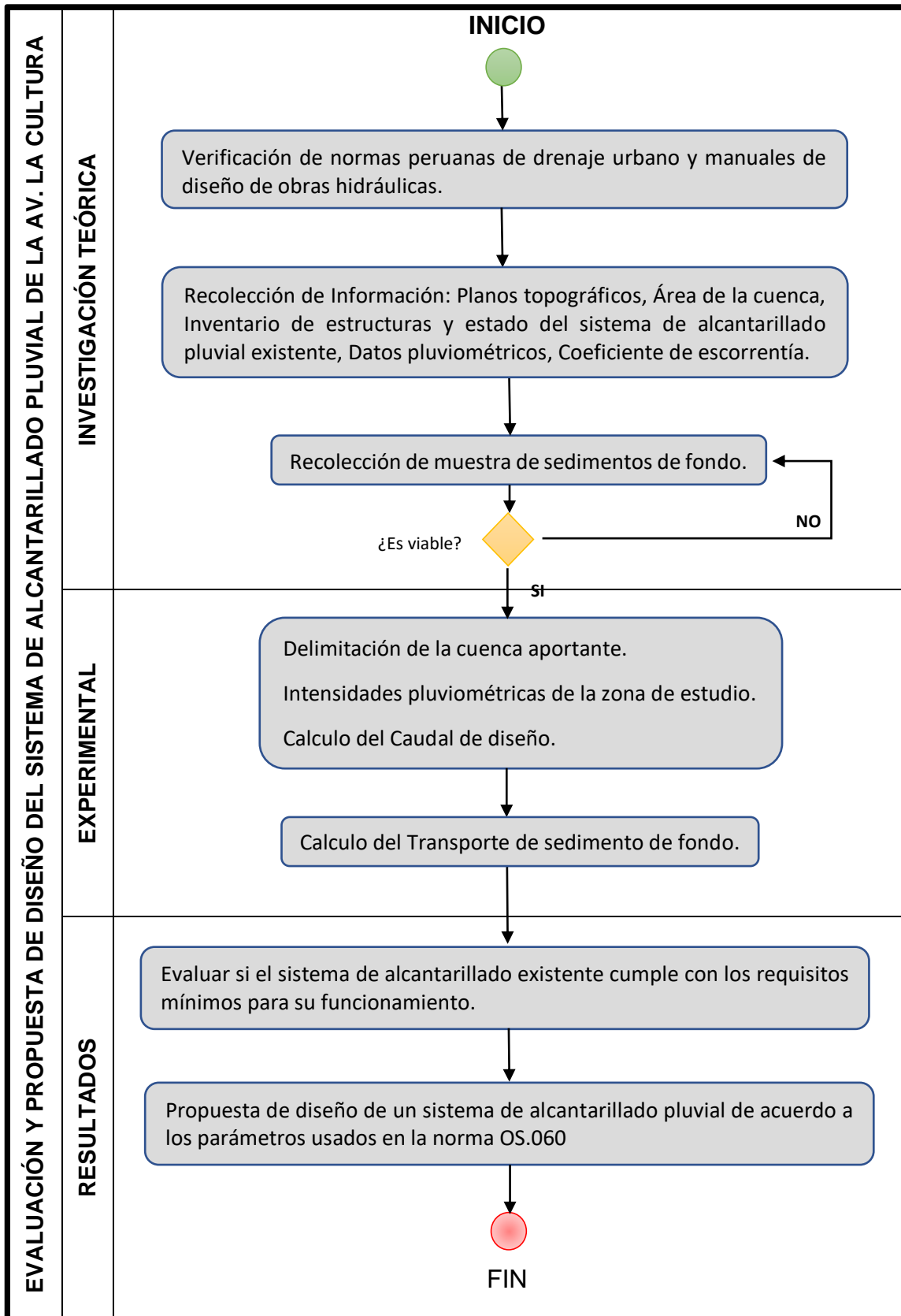


3.2.2. DISEÑO DE INGENIERÍA



3.3. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.3.1. POBLACIÓN

3.3.1.1. DESCRIPCIÓN DE LA POBLACIÓN

Para el enfoque cuantitativo, la población debe estar en función a las características de contenido, lugar y tiempo.

La población en el enfoque cuantitativo es el conjunto de todos los casos que concuerdan con determinadas especificaciones.

La población de la investigación es el canal principal de la Av. la Cultura y sus canales aportantes: Canal Osqollo, Canal Av. Universitaria, Canal Rio Chile del Distrito del Cusco.

3.3.2. MUESTRA

3.3.2.1. DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA

Según el enfoque cuantitativo es un grupo de la población del cual se recolectan datos y debe ser representativo de dicha población.

Al ser la población los canales de evacuación de aguas pluviales: Canal Osqollo, Canal Av. Universitaria, Canal Rio Chile y el Canal de la Av. la Cultura del Distrito del Cusco; se considera que la muestra debe corresponder a la totalidad de la población. Por lo tanto, la muestra coincide con la población.

3.3.2.2. MÉTODO DE MUESTREO

El método usado para la selección de la muestra es el **MUESTREO POR CONVENIENCIA O NO PROBABILÍSTICO**, es decir que no utilizaremos fórmulas estadísticas para determinar la cantidad de la muestra.







3.3.3. CRITERIOS DE INCLUSIÓN

En el presente estudio de investigación no se tendrá criterios de inclusión de la muestra.

3.4. INSTRUMENTOS

3.4.1. INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

FIGURA N° 13: Ficha de Verificación en Campo

 UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL 		
FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS: INSPECCIÓN Y VERIFICACIÓN DE LAS DIMENSIONES DE LOS SUMIDEROS Y TAPAS DE INSPECCIÓN EXISTENTES		
NOMBRE DE LA TESIS:	“EVALUACIÓN Y PROPUESTA DE DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL DE LA AV. LA CULTURA EN EL TRAMO: GARCILASO - RIO CACHIMAYO, CUSCO”	
ALUMNAS:	Bach. Mamani Heredia Marcia Sthefany Bach. Masias Flores Rocio	
	CARRIL	
	UBICACIÓN:	
	CANTIDAD:	
	ELEMENTO:	
	DIMENSIONES:	
	ESTADO:	
	OBSERVACIONES:	
	CARRIL	
	UBICACIÓN:	
	CANTIDAD:	
	ELEMENTO:	
	DIMENSIONES:	
	ESTADO:	
	OBSERVACIONES:	
	CARRIL	
	UBICACIÓN:	
	CANTIDAD:	
	ELEMENTO:	
	DIMENSIONES:	
	ESTADO:	
	OBSERVACIONES:	
	CARRIL	
	UBICACIÓN:	
	CANTIDAD:	
	ELEMENTO:	
	DIMENSIONES:	
	ESTADO:	
	OBSERVACIONES:	


FUENTE: Elaboración Propia

FIGURA N° 14: Formato de Recolección de datos Pluviométricos

		UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL													
“EVALUACIÓN Y PROPUESTA DE DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL DE LA AV. LA CULTURA EN EL TRAMO: GARCILASO - RIO CACHIMAYO, CUSCO”															
OBSERVATORIO METEOROLÓGICO " LUIS OLAZO OLIVERA " DE PERAYOC (UNSAAC) "PRECIPITACIONES ESTIMADAS MÁXIMAS EN 24 hrs (mm)"															
ALUMNAS		Bach. Mamani Heredia Marcia Sthefany													
		Bach. Masias Flores Rocio													
Latitud:								Dpto:							
Longitud:								Prov:							
Altitud:								Distrito:							
N°	Año	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	MÁXIMO	
1	1980														
2	1981														
3	1982														
4	1983														
5	1984														
6	1985														
7	1986														
8	1987														
9	1988														
10	1989														
11	1990														
12	1991														
13	1992														
14	1993														
15	1994														
16	1995														
17	1996														
18	1997														
19	1998														
20	1999														
21	2000														
22	2001														
23	2002														
24	2003														
25	2004														
26	2005														
27	2006														
28	2007														
29	2008														
30	2009														
31	2010														
32	2011														
33	2012														
34	2013														
35	2014														
36	2015														
37	2016														



FUENTE: Elaboración Propia

FIGURA N° 15: Formato de Recolección de datos de Análisis Granulométrico por tamizado

 UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL 																																																																																																											
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADOS																																																																																																											
NOMBRE DE LA TESIS: "EVALUACIÓN Y PROPUESTA DE DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL DE LA AV. LA CULTURA EN EL TRAMO: GARCILASO - RIO CACHIMAYO, CUSCO"																																																																																																											
ALUMNAS:	Bach. Mamani Heredia Marcia Sthefany Bach. Masias Flores Rocio																																																																																																										
TOMA DE DATOS																																																																																																											
ANTES DEL LAVADO Peso de la muestra seca	DESPUÉS DEL LAVADO Peso de la muestra seca % de Error en Peso																																																																																																										
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">TAMIZ</th> <th rowspan="2">ABERTURA (mm)</th> <th>MUESTRA N° 01</th> <th>MUESTRA N° 02</th> <th>MUESTRA N° 03</th> <th>MUESTRA N° 04</th> </tr> <tr> <th>PESO RETENIDO (gr)</th> <th>PESO RETENIDO (gr)</th> <th>PESO RETENIDO (gr)</th> <th>PESO RETENIDO (gr)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>4"</td><td>100</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>3"</td><td>75</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>2"</td><td>50</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>1 1/2"</td><td>38</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>1"</td><td>25</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>3/4"</td><td>19</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>3/8"</td><td>9.5</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>N° 4</td><td>4.75</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>N° 10</td><td>2</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>N° 20</td><td>0.850</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>N° 40</td><td>0.425</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>N° 60</td><td>0.250</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>N° 100</td><td>0.150</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>N° 200</td><td>0.075</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Cazuela</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Lavado</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>	TAMIZ	ABERTURA (mm)	MUESTRA N° 01	MUESTRA N° 02	MUESTRA N° 03	MUESTRA N° 04	PESO RETENIDO (gr)	PESO RETENIDO (gr)	PESO RETENIDO (gr)	PESO RETENIDO (gr)	4"	100					3"	75					2"	50					1 1/2"	38					1"	25					3/4"	19					3/8"	9.5					N° 4	4.75					N° 10	2					N° 20	0.850					N° 40	0.425					N° 60	0.250					N° 100	0.150					N° 200	0.075					Cazuela						Lavado						
TAMIZ			ABERTURA (mm)	MUESTRA N° 01	MUESTRA N° 02	MUESTRA N° 03	MUESTRA N° 04																																																																																																				
	PESO RETENIDO (gr)	PESO RETENIDO (gr)		PESO RETENIDO (gr)	PESO RETENIDO (gr)																																																																																																						
4"	100																																																																																																										
3"	75																																																																																																										
2"	50																																																																																																										
1 1/2"	38																																																																																																										
1"	25																																																																																																										
3/4"	19																																																																																																										
3/8"	9.5																																																																																																										
N° 4	4.75																																																																																																										
N° 10	2																																																																																																										
N° 20	0.850																																																																																																										
N° 40	0.425																																																																																																										
N° 60	0.250																																																																																																										
N° 100	0.150																																																																																																										
N° 200	0.075																																																																																																										
Cazuela																																																																																																											
Lavado																																																																																																											

FUENTE: Elaboración Propia

FIGURA N° 16: Formato de Recolección de Datos de Análisis Granulométrico por el Método del Hidrómetro

 UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL 				
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO - MÉTODO DEL HIDRÓMETRO				
NOMBRE DE LA TESIS:		“EVALUACIÓN Y PROPUESTA DE DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL DE LA AV. LA CULTURA EN EL TRAMO: GARCILASO - RIO CACHIMAYO, CUSCO”		
ALUMNAS:		Bach. Mamani Heredia Marcia Sthefany Bach. Masias Flores Rocio		
TOMA DE DATOS				
Muestra N° 01				
Fecha:	Hora de la lectura	Tiempo	T °C	Lectura
26/07/2017		1 min		
		2 min		
		3 min		
		4 min		
		8 min		
		15 min		
		30 min		
		60 min		
		120 min		
		240 min		
	480 min			
27/07/2017		960 min		
27/07/2017		1440 min		
28/07/2017		2880 min		

FUENTE: Elaboración Propia

FIGURA N° 17: Formato de Recolección de Datos de Gravedad Especifica del Suelo

<p style="text-align: center;">UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL</p>		
GRAVEDAD ESPECÍFICA DEL SUELO (Gs)		
NOMBRE DE LA TESIS: "EVALUACIÓN Y PROPUESTA DE DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL DE LA AV. LA CULTURA EN EL TRAMO: GARCILASO - RIO CACHIMAYO, CUSCO"		
ALUMNAS: Bach. Mamani Heredia Marcia Sthefany Bach. Masias Flores Rocio		
TOMA DE DATOS		
MUESTRA	MUESTRA N° ...	MUESTRA N° ...
VOLUMEN DEL PICNÓMETRO		
PESO DEL PICNÓMETRO		
PESO SECO DE LA MUESTRA		
PESO FRASCO + AGUA = Wbw		
PESO FRASCO + AGUA + SUELO = Wbws		
TEMPERATURA		

FUENTE: Elaboración Propia

FIGURA N° 18: Formato de Recolección de Datos de Áreas de la Zona de Estudio

<p style="text-align: center;">UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL</p>						
AREA DE LA ZONA DE ESTUDIO						
NOMBRE DE LA TESIS: "EVALUACIÓN Y PROPUESTA DE DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL DE LA AV. LA CULTURA EN EL TRAMO: GARCILASO - RIO CACHIMAYO, CUSCO"						
ALUMNAS: Bach. Mamani Heredia Marcia Sthefany Bach. Masias Flores Rocio						
TOMA DE DATOS						
	CUENCA DELIMITADA	ZONA 1		ZONA 2	ZONA 3	ZONA 4
		SUB ZONA 1-1	SUB ZONA 1-2			
ÁREA						
PERÍMETRO						
COTA MÁXIMA						
COTA MÍNIMA						
LONGITUD DE CUENCA						

FUENTE: Elaboración Propia

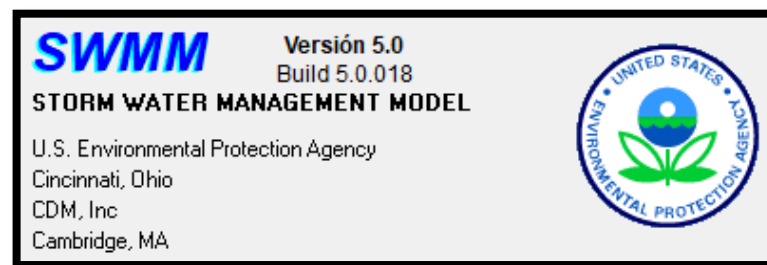
3.4.2. INSTRUMENTOS DE INGENIERÍA

3.4.2.1. PROGRAMAS PARA EL PROCESAMIENTO DE DATOS

3.4.2.1.1. SWMM 5.0

El *Stormwater Management Model* es un software muy completo, capaz de simular el movimiento del agua de precipitación y los contaminantes por el suelo, tanto la escorrentía superficial como la infiltración que se produce hacia el subsuelo; y a través de las redes de colectores y canales que transportan el agua hacia instalaciones de almacenamiento y/o tratamiento.

FIGURA N° 19: Portada del SWMM 5.0



FUENTE: United States Environmental Protection Agency

3.4.2.1.2. HCANALES V3.0

HCANALES es un programa que permite realizar diseños de canales y estructuras hidráulicas de una manera muy fácil. Este programa permite calcular las características hidráulicas y geométricas de canales con sección rectangular, triangular, trapezoidal, circular y parabólica.

FIGURA N° 20: Portada de HCANALES



FUENTE: Máximo Villón Béjar

3.4.2.1.3. AutoCAD Civil 3D 2017

AutoCAD Civil 3D es un software que sirve para el cálculo y diseño de infraestructura diversa, principalmente relacionada con el movimiento de tierras y topografía.

Las funciones más usadas son: Importación de puntos, generación de superficies de terreno, generación de reportes de volumen, generación de perfil longitudinal, generación de secciones transversales, etc.

FIGURA N° 21: Portada de AutoCAD Civil 3D 2017



FUENTE: Autodesk

3.5. PROCEDIMIENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

3.5.1. RECONOCIMIENTO DE LA ZONA DE ESTUDIO

Para realizar la delimitación de la cuenca, se realizó el reconocimiento del área de estudio, y la evaluación de las áreas de influencia dentro de la cuenca.

Se tiene como aportantes tres canales (Canal de Osqollo, Canal de la Av. Universitaria y Canal Río Chile) que se tomaron en cuenta dentro de la evaluación por su aporte significativo de caudales. Para ello también se realizó la inspección de las condiciones que presentan dichos canales.

FIGURA N° 22: Quebrada Osqollo



FUENTE: Propia

FIGURA N° 23: Desarenador De Osqollo



FUENTE: Propia

3.5.2. VERIFICACIÓN DE LAS CONDICIONES ACTUALES DEL CANAL

Se verificó las condiciones actuales de funcionamiento del canal de la Av. la Cultura, recolectando el tipo y cantidad de elementos que forman parte de este sistema (sumideros, tapas de inspección, alcantarillas transversales, desarenadores). Cuantificados el número de elementos existentes y calificando sus condiciones de servicio. Se tomaron medidas en diferentes puntos de la sección del canal, siendo esta medida diferente por tramos.

FIGURA N° 24: Registro en campo de los componentes del sistema pluvial



FUENTE: Propia

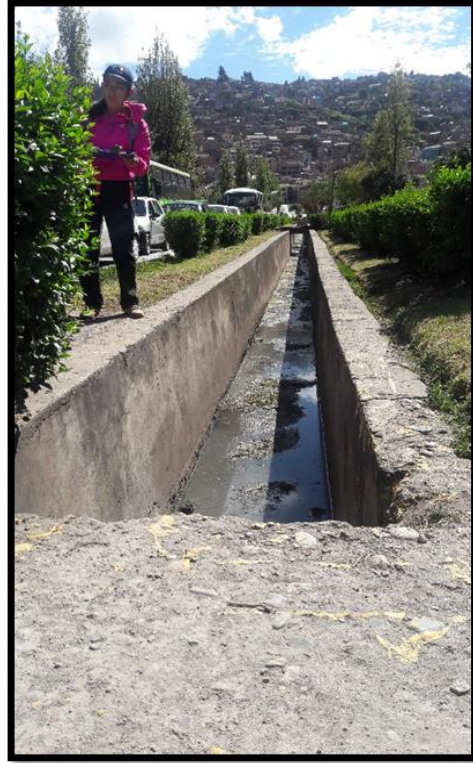
También se realizó la inspección de las condiciones de los canales aportantes: Canal de Osqollo, Canal de la Av. Universitaria y Canal Río Chile.

FIGURA N° 25: Verificación de las Condiciones Actuales – Canal Osqollo – Ayuda Mutua



FUENTE: Propia

FIGURA N° 26: Verificación de las Condiciones Actuales – Canal Av. Universitaria



FUENTE: Propia

3.5.3. RECOLECCIÓN DE DATOS PLUVIOMÉTRICOS

Los datos recolectados en esta investigación pertenecen a la estación de Perayoc. Se utilizó el registro histórico de precipitaciones máximas horarias.

TABLA N° 18: Datos Mensuales de Precipitaciones Máximas en 24 Horas en mm, Estación Perayoc

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO														
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA														
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL														
"EVALUACIÓN Y PROPUESTA DE DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL DE LA AV. LA CULTURA EN EL TRAMO: GARCILASO - RIO CACHIMAYO, CUSCO"														
OBSERVATORIO METEREOLÓGICO " LUIS OLAZO OLIVERA " DE PERAYOC (UNSAAC)														
"PRECIPITACIONES ESTIMADAS MÁXIMAS EN 24 hrs (mm)"														
ALUMNAS		Bach. Mamani Heredia Marcia Sthefany												
		Bach. Masias Flores Rocio												
Latitud:		13°31'16"			Dpto:		Cusco							
Longitud:		71°57'53"			Prov:		Cusco							
Altitud:		3365 msnm			Distrito:		Cusco							
N°	Año	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	MÁXIMO
1	1980	10.00	25.80	28.20	16.90	5.90	2.10	1.20	0.20	4.20	39.00	16.60	25.60	39.00
2	1981	45.00	15.80	18.60	24.00	0.60	4.20	0.00	6.60	12.90	42.00	14.40	43.90	45.00
3	1982	40.00	33.00	35.10	22.00	0.00	0.80	3.80	5.00	17.10	29.20	25.50	29.80	40.00
4	1983	27.50	19.00	22.90	8.00	2.40	26.00	0.70	0.00	1.30	11.80	11.00	33.00	33.00
5	1984	21.40	27.80	14.80	16.20	0.20	4.50	0.20	7.70	18.90	25.50	14.00	27.50	27.80
6	1985	17.20	73.30	18.70	19.90	8.70	10.20	3.00	5.10	12.20	15.80	27.00	25.00	73.30
7	1986	26.50	15.20	19.90	21.50	2.50	0.00	2.80	5.60	2.40	13.20	27.00	24.20	27.00
8	1987	31.50	26.70	20.50	17.00	2.80	8.80	7.70	0.00	5.30	27.50	14.50	37.20	37.20
9	1988	38.20	23.40	36.80	21.60	1.20	0.00	0.00	0.00	12.20	30.00	15.00	24.00	38.20
10	1989	30.30	25.00	22.00	22.00	2.10	4.40	0.00	4.30	6.50	38.60	16.50	18.00	38.60
11	1990	59.00	15.80	14.00	33.30	5.00	10.30	0.00	6.20	11.20	38.30	20.00	18.60	59.00
12	1991	29.20	50.00	39.30	25.50	3.90	5.20	1.00	0.00	15.00	55.20	19.00	20.20	55.20
13	1992	26.50	24.00	20.00	7.20	1.00	5.00	21.50	22.10	5.40	11.00	37.00	21.20	37.00
14	1993	40.20	20.80	18.70	6.00	1.70	0.00	1.10	12.00	2.20	16.50	16.30	33.40	40.20
15	1994	21.50	37.50	32.90	16.10	5.00	0.00	0.00	0.00	7.70	12.10	12.70	27.00	37.50
16	1995	23.20	20.00	32.00	11.50	0.80	0.30	2.80	0.00	32.60	8.20	9.40	19.40	32.60
17	1996	20.00	18.40	8.80	5.00	7.60	0.60	0.00	3.60	7.90	19.80	13.60	20.70	20.70
18	1997	22.10	14.80	23.10	15.50	3.20	0.00	0.00	2.70	3.60	8.30	28.80	29.50	29.50
19	1998	44.00	30.60	11.50	10.50	2.00	2.10	0.00	4.20	1.20	10.80	25.00	20.40	44.00
20	1999	30.50	16.50	15.20	18.00	9.20	6.00	0.00	0.00	12.50	11.90	12.90	25.60	30.50
21	2000	24.30	14.50	17.70	4.00	1.50	2.70	1.20	2.00	16.00	14.40	36.30	13.80	36.30
22	2001	27.00	23.60	25.20	7.50	2.40	0.00	19.80	5.00	9.50	21.10	14.30	28.00	28.00
23	2002	27.70	28.50	29.50	8.80	5.50	2.20	8.00	3.00	3.30	18.00	19.00	22.60	29.50
24	2003	42.80	22.80	15.80	29.80	2.50	5.00	0.00	9.50	5.80	6.50	22.00	25.00	42.80
25	2004	22.90	18.30	20.00	20.20	1.20	16.50	8.30	7.70	14.60	10.80	10.00	17.80	22.90
26	2005	21.80	15.80	25.50	16.50	0.40	0.00	1.00	2.90	4.60	11.40	16.00	10.00	25.50
27	2006	35.70	26.00	14.50	17.60	0.00	4.20	0.00	3.30	9.20	20.00	18.60	20.50	35.70
28	2007	16.70	15.80	30.00	20.00	13.00	0.00	2.50	0.80	3.00	27.70	25.30	20.00	30.00
29	2008	18.80	20.30	15.00	3.50	2.50	1.00	2.10	3.00	4.50	31.50	16.80	20.00	31.50
30	2009	17.00	22.40	14.00	12.00	0.80	0.00	0.00	3.00	10.00	10.70	23.00	16.00	23.00
31	2010	47.00	35.00	27.00	7.00	4.80	0.00	44.00	4.50	2.80	23.00	17.00	22.58	47.00
32	2011	28.40	30.00	32.00	17.00	0.50	0.00	3.30	0.00	17.80	13.20	17.82	19.00	32.00
33	2012	9.60	19.20	16.40	19.80	2.20	2.00	0.20	0.60	5.60	6.80	20.20	28.20	28.20
34	2013	22.40	35.40	21.20	9.80	4.00	6.90	2.50	13.70	7.50	35.00	28.00	25.10	35.40
35	2014	30.50	17.10	8.90	18.20	10.80	0.00	1.40	5.00	5.70	29.60	6.10	24.30	30.50
36	2015	21.50	35.00	23.80	12.50	5.50	3.90	9.10	3.80	10.30	8.70	14.70	26.70	35.00
37	2016	11.40	22.60	19.70	11.50	4.80	0.20	5.10	0.50	10.00	14.20	10.80	15.00	22.60
N° Datos		37.00	37.00	37.00	37.00	37.00	37.00	37.00	37.00	37.00	37.00	37.00	37.00	37.00
Media		27.82	25.29	21.87	15.50	3.46	3.65	4.17	4.15	8.99	20.74	18.71	23.75	35.71
Máximo		59.00	73.30	39.30	33.30	13.00	26.00	44.00	22.10	32.60	55.20	37.00	43.90	73.30
Mínimo		9.60	14.50	8.80	3.50	0.00	0.00	0.00	0.00	1.20	6.50	6.10	10.00	14.50

FUENTE: Observatorio Meteorológico de Perayoc



3.5.4. RECOLECCIÓN DE PLANOS CATASTRALES E INFORMACIÓN TOPOGRÁFICA

Para la recolección de estos datos se recurrió a la Municipalidad Provincial del Cusco; que realizó un levantamiento topográfico del Canal de la Cultura requerido por Área de mantenimiento de Obras, que fue solicitada para esta investigación. También se utilizó los planos Catastrales del Cusco para la delimitación de la Cuenca.

Se realizó la delimitación de la zona de estudio, considerando las áreas urbanas y los canales aportantes al punto de interés.

3.5.5. RECOLECCIÓN DE MUESTRAS DE SEDIMENTOS

La recolección de muestras fue No Probabilístico – Por conveniencia.

Se identificó cuatro puntos para la toma de muestras de sedimentos de fondo del Canal de la Cultura:

- Muestra N° 1: Ubicado en la intersección de la Av. Mariscal Gamarra con la Av. la Cultura.
- Muestra N° 2: Ubicado en el paradero Amauta en el carril de subida.
- Muestra N° 3: Ubicado en la intersección de la Av. Víctor Raúl Haya de la Torre con la Av. la Cultura.
- Muestra N° 4: Ubicado en la intersección de la Av. José Gabriel Cosío con la Av. la Cultura.

Se procedió a abrir las tapas de registro en cada punto y se tomó aproximadamente 0.5 kg de sedimentos para las muestras N° 01, N°02 y N° 03; y para la muestra N° 04 solamente se pudo coleccionar 80gr de sedimento, estas fueron almacenadas en bolsas herméticas para luego ser llevadas a un laboratorio.

FIGURA N° 27: Apertura de las Tapas de Inspección para las Muestras 1,2 Y 3 respectivamente



FUENTE: Propia

FIGURA N° 28: Recolección de la Muestra N° 3



FUENTE: Propia

FIGURA N° 29: Toma de Muestra N° 1



FUENTE: Propia

FIGURA N° 31: Toma de Muestra N° 2



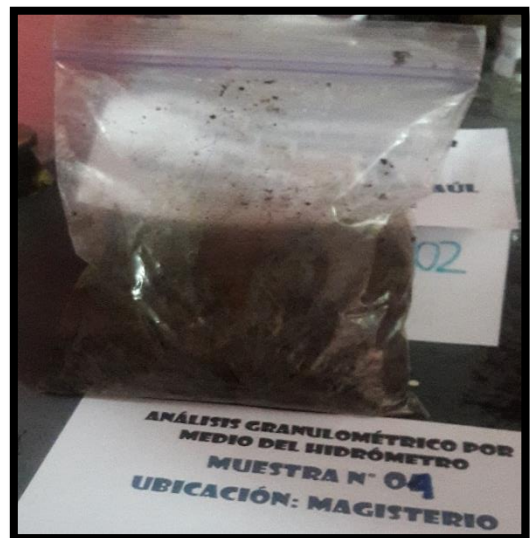
FUENTE: Propia

FIGURA N° 30: Toma de Muestra N° 3



FUENTE: Propia

FIGURA N° 32: Toma de Muestra N° 4



FUENTE: Propia

3.5.6. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO MTC E107-2000

3.5.6.1. EQUIPOS Y MATERIALES

- Serie de tamices.
- Balanza eléctrica precisión (0.01 g).
- Horno eléctrico.
- Recipientes metálicos.

Bandejas.

FIGURA N° 33: Serie de Tamices y balanza.



FUENTE: Propia

3.5.6.2. PROCEDIMIENTO

PASO N°1: Colocar las muestras en la malla n° 200 y lavar cuidadosamente.

PASO N°2: Esperar a que las muestras comiencen a decantar durante un periodo prudente, eliminar el espejo de agua superficial cuidadosamente para evitar pérdidas. Llevar al horno hasta el día siguiente.

PASO N°3: Colocar la serie de tamices seleccionados en un agitador mecánico, agitar por 5 min aproximadamente

PASO N°4: Retirar los tamices del agitador mecánico y pesar el material que contiene. Sumar los pesos y comparar con la muestra inicial.

Se realizó el ensayo para las muestras N° 01, N° 02 y N° 03 ya que se tiene una cantidad representativa para realizar el ensayo.

FIGURA N° 34: Tamices retirados del agitador mecánico.



FUENTE: Propia

FIGURA N° 35: Pesado de las Muestras tamizadas.



FUENTE: Propia

FIGURA N° 36: Muestras pesadas y ensayas debidamente.



FUENTE: Propia

3.5.6.3. TOMA DE DATOS

TABLA N° 19: Toma de datos para el análisis de granulometría por tamizados

ANTES DEL LAVADO		DESPUÉS DEL LAVADO	
Peso de la muestra seca N° 01:	193.90 gr	Peso de la muestra seca N° 01:	139.10 gr
		% de Error en Peso, muestra N° 01:	0.22%
Peso de la muestra seca N° 02:	214.10 gr	Peso de la muestra seca N° 02:	184.90 gr
		% de Error en Peso, muestra N° 02:	0.16%
Peso de la muestra seca N° 03:	157.60 gr	Peso de la muestra seca N° 03:	111.80 gr
		% de Error en Peso, muestra N° 03:	-0.81%

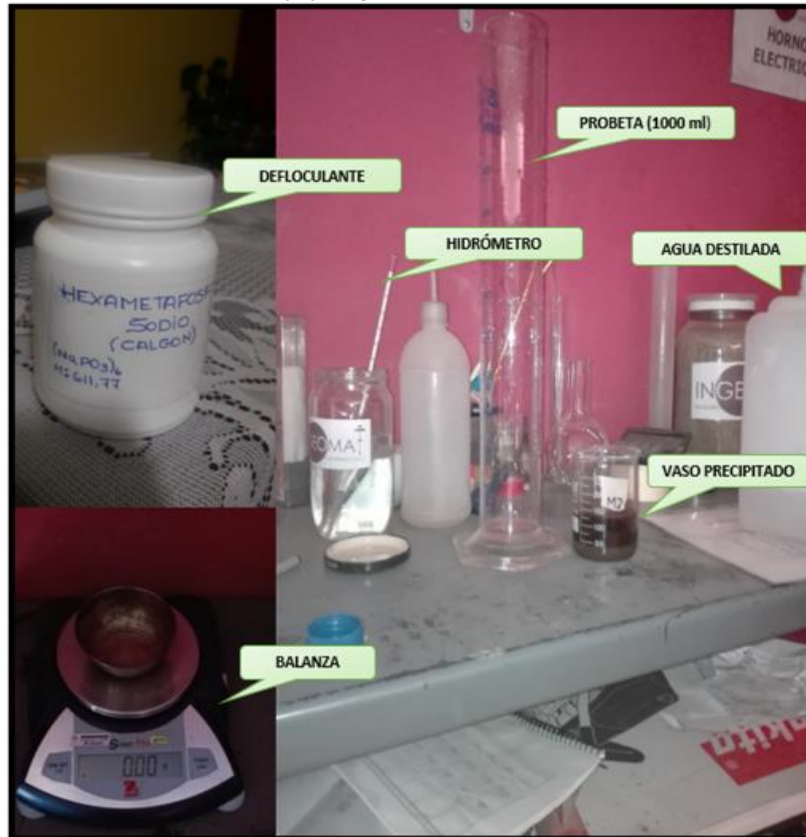
TAMIZ	ABERTURA (mm)	MUESTRA N° 01	MUESTRA N° 02	MUESTRA N° 03	MUESTRA N° 04
		PESO RETENIDO (gr)	PESO RETENIDO (gr)	PESO RETENIDO (gr)	PESO RETENIDO (gr)
4"	100	0.00	0.00	0.00	
3"	75	0.00	0.00	0.00	
2"	50	0.00	0.00	0.00	
1 1/2"	38	0.00	0.00	0.00	
1"	25	0.00	0.00	0.00	
3/4"	19	0.00	0.00	0.00	
3/8"	9.5	0.00	0.00	0.00	
N° 4	4.75	0.00	0.00	0.00	
N° 10	2	0.00	0.00	0.00	
N° 20	0.850	11.30	19.10	6.80	
N° 40	0.425	37.00	47.40	19.80	
N° 60	0.250	33.60	44.90	24.70	
N° 100	0.150	44.50	59.40	47.00	
N° 200	0.075	11.90	13.10	13.90	
Cazuela		0.50	0.70	0.50	
Lavado		55.10	29.50	44.90	

FUENTE: Elaboración Propia










3.5.7. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR MEDIO DEL HIDRÓMETRO MTC E109-1999

3.5.7.1. EQUIPOS Y MATERIALES

FIGURA N° 37: Equipos y Materiales - Método Hidrómetro



FUENTE: Elaboración Propia

-  Hexametafosfato de Sodio (Calgon)
-  Agua Destilada
-  Hidrómetro 152 -H
-  Balanza de precisión (0.01 g)
-  Probeta (1000 ml)
-  Vaso precipitado (500 ml)
-  Matraz (500 ml)
-  Pipeta
-  Recipientes Metálicos.

3.5.7.2. PROCEDIMIENTO

PASO N°1: La preparación de la solución de hexametáfosfato de sodio se realiza 15 días antes, se disuelve 40 g de este defloculante en 1 lt de agua destilada.

FIGURA N° 38: Preparación de solución de Hexametáfosfato.



FUENTE: Propia

PASO N°2: Se seca la muestra en el horno, para eliminar la humedad existente. Al día siguiente se tamiza la muestra para determinar el porcentaje de muestra que pasa por la malla 200. Más de 80 % de muestra tiene un diámetro menor a la malla 200, por lo que se utiliza el método A para realizar el ensayo.

FIGURA N° 39: Muestras con humedad y Muestra seca



FUENTE: Propia

PASO N°3: Se mezclan 50 g de muestra con 125 ml de solución hexametáfosfato de sodio. Se deja asentar durante una hora.

FIGURA N° 40: Muestra con 125 ml de solución.



FUENTE: Propia

PASO N°4: Transferir la muestra a un matraz, taparlo y batir en forma constante por 1 min.

FIGURA N° 41: Transferir la muestra y batir durante 1 min.



FUENTE: Propia

PASO N°5: Transferir la muestra a una probeta de 1000 ml cuidadosamente evitando cualquier pérdida de la muestra. Completar los 1000 ml con agua destilada, tapar con un tampón y agitar durante un minuto constantemente.

FIGURA N° 42: Muestra en la probeta de 1000 ml



FUENTE: Propia

PASO N°6: Tomar el hidrómetro e introducirlo cuidadosamente, a partir del primer minuto comenzar a tomar las lecturas y su temperatura correspondiente.

FIGURA N° 43: Toma de la lectura del hidrómetro y la temperatura.



FUENTE: Propia

PASO N°7: Prepara dos patrones de control uno con 1000 ml de agua destilada, otro con 125 ml de solución de hexametáfosfato y completar con agua destilada hasta los 1000 ml. Introducir el hidrómetro y tomar sus lecturas correspondientes, estas lecturas son tomadas para realizar la corrección de cero.

FIGURA N° 44: Lecturas del hidrómetro para la corrección de cero.



FUENTE: Propia



PASO N°8: Se realiza el ensayo para las muestras N° 01, N° 02 y N° 03.

3.5.7.3. TOMA DE DATOS

Para la corrección de cero:

- Lectura tomada en la probeta llena a los 1000 ml de agua destilada: 6
- Lectura tomada en la probeta llena con agua destilada más 125 ml del defloculante: 2



TABLA N° 20: Toma de datos para el análisis granulométrico por medio del Hidrómetro de la muestra N° 01

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO				
				
FACULTAD DE INGENIERÍA				
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL				
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO - MÉTODO DEL HIDRÓMETRO				
NOMBRE DE LA TESIS:		“EVALUACIÓN Y PROPUESTA DE DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL DE LA AV. LA CULTURA EN EL TRAMO: GARCILASO - RIO CACHIMAYO, CUSCO”		
ALUMNAS:		Bach. Mamani Heredia Marcia Sthefany		
		Bach. Masias Flores Rocio		
TOMA DE DATOS				
Muestra N° 01				
Fecha:	Hora de la lectura	Tiempo	T °C	Lectura
26/07/2017	12:00 p.m.	1 min	15 °C	20
	12:01 p.m.	2 min	15 °C	17
	12:02 p.m.	3 min	15 °C	15
	12:03 p.m.	4 min	15 °C	11
	12:07 p.m.	8 min	15 °C	10
	12:15 p.m.	15 min	15 °C	9
	12:30 p.m.	30 min	15 °C	9
	1:00 p.m.	60 min	15 °C	9
	2:00 p.m.	120 min	14 °C	8
	4:00 p.m.	240 min	14 °C	8
	8:00 p.m.	480 min	14 °C	8
27/07/2017	4:00 a.m.	960 min	13 °C	7
27/07/2017	12:00 p.m.	1440 min	13 °C	7
28/07/2017	12:00 p.m.	2880 min	13 °C	7

FUENTE: Elaboración Propia



TABLA N° 21: Toma de datos para el análisis granulométrico por medio del Hidrómetro de la muestra N° 02

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO				
				
FACULTAD DE INGENIERÍA				
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL				
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO - MÉTODO DEL HIDRÓMETRO				
NOMBRE DE LA TESIS:	"EVALUACIÓN Y PROPUESTA DE DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL DE LA AV. LA CULTURA EN EL TRAMO: GARCILASO - RIO CACHIMAYO, CUSCO"			
ALUMNAS:	Bach. Mamani Heredia Marcia Sthefany			
	Bach. Masias Flores Rocio			
TOMA DE DATOS				
Muestra N° 02				
Fecha:	Hora de la lectura	Tiempo	T °C	Lectura
27/07/2017	8:25 a.m.	1 min	16 °C	12
	8:26 a.m.	2 min	16 °C	11
	8:27 a.m.	3 min	16 °C	10
	8:28 a.m.	4 min	16 °C	10
	8:32 a.m.	8 min	16 °C	9
	8:39 a.m.	15 min	15 °C	8
	8:54 a.m.	30 min	15 °C	7
	9:24 a.m.	60 min	15 °C	7
	10:24 a.m.	120 min	13 °C	7
	12:24 p.m.	240 min	13 °C	7
	4:24 p.m.	480 min	13 °C	7
28/07/2017	12:24 a.m.	960 min	13 °C	7
28/07/2017	8:24 a.m.	1440 min	12 °C	6
29/07/2017	8:24 a.m.	2880 min	12 °C	6

FUENTE: Elaboración Propia

TABLA N° 22: Toma de datos para el análisis granulométrico por medio del Hidrómetro de la muestra N° 03

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO				
				
FACULTAD DE INGENIERÍA				
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL				
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO - MÉTODO DEL HIDRÓMETRO				
NOMBRE DE LA TESIS:	"EVALUACIÓN Y PROPUESTA DE DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL DE LA AV. LA CULTURA EN EL TRAMO: GARCILASO - RIO CACHIMAYO, CUSCO"			
ALUMNAS:	Bach. Mamani Heredia Marcia Sthefany			
	Bach. Masias Flores Rocio			
TOMA DE DATOS				
Muestra N° 03				
Fecha:	Hora de la lectura	Tiempo	T °C	Lectura
31/07/2017	9:00 a.m.	1 min	14 °C	17
	9:01 a.m.	2 min	14 °C	17
	9:02 a.m.	3 min	14 °C	16
	9:03 a.m.	4 min	14 °C	16
	9:07 a.m.	8 min	14 °C	13
	9:15 a.m.	15 min	14 °C	12
	9:30 a.m.	30 min	14 °C	10
	10:00 a.m.	60 min	14 °C	10
	11:00 a.m.	120 min	13 °C	9
	1:00 p.m.	240 min	13 °C	8
	5:00 p.m.	480 min	13 °C	7
1/08/2017	1:00 a.m.	960 min	13 °C	7
1/08/2017	9:00 a.m.	1440 min	13 °C	6
2/08/2017	9:00 a.m.	2880 min	13 °C	6






FUENTE: Elaboración Propia



3.5.8. ENSAYO DE GRAVEDAD ESPECIFICA DE LOS SUELOS (PICNÓMETRO) MTC E 113-2000

Para este ensayo se tomaron dos muestras representativas: la muestra N° 02 y la muestra N° 03 de entre las cuatro muestras que se tenían.

3.5.8.1. EQUIPOS Y MATERIALES

-  Frasco volumétrico (picnómetro)
-  Pipeta
-  Agua desaireada
-  Balanza de precisión (0.01 g)
-  Bomba de vacío

3.5.8.2. PROCEDIMIENTO

PASO N°1: Secar el suelo al horno hasta obtener la condición de peso constante, luego sacar la muestra del horno y dejar enfriar a la temperatura del laboratorio.

PASO N°2: Se selecciona una muestra representativa y se pesa.

PASO N°3: Pesar el frasco volumétrico vacío y limpio, luego llenar el frasco hasta la marca con agua desaireada y volver a pesar.

PASO N°4: Se transfiere el suelo al frasco teniendo cuidado de no perder material, llenarlo con agua, luego succionar el aire del picnómetro con una bomba de vacío y dejar reposar en suspensión durante la noche.



FIGURA N° 45: Muestra n° 02 del suelo en el picnómetro con agua.



FUENTE: Propia

FIGURA N° 46: Muestra n° 03 del suelo en el picnómetro con agua.



FUENTE: Propia

PASO N°5: Pesar el picnómetro más el agua más el suelo y medir también la temperatura.

FIGURA N° 47: Peso total de la muestra n° 02 y 03.



FUENTE: Propia

PASO N°6: Repetir el procedimiento para la siguiente muestra.



3.5.8.3. TOMA DE DATOS

TABLA N° 23: Toma de datos para la determinación de la Gravedad específica

 <p style="text-align: center;">UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL</p> 		
GRAVEDAD ESPECÍFICA DEL SUELO (Gs)		
NOMBRE DE LA TESIS: "EVALUACIÓN Y PROPUESTA DE DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL DE LA AV. LA CULTURA EN EL TRAMO: GARCILASO - RIO CACHIMAYO, CUSCO"		
ALUMNAS:	Bach. Mamani Heredia Marcia Sthefany	
	Bach. Masias Flores Rocio	
TOMA DE DATOS		
MUESTRA	MUESTRA N° 2	MUESTRA N° 3
VOLUMEN DEL PICNÓMETRO	500.00 ml	1000.00 ml
PESO DEL PICNÓMETRO	175.50 gr	259.40 gr
PESO SECO DE LA MUESTRA	137.90 gr	239.50 gr
PESO FRASCO + AGUA = Wbw	672.90 gr	1258.00 gr
PESO FRASCO + AGUA + SUELO = Wbws	747.40 gr	1387.10 gr
TEMPERATURA	16 °C	16 °C

FUENTE: Elaboración Propia

3.6. PROCEDIMIENTO DE ANÁLISIS DE DATOS

3.6.1. ANÁLISIS DE LA VERIFICACIÓN DE LAS CONDICIONES ACTUALES DEL CANAL E INVENTARIO

Se verificó las condiciones de los componentes del Sistema de Evacuación de Aguas Pluviales.

Se recolectaron las medidas de las tapas de inspección, sumideros y de los canales aportantes. Las medidas tomadas fueron el ancho, longitud y altura según sea el caso.

Se realizó un inventario ilustrado para facilitar la ubicación de los componentes.

De forma visual se calificó cada uno de los componentes mediante una escala cualitativa (Bueno, Regular y Malo).

3.6.1.1. ANÁLISIS DE LA VERIFICACIÓN EN CAMPO E INVENTARIO DE LOS SUMIDEROS EXISTENTES

A continuación, se presenta el inventario de sumideros existentes en el carril de subida:

TABLA N° 24: Inventario Sumidero Prog.: 0+000 – 0+308

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL		
FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS: INSPECCIÓN Y VERIFICACIÓN DE LAS DIMENSIONES DE LOS SUMIDEROS EXISTENTES		
NOMBRE DE LA TESIS:	“EVALUACIÓN Y PROPUESTA DE DISEÑO DEL SISTEMA PLUVIAL DE LA AV. LA CULTURA EN EL TRAMO: GARCILASO - RÍO CACHIMAYO, CUSCO”	
ALUMNAS:	Bach. Mamani Heredia Marcia Sthefany Bach. Masias Flores Rocío	
	CARRIL	SUBIDA PROGR: 0+000
	UBICACIÓN:	Esquina del Col.Garcilaso de la vega
	CANTIDAD:	01
	ELEMENTO:	Sumidero Metálico
	DIMENSIONES:	a= 1.20 m L= 2.00 m
	ESTADO:	Malo
	OBSERVACIONES:	Totalmente colmatado
	CARRIL	SUBIDA PROGR: 0+122
	UBICACIÓN:	Berma central-altura rico Pollo
	CANTIDAD:	02
	ELEMENTO:	Sumidero Metálico
	DIMENSIONES:	a= 30 cm L= 1.20 m h= 70 cm
	ESTADO:	Regular
	OBSERVACIONES:	Por debajo pasa un canal cuyo flujo es interceptado por el canal principal de la Av. La Cultura
	CARRIL	SUBIDA PROGR: 0+122
	UBICACIÓN:	Frente al Rico Pollo
	CANTIDAD:	01
	ELEMENTO:	Sumidero Metálico
	DIMENSIONES:	a= 30 cm L= 1.20 m h= 70 cm
	ESTADO:	Mal
	OBSERVACIONES:	Colmatado
	CARRIL	SUBIDA PROGR: 0+208
	UBICACIÓN:	Frente a Supermercados La Canasta
	CANTIDAD:	01
	ELEMENTO:	Sumidero Metálico
	DIMENSIONES:	a= 30 cm L= 1.20 m h= 70 cm
	ESTADO:	Regular
	OBSERVACIONES:	
	CARRIL	SUBIDA PROGR: 0+308
	UBICACIÓN:	Frente a la Alianza Francesa
	CANTIDAD:	01
	ELEMENTO:	Sumidero Metálico
	DIMENSIONES:	a= 30 cm L= 1.20 m h= 70 cm
	ESTADO:	Mal
	OBSERVACIONES:	






FUENTE: Elaboración Propia

TABLA N° 25: Inventario Sumidero Prog.: 0+400 – 0+925

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL		
FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS: INSPECCIÓN Y VERIFICACIÓN DE LAS DIMENSIONES DE LOS SUMIDEROS EXISTENTES		
NOMBRE DE LA TESIS:	“EVALUACIÓN Y PROPUESTA DE DISEÑO DEL SISTEMA PLUVIAL DE LA AV. LA CULTURA EN EL TRAMO: GARCILASO - RÍO CACHIMAYO, CUSCO”	
ALUMNAS:	Bach. Mamani Heredia Marcia Sthefany Bach. Masias Flores Rocío	
	CARRIL	SUBIDA PROG: 0+400
	UBICACIÓN:	Quioscos Parque infantil - calle paralela a la Av. La Cultura
	CANTIDAD:	01
	ELEMENTO:	Sumidero en Calzada Transversal a la pista
	DIMENSIONES:	a= 50 cm L=6.30 m h= 1.00 m
	ESTADO:	Bueno
	CARRIL	SUBIDA PROGR: 0+420
	UBICACIÓN:	Centro de Av. La cultura
	CANTIDAD:	01
	ELEMENTO:	Sumidero central metálico
	DIMENSIONES:	a=1.50 cm L=1.80 m h=1.10
	ESTADO:	regular
	CARRIL	SUBIDA PROGR: 0+420
	UBICACIÓN:	Transversal a la Av. La cultura semáforo Unsaac
	CANTIDAD:	01
	ELEMENTO:	Sumidero en Calzada Alcantarillado Transversal a la pista
	DIMENSIONES:	a= 1 L=26 m h=1.20 m
	ESTADO:	Bueno
	CARRIL	SUBIDA PROGR: 0+420
	UBICACIÓN:	Av. Universitaria Longitudinal a la pista.
	CANTIDAD:	02
	ELEMENTO:	Sumidero en Calzada Transversal a la Av. Víctor Raúl A.
	DIMENSIONES:	a= 30 cm L=1.20 m h=70 cm
	ESTADO:	Regular
	CARRIL	SUBIDA PROGR : 0 +900
	UBICACIÓN:	Víctor Raúl Aya de la torre
	CANTIDAD:	02
	ELEMENTO:	Sumidero en Calzada Transversal a la Av. Víctor Raúl A.
	DIMENSIONES:	a= 1.10 m L=6.00 m h=70 cm
	ESTADO:	Regular
OBSERVACIONES:	Es una vía en doble sentido en ambos carriles.	






FUENTE: Elaboración Propia

TABLA N° 26: Inventario Sumidero Prog.: 1+090 – 1+400

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL															
FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS: INSPECCIÓN Y VERIFICACIÓN DE LAS DIMENSIONES DE LOS SUMIDEROS EXISTENTES															
NOMBRE DE LA TESIS:	“EVALUACIÓN Y PROPUESTA DE DISEÑO DEL SISTEMA PLUVIAL DE LA AV. LA CULTURA EN EL TRAMO: GARCILASO - RÍO CACHIMAYO, CUSCO”														
ALUMNAS:	Bach. Mamani Heredia Marcia Sthefany Bach. Masias Flores Rocío														
	<table border="1"> <tr><td>CARRIL</td><td>SUBIDA PROGR: 1+090</td></tr> <tr><td>UBICACIÓN:</td><td>Entrada paradero Hospital</td></tr> <tr><td>CANTIDAD:</td><td>01</td></tr> <tr><td>ELEMENTO:</td><td>Sumidero en Calzada Transversal</td></tr> <tr><td>DIMENSIONES:</td><td>a=90.00 cm L= 5.00m</td></tr> <tr><td>ESTADO:</td><td>Mal</td></tr> <tr><td>OBSERVACIONES:</td><td>Colmatado</td></tr> </table>	CARRIL	SUBIDA PROGR: 1+090	UBICACIÓN:	Entrada paradero Hospital	CANTIDAD:	01	ELEMENTO:	Sumidero en Calzada Transversal	DIMENSIONES:	a=90.00 cm L= 5.00m	ESTADO:	Mal	OBSERVACIONES:	Colmatado
CARRIL	SUBIDA PROGR: 1+090														
UBICACIÓN:	Entrada paradero Hospital														
CANTIDAD:	01														
ELEMENTO:	Sumidero en Calzada Transversal														
DIMENSIONES:	a=90.00 cm L= 5.00m														
ESTADO:	Mal														
OBSERVACIONES:	Colmatado														
	<table border="1"> <tr><td>CARRIL</td><td>SUBIDA PROGR: 1+275</td></tr> <tr><td>UBICACIÓN:</td><td>Av. Manzanares costado al hospital</td></tr> <tr><td>CANTIDAD:</td><td>02</td></tr> <tr><td>ELEMENTO:</td><td>Sumidero en Calzada Transversal a la Av.</td></tr> <tr><td>DIMENSIONES:</td><td>a= 1.40 cm L= 13.40 m h=1.10 m</td></tr> <tr><td>ESTADO:</td><td>Regular</td></tr> <tr><td>OBSERVACIONES:</td><td></td></tr> </table>	CARRIL	SUBIDA PROGR: 1+275	UBICACIÓN:	Av. Manzanares costado al hospital	CANTIDAD:	02	ELEMENTO:	Sumidero en Calzada Transversal a la Av.	DIMENSIONES:	a= 1.40 cm L= 13.40 m h=1.10 m	ESTADO:	Regular	OBSERVACIONES:	
CARRIL	SUBIDA PROGR: 1+275														
UBICACIÓN:	Av. Manzanares costado al hospital														
CANTIDAD:	02														
ELEMENTO:	Sumidero en Calzada Transversal a la Av.														
DIMENSIONES:	a= 1.40 cm L= 13.40 m h=1.10 m														
ESTADO:	Regular														
OBSERVACIONES:															
	<table border="1"> <tr><td>CARRIL</td><td>PROGRE:1+300</td></tr> <tr><td>UBICACIÓN:</td><td>Av. Diagonal Angamos</td></tr> <tr><td>CANTIDAD:</td><td>01</td></tr> <tr><td>ELEMENTO:</td><td>Sumidero en Calzada Metálico</td></tr> <tr><td>DIMENSIONES:</td><td>a=1.50 L=42.00 H= 1.10 m</td></tr> <tr><td>ESTADO:</td><td>Regular</td></tr> <tr><td>OBSERVACIONES:</td><td>Colector de aguas que desvías la aguas pluviales por la Av., Diagonal Angamos</td></tr> </table>	CARRIL	PROGRE:1+300	UBICACIÓN:	Av. Diagonal Angamos	CANTIDAD:	01	ELEMENTO:	Sumidero en Calzada Metálico	DIMENSIONES:	a=1.50 L=42.00 H= 1.10 m	ESTADO:	Regular	OBSERVACIONES:	Colector de aguas que desvías la aguas pluviales por la Av., Diagonal Angamos
CARRIL	PROGRE:1+300														
UBICACIÓN:	Av. Diagonal Angamos														
CANTIDAD:	01														
ELEMENTO:	Sumidero en Calzada Metálico														
DIMENSIONES:	a=1.50 L=42.00 H= 1.10 m														
ESTADO:	Regular														
OBSERVACIONES:	Colector de aguas que desvías la aguas pluviales por la Av., Diagonal Angamos														
	<table border="1"> <tr><td>CARRIL</td><td>PROGRE:1+300</td></tr> <tr><td>UBICACIÓN:</td><td>Av. Diagonal Angamos</td></tr> <tr><td>CANTIDAD:</td><td>02</td></tr> <tr><td>ELEMENTO:</td><td>Sumidero en Calzada Metálico transversal a la Av. Angamos</td></tr> <tr><td>DIMENSIONES:</td><td>a=1.50 L=7.10 H= 1.10 m</td></tr> <tr><td>ESTADO:</td><td>Regular</td></tr> <tr><td>OBSERVACIONES:</td><td>Colecta aguas que van al canal de la vía expresa</td></tr> </table>	CARRIL	PROGRE:1+300	UBICACIÓN:	Av. Diagonal Angamos	CANTIDAD:	02	ELEMENTO:	Sumidero en Calzada Metálico transversal a la Av. Angamos	DIMENSIONES:	a=1.50 L=7.10 H= 1.10 m	ESTADO:	Regular	OBSERVACIONES:	Colecta aguas que van al canal de la vía expresa
CARRIL	PROGRE:1+300														
UBICACIÓN:	Av. Diagonal Angamos														
CANTIDAD:	02														
ELEMENTO:	Sumidero en Calzada Metálico transversal a la Av. Angamos														
DIMENSIONES:	a=1.50 L=7.10 H= 1.10 m														
ESTADO:	Regular														
OBSERVACIONES:	Colecta aguas que van al canal de la vía expresa														
	<table border="1"> <tr><td>CARRIL</td><td>SUBIDA PROGR: 1+400</td></tr> <tr><td>UBICACIÓN:</td><td>Esquina de Univ. Austral</td></tr> <tr><td>CANTIDAD:</td><td>01</td></tr> <tr><td>ELEMENTO:</td><td>Sumidero en Calzada metálico</td></tr> <tr><td>DIMENSIONES:</td><td>a= 50 cm L=1.20 m 1.2 m h=</td></tr> <tr><td>ESTADO:</td><td>Regular</td></tr> <tr><td>OBSERVACIONES:</td><td></td></tr> </table>	CARRIL	SUBIDA PROGR: 1+400	UBICACIÓN:	Esquina de Univ. Austral	CANTIDAD:	01	ELEMENTO:	Sumidero en Calzada metálico	DIMENSIONES:	a= 50 cm L=1.20 m 1.2 m h=	ESTADO:	Regular	OBSERVACIONES:	
CARRIL	SUBIDA PROGR: 1+400														
UBICACIÓN:	Esquina de Univ. Austral														
CANTIDAD:	01														
ELEMENTO:	Sumidero en Calzada metálico														
DIMENSIONES:	a= 50 cm L=1.20 m 1.2 m h=														
ESTADO:	Regular														
OBSERVACIONES:															







FUENTE: Elaboración Propia

TABLA N° 27: Inventario Sumidero Prog.: 1+410 – 1+850

 UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL 		
<u>FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS:</u> <u>INSPECCIÓN Y VERIFICACIÓN DE LAS DIMENSIONES DE LOS SUMIDEROS EXISTENTES</u>		
NOMBRE DE LA TESIS:	“EVALUACIÓN Y PROPUESTA DE DISEÑO DEL SISTEMA PLUVIAL DE LA AV. LA CULTURA EN EL TRAMO: GARCILASO - RÍO CACHIMAYO, CUSCO”	
ALUMNAS:	Bach. Mamani Heredia Marcia Sthefany Bach. Masias Flores Rocío	
	CARRIL	SUBIDA PROGR: 1+410
	UBICACIÓN:	Av.Machupicchu
	CANTIDAD:	01
	ELEMENTO:	Sumidero en Calzada Metálico
	DIMENSIONES:	a= 1.20 m L=8.90 m
	ESTADO:	Bueno
	CARRIL	SUBIDA PROGR: 1+500
	UBICACIÓN:	Jr.Sacccsayhuaman
	CANTIDAD:	01
	ELEMENTO:	Sumidero en Calzada Metálico
	DIMENSIONES:	a= 1.20 m L=6.30 m
	ESTADO:	Regular
	CARRIL	SUBIDA PROGR: 1+500
	UBICACIÓN:	Jr.Sacccsayhuaman
	CANTIDAD:	01
	ELEMENTO:	Sumidero metálico
	DIMENSIONES:	a=50 cm L= 1.20 m
	ESTADO:	Mal
	CARRIL	SUBIDA PROGR: 1+850
	UBICACIÓN:	Esquina Bondiet Magisterio
	CANTIDAD:	01
	ELEMENTO:	Sumidero metálico
	DIMENSIONES:	a=50 cm L= 1.20 m
	ESTADO:	Mal
OBSERVACIONES:	Colmatado	







FUENTE: Elaboración Propia

TABLA N° 28: Inventario Sumidero Prog.: 1+850 – 2+050

 UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL 		
FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS: INSPECCIÓN Y VERIFICACIÓN DE LAS DIMENSIONES DE LOS SUMIDEROS EXISTENTES		
NOMBRE DE LA TESIS:	“EVALUACIÓN Y PROPUESTA DE DISEÑO DEL SISTEMA PLUVIAL DE LA AV. LA CULTURA EN EL TRAMO: GARCILASO - RÍO CACHIMAYO, CUSCO”	
ALUMNAS:	Bach. Mamani Heredia Marcia Sthefany Bach. Masias Flores Rocio	
	CARRIL	SUBIDA PROGR: 1+850
	UBICACIÓN:	Av. José Gabriel Cosío
	CANTIDAD:	01
	ELEMENTO:	Sumidero en Calzada Metálico
	DIMENSIONES:	a=1.20 L= 8.90 h= 1.10 m
	ESTADO:	Bueno
	OBSERVACIONES:	
	CARRIL	SUBIDA PROGR: 2+000
	UBICACIÓN:	Av. Humberto Vidal Hunda
	CANTIDAD:	01
	ELEMENTO:	Alcantarillado Metálico
	DIMENSIONES:	a=1.20 L= 9.00 m h= 1.20 m
	ESTADO:	Bueno
	OBSERVACIONES:	Doble vía
	CARRIL	SUBIDA PROGR: 2+000
	UBICACIÓN:	Av. Humberto Vidal Hunda
	CANTIDAD:	01
	ELEMENTO:	Sumidero metálico
	DIMENSIONES:	a=0.50 cm L= 1.20 m h=45 cm
	ESTADO:	Regular
	OBSERVACIONES:	Colmatado
	CARRIL	SUBIDA PROGR: 2+050
	UBICACIÓN:	Av. Alfredo Yépez miranda
	CANTIDAD:	01
	ELEMENTO:	Sumidero en Calzada metálico Transversal a la Pista
	DIMENSIONES:	a= 1.20 L=8.50
	ESTADO:	Regular
	OBSERVACIONES:	
	CARRIL	SUBIDA PROGR: 2+050
	UBICACIÓN:	Av. Alfredo Yépez Miranda
	CANTIDAD:	01
	ELEMENTO:	Sumidero en Calzada metálico Transversal a la Pista
	DIMENSIONES:	a= 50cm L=1.00 h=40.00 cm
	ESTADO:	Regular
	OBSERVACIONES:	

FUENTE: Elaboración Propia








TABLA N° 29: Inventario Sumidero Prog.: 2+150 – 2+647

 UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL 		
FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS: INSPECCIÓN Y VERIFICACIÓN DE LAS DIMENSIONES DE LOS SUMIDEROS EXISTENTES		
NOMBRE DE LA TESIS:	“EVALUACIÓN Y PROPUESTA DE DISEÑO DEL SISTEMA PLUVIAL DE LA AV. LA CULTURA EN EL TRAMO: GARCILASO - RÍO CACHIMAYO, CUSCO”	
ALUMNAS:	Bach. Mamani Heredia Marcia Sthefany Bach. Masias Flores Rocio	
	CARRIL	SUBIDA PROGR: 2+150
	UBICACIÓN:	Puente Marcavalle
	CANTIDAD:	01
	ELEMENTO:	Sumidero en Calzada metálico Longitudinal al Av. Cultura
	DIMENSIONES:	a= 1.20m L= 9.00 m h= 1.10 m
	ESTADO:	Regular
	OBSERVACIONES:	
	CARRIL	SUBIDA PROGR: 2+150
	UBICACIÓN:	Puente Marcavalle
	CANTIDAD:	02
	ELEMENTO:	Sumidero Metálico
	DIMENSIONES:	a= 75 cm L= 1.20 m
	ESTADO:	Regular
	OBSERVACIONES:	
	CARRIL	SUBIDA PROGR: 2+550
	UBICACIÓN:	Centro de _la pista
	CANTIDAD:	02
	ELEMENTO:	Sumidero Metálico
	DIMENSIONES:	a=80 cm L=1.00 m
	ESTADO:	Bueno
	OBSERVACIONES:	Colectan aguas de la parte de arriba Camino Real
	CARRIL	SUBIDA PROGR: 2+647
	UBICACIÓN:	Debajo del puente
	CANTIDAD:	01
	ELEMENTO:	Sumidero en Calzada metálico
	DIMENSIONES:	a= 1.10 cm L=22.30 m h=
	ESTADO:	Regular
	OBSERVACIONES:	Punto de desfogue de la aguas pluviales

FUENTE: Elaboración Propia

A continuación, se presenta el inventario de sumideros existentes en el carril de bajada.

TABLA N° 30: Inventario Sumidero Prog.: 0+180 – 0+500








 UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL 		
<u>FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS:</u> <u>INSPECCIÓN Y VERIFICACIÓN DE LAS DIMENSIONES DE LOS SUMIDEROS EXISTENTES</u>		
NOMBRE DE LA TESIS:	“EVALUACIÓN Y PROPUESTA DE DISEÑO DEL SISTEMA PLUVIAL DE LA AV. LA CULTURA EN EL TRAMO: GARCILASO - RÍO CACHIMAYO, CUSCO”	
ALUMNAS:	Bach. Mamani Heredia Marcia Sthefany Bach. Masias Flores Rocío	
	CARRIL	BAJADA PROGR: 0+180
	UBICACIÓN:	PUERTA PANADERÍA PACÍFICO
	CANTIDAD:	01
	ELEMENTO:	Sumidero en Calzada metálico
	DIMENSIONES:	a=30 cm L= 1.20 m
	ESTADO:	Regular
	OBSERVACIONES:	
	CARRIL	BAJADA PROGR: 0+185
	UBICACIÓN:	Rico Pollo
	CANTIDAD:	01
	ELEMENTO:	Sumidero en Calzada transversal a la vereda
	DIMENSIONES:	a=12 cm L=4.30 m
	ESTADO:	Mal
	OBSERVACIONES:	Colmatado
	CARRIL	BAJADA PROGR: 0+200
	UBICACIÓN:	Supermercados la Canasta
	CANTIDAD:	01
	ELEMENTO:	Sumidero en Calzada metálico
	DIMENSIONES:	a=30 cm L= 1.20 m
	ESTADO:	Malo
	OBSERVACIONES:	Colmatado
	CARRIL	BAJADA PROGR: 0+350
	UBICACIÓN:	Distribuidora de cerveza
	CANTIDAD:	01
	ELEMENTO:	Sumidero metálico
	DIMENSIONES:	a=30 cm L= 1.20 m
	ESTADO:	Regular
	OBSERVACIONES:	Estas aguas son colectadas por el canal que se encuentre debajo de la berma central.
	CARRIL	BAJADA PROGR: 0+500
	UBICACIÓN:	Frente a la Puerta 5 de la Unsaac
	CANTIDAD:	01
	ELEMENTO:	Sumidero metálico
	DIMENSIONES:	a=30 cm L= 1.20 m
	ESTADO:	Mal
	OBSERVACIONES:	Colmatado

FUENTE: Elaboración Propia

3.6.1.2. ANÁLISIS DE LA VERIFICACIÓN EN CAMPO E INVENTARIO DE LAS TAPAS DE INSPECCIÓN EXISTENTES

A continuación, se presenta el inventario de las tapas de inspección en el carril de subida:

TABLA N° 31: Inventario de Tapas de Inspección Prog.: 0+014 – 0+308

 UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL 		
FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS: INSPECCIÓN Y VERIFICACIÓN DE LAS DIMENSIONES DE TAPAS DE INSPECCIÓN EXISTENTES		
NOMBRE DE LA TESIS:	“EVALUACIÓN Y PROPUESTA DE DISEÑO DEL SISTEMA PLUVIAL DE LA AV. LA CULTURA EN EL TRAMO: GARCILASO - RÍO CACHIMAYO, CUSCO”	
ALUMNAS:	Bach. Mamani Heredia Marcia Sthefany Bach. Masias Flores Rocio	
	CARRIL	SUBIDA PROGR: 0+014
	UBICACIÓN:	Semáforo Altiplano
	CANTIDAD:	01
	ELEMENTO:	Tapa de inspección de concreto
	DIMENSIONES:	a= 80 cm L=95 cm
	ESTADO:	Bueno
	OBSERVACIONES:	
	CARRIL	SUBIDA PROGR: 0+122
	UBICACIÓN:	Berma central-altura rico Pollo
	CANTIDAD:	02
	ELEMENTO:	Tapa de inspección de concreto
	DIMENSIONES:	a= 70 cm L=85 cm
	ESTADO:	Regular
	OBSERVACIONES:	Por debajo pasa un canal cuyo flujo es interceptado por el canal principal de la Av. La Cultura
	CARRIL	SUBIDA PROGR: 0+122
	UBICACIÓN:	Frente al Rico Pollo
	CANTIDAD:	01
	ELEMENTO:	Tapa de inspección de concreto
	DIMENSIONES:	a= 80 cm L=95 cm
	ESTADO:	Regular
	OBSERVACIONES:	Colmatado
	CARRIL	SUBIDA PROGR: 0+208
	UBICACIÓN:	Frente a Supermercados La Canasta
	CANTIDAD:	01
	ELEMENTO:	Tapa de inspección de concreto
	DIMENSIONES:	a=80 cm L= 95 cm
	ESTADO:	Regular
	OBSERVACIONES:	
	CARRIL	SUBIDA PROGR: 0+308
	UBICACIÓN:	Frente a la Alianza Francesa
	CANTIDAD:	01
	ELEMENTO:	Tapa de inspección de concreto
	DIMENSIONES:	a=80 cm L= 95 cm
	ESTADO:	Regular
	OBSERVACIONES:	








FUENTE: Elaboración Propia

TABLA N° 32: Inventario de Tapas de Inspección Prog.: 0+420 – 0+990

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL		
FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS: INSPECCIÓN Y VERIFICACIÓN DE LAS DIMENSIONES DE TAPAS DE INSPECCIÓN EXISTENTES		
NOMBRE DE LA TESIS:	“EVALUACIÓN Y PROPUESTA DE DISEÑO DEL SISTEMA PLUVIAL DE LA AV. LA CULTURA EN EL TRAMO: GARCILASO - RÍO CACHIMAYO, CUSCO”	
ALUMNAS:	Bach. Mamani Heredia Marcia Sthefany Bach. Masias Flores Rocio	
	CARRIL	SUBIDA PROGR: 0+420
	UBICACIÓN:	Av. Universitaria berma central
	CANTIDAD:	01
	ELEMENTO:	Tapa de inspección de concreto
	DIMENSIONES:	a= 75cm L= 75 cm
	ESTADO:	Regular
OBSERVACIONES:		
	CARRIL	SUBIDA PROGR: 0+700
	UBICACIÓN:	Puente Unsaac
	CANTIDAD:	01
	ELEMENTO:	Tapa de inspección de concreto
	DIMENSIONES:	a= 1.00m L= 1.00
	ESTADO:	Regular
OBSERVACIONES:		
	CARRIL	SUBIDA PROGR: 0+720
	UBICACIÓN:	Puente Unsaac
	CANTIDAD:	01
	ELEMENTO:	Tapa de inspección de concreto
	DIMENSIONES:	a=30 cm L= 1.30 cm
	ESTADO:	Regular
OBSERVACIONES:		
	CARRIL	SUBIDA PROGR: 0+920
	UBICACIÓN:	Berma central de Av. Victor Aya de la Torre
	CANTIDAD:	02
	ELEMENTO:	Tapa de inspección de concreto
	DIMENSIONES:	a= 1.20 m L= 1.00 m
	ESTADO:	Regular
OBSERVACIONES:		
	CARRIL	SUBIDA PROGR: 0+990
	UBICACIÓN:	Esquina de Puerta principal de Hospital Regional
	CANTIDAD:	01
	ELEMENTO:	Tapa de inspección de concreto
	DIMENSIONES:	a=80 cm L= 80 cm
	ESTADO:	Bueno
OBSERVACIONES:		









FUENTE: Elaboración Propia

TABLA N° 33: Inventario de Tapas de Inspección Prog.: 1+310 – 1+600

 UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL 		
FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS: INSPECCIÓN Y VERIFICACIÓN DE LAS DIMENSIONES DE TAPAS DE INSPECCIÓN EXISTENTES		
NOMBRE DE LA TESIS:	“EVALUACIÓN Y PROPUESTA DE DISEÑO DEL SISTEMA PLUVIAL DE LA AV. LA CULTURA EN EL TRAMO: GARCILASO - RÍO CACHIMAYO, CUSCO”	
ALUMNAS:	Bach. Mamani Heredia Marcia Sthefany Bach. Masias Flores Rocio	
	CARRIL	SUBIDA PROGR: 1+310
	UBICACIÓN:	Tienda el Gallo más Gallo
	CANTIDAD:	01
	ELEMENTO:	Tapa de inspección de concreto
	DIMENSIONES:	a= 80 cm L= 80 cm
	ESTADO:	Bueno
	OBSERVACIONES:	
	CARRIL	SUBIDA PROGR: 1+400
	UBICACIÓN:	Esquina de Univ. Austral
	CANTIDAD:	01
	ELEMENTO:	Tapa de inspección de concreto
	DIMENSIONES:	a= 70 m L= 1.7 m
	ESTADO:	Bueno
	OBSERVACIONES:	
	CARRIL	SUBIDA PROGR: 1+500
	UBICACIÓN:	Esquina de la iglesia Real Plaza-señal de tránsito
	CANTIDAD:	01
	ELEMENTO:	Tapa de inspección de concreto
	DIMENSIONES:	a=70 cm L= 1.70 m
	ESTADO:	Bueno
	OBSERVACIONES:	
	CARRIL	SUBIDA PROGR: 1+550
	UBICACIÓN:	Esquina de la iglesia Real Plaza-señal de tránsito
	CANTIDAD:	02
	ELEMENTO:	Tapa de inspección de concreto
	DIMENSIONES:	a=70 cm L= 70 cm
	ESTADO:	Regular
	OBSERVACIONES:	
	CARRIL	SUBIDA PROGR: 1+600
	UBICACIÓN:	Esquina de colegio San Antonio de Abad
	CANTIDAD:	01
	ELEMENTO:	Tapa de inspección de concreto
	DIMENSIONES:	a=80 cm L= 1.70 m
	ESTADO:	Regular
	OBSERVACIONES:	Falta limpieza

FUENTE: Elaboración Propia








TABLA N° 34: Inventario de Tapas de Inspección Prog.: 1+670 – 2+600

 UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL 		
FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS: INSPECCIÓN Y VERIFICACIÓN DE LAS DIMENSIONES DE TAPAS DE INSPECCIÓN EXISTENTES		
NOMBRE DE LA TESIS:	"EVALUACIÓN Y PROPUESTA DE DISEÑO DEL SISTEMA PLUVIAL DE LA AV. LA CULTURA EN EL TRAMO: GARCILASO - RÍO CACHIMAYO, CUSCO"	
ALUMNAS:	Bach. Mamani Heredia Marcia Sthefany Bach. Masias Flores Rocio	
	CARRIL	SUBIDA PROGR: 1+670
	UBICACIÓN:	Esquina Colegio S. Antonio de Abad
	CANTIDAD:	01
	ELEMENTO:	Tapa de inspección concreto
	DIMENSIONES:	a= 60 cm L= 70 cm
	ESTADO:	Regular
	CARRIL	SUBIDA PROGR: 1+780
	UBICACIÓN:	Jr. David Chaparro
	CANTIDAD:	01
	ELEMENTO:	Tapa de inspección metálica
	DIMENSIONES:	a= 90 cm L= 90 cm
	ESTADO:	Mal
	CARRIL	SUBIDA PROGR: 2+250
	UBICACIÓN:	Pasaje Los Condominios
	CANTIDAD:	01
	ELEMENTO:	Tapa de inspección de concreto
	DIMENSIONES:	a= 1.00 m L= 1.00 m
	ESTADO:	Regular
	CARRIL	SUBIDA PROGR: 2+300
	UBICACIÓN:	Country club
	CANTIDAD:	01
	ELEMENTO:	Tapa de inspección de concreto
	DIMENSIONES:	a= 90 cm L= 80 cm h= 1.10 m
	ESTADO:	Regular
	CARRIL	SUBIDA PROGR: 2+580
	UBICACIÓN:	Debajo del Pontón
	CANTIDAD:	01
	ELEMENTO:	Tapa de inspección de concreto
	DIMENSIONES:	a=90 cm L=1.50 cm
	ESTADO:	Regular
	CARRIL	SUBIDA PROGR: 2+600
	UBICACIÓN:	Debajo del Pontón
	CANTIDAD:	01
	ELEMENTO:	Tapa de inspección de concreto
	DIMENSIONES:	a=90 cm L=1.50 cm
	ESTADO:	Regular
OBSERVACIONES:		

FUENTE: Elaboración Propia

A continuación, se presenta el inventario de las tapas de inspección en el carril de bajada:

TABLA N° 35: Inventario de Tapas de Inspección Prog.: 0+180 – 0+500

 UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL 		
FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS: INSPECCIÓN Y VERIFICACIÓN DE LAS DIMENSIONES DE TAPAS DE INSPECCIÓN EXISTENTES		
NOMBRE DE LA TESIS:	“EVALUACIÓN Y PROPUESTA DE DISEÑO DEL SISTEMA PLUVIAL DE LA AV. LA CULTURA EN EL TRAMO: GARCILASO - RÍO CACHIMAYO, CUSCO”	
ALUMNAS:	Bach. Mamani Heredia Marcia Sthefany Bach. Masías Flores Rocio	
	CARRIL	BAJADA PROGR: 0+180
	UBICACIÓN:	PUERTA PANADERÍA PACÍFICO
	CANTIDAD:	01
	ELEMENTO:	Tapa de inspección de concreto
	DIMENSIONES:	a=60 cm L= 80 cm
	ESTADO:	Regular
OBSERVACIONES:		
	CARRIL	BAJADA PROGR: 0+200
	UBICACIÓN:	Supermercados la Canasta
	CANTIDAD:	01
	ELEMENTO:	Tapa de inspección de concreto
	DIMENSIONES:	a=60 cm L= 80 cm
	ESTADO:	Mal
OBSERVACIONES:	Tapa Rota	
	CARRIL	BAJADA PROGR: 0+350
	UBICACIÓN:	Distribuidora de cerveza
	CANTIDAD:	01
	ELEMENTO:	Tapa de inspección de concreto
	DIMENSIONES:	a=60 cm L= 80 cm
	ESTADO:	Regular
OBSERVACIONES:	Estas aguas son colectadas por el canal que se encuentre debajo de la berma central.	
	CARRIL	BAJADA PROGR: 0+425
	UBICACIÓN:	Librería Milagritos
	CANTIDAD:	01
	ELEMENTO:	Tapa de inspección de concreto
	DIMENSIONES:	a=60 cm L= 80 cm h=70 cm
	ESTADO:	Regular
OBSERVACIONES:		
	CARRIL	BAJADA PROGR: 0+500
	UBICACIÓN:	Frente a la Puerta 5 de la Unsaac
	CANTIDAD:	01
	ELEMENTO:	Tapa de inspección de concreto
	DIMENSIONES:	a=60 cm L= 80 cm h=70 cm
	ESTADO:	Mal
OBSERVACIONES:	Colmatado	

FUENTE: Elaboración Propia



3.6.1.3. RESUMEN DEL INVENTARIO

TABLA N° 36: Resumen de Inventario de Sumideros Existentes

INVENTARIO DE SUMIDEROS EXISTENTES			
UBICACIÓN (Km)	CANT	COMPONENTE	DIMENSIONES (m)
Carril de Subida			
0 + 000	1	Sumidero Metálico	1.20 x 2.00 m
0 + 122	2	Sumidero Metálico	0.30 x 1.20 m
0 + 122	1	Sumidero Metálico	0.30 x 1.20 m
0 + 208	1	Sumidero Metálico	0.30 x 1.20 m
0 + 308	1	Sumidero Metálico	0.30 x 1.20 m
0 + 400	1	Sumidero de Calzada	0.50 X 6.30 m
0 + 420	1	Sumidero Central M°	1.50 x 1.80 m
0 + 420	1	Sumidero de Calzada	1.00 x 26.00 m
0 + 420	2	Sumidero Metálico	0.30 x 1.20 m
0 + 925	2	Sumidero de Calzada	1.10 X 6.00 m
1 + 090	1	Sumidero de Calzada	0.90 x 5.00 m
1 + 260	2	Sumidero de Calzada	1.40 x 13.40 m
1 + 300	1	Sumidero de Calzada	1.50x 42.00 m
1 + 300	1	Sumidero de Calzada	1.50 x 7.10 m
1 + 400	1	Sumidero Metálico	0.50 x 1.20 m
1 + 410	1	Sumidero de Calzada	1.20 x 8.90 m
1 + 500	1	Sumidero de Calzada	1.20 x 6.30 m
1 + 500	1	Sumidero Metálico	0.50 x 1.20 m
1 + 850	1	Sumidero Metálico	0.50 x 1.20 m
1 + 850	1	Sumidero de Calzada	1.20 x 8.90 m
2 + 000	1	Sumidero de Calzada	1.20 x 9.00 m
2 + 000	1	Sumidero Metálico	1.20 x 0.50 m
2 + 050	1	Sumidero de Calzada	1.20 x 8.50 m
2 + 050	1	Sumidero Metálico	0.50 x 1.00 m
2 + 150	1	Sumidero de Calzada	1.20 x 9.00 m
2 + 150	1	Sumidero Metálico	1.20 x 0.75 m
2 + 550	1	Sumidero Metálico	1.00 x 0.80 m
2 + 647	1	Sumidero de Calzada	1.10 x 22.30 m
Carril de Bajada			
0 + 180	1	Sumidero Metálico	0.30 x 1.20 m
0 + 185	1	Sumidero en vereda	0.12 x 4.30 m
0 + 200	1	Sumidero Metálico	0.30 x 1.20 m
0 + 350	1	Sumidero Metálico	0.30 x 1.20 m
0 + 500	1	Sumidero Metálico	0.30 x 1.20 m

FUENTE: Elaboración Propia









TABLA N° 37: Resumen de Inventario de Tapas de Inspección

INVENTARIO DE TAPAS DE INSPECCIÓN EXISTENTES			
UBICACIÓN (Km)	CANT	COMPONENTE	DIMENSIONES (m)
Carril de Subida			
0 + 014	1	Tapa de inspección C°	0.80 x 0.95 m
0 + 122	2	Tapa de inspección C°	0.70 x 0.85 m
0 + 122	1	Tapa de inspección C°	0.80 x 0.95 m
0 + 208	1	Tapa de inspección C°	0.80 x 0.95 m
0 + 308	1	Tapa de inspección C°	0.80 x 0.95 m
0 + 402	1	Tapa de inspección C°	0.75 x 0.75 m
0 + 700	1	Tapa de inspección C°	1.00 x 1.00 m
0 + 720	1	Tapa de inspección C°	0.30 x 1.30 m
0 + 920	2	Tapa de inspección C°	1.20 x 1.00 m
0 + 990	1	Tapa de inspección C°	0.80 x 0.80 m
1 + 310	1	Tapa de inspección C°	0.80 x 0.80 m
1 + 400	1	Tapa de inspección C°	0.70 x 1.70 m
1 + 500	1	Tapa de inspección C°	0.70 x 1.70 m
1 + 550	2	Tapa de inspección C°	0.70 x 0.70 m
1 + 600	1	Tapa de inspección C°	0.80 x 1.70 m
1 + 670	1	Tapa de inspección C°	0.60 x 0.70 m
1 + 780	1	Tapa de inspección M°	0.90 x 0.90 m
2+250	1	Tapa de inspección C°	1.00 x 1.00 m
2 + 300	1	Tapa de inspección C°	0.90 x 0.80 m
2 + 580	1	Tapa de inspección C°	0.90 x 1.50 m
2+600	1	Tapa de inspección C°	0.90 x 1.50 m
Carril de Bajada			
0 + 180	1	Tapa de inspección C°	0.60 x 0.80 m
0 + 200	1	Tapa de inspección C°	0.60 x 0.80 m
0 + 350	1	Tapa de inspección C°	0.60 x 0.80 m
0 + 425	1	Tapa de inspección C°	0.60 x 0.80 m
0 + 500	1	Tapa de inspección C°	0.60 x 0.80 m

FUENTE: Elaboración Propia

Para la generación de caudales se tuvieron en cuenta los canales hallados en nuestra área de estudio, es por ello que también se realizó la toma de sus respectivas medidas y estado de conservación, que fue registrado en la siguiente tabla:

TABLA N° 38: Inventario de Canales Existentes en el Área de Estudio

 UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL 	
FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS: INSPECCIÓN Y VERIFICACIÓN DE LAS DIMENSIONES DE LOS CANALES EXISTENTES	
NOMBRE DE LA TESIS:	“EVALUACIÓN Y PROPUESTA DE DISEÑO DEL SISTEMA PLUVIAL DE LA AV. LA CULTURA EN EL TRAMO: GARCILASO - RÍO CACHIMAYO, CUSCO”
ALUMNAS:	Bach. Mamani Heredia Marcia Sthefany Bach. Masias Flores Rocio
	UBICACIÓN: Calle paralela a la cultura área verde de árboles
	CANTIDAD: 01
	ELEMENTO: Canal de concreto
	DIMENSIONES: a= 45 cm L=390 m h=50 cm
	ESTADO: Regular
	UBICACIÓN: Longitudinal a la Av. Universitaria
	CANTIDAD: 01
	ELEMENTO: Canal Av. Universitaria
	DIMENSIONES: a=1.10 m L=518.00m ..h=1.25 m
	ESTADO: Regular
	UBICACIÓN: AV. Víctor Raúl Aya de la Torre
	CANTIDAD: Canal Río Chile
	ELEMENTO: Canal de concreto
	DIMENSIONES: a= 1.25 m L=1160.00 m. H= 1.20 m
	ESTADO: Regular
	UBICACIÓN: Diagonal Angamos
	CANTIDAD: 01
	ELEMENTO: Canal de concreto
	DIMENSIONES: a=1.20
	ESTADO: Regular
	UBICACIÓN: SUBIDA PROGR: 2+647
	CANTIDAD: 01
	ELEMENTO: Punto de desfogue
	DIMENSIONES:
	ESTADO: Regular
	UBICACIÓN:
	CANTIDAD: 01
	ELEMENTO: Canal Osqollo
	DIMENSIONES (variables): Variables tramo 1 a=0.70 b=0.45 h=0.30 C. trapezoidal Tramo 2: a= 0.90 H=0.80
	ESTADO: Malo

FUENTE: Elaboración Propia



3.6.2. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL SEDIMENTO

3.6.2.1. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO

3.6.2.1.1. PROCESAMIENTO Y CÁLCULOS DE LA PRUEBA

- Se calcula el porcentaje retenido sobre cada tamiz en la siguiente forma:

$$\% \text{ Retenido} = \frac{\text{Peso retenido en el tamiz}}{\text{Peso Total}} \times 100\%$$

- Se calcula el porcentaje más fino restando en forma acumulativa de 100% los porcentajes sobre cada tamiz.

$$\% \text{ Pasa} = 100\% - \% \text{ Retenido acumulado}$$

- Tamaño Máximo Absoluto:** Corresponde a la abertura del menor tamiz de la serie establecida, que deja pasar el 100% de la masa del árido.
- Tamaño Máximo Nominal:** Corresponde a la abertura del tamiz inmediatamente menor al Tamaño Máximo Absoluto, cuando por dicho tamiz pasa el 90% o más de la masa del árido.

3.6.2.1.2. DIAGRAMAS Y TABLAS

TABLA N° 39: Resultado del Análisis Granulométrico por tamizado de la Muestra N° 01

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO		FACULTAD DE INGENIERÍA		ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL		
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADOS						
NOMBRE DE LA TESIS:		"EVALUACIÓN Y PROPUESTA DE DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL DE LA AV. LA CULTURA EN EL TRAMO: GARCILASO - RIO CACHIMAYO, CUSCO"				
ALUMNAS:	Bach. Mamani Heredia Marcia Sthefany					
	Bach. Masias Flores Rocio					
Análisis Granulométrico por Tamizado de la Muestra N° 01						
ANTES DEL LAVADO			DESPUÉS DEL LAVADO			
Peso de la muestra seca		193.90 gr	Peso de la muestra seca		139.10 gr	% de Error en Peso
					0.22%	
TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (gr)	PESO QUE PASA (gr)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
4"	100	0.00	193.90	0.00%	0.00%	100.00%
3"	75	0.00	193.90	0.00%	0.00%	100.00%
2"	50	0.00	193.90	0.00%	0.00%	100.00%
1 1/2"	38	0.00	193.90	0.00%	0.00%	100.00%
1"	25	0.00	193.90	0.00%	0.00%	100.00%
3/4"	19	0.00	193.90	0.00%	0.00%	100.00%
3/8"	9.5	0.00	193.90	0.00%	0.00%	100.00%
N° 4	4.75	0.00	193.90	0.00%	0.00%	100.00%
N° 10	2	0.00	193.90	0.00%	0.00%	100.00%
N° 20	0.850	11.30	182.60	5.83%	5.83%	94.17%
N° 40	0.425	37.00	145.60	19.08%	24.91%	75.09%
N° 60	0.250	33.60	112.00	17.33%	42.24%	57.76%
N° 100	0.150	44.50	67.50	22.95%	65.19%	34.81%
N° 200	0.075	11.90	55.60	6.14%	71.33%	28.67%
Cazuela		0.50		0.26%	71.58%	28.42%
Lavado		55.10		28.42%	100.00%	0.00%
		138.80		100.00%		
D60 =	0.27 mm					
D30 =	0.09 mm					
D10 =	-					
D50 =	0.22 mm					
Tamaño Máximo Absoluto =	N° 10					
Tamaño Máximo Nominal =	N° 20					
Cu =	-					
Cc =	-					

FUENTE: Elaboración Propia

TABLA N° 40: Resultado del Análisis Granulométrico por tamizado de la Muestra N° 02

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO						
FACULTAD DE INGENIERÍA						
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL						
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADOS						
NOMBRE DE LA TESIS:		"EVALUACIÓN Y PROPUESTA DE DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL DE LA AV. LA CULTURA EN EL TRAMO: GARCILASO - RIO CACHIMAYO, CUSCO"				
ALUMNAS:	Bach. Mamani Heredia Marcia Sthefany					
	Bach. Masias Flores Rocio					
Análisis Granulométrico por Tamizado de la Muestra N° 02						
ANTES DEL LAVADO				DESPUÉS DEL LAVADO		
Peso de la muestra seca		214.10 gr		Peso de la muestra seca		184.90 gr
				% de Error en Peso		0.16%
TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (gr)	PESO QUE PASA (gr)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
4"	100	0.00	214.10	0.00%	0.00%	100.00%
3"	75	0.00	214.10	0.00%	0.00%	100.00%
2"	50	0.00	214.10	0.00%	0.00%	100.00%
1 1/2"	38	0.00	214.10	0.00%	0.00%	100.00%
1"	25	0.00	214.10	0.00%	0.00%	100.00%
3/4"	19	0.00	214.10	0.00%	0.00%	100.00%
3/8"	9.5	0.00	214.10	0.00%	0.00%	100.00%
N° 4	4.75	0.00	214.10	0.00%	0.00%	100.00%
N° 10	2	0.00	214.10	0.00%	0.00%	100.00%
N° 20	0.850	19.10	195.00	8.92%	8.92%	91.08%
N° 40	0.425	47.40	147.60	22.14%	31.06%	68.94%
N° 60	0.250	44.90	102.70	20.97%	52.03%	47.97%
N° 100	0.150	59.40	43.30	27.74%	79.78%	20.22%
N° 200	0.075	13.10	30.20	6.12%	85.89%	14.11%
Cazuela		0.70		0.33%	86.22%	13.78%
Lavado		29.50		13.78%	100.00%	0.00%
		184.60		100.00%		
D60 =	0.35 mm					
D30 =	0.19 mm					
D10 =	-					
D50 =	0.27 mm					
		Tamaño Máximo Absoluto =		N° 10		
		Tamaño Máximo Nominal =		N° 20		
		Cu =		-		
		Cc =		-		

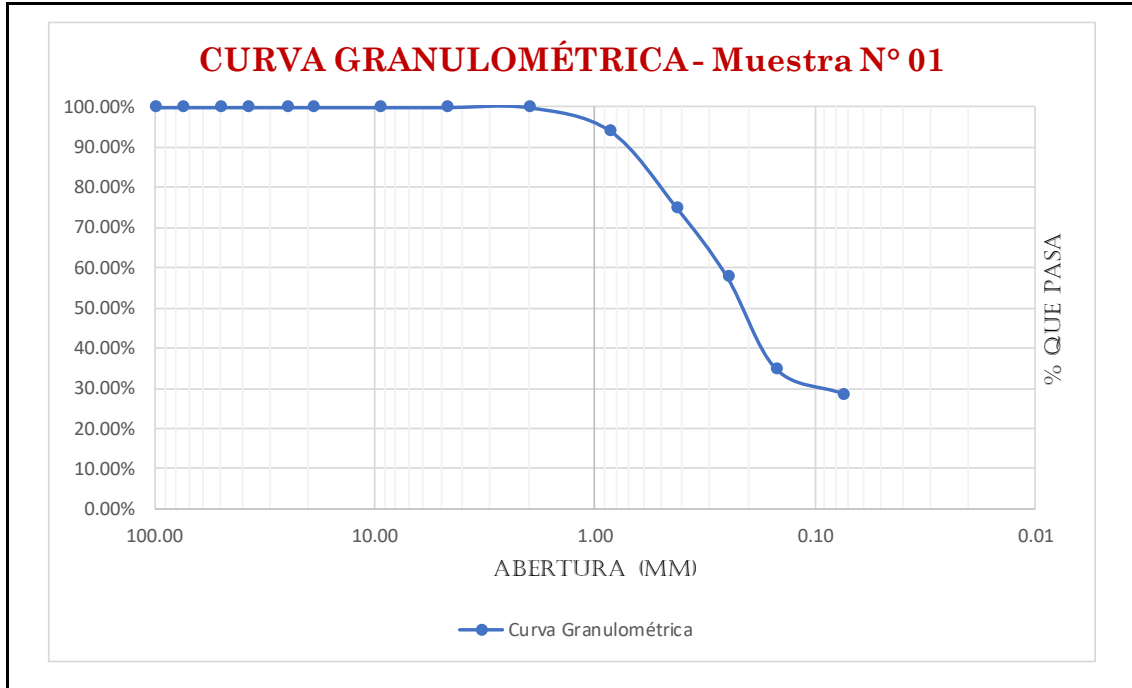
FUENTE: Elaboración Propia

TABLA N° 41: Resultado del Análisis Granulométrico por tamizado de la Muestra N° 03

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO						
FACULTAD DE INGENIERÍA						
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL						
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADOS						
NOMBRE DE LA TESIS:		"EVALUACIÓN Y PROPUESTA DE DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL DE LA AV. LA CULTURA EN EL TRAMO: GARCILASO - RIO CACHIMAYO, CUSCO"				
ALUMNAS:	Bach. Mamani Heredia Marcia Sthefany					
	Bach. Masias Flores Rocio					
Análisis Granulométrico por Tamizado de la Muestra N° 03						
ANTES DEL LAVADO				DESPUÉS DEL LAVADO		
Peso de la muestra seca		157.60 gr		Peso de la muestra seca		111.80 gr
				% de Error en Peso		-0.81%
TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (gr)	PESO QUE PASA (gr)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
4"	100	0.00	157.60	0.00%	0.00%	100.00%
3"	75	0.00	157.60	0.00%	0.00%	100.00%
2"	50	0.00	157.60	0.00%	0.00%	100.00%
1 1/2"	38	0.00	157.60	0.00%	0.00%	100.00%
1"	25	0.00	157.60	0.00%	0.00%	100.00%
3/4"	19	0.00	157.60	0.00%	0.00%	100.00%
3/8"	9.5	0.00	157.60	0.00%	0.00%	100.00%
N° 4	4.75	0.00	157.60	0.00%	0.00%	100.00%
N° 10	2	0.00	157.60	0.00%	0.00%	100.00%
N° 20	0.850	6.80	150.80	4.31%	4.31%	95.69%
N° 40	0.425	19.80	131.00	12.56%	16.88%	83.12%
N° 60	0.250	24.70	106.30	15.67%	32.55%	67.45%
N° 100	0.150	47.00	59.30	29.82%	62.37%	37.63%
N° 200	0.075	13.90	45.40	8.82%	71.19%	28.81%
Cazuela		0.50		0.32%	71.51%	28.49%
Lavado		44.90		28.49%	100.00%	0.00%
		112.70		100.00%		
D60 =	0.23 mm					
D30 =	0.09 mm					
D10 =	-					
D50 =	0.19 mm					
		Tamaño Máximo Absoluto =		N° 10		
		Tamaño Máximo Nominal =		N° 20		
		Cu =		-		
		Cc =		-		

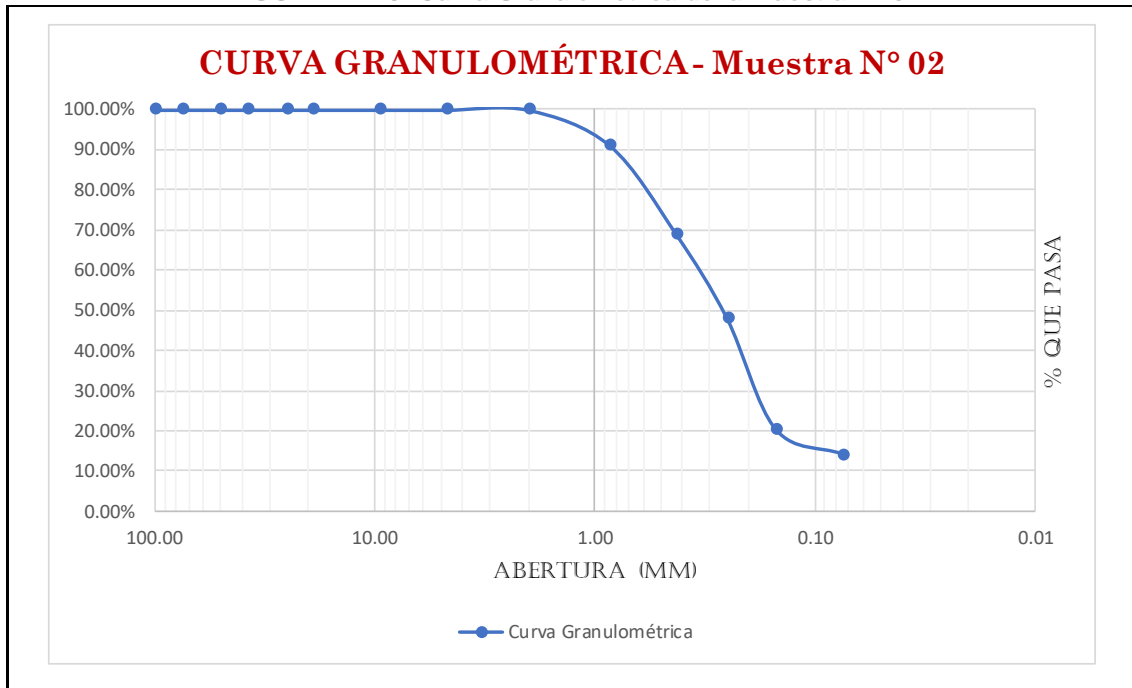
FUENTE: Elaboración Propia

FIGURA N° 48: Curva Granulométrica de la Muestra N° 01



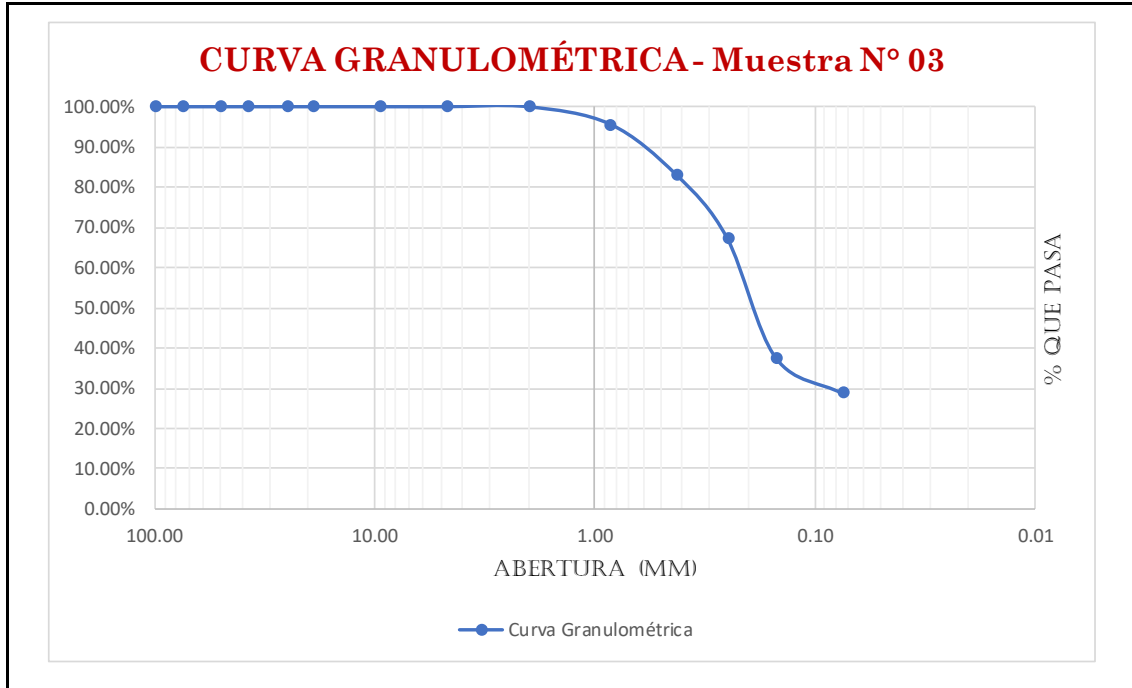
FUENTE: Elaboración Propia

FIGURA N° 49: Curva Granulométrica de la Muestra N° 02



FUENTE: Elaboración Propia

FIGURA N° 50: Curva Granulométrica de la Muestra N° 03



FUENTE: Elaboración Propia

3.6.2.1.3. ANÁLISIS DE LA PRUEBA

Para el ensayo de la Muestra N° 01 se concluye que:

Fracciones de grava, arena y finos de la muestra:

% de grava (Retiene el tamiz N° 4) = 0.00%

% de arena (Pasa N° 4 y Retiene N° 200) = 71.33%

% de finos (Pasa Tamiz N° 200) = 28.67%

Fracción gruesa:

% de grava = 0.00%

% de arena = 100.00%

Para el ensayo de la Muestra N° 02 se concluye que:

Fracciones de grava, arena y finos de la muestra:

% de grava (Retiene el tamiz N° 4) = 0.00%

% de arena (Pasa N° 4 y Retiene N° 200) = 85.89%

% de finos (Pasa Tamiz N° 200) = 14.11%

Fracción gruesa:

% de grava = 0.00%



% de arena = 100.00%

- ☉ Para el ensayo de la Muestra N° 03 se concluye que:

Fracciones de grava, arena y finos de la muestra:

% de grava (Retiene el tamiz N° 4) = 0.00%

% de arena (Pasa N° 4 y Retiene N° 200) = 71.19%

% de finos (Pasa Tamiz N° 200) = 28.81%

Fracción gruesa:

% de grava = 0.00%

% de arena = 100.00%

3.6.2.2. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR MEDIO DEL HIDRÓMETRO

3.6.2.2.1. PROCESAMIENTO Y CÁLCULOS DE LA PRUEBA

- ☉ Para la corrección por menisco es constante para el Hidrómetro tipo 152
H: Cm = 1.0 g/litro.
- ☉ Para el cálculo de la lectura corregida del Hidrómetro (Rc), se utiliza la siguiente formula:

$$Rc = Ra - \text{Correccion de cero} + Ct$$

$$\text{Correccion de cero} = \text{Lectura del hidrometro en agua} - \text{Lectura del hidrometro en agua mas defloculante}$$

Donde:

- Ra = Lectura real del Hidrómetro
- Ct = Corrección por temperatura

TABLA N° 42: Valores de C_t para la corrección por temperatura de las lecturas del hidrómetro

Temp. C	Ct	
	Hidrómetro graduado en	
	Densidad (g/cm ³) × 10 ³	Concentración (g/litro)*
10	-1,3	-2,0
11	-1,2	-1,9
12	-1,1	-1,8
13	-1,0	-1,6
14	-0,9	-1,4
15	-0,8	-1,2
16	-0,6	-1,0
17	-0,5	-0,8
18	-0,3	-0,5
19	-0,2	-0,3
20	0,0	0,0
21	0,2	0,3
22	0,4	0,6
23	0,6	0,9
24	0,8	1,3
25	1,0	1,7
26	1,3	2,0
27	1,5	2,4
28	1,8	2,9
29	2,0	3,3
30	2,3	3,7

FUENTE: MTC E109-1999

- ☉ Para el cálculo del porcentaje más fino se realiza el siguiente procedimiento:

$$\% \text{ mas fino} = \frac{R_c \times a}{W_s}$$

$$a = \frac{G_s \times 1.65}{(G_s - 1) \times 2.65}$$

Donde:

- R_c = Lectura corregida del Hidrómetro
- a = Factor de corrección por peso específico
- W_s = Peso de la muestra del suelo secado al horno
- G_s = Peso específico del suelo

- ☉ Hidrómetro corregido por menisco (R_{cl}):

$$R_{cl} = R_a + \text{Corrección por menisco}$$

- ☉ Para el cálculo de la profundidad efectiva (L) se utiliza la siguiente tabla:

TABLA N° 43: Valores de L basados en Hidrómetro

Lectura del Hidrómetro (Ra+Cm)	Profundidad efectiva L (cm)	Lectura del Hidrómetro (Ra+Cm)	Profundidad efectiva L (cm)	Lectura del Hidrómetro (Ra+Cm)	Profundidad efectiva L (cm)	Lectura del Hidrómetro (Ra+Cm)	Profundidad efectiva L (cm)
0	16.3	16	13.7	32	11.1	48	8.4
1	16.1	17	13.5	33	10.9	49	8.3
2	16	18	13.3	34	10.7	50	8.1
3	15.8	19	13.2	35	10.6	51	7.9
4	15.6	20	13	36	10.4	52	7.8
5	15.5	21	12.9	37	10.2	53	7.6
6	15.3	22	12.7	38	10.1	54	7.4
7	15.2	23	12.5	39	9.9	55	7.3
8	15	24	12.4	40	9.7	56	7.1
9	14.8	25	12.2	41	9.6	57	7
10	14.7	26	12	42	9.4	58	6.8
11	14.5	27	11.9	43	9.2	59	6.6
12	14.3	28	11.7	44	9.1	60	6.5
13	14.2	29	11.5	45	8.9		
14	14	30	11.4	46	8.8		
15	13.8	31	11.2	47	8.6		

FUENTE: MTC E109-1999

- El cálculo de la velocidad se define como la distancia (L) dividida por el tiempo (t).

$$v = \frac{L}{t}$$

- Para el cálculo de K se utiliza la siguiente formula:

$$k = \sqrt{\frac{30 \times \mu / g}{\tau_s - \tau_w}}$$

Donde:


- g = Aceleración gravitacional = 980.7 cm/s²
- μ = Coeficiente de viscosidad del agua en Poises
- τ_s = Peso unitario de los sólidos del suelo en gr/cm³
- τ_w = Peso unitario del agua destilada, a la temperatura T, en gr/cm³



TABLA N° 44: Valor del peso unitario y viscosidad del agua en función de la temperatura

Temp °C	Peso unitario del agua (gr/cm3)	Viscosidad del agua (poises)	Temp °C	Peso unitario del agua (gr/cm3)	Viscosidad del agua (poises)
4	1.0000	0.0157	18	0.9986	0.0106
5	1.0000	0.0152	19	0.9984	0.0103
6	1.0000	0.0147	20	0.9982	0.0101
7	0.9999	0.0143	21	0.9980	0.0098
8	0.9999	0.0139	22	0.9978	0.0096
9	0.9998	0.0135	23	0.9976	0.0094
10	0.9997	0.0131	24	0.9973	0.0091
11	0.9996	0.0127	25	0.9971	0.0089
12	0.9995	0.0124	26	0.9968	0.0087
13	0.9994	0.0121	27	0.9966	0.0086
14	0.9993	0.0118	28	0.9963	0.0084
15	0.9991	0.0115	29	0.9960	0.0082
16	0.9990	0.0111	30	0.9957	0.0080
17	0.9988	0.0108			

FUENTE: Manual de laboratorio de suelos - Bowles

 Cálculo del diámetro de las partículas (D)

$$D = k \sqrt{\frac{L}{t}}$$

Donde:

- L = Profundidad efectiva en cm
- t = Tiempo transcurrido en min

3.6.2.2.2. DIAGRAMAS Y TABLAS

TABLA N° 45: Resultado del análisis granulométrico por hidrómetro de la muestra N° 01

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO									
FACULTAD DE INGENIERÍA									
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL									
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO - MÉTODO DEL HIDRÓMETRO									
NOMBRE DE LA TESIS:		"EVALUACIÓN Y PROPUESTA DE DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL DE LA AV. LA CULTURA EN EL TRAMO: GARCILASO - RIO CACHIMAYO, CUSCO"							
ALUMNAS:	Bach. Mamani Heredia Marcia Sthefany								
	Bach. Masias Flores Rocio								
Análisis del Hidrómetro: Análisis Granulométrico de la Muestra N° 01									
Hidrómetro N°	152 H	Gs =	2.18		a =	1.15			
Agente Dispersante	NaPO3	Cantidad	42 gr en 125 ml		Peso Suelo	50.0 gr			
Corrección de Cero	4	Corrección del menisco	1.0						
Tiempo (min)	Temp. °C	Lectura real del Hidrómetro Ra	Lectura corregida del Hidrómetro Rc	% mas fino	Hidrómetro corregido por menisco Rcl	L	v = L/t	K	D (mm)
1	15 °C	20	14.8	34.0	21	12.9	12.9000	0.01723	0.0619
2	15 °C	17	11.8	27.1	18	13.3	6.6500	0.01723	0.0444
3	15 °C	15	9.8	22.5	16	13.7	4.5667	0.01723	0.0368
4	15 °C	11	5.8	13.3	12	14.3	3.5750	0.01723	0.0326
8	15 °C	10	4.8	11.0	11	14.5	1.8125	0.01723	0.0232
15	15 °C	9	3.8	8.7	10	14.7	0.9800	0.01723	0.0171
30	15 °C	9	3.8	8.7	10	14.7	0.4900	0.01723	0.0121
60	15 °C	9	3.8	8.7	10	14.7	0.2450	0.01723	0.0085
120	14 °C	8	2.6	6.0	9	14.8	0.1233	0.01746	0.0061
240	14 °C	8	2.6	6.0	9	14.8	0.0617	0.01746	0.0043
480	14 °C	8	2.6	6.0	9	14.8	0.0308	0.01746	0.0031
960	13 °C	7	1.4	3.2	8	15.0	0.0156	0.01768	0.0022
1440	13 °C	7	1.4	3.2	8	15.0	0.0104	0.01768	0.0018
2880	13 °C	7	1.4	3.2	8	15.0	0.00521	0.01768	0.0013

Curva Granulométrica

FUENTE: Elaboración Propia

TABLA N° 46: Resultado del análisis granulométrico por hidrómetro de la muestra N° 02

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO									
FACULTAD DE INGENIERÍA									
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL									
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO - MÉTODO DEL HIDRÓMETRO									
NOMBRE DE LA TESIS:		"EVALUACIÓN Y PROPUESTA DE DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL DE LA AV. LA CULTURA EN EL TRAMO: GARCILASO - RIO CACHIMAYO, CUSCO"							
ALUMNAS:	Bach. Mamani Heredia Marcia Sthefany								
	Bach. Masias Flores Rocio								
Análisis del Hidrómetro: Análisis Granulométrico de la Muestra N° 02									
Hidrómetro N°	152 H	Gs =	2.18				a =	1.15	
Agente Dispersante	NaPO3	Cantidad	42 gr en 125 ml				Peso Suelo	50.0 gr	
Corrección de Cero	4	Corrección del menisco	1.0						
Tiempo (min)	Temp. °C	Lectura real del Hidrómetro Ra	Lectura corregida del Hidrómetro Rc	% mas fino	Hidrómetro corregido por menisco Rcl	L	v = L/t	K	D (mm)
1	16 °C	12	7.0	16.1	13	14.2	14.2000	0.01696	0.0639
2	16 °C	11	6.0	13.8	12	14.3	7.1500	0.01696	0.0454
3	16 °C	10	5.0	11.5	11	14.5	4.8333	0.01696	0.0373
4	16 °C	10	5.0	11.5	11	14.5	3.6250	0.01696	0.0323
8	16 °C	9	4.0	9.2	10	14.7	1.8375	0.01696	0.0230
15	15 °C	8	2.8	6.4	9	14.8	0.9867	0.01723	0.0171
30	15 °C	7	1.8	4.1	8	15.0	0.5000	0.01723	0.0122
60	15 °C	7	1.8	4.1	8	15.0	0.2500	0.01723	0.0086
120	13 °C	7	1.4	3.2	8	15.0	0.1250	0.01768	0.0063
240	13 °C	7	1.4	3.2	8	15.0	0.0625	0.01768	0.0044
480	13 °C	7	1.4	3.2	8	15.0	0.0313	0.01768	0.0031
960	13 °C	7	1.4	3.2	8	15.0	0.0156	0.01768	0.0022
1440	12 °C	6	0.2	0.5	7	15.2	0.0106	0.01793	0.0018
2880	12 °C	6	0.2	0.5	7	15.2	0.00528	0.01793	0.0013

Curva Granulométrica

Diametro de las partículas (mm)

—●— Curva Granulometrica

FUENTE: Elaboración Propia

TABLA N° 47: Resultado del análisis granulométrico por hidrómetro de la muestra N° 03

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL									
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO - MÉTODO DEL HIDRÓMETRO									
NOMBRE DE LA TESIS:		"EVALUACIÓN Y PROPUESTA DE DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL DE LA AV. LA CULTURA EN EL TRAMO: GARCILASO - RIO CACHIMAYO, CUSCO"							
ALUMNAS:	Bach. Mamani Heredia Marcia Sthefany								
	Bach. Masias Flores Rocio								
Análisis del Hidrómetro: Análisis Granulométrico de la Muestra N° 03									
Hidrómetro N°	152 H	Gs =	2.18		a =	1.15			
Agente Dispersante	NaPO3	Cantidad	42 gr en 125 ml		Peso Suelo	50.0 gr			
Corrección de Cero	4	Corrección del menisco	1.0						
Tiempo (min)	Temp. °C	Lectura real del Hidrómetro Ra	Lectura corregida del Hidrómetro Rc	% mas fino	Hidrómetro corregido por menisco Rcl	L	v = L/t	K	D (mm)
1	14 °C	17	11.6	26.7	18	13.3	13.3000	0.01746	0.0637
2	14 °C	17	11.6	26.7	18	13.3	6.6500	0.01746	0.0450
3	14 °C	16	10.6	24.4	17	13.5	4.5000	0.01746	0.0370
4	14 °C	16	10.6	24.4	17	13.5	3.3750	0.01746	0.0321
8	14 °C	13	7.6	17.5	14	14.0	1.7500	0.01746	0.0231
15	14 °C	12	6.6	15.2	13	14.2	0.9467	0.01746	0.0170
30	14 °C	10	4.6	10.6	11	14.5	0.4833	0.01746	0.0121
60	14 °C	10	4.6	10.6	11	14.5	0.2417	0.01746	0.0086
120	13 °C	9	3.4	7.8	10	14.7	0.1225	0.01768	0.0062
240	13 °C	8	2.4	5.5	9	14.8	0.0617	0.01768	0.0044
480	13 °C	7	1.4	3.2	8	15.0	0.0313	0.01768	0.0031
960	13 °C	7	1.4	3.2	8	15.0	0.0156	0.01768	0.0022
1440	13 °C	6	0.4	0.9	7	15.2	0.0106	0.01768	0.0018
2880	13 °C	6	0.4	0.9	7	15.2	0.00528	0.01768	0.0013

Curva Granulométrica

—●— Curva Granulometrica

FUENTE: Elaboración Propia



3.6.2.2.3. ANÁLISIS DE LA PRUEBA

- Para el ensayo de la Muestra N° 01 se concluye que:
Diámetro máximo de la partícula: 0.06mm (Arena muy fina)
- Para el ensayo de la Muestra N° 02 se concluye que:
Diámetro máximo de la partícula: 0.06mm (Arena muy fina)
- Para el ensayo de la Muestra N° 03 se concluye que:
Diámetro máximo de la partícula: 0.06mm (Arena muy fina)

3.6.3. CALCULO DE LA GRAVEDAD ESPECIFICA DEL SEDIMENTO

3.6.3.1. PROCESAMIENTO Y CÁLCULOS DE LA PRUEBA

- Se realiza la corrección de temperatura, que se calcula como:

$$\alpha = \frac{\gamma T}{\gamma 20^{\circ}C}$$

Donde:

- γT = Peso unitario del agua a la temperatura del ensayo
- $\gamma 20^{\circ}C$ = Peso unitario del agua a 20°C

- Se calcula el peso del agua de la siguiente manera:

$$W_w = W_s + W_{bw} - W_{bws}$$

Donde:

- W_s = Peso del suelo seco
- W_{bw} = Peso del picnómetro más agua
- W_{bws} = Peso del picnómetro más agua más suelo

- Se calcula la gravedad específica:

$$G_s = \alpha \frac{W_s}{W_w}$$

Donde:

- W_s = Peso del suelo seco
- W_w = Peso del agua
- α = Corrección de temperatura



3.6.3.2. DIAGRAMAS Y TABLAS

TABLA N° 48: Resultado del cálculo de la Gravedad específica

 <p style="text-align: center;">UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL</p> 		
<u>GRAVEDAD ESPECÍFICA DEL SUELO (Gs)</u>		
NOMBRE DE LA TESIS:	"EVALUACIÓN Y PROPUESTA DE DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL DE LA AV. LA CULTURA EN EL TRAMO: GARCILASO - RIO CACHIMAYO, CUSCO"	
ALUMNAS:	Bach. Mamani Heredia Marcia Sthefany	
	Bach. Masias Flores Rocio	
MUESTRA	MUESTRA N° 2	MUESTRA N° 3
VOLUMEN DEL PICNÓMETRO	500.00 ml	1000.00 ml
PESO DEL PICNÓMETRO	175.50 gr	259.40 gr
PESO SECO DE LA MUESTRA	137.90 gr	239.50 gr
PESO FRASCO + AGUA = Wbw	672.90 gr	1258.00 gr
PESO FRASCO + AGUA + SUELO = Wbws	747.40 gr	1387.10 gr
TEMPERATURA	16 °C	16 °C
$\alpha = \gamma_T / \gamma_{20^\circ C}$	1.0007	1.0007
$W_w = W_s + W_{bw} - W_{bws}$	63.40 gr	110.40 gr
$G_s = \alpha * W_s / W_w$	2.18 gr/cm ³	2.17 gr/cm ³

FUENTE: Elaboración Propia

3.6.3.3. ANÁLISIS DE LA PRUEBA

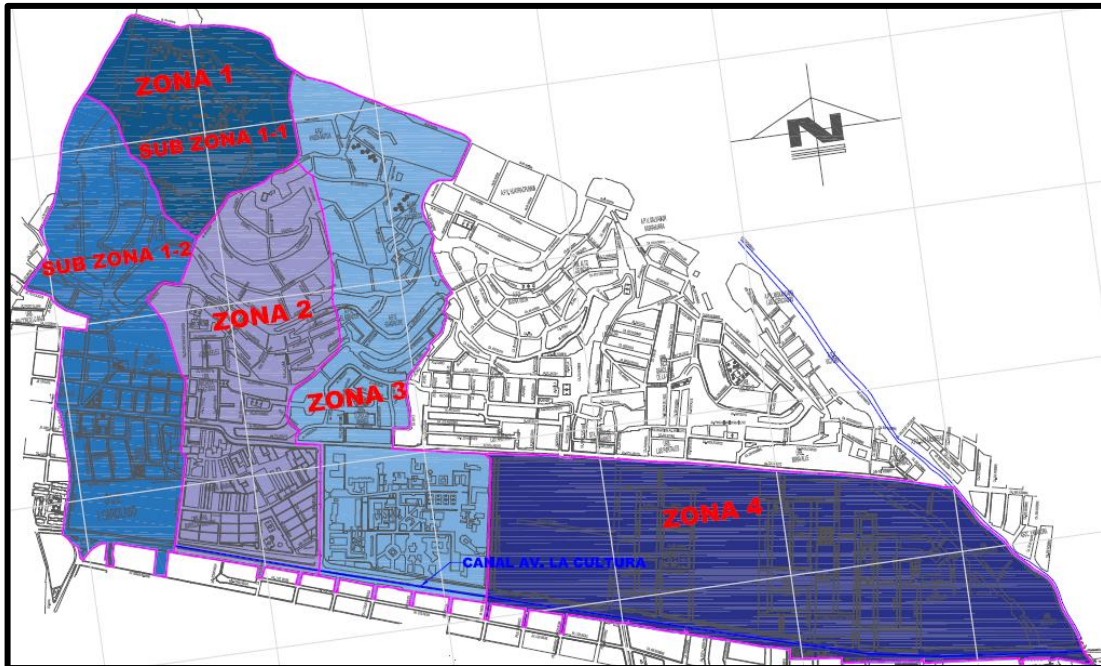
La gravedad específica para la muestra N° 2 fue de 2.18 gr/cm³ y la gravedad específica para la muestra N° 3 fue de 2.17 gr/cm³.

Para nuestro calculo posterior se tomará el promedio de ambos datos.

3.6.4. CALCULO DEL CAUDAL DE ESCORRENTÍA ORIGINADO POR LLUVIAS

3.6.4.1. CALCULO DE LAS ÁREAS DE INFLUENCIA Y PUNTOS DE INTERÉS PARA LA ZONA DE ESTUDIO

FIGURA N° 51: Zonificación del Área de Estudio.



FUENTE: Elaboración Propia

TABLA N° 49: Delimitación de la zona de estudio

DELIMITACIÓN DE LAS ZONAS	
ZONAS	DESCRIPCIÓN
ZONA 1-1	Se encuentra en el área denominada Balconcillo.
ZONA 1-2	Se limita por el este con la Av. Mariscal Gamarra, por el norte con las calles Ángel Caca y Antisuyo, por el Sur con la Av. la Cultura, y por el Oeste con la Calle los ejércitos y Calle Puputi.
ZONA 02	Se limita por el este con la Av. Argentina y la Av. Universitaria, por el Norte con la calle Kantu, por el sur con la Av. la Cultura, por el Oeste con la calle Puputi y los Ejércitos.
ZONA 03	Se limita por el este con la Av. Víctor Raúl Haya de la Torre, la calle Chile, Calle Lima; por el Norte APV Ayuda mutua; por el Sur con la Av. La cultura y por el Oeste con la Av. Universitaria y la Av. Argentina .
ZONA 04	Se limita por el este con la Av. Los Manzanares; por el Norte con el Canal Collasuyo; por el Sur con la Av. la Cultura y por el Oeste con la Av. Víctor Raúl Haya de la Torre.

FUENTE: Elaboración Propia

La delimitación del área de influencia se realizó considerando obras de arte como canales y sumideros ya existentes dentro de la zona de estudio; estas obras de arte colectan el agua de lluvia que son transportadas y derivadas, algunas aportan caudal dentro de nuestra zona de estudio y otras no. Para delimitación se utilizó el programa Civil 3D, los valores de las áreas que se utilizaran en esta investigación se muestran en la siguiente tabla:

TABLA N° 50: Resumen de las Características Físicas de la Microcuenca

CUENCA	AREA TOPOGRAFICA (m2)	L (m)	C.MÁX (msnm)	C.MIN (msnm)
SUB - ZONA 1-1	249,807.0840 m2	670.0670 m	3,619.217 msnm	3,493.172 msnm
SUB - ZONA 1-2	405,995.6760 m2	1,325.5030 m	3,602.494 msnm	3,362.554 msnm
ZONA 1	655,802.7600 m2	1,527.5321 m	3,617.489 msnm	3,385.667 msnm
ZONA 2	438,035.4120 m2	1,176.0220 m	3,587.441 msnm	3,373.604 msnm
ZONA 3	540,197.0460 m2	1,567.1400 m	3,603.035 msnm	3,362.217 msnm
ZONA 4	775,173.6120 m2	1,860.7160 m	3,359.268 msnm	3,318.071 msnm
TOTAL	2,289,837.9780 m2	2,970.6216 m	3,619.217 msnm	3,318.071 msnm

FUENTE: Elaboración Propia

Se halla las pendientes de cada zona con el método por la ecuación de Taylor y Schwarz.

TABLA N° 51: Calculo de la pendiente de la Zona 1 – Ecuación de Taylor y Schwarz

ZONA 1			
Cota Max.	Cota Min.	H	
3671.49	3610.47	61.02	
3610.47	3599.68	10.79	
3599.68	3547.55	52.13	
3547.55	3516.99	30.56	
3516.99	3466.04	50.95	
3466.04	3422.12	43.92	
3422.12	3394.99	27.13	
3394.99	3377.64	17.35	
3377.64	3369.70	7.94	
3369.70	3362.55	7.15	
$\Sigma = 1527.532$			$\Sigma = 4160.55$

L (m)	H (m)	S (m/m)	L/√S
152.7532	61.02	0.3995	241.68
152.7532	10.79	0.0706	574.74
152.7532	52.13	0.3413	261.48
152.7532	30.56	0.2001	341.51
152.7532	50.95	0.3335	264.49
152.7532	43.92	0.2875	284.87
152.7532	27.13	0.1776	362.46
152.7532	17.35	0.1136	453.25
152.7532	7.94	0.0520	670.00
152.7532	7.15	0.0468	706.05

$$S = \left[\frac{\sum_{i=1}^n L_i}{\sum_{i=1}^n S_i^{1/2}} \right]^2$$

S = 0.135

FUENTE: Elaboración Propia

TABLA N° 52: Calculo de la pendiente de la Sub Zona 1-1 – Ecuación de Taylor y Schwarz

ZONA 1: SUB ZONA 1 - 1			
Cota Max.	Cota Min.	H	
3619.22	3617.00	2.22	
3617.00	3617.00	0.00	
3617.00	3615.85	1.15	
3615.85	3609.80	6.05	
3609.80	3595.29	14.51	
3595.29	3569.40	25.89	
3569.40	3553.04	16.36	
3553.04	3533.28	19.76	
3533.28	3511.47	21.81	
3511.47	3493.17	18.30	
$\Sigma = 670.067$			$\Sigma = 1859.07$

L (m)	H (m)	S (m/m)	L/√S
67.0067	2.22	0.0331	368.13
67.0067	0.00	0.0000	0.00
67.0067	1.15	0.0172	511.48
67.0067	6.05	0.0903	223.00
67.0067	14.51	0.2165	143.99
67.0067	25.89	0.3864	107.80
67.0067	16.36	0.2442	135.61
67.0067	19.76	0.2949	123.39
67.0067	21.81	0.3255	117.45
67.0067	18.30	0.2731	128.22
$\Sigma = 670.067$			$\Sigma = 1859.07$

$$S = \left[\frac{\sum_{i=1}^n L_i}{\sum_{i=1}^n \frac{L_i}{S_i^{1/2}}} \right]^2$$

$$S = 0.130$$

FUENTE: Elaboración Propia

TABLA N° 53: Calculo de la pendiente de la Sub Zona 1-2 – Ecuación de Taylor y Schwarz

ZONA 1: SUB ZONA 1 - 2			
Cota Max.	Cota Min.	H	
3602.49	3588.03	14.46	
3588.03	3564.64	23.39	
3564.64	3537.59	27.05	
3537.59	3499.24	38.35	
3499.24	3443.43	55.81	
3443.43	3404.54	38.89	
3404.54	3386.28	18.26	
3386.28	3375.20	11.08	
3375.20	3368.14	7.06	
3368.14	3362.55	5.59	
$\Sigma = 1325.503$			$\Sigma = 3741.07$

L (m)	H (m)	S (m/m)	L/√S
132.5503	14.46	0.1091	401.32
132.5503	23.39	0.1765	315.54
132.5503	27.05	0.2041	293.42
132.5503	38.35	0.2893	246.43
132.5503	55.81	0.4210	204.27
132.5503	38.89	0.2934	244.71
132.5503	18.26	0.1378	357.13
132.5503	11.08	0.0836	458.46
132.5503	7.06	0.0533	574.34
132.5503	5.59	0.0422	645.45
$\Sigma = 1325.503$			$\Sigma = 3741.07$

$$S = \left[\frac{\sum_{i=1}^n L_i}{\sum_{i=1}^n \frac{L_i}{S_i^{1/2}}} \right]^2$$

$$S = 0.126$$

FUENTE: Elaboración Propia

TABLA N° 54: Calculo de la pendiente de la Zona 2 – Ecuación de Taylor y Schwarz

ZONA 2			
Cota Max.	Cota Min.	H	
3587.44	3561.05	26.39	
3561.05	3538.89	22.16	
3538.89	3511.62	27.27	
3511.62	3451.70	59.92	
3451.70	3411.90	39.80	
3411.90	3399.35	12.55	
3399.35	3378.72	20.63	
3378.72	3367.37	11.35	
3367.37	3361.55	5.82	
3361.55	3349.86	11.69	
$\Sigma = 1176.022$			$\Sigma = 3051.29$

L (m)	H (m)	S (m/m)	L/√S
117.6022	26.39	0.2244	248.26
117.6022	22.16	0.1884	270.92
117.6022	27.27	0.2319	244.22
117.6022	59.92	0.5095	164.75
117.6022	39.80	0.3384	202.15
117.6022	12.55	0.1067	360.00
117.6022	20.63	0.1754	280.78
117.6022	11.35	0.0965	378.55
117.6022	5.82	0.0495	528.64
117.6022	11.69	0.0994	373.01
$\Sigma = 1176.022$			$\Sigma = 3051.29$

$$S = \left[\frac{\sum_{i=1}^n L_i}{\sum_{i=1}^n \frac{L_i}{S_i^{1/2}}} \right]^2$$

$$S = 0.149$$

FUENTE: Elaboración Propia

TABLA N° 55: Calculo de la pendiente de la Zona 3 – Ecuación de Taylor y Schwarz

ZONA 3			
Cota Max.	Cota Min.	H	
3603.04	3597.97	5.07	
3597.97	3573.95	24.02	
3573.95	3542.02	31.93	
3542.02	3494.86	47.16	
3494.86	3423.15	71.71	
3423.15	3376.94	46.21	
3376.94	3368.70	8.24	
3368.70	3357.22	11.48	
3357.22	3347.41	9.81	
3347.41	3340.24	7.17	
$\Sigma = 1567.140$			

L (m)	H (m)	S (m/m)	L/√S
156.7140	5.07	0.0324	871.28
156.7140	24.02	0.1533	400.29
156.7140	31.93	0.2037	347.19
156.7140	47.16	0.3009	285.68
156.7140	71.71	0.4576	231.67
156.7140	46.21	0.2949	288.60
156.7140	8.24	0.0526	683.44
156.7140	11.48	0.0733	579.02
156.7140	9.81	0.0626	626.36
156.7140	7.17	0.0458	732.66
$\Sigma = 1567.140$			$\Sigma = 5046.18$

$$S = \left[\frac{\sum_{i=1}^n L_i}{\sum_{i=1}^n \frac{L_i}{S_i^{1/2}}} \right]^2$$

S = 0.096

FUENTE: Elaboración Propia

TABLA N° 56: Calculo de la pendiente de la Zona 4 – Ecuación de Taylor y Schwarz

ZONA 4			
Cota Max.	Cota Min.	H	
3359.27	3353.67	5.60	
3353.67	3347.30	6.37	
3347.30	3341.65	5.65	
3341.65	3334.82	6.83	
3334.82	3328.96	5.86	
3328.96	3324.19	4.77	
3324.19	3320.05	4.14	
3320.05	3313.99	6.06	
3313.99	3310.19	3.80	
3310.19	3304.98	5.21	
$\Sigma = 1860.716$			

L (m)	H (m)	S (m/m)	L/√S
186.0716	5.60	0.0301	1072.57
186.0716	6.37	0.0342	1005.66
186.0716	5.65	0.0304	1067.81
186.0716	6.83	0.0367	971.20
186.0716	5.86	0.0315	1048.51
186.0716	4.77	0.0256	1162.15
186.0716	4.14	0.0222	1247.44
186.0716	6.06	0.0326	1031.06
186.0716	3.80	0.0204	1302.05
186.0716	5.21	0.0280	1111.99
$\Sigma = 1860.716$			$\Sigma = 11020.44$

$$S = \left[\frac{\sum_{i=1}^n L_i}{\sum_{i=1}^n \frac{L_i}{S_i^{1/2}}} \right]^2$$

S = 0.029

FUENTE: Elaboración Propia

3.6.4.2. DETERMINACIÓN DEL TIEMPO DE CONCENTRACIÓN

Para la determinación del tiempo de concentración se realizó la zonificación de la cuenca, teniendo en cuenta su geometría y la pendiente. Se utilizaron tres métodos mencionados en el Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje. El criterio para el uso de estos métodos es que son aplicables para cuencas pequeñas y zonas urbanas.

3.6.4.2.2. TIEMPO DE CONCENTRACIÓN PARA LA ZONA 2

TABLA N° 58: Características Físicas de la Zona 02

CUENCA	ÁREA TOPOGRÁFICA (km ²)	L (km)	ÁREA TOPOGRÁFICA (Ha)	S (m/m)	S(m/km)
ZONA 2	0.4380 km ²	1.1760 km	43.80 ha	0.149 m/m	148.55 m/km

FUENTE: Elaboración Propia

FIGURA N° 55: Cálculo del tiempo de Concentración Zona 02 Método Kirpich

A.- Formula de Kirpich

$$tc = 0.01947 * L^{0.77} * S^{-0.385}$$

L = Longitud del cauce m
 S = Pendiente del cauce m/m
 S = H/L m
 H= Diferencia de nivel m

Datos:

ZONA 2

L= 1,176 m
 S= 0.1485 m/m

tc= 9.38 min

FUENTE: Elaboración Propia

FIGURA N° 56: Cálculo del tiempo de Concentración Zona 02, Ecuación de retardo SCS

B.- Ecuación de retardo SCS

$$tc = \frac{0.0136L^{0.8} \left[\left(\frac{1000}{CN} \right) - 9 \right]^{0.7}}{S^{0.5}}$$

L = Longitud hidraulica de la cuenca m
 S = Pendiente promedio de la cuenca m/m
 CN= Numero de curva SCS

Datos:

ZONA 2

CN= 98
 S= 0.1485 m/m

tc= 11.49 min

FUENTE: Elaboración Propia

FIGURA N° 57: Cálculo del tiempo de Concentración Zona 02, Método Federal Aviation Administration

C.- Federal Aviation Administration

$$tc = 0.7035 \frac{(1.1 - C)L^{0.50}}{S^{0.333}}$$

C= coeficiente de escorrentía del método racional.
 L= longitud de flujo superficial m
 S= pendiente de la superficie m/m

Datos:

ZONA 2

C= 0.86 (áreas urbanas asfalto)
 L= 1176.02
 S= 0.149
tc= 10.93 min

FUENTE: Elaboración Propia

3.6.4.2.3. TIEMPO DE CONCENTRACIÓN PARA LA ZONA 3

TABLA N° 59: Características Físicas de la Zona 03

CUENCA	ÁREA TOPOGRÁFICA (km2)	L (km)	ÁREA TOPOGRÁFICA (Ha)	S (m/m)	S(m/km)
ZONA 03	0.5402 km2	1.5671 km	54.02 ha	0.096 m/m	96.45 m/km

FUENTE: Elaboración Propia

FIGURA N° 58: Cálculo del tiempo de Concentración Zona 03 Método Kirpich

A.- Formula de Kirpich

$$tc = 0.01947 * L^{0.77} * S^{-0.385}$$

L = Longitud del cauce m
 S =Pendiente del cauce m/m
 S = H/L m
 H= Diferencia de nivel m
 tc = min

Datos:

ZONA 03

L= 1,567 m
 S= 0.0964 m/m
tc= 13.82 min

FUENTE: Elaboración Propia

FIGURA N° 61: Cálculo del tiempo de Concentración Zona 04 Método Kirpich

A.- Formula de Kirpich

$$tc = 0.01947 * L^{0.77} * S^{-0.385}$$

L = Longitud del cauce m
S = Pendiente del cauce m/m
S = H/L m
H= Diferencia de nivel m

Datos:

ZONA 04

L=	1,861	m
S=	0.0285	m/m
tc=	25.23 min	

FUENTE: Elaboración Propia

FIGURA N° 62: Cálculo del tiempo de Concentración Zonas 04, Ecuación de retardo SCS

B.- Ecuación de retardo SCS

$$tc = \frac{0.0136L^{0.8} \left[\left(\frac{1000}{CN} \right) - 9 \right]^{0.7}}{S^{0.5}}$$

L = Longitud hidraulica de la cuenca m
S = Pendiente promedio de la cuenca m/m
CN= Numero de curva SCS

Datos:

ZONA 4

CN=	98	
S=	0.0285	m/m
tc=	37.87 min	

FUENTE: Elaboración Propia

FIGURA N° 63: Cálculo del tiempo de Concentración Zona 04 Método Federal Aviation Administration

C.- Federal Aviation Administration

$$tc = 0.7035 \frac{(1.1 - C)L^{0.50}}{S^{0.333}}$$

C= coeficiente de escorrentía del método racional.
 L= longitud de flujo superficial m
 S= pendiente de la superficie m/m

Datos:

ZONA 04

C= 0.86 (áreas urbanas asfalto)
 L= 1860.72
 S= 0.029
tc= 23.81 min

FUENTE: Elaboración Propia

Se presentan la siguiente tabla resumen; el cual presenta un tiempo promedio de los tres métodos aplicados y un valor asumido, que según la Norma O.S 0.60 el Tc no debe ser menor a 10 min en ningún caso.

TABLA N° 61: Resumen de los Métodos de Tiempo de Concentración

CUENCA	FORMULA DE KIRPICH	ECUACIÓN DE RETARDO SCS	FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION	TC PROM	VALOR ASUMIDO
SUB ZONA 1-1	6.41 min	7.84 min	8.62 min	7.62 min	10.00 min
SUB ZONA 1-2	10.98 min	13.76 min	12.27 min	12.33 min	12.33 min
ZONA 1	11.92 min	15.41 min	12.86 min	13.40 min	13.40 min
ZONA 2	9.38 min	11.49 min	10.93 min	10.60 min	10.60 min
ZONA 3	13.82 min	17.94 min	14.56 min	15.44 min	15.44 min
ZONA 4	25.23 min	37.87 min	23.81 min	28.97 min	28.97 min

FUENTE: Elaboración Propia

3.6.4.3. DETERMINACIÓN DE LA INTENSIDAD DE PRECIPITACIÓN POR ZONAS

Se trabaja con los datos de la estación meteorológica Perayoc, con las precipitaciones máximas.

Se aplicaron los modelos: Distribución Gumbel, Distribución Log Pearson tipo III y el Método lila para la determinación de la intensidad; pero para este estudio solo considero el promedio de los datos por la Distribución Gumbel y Distribución Log Pearson tipo III.

3.6.4.3.1. MÉTODO GUMBEL

- Del registro obtenido de precipitaciones máximas horarias se obtienen el año y mes que presentan mayores lluvias.

TABLA N° 62: Precipitaciones máximas Obtenidas

N°	Año	Mes	Precipitación (mm)	
		Max. Precip.	x_i	$(x_i - \bar{x})^2$
1	1980	OCT	39.00	11.38
2	1981	ENER	45.00	87.85
3	1982	ENER	40.00	19.12
4	1983	DICIEM	33.00	6.90
5	1984	FEB	27.80	61.26
6	1985	FEB	73.30	1419.25
7	1986	NOV	27.00	74.43
8	1987	DICIEM	37.20	2.47
9	1988	ENER	38.20	6.62
10	1989	OCT	38.60	8.84
11	1990	ENER	59.00	546.30
12	1991	OCT	55.20	383.10
13	1992	NOV	37.00	1.89
14	1993	ENER	40.20	20.91
15	1994	FEB	37.50	3.51
16	1995	SEP	32.60	9.16
17	1996	DICIEM	20.70	222.82
18	1997	DICIEM	29.50	37.54
19	1998	ENER	44.00	70.11
20	1999	ENER	30.50	26.29
21	2000	NOV	36.30	0.45
22	2001	DICIEM	28.00	58.17
23	2002	FEB	29.50	37.54
24	2003	ENER	42.80	51.45
25	2004	ENER	22.90	161.98
26	2005	ENER	22.50	172.32
27	2006	ENER	35.70	0.01
28	2007	MARZ	30.00	31.66
29	2008	OCT	31.50	17.03
30	2009	OCT	23.00	159.44
31	2010	ENER	47.00	129.34
32	2011	MARZ	32.00	13.16
33	2012	FEB	28.20	55.16
34	2013	FEB	35.40	0.05
35	2014	ENER	30.50	26.29
36	2015	FEB	35.00	0.39
37	2016	FEB	22.60	169.70
37		Suma	1318.20	4103.89

FUENTE: Elaboración Propia

- Se realizó el cálculo de las variables probabilísticas: Cálculo de la Media Aritmética, Desviación Estándar, Parámetro de concentración Gumbel, Parámetro de localización Gumbel.

TABLA N° 63: Cálculo de Variables Probabilísticas

Cálculo variables probabilísticas	
$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n} = 35.63 \text{ mm}$	
$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} = 10.68 \text{ mm}$	
$\alpha = \frac{\sqrt{6}}{\pi} * s = 8.32 \text{ mm}$	
$u = \bar{x} - 0.5772 * \alpha = 30.82 \text{ mm}$	

FUENTE: Elaboración Propia

- Cálculo de las Precipitaciones Máximas Diarias Probables para distintas frecuencias:

TABLA N° 64: Determinación de Frecuencias.

Periodo Retorno	Variable Reducida	Precip. (mm)	Prob. de ocurrencia	Corrección intervalo fijo
Años	YT	XT'(mm)	F(xT)	XT (mm)
2	0.3665	33.8731	0.5000	38.2766
5	1.4999	43.3086	0.8000	48.9388
10	2.2504	49.5558	0.9000	55.9980
20	2.9702	55.5482	0.9500	62.7694
25	3.1985	57.4490	0.9600	64.9174
30	3.3843	58.9955	0.9667	66.6649
50	3.9019	63.3047	0.9800	71.5343
100	4.6001	69.1172	0.9900	78.1024
200	5.2958	74.9084	0.9950	84.6465

FUENTE: Elaboración Propia

- Coeficientes para las relaciones a la lluvia

Duraciones, en horas									
1	2	3	4	5	6	8	12	18	24
0.25	0.31	0.38	0.44	0.50	0.56	0.64	0.79	0.90	1.00

- Precipitaciones máximas para diferentes tiempos de duración de lluvias

TABLA N° 65: Precipitación máxima por tiempo de duración

Tiempo de Duración	Cociente	Precipitación máxima Pd (mm) por tiempos de duración								
		2 años	5 años	10 años	20 años	25 años	30 años	50 años	100 años	200 años
24 hr	X24	38.28	48.94	56.00	62.77	64.92	66.66	71.53	78.10	84.65
18 hr	X18 = 90%	34.45	44.04	50.40	56.49	51.28	60.00	64.38	70.29	76.18
12 hr	X12 = 79%	30.24	38.66	44.24	49.59	51.28	52.67	56.51	61.70	66.87
8 hr	X8 = 64%	24.50	31.32	35.84	40.17	41.55	42.67	45.78	49.99	54.17
6 hr	X6 = 56%	21.43	27.41	31.36	35.15	36.35	37.33	40.06	43.74	47.40
5 hr	X5 = 50%	19.14	24.47	28.00	31.38	32.46	33.33	35.77	39.05	42.32
4 hr	X4 = 44%	16.84	21.53	24.64	27.62	28.56	29.33	31.48	34.37	37.24
3 hr	X3 = 38%	14.55	18.60	21.28	23.85	24.67	25.33	27.18	29.68	32.17
2 hr	X2 = 31%	11.87	15.17	17.36	19.46	20.12	20.67	22.18	24.21	26.24
1 hr	X1 = 25%	9.57	12.23	14.00	15.69	16.23	16.67	17.88	19.53	21.16

FUENTE: Elaboración Propia

- Intensidades de lluvia a partir de Pd, según la Duración de precipitación y Frecuencia de la misma.

$$I = \frac{P(mm)}{t \text{ duracion}(hr)}$$

TABLA N° 66: Intensidad de lluvia según el periodo de retorno

Tiempo de duración		Intensidad de la lluvia (mm/hr) según el Periodo de Retorno								
Hr	min	2 años	5 años	10 años	20 años	25 años	30 años	50 años	100 años	200 años
24 hr	1440	1.59	2.04	2.33	2.62	2.70	2.78	2.98	3.25	3.53
18 hr	1080	1.91	2.45	2.80	3.14	2.85	3.33	3.58	3.91	4.23
12 hr	720	2.52	3.22	3.69	4.13	4.27	4.39	4.71	5.14	5.57
8 hr	480	3.06	3.92	4.48	5.02	5.19	5.33	5.72	6.25	6.77
6 hr	360	3.57	4.57	5.23	5.86	6.06	6.22	6.68	7.29	7.90
5 hr	300	3.83	4.89	5.60	6.28	6.49	6.67	7.15	7.81	8.46
4 hr	240	4.21	5.38	6.16	6.90	7.14	7.33	7.87	8.59	9.31
3 hr	180	4.85	6.20	7.09	7.95	8.22	8.44	9.06	9.89	10.72
2 hr	120	5.93	7.59	8.68	9.73	10.06	10.33	11.09	12.11	13.12
1 hr	60	9.57	12.23	14.00	15.69	16.23	16.67	17.88	19.53	21.16

FUENTE: Elaboración Propia

Representación matemática de las curvas de Intensidad-Duración-Periodo de

retorno:
$$I = \frac{K * T^m}{t^n}$$

$$d = K * T^m$$

Realizando un cambio de variable:

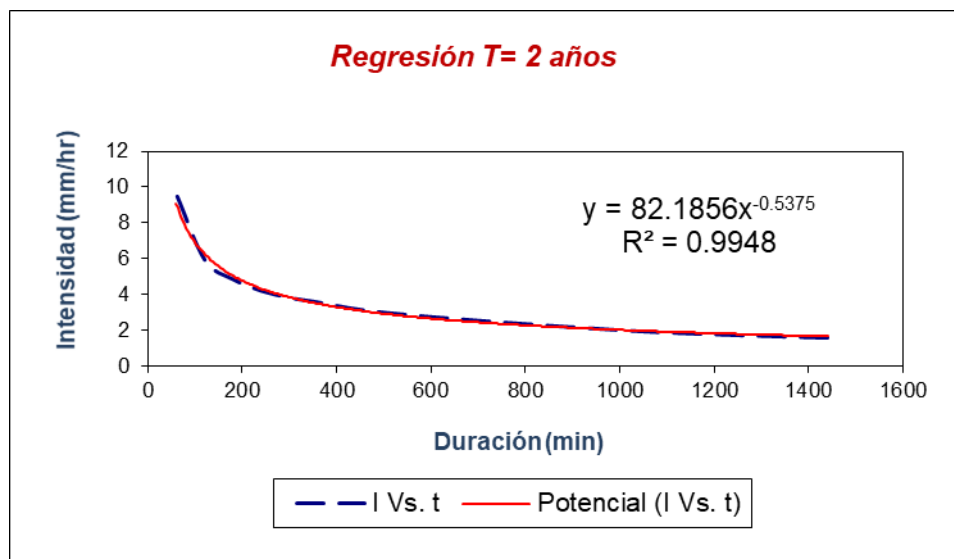
$$I = \frac{d}{t^n} \rightarrow I = d * t^{-n}$$

Se obtiene:

Para determinar los valores: “d” y “n” realizamos una regresión potencial para cada periodo de retorno, a continuación, se muestra el cálculo para cada periodo de retorno.

TABLA N° 67: Regresión potencial - Periodo de retorno T=2 años

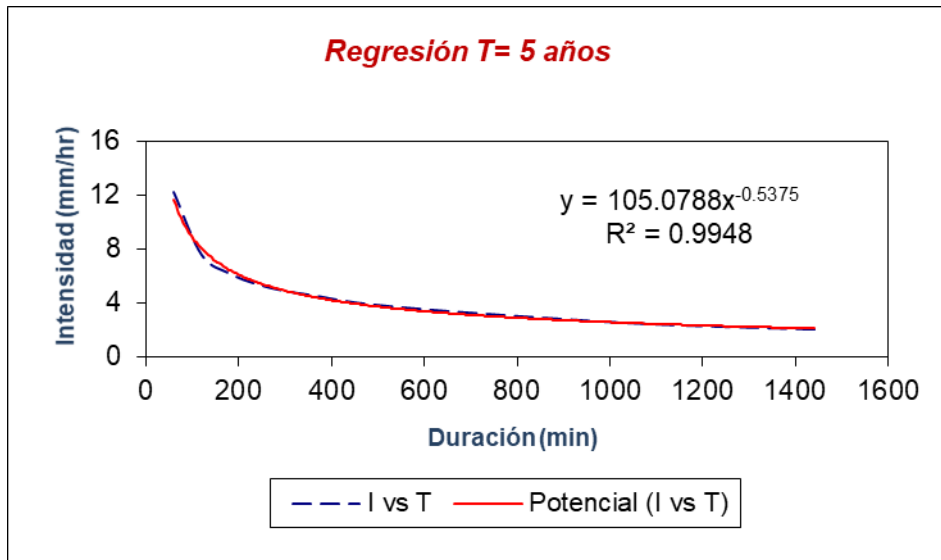
Periodo de retorno para T = 2 años						
Nº	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx)^2
1	1440	1.5949	7.2724	0.4668	3.3946	52.8878
2	1080	1.9138	6.9847	0.6491	4.5338	48.7863
3	720	2.5199	6.5793	0.9242	6.0806	43.2865
4	480	3.0621	6.1738	1.1191	6.9091	38.1156
5	360	3.5725	5.8861	1.2733	7.4945	34.6462
6	300	3.8277	5.7038	1.3423	7.6559	32.5331
7	240	4.2104	5.4806	1.4376	7.8788	30.0374
8	180	4.8484	5.1930	1.5786	8.1978	26.9668
9	120	5.9329	4.7875	1.7805	8.5242	22.9201
10	60	9.5692	4.0943	2.2585	9.2473	16.7637
10	4980	41.0517	58.1555	12.8300	69.9167	346.9435
Ln (d) =	4.4090	d =	82.1856	n =	-0.5375	



FUENTE: Elaboración Propia

TABLA N° 68: Regresión potencial - Periodo de retorno T=5 años

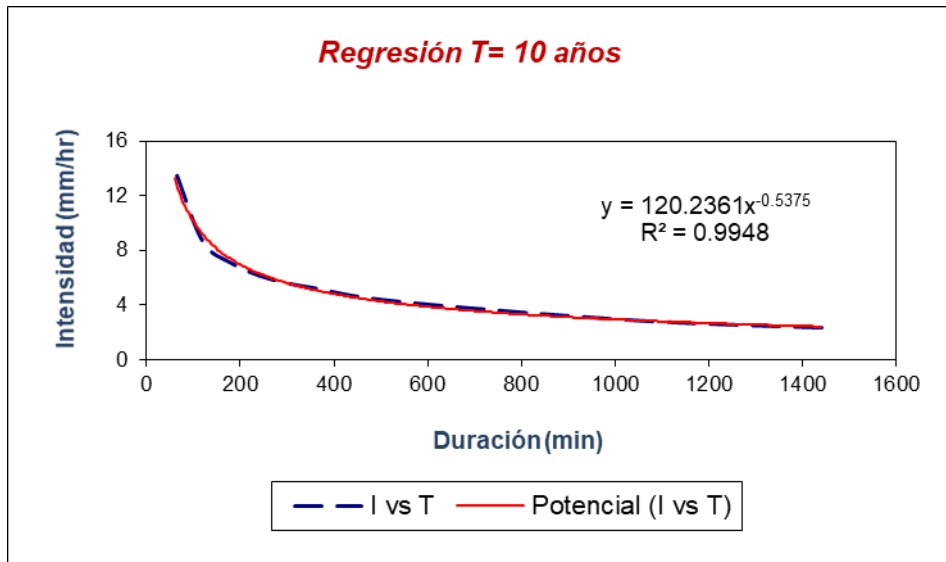
Periodo de retorno para T = 5 años						
Nº	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx)^2
1	1440	2.0391	7.2724	0.7125	5.1817	52.8878
2	1080	2.4469	6.9847	0.8948	6.2502	48.7863
3	720	3.2218	6.5793	1.1699	7.6973	43.2865
4	480	3.9151	6.1738	1.3648	8.4262	38.1156
5	360	4.5676	5.8861	1.5190	8.9409	34.6462
6	300	4.8939	5.7038	1.5880	9.0575	32.5331
7	240	5.3833	5.4806	1.6833	9.2255	30.0374
8	180	6.1989	5.1930	1.8244	9.4739	26.9668
9	120	7.5855	4.7875	2.0262	9.7006	22.9201
10	60	12.2347	4.0943	2.5043	10.2534	16.7637
10	4980	52.4868	58.1555	15.2873	84.2073	346.9435
Ln (d) =	4.6547	d =	105.0788	n =	-0.5375	



FUENTE: Elaboración Propia

TABLA N° 69: Regresión potencial - Periodo de retorno T=10 años

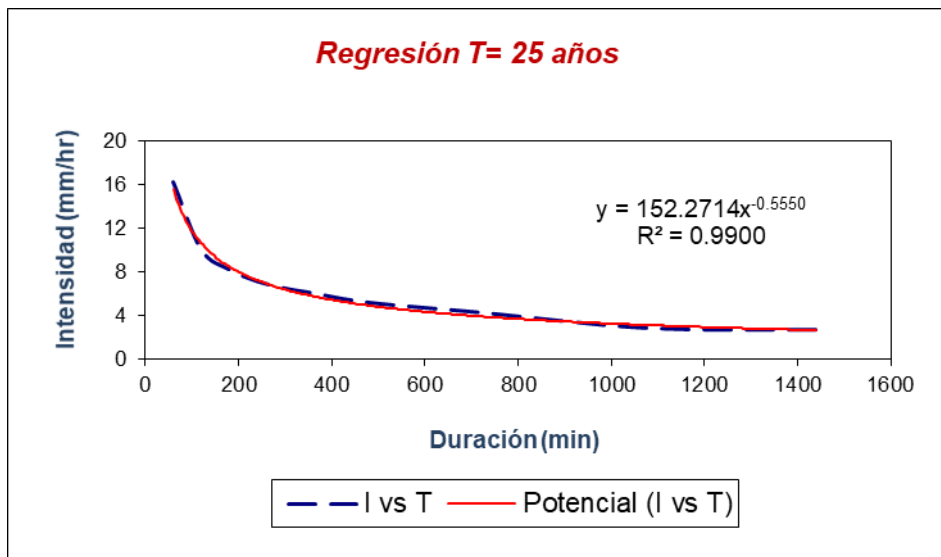
Periodo de retorno para T = 10 años							
Nº	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx)^2	
1	1440	2.3333	7.2724	0.8473	6.1616	52.8878	
2	1080	2.7999	6.9847	1.0296	7.1914	48.7863	
3	720	3.6865	6.5793	1.3047	8.5839	43.2865	
4	480	4.4798	6.1738	1.4996	9.2581	38.1156	
5	360	5.2265	5.8861	1.6537	9.7341	34.6462	
6	300	5.5998	5.7038	1.7227	9.8261	32.5331	
7	240	6.1598	5.4806	1.8180	9.9640	30.0374	
8	180	7.0931	5.1930	1.9591	10.1736	26.9668	
9	120	8.6797	4.7875	2.1610	10.3457	22.9201	
10	60	13.9995	4.0943	2.6390	10.8051	16.7637	
10	4980	60.0579	58.1555	16.6348	92.0436	346.9435	
Ln (d) =	4.7895	d =	120.2361	n =	-0.5375		



FUENTE: Elaboración Propia

TABLA N° 70: Regresión potencial - Periodo de retorno T=25 años

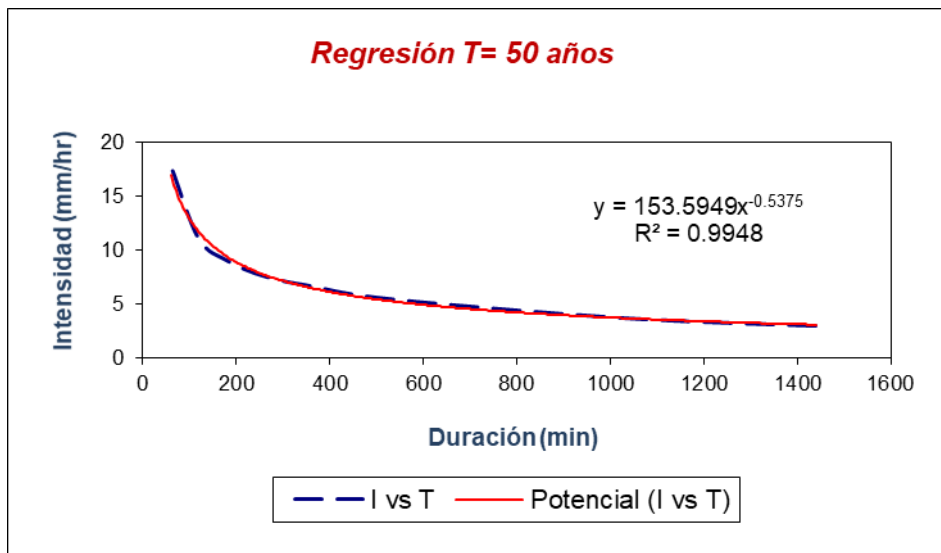
Periodo de retorno para T = 25 años						
N°	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx)^2
1	1440	2.7049	7.2724	0.9951	7.2365	52.8878
2	1080	2.8492	6.9847	1.0470	7.3132	48.7863
3	720	4.2737	6.5793	1.4525	9.5563	43.2865
4	480	5.1934	6.1738	1.6474	10.1706	38.1156
5	360	6.0590	5.8861	1.8015	10.6040	34.6462
6	300	6.4917	5.7038	1.8705	10.6691	32.5331
7	240	7.1409	5.4806	1.9658	10.7741	30.0374
8	180	8.2229	5.1930	2.1069	10.9411	26.9668
9	120	10.0622	4.7875	2.3088	11.0533	22.9201
10	60	16.2294	4.0943	2.7868	11.4102	16.7637
10	4980	69.2272	58.1555	17.9824	99.7284	346.9435
Ln (d) = 5.0257		d = 152.2714		n = -0.5550		



FUENTE: Elaboración Propia

TABLA N° 71: Regresión potencial - Periodo de retorno T=50 años

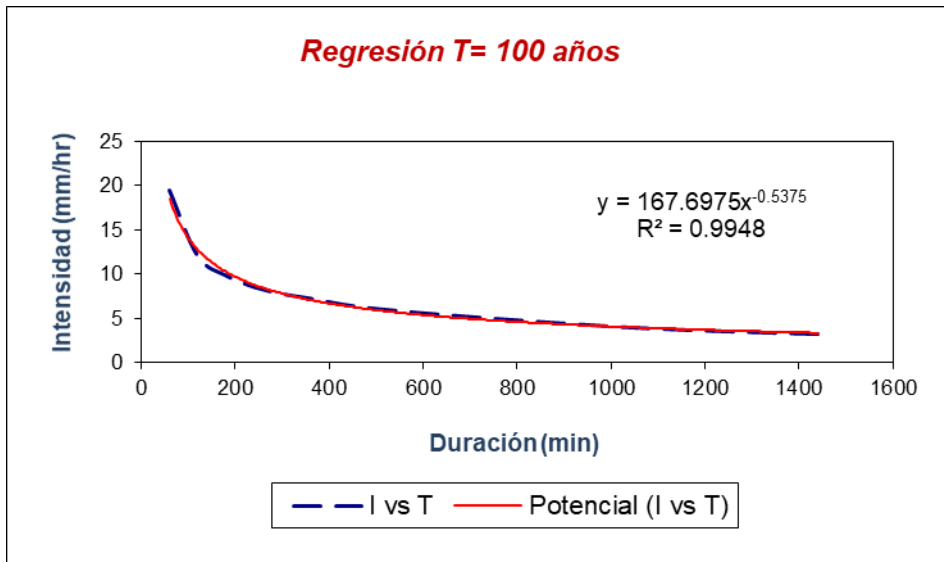
Periodo de retorno para T = 50 años						
Nº	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx)^2
1	1440	2.9806	7.2724	1.0921	7.9424	52.8878
2	1080	3.5767	6.9847	1.2744	8.9016	48.7863
3	720	4.7093	6.5793	1.5495	10.1949	43.2865
4	480	5.7227	6.1738	1.7444	10.7699	38.1156
5	360	6.6765	5.8861	1.8986	11.1754	34.6462
6	300	7.1534	5.7038	1.9676	11.2227	32.5331
7	240	7.8688	5.4806	2.0629	11.3060	30.0374
8	180	9.0610	5.1930	2.2040	11.4452	26.9668
9	120	11.0878	4.7875	2.4058	11.5180	22.9201
10	60	17.8836	4.0943	2.8839	11.8076	16.7637
10	4980	76.7206	58.1555	19.0834	106.2836	346.9435
Ln (d) =	5.0343	d =	153.5949	n =	-0.5375	



FUENTE: Elaboración Propia

TABLA N° 72: Regresión potencial - Periodo de retorno T=100 años

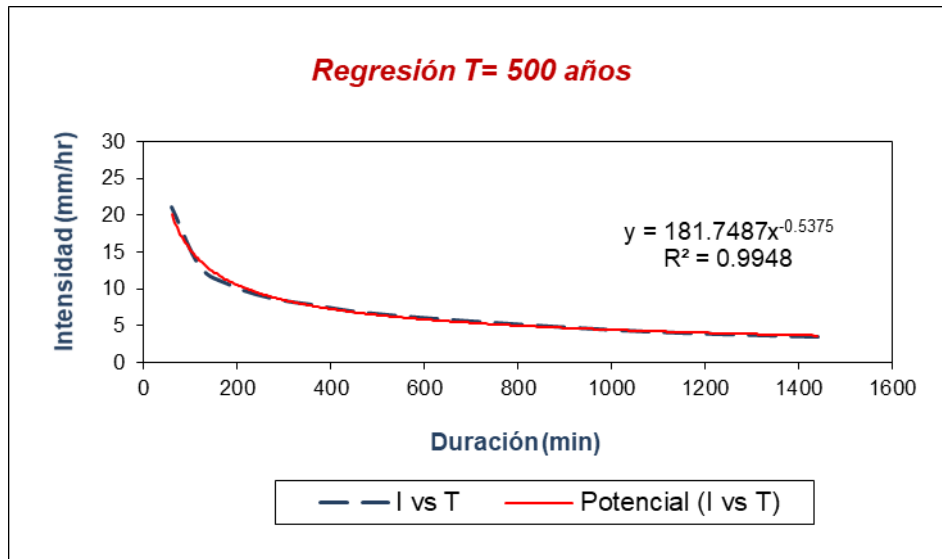
Periodo de retorno para T = 100 años						
Nº	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx)^2
1	1440	3.2543	7.2724	1.1800	8.5812	52.8878
2	1080	3.9051	6.9847	1.3623	9.5152	48.7863
3	720	5.1417	6.5793	1.6374	10.7728	43.2865
4	480	6.2482	6.1738	1.8323	11.3122	38.1156
5	360	7.2896	5.8861	1.9864	11.6924	34.6462
6	300	7.8102	5.7038	2.0554	11.7238	32.5331
7	240	8.5913	5.4806	2.1507	11.7875	30.0374
8	180	9.8930	5.1930	2.2918	11.9013	26.9668
9	120	12.1059	4.7875	2.4937	11.9385	22.9201
10	60	19.5256	4.0943	2.9717	12.1673	16.7637
10	4980	83.7648	58.1555	19.9618	111.3922	346.9435
Ln (d) = 5.1222		d = 167.6975		n = -0.5375		



FUENTE: Elaboración Propia

TABLA N° 73: Regresión potencial - Periodo de retorno T=500 años

Periodo de retorno para T = 500 años						
N°	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx)^2
1	1440	3.5269	7.2724	1.2604	9.1663	52.8878
2	1080	4.2323	6.9847	1.4428	10.0772	48.7863
3	720	5.5726	6.5793	1.7179	11.3022	43.2865
4	480	6.7717	6.1738	1.9128	11.8089	38.1156
5	360	7.9003	5.8861	2.0669	12.1660	34.6462
6	300	8.4647	5.7038	2.1359	12.1827	32.5331
7	240	9.3111	5.4806	2.2312	12.2285	30.0374
8	180	10.7219	5.1930	2.3723	12.3192	26.9668
9	120	13.1202	4.7875	2.5742	12.3237	22.9201
10	60	21.1616	4.0943	3.0522	12.4967	16.7637
10	4980	90.7834	58.1555	20.7664	116.0715	346.9435
Ln (d) =	5.2026	d =	181.7487	n =	-0.5375	



FUENTE: Elaboración Propia



TABLA N° 74: Resumen – Regresión potencial

Resumen de aplicación de regresión potencial		
Periodo de Retorno (años)	Término cte. de regresión (d)	Coef. de regresión [n]
2	82.1856	-0.5375
5	105.0788	-0.5375
10	120.2361	-0.5375
25	152.2714	-0.5550
50	153.5949	-0.5375
100	167.6975	-0.5375
200	181.7487	-0.5375
Promedio	137.5447	-0.5400

FUENTE: Elaboración Propia

En función del cambio de variable realizado, se realiza otra regresión de potencia entre las columnas del periodo de retorno (T) y el término constante de regresión (d), para obtener valores de la ecuación:

$$d = K * T^m$$

TABLA N° 75: Regresión potencial para determinar los parámetros de ajuste

Regresión potencial						
Nº	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx)^2
1	2	82.186	0.693	4.409	3.056	0.480
2	5	105.079	1.609	4.655	7.491	2.590
3	10	120.236	2.303	4.789	11.028	5.302
4	25	152.271	3.219	5.026	16.177	10.361
5	50	153.595	3.912	5.034	19.694	15.304
6	100	167.698	4.605	5.122	23.588	21.208
7	200	181.749	5.298	5.203	27.565	28.072
7	392	962.813	21.640	34.238	108.601	83.317
Ln (K): 4.3718		K: 79.1866		m: 0.1680		

FUENTE: Elaboración Propia

- La ecuación de intensidad válida para la cuenca resulta:

$$I = \frac{79.1866 * T^{0.167992}}{t^{0.54001}}$$

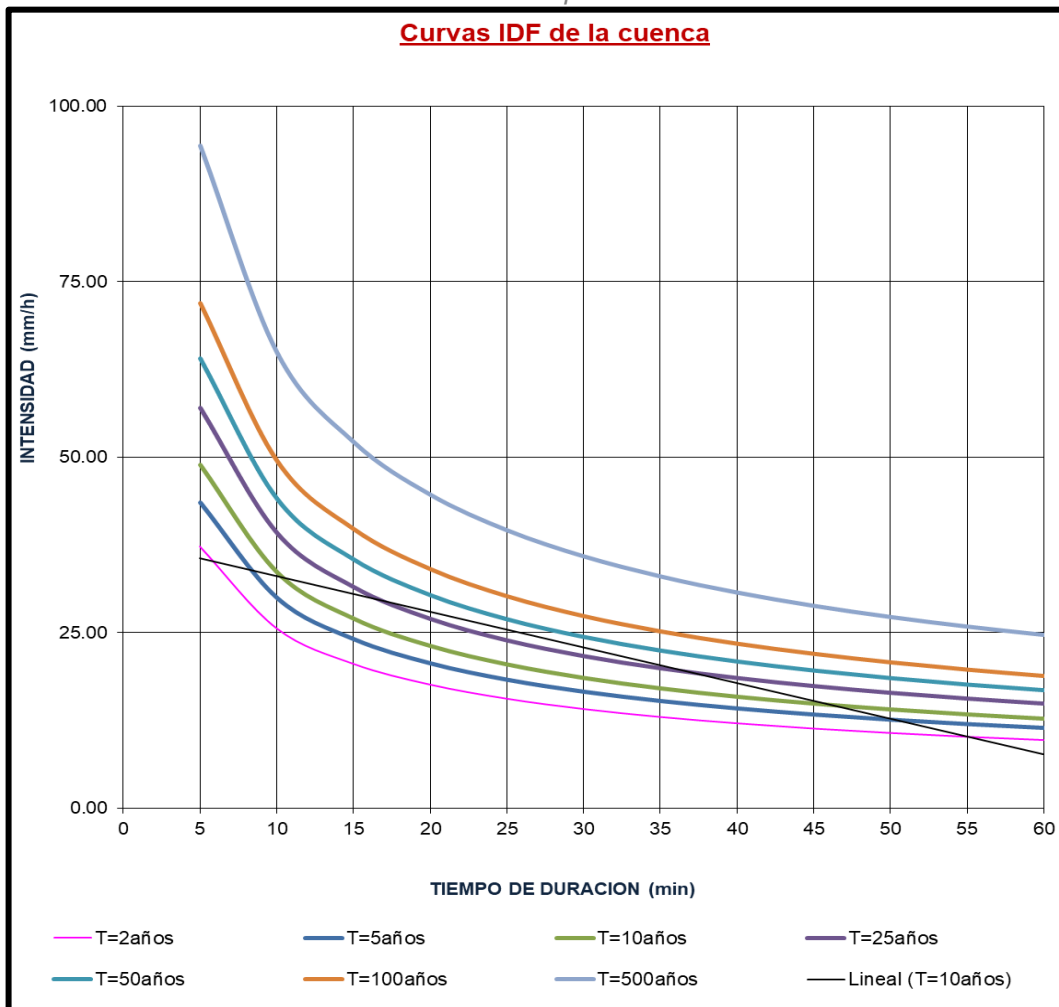
TABLA N° 76: Intensidad Máxima para 25 años (mm/hr)

Frecuencia años	Duración en minutos											
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
2	37.31	25.66	20.61	17.65	15.64	14.18	13.04	12.14	11.39	10.76	10.22	9.75
5	43.51	29.93	24.04	20.58	18.25	16.54	15.21	14.16	13.28	12.55	11.92	11.37
10	48.89	33.62	27.01	23.12	20.50	18.58	17.09	15.90	14.92	14.10	13.39	12.78
25	57.02	39.22	31.51	26.97	23.91	21.67	19.94	18.55	17.41	16.44	15.62	14.90
50	64.06	44.06	35.40	30.30	26.86	24.34	22.40	20.84	19.56	18.48	17.55	16.74
100	71.98	49.50	39.77	34.05	30.18	27.35	25.17	23.42	21.97	20.76	19.72	18.81
500	94.32	64.87	52.11	44.62	39.55	35.84	32.98	30.68	28.79	27.20	25.84	24.65

FUENTE: Elaboración Propia

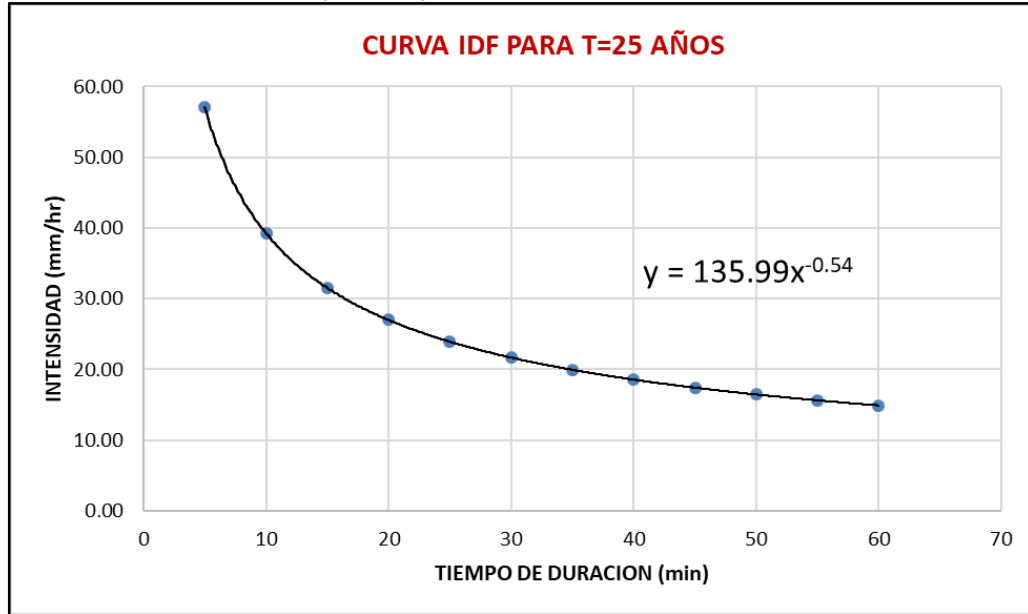
A partir de los datos obtenidos en la Tabla N° 75 se construye la curva IDF que relaciona la intensidad, duración y frecuencia con la que se puede presentar un evento.

FIGURA N° 64: Curvas IDF para la zona de estudio



FUENTE: Elaboración Propia

FIGURA N° 65: Curva IDF para un periodo de retorno de 25 años de la zona de estudio



FUENTE: Elaboración Propia

- Ecuación Obtenida por Gumbel

Se determina la intensidad a partir de esta ecuación para los diferentes tiempos

de concentración:

$$I = 135.99 * x^{-0.54}$$

3.6.4.3.2. MÉTODO LOG PEARSON III

- Se realiza el análisis de los Datos Hidrológicos siguiendo la distribución de probabilidades de Log Pearson Tipo III.

TABLA N° 77: Distribución de Probabilidades – Método Log Pearson Tipo III

Distribución de Probabilidades pluviométricas mediante Metodo Log Pearson Tipo III											
N°	Año	Mes Max.Precip.	Precip. (mm)	Posicion	P mayor a menor	Año	K	K-1	(K-1)^2	(K-1)^3	Probabilidad Empírica
1	1980	OCT	39.00	10	73.30	1985	2.05	1.05	1.11	1.17	2.70
2	1981	ENER	45.00	5	59.00	1990	1.65	0.65	0.43	0.28	5.41
3	1982	ENER	40.00	9	55.20	1991	1.55	0.55	0.30	0.16	8.11
4	1983	DICIEM	33.00	20	47.00	2010	1.32	0.32	0.10	0.03	10.81
5	1984	FEB	27.80	31	45.00	1981	1.26	0.26	0.07	0.02	13.51
6	1985	FEB	73.30	1	44.00	1998	1.23	0.23	0.05	0.01	16.22
7	1986	NOV	27.00	32	42.80	2003	1.20	0.20	0.04	0.01	18.92
8	1987	DICIEM	37.20	14	40.20	1993	1.13	0.13	0.02	0.00	21.62
9	1988	ENER	38.20	12	40.00	1982	1.12	0.12	0.01	0.00	24.32
10	1989	OCT	38.60	11	39.00	1980	1.09	0.09	0.01	0.00	27.03
11	1990	ENER	59.00	2	38.60	1989	1.08	0.08	0.01	0.00	29.73
12	1991	OCT	55.20	3	38.20	1988	1.07	0.07	0.00	0.00	32.43
13	1992	NOV	37.00	15	37.50	1994	1.05	0.05	0.00	0.00	35.14
14	1993	ENER	40.20	8	37.20	1987	1.04	0.04	0.00	0.00	37.84
15	1994	FEB	37.50	13	37.00	1992	1.04	0.04	0.00	0.00	40.54
16	1995	SEP	32.60	21	36.30	2000	1.02	0.02	0.00	0.00	43.24
17	1996	DICIEM	20.70	37	35.70	2006	1.00	0.00	0.00	0.00	45.95
18	1997	DICIEM	29.50	27	35.40	2013	0.99	-0.01	0.00	0.00	48.65
19	1998	ENER	44.00	6	35.00	2015	0.98	-0.02	0.00	0.00	51.35
20	1999	ENER	30.50	24	33.00	1983	0.92	-0.08	0.01	0.00	54.05
21	2000	NOV	36.30	16	32.60	1995	0.91	-0.09	0.01	0.00	56.76
22	2001	DICIEM	28.00	30	32.00	2011	0.90	-0.10	0.01	0.00	59.46
23	2002	MARZ	29.50	28	31.50	2008	0.88	-0.12	0.01	0.00	62.16
24	2003	ENER	42.80	7	30.50	1999	0.85	-0.15	0.02	0.00	64.86
25	2004	ENER	22.90	35	30.50	2014	0.85	-0.15	0.02	0.00	67.57
26	2005	MARZ	25.50	33	30.00	2007	0.84	-0.16	0.03	0.00	70.27
27	2006	ENER	35.70	17	29.50	1997	0.83	-0.17	0.03	-0.01	72.97
28	2007	MARZ	30.00	26	29.50	2002	0.83	-0.17	0.03	-0.01	75.68
29	2008	OCT	31.50	23	28.20	2012	0.79	-0.21	0.04	-0.01	78.38
30	2009	NOV	23.00	34	28.00	2001	0.78	-0.22	0.05	-0.01	81.08
31	2010	ENER	47.00	4	27.80	1984	0.78	-0.22	0.05	-0.01	83.78
32	2011	MARZ	32.00	22	27.00	1986	0.76	-0.24	0.06	-0.01	86.49
33	2012	DICIEM	28.20	29	25.50	2005	0.71	-0.29	0.08	-0.02	89.19
34	2013	FEB	35.40	18	23.00	2009	0.64	-0.36	0.13	-0.05	91.89
35	2014	ENER	30.50	25	22.90	2004	0.64	-0.36	0.13	-0.05	94.59
36	2015	FEB	35.00	19	22.60	2016	0.63	-0.37	0.13	-0.05	97.30
37	2016	FEB	22.60	36	20.70	1996	0.58	-0.42	0.18	-0.07	100.00
Total			1321.20						3.16	1.37	

FUENTE: Elaboración Propia

- Se realizó el cálculo de las variables probabilísticas: Cálculo de la Media Aritmética, Desviación Estándar (S), Coeficiente de Variación (Cv), Mediana y el Coeficiente de Asimetría (Cs).

TABLA N° 78: Resultado de las variables probabilísticas

Media (X):	35.7081
S:	10.5855
Cv:	0.2964
Mediana	35.0000
Cs:	0.2007

FUENTE: Elaboración Propia

- Se ubica el valor del coeficiente de asimetría en la tabla de coeficientes de Foster-Rybkin, se procede a interpolar para tomar los valores exactos de las probabilidades del coeficiente de asimetría; luego se calcula el caudal para la probabilidad respectiva y se calcula el caudal para un periodo de retorno de 25 años.

TABLA N° 79: Tabla de Coeficientes de Foster - Rybkin

COEFICIENTES DE FOSTER - RYBKIN T																					
TABLA DE PROBABILIDADES EN PORCENTAJES																					
Cs	0.0	0.1	0.5	1.0	3.0	5.0	10.0	20.0	25.0	30.0	40.0	50.0	60.0	70.0	75.0	80.0	90.0	95.0	97.0	99.0	99.9
0.00	3.720	3.090	2.570	2.330	1.880	1.640	1.280	0.840	0.670	0.520	0.250	0.000	-0.250	-0.520	-0.670	-0.840	-1.280	-1.640	-1.880	-2.330	-3.090
0.10	3.940	3.230	2.680	2.400	1.920	1.670	1.290	0.840	0.660	0.510	0.240	-0.020	-0.270	-0.530	-0.680	-0.850	-1.270	-1.610	-1.840	-2.250	-2.950
0.20	4.160	3.330	2.780	2.470	1.960	1.700	1.300	0.830	0.650	0.500	0.220	-0.030	-0.280	-0.550	-0.690	-0.850	-1.260	-1.580	-1.790	-2.180	-2.810
0.30	4.380	3.520	2.890	2.540	2.000	1.720	1.310	0.820	0.640	0.480	0.200	-0.050	-0.300	-0.560	-0.700	-0.850	-1.240	-1.550	-1.750	-2.100	-2.670
0.40	4.610	3.660	2.980	2.610	2.040	1.750	1.320	0.820	0.630	0.470	0.190	-0.070	-0.310	-0.570	-0.710	-0.850	-1.230	-1.520	-1.700	-2.030	-2.540
0.50	4.830	3.810	3.080	2.680	2.080	1.770	1.320	0.810	0.620	0.460	0.170	-0.080	-0.330	-0.580	-0.710	-0.850	-1.220	-1.490	-1.660	-1.960	-2.400
0.60	5.050	3.960	3.170	2.750	2.120	1.800	1.330	0.800	0.610	0.440	0.160	-0.100	-0.340	-0.590	-0.720	-0.850	-1.200	-1.450	-1.610	-1.880	-2.270
0.70	5.280	4.100	3.270	2.820	2.150	1.820	1.330	0.790	0.590	0.430	0.140	-0.120	-0.360	-0.600	-0.720	-0.850	-1.180	-1.420	-1.570	-1.810	-2.140
0.80	5.500	4.240	3.360	2.890	2.180	1.840	1.340	0.780	0.580	0.410	0.120	-0.130	-0.370	-0.600	-0.730	-0.850	-1.170	-1.380	-1.520	-1.740	-2.020
0.90	5.730	4.380	3.450	2.960	2.220	1.860	1.340	0.770	0.570	0.400	0.110	-0.150	-0.380	-0.610	-0.730	-0.850	-1.150	-1.350	-1.470	-1.660	-1.900
1.00	5.960	4.530	3.530	3.020	2.250	1.880	1.340	0.760	0.550	0.380	0.090	-0.160	-0.390	-0.620	-0.730	-0.850	-1.130	-1.320	-1.420	-1.590	-1.790
1.10	6.180	4.670	3.610	3.090	2.280	1.890	1.340	0.740	0.540	0.360	0.070	-0.180	-0.410	-0.620	-0.740	-0.850	-1.100	-1.280	-1.380	-1.520	-1.680
1.20	6.410	4.810	3.700	3.150	2.310	1.910	1.340	0.730	0.520	0.350	0.050	-0.190	-0.420	-0.630	-0.740	-0.840	-1.080	-1.240	-1.330	-1.450	-1.580
1.30	6.640	4.950	3.780	3.210	2.340	1.920	1.340	0.720	0.510	0.330	0.040	-0.210	-0.430	-0.630	-0.740	-0.840	-1.060	-1.200	-1.280	-1.380	-1.480
1.40	6.870	5.090	3.860	3.270	2.370	1.940	1.340	0.710	0.490	0.310	0.020	-0.220	-0.440	-0.640	-0.730	-0.830	-1.040	-1.170	-1.230	-1.320	-1.390
1.50	7.090	5.230	3.930	3.330	2.390	1.950	1.330	0.690	0.470	0.300	0.000	-0.240	-0.450	-0.640	-0.730	-0.820	-1.020	-1.130	-1.190	-1.260	-1.310
1.60	7.310	5.370	4.020	3.390	2.420	1.960	1.330	0.680	0.460	0.280	-0.020	-0.250	-0.460	-0.640	-0.730	-0.810	-0.990	-1.100	-1.140	-1.200	-1.240
1.70	7.540	5.500	4.100	3.440	2.440	1.970	1.320	0.660	0.440	0.260	-0.030	-0.270	-0.470	-0.640	-0.720	-0.810	-0.970	-1.060	-1.100	-1.140	-1.170
1.80	7.760	5.640	4.170	3.500	2.460	1.980	1.320	0.640	0.420	0.240	-0.050	-0.280	-0.480	-0.640	-0.720	-0.800	-0.940	-1.020	-1.060	-1.090	-1.110
1.90	7.980	5.770	4.240	3.550	2.490	1.990	1.310	0.630	0.400	0.220	-0.070	-0.290	-0.480	-0.640	-0.720	-0.790	-0.920	-0.980	-1.010	-1.040	-1.050
2.00	8.210	5.910	4.300	3.600	2.510	2.000	1.300	0.610	0.390	0.200	-0.080	-0.310	-0.490	-0.640	-0.710	-0.780	-0.900	-0.950	-0.970	-0.990	-1.000
2.10	0.000	6.040	4.360	3.650	2.530	2.010	1.290	0.590	0.370	0.180	-0.100	-0.320	-0.500	-0.640	-0.700	-0.760	-0.867	-0.914	-0.930	-0.945	-0.952
2.20	0.000	6.140	4.420	3.680	2.540	2.020	1.270	0.570	0.350	0.160	-0.120	-0.330	-0.500	-0.640	-0.690	-0.750	-0.842	-0.882	-0.895	-0.905	-0.909
2.30	0.000	6.260	4.460	3.730	2.570	2.010	1.260	0.550	0.320	0.140	-0.130	-0.340	-0.500	-0.630	-0.680	-0.740	-0.816	-0.850	-0.859	-0.867	-0.870
2.40	0.000	6.370	4.510	3.780	2.600	2.000	1.250	0.520	0.290	0.120	-0.140	-0.350	-0.510	-0.620	-0.670	-0.720	-0.792	-0.820	-0.827	-0.832	-0.833
2.50	0.000	6.500	4.550	3.820	2.620	2.000	1.230	0.500	0.270	0.100	-0.160	-0.360	-0.510	-0.620	-0.660	-0.710	-0.768	-0.790	-0.795	-0.799	-0.800
2.60	0.000	6.540	4.600	3.880	2.630	2.000	1.210	0.480	0.250	0.085	-0.170	-0.370	-0.510	-0.610	-0.660	-0.700	-0.746	-0.746	-0.766	-0.769	-0.769
2.70	0.000	6.730	4.640	3.920	2.640	2.000	1.190	0.460	0.240	0.070	-0.180	-0.380	-0.510	-0.610	-0.650	-0.680	-0.724	-0.724	-0.739	-0.740	-0.741
2.80	0.000	6.860	4.680	3.960	2.650	2.000	1.180	0.440	0.220	0.057	-0.200	-0.390	-0.510	-0.600	-0.640	-0.670	-0.708	-0.708	-0.711	-0.714	-0.714
2.90	0.000	7.000	4.720	4.010	2.660	1.990	1.150	0.410	0.200	0.041	-0.210	-0.390	-0.510	-0.600	-0.630	-0.650	-0.681	-0.681	-0.689	-0.690	-0.690
3.00	0.000	7.100	4.750	4.050	2.660	1.970	1.130	0.390	0.190	0.027	-0.220	-0.400	-0.510	-0.590	-0.620	-0.640	-0.661	-0.661	-0.667	-0.667	-0.667
3.10	0.000	7.230	4.780	4.090	2.660	1.970	1.110	0.370	0.170	0.010	-0.230	-0.400	-0.510	-0.580	-0.600	-0.620	-0.641	-0.641	-0.645	-0.645	-0.645
3.20	0.000	7.350	4.820	4.110	2.660	1.960	1.090	0.350	0.150	0.006	-0.250	-0.410	-0.510	-0.570	-0.590	-0.610	-0.622	-0.622	-0.625	-0.625	-0.625

FUENTE: <https://es.scribd.com/document/352329882/TABLA-COEFICIENTES-FOSTER-RYBKIN-pdf>

TABLA N° 80: Interpolación del coeficiente de asimetría

INTERPOLACION		0.2007																				
	Cs	0.0	0.1	0.5	1.0	3.0	5.0	10.0	20.0	25.0	30.0	40.0	50.0	60.0	70.0	75.0	80.0	90.0	95.0	97.0	99.0	99.9
Lim. Inf.	0.2	4.16	3.33	2.78	2.47	1.96	1.70	1.30	0.83	0.65	0.50	0.22	-0.03	-0.28	-0.55	-0.69	-0.85	-1.26	-1.58	-1.79	-2.18	-2.81
Lim. Sup.	0.3	4.38	3.52	2.89	2.54	2.00	1.72	1.31	0.82	0.64	0.48	0.20	-0.05	-0.30	-0.56	-0.70	-0.85	-1.24	-1.55	-1.75	-2.10	-2.67
Valor	0.2007	4.16	3.33	2.78	2.47	1.96	1.70	1.30	0.83	0.65	0.50	0.22	-0.03	-0.28	-0.55	-0.69	-0.85	-1.26	-1.58	-1.79	-2.18	-2.81

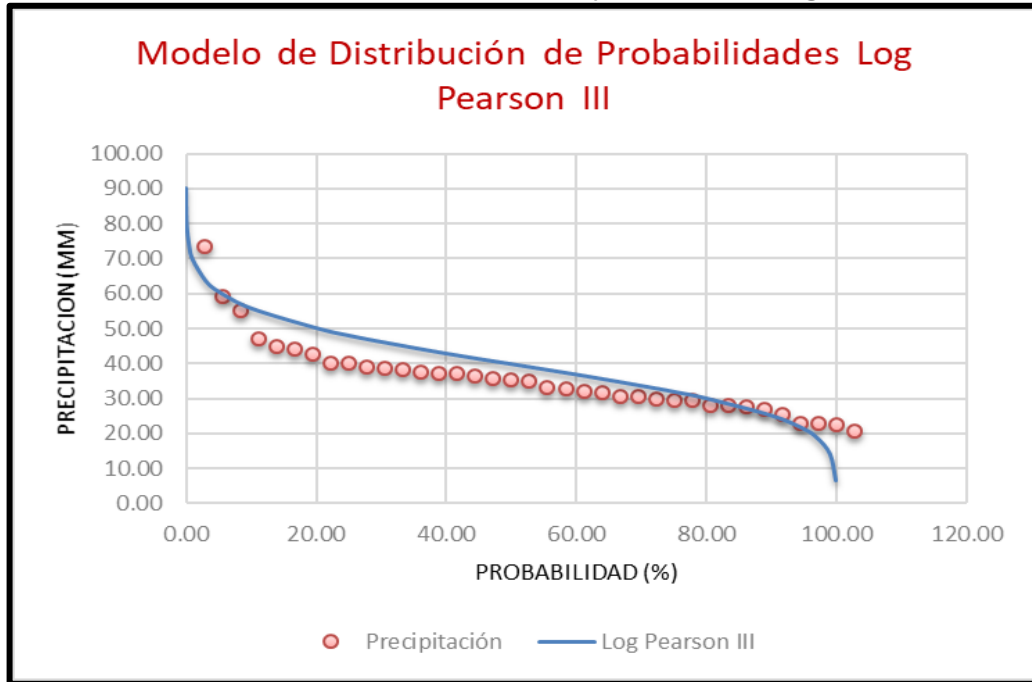
FUENTE: Elaboración Propia

TABLA N° 81: Determinación de la Precipitación en función al Coeficiente de asimetría

COEF. DE ASIMETRIA Cs = 0.2007			Probabilidad	TR	Precipitación
			%	años	mm
0.01	4.16	79.76	0.01	10000.00	90.13
0.10	3.33	70.97	0.10	1000.00	80.20
0.50	2.78	65.14	0.50	200.00	73.61
1.00	2.47	61.86	1.00	100.00	69.90
3.00	1.96	56.46	3.00	33.33	63.80
5.00	1.70	53.70	5.00	20.00	60.69
10.00	1.30	49.47	10.00	10.00	55.90
20.00	0.83	44.49	20.00	5.00	50.28
25.00	0.65	42.59	25.00	4.00	48.12
30.00	0.50	41.00	30.00	3.33	46.33
40.00	0.22	38.04	40.00	2.50	42.98
50.00	-0.03	35.39	50.00	2.00	39.99
60.00	-0.28	32.74	60.00	1.67	37.00
70.00	-0.55	29.89	70.00	1.43	33.77
75.00	-0.69	28.40	75.00	1.33	32.10
80.00	-0.85	26.71	80.00	1.25	30.18
90.00	-1.26	22.37	90.00	1.11	25.28
95.00	-1.58	18.99	95.00	1.05	21.45
97.00	-1.79	16.76	97.00	1.03	18.94
99.00	-2.18	12.64	99.00	1.01	14.28
99.90	-2.81	5.97	99.90	1.00	6.75

FUENTE: Elaboración Propia

FIGURA N° 66: Modelo de distribución de probabilidades Log Pearson III



FUENTE: Elaboración Propia

- Precipitaciones máximas para diferentes tiempos de duración de lluvias

TABLA N° 82: Precipitación máxima por tiempo de duración – Método Pearson III

Tiempo de duración	Cociente	Precipitación máxima Pd(mm) por tiempo de duración									
		2 años	2.50 años	3.33 años	4 años	5 años	10 años	20 años	33.33 años	100 años	200 años
24 hr	X24	39.99	42.98	46.33	48.12	50.28	55.90	60.69	63.80	69.90	73.61
18 hr	X18 = 90%	35.99	38.68	41.70	43.31	45.25	50.31	54.62	57.42	62.91	66.25
12 hr	X12 = 79%	31.59	33.95	36.60	38.02	39.72	44.16	47.94	50.40	55.22	58.15
8 hr	X8 = 64%	25.59	27.51	29.65	30.80	32.18	35.78	38.84	40.83	44.74	47.11
6 hr	X6 = 56%	22.39	24.07	25.94	26.95	28.16	31.30	33.98	35.73	39.14	41.22
5 hr	X5 = 50%	19.99	21.49	23.16	24.06	25.14	27.95	30.34	31.90	34.95	36.81
4 hr	X4 = 44%	17.60	18.91	20.38	21.17	22.12	24.60	26.70	28.07	30.76	32.39
3 hr	X3 = 38%	15.20	16.33	17.61	18.29	19.11	21.24	23.06	24.24	26.56	27.97
2 hr	X2 = 31%	12.40	13.32	14.36	14.92	15.59	17.33	18.81	19.78	21.67	22.82
1 hr	X1 = 25%	10.00	10.75	11.58	12.03	12.57	13.98	15.17	15.95	17.48	18.40

FUENTE: Elaboración Propia

- Intensidades de lluvia a partir de Pd, según la Duración de precipitación y Frecuencia de la misma.

TABLA N° 83: Intensidades a partir del Pd, Según Duración y Periodo de Retorno – Método Pearson III.

Tiempo de duración		Intensidad de la lluvia (mm/hr) según el Periodo de Retorno									
Hr	min	2 años	2.50 años	3.33 años	4 años	5 años	10 años	20 años	33.33 años	100 años	200 años
24 hr	1440	1.67	1.79	1.93	2.01	2.09	2.33	2.53	2.66	2.91	3.07
18 hr	1080	2.00	2.15	2.32	2.41	2.51	2.80	3.03	3.19	3.50	3.68
12 hr	720	2.63	2.83	3.05	3.17	3.31	3.68	4.00	4.20	4.60	4.85
8 hr	480	3.20	3.44	3.71	3.85	4.02	4.47	4.85	5.10	5.59	5.89
6 hr	360	3.73	4.01	4.32	4.49	4.69	5.22	5.66	5.95	6.52	6.87
5 hr	300	4.00	4.30	4.63	4.81	5.03	5.59	6.07	6.38	6.99	7.36
4 hr	240	4.40	4.73	5.10	5.29	5.53	6.15	6.68	7.02	7.69	8.10
3 hr	180	5.07	5.44	5.87	6.10	6.37	7.08	7.69	8.08	8.85	9.32
2 hr	120	6.20	6.66	7.18	7.46	7.79	8.66	9.41	9.89	10.83	11.41
1 hr	60	10.00	10.75	11.58	12.03	12.57	13.98	15.17	15.95	17.48	18.40

FUENTE: Elaboración Propia.

Representación matemática de las curvas de Intensidad-Duración-Periodo de

retorno:
$$I = \frac{K * T^m}{t^n}$$

$$d = K * T^m$$

Realizando un cambio de variable:

$$I = \frac{d}{t^n} \rightarrow I = d * t^{-n}$$

Se obtiene:

Para determinar los valores: “d” y “n” realizamos una regresión potencial para cada periodo de retorno, a continuación, se muestra el cálculo para cada periodo de retorno.

TABLA N° 84: Regresión Potencial - Periodo de Retorno de 2 años.

Periodo de retorno para T = 2 años						
Nº	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx)^2
1	1440	1.6662	7.2724	0.5106	3.7131	52.8878
2	1080	1.9995	6.9847	0.6929	4.8396	48.7863
3	720	2.6327	6.5793	0.9680	6.3687	43.2865
4	480	3.1992	6.1738	1.1629	7.1795	38.1156
5	360	3.7324	5.8861	1.3170	7.7523	34.6462
6	300	3.9990	5.7038	1.3860	7.9056	32.5331
7	240	4.3989	5.4806	1.4813	8.1187	30.0374
8	180	5.0654	5.1930	1.6224	8.4252	26.9668
9	120	6.1984	4.7875	1.8243	8.7338	22.9201
10	60	9.9974	4.0943	2.3023	9.4265	16.7637
10	4980	42.8889	58.1555	13.2678	72.4629	346.9435
Ln (d) = 4.4528		d = 85.8638		n = -0.5375		

FUENTE: Elaboración Propia.

TABLA N° 85: Regresión Potencial - Periodo de Retorno de 5 años.

Periodo de retorno para T = 5 años						
N°	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx)^2
1	1440	2.0949	7.2724	0.7395	5.3780	52.8878
2	1080	2.5139	6.9847	0.9218	6.4387	48.7863
3	720	3.3099	6.5793	1.1969	7.8749	43.2865
4	480	4.0222	6.1738	1.3918	8.5929	38.1156
5	360	4.6926	5.8861	1.5460	9.0998	34.6462
6	300	5.0277	5.7038	1.6150	9.2114	32.5331
7	240	5.5305	5.4806	1.7103	9.3734	30.0374
8	180	6.3685	5.1930	1.8514	9.6140	26.9668
9	120	7.7930	4.7875	2.0532	9.8298	22.9201
10	60	12.5694	4.0943	2.5313	10.3639	16.7637
10	4980	53.9226	58.1555	15.5572	85.7768	346.9435
Ln (d) = 4.6817		d = 107.9532		n = -0.5375		

FUENTE: Elaboración Propia.

TABLA N° 86: Regresión Potencial - Periodo de Retorno de 10 años.

Periodo de retorno para T = 10 años						
N°	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx)^2
1	1440	2.3292	7.2724	0.8455	6.1490	52.8878
2	1080	2.7951	6.9847	1.0279	7.1792	48.7863
3	720	3.6802	6.5793	1.3030	8.5725	43.2865
4	480	4.4721	6.1738	1.4979	9.2474	38.1156
5	360	5.2174	5.8861	1.6520	9.7239	34.6462
6	300	5.5901	5.7038	1.7210	9.8162	32.5331
7	240	6.1491	5.4806	1.8163	9.9545	30.0374
8	180	7.0808	5.1930	1.9574	10.1646	26.9668
9	120	8.6647	4.7875	2.1593	10.3374	22.9201
10	60	13.9753	4.0943	2.6373	10.7980	16.7637
10	4980	59.9539	58.1555	16.6174	91.9428	346.9435
Ln (d) = 4.7877		d = 120.0279		n = -0.5375		

FUENTE: Elaboración Propia

TABLA N° 87: Regresión Potencial - Periodo de Retorno de 20 años.

Periodo de retorno para T = 20 años						
Nº	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx)^2
1	1440	2.5286	7.2724	0.9277	6.7464	52.8878
2	1080	3.0343	6.9847	1.1100	7.7530	48.7863
3	720	3.9952	6.5793	1.3851	9.1129	43.2865
4	480	4.8549	6.1738	1.5800	9.7545	38.1156
5	360	5.6641	5.8861	1.7341	10.2073	34.6462
6	300	6.0687	5.7038	1.8031	10.2847	32.5331
7	240	6.6755	5.4806	1.8984	10.4047	30.0374
8	180	7.6870	5.1930	2.0395	10.5912	26.9668
9	120	9.4064	4.7875	2.2414	10.7306	22.9201
10	60	15.1716	4.0943	2.7194	11.1343	16.7637
10	4980	65.0863	58.1555	17.4388	96.7196	346.9435
Ln (d) =	4.8699	d =	130.3030	n =	-0.5375	

FUENTE: Elaboración Propia

TABLA N° 88: Regresión Potencial - Periodo de Retorno de 33 años.

Periodo de retorno para T = 33.33 años						
Nº	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx)^2
1	1440	2.9125	7.2724	1.0690	7.7744	52.8878
2	1080	3.4951	6.9847	1.2513	8.7403	48.7863
3	720	4.6018	6.5793	1.5265	10.0429	43.2865
4	480	5.5921	6.1738	1.7214	10.6273	38.1156
5	360	6.5241	5.8861	1.8755	11.0394	34.6462
6	300	6.9901	5.7038	1.9445	11.0910	32.5331
7	240	7.6891	5.4806	2.0398	11.1794	30.0374
8	180	8.8541	5.1930	2.1809	11.3252	26.9668
9	120	10.8347	4.7875	2.3828	11.4074	22.9201
10	60	17.4753	4.0943	2.8608	11.7130	16.7637
10	4980	74.9688	58.1555	18.8524	104.9403	346.9435
Ln (d) =	5.0112	d =	150.0879	n =	-0.5375	

FUENTE: Elaboración Propia

TABLA N° 89: Regresión Potencial - Periodo de Retorno de 100 años.

Periodo de retorno para T = 100.00 años						
Nº	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx)^2
1	1440	2.9125	7.2724	1.0690	7.7744	52.8878
2	1080	3.4951	6.9847	1.2513	8.7403	48.7863
3	720	4.6018	6.5793	1.5265	10.0429	43.2865
4	480	5.5921	6.1738	1.7214	10.6273	38.1156
5	360	6.5241	5.8861	1.8755	11.0394	34.6462
6	300	6.9901	5.7038	1.9445	11.0910	32.5331
7	240	7.6891	5.4806	2.0398	11.1794	30.0374
8	180	8.8541	5.1930	2.1809	11.3252	26.9668
9	120	10.8347	4.7875	2.3828	11.4074	22.9201
10	60	17.4753	4.0943	2.8608	11.7130	16.7637
10	4980	74.9688	58.1555	18.8524	104.9403	346.9435
Ln (d) =	5.0112	d =	150.0879	n =	-0.5375	

FUENTE: Elaboración Propia

TABLA N° 90: Regresión Potencial - Periodo de Retorno de 200 años.

Periodo de retorno para T = 200.00 años						
Nº	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx)^2
1	1440	3.0672	7.2724	1.1208	8.1506	52.8878
2	1080	3.6806	6.9847	1.3031	9.1017	48.7863
3	720	4.8461	6.5793	1.5782	10.3833	43.2865
4	480	5.8890	6.1738	1.7731	10.9466	38.1156
5	360	6.8705	5.8861	1.9272	11.3439	34.6462
6	300	7.3612	5.7038	1.9962	11.3861	32.5331
7	240	8.0974	5.4806	2.0915	11.4630	30.0374
8	180	9.3242	5.1930	2.2326	11.5939	26.9668
9	120	11.4099	4.7875	2.4345	11.6551	22.9201
10	60	18.4031	4.0943	2.9125	11.9249	16.7637
10	4980	78.9493	58.1555	19.3697	107.9489	346.9435
Ln (d) =	5.0630	d =	158.0568	n =	-0.5375	

FUENTE: Elaboración Propia

TABLA N° 91: Resumen – Regresión potencial

Resumen de aplicación de regresión potencial		
Periodo de Retorno (años)	Término cte. de regresión (d)	Coef. de regresión [n]
2	85.8638	-0.5375
5	107.9532	-0.5375
10	120.0279	-0.5375
20	130.3030	-0.5375
33	150.0879	-0.5375
100	150.0879	-0.5375
200	158.0568	-0.5375
Promedio	111.0370	-0.5375

FUENTE: Elaboración Propia

En función del cambio de variable realizado, se realiza otra regresión de potencia entre las columnas del periodo de retorno (T) y el término constante de regresión (d), para obtener valores de la ecuación:

$$d = K * T^m$$

TABLA N° 92: Regresión potencial para determinar los parámetros de ajuste

Regresión potencial						
Nº	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx)^2
1	2	85.864	0.693	4.453	3.086	0.480
2	5	107.953	1.609	4.682	7.535	2.590
3	10	120.028	2.303	4.788	11.024	5.302
4	20	130.303	2.996	4.870	14.589	8.974
5	33	150.088	3.506	5.011	17.572	12.295
6	100	150.088	4.605	5.011	23.078	21.208
7	200	158.057	5.298	5.063	26.825	28.072
7	370	902.380	21.011	33.877	103.709	78.922
Ln (K): 4.4566		K: 86.1908		m: 0.1276		

FUENTE: Elaboración Propia

- La ecuación de intensidad válida para la cuenca resulta:

$$I = \frac{86.1908 * T^{0.127625}}{0.53752 t}$$

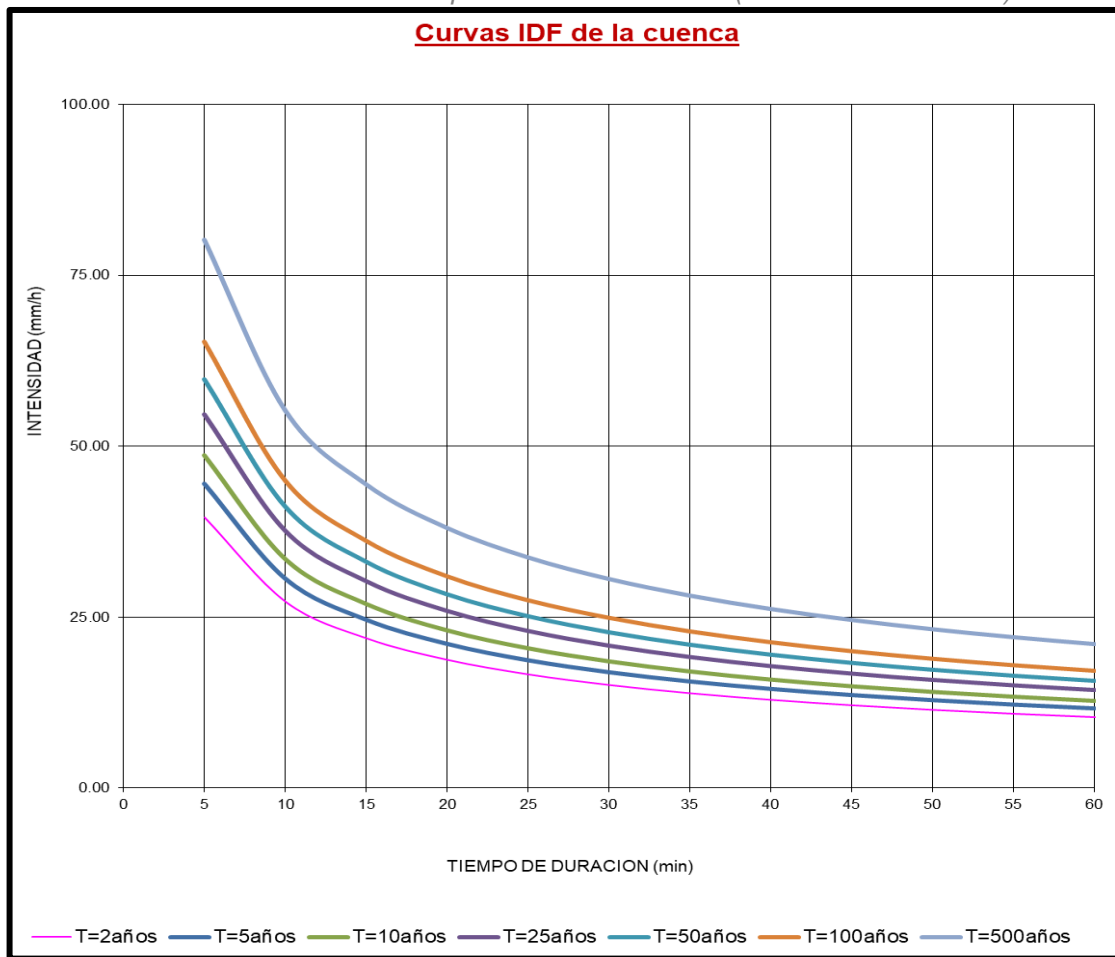
TABLA N° 93: Intensidad Máxima para 25 años (mm/hr)

Tabla de intensidades - Tiempo de duración(mm/hr)												
Frecuencia años	Duración en minutos											
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
2	39.64	27.31	21.96	18.82	16.69	15.13	13.93	12.96	12.17	11.50	10.92	10.43
5	44.56	30.70	24.69	21.15	18.76	17.01	15.66	14.57	13.68	12.93	12.28	11.72
10	48.68	33.54	26.97	23.11	20.50	18.58	17.10	15.92	14.94	14.12	13.42	12.80
25	54.72	37.70	30.32	25.97	23.04	20.89	19.23	17.89	16.80	15.87	15.08	14.39
50	59.78	41.19	33.12	28.38	25.17	22.82	21.00	19.55	18.35	17.34	16.47	15.72
100	65.31	45.00	36.19	31.00	27.50	24.93	22.95	21.36	20.05	18.94	18.00	17.18
500	80.21	55.26	44.44	38.07	33.77	30.61	28.18	26.23	24.62	23.26	22.10	21.09

FUENTE: Elaboración Propia

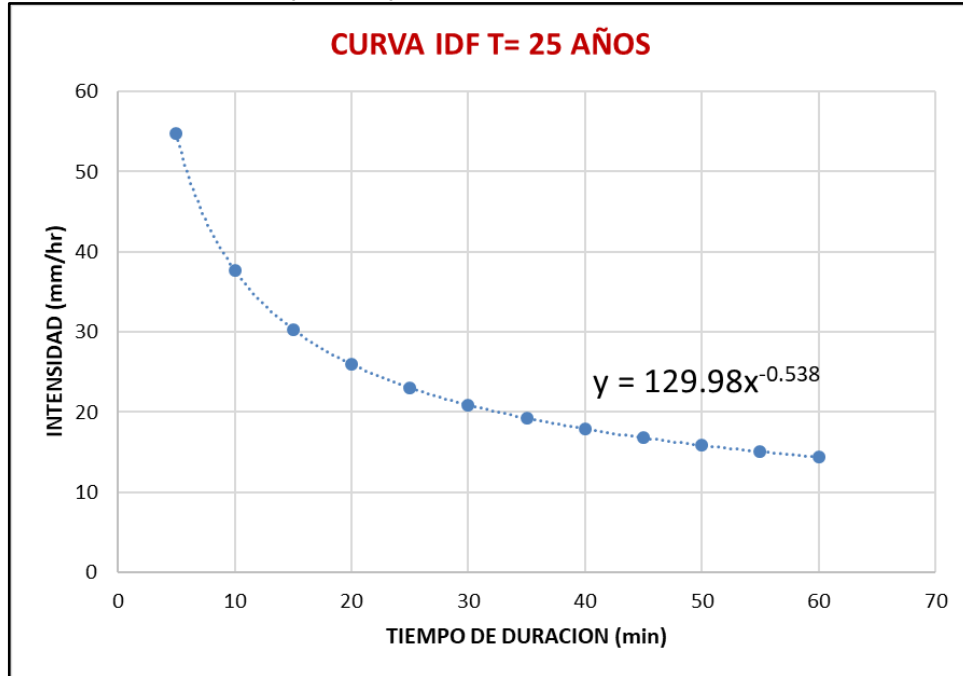
A partir de los datos obtenidos en la Tabla N° 92 se construye la curva IDF que relaciona la intensidad, duración y frecuencia con la que se puede presentar un evento.

FIGURA N° 67: Curvas IDF para la zona de estudio (Intensidad – Duración)



FUENTE: Elaboración Propia

FIGURA N° 68: Curva IDF para un periodo de retorno de 25 años de la zona de estudio



FUENTE: Elaboración Propia

- Ecuación Obtenida por el Método Log Pearson III

Se determina la intensidad a partir de esta ecuación para los diferentes tiempos

de concentración: $I = 129.98 * x^{-0.538}$

3.6.4.3.3. MÉTODO ILLA

Para la aplicación de esta metodología se hace uso de las constantes definidas en el “Estudio de la Higrología del Perú” realizado por el convenio ILLA - SENAMHI - UNI (PLANO n.2-c)

- Se establecen los parámetros de la zona de estudio, de la siguiente

ecuación: $i_{t,T} = a(1 + K \log T)(t + b)^{n-1}$

La región a la que pertenece la ciudad del Cusco es la: 123₅

FIGURA N° 69: Zona de estudio – Plano (n-2-C)



FUENTE: Norma OS.060

Mediante el uso de la Tabla N° 09 y Tabla N° 10 se determinan las variables características de la zona de estudio:

TABLA N° 94: Parámetros de la zona de estudio

Cusco	Zona	123.5
tg:	15.20	Perú
b:	0.40	Sierra
a:	9.20	
K'g:	0.55	
Eg:	24.00	
n:	0.35	
y:	3355.00	msnm

FUENTE: NTP OS 060 – Anexo de hidrología

b) Se determina la precipitación máxima en 24 horas

TABLA N° 95: Precipitación Máxima Horaria

Periodo de retorno en años	Precipitacion 24-HR
2.00	28.00
5.00	33.28
10.00	37.27
20.00	41.27
25.00	42.55
30.00	43.60
50.00	46.55
100.00	50.54
200.00	54.54

FUENTE: Elaboración Propia

c) Se multiplica por sus coeficientes de Duración de Lluvias

TABLA N° 96: Coeficiente de Duración de Lluvia.

Coeficiente de Duración de Lluvia	
24.00	1.00
18.00	0.90
12.00	0.79
8.00	0.64
6.00	0.56
5.00	0.50
4.00	0.44
3.00	0.38
2.00	0.31
1.00	0.25

FUENTE: NTP OS.0.60 - Anexo de Hidrología

TABLA N° 97: Precipitaciones máximas por el coeficiente de duración de lluvia

Tiempo de Duración	Cociente	Precipitación máxima Pd (mm) por tiempos de duración						
		2 años	5 años	10 años	20 años	25 años	50 años	100 años
24.00	X24	28.00	33.28	37.27	41.27	42.55	43.60	50.54
18.00	X18 = 90%	25.20	29.95	33.54	37.14	38.30	39.24	45.49
12.00	X12 = 79%	22.12	26.29	29.44	32.60	33.62	34.45	39.93
8.00	X8 = 64%	17.92	21.30	23.85	26.41	27.23	27.91	32.35
6.00	X6 = 56%	15.68	18.63	20.87	23.11	23.83	24.42	28.30
5.00	X5 = 50%	14.00	16.64	18.64	20.63	21.28	21.80	25.27
4.00	X4 = 44%	12.32	14.64	16.40	18.16	18.72	19.19	22.24
3.00	X3 = 38%	10.64	12.65	14.16	15.68	16.17	16.57	19.21
2.00	X2 = 31%	8.68	10.32	11.55	12.79	13.19	13.52	15.67
1.00	X1 = 25%	7.00	8.32	9.32	10.32	10.64	10.90	12.64

FUENTE: Elaboración Propia

d) Calculo de la Precipitación neta

$$P = 42.55 \text{ mm/día}$$

$$P_o = 1.00 \text{ mm}$$

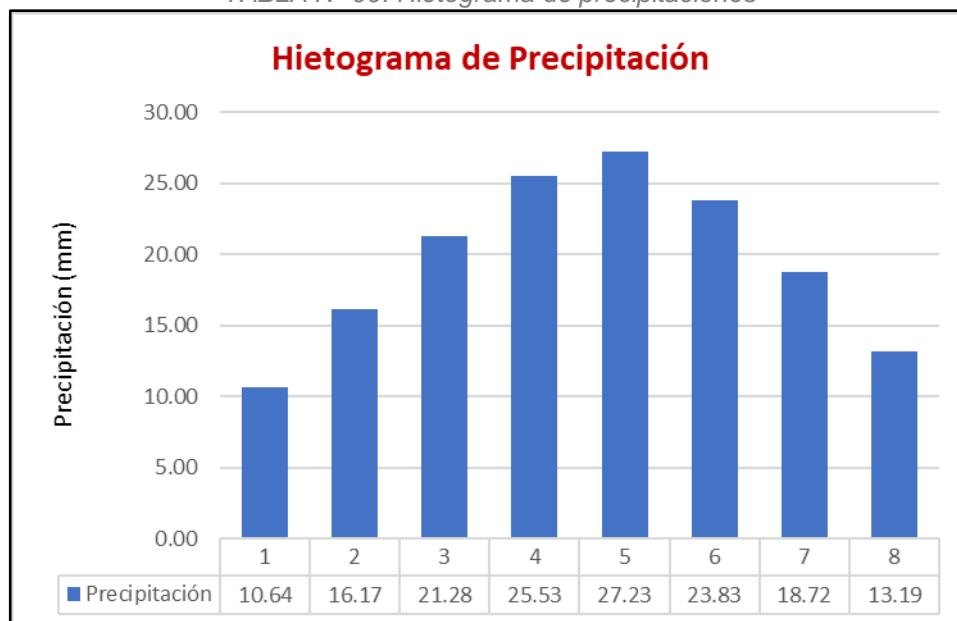


TABLA N° 98: Hietograma de Precipitaciones para 8 horas

Hora	P	ΣP	ΣPn	Pn	%P	P. Alternada	
						P	P%
1	10.64	10.64	6.35	6.35	4.21	10.64	4.21%
2	13.19	23.83	18.73	12.38	8.21	16.17	10.51%
3	16.17	40.00	34.57	15.84	10.51	21.28	15.76%
4	18.72	58.72	53.12	18.55	12.31	25.53	16.91%
5	21.28	80.00	74.30	21.18	14.05	27.23	18.04%
6	23.83	103.83	98.06	23.76	15.76	23.83	15.76%
7	25.53	129.36	123.55	25.49	16.91	18.72	12.31%
8	27.23	156.60	150.75	27.20	18.04	13.19	8.21%
Total	156.60			150.75	100		

FUENTE: Elaboración Propia

TABLA N° 99: Hietograma de precipitaciones



FUENTE: Elaboración Propia

3.6.4.4. DETERMINACIÓN DEL CAUDAL GENERADO POR LAS PRECIPITACIONES EN LA ZONA DE ESTUDIO.

3.6.4.4.1. DETERMINACIÓN DEL COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA

Para la determinación del coeficiente de escorrentía se utilizó la Tabla N° 6. Se determinaron las características de la superficie (asfalto, sin asfalto, veredas, techos y áreas verdes) con su incidencia de estas sobre el total y sus pendientes.

TABLA N° 100: Coeficientes de Escorrentía de la Zona de Estudio.

COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA ZONA 01					
SUB ZONA 1-1					
SUPERFICIE	AREA(km2)	COEFICIENTE	PENDIENTE %	% INCIDENCIA	AREA X COEF
ASFALTO	0.0405 km2	0.86	12.99%	16.22%	0.035
SIN ASFALTO	0.0315 km2	0.49	12.99%	12.62%	0.015
VEREDAS	0.0000 km2	0.88	12.99%	0.00%	0.000
TECHOS	0.0129 km2	0.88	12.99%	5.17%	0.011
AREA VERDE	0.1648 km2	0.49	12.99%	65.99%	0.081
SUMATORIA	0.2498 km2	0.57		100.00%	
SUB ZONA 1-2					
SUPERFICIE	AREA(km2)	COEFICIENTE	PENDIENTE %	% INCIDENCIA	AREA X COEF
ASFALTO	0.0842 km2	0.86	12.55%	20.74%	0.072
SIN ASFALTO	0.0133 km2	0.49	12.55%	3.27%	0.007
VEREDAS	0.0143 km2	0.88	12.55%	3.52%	0.013
TECHOS	0.2547 km2	0.88	12.55%	62.72%	0.224
AREA VERDE	0.0396 km2	0.49	12.55%	9.75%	0.019
SUMATORIA	0.4060 km2	0.83		100.00%	
COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA ZONA 02					
SUPERFICIE	AREA(km2)	COEFICIENTE	PENDIENTE %	% INCIDENCIA	AREA X COEF
ASFALTO	0.1465 km2	0.86	14.85%	33.45%	0.126
SIN ASFALTO	0.0000 km2	0.49	14.85%	0.00%	0.000
VEREDAS	0.0250 km2	0.88	14.85%	5.71%	0.022
TECHOS	0.2520 km2	0.88	14.85%	57.54%	0.222
AREA VERDE	0.0145 km2	0.49	14.85%	3.30%	0.007
SUMATORIA	0.4380 km2	0.86		100.00%	
COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA ZONA 03					
SUPERFICIE	AREA(km2)	COEFICIENTE	PENDIENTE %	% INCIDENCIA	AREA X COEF
ASFALTO	0.2216 km2	0.86	9.64%	41.03%	0.191
SIN ASFALTO	0.0094 km2		9.64%	1.74%	0.000
VEREDAS	0.0157 km2	0.88	9.64%	2.90%	0.014
TECHOS	0.2467 km2	0.88	9.64%	45.66%	0.217
AREA VERDE	0.0468 km2	0.49	9.64%	8.67%	0.023
SUMATORIA	0.5402 km2	0.82		100.00%	
COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA ZONA 04					
SUPERFICIE	AREA(km2)	COEFICIENTE	PENDIENTE %	% INCIDENCIA	AREA X COEF
ASFALTO	0.1909 km2	0.86	2.85%	24.63%	0.164
SIN ASFALTO	0.0000 km2		2.85%	0.00%	0.000
VEREDAS	0.0428 km2	0.88	2.85%	5.52%	0.038
TECHOS	0.5262 km2	0.88	2.85%	67.88%	0.463
AREA VERDE	0.0152 km2	0.49	2.85%	1.97%	0.007
SUMATORIA	0.7752 km2	0.87		100.00%	

FUENTE: Elaboración Propia

De la delimitación de Zonas se obtuvo los siguientes tipos de cobertura, que se presentan a continuación: