Z": 2.67

Tipo de revestimiento:
Hormigon acabado con plancha o badilejo

Especificar el coeficiente de rugosidad "n" =



Resultados

Angulo del talud : 20.532 [°]

Coefficiente de rugosidad : 0.013

Tirante de agua "Y" : 0.291 [m]

Ancho de solera "T" : 0.777 [m]

Area Hidraulica : 0.113 [m²]

Perimetro mojado : 1.121 [m]

Radio hidraulico : 0.101 [m]

Velocidad : 3.838 [m/s]

Numero de Froude : 3.21

Tipo de flujo : Supercritico

Bordo libre "B.L" : 0.03 [m]

Dimensiones constructivas

Altura "h" : 0.32


Ancho total "T" : 0.85 [m]

Talud "Z" : 2.67


Longitud lado "L" : 0.91 [m]

Angulo "alfa" [°]: 20.532


Pendiente transversal: 37.45 %



CALCULAR



CERRAR



IMPORTAR CAUDAL

Figura 3. Diseño hidráulico de una cuneta triangular típica para la Av. Inca Garcilazo de la Vega.

Comparando las dimensiones existentes con el cálculo de una sección del mismo tipo a la existente, verificamos que no

cumple para la descarga máxima; puesto que las dimensiones reales son menores a las calculadas (Tabla 8).

Tabla 8. Dimensiones de las cunetas existentes en la Av. Inca Garcilazo de la Vega, Chota.

Dimensiones de las Cunetas		
Cuadras 1-6 Triangulares		
Altura (m)	Ancho (m)	Talud (Z)
0.15	0.4	2.67

Propuesta de diseño de cunetas

Se propone una cuneta de sección rectangular, ya que las dimensiones del espejo son menores en comparación a la cuneta de sección triangular. Para calcular las dimensiones constructivas de la cuneta, se utilizó el programa

CALDREN®, que permite realizar el Diseño Hidrológico e Hidráulico de obras de drenaje superficial para carreteras y calles urbanas (Blaz, 2021); utilizando el caudal y la pendiente longitudinal (Figura 4).

DISEÑO DE ZANJAS RECTANGULARES

Proyecto: DISEÑO DE CUNETA PARA AV. INCA GARCILAZO DE LA VEGA, CHOTA
 Nombre del proyectista: GRUPO N° 3 IRRIGACIÓN Y DRENAJE
 Tramo: CUADRAS 1-6 Lugar: CHOTA, CAJAMARCA-PERÚ
 Revestimiento: Hormigón acabado con plancha o badilejo

Datos

Caudal: 433.91 [l/s]
 Pendiente longitudinal: 5.31 [%]
 Tipo de revestimiento: Hormigón acabado con plancha o badilejo
 Especificar el coeficiente de rugosidad "n" =

Resultados

Coeficiente de rugosidad: 0.013
 Base "b": 0.46 [m]
 Tirante de agua "Y": 0.23 [m]
 Ancho de solera "T": 0.46 [m]
 Área Hidráulica: 0.106 [m²]
 Perímetro mojado: 0.92 [m]
 Radio hidráulico: 0.115 [m]
 Velocidad: 4.101 [m/s]
 Número de Froude: 2.73
 Tipo de flujo: Supercrítico
 Bordo libre "B.L": 0.05 [m]

Calculo de las dimensiones reales

Altura "h": 0.25 [m]
 Base "b": 0.55 [m]
 Ancho total "T": 0.55 [m]
 Caudal: 628.51 [l/s]

Dimensiones constructivas

Altura "h": 0.25 [m]
 Base "b": 0.55 [m]
 Ancho total "T": 0.55 [m]

CALCULAR
 CERRAR
 IMPORTAR CAUDAL

Figura 4. Diseño de cuneta de sección rectangular para la Av. Inca Garcilazo de la Vega, Chota.

Las dimensiones de la cuneta del lado derecho y lado izquierdo de la avenida son de base 0.55 y altura de 0.25 m.

Dimensiones de la alcantarilla existente

Teniendo en cuenta las dimensiones reales; se presenta los resultados de la alcantarilla existente (Figura 5).

DISEÑO DE ALCANTARILLAS PARA CARRETERAS

Proyecto: ALCANTARILLA EXISTENTE EN AV. INCA GARCILAZO DE LA VEGA
Nombre del proyectista: GRUPO N° 3 IRRIGACIÓN Y DRENAJE
Localidad: CHOTA **Tramo:** CUADRA 6
Nombre de la cuenca:
Entidad: **Fecha:** 30/08/2022

Datos Hidraulicos

Caudal: 0.868 [m³ /s]

Altura maxima "He max": 0.9 [m]

Altura en la salida "Ys": 0.7 [m]

Numero de alcantarillas: 1

Datos Geometricos

Cota umbral de la alcantarilla en la entrada: 2337.5 [m]

Pendiente de la alcantarilla: 0.21 [m/m]

Longitud de la alcantarilla: 56 [m]

Propiedades de la seccion

Forma de la alcantarilla: Seccion cajon de hormigc

Altura: 1 [m]

Ancho: 0.9 [m]

Coefficiente de Manning: 0.012

Tipo de entrada: Sin muros de ala y arista viva

Ke: 0.5

Resultados

Caudal de diseño = 0.868

Relacion "He/D" = 0.844

Altura en la entrada "He" = 0.844 [m] **Cumple**

Tipo de entrada: No Sumergida

Tirante critico Yc = 0.456 [m]

Profundidad equivalente "ho" = 0.728 [m]

Tirante de salida "ho" = 0.728 [m]

Tipo de salida: No Sumergida

Perdida de energia total "H" = 0.212 [m]

"He" bajo control de salida = -10.82 [m] **Cumple**

Angulo interno = [rad]

Tirante de salida Yn = 0.121 [m]

Velocidad de salida = 7.972 [m/s]

Altura de entrada "He" = 0.844 [m] **Cumple**

Elevaciones

Cota de agua en la entrada: 2338.344 [m]

Cota umbral de la alcantarilla en la salida: 2325.74 [m]

Cota de agua en la salida: 2326.44 [m]

Figura 5. Diseño de alcantarilla de sección rectangular para la Av. Inca Garcilazo de la Vega, Chota.

Luego de realizar los respectivos cálculos, se identificó que las dimensiones de la alcantarilla existente son óptimas (Tabla 9).

Tabla 9. Dimensiones de la alcantarilla existente en la Av. Inca Garcilazo de la Vega, Chota.

Cuadras 1-6 Triangulares			
Altura (m)	Ancho (m)	Longitud (m)	Pendiente (m/m)
1	0.9	56	0.21

CONCLUSIONES

Se concluye que es fundamental conocer el comportamiento hidrológico en las áreas urbanas, a fin de promover las medidas preventivas necesarias, como

línea base para evaluar los posibles efectos del cambio climático sobre los eventos extremos.

Se detectó una deficiencia del drenaje pluvial actual, ya que las dimensiones de

las cunetas no están diseñadas acorde a la descarga máxima, esto genera que el agua invada la calle; en efecto se propone un diseño de cunetas de sección rectangular con dimensiones de 0.55 m de base, y 0.25 m de profundidad, lo cual representa un óptimo diseño; por otra parte, se determinó que la alcantarilla existente cuenta con un diseño apropiado, dado que logra evacuar todo el volumen de agua pluvial de la Av. Inca Garcilazo de la Vega.

La Av. Inca Garcilazo de la Vega de la ciudad de Chota, por su pendiente pronunciada de 5.31%, tiene menos probabilidades de sufrir inundaciones por máximas avenidas.

REFERENCIAS

Aguilar, K. F. (2021). *Evaluación del drenaje pluvial de vías urbanas para establecer puntos críticos de inundación en un distrito. huancayo*. Obtenido de <http://www.repositorio.upla.edu.pe/handle/20.500.12848/3020>

Aparicio, F. J. (1996). *Fundamentos de Hidrología de Superficie*. México: Limusa, S.A de C. V.

Beraud, H., Barroca, B., Serre, D., & Hubert, G. (2011). Making urban territories more resilient to flooding by improving the resilience of their waste management network. A methodology for analysing dysfunctions in waste management networks during and after flooding. *Hall Science Ouverte*, 425-432. Obtenido de

<https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01456647>

Blaz, A. J. (2021). Software CALDREN.

Castillo, C., Abreu, D., & Álvarez, M. (2021). Evaluación de distintas fórmulas empíricas para el cálculo del tiempo de concentración en la cuenca urbana del río Bélico y Cubanicay, ciudad de Santa Clara. *Revista Universidad Tecnológica Equinoccial*. Obtenido de <https://www.redalyc.org/journal/5722/572267361005/html/>

Comisión Nacional del Agua [CONAGUA] (2021). *Drenaje pluvial urbano*. México: Subdirección General de Agua Potable, Drenaje y Saneamiento.

Díaz, G. (2019). *Modelamiento hidrológico e hidráulico del río San Ramon para el diseño del puente evitamiento, provincia de Satipo, Junín*. Lima, Perú. Obtenido de <https://acortar.link/kUvb8h>

Gamboa, J., & Chuquilin, E. (2019). *Diseño hidráulico y estructural para el sistema de alcantarillado pluvial urbano de la Urbanización Popular La Unión, Distrito de soritor, Provincia de Moyobamba – Región San Martín*. Tarapoto, Perú: Universidad Nacional de San Martín.

Grajales, D., & Carvajal, L. F. (2019). Curvas Intensidad-Duración-Frecuencia no estacionarias para la cuenca del río Medellín. *DYNA, Universidad Nacional de Colombia*. Obtenido de

- <https://www.redalyc.org/journal/496/49660955040/html/>
- Lleclish, K. A., & Loaysa, L. E. (2017). *Propuesta de solución para evitar inundaciones provenientes de la quebrada San Ildefonso*. Trujillo: Universidad Privada Antenor Orrego. Obtenido de <https://acortar.link/Zvh3va>
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones [MTC] (2018). *Manual de hidrología, hidráulica y drenaje*. Lima, Diario El Peruano. Obtenido de <https://cutt.ly/iXh8KnH>
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento [MVCS] (2021). *RNE CE.040 Drenaje pluvial*. Lima, Perú: El peruano.
- Municipalidad Provincial de Chota [MPCH]. (2021). *Ubicación geográfica distrito de Chota*. Chota.
- Ochoa, J. (2017). *El drenaje y su importancia para una ciudad sustentable*. Caracas: Academia Nacional de Ingeniería y el Hábitat.
- Rosales, M. S., Salas, J. A., & Rodríguez, A. E. (2015). *Manejo del drenaje pluvial mediante control de la fuente de escurrimientos superficiales*. Mexico: Universidad Autónoma de Ciudad Juárez. Obtenido de <http://erevistas.uacj.mx/ojs/index.php/culcyt/article/view/686>
- Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología [SENAMHI] (2022). Obtenido de <https://www.senamhi.gob.pe/?p=estaciones>
- Vélez, J. J., & Botero, A. (2010). Estimación del tiempo de concentración y tiempo de rezago en la cuenca experimental urbana de la quebrada San Luis, Manizales. *Researchgate*. Obtenido de <https://acortar.link/w682RE>
- Villon, M. (2005). *Hidrología*. Costa Rica: Taller de publicaciones del Instituto Tecnológico de Costa Rica.

Recibido: 15-09-2022 Aceptado: 27-06-2023 Publicado: 31-07-2023