

## ANEJO Nº 10

### DRENAJE

1.- DRENAJE TRANSVERSAL.....	2
1.1.- Descripción General.....	2
1.2.- Cálculo de caudal.....	2
1.3.- Comprobación hidráulica.....	4
1.- DRENAJE LONGITUDINAL .....	6
1.1.- Descripción General.....	6
1.2.- Cálculos hidráulicos.....	6
1.3.- Comprobación hidráulica de la cuneta.....	7

## 1.- DRENAJE TRANSVERSAL

### 1.1.- Descripción General

En el presente Anejo de Drenaje, a partir del estudio climatológico e hidrológico, se estudia el caudal del barranco de Las Ñocas a su paso por la GC-75 ya que en el presente proyecto se plantea la prolongación de la obra de drenaje existente.

La metodología utilizada para comprobar dicho caudal de agua se basa en lo recogido en la Instrucción de Carreteras en su apartado 5.2 "Drenaje Superficial".

Para el dimensionado de la prolongación de la obra de drenaje existente se utiliza la 4.2-IC referente a "Pequeñas Obras de Paso".

En primer lugar se abordará el emplazamiento de la obra de Drenaje Transversal existente, su prolongación y el caudal resultante con el calado obtenido.

Para la realización de los cálculos se utiliza los datos hidrológicos analizados en el Anejo de Climatología e Hidrología y facilitados por el Consejo Insular de Aguas de Gran Canaria.

Estación nº	Denominación	Precipitación (mm) (periodo de retorno 10 años)	Precipitación (mm) (periodo de retorno 500 años)
014	Moya Heredad	72,00	139,00
179	San Fernando	110,00	223,00

La **precipitación total diaria Pd** para un periodo de retorno de 10 años se obtiene como media de las precipitaciones diarias de cada una de las estaciones pluviométricas, obteniéndose:

$$P_{d10} = \frac{72+110}{2} = 91,00 \text{ mm}$$

Igualmente para un periodo de retorno de 500 años:

$$P_{d500} = \frac{139+223}{2} = 181,00 \text{ mm}$$

### 1.2.- Cálculo de caudal

Para el cálculo del caudal de aportación a la obra de drenaje existente en el barranco de "Las Ñocas" a su paso bajo la GC-75 en el PK 7+900 aproximadamente, se ha aplicado el método hidrometeorológico, recogido en la Instrucción 5.2-IC. , basado en la aplicación de una intensidad media de precipitación a la superficie de una cuenca, a través de una estimación de su escurrimiento.

Para la obtención del caudal se ha utilizado la fórmula de la citada instrucción. Este caudal es mayorado posteriormente en un 20 % por considerarse arrastres:

$$Q = \frac{C \times I \times A}{K}$$

Siendo:

- C: Coeficiente medio de escurrimiento de la cuenca o superficie drenada.

$$C = \frac{\left[ \left( \frac{Pd}{Po} \right) - 1 \right] \times \left[ \left( \frac{Pd}{Po} \right) \times 23 \right]}{\left[ \left( \frac{Pd}{Po} \right) + 11 \right]^2}$$

- A: Área de la cuenca.
- I: Intensidad media de precipitación (mm/h) donde:

$$I_t = \left( \frac{Pd}{24} \right) \times \left( \frac{I_1}{I_d} \right)^{\frac{28^{0.1} - I_t^{0.1}}{28^{0.1} - 1}}$$

- K: Coeficiente que depende de las unidades en que se expresen Q y A, y que incluye un aumento del 20% en Q para tener en cuenta el efecto de las puntas de precipitación.

Caudal en	Área en		
	Km <sup>2</sup>	Ha	m <sup>2</sup>
m <sup>3</sup> /s	3	300	3.000.000
l/s	0,003	0,3	3.000

A continuación se presentan el cálculo del caudal y la comprobación hidráulica de la obra de drenaje. Para ello es necesario determinar:

- el área de la cuenca aportadora,
- La longitud del cauce
- La cota máxima y mínima,
- Pendiente del Cauce
- Tipo de terreno

## ESTUDIO HIDROLÓGICO CUENCA BARRANCO DE LAS ÑOCAS.

### 1.- CÁLCULO DEL CAUDAL DE REFERENCIA DE LA CUENCA.

Siguiendo el método hidrometeorológico de la Instrucción de Carreteras 5.2-IC, se obtienen los siguientes resultados:

Intensidad media  $I_t$  (mm/h):

El cálculo se realiza para un periodo de retorno de 500 años.

Superficie de la Cuenca, A = 170,32 Ha.  
Longitud del cauce, L = 4,95 Km.  
Cota en cabecera,  $C_1$  = 858,6 m.  
Cota de desagüe,  $C_2$  = 464,5 m.  
Precipitación máxima diaria,  $P_d$  = 181,0 mm.  
Pendiente media del cauce, J = 0,080 m/m.

Cociente ( $I_1 / I_d$ ), para vertientes Norte de las Islas = 8

Para el cálculo de la Intensidad media se ha aplicado la formulación de la Instrucción de Carreteras 5.2 - IC.

$$t = 0,3 * \left[ \left( \frac{L}{J^{1/4}} \right)^{0,76} \right]$$

t = 1,64 horas.  
t = 98,17 min.

$$I_d = \frac{P_d}{24}$$

$I_d$  = 7,54 mm.

$$I_t = I_d * \left( \frac{I_1}{I_d} \right)^{\frac{(28^{0,1-t^{0,1}})}{(28^{0,1}-1)}}$$

$I_t$  = 46,27 mm / h.

**Coefficiente de escorrentía de la Cuenca:**

Para el cálculo del coeficiente de escorrentía, tendremos que conocer el valor del Umbral de Escorrentía dado por la Instrucción:

Estimación inicial del umbral de escorrentía  $P_0$  (mm).

TIPO DE TERRENO	PENDIENTE (%)	UMBRAL DE ESCORRENTÍA (mm)
Rocas permeables	$\geq 3$	3
	$< 3$	5
Rocas Impermeables	$\geq 3$	2
	$< 3$	4
Firmes granulares sin pavimento		2
Adoquinados		1,5
Pavimentos bituminosos o de hormigón		1

Siendo:  $P'_0 = 3,0$  mm.

Coefficiente del Umbral de Escorrentía:

Canarias: Vertiente Norte y relieve acusado = 3,5

Obteniéndose:  $P_0 = 10,5$  mm.

Siendo el Coeficiente de escorrentía:

$$C = \frac{\left[ \left( \frac{P_d}{P_0} \right) - 1 \right] * \left[ \left( \frac{P_d}{P_0} \right) + 23 \right]}{\left[ \left( \frac{P_d}{P_0} \right) + 11 \right]^2}$$

$C = 0,8194$

El Caudal de Máxima Avenida, será:

$$Q = \frac{C \times I \times A}{300} * 1,20$$

$$Q = 25,830 \text{ m}^3/\text{sg.}$$

### 1.3.- Comprobación hidráulica.

La comprobación hidráulica se realiza aplicando la fórmula de Manning:

$$Q = V \cdot S$$

donde:

$$v = R^{2/3} J^{1/2} \cdot K \cdot U$$

$v$  : velocidad en m/sg

$R$ : radio hidráulico (S/P)

$S$ : Área de la sección

$P$ : Perímetro mojado

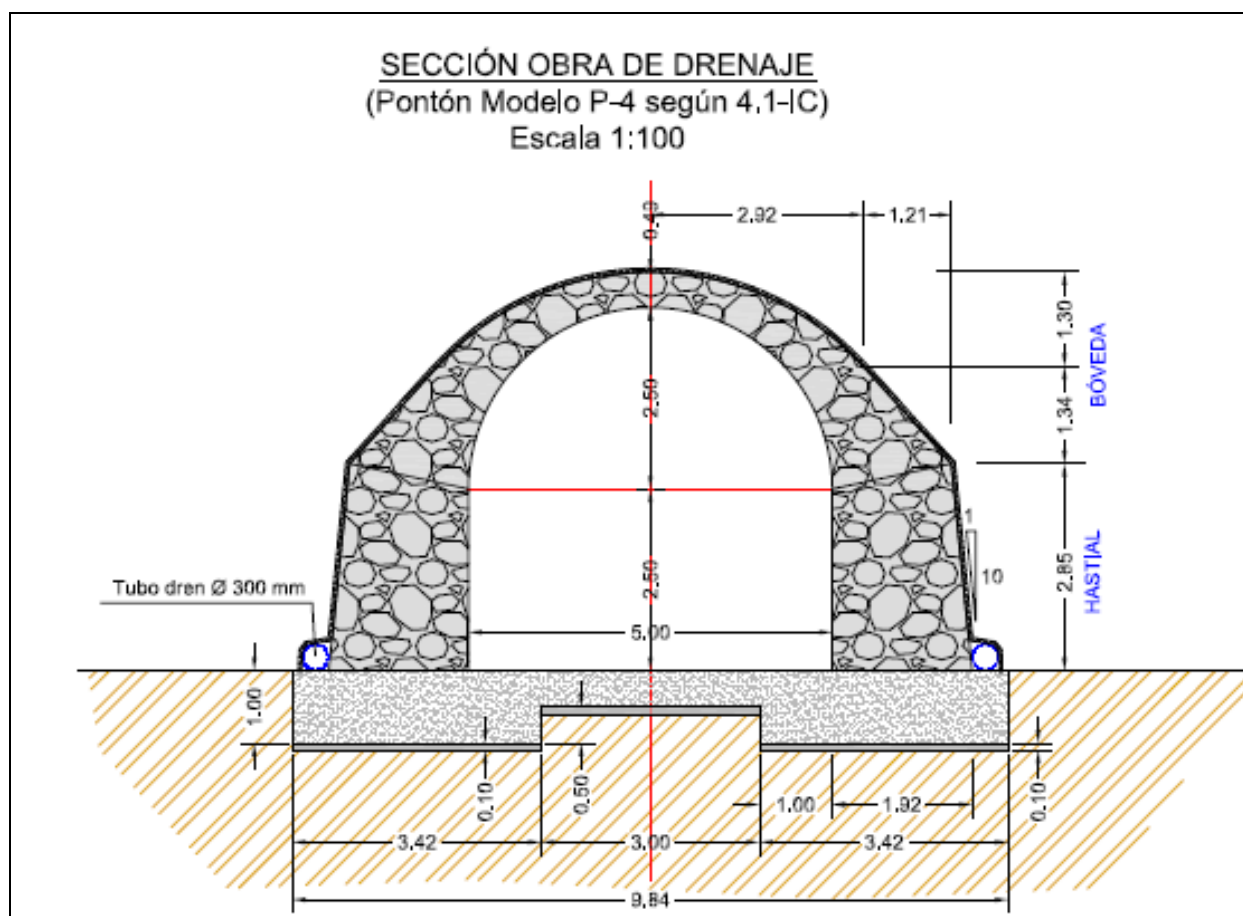
$J$ : pendiente en tanto por uno.

$K$ : Coeficiente de rugosidad (tabla 4.1, 5.2-IC)

$U$ : Según tabla 4.2 de 5.2-IC

La obra de drenaje existente corresponde aproximadamente a un **Pontón Modelo P-4** según la 4.1-IC, de dimensiones:

- Ancho libre: 5 metros.
- Altura interior 5,00 metros (2,50 recta y 2,50 metros en arco)



### Régimen Uniforme:

Calado: 0,73 metros

Velocidad máxima: 7,08 m/sg

### Régimen Crítico

Calado: 1,40 metros

Velocidad máxima: 3,70 m/sg

Pendiente Crítica: 0,0044

Por lo tanto se considerará en la salida una protección para encauzamiento del barranco un muro de gaviones de altura 1 metro.

Partiendo de los siguientes datos se obtiene **el régimen uniforme y crítico** de la obra existente:

- Caudal (Q ): 25,83 m<sup>3</sup>/sg
- Ancho de la obra de drenaje: 5 metros.
- Altura de la obra de drenaje: 5 metros.
- Longitud de obra existente: 6 metros.
- Pendiente. 3%
- Coeficiente de rugosidad K (1/n n: 0.0167)

Obteniéndose por cálculos los siguientes valores:

## 1.- DRENAJE LONGITUDINAL

### 1.1.- Descripción General

Para la comprobación hidráulica de las cunetas proyectadas se ha tenido en cuenta lo incluido en la normativa 5.2-IC, donde insta a adoptar periodos de retorno no inferiores a los que se expone a continuación para cada uno de los siguientes elementos de drenaje.

**MINIMOS PERIODOS DE RETORNO (años)**

Tipo de elemento de drenaje	IMD en la vía afectada (*)		
	Alta 2.000	Media 500	Baja
Pasos inferiores con dificultades para desaguar por gravedad .....	50	25	(**)
Elementos del drenaje superficial de la plataforma y márgenes .....	25	10	
Obras de drenaje transversal .....	100	(***)	

(\*) (Ver Apartado 1.5.2). Si la comunicación interrumpida por el corte de la carretera no pudiera restablecerse por rutas alternativas, o éstas revistieran especial dificultad, se aumentará en un grado la categoría basada en la IMD, si no fuera ya "Alta". A efectos del revestimiento de caces y cunetas se podrá rebajar en un grado la categoría basada en la IMD, si no fuera ya "Baja".

(\*\*) Estos casos cubren una extensa gama, en la que los límites que razonablemente cabría imponer a las condiciones de desagüe varían ampliamente (por debajo de los límites de la categoría superior) en función de las circunstancias locales: por lo que se dejan a criterio del proyectista.

(\*\*\*) Deberá comprobarse que no se alteran sustancialmente las condiciones de desagüe del cauce con el caudal de referencia correspondiente a un periodo de retorno de diez años.

Teniendo en cuenta que la IMD de la vía es Alta y que se pretende dimensionar y comprobar el drenaje superficial de la plataforma y márgenes, se toma un periodo de retorno de **10 años**.

Se procura disponer de tramos homogéneos, eficientes, seguros y de fácil mantenimiento, de acuerdo con las recomendaciones de la Instrucción 5.2-IC, por lo que se proyectan cunetas hormigonadas.

### 1.2.- Cálculos hidráulicos

Para el cálculo de las aportaciones a las cunetas se aplicará el método hidrometeorológico, recogido en la Instrucción 5.2-IC, basado en la aplicación de una intensidad media de precipitación a la superficie, a través de una estimación de su escorrentía.

El cálculo hidráulico de las cunetas se hace aplicando la fórmula de Manning con un coeficiente  $n=0,0167$  correspondiente al hormigón.

La pendiente se deduce del perfil longitudinal del trazado en alzado, en la mayoría de los casos.

Para la obtención del caudal se ha utilizado la fórmula de la citada instrucción en la que se han incorporado las mejoras del método racional introducidas por la Dirección General de Carreteras clásicas en las normativas de otros países como queda reflejado en el anejo de Hidrología, siendo:

$$Q = \frac{C \times I \times A}{K}$$

Siendo:

- I: Intensidad media de precipitación correspondiente al período de retorno considerado y a un intervalo igual al tiempo de concentración.

$$I_t = \left( \frac{P_d}{24} \right) \times \left( \frac{I_l}{I_d} \right)^{\frac{28^{0.1} - t^{0.1}}{28^{0.1} - 1}}$$

- C: Coeficiente medio de escorrentía de la cuenca o superficie drenada.
- A: Área de la cuenca, salvo que tenga aportaciones o pérdidas importantes, tales como resurgencias o sumideros, en cuyo caso el cálculo del caudal Q deberá justificarse debidamente.
- I: K: Coeficiente que depende de las unidades en que se expresen Q y A, y que incluye un aumento del 20% en Q para tener en cuenta el efecto de las puntas de precipitación.
- Pd: precipitación total diaria correspondiente a un período de retorno de 10 años.



El caudal Q se determina acumulando a lo largo de la cuneta los caudales Q correspondientes tanto a la aportación de la ladera vertiente, como a la aportación de la plataforma que estará en función de la ley de peraltes.

Para la plataforma se aplicará la intensidad de lluvia del aguacero de 5 minutos (0,083 horas) de duración y periodo de retorno de 10 años cumpliendo así las condiciones de la tabla 1-2 de dicha Instrucción 5.2-IC.

La precipitación total diaria  $P_d$  se obtiene como media de las precipitaciones diarias de cada una de las estaciones pluviométricas. Esta área en estudio, se ve influenciada por las siguientes estaciones:

Estación nº	Denominación	Precipitación (mm) (periodo de retorno 10 años)
014	Moya Heredad	72,00
179	San Fernando	110,00

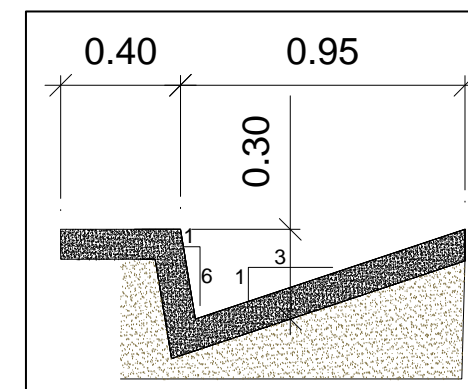
Resultando  $P_d$  de cálculo:

$$P_{d10} = \frac{72+110}{2} = 91,00 \text{ mm}$$

### 1.3.- Comprobación hidráulica de la cuneta

Las cunetas a emplear según la definición de planos es la siguiente:

#### CUNETA TIPO



Para la comprobación hidráulica de las cunetas expuestas, se ha recurrido a la fórmula de Manning – Strinckler recomendada por la Instrucción de Carreteras 5.2-IC Drenaje Superficial, en su capítulo de Drenaje de la plataforma y márgenes, resultando que:

$$Q = V * S = S * R^{2/3} * J^{1/2} * K * U$$

Siendo:

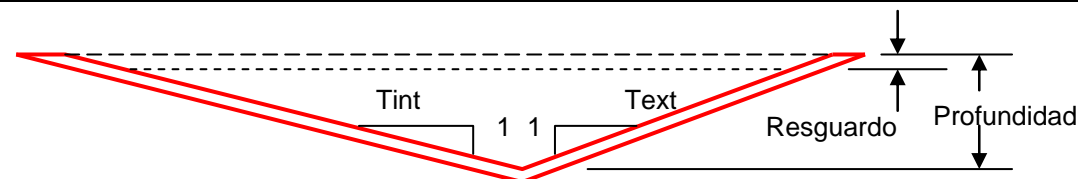
- V: la velocidad media de la corriente.(m/sg)
- Q: el caudal desaguado.
- S: el área de su sección.
- R: S/p su radio hidráulico
- p: perímetro mojado
- J: pendiente en tanto por uno del elemento.
- K: coeficiente de rugosidad.
- U: coeficiente de conversión que depende las unidades en que se mide Q, S y R dado por la siguiente tabla:

Q	S	R	U
m <sup>3</sup> /s	m <sup>2</sup>	m	1
l/s	dm <sup>2</sup>	dm	1.000
			464.159

A continuación se presentan los cálculos obtenidos para dicha cuneta:

**TIPO DE LA CUNETA: CUNETA TRIANGULAR TIPO**

**CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS DE LA CUNETA.**



$T_{int} = 3,00$   
 $T_{ext} = 0,17$   
Profundidad = 0,30 m.  
Resguardo = 0,00 m.

**CARACTERÍSTICAS HIDRÁULICAS DE LA CUNETA, A SECCIÓN LLENA.**

Área mojada (S) = 0,142 m<sup>2</sup>.  
Perímetro mojado (P) = 1,253 m.  
Radio Hidráulico ( $R_h$ ) = 0,114 m.  
Coeficiente Rugosidad (K) = 60

$R_h = \frac{S}{P}$   
 $Q = k * S * R_h^{2/3} * J^{1/2}$

**CAUDAL MÁXIMO QUE ES CAPAZ DE DESAGUAR LA CUNETA A SECCIÓN LLENA.**

J (%)	J (m/m)	Q (m <sup>3</sup> /sg)	V (m/sg)
1%	0,010	0,201	1,409
2%	0,020	0,284	1,992
3%	0,030	0,348	2,440
4%	0,040	0,401	2,817
5%	0,050	0,449	3,150
6%	0,060	0,492	3,450
7%	0,070	0,531	3,727
8%	0,080	0,568	3,984
9%	0,090	0,602	4,226
10%	0,100	0,635	4,454
11%	0,110	0,666	4,672
12%	0,120	0,695	4,879
13%	0,130	0,724	5,079
14%	0,140	0,751	5,270

**APLICACIÓN DE LA FÓRMULA RACIONAL PARA EL CÁLCULO DE CAUDALES DE AVENIDA.**

Teniendo en cuenta que existen dos tipos de escorrentía, aplicaremos el cálculo de la forma siguiente:

Datos de partida para el cálculo:

**CÁLCULO DE LA ESCORRENTÍA SOBRE LA CARRETERA.**

Periodo de retorno de 10 años.  
Precipitación máxima diaria,  $P_d = 91,00$  mm.  
Longitud del cauce,  $L = 0,012$  Km.  
Pendiente media del cauce,  $J = 0,02$  m/m.  
Cociente ( $I_1 / I_d$ ), para vertientes Norte de las Islas = 8

Para el cálculo del tiempo de concentración se ha definido un tiempo de concentración de 5 minutos, valor recomendado por la Norma 5.2 - IC.

$$t = 0,3 * \left[ \left( \frac{L}{J^{1/4}} \right)^{0,76} \right] \quad t = 0,02 \text{ horas.}$$

$$t = 1,31 \text{ min.}$$

$$I_d = \frac{P_d}{24} \quad I_d = 3,79 \text{ mm.}$$

$$I_t = I_d * \left( \frac{I_1}{I_d} \right)^{\frac{(28^{0,1} - t^{0,1})}{(28^{0,1} - 1)}} \quad I_t (\text{carr}) = 161,18 \text{ mm / h.}$$

**Coeficiente de escorrentía de la Cuenca:**

Para el cálculo del coeficiente de escorrentía, tendremos que conocer el valor del Umbral de Escorrentía dado por la Instrucción:

Estimación inicial del umbral de escorrentía  $P_0$  (mm).

Uso de la tierra: ☐ Superficie pavimentada.

Pendiente: ☐ --

Características hidrológicas: ☐ --

Drenaje: ☐ --

Siendo:  $P'_0 = 1,0$  mm.

Coeficiente del Umbral de Escorrentía:

Canarias: para vertientes Nortede Islas = 3,5

Obteniéndose:  $P_0 = 3,5$  mm.

Siendo el Coeficiente de escorrentía:

$$C = \frac{\left[ \left( \frac{P_d}{P_0} \right) - 1 \right] * \left[ \left( \frac{P_d}{P_0} \right) + 23 \right]}{\left[ \left( \frac{P_d}{P_0} \right) + 11 \right]^2} \quad C_{carr} = 0,895$$



#### CÁLCULO DE LA ESCORRENTÍA SOBRE LOS DESMONTES.

Periodo de retorno de 10 años.

Precipitación máxima diaria,  $P_d = 91,00$  mm.

Longitud del cauce,  $L = 0,02$  Km.

Pendiente media del cauce,  $J = 1,00$  m/m.

Cociente ( $I_1 / I_d$ ), para vertientes Norte de las Islas = 8

Para el cálculo del tiempo de concentración se ha tenido en cuenta el ábaco (fig. 2.3) de la Norma 5.2 - IC.

$$t = 0,3 * \left[ \left( \frac{L}{J^{1/4}} \right)^{0,76} \right] \quad t = 0,02 \text{ horas.}$$

$$t = 0,92 \text{ min.}$$

$$I_d = \frac{P_d}{24} \quad I_d = 3,79 \text{ mm.}$$

$$I_t = I_d * \left( \frac{I_1}{I_d} \right)^{\frac{(28^{0,1} - t^{0,1})}{(28^{0,1} - 1)}} \quad I_t (\text{terr}) = 182,67 \text{ mm / h.}$$

#### Coefficiente de escorrentía de la Cuenca:

Para el cálculo del coeficiente de escorrentía, tendremos que conocer el valor del Umbral de Escorrentía dado por la Instrucción:

Estimación inicial del umbral de escorrentía  $P_0$  (mm).

Uso de la tierra:  Rotación de Cultivos Pobre

Pendiente:  Superior o igual al 3 %.

Características hidrológicas:  Buena

Grupo de suelo:  B

Infiltración:  moderada

Potencia:  Media a Grande

Textura:  Franco arenosa

Drenaje:  Bueno a moderado

Siendo:  $P'_0 = 17,0$  mm.

Coefficiente del Umbral de Escorrentía:

Canarias: Vertiente Norte de Islas = 3,5

Obteniéndose:  $P_0 = 59,5$  mm.

Siendo el Coeficiente de escorrentía:

$$C = \frac{\left[ \left( \frac{P_d}{P_0} \right) - 1 \right] * \left[ \left( \frac{P_d}{P_0} \right) + 23 \right]}{\left[ \left( \frac{P_d}{P_0} \right) + 11 \right]^2} \quad C_{terr} = 0,083$$

#### CÁLCULO DE CAUDALES Y LONGITUDES CRÍTICAS DE LA CUNETETA.

Para el cálculo del caudal de referencia se tendrá en cuenta que el agua proveniente de los desmontes viene con un arrastre de sólidos con lo que se le aplicará un coeficiente de 1,20.

La fórmula de Cálculo será:

$$Q = \left( \frac{C_{carr} * A_{carr} * I_{carr}}{K} \right) + \left[ \left( \frac{C_{terr} * A_{terr} * I_{terr}}{K} \right) * 120 \right]$$

Para su cálculo los datos son los siguientes:

$C_{carr} = 0,895$  mm / h.  $C_{terr} = 0,083$  mm / h.

$A_{carr} = 12,00$  m<sup>2</sup>/m.  $A_{terr} = 25,00$  m<sup>2</sup>/m.

$I_t (\text{carr}) = 161,182$  mm / h.  $I_t (\text{terr}) = 182,673$  mm / h.

Siendo "L" la longitud de la carretera.

$k = 3.000.000$

Luego la longitud máxima para diferentes pendientes de la cuneta son:

$$L = \frac{Q * K}{\left[ (C_{carr} * A_{carr} * I_{carr}) + 120 * (C_{terr} * A_{terr} * I_{terr}) \right]}$$

#### LONGITUDES CRÍTICAS DE LA CUNETETA PARA DISTINTAS PENDIENTES.

J (%)	J (m/m)	Q (m <sup>3</sup> /sg)	L <sub>crit</sub> (m)	L <sub>crit (+20%)</sub> (m)
1%	0,010	0,201	275,7	330,8
2%	0,020	0,284	389,9	467,9
3%	0,030	0,348	477,5	573,0
4%	0,040	0,401	551,4	661,7
5%	0,050	0,449	616,5	739,8
6%	0,060	0,492	675,3	810,4
7%	0,070	0,531	729,4	875,3
8%	0,080	0,568	779,8	935,8
9%	0,090	0,602	827,1	992,5
10%	0,100	0,635	871,8	1.046,2
11%	0,110	0,666	914,4	1.097,3
12%	0,120	0,695	955,1	1.146,1
13%	0,130	0,724	994,0	1.192,9
14%	0,140	0,751	1.031,6	1.237,9

En el presente proyecto, el tramo de cuneta más largo que se evacua hacia el barranco es inferior a 100 metros, cumpliéndose con las longitudes críticas obtenidas al ser inferior.