ANEJOS

Datos numéricos de probabilidad de fallo para todos los casos

Usando la formulación de Berenguer y Baonza, se presentan a continuación los valores de probabilidad de fallo (probabilidad de que haya tormenta y que haya rebase), para diferentes caudales de diseño (Apartado 2.8 de la tesina):

Tabla 1 - Probabilidad de fallo (%) – Caudal de diseño

	Sin coeficientes de direccionalidad				
Q_D (l/s/m)	Sin modificaciones	MM	T	P	MM+T+P
0.02	1,22	1,22	1,22	1,09	1,07
0.1	0,75	0,74	0,76	0,53	0,5
0.4	0,21	0,2	0,21	0,17	0,16
1	0,07	0,077	0,088	0,09	0,077
2	0,04	0,04	0,04	0,049	0,048

Siendo:

Sin: Sin modificación/inclusión de parámetros, respecto a lo planteado inicialmente.
MM: Modificación de la marea meteorológica.
T: Variación del nivel debido a la temperatura.
P: Modificación del periodo.
MM+T+P: Inclusión de todo lo anteriormente mencionado.

Tabla 2 - Probabilidad de fallo (%) – Caudal de diseño

	Con coeficientes de direccionalidad				
Q_D (l/s/m)	CD	CD+MM	CD + T	CD+P	CD+MM+T+P
0.02	1,03	1,02	1,03	1,06	1,07
0.1	0,42	0,4	0,44	0,53	0,51
0.4	0,11	0,11	0,11	0,17	0,16
1	0,04	0,04	0,05	0,086	0,075
2	0,02	0,02	0,02	0,054	0,039

Donde:

CD: Inclusión de los coeficientes de direccionalidad (K_α).
CD+MM: Inclusión de los coeficientes K_α y modificación de la marea meteorológica.

CD+T: Inclusión de los coeficientes K_α y la variación del nivel debido a la temperatura.
CD+P: Inclusión de los coeficientes K_α y modificación del periodo.
CD+MM+T+P: Inclusión de todo lo anteriormente mencionado.

Marea astronómica

Los armónicos usados para caracterizar la marea meteorológica son los siguientes:

Código del	Armonico	Z0	Q1	O1	P1	S1	K1	2N2	MU2	N2
Frecuencia	(ciclos/hora)	0	0,037218	0,03873	0,041552	0,041666	0,04178	0,077487	0,077689	0,078999
Amplitud	(cm)	39,76	0,32	2,39	1,17	0,7	3,69	0,16	0,17	1
Fase	(Gra. Exa.)	0	53,18	101,8	157,22	228,74	165,83	194,53	181,38	201,45
Desfase	(Rad)	0	0,928166096	1,776745179	2,74400665	3,992266131	2,894279499	3,395188994	3,165678197	3,515965778

Código del	Armonico	NU2	M2	L2	S2	K2	M3	MN4	M4
Frecuencia	(ciclos/hora)	0,079201	0,080511	0,082023	0,083333	0,083561	0,120767	0,15951	0,161022
Amplitud	(cm)	0,18	4,64	0,11	1,6	0,46	0,15	0,21	0,53
Fase	(Gra. Exa.)	206,24	214,01	223,39	232,2	230,19	161,26	303,59	346,9
Desfase	(Rad)	3,599567049	3,735179132	3,898891016	4,052654523	4,017573405	2,814517952	5,298645076	6,054547175

Aminti y Franco. Obtención de los parámetros a y b.

Al no tenerse siempre las condiciones exactas de las tablas de Aminti y Franco para la obtención de los parámetros a y b, necesarios para obtener el caudal de rebase en el dique en talud, se debe proceder con la interpolación de valores. Estos parámetros dependen de la pendiente del talud, del ancho de la berma de coronación (G) y de la altura de ola. En el caso del Puerto de Barcelona, se tienen cubos de hormigón.

Tabla 3 – Aminti y Franco. Valores de a y b en función de la pendiente del talud y G/H_s

ARMOR	cot	G/H_s	$a \cdot 10^8$	b
ROCK	2.00	1.10	17	2.41
		1.85	19	2.30
		2.60	2.3	2.68
	1.33	1.10	5.0	3.10
		1.85	6.8	2.65
		2.60	3.1	2.69
CUBES	2.00	1.10	8.3	2.64
		1.85	15	2.43
		2.60	84	2.38
	1.33	1.10	62	2.20
		1.85	17	2.42
		2.60	1.9	2.82
TETRAPODS	2.00	1.10	1.9	3.08
		1.85	1.3	3.80
		2.60	1.1	2.86
	1.33	1.10	5.6	2.81
		1.85	1.7	3.02
		2.60	0.92	2.98

A continuación se proveerá la formulación necesaria para la obtención de a y b para valores de $cotg = 1.33; 2; 1.5$.

$cotg = 2$

En la siguiente gráfica se pueden ver los valores que puede tomar a en función de G/H_s:

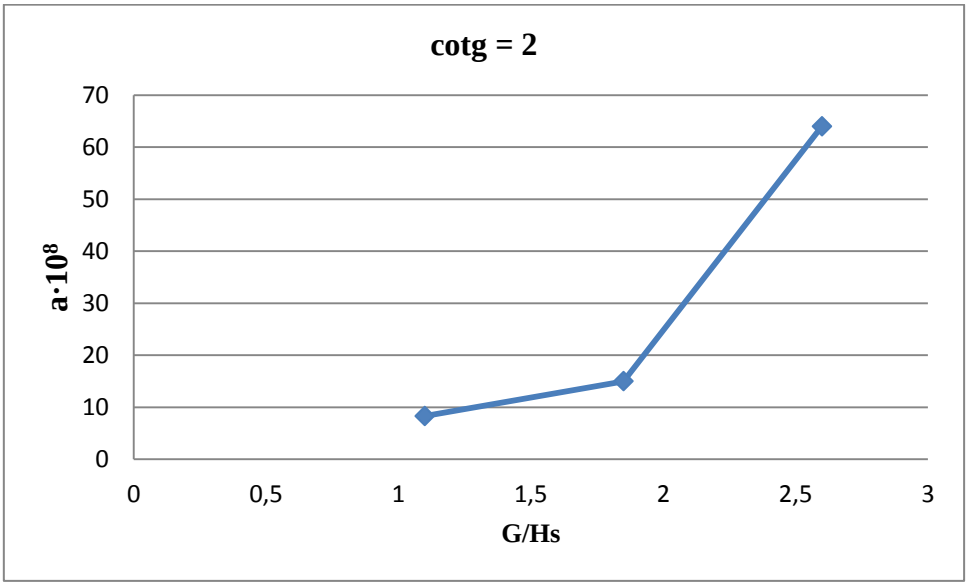

Figura 1 – Valores de a en función de G/H_s con una $cotg = 2$

Si $1.1 < \frac{G}{H_s} < 1.85$, el parámetro a se obtiene así:

$$a \cdot 10^8 = \frac{\frac{G}{H_s} + 0.170895522}{0.111940298} \tag{1}$$

Si $1.85 < \frac{G}{H_s} < 2.6$, el parámetro a se obtiene por medio de:

$$a \cdot 10^8 = \frac{\frac{G}{H_s} - 1.686956522}{0.010869565} \tag{2}$$

En la siguiente gráfica se pueden ver los valores que puede tomar b en función de G/H_s:

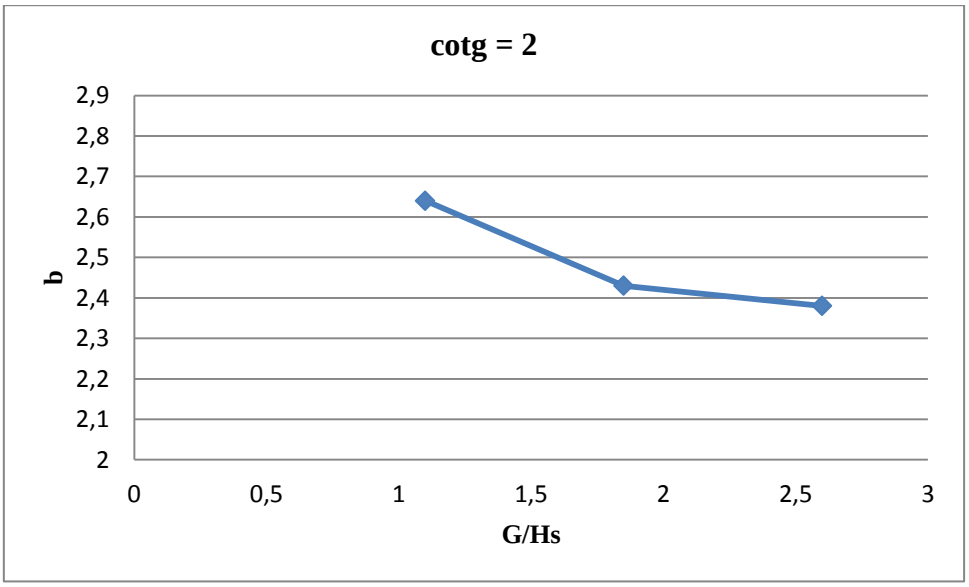

Figura 2 - Valores de b en función de G/H_s con una $cotg = 2$

Si $1.1 < \frac{G}{H_s} < 1.85$, el parámetro b se obtiene así:

$$b = \frac{\frac{G}{H_s} - 10{,}52857143}{-3{,}571428571} \tag{3}$$

Si $1.85 < \frac{G}{H_s} < 2.6$, el parámetro b se obtiene por medio de:

$$b = \frac{\frac{G}{H_s} - 38.3}{15} \tag{4}$$

$cotg = 1.33$

En la siguiente gráfica se pueden ver los valores que puede tomar a en función de G/H_s:

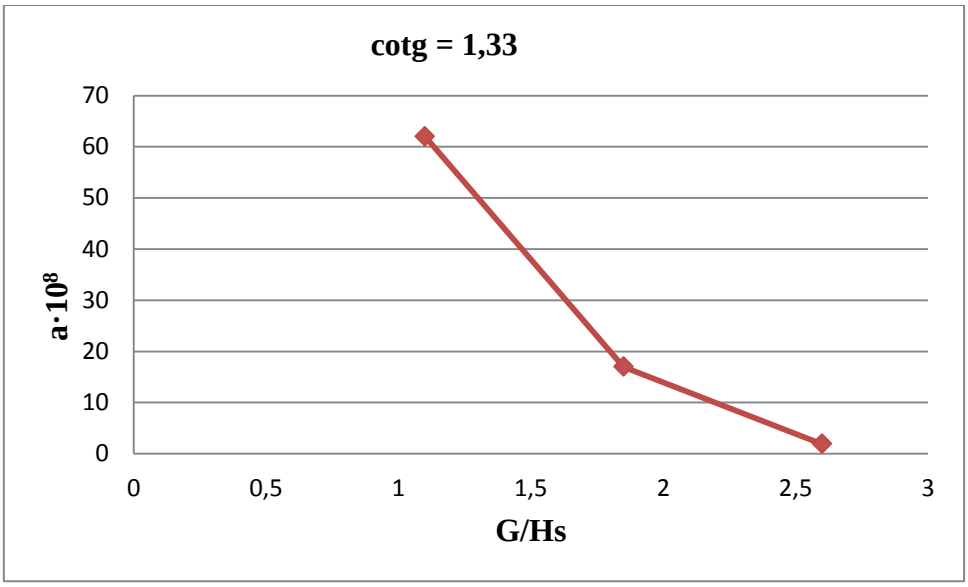

Figura 3 - Valores de a en función de G/H_s con una $cotg = 1.33$

Si $1.1 < \frac{G}{H_s} < 1.85$, el parámetro a se obtiene así:

$$a = \frac{\frac{G}{H_s} - 2.13333}{-0{,}01666667} \tag{5}$$

Si $1.85 < \frac{G}{H_s} < 2.6$, el parámetro a se obtiene por medio de:

$$a = \frac{\frac{G}{H_s} - 2{,}694370861}{-0{,}049668874} \tag{6}$$

En la siguiente gráfica se pueden ver los valores que puede tomar b en función de G/H_s:

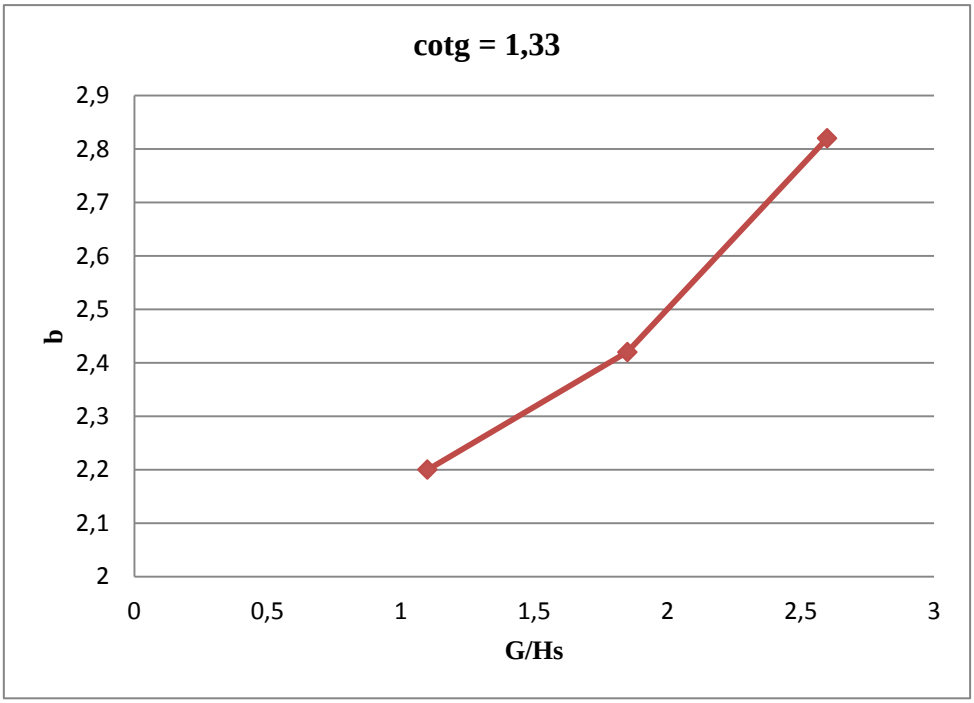

Figura 4 - Valores de b en función de G/H_s con una $cotg = 1.33$

Si $1.1 < \frac{G}{H_s} < 1.85$, el parámetro b se obtiene así:

$$b = \frac{\frac{G}{H_s} + 6.4}{3{,}409090909} \tag{7}$$

Si $1.85 < \frac{G}{H_s} < 2.6$, el parámetro b se obtiene por medio de:

$$b = \frac{\frac{G}{H_s} + 2.6875}{1.875} \tag{8}$$

$cotg = 1.5$

En la siguiente gráfica se pueden ver los valores que puede tomar a en función de G/H_s:

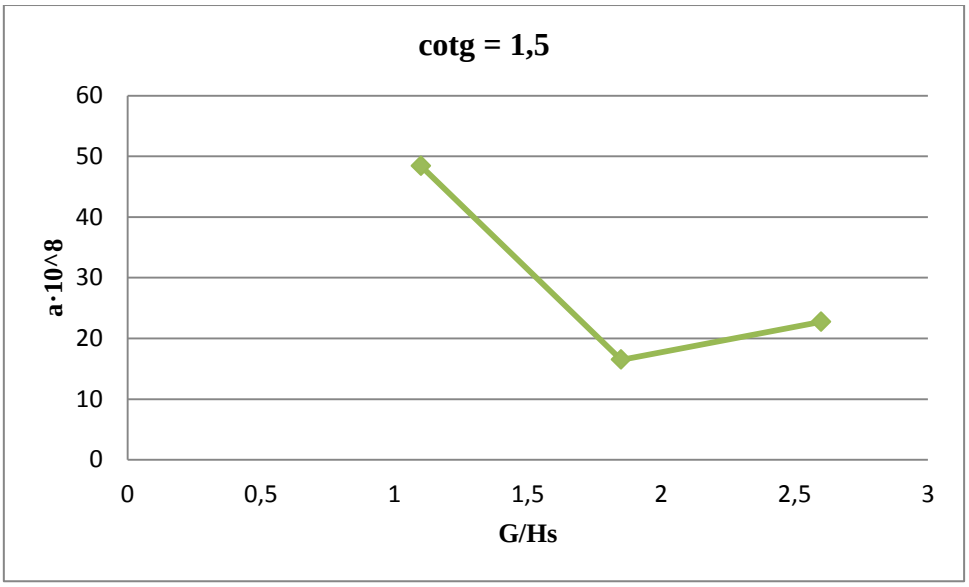

Figura 5 - Valores de a en función de G/H_s con una $cotg = 1.5$

Si $1.1 < \frac{G}{H_s} < 1.85$, el parámetro a se obtiene así:

$$a = \frac{\frac{G}{H_s} - 2{,}237878313}{-0{,}023522032} \tag{9}$$

Si $1.85 < \frac{G}{H_s} < 2.6$, el parámetro a se obtiene por medio de:

$$a = \frac{\frac{G}{H_s} + 0{,}131971153}{0{,}120192307} \tag{10}$$

En la siguiente gráfica se pueden ver los valores que puede tomar b en función de G/H_s:

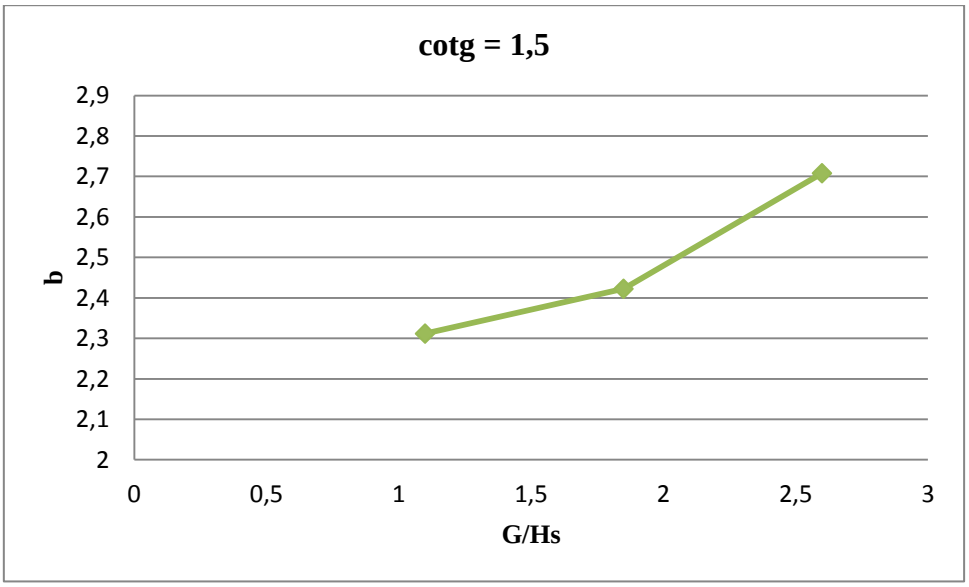

Figura 6 - Valores de b en función de G/H_s con una $cotg = 1.5$

Si $1.1 < \frac{G}{H_s} < 1.85$, el parámetro b se obtiene así:

$$b = \frac{\frac{G}{H_s} + 14{,}53300271}{6{,}762849414} \tag{11}$$

Si $1.85 < \frac{G}{H_s} < 2.6$, el parámetro b se obtiene por medio de:

$$b = \frac{\frac{G}{H_s} + 4{,}513835377}{2{,}626970228} \tag{12}$$

Datos usados para obtener la variabilidad del periodo

Registros de altura de ola mayores que 2m y su correspondiente periodo pico (2007-2011. Boya de Llobregat).

Tp (s)	H(cm)
7,7	240
7,7	250
7,7	265
7,7	262
7,7	269
8,3	285
9,1	274
9,1	276
9,1	270
9,1	248
10	222
10	234
9,1	216
9,1	210
6,7	213
6,7	244
7,1	275
7,7	280
7,7	276
7,7	298
8,3	272
8,3	288
9,1	268
8,3	264
8,3	277
8,3	279
8,3	264
9,1	253
8,3	229
10	230
10,5	206
7,7	205
7,7	209
8,3	254
10	279

9,1	259
10	244
10	235
10,5	235
10	227
10,5	222
10,5	218
7,1	211
7,1	221
7,7	257
8,3	233
8,3	238
8,3	236
8,3	239
8,3	239
7,7	213
9,1	203
6,2	223
6,7	220
6,7	232
7,1	257
7,7	275
7,7	248
8,3	233
8,3	222
8,3	213
8,3	203
8,3	201
9,1	233
10	266
10,5	268
10,5	291
11,8	273
11,1	326
10,5	345
11,1	315
11,8	331
11,8	352
12,5	328
12,5	323
11,8	330
11,8	313
10,5	284
10,5	279
11,8	286
11,1	221

11,8	232
5,3	206
10	202
10	206
10	211
11,1	235
11,8	253
11,8	313
11,1	316
12,5	334
12,5	438
12,5	476
12,5	422
11,8	373
11,8	350
11,8	311
11,1	316
11,8	282
11,8	255
11,1	305
10,5	267
11,8	234
11,8	237
11,1	234
10,5	230
11,1	217
11,1	242
11,8	239
12,5	210
11,1	219
11,8	205
11,1	214
11,8	209
11,1	204
6,2	202
9,1	211
9,1	221
8,3	242
10	254
10	271
9,1	262
10,5	253
9,1	224
10,5	219
6,7	219
7,7	270

7,1	213
7,7	212
7,1	227
7,7	267
7,7	266
7,7	272
7,7	242
7,1	225
7,7	238
7,7	209
7,7	207
7,7	213
7,7	207
7,1	207
7,7	219
7,7	203
7,7	201
8,3	209
7,7	243
9,1	230
9,1	245
9,1	223
7,7	222
7,7	261
8,3	331
9,1	326
9,1	343
8,3	366
8,3	305
8,3	294
8,3	238
8,3	226
8,3	208
8,3	218
7,7	231
8,3	214
8,3	252
8,3	241
8,3	247
9,1	240
9,1	260
9,1	234
8,3	254
8,3	270
9,1	233
9,1	222

9,1	253
9,1	221
9,1	252
9,1	232
9,1	247
8,3	229
8,3	232
9,1	206
9,1	223
9,1	212
8,3	205
8,3	206
10	211
7,7	219
8,3	223
8,3	228
7,7	227
6,7	227
8,3	218
9,1	239
9,1	268
9,1	262
10	275
8,3	261
10	257
10	269
9,1	261
9,1	280
10	273
10	230
10	231
10	207
9,1	218
9,1	201
6,7	220
7,1	221
7,1	224
7,7	231
8,3	245
7,1	240
8,3	237
9,1	229
9,1	250
9,1	226
9,1	230
9,1	228

9,1	210
10	239
10	219
10	216
10	242
9,1	224
9,1	212
10	205
10	217
10	220
10	226
8,3	204
8,3	202
8,3	202
8,3	210
8,3	215
9,1	216
8,3	237
10	233
9,1	207
9,1	257
9,1	232
8,3	204
8,3	221
9,1	236
9,1	231
7,7	209
9,1	217
9,1	202
7,7	203
7,1	214
9,1	206
8,3	231
10,5	285
11,1	379
11,8	395
10,5	428
13,3	402
13,3	449
12,5	465
13,3	458
11,8	455
13,3	423
13,3	376
13,3	380
11,8	389

12,5	406
13,3	399
13,3	417
13,3	409
12,5	395
11,8	338
13,3	331
10,5	313
12,5	281
11,8	310
11,8	297
11,1	272
10,5	273
10,5	276
11,1	260
10	263
10	234
10	225
10,5	254
9,1	227
10	241
7,7	239
7,7	260
9,1	265
7,7	250
8,3	233
7,1	235
9,1	224
8,3	233
8,3	218
10	234
10	224
9,1	230
8,3	230
10,5	202
8,3	204
10	207
9,1	203
9,1	214
9,1	223
10	213
9,1	203
5,9	208
7,1	229
7,1	224
6,2	220

6,7	230
7,7	233
6,7	203
6,7	208
7,1	207
10	205
8,3	237
11,1	257
8,3	239
10	243
10	236
11,1	230
9,1	216
10	215
9,1	221
10	201
9,1	203
6,7	228
7,1	240
7,1	233
6,7	224
7,7	210
7,1	217
6,2	211
6,2	244
7,1	288
7,7	326
7,7	320
8,3	273
7,7	287
8,3	303
8,3	279
8,3	268
7,7	240
8,3	264
7,7	293
8,3	275
8,3	245
7,7	242
7,7	229
7,7	205
7,7	203
7,7	205
11,1	202
11,1	208
11,8	222

11,1	224
11,1	228
10,5	211
10,5	209
7,7	202
7,7	208