

ANÁLISIS DE EVENTOS EXTREMOS DE PRECIPITACIÓN EN LA VÍA SOFÍA-YOLOMBÓ EN EL AÑO 2020

Dada la evidencia de fenómenos que generaron cambios en la subrasante de la vía Sofia-Yolombó, se realiza el análisis de lluvias, con el fin de determinar si hubo eventos extremos de precipitación en el año 2020 que impliquen el arrastre de material y cambios en la saturación del mismo.

Para determinar el detonante de los eventos ocurridos en la vía, se realizó la investigación de estaciones meteorológicas del IDEAM cercanas al sitio de interés, obteniendo la estación YOLOMBÓ con código 23100040 con la siguiente ubicación:

Código	23100040
Nombre	YOLOMBO [23100040]
Categoría	Pluviométrica
Longitud	-75,01
Latitud	6,59
Altitud	965,00
Departamento	Antioquia
Municipio	Yolombó
Estado	Activa
Tecnología	Convencional
Fecha de Instalación	Abril 15, 1975
Fecha de Suspensión	

Fuente: <http://dhime.ideam.gov.co/atencionciudadano/>

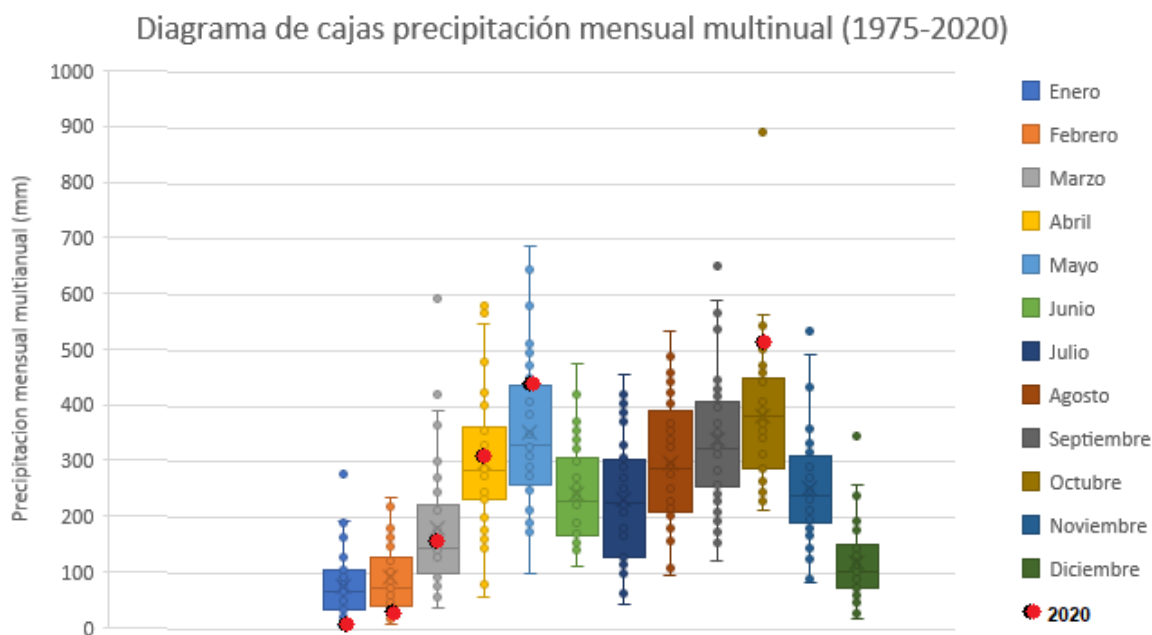
La ubicación espacial de la estación es la siguiente:



Estación Yolombó 23100040

Fuente: <http://dhime.ideam.gov.co/atencionciudadano/>

Se realiza el análisis de la información desde la implementación de la estación a la actualidad (1975-2020), es decir, se cuenta con 45 años de registro de precipitación para la zona de estudio. En primer lugar, identifica la distribución estadística de los datos de precipitación mensual multianual a través de diagramas de cajas, de la siguiente manera:



Del diagrama anterior, se evidencia que:

- Según a la tendencia histórica los meses de mayo y octubre corresponden a los picos de precipitación en la zona de influencia de la estación evaluada.
- Los valores mensuales de precipitación del año 2020, en los meses de mayo y octubre, se encuentran en el percentil 75% y percentil 90%, respectivamente, por lo que, se analizan en detalle el comportamiento de la precipitación diaria en estos meses, ya que esto implica la ocurrencia de eventos de lluvia fuera de la media histórica de los últimos 45 años en la zona, para estos meses del 2020.

Realizando el cálculo del periodo de retorno para la intensidad de aguacero siguiendo la metodología de Gumbel, identificando con que valor de precipitación diaria se alcanza el periodo de retorno de 50 años (el cual sería crítico), tomando la media aritmética de los 16452 registros de lluvias desde 1975 hasta el 30 de octubre de 2020, calculando su desviación estándar y determinando la probabilidad de la ocurrencia de dicho evento.

Media aritmética de la muestra= 7.74
 Desviación típica de la puestra= 14.42
 Coeficiente de Variación= 1.86

Opción B: Dada una probabilidad (o el periodo de retorno), calcular el valor

Periodo de retorno= 50 años
 Probabilidad de que se supere= 0.020
 Probabilidad de que NO se supere= 0.980 =F(x)

Resultados para la Ley de Gumbel

Valor que será superado= 49.1 fórmula (6)

De lo anterior, se puede concluir que **cualquier evento de precipitación diaria que supere los 49.1 mm, tendrá un periodo de retorno mayor a 50 años**, por lo que será crítico y podrá ocasionar efectos en la vía tanto en los suelos de la subrasante, como estructuras hidráulicas menores.

Con base en lo anterior, se comparan los datos de precipitación diaria de los meses de mayo y octubre de 2020, respecto al valor hallado de precipitación para el periodo de retorno de 50 años (49.1 mm), con el fin de identificar eventos extremos de precipitación en dichos meses. Los registros para estos dos meses se presentan a continuación:

Mayo	
Dia	Precipitación diaria (mm)
1/05/2020 0:00	29.5
2/05/2020 0:00	0
3/05/2020 0:00	17.2
4/05/2020 0:00	12.5
5/05/2020 0:00	25.4
6/05/2020 0:00	5.1
7/05/2020 0:00	0
8/05/2020 0:00	0
9/05/2020 0:00	70.7
10/05/2020 0:00	0
11/05/2020 0:00	0
12/05/2020 0:00	9.5
13/05/2020 0:00	0
14/05/2020 0:00	0
15/05/2020 0:00	25.2
16/05/2020 0:00	0

Mayo	
Dia	Precipitación diaria (mm)
17/05/2020 0:00	0
18/05/2020 0:00	53.5
19/05/2020 0:00	0
20/05/2020 0:00	0
21/05/2020 0:00	25.2
22/05/2020 0:00	0
23/05/2020 0:00	20.5
24/05/2020 0:00	10.2
25/05/2020 0:00	22.5
26/05/2020 0:00	19.2
27/05/2020 0:00	35.2
28/05/2020 0:00	19.1
29/05/2020 0:00	8.1

Octubre	
Día	Precipitación diaria (mm)
1/10/2020 0:00	0
2/10/2020 0:00	0
3/10/2020 0:00	0
4/10/2020 0:00	0
5/10/2020 0:00	0
6/10/2020 0:00	38.8
7/10/2020 0:00	1.2
8/10/2020 0:00	10.3
9/10/2020 0:00	0
10/10/2020 0:00	0
11/10/2020 0:00	0
12/10/2020 0:00	10.2
13/10/2020 0:00	25.4
14/10/2020 0:00	0
15/10/2020 0:00	0

Octubre	
Día	Precipitación diaria (mm)
16/10/2020 0:00	0
17/10/2020 0:00	0
18/10/2020 0:00	7.3
19/10/2020 0:00	0
20/10/2020 0:00	95.2
21/10/2020 0:00	55.8
22/10/2020 0:00	82.5
23/10/2020 0:00	51.6
24/10/2020 0:00	9.3
25/10/2020 0:00	0
26/10/2020 0:00	0
27/10/2020 0:00	0
28/10/2020 0:00	0
29/10/2020 0:00	70.3
30/10/2020 0:00	45.2

En los registros de precipitación diaria para los meses de mayo y octubre de 2020, se encuentran 7 eventos que superan el periodo de retorno de 50 años, por lo que, se realiza el análisis de cada uno de ellos a partir de la Ley de Gumbell tomando la media aritmética y desviación estándar de los datos de los últimos 45 años, y se identifica el periodo de retorno correspondiente de cada evento, determinando la probabilidad de la ocurrencia de cada uno.

- **Evento 9 de mayo de 2020: 70.7 mm**

Media aritmética de la muestra= 7.74
Desviación típica de la muestra= 14.42
Coeficiente de Variación= 1.86

Opción A: Dado un valor, calcular su probabilidad de que se supere (o el periodo de retorno)

Valor que debe ser superado= 70.7

Resultados

$\alpha = 12.3441$ fórmula (4)

$u = 0.945$ fórmula (5)

Probabilidad de que se supere dicho valor = 0.004 fórmula (3)

Idem. expresado en porcentaje = 0.35 %

Periodo de retorno= 285.0 años

- Evento 18 de mayo de 2020: 53.5 mm

Media aritmética de la muestra= 7.74
 Desviación típica de la puestra= 14.42
 Coeficiente de Variación= 1.86

Opción A: Dado un valor, calcular su probabilidad de que se supere (o el periodo de retorno)

Valor que debe ser superado= 53.5

Resultados para la Ley de Gumbel

$\alpha = 12.3441$ fórmula (4)

$u = 0.945$ fórmula (5)

Probabilidad de que se supere dicho valor = 0.014 fórmula (3)

Idem. expresado en porcentaje = 1.41 %

Periodo de retorno= 71.1 años

- Evento 20 de octubre de 2020: 95.2 mm

Media aritmética de la muestra= 7.74
 Desviación típica de la puestra= 14.42
 Coeficiente de Variación= 1.86

Opción A: Dado un valor, calcular su probabilidad de que se supere (o el periodo de retorno)

Valor que debe ser superado= 95.2

Resultados para la Ley de Gumbel

$\alpha = 12.3441$ fórmula (4)

$u = 0.945$ fórmula (5)

Probabilidad de que se supere dicho valor = 0.000 fórmula (3)

Idem. expresado en porcentaje = 0.05 %

Periodo de retorno= 2071.2 años

- Evento 21 de octubre de 2020: 55.8 mm

Media aritmética de la muestra= 7.74
 Desviación típica de la muestra= 14.42
 Coeficiente de Variación= 1.86

Opción A: Dado un valor, calcular su probabilidad de que se supere (o el periodo de retorno)

Valor que debe ser superado= 55.8

Resultados para la Ley de Gumbel

$\alpha = 12.3441$ fórmula (4)
 $u = 0.945$ fórmula (5)
 Probabilidad de que se supere dicho valor = 0.012 fórmula (3)
 Idem. expresado en porcentaje = 1.17 %
 Periodo de retorno= 85.6 años

- Evento 22 de octubre de 2020: 82.5 mm

Media aritmética de la muestra= 7.74
 Desviación típica de la muestra= 14.42
 Coeficiente de Variación= 1.86

Opción A: Dado un valor, calcular su probabilidad de que se supere (o el periodo de retorno)

Valor que debe ser superado= 82.5

Resultados para la Ley de Gumbel

$\alpha = 12.3441$ fórmula (4)
 $u = 0.945$ fórmula (5)
 Probabilidad de que se supere dicho valor = 0.001 fórmula (3)
 Idem. expresado en porcentaje = 0.14 %
 Periodo de retorno= 740.6 años

- Evento 23 de octubre de 2020: 51.6 mm

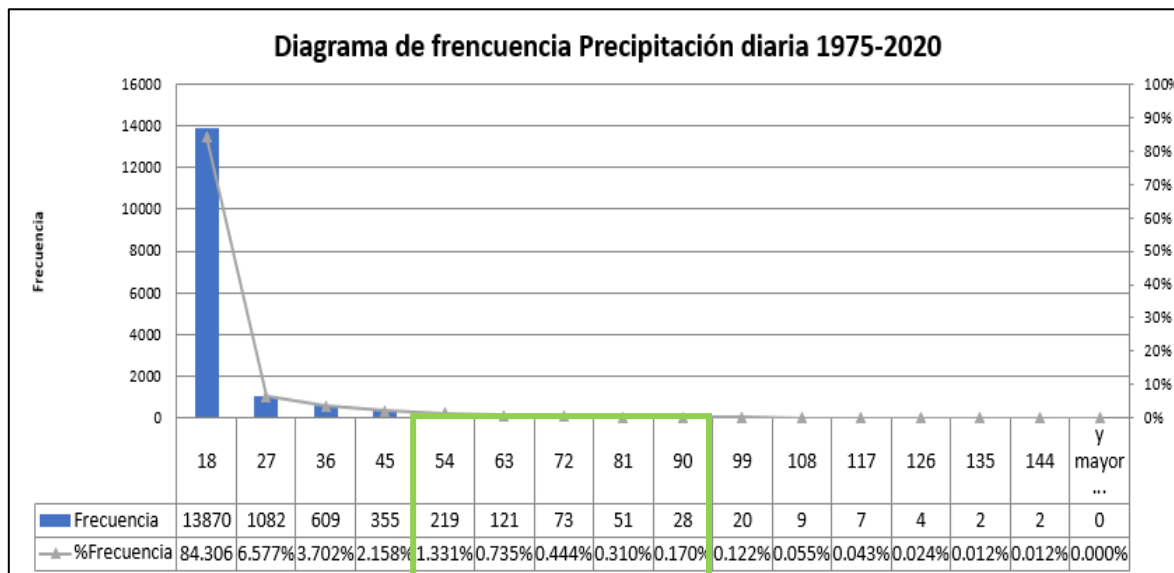
Media aritmética de la muestra=	7.74
Desviación típica de la puestra=	14.42
Coefficiente de Variación=	1.86
Opción A: Dado un valor, calcular su probabilidad de que se supere (o el periodo de retorno)	
Valor que debe ser superado=	51.6
Resultados para la Ley de Gumbel	
$\alpha =$	12.3441 fórmula (4)
$u =$	0.945 fórmula (5)
Probabilidad de que se supere dicho valor =	0.016 fórmula (3)
Idem. expresado en porcentaje =	1.64 %
Periodo de retorno=	61.1 años

- Evento 29 de octubre de 2020: 70.3mm

Media aritmética de la muestra=	7.74
Desviación típica de la puestra=	14.42
Coefficiente de Variación=	1.86
Opción A: Dado un valor, calcular su probabilidad de que se supere (o el periodo de retorno)	
Valor que debe ser superado=	70.3
Resultados para la Ley de Gumbel	
$\alpha =$	12.3441 fórmula (4)
$u =$	0.945 fórmula (5)
Probabilidad de que se supere dicho valor =	0.004 fórmula (3)
Idem. expresado en porcentaje =	0.36 %
Periodo de retorno=	276.0 años

De lo anterior, se evidencia que los eventos extremos de precipitación en los meses de mayo y octubre de 2020, se encuentran en **periodos de retorno que superan los 100 años**, por lo que corresponden a valores de precipitación que generan caudales de escorrentía que podrán afectar los suelos de la subrasante ocasionando erosión hídrica, infiltración en capas inferiores del suelo y en general arrastre del material ocasionando surcos y cárcavas, modificando las características del mismo.

Dados los elevados periodos de retorno encontrados para los eventos de lluvia identificados, se realiza un diagrama de frecuencias con los 16452 registros de precipitación diaria de 1975 a 2020, con el fin de identificar la probabilidad de ocurrencia de los eventos presentados en los meses de los meses de mayo y octubre de 2020, el cual se presenta a continuación:



Se puede evidenciar que los aguaceros de los eventos encontrados en los meses de mayo y octubre de 2020, ***tienen una probabilidad de generarse del 0.17% al 1.331% de acuerdo al registro de la estación para 45 años, el cual se sale de cualquier consideración ingenieril para criterios de diseño de pavimentos y/o obras hidráulicas.***

Con base en lo anterior, es posible que los eventos extremos de precipitación presentados en los meses de mayo y octubre de 2020 en la zona de estudio, pudieran ocasionar arrastre de material en cantidades considerables y erosión hídrica en los suelos de la subrasante, lo que se vería agravado, contando con el efecto acumulativo de las altas precipitaciones de la semana del 20 al 23 de octubre de 2020.

Elaborado por:

Lizzeth Urueña Romero
 LIZZETH URUEÑA ROMERO
 Ingeniera Ambiental y Sanitaria
 MP 25260-351462 CND