

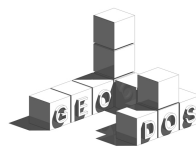
ESTUDIO DE INUNDABILIDAD DE BREÑA ALTA

REVISIÓN



TÉRMINO MUNICIPAL DE BREÑA ALTA

Junio 2008



ESTUDIO DE INUNDABILIDAD DE BREÑA ALTA

REVISIÓN

T.M. de Breña Alta

Junio 2008

Estudio elaborado por Geodos, Planificación y Servicios S.L.

Coordinación

Miguel Francisco Febles Ramírez. Geógrafo col. N° 0255

Equipo Técnico

Gustavo Pestana Pérez. Geógrafo col. N° 1207

INDICE

Apartado	Página
1. Antecedentes.	3
2. Objetivos y Métodos.	3
3. Marco Geográfico Climático.	4
4. Cuencas Hidrográficas del municipio de Breña Alta.	6
4.1 Cuenca de Aduares.	6
4.2 Pequeñas cuencas.	7
5. Aproximación al cálculo del Dominio Público Hidráulico (DPH).	8
5.1 Definición.	8
5.2 Precipitaciones.	9
5.3 Avenidas.	12
5.3.1 Cuenca El Porvenir.	12
5.3.2 Cuenca de Buenavista.	14
5.3.3 Cuenca Florida.	16
5.3.4 Cuenca Bajamar.	18
5.3.5 Cuenca Caldereta.	20
5.3.6 Cuenca Calcina.	22
5.3.7. Conclusiones.	23

6. Puntos de Riesgo.	24
6.1 Zonas de riesgo.	24
6.2 Análisis de los Puntos de Riesgo.	24
6.2.1. Punto Buenavista (219386; 3174621)	24
6.2.2. Punto Porvenir (228239; 3173982)	27
6.2.3. Punto Carpintería (227280; 3174616)	28
6.3 Puntos de la Cuenca de Aduares.	31
6.3.1 El Socorro (229217; 3173270)	31
6.3.2. Punto El Molino (228214; 3173373).	33
6.3.3. Punto La Unión (227868; 3173396).	35
6.3.4. Punto El Vivero (227286; 3173716)	37
6.3.5. Punto Puente del Llanito (227378; 3173063)	39
6.3.6. Punto Llanito Alto (227130; 3172836)	41
7. Conclusiones.	43
Anexo 1. Cartográfico	65

1. Antecedentes.

Encontrándose el Plan General de Ordenación Urbana (PGOU) en fase de aprobación inicial, el Organismo Autónomo del Consejo Insular de Aguas de La Palma emite un informe técnico del plan. En este documento se realizan una serie de observaciones del PGOU de Breña Alta, que hace que el informe tenga una clasificación desfavorable.

En el mes de Julio del año 2007 se encarga a GEODOS, planificación y Servicios S.L. el estudio de dicho documento, así como el estudio de las posibles alternativas existentes para adaptar el PGOU de Breña Alta a lo requerido por el estudio y por la Ley de Aguas de Canarias.

2. Objetivos y Métodos.

El objetivo de este documento es delimitar una aproximación al dominio público hidráulico, y calcular las avenidas para el periodo de retorno de los 500 años, dentro del municipio de Breña Alta, además de hacer un breve análisis de los riesgos de riadas en el municipio, generando algunas recomendaciones para evitar los riesgos más significativos.

El método de trabajo desarrollado ha sido el siguiente:

- ⇒ Análisis hidrológico computacional del municipio.
- ⇒ Estudio de las precipitaciones y su marco geográfico.
- ⇒ Cálculo de los caudales de avenida de los principales cauces, así como en los puntos peligrosos detectados.
- ⇒ Aproximación a la delimitación del Dominio Público Hidráulico.
- ⇒ Delimitación del espacio necesario para evacuar al P500
- ⇒ En cada fase se han realizado los correspondientes análisis de campo.

3. Marco Geográfico Climático.

El municipio de Breña alta se encuentra situado en la fachada Este de la Isla de La Palma, se extiende de mar a cumbre, siendo sus límites al norte el municipio de Santa Cruz de La Palma, al sur Breña Baja, y al Oeste El Paso.

Breña Alta se encuentra situada en la unión geológica de la isla es decir es el punto de contacto entre el volcán Cumbre Vieja (activo), y el volcán Cumbre Nueva (extinto), a través del punto de soldadura se extiende el barranco de Aduares. El otro elemento geográfico que marca el municipio es el volcán de la Caldereta, que ha dado lugar a una acumulación de sedimentos que han provocado que el arco entre el Llanito, y Buenavista haya sido desde la conquista una de las zonas agrícolas más importantes de la isla.

La Palma comparte las características climáticas generales de las islas Canarias, pero su condición noroccidental, unido a su vigorosa orografía ocasiona que la misma sea la que reciba la mayor cantidad de precipitaciones del archipiélago. La configuración Norte-Sur de la isla genera dos áreas climáticas, una el barlovento insular que se extiende desde Garafía hasta la Villa de Mazo, la otra área es el sotavento insular que discurre desde Puntagorda hasta Fuencaliente.

El municipio de Breña Alta se asienta en la fachada de barlovento de la isla, y hay dos grandes tipos de tiempo que provocan precipitaciones en el municipio. Las borrascas atlánticas provenientes del frente polar que es el tipo que provoca la mayor cantidad de precipitaciones. Sin embargo las precipitaciones más copiosas e intensas están referidas a los episodios de Gota Fría (embolsamientos de aire frío en altura), y son estas las que más riesgos generan.

Las precipitaciones medias en el municipio oscilan entre los 400mm/año en las zonas costeras y los 800-900mm/año en las zonas cumbre del municipio. Estas precipitaciones son abundantes tanto dentro del ámbito canario, como del insular, estando en las zonas de cumbre del municipio las zonas donde se registran las segundas precipitaciones máximas medias de la isla. Estas abundantes precipitaciones han posibilitado el desarrollo de bosques de Monteverde y de pinar principalmente, alcanzando actualmente cerca del 60% de la superficie municipal (ver tabla 1). Además en las zonas bajas del municipio las precipitaciones han posibilitados la existencia de cultivos, por lo que Breña Alta ha sido un asentamiento importante de población en La Palma desde el siglo XVI hasta la actualidad.

Tabla 1. Usos del Suelo en Breña Alta

Usos del Suelo	Has.	%
Eriales	268,3	8,72
Urbano y Viales	208,4	6,77
Cultivos	274,5	8,92
Abandonos	562,7	18,29
Monte	1762	57,28

En cuanto al régimen pluviométrico, las precipitaciones en Breña Alta siguen el patrón mediterráneo, lo que implica una total ausencia de las precipitaciones durante el periodo estival, y su concentración en el período invernal especialmente entre los meses de octubre a marzo. Los días de lluvia en el municipio oscilan entre los cerca de los 100 días de lluvia al año en las zonas cumbreiras del municipio a los 58 en las zonas costeras.

Tabla 2. Días de lluvia en diferentes estaciones.

Estación	Altitud	Días de Lluvia al año	Días de Lluvias de las de 30 mm/día
Roque Niquiomo	1358	93	12
La Rosas	510	54	6
San Isidro	450	47	6
Velhoco	345	72	6
San Pedro	325	41	5
Aeropuerto	40	58	2

Las precipitaciones son poco continuas en el tiempo, es decir que las lluvias se caracterizan por descargar aguaceros intensos de forma que en poco tiempo (pocos minutos u horas) se pueden recoger no sólo el total de las precipitaciones diarias, si no a veces se acercan a las medias del mes, todo esto nos da una fuerte intensidad horaria de las precipitaciones, lo cual es un factor de riesgo evidente. Todo esto se debe a que la masas de aire húmeda cuando ascienden por la isla se inestabilizan, lo que ocasiona grandes precipitaciones, que son más numerosas según ascendemos en altura, como se aprecia en la tabla anterior.

Por lo tanto, y a modo de resumen, las precipitaciones en el municipio de Breña Alta están determinadas por las siguientes características:

- Breña Alta es un municipio húmedo, con precipitaciones que oscilan entre los 400-900 mm/año.
- Las precipitaciones se concentran entre los meses de Octubre a Marzo.
- El número medio de días con precipitaciones a lo largo del año oscila en torno a los 60-70 días.
- Existen un importante número de días con precipitaciones intensas (más de 30mm/día) siendo estos días más comunes en las zonas cumbreiras que en las costeras.

4. Cuencas Hidrográficas del municipio de Breña Alta.

Breña Alta desde el punto de vista hidrológico participa de nueve cuencas, tres de ellas mayores (Amargavinos, Aduares, y Juan Mayor), y seis menores (El Porvenir, Buenavista, Florida, Bajamar, Caldereta, y Calcina). Entre las cuencas que discurren por el municipio hay que destacar la de Aduares, que abarca 21,22km² y se encuentra en su totalidad dentro del municipio de Breña Alta; y que es una de las mayores de la isla. El resto de las cuencas que discurren por el interior del municipio están íntimamente relacionadas con el accidente geográfico de la Caldereta, y son: El Porvenir, Buenavista, La Florida, Bajamar, la Caldereta, y Calcina.

Las restantes cuencas tienen la mayor parte de un área de influencia fuera del municipio, y son: la de Amargavinos, que desemboca en Breña Baja, y que sólo tiene dentro de Breña Alta parte de su cuenca de recepción; y la del barranco de Juan Mayor, de la cual Breña Alta sólo participa en parte de la cuenca de recepción.

4.1 Cuenca de Aduares.

La Cuenca de Aduares, es la que marca la estructura hidrológica del municipio, ya que abarca 21,22km² de los 30,82 que tiene el municipio, por lo tanto se extiende por 68% de Breña Alta. Las redes de cauces de esta cuenca tienen la típica disposición dendrítica, aunque no esta completamente evolucionada, debido a la influencia de las coladas de Cumbre Vieja. El rasgo más característico de esta cuenca es la notable influencia que ha ejercido sobre su configuración actual la evolución de Cumbre Vieja. Las coladas de este volcán al derramarse en dirección NE, ha supuesto que el cauce de Aduares recoja las aguas de escorrentía de todo el arco sur de la Cumbre Nueva, esta agua se concentra en la zona del Llanito (donde han provocado diversas riadas, la última en 1957). Además se ha de tener en cuenta que la otra gran sub-cuenca del barranco de Aguacencio, que desagua la parte central del macizo de Cumbre Nueva, en la unión de estas dos sub-cuencas lleva aparejado el riesgo de avenidas. Desde la unión hasta el mar el cauce es casi lineal, desembocando cerca de los cuarteles, llegando antiguamente a generar un pequeño delta (hoy se encuentra canalizado en su desembocadura).

Los datos más importantes de la cuenca son los siguientes:

Tabla 3. Datos de la Cuenca de Aduares.

Área (Km2)	Perímetro (Km)	Longitud del Cauce (Km)	Pendiente Media (%)
21,22	23,35	9,884	17,5

Esta cuenca se estudiara con detalle en el siguiente punto, ya que su análisis es más complejo que el resto de las cuencas del municipio.

4.2 Pequeñas cuencas.

Con pequeñas cuencas del municipio se hace referencia a las cuencas de: El Porvenir, Buenavista, Florida, Bajamar, Caldereta, y Calcina. Todas ellas se encuentran ligadas al volcán de la Caldereta, que obliga a que las cuatro primeras de ellas se desvíen hacia el Sur, mientras que la de Calcina se desvía hacia el Norte. Además está la cuenca de la Caldereta, que no es otra cosa que el sistema de drenaje del propio volcán.

Estas cuencas son muy lineales y tienen un escaso desarrollo de su sistema de desagüe (pequeñas barranqueras) y una escasa jerarquía lo que nos indican que son geológicamente recientes. Además, su potencial erosivo no es muy alto, ya que están “colgadas” sobre los acantilados de Bajamar. No son cuencas que generen grandes riesgos, exceptuando las cascadas que se generan al caer sobre el cantil y que puedan arrastrar algún material de caída.

Los datos más característicos son los siguientes:

Tabla 4. Datos de las cuencas pequeñas de Breña Alta

Cuenca	Área (Km2)	Perímetro (Km)	Longitud del Cauce (Km)	Pendiente Media (%)
El Porvenir	1,06	8,81	4,689	15,99
Buenavista	0,59	6,36	3,336	13,36
Florida	0,24	3,25	1,760	22,4
Bajamar	0,14	2,13	1,195	32,21
Caldereta	0,75	3,28	1,297	30,45
Calcina	0,57	5,97	2,974	14,39

5. Aproximación al cálculo del Dominio Público Hidráulico (DPH).

5.1 Definición.

Antes de proceder a su cálculo, se definirá qué es el dominio público hidráulico. Según el Decreto 86/2002 de 2 de Julio por el que se aprueba el Reglamento de Dominio Público Hidráulico,

En su artículo 7 se define el DPH como:

- a) *Las aguas continentales, tanto las superficiales como subterráneas renovables con la independencia del tiempo de renovación.*
- b) Los cauces de corrientes naturales, continuas o discontinuas.**
- c) *Los lechos de los lagos y lagunas y los de los embalses superficiales en cauces públicos.*

En su artículo 8 se señala que:

1. *El Álveo o cauce natural de una corriente continua o discontinua es el terreno cubierto por las aguas en las máximas crecidas ordinarias.*
2. *Se entenderá como máxima crecida ordinaria a aquella de tan probable o frecuente ocurrencia estimada como para los terrenos por ella inundables resulten inprovechables como consecuencia del riesgo que para personas y bienes presenta su anegamiento.*

En el artículo 10 se señala:

1. *Se considerarán, en todo caso, cauces de aguas discontinuas que forman parte del dominio público, los de aquellos barrancos que se prolonguen desde cualquier divisoria de cuenca hasta el mar sin solución de continuidad.*

En el artículo 12 se señala:

1. *Los terrenos lindantes con los cauces públicos constituyen sus márgenes, las cuales estarán sujetas, con carácter general, y en toda su extensión longitudinal, **a una zona de servidumbre para uso público de cinco metros de anchura.***

En el artículo 16 se señala:

1. ***Se podrán considerar como zonas anegables las cubiertas por las aguas de las avenidas con período estimado de recurrencia no superior de 500 años.***

Con todo esto entendemos a efecto de este trabajo como DPH, es aquel que se delimita en los cauces públicos, a partir de la avenida máxima esperada en 500 años, al cual se le añadirán una zona de servidumbre de 5 metros de anchura.

No obstante en el Plan Hidrológico Insular de La Palma, se afirma:

“II.8.2.- La zona de dominio público de los cauces.

Se ha previsto como zona de dominio público la que ocupa la avenida ordinaria, y a ésta como la que los terrenos que inunde resulten inaprovechables (la definida en las Normas Provisionales equivalente a la de período de recurrencia de 100 años, parece desorbitada: desde luego, cabe preguntarse por lo justo de calificar como ordinario algo que por término medio ocurre una vez al siglo). “.

Por esta causa, se procederá a lo largo del trabajo a calcular una aproximación del Dominio Público Hidráulico, como establece el Plan Hidrológico Insular, si no que también se calculará, la avenida máxima para el periodo de retorno de 500 años (P500).

5.2 Precipitaciones.

Para hallar a que terrenos afecta el DHP, se nos hace necesario conocer la precipitación máxima esperada para el periodo de retorno previsto. Para el cálculo empleamos el método hidrometeorológico, aplicando para ello la distribución de Gumbel, que nos permite deducir la precipitación según la expresión:

$$F(p) = e^{-e^{-\alpha(p_i - \beta)}}$$

que en forma logarítmica y despejando la variable p_i queda como sigue:

$$P_i = \beta - \left(\frac{1}{\alpha}\right) \times \ln(-\ln(p))$$

Donde:

1. P_i es la precipitación máxima en 24 horas para el periodo de retorno considerado.
2. P es la probabilidad de que ocurra un aguacero de esa magnitud en el periodo considerado. Para el cálculo de P se usa la siguiente fórmula:

$$P = \frac{T-1}{T}$$

3. α es un parámetro de escala, y β es un parámetro de localización que se obtiene a partir de la media muestral y la desviación típica muestral de la serie de datos facilitada.

$$\frac{1}{\alpha} = 0.80 \times \sigma$$

$$\beta = \mu - \frac{0.577}{\alpha}$$

Siendo a su vez:

μ : la Media Aritmética

σ : Este valor se calcula utilizando la siguiente fórmula:

$$\sigma = \left(\frac{n}{n-1} \right) \times \sigma_x$$

σ_x : Desviación típica maestra.

Este estudio se ha realizado para todas las estaciones de la isla de La Palma, ya que la envergadura del trabajo encargado requiere la mayor precisión posible de los datos.

Tabla 5. Precipitaciones máximas 100 y 500 años

Estación	Precipitación 500 años	Precipitación 100 años
Caldera de Taburiente	659,61	498
Caldera de Taburiente Hacienda	213,35	169
Tijarafe Riveroles	163,2	135
Tijarafe Tinizara	254,22	205
Puntagorda	87,83	154
Tijarafe	185,79	152
Tijarafe la Punta	168,98	137
El Paso CF	281,13	231
Fuencaliente el Charco A	177,52	146
Fuencaliente el Charco	193,45	157
El Paso	248,95	202
El Paso Fatima A	259,78	212
El Paso Las Manchas	189,01	154
El Paso las Manchas A	238,78	194
Fuencaliente	274,1	222
Fuencaliente CF	261,9	208
Fuencaliente Las Caletas	231,9	190

Los Llanos A	168,85	139
Los Llanos B	199,56	161
Los Llanos la Hermosilla	212,92	174
Fuencaliente Las Indias	255,27	198
Tzacorte	139,11	113
Tzacorte Todoque	153,83	125
Tigalate	492,35	395
Breña Baja San jose	416,89	336
Breña Alta Col Nnal	424,98	347
Botazo	492,05	404
Velhoco	345,36	282
Puntallana	324,64	265
El Granel	301,12	245
Aeropuerto	233,1	185
El Fuerte	287,59	213
Santa Cruz de La Palma	286,84	237
Mirca	235,12	193
Gafaria CF	389,65	312
Espigon atravesado	763,31	585
Barlovento	187,31	290
Barlovento CF	373,96	279
Las Tricias	361,99	151
San Andrés	282,91	229
Los Tilos las Portelas	376,37	300
loa Sauces Col Nnal	305,69	248

Franceses	241,48	196
Juan adalid	181,58	149
Garafia	242,79	193
Faro de Barlovento	241,76	195

Además una vez analizados y obtenidos estos datos, se georreferenciaron las estaciones meteorológicas calculadas, procediéndose a realizar un proceso de extrapolación mediante el proceso matemático de “splines”, con lo que se han obtenido las isoyetas para las precipitaciones máximas previstas para el periodo de retorno de 500 años en el municipio de Breña Alta (ver mapa 2).

5.3 Avenidas.

Para el cálculo de las avenidas máximas esperadas para un periodo de retorno de 100 y 500 años se ha empleado el método que recoge la **Instrucción de Carreteras 5.2.IC, de Drenaje Superficial publicada en el BOE nº 123 de 23 de mayo de 1990.**

Para ello se trabajó por cuencas, en este apartado se estudiarán las pequeñas cuencas del municipio de Breña Baja.

5.3.1 Cuenca El Porvenir.

La cuenca del Porvenir se extiende por el norte de la Caldereta y su tramo final esta encauzado debido a que atraviesa una zona industrial. Se trata de un cauce de orden 3, lo que indica que los procesos de avenidas, son muy rápidos en el tiempo. Los datos hidrológicos básicos de la cuenca de El Porvenir en su desembocadura son los siguientes:

Tabla 6. Datos de la Cuenca de El Porvenir

Periodo de retorno	P en 24/h.	Coefficiente de Escorrentía	Tiempo de Concentración	Intensidad media diaria	Caudal previsto	Caudal previsto mayorado
100 años	400	0,56	1,37 Horas	107,69	12,86	15,43
500 años	500	0,64	1,37	135,17	30,56	36,43

Por lo tanto para calcular aproximadamente el dominio público hidráulico de la cuenca del Porvenir, se ha de tener en cuenta una sección de desagüe que sea capaz de evacuar 15,43 m³/seg. Pero además se ha de tener en cuenta para el cálculo de posibles riesgos, el caudal de 36,43, m³/seg., que corresponde con el periodo de retorno de 500 años.

Para ello se acude a la formula de **Manning-Stricker**, incluida en la **instrucción 5.2.-IC**. Esta fórmula es usada allí donde las láminas de agua tienen pérdidas de energía debidas al rozamiento con el cauce, siendo la formula la siguiente:

$$Q_{desaguado} = S \times R^{\frac{2}{3}} \times J^{\frac{1}{2}} \times K \times U$$

Siendo:

S: El área de la sección: 12 m²

R: El Radio Hidráulico, que es el área de la sección, dividido por el perímetro mojado: 1,2

J: Es la pendiente media de la línea de energía en el punto: 0.083

K: Es el Coeficiente de Rugosidad: 22,5

U: Una constante cuyo valor es igual a 1

Siendo el caudal desaguado, el siguiente:

$$Q_{Desaguado} = 87,73 \text{ m}^3 / \text{seg}$$

Como se puede observar, la sección del cauce es suficiente no sólo para la crecida prevista para un periodo de retorno de 100 años, si no que también es suficiente para la prevista para un periodo de retorno de 500 años

Con estos datos se puede afirmar que una **franja de 6 metros de ancho** a lo largo del cauce principal, daría una aproximación al DPH, de manera suficiente, al cual habría que añadir una franja de servidumbre de 5 metros a cada lado, a lo largo del cauce del Porvenir.

5.3.2 Cuenca de Buenavista.

La cuenca de Buenavista, se extiende por el flanco sur de La Caldereta, su evolución a estado profundamente marcada por dicho accidente geológico. Se trata de un cauce de orden 2 según Straler, lo que indica que es una red lineal, y sin ramificaciones. Esto implica que responde muy rápido ante precipitaciones abundantes. Los datos hidrológicos básicos de la cuenca de Buenavista en su desembocadura son los siguientes:

Tabla 6. Datos de la Cuenca de Buenavista.

Periodo de retorno	P en 24/h.	Coefficiente de Escorrentía	Tiempo de Concentración	Intensidad media diaria (mm/H)	Caudal previsto (m3/seg)	Caudal previsto mayorado. (m3/seg)
100 años	350	0,59	1,08 Horas	106,77	12,38	14,86
500 años	425	0,66	1,08	129,62	16,86	20,24

Por lo tanto para calcular aproximadamente el dominio público hidráulico de la cuenca de Buenavista, se ha de tener en cuenta, una sección de desagüe que sea capaz de evacuar 14,86 m³/seg. Pero además se ha de tener en cuenta para el cálculo de posibles riesgos, el caudal de 20,24, m³/seg., que corresponde con el periodo de retorno de 500 años.

Para ello se acude a la fórmula de **Manning-Stricker**, incluida en la **instrucción 5.2.-IC**. Esta fórmula es usada allí donde las láminas de agua tienen pérdidas de energía debidas al rozamiento con el cauce, siendo la fórmula la siguiente:

$$Q_{desaguado} = S \times R^{\frac{2}{3}} \times J^{\frac{1}{2}} \times K \times U$$

S: El área de la sección: 12 m²

R: El Radio Hidráulico, que es el área de la sección, dividido por el perímetro mojado: 1,2

J: Es la pendiente media de la línea de energía en el punto: 0.083

K: Es el Coeficiente de Rugosidad: 22,5

U: Una constante cuyo valor es igual a 1

Siendo el caudal desaguado, el siguiente:

$$Q_{Desaguado} = 87,73 \text{ m}^3/\text{seg}$$

Como se puede observar, la sección del cauce es suficiente no sólo para la crecida prevista para un periodo de retorno de 100 años, si no que también es suficiente para la prevista para un periodo de retorno de 500 años

Con estos datos se puede afirmar que una **franja de 5 metros de ancho** a lo largo del cauce principal, daría una aproximación al DPH, de manera suficiente, al cual habría que añadir una franja de servidumbre de 5 metros a cada lado, a lo largo del cauce de Buenavista.

Hay que señalar que las cuencas denominadas del Porvenir, y Buenavista están encauzadas en su tramo final, en un único cauce, el cual es capaz desaguar ambas crecidas simultáneamente.

5.3.3 Cuenca Florida.

Como las anteriores cuencas, esta se encuentra en el flanco sur del accidente de La Caldereta. Es una cuenca incipiente, su orden de cauce es de 2 según Straler, esto indica que es una red lineal, y sin ramificaciones con respuesta muy rápida ante precipitaciones abundantes. Los datos hidrológicos básicos de la cuenca de Florida en su desembocadura son los siguientes:

Tabla 8 Datos de la Cuenca Florida

Periodo de retorno	P en 24/h.	Coefficiente de Escorrentía	Tiempo de Concentración	Intensidad media diaria (mm/H)	Caudal previsto (m3/seg)	Caudal previsto mayorado. (m3/seg)
100 años	300	0,74	0,61 Horas	123,11	7,78	9,33
500 años	350	0,78	0,61	143,6	8,96	10,75

Por lo tanto para calcular aproximadamente el dominio público hidráulico de la cuenca de Florida, se ha de tener en cuenta, una sección de desagüe que sea capaz de evacuar 9,33 m³/seg. Pero además se ha de tener en cuenta para el calculo de posibles riesgos, el caudal de 20,24, m³/seg., que corresponde con el periodo de retorno de 500 años.

Para ello se acude a la formula de **Manning-Stricker**, incluida en la **instrucción 5.2.-IC**. Esta fórmula es usada allí donde las láminas de agua tienen pérdidas de energía debidas al rozamiento con el cauce, siendo la formula la siguiente:

$$Q_{desaguado} = S \times R^{\frac{2}{3}} \times J^{\frac{1}{2}} \times K \times U$$

Siendo:

S: El área de la sección: 4 m²

R: El Radio Hidráulico, que es el área de la sección, dividido por el perímetro mojado: 0,66

J: s la pendiente media de la línea de energía en el punto: 0.041

K: Es el Coeficiente de Rugosidad: 22,5

U: Ua constante cuyo valor es igual a 1

Siendo el caudal desaguado, el siguiente:

$$Q_{Desaguado} = 13,81 \text{ m}^3/\text{seg}$$

Como se puede observar, la sección del cauce es suficiente no sólo para la crecida prevista para un periodo de retorno de 100 años, si no que también es suficiente para la prevista para un periodo de retorno de 500 años

Con estos datos se puede afirmar que una **franja de 4 metros de ancho** a lo largo del cauce principal, daría una aproximación al DPH, de manera suficiente, al cual habría que añadir una franja de servidumbre de 5 metros a cada lado, a lo largo del cauce de Buenavista.

5.3.4 Cuenca Bajamar.

Se trata de un torrente que se anexa a la pared sur de la Caldereta, se encuentra encajado, debido a desarrollarse en el contacto de diferentes materiales geológicos. Se trata de un cauce de orden 2 según Straler, lo que le confiere una respuesta rápida a los episodios de lluvias intensas. Los datos hidrológicos básicos de la cuenca de Buenavista en su desembocadura son los siguientes:

Tabla 9. Datos de la Cuenca de Bajamar

Periodo de retorno	P en 24/h.	Coefficiente de Escorrentía	Tiempo de Concentración	Intensidad media diaria (mm/H)	Caudal previsto (m3/seg)	Caudal previsto mayorado. (m3/seg)
100 años	275	0,71	0,42	133,94	4,43	5,32
500 años	325	0,78	0,42	164,18	5,82	6,98

Por lo tanto para calcular aproximadamente el dominio público hidráulico de la cuenca de Bajamar, se ha de tener en cuenta, una sección de desagüe que sea capaz de evacuar 5,32 m³/seg. Pero además se ha de tener en cuenta para el cálculo de posibles riesgos, el caudal de 6,98 m³/seg., que corresponde con el periodo de retorno de 500 años.

Para ello se acude a la formula de **Manning-Stricker**, incluida en la **instrucción 5.2.-IC**. Esta fórmula es usada allí donde las láminas de agua tienen pérdidas de energía debidas al rozamiento con el cauce, siendo la formula la siguiente:

$$Q_{desagüado} = S \times R^{\frac{2}{3}} \times J^{\frac{1}{2}} \times K \times U$$

Siendo:

S: l área de la sección: 4 m²

R: El Radio Hidráulico, que es el área de la sección, dividido por el perímetro mojado: 0,66

J: Es la pendiente media de la línea de energía en el punto: 0.166

K: Es el Coeficiente de Rugosidad: 22,5

U: Una constante cuyo valor es igual a 1

Siendo el caudal desaguado, el siguiente:

$$Q_{Desaguado} = 27,76 \text{ m}^3 / \text{seg}$$

Como se puede observar, la sección del cauce es suficiente no sólo para la crecida prevista para un periodo de retorno de 100 años, si no que también es suficiente para la prevista para un periodo de retorno de 500 años

Con estos datos se puede afirmar que una **franja de 4 metros de ancho** a lo largo del cauce principal, daría una aproximación al DPH, de manera suficiente al cual habría que añadir una franja de servidumbre de 5 metros a cada lado, a lo largo del cauce de Bajamar.

5.3.5 Cuenca Caldereta.

Esta cuenca se encuentra contenida en el cono de la Caldereta, lo que le hace tener una cierta estructura dendrítica, pero muy simple. A esto hay que unirle que se trata de un área de fuertes pendientes, y sin vegetación, lo que ocasiona que la respuesta las lluvias sea muy rápida. Los datos hidrológicos básicos de la cuenca de Caldereta en su desembocadura son los siguientes:

Tabla 10. Datos de la Cuenca de Caldereta

Periodo de retorno	P en 24/h.	Coefficiente de Escorrentía	Tiempo de Concentración	Intensidad media diaria (mm/H)	Caudal previsto (m3/seg)	Caudal previsto mayorado. (m3/seg)
100 años	300	0,80	0,45	143,89	28,77	34,53
500 años	350	0,83	0,45	167,83	34,82	41,78

Por lo tanto para calcular aproximadamente el dominio público hidráulico de la cuenca de la Caldereta, se ha de tener en cuenta, una sección de desagüe que sea capaz de evacuar 34,53 m³/seg. Pero además se ha de tener en cuenta para el cálculo de posibles riesgos, el caudal de 41,78 m³/seg., que corresponde con el periodo de retorno de 500 años.

Para ello se requiere la formula de **Manning-Stricker**, incluida en la **instrucción 5.2.-IC**. Esta fórmula es usada allí donde las láminas de agua tienen pérdidas de energía debidas al rozamiento con el cauce, siendo la formula la siguiente:

$$Q_{desaguado} = S \times R^{\frac{2}{3}} \times J^{\frac{1}{2}} \times K \times U$$

Siendo:

S: El área de la sección: 5 m²

R: El Radio Hidráulico, que es el área de la sección, dividido por el perímetro mojado: 0,71

J: Es la pendiente media de la línea de energía en el punto: 0.076

K: Es el Coeficiente de Rugosidad: 22,5

U: Una constante cuyo valor es igual a 1

Siendo el caudal desaguado, el siguiente:

$$Q_{Desaguado} = 24,71 \text{ m}^3 / \text{seg}$$

Como se puede observar, la sección del cauce es suficiente no sólo para la crecida prevista para un periodo de retorno de 100 años, si no que también es suficiente para la prevista para un periodo de retorno de 500 años

Con estos datos se puede afirmar que una **franja de 5 metros de ancho** a lo largo del cauce principal, daría una aproximación al DPH, de manera suficiente, al cual habría que añadir una franja de servidumbre de 5 metros a cada lado, a lo largo del cauce de La Caldereta.

5.3.6 Cuenca Calcina.

Esta cuenca se extiende por la ladera norte de La Caldera, se aprovecha de la discordancia entre materiales para tener un cauce encajado. Su cauce principal alcanza un orden de 3, tratándose de un cauce lineal con respuesta muy rápida a las lluvias. Los datos hidrológicos básicos de la cuenca de Calcina en su desembocadura son los siguientes:

Tabla 11. Datos de la Cuenca Calcina

Periodo de retorno	P en 24/h.	Coefficiente de Escorrentía	Tiempo de Concentración	Intensidad media diaria (mm/H)	Caudal previsto (m3/seg)	Caudal previsto mayorado. (m3/seg)
100 años	375	0,55	0,99	124,9	13,05	15,66
500 años	425	0,55	0,99	141,6	15,87	19,04

Por lo tanto para calcular aproximadamente el dominio público hidráulico de la cuenca de la Calcina, se ha de tener en cuenta, una sección de desagüe que sea capaz de evacuar 15,66 m³/seg. Pero además se ha de tener en cuenta para el calculo de posibles riesgos, el caudal de 19,04 m³/seg., que corresponde con el periodo de retorno de 500 años.

Para ello se acude a la formula de **Manning-Stricker**, incluida en la **instrucción 5.2.-IC**. Esta fórmula es usada allí donde las láminas de agua tienen pérdidas de energía debidas al rozamiento con el cauce, siendo la formula la siguiente:

$$Q_{desaguado} = S \times R^{\frac{2}{3}} \times J^{\frac{1}{2}} \times K \times U$$

Siendo:

S: El área de la sección: 8 m²

R: El Radio Hidráulico, que es el área de la sección, dividido por el perímetro mojado: 1

J: Es la pendiente media de la línea de energía en el punto: 0.25

K: Es el Coeficiente de Rugosidad: 22,5

U: Una constante cuyo valor es igual a 1

Siendo el caudal desaguado, el siguiente:

$$Q_{Desaguado} = 90 \text{ m}^3/\text{seg}$$

Como se puede observar, la sección del cauce es suficiente no sólo para la crecida prevista para un periodo de retorno de 100 años, si no que también es suficiente para la prevista para un periodo de retorno de 500 años

Con estos datos se puede afirmar que una **franja de 4 metros de ancho** a lo largo del cauce principal, daría una aproximación al DPH, de manera suficiente, al cual habría que añadir una franja de servidumbre de 5 metros a cada lado, a lo largo del cauce de Buenavista.

5.3.7. Conclusiones.

Los puntos de desagüe de las cuencas en los límites del municipio están a grandes rasgos lo suficientemente dimensionados para abordar las crecidas previstas para el periodo de retorno previsto. Aún así hay que señalar que la confluencia de las cuencas del Porvenir y Buenavista, sería recomendable realizar labores de mantenimiento del cauce, en especial su limpieza de vegetación (que está creciendo en el cauce y que disminuye la capacidad de desagüe de estas dos pequeñas cuencas).

En lo referente a las aproximaciones del DPH, se pueden definir en las cuencas antes señaladas con el siguiente ancho para estas cuencas:

Tabla 12. Dominio Público Hidráulico

Cuenca	Aproximación DPH(mts)	Servidumbre(mts)	Anchura total(mts)
El Porvenir	6	5	16
Buenavista	6	5	16
Florida	4	5	14
Bajamar	8	5	18
Caldereta	5	5	15
Calcina	4	5	14

6. Puntos de Riesgo.

El municipio de Breña Alta, ha tenido cuatro inundaciones, de las que se tengan referencia, que han provocado pérdidas humanas, la más reciente de ellas el 16 de enero de 1957 que causó innumerables daños, y sobre todo 16 víctimas mortales.

Todas estas riadas se han producido en la cuenca del barranco de Aduares, por lo tanto para llevar a cabo el objetivo de este estudio, se ha de prestar especial atención al comportamiento de esta cuenca, analizando diversos puntos a lo largo de su recorrido y, en especial, aquellas zonas donde ya se han producido desgracias, o donde la presión de la actividad humana sobre el cauce es destacada.

6.1 Zonas de riesgo.

Para poder analizar una red de desagüe, esta se clasifica con el método de Straler. Indirectamente este método da aquellos cauces que son capaces de llevar una mayor cantidad de agua, y por lo tanto susceptibles de tener una mayor peligrosidad. Como se observa en la cartografía, la zona de la red de cauces que adquiere una mayor clasificación se extiende desde la unión de las dos subcuencas (El Llanito, y Aguacencio), hasta la desembocadura en el mar. Esto indica que esta área tiene una especial peligrosidad desde el punto de vista de las riadas.

Otro factor a tener en cuenta a la hora de analizar los riesgos de riadas, son los cambios bruscos de la pendiente. Esto es debido a que en zonas de pendientes elevadas la velocidad del agua aumenta y hace tiende a concentrarse en cauces bien definidos, mientras que cuando esta disminuye el agua deja sus sedimentos, y además se ensancha el cauce de los barrancos. Esto ocurre en el municipio de Breña Alta en la zona comprendida entre El Llanito y la unión con el cauce de Barranco de Aguacencio, en esta zona se pasan de pendientes superiores al 30% a pendientes que oscilan entre el 5-8%. Esto provoca que en estas áreas el cauce se amplíe debido a que el agua deposita sedimentos. Lo que a su vez atrae la presencia humana ya que los suelos de aluvión son muy fértiles.

Por último para que todos estos factores sean un riesgo se ha de contar con la presencia de la actividad humana, ya que si no existiera la misma el fenómeno pero no sería considerado un riesgo. El caso más paradigmático de esto nos lo encontramos en las viviendas que se encuentran el cauce de Aguacencio, o el caso de estrechamiento de cauces, como es el caso de la carpintería que se encuentra en las inmediaciones de la entrada del hospital.

Ante estos factores se han señalado un total 9 puntos (ver mapas correspondientes) donde existen algún tipo de riesgo, de estos 8 se encuentran dentro de la cuenca de Aduares, y uno fuera. Es más, 5 de ellos se encuentran en la "Y" que forman los barrancos de El Llanito y Aguacencio, que es la zona con un mayor riesgo de sufrir una riada.

6.2 Análisis de los Puntos de Riesgo.

6.2.1. Punto Buenavista (219386; 3174621)

El primer punto de riesgo a analizar está en la cuenca de Buenavista, y se ha denominado Buenavista. Aquí se usará la misma metodología que en los análisis anteriores, definiendo el DPH, en este punto y aplicando aguas arriba. Los datos hidrológicos básicos de la cuenca del Pto. de Buenavista en su desembocadura son los siguientes

Tabla 13. Datos del Punto Buenavista

Periodo de retorno	P en 24/h.	Coefficiente de Escorrentía	Tiempo de Concentración	Intensidad media diaria (mm/H)	Caudal previsto (m3/seg)	Caudal previsto mayorado. (m3/seg)
100 años	350	0,51	0,67	136,32	7,4	8,89
500 años	425	0,57	0,67	165,49	10,06	12,07

Por lo tanto para calcular aproximadamente el dominio público hidráulico de la cuenca de la Pto. de Buenavista, se ha de tener en cuenta, una sección de desagüe que sea capaz de evacuar 8,89 m³/seg. Pero además se ha de tener en cuenta para el cálculo de posibles riesgos, el caudal de 12,07 m³/seg., que corresponde con el periodo de retorno de 500 años.

Para ello se acude a la formula de **Manning-Stricker**, incluida en la **instrucción 5.2.-IC**. Esta fórmula es usada allí donde las láminas de agua tienen pérdidas de energía debidas al rozamiento con el cauce, siendo la formula la siguiente:

$$Q_{desaguado} = S \times R^{\frac{2}{3}} \times J^{\frac{1}{2}} \times K \times U$$

Siendo:

S: El área de la sección: 9 m²

R: El Radio Hidráulico, que es el área de la sección, dividido por el perímetro mojado: 0.7

J: Es la pendiente media de la línea de energía en el punto: 0.1162

K: Es el Coeficiente de Rugosidad: 22,5

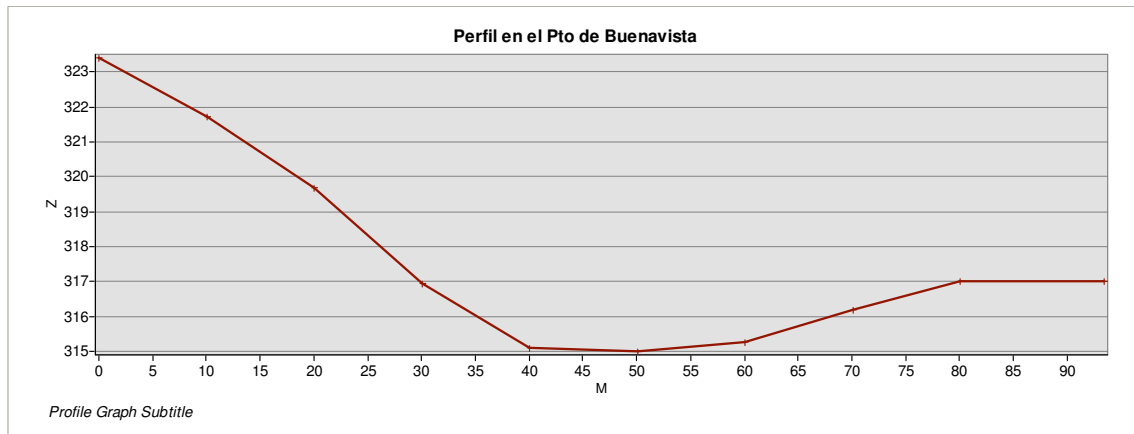
U: Una constante cuyo valor es igual a 1

Siendo el caudal desaguado, el siguiente:

$$Q_{Desaguado} = 54.25 \text{ m}^3 / \text{seg}$$

Estos datos, dan como aproximación al DPH, aguas arriba de unos 9 metros de anchura. Aquí habría que tener en cuenta los 5 metros de servidumbre, lo que da una franja de unos 14 metros de ancho. Además el cauce recomendado para prevenir la avenida de 500 años es de 12 metros de amplitud, para tener un margen de seguridad amplio.

Por lo tanto se obtiene una franja de 4,5 metros a cada lado del cauce como aproximación al DPH, y una franja de seguridad de 6 metros a ambos lados del cauce para evacuar la avenida de los 500 años. La servidumbre aproximada dará una franja de 9,5 metros de ancho a cada lado del cauce.



6.2.2. Punto Porvenir (228239; 3173982).

El segundo punto de riesgo a analizar está en la cuenca de Aduares, y ha sido denominado El Porvenir, por la cercanía a este punto de población. Aquí nuevamente se usa la misma metodología que en los análisis anteriores, definiendo el DPH en el punto y aplicando aguas arriba. Los datos hidrológicos básicos de la cuenca del Pto. de Porvenir en su desembocadura son los siguientes:

Tabla 14. Datos del Punto Provenir

Periodo de retorno	P en 24/h.	Coefficiente de Escorrentía	Tiempo de Concentración	Intensidad media diaria (mm/H)	Caudal previsto (m3/seg)	Caudal previsto mayorado. (m3/seg)
100 años	375	0,38	1,18	112,62	19,40	23,28
500 años	575	0,53	1,18	172,67	41,48	49,78

Por lo tanto para calcular aproximadamente el dominio público hidráulico de la cuenca de la Pto. de Porvenir, se ha de tener en cuenta, una sección de desagüe que sea capaz de evacuar 23,28 m³/seg. Pero además se ha de tener en cuenta para el cálculo de posibles riesgos, el caudal de 49,78 m³/seg, que corresponde con el periodo de retorno de 500 años.

Para ello requerimos la formula de **Manning-Stricker**, incluida en la **instrucción 5.2.-IC**. Esta fórmula es usada allí donde las láminas de agua tienen pérdidas de energía debidas al rozamiento con el cauce, siendo la formula la siguiente:

$$Q_{desaguado} = S \times R^{\frac{2}{3}} \times J^{\frac{1}{2}} \times K \times U$$

Siendo:

S: El área de la sección: 9 m²

R: El Radio Hidráulico, que es el área de la sección, dividido por el perímetro mojado: 0.88

J: Es la pendiente media de la línea de energía en el punto: 0.1612

K: Es el Coeficiente de Rugosidad: 22,5

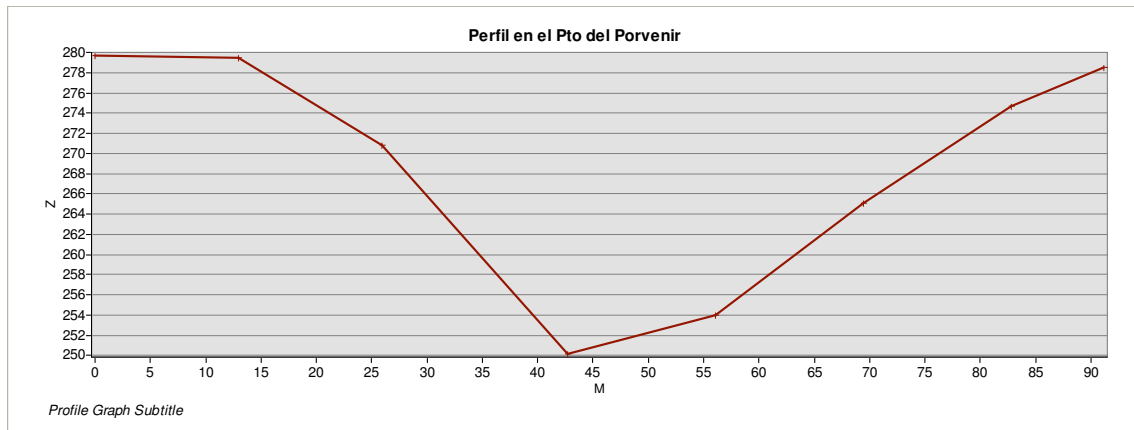
U: Una constante cuyo valor es igual a 1

Siendo el caudal desaguado, el siguiente:

$$Q_{Desaguado} = 74.54 \text{ m}^3 / \text{seg}$$

Estos datos, dan como aproximación al DPH aguas arriba unos 11 metros de anchura. Aquí habría que tener en cuenta los 5 metros de servidumbre, lo que genera una franja de unos 14 metros de ancho. Además el cauce recomendado para prevenir la avenida de 500 años es de 13 metros de amplitud, para tener un margen de seguridad amplio.

Por lo tanto se tiene una franja de 5,5 metros a cada lado del cauce como aproximación al DPH, y una franja de seguridad de 6,5 metros a ambos lados del cauce para evacuar la avenida de los 500 años. La servidumbre aproximada da una franja de 10,5 metros de ancho a cada lado del cauce.



6.2.3. Punto Carpintería (227280; 3174616).

El tercer punto de riesgo a analizar está en la cuenca de Aduares, y se ha denominado Carpintería debido a la presencia de un edificio de esa funcionalidad que invade el cauce en las inmediaciones de este punto. Aquí se empleó la misma metodología que en los análisis anteriores, definiendo el DPH en este punto y aplicando aguas arriba. Los datos hidrológicos básicos de la cuenca del Pto. de la Carpintería en su desembocadura son los siguientes

Tabla 15. Datos del Punto Carpintería

Periodo de retorno	P en 24/h.	Coefficiente de Escorrentía	Tiempo de Concentración	Intensidad media diaria (mm/H)	Caudal previsto (m3/seg)	Caudal previsto mayorado. (m3/seg)
100 años	450	0,38	0,71	175,31	15,54	18,65
500 años	575	0,46	0,71	223,93	24,03	28,84

Por lo tanto para calcular aproximadamente el dominio público hidráulico de la cuenca de la Pto de la Carpintería, se ha de tener en cuenta, una sección de desagüe que sea capaz de evacuar 18,65 m³/seg. Pero además se ha de tener en cuenta para el cálculo de posibles riesgos, el caudal de 28,84 m³/seg., que corresponde con el periodo de retorno de 500 años.

Para ello requerimos la formula de **Manning-Stricker**, incluida en la instrucción 5.2.-IC. Esta fórmula es usada allí donde las láminas de agua tienen pérdidas de energía debidas al rozamiento con el cauce, siendo la formula la siguiente:

$$Q_{desaguado} = S \times R^{\frac{2}{3}} \times J^{\frac{1}{2}} \times K \times U$$

Siendo:

S: El área de la sección: 10 m²

R: El Radio Hidráulico, que es el área de la sección, dividido por el perímetro mojado: 0,62

J: Es la pendiente media de la línea de energía en el punto: 0.1408

K: Es el Coeficiente de Rugosidad: 22,5

U: Una constante cuyo valor es igual a 1

Siendo el caudal desaguado, el siguiente:

$$Q_{Desaguado} = 59.94 \text{ m}^3 / \text{seg}$$

Estos datos, dan como aproximación al DPH aguas arriba unos 10 metros de anchura. Aquí habría que tener en cuenta los 5 metros de servidumbre, lo que da una franja de unos 15 metros de ancho.

Además el cauce recomendado para prevenir la avenida de 500 años es de 17 metros de amplitud, para tener un margen de seguridad amplio.

Por lo tanto se tiene franja de 5 metros a cada lado del cauce como aproximación al DPH, y una franja de seguridad de 8,5 metros a ambos lados del cauce para evacuar la avenida de los 500 años. La servidumbre aproximada dará una franja de 10 metros de ancho a cada lado del cauce.

Hay que señalar que pesar de que la capacidad de desagüe es suficiente, no se debe de olvidar la presencia de dos edificaciones que reducen enormemente el cauce, por lo que se recomienda una delimitación del dominio público hidráulico, por parte del órgano competente, y sí se considera efectivo de esta delimitación, proceder a la restauración de la legalidad.

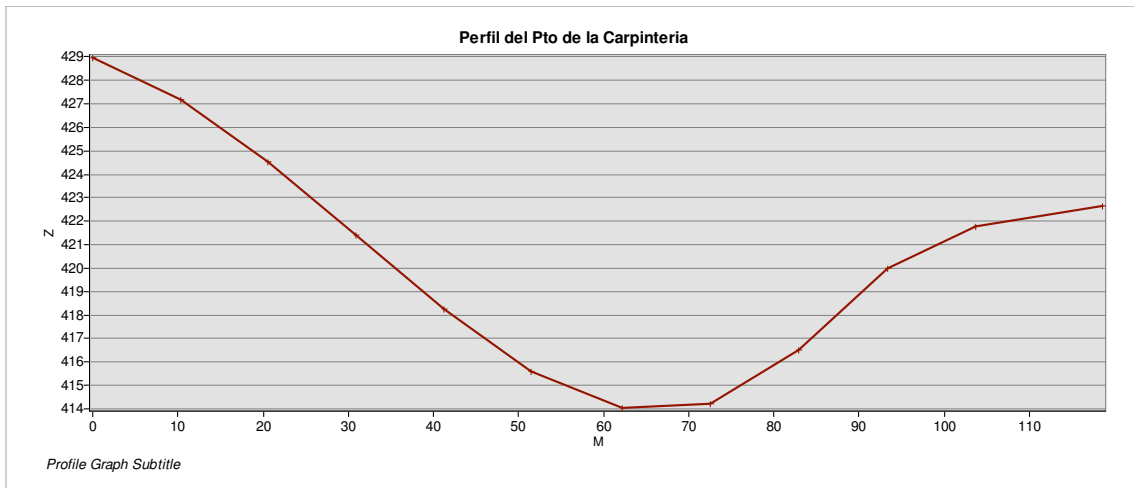


Imagen de Invasión del cauce por edificaciones

6.3 Puntos de la Cuenca de Aduares.

6.3.1 El Socorro (229217; 3173270).

El punto de riesgo a analizar está en la cuenca de Aduares, y ha sido denominado El Socorro, por la cercanía a este núcleo de población. Aquí se usa la misma metodología que en los análisis anteriores, definiendo el DPH en este punto y aplicando aguas arriba. Los datos hidrológicos básicos de la cuenca del Pto de el Socorro en su desembocadura son los siguientes:

Tabla 16. Datos del Punto El Socorro

Periodo de retorno	P en 24/h.	Coefficiente de Escorrentía	Tiempo de Concentración	Intensidad media diaria (mm/H)	Caudal previsto (m3/seg)	Caudal previsto mayorado. (m3/seg)
100 años	500	0,43	2,19	104,37	289,8	347,8
500 años	600	0,49	2,19	125,26	396,29	475,54

Por lo tanto para calcular aproximadamente el dominio público hidráulico de la cuenca de la Pto. del Socorro, se ha de tener en cuenta, una sección de desagüe que sea capaz de evacuar 347,8 m³/seg. Pero además se ha de tener en cuenta para el cálculo de posibles riesgos, el caudal de 475,54 m³/seg., que corresponde con el periodo de retorno de 500 años.

Para ello se acude a la formula de **Manning-Stricker**, incluida en la **instrucción 5.2.-IC**. Esta fórmula es usada allí donde las láminas de agua tienen pérdidas de energía debidas al rozamiento con el cauce, siendo la formula la siguiente:

$$Q_{desaguado} = S \times R^{\frac{2}{3}} \times J^{\frac{1}{2}} \times K \times U$$

Siendo:

S: El área de la sección: 65 m²

R: El Radio Hidráulico, que es el área de la sección, dividido por el perímetro mojado: 1,53

J: Es la pendiente media de la línea de energía en el punto: 0.074

K: Es el Coeficiente de Rugosidad: 22,5

U: Una constante cuyo valor es igual a 1

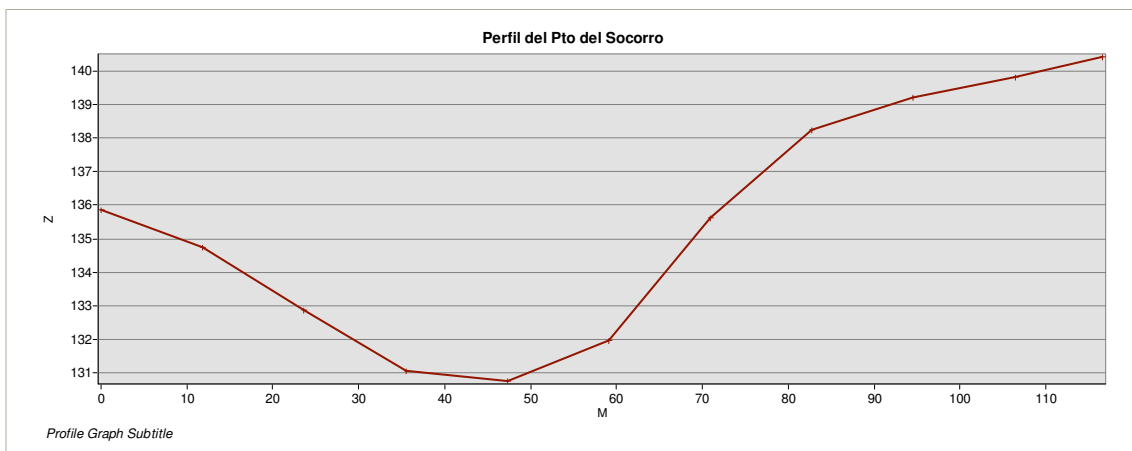
Siendo el caudal desaguado, el siguiente:

$$Q_{Desaguado} = 521,23 \text{ m}^3/\text{seg}$$

Estos datos, dan como aproximación al DPH aguas arriba de unos 42 metros de anchura. Aquí habría que tener en cuenta los 5 metros de servidumbre, lo que da una franja total de unos 52 metros de ancho. Además el cauce recomendado para prevenir la avenida de 500 años es de 47 metros de amplitud, para tener un margen de seguridad amplio.

Por lo tanto se tiene una franja de 21 metros a cada lado del cauce como aproximación al DPH, y una franja de seguridad de 23,5 metros a ambos lados del cauce para evacuar la avenida de los 500 años. La servidumbre aproximada da una franja de 26 metros de ancho a cada lado del cauce.

Este lugar históricamente ha sufrido problemas de avenidas que han ocasionado graves daños (antigua ermita del Socorro), por lo que se recomienda que la autoridad competente delimite el dominio público hidráulico, de este tramo y establezca medidas correctoras, como podrían ser laminación de la corriente y trampas de sedimentos, además de eliminar la pista agrícola que circula por el margen del cauce.



6.3.2. Punto El Molino (228214; 3173373).

El punto de riesgo a analizar está en la cuenca de Aduares, y se ha denominado El Molino, por la cercanía de un cruce vial con el mismo nombre. Aquí se empleó la misma metodología que en los análisis anteriores, definiendo el DPH en este punto y aplicando aguas arriba. Los datos hidrológicos básicos de la cuenca del Pto. de Molino en su desembocadura son los siguientes

Tabla 17. Datos del Punto El Molino

Periodo de retorno	P en 24/h.	Coefficiente de Escorrentía	Tiempo de Concentración	Intensidad media diaria (mm/H)	Caudal previsto (m3/seg)	Caudal previsto mayorado. (m3/seg)
100 años	500	0,40	1,95	110,58	236,64	283,97
500 años	600	0,47	1,95	138,99	349,49	419,38

Por lo tanto para calcular aproximadamente el Dominio Público Hidráulico de la cuenca de la Pto del Molino, se ha de considerar una sección de desagüe que sea capaz de evacuar 283,97 m³/seg. Pero además se ha de tener en cuenta para el cálculo de posibles riesgos, el caudal de 419,38 m³/seg., que corresponde con el periodo de retorno de 500 años.

Para ello se acude a la formula de **Manning-Stricker**, incluida en la **instrucción 5.2.-IC**. Esta fórmula es usada allí donde las láminas de agua tienen pérdidas de energía debidas al rozamiento con el cauce, siendo la formula la siguiente:

$$Q_{desaguado} = S \times R^{\frac{2}{3}} \times J^{\frac{1}{2}} \times K \times U$$

Siendo:

S: El área de la sección: 40 m²

R: El Radio Hidráulico, que es el área de la sección, dividido por el perímetro mojado: 1.83

J: Es la pendiente media de la línea de energía en el punto: 0.1176

K: Es el Coeficiente de Rugosidad: 22,5

U: Una constante cuyo valor es igual a 1

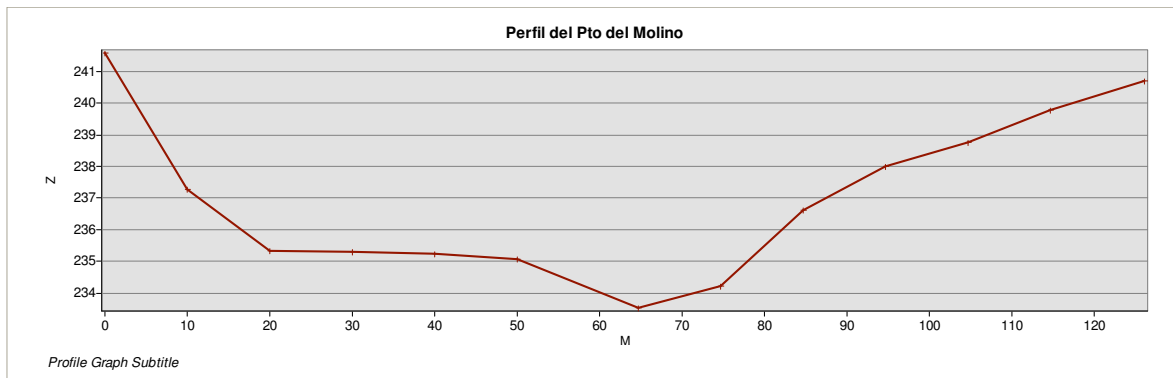
Siendo el caudal desaguado, el siguiente:

$$Q_{Desaguado} = 603.28 \text{ m}^3 / \text{seg.}$$

Estos datos, dan como aproximación al DPH, aguas arriba de unos 20 metros de anchura. Aquí habría que tener en cuenta los 5 metros de servidumbre, lo que genera una franja de unos 30 metros de ancho. Además el cauce recomendado para prevenir la avenida de 500 años es en este caso igual que el anterior

Por lo tanto tenemos franja de 11 metros a cada lado del cauce como aproximación al DPH, y una franja de seguridad de 11 metros a ambos lados del cauce para evacuar la avenida de los 500 años. La servidumbre aproximada dará una franja de 21 metros de ancho a cada lado del cauce.

Como se observa el volumen a desaguar es un 43% superior al caudal previsto, no obstante hay que señalar la presencia de dos factores como son un vía asfaltada que cruza el cauce, lo cual es un riesgo evidente; así como aguas arriba la existencia de un puente antiguo, que puede ejercer un taponamiento de las aguas de escorrentía con consecuencias imprevisibles, por lo que se recomienda una actuación en ambos casos. Además se recomienda proceder a delimitar por el órgano competente el dominio público hidráulico, y una vez realizado, restaurando la legalidad vigente.



6.3.3. Punto La Unión (227868; 3173396).

El punto de riesgo de La Unión está en la cuenca de Aduares, y recibe su nombre del punto donde se unen los cauces de Aguacencio con el proveniente del Llanito. Aquí se usó la misma metodología que en los análisis anteriores, definiendo el DPH en este punto y aplicando aguas arriba. Los datos hidrológicos básicos de la cuenca del Pto. de La Unión en su desembocadura son los siguientes

Tabla 18. Datos del Punto La Unión.

Periodo de retorno	P en 24/h.	Coefficiente de Escorrentía	Tiempo de Concentración	Intensidad media diaria (mm/H)	Caudal previsto (m3/seg)	Caudal previsto mayorado. (m3/seg)
100 años	500	0,40	1,87	113,18	235,8	283,04
500 años	600	0,46	1,87	138,99	333,1	399,72

Por lo tanto para calcular aproximadamente el dominio público hidráulico de la cuenca de la Pto. del Unión, se ha de tener en cuenta, una sección de desagüe que sea capaz de evacuar 283,04 m³/seg. Pero además se ha de tener en cuenta para el cálculo de posibles riesgos, el caudal de 399,72 m³/seg., que corresponde con el periodo de retorno de 500 años.

Para ello requerimos la formula de **Manning-Stricker**, incluida en la **instrucción 5.2.-IC**. Esta fórmula es usada allí donde las láminas de agua tienen pérdidas de energía debidas al rozamiento con el cauce, siendo la formula la siguiente:

$$Q_{desaguado} = S \times R^{\frac{2}{3}} \times J^{\frac{1}{2}} \times K \times U$$

Siendo:

S: El área de la sección: 92 m²

R: El Radio Hidráulico, que es el área de la sección, dividido por el perímetro mojado: 1.92

J: Es la pendiente media de la línea de energía en el punto: 0.078

K: Es el Coeficiente de Rugosidad: 22,5

U: Una constante cuyo valor es igual a 1

Siendo el caudal desaguado, el siguiente:

$$Q_{Desaguado} = 892.28 \text{ m}^3 / \text{seg}$$

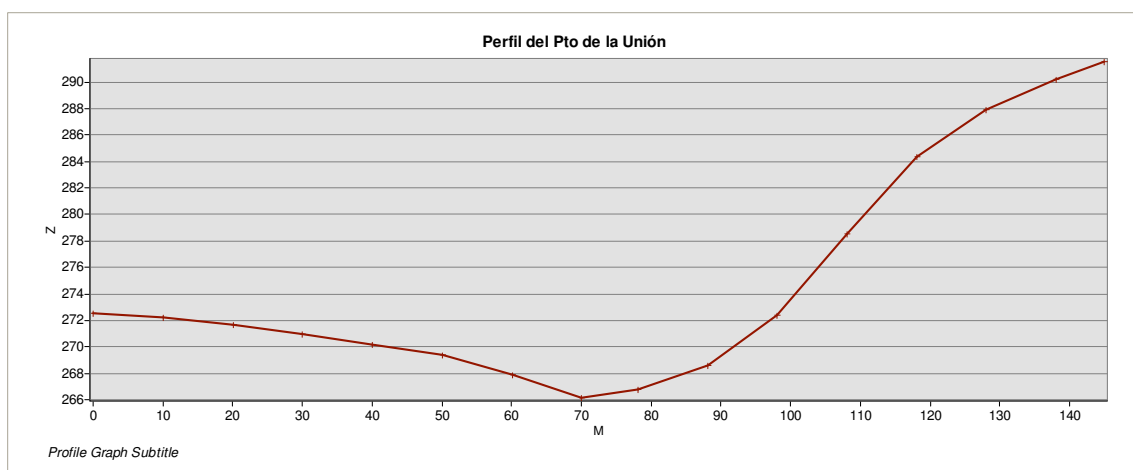
Estos datos, dan como aproximación al DPH, aguas arriba de unos 51 metros de anchura. Aquí habría que tener en cuenta los 5 metros de servidumbre, lo que da una franja de unos 61 metros de ancho. Además el cauce recomendado para prevenir la avenida de 500 años es en este caso igual que el anterior



Zona de unión de los Cauces atravesada por una vía

Por lo tanto se obtiene una franja de 25,5 metros a cada lado del cauce como aproximación al DPH. La servidumbre aproximada dará una franja de 26,5 metros de ancho a cada lado del cauce.

Como se puede observar, el cauce previsto puede desalojar un 100% mas de lo previsto, pero como se señala anteriormente la existencia de un antiguo puente aguas abajo que puede represar la corriente puede tener consecuencias imprevistas, por otro lado cabe señalar el mal estado de conservación en el que se encuentra el cauce, lleno de vegetación, lo que unido al existencia de depósitos de arrastre del barranco han soterrado la obra de canalización existente, por que se requiere realizar una serie de obras de acondicionamiento del cauce para evitar males mayores.



6.3.4. Punto El Vivero (227286; 3173716).

El punto de riesgo en cuestión está en la cuenca de Aduares, y lo se ha denominado El Vivero por que se encuentra en las cercanías el vivero de las Breñas. En su análisis de emplea la misma metodología que en los anteriores, definiendo el DPH en este punto y aplicando aguas arriba. Los datos hidrológicos básicos de la cuenca del Pto. del Vivero en su desembocadura son los siguientes

Tabla 19. Datos del Punto Buenavista

Periodo de retorno	P en 24/h.	Coefficiente de Escorrentía	Tiempo de Concentración	Intensidad media diaria (mm/H)	Caudal previsto (m3/seg)	Caudal previsto mayorado. (m3/seg)
100 años	500	0,39	1,33	136,24	89,61	107,54
500 años	600	0,45	1,33	171,11	129,87	155,84

Por lo tanto para calcular aproximadamente el dominio público hidráulico de la cuenca del Pto. del Vivero, se ha de tener en cuenta, una sección de desagüe que sea capaz de evacuar 107,54 m³/seg. Pero además se ha de tener en cuenta para el calculo de posibles riesgos, el caudal de 155,84 m³/seg., que corresponde con el periodo de retorno de 500 años.

Para ello se acude a la formula de **Manning-Stricker**, incluida en la **instrucción 5.2.-IC**. Esta fórmula es usada allí donde las láminas de agua tienen pérdidas de energía debidas al rozamiento con el cauce, siendo la formula la siguiente:

$$Q_{desaguado} = S \times R^{\frac{2}{3}} \times J^{\frac{1}{2}} \times K \times U$$

Siendo:

S: El área de la sección: 37 m²

R: El Radio Hidráulico, que es el área de la sección, dividido por el perímetro mojado: 1.14

J: Es la pendiente media de la línea de energía en el punto: 0.1086

K: Es el Coeficiente de Rugosidad: 22,5

U: Una constante cuyo valor es igual a 1

Siendo el caudal desaguado, el siguiente:

$$Q_{Desaguado} = 299.36 \text{ m}^3/\text{seg}$$

Estos datos, dan como aproximación al DPH, aguas arriba de unos 32 metros de anchura. Aquí habría que tener en cuenta los 5 metros de servidumbre, lo que da una franja de unos 42 metros de ancho. Además el cauce recomendado para prevenir la avenida de 500 años es en este caso igual que el anterior

Por lo tanto se tiene franja de 16 metros a cada lado del cauce como aproximación al DPH. La servidumbre aproximada nos dará una franja de 26 metros de ancho a cada lado del cauce.

A pesar de que la capacidad de desagüe es mayor a la riada prevista, cabe señalar que este es uno de los puntos negros del municipio ya que dentro de los 32 metros de DPH, se encuentran una serie de viviendas que se representan un claro riesgo para los moradores de las mismas. Aquí se recomienda una actuación por parte de diferentes administraciones, para regular la situación, evacuando las viviendas del cauce, e impidiendo la ejecución de cualquier tipo de obra en el mismo.

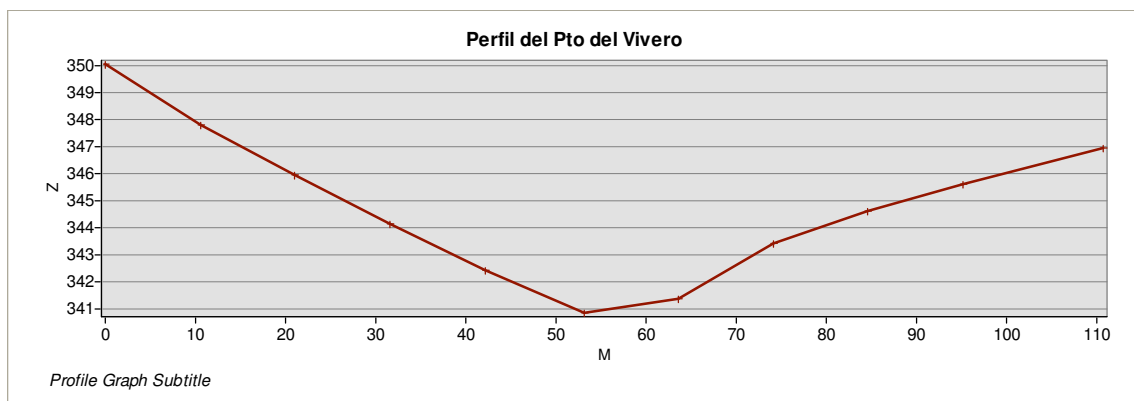


Imagen del cauce de Aguacencio invadido por viviendas

6.3.5. Punto Puente del Llanito (227378; 3173063)

El punto de riesgo a analizar está en la cuenca de Aduares, y ha sido denominado Punte del Llanito, por la cercanía a dicho puente. Se emplea la misma metodología que en los análisis anteriores, definiendo el DPH en este punto y aplicando aguas arriba. Los datos hidrológicos básicos de la cuenca del Pto. de La Llanito en su desembocadura son los siguientes

Tabla 20. Datos del Punto Puente del Llanito

Periodo de retorno	P en 24/h.	Coefficiente de Escorrentía	Tiempo de Concentración	Intensidad media diaria (mm/H)	Caudal previsto (m3/seg)	Caudal previsto mayorado. (m3/seg)
100 años	500	0,40	1,79	115,94	147,79	177,35
500 años	600	0,46	1,79	146,4	214,6	257,52

Por lo tanto para calcular aproximadamente el dominio público hidráulico de la cuenca de la Pto. del Llanito, se ha de tener en cuenta una sección de desagüe que sea capaz de evacuar 177,35 m³/seg. Pero además se ha de tener en cuenta para el cálculo de posibles riesgos, el caudal de 257,52 m³/seg., que corresponde con el periodo de retorno de 500 años.

Para ello se requiere la formula de **Manning-Stricker**, incluida en la **instrucción 5.2.-IC**. Esta fórmula es usada allí donde las láminas de agua tienen pérdidas de energía debidas al rozamiento con el cauce, siendo la formula la siguiente:

$$Q_{desaguado} = S \times R^{\frac{2}{3}} \times J^{\frac{1}{2}} \times K \times U$$

Siendo:

S: El área de la sección: 26 m²

R: El Radio Hidráulico, que es el área de la sección, dividido por el perímetro mojado: 1.52

J: Es la pendiente media de la línea de energía en el punto: 0.103

K: Es el Coeficiente de Rugosidad: 22,5

U: Una constante cuyo valor es igual a 1

Siendo el caudal desaguado, el siguiente:

$$Q_{Desaguado} = 245,23 \text{ m}^3/\text{seg}$$

Estos datos, dan como aproximación al DPH aguas arriba unos 13 metros de anchura. Aquí habría que tener en cuenta los 5 metros de servidumbre, lo que da una franja de unos 23 metros de ancho. Además el cauce recomendado para prevenir la avenida de 500 años es de 22 metros, para tener un margen de seguridad adecuado

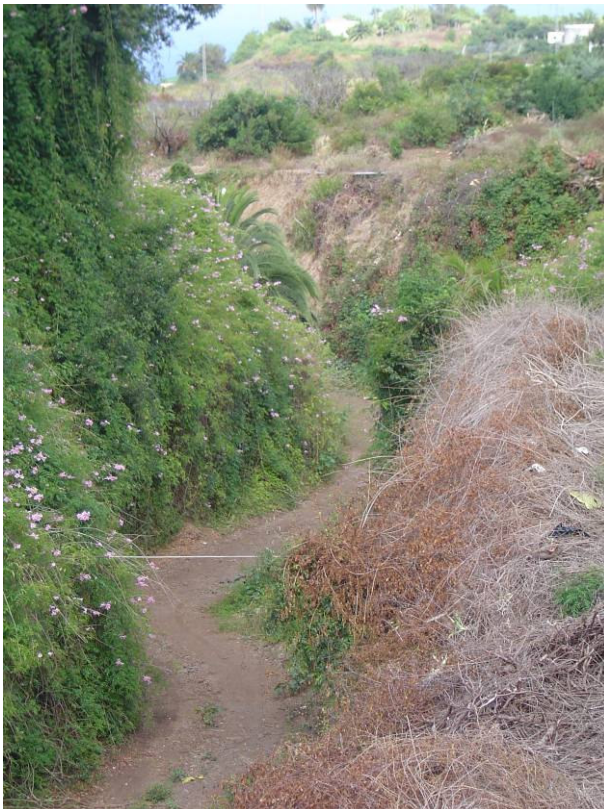
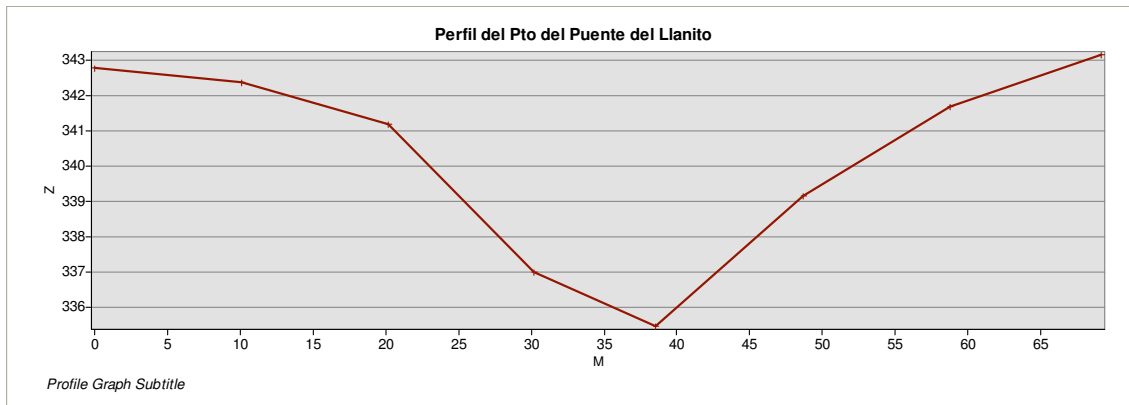


Imagen del Cauce del Llanito aguas abajo del puente
metros aguas arriba.

Por lo tanto se obtiene una franja de 6,5 metros a cada lado del cauce como aproximación al DPH, y una franja de seguridad de 11 metros a ambos lados del cauce para evacuar la avenida de los 500 años. La servidumbre aproximada dará una franja de 11,5 metros de ancho a cada lado del cauce.

Aunque la capacidad de desagüe es suficiente, se ha de señalar que el puente del Llanito tiene dos arcos, y uno da directamente al cauce, pero el otro da a una instalación abandonada. Esto es un riesgo evidente ya que el agua que circule por el cauce puede taponar un arco y otro puede provocar desbordamientos sobre las viviendas vecinas, o llegar, a como ocurrió en 1957, a provocar un represamiento de las aguas con el consiguiente desbordamiento del barranco. Por otro lado hay que señalar que en el punto de estudio, el cauce tiene forma de "cañón", aspecto que cambia radicalmente unos 100

6.3.6. Punto Llanito Alto (227130; 3172836)

El punto de riesgo a analizar está en la cuenca de Aduares, y se ha denominado Llanito Alto, ya que se encuentra más elevado que el punto anterior. Aquí se usa la misma metodología que en los análisis anteriores, definiendo el DPH en este punto y aplicando aguas arriba. Los datos hidrológicos básicos de la cuenca del Pto. de La Llanito Alto en su desembocadura son los siguientes

Tabla 21. Datos del Punto Llanito Alto

Periodo de retorno	P en 24/h.	Coefficiente de Escorrentía	Tiempo de Concentración	Intensidad media diaria (mm/H)	Caudal previsto (m3/seg)	Caudal previsto mayorado. (m3/seg)
100 años	500	0,39	1,70	119,28	134,91	161,89
500 años	600	0,46	1,70	146,4	195,2	234,3

Por lo tanto para calcular aproximadamente el dominio público hidráulico de la cuenca del Pto. del Llanito Alto, se ha de tener en cuenta una sección de desagüe que sea capaz de evacuar 161,89 m³/seg. Pero además se ha de tener en cuenta para el cálculo de posibles riesgos, el caudal de 234,30 m³/seg., que corresponde con el periodo de retorno de 500 años.

Para ello requerimos la formula de **Manning-Stricker**, incluida en la **instrucción 5.2.-IC**. Esta fórmula es usada allí donde las láminas de agua tienen pérdidas de energía debidas al rozamiento con el cauce, siendo la formula la siguiente:

$$Q_{desaguado} = S \times R^{\frac{2}{3}} \times J^{\frac{1}{2}} \times K \times U$$

Siendo:

S: El área de la sección: 143 m²

R: El Radio Hidráulico, que es el área de la sección, dividido por el perímetro mojado: 2.2

J: Es la pendiente media de la línea de energía en el punto: 0.088

K: Es el Coeficiente de Rugosidad: 22,5

U: Una constante cuyo valor es igual a 1

Siendo el caudal desaguado, el siguiente:

$$Q_{Desaguado} = 1609.52 \text{ m}^3/\text{seg}$$

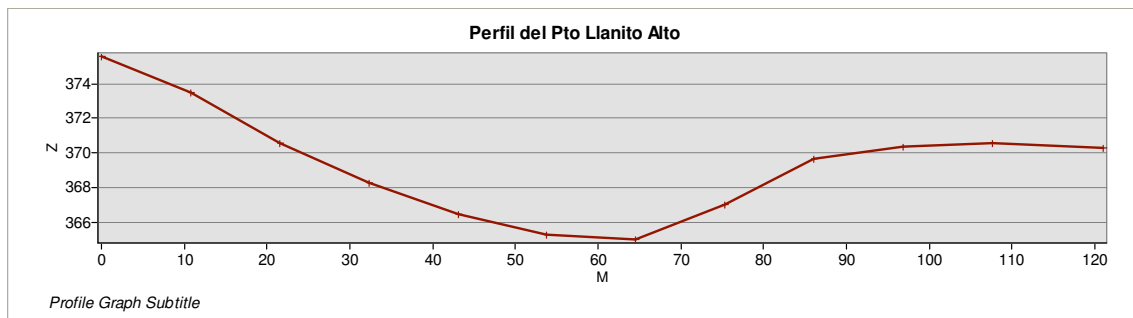
Estos datos, dan como aproximación al DPH, aguas arriba de unos 70 metros de anchura. Aquí habría que tener en cuenta los 5 metros de servidumbre, lo que da una franja de unos 80 metros de ancho. Además el cauce recomendado para prevenir la avenida de 500 años sería de un margen similar

Por lo tanto se tiene franja de 35 metros a cada lado del cauce como aproximación al DPH. La servidumbre aproximada nos dará una franja de 40 metros de ancho a cada lado del cauce.

En este lugar se ha optado por mantener los datos obtenidos al calcular la riada prevista a los 500 años como base, ya que nos encontramos en un punto negro muy evidente.

A pesar de que la capacidad de desagüe es cuatro veces mayor que la riada prevista, no hay que olvidar el posible efecto de represa que puede ejercer el puente de El Llanito aguas abajo, y que puede elevar el nivel de las aguas en este punto. Recordamos que el margen que existe es de un metro de altura, porque para evitar posibles catástrofes futuras, sería recomendable limpiar el barranco, liberar el arco del puente de El Llanito, así como de reforzar los laterales sur del barranco, ya que fue en este punto donde comenzaron las riadas de 1957. El ancho del DPH de 70 metros se mantendrá hasta el puente del Llanito aguas abajo, y hasta la unión de los dos cauces aguas arriba (ver mapa del punto Llanito Alto).

Por lo tanto se recomienda realizar un estudio en profundidad de esta zona por parte de las autoridades competentes, que delimiten el DPH, además de establecer medidas de laminación de la corriente, trampas de sedimentos. También se recomienda estudiar un posible encauzamiento del cauce en esta zona.



7. Conclusiones.

El municipio de Breña Alta, se encuentra configurado por la cuenca de Aduares principalmente, donde la evolución de las riadas ha supuesto hitos funestos en la historia municipal. Por lo tanto con los datos obtenidos en este estudio se puede concluir, que la ordenación del barranco de Aduares en especial en la "Y" es de vital importancia para salvaguardar vidas humanas.

Teniendo presente los aspectos descritos en los distintos apartados de este informe, se realiza la recomendación de clasificar y categorizar como Suelo Rústico de Protección Hidrológica, con el objeto de proteger las cuencas, evitar los procesos erosivos e incrementar y racionalizar el uso de los recursos hídricos, la superficie recogida como la aproximación al dominio público hidráulico, además incluyendo los terrenos anegables por la riada prevista para los 500 años y la de Servidumbre (5 metros). Esta propuesta permitirá minimizar riesgos de inundación y avenida, cumpliéndose de esta forma los requisitos establecidos por la Directriz 50, de prevención de riesgos (Ley 19/2003, de 14 de abril, por la que se aprueban las Directrices de Ordenación General y las Directrices de Ordenación del Turismo de Canarias.

Además como se establece en la Directriz 29. 2 (NAD), *"Los Consejos Insulares de Agua establecerán programas específicos para intensificar las tareas de deslinde de los cauces y la recuperación del dominio público hidráulico que se hallare ocupado, evitando así los riesgos que se derivan de dichas ocupaciones"*, por lo que parece conveniente que se redacten dichos planes de forma que se eviten así futuros problemas que se presentan en los cauces del municipio.

Esta clasificación y categorización como Suelo Rústico de Protección Hidrológica deberá suponer una reclasificación de parte de los siguientes Suelos afectados:

- Dentro de la Cuenca de Aguacencio, el espacio categorizado y clasificado como Suelo Urbano Consolidado (SUCU), dejando en Fuera de Ordenación las viviendas que ocupan en la actualidad el cauce del barranco.
- El espacio contiguo al barranco clasificado y categorizado como Suelo Rústico de Asentamiento Rural (RAR-2).
- En el entorno del punto del Puente del Llanito el Suelo Urbano Consolidado (SUCU).
- Parte de los suelos clasificados como Suelo Rústico de Protección Agraria (Productivo Intensivo) en el entorno del punto Socorro.

En el resto de los puntos conflictivos reflejados en el informe del Consejo Insular de Aguas y no recogidos en los puntos anteriores, se recomienda la revisión del Rústico de Protección Hidrológica tomando como referencia el Dominio Público Hidráulico y franja de servidumbres calculados y representados en este informe. Para su mejor adaptación se incorpora en el CD adjunto los ficheros en dxf necesarios para realizar esta adaptación.

Sobre aquellos suelos afectados por Sistemas Generales de Espacios Libres (Parque Lineal de Espacio Libre Público SGLP-2), de forma concreta en varios tramos del Barranco de Los Álamos se hacen las siguientes consideraciones y recomendaciones:

- Mantener, en la medida de lo posible, el espacio delimitado como Dominio Público Hidráulico y de servidumbre como espacio libre y afectarlo exclusivamente por obras de canalización a cielo abierto.
- En caso de que fuera necesario su canalización cerrada, definir los diámetros necesarios, realizar un estudio riesgos con el detalle necesario para concretar las medidas preventivas y protectoras necesarias en ese punto.
- En ambos casos someter el proyecto a la Evaluación por parte del Consejo Insular de Aguas.

Por último, después del estudio realizado en el que se ha realizado una observación directa de los barrancos, se debe considerar que mientras que en el resto del municipio los riesgos de los cauces son menores no se ha de descuidar su limpieza e impedir la invasión de los mismos por parte de particulares o instituciones.

Señalar también que los barrancos del municipio se encuentran en un estado de abandono significativo, es decir no se ha delimitado el DPH, por parte de los organismos competentes, ni se mantienen los cauces limpios para evitar problemas de aterramientos de los mismos. Por otra parte existen una serie de puntos negros que pueden provocar problemas en el futuro ante los cuales las instituciones competentes han de tomar decisiones y ejecutarlas. A continuación se señalan los más destacados, en los que se deberían acometer actuaciones a corto plazo:

- Viviendas en el Cauce del Barranco de Aguacencio.
- Taponamiento del los ojos del puente del Llanito.
- Aterramiento del encauzamiento del Barranco del San Miguel.
- Existencia de pista o viarios por los cauces de los barrancos.

Estos puntos requieren estudios concretos para cada uno de ellos, adecuadas a la escala del problema en cada caso, y medidas para paliarlos, que están fuera del objetivo del presente estudio.



Imagen de aterramiento del Barranco de San Miguel.



Imagen de cauces llenos de vegetación y con vías en el interior



Imagen de un punto negro en las inmediaciones del cruce del Molino

Miguel Francisco Febles Ramírez

Geógrafo, col. N° 0255

Gustavo Pestana Pérez

Geógrafo, col. N° 1207

Anexo I. Anexo Cartográfico.

