

Ciencia Latina
Internacional

Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, Ciudad de México, México.
ISSN 2707-2207 / ISSN 2707-2215 (en línea), enero-febrero 2024,
Volumen 8, Número 1.

DOI de la Revista: https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i1

**ESTUDIO DE CASO SOBRE LA
EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE DRENAJE
PLUVIAL EN LA CALLE EL ORO Y AVENIDA
MANTA DE LA CIUDAD DE MONTECRISTI**

**CASE STUDY ON THE EVALUATION OF THE STORM
DRAINAGE SYSTEM ON CALLE EL ORO AND AVENIDA
MANTA OF THE CITY OF MONTECRISTI**

Erick Andrés Mero Santana

Universidad Estatal del Sur de Manabí

Ceili Margarita Pico Loor

Universidad Estatal del Sur de Manabí

https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i1.10057

Estudio de caso sobre la evaluación del sistema de drenaje pluvial en la Calle El Oro y Avenida Manta de la Ciudad de Montecristi

Erick Andrés Mero Santana¹

mero-erick6041@unesum.edu.ec

<https://orcid.org/0009-0006-8819-8067>

Universidad Estatal del Sur de Manabí

Ceili Margarita Pico Loor

ceili.pico@unesum.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0003-0759-4350>

Universidad Estatal del Sur de Manabí

RESUMEN

El presente proyecto de investigación se enmarcó en la evaluación de la red de alcantarillado pluvial ubicado en la calle El Oro y avenida Manta de la ciudad de Montecristi, permitiendo analizar dicho sistema y cada una de sus componentes; hidráulicas, así como hidrológicas, en función a datos emitidos por los departamentos correspondientes adscritos al Gad Municipal del Cantón Montecristi, y posteriormente comprobar el cumplimiento del sistema pluvial en función a las *Normas para Estudio y Diseño de Sistemas de Agua Potable y disposición de Aguas Residuales para Poblaciones Mayores a 1 000 habitantes*. La metodología del trabajo de investigación fue de carácter descriptiva y no experimental, empleando una muestra de 450 personas valorados de forma no probabilística, considerando que los datos cuantitativos y cualitativos, fueron obtenidos del enfoque longitudinal y la aplicación de técnicas investigativas tales como; observación de campo directa, encuestas y análisis documentales. Los resultados obtenidos en la investigación exponen que la mayoría de los habitantes del sector, consideran que el sistema pluvial se rebosa en épocas de precipitaciones y a su vez se encuentra con sedimentos y presencia de basura en los sumideros. Esto denota la necesidad de realizar limpiezas y mantenimientos preventivos a las épocas invernales y así; evitar inundaciones y proliferación de vectores los cuales afecten la cotidianidad de los habitantes del sector estudiado.

Palabras Claves: alcantarillado pluvial, hidráulicas, hidrológicas, precipitaciones, sedimentos, inundaciones, proliferación de vectores

¹ Autor principal

Correspondencia: mero-erick6041@unesum.edu.ec

Case study on the evaluation of the storm drainage system on Calle El Oro and Avenida Manta of the City of Montecristi

ABSTRACT

This research project was framed in the evaluation of the storm sewage network located on El Oro Street and Manta Avenue in the city of Montecristi, allowing the analysis of said system and each of its components; hydraulic, as well as hydrological, based on data issued by the corresponding departments assigned to the Municipal Gad of the Montecristi Canton, and subsequently verify compliance of the stormwater system based on the Standards for the Study and Design of Drinking Water Systems and Wastewater Disposal for Populations Greater than 1,000 inhabitants. The methodology of the research work was descriptive and non-experimental, using a sample of 450 people evaluated in a non-probabilistic way, considering that the quantitative and qualitative data were obtained from the longitudinal approach and the application of investigative techniques such as; Direct field observation, surveys and documentary analysis. The results obtained in the investigation show that the majority of the inhabitants of the sector consider that the stormwater system overflows during periods of rainfall and in turn there are sediments and the presence of garbage in the sinks. This denotes the need to carry out cleaning and preventive maintenance during the winter periods and so on; avoid flooding and proliferation of vectors which affect the daily lives of the inhabitants of the studied sector.

Keywords: storm sewage, hydraulics, hydrological, precipitation, sediments, floods, vector proliferation



INTRODUCCIÓN

Los sistemas de alcantarillados pluviales, son el conjunto de tuberías, colectores y componentes adicionales, cuya principal funcionalidad es la evacuación de las aguas blancas y mitigar la proliferación de vectores y posteriores daños a la infraestructura privada. “Los presentes sistemas evitan daños físicos a la infraestructura en general, así como las enfermedades infecciosas y contribuye al desarrollo de la colectividad” (Cando & Alvarez, 2022, p. 18).

El cantón Montecristi, ubicado en la zona sur de la provincia de Manabí, posee pisos bioclimáticos que se desarrollan en función a la intensidad del temporal y a su estación. “Las precipitaciones oscilan entre los 300 a 400 milímetros en la zona urbana consolidada, se manifiesta a través de chubascos intensos, pero de corta duración, durante el verano caen en forma de garúa o llovizna ocasional” (Gad Municipal del Cantón Montecristi, 2023, p. 61).

El siguiente estudio evalúa el comportamiento hidráulico del sistema de alcantarillado pluvial en la calle El Oro y Avenida Manta de la ciudad de Montecristi, a través del análisis de sus parámetros hidráulicos e hidrológicos, así mismo la posterior modelación con el aplicativo SewerGems, considerando los criterios técnicos en función a las *Normas para Estudio y Diseño de Sistemas de Agua Potable y disposición de Aguas Residuales para Poblaciones Mayores a 1000 habitantes*.

Por consiguiente, la presente investigación empleó un enfoque longitudinal, aplicando las técnicas investigativas de; encuesta, observación directa de campo no experimental y un riguroso análisis documental, determinando la eficiencia de los actuales parámetros hidráulicos del sistema de alcantarillado pluvial de la calle El Oro y Avenida Manta en la Ciudad de Montecristi.

Finalmente, se estima que la ciudad de Montecristi cuenta con un sistema pluvial, el cual genera reboses e inundaciones en las épocas invernales, esto debido a la falta de mantenimiento preventivo, limpieza de sumideros y la correcta recolección de desechos productos de la basura, así mismo, el incremento exponencial de su población y la acumulación de sedimentos inciden en la falta de evacuación de dichas aguas, ocasionando el colapso del sistema en los puntos bajos y proliferando enfermedades propias de la estación invernal.



METODOLOGÍA

Para el diseño, desarrollo y posterior modelación del objeto de estudio como es la evaluación hidráulica del sistema pluvial localizado en la Calle el Oro y Avenida Manta de la Ciudad de Montecristi, se estimaron los siguientes condiciones hidrológicas, considerando que el Cantón Montecristi no cuenta con una estación meteorológica propia, se realizó una interpolación de valores de las precipitaciones máximas y mensuales en función a 3 estaciones próximas al cantón, donde se tomaron en cuenta los datos hidrológicos de sus registros durante los últimos 8 años, para así determinar y obtener la ecuación de Intensidad de la Ciudad de Montecristi y por ende su representación gráfica de las Curvas de Intensidad, Duración y Frecuencia (IDF), para posterior a ello conocer el estado del sistema pluvial, así como sus características hidráulicas.

Consecuentemente, se realizaron los cálculos iniciales en base a datos proporcionados por el Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón Montecristi, y se comprobó en primera instancia el cumplimiento de parámetros tales como; Pendiente (S %), Diámetro (\emptyset), y Velocidad (v), por consiguiente, se modeló el sistema corroborando tales resultados y diagnosticando que el sistema funciona a su capacidad total, pero no en las condiciones diseñadas.

Posteriormente, la modelación rigurosa a través del software SewerGems, permitió obtener escenarios y parámetros adicionales correspondientes al Sistema Pluvial investigado, de tal forma que se expone que dichos criterios hidráulicos cumplen con la normativa vigente en el Ecuador.

Una vez recopilada la información, se detallan las principales condiciones para la obtención de los resultados investigativos de campo;

-  Análisis y recolección de los registros de las precipitaciones máximas en un tiempo de 24 horas, así como las máximas mensuales en las diferentes estaciones consideradas para la investigación. (Tabla 1)
-  Deducción y recopilación de las ecuaciones de Intensidad de las estaciones adyacentes al sitio de estudio. (Tabla 2)
-  Determinación de las precipitaciones mensuales y diarias máximas del Cantón Montecristi, a través de la interpolación de valores determinados en función a los registros de estaciones contiguas al cantón. (Tabla 5)

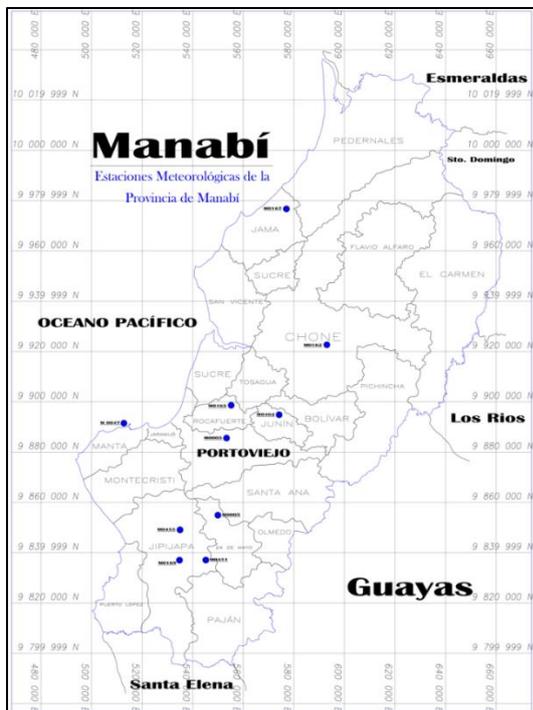


Obtención resultante de la Ecuación de Intensidad, así como; la representación gráfica de la Curva de Intensidad, Duración y Frecuencia para el Cantón Montecristi. (Figura 2)

Presentación de los parámetros hidráulicos del sistema pluvial ubicado en la Calle el Oro y Avenida Manta a través de la aplicación SewerGems, en función a las componentes hidrológicas obtenidas en la presente investigación. (Tabla 12)

Figura 1

Estaciones meteorológicas de la Provincia de Manabí



Nota: Delimitación de las estaciones meteorológicas en la Provincia de Manabí, Ecuador, Fuente: (Los autores, 2024).

Tabla

1

Posicionamiento de las estaciones meteorológicas consideradas en la investigación, UTM – WGS 84.

Norte	Este	Elevación	Estación	Descripción
9848478.26349	541129.41781	260 msnm	M 0455	Estación meteorológica de Joa
9884982.17	559523.22	59 msnm	M 0005	Estación meteorológica de Portoviejo



9896745.30	529607.70	3 msnm	M 0047	Estación meteorológica de Manta
------------	-----------	--------	--------	---------------------------------

Nota: Posicionamiento de las estaciones meteorológicas estimadas para la investigación, Fuente: (Los autores, 2024).

Tabla 2

Ecuaciones de Intensidades y duración de cada una de las estaciones consideradas en el estudio

Código	Nombre	Duración	<i>Intensidad máxima para el periodo de retorno</i>
M 0455	Joa – Jipijapa	5 min < 32.5 min	$I = 141.914 * T^{0.183092} * t_c^{-0.61639}$
M 0455	Portoviejo	5 min < 120 min	$I = 175.897 * T^{0.2692} * t_c^{-0.5042}$
M 0047	Manta	5 mín < 30 min	$I = 145.6845 * T^{0.25658} * t_c^{-0.48312}$

Nota: Intensidades máximas para periodos de retornos de 10 años en las estaciones contiguas al Cantón Montecristi, Fuente: (Los autores, 2024).

TÉCNICAS E INSTRUMENTOS

En el siguiente proceso de investigación, los instrumentos inmiscuidos se describen de forma específica, tales como; normativas, libros de repositorios, y los registros históricos de las estaciones estimadas, los cuales contribuyeron al desarrollo y generación de la ecuación de intensidad de la ciudad, así como las precipitaciones máximas mensuales y diarias en un tiempo determinado.

Por consiguiente se realizó el diseño de una encuesta dirigida a la población ubicada en la Calle El Oro y Avenida Manta, la cual fue seleccionada de forma no probabilística, incluyendo interrogantes concernientes al estado del sistema pluvial, así como la realización de mantenimientos, recolección de desechos, y la presencia de reboses e inundaciones, y la presencia de vectores propios de la estación invernal, el cual afecta directamente a los diferentes estratos poblacionales de la colectividad.

Ambas herramientas se conjugaron con el enfoque investigativo y cada uno de los elementos de recolección de información, procesamiento y análisis de datos, para generar una radiografía visual de las componentes que giran en torno al fenómeno investigado.



PARTICIPANTES

En la investigación, la población englobó a todos los habitantes que habitan en la Calle El Oro y Avenida Manta de la Ciudad de Montecristi, cuya selección se llevó a cabo a través de un muestreo no probabilístico. El total de la población es de 775 personas según datos recabados en campo, no obstante, se consideró una muestra de 450 personas con una finalidad de investigación y comprendida estadísticamente de forma aleatoria.

Tabla 3

Población de la Calle el Oro y Avenida Manta de la Ciudad de Montecristi

Población	Repetición
Hombres	460
Mujeres	315
Total	775

Nota: Total de la población recopilada para el posterior muestreo, Fuente: (Los autores, 2024).

RESULTADOS

Concluidas las etapas mencionadas en la metodología, se realizó interpolación de valores y la aplicación de modelos matemáticos con los registros de precipitaciones de las intensidades obtenidas de las estaciones antes mencionadas, los parámetros estimados se concibieron a partir de las precipitaciones máximas mensuales en un tiempo determinado de 24 horas de los últimos años, y así poder calcular la intensidad, duración y frecuencia para la Ciudad de Montecristi.

Tabla 4

Precipitaciones mensuales en la Ciudad de Montecristi

Precipitación Mensual en la Ciudad de Montecristi													
Año	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Anual
2013	182.80	267.60	204.70	45.40	25.40	1.80	2.10	0.25	0.10	0.20	0.10	8.47	738.9
2014	172.75	248.70	199.92	46.31	25.77	1.71	1.84	0.36	0.09	0.46	0.15	8.81	706.9
2015	163.48	231.25	195.50	47.15	26.11	1.63	1.60	0.46	0.09	0.70	0.20	9.12	677.3
2016	146.47	199.26	187.40	48.68	26.74	1.47	1.16	0.65	0.08	1.14	0.29	9.69	623.0
2017	105.50	122.20	167.90	52.38	28.25	1.10	0.10	1.10	0.05	2.20	0.50	11.06	492.3



2018	111.01	130.39	167.78	56.59	28.96	1.46	0.23	1.00	0.06	2.33	0.71	10.83	511.4
2019	116.10	137.95	167.68	60.49	29.61	1.80	0.35	0.91	0.08	2.45	0.90	10.62	528.9
2020	125.43	151.81	167.48	67.62	30.81	2.42	0.57	0.75	0.10	2.67	1.25	10.23	561.1

Nota: Precipitaciones mensuales en la Ciudad de Montecristi, Fuente: (Los autores, 2024).

Tabla 5

Precipitaciones máximas en un tiempo de 24 horas en la ciudad de Montecristi

Precipitación Máxima de 24 Horas en la ciudad de Montecristi													
<i>Año</i>	<i>Ene.</i>	<i>Feb.</i>	<i>Mar.</i>	<i>Abr.</i>	<i>May.</i>	<i>Jun.</i>	<i>Jul.</i>	<i>Ago.</i>	<i>Sep.</i>	<i>Oct.</i>	<i>Nov.</i>	<i>Dic.</i>	<i>Anual</i>
2013	37.40	20.50	35.60	0.80	2.90	1.10	0.15	1.40	2.00	2.10	3.20	8.05	37.40
2014	36.09	20.86	37.08	0.70	3.07	1.45	0.18	1.22	1.88	2.04	3.05	7.81	37.08
2015	34.88	21.20	38.45	0.62	3.23	1.78	0.20	1.06	1.78	1.98	2.90	7.60	38.45
2016	32.65	21.82	40.96	0.45	3.51	2.37	0.25	0.77	1.58	1.87	2.64	7.19	40.96
2017	27.30	23.30	47.00	0.06	4.20	3.80	0.36	0.05	1.10	1.60	2.01	6.23	47.00
2018	30.28	24.11	43.50	0.24	3.80	3.63	0.59	0.10	0.96	1.50	1.76	6.36	43.50
2019	33.03	24.85	40.28	0.41	3.43	3.47	0.80	0.15	0.83	1.40	1.52	6.48	40.28
2020	38.06	26.21	34.36	0.71	2.74	3.17	1.18	0.24	0.59	1.22	1.09	6.70	38.06
MAX	38.06	26.21	47.00	0.80	4.20	3.80	1.18	1.40	2.00	2.10	3.20	8.05	47.00

Nota: Precipitaciones máximas en un tiempo de 24 horas en la Ciudad de Montecristi, Fuente: (Los autores, 2024).

Posteriormente, se obtiene las máximas probables en función al método de Gumbel, donde se identifican los valores de las precipitaciones máximas en un tiempo estimado de 24 horas para la ciudad de Montecristi.

Tabla 6

Identificación de la probabilidad de las precipitaciones a través del Método de Gumbel en la Ciudad de Montecristi

<i>N°</i>	<i>Año</i>	<i>Meses</i>	<i>Precipitación (mm)</i>	
		<i>Precipitaciones Máximas</i>	<i>xi</i>	<i>(xi - x)^2</i>
1	2013	<i>Enero</i>	37.40	8.65
2	2014	<i>Marzo</i>	37.082	10.62
3	2015	<i>Enero</i>	38.450	3.58
4	2016	<i>Febrero</i>	40.958	0.38
5	2017	<i>Enero</i>	47.000	44.34
6	2018	<i>Enero</i>	43.503	10.00
7	2019	<i>Marzo</i>	40.275	0.00
8	2020	<i>Enero</i>	38.063	5.19
Suma			322.70	82.76

Nota: Probabilidad de las precipitaciones, aplicando el método de Gumbel, Fuente: (Los autores, 2024)



Tabla 7*Frecuencia de las precipitaciones para diversos Periodos de Retorno*

<i>Periodo Retorno</i>	<i>Variable Reducida</i>	<i>Precipitaciones (mm)</i>	<i>Probabilidad de acontecimiento</i>	<i>Corrección Intervalo fijo</i>
<i>Años</i>	<i>Yt</i>	<i>XT' (mm)</i>	<i>F (xT)</i>	<i>XT (mm)</i>
2	0.3665	39.7765	0.5000	44.9475
5	1.4999	42.8152	0.8000	48.3812
10	2.2504	44.8271	0.9000	50.6546
25	3.1985	47.3691	0.9600	53.5270
50	3.9019	49.2549	0.9800	55.6580
75	4.3108	50.3510	0.9867	56.8966
100	4.6001	51.1267	0.9900	57.7732
500	6.2136	55.4524	0.9980	62.6612

Nota: Frecuencia de las precipitaciones para diversos periodos de retorno, Fuente: (Los autores, 2024).**Tabla 8***Precipitaciones máximas para diferentes tiempos de duración de lluvias en la ciudad de Montecristi*

<i>Tiempo de duración</i>	<i>Cociente</i>	<i>Precipitaciones máximas (mm) para diferentes tiempos de duración y Periodo de Retorno</i>							
		<i>2 años</i>	<i>5 años</i>	<i>10 años</i>	<i>25 años</i>	<i>50 años</i>	<i>75 años</i>	<i>100 años</i>	<i>500 años</i>
<i>24 hr</i>	X24	44.9475	48.3812	50.6546	53.5270	55.6580	56.8966	57.7732	62.6612
<i>18 hr</i>	X18 = 91%	40.902	44.027	46.096	48.710	50.649	51.776	52.574	57.022
<i>12 hr</i>	X12 = 80%	35.958	38.705	40.524	42.822	44.526	45.517	46.219	50.129
<i>8 hr</i>	X8 = 68%	30.564	32.899	34.445	36.398	37.847	38.690	39.286	42.610
<i>6 hr</i>	X6 = 61%	27.418	29.513	30.899	32.651	33.951	34.707	35.242	38.223
<i>5 hr</i>	X5 = 57%	25.620	27.577	28.873	30.510	31.725	32.431	32.931	35.717
<i>4 hr</i>	X4 = 52%	23.373	25.158	26.340	27.834	28.942	29.586	30.042	32.584
<i>3 hr</i>	X3 = 46%	20.676	22.255	23.301	24.622	25.603	26.172	26.576	28.824
<i>2 hr</i>	X2 = 39%	17.530	18.869	19.755	20.876	21.707	22.190	22.532	24.438
<i>1 hr</i>	X1 = 30%	13.484	14.514	15.196	16.058	16.697	17.069	17.332	18.798

Nota: Precipitaciones máximas para diferentes tiempos de duración de lluvias en la ciudad de Montecristi, Fuente: (Los autores, 2024).

Tabla 9*Intensidades de lluvia para diferentes periodos de duración*

<i>Tiempo de duración</i>		<i>Intensidad de la lluvia (mm /hr) según el Periodo de Retorno</i>							
<i>Hr</i>	<i>min</i>	<i>2 años</i>	<i>5 años</i>	<i>10 años</i>	<i>25 años</i>	<i>50 años</i>	<i>75 años</i>	<i>100 años</i>	<i>500 años</i>
<i>24 hr</i>	<i>1440</i>	1.8728	2.0159	2.1106	2.2303	2.3191	2.3707	2.4072	2.6109
<i>18 hr</i>	<i>1080</i>	2.2723	2.4459	2.5609	2.7061	2.8138	2.8764	2.9208	3.1679
<i>12 hr</i>	<i>720</i>	2.9965	3.2254	3.3770	3.5685	3.7105	3.7931	3.8515	4.1774
<i>8 hr</i>	<i>480</i>	3.8205	4.1124	4.3056	4.5498	4.7309	4.8362	4.9107	5.3262
<i>6 hr</i>	<i>360</i>	4.5697	4.9188	5.1499	5.4419	5.6586	5.7845	5.8736	6.3706
<i>5 hr</i>	<i>300</i>	5.1240	5.5155	5.7746	6.1021	6.3450	6.4862	6.5861	7.1434
<i>4 hr</i>	<i>240</i>	5.8432	6.2896	6.5851	6.9585	7.2355	7.3966	7.5105	8.1460
<i>3 hr</i>	<i>180</i>	6.8919	7.4184	7.7670	8.2075	8.5342	8.7241	8.8586	9.6080
<i>2 hr</i>	<i>120</i>	8.7648	9.4343	9.8776	10.4378	10.8533	11.0948	11.2658	12.2189
<i>1 hr</i>	<i>60</i>	13.4842	14.5144	15.1964	16.0581	16.6974	17.0690	17.3320	18.7983

Nota: Intensidades de las precipitaciones para diferentes tiempos de duración de la Ciudad de Montecristi, Fuente: (Los autores, 2024).

Tabla 10*Regresión potencial para diferentes periodos de retorno en la ciudad de Montecristi*

<i>Nº</i>	<i>x</i>	<i>y</i>	<i>ln x</i>	<i>ln y</i>	<i>ln x * ln y</i>	<i>(lnx)^2</i>
<i>1</i>	<i>2</i>	169.9251	0.6931	5.1354	3.5596	0.4805
<i>2</i>	<i>5</i>	182.9063	1.6094	5.2090	8.3835	2.5903
<i>3</i>	<i>10</i>	191.5010	2.3026	5.2549	12.0998	5.3019
<i>4</i>	<i>25</i>	202.3604	3.2189	5.3101	17.0924	10.3612
<i>5</i>	<i>50</i>	210.4165	3.9120	5.3491	20.9258	15.3039
<i>6</i>	<i>75</i>	215.0990	4.3175	5.3711	23.1897	18.6407
<i>7</i>	<i>100</i>	218.4131	4.6052	5.3864	24.8052	21.2076



8	500	236.8921	6.2146	5.4676	33.9790	38.6214
---	-----	----------	--------	--------	---------	---------

Nota: Cálculo de la Regresión potencial para diferentes periodos de retorno en la ciudad de Montecristi, Fuente: (Los autores, 2024).

Posteriormente, se presentan los valores que componen la Intensidad – Tiempo de Duración – Periodo de retorno para la ciudad de Montecristi, los cuales se detallan a continuación;

Tabla 11

Intensidad - Tiempo de duración - Periodo de retorno

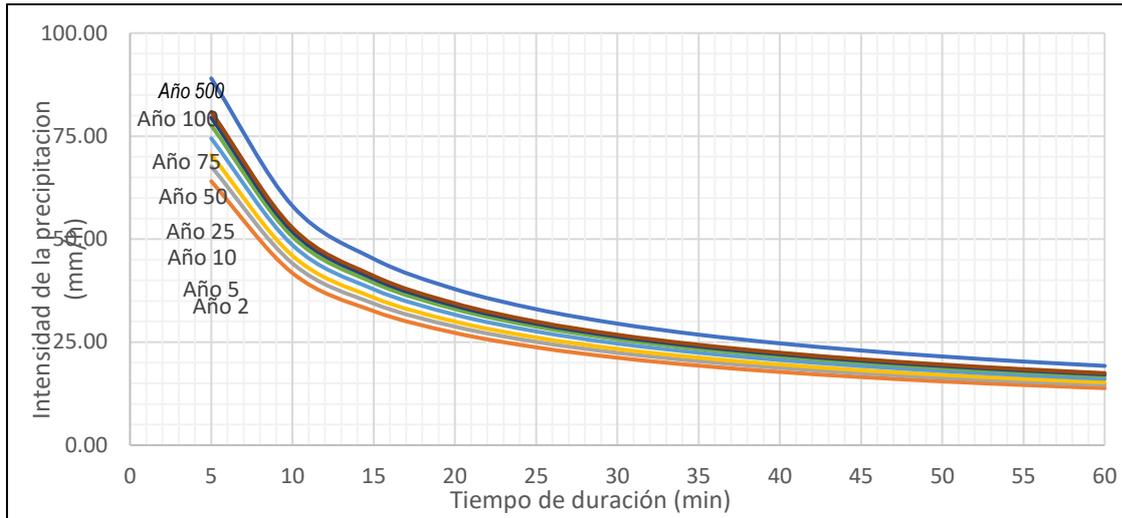
<i>Intensidad – Duración – Periodo de Retorno</i>												
<i>Frecuencia</i>	<i>Duración (min)</i>											
<i>en años</i>	<i>5</i>	<i>10</i>	<i>15</i>	<i>20</i>	<i>25</i>	<i>30</i>	<i>35</i>	<i>40</i>	<i>45</i>	<i>50</i>	<i>55</i>	<i>60</i>
2	64.03	41.77	32.53	27.25	23.75	21.22	19.30	17.77	16.53	15.49	14.61	13.84
5	67.63	44.12	34.36	28.78	25.08	22.41	20.38	18.77	17.46	16.36	15.43	14.62
10	70.48	45.98	35.81	29.99	26.14	23.36	21.24	19.56	18.19	17.05	16.08	15.24
25	74.44	48.56	37.82	31.68	27.60	24.67	22.43	20.66	19.22	18.01	16.98	16.09
50	77.58	50.61	39.42	33.01	28.77	25.71	23.38	21.53	20.03	18.77	17.70	16.77
75	79.48	51.85	40.38	33.82	29.47	26.34	23.95	22.06	20.52	19.23	18.13	17.18
100	80.86	52.74	41.08	34.41	29.98	26.80	24.37	22.44	20.87	19.56	18.44	17.48
500	89.00	58.06	45.22	37.87	33.00	29.50	26.82	24.70	22.97	21.53	20.30	19.24

Nota: Intensidad - Tiempo de duración - Periodo de retorno de la ciudad de Montecristi, Fuente: (Los autores, 2024).



Figura 2

Representación gráfica de la Curva IDF de la ciudad de Montecristi



Nota: Representación gráfica de la Intensidad - Tiempo de duración - Periodo de retorno de la ciudad de Montecristi, Fuente: (Los autores, 2024).

Una vez concluido el estudio hidrológico aportante a la investigación, la ecuación de Intensidad para el Cantón Montecristi, se estima la siguiente expresión algebraica;

Ecuación 1

Ecuación de Intensidad para el cantón Montecristi

$$I = \frac{165.6894 * T^{0.059633}}{t^{0.61639}}$$

Nota: Obtención de la ecuación de Intensidad para la Ciudad de Montecristi, Fuente: (Los autores, 2024).

Una vez modelado el sistema pluvial en el software SewerGems, se obtienen los siguientes resultados;



Tabla 12*Resultados de las líneas de conducción de la Calle El Oro a través del aplicativo SewerGems*

<i>Tuberías - Aguas Lluvias</i>	<i>Pozo Inici al</i>	<i>Pozo Fina l</i>	<i>Cota de Fondo (Inicio) m</i>	<i>Cota de Fondo (Final) m</i>	<i>Longi tud (m)</i>	<i>Diámet ro (mm)</i>	<i>Pen dien te</i>	<i>Caud al (l/s)</i>	<i>Velocid ad (m/s)</i>	<i>Coef. Mannin g (n)</i>
<i>Tubería de PVC - Line 1</i>	Entra da	Pozo 2	147.00	145.50	60.00	300	0.02 5	223.6 3	2.93	0.011
<i>Tubería de PVC - Line 2</i>	Pozo 2	Pozo 3	145.50	144.00	62.00	300	0.02 4	220.0 5	2.87	0.011
<i>Tubería de PVC - Line 3</i>	Pozo 3	Pozo 4	144.00	142.50	71.00	300	0.02 1	205.6 3	2.64	0.011
<i>Tubería de PVC - Line 4</i>	Pozo 4	Pozo 5	142.50	141.00	65.00	300	0.02 3	214.9 2	2.75	0.011
<i>Tubería de PVC - Line 5</i>	Pozo 5	Pozo 6	141.00	139.50	60.00	300	0.02 5	211.4 6	2.81	0.011
<i>Tubería de PVC - Line 6</i>	Pozo 6	Salid a	139.50	138.00	65.00	300	0.02 3	217.6 5	2.96	0.011

Nota: Resultados del análisis hidráulico en las líneas de conducción de la Calle El Oro a través del aplicativo SewerGems, Fuente: (Los autores, 2024).



Tabla 13*Resultados de los pozos pertenecientes a la Calle El Oro en SewerGems*

<i>Identify</i>	<i>Label</i>	<i>Elevation (Ground) (m)</i>	<i>Set Rim to Ground Elevation?</i>	<i>Elevation (Rim) (m)</i>	<i>Elevation (Invert) (m)</i>	<i>Flow (Total Out) (l/s)</i>	<i>Depth (out) (m)</i>	<i>Hydraulic Grade Linea (out) (m)</i>	<i>Time (maximun Flow) (hours)</i>
1190	Pozo 1	147.00	True	147.00	145.50	223.63	1.5	145.65	0.350
1191	Pozo 2	145.50	True	145.50	144.00	220.05	1.5	144.13	0.15
1192	Pozo 3	144.00	True	144.00	142.50	205.63	1.5	142.72	0.05
1193	Pozo 4	142.50	True	142.50	141.00	214.92	1.5	141.10	0.05
1194	Pozo 5	141.00	True	141.00	139.50	211.46	1.5	139.61	0.05
1195	Pozo 6	139.50	True	139.50	138.00	217.65	1.5	138.11	0.05
1196	Pozo 7	138.00	True	138.00	136.50	228.67	1.5	136.64	0.55

Nota: Resultados del análisis hidráulico en los pozos pertenecientes a la Calle El Oro en el aplicativo SewerGems.



Tabla 14

Resultados de las líneas de conducción pertenecientes a la Avenida Manta en SewerGems

<i>Tuberías</i>	<i>Pozo</i>	<i>Pozo</i>	<i>Cota de</i>	<i>Cota de</i>	<i>Long</i>	<i>Diám</i>	<i>Pen</i>	<i>Cau</i>	<i>Veloc</i>	<i>Coef.</i>
<i>- Aguas</i>	<i>o</i>	<i>o</i>	<i>Fondo</i>	<i>Fondo</i>	<i>itud</i>	<i>etro</i>	<i>die</i>	<i>dal</i>	<i>idad</i>	<i>Manni</i>
<i>Lluvias</i>	<i>Inici</i>	<i>Fin</i>	<i>(Inicio) m</i>	<i>(Final) m</i>	<i>(m)</i>	<i>(mm)</i>	<i>n</i>	<i>(l/s)</i>	<i>(m/s)</i>	<i>ng (n)</i>
	<i>al</i>	<i>al</i>								
<i>Tubería</i>										
<i>de PVC -</i>	<i>Entr</i>	<i>Poz</i>			60.0		0.0	210.		
<i>Line 1</i>	<i>ada</i>	<i>o 2</i>	148.50	147.00	0	500	25	85	2.92	0.011
<i>Tubería</i>										
<i>de PVC -</i>	<i>Poz</i>	<i>Sali</i>			62.0		0.0	215.		
<i>Line 2</i>	<i>o 2</i>	<i>da</i>	148.85	147.00	0	500	24	54	2.87	0.011

Nota: Resultados del análisis hidráulico en las líneas de conducción de la Avenida Manta a través del aplicativo SewerGems, Fuente: (Los autores, 2024).

Tabla 15

Resultados de los pozos pertenecientes a la Avenida Manta en SewerGems

<i>Identify</i>	<i>Label</i>	<i>Elevation</i>	<i>Set Rim to</i>	<i>Elevation</i>	<i>Elevation</i>	<i>Flow</i>	<i>Depth</i>	<i>Hydraulic</i>	<i>Time</i>
		<i>(Ground)</i>	<i>Ground</i>	<i>Elevation</i>	<i>(Invert)</i>	<i>(Total</i>	<i>(out)</i>	<i>Grade</i>	<i>(maximun</i>
		<i>(m)</i>	<i>Elevation?</i>	<i>(Rim) (m)</i>	<i>(m)</i>	<i>Out)</i>	<i>(m)</i>	<i>Linea (out)</i>	<i>Flow)</i>
						<i>(l/s)</i>		<i>(m)</i>	<i>(hours)</i>
1190	Pozo 1	148.50	True	148.50	147.00	225.57	1.5	147.21	0.25
1191	Pozo 2	148.50	True	148.50	147.00	221.25	1.5	147.18	0.13

Nota: Resultados del análisis hidráulico en los pozos pertenecientes a la Avenida Manta con el aplicativo SewerGems.

Empleando la técnica investigativa de la encuesta, se considerará lo siguiente en función a la tabulación y muestreo expresado a continuación;



Tabla 16*Frecuencia de respuestas a la encuesta*

Criterios	Sí	%	No	%	Total	%
Servicios Básicos	416	92.44 %	34	7.56 %	450	100.00 %
Condiciones del Sistema Pluvial	128	28.70 %	318	71.30 %	450	100.00 %
Presencia de Inundaciones	368	81.78 %	368	18.22 %	450	100.00 %
Proliferación de Vectores	345	76.67 %	105	23.33 %	450	100.00 %
Mantenimientos Preventivos	195	43.33 %	255	56.67 %	450	100.00 %
Compromiso Ciudadano	125	27.78 %	325	72.22 %	450	100.00 %

Nota: Información recopilada de la tabulación y muestreo, Fuente: (Los autores, 2024).

Conforme a los resultados mostrados, la mayoría de encuestados no está conforme con ciertos aspectos, considerando una tendencia de criterios con respuesta “Sí”, donde en el criterio “Servicios Básicos”, el 92.44 % considera que cuenta con todos los servicios básicos necesarios, mientras que el 7.56 % sostiene que no cuenta con los servicios básicos necesarios.

En el caso del indicador “Condición del Sistema Pluvial”, el 71.30 % considera que el sistema no se encuentra en óptimas condiciones, mientras que el 28.70 % sostiene que el sistema se encuentra en óptimas condiciones.

Por consiguiente, en el criterio “Presencia de Inundación”, el 81.78 % considera que se han presentado inundaciones en su sector, mientras que el 18.22 % sostiene que no se han presentado inundaciones en su sector.



En referencia al parámetro de “Proliferación de Vectores”, el 76.67 % considera que se han presentado enfermedades en su sector, mientras que el 23.33 % sostiene que no se han presentado enfermedades en su sector.

Así mismo, en “Mantenimientos preventivos”, el 43.33% considera que, si han realizado los mantenimientos preventivos, mientras que el 56.67 % sostiene que no se han realizado los mantenimientos preventivos.

Finalmente, el indicador “Compromiso ciudadano”, el 72.22% estima están comprometidos con cuidar los sistemas públicos de aguas lluvias, mientras que el 27.78 % menciona que no está seguro de comprometerse a realizar acciones tales como; respetar horarios, mingas barriales y no dejar desperdicios en las aceras.

CONCLUSIONES

De acuerdo a los cálculos realizados el sistema pluvial cumple con los parámetros hidráulicos, tales como; pendiente, velocidad y diámetro establecidos por la Norma Ecuatoriana, así mismo, se realizó la modelación del sistema mediante el software SewerGems donde se comprobó que la tubería funciona a buena capacidad, pero no en óptimas condiciones, por lo que se concluye que el reboce se produce a razón de la presencia de sedimentos a lo largo de la red investigada.

Una vez realizados los cálculos de los parámetros hidráulicos se obtuvieron los siguientes resultados; el valor resultante de la ecuación de intensidad en función al estudio hidrológico para la ciudad de Montecristi es de $I = 130.938 \text{ l/s} * \text{Ha}$, por consiguiente, su caudal aportante es de $Q=212.77425 \text{ l/s}$, y finalmente su velocidad es de $V=2.923 \text{ m/s}$, es por ello que se concluye, que los resultados antes expuestos contrastan con la Normativa Ecuatoriana, la cual sostiene que su velocidad máxima será de $V=4.90 \text{ m/s}$, a tubo parcialmente lleno.

Se ejecutó la modelación con los datos obtenidos y se pudo comprobar que el sistema funciona correctamente y no tendría inconvenientes, ya que los componentes hidráulicos cumplen con las normativas vigentes.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aldás, J. C. (2011). Diseño de alcantarillado sanitario y pluvial y tratamiento de aguas servidas.

Pontificia Universidad Católica Del Ecuador, 22(3), 256–278.



- Armada del Ecuador. (2013). *Plan Estratégico de Movilidad Anteproyecto para el Desarrollo del puerto de aguas profundas de Manta*. https://www.puertodemanta.gob.ec/wp-content/uploads/2013/11/06_anteproyecto_desarrollo_manta.pdf
- Basurto, A., & Parrales, E. (2019). DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA COMUNIDAD EL TIGRE – PIMPIGUASI, PARROQUIA CALDERÓN, CANTÓN PORTOVIEJO. *Unesum*, 111. <https://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/2001/1/UNESUM-ECUADOR-ING.CIVIL-2019-84.pdf>
- Bravo, A. (2017). DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL EN LA CALLE OSWALDO LOOR DE LA CIUDADELA INÉS MORENO DEL CANTÓN BOLÍVAR. *Editorial Uleam*, 86. <https://repositorio.uleam.edu.ec/handle/123456789/623>
- Calle, G., & Chuico, P. (2019). Diseño de los sistemas de alcantarillado sanitario y pluvial de la urbanización privada Las Piñas ubicada en el cantón Milagro, sector Las Piñas. *Editorial Espol*, 80. <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/51433/1/T-70540.pdf>
- Cando, S., & Alvarez, M. (2022). *Previó la obtención del Título de INGENIERO CIVIL TEMA : “ Diseño hidráulico del alcantarillado pluvial en el sector El Rodeo ubicado en el cantón Portoviejo – Provincia de Manabí . ” Ing . Freddy Humberto Guillén Morales Mg . Sc .*
- Corapi, P., & Nuñez Neira, N. S. (2022). Regionalización de las Curvas de Intensidad-Duración-Frecuencia (IDF) en las Provincias de Santa Elena y Manabí. *Revista Tecnológica - ESPOL*, 34(4), 44–68. <https://doi.org/10.37815/rte.v34n4.974>
- Defaz, M. (2011). Estudio del sistema de alcantarillado pluvial para el cantón La Maná-provincia de Cotopaxi para mejorar la calidad de vida de sus habitantes. *Universidad Técnica de Ambato Editorial*, 150. <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/1589>
- Delgado, G., & Alvarez, M. (2019). Diseño del sistema de alcantarillado pluvial para la comuna Puerto La Boca perteneciente a la parroquia Puerto Cayo del cantón Jipijapa. *Unesum*, 119. file:///C:/Users/USER/Downloads/10_Delgado_Safadi_Galiana_Britany..pdf
- Espinosa, G., Mareike, P., Ralf, O., Paredes, J., Zambrano, R., & Torres, L. (2015). Evaluación de las infiltraciones al sistema de drenaje mediante análisis comparativo de la concentración de



- contaminantes en agua residual. Caso de estudio en Tepic, México. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 31(1), 9. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0188-49992015000100007&script=sci_abstract
- Gad Municipal del Cantón Montecristi. (2023). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial*. 349. <file:///C:/Users/USER/Downloads/PDOT-2023-ok.pdf>
- Gallardo, P. (2018). Diseño de Canales Abiertos. 3 *Ciencias*, 82. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.17993/IngyTec.2018.43>
- Gallo, M. (2014). *Contaminación por residuos sólidos domiciliarios generados por habitantes de las riberas, de los ríos Burro - Manta*. <https://repositorio.ulead.edu.ec/bitstream/123456789/1391/1/ULEAM-POSG-GA-0015.pdf>
- Instituto Ecuatoriano de Obras Sanitarias. (1992). NORMAS PARA ESTUDIO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y DISPOSICIÓN DE AGUAS RESIDUALES PARA POBLACIONES MAYORES A 1000 HABITANTES. *IEOS Editorial*, 420.
- Instituto Geográfica Militar del Ecuador. (2020). *Carta Topográfica del Cantón Montecristi*. http://www.igm.gob.ec/work/files/cartabase/m/MIV_A2.htm
- Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología. (2019). Determinación de ecuaciones para el cálculo Intensidades máximas de precipitación. *Desarrollo Meteorológico*, 283. https://www.inamhi.gob.ec/Publicaciones/Hidrologia/ESTUDIO_DE_INTENSIDADES_V_FINAL.pdf
- Jiménez, D. (2021). GUÍA DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE ALCANTARILLADOS. *Universidad Santo Tomás*, 1, 126. <https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/37751/2021DannaJimenez.pdf?sequence=1>
- López, G., & Rodríguez, F. (2012). *REDISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO, ALCANTARILLADO PLUVIAL Y PROPUESTA DE DISEÑO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA LA CIUDAD DE ARMENIA*. 391. https://ri.ues.edu.sv/id/eprint/1893/1/Rediseño_del_sistema_de_alcantarillado_sanitario%2CAlcantarillado_pluvial_y_propuesta_de_diseño_de_la_plantas_de_tratamiento_de_aguas_resid



uales__para_la_Ciudad_de_Armenia..pdf

López, R. (1995). Elementos de Diseño para acueductos y alcantarillados. *Escuela de Ingeniería*, 87, 396.

https://www.academia.edu/43690289/Elementos_de_Diseño_para_Acueductos_y_Alcantarillados

Macías, D., & Gallardo, P. (2023). Diseño hidráulico del sistema de agua potable para la comunidad La Vizueta parroquia La Unión, cantón Santa Ana. *Unesum*, 159. https://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/5256/1/Macías_Álava_Dayana_Janet.pdf

Marcillo, J., & Gallardo, P. (2021). “Diseño del Sistema de Alcantarillado Pluvial de la Comunidad Manantiales del Cantón Montecristi - Provincia de Manabí. *Unesum*, 125. <https://repositorio.unesum.edu.ec/handle/53000/2961>

Parrales, E., & Macías, G. (2018). REDISEÑO DE LA RED DE ALCANTARILLADO PLUVIAL PARA LA CABECERA PARROQUIAL DE AYACUCHO, DEL CANTÓN SANTA ANA, PROVINCIA DE MANABÍ. *Unesum*, 92. <http://repositorio.unesum.edu.ec/handle/53000/1405>

Parrales, J., & Gutiérrez, L. (2022). DISEÑO HIDRÁULICO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL RECINTO MERO SECO, CANTÓN JIPIJAPA. *Unesum*, 150. https://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/4336/1/Parrales_Córdova_Jean_Carlos.pdf

Pazmiño, S., & Guachi, M. (2016). Diseño y evaluación del sistema de alcantarillado sanitario del barrio Puganza Chico de la Comunidad Puganza perteneciente a la parroquia de Quisapincha, cantón Ambato, provincia de Tungurahua. *Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica. Carrera de Ingeniería Civil*, 160. https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/23642/1/Tesis_1041_-_Guachi_Curi_María_Victoria.pdf

Ramírez, M., Ghanem, A., & Lárez, H. (2018). Estudio Comparativo de los Diferentes Métodos Utilizados para la Predicción de Intensidades Máximas de Precipitación para el Diseño Adecuado de Estructuras Hidráulicas. *Revista Multidisciplinaria Del Consejo de Investigación de La Universidad de Oriente*, 18, 1–9.



- Rivadeneira, J. (2012). DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL DEL BARRIO “LA CAMPIÑA DEL INCA” CANTON QUITO, PROVINCIA DE PICHINCHA. *Pontificia Universidad Católica Del Ecuador Editorial*, 191.
<http://repositorio.puce.edu.ec/handle/22000/6402>
- Solórzano, L., & Bravo, G. (2023). “Diseño hidráulico del sistema de aguas lluvias de la Ciudadela la Primavera de la Parroquia Leónidas Proaño del Cantón Montecristi - Provincia de Manabí”.
Unesum.
- Vega, K., & Gallardo, P. (2022). ANÁLISIS OPERATIVO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO DE LA CIUADELA LA FAE; Y SU INCIDENCIA EN CALIDAD DE VIDA DE LOS HABITANTES. *Unesum*, 69.
[https://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/4343/1/VEGA DELGADO KARLA NARCISA.pdf](https://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/4343/1/VEGA_DELGADO_KARLA_NARCISA.pdf)

