VNiVERSiDAD D SALAMANCA

CAMPUS DE EXCELENCIA INTERNACIONAL

Departamento:

Ingeniería Cartográfica y del Terreno

Programa de Doctorado:

Investigación y Desarrollo en Geotecnologías

TESIS DOCTORAL

CARACTERIZACIÓN DEL FUNCIONAMIENTO Y CONTROL HIDRÁULICO FRENTE A LA ROTURA DE BALSAS DE RIEGO, MEDIANTE UN MARCO DE TRABAJO ESTOCÁSTICO.

Fernando Espejo Almodóvar

Ávila, julio de 2.017

TOMO 2 de 3

ANEXO RESULTADOS

Directores:

Dr. D. José Luis Molina González

Dr. D. Diego González Aguilera

VNIVERSIDAD D SALAMANCA Campus de Ávila

ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE ÁVILA

INDICE ANEXO DE RESULTADOS

TOMO 2

ÁMBITO DE ESTUDIO

Campos de aplicación de las exigencias normativas relativas a clasificación	**1**
Campos de aplicación de las ecuaciones empíricas propuestas en el proceso de clasificación	**2**

BALSA TIPO 01

Altura lámina Hw = 10,00 m.	**3**
Curva característica vs Factor de almacenamiento	4
Estimación de los parámetros de brecha. Análisis comparativo fórmulas empíricas	5
Estimación de los parámetros de brecha. Análisis comparativo fórmulas empíricas. Validación de resultados	6
Hidrograma de vertido y curva de vaciado. Aplicación fórmula F08	7
Hidrograma de vertido y curva de vaciado. Aplicación fórmula MLM84	8
Aplicación del método de Montecarlo en la calibración del fondo de brecha. Aplicación fórmula F08	9
Aplicación del método de Montecarlo en la calibración del fondo de brecha. Aplicación fórmula MLM84	10
Variabilidad del hidrograma de vertido en función de la carga de agua movilizable	11
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución, de densidad y de distribución acumulativa	12
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución, de supervivencia y de riesgo	13
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución, de riesgo acumulativa y gráfico P-P	14
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución, gráfico Q-Q y diferencia de probabilidades	15
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Estadística descriptiva. Diagrama de cajas	16
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución. Función de densidad y gráfico Q-Q	17
Altura lámina Hw = 07,50 m.	18
Curva característica vs Factor de almacenamiento	19

Estimación de los parámetros de brecha. Análisis comparativo fórmulas empíricas	20
Estimación de los parámetros de brecha. Análisis comparativo fórmulas empíricas. Validación de resultados	21
Hidrograma de vertido y curva de vaciado. Aplicación fórmula F08	22
Hidrograma de vertido y curva de vaciado. Aplicación fórmula MLM84	23
Aplicación del método de Montecarlo en la calibración del fondo de brecha. Aplicación fórmula F08	24
Aplicación del método de Montecarlo en la calibración del fondo de brecha. Aplicación fórmula MLM84	25
Variabilidad del hidrograma de vertido en función de la carga de agua movilizable	26
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución, de densidad y de distribución acumulativa	27
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución, de supervivencia y de riesgo	28
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución, de riesgo acumulativa y gráfico P-P	29
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución, gráfico Q-Q y diferencia de probabilidades	30
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Estadística descriptiva. Diagrama de cajas	31
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución. Función de densidad y gráfico Q-Q	32
Altura lámina Hw = 05,00 m.	33
Curva característica vs Factor de almacenamiento	34
Estimación de los parámetros de brecha. Análisis comparativo fórmulas empíricas	35
Estimación de los parámetros de brecha. Análisis comparativo fórmulas empíricas. Validación de resultados	36
Hidrograma de vertido y curva de vaciado. Aplicación fórmula F08	37
Hidrograma de vertido y curva de vaciado. Aplicación fórmula MLM84	38
Aplicación del método de Montecarlo en la calibración del fondo de brecha. Aplicación fórmula F08	39
Aplicación del método de Montecarlo en la calibración del fondo de brecha. Aplicación fórmula MLM84	40
Variabilidad del hidrograma de vertido en función de la carga de agua movilizable	41
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución, de densidad y de distribución acumulativa	42
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución, de supervivencia y de riesgo	43
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución, de riesgo acumulativa y gráfico P-P	44

M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución, gráfico Q-Q y diferencia de probabilidades	45
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Estadística descriptiva. Diagrama de cajas	46
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución. Función de densidad y gráfico Q-Q	47

Estudio comparativo de la variabilidad del hidrograma de vertido en función de la carga de agua movilizable de la Balsa Tipo 01	
Aplicación fórmula F08	48
Aplicación fórmula MLM84	49
Aplicación fórmula Guía Española	50
Aplicación fórmula VTG	51

BALSA TIPO 02

Altura lámina Hw = 10,00 m.	**52**
Curva característica vs Factor de almacenamiento	53
Estimación de los parámetros de brecha. Análisis comparativo fórmulas empíricas	54
Estimación de los parámetros de brecha. Análisis comparativo fórmulas empíricas. Validación de resultados	55
Hidrograma de vertido y curva de vaciado. Aplicación fórmula F08	56
Hidrograma de vertido y curva de vaciado. Aplicación fórmula MLM84	57
Aplicación del método de Montecarlo en la calibración del fondo de brecha. Aplicación fórmula F08	58
Aplicación del método de Montecarlo en la calibración del fondo de brecha. Aplicación fórmula MLM84	59
Variabilidad del hidrograma de vertido en función de la carga de agua movilizable	60
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución, de densidad y de distribución acumulativa	61
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución, de supervivencia y de riesgo	62
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución, de riesgo acumulativa y gráfico P-P	63
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución, gráfico Q-Q y diferencia de probabilidades	64
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Estadística descriptiva. Diagrama de cajas	65
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución. Función de densidad y gráfico Q-Q	66

Altura lámina Hw = 07,50 m.	67
Curva característica vs Factor de almacenamiento	68
Estimación de los parámetros de brecha. Análisis comparativo fórmulas empíricas	69
Estimación de los parámetros de brecha. Análisis comparativo fórmulas empíricas. Validación de resultados	70
Hidrograma de vertido y curva de vaciado. Aplicación fórmula F08	71
Hidrograma de vertido y curva de vaciado. Aplicación fórmula MLM84	72
Aplicación del método de Montecarlo en la calibración del fondo de brecha. Aplicación fórmula F08	73
Aplicación del método de Montecarlo en la calibración del fondo de brecha. Aplicación fórmula MLM84	74
Variabilidad del hidrograma de vertido en función de la carga de agua movilizable	75
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución, de densidad y de distribución acumulativa	76
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución, de supervivencia y de riesgo	77
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución, de riesgo acumulativa y gráfico P-P	78
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución, gráfico Q-Q y diferencia de probabilidades	79
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Estadística descriptiva. Diagrama de cajas	80
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución. Función de densidad y gráfico Q-Q	81
Altura lámina Hw = 05,00 m.	82
Curva característica vs Factor de almacenamiento	83
Estimación de los parámetros de brecha. Análisis comparativo fórmulas empíricas	84
Estimación de los parámetros de brecha. Análisis comparativo fórmulas empíricas. Validación de resultados	85
Hidrograma de vertido y curva de vaciado. Aplicación fórmula F08	86
Hidrograma de vertido y curva de vaciado. Aplicación fórmula MLM84	87
Aplicación del método de Montecarlo en la calibración del fondo de brecha. Aplicación fórmula F08	88
Aplicación del método de Montecarlo en la calibración del fondo de brecha. Aplicación fórmula MLM84	89
Variabilidad del hidrograma de vertido en función de la carga de agua movilizable	90
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución, de densidad y de distribución acumulativa	91
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución, de supervivencia y de riesgo	92

M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución, de riesgo acumulativa y gráfico P-P	93
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución, gráfico Q-Q y diferencia de probabilidades	94
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Estadística descriptiva. Diagrama de cajas	95
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución. Función de densidad y gráfico Q-Q	96

Estudio comparativo de la variabilidad del hidrograma de vertido en función de la carga de agua movilizable de la Balsa Tipo 02	
Aplicación fórmula F08	97
Aplicación fórmula MLM84	98
Aplicación fórmula Guía Española	99
Aplicación fórmula VTG	100

BALSA TIPO 03

Altura lámina Hw = 10,00 m.	**101**
Curva característica vs Factor de almacenamiento	102
Estimación de los parámetros de brecha. Análisis comparativo fórmulas empíricas	103
Estimación de los parámetros de brecha. Análisis comparativo fórmulas empíricas. Validación de resultados	104
Hidrograma de vertido y curva de vaciado. Aplicación fórmula F08	105
Hidrograma de vertido y curva de vaciado. Aplicación fórmula MLM84	106
Aplicación del método de Montecarlo en la calibración del fondo de brecha. Aplicación fórmula F08	107
Aplicación del método de Montecarlo en la calibración del fondo de brecha. Aplicación fórmula MLM84	108
Variabilidad del hidrograma de vertido en función de la carga de agua movilizable	109
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución, de densidad y de distribución acumulativa	110
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución, de supervivencia y de riesgo	111
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución, de riesgo acumulativa y gráfico P-P	112
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución, gráfico Q-Q y diferencia de probabilidades	113
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Estadística descriptiva. Diagrama de cajas	114

M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución. Función de densidad y gráfico Q-Q	115
Altura lámina Hw = 07,50 m.	116
Curva característica vs Factor de almacenamiento	117
Estimación de los parámetros de brecha. Análisis comparativo fórmulas empíricas	118
Estimación de los parámetros de brecha. Análisis comparativo fórmulas empíricas. Validación de resultados	119
Hidrograma de vertido y curva de vaciado. Aplicación fórmula F08	120
Hidrograma de vertido y curva de vaciado. Aplicación fórmula MLM84	121
Aplicación del método de Montecarlo en la calibración del fondo de brecha. Aplicación fórmula F08	122
Aplicación del método de Montecarlo en la calibración del fondo de brecha. Aplicación fórmula MLM84	123
Variabilidad del hidrograma de vertido en función de la carga de agua movilizable	124
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución, de densidad y de distribución acumulativa	125
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución, de supervivencia y de riesgo	126
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución, de riesgo acumulativa y gráfico P-P	127
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución, gráfico Q-Q y diferencia de probabilidades	128
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Estadística descriptiva. Diagrama de cajas	129
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución. Función de densidad y gráfico Q-Q	130
Altura lámina Hw = 05,00 m.	131
Curva característica vs Factor de almacenamiento	132
Estimación de los parámetros de brecha. Análisis comparativo fórmulas empíricas	133
Estimación de los parámetros de brecha. Análisis comparativo fórmulas empíricas. Validación de resultados	134
Hidrograma de vertido y curva de vaciado. Aplicación fórmula F08	135
Hidrograma de vertido y curva de vaciado. Aplicación fórmula MLM84	136
Aplicación del método de Montecarlo en la calibración del fondo de brecha. Aplicación fórmula F08	137
Aplicación del método de Montecarlo en la calibración del fondo de brecha. Aplicación fórmula MLM84	138
Variabilidad del hidrograma de vertido en función de la carga de agua movilizable	139
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución, de densidad y de distribución acumulativa	140

M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución, de supervivencia y de riesgo	141
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución, de riesgo acumulativa y gráfico P-P	142
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución, gráfico Q-Q y diferencia de probabilidades	143
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Estadística descriptiva. Diagrama de cajas	144
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución. Función de densidad y gráfico Q-Q	145

Estudio comparativo de la variabilidad del hidrograma de vertido en función de la carga de agua movilizable de la Balsa Tipo 03	
Aplicación fórmula F08	146
Aplicación fórmula MLM84	147
Aplicación fórmula Guía Española	148
Aplicación fórmula VTG	149

BALSA TIPO 04

Altura lámina Hw = 10,00 m.	**150**
Curva característica vs Factor de almacenamiento	151
Estimación de los parámetros de brecha. Análisis comparativo fórmulas empíricas	152
Estimación de los parámetros de brecha. Análisis comparativo fórmulas empíricas. Validación de resultados	153
Hidrograma de vertido y curva de vaciado. Aplicación fórmula F08	154
Hidrograma de vertido y curva de vaciado. Aplicación fórmula MLM84	155
Aplicación del método de Montecarlo en la calibración del fondo de brecha. Aplicación fórmula F08	156
Aplicación del método de Montecarlo en la calibración del fondo de brecha. Aplicación fórmula MLM84	157
Variabilidad del hidrograma de vertido en función de la carga de agua movilizable	158
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución, de densidad y de distribución acumulativa	159
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución, de supervivencia y de riesgo	160
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución, de riesgo acumulativa y gráfico P-P	161
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución, gráfico Q-Q y diferencia de probabilidades	162

M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Estadística descriptiva. Diagrama de cajas	163
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución. Función de densidad y gráfico Q-Q	164
Altura lámina Hw = 07,50 m.	165
Curva característica vs Factor de almacenamiento	166
Estimación de los parámetros de brecha. Análisis comparativo fórmulas empíricas	167
Estimación de los parámetros de brecha. Análisis comparativo fórmulas empíricas. Validación de resultados	168
Hidrograma de vertido y curva de vaciado. Aplicación fórmula F08	169
Hidrograma de vertido y curva de vaciado. Aplicación fórmula MLM84	170
Aplicación del método de Montecarlo en la calibración del fondo de brecha. Aplicación fórmula F08	171
Aplicación del método de Montecarlo en la calibración del fondo de brecha. Aplicación fórmula MLM84	172
Variabilidad del hidrograma de vertido en función de la carga de agua movilizable	173
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución, de densidad y de distribución acumulativa	174
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución, de supervivencia y de riesgo	175
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución, de riesgo acumulativa y gráfico P-P	176
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución, gráfico Q-Q y diferencia de probabilidades	177
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Estadística descriptiva. Diagrama de cajas	178
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución. Función de densidad y gráfico Q-Q	179
Altura lámina Hw = 05,00 m.	180
Curva característica vs Factor de almacenamiento	181
Estimación de los parámetros de brecha. Análisis comparativo fórmulas empíricas	182
Estimación de los parámetros de brecha. Análisis comparativo fórmulas empíricas. Validación de resultados	183
Hidrograma de vertido y curva de vaciado. Aplicación fórmula F08	184
Hidrograma de vertido y curva de vaciado. Aplicación fórmula MLM84	185
Aplicación del método de Montecarlo en la calibración del fondo de brecha. Aplicación fórmula F08	186
Aplicación del método de Montecarlo en la calibración del fondo de brecha. Aplicación fórmula MLM84	187
Variabilidad del hidrograma de vertido en función de la carga de agua movilizable	188

M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución, de densidad y de distribución acumulativa	189
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución, de supervivencia y de riesgo	190
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución, de riesgo acumulativa y gráfico P-P	191
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución, gráfico Q-Q y diferencia de probabilidades	192
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Estadística descriptiva. Diagrama de cajas	193
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución. Función de densidad y gráfico Q-Q	194

Estudio comparativo de la variabilidad del hidrograma de vertido en función de la carga de agua movilizable de la Balsa Tipo 04	
Aplicación fórmula F08	195
Aplicación fórmula MLM84	196
Aplicación fórmula Guía Española	197
Aplicación fórmula VTG	198

BALSA TIPO 05

Altura lámina Hw = 10,00 m.	**199**
Curva característica vs Factor de almacenamiento	200
Estimación de los parámetros de brecha. Análisis comparativo fórmulas empíricas	201
Estimación de los parámetros de brecha. Análisis comparativo fórmulas empíricas. Validación de resultados	202
Hidrograma de vertido y curva de vaciado. Aplicación fórmula F08	203
Hidrograma de vertido y curva de vaciado. Aplicación fórmula MLM84	204
Aplicación del método de Montecarlo en la calibración del fondo de brecha. Aplicación fórmula F08	205
Aplicación del método de Montecarlo en la calibración del fondo de brecha. Aplicación fórmula MLM84	206
Variabilidad del hidrograma de vertido en función de la carga de agua movilizable	207
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución, de densidad y de distribución acumulativa	208
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución, de supervivencia y de riesgo	209
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución, de riesgo acumulativa y gráfico P-P	210

M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución, gráfico Q-Q y diferencia de probabilidades	211
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Estadística descriptiva. Diagrama de cajas	212
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución. Función de densidad y gráfico Q-Q	213
Altura lámina Hw = 07,50 m.	214
Curva característica vs Factor de almacenamiento	215
Estimación de los parámetros de brecha. Análisis comparativo fórmulas empíricas	216
Estimación de los parámetros de brecha. Análisis comparativo fórmulas empíricas. Validación de resultados	217
Hidrograma de vertido y curva de vaciado. Aplicación fórmula F08	218
Hidrograma de vertido y curva de vaciado. Aplicación fórmula MLM84	219
Aplicación del método de Montecarlo en la calibración del fondo de brecha. Aplicación fórmula F08	220
Aplicación del método de Montecarlo en la calibración del fondo de brecha. Aplicación fórmula MLM84	221
Variabilidad del hidrograma de vertido en función de la carga de agua movilizable	222
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución, de densidad y de distribución acumulativa	223
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución, de supervivencia y de riesgo	224
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución, de riesgo acumulativa y gráfico P-P	225
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución, gráfico Q-Q y diferencia de probabilidades	226
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Estadística descriptiva. Diagrama de cajas	227
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución. Función de densidad y gráfico Q-Q	228
Altura lámina Hw = 05,00 m.	229
Curva característica vs Factor de almacenamiento	230
Estimación de los parámetros de brecha. Análisis comparativo fórmulas empíricas	231
Estimación de los parámetros de brecha. Análisis comparativo fórmulas empíricas. Validación de resultados	232
Hidrograma de vertido y curva de vaciado. Aplicación fórmula F08	233
Hidrograma de vertido y curva de vaciado. Aplicación fórmula MLM84	234
Aplicación del método de Montecarlo en la calibración del fondo de brecha. Aplicación fórmula F08	235
Aplicación del método de Montecarlo en la calibración del fondo de brecha. Aplicación fórmula MLM84	236

Variabilidad del hidrograma de vertido en función de la carga de agua movilizable	237
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución, de densidad y de distribución acumulativa	238
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución, de supervivencia y de riesgo	239
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución, de riesgo acumulativa y gráfico P-P	240
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución, gráfico Q-Q y diferencia de probabilidades	241
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Estadística descriptiva. Diagrama de cajas	242
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución. Función de densidad y gráfico Q-Q	243

Estudio comparativo de la variabilidad del hidrograma de vertido en función de la carga de agua movilizable de la Balsa Tipo 05	
Aplicación fórmula F08	244
Aplicación fórmula MLM84	245
Aplicación fórmula Guía Española	246
Aplicación fórmula VTG	247

BALSA TIPO 06

Altura lámina Hw = 10,00 m.	**248**
Curva característica vs Factor de almacenamiento	249
Estimación de los parámetros de brecha. Análisis comparativo fórmulas empíricas	250
Estimación de los parámetros de brecha. Análisis comparativo fórmulas empíricas. Validación de resultados	251
Hidrograma de vertido y curva de vaciado. Aplicación fórmula F08	252
Hidrograma de vertido y curva de vaciado. Aplicación fórmula MLM84	253
Aplicación del método de Montecarlo en la calibración del fondo de brecha. Aplicación fórmula F08	254
Aplicación del método de Montecarlo en la calibración del fondo de brecha. Aplicación fórmula MLM84	255
Variabilidad del hidrograma de vertido en función de la carga de agua movilizable	256
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución, de densidad y de distribución acumulativa	257
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución, de supervivencia y de riesgo	258

M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución, de riesgo acumulativa y gráfico P-P	259
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución, gráfico Q-Q y diferencia de probabilidades	260
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Estadística descriptiva. Diagrama de cajas	261
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución. Función de densidad y gráfico Q-Q	262
Altura lámina Hw = 07,50 m.	263
Curva característica vs Factor de almacenamiento	264
Estimación de los parámetros de brecha. Análisis comparativo fórmulas empíricas	265
Estimación de los parámetros de brecha. Análisis comparativo fórmulas empíricas. Validación de resultados	266
Hidrograma de vertido y curva de vaciado. Aplicación fórmula F08	267
Hidrograma de vertido y curva de vaciado. Aplicación fórmula MLM84	268
Aplicación del método de Montecarlo en la calibración del fondo de brecha. Aplicación fórmula F08	269
Aplicación del método de Montecarlo en la calibración del fondo de brecha. Aplicación fórmula MLM84	270
Variabilidad del hidrograma de vertido en función de la carga de agua movilizable	271
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución, de densidad y de distribución acumulativa	272
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución, de supervivencia y de riesgo	273
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución, de riesgo acumulativa y gráfico P-P	274
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución, gráfico Q-Q y diferencia de probabilidades	275
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Estadística descriptiva. Diagrama de cajas	276
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución. Función de densidad y gráfico Q-Q	277
Altura lámina Hw = 05,00 m.	278
Curva característica vs Factor de almacenamiento	279
Estimación de los parámetros de brecha. Análisis comparativo fórmulas empíricas	280
Estimación de los parámetros de brecha. Análisis comparativo fórmulas empíricas. Validación de resultados	281
Hidrograma de vertido y curva de vaciado. Aplicación fórmula F08	282
Hidrograma de vertido y curva de vaciado. Aplicación fórmula MLM84	283
Aplicación del método de Montecarlo en la calibración del fondo de brecha. Aplicación fórmula F08	284

Aplicación del método de Montecarlo en la calibración del fondo de brecha. Aplicación fórmula MLM84	285
Variabilidad del hidrograma de vertido en función de la carga de agua movilizable	286
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución, de densidad y de distribución acumulativa	287
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución, de supervivencia y de riesgo	288
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución, de riesgo acumulativa y gráfico P-P	289
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución, gráfico Q-Q y diferencia de probabilidades	290
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Estadística descriptiva. Diagrama de cajas	291
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución. Función de densidad y gráfico Q-Q	292

Estudio comparativo de la variabilidad del hidrograma de vertido en función de la carga de agua movilizable de la Balsa Tipo 06	
Aplicación fórmula F08	293
Aplicación fórmula MLM84	294
Aplicación fórmula Guía Española	295
Aplicación fórmula VTG	296

TOMO 3

BALSA TIPO 07

Altura lámina Hw = 10,00 m.	**297**
Curva característica vs Factor de almacenamiento	298
Estimación de los parámetros de brecha. Análisis comparativo fórmulas empíricas	299
Estimación de los parámetros de brecha. Análisis comparativo fórmulas empíricas. Validación de resultados	300
Hidrograma de vertido y curva de vaciado. Aplicación fórmula F08	301
Hidrograma de vertido y curva de vaciado. Aplicación fórmula MLM84	302
Aplicación del método de Montecarlo en la calibración del fondo de brecha. Aplicación fórmula F08	303
Aplicación del método de Montecarlo en la calibración del fondo de brecha. Aplicación fórmula MLM84	304
Variabilidad del hidrograma de vertido en función de la carga de agua movilizable	305

M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución, de densidad y de distribución acumulativa	306
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución, de supervivencia y de riesgo	307
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución, de riesgo acumulativa y gráfico P-P	308
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución, gráfico Q-Q y diferencia de probabilidades	309
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Estadística descriptiva. Diagrama de cajas	310
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución. Función de densidad y gráfico Q-Q	311
Altura lámina Hw = 07,50 m.	312
Curva característica vs Factor de almacenamiento	313
Estimación de los parámetros de brecha. Análisis comparativo fórmulas empíricas	314
Estimación de los parámetros de brecha. Análisis comparativo fórmulas empíricas. Validación de resultados	315
Hidrograma de vertido y curva de vaciado. Aplicación fórmula F08	316
Hidrograma de vertido y curva de vaciado. Aplicación fórmula MLM84	317
Aplicación del método de Montecarlo en la calibración del fondo de brecha. Aplicación fórmula F08	318
Aplicación del método de Montecarlo en la calibración del fondo de brecha. Aplicación fórmula MLM84	319
Variabilidad del hidrograma de vertido en función de la carga de agua movilizable	320
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución, de densidad y de distribución acumulativa	321
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución, de supervivencia y de riesgo	322
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución, de riesgo acumulativa y gráfico P-P	323
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución, gráfico Q-Q y diferencia de probabilidades	324
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Estadística descriptiva. Diagrama de cajas	325
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución. Función de densidad y gráfico Q-Q	326
Altura lámina Hw = 05,00 m.	327
Curva característica vs Factor de almacenamiento	328
Estimación de los parámetros de brecha. Análisis comparativo fórmulas empíricas	329
Estimación de los parámetros de brecha. Análisis comparativo fórmulas empíricas. Validación de resultados	330
Hidrograma de vertido y curva de vaciado. Aplicación fórmula F08	331

Hidrograma de vertido y curva de vaciado. Aplicación fórmula MLM84	332
Aplicación del método de Montecarlo en la calibración del fondo de brecha. Aplicación fórmula F08	333
Aplicación del método de Montecarlo en la calibración del fondo de brecha. Aplicación fórmula MLM84	334
Variabilidad del hidrograma de vertido en función de la carga de agua movilizable	335
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución, de densidad y de distribución acumulativa	336
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución, de supervivencia y de riesgo	337
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución, de riesgo acumulativa y gráfico P-P	338
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución, gráfico Q-Q y diferencia de probabilidades	339
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Estadística descriptiva. Diagrama de cajas	340
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución. Función de densidad y gráfico Q-Q	341

Estudio comparativo de la variabilidad del hidrograma de vertido en función de la carga de agua movilizable de la Balsa Tipo 07	
Aplicación fórmula F08	342
Aplicación fórmula MLM84	343
Aplicación fórmula Guía Española	344
Aplicación fórmula VTG	345

BALSA TIPO 08

Altura lámina Hw = 10,00 m.	**346**
Curva característica vs Factor de almacenamiento	347
Estimación de los parámetros de brecha. Análisis comparativo fórmulas empíricas	348
Estimación de los parámetros de brecha. Análisis comparativo fórmulas empíricas. Validación de resultados	349
Hidrograma de vertido y curva de vaciado. Aplicación fórmula F08	350
Hidrograma de vertido y curva de vaciado. Aplicación fórmula MLM84	351
Aplicación del método de Montecarlo en la calibración del fondo de brecha. Aplicación fórmula F08	352
Aplicación del método de Montecarlo en la calibración del fondo de brecha. Aplicación fórmula MLM84	353
Variabilidad del hidrograma de vertido en función de la carga de agua movilizable	354

M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución, de densidad y de distribución acumulativa	355
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución, de supervivencia y de riesgo	356
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución, de riesgo acumulativa y gráfico P-P	357
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución, gráfico Q-Q y diferencia de probabilidades	358
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Estadística descriptiva. Diagrama de cajas	359
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución. Función de densidad y gráfico Q-Q	360
Altura lámina Hw = 07,50 m.	361
Curva característica vs Factor de almacenamiento	362
Estimación de los parámetros de brecha. Análisis comparativo fórmulas empíricas	363
Estimación de los parámetros de brecha. Análisis comparativo fórmulas empíricas. Validación de resultados	364
Hidrograma de vertido y curva de vaciado. Aplicación fórmula F08	365
Hidrograma de vertido y curva de vaciado. Aplicación fórmula MLM84	366
Aplicación del método de Montecarlo en la calibración del fondo de brecha. Aplicación fórmula F08	367
Aplicación del método de Montecarlo en la calibración del fondo de brecha. Aplicación fórmula MLM84	368
Variabilidad del hidrograma de vertido en función de la carga de agua movilizable	369
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución, de densidad y de distribución acumulativa	370
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución, de supervivencia y de riesgo	371
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución, de riesgo acumulativa y gráfico P-P	372
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución, gráfico Q-Q y diferencia de probabilidades	373
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Estadística descriptiva. Diagrama de cajas	374
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución. Función de densidad y gráfico Q-Q	375
Altura lámina Hw = 05,00 m.	376
Curva característica vs Factor de almacenamiento	377
Estimación de los parámetros de brecha. Análisis comparativo fórmulas empíricas	378
Estimación de los parámetros de brecha. Análisis comparativo fórmulas empíricas. Validación de resultados	379
Hidrograma de vertido y curva de vaciado. Aplicación fórmula F08	380

Hidrograma de vertido y curva de vaciado. Aplicación fórmula MLM84	381
Aplicación del método de Montecarlo en la calibración del fondo de brecha. Aplicación fórmula F08	382
Aplicación del método de Montecarlo en la calibración del fondo de brecha. Aplicación fórmula MLM84	383
Variabilidad del hidrograma de vertido en función de la carga de agua movilizable	384
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución, de densidad y de distribución acumulativa	385
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución, de supervivencia y de riesgo	386
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución, de riesgo acumulativa y gráfico P-P	387
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución, gráfico Q-Q y diferencia de probabilidades	388
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Estadística descriptiva. Diagrama de cajas	389
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución. Función de densidad y gráfico Q-Q	390

Estudio comparativo de la variabilidad del hidrograma de vertido en función de la carga de agua movilizable de la Balsa Tipo 08	
Aplicación fórmula F08	391
Aplicación fórmula MLM84	392
Aplicación fórmula Guía Española	393
Aplicación fórmula VTG	394

BALSA TIPO 09

Altura lámina Hw = 10,00 m.	**395**
Curva característica vs Factor de almacenamiento	396
Estimación de los parámetros de brecha. Análisis comparativo fórmulas empíricas	397
Estimación de los parámetros de brecha. Análisis comparativo fórmulas empíricas. Validación de resultados	398
Hidrograma de vertido y curva de vaciado. Aplicación fórmula F08	399
Hidrograma de vertido y curva de vaciado. Aplicación fórmula MLM84	400
Aplicación del método de Montecarlo en la calibración del fondo de brecha. Aplicación fórmula F08	401
Aplicación del método de Montecarlo en la calibración del fondo de brecha. Aplicación fórmula MLM84	402
Variabilidad del hidrograma de vertido en función de la carga de agua movilizable	403

M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución, de densidad y de distribución acumulativa	404
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución, de supervivencia y de riesgo	405
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución, de riesgo acumulativa y gráfico P-P	406
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución, gráfico Q-Q y diferencia de probabilidades	407
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Estadística descriptiva. Diagrama de cajas	408
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución. Función de densidad y gráfico Q-Q	409
Altura lámina Hw = 07,50 m.	410
Curva característica vs Factor de almacenamiento	411
Estimación de los parámetros de brecha. Análisis comparativo fórmulas empíricas	412
Estimación de los parámetros de brecha. Análisis comparativo fórmulas empíricas. Validación de resultados	413
Hidrograma de vertido y curva de vaciado. Aplicación fórmula F08	414
Hidrograma de vertido y curva de vaciado. Aplicación fórmula MLM84	415
Aplicación del método de Montecarlo en la calibración del fondo de brecha. Aplicación fórmula F08	416
Aplicación del método de Montecarlo en la calibración del fondo de brecha. Aplicación fórmula MLM84	417
Variabilidad del hidrograma de vertido en función de la carga de agua movilizable	418
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución, de densidad y de distribución acumulativa	419
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución, de supervivencia y de riesgo	420
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución, de riesgo acumulativa y gráfico P-P	421
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución, gráfico Q-Q y diferencia de probabilidades	422
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Estadística descriptiva. Diagrama de cajas	423
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución. Función de densidad y gráfico Q-Q	424
Altura lámina Hw = 05,00 m.	425
Curva característica vs Factor de almacenamiento	426
Estimación de los parámetros de brecha. Análisis comparativo fórmulas empíricas	427
Estimación de los parámetros de brecha. Análisis comparativo fórmulas empíricas. Validación de resultados	428
Hidrograma de vertido y curva de vaciado. Aplicación fórmula F08	429

Hidrograma de vertido y curva de vaciado. Aplicación fórmula MLM84	430
Aplicación del método de Montecarlo en la calibración del fondo de brecha. Aplicación fórmula F08	431
Aplicación del método de Montecarlo en la calibración del fondo de brecha. Aplicación fórmula MLM84	432
Variabilidad del hidrograma de vertido en función de la carga de agua movilizable	433
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución, de densidad y de distribución acumulativa	434
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución, de supervivencia y de riesgo	435
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución, de riesgo acumulativa y gráfico P-P	436
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución, gráfico Q-Q y diferencia de probabilidades	437
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Estadística descriptiva. Diagrama de cajas	438
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución. Función de densidad y gráfico Q-Q	439

Estudio comparativo de la variabilidad del hidrograma de vertido en función de la carga de agua movilizable de la Balsa Tipo 09	
Aplicación fórmula F08	440
Aplicación fórmula MLM84	441
Aplicación fórmula Guía Española	442
Aplicación fórmula VTG	443

BALSA TIPO 09

Altura lámina Hw = 10,00 m.	**444**
Curva característica vs Factor de almacenamiento	445
Estimación de los parámetros de brecha. Análisis comparativo fórmulas empíricas	446
Estimación de los parámetros de brecha. Análisis comparativo fórmulas empíricas. Validación de resultados	447
Hidrograma de vertido y curva de vaciado. Aplicación fórmula F08	448
Hidrograma de vertido y curva de vaciado. Aplicación fórmula MLM84	449
Aplicación del método de Montecarlo en la calibración del fondo de brecha. Aplicación fórmula F08	450
Aplicación del método de Montecarlo en la calibración del fondo de brecha. Aplicación fórmula MLM84	451
Variabilidad del hidrograma de vertido en función de la carga de agua movilizable	452

M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución, de densidad y de distribución acumulativa	453
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución, de supervivencia y de riesgo	454
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución, de riesgo acumulativa y gráfico P-P	455
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución, gráfico Q-Q y diferencia de probabilidades	456
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Estadística descriptiva. Diagrama de cajas	457
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución. Función de densidad y gráfico Q-Q	458
Altura lámina Hw = 07,50 m.	459
Curva característica vs Factor de almacenamiento	460
Estimación de los parámetros de brecha. Análisis comparativo fórmulas empíricas	461
Estimación de los parámetros de brecha. Análisis comparativo fórmulas empíricas. Validación de resultados	462
Hidrograma de vertido y curva de vaciado. Aplicación fórmula F08	463
Hidrograma de vertido y curva de vaciado. Aplicación fórmula MLM84	464
Aplicación del método de Montecarlo en la calibración del fondo de brecha. Aplicación fórmula F08	465
Aplicación del método de Montecarlo en la calibración del fondo de brecha. Aplicación fórmula MLM84	466
Variabilidad del hidrograma de vertido en función de la carga de agua movilizable	467
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución, de densidad y de distribución acumulativa	468
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución, de supervivencia y de riesgo	469
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución, de riesgo acumulativa y gráfico P-P	470
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución, gráfico Q-Q y diferencia de probabilidades	471
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Estadística descriptiva. Diagrama de cajas	472
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución. Función de densidad y gráfico Q-Q	473
Altura lámina Hw = 05,00 m.	474
Curva característica vs Factor de almacenamiento	475
Estimación de los parámetros de brecha. Análisis comparativo fórmulas empíricas	476
Estimación de los parámetros de brecha. Análisis comparativo fórmulas empíricas. Validación de resultados	477
Hidrograma de vertido y curva de vaciado. Aplicación fórmula F08	478

Hidrograma de vertido y curva de vaciado. Aplicación fórmula MLM84	479
Aplicación del método de Montecarlo en la calibración del fondo de brecha. Aplicación fórmula F08	480
Aplicación del método de Montecarlo en la calibración del fondo de brecha. Aplicación fórmula MLM84	481
Variabilidad del hidrograma de vertido en función de la carga de agua movilizable	482
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución, de densidad y de distribución acumulativa	483
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución, de supervivencia y de riesgo	484
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución, de riesgo acumulativa y gráfico P-P	485
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución, gráfico Q-Q y diferencia de probabilidades	486
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Estadística descriptiva. Diagrama de cajas	487
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución. Función de densidad y gráfico Q-Q	488

Estudio comparativo de la variabilidad del hidrograma de vertido en función de la carga de agua movilizable de la Balsa Tipo 10	
Aplicación fórmula F08	489
Aplicación fórmula MLM84	490
Aplicación fórmula Guía Española	491
Aplicación fórmula VTG	492

Estudio comparativo de la variabilidad del hidrograma de vertido en función de la carga de agua movilizable de todo el conjunto de Balsas Tipo	
Altura lámina Hw = 10,00 m.	
Aplicación fórmula F08	493
Aplicación fórmula MLM84	494
Aplicación fórmula Guía Española	495
Aplicación fórmula VTG	496
Altura lámina Hw = 07,50 m.	
Aplicación fórmula F08	497
Aplicación fórmula MLM84	498
Aplicación fórmula Guía Española	499
Aplicación fórmula VTG	500
Altura lámina Hw = 05,00 m.	
Aplicación fórmula F08	501

Aplicación fórmula MLM84	502
Aplicación fórmula Guía Española	503
Aplicación fórmula VTG	504

COMPORTAMIENTO HIDRÁULICO TRAS EL COLAPSO. VARIACIÓN DEL ÁREA DE MÁXIMA PELIGROSIDAD EN LA ZONA INMEDIATA A LA BALSA

Altura lámina Hw = 10,00 m.	
"BUFFER"(P0.00%/n0.025/n0.050)	505
"BUFFER"(P0.00%/n0.075/n0.100)	506
"BUFFER"(P0.10%/n0.025/n0.050)	507
"BUFFER"(P0.10%/n0.075/n0.100)	508
"BUFFER"(P0.25%/n0.025/n0.050)	509
"BUFFER"(P0.25%/n0.075/n0.100)	510
"BUFFER"(P0.50%/n0.025/n0.050)	511
"BUFFER"(P0.50%/n0.075/n0.100)	512
Altura lámina Hw = 05,00 m.	
"BUFFER"(P0.00%/n0.025/n0.050)	513
"BUFFER"(P0.00%/n0.075/n0.100)	514
"BUFFER"(P0.10%/n0.025/n0.050)	515
"BUFFER"(P0.10%/n0.075/n0.100)	516
"BUFFER"(P0.25%/n0.025/n0.050)	517
"BUFFER"(P0.25%/n0.075/n0.100)	518
"BUFFER"(P0.50%/n0.025/n0.050)	519
"BUFFER"(P0.50%/n0.075/n0.100)	520
"BUFFER"(P0.75%/n0.025/n0.050)	521
"BUFFER"(P0.75%/n0.075/n0.100)	522
"BUFFER"(P1.00%/n0.025/n0.050)	523
"BUFFER"(P1.00%/n0.075/n0.100)	524

BALSA DE LAS PORTERAS (ÁVILA). APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA

Sectorización del dique de cierre. Situación de las brechas	525
Estimación de los parámetros de brecha SECTOR 01	
Análisis comparativo entre fórmulas empíricas	526
Análisis comparativo entre fórmulas empíricas. Validación de resultados	527
Estimación de los parámetros de brecha SECTOR 02	
Análisis comparativo entre fórmulas empíricas	528

Análisis comparativo entre fórmulas empíricas. Validación de resultados	529
Estimación de los parámetros de brecha SECTOR 03	
Análisis comparativo entre fórmulas empíricas	530
Análisis comparativo entre fórmulas empíricas. Validación de resultados	531
Estimación de los parámetros de brecha SECTOR 04	
Análisis comparativo entre fórmulas empíricas	532
Análisis comparativo entre fórmulas empíricas. Validación de resultados	533
Modelo de la Envolvente de máximos. Sin BUFFER. SECTOR 01	
Mapa de máximo calado	534
Mapa de máxima velocidad	535
Mapa de máxima peligrosidad	536
Modelo de la Envolvente de máximos. Sin BUFFER. SECTOR 02	
Mapa de máximo calado	537
Mapa de máxima velocidad	538
Mapa de máxima peligrosidad	539
Modelo de la Envolvente de máximos. Sin BUFFER. SECTOR 03	
Mapa de máximo calado	540
Mapa de máxima velocidad	541
Mapa de máxima peligrosidad	542
Modelo de la Envolvente de máximos. Sin BUFFER. SECTOR 04	
Mapa de máximo calado	543
Mapa de máxima velocidad	544
Mapa de máxima peligrosidad	545
Modelo de la Envolvente de máximos. Con BUFFER. SECTOR 01	
Mapa de máximo calado	546
Mapa de máxima velocidad	547
Mapa de máxima peligrosidad	548
Modelo de la Envolvente de máximos. Con BUFFER. SECTOR 02	
Mapa de máximo calado	549
Mapa de máxima velocidad	550
Mapa de máxima peligrosidad	551
Modelo de la Envolvente de máximos. Con BUFFER. SECTOR 03	
Mapa de máximo calado	552
Mapa de máxima velocidad	553
Mapa de máxima peligrosidad	554
Modelo de la Envolvente de máximos. Con BUFFER. SECTOR 04	
Mapa de máximo calado	555
Mapa de máxima velocidad	556

Mapa de máxima peligrosidad	557

BALSA DE MACÍAS PICAVEA (VALLADOLID). APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA

Sectorización del dique de cierre. Situación de las brechas	558
Estimación de los parámetros de brecha SECTOR 01 y 06	
Análisis comparativo entre fórmulas empíricas	559
Análisis comparativo entre fórmulas empíricas. Validación de resultados	560
Estimación de los parámetros de brecha SECTOR 02, 03 y 09	
Análisis comparativo entre fórmulas empíricas	561
Análisis comparativo entre fórmulas empíricas. Validación de resultados	562
Estimación de los parámetros de brecha SECTOR 04	
Análisis comparativo entre fórmulas empíricas	563
Análisis comparativo entre fórmulas empíricas. Validación de resultados	564
Estimación de los parámetros de brecha SECTOR 05	
Análisis comparativo entre fórmulas empíricas	565
Análisis comparativo entre fórmulas empíricas. Validación de resultados	566
Estimación de los parámetros de brecha SECTOR 07	
Análisis comparativo entre fórmulas empíricas	567
Análisis comparativo entre fórmulas empíricas. Validación de resultados	568
Estimación de los parámetros de brecha SECTOR 08	
Análisis comparativo entre fórmulas empíricas	569
Análisis comparativo entre fórmulas empíricas. Validación de resultados	570
Modelo de la Envolvente de máximos. SECTOR 01	
Mapa de máximo calado	571
Mapa de máxima velocidad	572
Mapa de máxima peligrosidad	573
Modelo de la Envolvente de máximos. SECTOR 02	
Mapa de máximo calado	574
Mapa de máxima velocidad	575
Mapa de máxima peligrosidad	576
Modelo de la Envolvente de máximos. SECTOR 03	
Mapa de máximo calado	577
Mapa de máxima velocidad	578
Mapa de máxima peligrosidad	579
Modelo de la Envolvente de máximos. SECTOR 04	
Mapa de máximo calado	580
Mapa de máxima velocidad	581
Mapa de máxima peligrosidad	582

Modelo de la Envolvente de máximos. SECTOR 05	
Mapa de máximo calado	583
Mapa de máxima velocidad	584
Mapa de máxima peligrosidad	585
Modelo de la Envolvente de máximos. SECTOR 06	
Mapa de máximo calado	586
Mapa de máxima velocidad	587
Mapa de máxima peligrosidad	588
Modelo de la Envolvente de máximos. SECTOR 07	
Mapa de máximo calado	589
Mapa de máxima velocidad	590
Mapa de máxima peligrosidad	591
Modelo de la Envolvente de máximos. SECTOR 08	
Mapa de máximo calado	592
Mapa de máxima velocidad	593
Mapa de máxima peligrosidad	594
Modelo de la Envolvente de máximos. SECTOR 09	
Mapa de máximo calado	595
Mapa de máxima velocidad	596
Mapa de máxima peligrosidad	597

BALSA DE LAS PORTERAS (ÁVILA) - SIN BUFFER. CARTOGRAFÍA DE PELIGROSIDAD

Conjunto de Sectores	
Mapa de la Envolvente de Máxima Peligrosidad de Umbral 1.25	598
Mapa de Probabilidades de Máxima Peligrosidad	599

BALSA DE LAS PORTERAS (ÁVILA) - CON BUFFER. RESULTADOS

Conjunto de Sectores	
Mapa de la Envolvente de Máxima Peligrosidad de Umbral 1.25	600
Mapa de Probabilidades de Máxima Peligrosidad	601

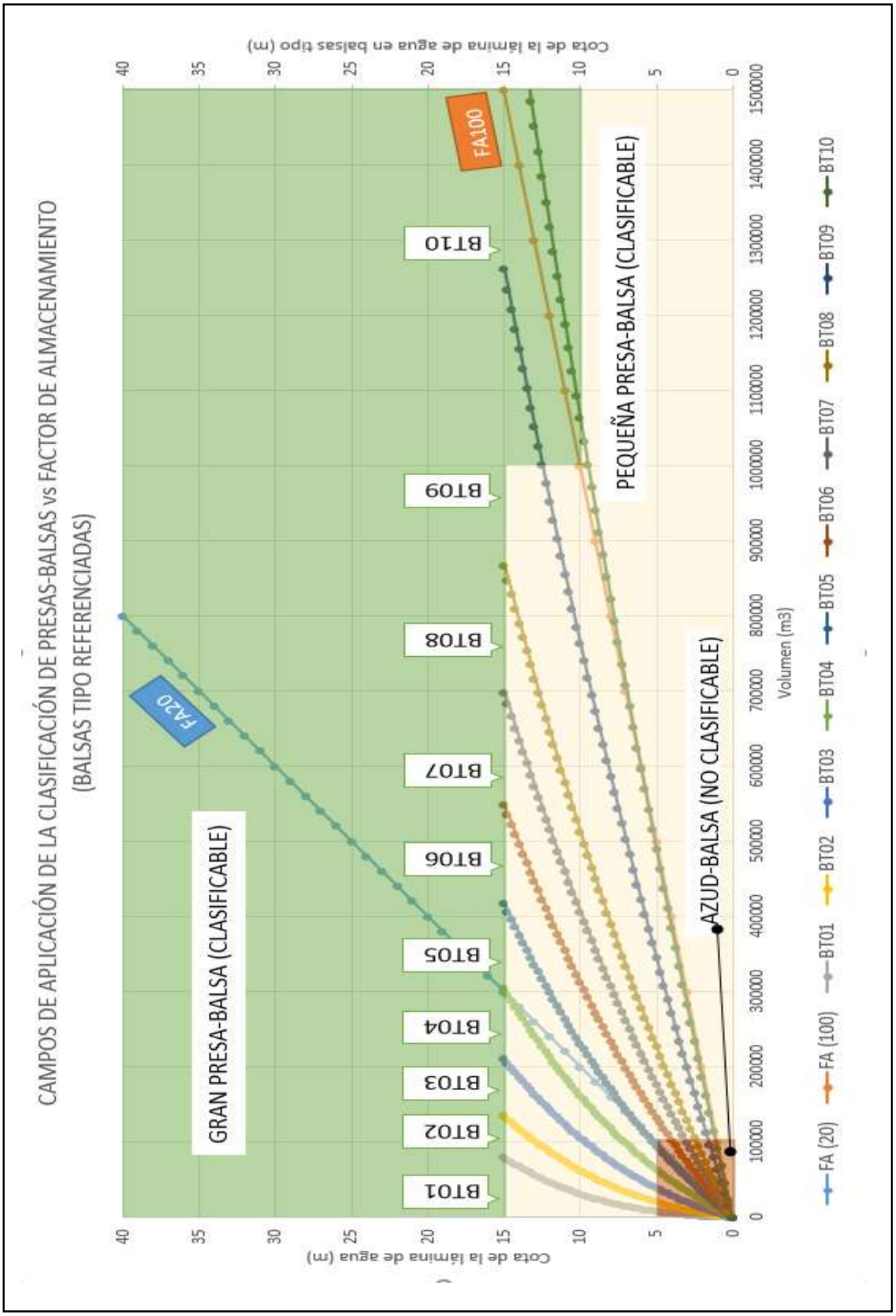
BALSA DE MACÍAS PICAVEA (VALLADOLID). CARTOGRAFÍA DE PELIGROSIDAD

Conjunto de Sectores	
Mapa de la Envolvente de Máxima Peligrosidad de Umbral 1.25	602
Mapa de Probabilidades de Máxima Peligrosidad	603

DIAGRAMA DE CAMPOS DE TRABAJO

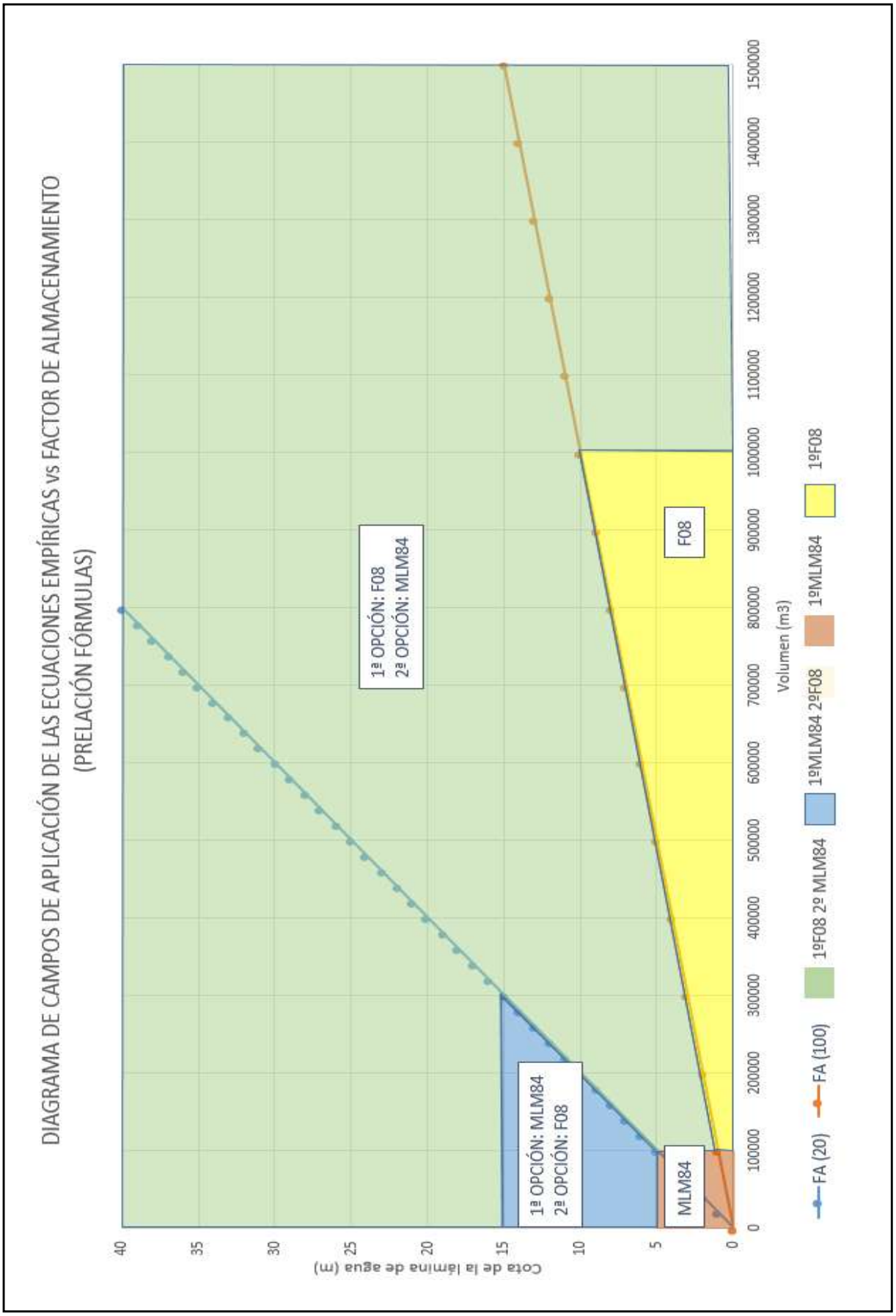
Características de las balsas sintéticas. BALSAS TIPO

CAMPOS DE APLICACIÓN DE LAS EXIGENCIAS NORMATIVAS RELATIVAS A CLASIFICACIÓN.



Características de las balsas sintéticas. BALSAS TIPO

CAMPOS DE APLICACIÓN DE LAS ECUACIONES EMPÍRICAS PROPUESTAS EN EL PROCESO DE CLASIFICACIÓN

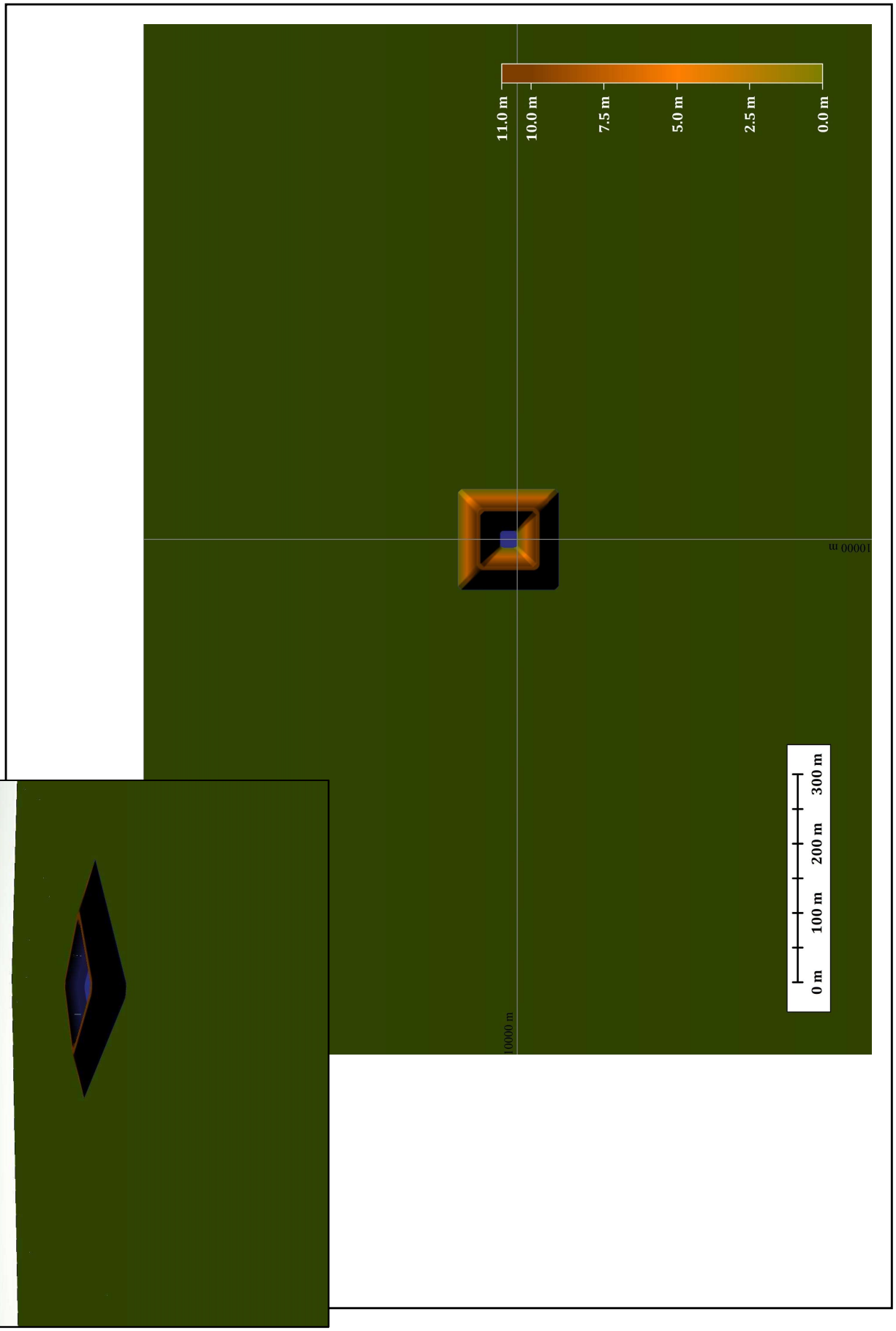


BALSA TIPO 01

Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 01

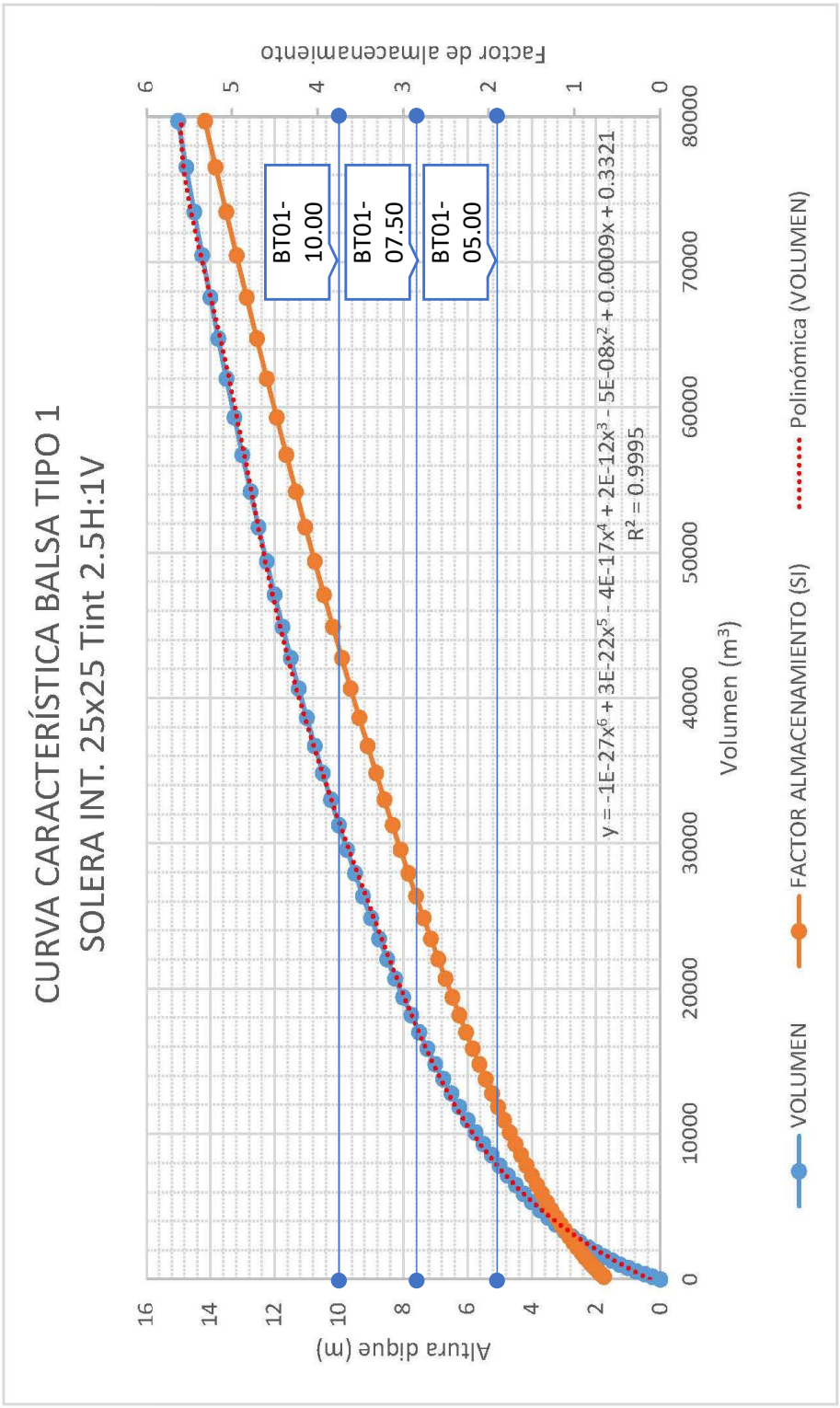
GEOMETRÍA

- ALTURA LÁMINA Hw= 10.0 m.
- RESGUARDO = 1.0 m.
- ANCHO CORONACIÓN= 05.0 m



Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 01

CURVA CARACTERÍSTICA vs FACTOR DE ALMACENAMIENTO



Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 01

ESTIMACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE BRECHA. H=10,00 m. ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE FÓRMULAS EMPÍRICAS

ESTIMACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE BRECHA

PROYECTO:				**BALSAS TIPO**							
SECTOR:				**1**							
ALTURA				**10**							
CARACTERÍSTICA*			MÉTODO	FROEHLICH 95a			FROEHLICH 08		GUÍA TÉCNICA	MACDONALD & LANGRIDGE-MONOPOLIS 84	VTG
MODO DE FALLO [S=SIFONAMIENTO;D=DESBORDAMIENTO)			Mf	S	D		S	D	S	S	S
CARGA DE AGUA MOVILIZABLE			Hw	10	10		10	10	10	10	10
VOLUMEN ALMACENADO EN Hw EN EL COLAPSO			Vw	31250	31250		31250	31250	31250	31250	31250
SUPERFICIE OCUPADA EN Hw			As	5625	5625		5625	5625	5625	5625	5625
RESGUARDO			r	1	1		1	1	1	1	1
ALTURA DE BRECHA COMPLETA			Hb	11	11		11	11	11	11	11
FACTOR CORRECTOR POR MODO DE FALLO			Ko	1	1,4		1	1,3			
TALUD DE LA BRECHA			Zb	0,9	1,4		0,7	1	1	0,5	1
**	TALUD DEL DIQUE AGUAS ARRIBA		Z_1	Z(H):1(V)						2,5	
	TALUD DEL DIQUE AGUAS ABAJO		Z_2	Z(H):1(V)						2,5	
	SUMA DE TALUDES DEL DIQUE		Z_3	Z_1+Z_2						5	
	ANCHO CORONACIÓN DEL DIQUE		C	m						5	
	VOLUMEN EROSIONABLE DEL DIQUE		Ve	m3						438,7	
TIPOLOGIA DEL DIQUE			Td	Pequeña Presa Clasificable			Pequeña Presa Clasificable		Pequeña Presa Clasificable	Pequeña Presa Clasificable	Pequeña Presa Clasificable
COTA SOLERA BRECHA			Cs	m	10	10	10	10	10	10	10
COTA CORONACIÓN			Cc	m	21	21	21	21	21	21	21
ESTIMACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE LA BRECHA											
***	ANCHO MEDIO		Bavg	m	7,8	10,9	8,15	10,6	15,3	-	31,1
	ANCHO EN SOLERA		Bb	m	ERROR, BRECHA NO TRAPECIAL	ERROR, BRECHA NO TRAPECIAL	0,5	ERROR, BRECHA NO TRAPECIAL	4,3	ERROR. BRECHA NO TRAPECIAL	20,1
	ANCHO EN CORONACIÓN		Bc	m			15,85	-	26,31	-	42,10
	TIEMPO DE FORMACIÓN		Tf	h	0,1	0,1	0,09	0,1	0,077	0,164	0,150
	FACTOR DE ALMACENAMIENTO		Sl	-	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1
ESTIMACIÓN DEL CAUDAL PUNTA FROEHLIC 95b											
CAUDAL MÁXIMO PREVISTO			Qp	m3/s	223,44	223,44	223,44	223,44	223,44	223,44	223,44

Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 01

ESTIMACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE BRECHA. H=10,00 m. ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE FÓRMULAS EMPÍRICAS. VALIDACIÓN DE RESULTADOS

ESTIMACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE BRECHA

PROYECTO:	BALSAS TIPO								
SECTOR:	1								
ALTURA	10								
ANÁLISIS Y VALIDACIÓN DE RESULTADOS									
Dada la importancia del tiempo de formación de la brecha en la generación del pico del hidrograma, es relevante poder validar los resultados. Para ello utilizaremos un estimador de la progresión de la erosión. Se considera adecuado aquel que define un desarrollo lineal, por lo que se utilizará la razón de erosión (ER) definida por la relación entre el ancho medio de brecha y el tiempo de formación. Diversos autores han indicado los intervalos de fiabilidad relacionando dicho parámetro con la altura de agua movilizable, (Hw), quedando estos entre 1.6 y 2.1. Por otro lado, el agua almacenada puede condicionar el desarrollo completo de la brecha, por lo que se apunta como indicador de la validez de los resultados, la relación entre el ancho medio respecto de la altura de brecha (Bavg/Hb). En este caso si el indicador ofrece un valor inferior a 0.6, no se puede afirmar que se complete la brecha, quedando como apertura una geometría cuadrangular de ancho D.									
COMPROBACIÓN DEL DESARROLLO DE BRECHA (completa vs parcial)	(Bavg/Hb)	0,71	0,99	0,74	0,96	1,39	-	2,83
Se considera desarrollada si (Bavg/Hb)>0.60	(Bavg/Tf)	110,25	154,34	90,51	117,66	198,53	-	42,10
RAZÓN DE EROSIÓN (ER)								
COMPROBACIÓN DEL PROGRESO DE LA BRECHA (lineal vs no lineal)	(ER/Hw)	11,02	15,43	9,05	11,77	19,85		4,21
Se puede considerar razonable la ratio de erosión si 1.6<(ER/Hw)<2.1								
COMPROBACIÓN BOWLES T de formación (h)	T=2*Vw/Qp	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08
Si tiempo de formación de brecha es menor que la comprobación de Bowles se adopta								
RAZÓN DE TIEMPOS (Tbowles/Tf)		1,10	1,10	0,86	0,86	1,01	0,47	0,52

* *DIQUE DE CIERRE DE MATERIALES SUELTOS HOMOGÉNEO, ASUMIENDO MÁXIMO ALMACENAMIENTO EN LA FASE DE COLAPSO*

** *A utilizar en el método de MACDONALD & LANGRIDGE-MONOPOLIS 84 (MLM84)*

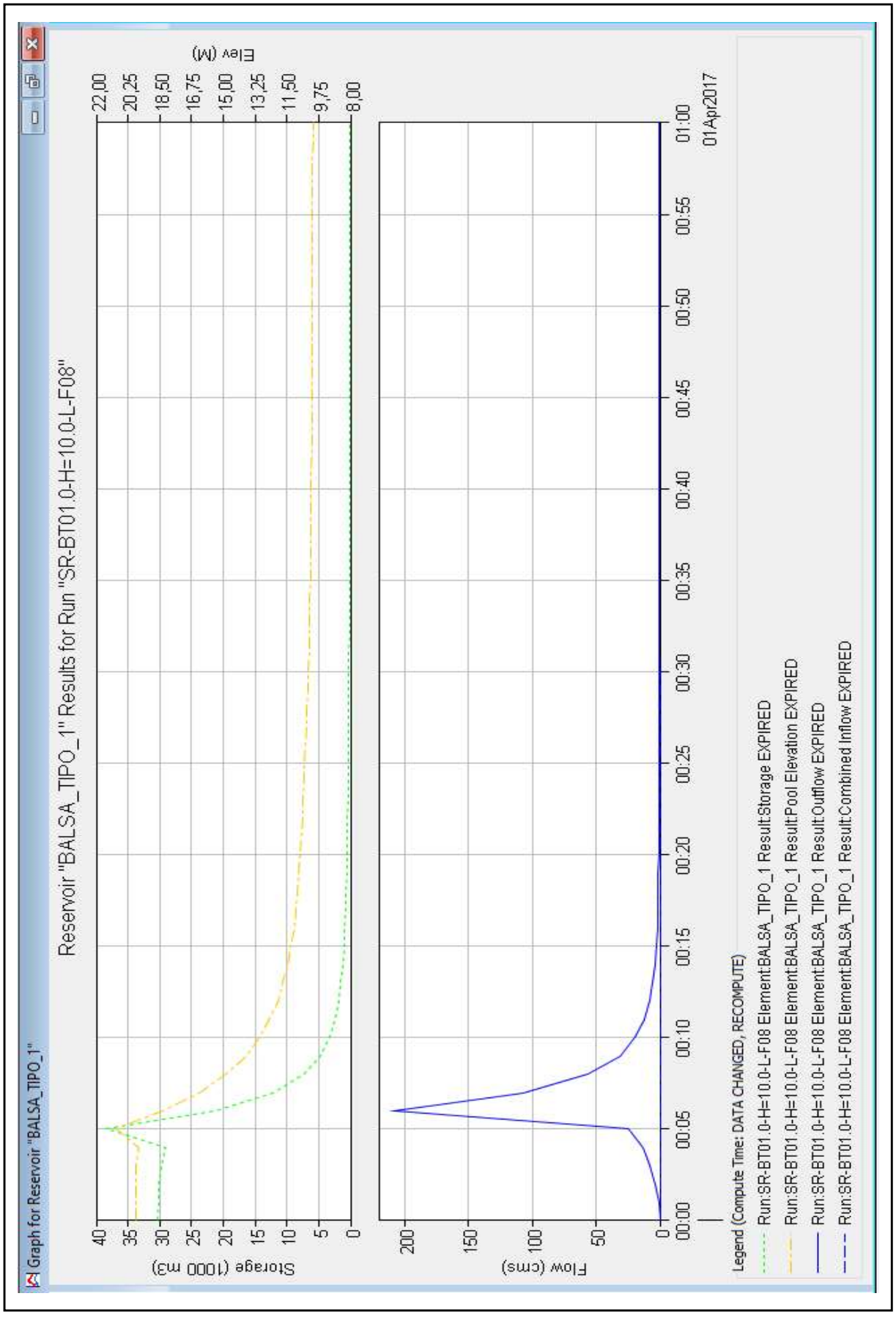
*** *Wb en el método de MACDONALD & LANGRIDGE-MONOPOLIS 84 (MLM84)*

ESQUEMAS

Fuente: GUIDELINES FOR DAM BREACH ANALYSIS. STATE OF COLORADO-DEPARTMENT OF NATURAL RESOURCES-DIVISION OF WATER RESOURCES. 10/02/2010

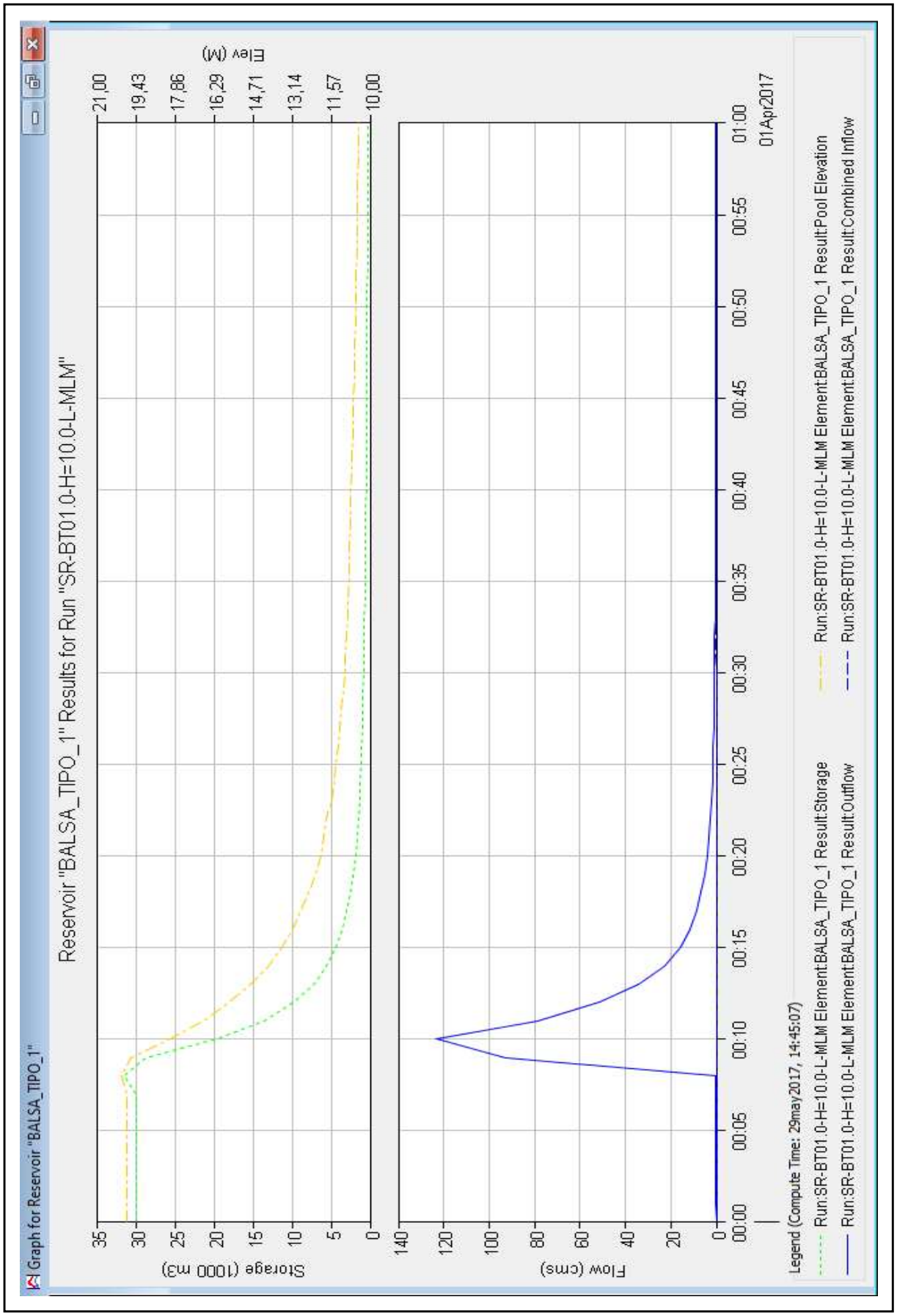
Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 01

HIDROGRAMA DE VERTIDO Y CURVA DE VACIADO PARA H=10.0 m. ESCENARIO (NMN-SOLERA) APLICACIÓN FÓRMULA F08



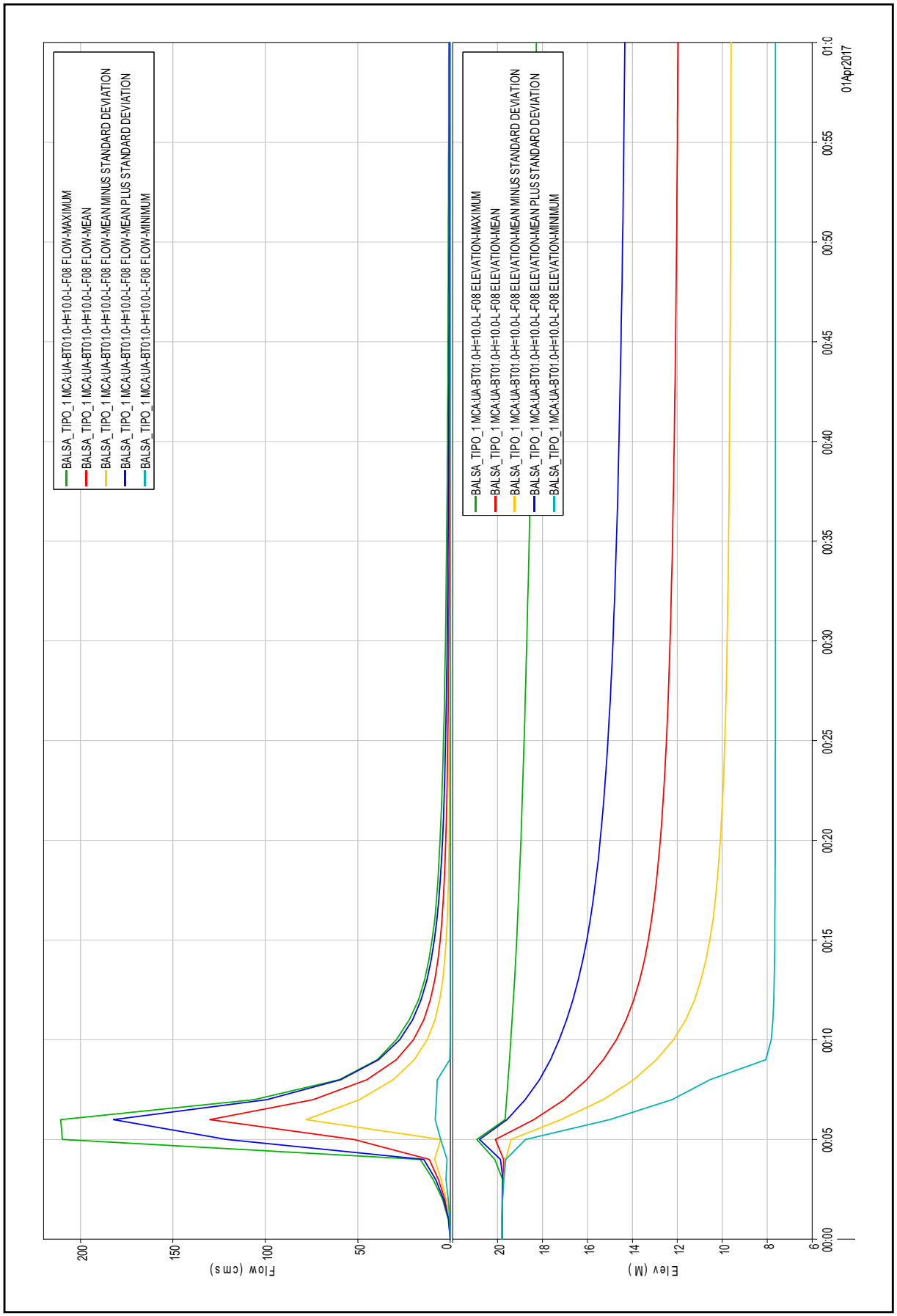
Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 01

HIDROGRAMA DE VERTIDO Y CURVA DE VACIADO PARA H=10.0 m. ESCENARIO (NMN-SOLERA) APLICACIÓN FÓRMULA MLM84



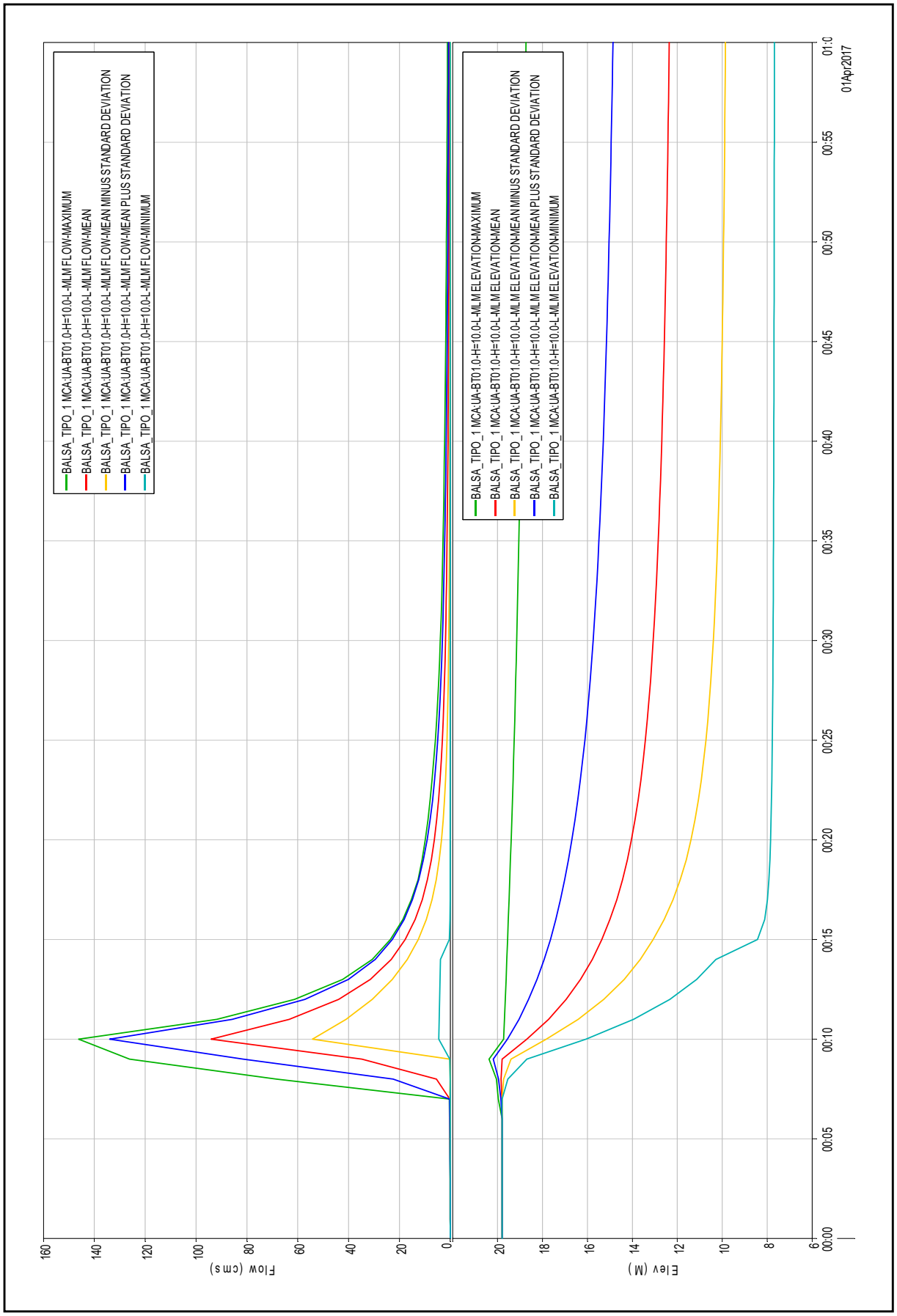
Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 01

APLICACIÓN DEL MÉTODO DE MONTECARLO EN LA CALIBRACIÓN DEL FONDO DE BRECHA (5.000 SIMULACIONES) HIDROGRAMAS DE VERTIDO Y VARIACIÓN DEL NIVEL EMBALSADO. (H=10.00 m.) APLICACIÓN FÓRMULA F08



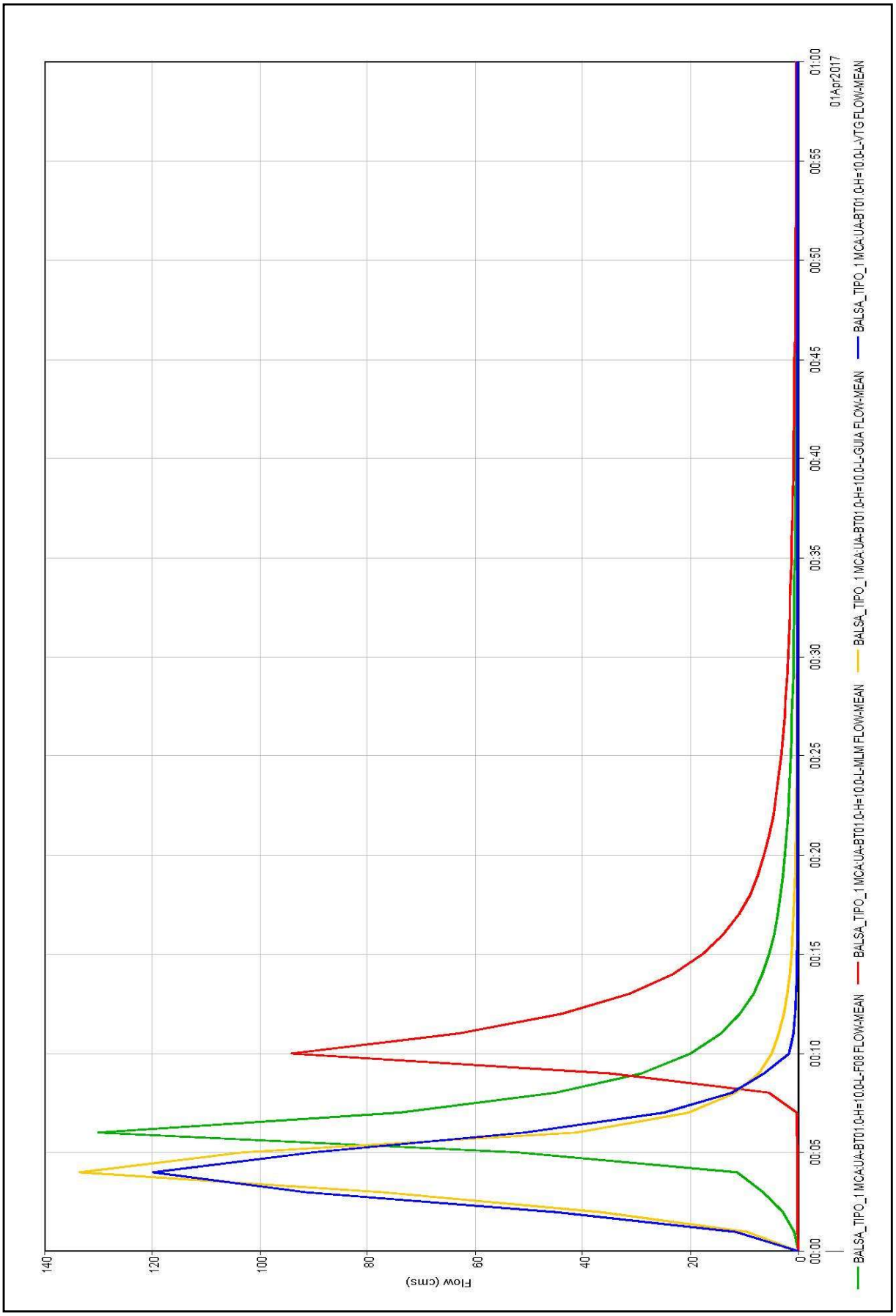
Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 01

APLICACIÓN DEL MÉTODO DE MONTECARLO EN LA CALIBRACIÓN DEL FONDO DE BRECHA (5.000 SIMULACIONES) HIDROGRAMAS DE VERTIDO Y VARIACIÓN DEL NIVEL EMBALSADO. (H=10.00 m.) APLICACIÓN FÓRMULA MLM84



Características de las balsas sintéticas.
BALSA TIPO 01
(Hw=10.00 m.)

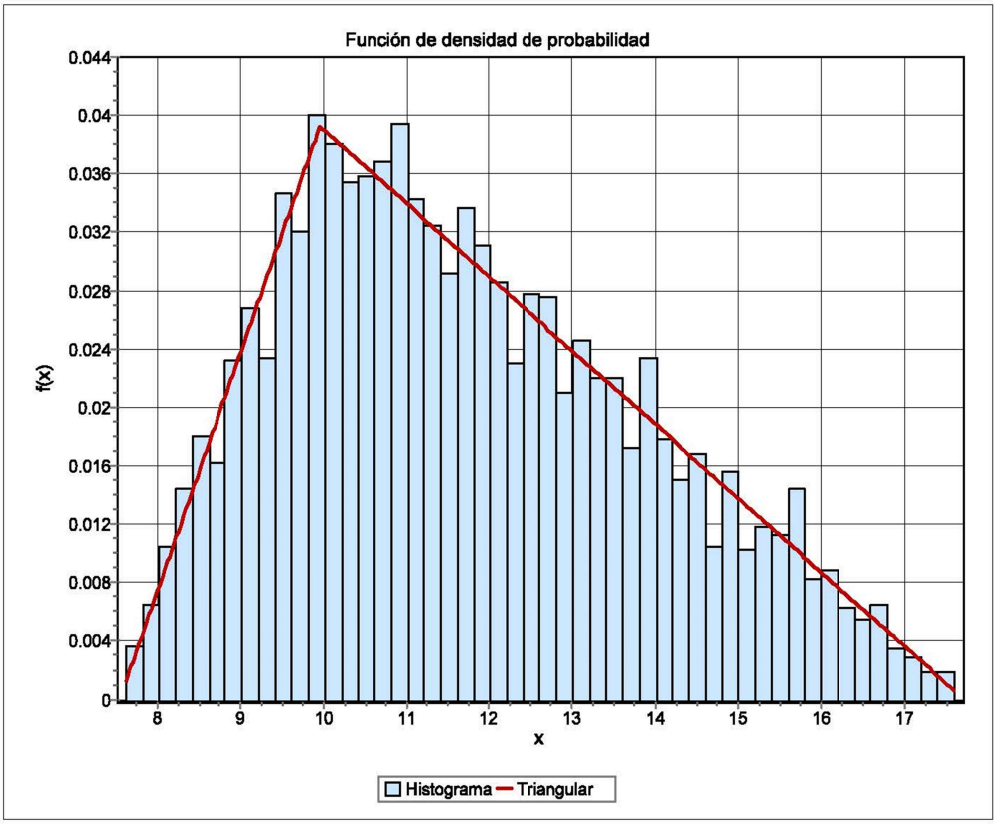
ESTUDIO COMPARATIVO DE LA VARIABILIDAD DEL HIDROGRAMA DE VERTIDO EN FUNCIÓN DE LA CARGA DE AGUA MOVILIZABLE (Hw)
APLICACIÓN FÓRMULAS
F08-MLM84-GUIA-VTG

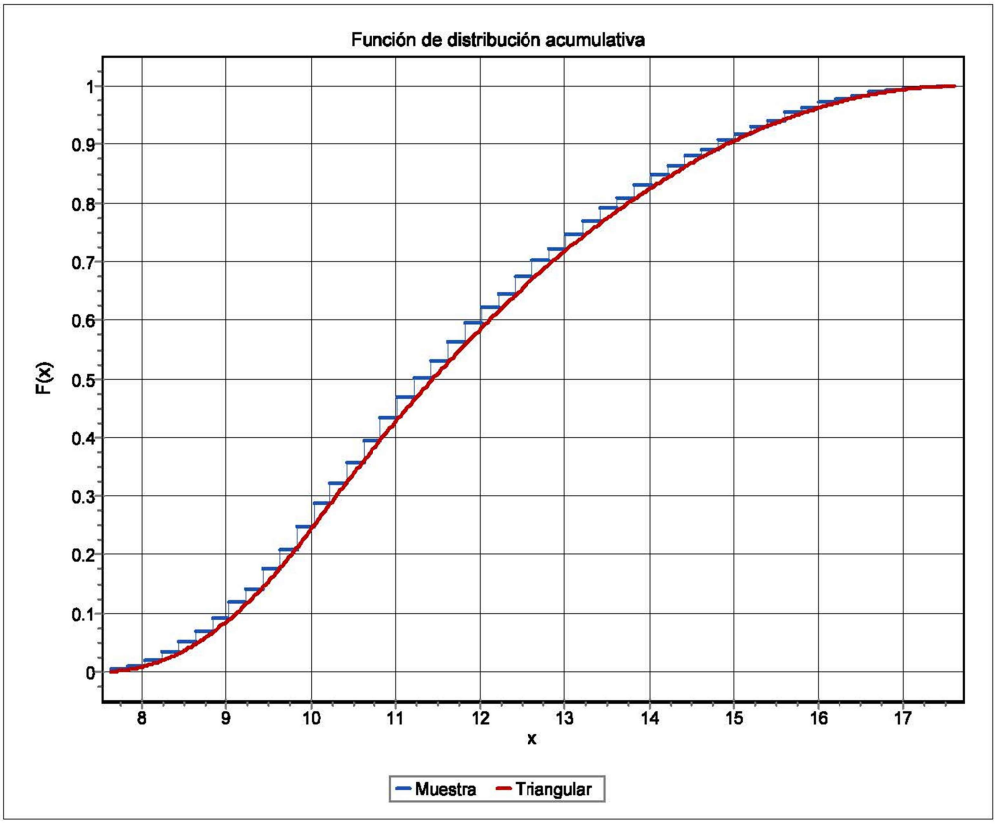


Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 01

M. DE MONTECARLO (FONDO DE BRECHA) ANÁLISIS ESTADISTICO RESULTADOS (Hw=10.00 m.) AJUSTE DE LA FUNCIÓN DE DISTRIBUCIÓN. FUNCIÓN DE DENSIDAD Y FUNCIÓN DE DISTRIBUCIÓN ACUMULATIVA

En el eje de abcisas se representa la variabilidad de la cota del fondo de brecha, considerando la cota +10.00 la solera interior de la balsa.

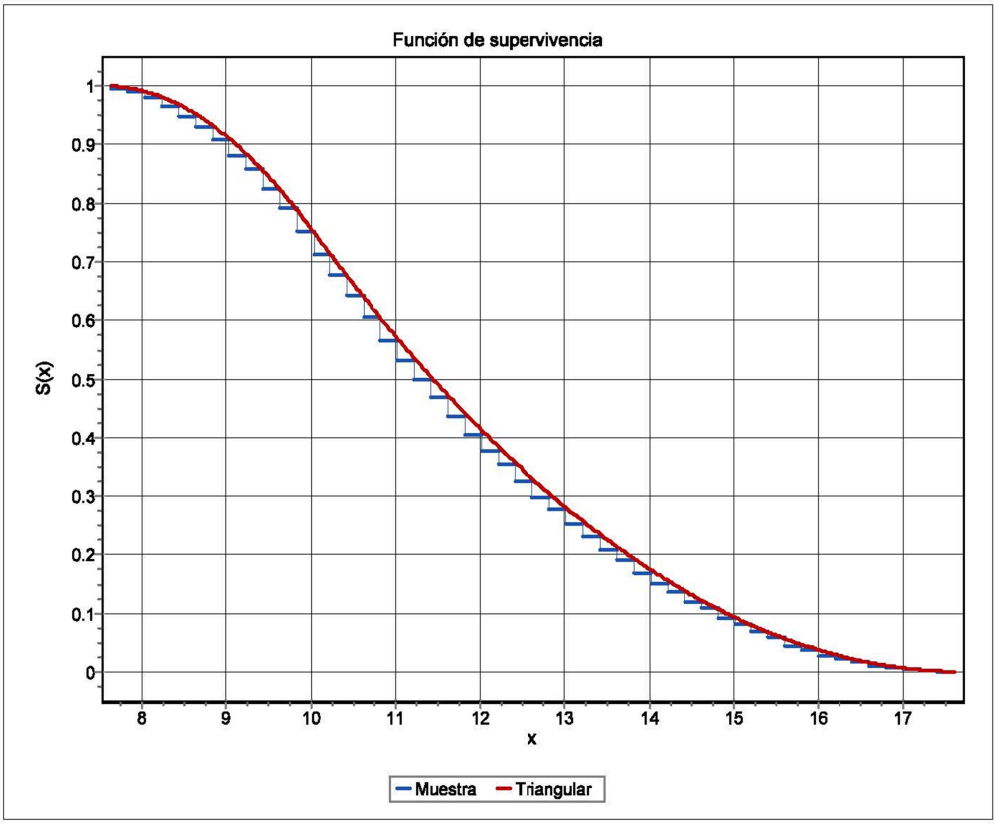


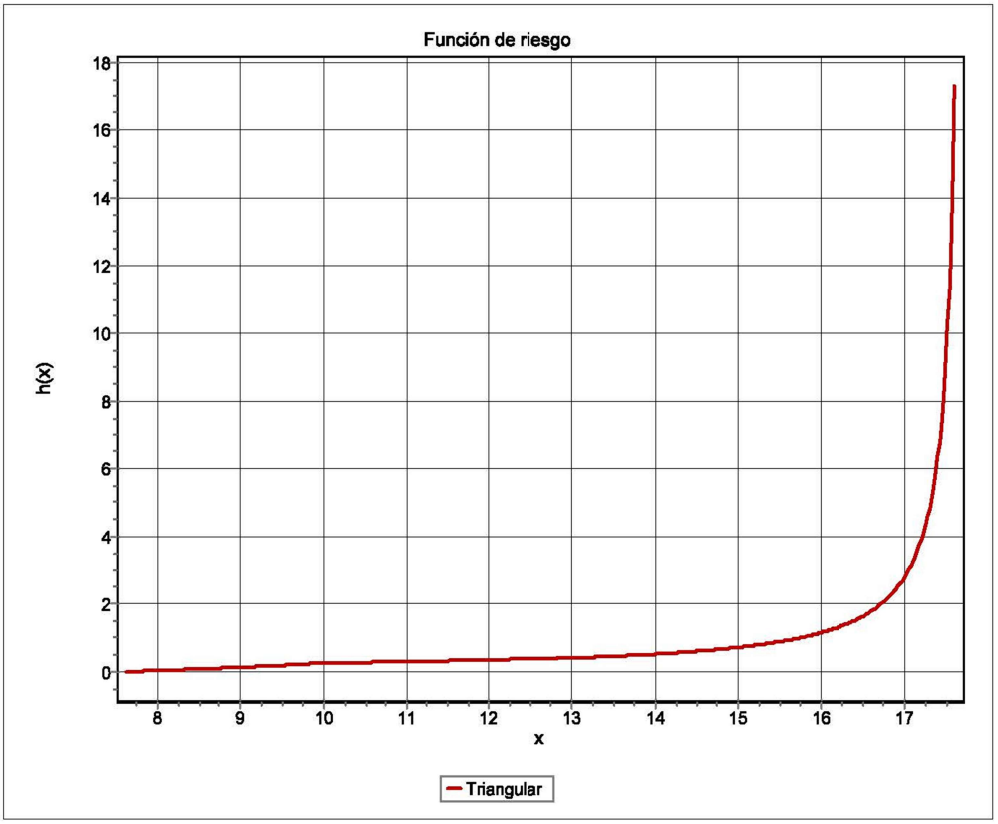


Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 01

M. DE MONTECARLO (FONDO DE BRECHA) ANÁLISIS ESTADISTICO RESULTADOS (Hw=10.00 m.) AJUSTE DE LA FUNCIÓN DE DISTRIBUCIÓN. FUNCIÓN DE SUPERVIVENCIA Y FUNCIÓN DE RIESGO

En el eje de abcisas se representa la variabilidad de la cota del fondo de brecha, considerando la cota +10.00 la solera interior de la balsa.

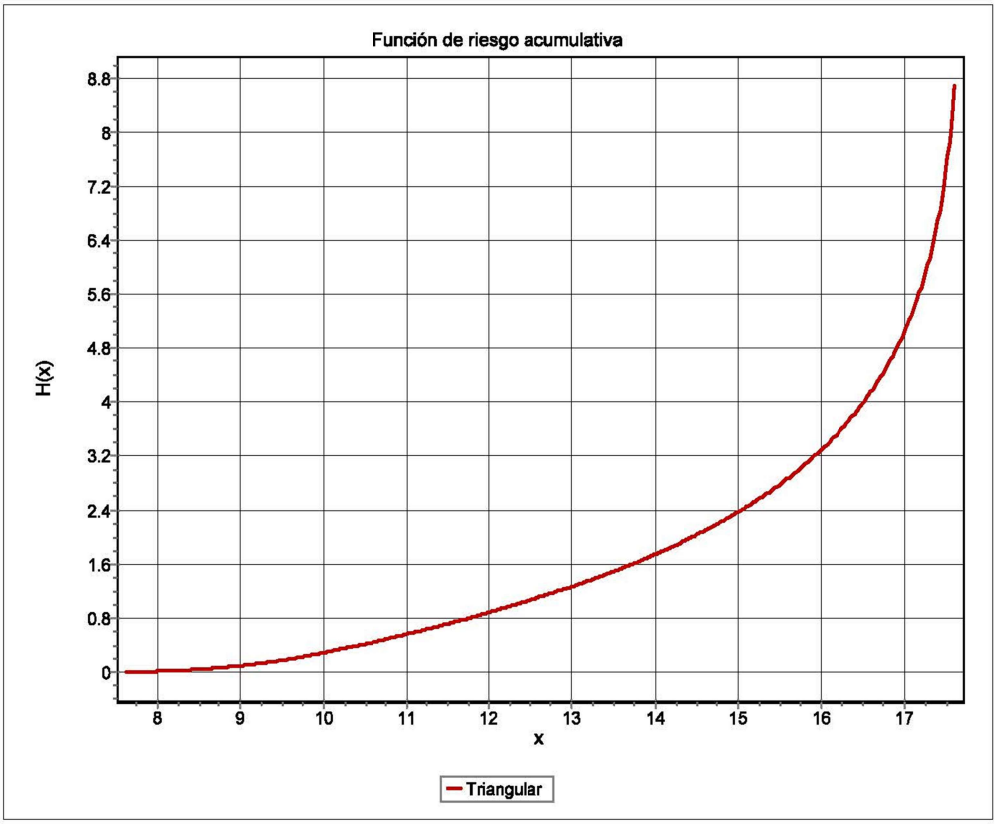


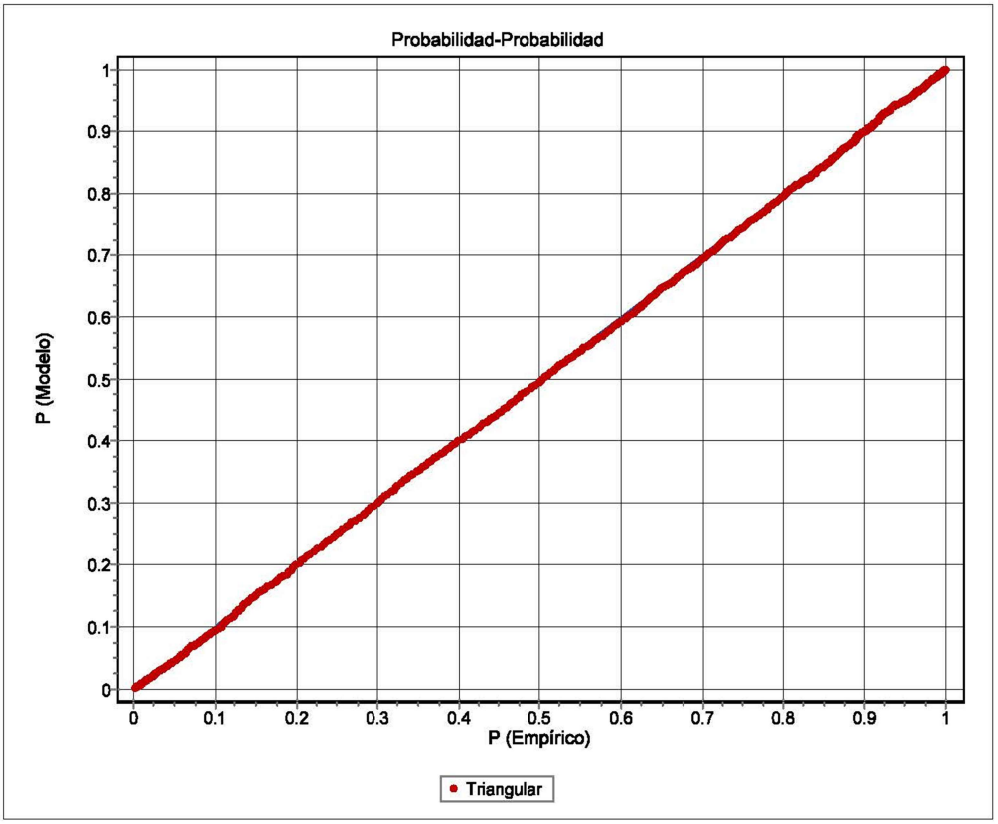


Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 01

M. DE MONTECARLO (FONDO DE BRECHA) ANÁLISIS ESTADISTICO RESULTADOS (Hw=10.00 m.) AJUSTE DE LA FUNCIÓN DE DISTRIBUCIÓN. FUNCIÓN DE RIESGO ACUMULATIVA Y GRÁFICO P-P

En el eje de abcisas se representa la variabilidad de la cota del fondo de brecha, considerando la cota +10.00 la solera interior de la balsa.

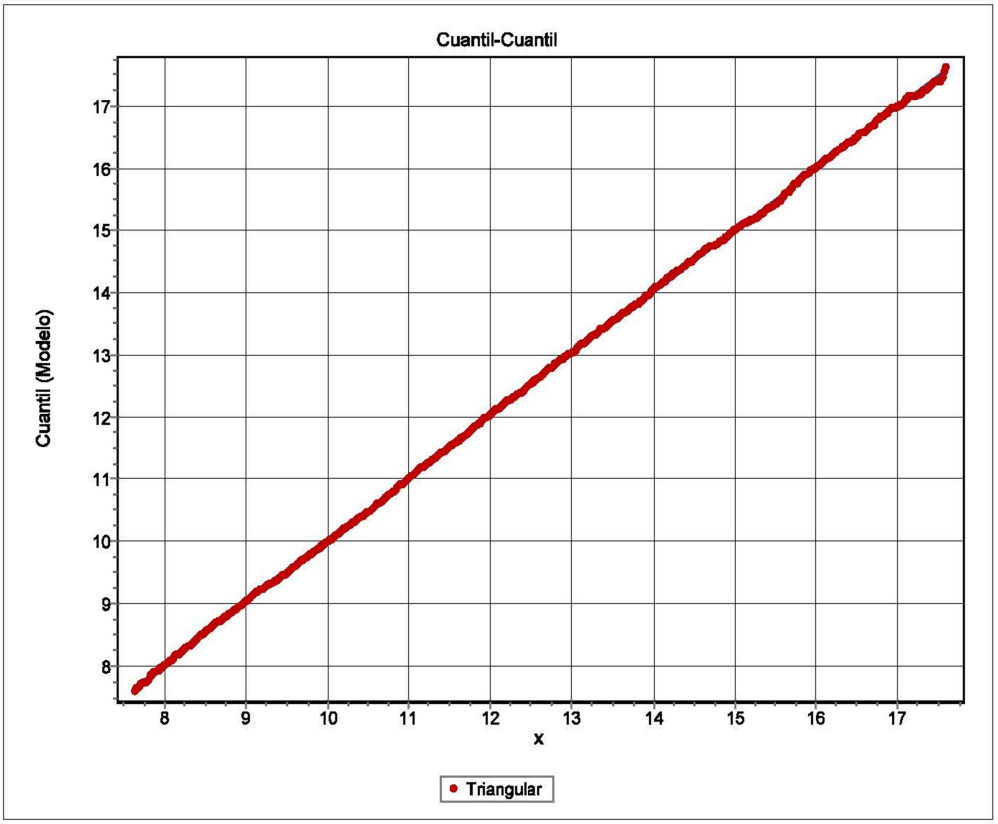


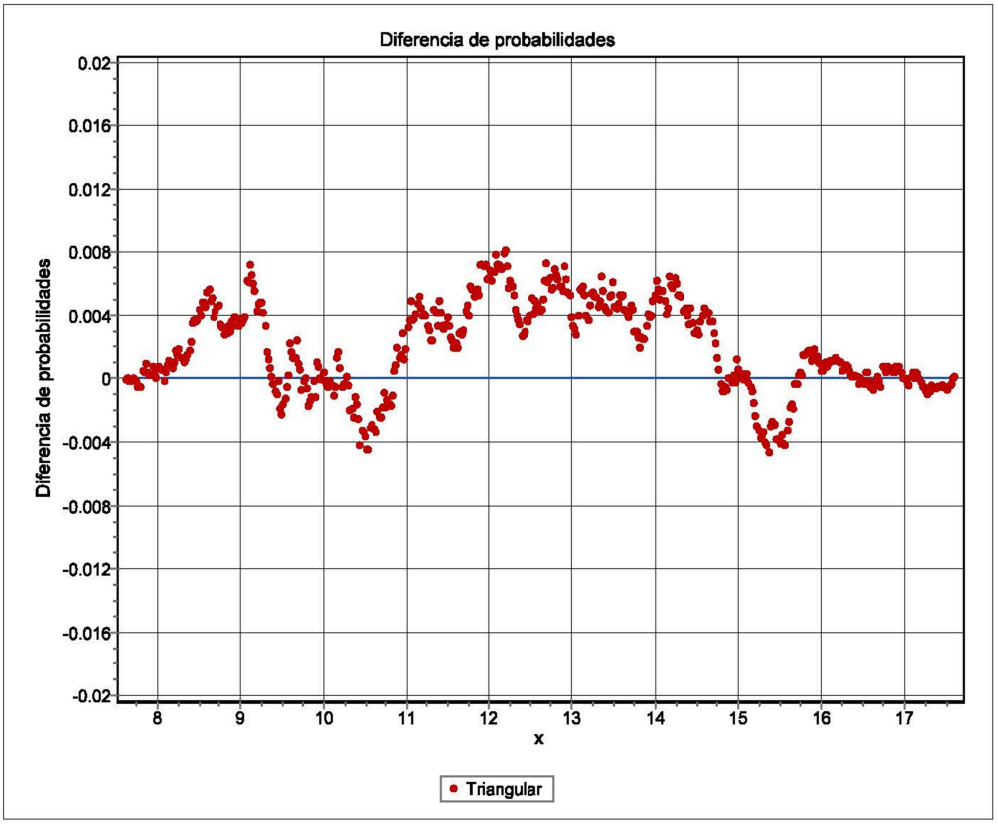


Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 01

M. DE MONTECARLO (FONDO DE BRECHA)
ANÁLISIS ESTADISTICO RESULTADOS
(Hw=10.00 m.)
AJUSTE DE LA FUNCIÓN DE DISTRIBUCIÓN.
GRÁFICO Q-Q Y DIFERENCIA DE PROBABILIDADES

En el eje de abcisas se representa la variabilidad de la cota del fondo de brecha, considerando la cota +10.00 la solera interior de la balsa.

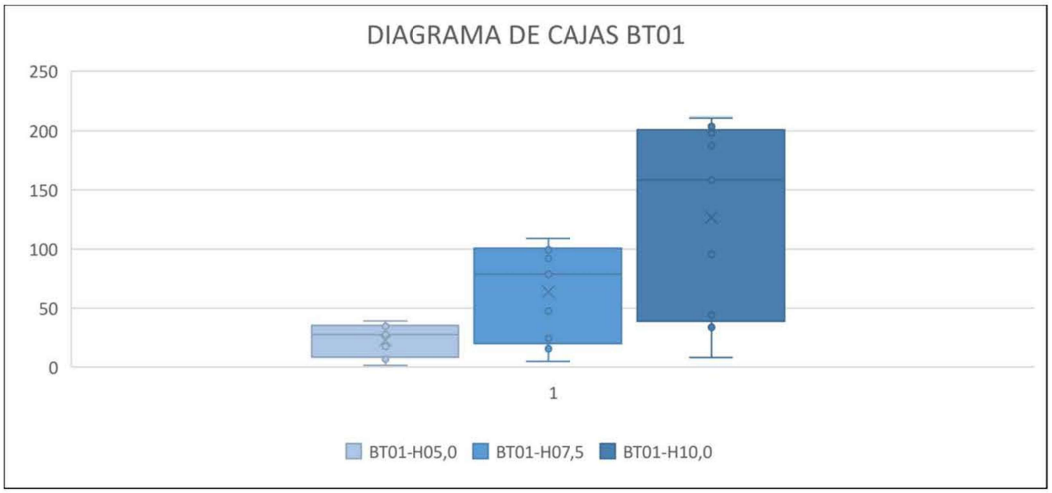


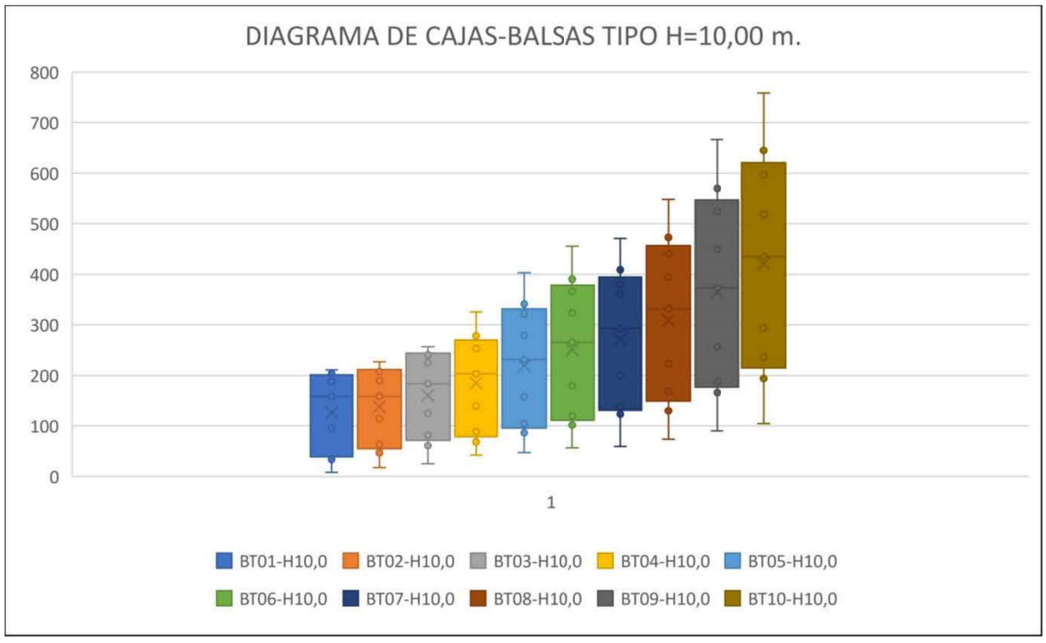


Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 01

M. DE MONTECARLO (CAUDAL MÁXIMO) ANÁLISIS ESTADISTICO RESULTADOS (Hw=10.00 m.) ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA. DIAGRAMAS DE CAJAS

CAUDALES MÁXIMOS (M. MONTECARLO) Estadística descriptiva					Parámetros Ajuste	
BALSA	BT01					
ALTURA Hw (m)	10,00					
AJUSTE	JOHNSON SB					
Estadística	**Valor**	**Percentil %**	**Valor**	**Obs**		
Tamaño de la muestra	5000	1	8,12	Min	γ -0,56095	
Rango	202,59	5	33,7		δ 0,49033	
Media	138,67	10	44,03		λ 193,58	
Varianza	3240,2	25	95,47	Q1	ξ 9,7618	
Desviación estándar	56,923	50	158,4	Mediana		
Coef, de variación	0,4105	75	187,4	Q3		
Error estándar	0,80501	90	197,9			
Asimetría	-0,68675	95	203,8			
Curtosis	-0,812	99	210,7	Max	I.C.$\bar{X}$ (95%)	1,578

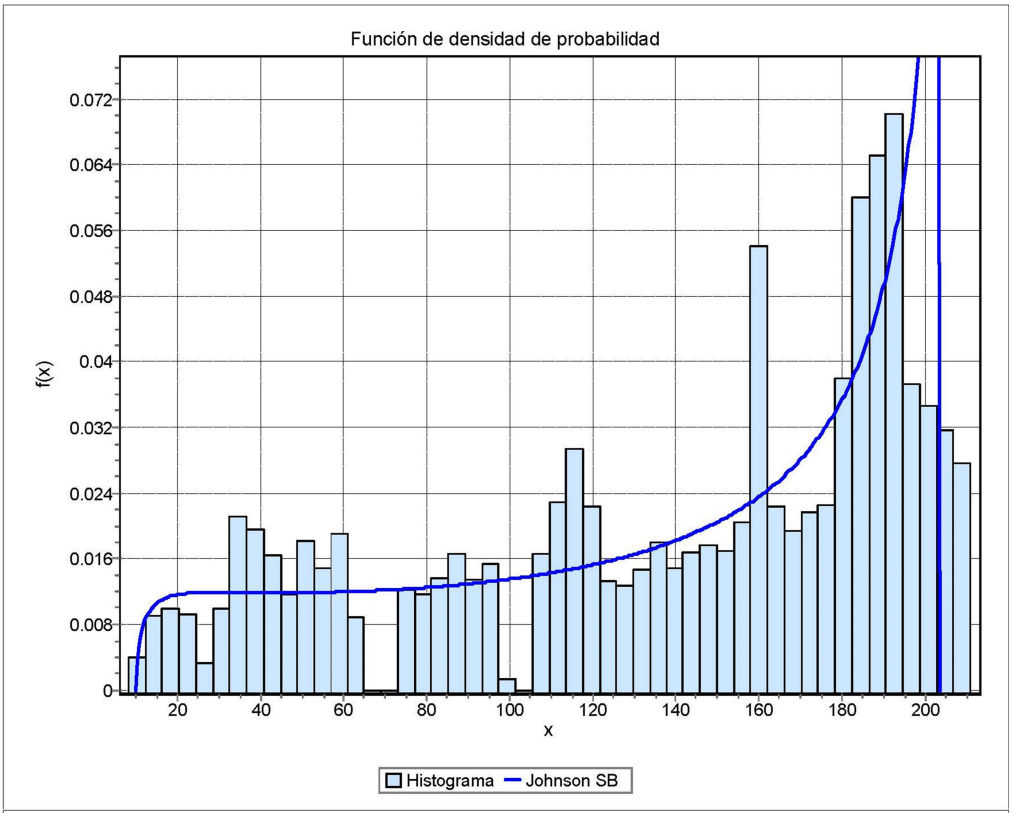


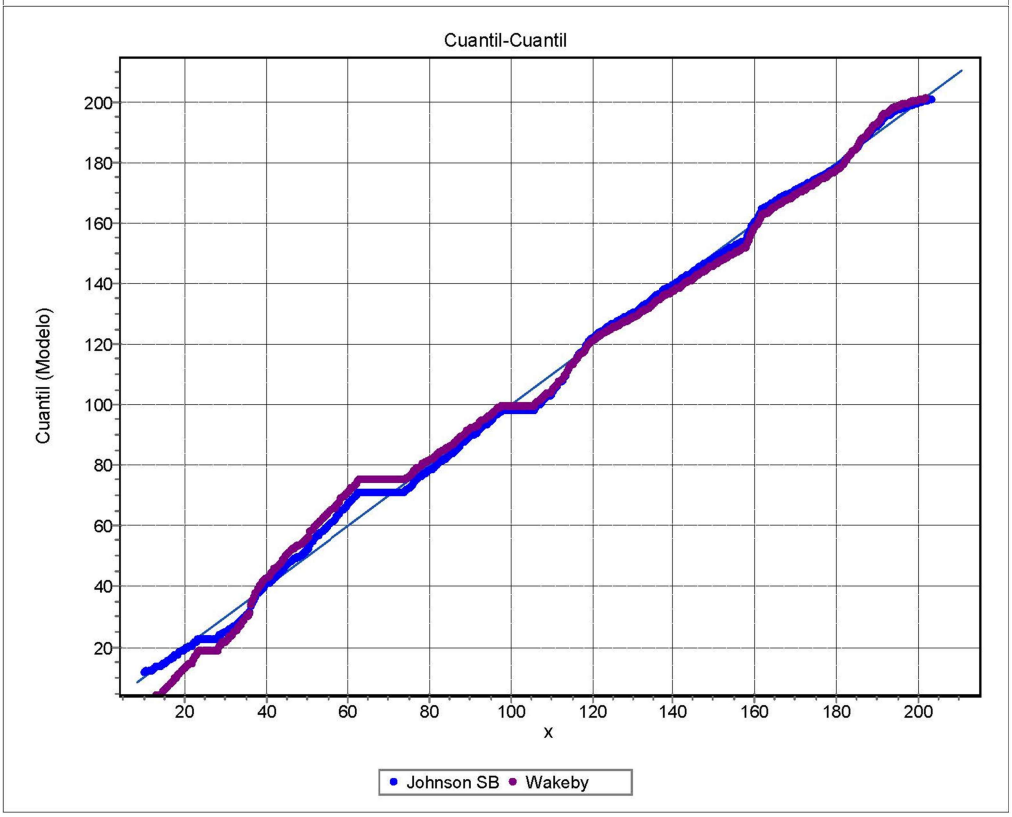


Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 01

M. DE MONTECARLO (CAUDAL MÁXIMO) ANÁLISIS ESTADISTICO RESULTADOS (Hw=10.00 m.) AJUSTE DE LA FUNCIÓN DE DISTRIBUCIÓN. FUNCIÓN DE DENSIDAD Y GRÁFICO Q-Q

En el eje de abscisas se representa la variabilidad de los caudales máximos simulados, a partir del fondo de brecha, y considerando la evolución de su crecimiento atendiendo a la geometría de F08.

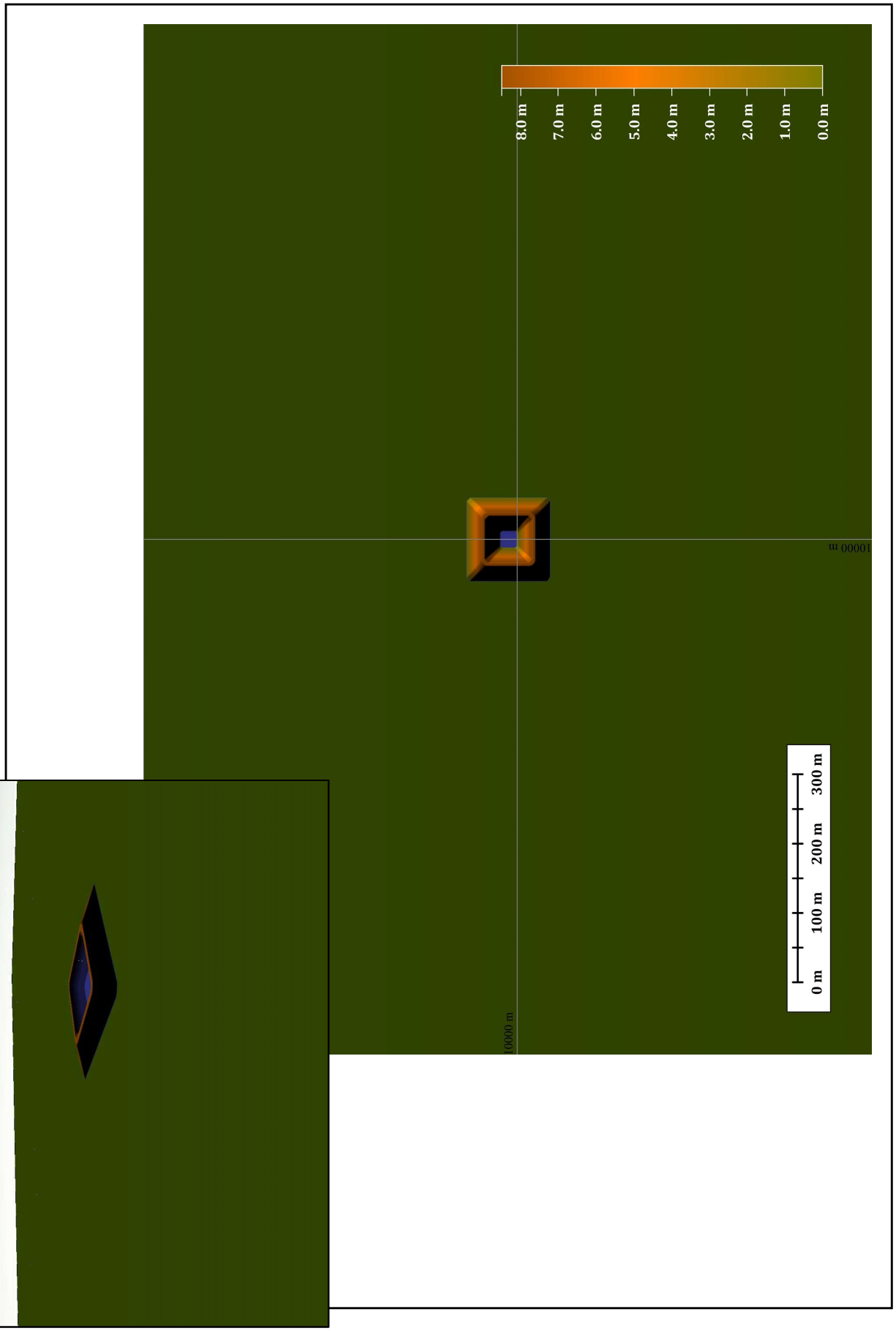




Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 01

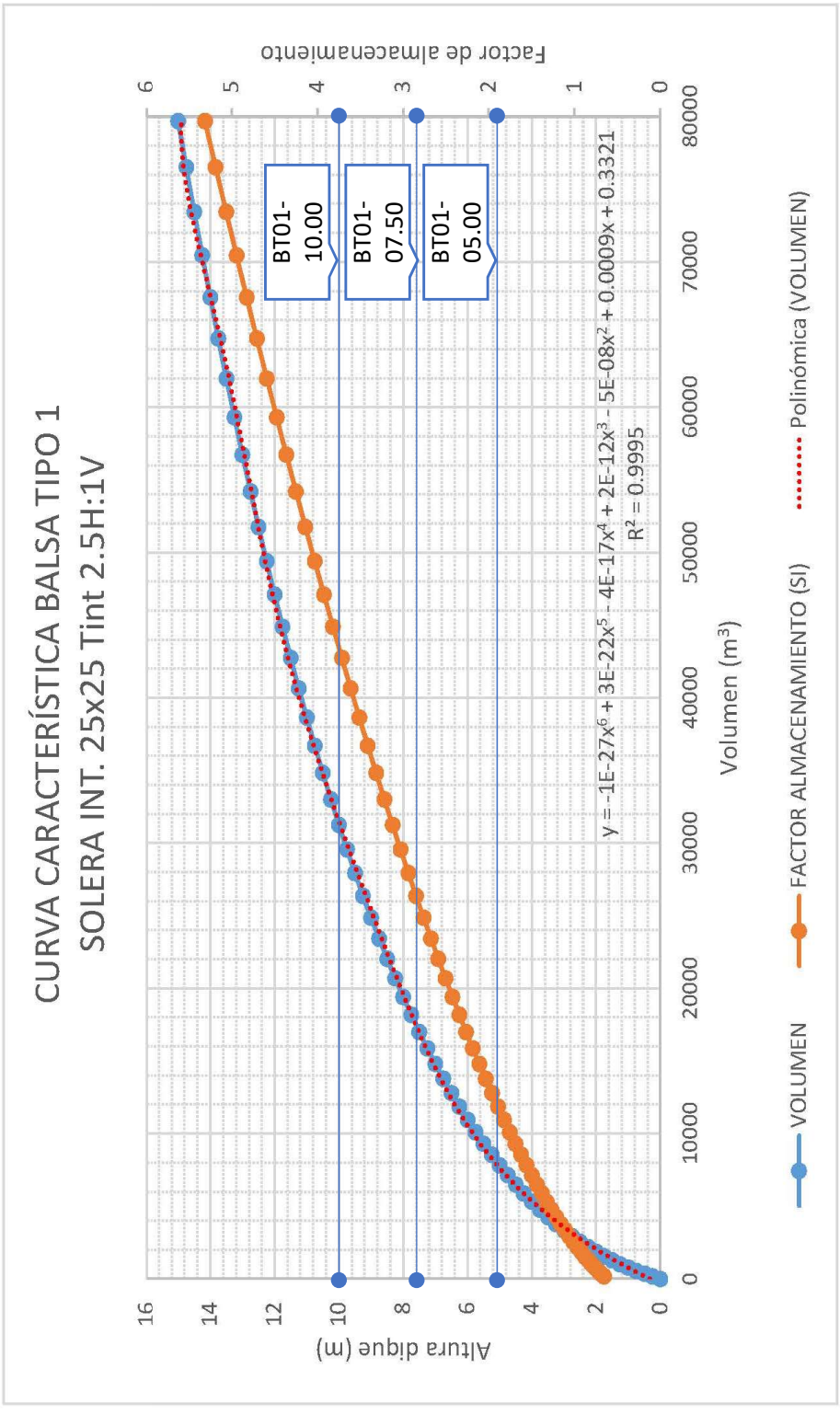
GEOMETRÍA

- ALTURA LÁMINA Hw= 07.5 m.
- RESGUARDO = 1.0 m.
- ANCHO CORONACIÓN= 05.0 m



Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 01

CURVA CARACTERÍSTICA vs FACTOR DE ALMACENAMIENTO



Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 01

ESTIMACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE BRECHA. H=07,50 m. ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE FÓRMULAS EMPÍRICAS

ESTIMACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE BRECHA									
PROYECTO:	**BALSAS TIPO**								
SECTOR:	**1**								
ALTURA	**7,5**								
CARACTERÍSTICA*		MÉTODO		FROEHLICH 95a		FROEHLICH 08		GUÍA TÉCNICA	MACDONALD & LANGRIDGE-MONOPOLIS 84	VTG
	MODO DE FALLO (S=SIFONAMIENTO;D=DESBORDAMIENTO)		Mf	S	D	S	D	S	S	S
	CARGA DE AGUA MOVILIZABLE	Hw	m	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5
	VOLUMEN ALMACENADO EN Hw EN EL COLAPSO	Vw	m3	16992,2	16992,2	16992,2	16992,2	16992,2	16992,2	16992,2
	SUPERFICIE OCUPADA EN Hw	As	m2	3906,3	3906,3	3906,3	3906,3	3906,3	3906,3	3906,3
	RESGUARDO	r	m	1	1	1	1	1	1	1
	ALTURA DE BRECHA COMPLETA	Hb	m	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5
	FACTOR CORRECTOR POR MODO DE FALLO	Ko	-	1	1,4	1	1,3			
	TALUD DE LA BRECHA	Zb	Z(H):1(V)	0,9	1,4	0,7	1	1	0,5	1
**	TALUD DEL DIQUE AGUAS ARRIBA	Z_1	Z(H):1(V)						2,5	
	TALUD DEL DIQUE AGUAS ABAJO	Z_2	Z(H):1(V)						2,5	
	SUMA DE TALUDES DEL DIQUE	Z_3	Z_1+Z_2						5	
	ANCHO CORONACIÓN DEL DIQUE	C	m						5	
	VOLUMEN EROSIONABLE DEL DIQUE	Ve	m3						220,1	
	TIPOLOGIA DEL DIQUE		Td	Pequeña Presa Clasificable		Pequeña Presa Clasificable		Pequeña Presa Clasificable	Pequeña Presa Clasificable	Pequeña Presa Clasificable
	COTA SOLERA BRECHA	Cs	m	10	10	10	10	10	10	10
	COTA CORONACIÓN	Cc	m	18,5	18,5	18,5	18,5	18,5	18,5	18,5
ESTIMACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE LA BRECHA										
	ANCHO MEDIO	Bavg	m	6,1	8,6	6,64	8,6	12,3	-	24,85
***	ANCHO EN SOLERA	Bb	m	ERROR, BRECHA NO TRAPECIAL	ERROR, BRECHA NO TRAPECIAL	0,7	0,1	3,8	ERROR. BRECHA NO TRAPECIAL	16,4
	ANCHO EN CORONACIÓN	Bc	m			12,59	17,13	20,83	-	33,35
	TIEMPO DE FORMACIÓN	Tf	h	0,1	0,1	0,09	0,1	0,074	0,128	0,113
	FACTOR DE ALMACENAMIENTO	SI	-	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3
ESTIMACIÓN DEL CAUDAL PUNTA FROEHLIC 95b										
	CAUDAL MÁXIMO PREVISTO	Qp	m3/s	130,67	130,67	130,67	130,67	130,67	130,67	130,67

Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 01

ESTIMACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE BRECHA. H=07,50 m. ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE FÓRMULAS EMPÍRICAS. VALIDACIÓN DE RESULTADOS

ESTIMACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE BRECHA

PROYECTO:	BALSAS TIPO
SECTOR:	1
ALTURA	7,5

ANÁLISIS Y VALIDACIÓN DE RESULTADOS

Dada la importancia del tiempo de formación de la brecha en la generación del pico del hidrograma, es relevante poder validar los resultados. Para ello utilizaremos un estimador de la progresión de la erosión. Se considera adecuado aquel que define un desarrollo lineal, por lo que se utilizará la razón de erosión (ER) definida por la relación entre el ancho medio de brecha y el tiempo de formación. Diversos autores han indicado los intervalos de fiabilidad relacionando dicho parámetro con la altura de agua movilizable, (Hw), quedando estos entre 1.6 y 21. Por otro lado, el agua almacenada puede condicionar el desarrollo completo de la brecha, por lo que se apunta como indicador de la validez de los resultados, la relación entre el ancho medio respecto de la altura de bredca (Bavg/Hb). En este caso si el indicador ofrece un valor inferior a 0.6, no se puede afirmar que se complete la brecha, quedando como apertura una geometría cuadrangular de ancho D.

COMPROBACIÓN DEL DESARROLLO DE BRECHA (completa vs parcial)	(Bavg/Hb)	0,72	1,01	0,78	1,02	1,45	-	2,92
Se considera desarrollada si (Bavg/Hb)>0.60	(Bavg/Tf)	94,60	132,44	77,24	100,42	167,49	-	33,35
RAZÓN DE EROSIÓN (ER)								
COMPROBACIÓN DEL PROGRESO DE LA BRECHA (lineal vs no lineal)	(ER/Hw)	12,61	17,66	10,30	13,39	22,33	-	4,45
Se puede considerar razonable la ratio de erosión si 1.6<(ER/Hw)<21								
COMPROBACIÓN BOWLES T de formación (h)	T=2*Vw/Qp	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07
Si tiempo de formación de brecha es menor que la comprobación de Bowles se adopta								
RAZÓN DE TIEMPOS (Tbowles/Tf)		1,12	1,12	0,84	0,84	0,98	0,57	0,64

* *DIQUE DE CIERRE DE MATERIALES SUELTOS HOMOGÉNEO, ASUMIENDO MÁXIMO ALMACENAMIENTO EN LA FASE DE COLAPSO*

** *A utilizar en el método de MACDONALD & LANGRIDGE-MONOPOLIS 84 (MLM84)*

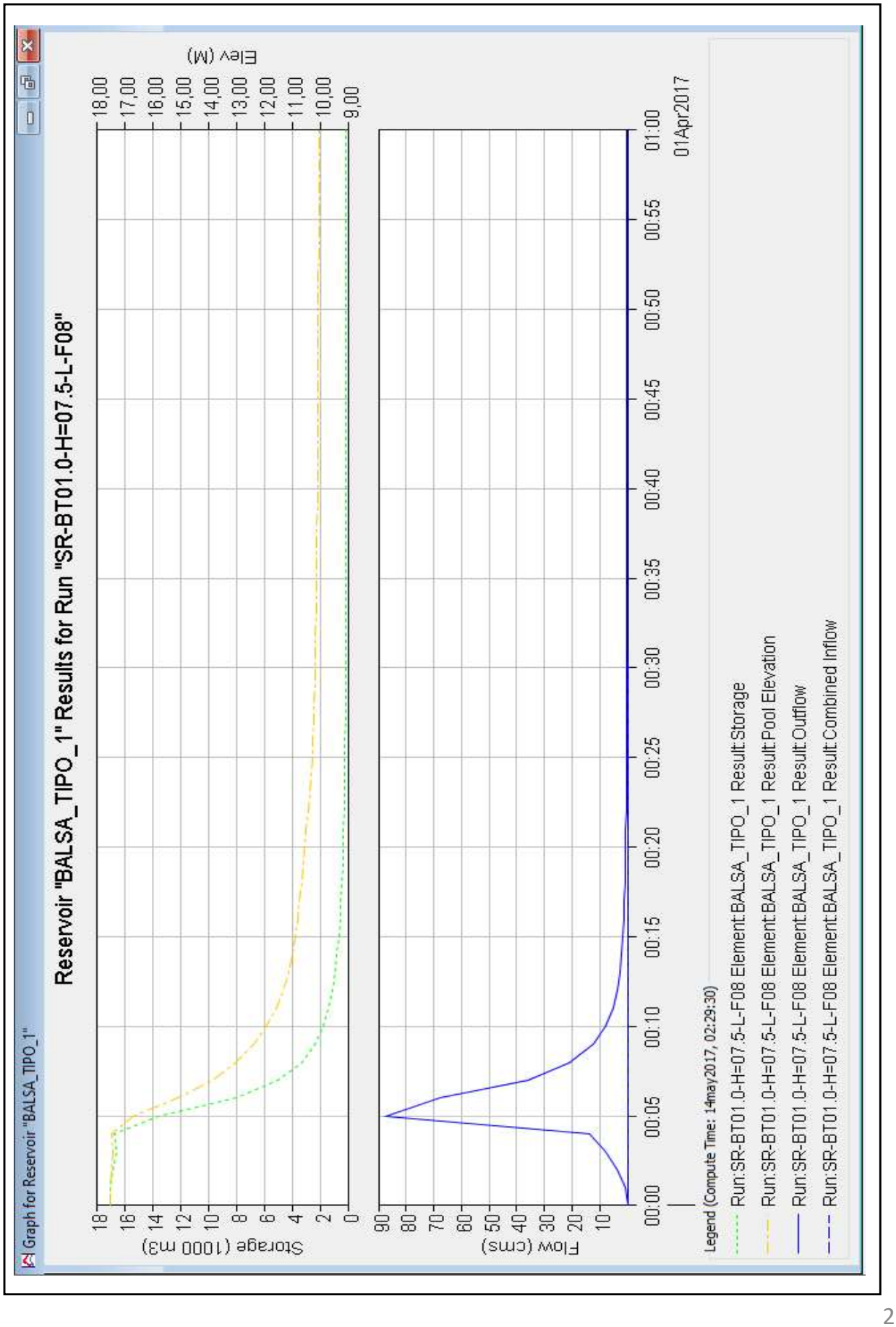
*** *Wb en el método de MACDONALD & LANGRIDGE-MONOPOLIS 84 (MLM84)*

ESQUEMAS

Fuente: GUIDELINES FOR DAM BREACH ANALYSIS. STATE OF COLORADO-DEPARTMENT OF NATURAL RESOURCES-DIVISION OF WATER RESOURCES. 10/02/2010

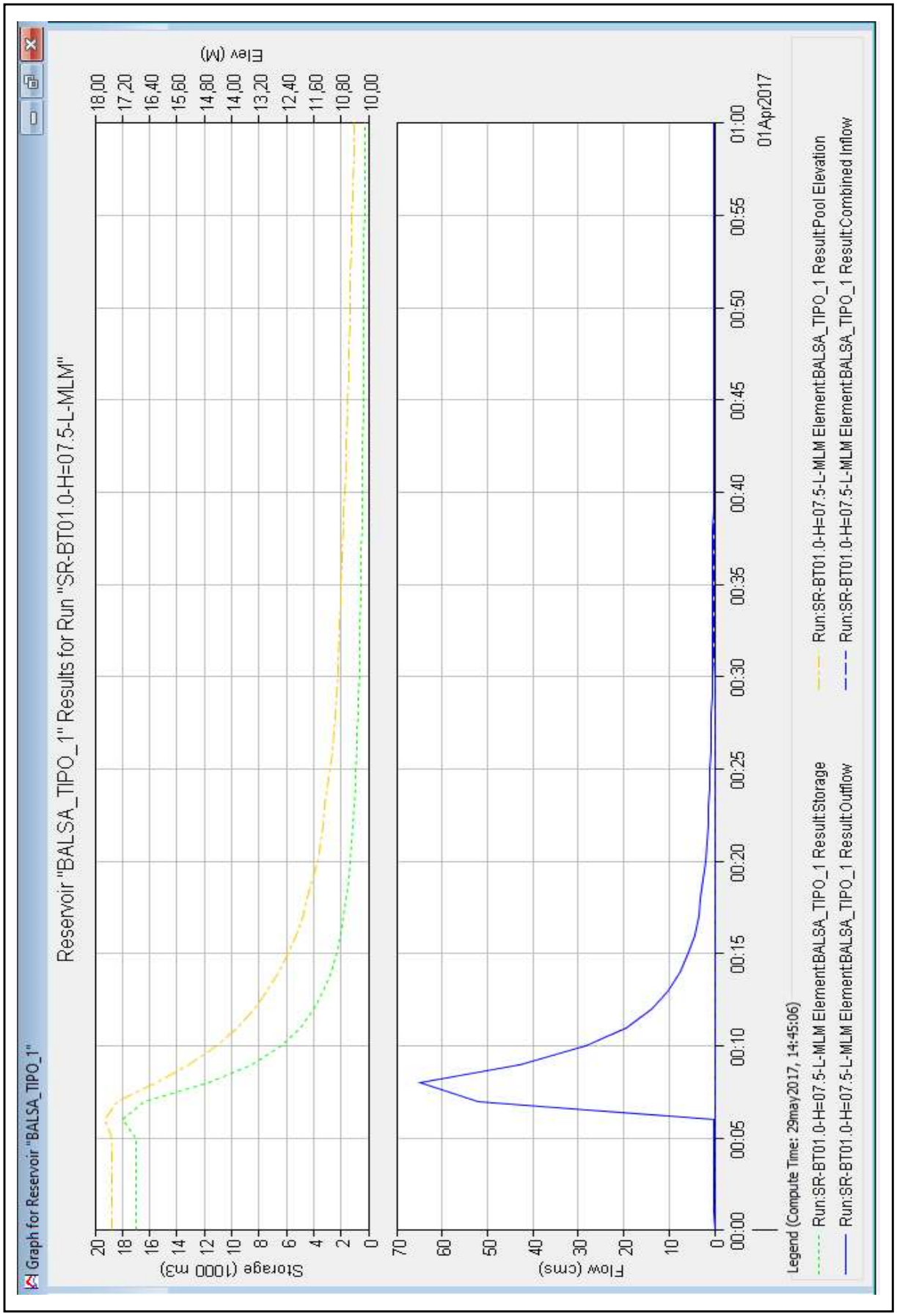
Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 01

HIDROGRAMA DE VERTIDO Y CURVA DE VACIADO PARA H=7.50 m. ESCENARIO (NMN-SOLERA) APLICACIÓN FÓRMULA F08



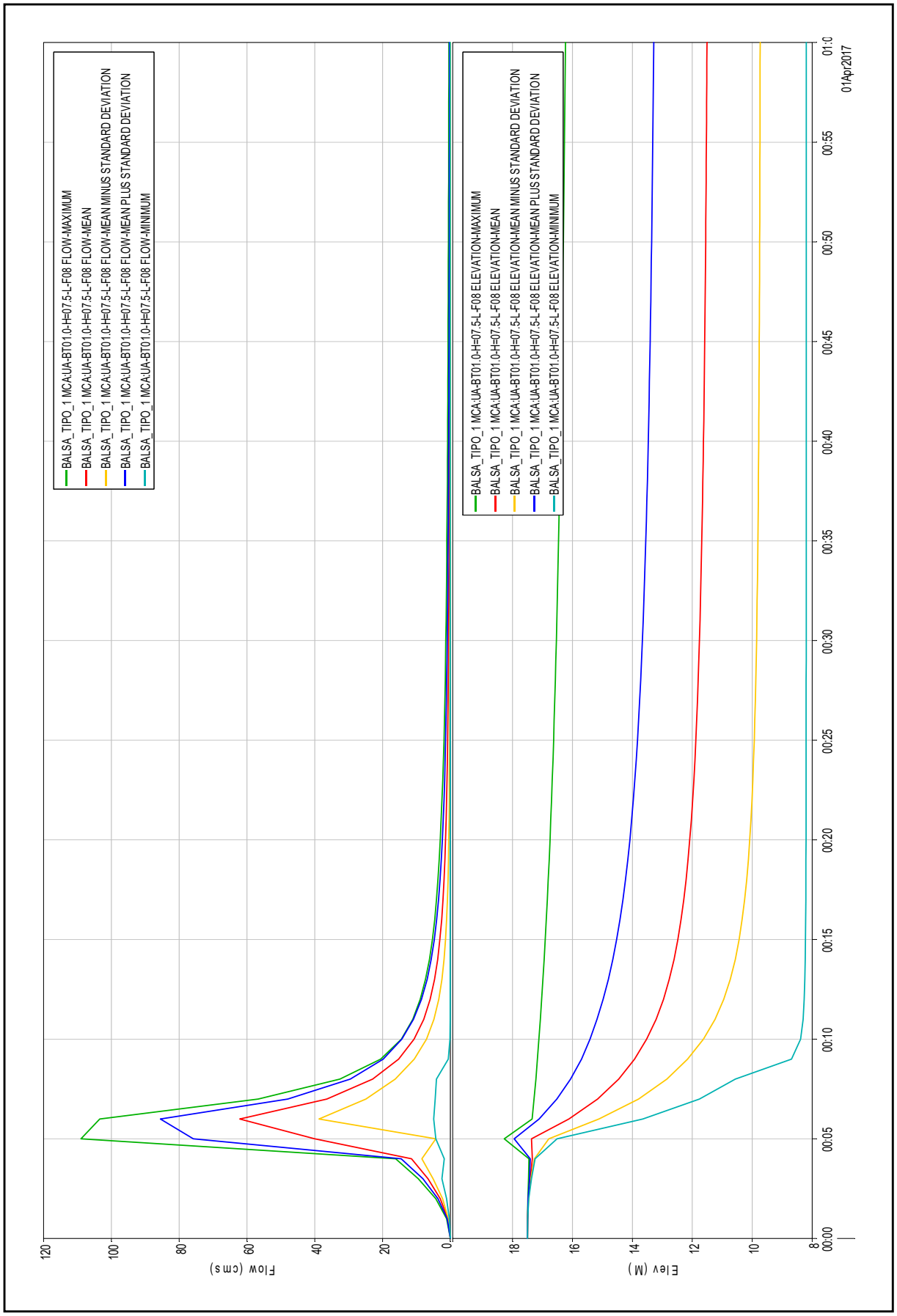
Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 01

HIDROGRAMA DE VERTIDO Y CURVA DE VACIADO PARA H=7.50 m. ESCENARIO (NMN-SOLERA) APLICACIÓN FÓRMULA MLM84



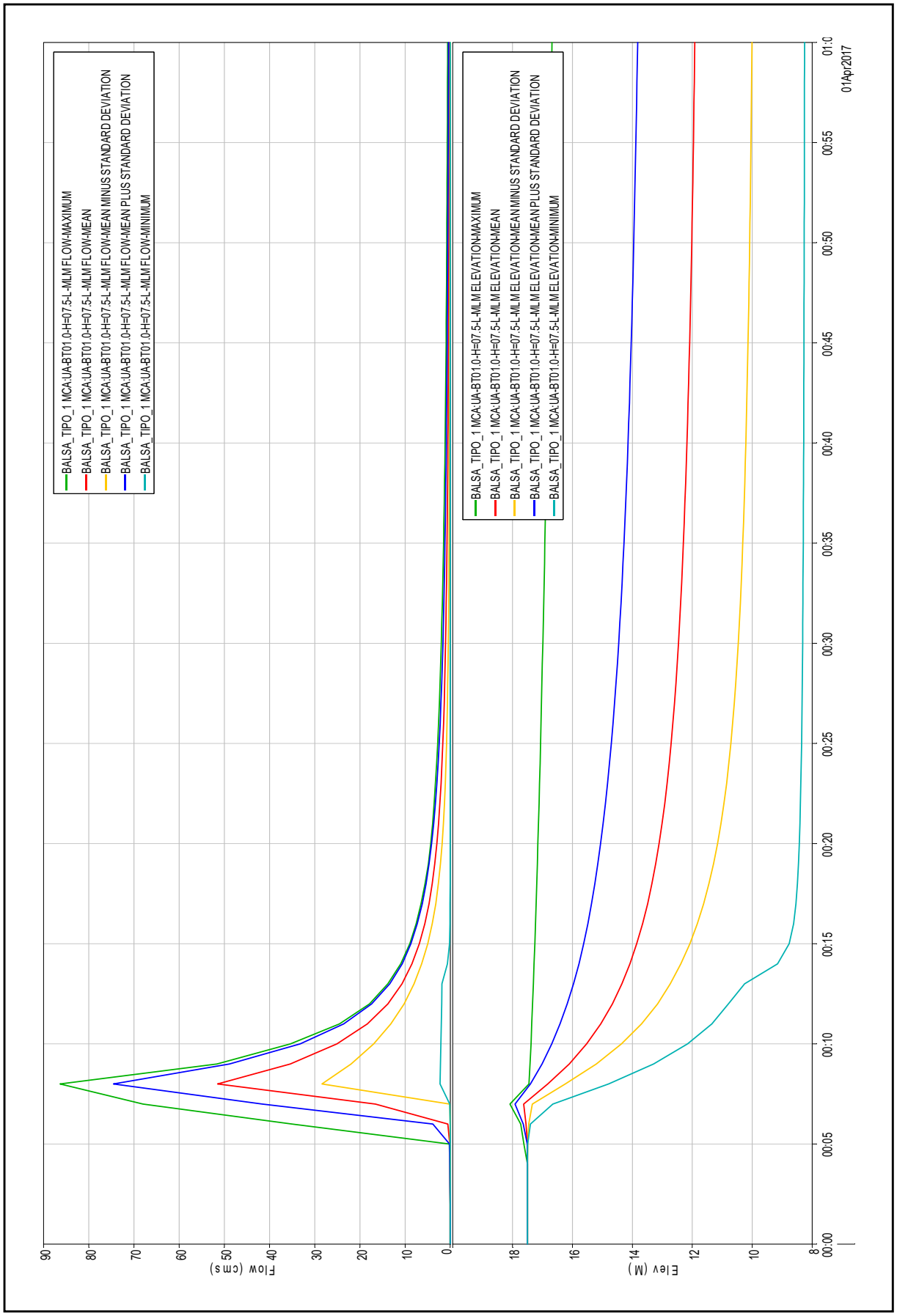
Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 01

APLICACIÓN DEL MÉTODO DE MONTECARLO EN LA CALIBRACIÓN DEL FONDO DE BRECHA (5.000 SIMULACIONES) HIDROGRAMAS DE VERTIDO Y VARIACIÓN DEL NIVEL EMBALSADO. (H=07.50 m.) APLICACIÓN FÓRMULA F08



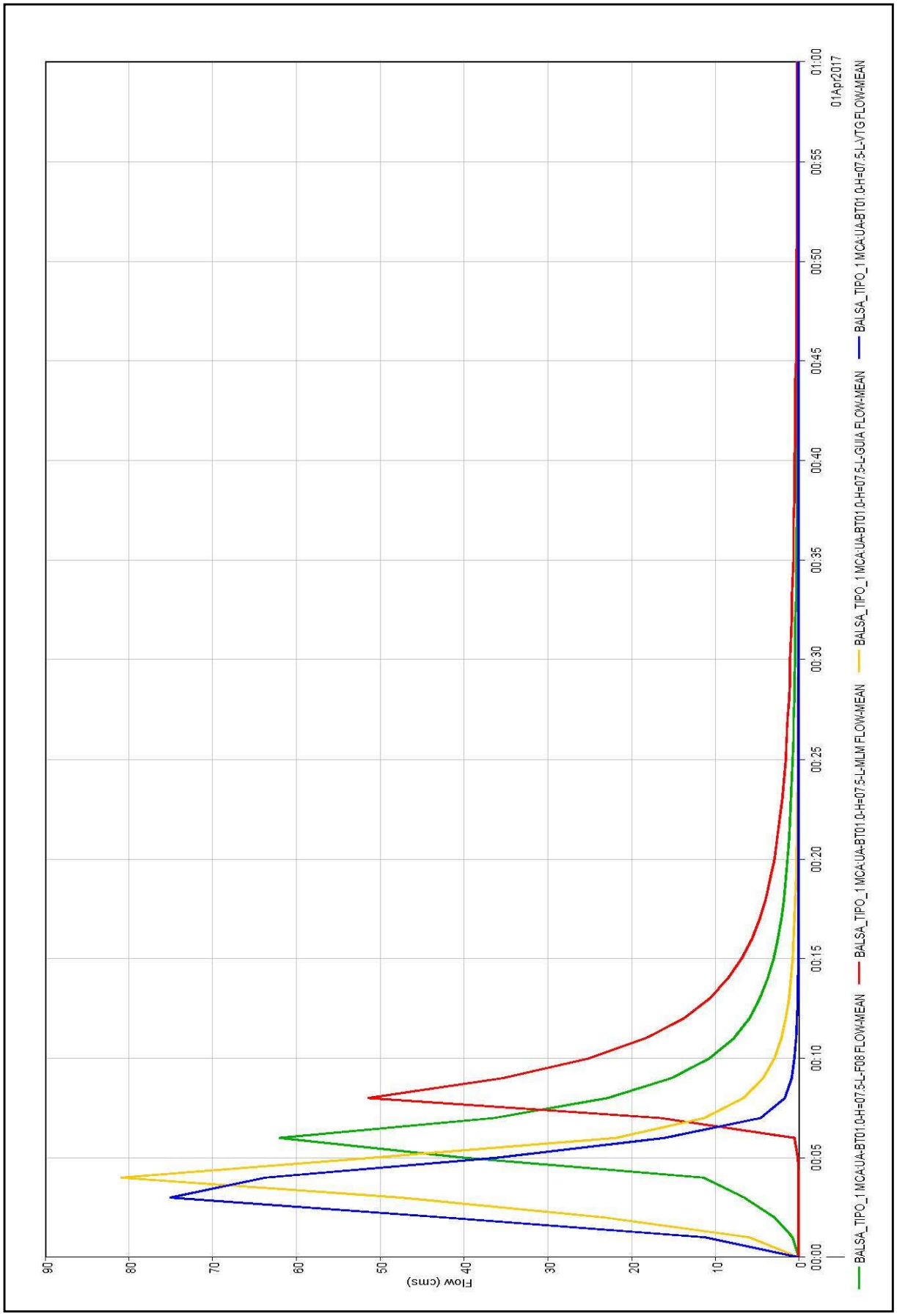
Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 01

APLICACIÓN DEL MÉTODO DE MONTECARLO EN LA CALIBRACIÓN DEL FONDO DE BRECHA (5.000 SIMULACIONES) HIDROGRAMAS DE VERTIDO Y VARIACIÓN DEL NIVEL EMBALSADO. (H=07.50 m.) APLICACIÓN FÓRMULA MLM84



Características de las balsas sintéticas.
BALSA TIPO 01
(Hw=07.50 m.)

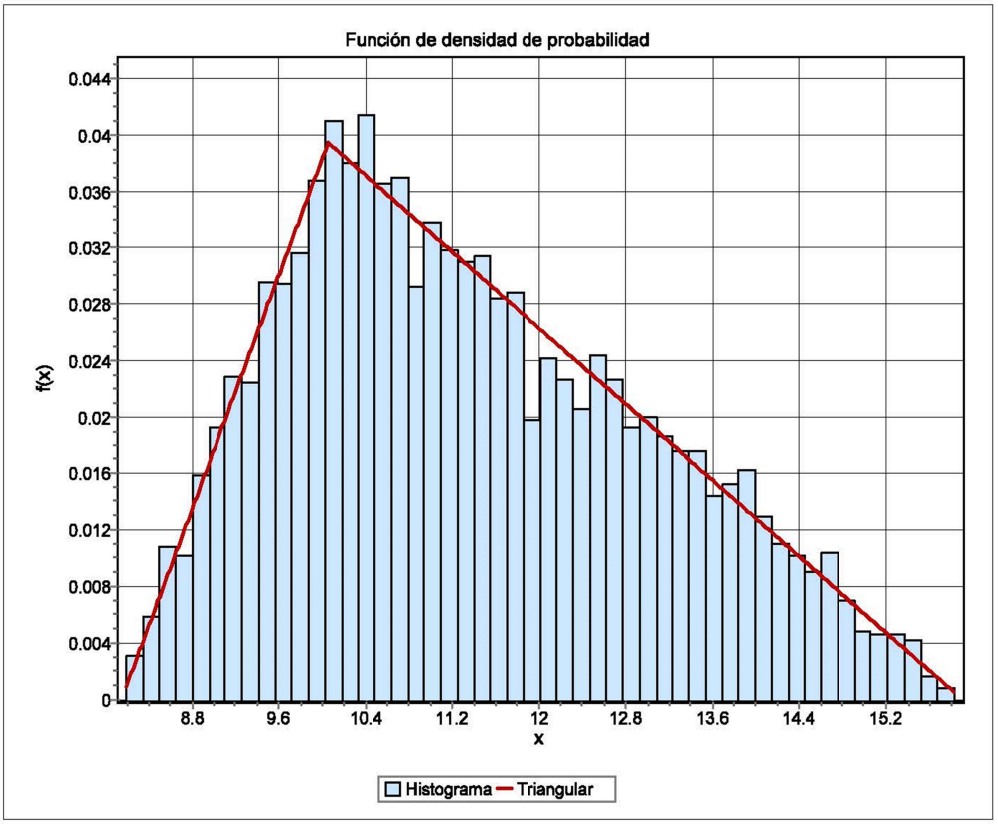
ESTUDIO COMPARATIVO DE LA VARIABILIDAD DEL HIDROGRAMA DE VERTIDO EN FUNCIÓN DE LA CARGA DE AGUA MOVILIZABLE (Hw)
APLICACIÓN FÓRMULAS
F08-MLM84-GUIA-VTG

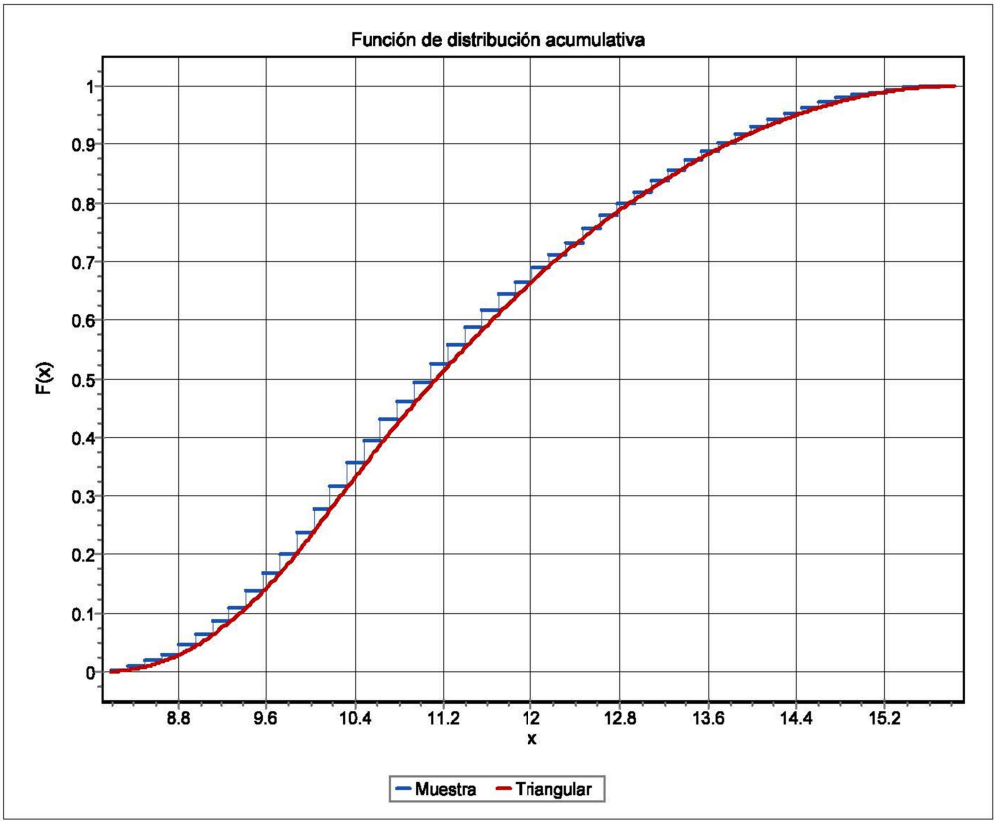


Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 01

M. DE MONTECARLO (FONDO DE BRECHA) ANÁLISIS ESTADISTICO RESULTADOS (Hw=07.50 m.) AJUSTE DE LA FUNCIÓN DE DISTRIBUCIÓN. FUNCIÓN DE DENSIDAD Y FUNCIÓN DE DISTRIBUCIÓN ACUMULATIVA

En el eje de abcisas se representa la variabilidad de la cota del fondo de brecha, considerando la cota +10.00 la solera interior de la balsa.

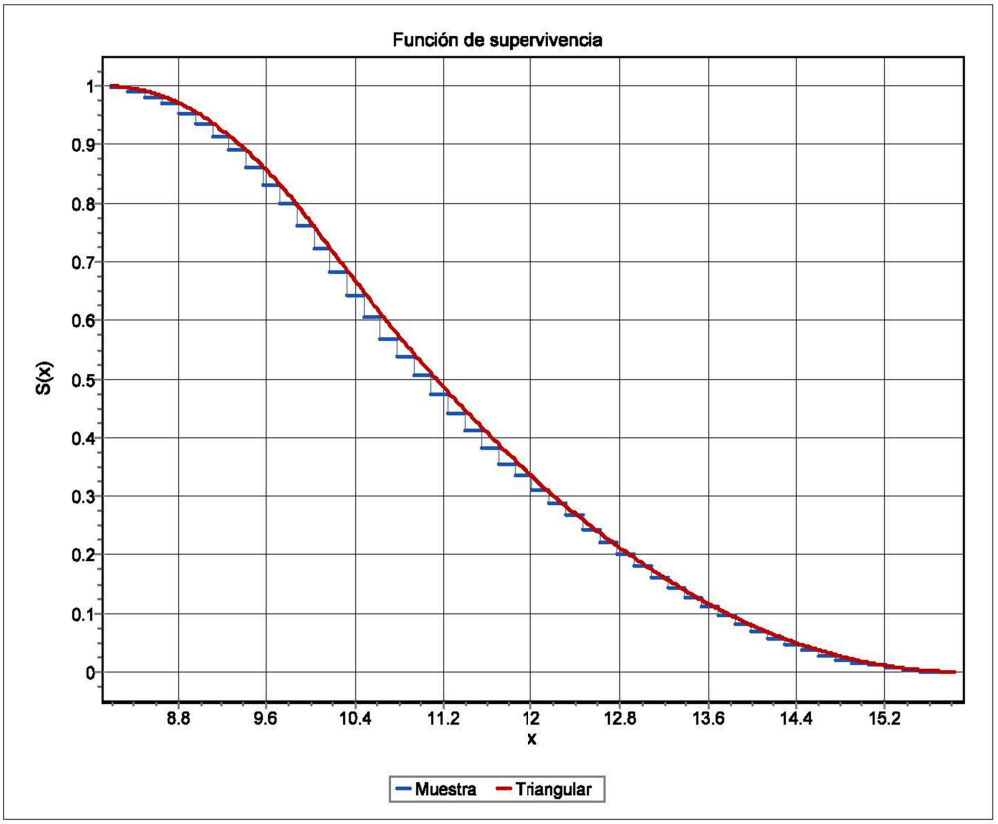


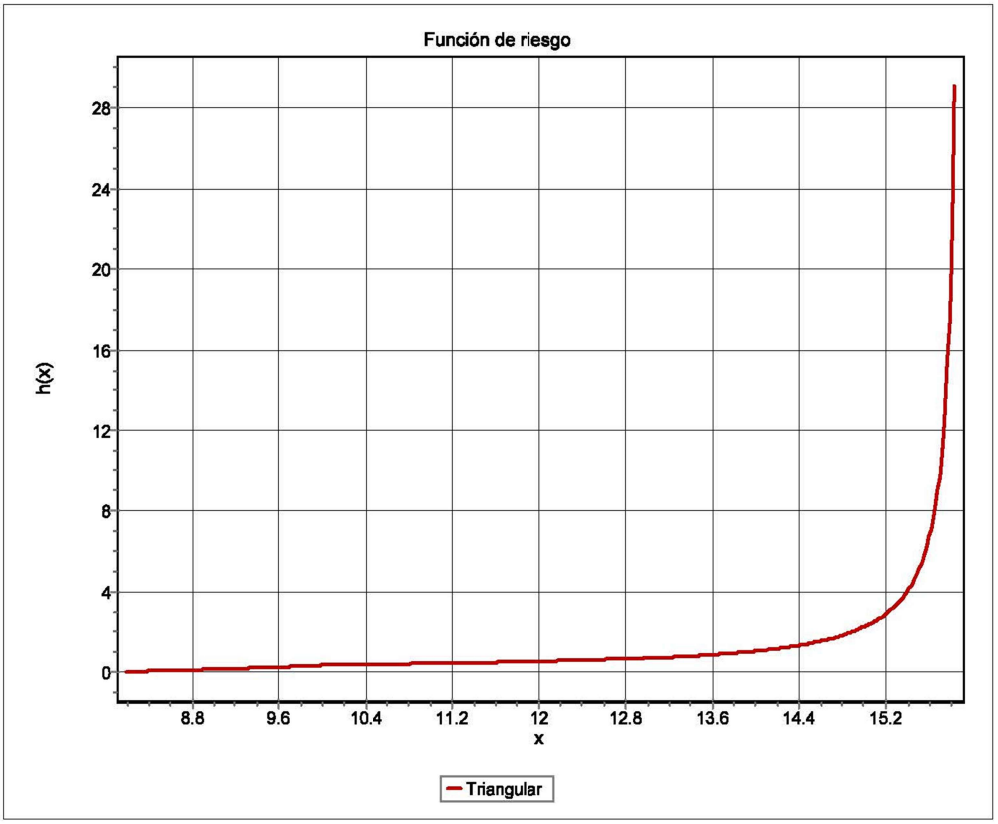


Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 01

M. DE MONTECARLO (FONDO DE BRECHA) ANÁLISIS ESTADISTICO RESULTADOS (Hw=07.50 m.) AJUSTE DE LA FUNCIÓN DE DISTRIBUCIÓN. FUNCIÓN DE SUPERVIVENCIA Y FUNCIÓN DE RIESGO

En el eje de abcisas se representa la variabilidad de la cota del fondo de brecha, considerando la cota +10.00 la solera interior de la balsa.

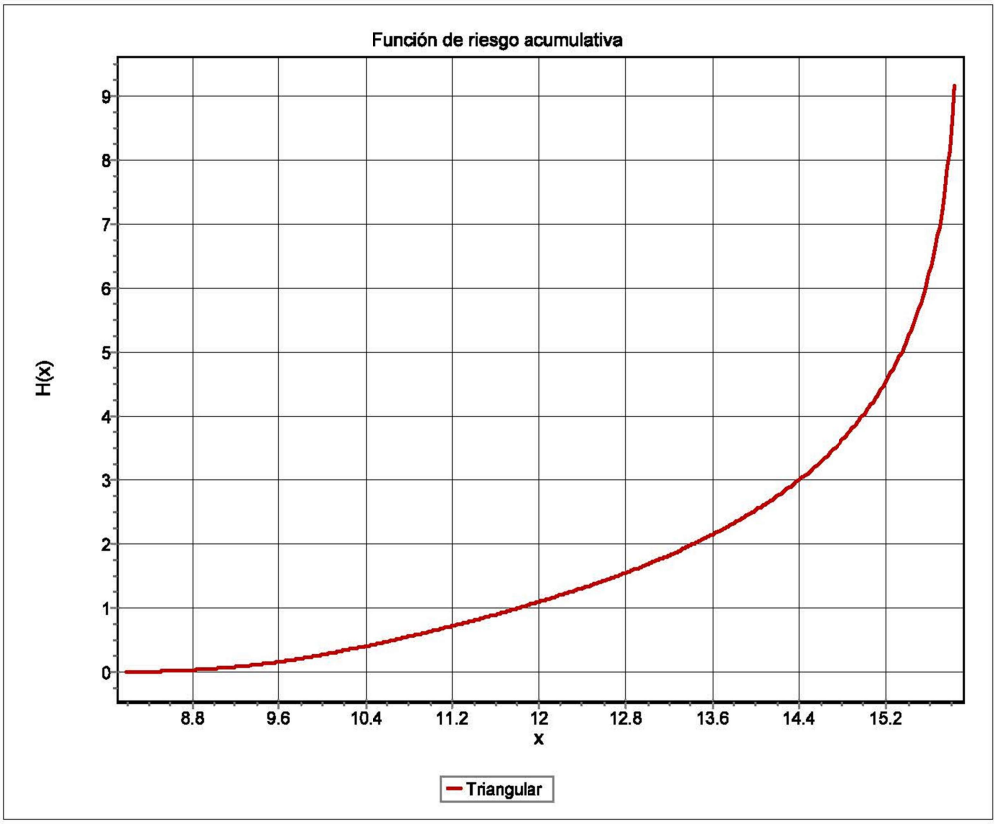


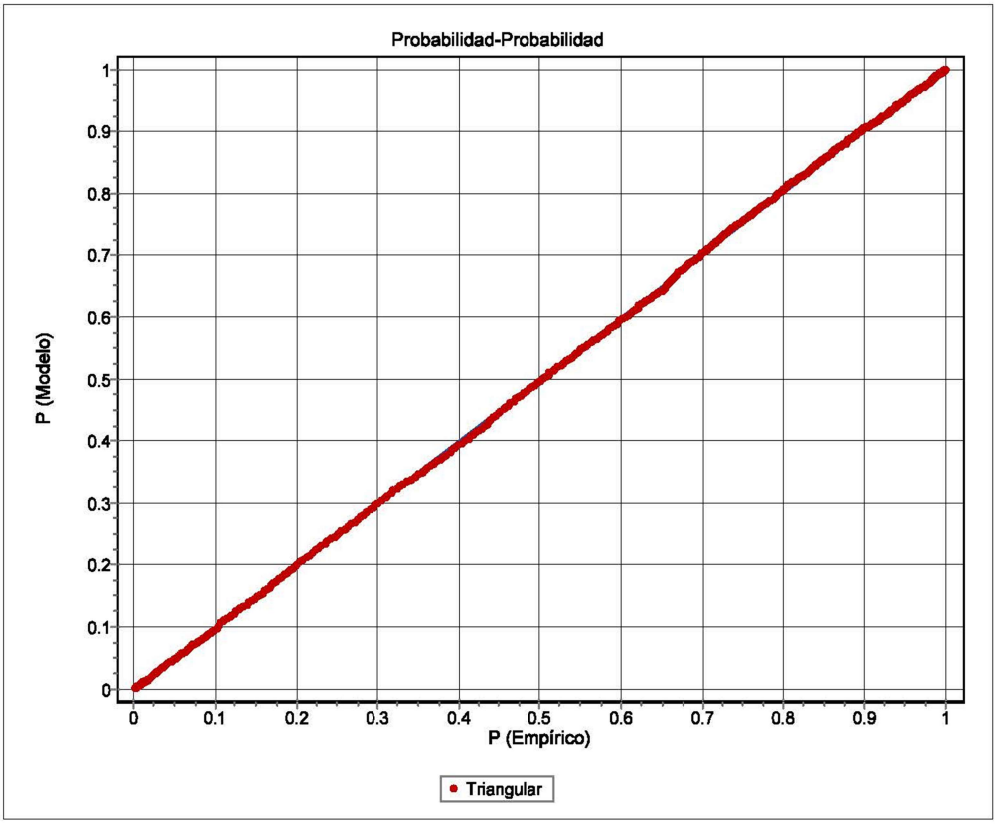


Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 01

M. DE MONTECARLO (FONDO DE BRECHA) ANÁLISIS ESTADISTICO RESULTADOS (Hw=07.50 m.) AJUSTE DE LA FUNCIÓN DE DISTRIBUCIÓN. FUNCIÓN DE RIESGO ACUMULATIVA Y GRÁFICO P-P

En el eje de abcisas se representa la variabilidad de la cota del fondo de brecha, considerando la cota +10.00 la solera interior de la balsa.

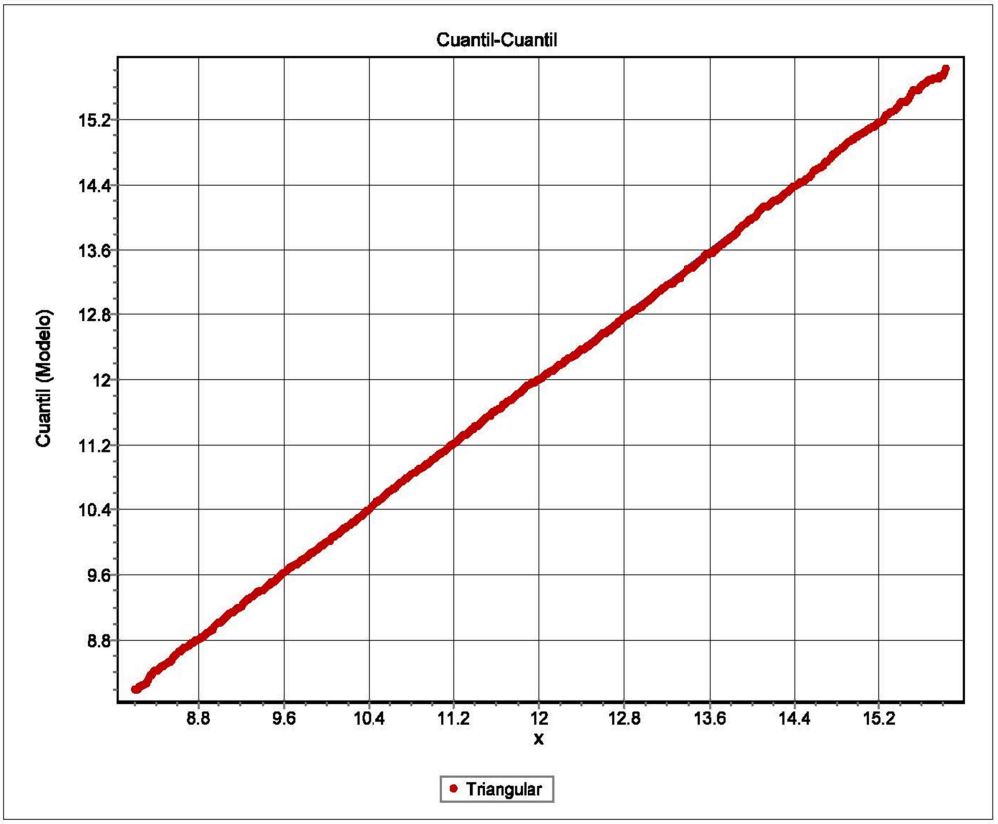


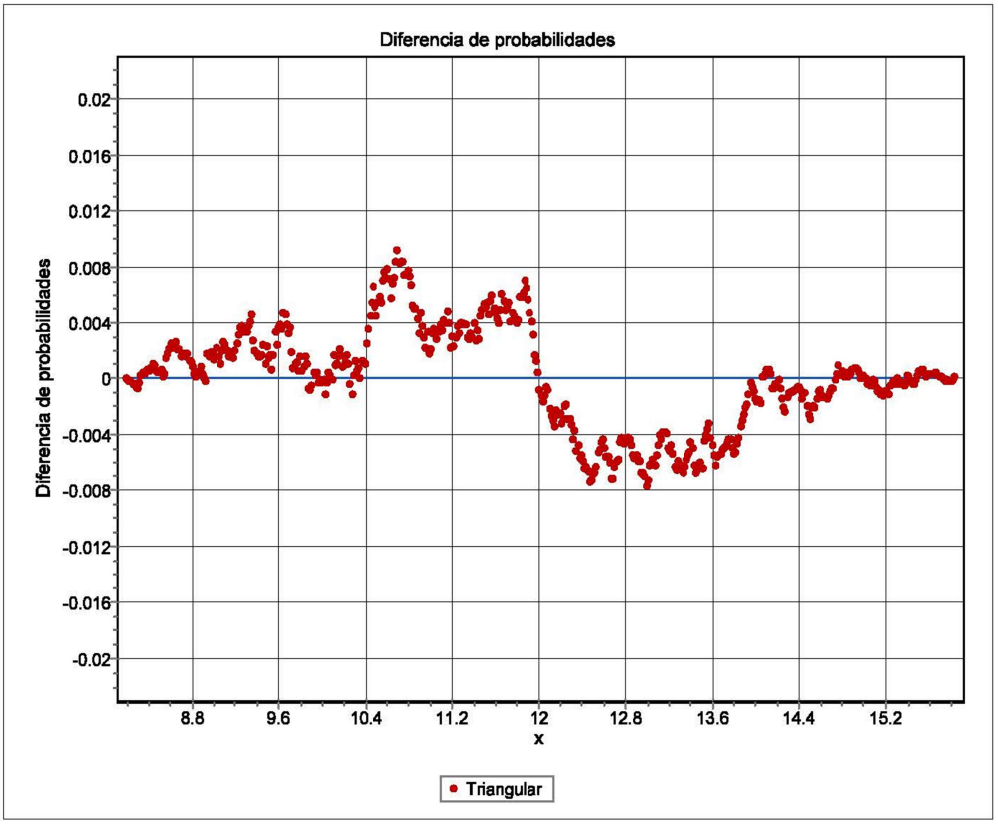


Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 01

M. DE MONTECARLO (FONDO DE BRECHA) ANÁLISIS ESTADISTICO RESULTADOS (Hw=07.50 m.) AJUSTE DE LA FUNCIÓN DE DISTRIBUCIÓN. GRÁFICO Q-Q Y DIFERENCIA DE PROBABILIDADES

En el eje de abcisas se representa la variabilidad de la cota del fondo de brecha, considerando la cota +10.00 la solera interior de la balsa.

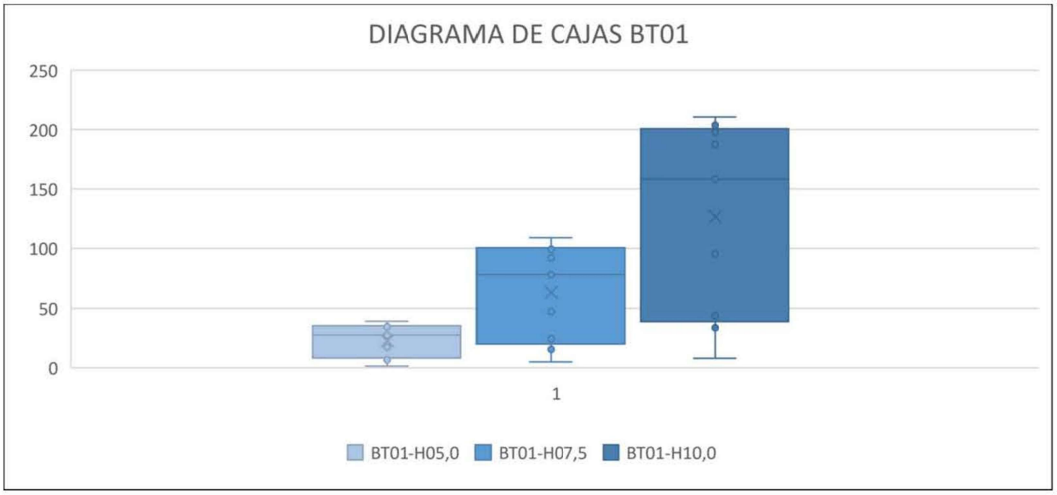


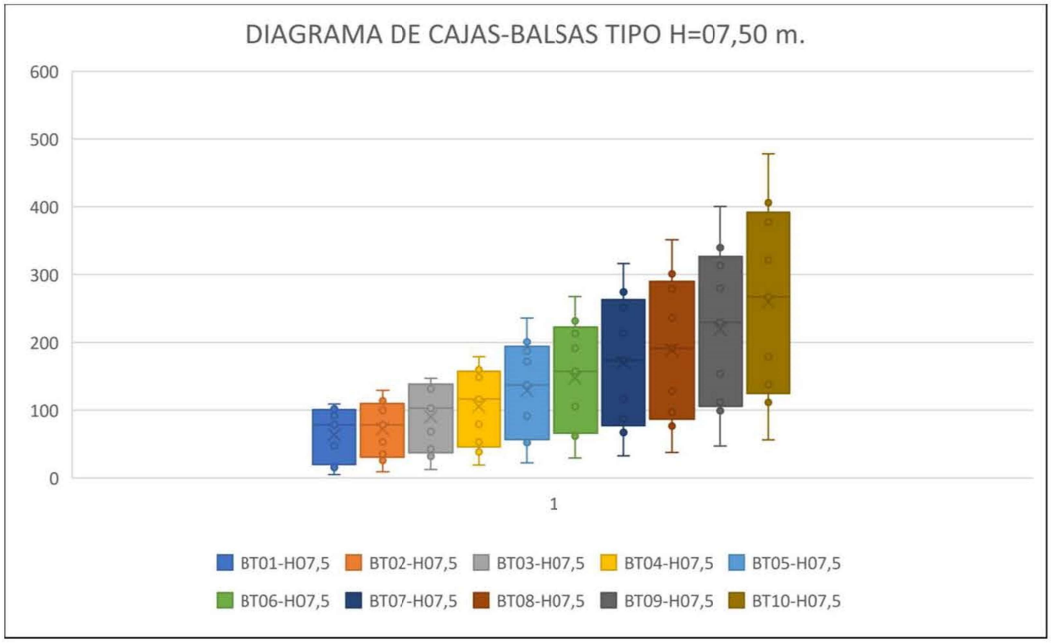


Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 01

M. DE MONTECARLO (CAUDAL MÁXIMO)
ANÁLISIS ESTADISTICO RESULTADOS
(Hw=07.50 m.)
ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA.
DIAGRAMAS DE CAJAS

CAUDALES MÁXIMOS (M. MONTECARLO) Estadística descriptiva					Parámetros Ajuste	
BALSA	BT01					
ALTURA Hw (m)	7,50					
AJUSTE	JOHNSON SB					
Estadística	**Valor**	**Percentil %**	**Valor**	**Obs**		
Tamaño de la muestra	5000	1	4,9	Min	γ -0,56084	
Rango	104,03	5	15,6		δ 0,56384	
Media	68,796	10	24,5		λ 99,182	
Varianza	752,63	25	47,5	Q1	ξ 3,6465	
Desviación estándar	27,434	50	78,6	Mediana		
Coef, de variación	0,39877	75	91,9	Q3		
Error estándar	0,38798	90	99,3			
Asimetría	-0,6369	95	102,0			
Curtosis	-0,78832	99	108,9	Max	I.C.$\bar{X}$ (95%)	0,760

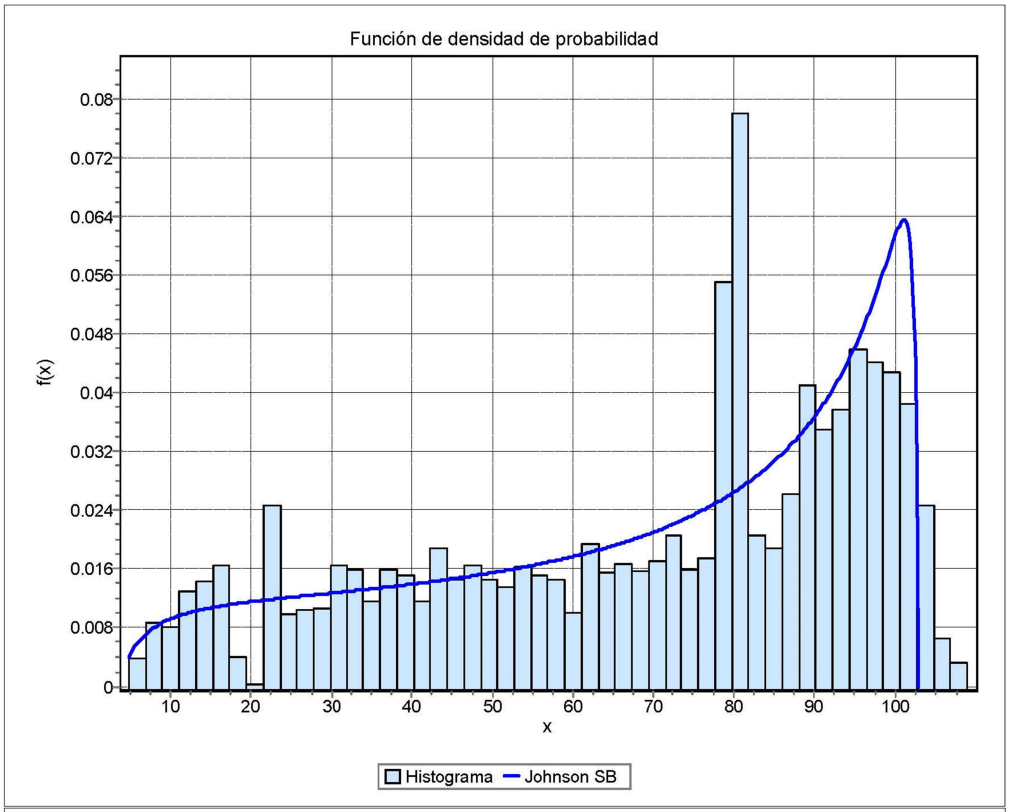


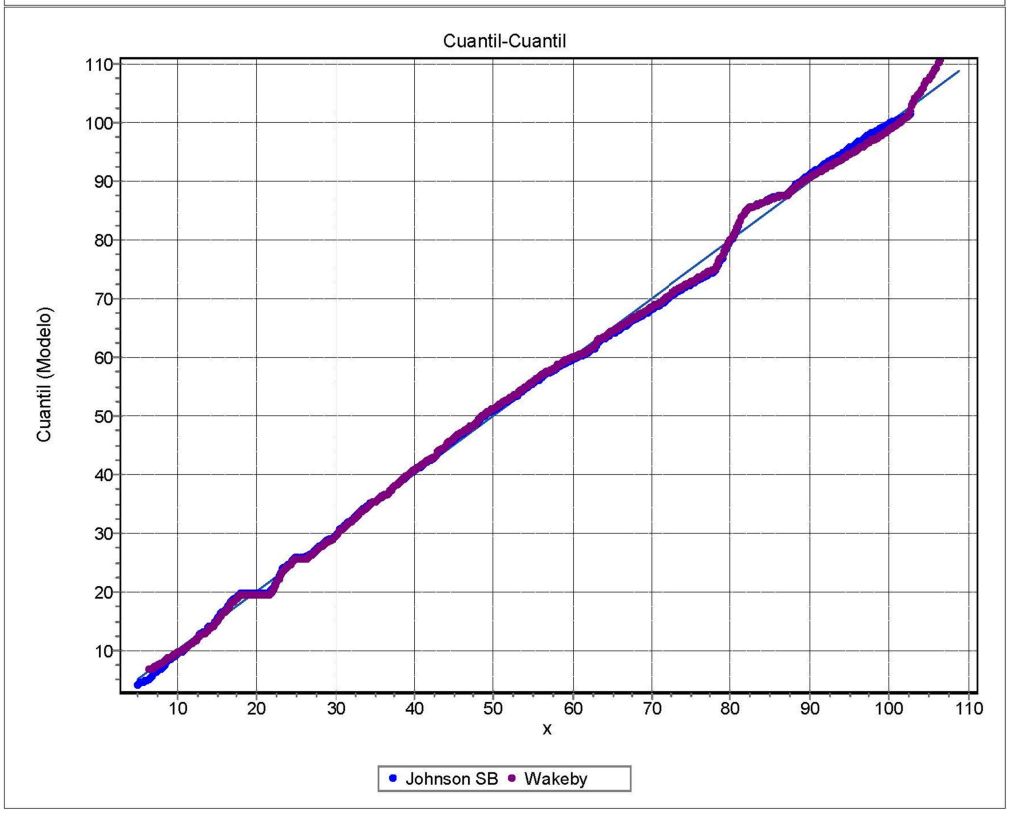


Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 01

M. DE MONTECARLO (CAUDAL MÁXIMO) ANÁLISIS ESTADISTICO RESULTADOS (Hw=07.50 m.) AJUSTE DE LA FUNCIÓN DE DISTRIBUCIÓN. FUNCIÓN DE DENSIDAD Y GRÁFICO Q-Q

En el eje de abscisas se representa la variabilidad de los caudales máximos simulados, a partir del fondo de brecha, y considerando la evolución de su crecimiento atendiendo a la geometría de F08.

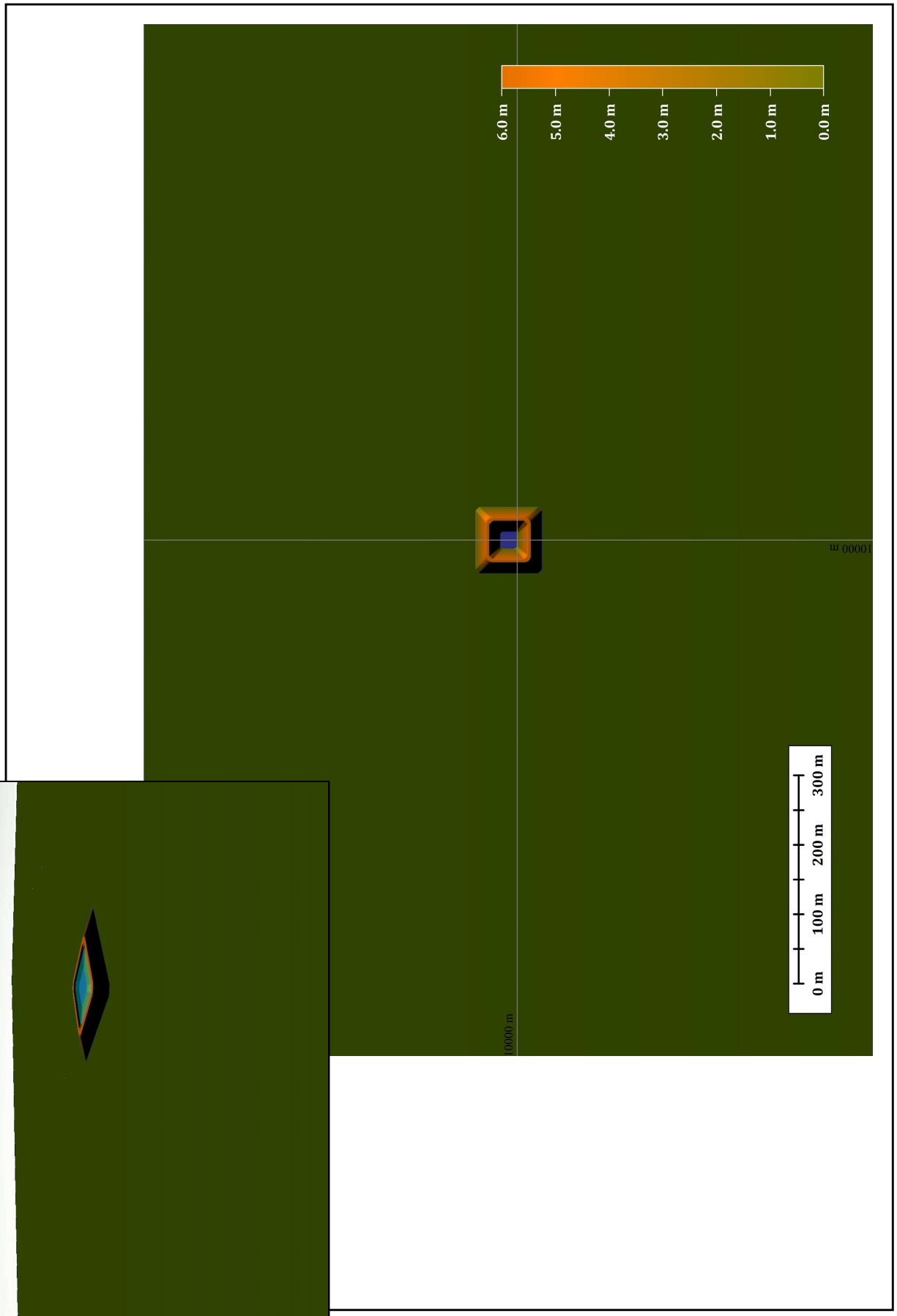




Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 01

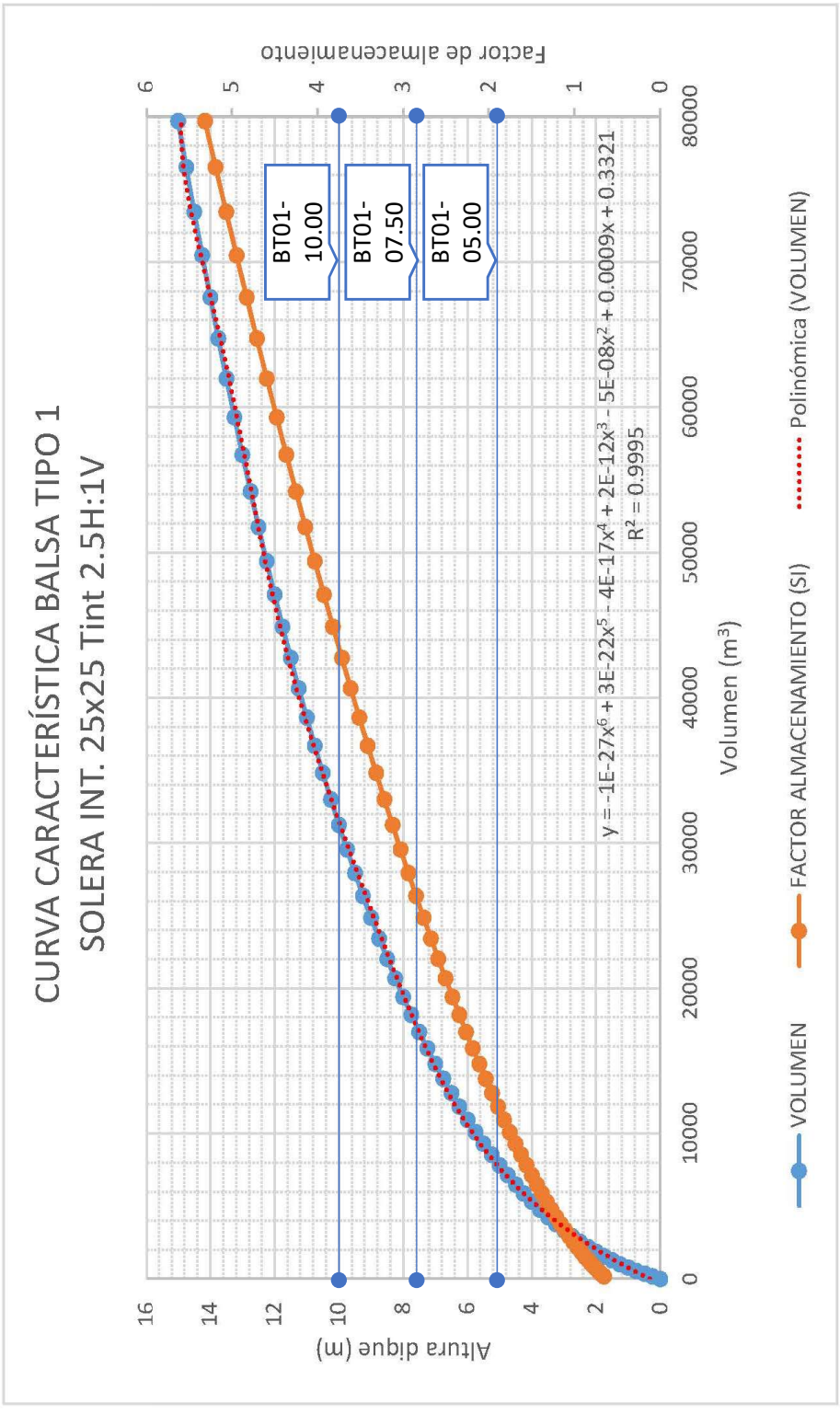
GEOMETRÍA

- ALTURA LÁMINA Hw= 05.0 m.
- RESGUARDO = 1.0 m.
- ANCHO CORONACIÓN= 05.0 m



Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 01

CURVA CARACTERÍSTICA vs FACTOR DE ALMACENAMIENTO



Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 01

ESTIMACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE BRECHA.
H=05,00 m.
ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE FÓRMULAS EMPÍRICAS

ESTIMACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE BRECHA

PROYECTO:	BALSAS TIPO										
SECTOR:	1										
ALTURA	5										
CARACTERÍSTICA*		MÉTODO		FROEHLICH 95a			FROEHLICH 08		GUÍA TÉCNICA	MACDONALD & LANGRIDGE-MONOPOLIS 84	VTG
MODO DE FALLO (S=SIFONAMIENTO;D=DESBORDAMIENTO)		Mf		S	D		S	D	S	S	S
CARGA DE AGUA MOVILIZABLE		Hw	m	5	5		5	5	5	5	5
VOLUMEN ALMACENADO EN Hw EN EL COLAPSO		Vw	m3	7812,5	7812,5		7812,5	7812,5	7812,5	7812,5	7812,5
SUPERFICIE OCUPADA EN Hw		As	m2	2500	2500		2500	2500	2500	2500	2500
RESGUARDO		r	m	1	1		1	1	1	1	1
ALTURA DE BRECHA COMPLETA		Hb	m	6	6		6	6	6	6	6
FACTOR CORRECTOR POR MODO DE FALLO		Ko	-	1	1,4		1	1,3			
TALUD DE LA BRECHA		Zb	Z(H):1(V)	0,9	1,4		0,7	1	1	0,5	1
**	TALUD DEL DIQUE AGUAS ARRIBA	Z_1	Z(H):1(V)							2,5	
	TALUD DEL DIQUE AGUAS ABAJO	Z_2	Z(H):1(V)							2,5	
	SUMA DE TALUDES DEL DIQUE	Z_3	Z_1+Z_2							5	
	ANCHO CORONACIÓN DEL DIQUE	C	m							5	
	VOLUMEN EROSIONABLE DEL DIQUE	Ve	m3							88,7	
TIPOLOGIA DEL DIQUE		Td		Pequeña Presa Clasificable			Pequeña Presa Clasificable		Pequeña Presa Clasificable	Pequeña Presa Clasificable	Pequeña Presa Clasificable
COTA SOLERA BRECHA		Cs	m	10	10		10	10	10	10	10
COTA CORONACIÓN		Cc	m	16	16		16	16	16	16	16
ESTIMACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE LA BRECHA											
ANCHO MEDIO		Bavg	m	4,5	6,2	5,11		6,6	9,3	-	18,6
***	ANCHO EN SOLERA	Bb	m	ERROR, BRECHA NO TRAPECIAL	ERROR, BRECHA NO TRAPECIAL	0,9		0,6	3,3	ERROR. BRECHA NO TRAPECIAL	12,6
ANCHO EN CORONACIÓN		Bc	m			9,31		12,64	15,31	-	24,60
TIEMPO DE FORMACIÓN		Tf	h	0,1	0,1	0,08		0,1	0,071	0,092	0,075
FACTOR DE ALMACENAMIENTO		Sl	-	1,6	1,6	1,6		1,6	1,6	1,6	1,6
ESTIMACIÓN DEL CAUDAL PUNTA FROEHLIC 95b											
CAUDAL MÁXIMO PREVISTO		Qp	m3/s	62,85	62,85	62,85		62,85	62,85	62,85	62,85

Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 01

ESTIMACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE BRECHA. H=05,00 m. ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE FÓRMULAS EMPÍRICAS. VALIDACIÓN DE RESULTADOS

ESTIMACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE BRECHA

PROYECTO:	BALSAS TIPO								
SECTOR:	1								
ALTURA	5								

ANÁLISIS Y VALIDACIÓN DE RESULTADOS

Dada la importancia del tiempo de formación de la brecha en la generación del pico del hidrograma, es relevante poder validar los resultados. Para ello utilizaremos un estimador de la progresión de la erosión. Se considera adecuado aquel que define un desarrollo lineal, por lo que se utilizará la razón de erosión (ER) definida por la relación entre el ancho medio de brecha y el tiempo de formación. Diversos autores han indicado los intervalos de fiabilidad relacionando dicho parámetro con la altura de agua movilizable, (Hw), quedando estos entre 1.6 y 21. Por otro lado, el agua almacenada puede condicionar el desarrollo completo de la brecha, por lo que se apunta como indicador de la validez de los resultados, la relación entre el ancho medio respecto de la altura de brecha (Bavg/Hb). En este caso si el indicador ofrece un valor inferior a 0.6, no se puede afirmar que se complete la brecha, quedando como apertura una geometría cuadrangular de ancho D.

COMPROBACIÓN DEL DESARROLLO DE BRECHA (completa vs parcial)	(Bavg/Hb)	0,74	1,04	0,85	1,11	1,55	-	3,10
Se considera desarrollada si (Bavg/Hb)>0.60								
	(Bavg/Tf)	76,18	106,66	61,84	80,39	131,61	-	24,60
RAZÓN DE EROSIÓN (ER)								
COMPROBACIÓN DEL PROGRESO DE LA BRECHA (lineal vs no lineal)	(ER/Hw)	15,24	21,33	12,37	16,08	286,82	-	4,92
Se puede considerar razonable la ratio de erosión si 1.6<(ER/Hw)<21								
COMPROBACIÓN BOWLES T de formación (h)	T=2*Vw/Qp	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07
Si tiempo de formación de brecha es menor que la comprobación de Bowles se adopta								
RAZÓN DE TIEMPOS (Tbowles/Tf)		1,18	1,18	0,84	0,84	0,98	0,75	0,92

* *DIQUE DE CIERRE DE MATERIALES SUELTOS HOMOGÉNEO, ASUMIENDO MÁXIMO ALMACENAMIENTO EN LA FASE DE COLAPSO*

** *A utilizar en el método de MACDONALD & LANGRIDGE-MONOPOLIS 84 (MLM84)*

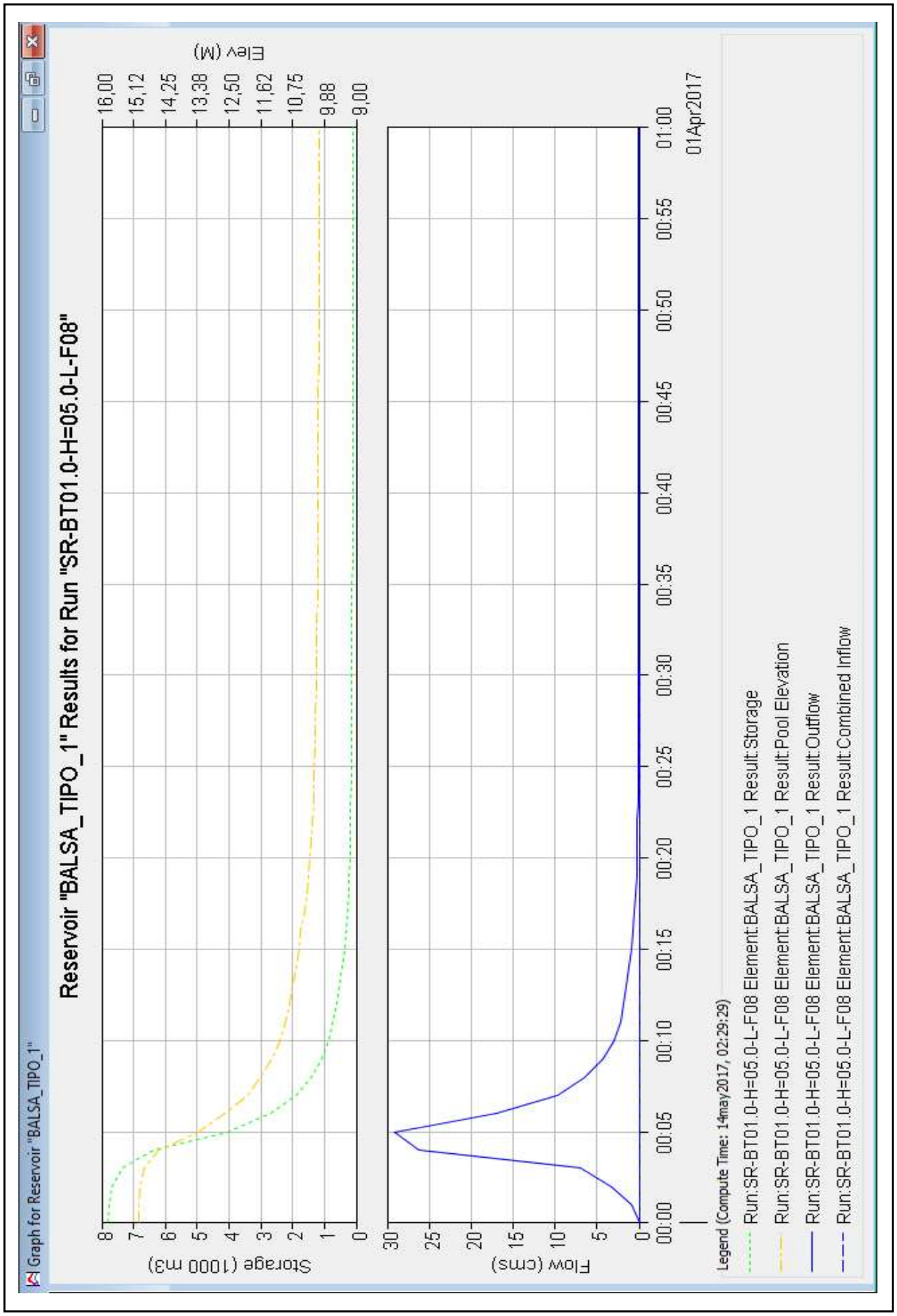
*** *Wb en el método de MACDONALD & LANGRIDGE-MONOPOLIS 84 (MLM84)*

ESQUEMAS

Fuente: GUIDELINES FOR DAM BREACH ANALYSIS. STATE OF COLORADO-DEPARTMENT OF NATURAL RESOURCES-DIVISION OF WATER RESOURCES. 10/02/2010

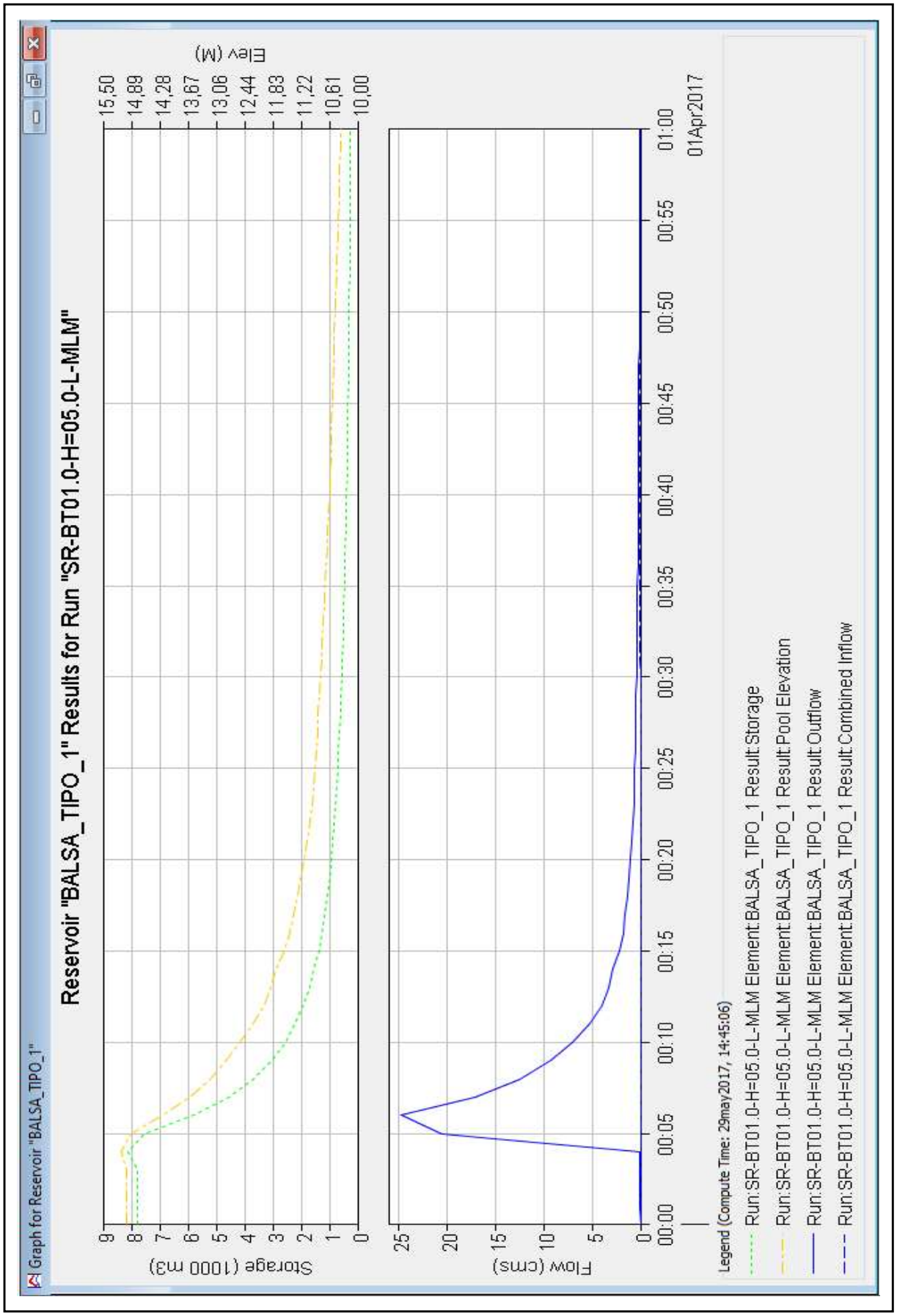
Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 01

HIDROGRAMA DE VERTIDO Y CURVA DE VACIADO PARA H=5.00 m. ESCENARIO (NMN-SOLERA) APLICACIÓN FÓRMULA F08



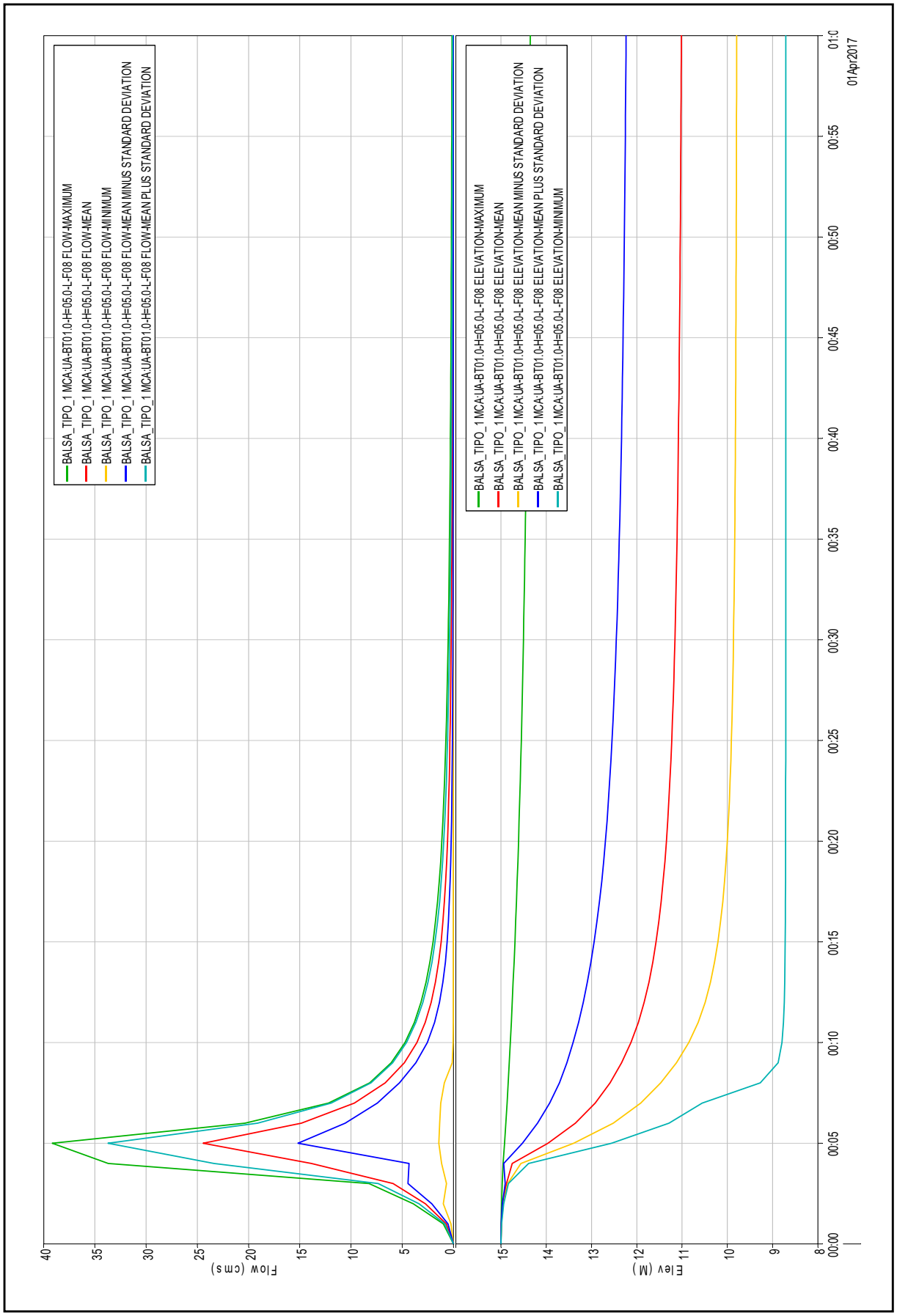
Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 01

HIDROGRAMA DE VERTIDO Y CURVA DE VACIADO PARA H=5.00 m. ESCENARIO (NMN-SOLERA) APLICACIÓN FÓRMULA MLM84



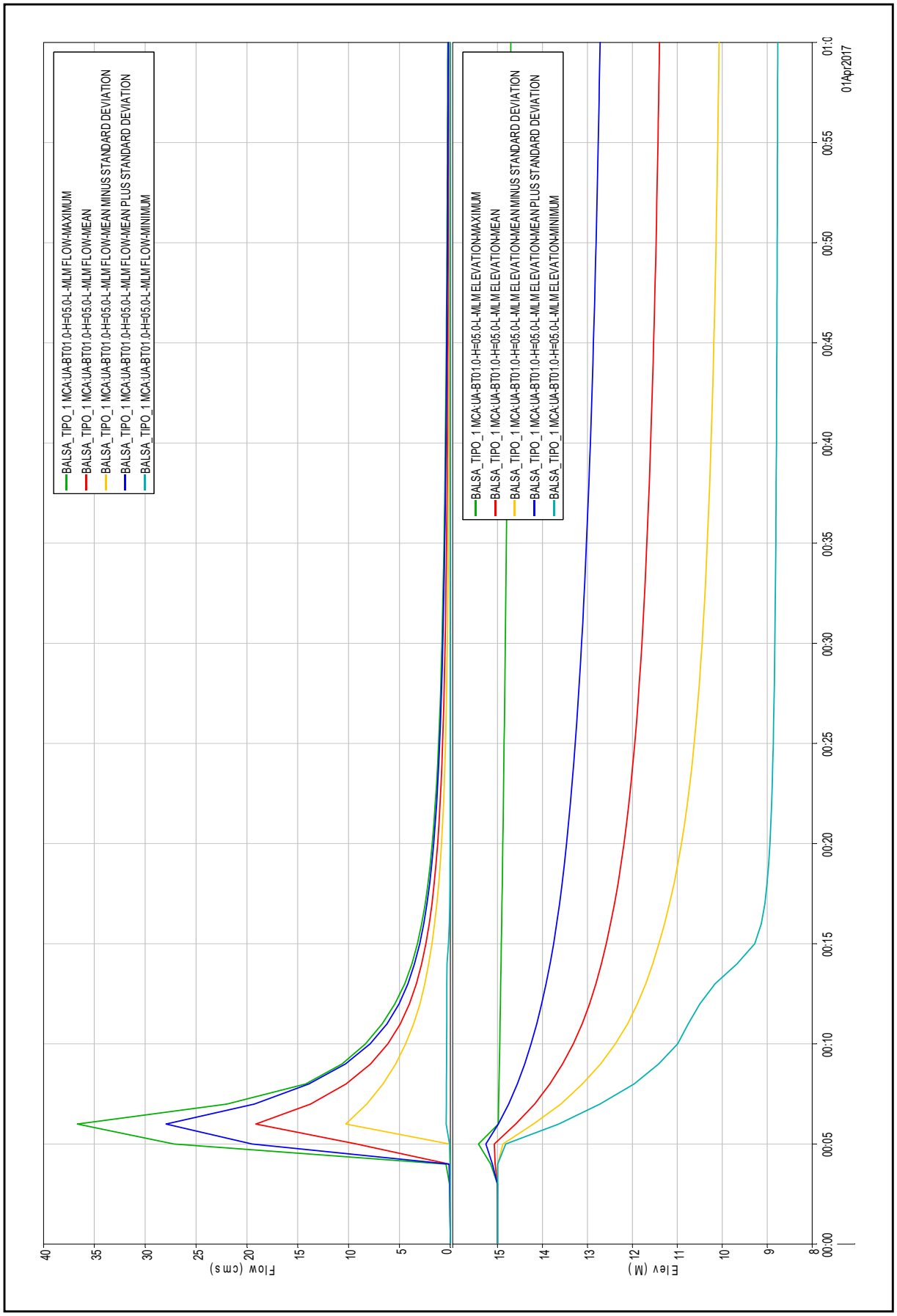
Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 01

APLICACIÓN DEL MÉTODO DE MONTECARLO EN LA CALIBRACIÓN DEL FONDO DE BRECHA (5.000 SIMULACIONES) HIDROGRAMAS DE VERTIDO Y VARIACIÓN DEL NIVEL EMBALSADO. (H=05.00 m.) APLICACIÓN FÓRMULA F08



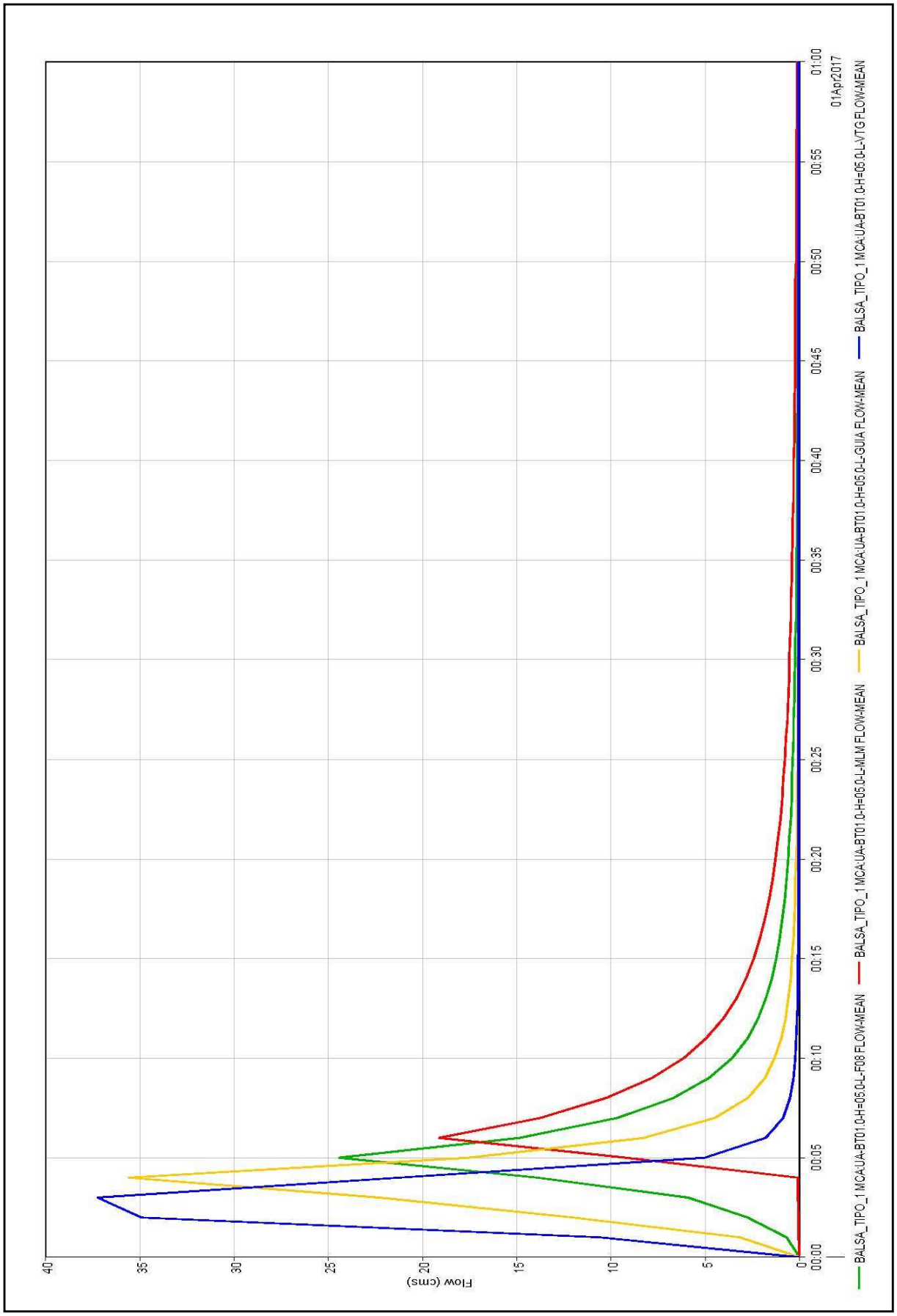
Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 01

APLICACIÓN DEL MÉTODO DE MONTECARLO EN LA CALIBRACIÓN DEL FONDO DE BRECHA (5.000 SIMULACIONES) HIDROGRAMAS DE VERTIDO Y VARIACIÓN DEL NIVEL EMBALSADO. (H=05.00 m.) APLICACIÓN FÓRMULA MLM84



Características de las balsas sintéticas.
BALSA TIPO 01
(Hw=05.00 m.)

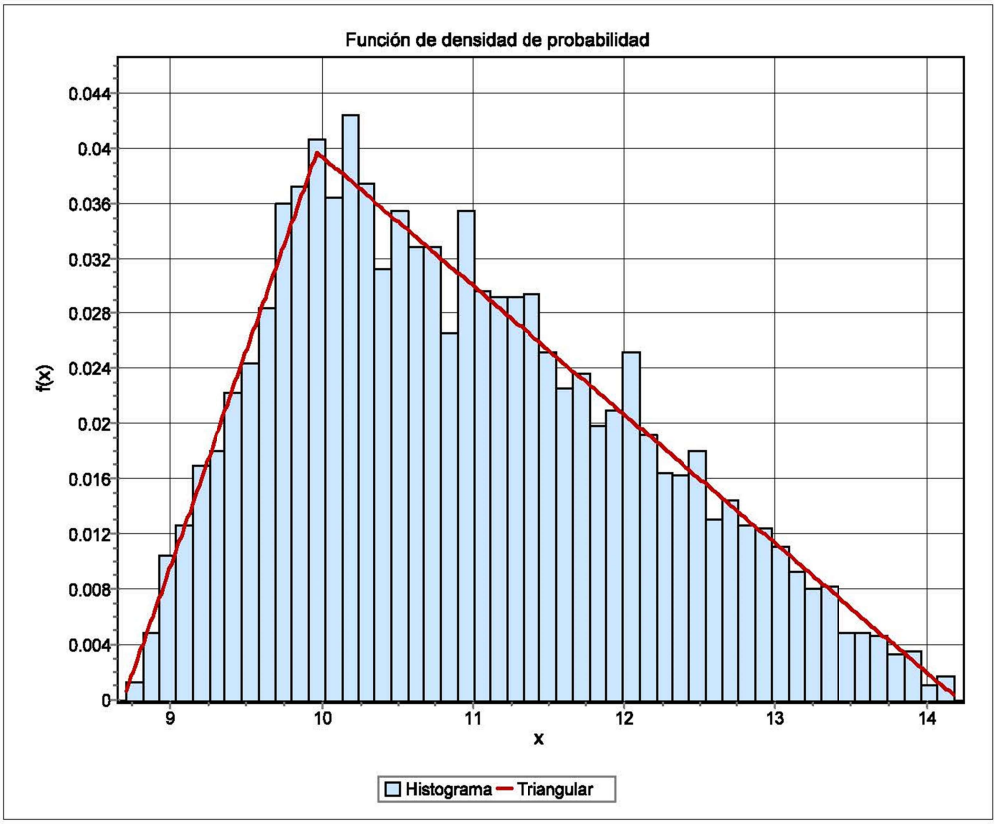
ESTUDIO COMPARATIVO DE LA VARIABILIDAD DEL HIDROGRAMA DE VERTIDO EN FUNCIÓN DE LA CARGA DE AGUA MOVILIZABLE (Hw)
APLICACIÓN FÓRMULAS
F08-MLM84-GUIA-VTG

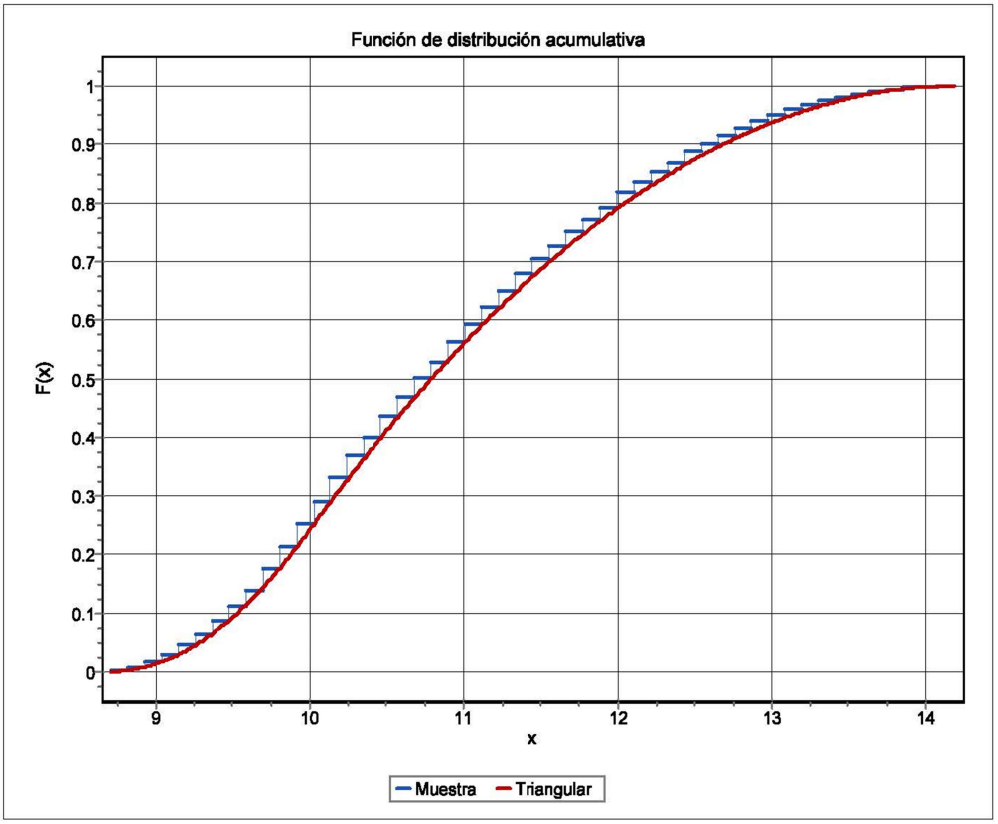


Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 01

M. DE MONTECARLO (FONDO DE BRECHA) ANÁLISIS ESTADISTICO RESULTADOS (Hw=05.00 m.) AJUSTE DE LA FUNCIÓN DE DISTRIBUCIÓN. FUNCIÓN DE DENSIDAD Y FUNCIÓN DE DISTRIBUCIÓN ACUMULATIVA

En el eje de abcisas se representa la variabilidad de la cota del fondo de brecha, considerando la cota +10.00 la solera interior de la balsa.

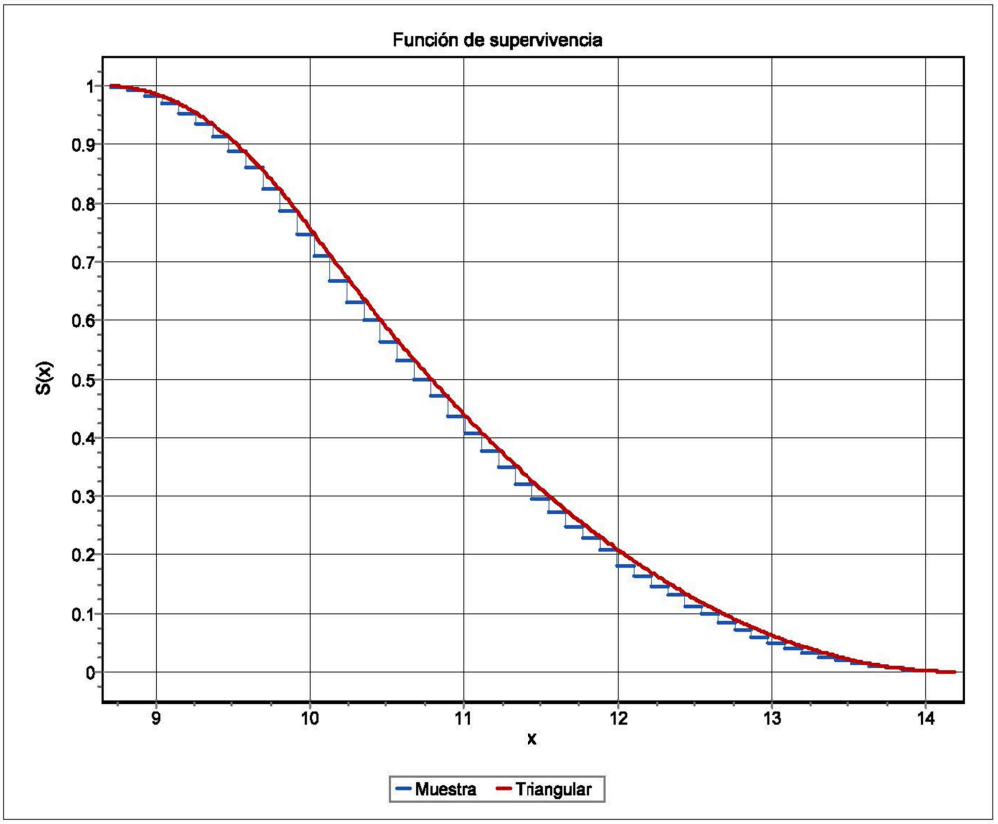


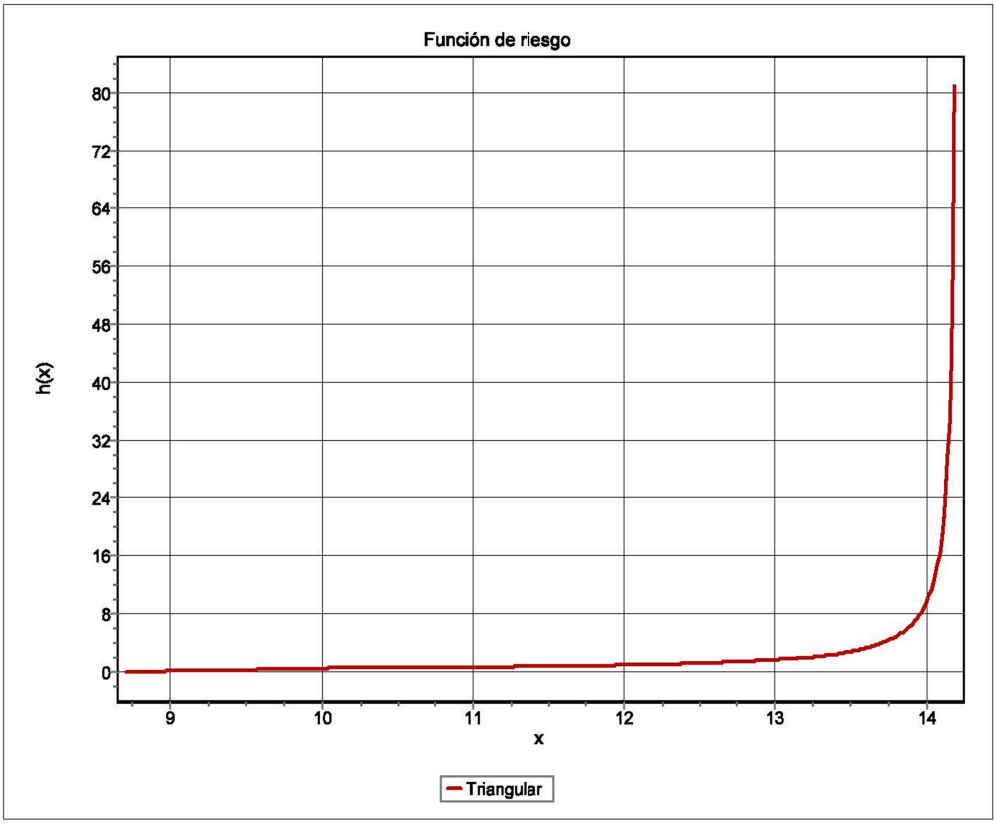


Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 01

M. DE MONTECARLO (FONDO DE BRECHA)
ANÁLISIS ESTADISTICO RESULTADOS
(Hw=05.00 m.)
AJUSTE DE LA FUNCIÓN DE DISTRIBUCIÓN.
FUNCIÓN DE SUPERVIVENCIA Y FUNCIÓN DE RIESGO

En el eje de abcisas se representa la variabilidad de la cota del fondo de brecha, considerando la cota +10.00 la solera interior de la balsa.

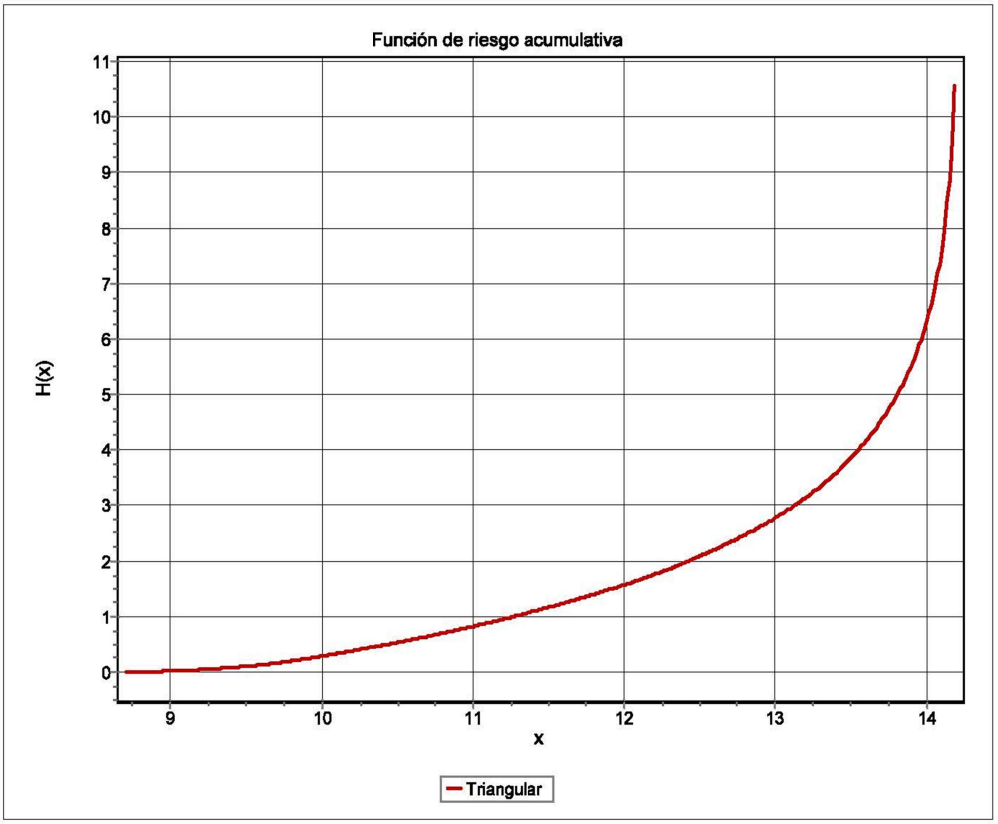


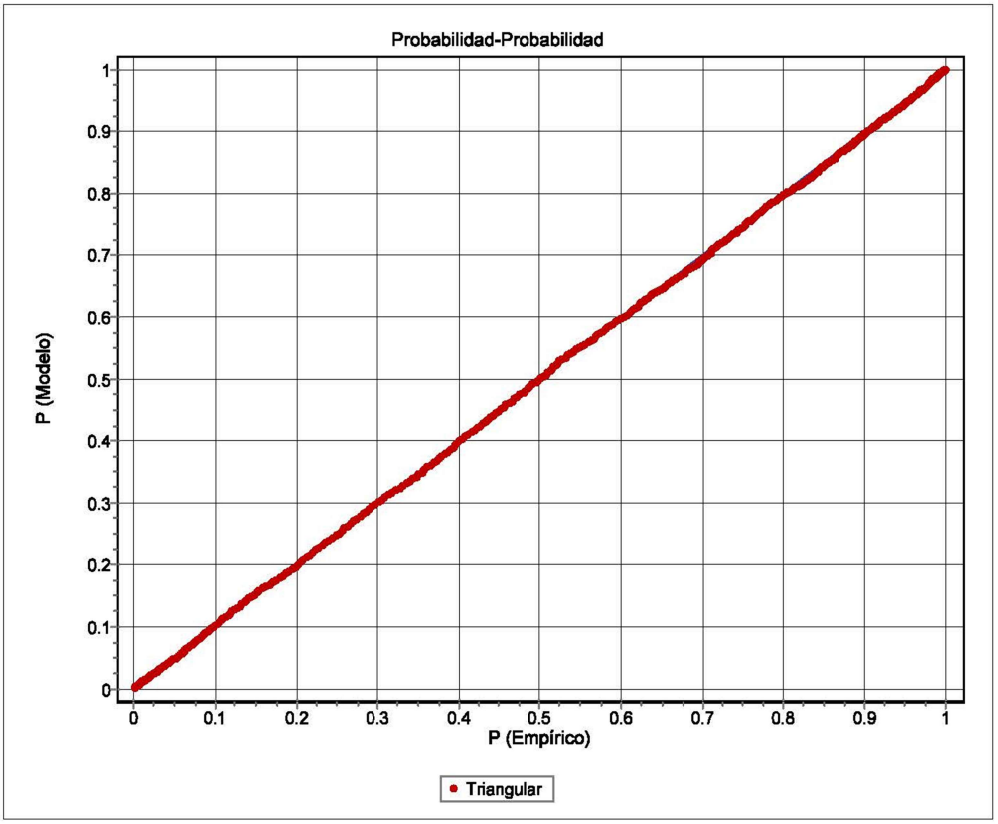


Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 01

M. DE MONTECARLO (FONDO DE BRECHA) ANÁLISIS ESTADISTICO RESULTADOS (Hw=05.00 m.) AJUSTE DE LA FUNCIÓN DE DISTRIBUCIÓN. FUNCIÓN DE RIESGO ACUMULATIVA Y GRÁFICO P-P

En el eje de abcisas se representa la variabilidad de la cota del fondo de brecha, considerando la cota +10.00 la solera interior de la balsa.

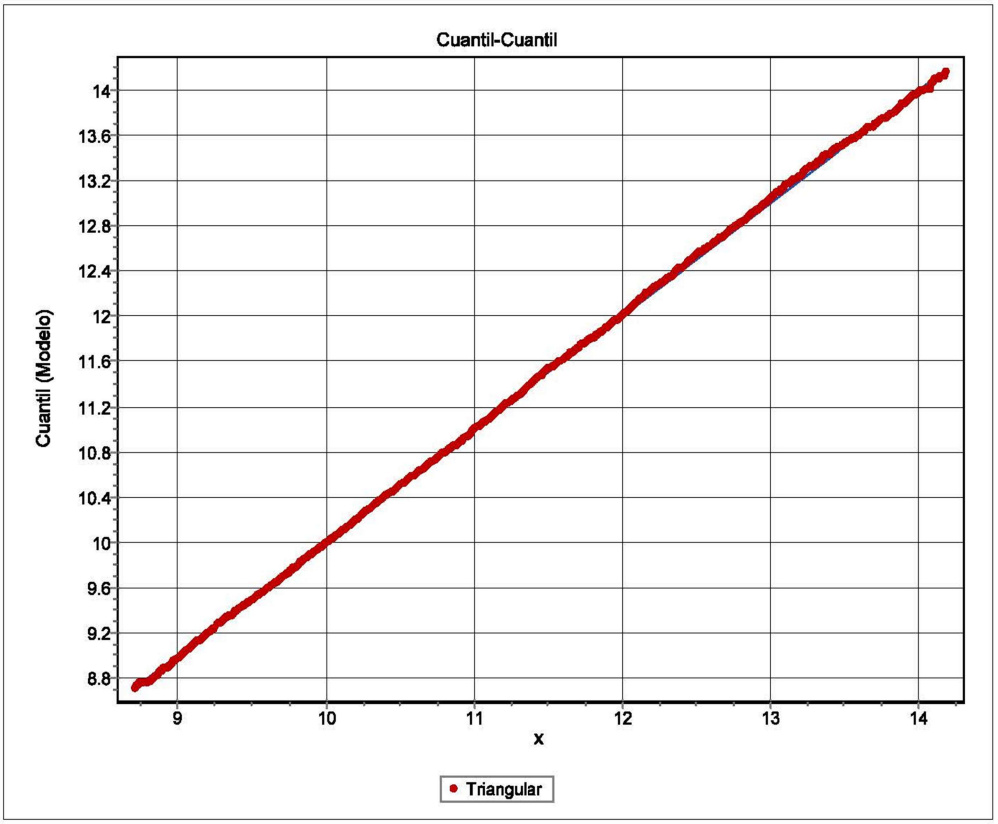


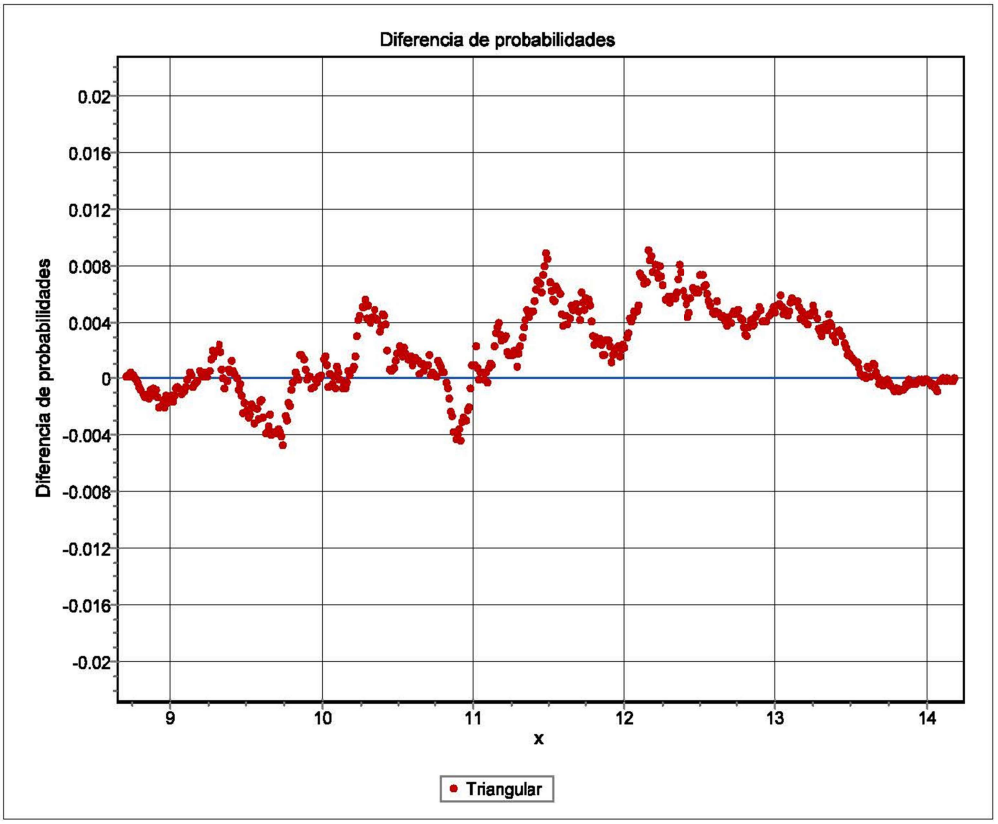


Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 01

M. DE MONTECARLO (FONDO DE BRECHA) ANÁLISIS ESTADISTICO RESULTADOS (Hw=05.00 m.) AJUSTE DE LA FUNCIÓN DE DISTRIBUCIÓN. GRÁFICO Q-Q Y DIFERENCIA DE PROBABILIDADES

En el eje de abcisas se representa la variabilidad de la cota del fondo de brecha, considerando la cota +10.00 la solera interior de la balsa.



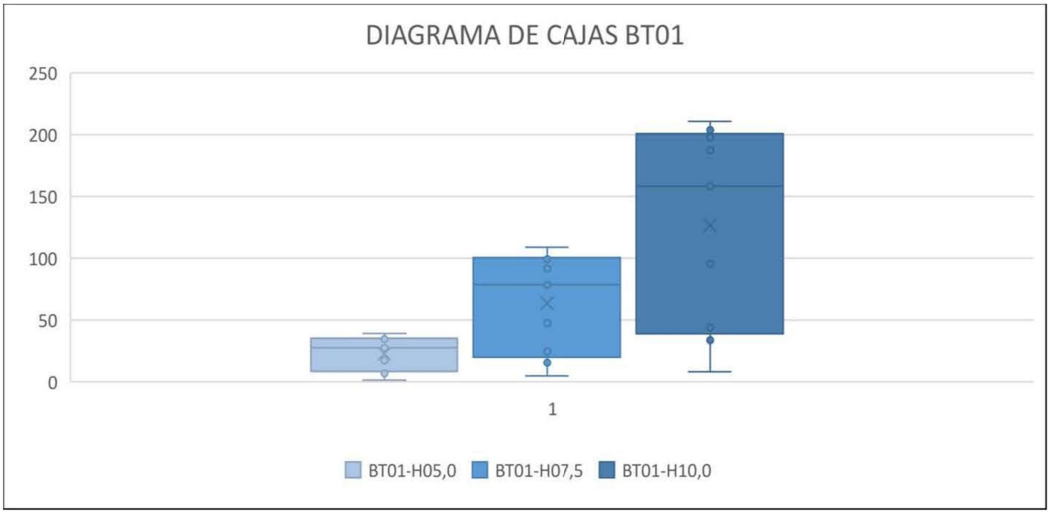


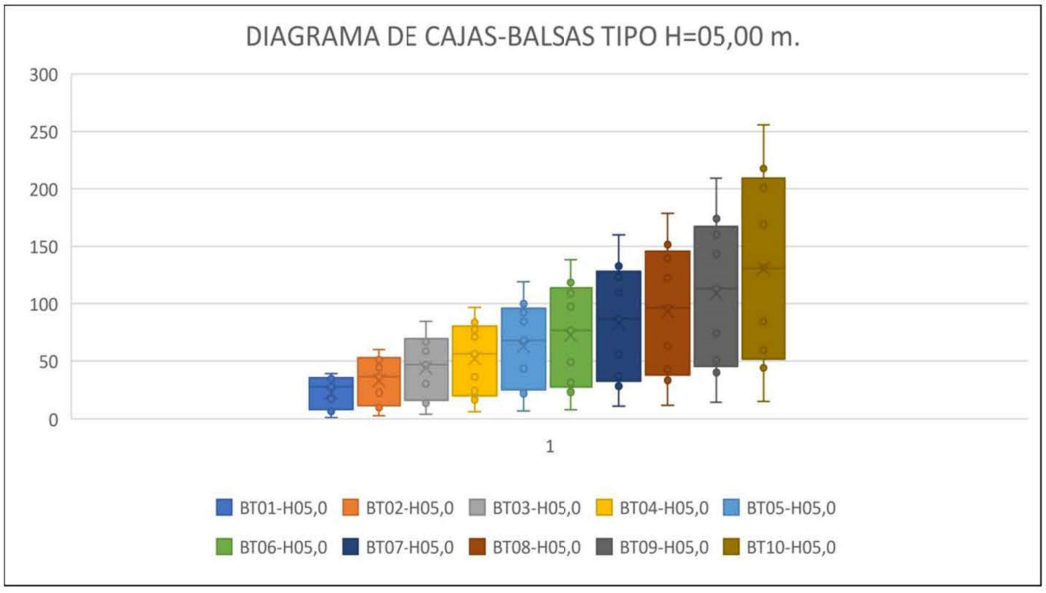
Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 01

M. DE MONTECARLO (CAUDAL MÁXIMO)
ANÁLISIS ESTADISTICO RESULTADOS
(Hw=05.00 m.)
ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA.
DIAGRAMAS DE CAJAS

CAUDALES MÁXIMOS (M. MONTECARLO) Estadística descriptiva					Parámetros Ajuste	
BALSA	BT01					
ALTURA Hw (m)	5,00					
AJUSTE	WAKEBY					
Estadística	**Valor**	**Percentil %**	**Valor**	**Obs**		
Tamaño de la muestra	5000	1	1,4	Min		
Rango	37,721	5	6,8			
Media	24,437	10	9,9			
Varianza	86,002	25	17,5	Q1		
Desviación estándar	9,2737	50	27,5	Mediana		
Coef, de variación	0,3795	75	31,8	Q3		
Error estándar	0,13115	90	34,6			
Asimetría	-0,64908	95	36,1			
Curtosis	-0,67359	99	39,2	Max	I.C.$\bar{X}$ (95%)	0,257

α	70,811
β	2,5491
γ	1,5265
δ	0,03927
ξ	2,8961

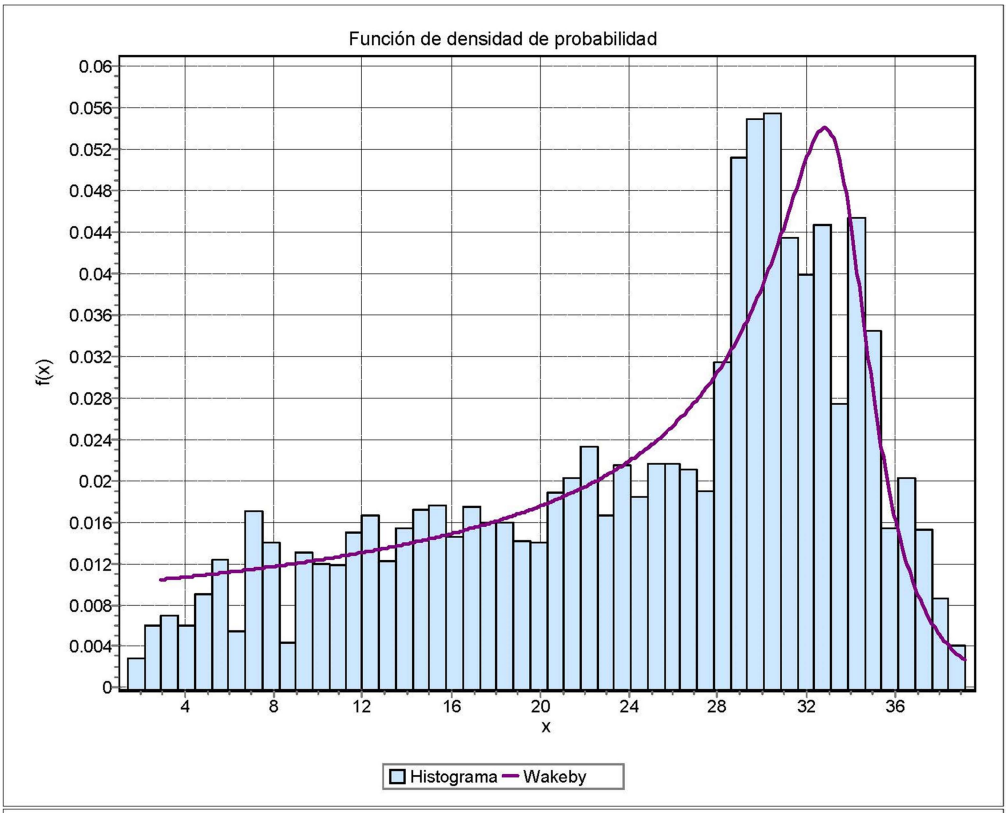


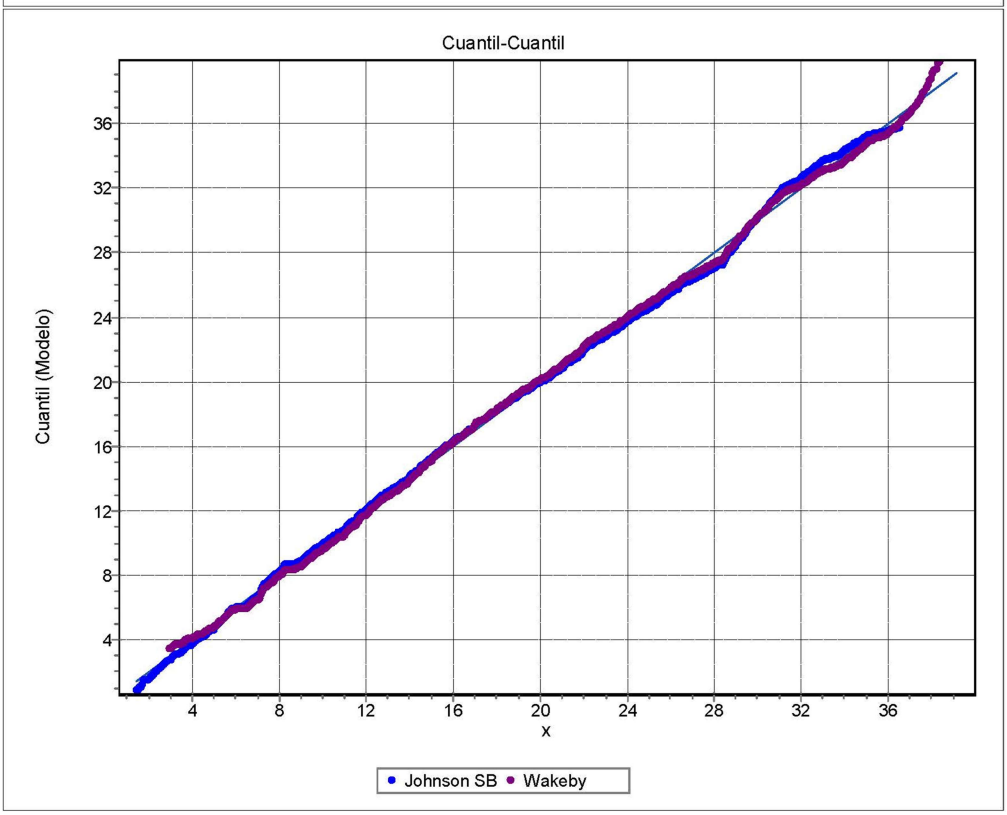


Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 01

M. DE MONTECARLO (CAUDAL MÁXIMO) ANÁLISIS ESTADISTICO RESULTADOS (Hw=05.00 m.) AJUSTE DE LA FUNCIÓN DE DISTRIBUCIÓN. FUNCIÓN DE DENSIDAD Y GRÁFICO Q-Q

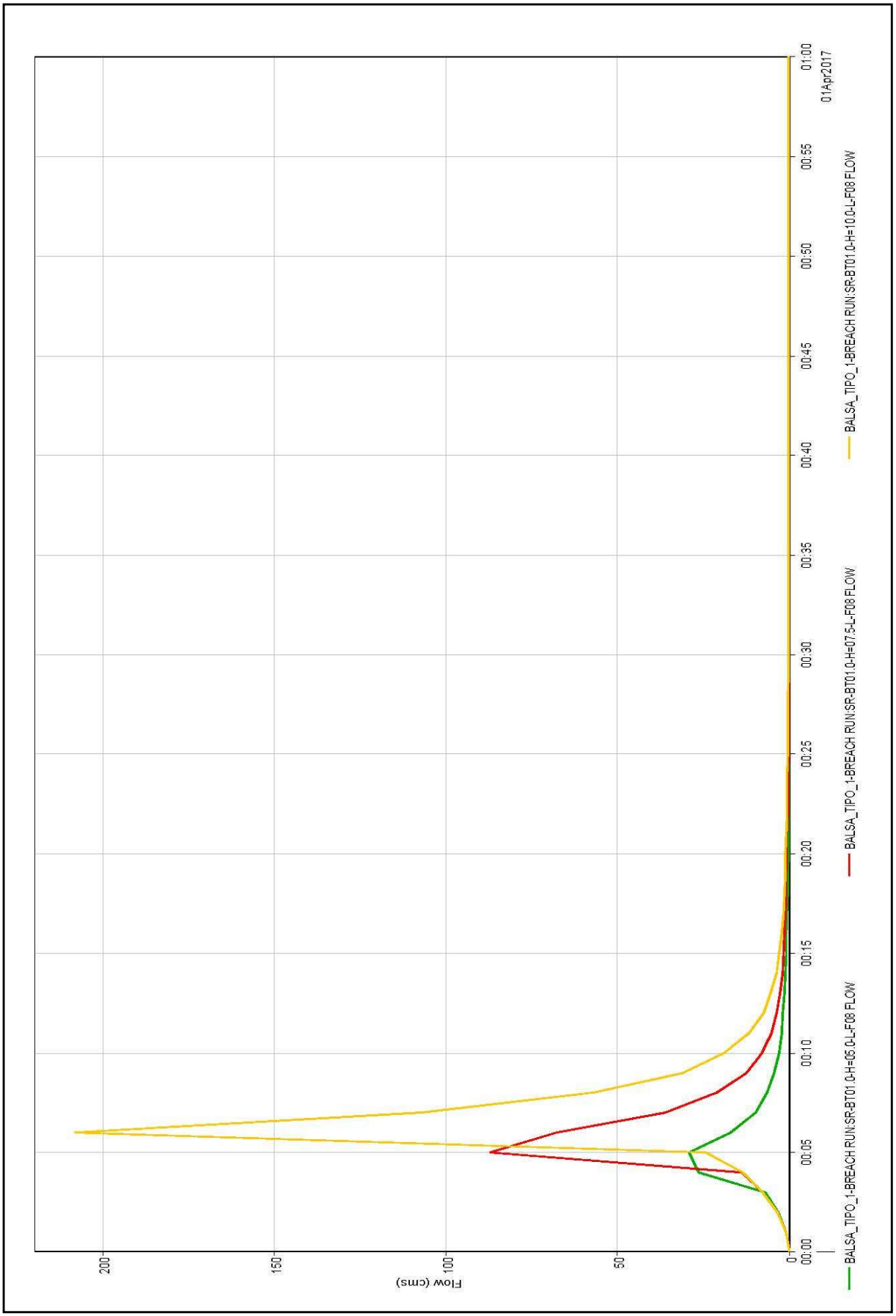
En el eje de abscisas se representa la variabilidad de los caudales máximos simulados, a partir del fondo de brecha, y considerando la evolución de su crecimiento atendiendo a la geometría de F08.





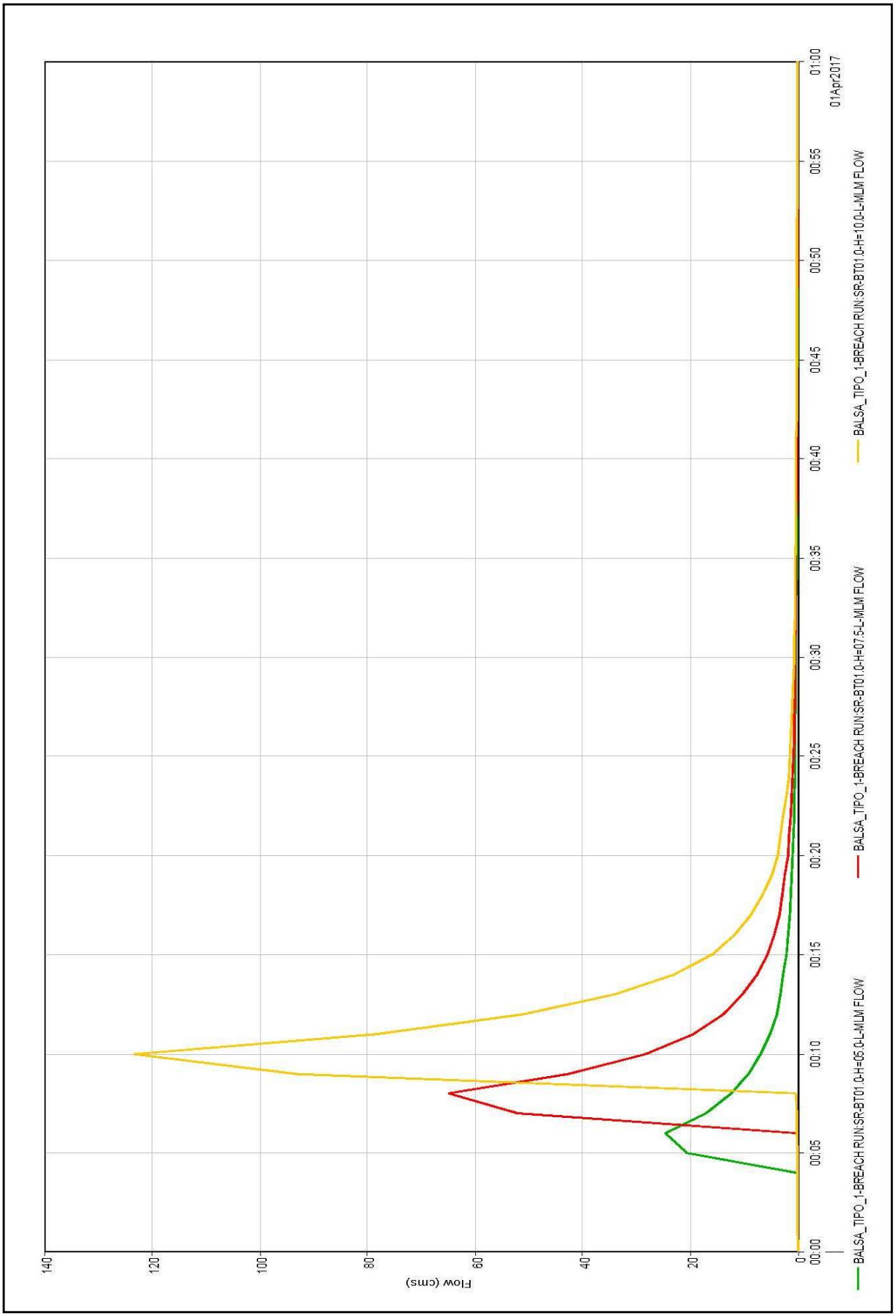
Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 01

ESTUDIO COMPARATIVO DE LA VARIABILIDAD DEL HIDROGRAMA DE VERTIDO EN FUNCIÓN DE LA CARGA DE AGUA MOVILIZABLE (Hw)
APLICACIÓN FÓRMULA F08



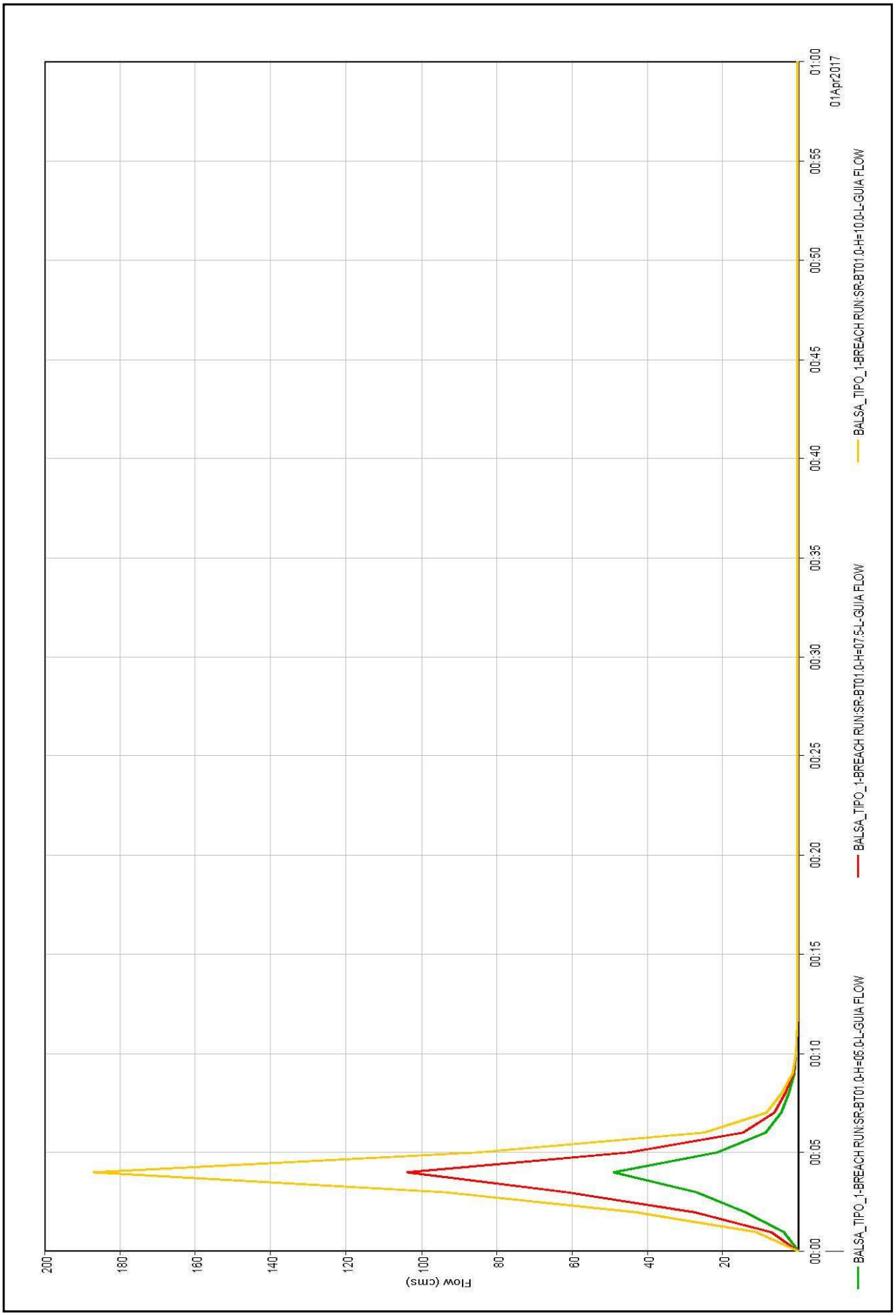
Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 01

ESTUDIO COMPARATIVO DE LA VARIABILIDAD DEL HIDROGRAMA DE VERTIDO EN FUNCIÓN DE LA CARGA DE AGUA MOVILIZABLE (Hw)
APLICACIÓN FÓRMULA MLM84



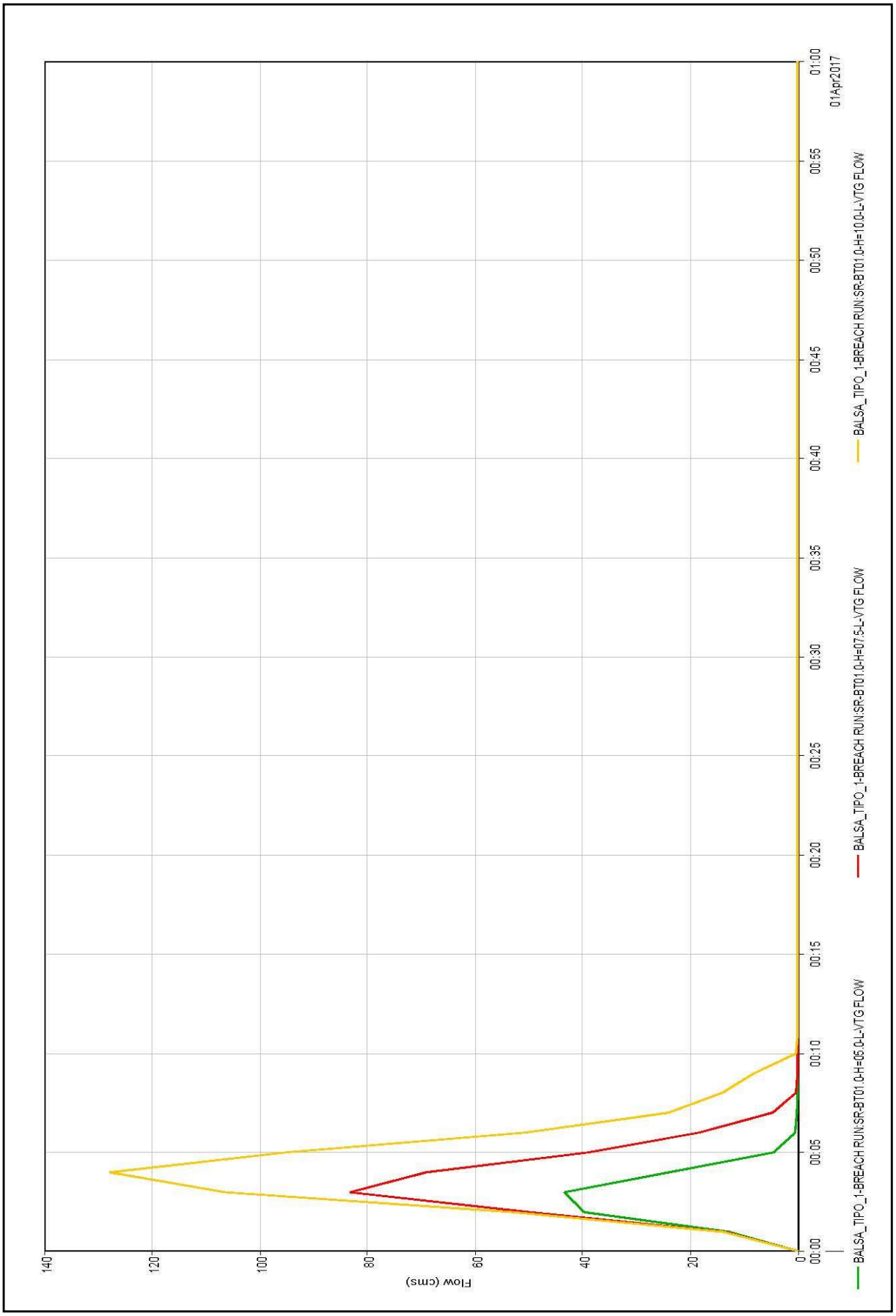
Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 01

ESTUDIO COMPARATIVO DE LA VARIABILIDAD DEL HIDROGRAMA DE VERTIDO EN FUNCIÓN DE LA CARGA DE AGUA MOVILIZABLE (Hw)
APLICACIÓN FÓRMULA GUIA ESPAÑOLA



Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 01

ESTUDIO COMPARATIVO DE LA VARIABILIDAD DEL HIDROGRAMA DE VERTIDO EN FUNCIÓN DE LA CARGA DE AGUA MOVILIZABLE (Hw)
APLICACIÓN FÓRMULA VTG

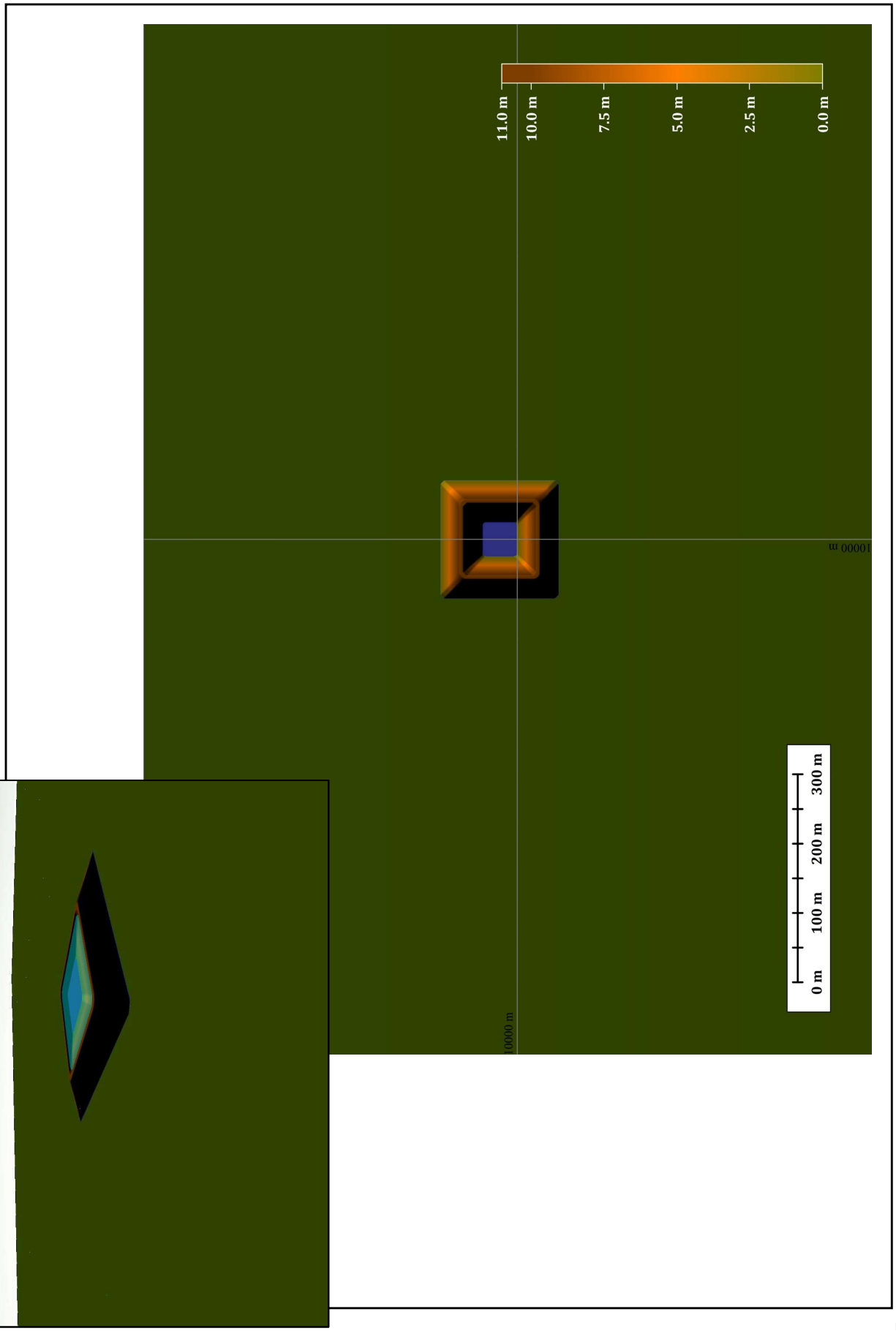


BALSA TIPO 02

Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 02

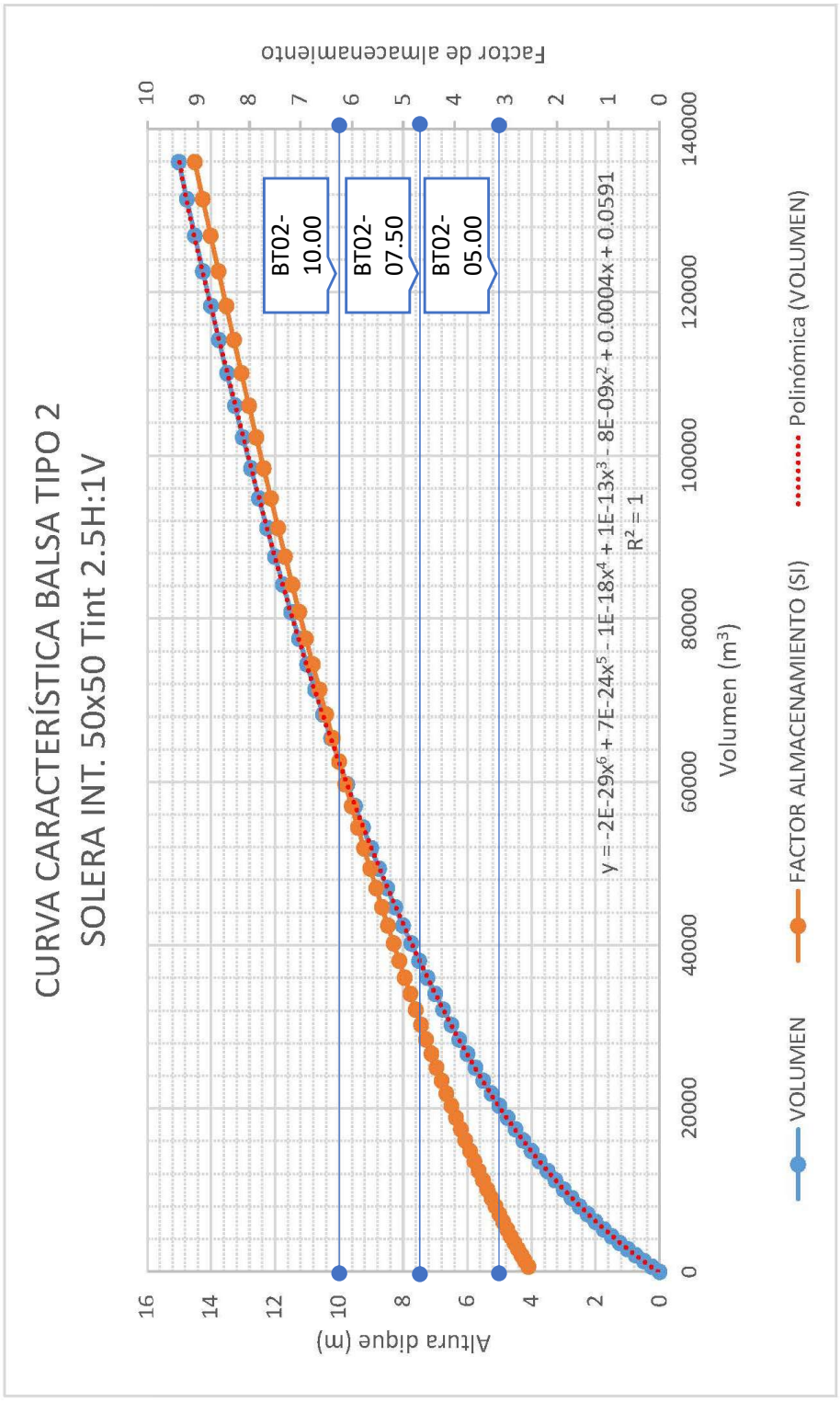
GEOMETRÍA

- ALTURA LÁMINA Hw= 10.0 m.
- RESGUARDO = 1.0 m.
- ANCHO CORONACIÓN= 05.0 m



Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 02

CURVA CARACTERÍSTICA vs FACTOR DE ALMACENAMIENTO



Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 02

ESTIMACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE BRECHA. H=10,00 m. ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE FÓRMULAS EMPÍRICAS

ESTIMACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE BRECHA

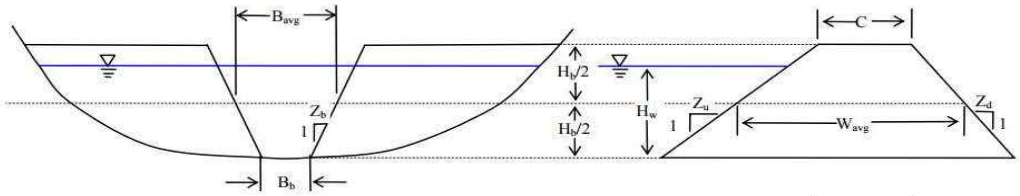
PROYECTO:	BALSAS TIPO									
SECTOR:	2									
ALTURA	10									
	CARACTERÍSTICA*		MÉTODO	FROEHLICH 95a		FROEHLICH 08		GUÍA TÉCNICA	MACDONALD & LANGRIDGE-MONOPOLIS 84	VTG
	MODO DE FALLO (S=SIFONAMIENTO;D=DESBORDAMIENTO)		Mf	S	D	S	D	S	S	S
	CARGA DE AGUA MOVILIZABLE	Hw	m	10	10	10	10	10	10	10
	VOLUMEN ALMACENADO EN Hw EN EL COLAPSO	Vw	m3	62500	62500	62500	62500	62500	62500	62500
	SUPERFICIE OCUPADA EN Hw	As	m2	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000
	RESGUARDO	r	m	1	1	1	1	1	1	1
	ALTURA DE BRECHA COMPLETA	Hb	m	11	11	11	11	11	11	11
	FACTOR CORRECTOR POR MODO DE FALLO	Ko	-	1	1,4	1	1,3			
	TALUD DE LA BRECHA	Zb	Z(H):1(V)	0,9	1,4	0,7	1	1	0,5	1
**	TALUD DEL DIQUE AGUAS ARRIBA	Z_1	Z(H):1(V)						2,5	
**	TALUD DEL DIQUE AGUAS ABAJO	Z_2	Z(H):1(V)						2,5	
**	SUMA DE TALUDES DEL DIQUE	Z_3	Z_1+Z_2						5	
**	ANCHO CORONACIÓN DEL DIQUE	C	m						5	
**	VOLUMEN EROSIONABLE DEL DIQUE	Ve	m3						747,6	
	TIPOLOGÍA DEL DIQUE	Td		Pequeña Presa Clasificable		Pequeña Presa Clasificable		Pequeña Presa Clasificable	Pequeña Presa Clasificable	Pequeña Presa Clasificable
	COTA SOLERA BRECHA	Cs	m	10	10	10	10	10	10	10
	COTA CORONACIÓN	Cc	m	21	21	21	21	21	21	21
	ESTIMACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE LA BRECHA									
	ANCHO MEDIO	Bavg	m	9,7	13,6	10,18	13,2	18,2	-	31,1
***	ANCHO EN SOLERA	Bb	m	ERROR, BRECHA NO TRAPECIAL	ERROR, BRECHA NO TRAPECIAL	2,5	2,2	7,2	ERROR. BRECHA NO TRAPECIAL	20,1
	ANCHO EN CORONACIÓN	Bc	m			17,88	24,23	29,21	-	42,10
	TIEMPO DE FORMACIÓN	Tf	h	0,1	0,1	0,13	0,1	0,109	0,199	0,150
	FACTOR DE ALMACENAMIENTO	Sl	-	6,3	6,3	6,3	6,3	6,3	6,3	6,3
	ESTIMACIÓN DEL CAUDAL PUNTA FROEHLIC 95b									
	CAUDAL MÁXIMO PREVISTO	Qp	m3/s	274,14	274,14	274,14	274,14	274,14	274,14	274,14

Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 02

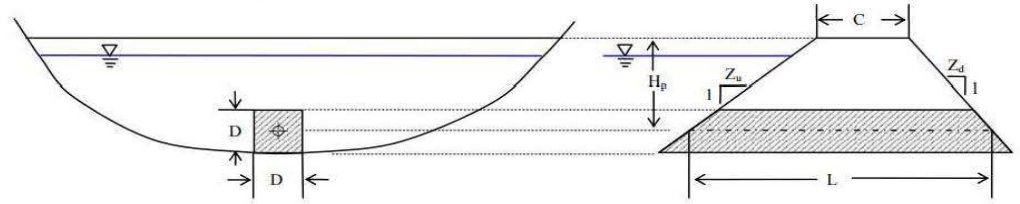
ESTIMACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE BRECHA. H=10,00 m. ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE FÓRMULAS EMPÍRICAS. VALIDACIÓN DE RESULTADOS

ESTIMACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE BRECHA								
PROYECTO:	**BALSAS TIPO**							
SECTOR:	**2**							
ALTURA	**10**							
ANÁLISIS Y VALIDACIÓN DE RESULTADOS								
Dada la importancia del tiempo de formación de la brecha en la generación del pico del hidrograma, es relevante poder validar los resultados. Para ello utilizaremos un estimador de la progresión de la erosión. Se considera adecuado aquel que define un desarrollo lineal, por lo que se utilizará la razón de erosión (ER) definida por la relación entre el ancho medio de brecha y el tiempo de formación. Diversos autores han indicado los intervalos de fiabilidad relacionando dicho parámetro con la altura de agua movilizable, (Hw), quedando estos entre 1.6 y 21. Por otro lado, el agua almacenada puede condicionar el desarrollo completo de la brecha, por lo que se apunta como indicador de la validez de los resultados, la relación entre el ancho medio respecto de la altura de brecha (Bavg/Hb). En este caso si el indicador ofrece un valor inferior a 0.6, no se puede afirmar que se complete la brecha, quedando como apertura una geometría cuadrangular de ancho D.								
COMPROBACIÓN DEL DESARROLLO DE BRECHA (completa vs parcial) Se considera desarrollada si (Bavg/Hb)>0.60	(Bavg/Hb)	0,89	1,24	0,93	1,20	1,66	-	2,83
RAZÓN DE EROSIÓN (ER)	(Bavg/Tf)	95,31	133,44	79,89	103,86	166,94	-	42,10
COMPROBACIÓN DEL PROGRESO DE LA BRECHA (lineal vs no lineal) Se puede considerar razonable la ratio de erosión si 1.6<(ER/Hw)<21	(ER/Hw)	9,53	13,34	7,99	10,39	16,69	-	4,21
COMPROBACIÓN BOWLES T de formación (h) Si tiempo de formación de brecha es menor que la comprobación de Bowles se adopta	T=2*Vw/Qp	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13
RAZÓN DE TIEMPOS (Tbowles/Tf)		1,24	1,24	0,99	0,99	1,16	0,64	0,84
* *DIQUE DE CIERRE DE MATERIALES SUELTOS HOMOGÉNEO, ASUMIENDO MÁXIMO ALMACENAMIENTO EN LA FASE DE COLAPSO* ** *A utlizar en el método de MACDONALD & LANGRIDGE-MONOPOLIS 84 (MLM84)* *** *Wb en el método de MACDONALD & LANGRIDGE-MONOPOLIS 84 (MLM84)*								
ESQUEMAS								

Variables de formación de la brecha completa



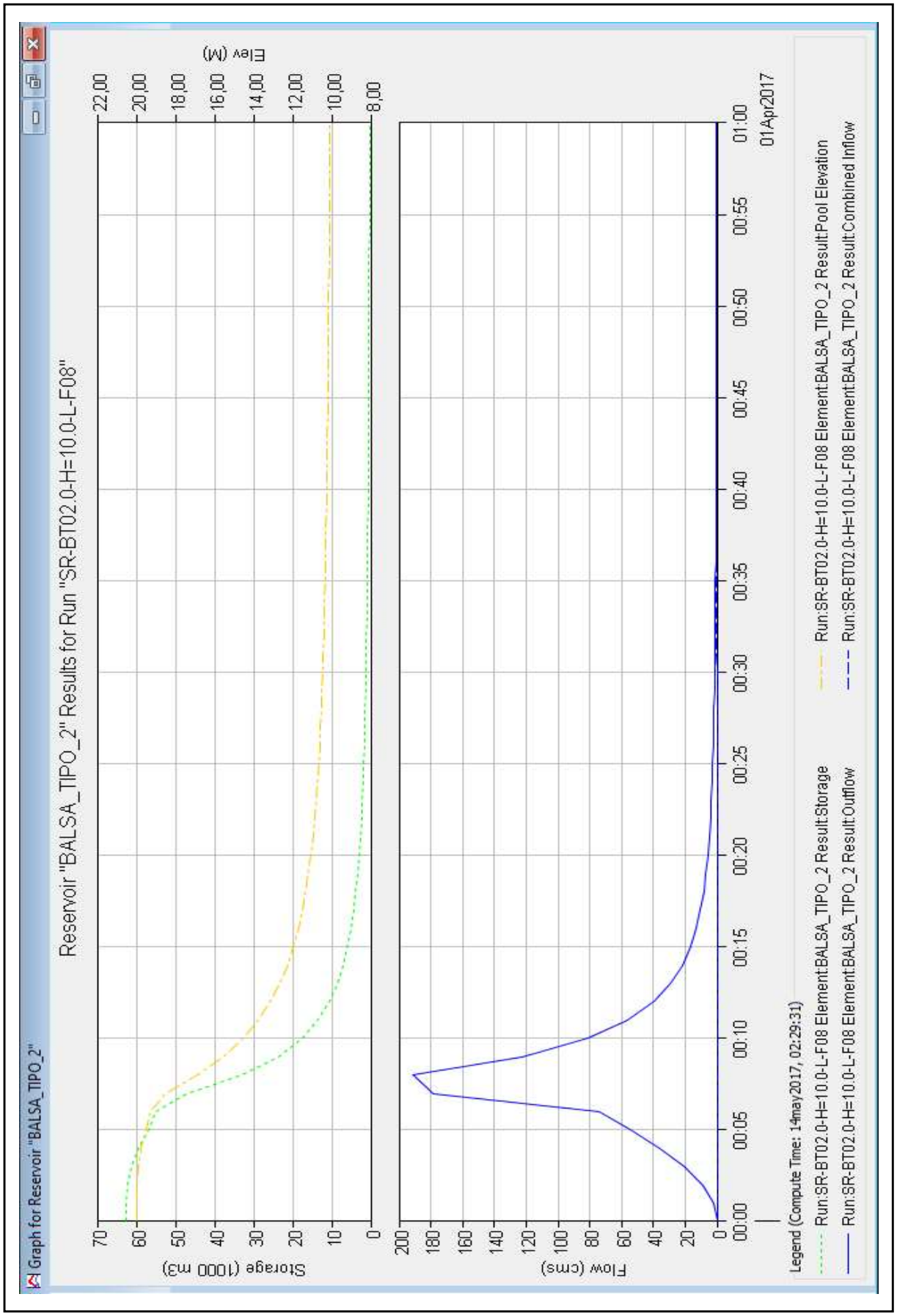
Variables de formación de la brecha incompleta



Fuente: GUIDELINES FOR DAM BREACH ANALYSIS, STATE OF COLORADO-DEPARTMENT OF NATURAL RESOURCES-DIVISION OF WATER RESOURCES, 10/02/2010

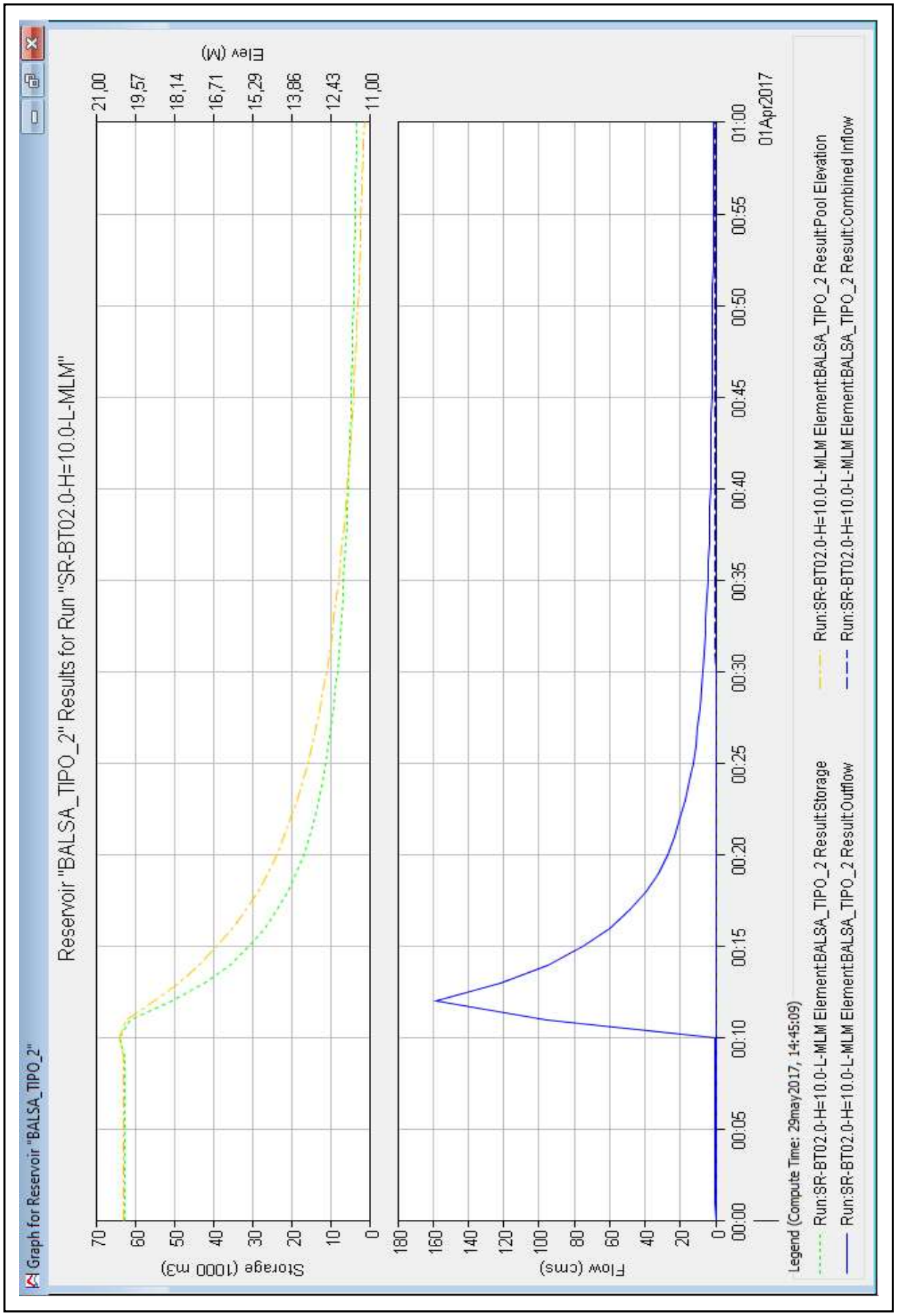
Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 02

HIDROGRAMA DE VERTIDO Y CURVA DE VACIADO PARA H=10.0 m. ESCENARIO (NMN-SOLERA) APLICACIÓN FÓRMULA F08



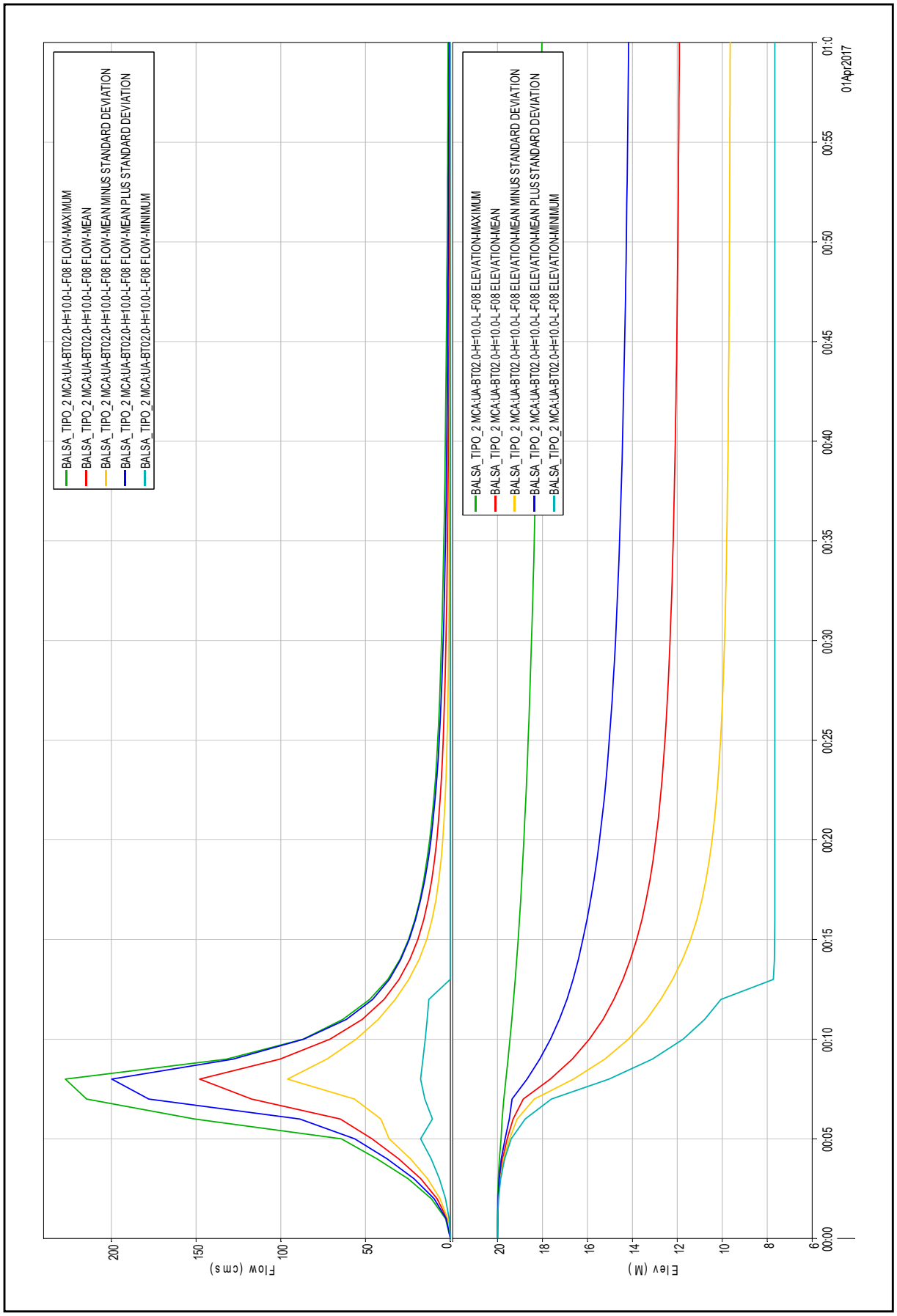
Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 02

HIDROGRAMA DE VERTIDO Y CURVA DE VACIADO PARA H=10.0 m. ESCENARIO (NMN-SOLERA) APLICACIÓN FÓRMULA MLM84



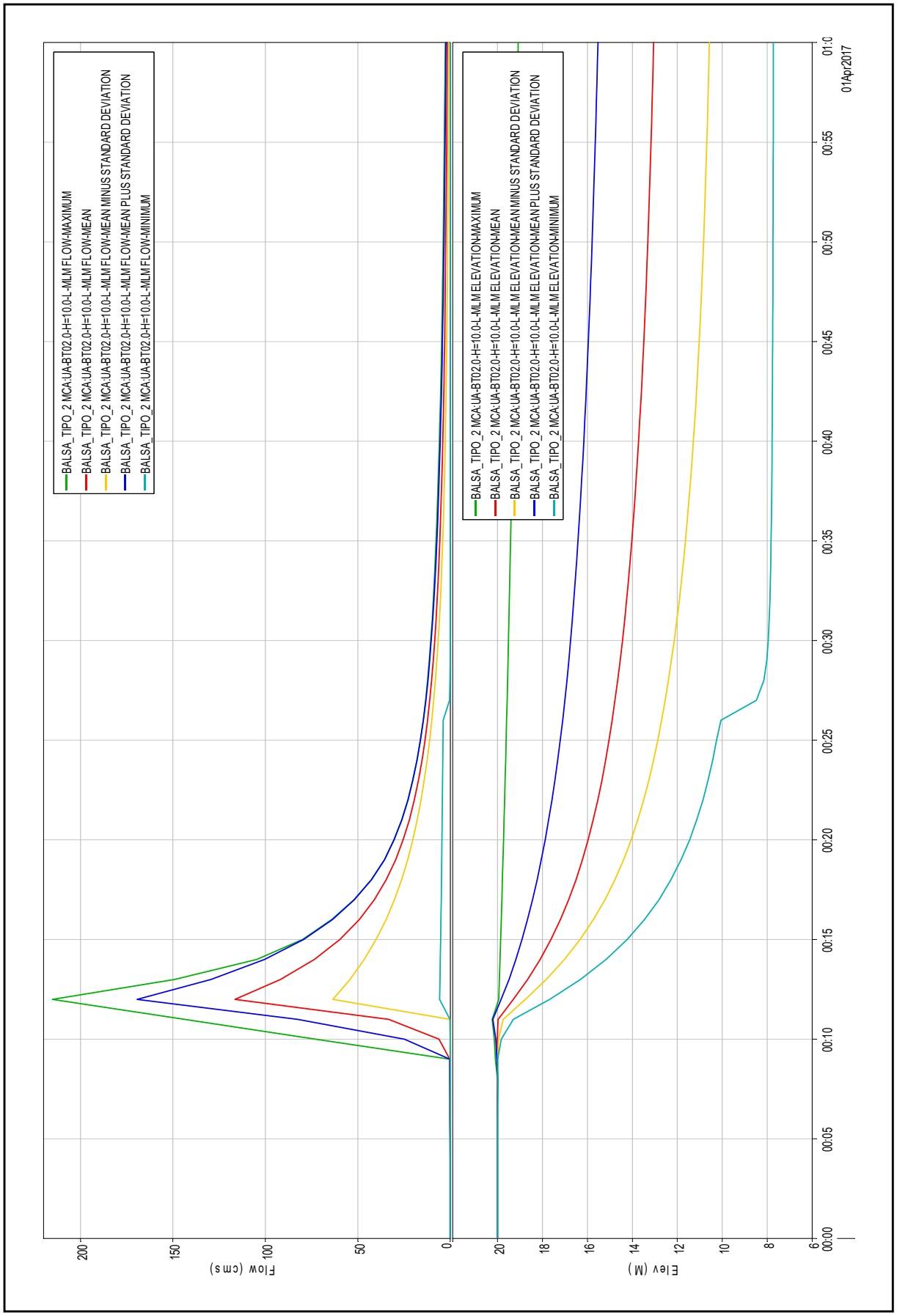
Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 02

APLICACIÓN DEL MÉTODO DE MONTECARLO EN LA CALIBRACIÓN DEL FONDO DE BRECHA (5.000 SIMULACIONES) HIDROGRAMAS DE VERTIDO Y VARIACIÓN DEL NIVEL EMBALSADO. (H=10.00 m.) APLICACIÓN FÓRMULA F08



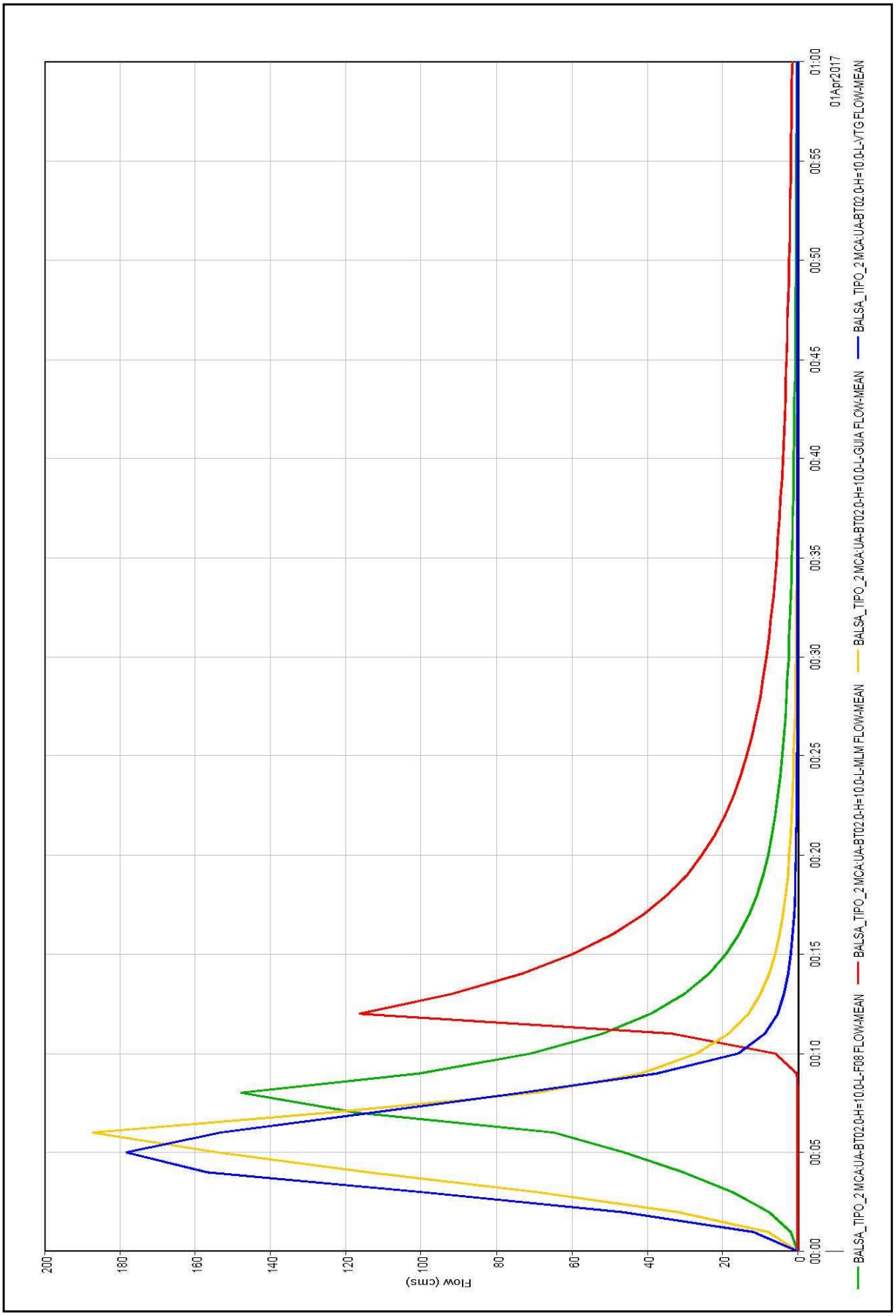
Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 02

APLICACIÓN DEL MÉTODO DE MONTECARLO EN LA CALIBRACIÓN DEL FONDO DE BRECHA (5.000 SIMULACIONES) HIDROGRAMAS DE VERTIDO Y VARIACIÓN DEL NIVEL EMBALSADO. (H=10.00 m.) APLICACIÓN FÓRMULA MLM84



Características de las balsas sintéticas.
BALSA TIPO 02
(Hw=10.00 m.)

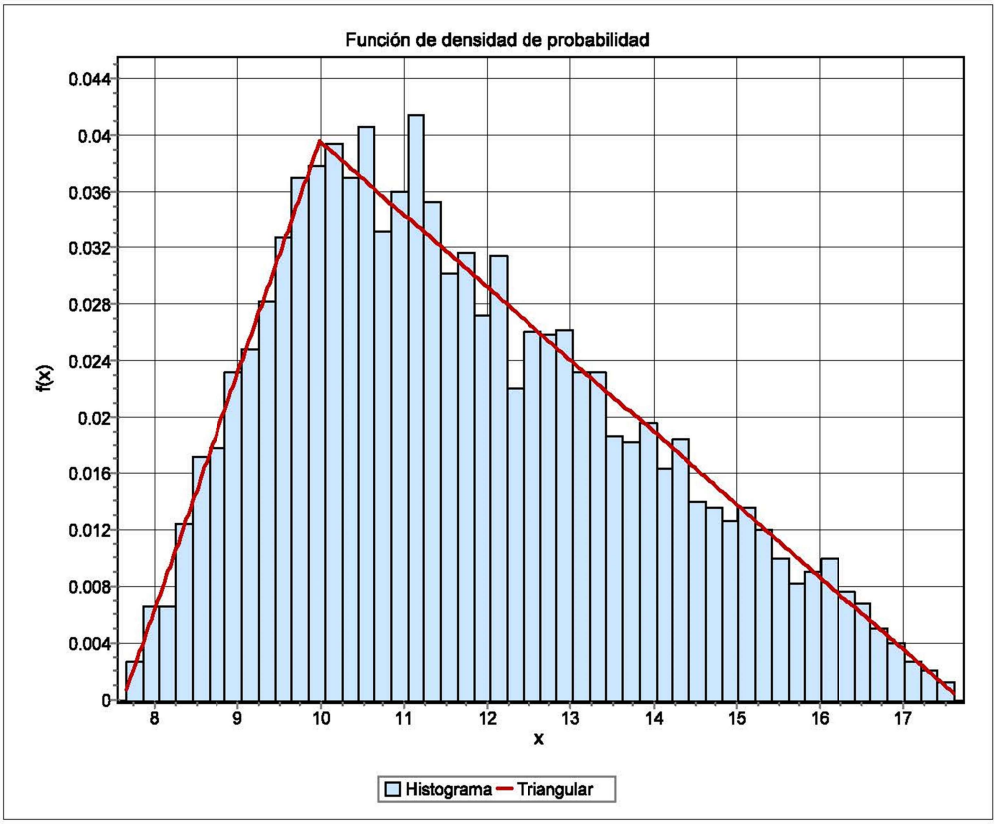
ESTUDIO COMPARATIVO DE LA VARIABILIDAD DEL HIDROGRAMA DE VERTIDO EN FUNCIÓN DE LA CARGA DE AGUA MOVILIZABLE (Hw)
APLICACIÓN FÓRMULAS
F08-MLM84-GUIA-VTG

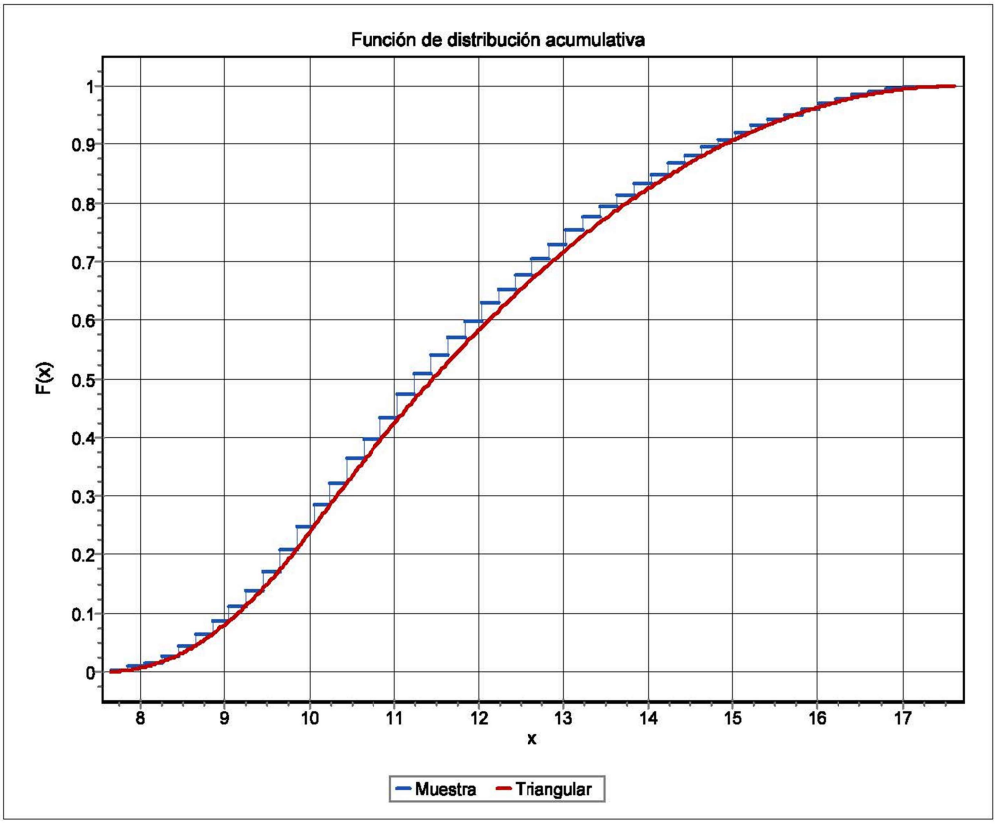


Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 02

M. DE MONTECARLO (FONDO DE BRECHA) ANÁLISIS ESTADISTICO RESULTADOS (Hw=10.00 m.) AJUSTE DE LA FUNCIÓN DE DISTRIBUCIÓN. FUNCIÓN DE DENSIDAD Y FUNCIÓN DE DISTRIBUCIÓN ACUMULATIVA

En el eje de abcisas se representa la variabilidad de la cota del fondo de brecha, considerando la cota +10.00 la solera interior de la balsa.

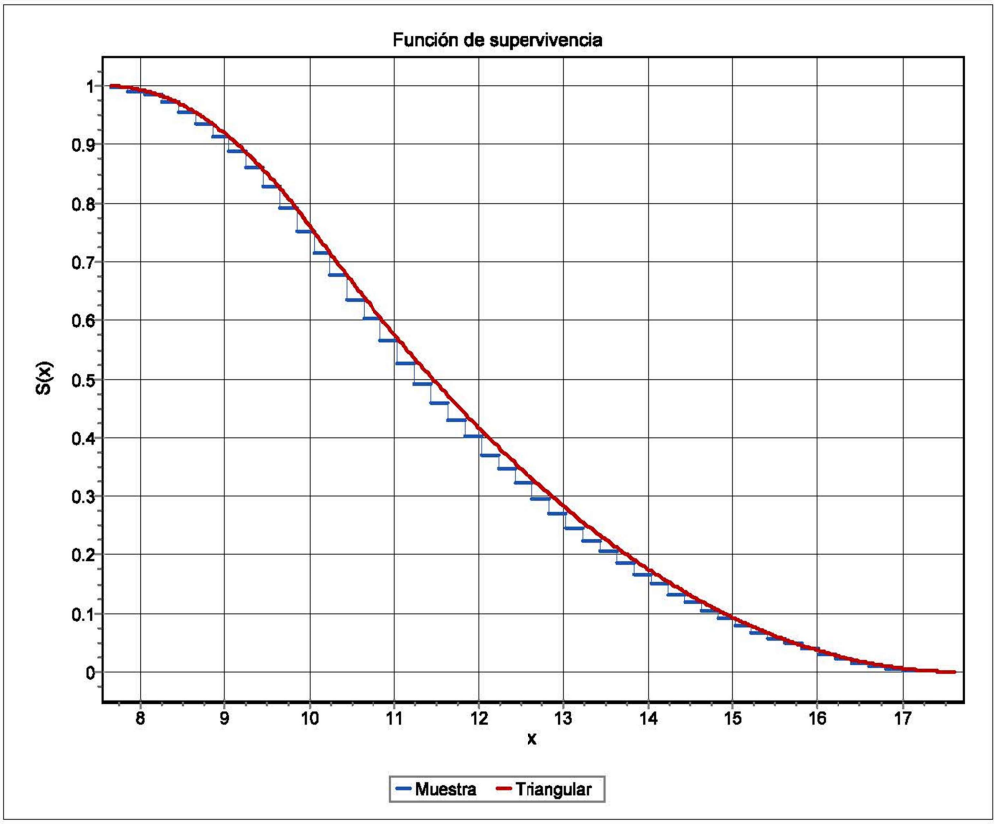


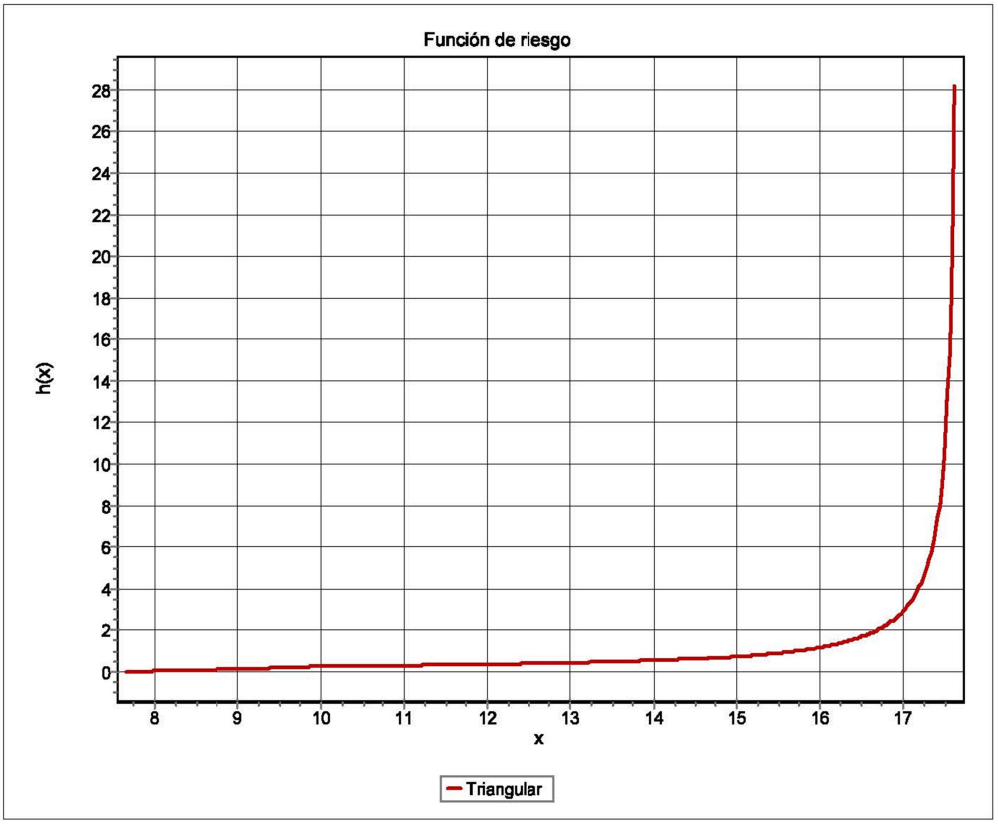


Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 02

M. DE MONTECARLO (FONDO DE BRECHA)
ANÁLISIS ESTADISTICO RESULTADOS
(Hw=10.00 m.)
AJUSTE DE LA FUNCIÓN DE DISTRIBUCIÓN.
FUNCIÓN DE SUPERVIVENCIA Y FUNCIÓN DE RIESGO

En el eje de abcisas se representa la variabilidad de la cota del fondo de brecha, considerando la cota +10.00 la solera interior de la balsa.

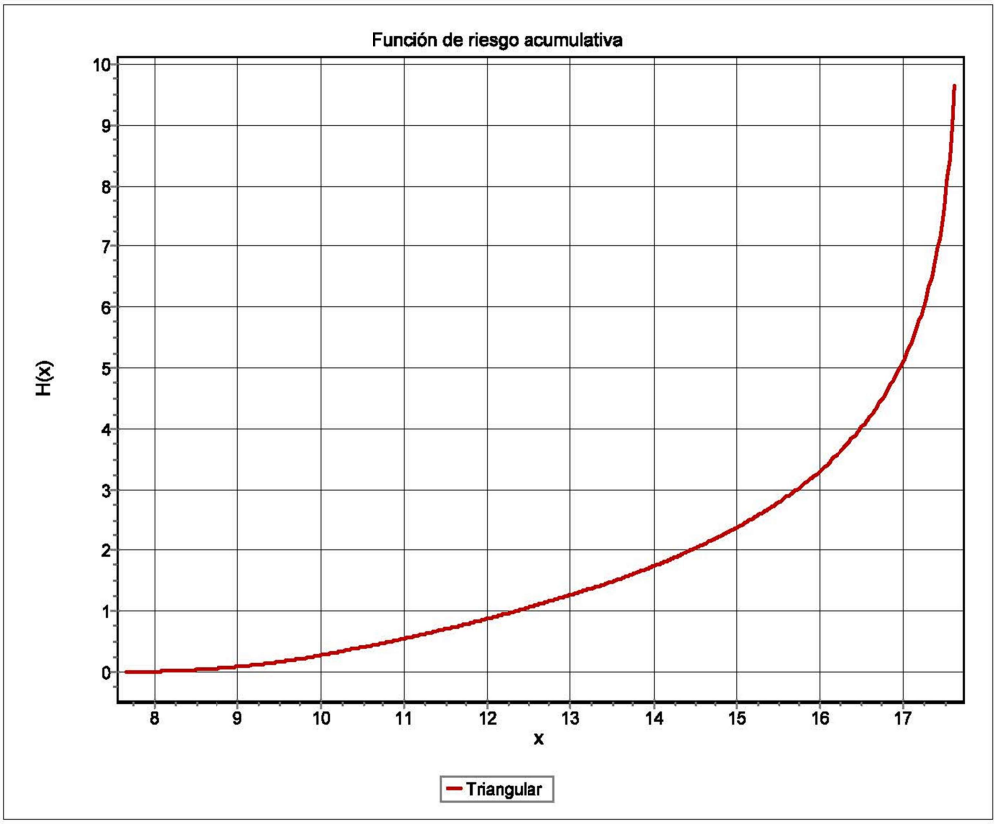


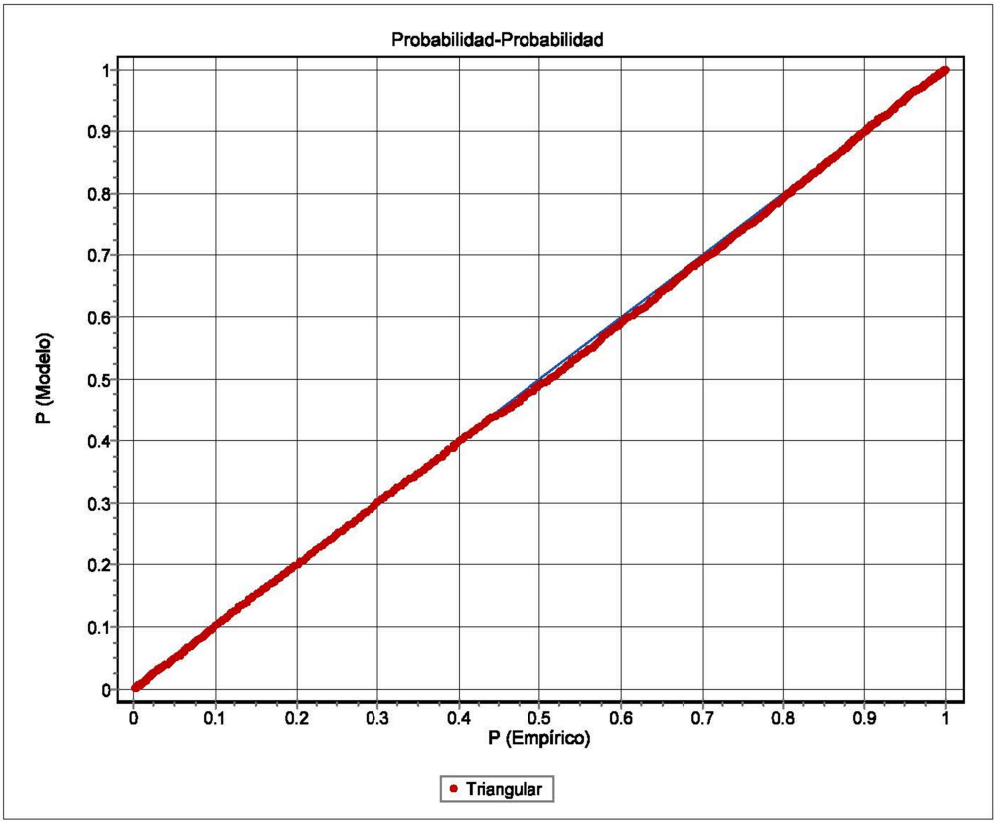


Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 02

M. DE MONTECARLO (FONDO DE BRECHA) ANÁLISIS ESTADISTICO RESULTADOS (Hw=10.00 m.) AJUSTE DE LA FUNCIÓN DE DISTRIBUCIÓN. FUNCIÓN DE RIESGO ACUMULATIVA Y GRÁFICO P-P

En el eje de abcisas se representa la variabilidad de la cota del fondo de brecha, considerando la cota +10.00 la solera interior de la balsa.

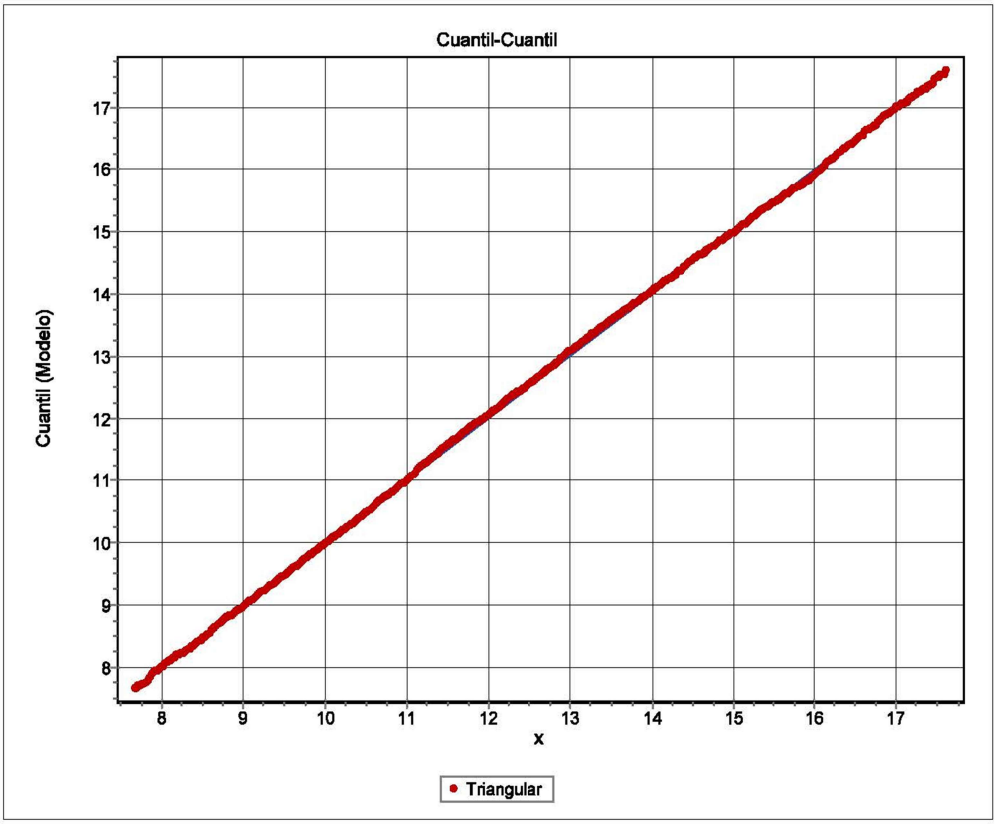


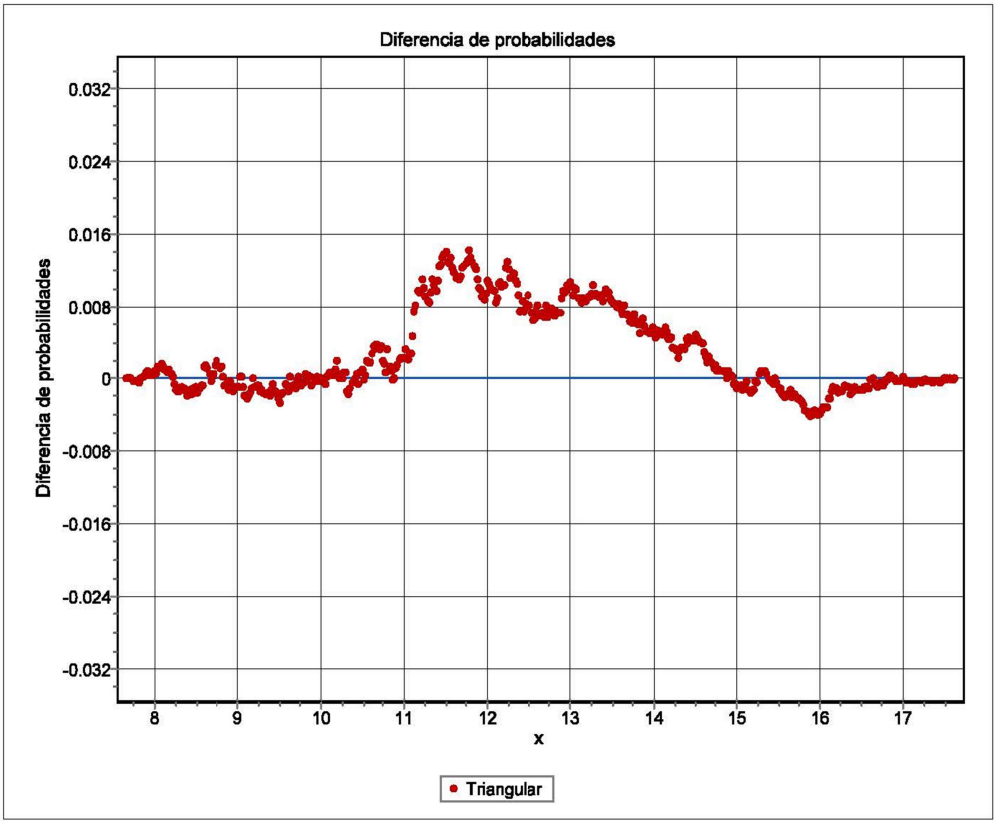


Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 02

M. DE MONTECARLO (FONDO DE BRECHA) ANÁLISIS ESTADISTICO RESULTADOS (Hw=10.00 m.) AJUSTE DE LA FUNCIÓN DE DISTRIBUCIÓN. GRÁFICO Q-Q Y DIFERENCIA DE PROBABILIDADES

En el eje de abcisas se representa la variabilidad de la cota del fondo de brecha, considerando la cota +10.00 la solera interior de la balsa.

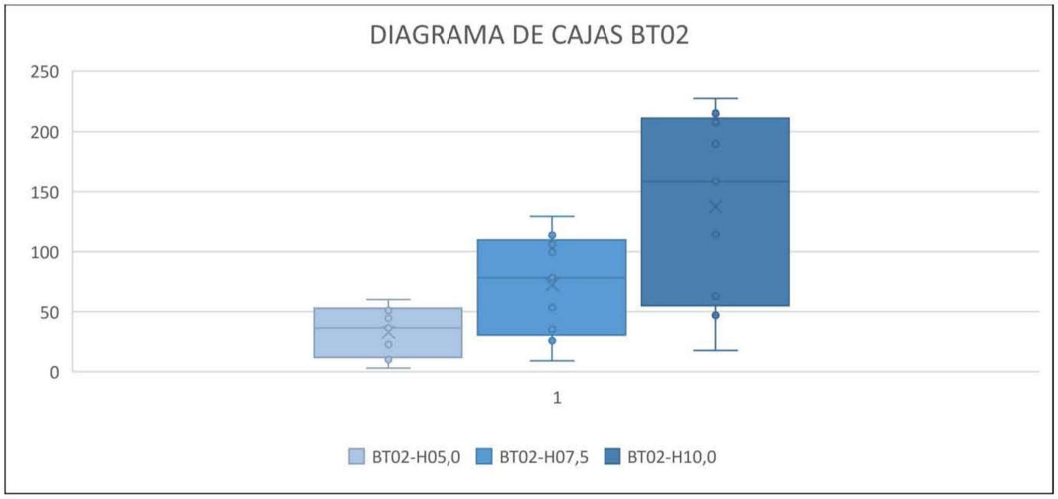


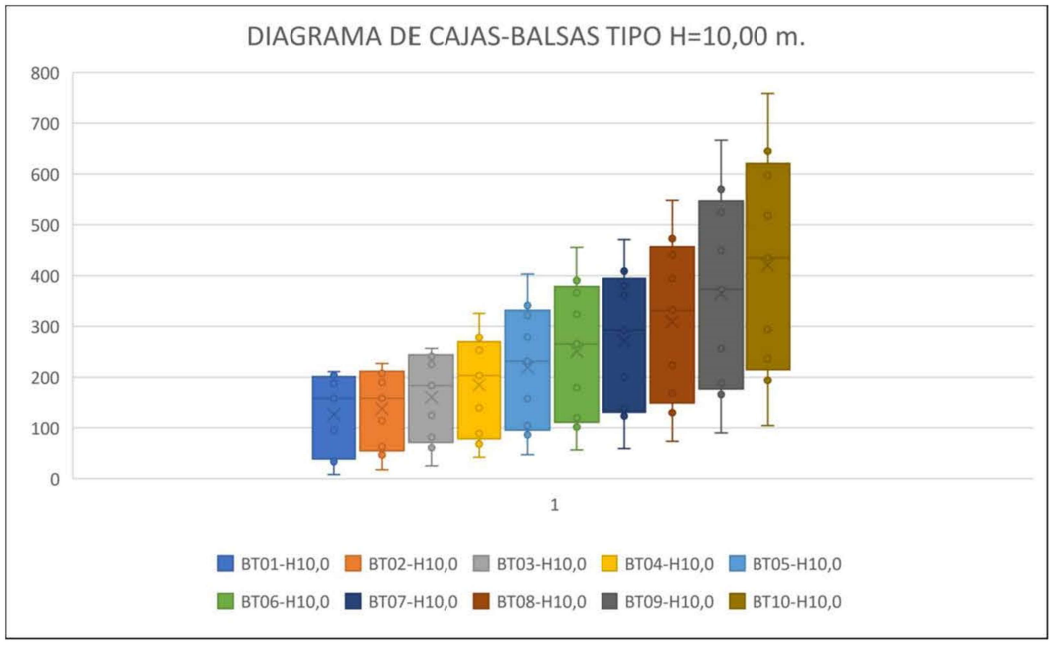


Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 02

M. DE MONTECARLO (CAUDAL MÁXIMO)
ANÁLISIS ESTADISTICO RESULTADOS
(Hw=10.00 m.)
ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA.
DIAGRAMAS DE CAJAS

CAUDALES MÁXIMOS (M. MONTECARLO) Estadística descriptiva					Parámetros Ajuste	
BALSA	BT02					
ALTURA Hw (m)	10,00					
AJUSTE	WAKEBY					
Estadística	**Valor**	**Percentil %**	**Valor**	**Obs**		
Tamaño de la muestra	5000	1	17,6	Min	α 470,13	
Rango	209,54	5	46,9		β 4,3934	
Media	147,96	10	62,9		γ 67,402	
Varianza	2684,9	25	114,4	Q1	δ 0,64985	
Desviación estándar	51,816	50	158,6	Mediana	ξ 19,943	
Coef, de variación	0,35019	75	189,7	Q3		
Error estándar	0,73279	90	207,7			
Asimetría	-0,65169	95	215,0			
Curtosis	-0,52139	99	227,1	Max	I.C.$\overline{X}$ (95%)	1,436

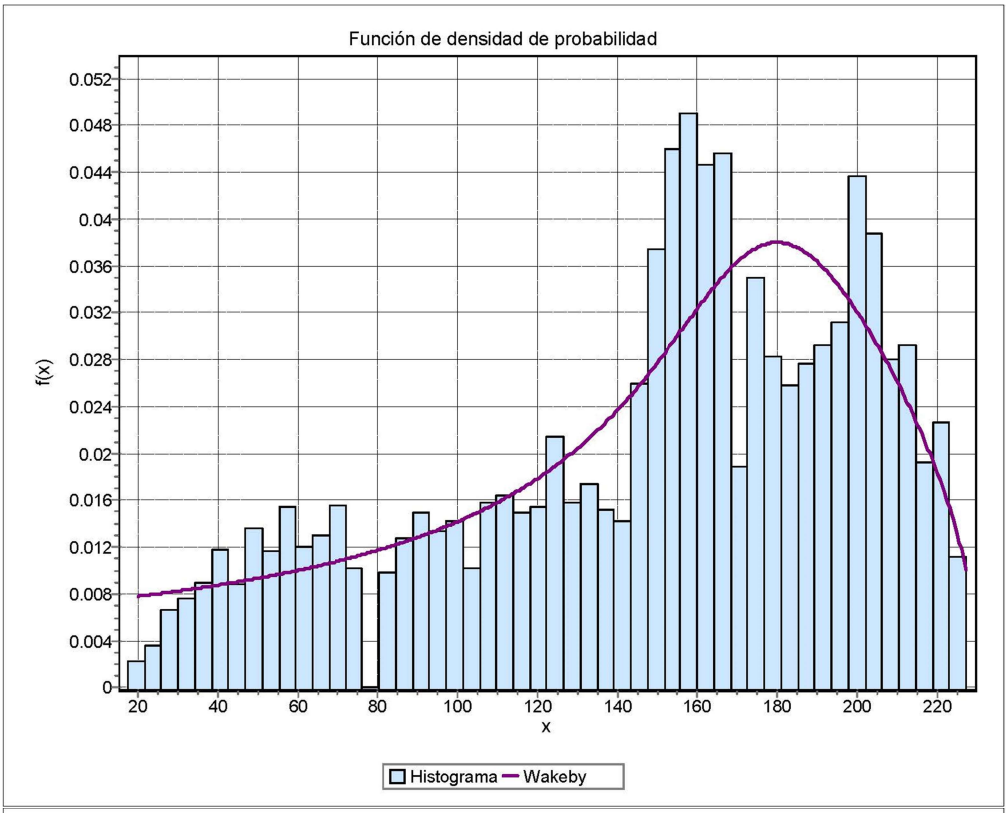


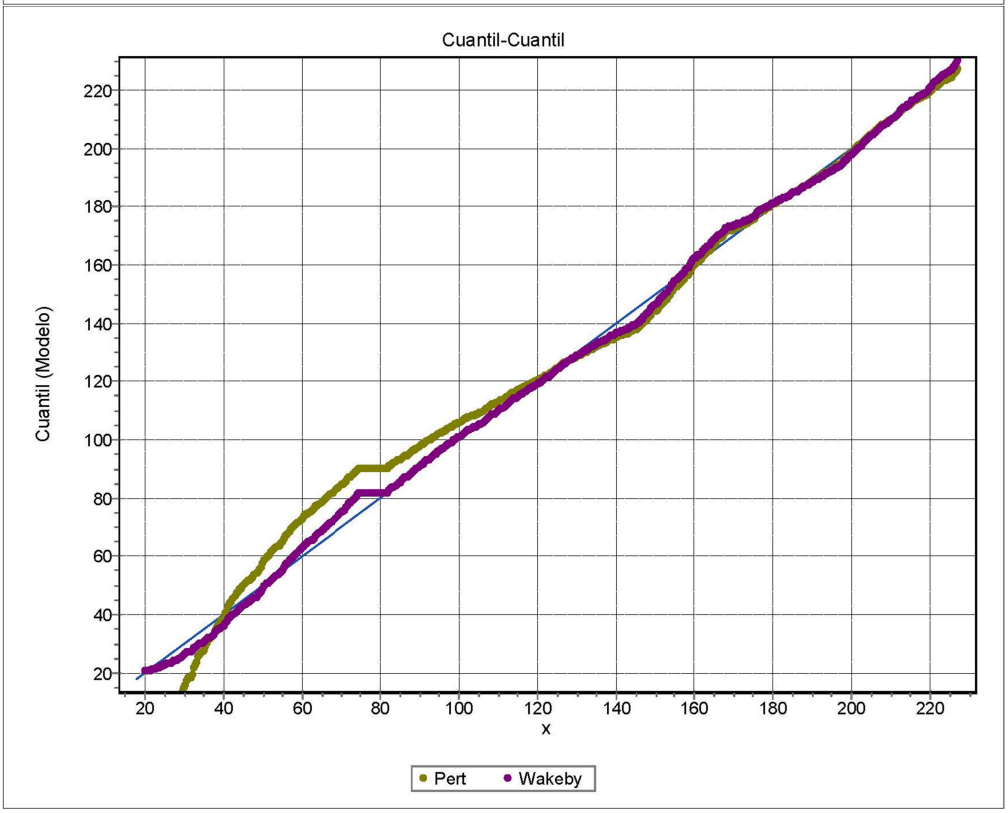


Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 02

M. DE MONTECARLO (CAUDAL MÁXIMO) ANÁLISIS ESTADISTICO RESULTADOS (Hw=10.00 m.) AJUSTE DE LA FUNCIÓN DE DISTRIBUCIÓN. FUNCIÓN DE DENSIDAD Y GRÁFICO Q-Q

En el eje de abscisas se representa la variabilidad de los caudales máximos simulados, a partir del fondo de brecha, y considerando la evolución de su crecimiento atendiendo a la geometría de F08.

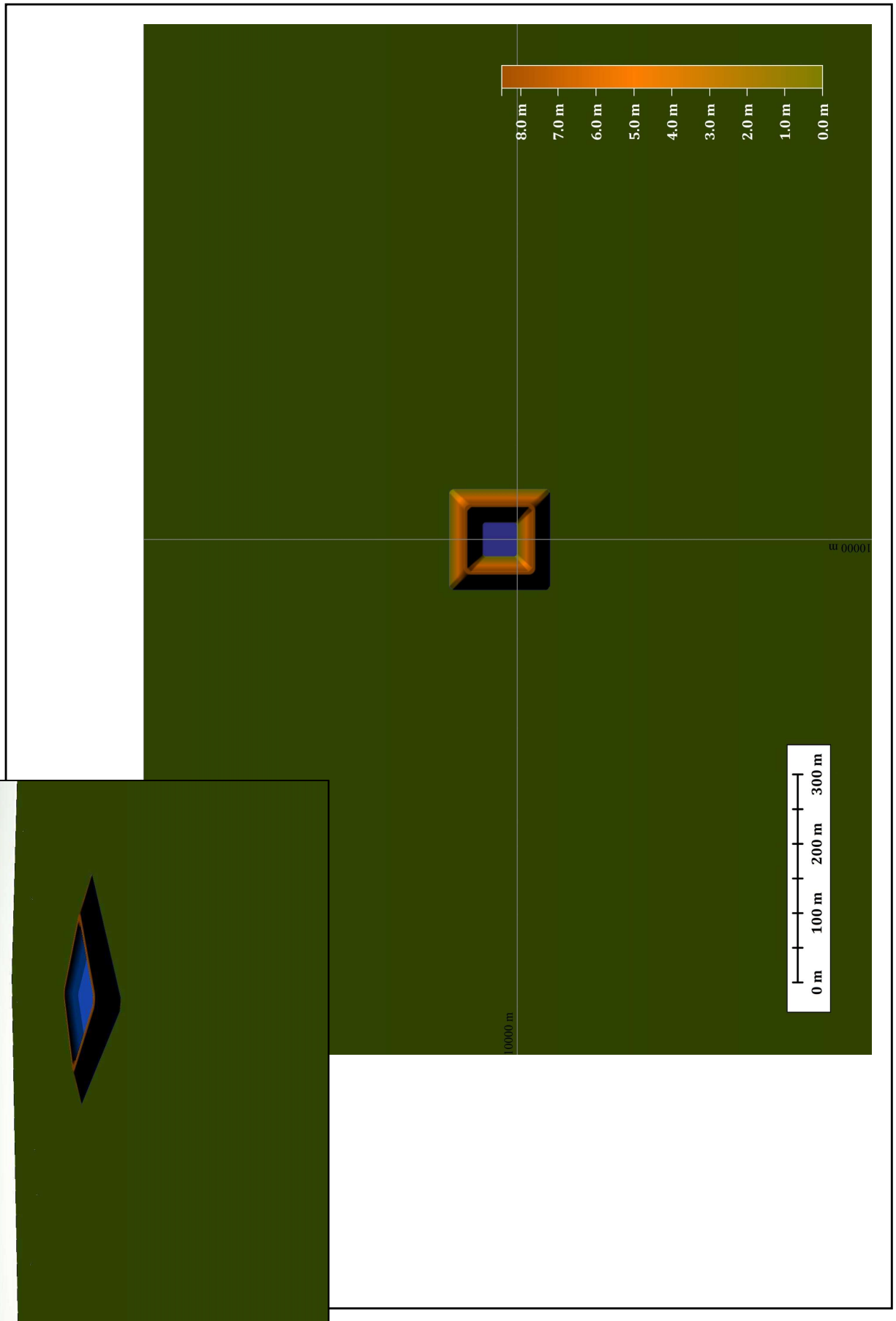




Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 02

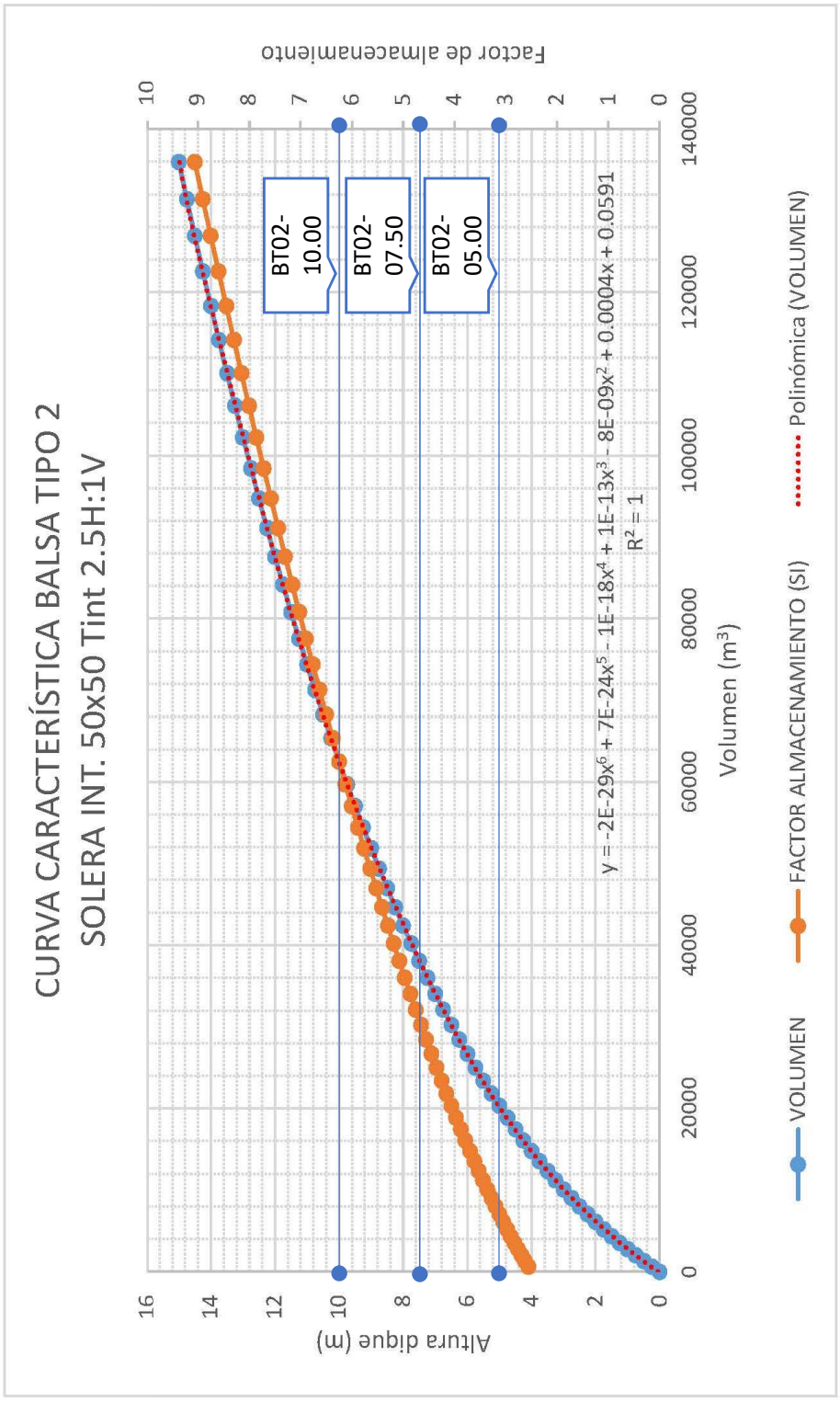
GEOMETRÍA

- ALTURA LÁMINA Hw= 07.5 m.
- RESGUARDO = 1.0 m.
- ANCHO CORONACIÓN= 05.0 m



Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 02

CURVA CARACTERÍSTICA vs FACTOR DE ALMACENAMIENTO



Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 02

ESTIMACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE BRECHA.
H=07,50 m.
ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE FÓRMULAS EMPÍRICAS

ESTIMACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE BRECHA

PROYECTO:	BALSAS TIPO									
SECTOR:	2									
ALTURA	7,5									
	CARACTERÍSTICA*		MÉTODO	FROEHLICH 95a			FROEHLICH 08		GUÍA TÉCNICA	MACDONALD & LANGRIDGE-MONOPOLIS 84	VTG
	MODO DE FALLO [S=SIFONAMIENTO;D=DESBORDAMIENTO]		Mf	S	D		S	D	S	S	S
	CARGA DE AGUA MOVILIZABLE		Hw	m	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5
	VOLUMEN ALMACENADO EN Hw EN EL COLAPSO		Vw	m3	38085,9	38085,9	38085,9	38085,9	38085,9	38085,9	38085,9
	SUPERFICIE OCUPADA EN Hw		As	m2	7656,3	7656,3	7656,3	7656,3	7656,3	7656,3	7656,3
	RESGUARDO		r	m	1	1	1	1	1	1	1
	ALTURA DE BRECHA COMPLETA		Hb	m	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5
	FACTOR CORRECTOR POR MODO DE FALLO		Ko	-	1	1,4	1	1,3			
	TALUD DE LA BRECHA		Zb	Z(H):1(V)	0,9	1,4	0,7	1	1	0,5	1
**	TALUD DEL DIQUE AGUAS ARRIBA		Z_1	Z(H):1(V)						2,5	
**	TALUD DEL DIQUE AGUAS ABAJO		Z_2	Z(H):1(V)						2,5	
**	SUMA DE TALUDES DEL DIQUE		Z_3	Z_1+Z_2						5	
**	ANCHO CORONACIÓN DEL DIQUE		C	m						5	
**	VOLUMEN EROSIONABLE DEL DIQUE		Ve	m3						409,4	
	TIPOLOGIA DEL DIQUE		Td	Pequeña Presa Clasificable			Pequeña Presa Clasificable		Pequeña Presa Clasificable	Pequeña Presa Clasificable	Pequeña Presa Clasificable
	COTA SOLERA BRECHA		Cs	m	10	10	10	10	10	10	10
	COTA CORONACIÓN		Cc	m	18,5	18,5	18,5	18,5	18,5	18,5	18,5
	ESTIMACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE LA BRECHA										
	ANCHO MEDIO		Bavg	m	7,9	11,1	8,60	11,2	15,1	-	24,85
***	ANCHO EN SOLERA		Bb	m	0,3	ERROR, BRECHA NO TRAPECIAL	2,6	2,7	6,6	ERROR. BRECHA NO TRAPECIAL	16,4
	ANCHO EN CORONACIÓN		Bc	m			14,55	19,68	23,59	-	33,35
	TIEMPO DE FORMACIÓN		Tf	h	0,1	0,1	0,13	0,1	0,110	0,160	0,113
	FACTOR DE ALMACENAMIENTO		Sl	-	5,1	5,1	5,1	5,1	5,1	5,1	5,1
	ESTIMACIÓN DEL CAUDAL PUNTA FROEHLIC 95b										
	CAUDAL MÁXIMO PREVISTO		Qp	m3/s	165,80	165,80	165,80	165,80	165,80	165,80	165,80

Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 02

ESTIMACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE BRECHA.
H=07,50 m.
ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE FÓRMULAS EMPÍRICAS. VALIDACIÓN DE RESULTADOS

ESTIMACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE BRECHA

PROYECTO:		BALSAS TIPO							
SECTOR:		2							
ALTURA		7,5							
ANÁLISIS Y VALIDACIÓN DE RESULTADOS									
Dada la importancia del tiempo de formación de la brecha en la generación del pico del hidrograma, es relevante poder validar los resultados. Para ello utilizaremos un estimador de la progresión de la erosión. Se considera adecuado aquel que define un desarrollo lineal, por lo que se utilizará la razón de erosión (ER) definida por la relación entre el ancho medio de brecha y el tiempo de formación. Diversos autores han indicado los intervalos de fiabilidad relacionando dicho parámetro con la altura de agua movilizable, (Hw), quedando estos entre 1.6 y 21. Por otro lado, el agua almacenada puede condicionar el desarrollo completo de la brecha, por lo que se apunta como indicador de la validez de los resultados, la relación entre el ancho medio respecto de la altura de brecha (Bavg/Hb). En este caso si el indicador ofrece un valor inferior a 0.6, no se puede afirmar que se complete la brecha, quedando como apertura una geometría cuadrangular de ancho D.									
COMPROBACIÓN DEL DESARROLLO DE BRECHA (completa vs parcial)	(Bavg/Hb)	0,93	1,30	1,01	1,31	1,77	-	2,92
Se considera desarrollada si (Bavg/Hb)>0.60	(Bavg/Tf)	79,85	111,79	66,80	86,84	136,89	-	33,35
RAZÓN DE EROSIÓN (ER)								
COMPROBACIÓN DEL PROGRESO DE LA BRECHA (lineal vs no lineal)	(ER/Hw)	10,65	14,91	8,91	11,58	18,25	-	4,45
Se puede considerar razonable la ratio de erosión si 1.6<(ER/Hw)<21								
COMPROBACIÓN BOWLES T de formación (h)	T=2*Vw/Qp	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13
Si tiempo de formación de brecha es menor que la comprobación de Bowles se adopta								
RAZÓN DE TIEMPOS (Tbowles/Tf)		1,29	1,29	0,99	0,99	1,16	0,80	1,13

* *DIQUE DE CIERRE DE MATERIALES SUELTOS HOMOGÉNEO, ASUMIENDO MÁXIMO ALMACENAMIENTO EN LA FASE DE COLAPSO*
** *A utlizar en el método de MACDONALD & LANGRIDGE-MONOPOLIS 84 (MLM84)*
*** *Wb en el método de MACDONALD & LANGRIDGE-MONOPOLIS 84 (MLM84)*

ESQUEMAS

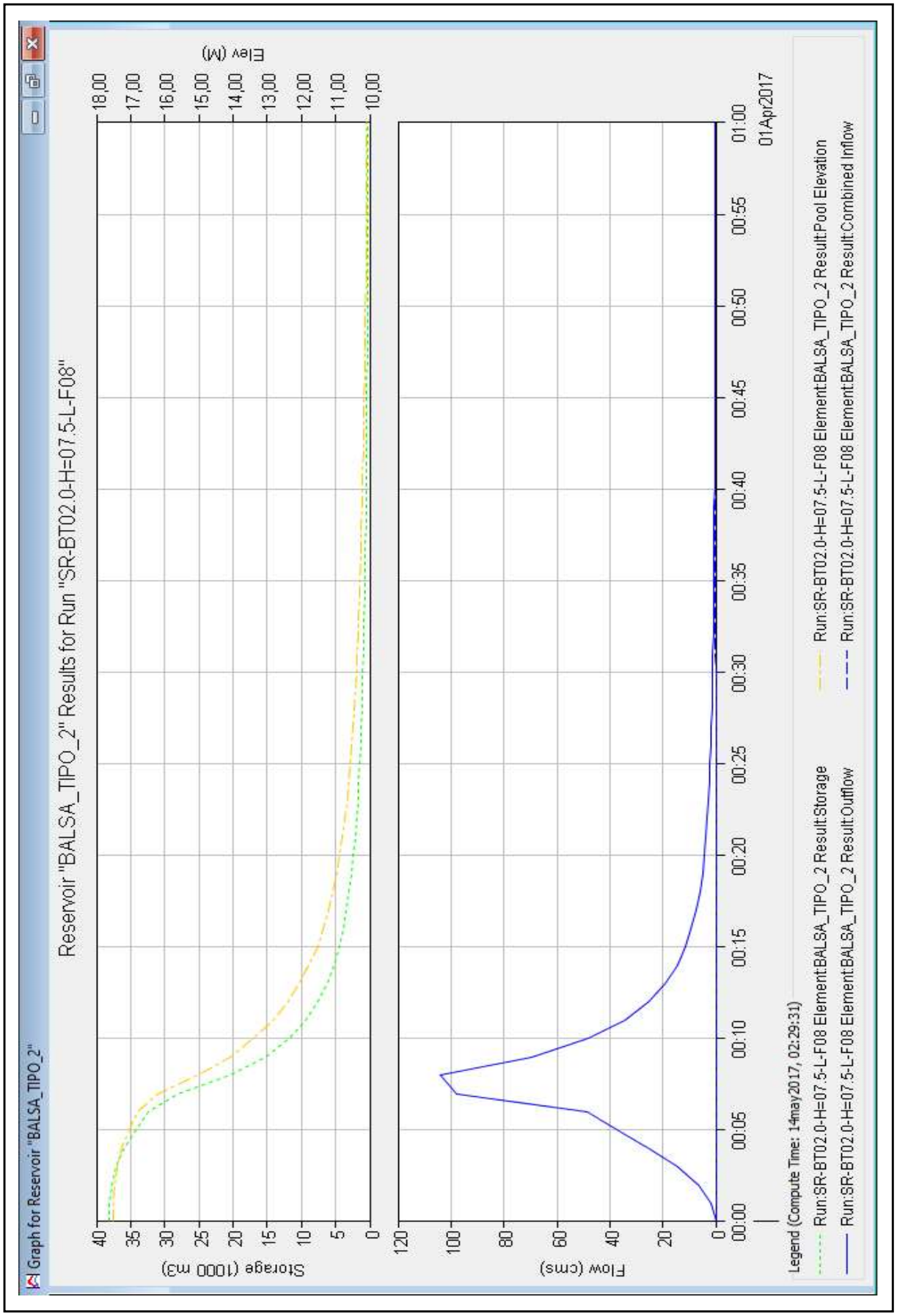
Variables de formación de la brecha completa

Variables de formación de la brecha incompleta

Fuente: GUIDELINES FOR DAM BREACH ANALYSIS. STATE OF COLORADO-DEPARTMENT OF NATURAL RESOURCES-DIVISION OF WATER RESOURCES. 10/02/2010

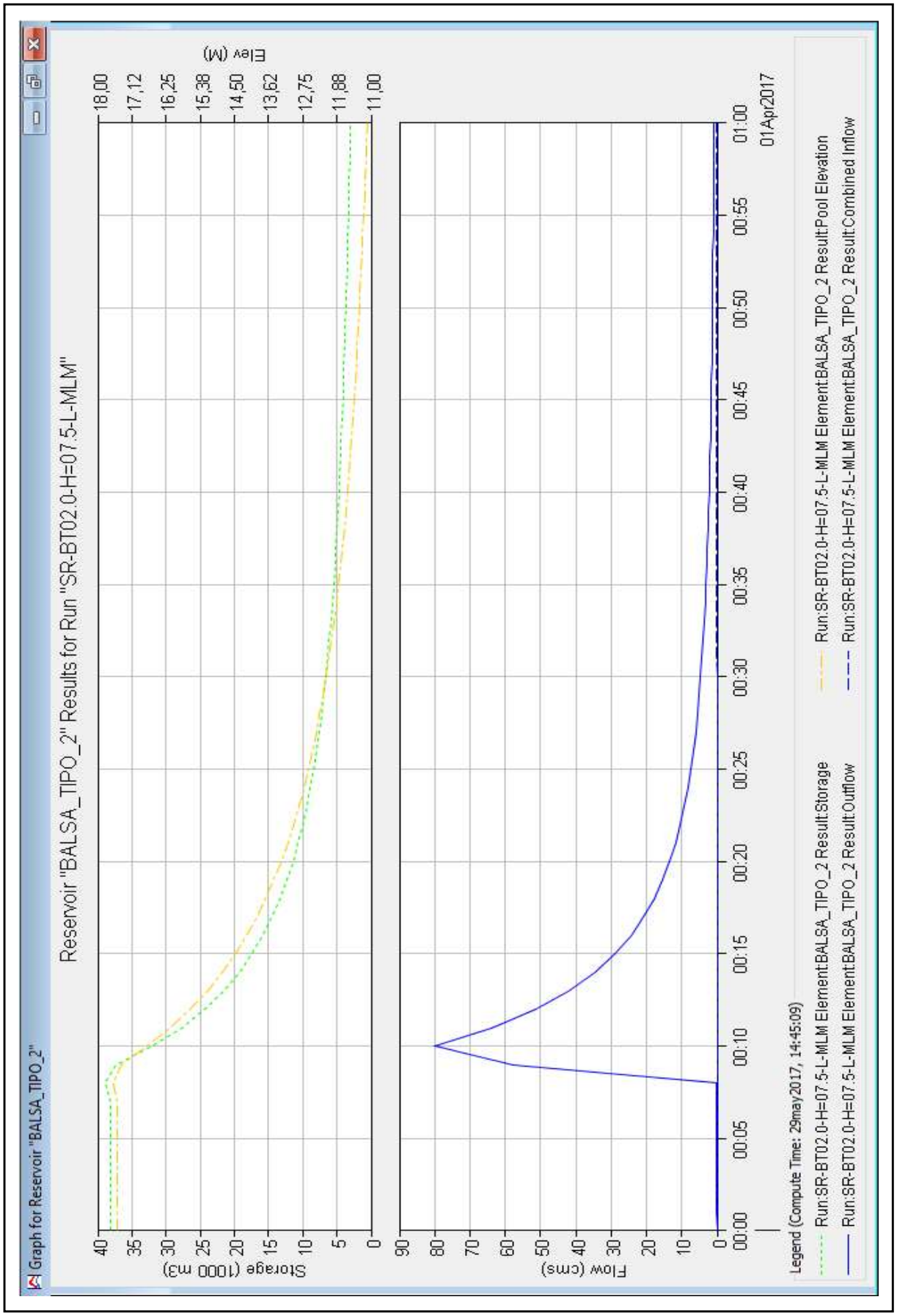
Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 02

HIDROGRAMA DE VERTIDO Y CURVA DE VACIADO PARA H=7.50 m. ESCENARIO (NMN-SOLERA) APLICACIÓN FÓRMULA F08



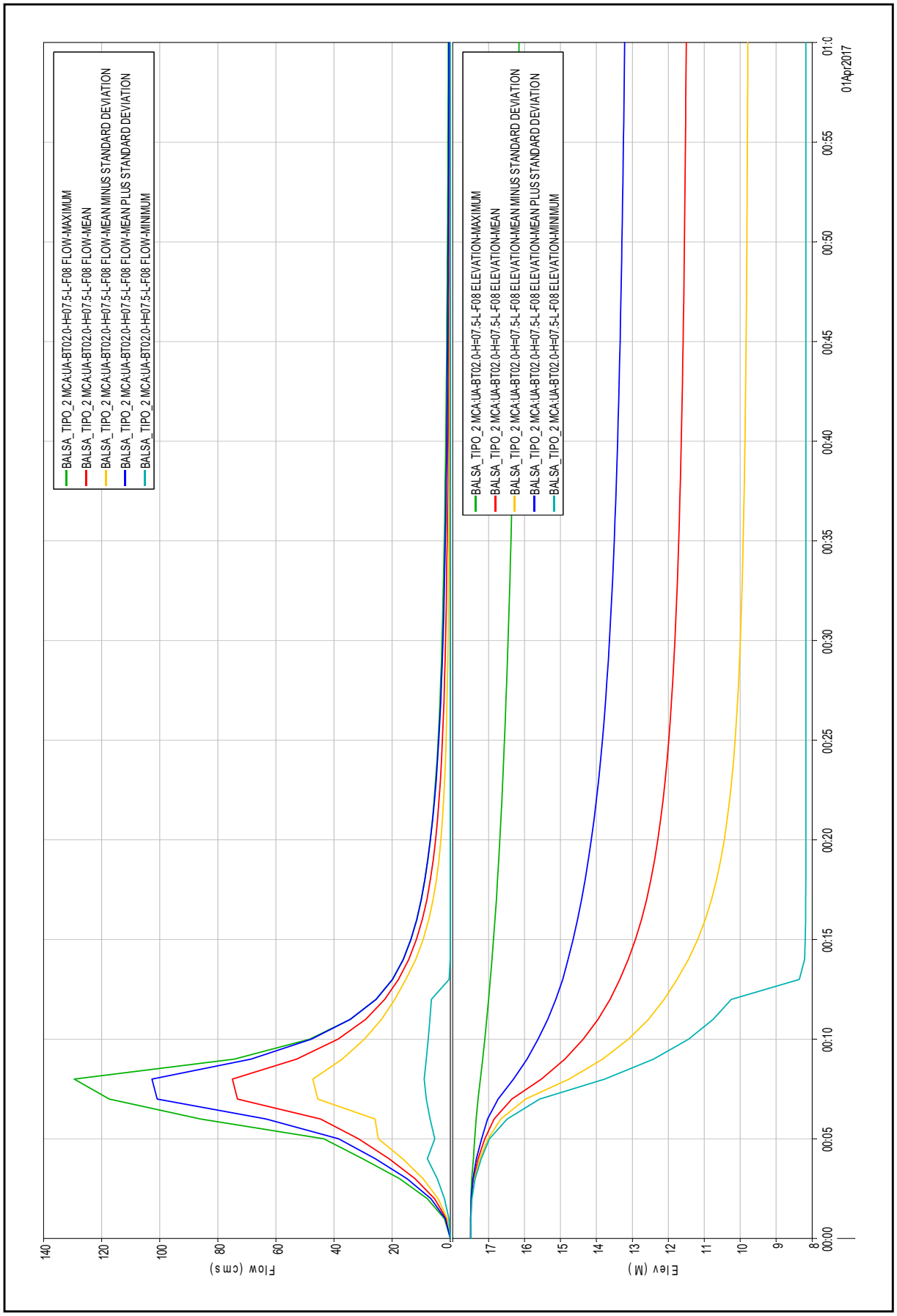
Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 02

HIDROGRAMA DE VERTIDO Y CURVA DE VACIADO PARA H=7.50 m. ESCENARIO (NMN-SOLERA) APLICACIÓN FÓRMULA MLM84



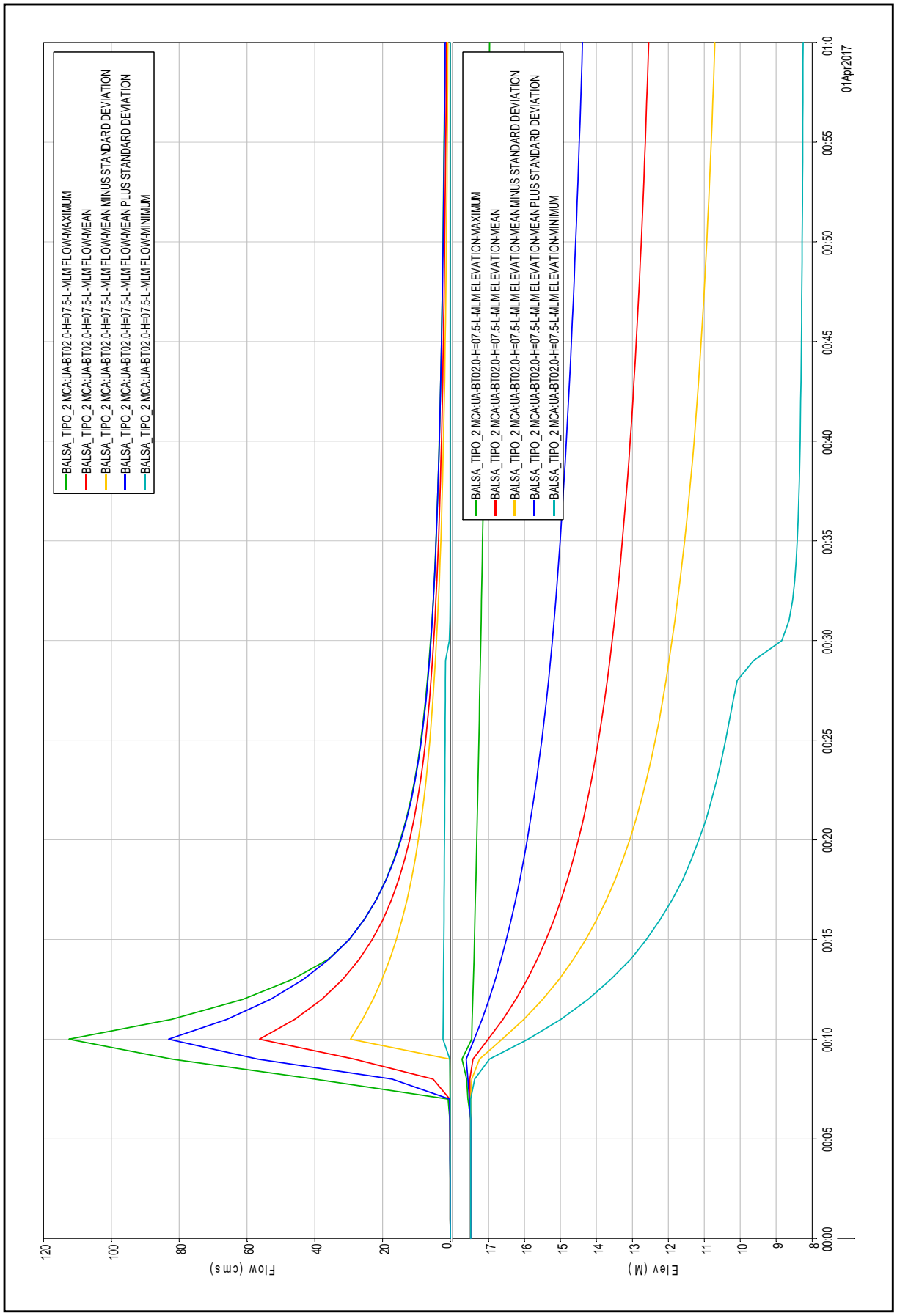
Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 02

APLICACIÓN DEL MÉTODO DE MONTECARLO EN LA CALIBRACIÓN DEL FONDO DE BRECHA (5.000 SIMULACIONES) HIDROGRAMAS DE VERTIDO Y VARIACIÓN DEL NIVEL EMBALSADO. (H=07.50 m.) APLICACIÓN FÓRMULA F08



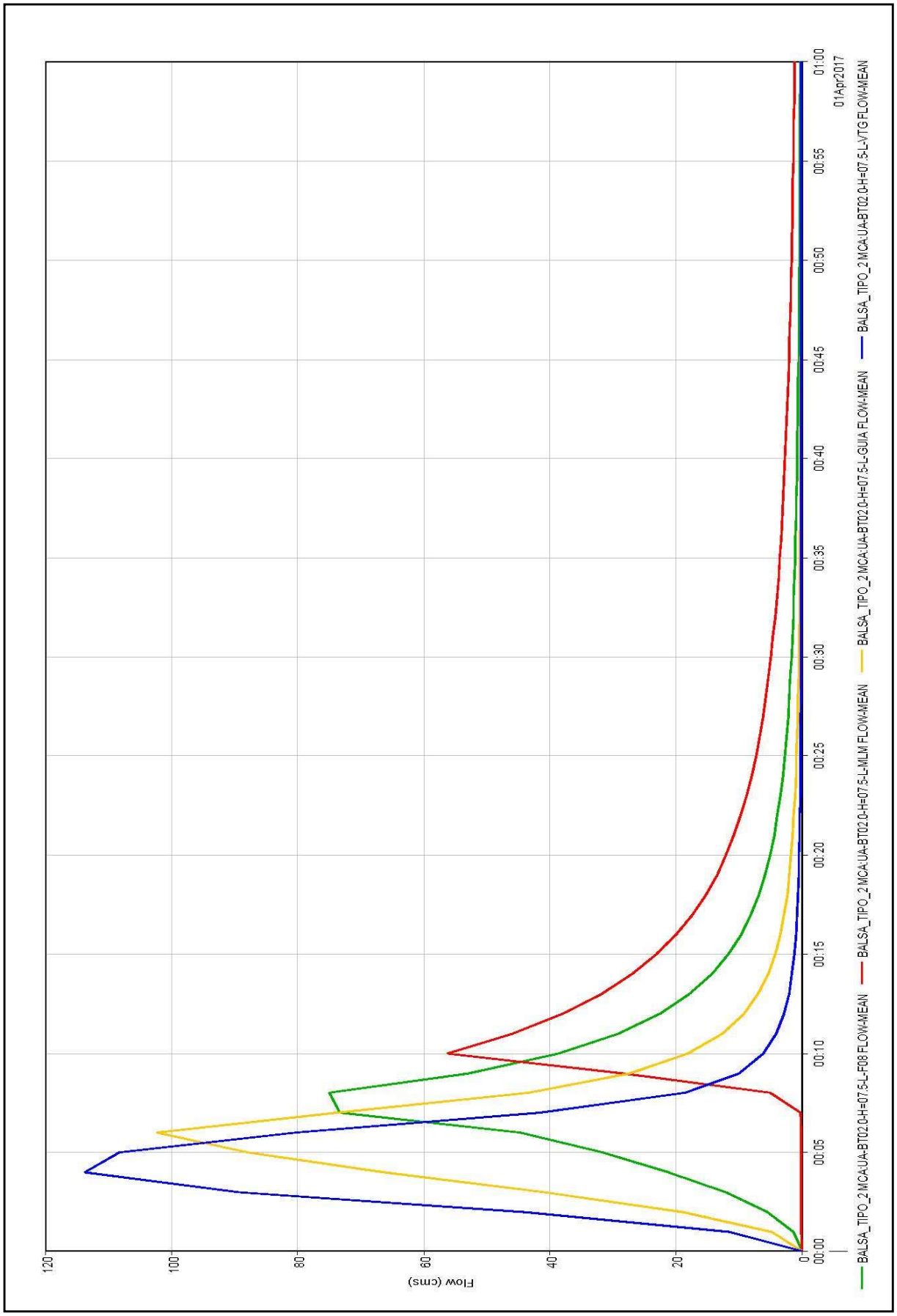
Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 02

APLICACIÓN DEL MÉTODO DE MONTECARLO EN LA CALIBRACIÓN DEL FONDO DE BRECHA (5.000 SIMULACIONES) HIDROGRAMAS DE VERTIDO Y VARIACIÓN DEL NIVEL EMBALSADO. (H=07.50 m.) APLICACIÓN FÓRMULA MLM84



Características de las balsas sintéticas.
BALSA TIPO 02
(Hw=07.50 m.)

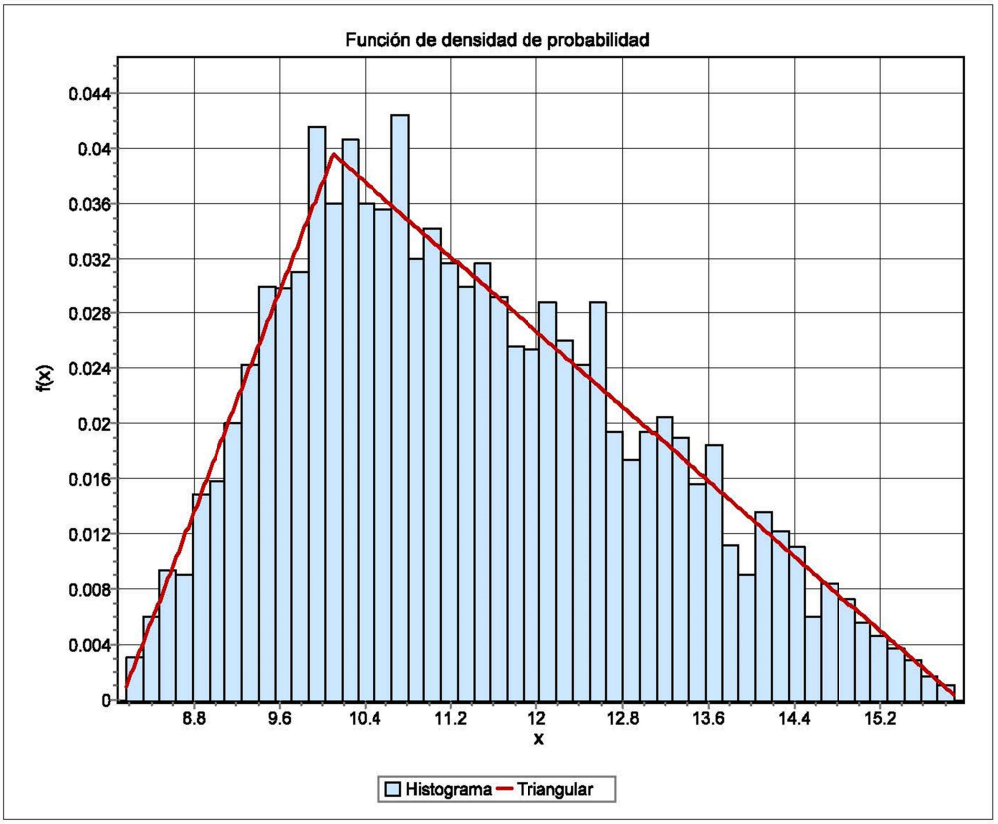
ESTUDIO COMPARATIVO DE LA VARIABILIDAD DEL HIDROGRAMA DE VERTIDO EN FUNCIÓN DE LA CARGA DE AGUA MOVILIZABLE (Hw)
APLICACIÓN FÓRMULAS
F08-MLM84-GUIA-VTG

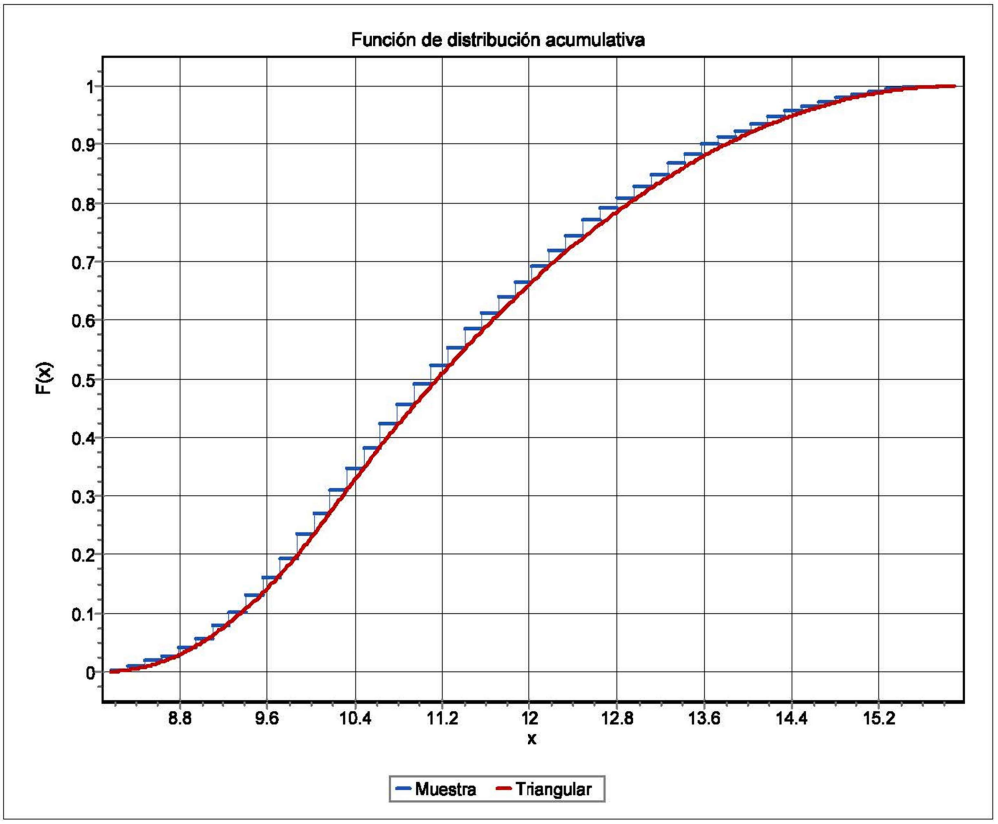


Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 02

M. DE MONTECARLO (FONDO DE BRECHA) ANÁLISIS ESTADISTICO RESULTADOS (Hw=07.50 m.) AJUSTE DE LA FUNCIÓN DE DISTRIBUCIÓN. FUNCIÓN DE DENSIDAD Y FUNCIÓN DE DISTRIBUCIÓN ACUMULATIVA

En el eje de abcisas se representa la variabilidad de la cota del fondo de brecha, considerando la cota +10.00 la solera interior de la balsa.

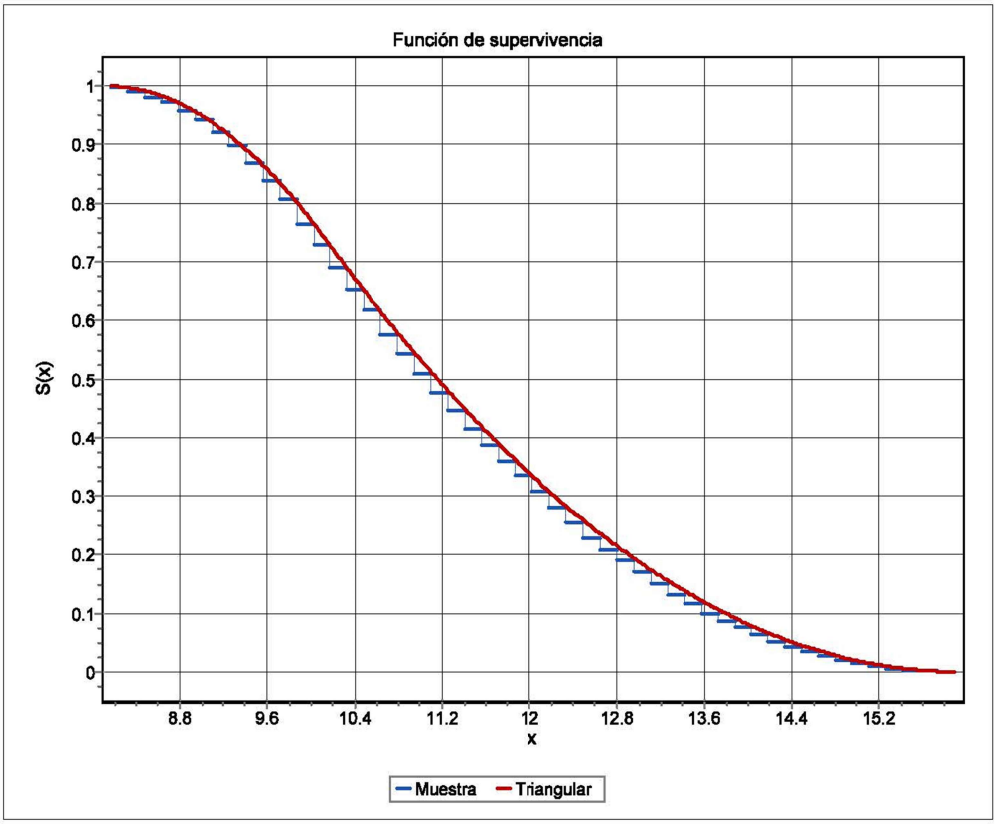


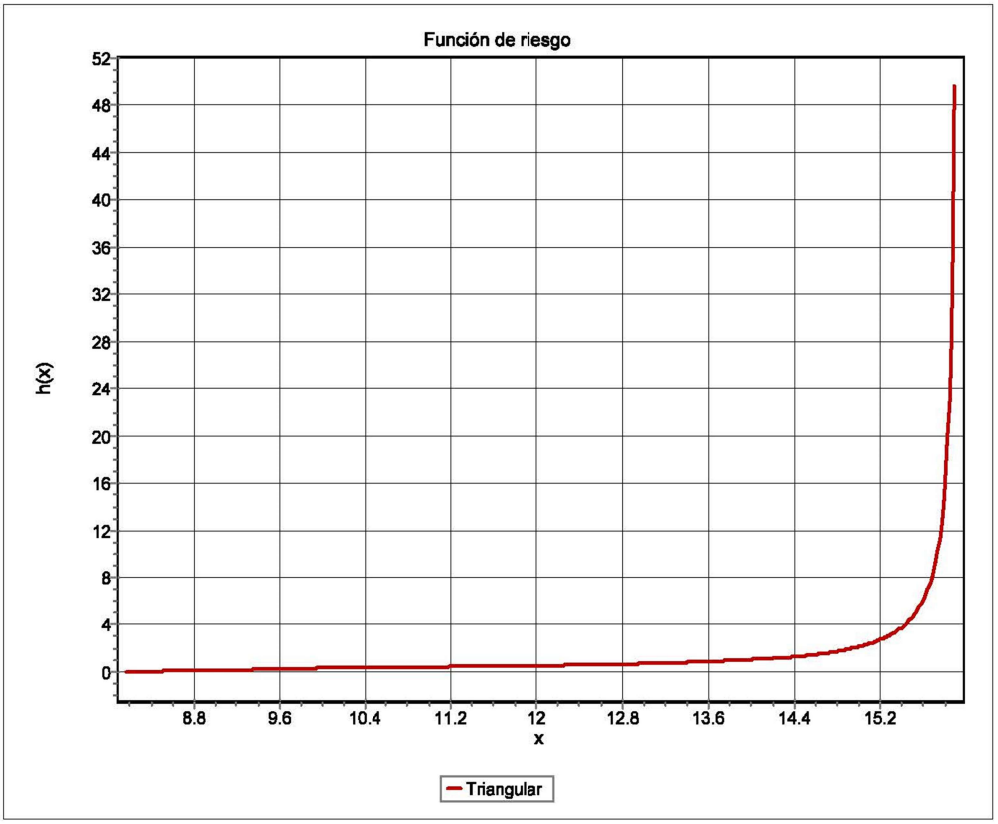


Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 02

M. DE MONTECARLO (FONDO DE BRECHA) ANÁLISIS ESTADISTICO RESULTADOS (Hw=07.50 m.) AJUSTE DE LA FUNCIÓN DE DISTRIBUCIÓN. FUNCIÓN DE SUPERVIVENCIA Y FUNCIÓN DE RIESGO

En el eje de abcisas se representa la variabilidad de la cota del fondo de brecha, considerando la cota +10.00 la solera interior de la balsa.

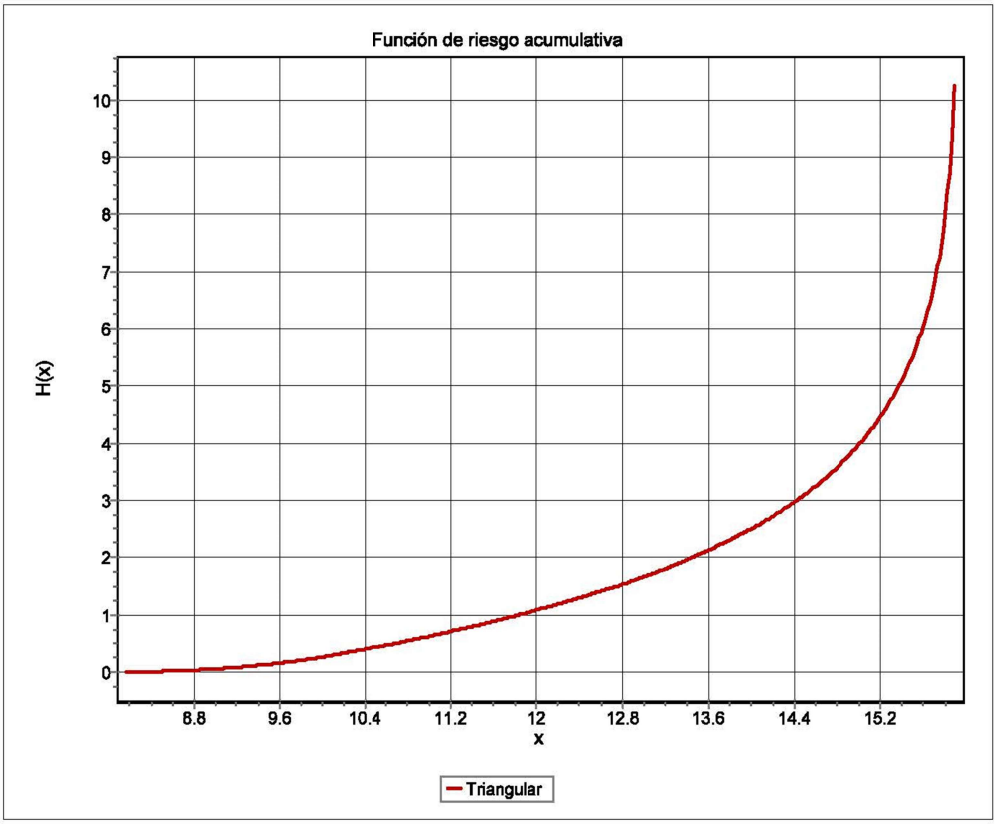


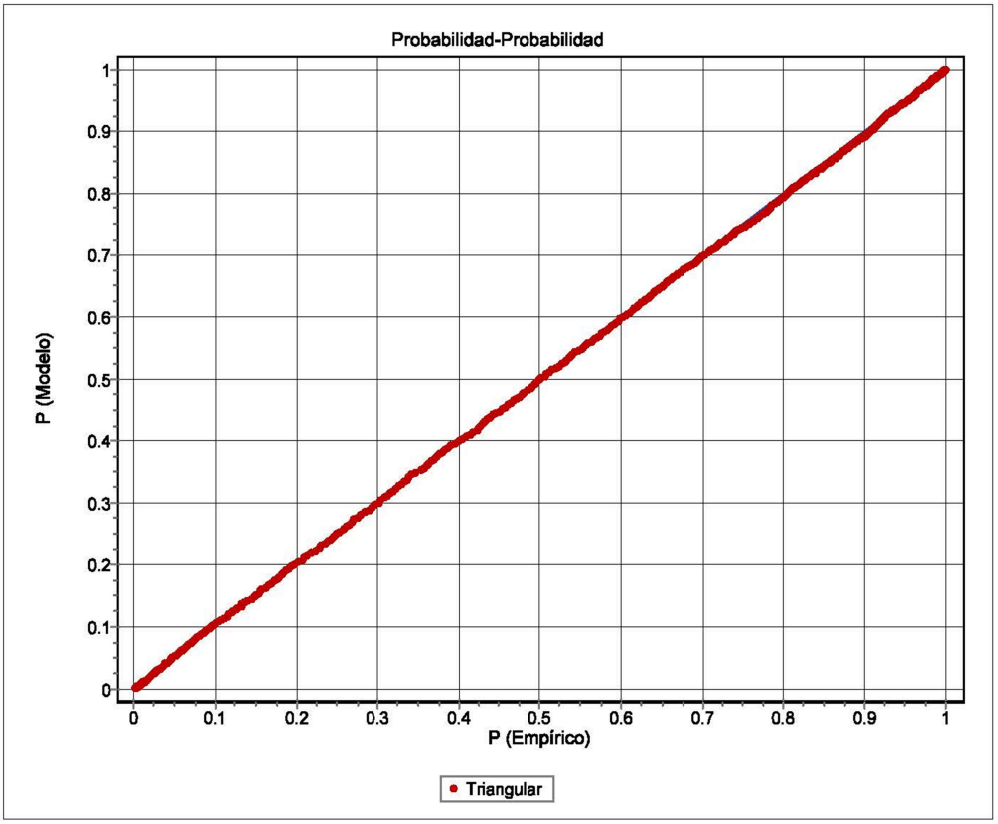


Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 02

M. DE MONTECARLO (FONDO DE BRECHA) ANÁLISIS ESTADISTICO RESULTADOS (Hw=07.50 m.) AJUSTE DE LA FUNCIÓN DE DISTRIBUCIÓN. FUNCIÓN DE RIESGO ACUMULATIVA Y GRÁFICO P-P

En el eje de abcisas se representa la variabilidad de la cota del fondo de brecha, considerando la cota +10.00 la solera interior de la balsa.

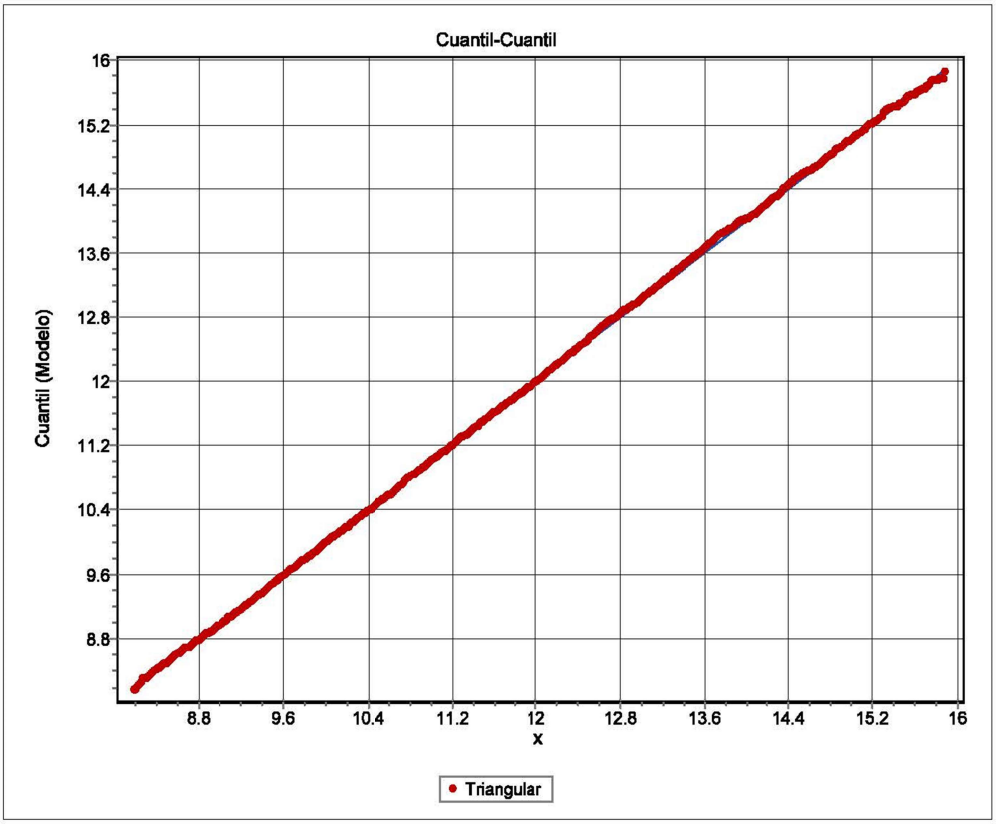


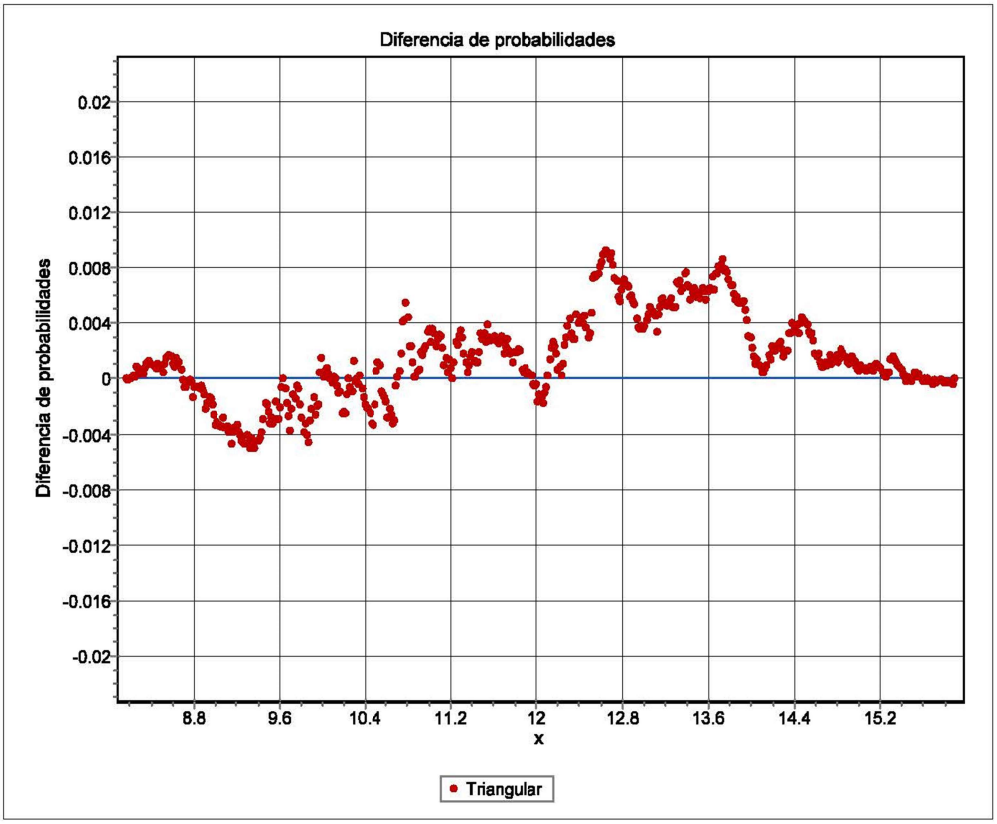


Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 02

M. DE MONTECARLO (FONDO DE BRECHA) ANÁLISIS ESTADISTICO RESULTADOS (Hw=07.50 m.) AJUSTE DE LA FUNCIÓN DE DISTRIBUCIÓN. GRÁFICO Q-Q Y DIFERENCIA DE PROBABILIDADES

En el eje de abcisas se representa la variabilidad de la cota del fondo de brecha, considerando la cota +10.00 la solera interior de la balsa.



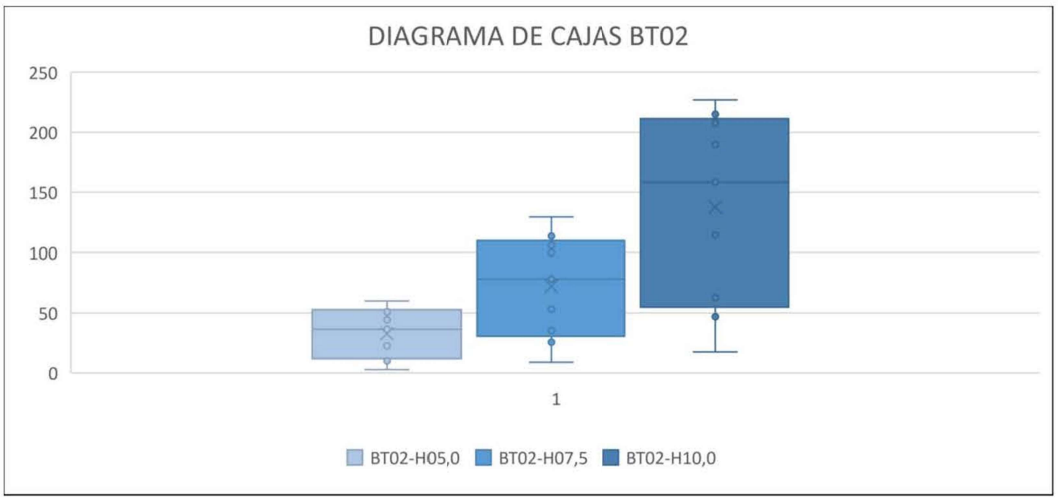


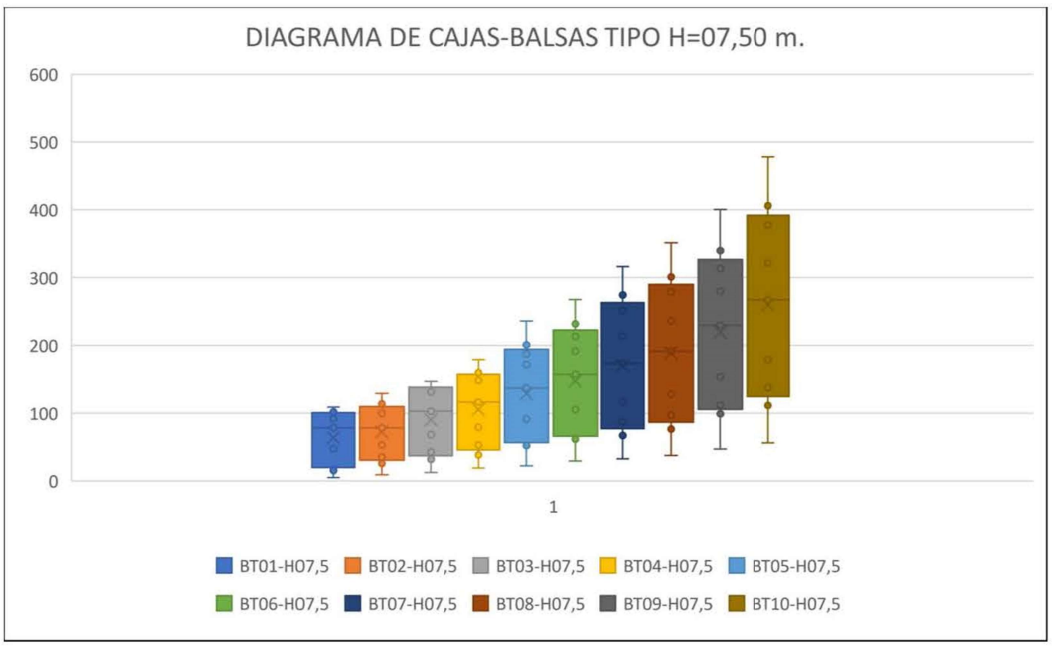
Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 02

M. DE MONTECARLO (CAUDAL MÁXIMO) ANÁLISIS ESTADISTICO RESULTADOS (Hw=07.50 m.) ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA. DIAGRAMAS DE CAJAS

CAUDALES MÁXIMOS (M. MONTECARLO) Estadística descriptiva					Parámetros Ajuste	
BALSA	BT02					
ALTURA Hw (m)	7,50					
AJUSTE	WAKEBY					
Estadística	**Valor**	**Percentil %**	**Valor**	**Obs**		
Tamaño de la muestra	5000	1	8,95	Min		
Rango	120,51	5	25,79			
Media	75,409	10	35,33			
Varianza	779,18	25	53,3	Q1		
Desviación estándar	27,914	50	78,26	Mediana		
Coef, de variación	0,37017	75	99,82	Q3		
Error estándar	0,39476	90	106			
Asimetría	-0,36436	95	113,7			
Curtosis	-0,92099	99	129,5	Max	I.C.$\bar{X}$ (95%)	0,774

α	142,69
β	2,3052
γ	22,568
δ	-0,52226
ξ	17,411

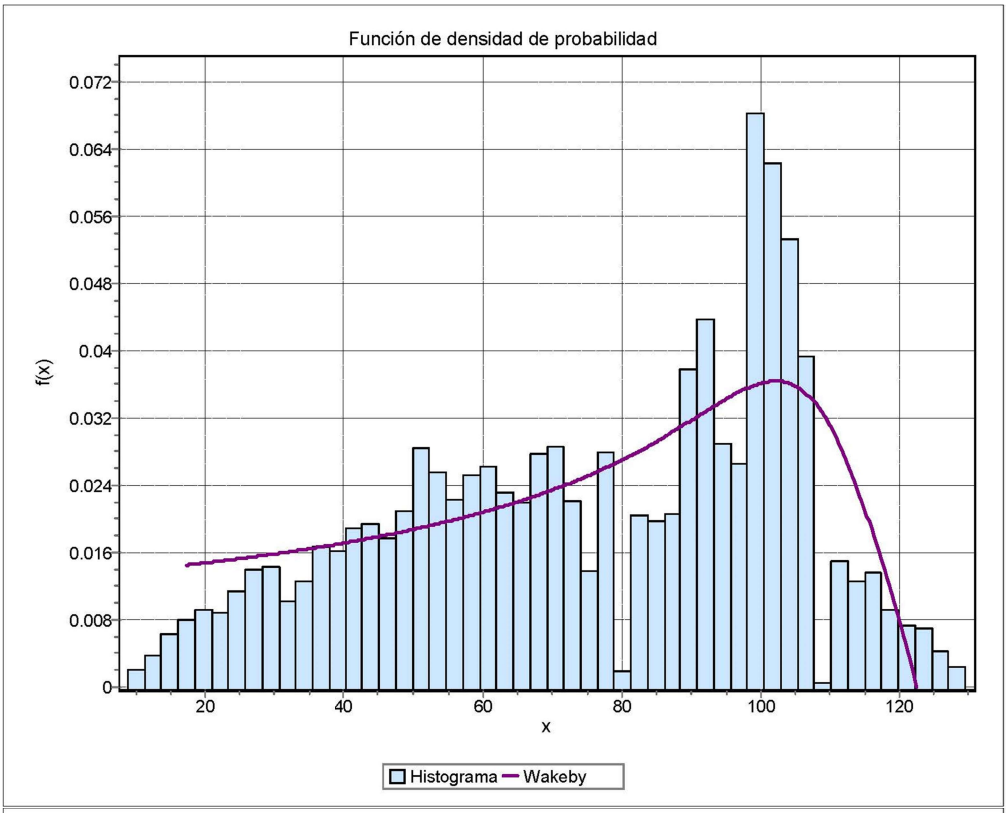


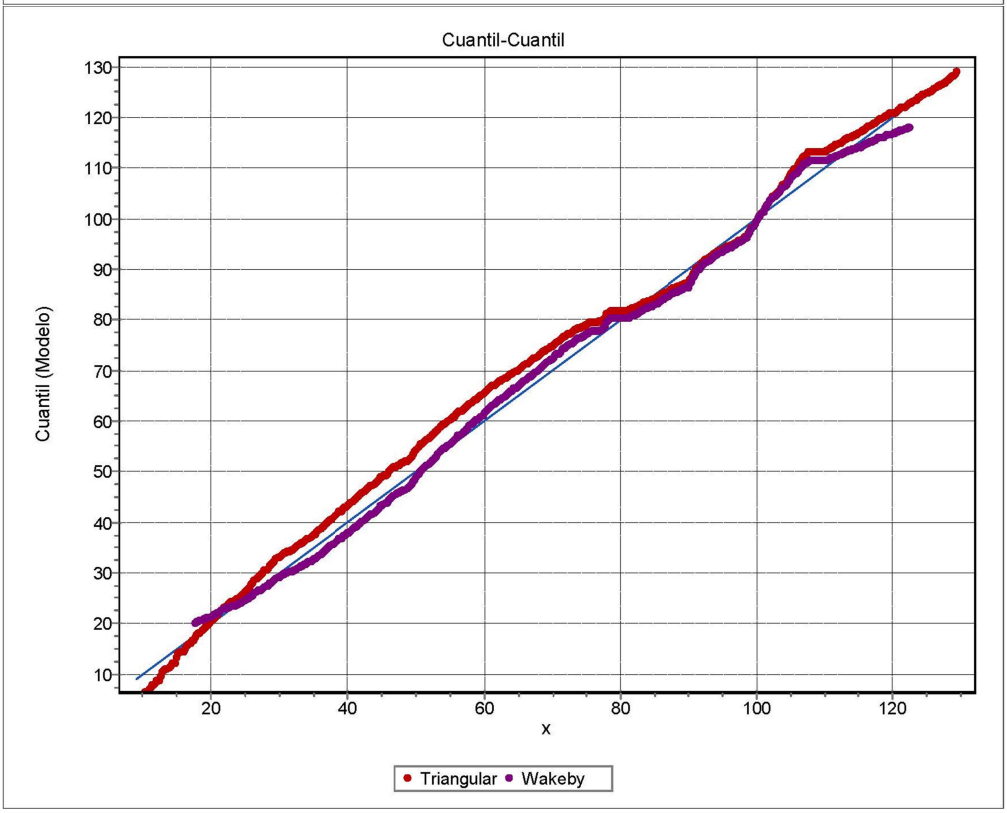


Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 02

M. DE MONTECARLO (CAUDAL MÁXIMO) ANÁLISIS ESTADISTICO RESULTADOS (Hw=07.50 m.) AJUSTE DE LA FUNCIÓN DE DISTRIBUCIÓN. FUNCIÓN DE DENSIDAD Y GRÁFICO Q-Q

En el eje de abscisas se representa la variabilidad de los caudales máximos simulados, a partir del fondo de brecha, y considerando la evolución de su crecimiento atendiendo a la geometría de F08.





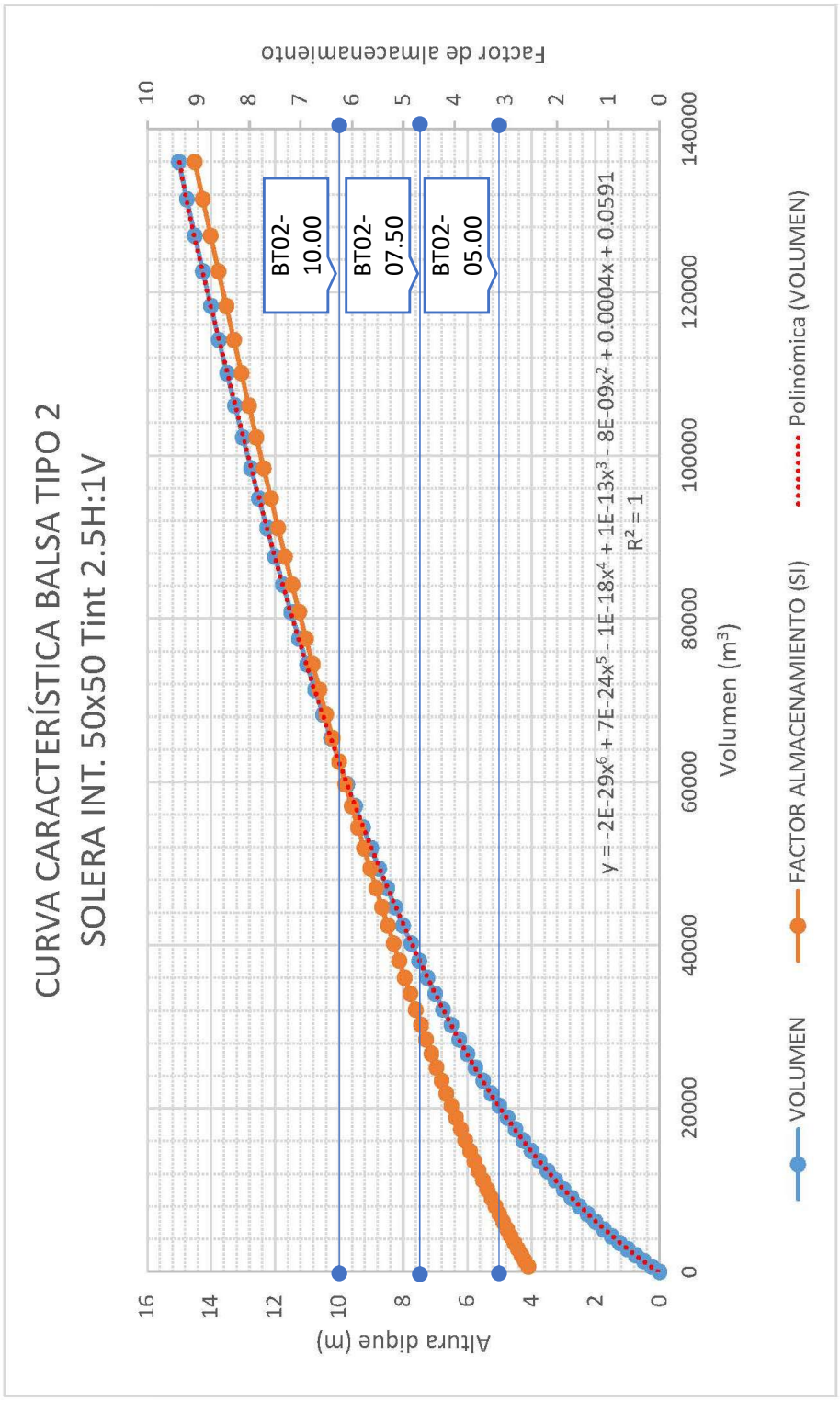
Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 02

GEOMETRÍA

- ALTURA LÁMINA Hw= 05.0 m.
- RESGUARDO = 1.0 m.
- ANCHO CORONACIÓN= 05.0 m

Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 02

CURVA CARACTERÍSTICA vs FACTOR DE ALMACENAMIENTO



Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 02

ESTIMACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE BRECHA.
H=05,00 m.
ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE FÓRMULAS EMPÍRICAS

ESTIMACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE BRECHA

PROYECTO:			**BALSAS TIPO**									
SECTOR:			**2**									
ALTURA			**5**									
CARACTERÍSTICA*		MÉTODO	FROEHLICH 95a			FROEHLICH 08			GUÍA TÉCNICA	MACDONALD & LANGRIDGE-MONOPOLIS 84	VTG	
MODO DE FALLO (S=SIFONAMIENTO;D=DESBORDAMIENTO)		Mf	S	D		S	D		S	S	S	
CARGA DE AGUA MOVILIZABLE		Hw	m	5	5	5	5		5	5	5	
VOLUMEN ALMACENADO EN Hw EN EL COLAPSO		Vw	m3	20312,5	20312,5	20312,5	20312,5		20312,5	20312,5	20312,5	
SUPERFICIE OCUPADA EN Hw		As	m2	5625	5625	5625	5625		5625	5625	5625	
RESGUARDO		r	m	1	1	1	1		1	1	1	
ALTURA DE BRECHA COMPLETA		Hb	m	6	6	6	6		6	6	6	
FACTOR CORRECTOR POR MODO DE FALLO		Ko	-	1	1,4	1	1,3					
TALUD DE LA BRECHA		Zb	Z(H):1(V)	0,9	1,4	0,7	1		1	0,5	1	
**	TALUD DEL DIQUE AGUAS ARRIBA	Z_1	Z(H):1(V)							2,5		
	TALUD DEL DIQUE AGUAS ABAJO	Z_2	Z(H):1(V)							2,5		
	SUMA DE TALUDES DEL DIQUE	Z_3	Z_1+Z_2							5		
	ANCHO CORONACIÓN DEL DIQUE	C	m							5		
	VOLUMEN EROSIONABLE DEL DIQUE	Ve	m3							184,8		
TIPOLOGIA DEL DIQUE		Td	Pequeña Presa Clasificable			Pequeña Presa Clasificable			Pequeña Presa Clasificable	Pequeña Presa Clasificable	Pequeña Presa Clasificable	
COTA SOLERA BRECHA		Cs	m	10	10	10	10		10	10	10	
COTA CORONACIÓN		Cc	m	16	16	16	16		16	16	16	
ESTIMACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE LA BRECHA												
***	ANCHO MEDIO	Bavg	m	6,1	8,5	6,93	9,0		11,8	-	18,6	
	ANCHO EN SOLERA	Bb	m	0,7	0,1	2,7	3,0		5,8	ERROR. BRECHA NO TRAPECIAL	12,6	
	ANCHO EN CORONACIÓN	Bc	m			11,13	15,01		17,82	-	24,60	
	TIEMPO DE FORMACIÓN	Tf	h	0,1	0,1	0,13	0,1		0,114	0,120	0,075	
	FACTOR DE ALMACENAMIENTO	Sl	-	4,1	4,1	4,1	4,1		4,1	4,1	4,1	
ESTIMACIÓN DEL CAUDAL PUNTA FROEHLIC 95b												
CAUDAL MÁXIMO PREVISTO		Qp	m3/s	83,31	83,31	83,31	83,31		83,31	83,31	83,31	

Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 02

ESTIMACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE BRECHA.
H=05,00 m.
ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE FÓRMULAS EMPÍRICAS. VALIDACIÓN DE RESULTADOS

ESTIMACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE BRECHA

PROYECTO:	BALSAS TIPO							
SECTOR:	2							
ALTURA	5							
ANÁLISIS Y VALIDACIÓN DE RESULTADOS								
Dada la importancia del tiempo de formación de la brecha en la generación del pico del hidrograma, es relevante poder validar los resultados. Para ello utilizaremos un estimador de la progresión de la erosión. Se considera adecuado aquel que define un desarrollo lineal, por lo que se utilizará la razón de erosión (ER) definida por la relación entre el ancho medio de brecha y el tiempo de formación. Diversos autores han indicado los intervalos de fiabilidad relacionando dicho parámetro con la altura de agua movilizable, (Hw), quedando estos entre 1.6 y 21. Por otro lado, el agua almacenada puede condicionar el desarrollo completo de la brecha, por lo que se apunta como indicador de la validez de los resultados, la relación entre el ancho medio respecto de la altura de brecha (Bavg/Hb). En este caso si el indicador ofrece un valor inferior a 0.6, no se puede afirmar que se complete la brecha, quedando como apertura una geometría cuadrangular de ancho D.								
COMPROBACIÓN DEL DESARROLLO DE BRECHA (completa vs parcial)	(Bavg/Hb)	1,01	1,41	1,16	1,50	1,97	-	3,10
Se considera desarrollada si (Bavg/Hb)>0.60	(Bavg/Tf)	62,33	87,27	52,07	67,69	103,64	-	24,60
RAZÓN DE EROSIÓN (ER)								
COMPROBACIÓN DEL PROGRESO DE LA BRECHA (lineal vs no lineal)	(ER/Hw)	12,47	17,45	10,41	13,54	20,73	-	4,92
Se puede considerar razonable la ratio de erosión si 1.6<(ER/Hw)<21								
COMPROBACIÓN BOWLES T de formación (h)	T=2*Vw/Qp	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14
Si tiempo de formación de brecha es menor que la comprobación de Bowles se adopta								
RAZÓN DE TIEMPOS (Tbowles/Tf)		1,39	1,39	1,02	1,02	1,19	1,13	1,81

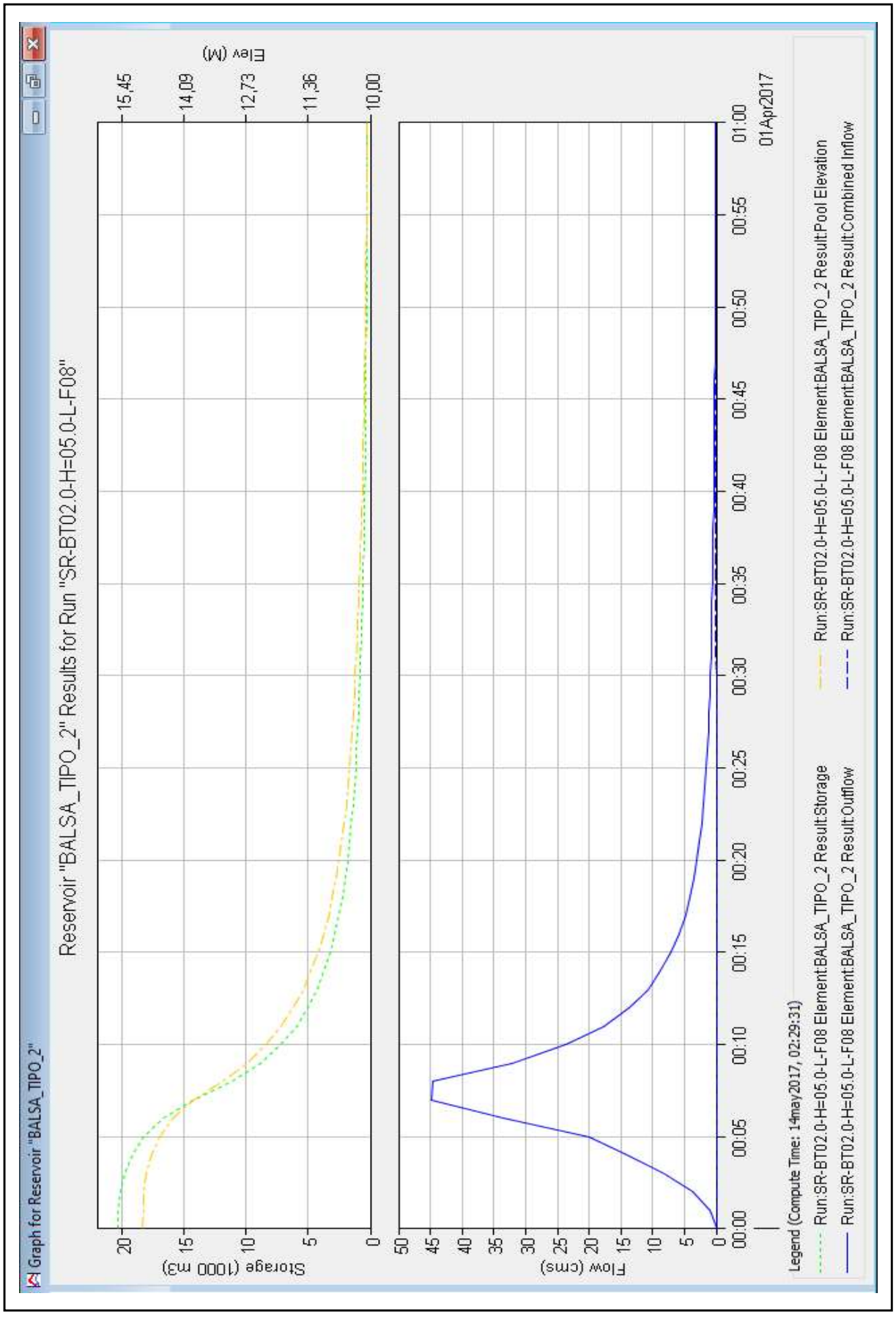
* *DIQUE DE CIERRE DE MATERIALES SUELTOS HOMOGÉNEO, ASUMIENDO MÁXIMO ALMACENAMIENTO EN LA FASE DE COLAPSO*
** *A utlizar en el método de MACDONALD & LANGRIDGE-MONOPOLIS 84 (MLM84)*
*** *Wb en el método de MACDONALD & LANGRIDGE-MONOPOLIS 84 (MLM84)*

ESQUEMAS

Fuente: GUIDELINES FOR DAM BREACH ANALYSIS. STATE OF COLORADO-DEPARTMENT OF NATURAL RESOURCES-DIVISION OF WATER RESOURCES. 10/02/2010

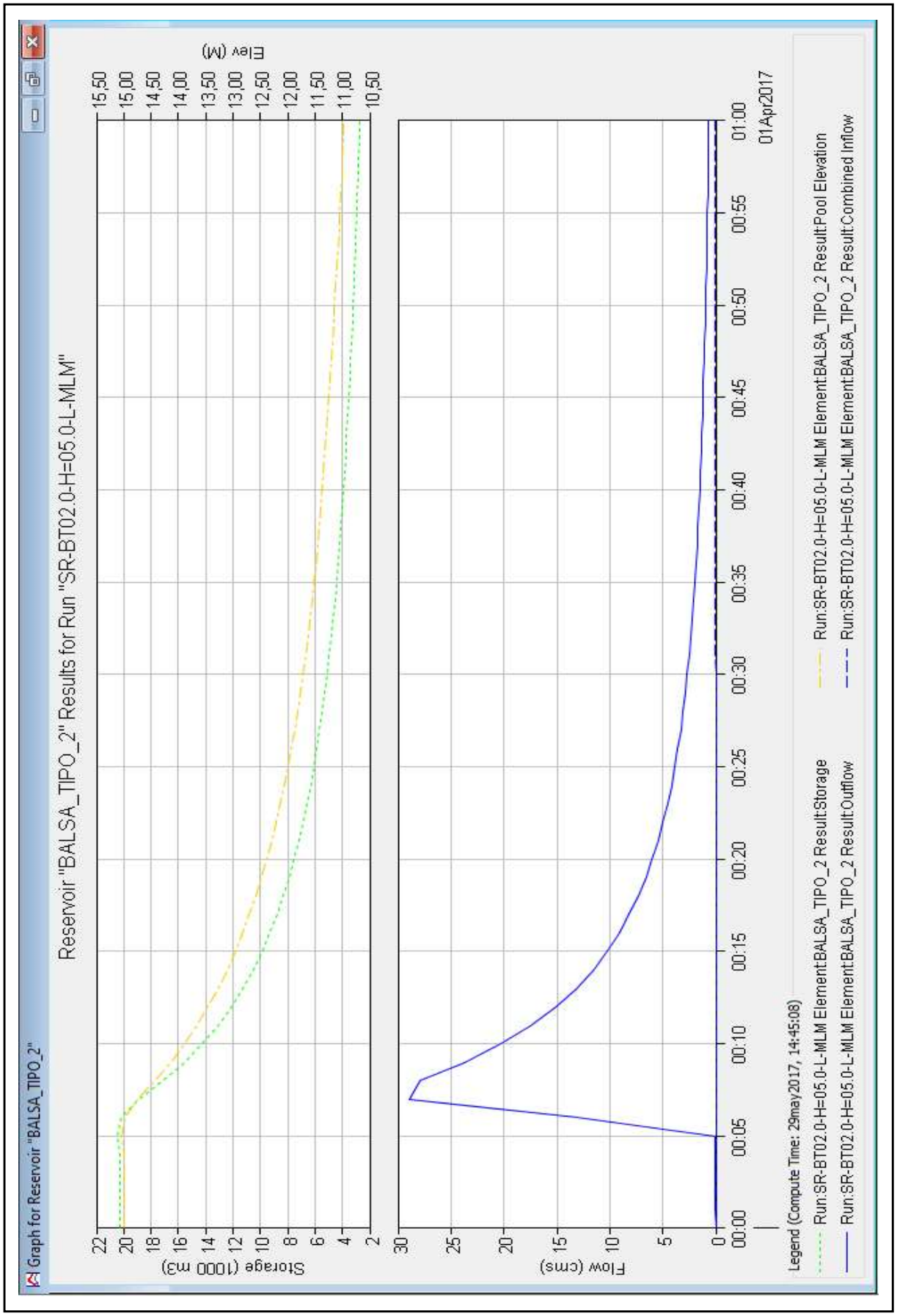
Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 02

HIDROGRAMA DE VERTIDO Y CURVA DE VACIADO PARA H=5.00 m. ESCENARIO (NMN-SOLERA) APLICACIÓN FÓRMULA F08



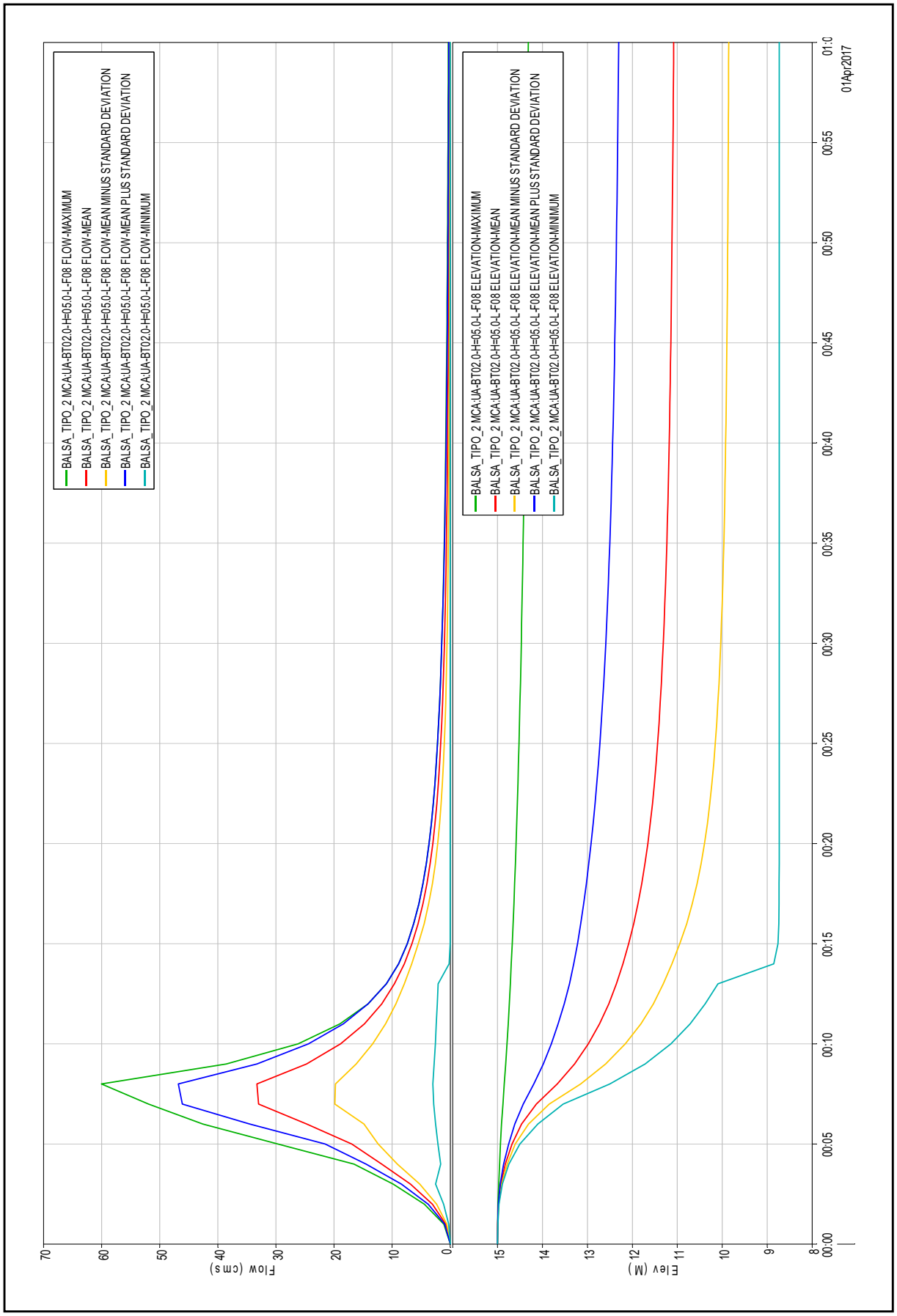
Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 02

HIDROGRAMA DE VERTIDO Y CURVA DE VACIADO PARA H=5.00 m. ESCENARIO (NMN-SOLERA) APLICACIÓN FÓRMULA MLM84



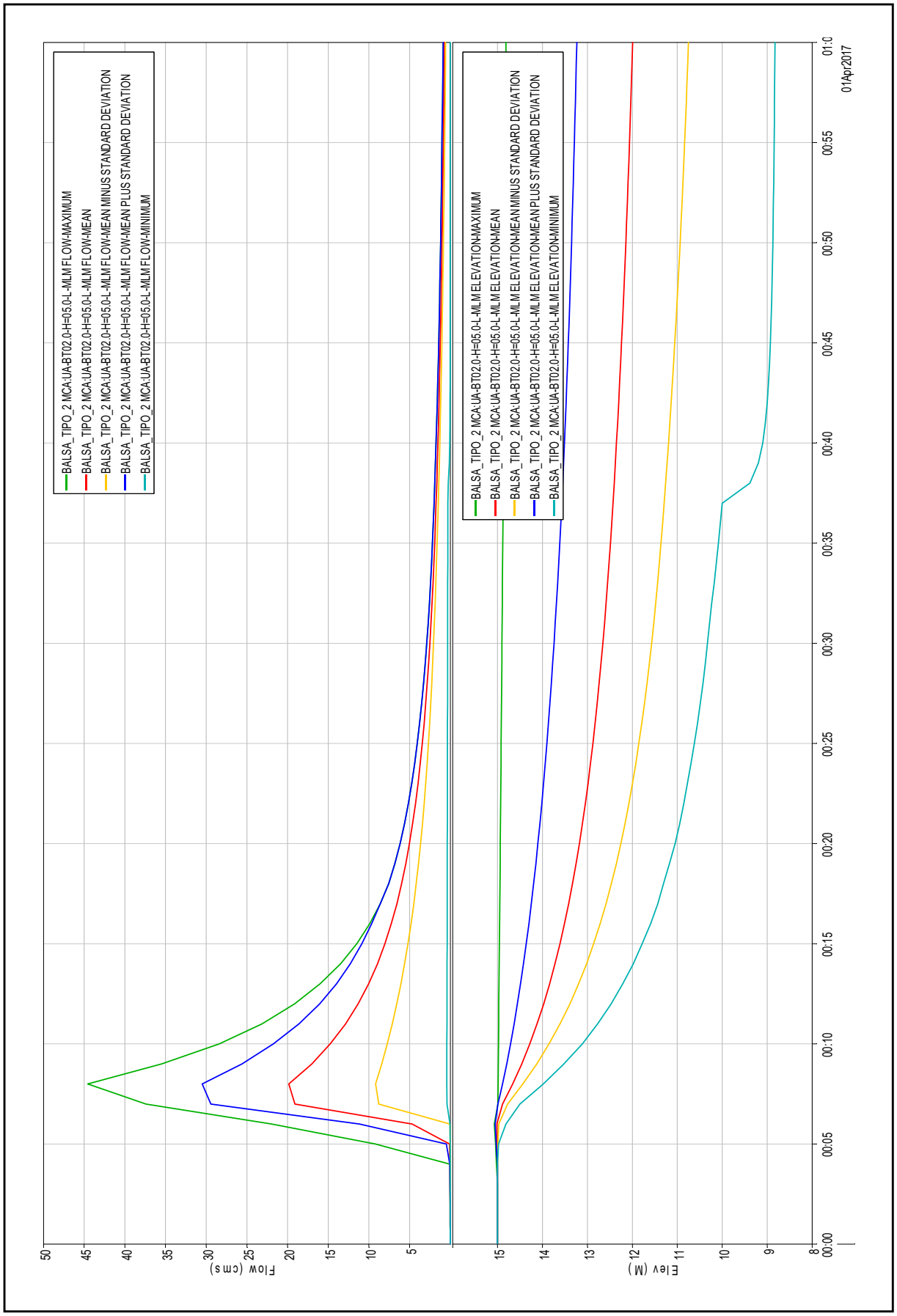
Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 02

APLICACIÓN DEL MÉTODO DE MONTECARLO EN LA CALIBRACIÓN DEL FONDO DE BRECHA (5.000 SIMULACIONES) HIDROGRAMAS DE VERTIDO Y VARIACIÓN DEL NIVEL EMBALSADO. (H=05.00 m.) APLICACIÓN FÓRMULA F08



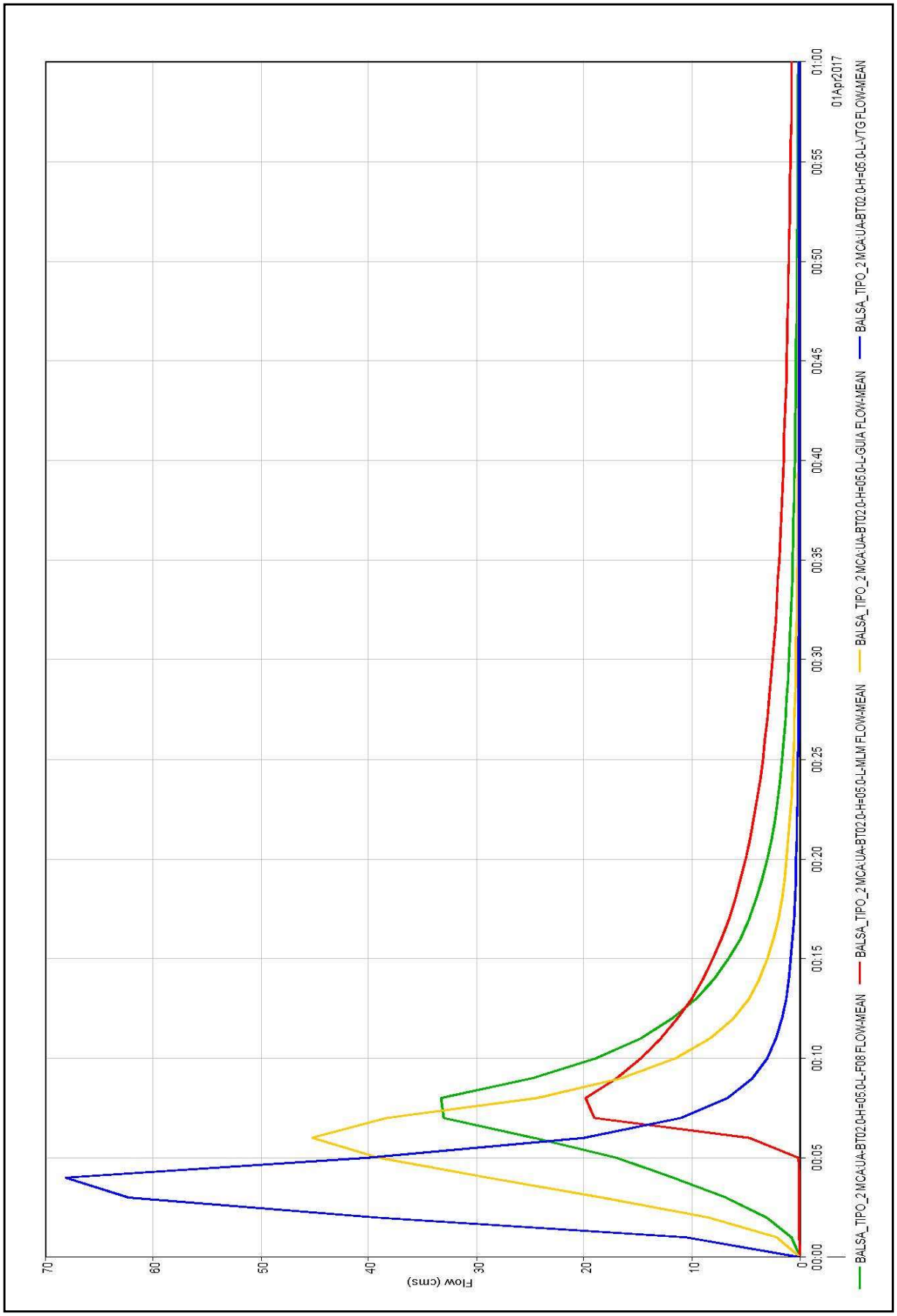
Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 02

APLICACIÓN DEL MÉTODO DE MONTECARLO EN LA CALIBRACIÓN DEL FONDO DE BRECHA (5.000 SIMULACIONES) HIDROGRAMAS DE VERTIDO Y VARIACIÓN DEL NIVEL EMBALSADO. (H=05.00 m.) APLICACIÓN FÓRMULA MLM84



Características de las balsas sintéticas.
BALSA TIPO 02
(Hw=05.00 m.)

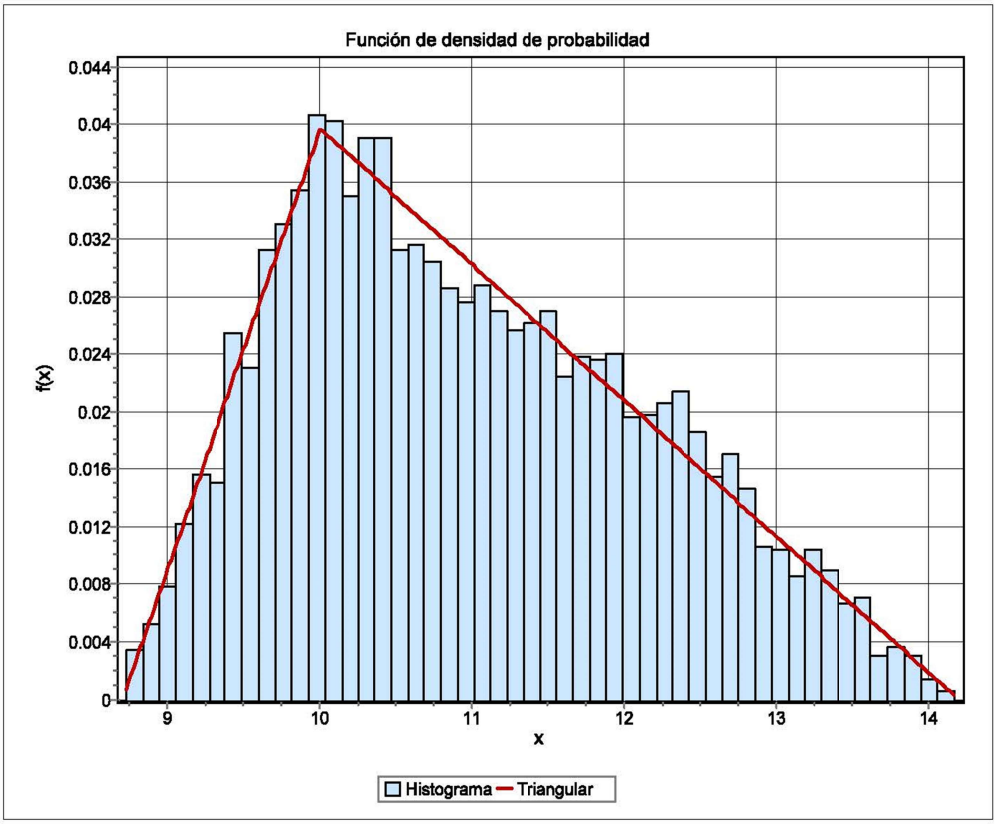
ESTUDIO COMPARATIVO DE LA VARIABILIDAD DEL HIDROGRAMA DE VERTIDO EN FUNCIÓN DE LA CARGA DE AGUA MOVILIZABLE (Hw)
APLICACIÓN FÓRMULAS
F08-MLM84-GUIA-VTG

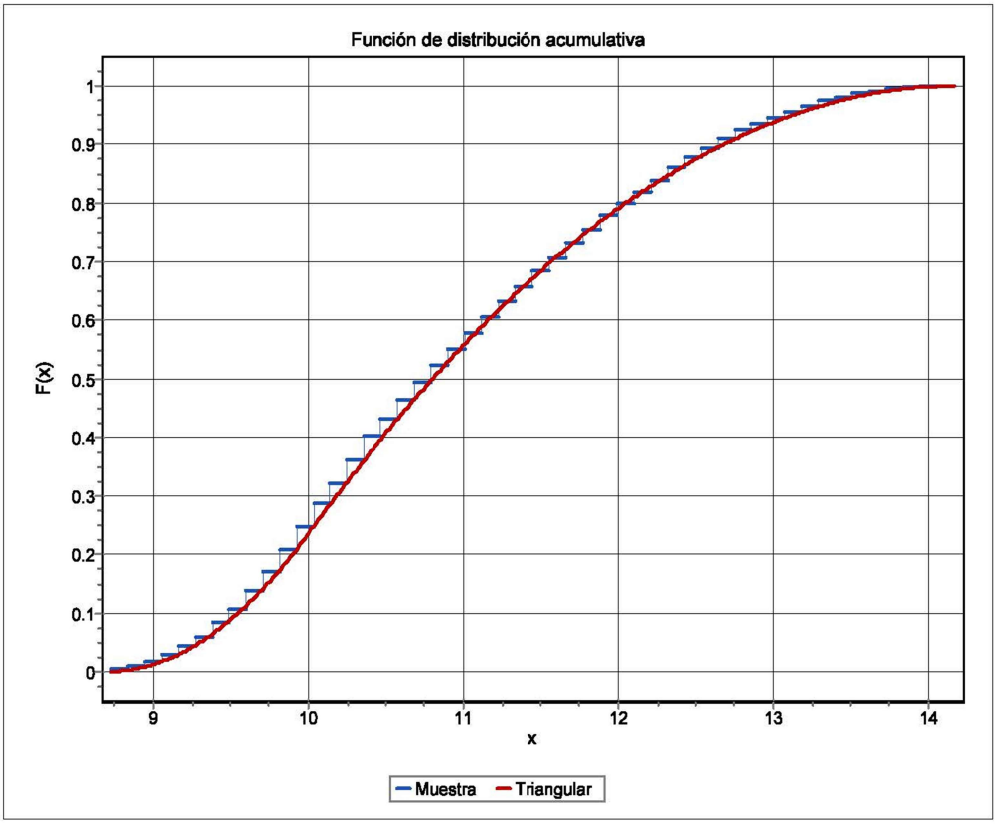


Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 02

M. DE MONTECARLO (FONDO DE BRECHA) ANÁLISIS ESTADISTICO RESULTADOS (Hw=05.00 m.) AJUSTE DE LA FUNCIÓN DE DISTRIBUCIÓN. FUNCIÓN DE DENSIDAD Y FUNCIÓN DE DISTRIBUCIÓN ACUMULATIVA

En el eje de abcisas se representa la variabilidad de la cota del fondo de brecha, considerando la cota +10.00 la solera interior de la balsa.

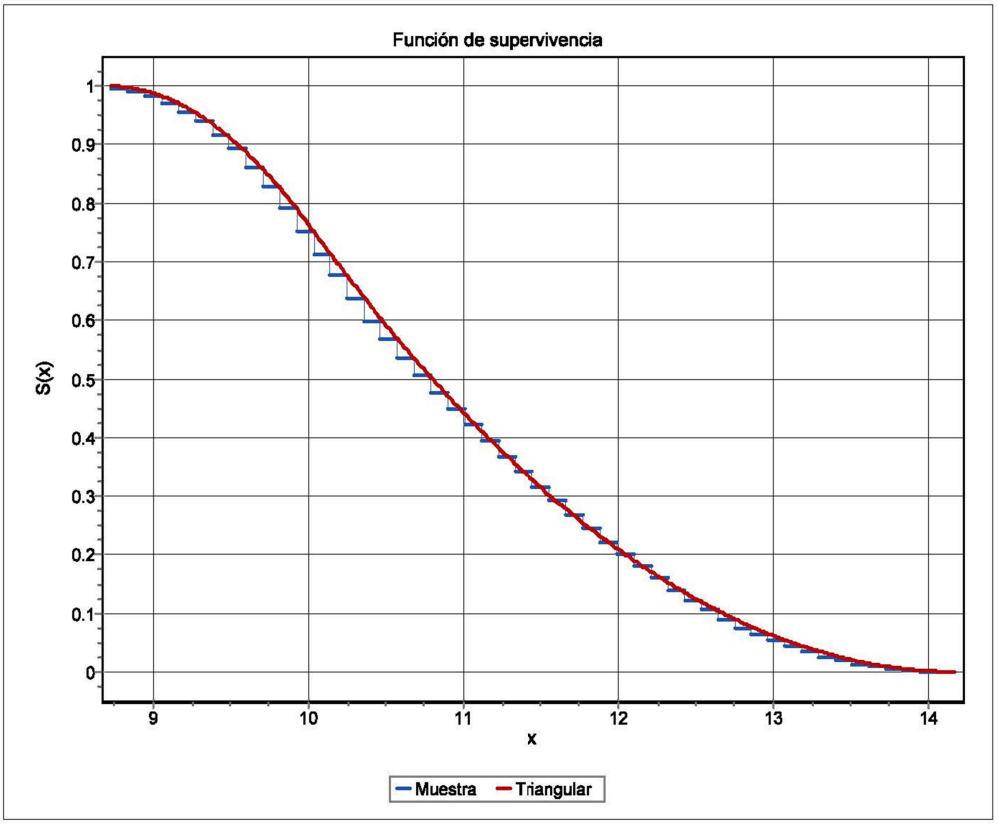


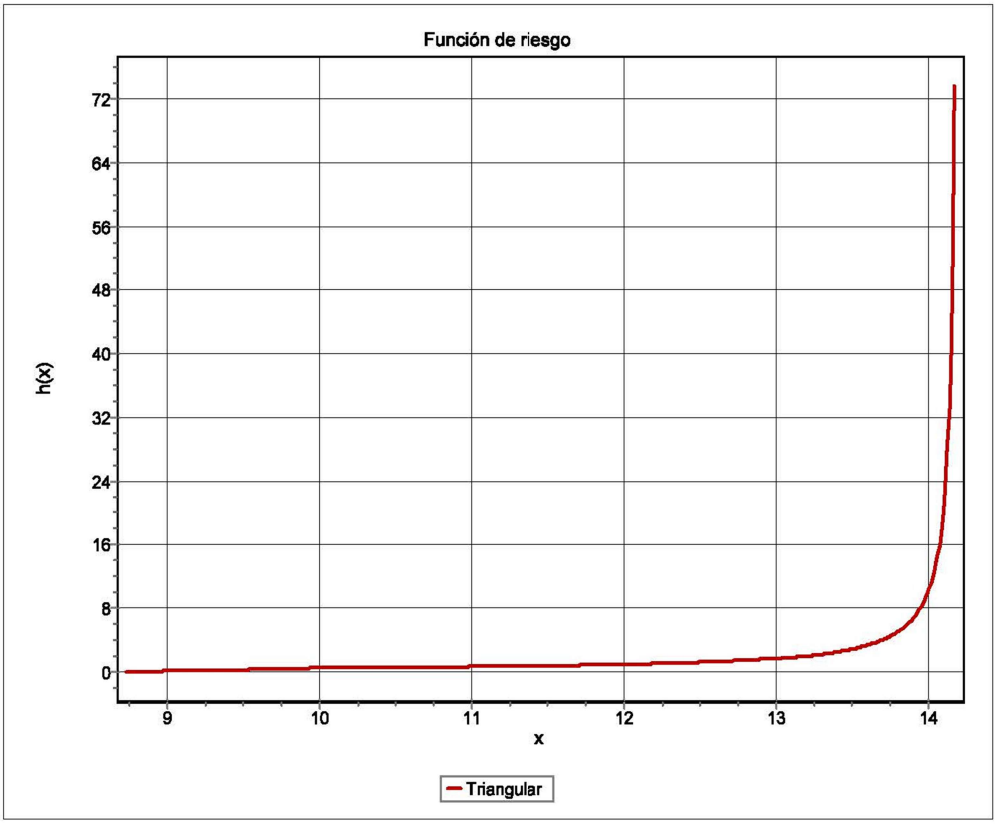


Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 02

M. DE MONTECARLO (FONDO DE BRECHA)
ANÁLISIS ESTADISTICO RESULTADOS
(Hw=05.00 m.)
AJUSTE DE LA FUNCIÓN DE DISTRIBUCIÓN.
FUNCIÓN DE SUPERVIVENCIA Y FUNCIÓN DE RIESGO

En el eje de abcisas se representa la variabilidad de la cota del fondo de brecha, considerando la cota +10.00 la solera interior de la balsa.

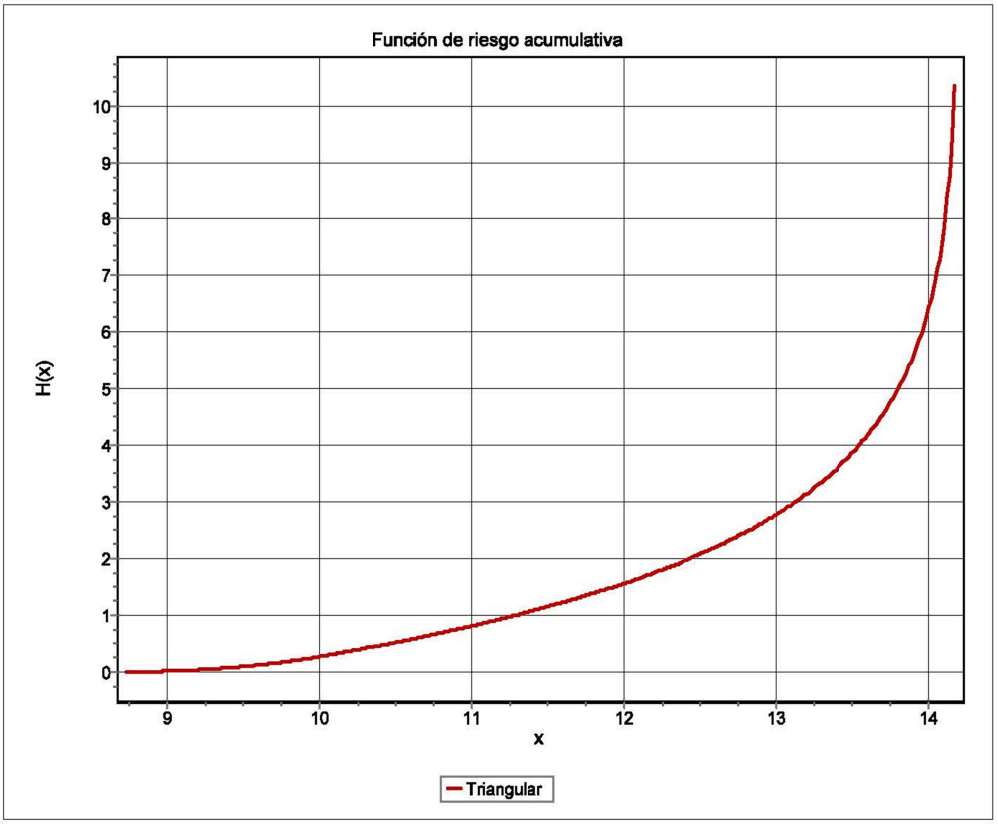


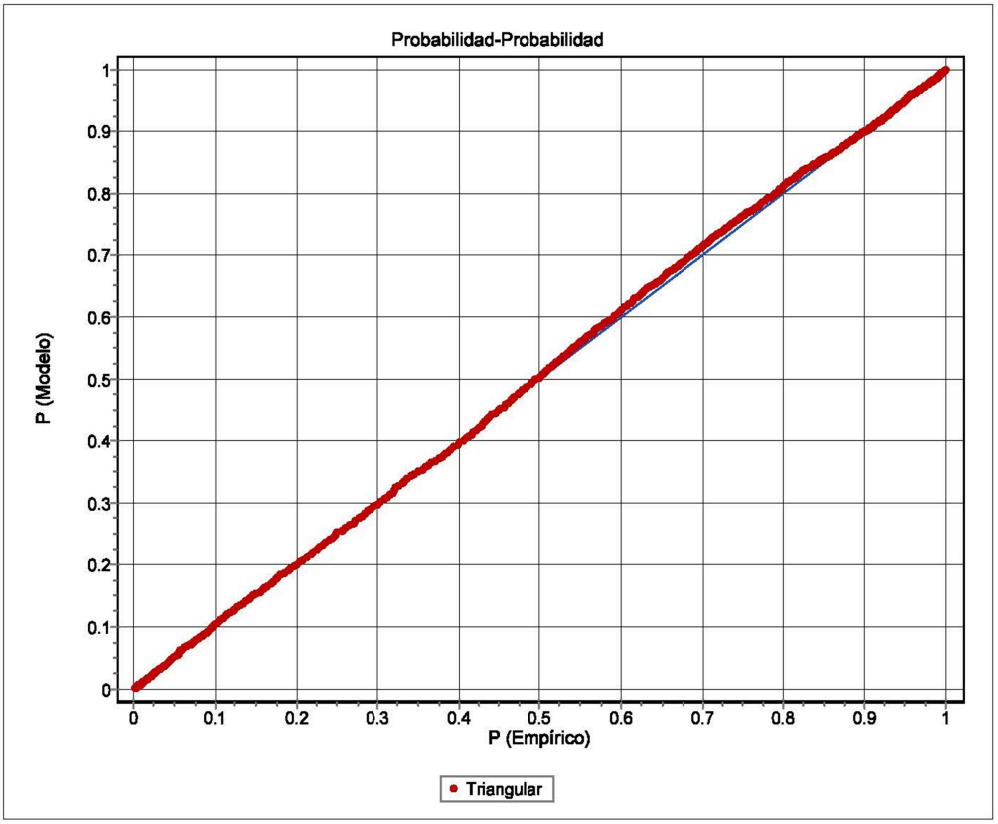


Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 02

M. DE MONTECARLO (FONDO DE BRECHA) ANÁLISIS ESTADISTICO RESULTADOS (Hw=05.00 m.) AJUSTE DE LA FUNCIÓN DE DISTRIBUCIÓN. FUNCIÓN DE RIESGO ACUMULATIVA Y GRÁFICO P-P

En el eje de abcisas se representa la variabilidad de la cota del fondo de brecha, considerando la cota +10.00 la solera interior de la balsa.

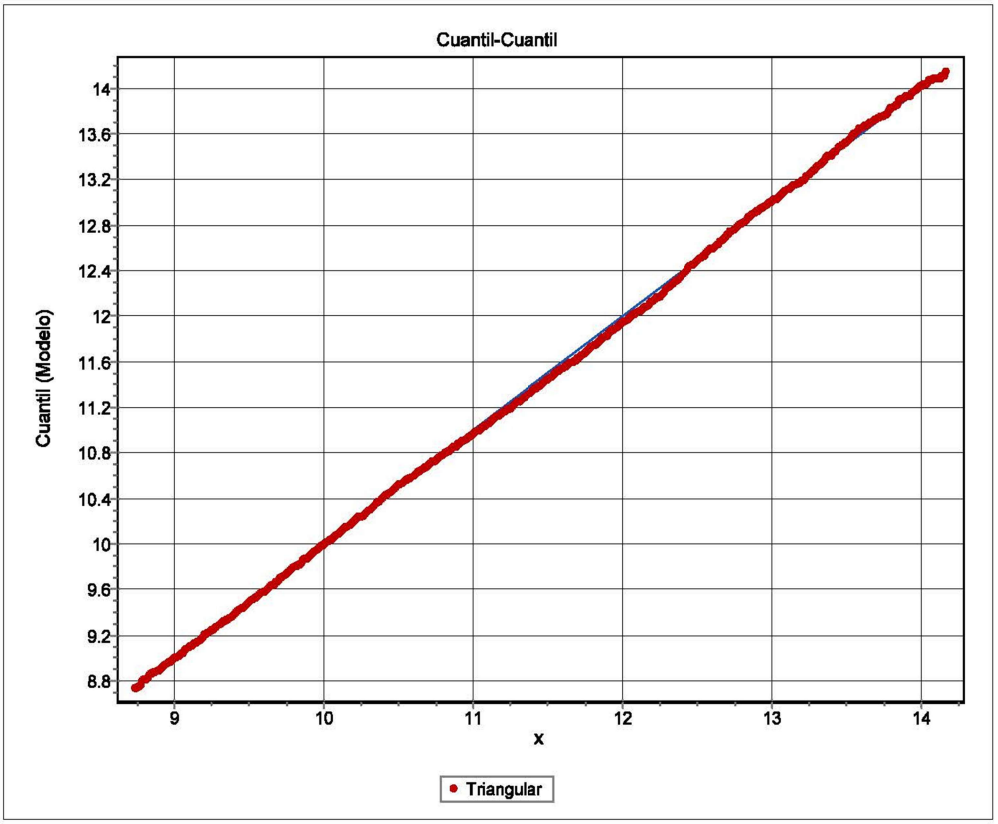


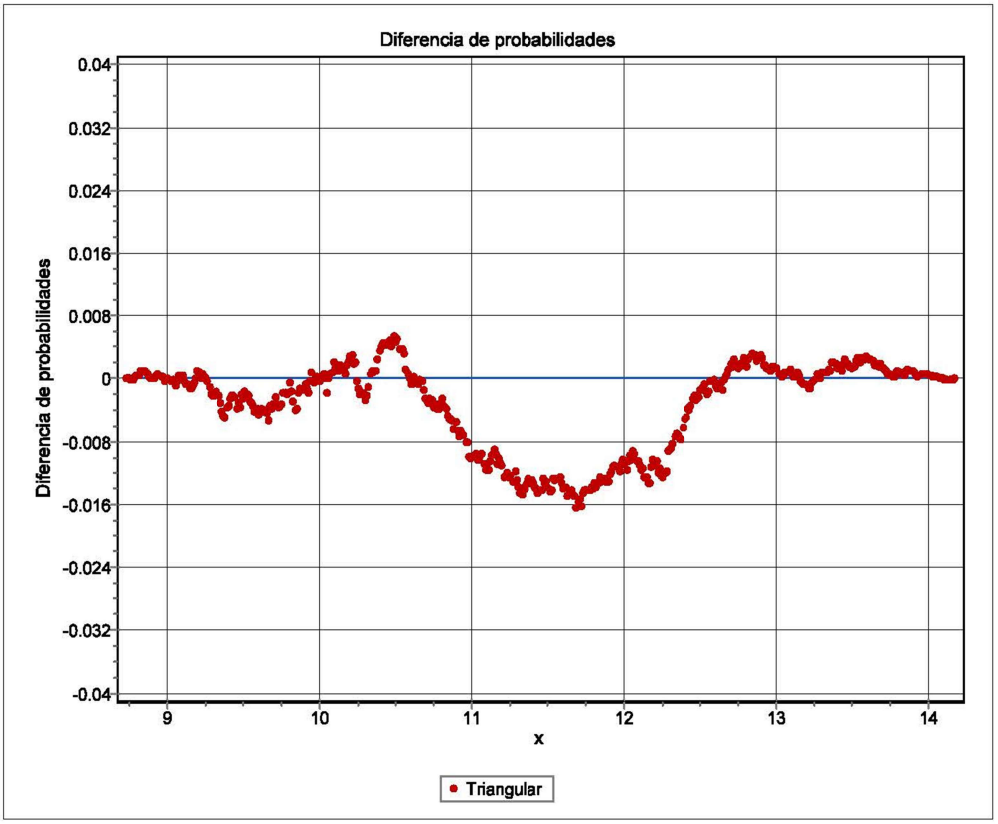


Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 02

M. DE MONTECARLO (FONDO DE BRECHA) ANÁLISIS ESTADISTICO RESULTADOS (Hw=05.00 m.) AJUSTE DE LA FUNCIÓN DE DISTRIBUCIÓN. GRÁFICO Q-Q Y DIFERENCIA DE PROBABILIDADES

En el eje de abcisas se representa la variabilidad de la cota del fondo de brecha, considerando la cota +10.00 la solera interior de la balsa.

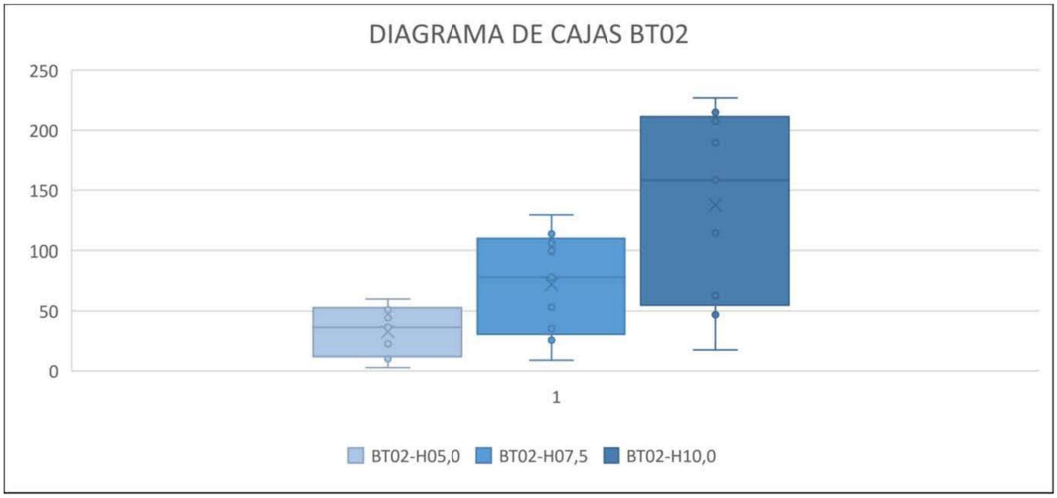


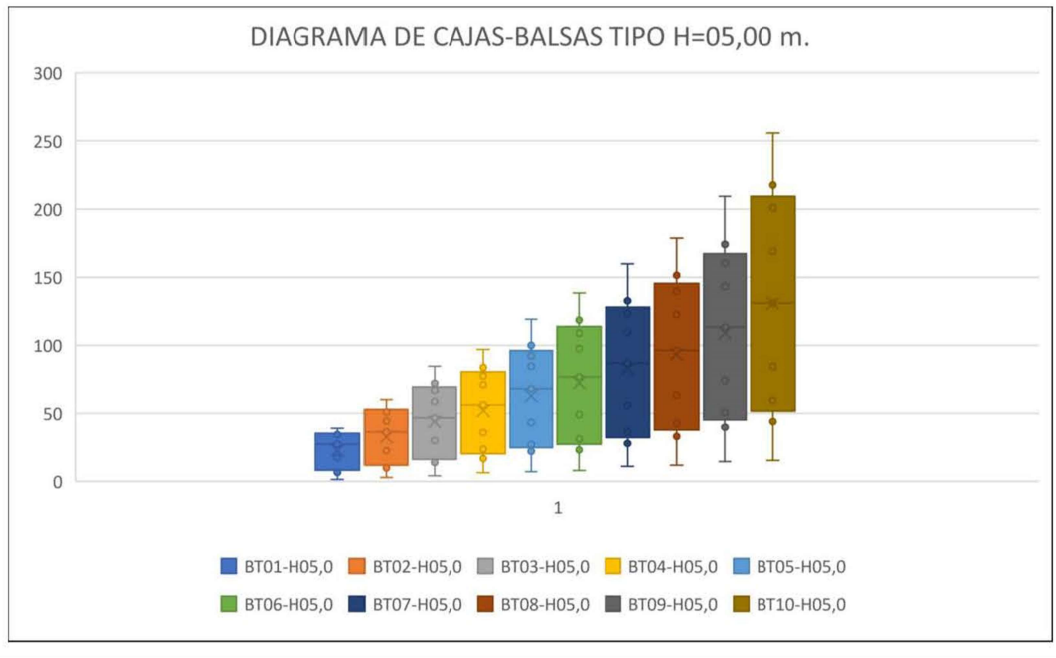


Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 02

M. DE MONTECARLO (CAUDAL MÁXIMO) ANÁLISIS ESTADISTICO RESULTADOS (Hw=05.00 m.) ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA. DIAGRAMAS DE CAJAS

CAUDALES MÁXIMOS (M. MONTECARLO) Estadística descriptiva					Parámetros Ajuste	
BALSA	BT02					
ALTURA Hw (m)	5,00					
AJUSTE	WAKEBY					
Estadística	**Valor**	**Percentil %**	**Valor**	**Obs**		
Tamaño de la muestra	5000	1	2,989	Min	α 71,192	
Rango	57,05	5	10,08		β 1,7831	
Media	33,969	10	13,73		γ 1,6746	
Varianza	190,6	25	22,68	Q1	δ 0,18969	
Desviación estándar	13,806	50	36,39	Mediana	ξ 6,3228	
Coef, de variación	0,40642	75	44,44	Q3		
Error estándar	0,19525	90	51,00			
Asimetría	-0,27477	95	54,69			
Curtosis	-0,99037	99	60,04	Max	I.C.$\bar{X}$ (95%)	0,383

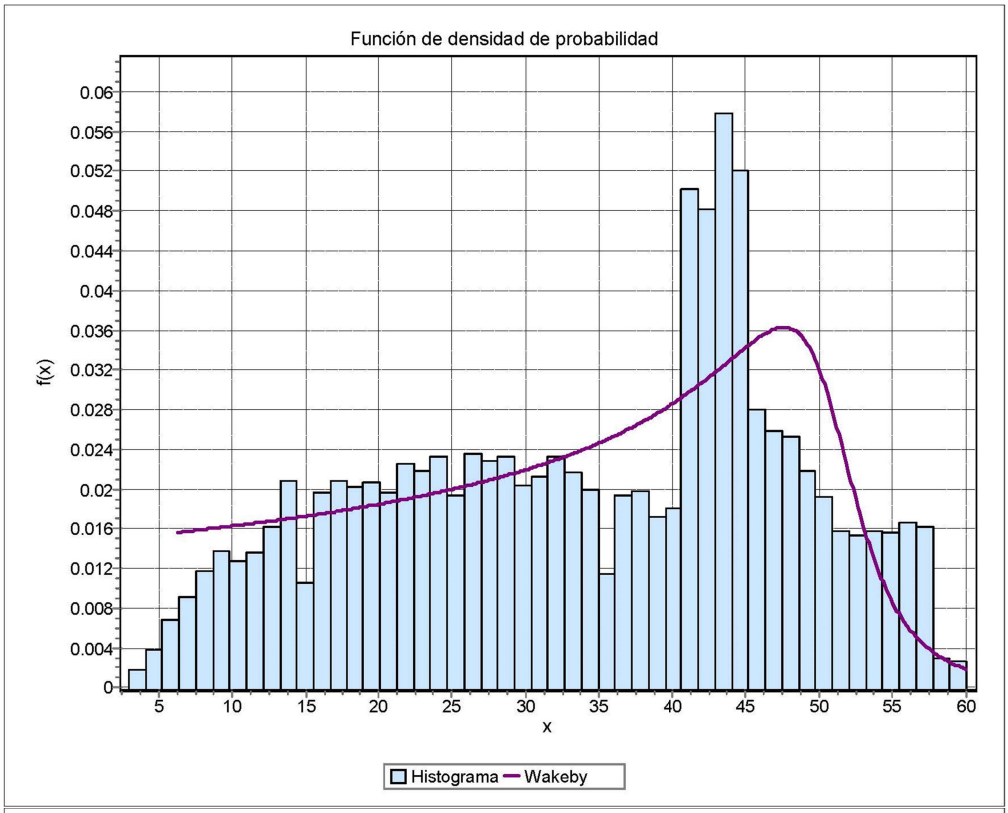


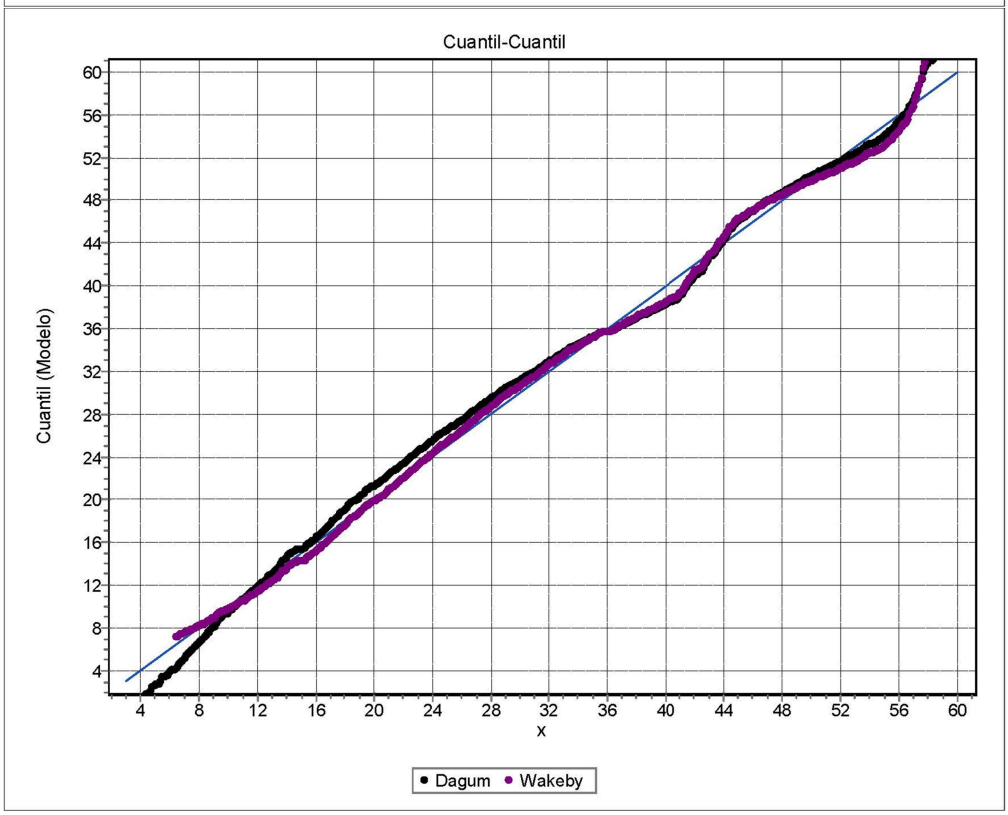


Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 02

M. DE MONTECARLO (CAUDAL MÁXIMO) ANÁLISIS ESTADISTICO RESULTADOS (Hw=05.00 m.) AJUSTE DE LA FUNCIÓN DE DISTRIBUCIÓN. FUNCIÓN DE DENSIDAD Y GRÁFICO Q-Q

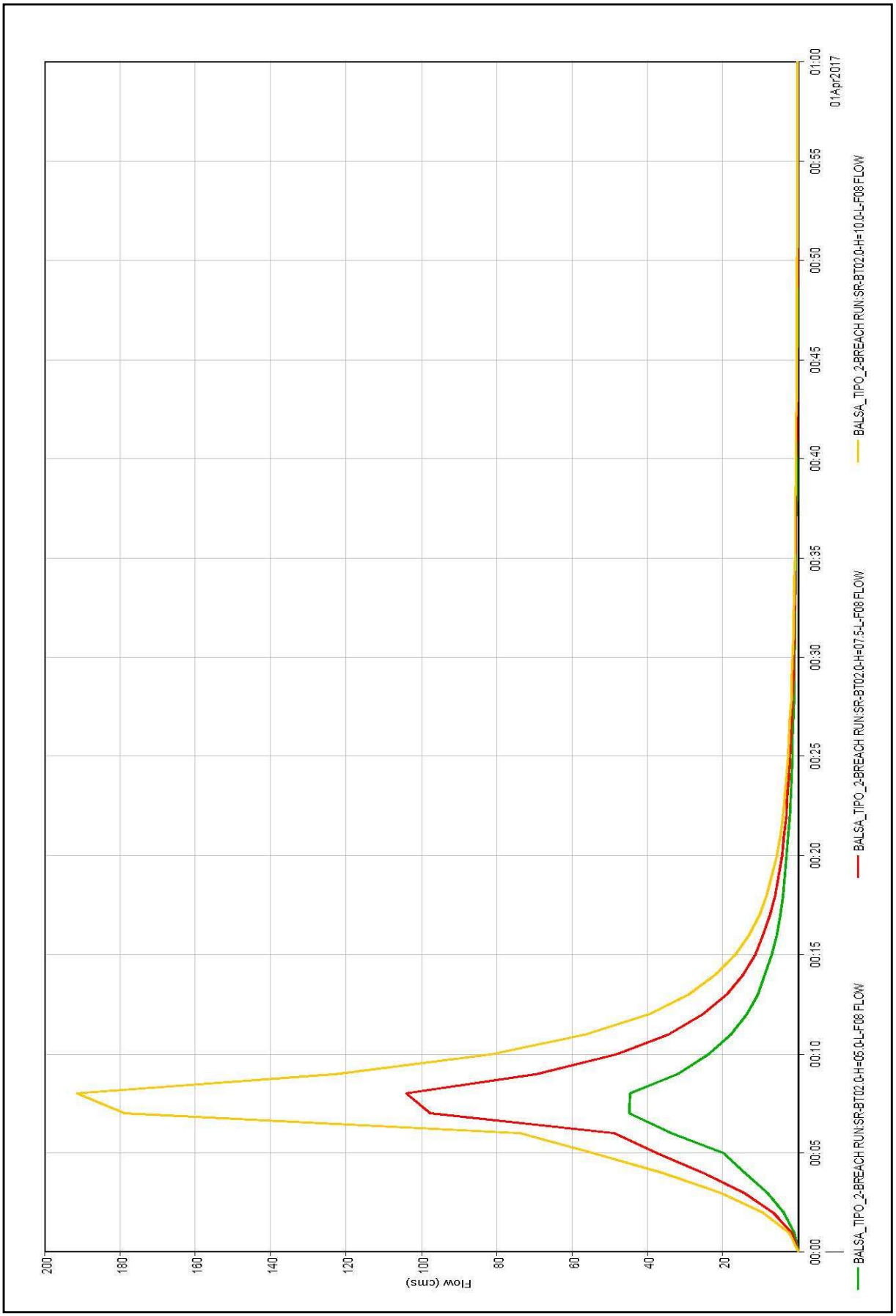
En el eje de abscisas se representa la variabilidad de los caudales máximos simulados, a partir del fondo de brecha, y considerando la evolución de su crecimiento atendiendo a la geometría de F08.





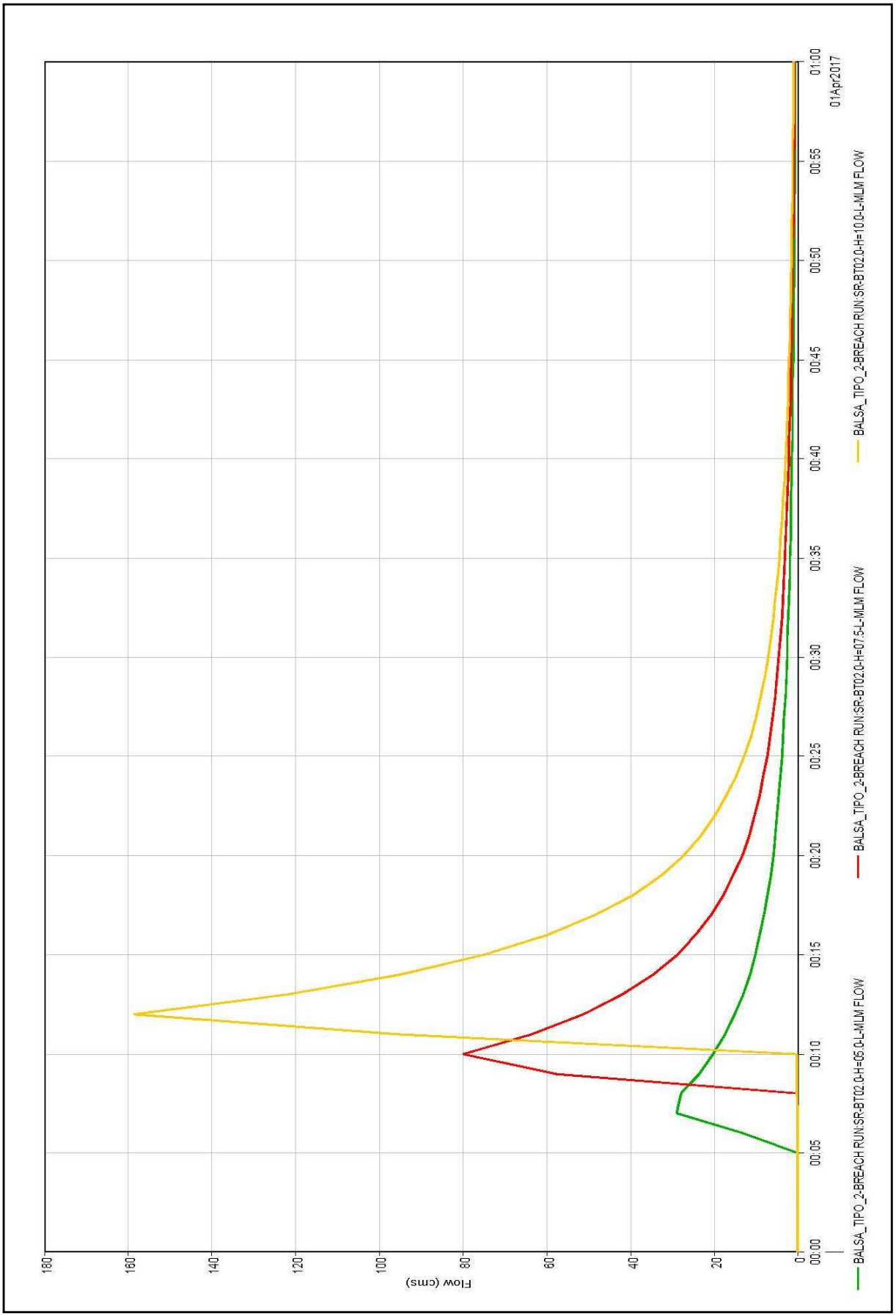
Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 02

ESTUDIO COMPARATIVO DE LA VARIABILIDAD DEL HIDROGRAMA DE VERTIDO EN FUNCIÓN DE LA CARGA DE AGUA MOVILIZABLE (Hw)
APLICACIÓN FÓRMULA F08



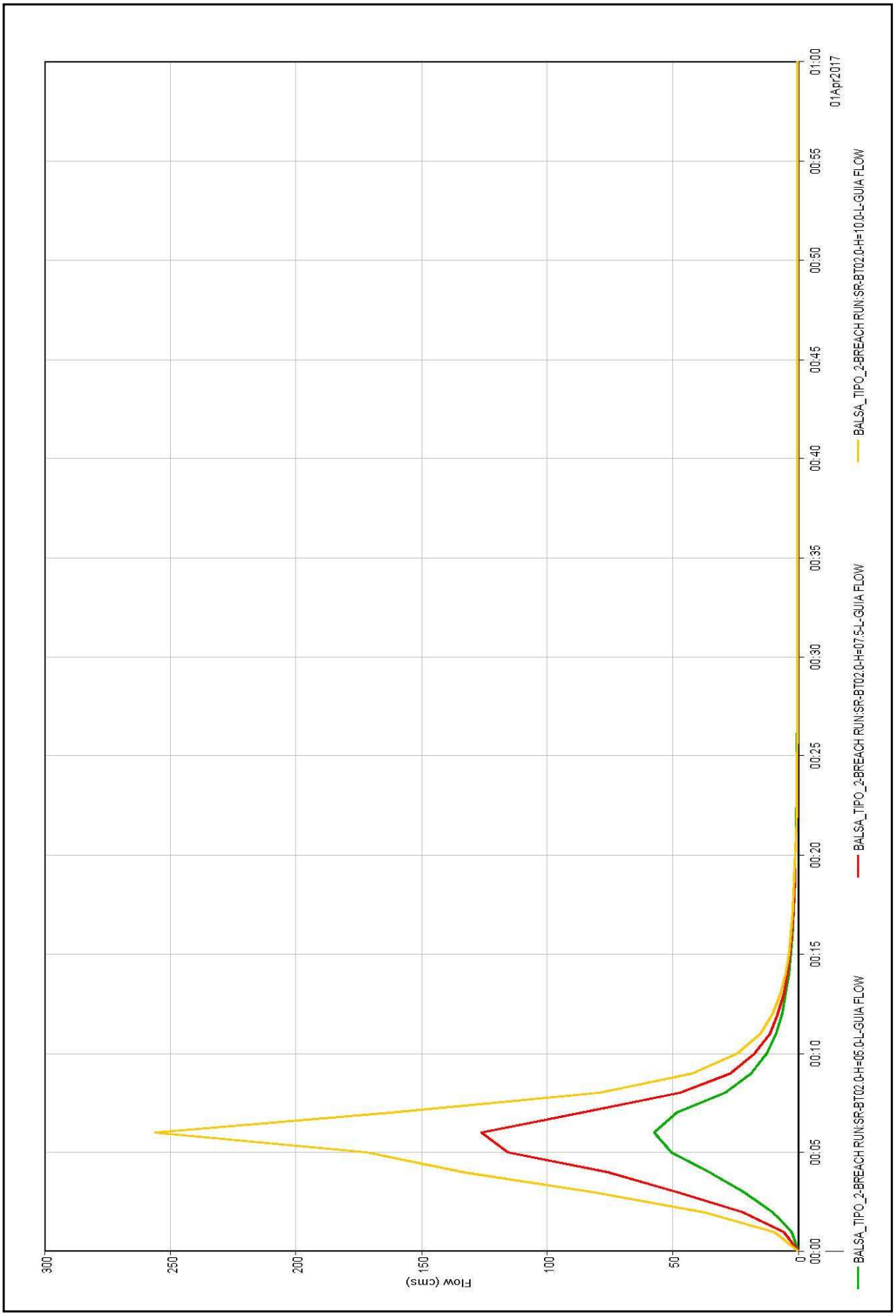
Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 02

ESTUDIO COMPARATIVO DE LA VARIABILIDAD DEL HIDROGRAMA DE VERTIDO EN FUNCIÓN DE LA CARGA DE AGUA MOVILIZABLE (Hw)
APLICACIÓN FÓRMULA MLM84



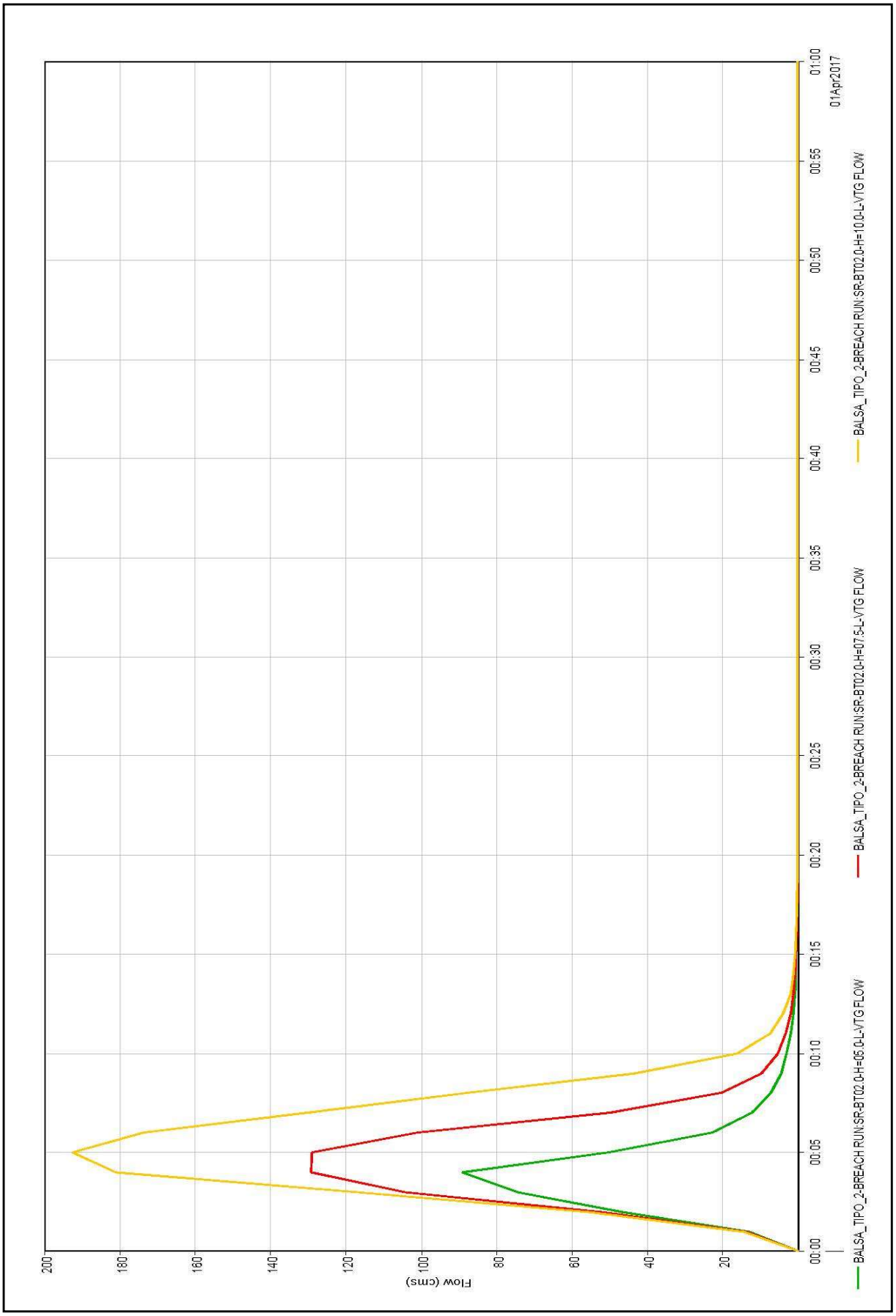
Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 02

ESTUDIO COMPARATIVO DE LA VARIABILIDAD DEL HIDROGRAMA DE VERTIDO EN FUNCIÓN DE LA CARGA DE AGUA MOVILIZABLE (Hw)
APLICACIÓN FÓRMULA GUIA ESPAÑOLA



Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 02

ESTUDIO COMPARATIVO DE LA VARIABILIDAD DEL HIDROGRAMA DE VERTIDO EN FUNCIÓN DE LA CARGA DE AGUA MOVILIZABLE (Hw)
APLICACIÓN FÓRMULA VTG

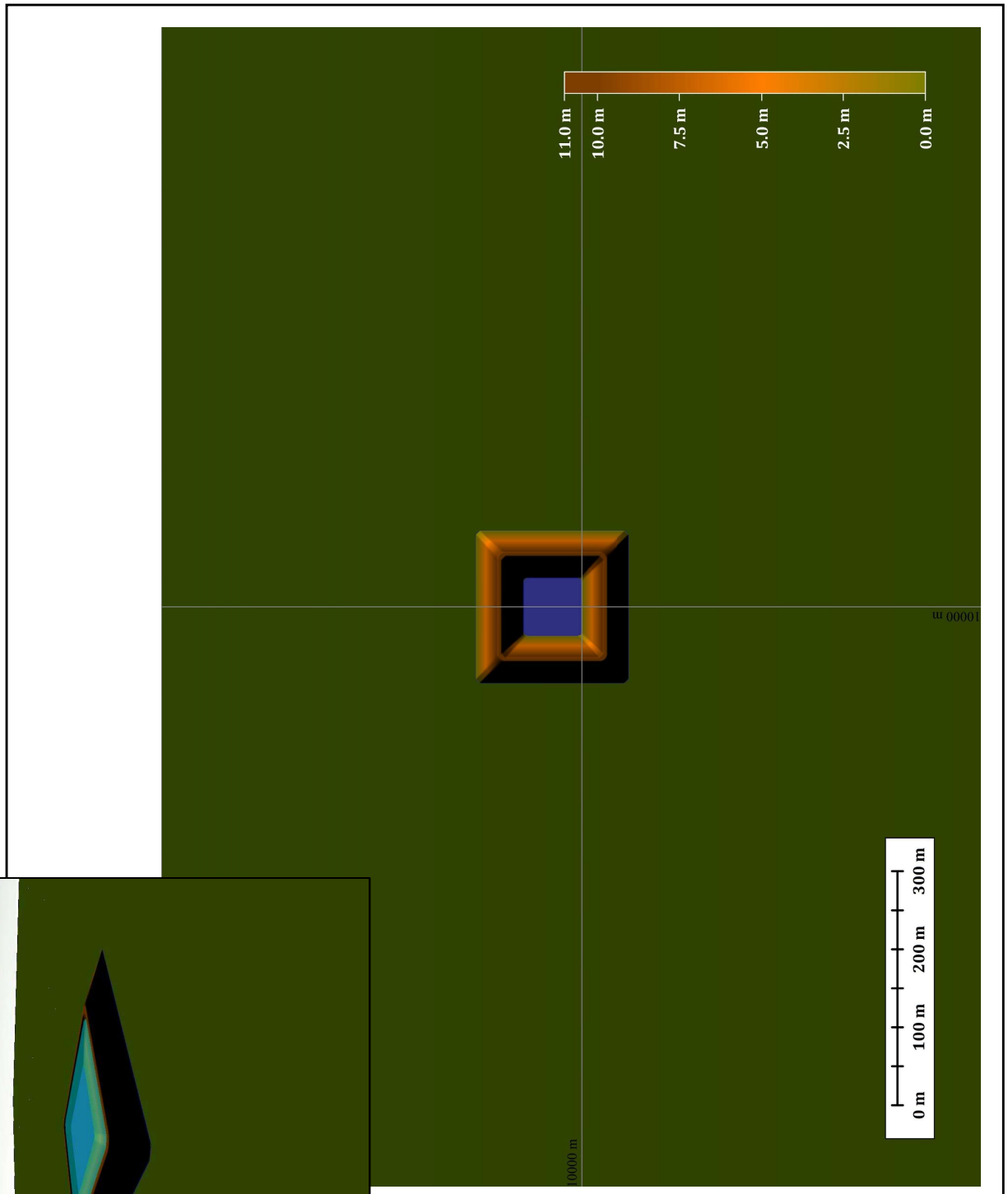


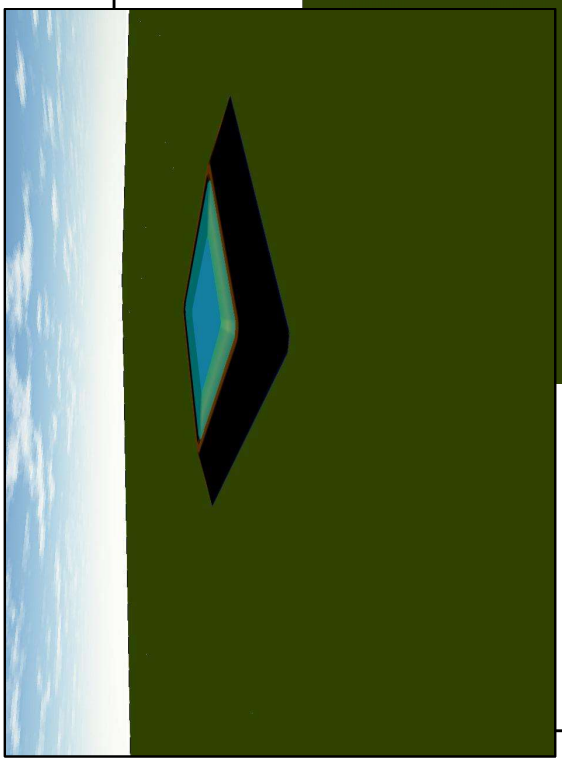
BALSA TIPO 03

Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 03

GEOMETRÍA

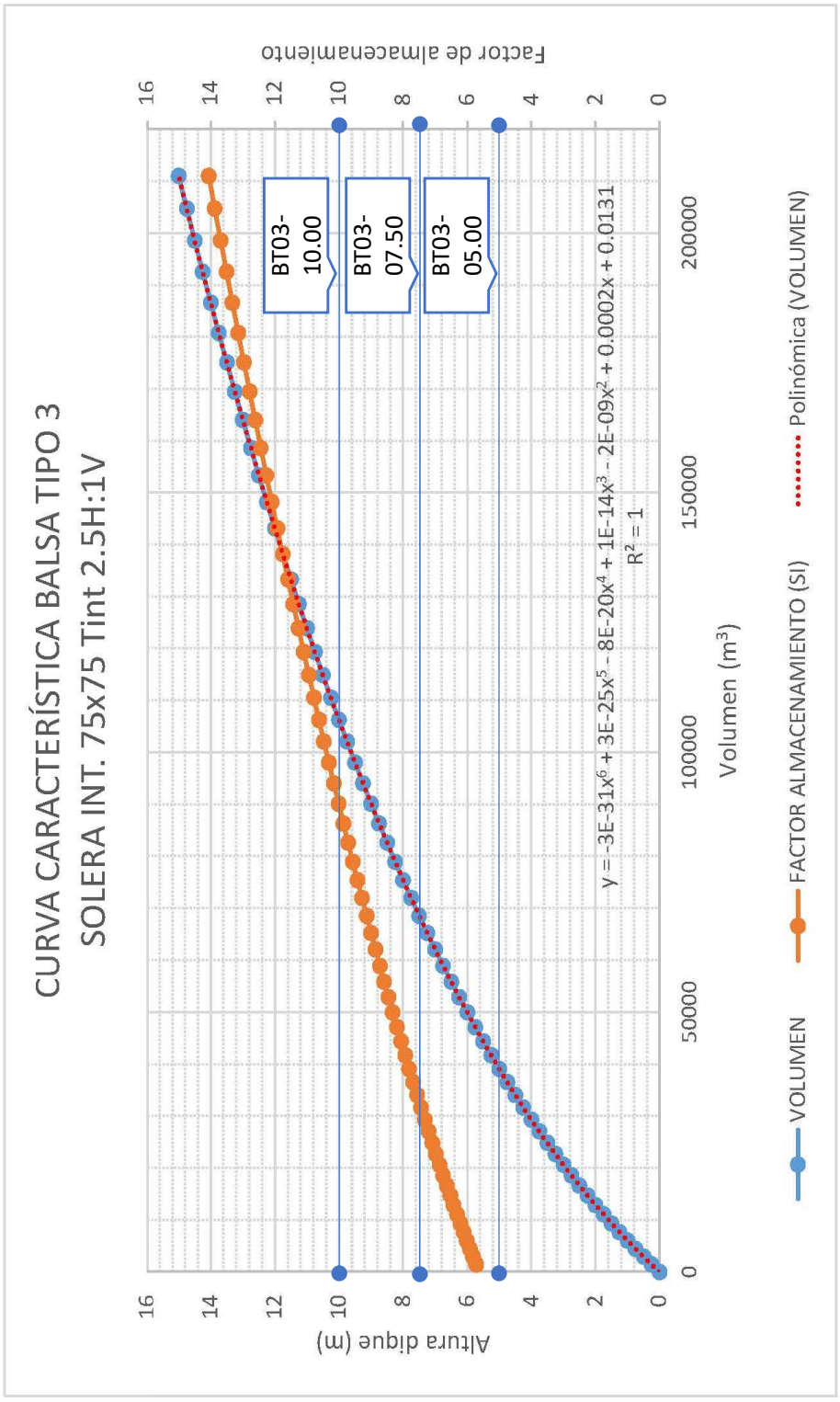
- ALTURA LÁMINA Hw= 10.0 m.
- RESGUARDO = 1.0 m.
- ANCHO CORONACIÓN= 05.0 m





Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 03

CURVA CARACTERÍSTICA vs FACTOR DE ALMACENAMIENTO



Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 03

ESTIMACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE BRECHA. H=10,00 m. ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE FÓRMULAS EMPÍRICAS

ESTIMACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE BRECHA

PROYECTO:			**BALSAS TIPO**								
SECTOR:			**3**								
ALTURA			**10**								
CARACTERÍSTICA*		MÉTODO	FROEHLICH 95a			FROEHLICH 08		GUÍA TÉCNICA	MACDONALD & LANGRIDGE-MONOPOLIS 84	VTG	
MODO DE FALLO (S=SIFONAMIENTO;D=DESBORDAMIENTO)		Mf	S	D		S	D	S	S	S	
CARGA DE AGUA MOVILIZABLE		Hw	m	10	10	10	10	10	10	10	10
VOLUMEN ALMACENADO EN Hw EN EL COLAPSO		Vw	m3	106250	106250	106250	106250	106250	106250	106250	106250
SUPERFICIE OCUPADA EN Hw		As	m2	15625	15625	15625	15625	15625	15625	15625	15625
RESGUARDO		r	m	1	1	1	1	1	1	1	1
ALTURA DE BRECHA COMPLETA		Hb	m	11	11	11	11	11	11	11	11
FACTOR CORRECTOR POR MODO DE FALLO		Ko	-	1	1,4	1	1,3				
TALUD DE LA BRECHA		Zb	Z(H):1(V)	0,9	1,4	0,7	1	1	0,5	1	
**	TALUD DEL DIQUE AGUAS ARRIBA	Z_1	Z(H):1(V)						2,5		
	TALUD DEL DIQUE AGUAS ABAJO	Z_2	Z(H):1(V)						2,5		
	SUMA DE TALUDES DEL DIQUE	Z_3	Z_1+Z_2						5		
	ANCHO CORONACIÓN DEL DIQUE	C	m						5		
	VOLUMEN EROSIONABLE DEL DIQUE	Ve	m3						1124,3		
TIPOLOGIA DEL DIQUE		Td	Pequeña Presa Clasificable			Pequeña Presa Clasificable		Pequeña Presa Clasificable	Pequeña Presa Clasificable	Pequeña Presa Clasificable	
COTA SOLERA BRECHA		Cs	m	10	10	10	10	10	10	10	10
COTA CORONACIÓN		Cc	m	21	21	21	21	21	21	21	21
ESTIMACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE LA BRECHA											
***	ANCHO MEDIO	Bavg	m	11,5	16,2	12,06	15,7	20,8	-	31,1	
	ANCHO EN SOLERA	Bb	m	1,6	0,8	4,4	4,7	9,8	ERROR. BRECHA NO TRAPECIAL	20,1	
	ANCHO EN CORONACIÓN	Bc	m			19,76	26,68	31,80	-	42,10	
TIEMPO DE FORMACIÓN		Tf	h	0,1	0,1	0,17	0,2	0,142	0,231	0,150	
FACTOR DE ALMACENAMIENTO		Sl	-	10,6	10,6	10,6	10,6	10,6	10,6	10,6	
ESTIMACIÓN DEL CAUDAL PUNTA FROEHLIC 95b											
CAUDAL MÁXIMO PREVISTO		Qp	m3/s	320,59	320,59	320,59	320,59	320,59	320,59	320,59	

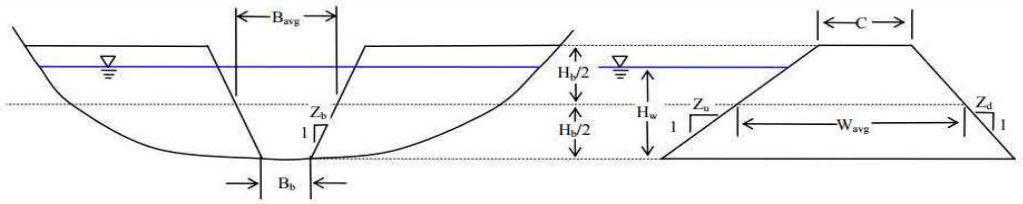
Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 03

ESTIMACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE BRECHA. H=10,00 m. ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE FÓRMULAS EMPÍRICAS. VALIDACIÓN DE RESULTADOS

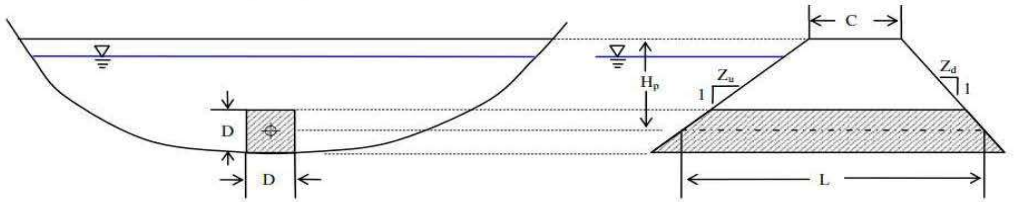
ESTIMACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE BRECHA								
PROYECTO:	**BALSAS TIPO**							
SECTOR:	**3**							
ALTURA	**10**							
ANÁLISIS Y VALIDACIÓN DE RESULTADOS								
Dada la importancia del tiempo de formación de la brecha en la generación del pico del hidrograma, es relevante poder validar los resultados. Para ello utilizaremos un estimador de la progresión de la erosión. Se considera adecuado aquel que define un desarrollo lineal, por lo que se utilizará la razón de erosión (ER) definida por la relación entre el ancho medio de brecha y el tiempo de formación. Diversos autores han indicado los intervalos de fiabilidad relacionando dicho parámetro con la altura de agua movilizable, (Hw), quedando estos entre 1.6 y 21. Por otro lado, el agua almacenada puede condicionar el desarrollo completo de la brecha, por lo que se apunta como indicador de la validez de los resultados, la relación entre el ancho medio respecto de la altura de brecha (Bavg/Hb). En este caso si el indicador ofrece un valor inferior a 0.6, no se puede afirmar que se complete la brecha, quedando como apertura una geometría cuadrangular de ancho D.								
COMPROBACIÓN DEL DESARROLLO DE BRECHA (completa vs parcial) (Bavg/Hb)	1,05	1,47	1,10	1,43	1,89	-	2,83
Se considera desarrollada si (Bavg/Hb)>0.60							
RAZÓN DE EROSIÓN (ER) (Bavg/Tf)	85,26	119,37	72,61	94,40	146,20	-	42,10
COMPROBACIÓN DEL PROGRESO DE LA BRECHA (lineal vs no lineal) (ER/Hw)	8,53	11,94	7,26	9,44	14,62	-	4,21
Se puede considerar razonable la ratio de erosión si 1.6<(ER/Hw)<21							
COMPROBACIÓN BOWLES T de formación (h) T=2*Vw/Qp	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18
Si tiempo de formación de brecha es menor que la comprobación de Bowles se adopta							
RAZÓN DE TIEMPOS (Tbowles/Tf)	1,36	1,36	1,11	1,11	1,29	0,80	1,23
* *DIQUE DE CIERRE DE MATERIALES SUELTOS HOMOGÉNEO, ASUMIENDO MÁXIMO ALMACENAMIENTO EN LA FASE DE COLAPSO*							
** *A utlizar en el método de MACDONALD & LANGRIDGE-MONOPOLIS 84 (MLM84)*							
*** *Wb en el método de MACDONALD & LANGRIDGE-MONOPOLIS 84 (MLM84)*							

ESQUEMAS

Variables de formación de la brecha completa



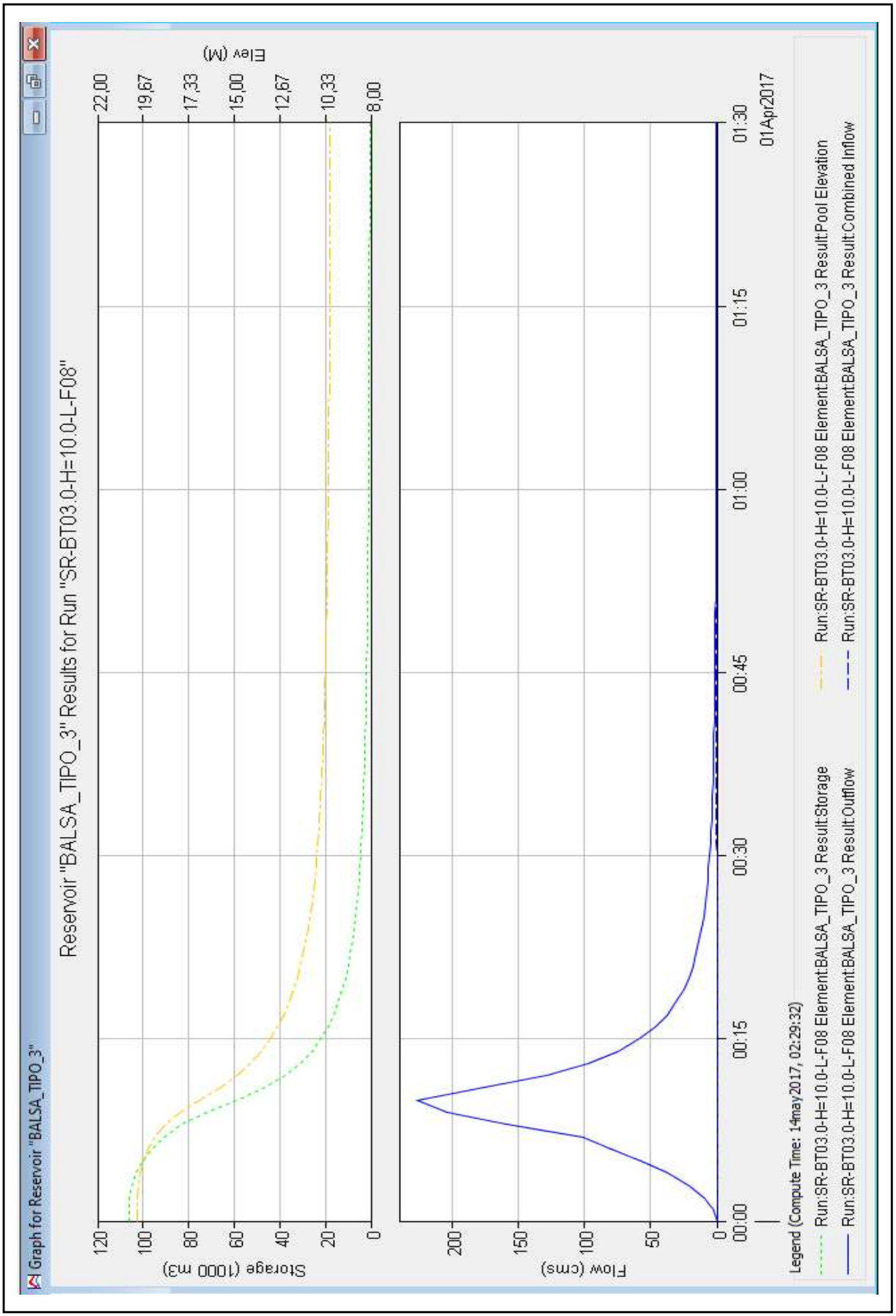
Variables de formación de la brecha incompleta



Fuente: GUIDELINES FOR DAM BREACH ANALYSIS, STATE OF COLORADO-DEPARTMENT OF NATURAL RESOURCES-DIVISION OF WATER RESOURCES, 10/02/2010

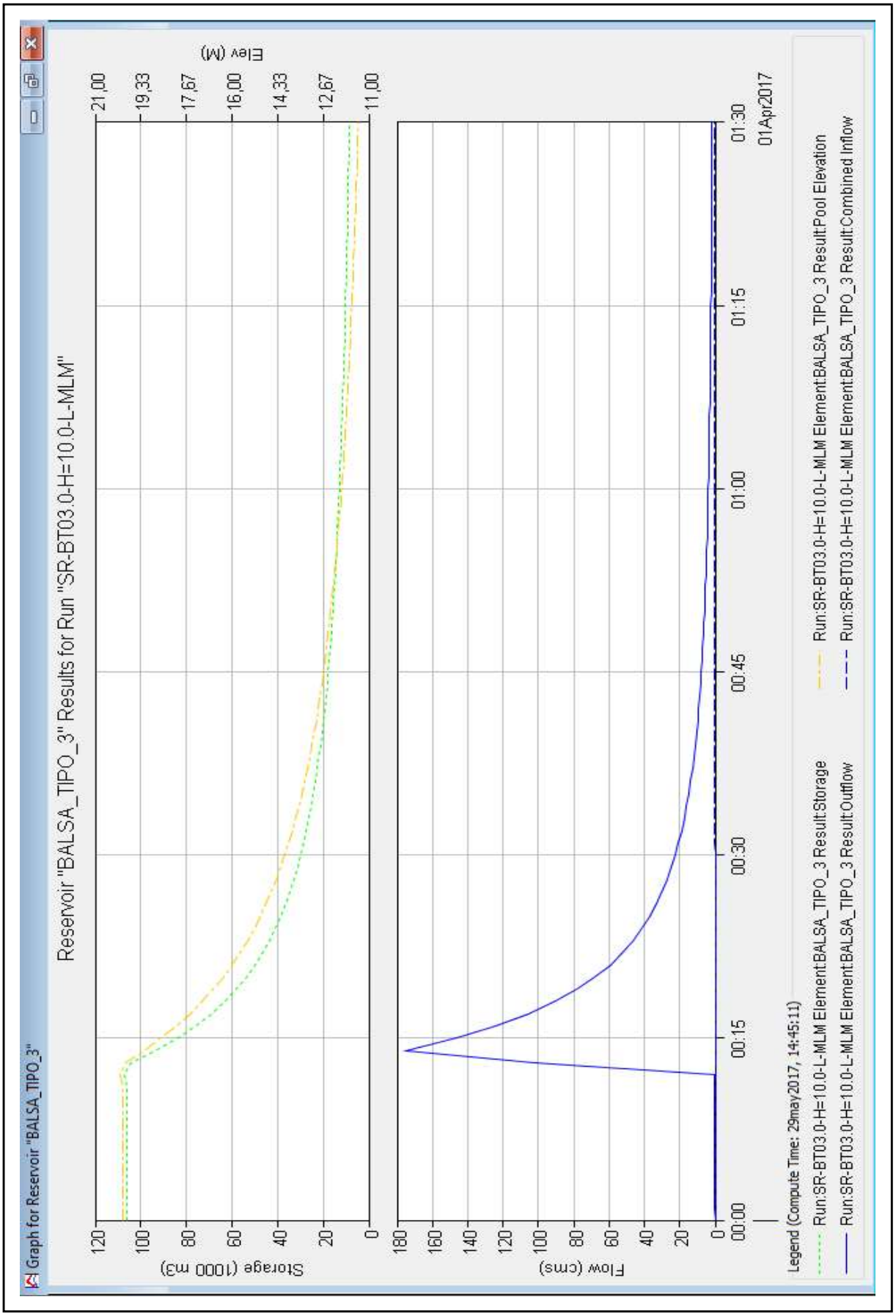
Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 03

HIDROGRAMA DE VERTIDO Y CURVA DE VACIADO PARA H=10.0 m. ESCENARIO (NMN-SOLERA) APLICACIÓN FÓRMULA F08



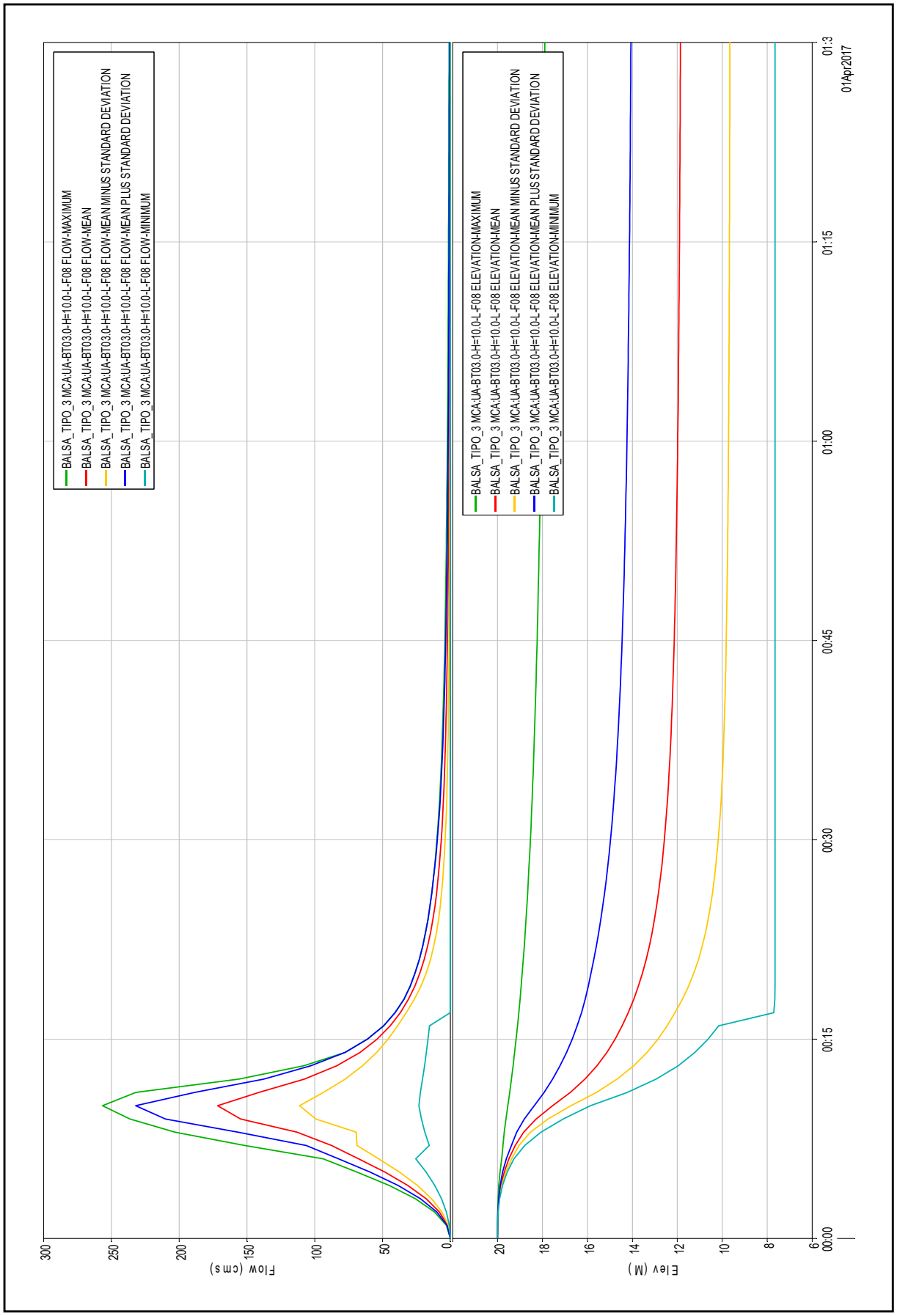
Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 03

HIDROGRAMA DE VERTIDO Y CURVA DE VACIADO PARA H=10.0 m. ESCENARIO (NMN-SOLERA) APLICACIÓN FÓRMULA MLM84



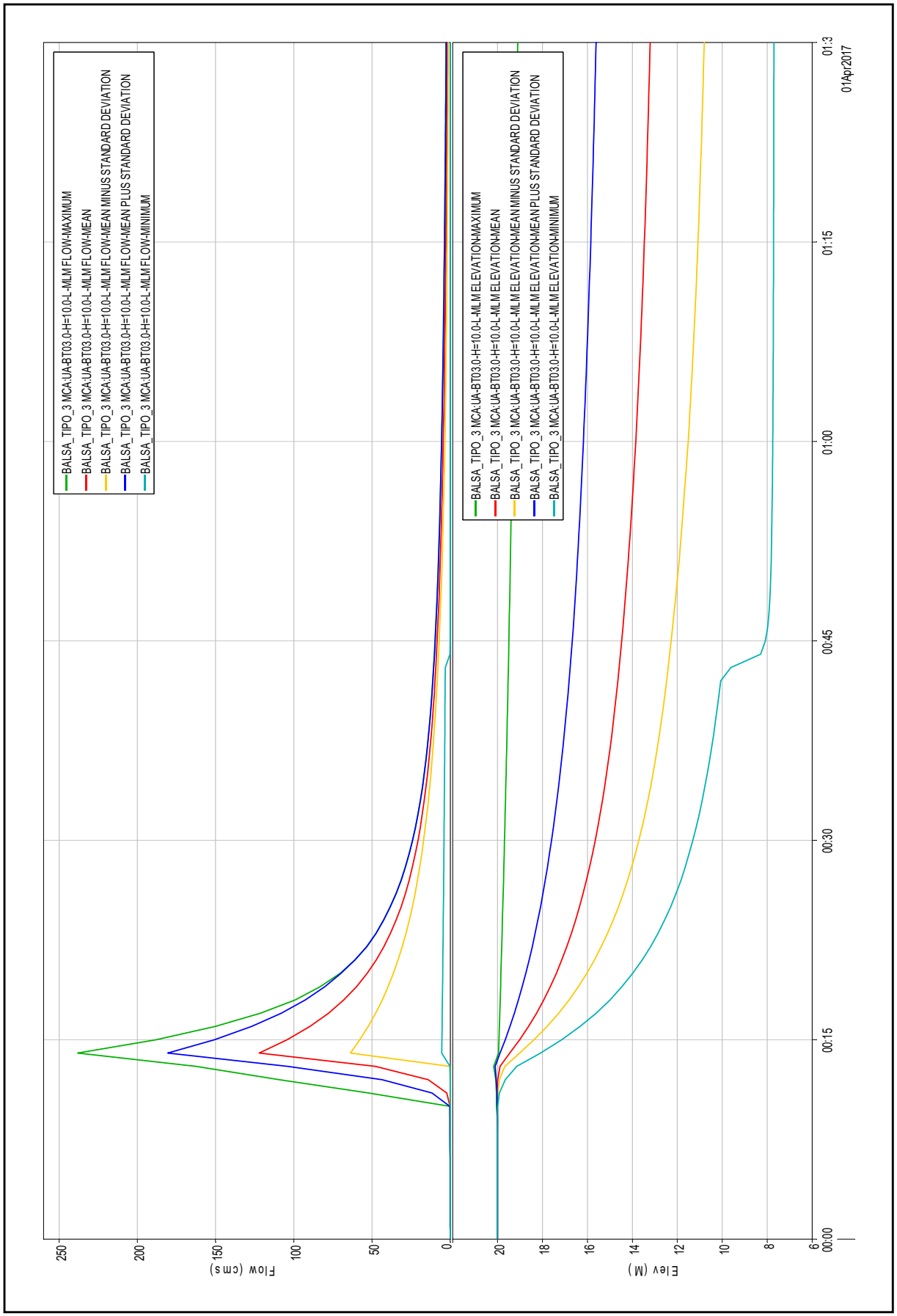
Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 03

APLICACIÓN DEL MÉTODO DE MONTECARLO EN LA CALIBRACIÓN DEL FONDO DE BRECHA (5.000 SIMULACIONES) HIDROGRAMAS DE VERTIDO Y VARIACIÓN DEL NIVEL EMBALSADO. (H=10.00 m.) APLICACIÓN FÓRMULA F08



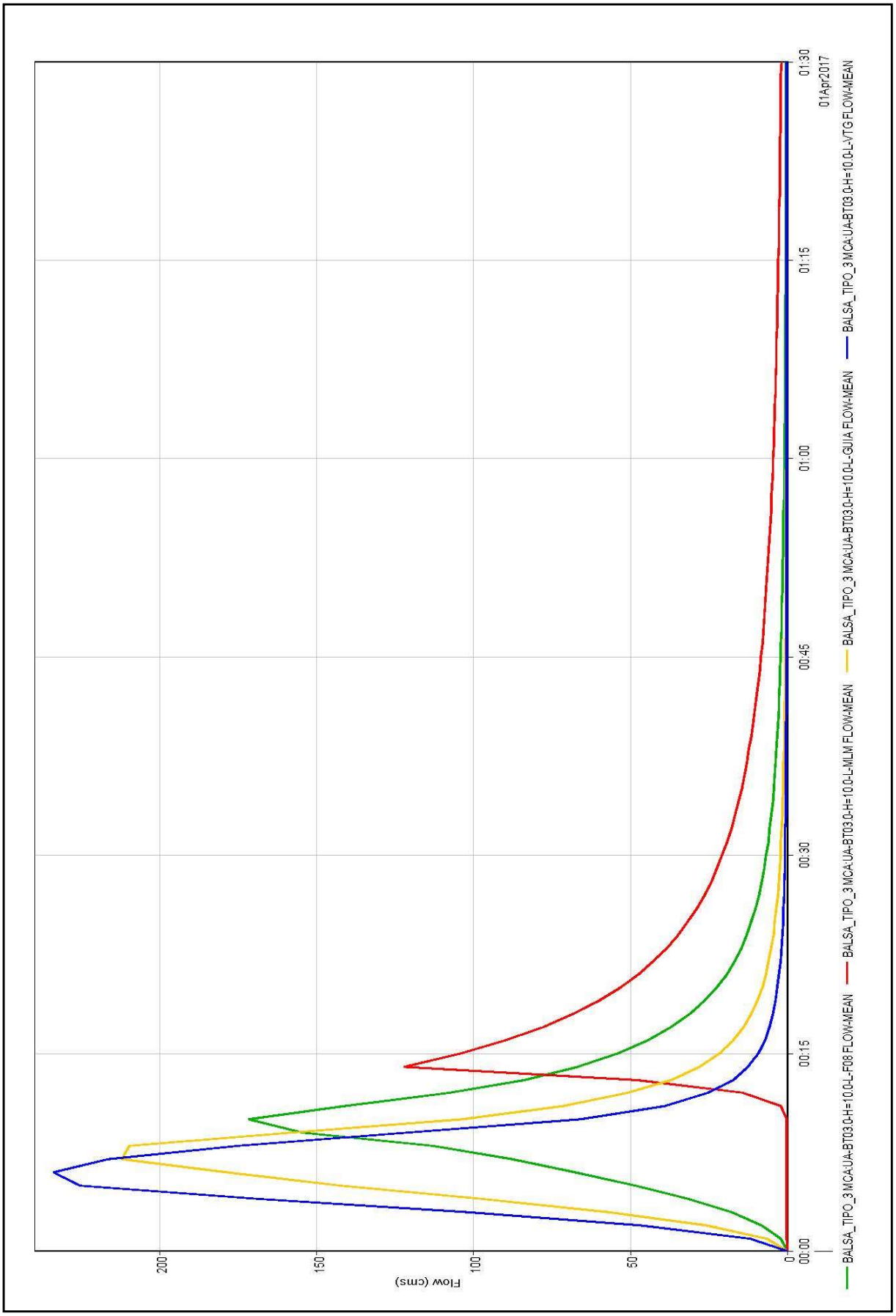
Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 03

APLICACIÓN DEL MÉTODO DE MONTECARLO EN LA CALIBRACIÓN DEL FONDO DE BRECHA (5.000 SIMULACIONES) HIDROGRAMAS DE VERTIDO Y VARIACIÓN DEL NIVEL EMBALSADO. (H=10.00 m.) APLICACIÓN FÓRMULA MLM84



Características de las balsas sintéticas.
BALSA TIPO 03
(Hw=10.00 m.)

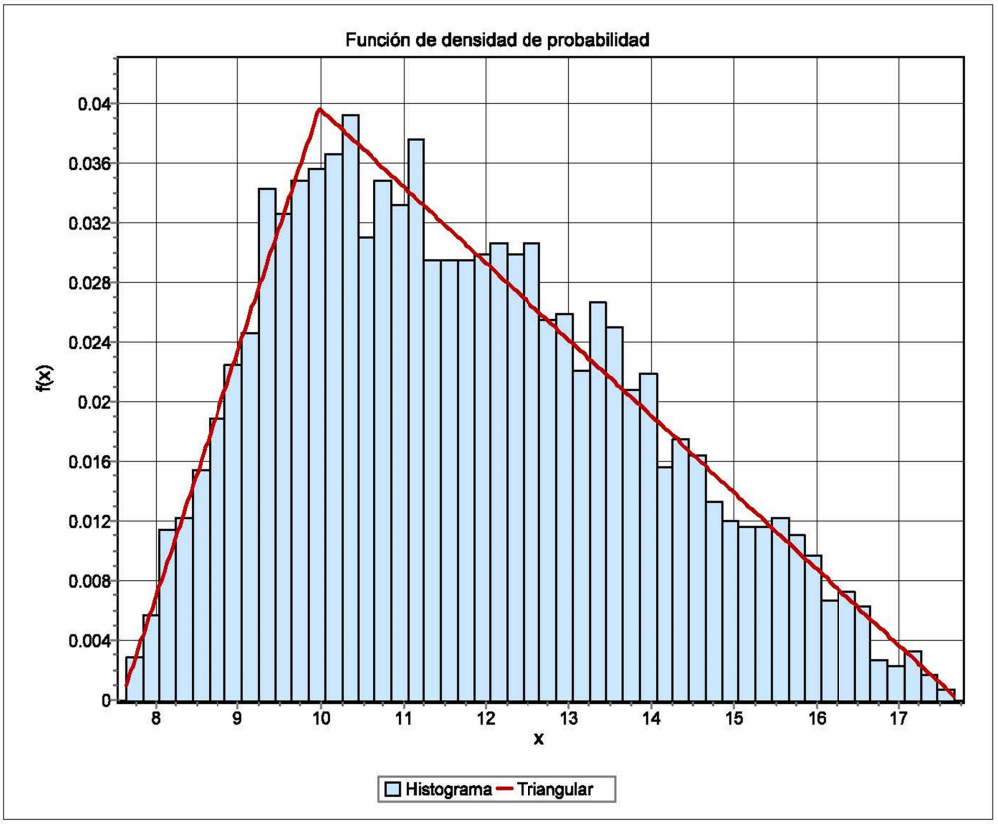
ESTUDIO COMPARATIVO DE LA VARIABILIDAD DEL HIDROGRAMA DE VERTIDO EN FUNCIÓN DE LA CARGA DE AGUA MOVILIZABLE (Hw)
APLICACIÓN FÓRMULAS
F08-MLM84-GUIA-VTG

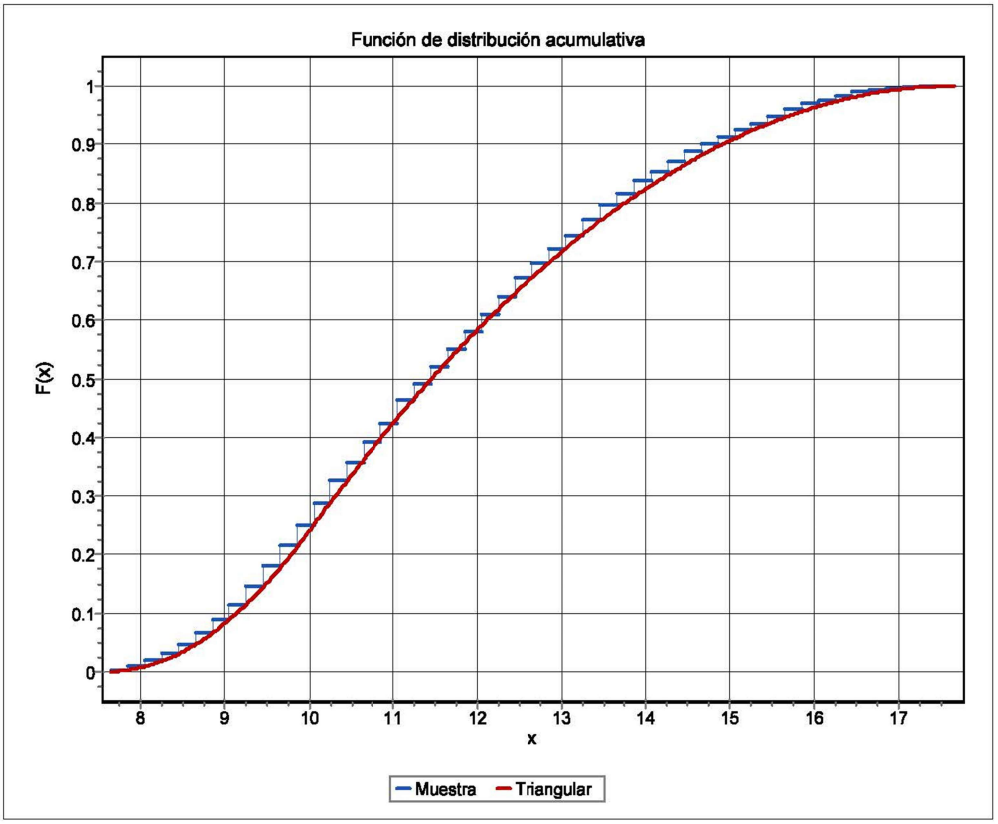


Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 03

M. DE MONTECARLO (FONDO DE BRECHA) ANÁLISIS ESTADISTICO RESULTADOS (Hw=10.00 m.) AJUSTE DE LA FUNCIÓN DE DISTRIBUCIÓN. FUNCIÓN DE DENSIDAD Y FUNCIÓN DE DISTRIBUCIÓN ACUMULATIVA

En el eje de abcisas se representa la variabilidad de la cota del fondo de brecha, considerando la cota +10.00 la solera interior de la balsa.

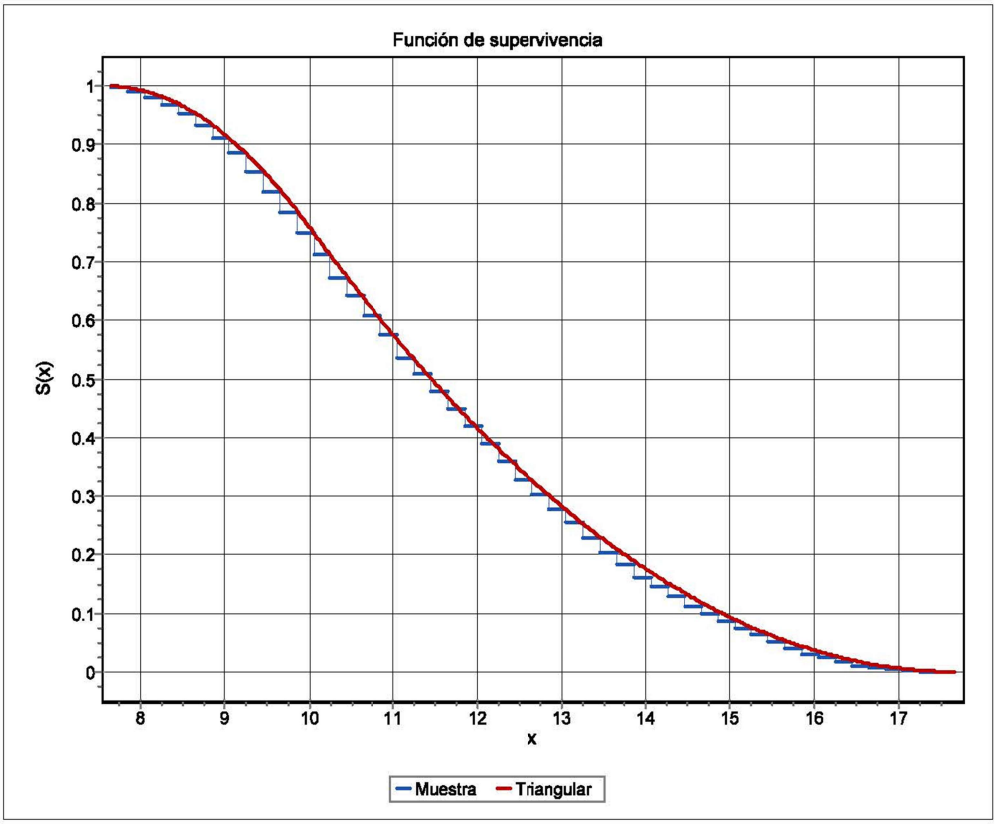


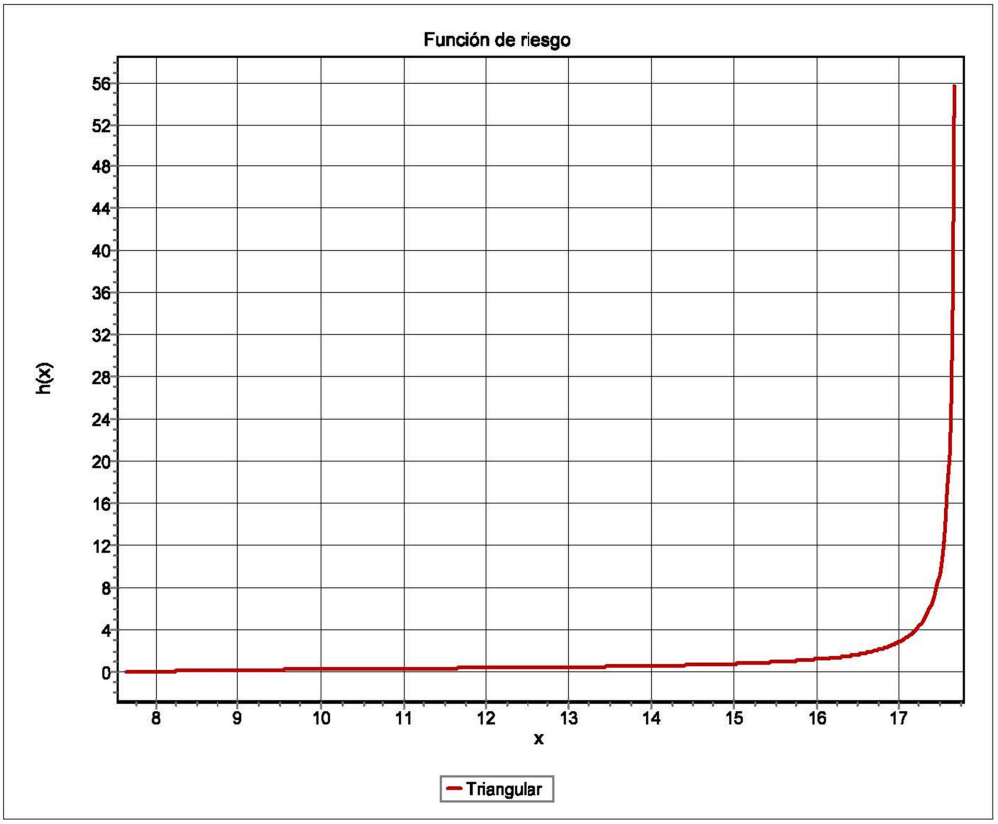


Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 03

M. DE MONTECARLO (FONDO DE BRECHA) ANÁLISIS ESTADISTICO RESULTADOS (Hw=10.00 m.) AJUSTE DE LA FUNCIÓN DE DISTRIBUCIÓN. FUNCIÓN DE SUPERVIVENCIA Y FUNCIÓN DE RIESGO

En el eje de abcisas se representa la variabilidad de la cota del fondo de brecha, considerando la cota +10.00 la solera interior de la balsa.

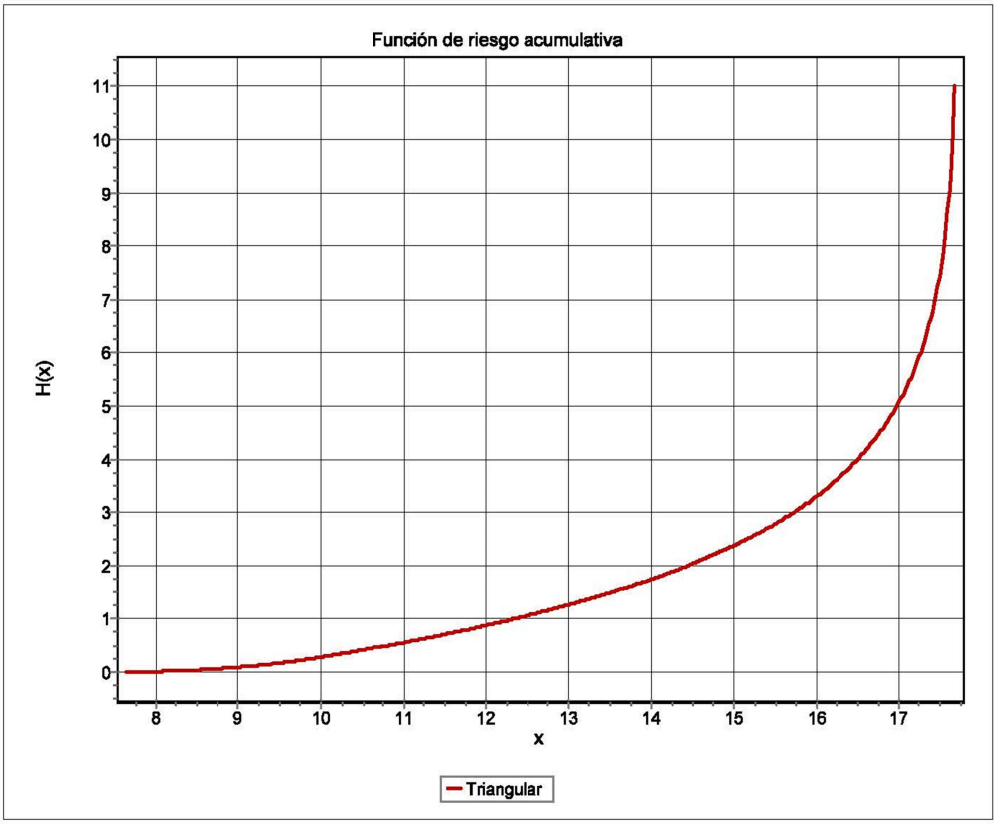


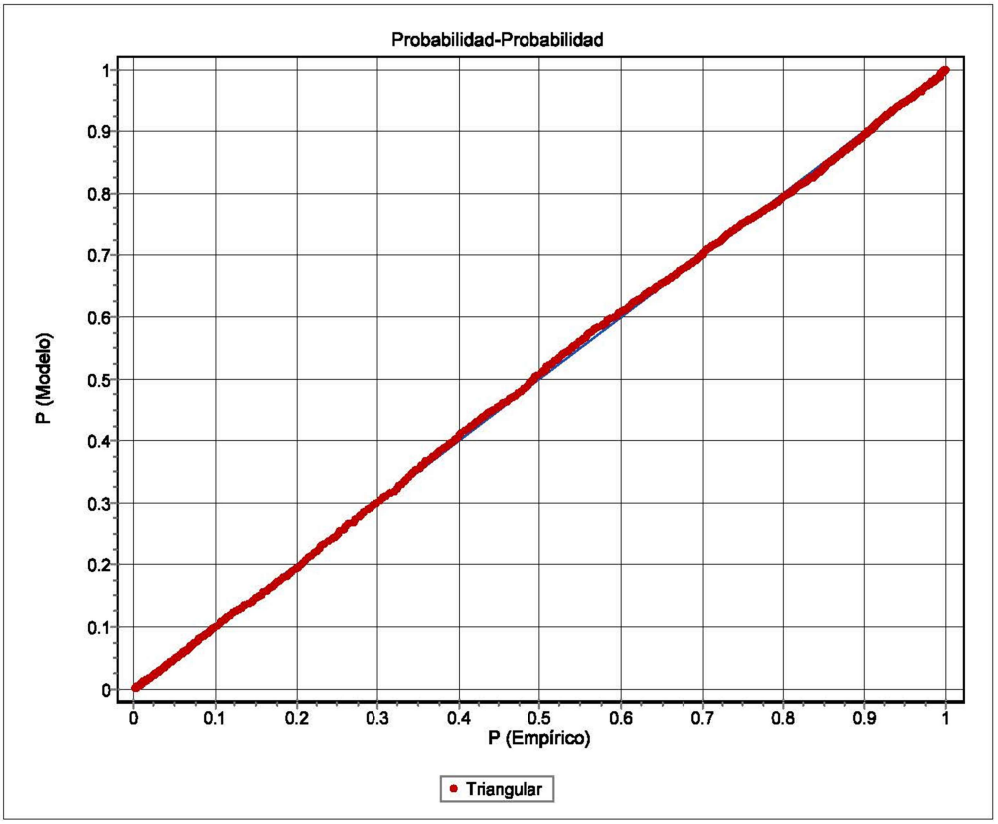


Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 03

M. DE MONTECARLO (FONDO DE BRECHA) ANÁLISIS ESTADISTICO RESULTADOS (Hw=10.00 m.) AJUSTE DE LA FUNCIÓN DE DISTRIBUCIÓN. FUNCIÓN DE RIESGO ACUMULATIVA Y GRÁFICO P-P

En el eje de abcisas se representa la variabilidad de la cota del fondo de brecha, considerando la cota +10.00 la solera interior de la balsa.

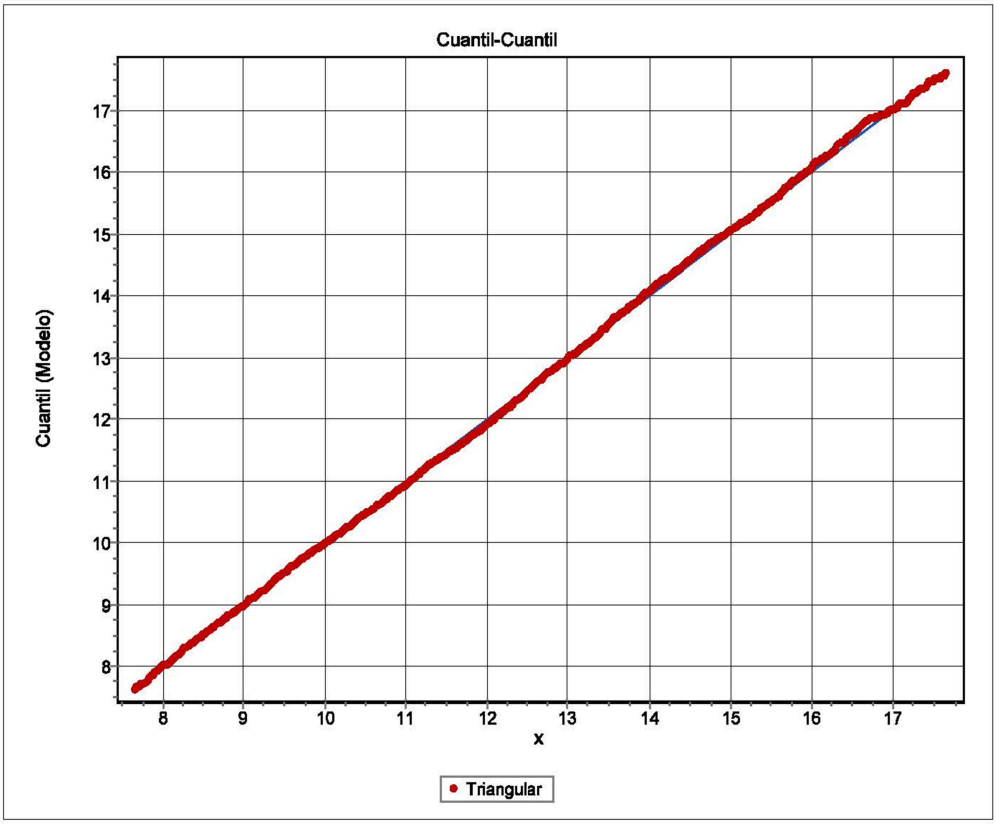


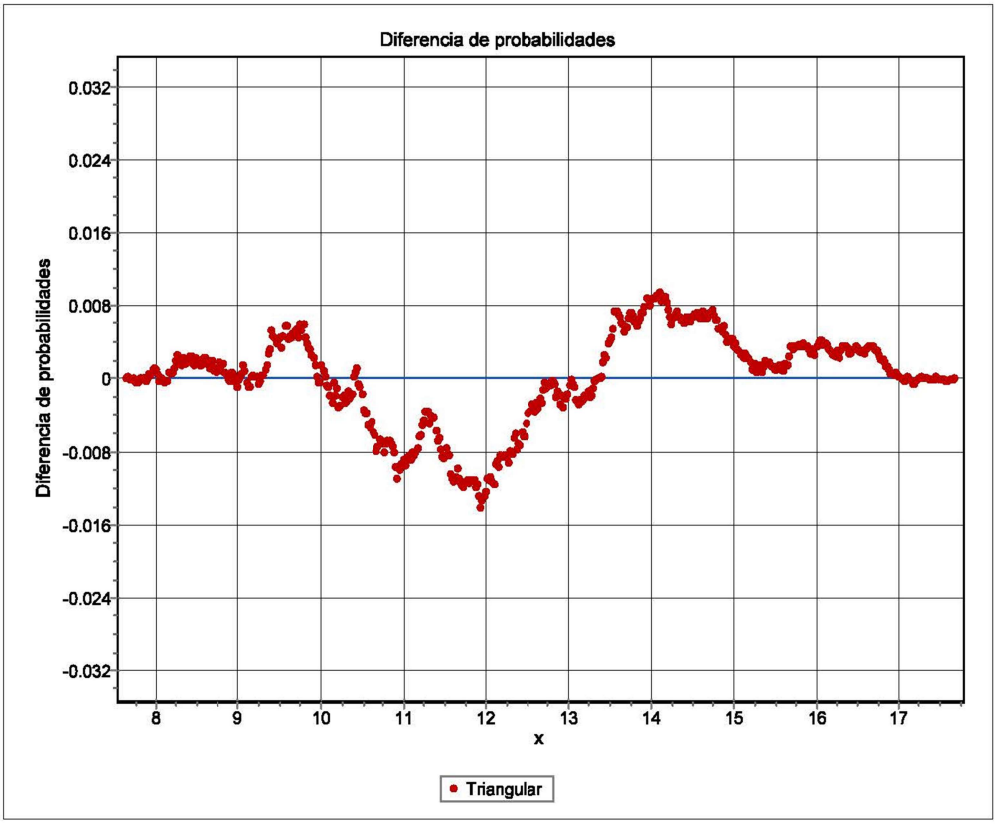


Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 03

M. DE MONTECARLO (FONDO DE BRECHA) ANÁLISIS ESTADISTICO RESULTADOS (Hw=10.00 m.) AJUSTE DE LA FUNCIÓN DE DISTRIBUCIÓN. GRÁFICO Q-Q Y DIFERENCIA DE PROBABILIDADES

En el eje de abcisas se representa la variabilidad de la cota del fondo de brecha, considerando la cota +10.00 la solera interior de la balsa.

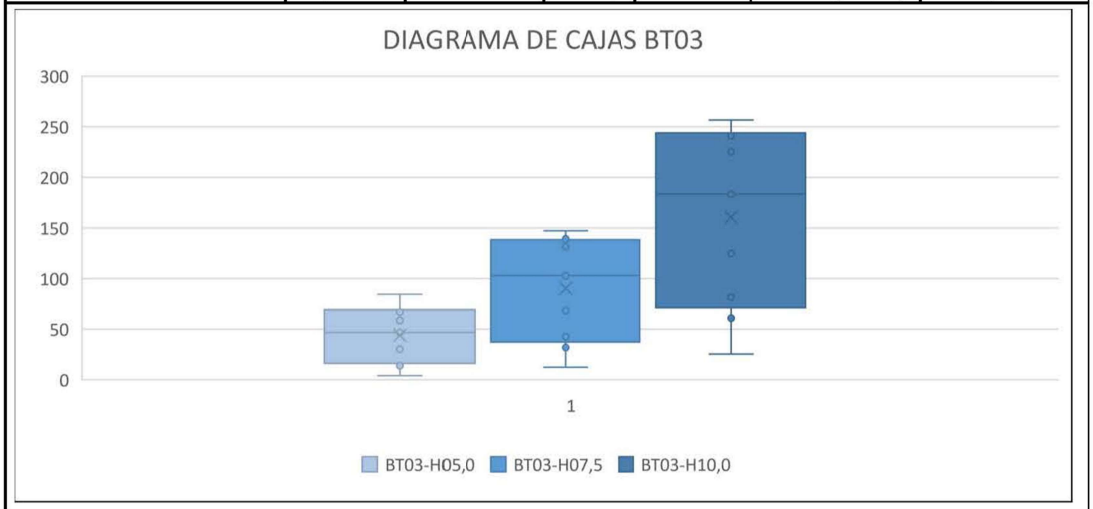


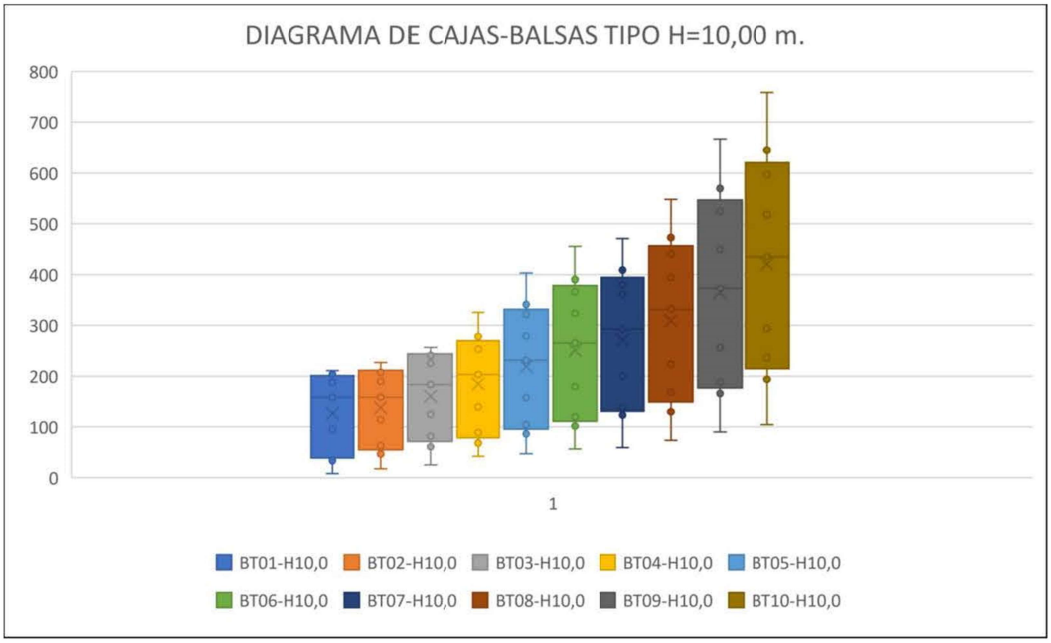


Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 03

M. DE MONTECARLO (CAUDAL MÁXIMO) ANÁLISIS ESTADISTICO RESULTADOS (Hw=10.00 m.) ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA. DIAGRAMAS DE CAJAS

CAUDALES MÁXIMOS (M. MONTECARLO) Estadística descriptiva					Parámetros Ajuste	
BALSA	BT03					
ALTURA Hw (m)	10,00					
AJUSTE	WAKEBY					
Estadística	**Valor**	**Percentil %**	**Valor**	**Obs**		
Tamaño de la muestra	5000	1	25,5	Min	α 202,84	
Rango	230,96	5	60,9		β 11,986	
Media	171,61	10	81,9		γ 297,56	
Varianza	3636,7	25	124,8	Q1	δ -1,5395	
Desviación estándar	60,305	50	183,4	Mediana	ξ 38,813	
Coef, de variación	0,35142	75	225,3	Q3		
Error estándar	0,85284	90	241,0			
Asimetría	-0,47485	95	246,8			
Curtosis	-0,93795	99	256,5	Max	I.C.$\bar{X}$ (95%)	1,672

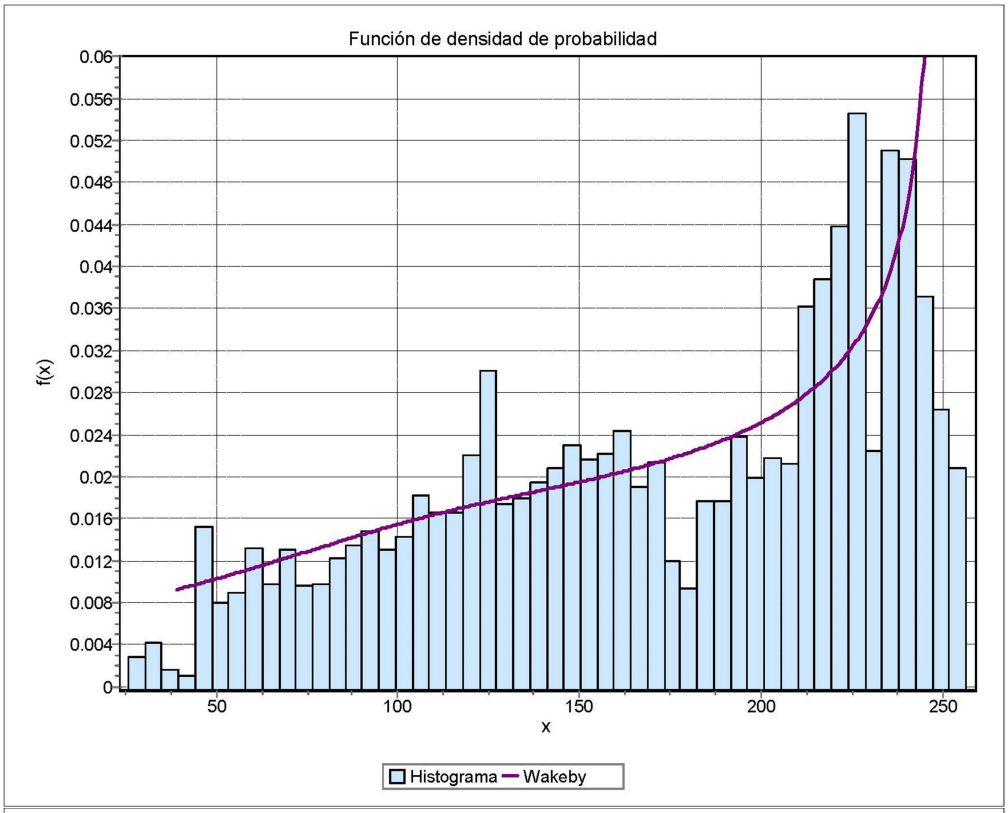


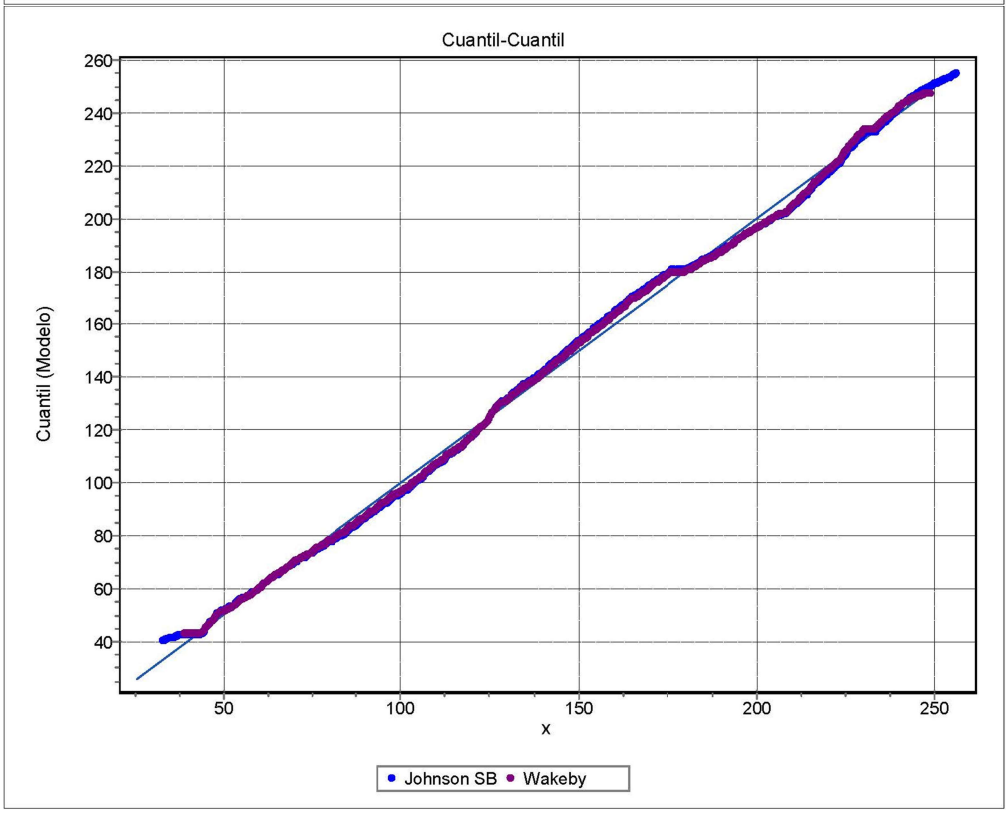


Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 03

M. DE MONTECARLO (CAUDAL MÁXIMO) ANÁLISIS ESTADISTICO RESULTADOS (Hw=10.00 m.) AJUSTE DE LA FUNCIÓN DE DISTRIBUCIÓN. FUNCIÓN DE DENSIDAD Y GRÁFICO Q-Q

En el eje de abscisas se representa la variabilidad de los caudales máximos simulados, a partir del fondo de brecha, y considerando la evolución de su crecimiento atendiendo a la geometría de F08.

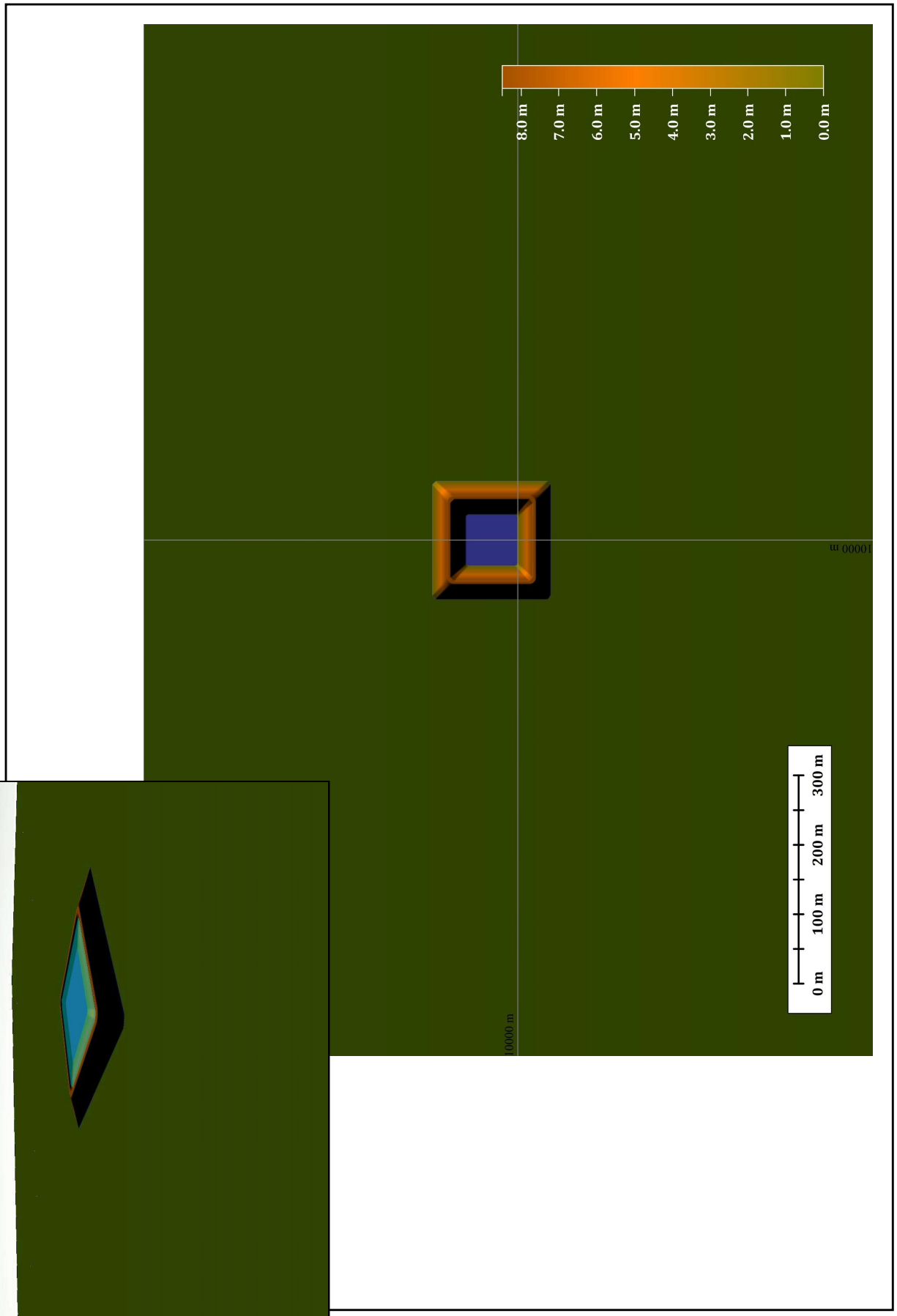




Características de las balsas sintéticas.
BALSA TIPO 03

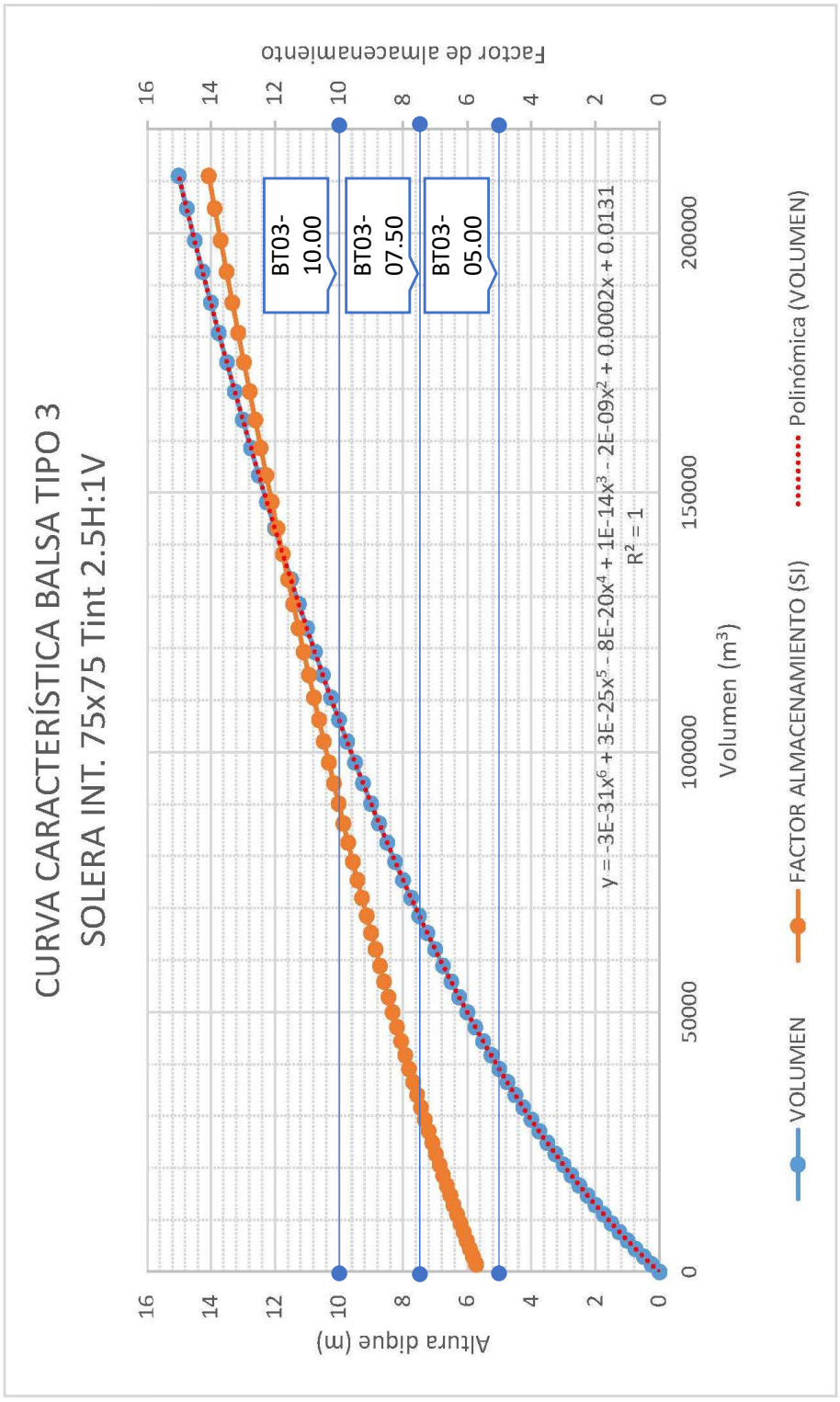
GEOMETRÍA

- ALTURA LÁMINA Hw= 07.5 m.
- RESGUARDO = 1.0 m.
- ANCHO CORONACIÓN= 05.0 m



Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 03

CURVA CARACTERÍSTICA vs FACTOR DE ALMACENAMIENTO



Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 03

ESTIMACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE BRECHA. H=07,50 m. ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE FÓRMULAS EMPÍRICAS

ESTIMACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE BRECHA

PROYECTO:				**BALSAS TIPO**							
SECTOR:				**3**							
ALTURA				**7,5**							
CARACTERÍSTICA*			MÉTODO	FROEHLICH 95a			FROEHLICH 08		GUÍA TÉCNICA	MACDONALD & LANGRIDGE-MONOPOLIS 84	VTG
MODO DE FALLO (S=SIFONAMIENTO;D=DESBORDAMIENTO)			Mf	S	D		S	D	S	S	S
CARGA DE AGUA MOVILIZABLE		Hw	m	7,5	7,5		7,5	7,5	7,5	7,5	7,5
VOLUMEN ALMACENADO EN Hw EN EL COLAPSO		Vw	m3	68554,7	68554,7		68554,7	68554,7	68554,7	68554,7	68554,7
SUPERFICIE OCUPADA EN Hw		As	m2	12656,3	12656,3		12656,3	12656,3	12656,3	12656,3	12656,3
RESGUARDO		r	m	1	1		1	1	1	1	1
ALTURA DE BRECHA COMPLETA		Hb	m	8,5	8,5		8,5	8,5	8,5	8,5	8,5
FACTOR CORRECTOR POR MODO DE FALLO		Ko	-	1	1,4		1	1,3			
TALUD DE LA BRECHA		Zb	Z(H):1(V)	0,9	1,4		0,7	1	1	0,5	1
**	TALUD DEL DIQUE AGUAS ARRIBA	Z_1	Z(H):1(V)							2,5	
	TALUD DEL DIQUE AGUAS ABAJO	Z_2	Z(H):1(V)							2,5	
	SUMA DE TALUDES DEL DIQUE	Z_3	Z_1+Z_2							5	
	ANCHO CORONACIÓN DEL DIQUE	C	m							5	
	VOLUMEN EROSIONABLE DEL DIQUE	Ve	m3							643,4	
TIPOLOGIA DEL DIQUE			Td	Pequeña Presa Clasificable			Pequeña Presa Clasificable		Pequeña Presa Clasificable	Pequeña Presa Clasificable	Pequeña Presa Clasificable
COTA SOLERA BRECHA		Cs	m	10	10		10	10	10	10	10
COTA CORONACIÓN		Cc	m	18,5	18,5		18,5	18,5	18,5	18,5	18,5
ESTIMACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE LA BRECHA											
****	ANCHO MEDIO	Bavg	m	9,6	13,4		10,38	13,5	17,5	-	24,85
	ANCHO EN SOLERA	Bb	m	1,9	1,5		4,4	5,0	9,0	ERROR. BRECHA NO TRAPECIAL	16,4
	ANCHO EN CORONACIÓN	Bc	m				16,33	21,99	25,97	-	33,35
	TIEMPO DE FORMACIÓN	Tf	h	0,1	0,1		0,17	0,2	0,148	0,188	0,113
	FACTOR DE ALMACENAMIENTO	Sl	-	9,1	9,1		9,1	9,1	9,1	9,1	9,1
ESTIMACIÓN DEL CAUDAL PUNTA FROEHLIC 95b											
CAUDAL MÁXIMO PREVISTO		Qp	m3/s	197,19	197,19		197,19	197,19	197,19	197,19	197,19

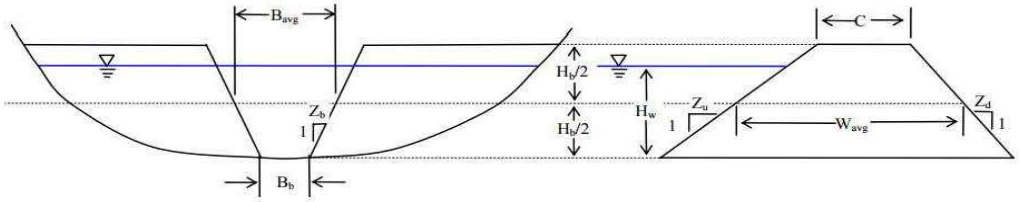
Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 03

ESTIMACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE BRECHA. H=07,50 m. ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE FÓRMULAS EMPÍRICAS. VALIDACIÓN DE RESULTADOS

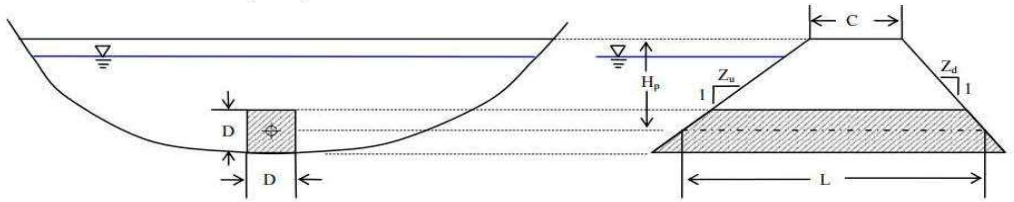
ESTIMACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE BRECHA								
PROYECTO:	**BALSAS TIPO**							
SECTOR:	**3**							
ALTURA	**7,5**							
ANÁLISIS Y VALIDACIÓN DE RESULTADOS								
Dada la importancia del tiempo de formación de la brecha en la generación del pico del hidrograma, es relevante poder validar los resultados. Para ello utilizaremos un estimador de la progresión de la erosión. Se considera adecuado aquel que define un desarrollo lineal, por lo que se utilizará la razón de erosión (ER) definida por la relación entre el ancho medio de brecha y el tiempo de formación. Diversos autores han indicado los intervalos de fiabilidad relacionando dicho parámetro con la altura de agua movilizable, (Hw), quedando estos entre 1.6 y 21. Por otro lado, el agua almacenada puede condicionar el desarrollo completo de la brecha, por lo que se apunta como indicador de la validez de los resultados, la relación entre el ancho medio respecto de la altura de brecha (Bavg/Hb). En este caso si el indicador ofrece un valor inferior a 0.6, no se puede afirmar que se complete la brecha, quedando como apertura una geometría cuadrangular de ancho D.								
COMPROBACIÓN DEL DESARROLLO DE BRECHA (completa vs parcial) Se considera desarrollada si (Bavg/Hb)>0.60	(Bavg/Hb)	1,12	1,57	1,22	1,59	2,06	-	2,92
RAZÓN DE EROSIÓN (ER)	(Bavg/Tf)	70,58	98,81	60,09	78,12	118,18	-	33,35
COMPROBACIÓN DEL PROGRESO DE LA BRECHA (lineal vs no lineal) Se puede considerar razonable la ratio de erosión si 1.6<(ER/Hw)<21	(ER/Hw)	9,41	13,17	8,01	10,42	15,76	-	4,45
COMPROBACIÓN BOWLES T de formación (h) Si tiempo de formación de brecha es menor que la comprobación de Bowles se adopta	T=2*Vw/Qp	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19
RAZÓN DE TIEMPOS (Tbowles/Tf)		1,43	1,43	1,12	1,12	1,31	1,03	1,72
* *DIQUE DE CIERRE DE MATERIALES SUELTOS HOMOGÉNEO, ASUMIENDO MÁXIMO ALMACENAMIENTO EN LA FASE DE COLAPSO*								
** *A utlizar en el método de MACDONALD & LANGRIDGE-MONOPOLIS 84 (MLM84)*								
*** *Wb en el método de MACDONALD & LANGRIDGE-MONOPOLIS 84 (MLM84)*								

ESQUEMAS

Variables de formación de la brecha completa



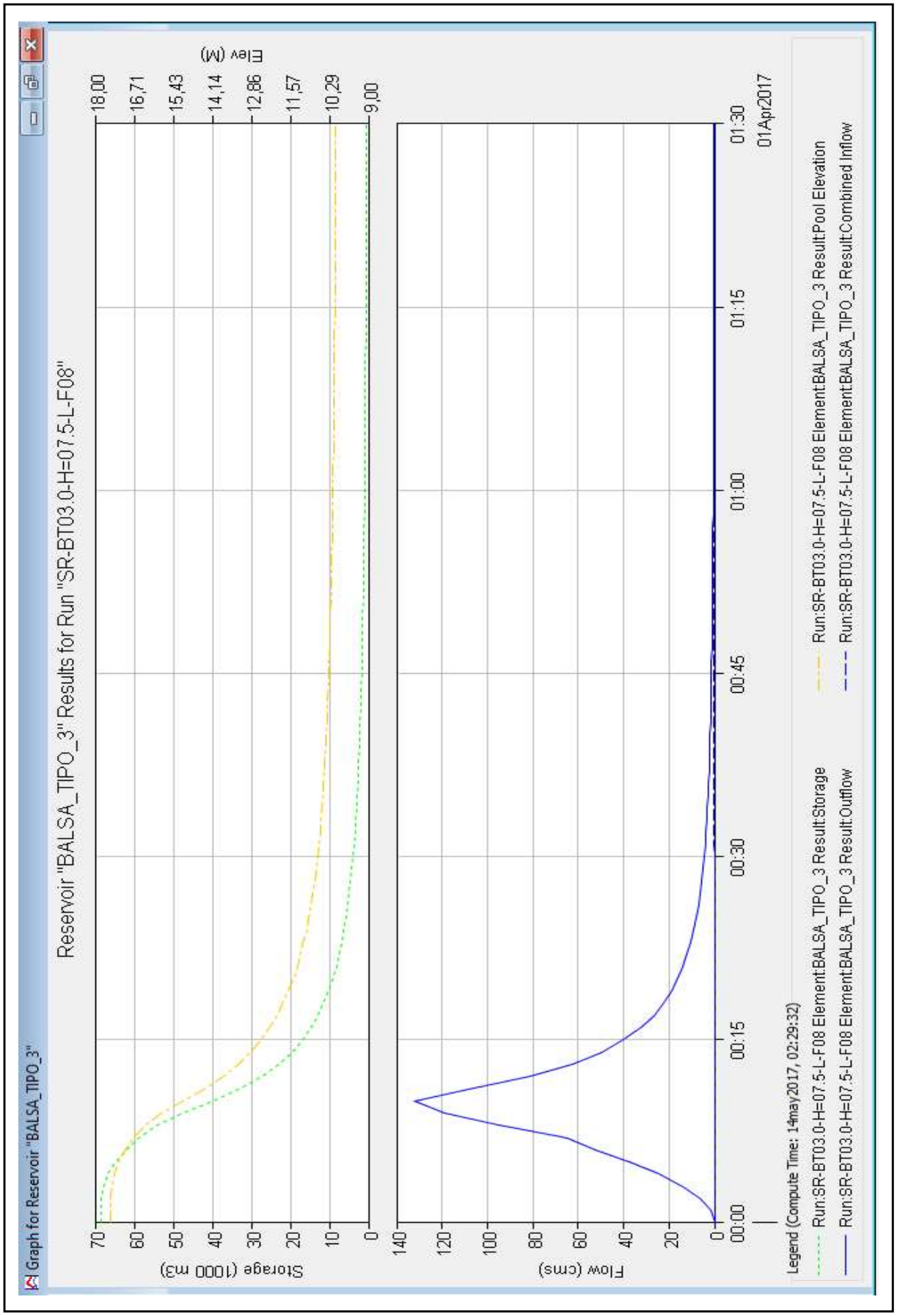
Variables de formación de la brecha incompleta



Fuente: GUIDELINES FOR DAM BREACH ANALYSIS, STATE OF COLORADO-DEPARTMENT OF NATURAL RESOURCES-DIVISION OF WATER RESOURCES, 10/02/2010

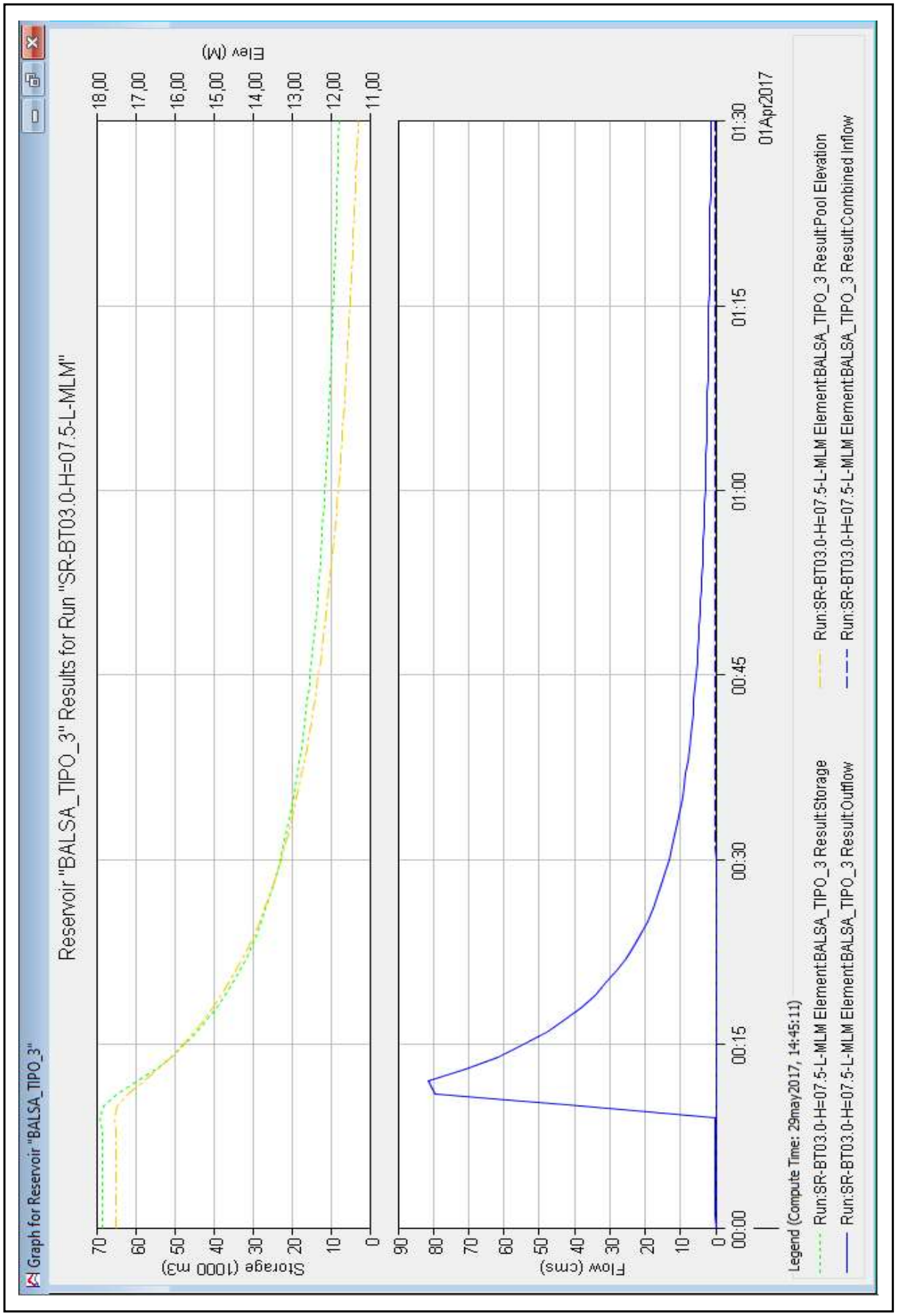
Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 03

HIDROGRAMA DE VERTIDO Y CURVA DE VACIADO PARA H=7.50 m. ESCENARIO (NMN-SOLERA) APLICACIÓN FÓRMULA F08



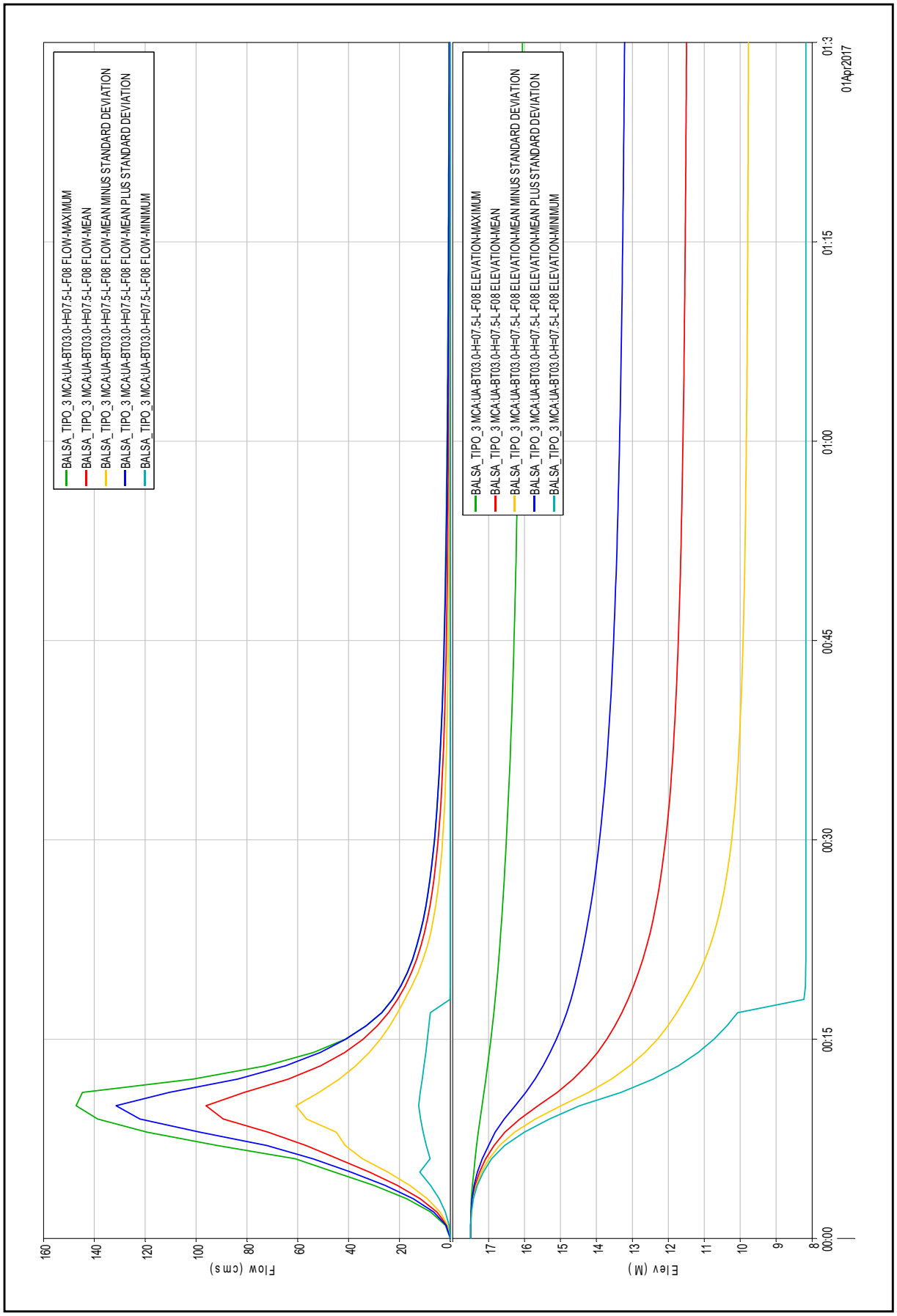
Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 03

HIDROGRAMA DE VERTIDO Y CURVA DE VACIADO PARA H=7.50 m. ESCENARIO (NMN-SOLERA) APLICACIÓN FÓRMULA MLM84



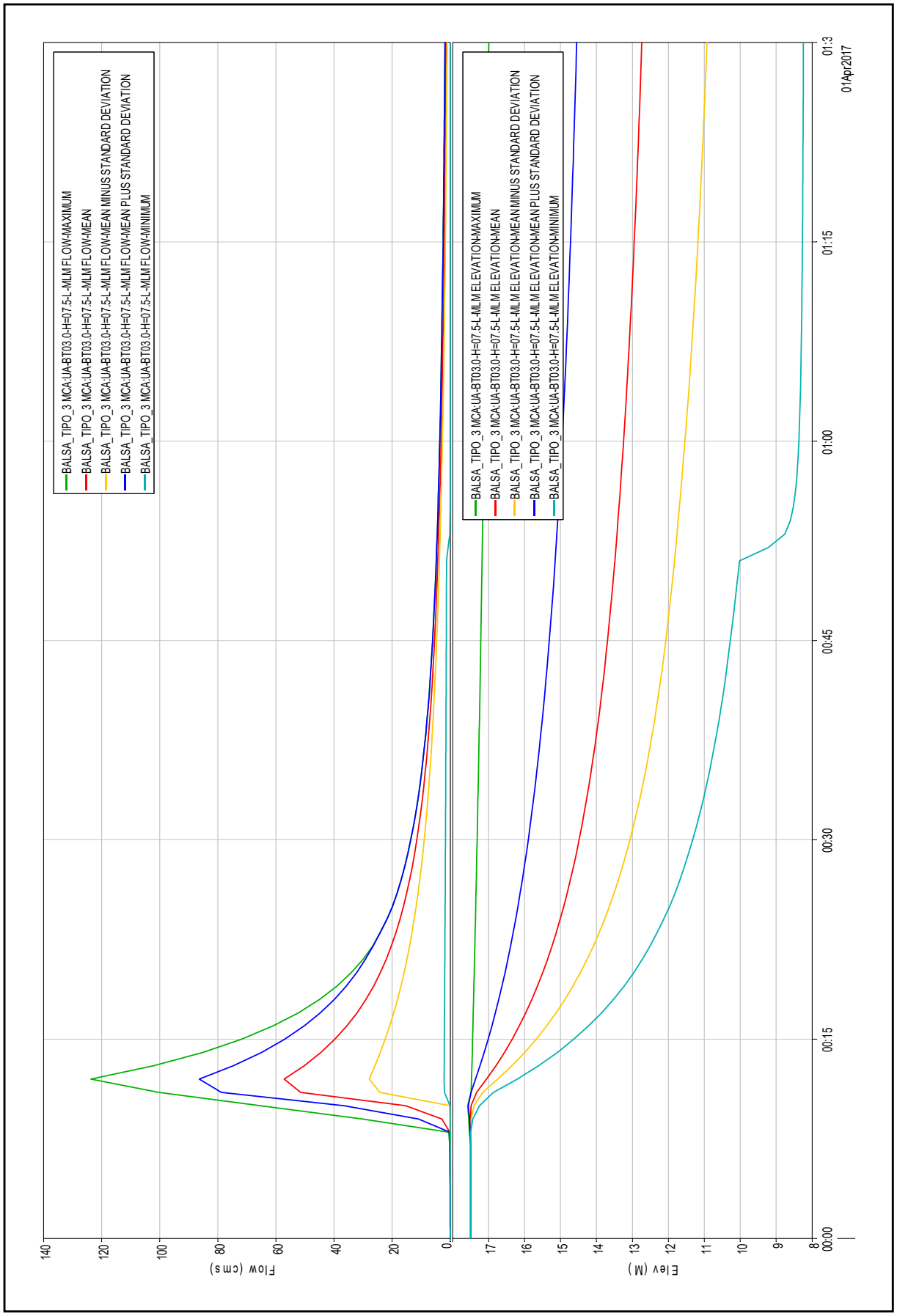
Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 03

APLICACIÓN DEL MÉTODO DE MONTECARLO EN LA CALIBRACIÓN DEL FONDO DE BRECHA (5.000 SIMULACIONES) HIDROGRAMAS DE VERTIDO Y VARIACIÓN DEL NIVEL EMBALSADO. (H=07.50 m.) APLICACIÓN FÓRMULA F08



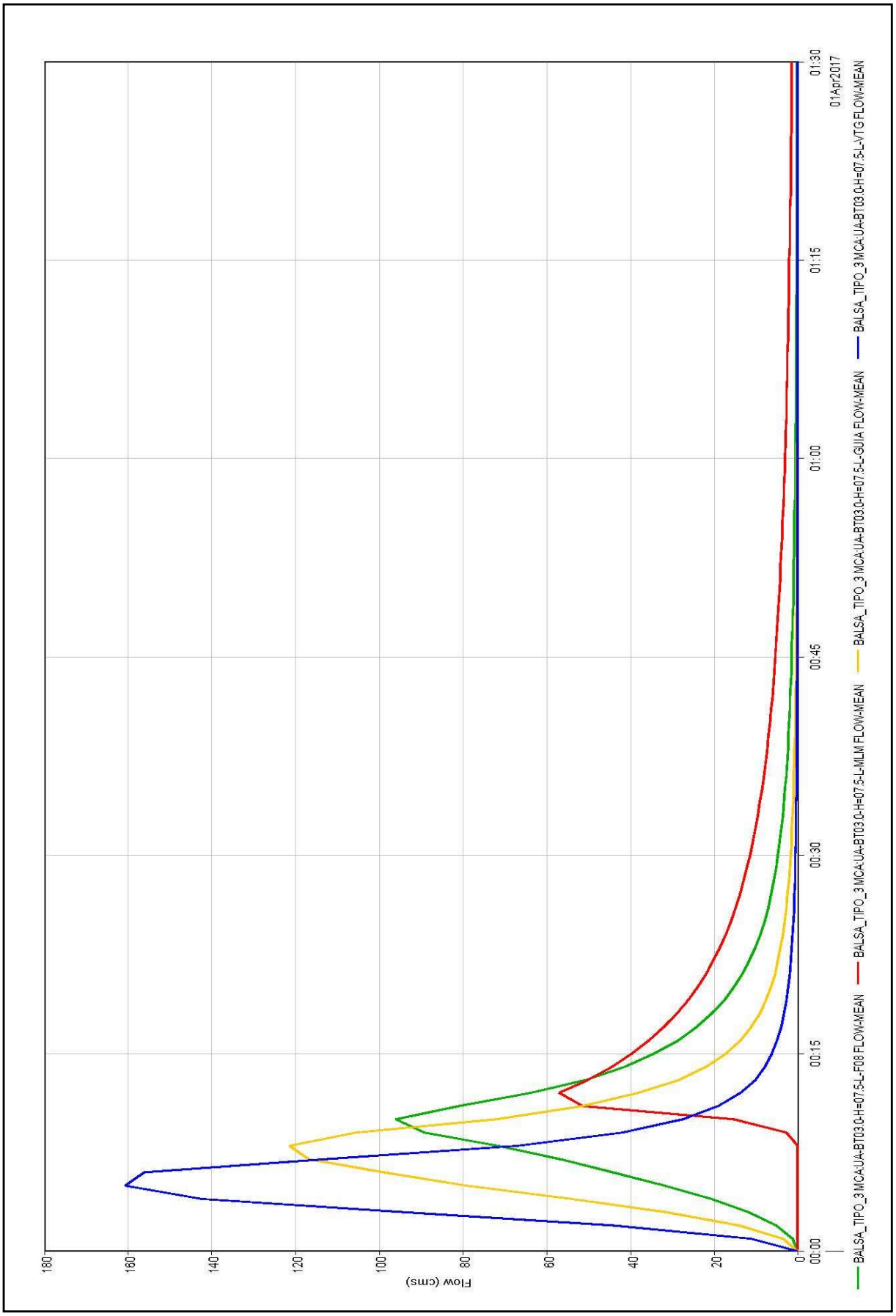
Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 03

APLICACIÓN DEL MÉTODO DE MONTECARLO EN LA CALIBRACIÓN DEL FONDO DE BRECHA (5.000 SIMULACIONES) HIDROGRAMAS DE VERTIDO Y VARIACIÓN DEL NIVEL EMBALSADO. (H=07.50 m.) APLICACIÓN FÓRMULA MLM84



Características de las balsas sintéticas.
BALSA TIPO 03
(Hw=07.50 m.)

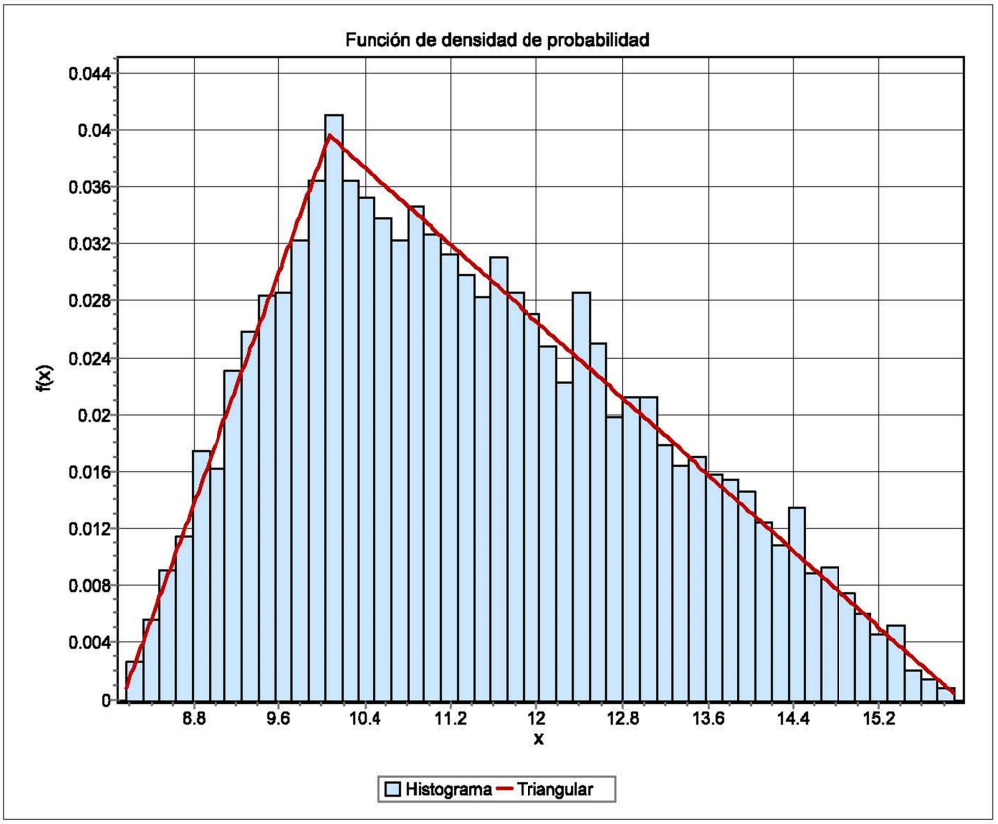
ESTUDIO COMPARATIVO DE LA VARIABILIDAD DEL HIDROGRAMA DE VERTIDO EN FUNCIÓN DE LA CARGA DE AGUA MOVILIZABLE (Hw)
APLICACIÓN FÓRMULAS
F08-MLM84-GUIA-VTG

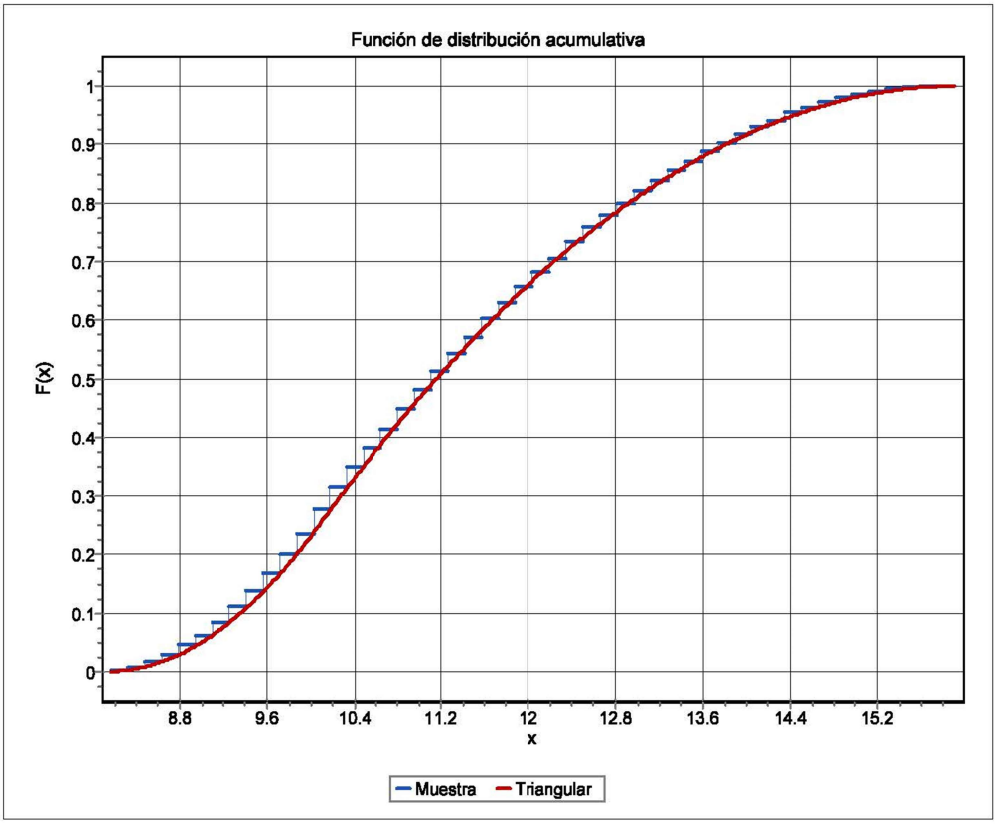


Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 03

M. DE MONTECARLO (FONDO DE BRECHA) ANÁLISIS ESTADISTICO RESULTADOS (Hw=07.50 m.) AJUSTE DE LA FUNCIÓN DE DISTRIBUCIÓN. FUNCIÓN DE DENSIDAD Y FUNCIÓN DE DISTRIBUCIÓN ACUMULATIVA

En el eje de abcisas se representa la variabilidad de la cota del fondo de brecha, considerando la cota +10.00 la solera interior de la balsa.

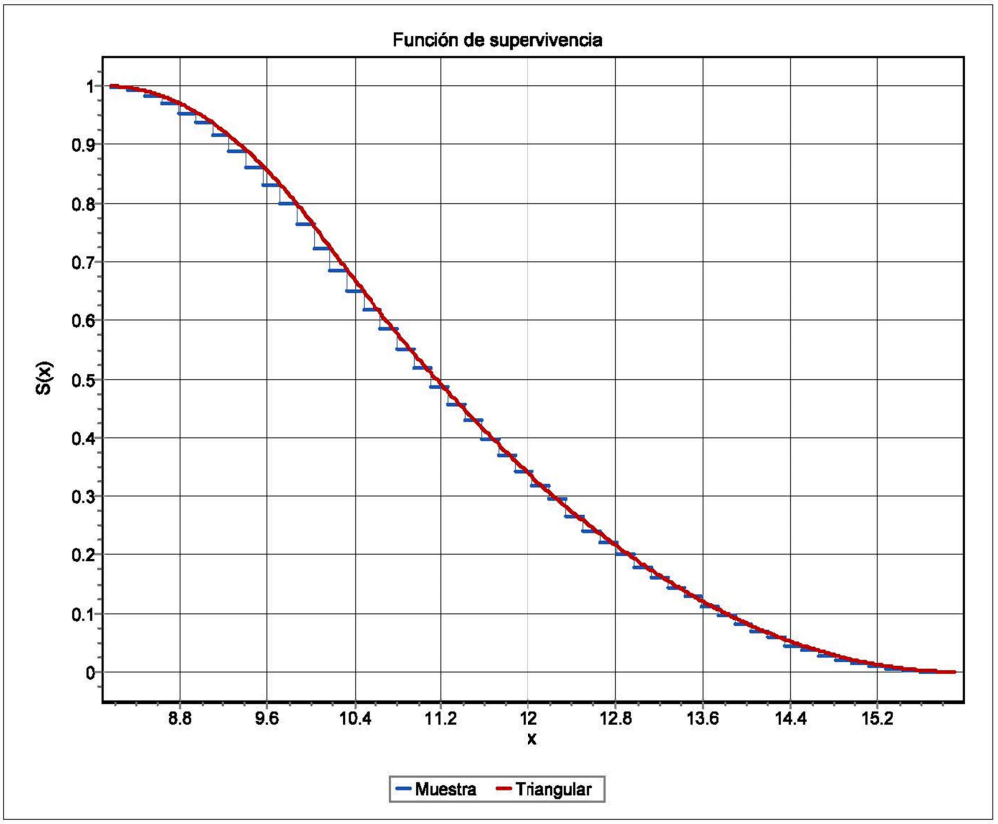


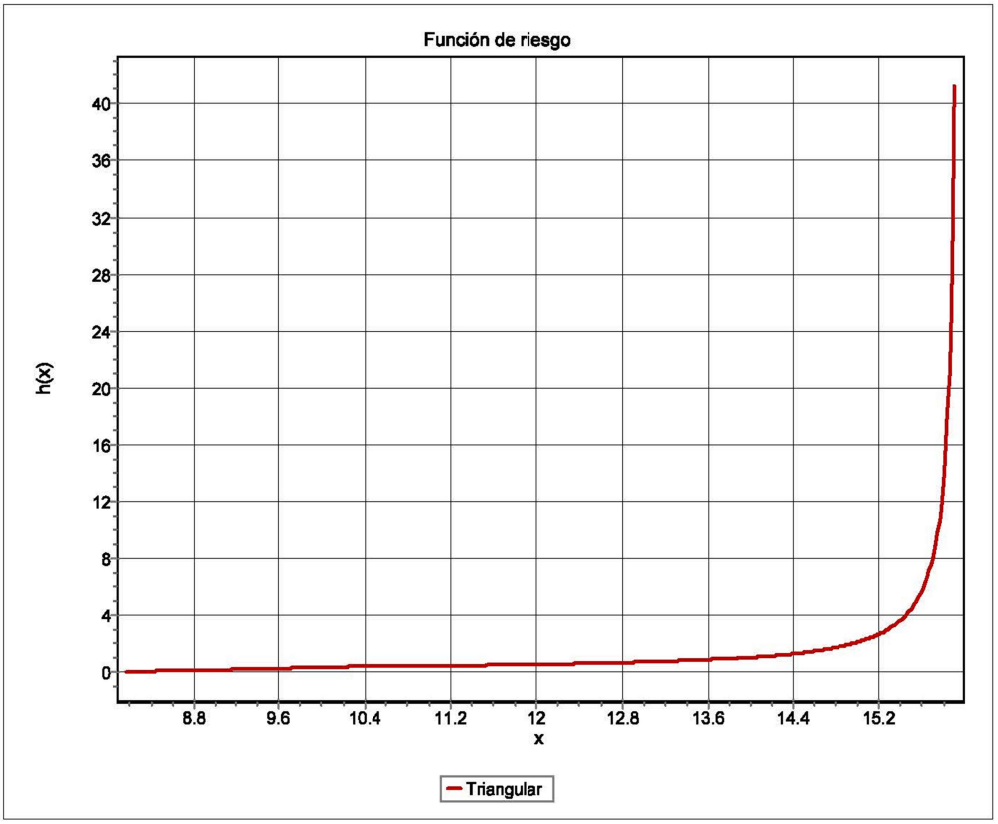


Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 03

M. DE MONTECARLO (FONDO DE BRECHA) ANÁLISIS ESTADISTICO RESULTADOS (Hw=07.50 m.) AJUSTE DE LA FUNCIÓN DE DISTRIBUCIÓN. FUNCIÓN DE SUPERVIVENCIA Y FUNCIÓN DE RIESGO

En el eje de abcisas se representa la variabilidad de la cota del fondo de brecha, considerando la cota +10.00 la solera interior de la balsa.

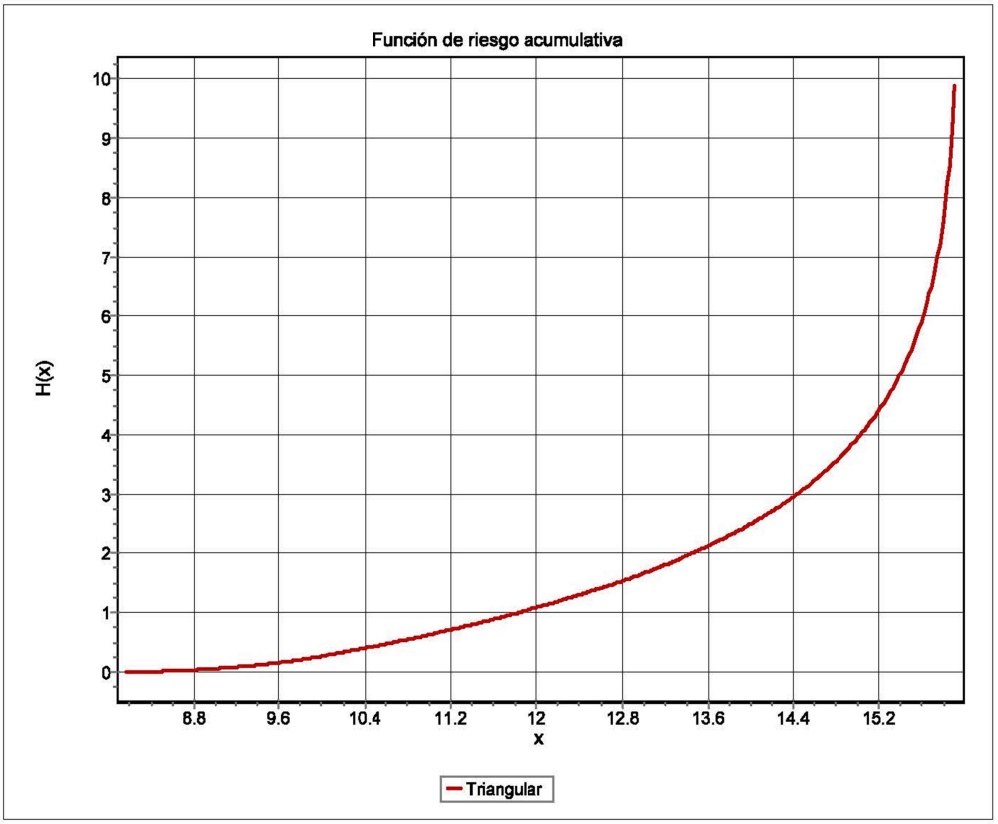


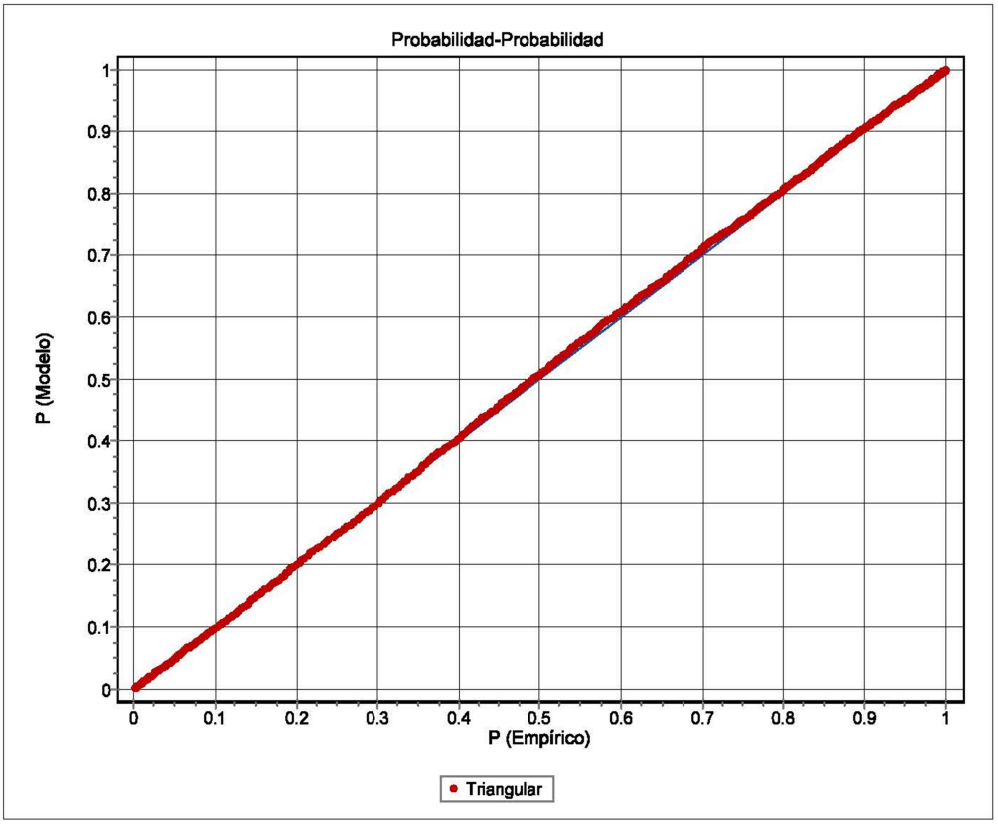


Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 03

M. DE MONTECARLO (FONDO DE BRECHA) ANÁLISIS ESTADISTICO RESULTADOS (Hw=07.50 m.) AJUSTE DE LA FUNCIÓN DE DISTRIBUCIÓN. FUNCIÓN DE RIESGO ACUMULATIVA Y GRÁFICO P-P

En el eje de abcisas se representa la variabilidad de la cota del fondo de brecha, considerando la cota +10.00 la solera interior de la balsa.

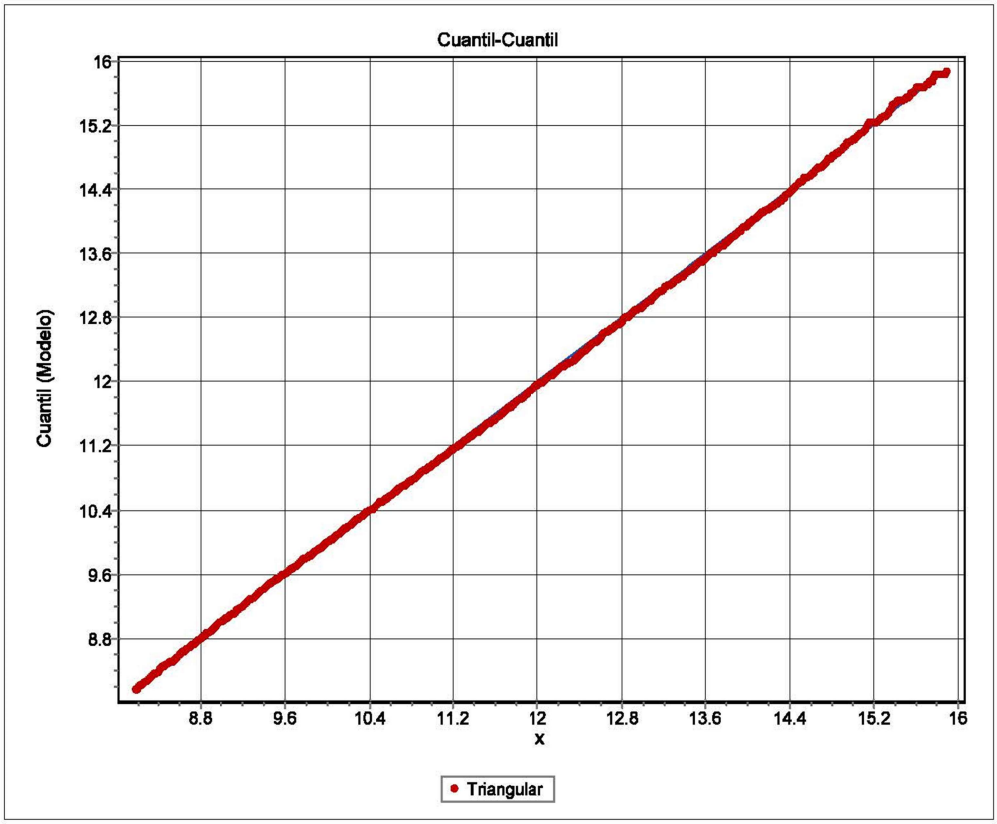


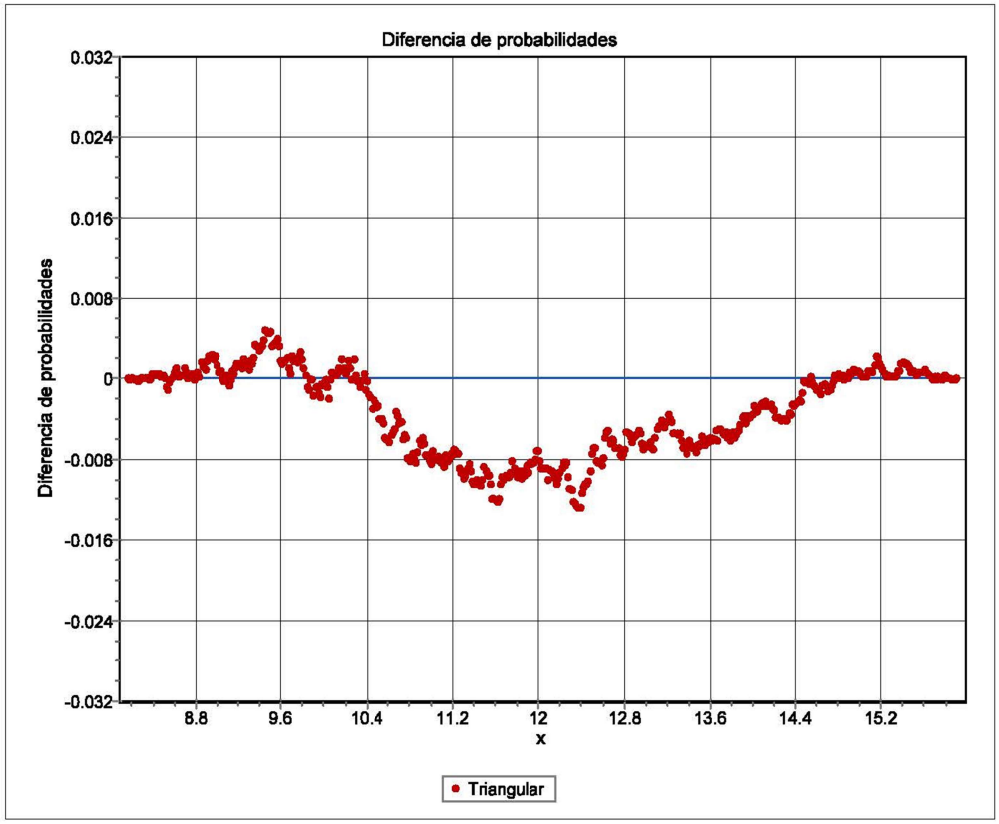


Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 03

M. DE MONTECARLO (FONDO DE BRECHA) ANÁLISIS ESTADISTICO RESULTADOS (Hw=07.50 m.) AJUSTE DE LA FUNCIÓN DE DISTRIBUCIÓN. GRÁFICO Q-Q Y DIFERENCIA DE PROBABILIDADES

En el eje de abcisas se representa la variabilidad de la cota del fondo de brecha, considerando la cota +10.00 la solera interior de la balsa.

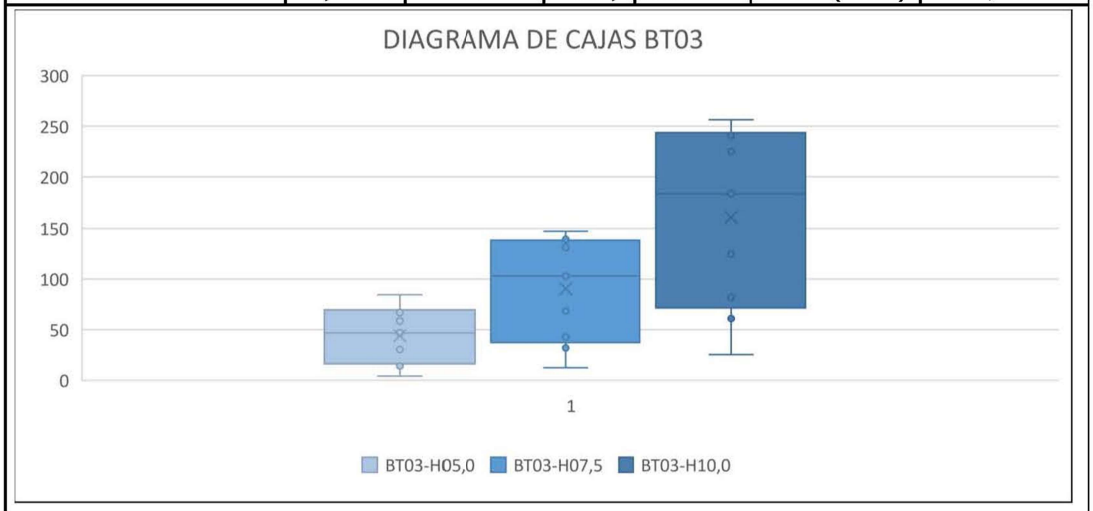


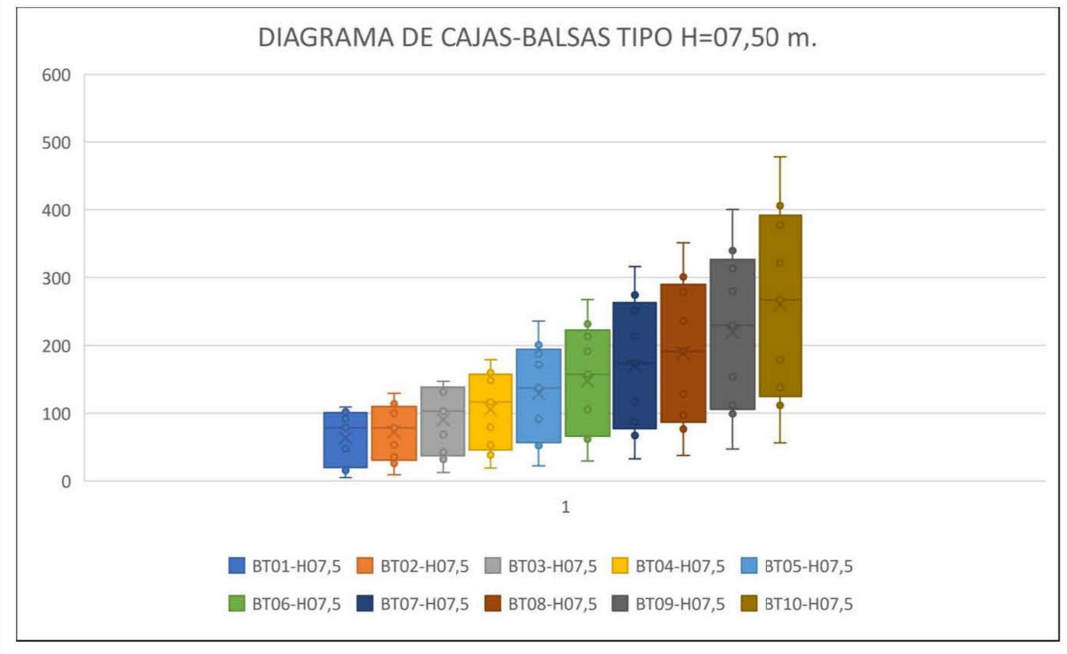


Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 03

M. DE MONTECARLO (CAUDAL MÁXIMO) ANÁLISIS ESTADISTICO RESULTADOS (Hw=07.50 m.) ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA. DIAGRAMAS DE CAJAS

CAUDALES MÁXIMOS (M. MONTECARLO) Estadística descriptiva					Parámetros Ajuste	
BALSA	BT03					
ALTURA Hw (m)	7,50					
AJUSTE	GEN.PARETO					
Estadística	**Valor**	**Percentil %**	**Valor**	**Obs**		
Tamaño de la muestra	5000	1	12,4	Min	k	-1,6135
Rango	134,73	5	32,0		σ	189,86
Media	96,193	10	42,7		μ	23,546
Varianza	1250,7	25	68,4	Q1		
Desviación estándar	35,366	50	102,9	Mediana		
Coef, de variación	0,36766	75	131,3	Q3		
Error estándar	0,50015	90	137,4			
Asimetría	-0,4421	95	139,3			
Curtosis	-0,98715	99	147,2	Max	I.C.$\bar{X}$ (95%)	0,980

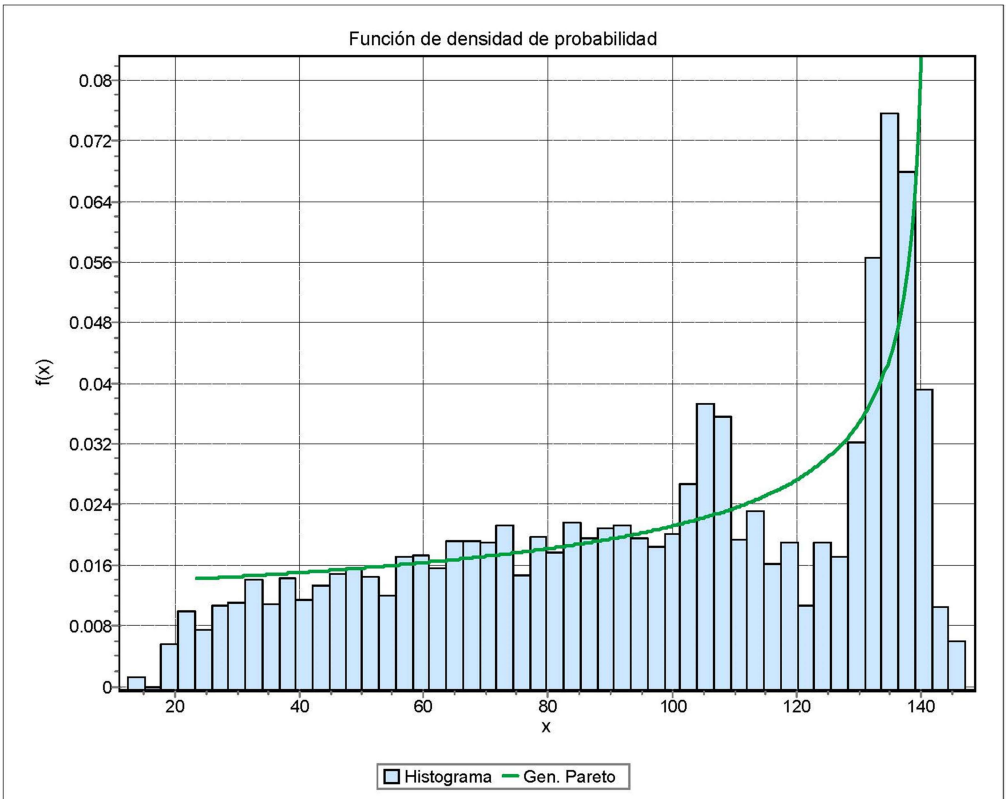


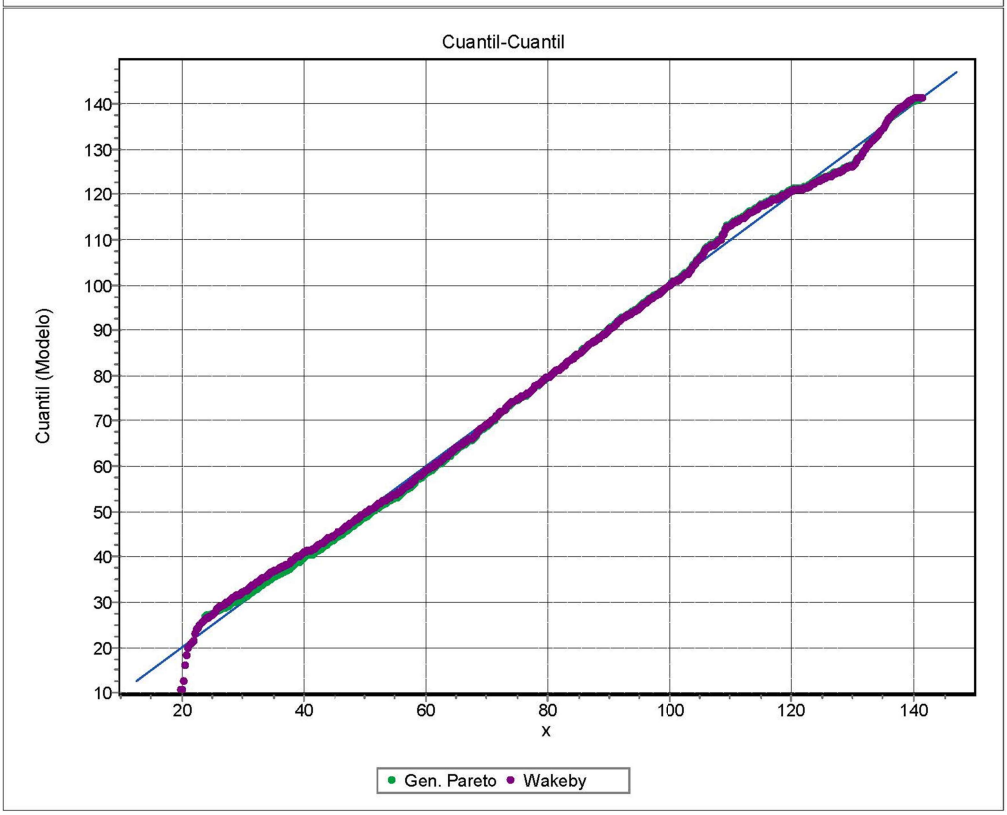


Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 03

M. DE MONTECARLO (CAUDAL MÁXIMO) ANÁLISIS ESTADISTICO RESULTADOS (Hw=07.50 m.) AJUSTE DE LA FUNCIÓN DE DISTRIBUCIÓN. FUNCIÓN DE DENSIDAD Y GRÁFICO Q-Q

En el eje de abscisas se representa la variabilidad de los caudales máximos simulados, a partir del fondo de brecha, y considerando la evolución de su crecimiento atendiendo a la geometría de F08.

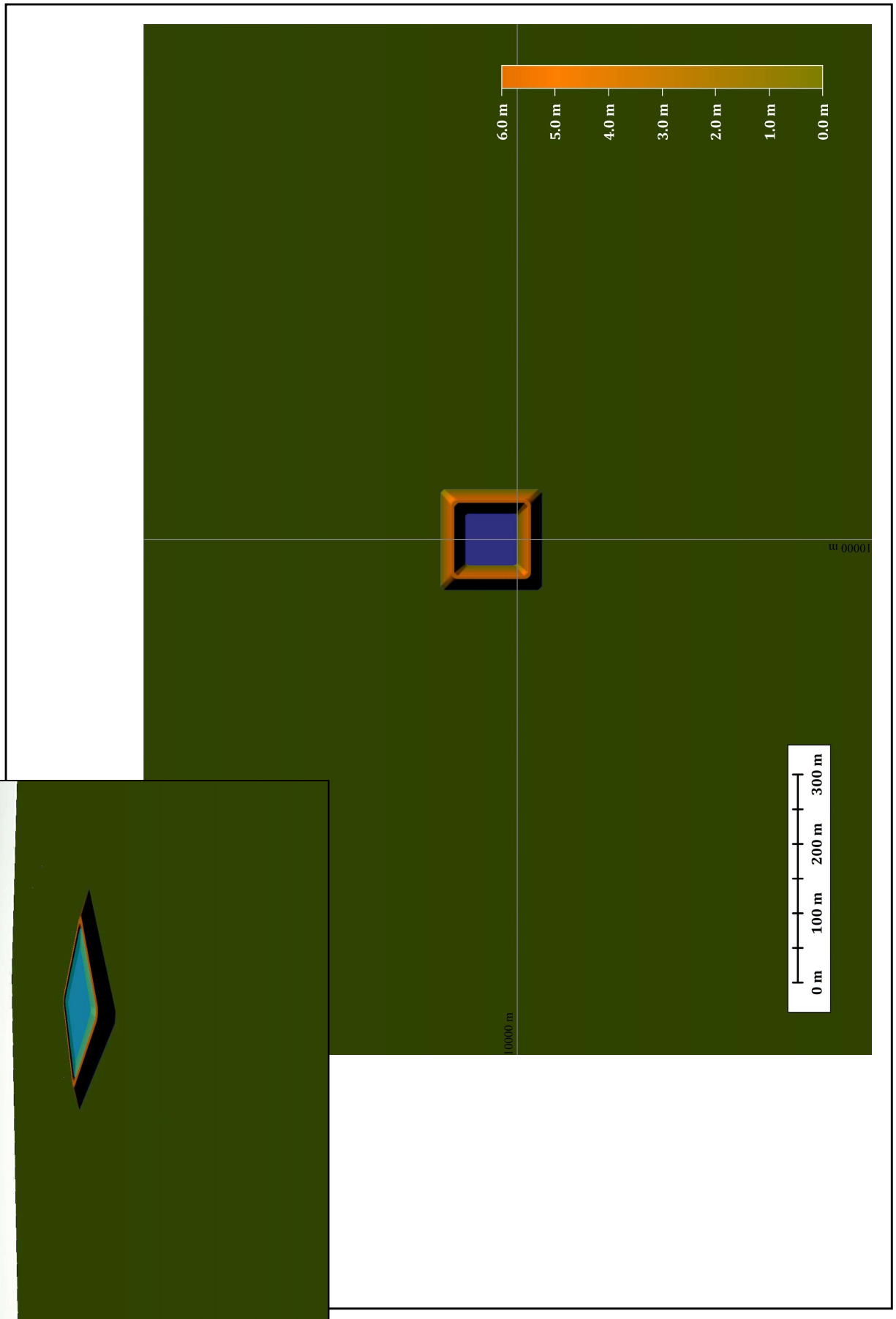




Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 03

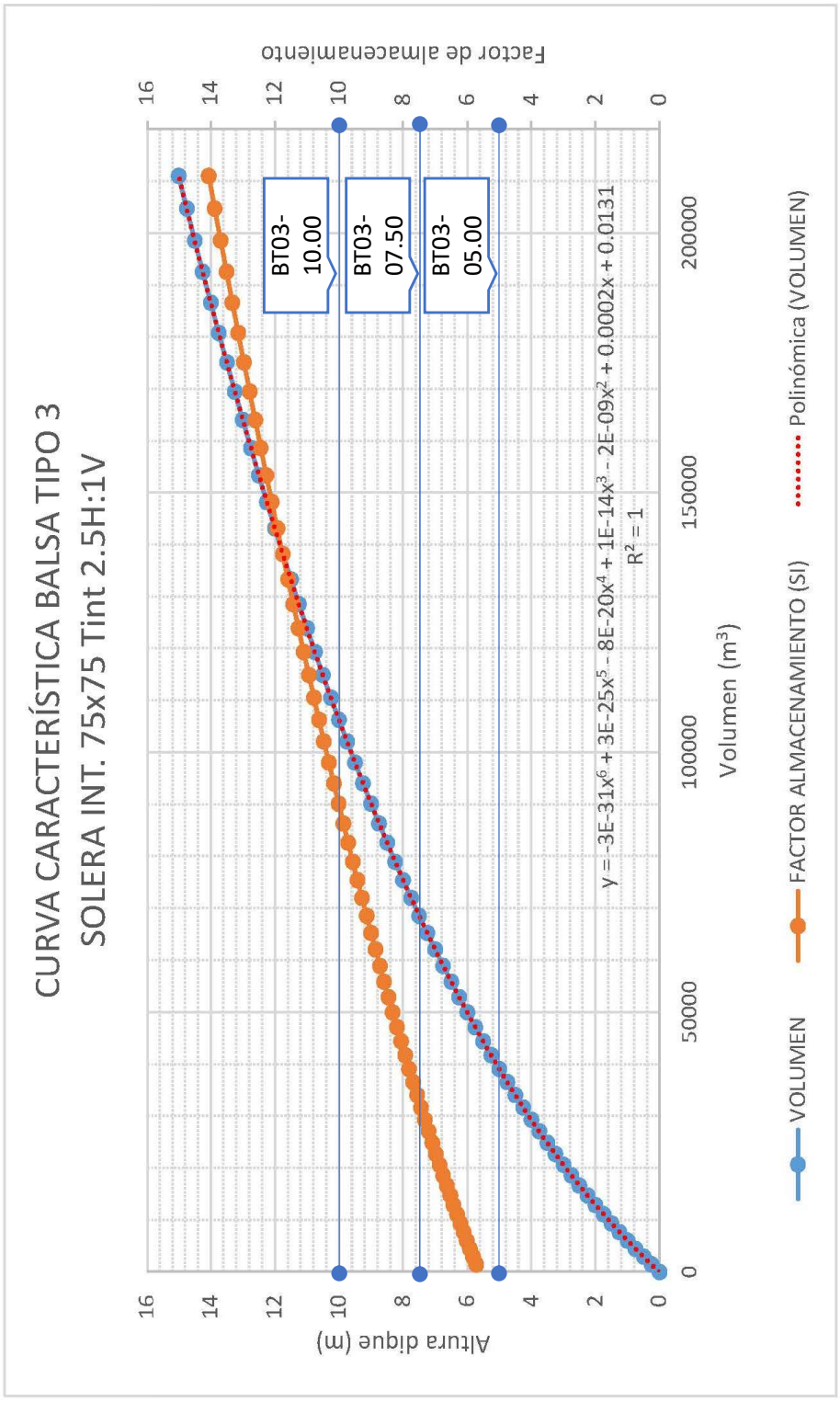
GEOMETRÍA

- ALTURA LÁMINA Hw= 05.0 m.
- RESGUARDO = 1.0 m.
- ANCHO CORONACIÓN= 05.0 m



Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 03

CURVA CARACTERÍSTICA vs FACTOR DE ALMACENAMIENTO



Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 03

ESTIMACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE BRECHA.
H=05,00 m.
ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE FÓRMULAS EMPÍRICAS

ESTIMACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE BRECHA												
PROYECTO:	BALSAS TIPO											
SECTOR:	3											
ALTURA	5											
	CARACTERÍSTICA*		MÉTODO	FROEHLICH 95a			FROEHLICH 08			GUÍA TÉCNICA	MACDONALD & LANGRIDGE-MONOPOLIS 84	VTG
	MODO DE FALLO (S=SIFONAMIENTO;D=DESBORDAMIENTO)		Mf	S	D		S	D		S	S	S
	CARGA DE AGUA MOVILIZABLE	Hw	m	5	5		5	5		5	5	5
	VOLUMEN ALMACENADO EN Hw EN EL COLAPSO	Vw	m3	39062,5	39062,5		39062,5	39062,5		39062,5	39062,5	39062,5
	SUPERFICIE OCUPADA EN Hw	As	m2	10000	10000		10000	10000		10000	10000	10000
	RESGUARDO	r	m	1	1		1	1		1	1	1
	ALTURA DE BRECHA COMPLETA	Hb	m	6	6		6	6		6	6	6
	FACTOR CORRECTOR POR MODO DE FALLO	Ko	-	1	1,4		1	1,3				
	TALUD DE LA BRECHA	Zb	Z(H):1(V)	0,9	1,4		0,7	1		1	0,5	1
**	TALUD DEL DIQUE AGUAS ARRIBA	Z_1	Z(H):1(V)								2,5	
	TALUD DEL DIQUE AGUAS ABAJO	Z_2	Z(H):1(V)								2,5	
	SUMA DE TALUDES DEL DIQUE	Z_3	Z_1+Z_2								5	
	ANCHO CORONACIÓN DEL DIQUE	C	m								5	
	VOLUMEN EROSIONABLE DEL DIQUE	Ve	m3								305,6	
	TIPOLOGIA DEL DIQUE	Td		Pequeña Presa Clasificable			Pequeña Presa Clasificable			Pequeña Presa Clasificable	Pequeña Presa Clasificable	Pequeña Presa Clasificable
	COTA SOLERA BRECHA	Cs	m	10	10		10	10		10	10	10
	COTA CORONACIÓN	Cc	m	16	16		16	16		16	16	16
	ESTIMACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE LA BRECHA											
	ANCHO MEDIO	Bavg	m	7,5	10,5		8,55	11,1		13,9	3,3	18,6
***	ANCHO EN SOLERA	Bb	m	2,1	2,1		4,3	5,1		7,9	0,3	12,6
	ANCHO EN CORONACIÓN	Bc	m				12,75	17,11		19,92	6,30	24,60
	TIEMPO DE FORMACIÓN	Tf	h	0,1	0,1		0,18	0,2		0,158	0,144	0,075
	FACTOR DE ALMACENAMIENTO	Sl	-	7,8	7,8		7,8	7,8		7,8	7,8	7,8
	ESTIMACIÓN DEL CAUDAL PUNTA FROEHLIC 95b											
	CAUDAL MÁXIMO PREVISTO	Qp	m3/s	101,04	101,04		101,04	101,04		101,04	101,04	101,04

Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 03

ESTIMACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE BRECHA. H=05,00 m. ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE FÓRMULAS EMPÍRICAS. VALIDACIÓN DE RESULTADOS

ESTIMACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE BRECHA

PROYECTO:	BALSAS TIPO							
SECTOR:	3							
ALTURA	5							

ANÁLISIS Y VALIDACIÓN DE RESULTADOS

Dada la importancia del tiempo de formación de la brecha en la generación del pico del hidrograma, es relevante poder validar los resultados. Para ello utilizaremos un estimador de la progresión de la erosión. Se considera adecuado aquel que define un desarrollo lineal, por lo que se utilizará la razón de erosión (ER) definida por la relación entre el ancho medio de brecha y el tiempo de formación. Diversos autores han indicado los intervalos de fiabilidad relacionando dicho parámetro con la altura de agua movilizable, (Hw), quedando estos entre 1.6 y 2.1. Por otro lado, el agua almacenada puede condicionar el desarrollo completo de la brecha, por lo que se apunta como indicador de la validez de los resultados, la relación entre el ancho medio respecto de la altura de brecha (Bavg/Hb). En este caso si el indicador ofrece un valor inferior a 0.6, no se puede afirmar que se complete la brecha, quedando como apertura una geometría cuadrangular de ancho D.

COMPROBACIÓN DEL DESARROLLO DE BRECHA (completa vs parcial)	(Bavg/Hb)	1,24	1,74	1,42	1,85	2,32	0,55	3,10
Se considera desarrollada si (Bavg/Hb)>0.60	(Bavg/Tf)	54,33	76,07	46,29	60,17	88,01	22,94	24,60
RAZÓN DE EROSIÓN (ER)								
COMPROBACIÓN DEL PROGRESO DE LA BRECHA (lineal vs no lineal)	(ER/Hw)	10,87	15,21	9,26	12,03	17,60	4,59	4,92
Se puede considerar razonable la ratio de erosión si 1.6<(ER/Hw)<2.1								
COMPROBACIÓN BOWLES T de formación (h)	T=2*Vw/Qp	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21
Si tiempo de formación de brecha es menor que la comprobación de Bowles se adopta								
RAZÓN DE TIEMPOS (Tbowles/Tf)		1,56	1,56	1,16	1,16	1,36	1,49	2,86

* *DIQUE DE CIERRE DE MATERIALES SUELTOS HOMOGÉNEO, ASUMIENDO MÁXIMO ALMACENAMIENTO EN LA FASE DE COLAPSO*

** *A utilizar en el método de MACDONALD & LANGRIDGE-MONOPOLIS 84 (MLM84)*

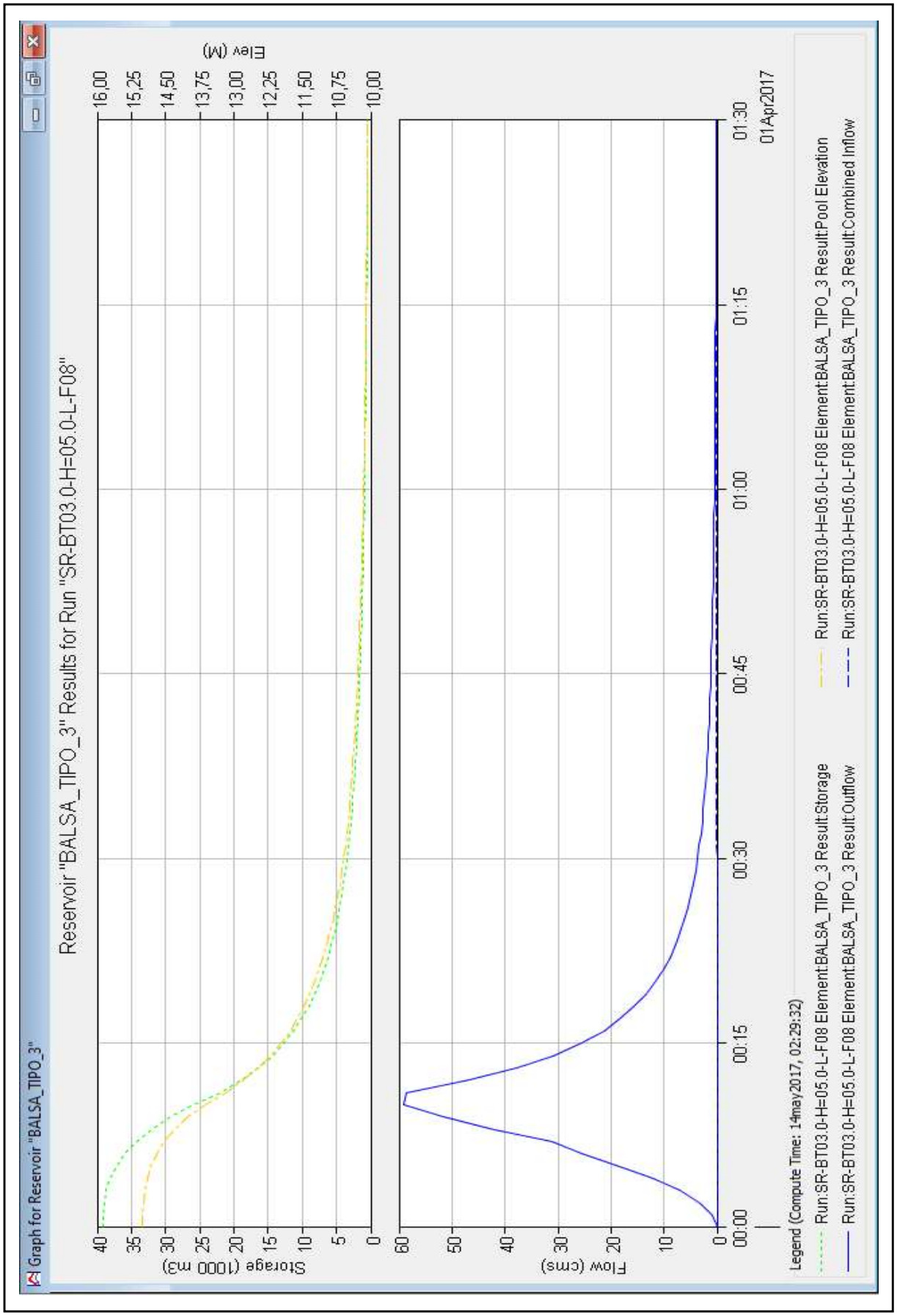
*** *Wb en el método de MACDONALD & LANGRIDGE-MONOPOLIS 84 (MLM84)*

ESQUEMAS

Fuente: GUIDELINES FOR DAM BREACH ANALYSIS. STATE OF COLORADO-DEPARTMENT OF NATURAL RESOURCES-DIVISION OF WATER RESOURCES. 10/02/2010

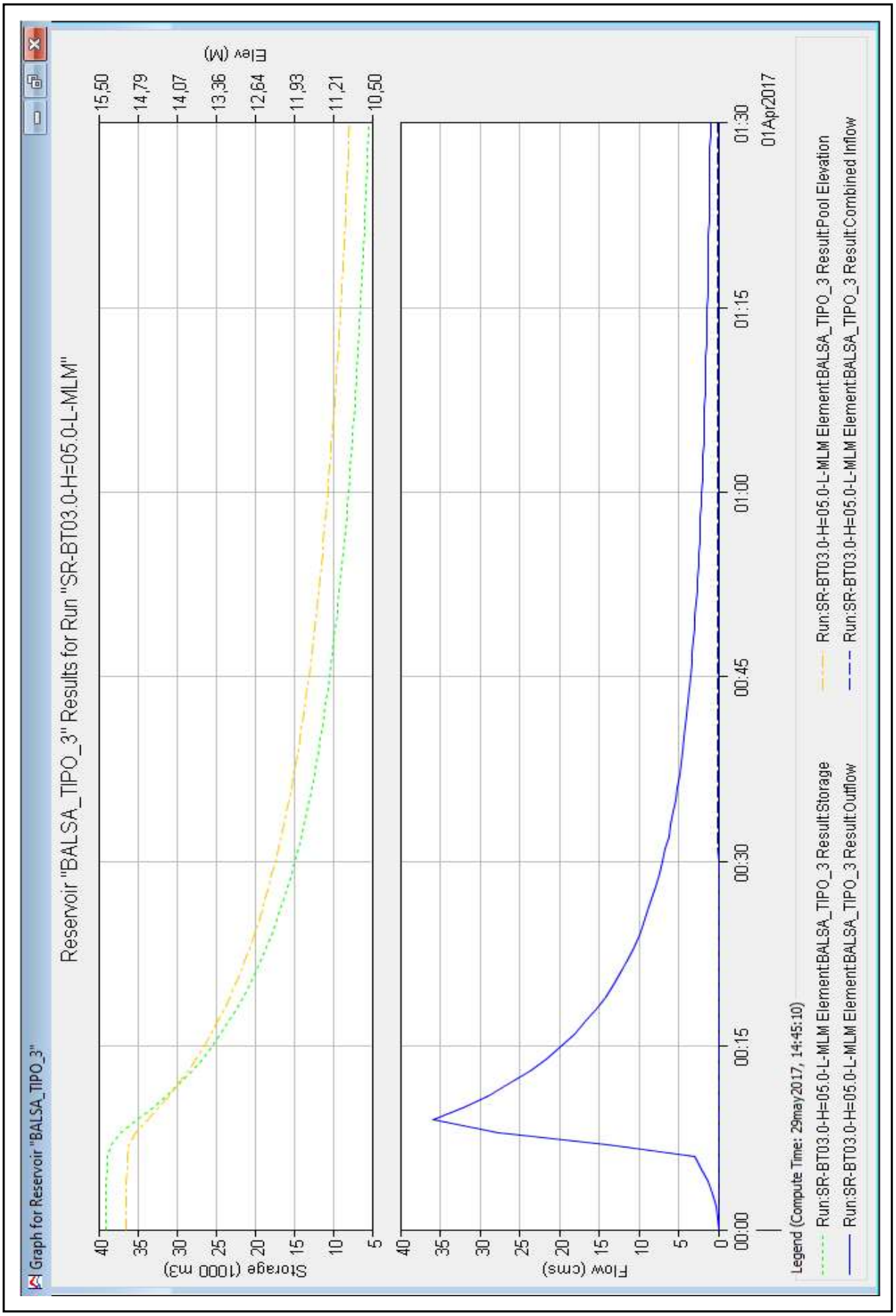
Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 03

HIDROGRAMA DE VERTIDO Y CURVA DE VACIADO PARA H=5.00 m. ESCENARIO (NMN-SOLERA) APLICACIÓN FÓRMULA F08



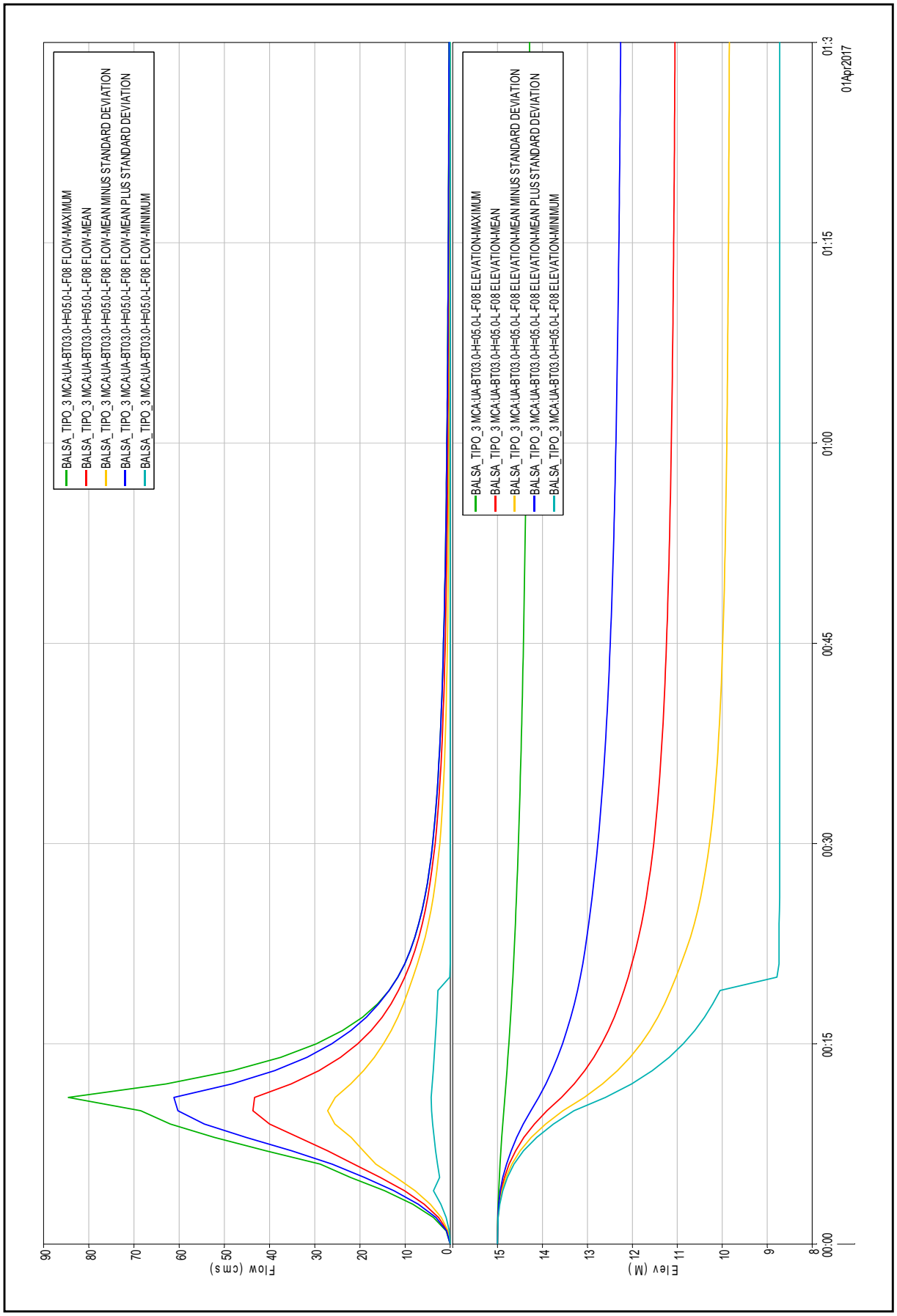
Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 03

HIDROGRAMA DE VERTIDO Y CURVA DE VACIADO PARA H=5.00 m. ESCENARIO (NMN-SOLERA) APLICACIÓN FÓRMULA MLM84



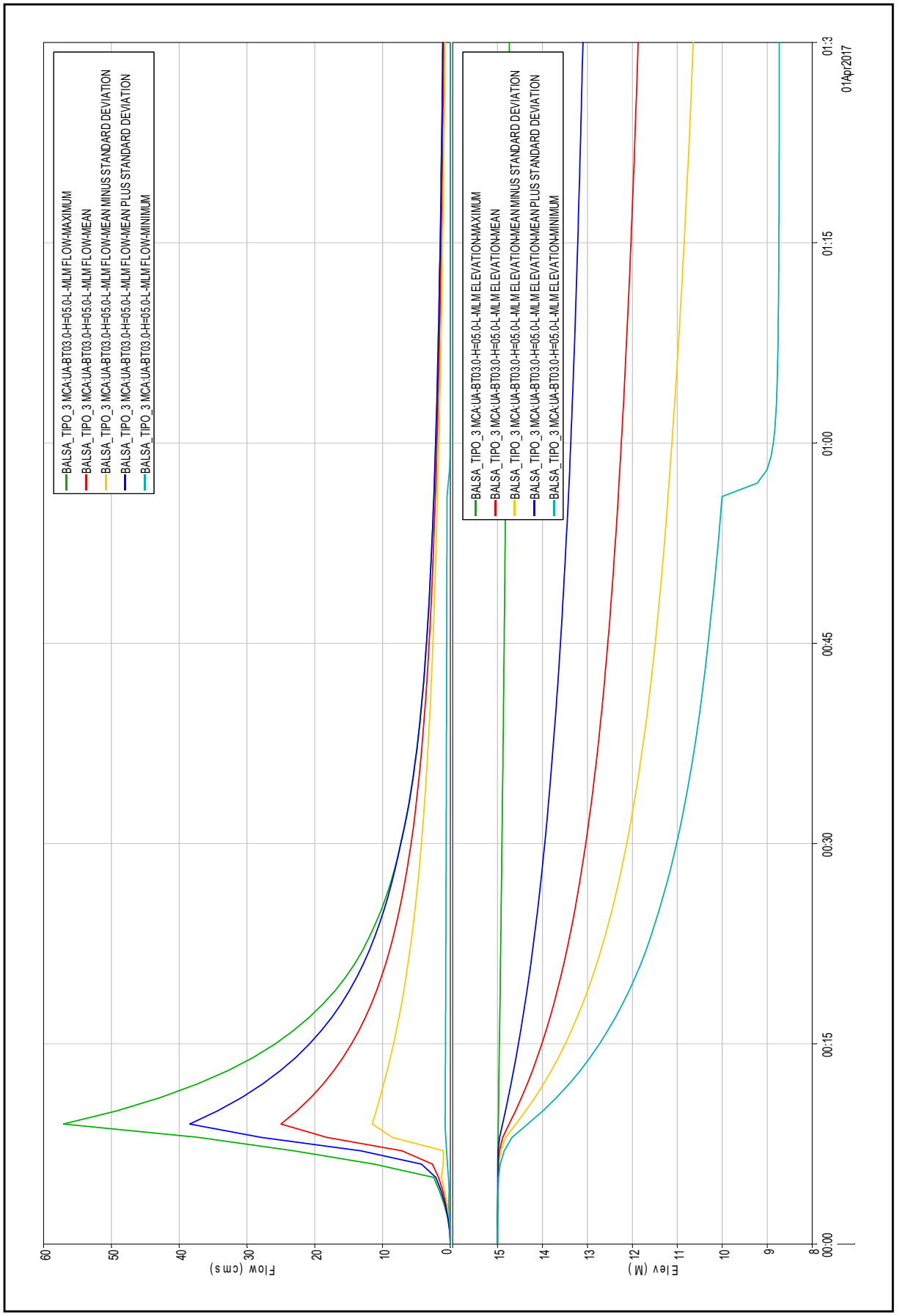
Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 03

APLICACIÓN DEL MÉTODO DE MONTECARLO EN LA CALIBRACIÓN DEL FONDO DE BRECHA (5.000 SIMULACIONES) HIDROGRAMAS DE VERTIDO Y VARIACIÓN DEL NIVEL EMBALSADO. (H=05.00 m.) APLICACIÓN FÓRMULA F08



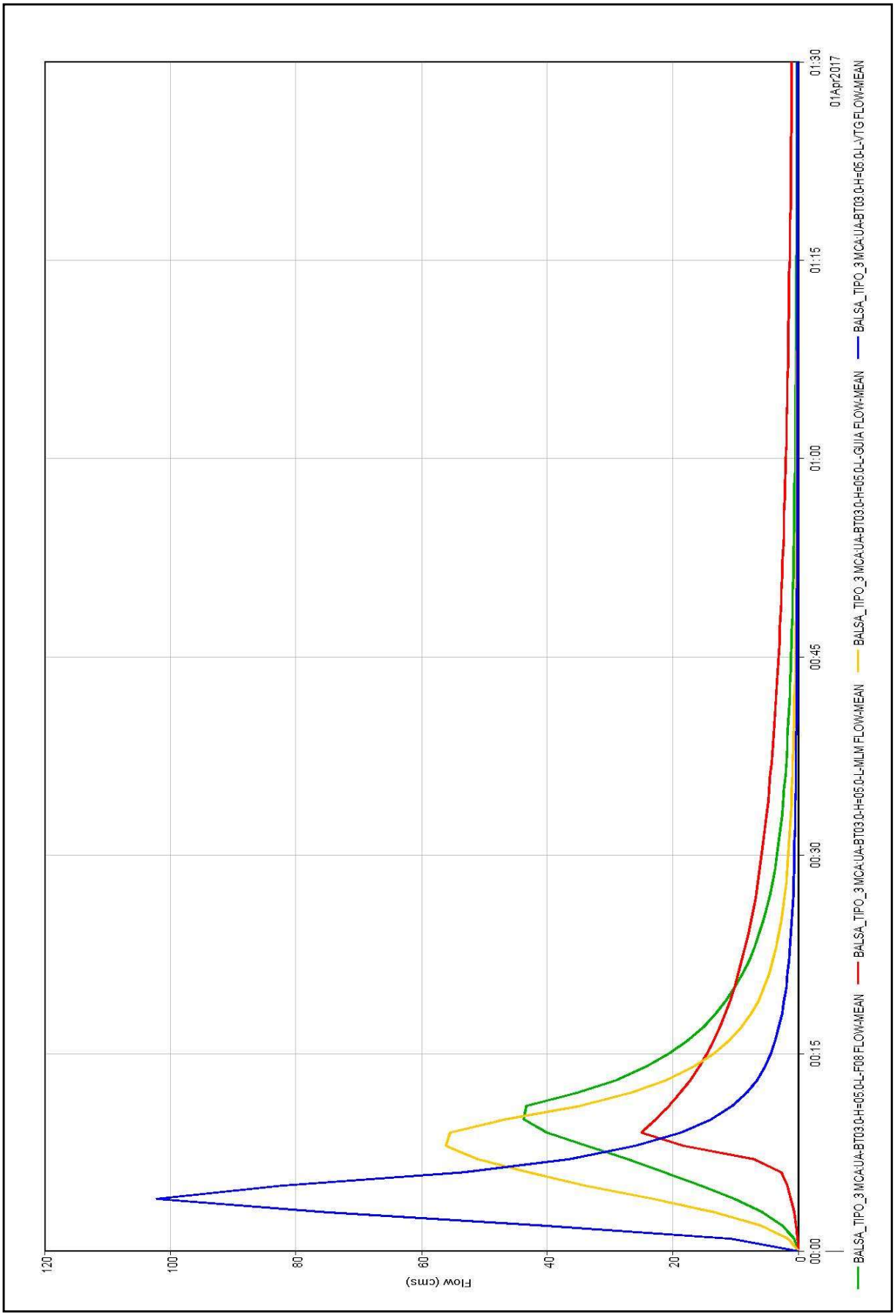
Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 03

APLICACIÓN DEL MÉTODO DE MONTECARLO EN LA CALIBRACIÓN DEL FONDO DE BRECHA (5.000 SIMULACIONES) HIDROGRAMAS DE VERTIDO Y VARIACIÓN DEL NIVEL EMBALSADO. (H=05.00 m.) APLICACIÓN FÓRMULA MLM84



Características de las balsas sintéticas.
BALSA TIPO 03
(Hw=05.00 m.)

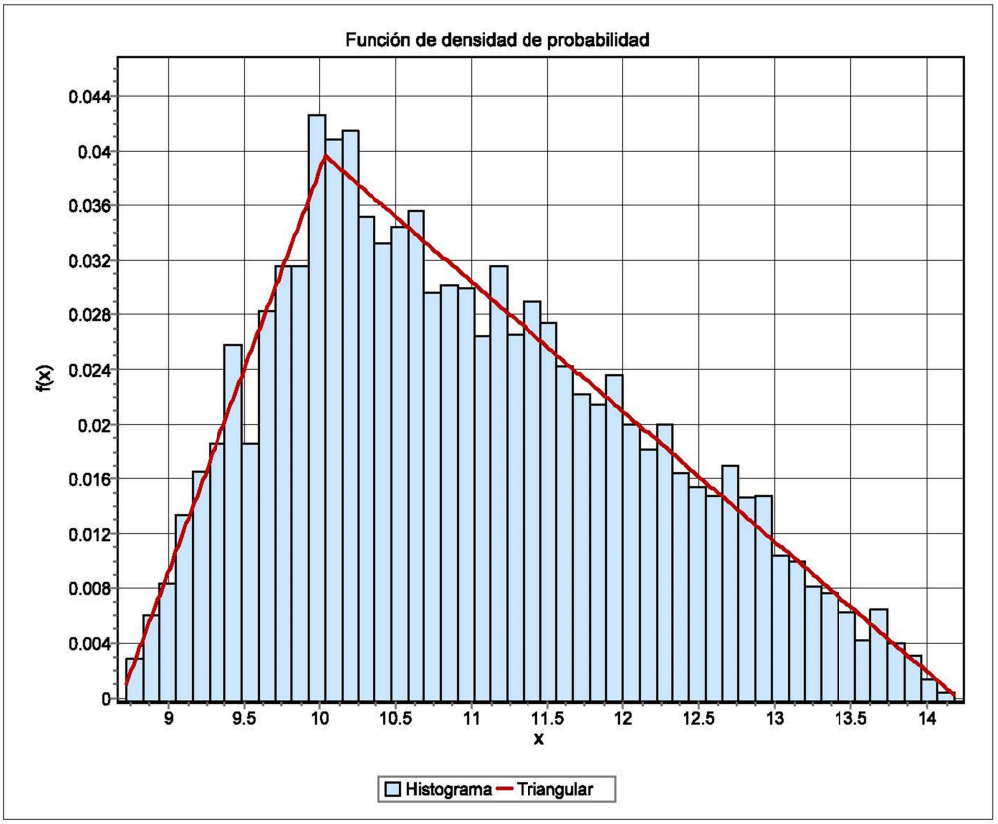
ESTUDIO COMPARATIVO DE LA VARIABILIDAD DEL HIDROGRAMA DE VERTIDO EN FUNCIÓN DE LA CARGA DE AGUA MOVILIZABLE (Hw)
APLICACIÓN FÓRMULAS
F08-MLM84-GUIA-VTG

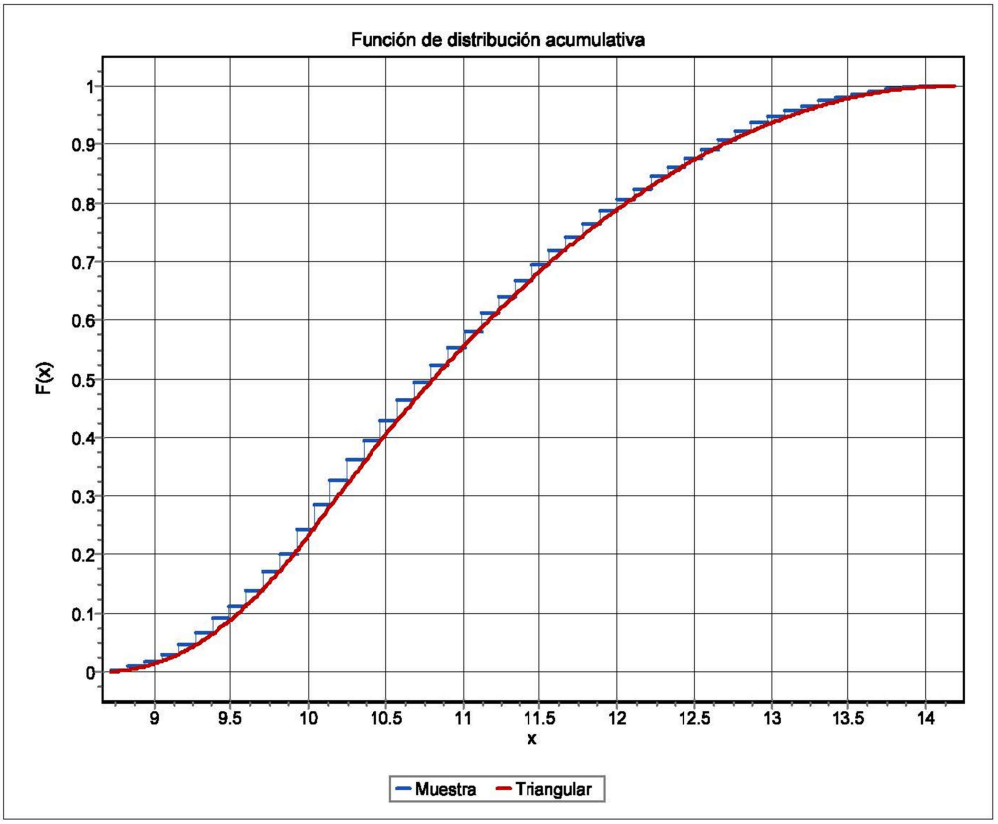


Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 03

M. DE MONTECARLO (FONDO DE BRECHA) ANÁLISIS ESTADISTICO RESULTADOS (Hw=05.00 m.) AJUSTE DE LA FUNCIÓN DE DISTRIBUCIÓN. FUNCIÓN DE DENSIDAD Y FUNCIÓN DE DISTRIBUCIÓN ACUMULATIVA

En el eje de abcisas se representa la variabilidad de la cota del fondo de brecha, considerando la cota +10.00 la solera interior de la balsa.

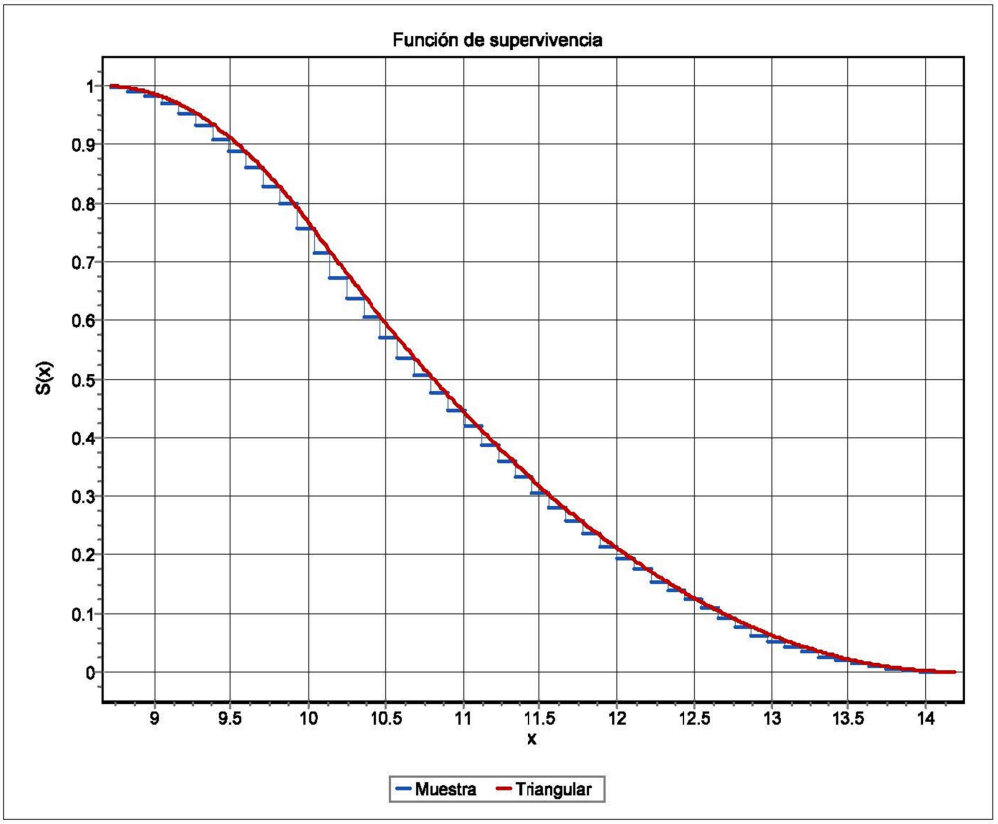


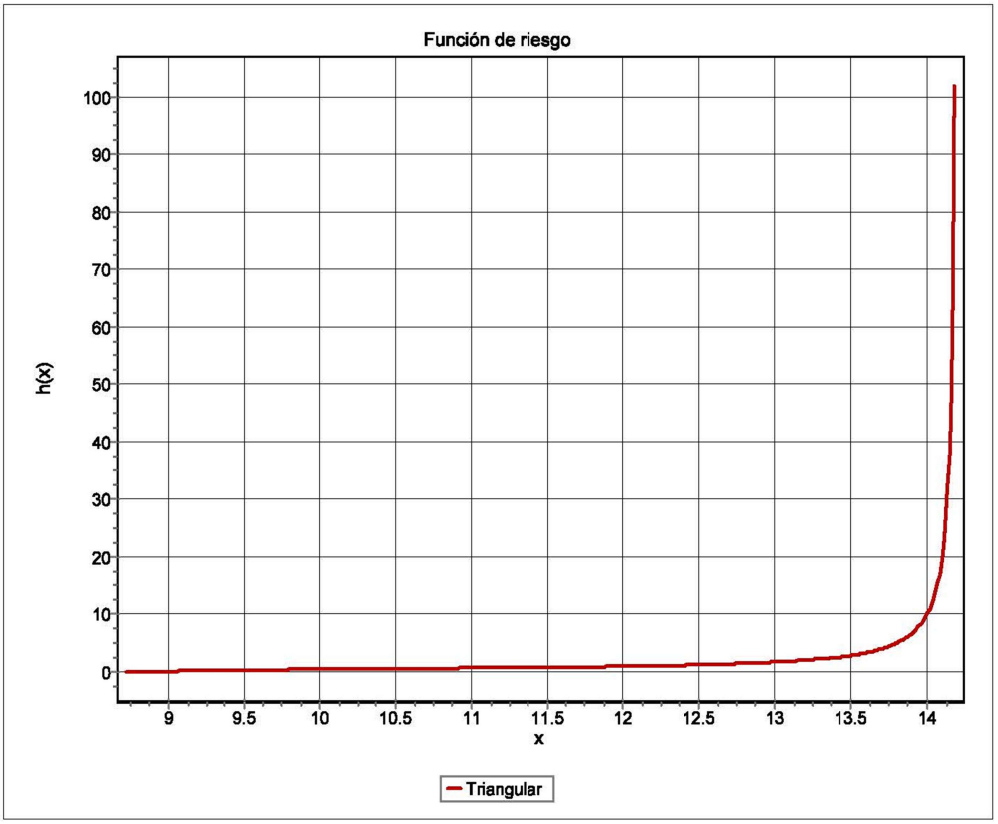


Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 03

M. DE MONTECARLO (FONDO DE BRECHA) ANÁLISIS ESTADISTICO RESULTADOS (Hw=05.00 m.) AJUSTE DE LA FUNCIÓN DE DISTRIBUCIÓN. FUNCIÓN DE SUPERVIVENCIA Y FUNCIÓN DE RIESGO

En el eje de abcisas se representa la variabilidad de la cota del fondo de brecha, considerando la cota +10.00 la solera interior de la balsa.

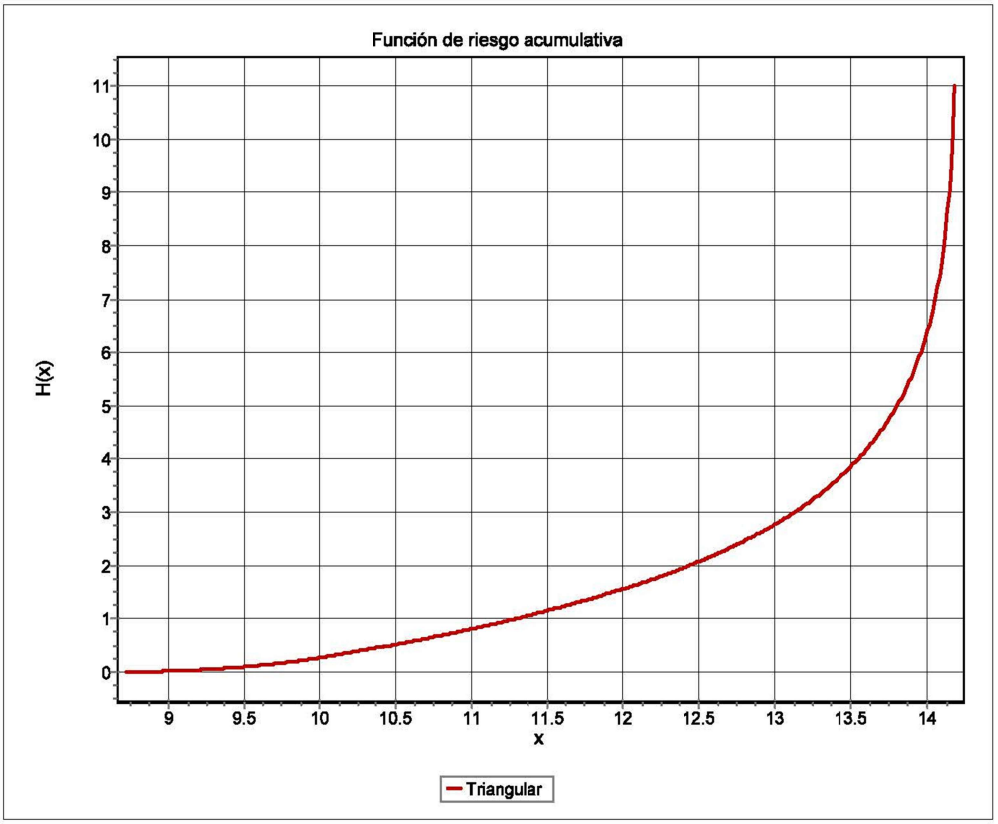


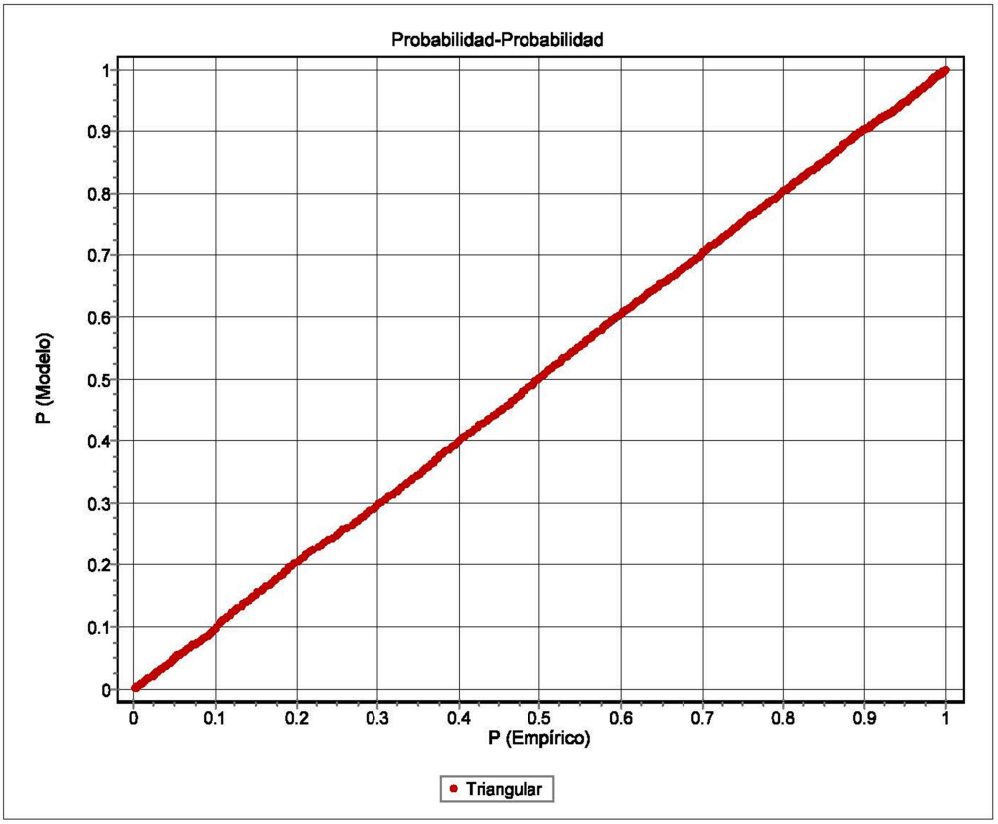


Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 03

M. DE MONTECARLO (FONDO DE BRECHA) ANÁLISIS ESTADISTICO RESULTADOS (Hw=05.00 m.) AJUSTE DE LA FUNCIÓN DE DISTRIBUCIÓN. FUNCIÓN DE RIESGO ACUMULATIVA Y GRÁFICO P-P

En el eje de abcisas se representa la variabilidad de la cota del fondo de brecha, considerando la cota +10.00 la solera interior de la balsa.

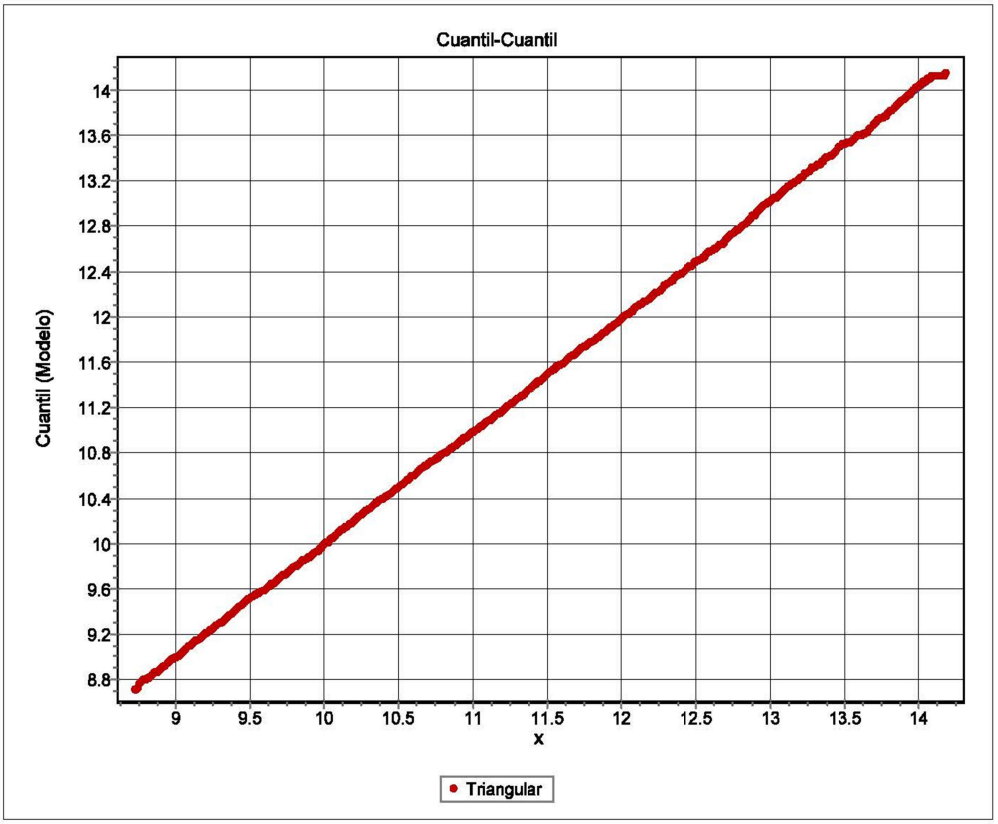


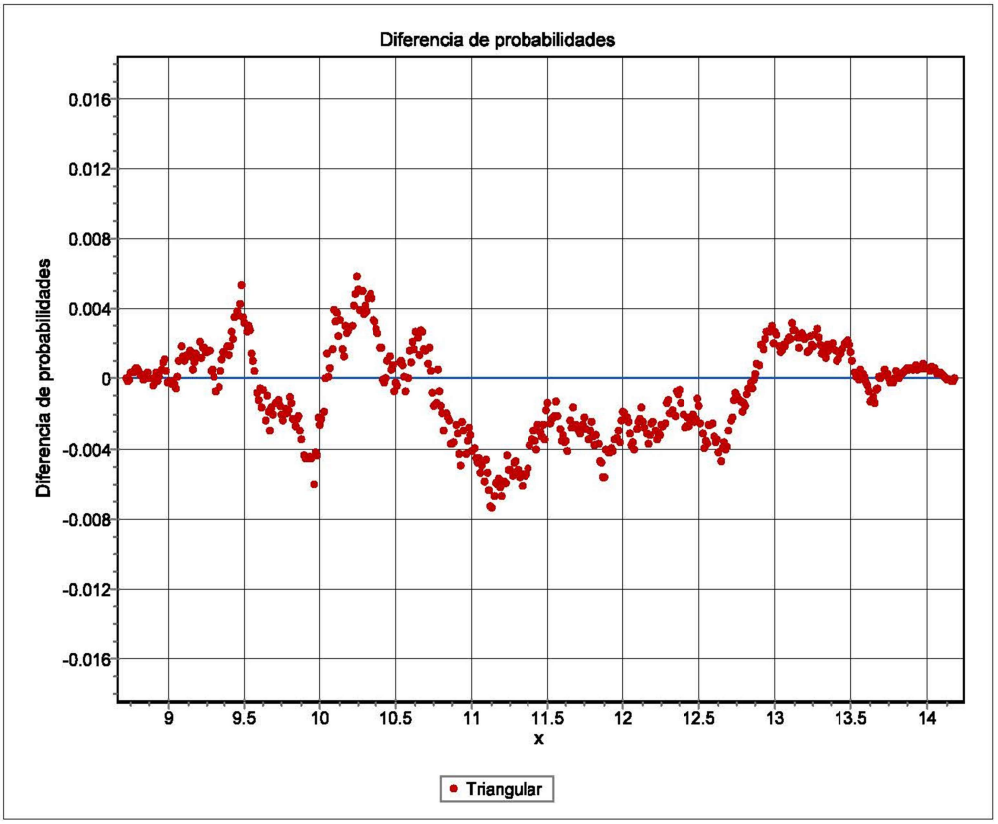


Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 03

M. DE MONTECARLO (FONDO DE BRECHA) ANÁLISIS ESTADISTICO RESULTADOS (Hw=05.00 m.) AJUSTE DE LA FUNCIÓN DE DISTRIBUCIÓN. GRÁFICO Q-Q Y DIFERENCIA DE PROBABILIDADES

En el eje de abcisas se representa la variabilidad de la cota del fondo de brecha, considerando la cota +10.00 la solera interior de la balsa.

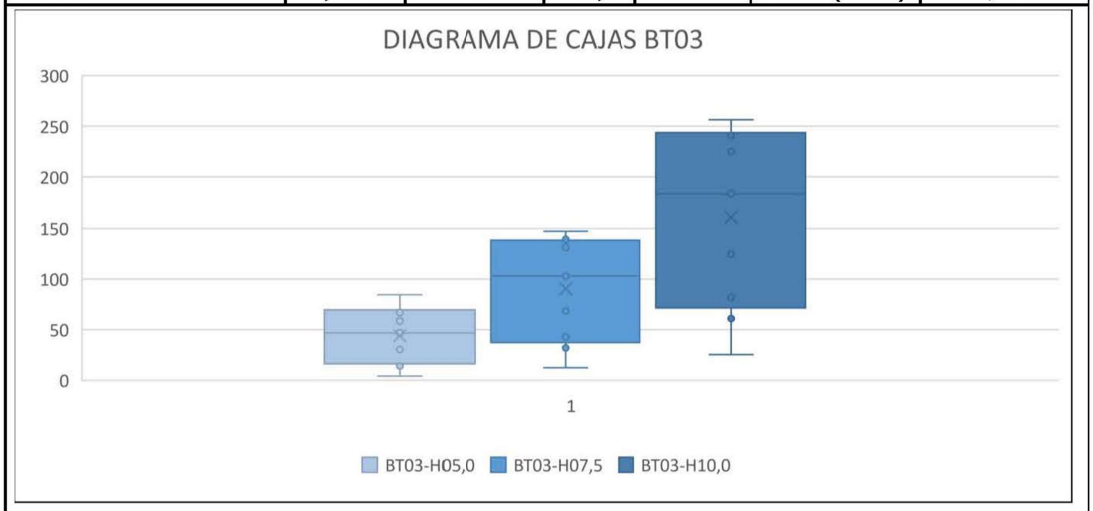


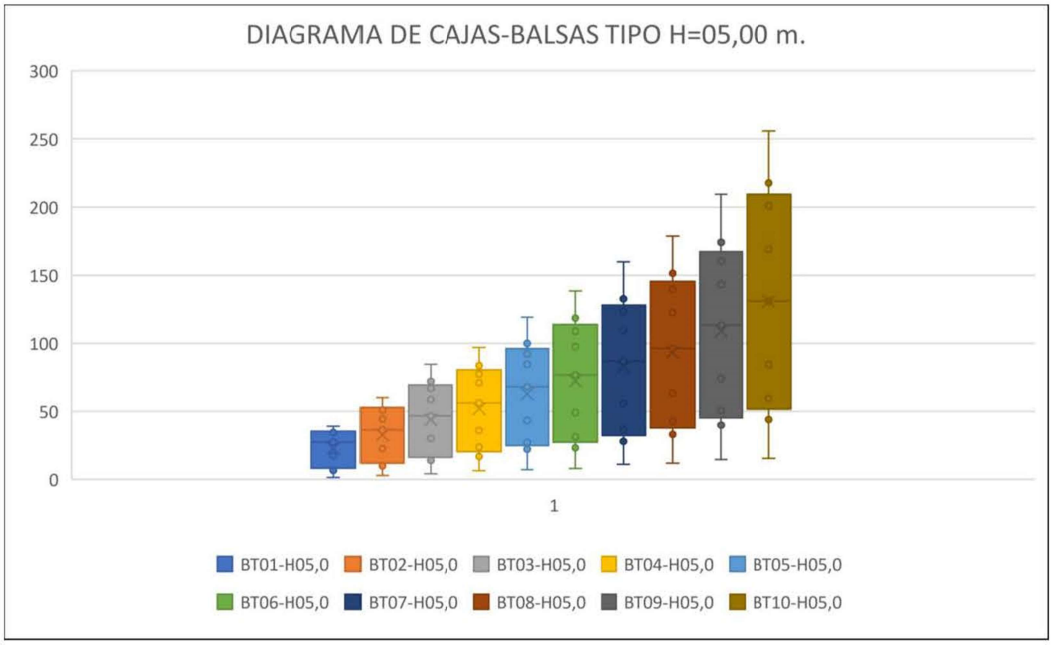


Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 03

M. DE MONTECARLO (CAUDAL MÁXIMO)
ANÁLISIS ESTADISTICO RESULTADOS
(Hw=05.00 m.)
ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA.
DIAGRAMAS DE CAJAS

CAUDALES MÁXIMOS (M. MONTECARLO) Estadística descriptiva					Parámetros Ajuste	
BALSA	BT03					
ALTURA Hw (m)	5,00					
AJUSTE	WAKEBY					
Estadística	**Valor**	**Percentil %**	**Valor**	**Obs**		
Tamaño de la muestra	5000	1	4,25	Min	α 93,036	
Rango	80,268	5	14,03		β 1,8487	
Media	44,799	10	18,61		γ 2,5353	
Varianza	325,86	25	30,33	Q1	δ 0,22383	
Desviación estándar	18,052	50	46,75	Mediana	ξ 8,8728	
Coef, de variación	0,40295	75	58,68	Q3		
Error estándar	0,25529	90	66,89			
Asimetría	-0,21217	95	72,00			
Curtosis	-0,90265	99	84,51	Max	I.C.$\bar{X}$ (95%)	0,500

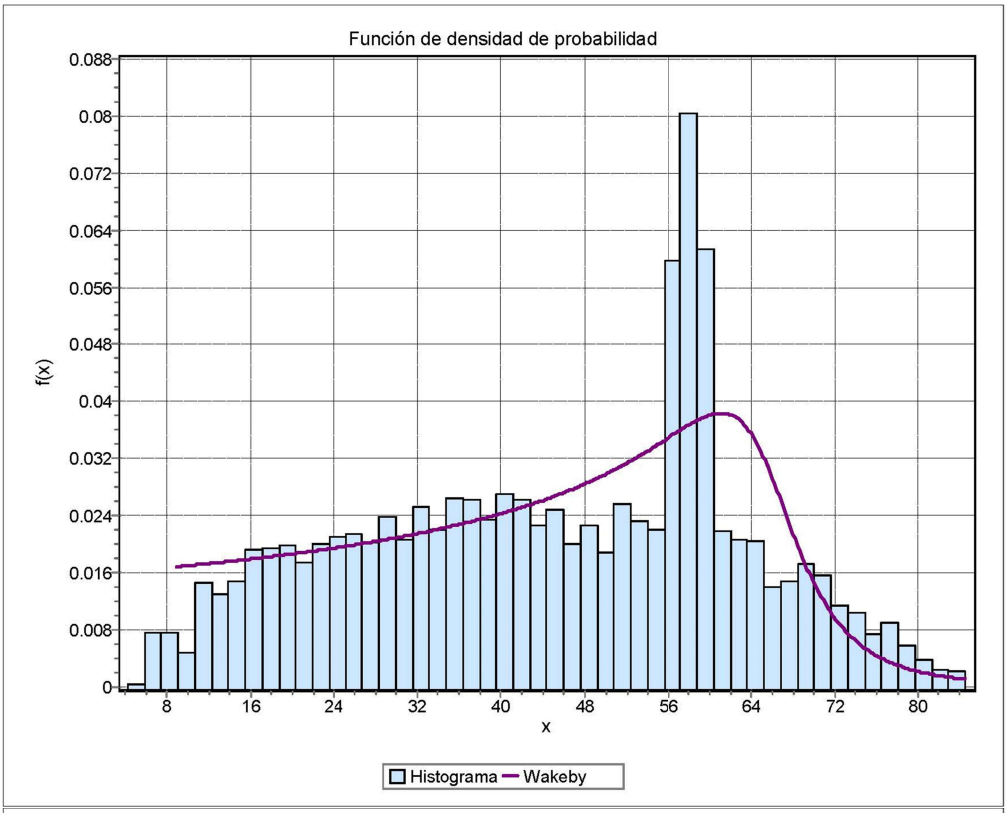


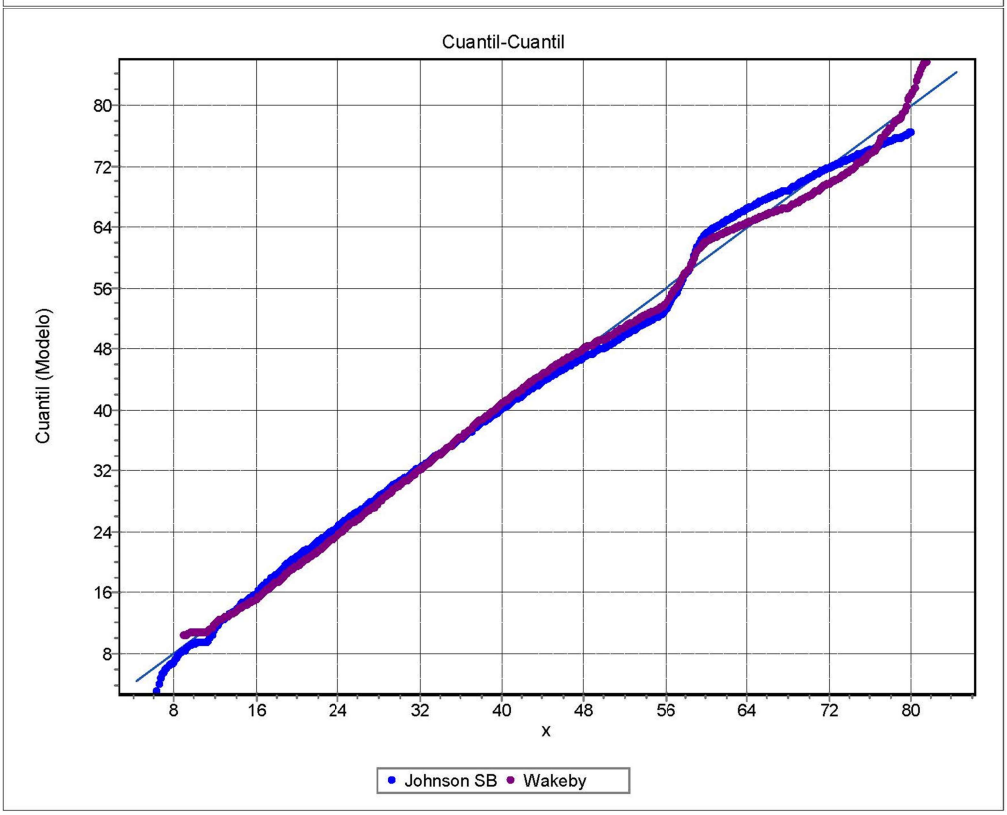


Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 03

M. DE MONTECARLO (CAUDAL MÁXIMO) ANÁLISIS ESTADISTICO RESULTADOS (Hw=05.00 m.) AJUSTE DE LA FUNCIÓN DE DISTRIBUCIÓN. FUNCIÓN DE DENSIDAD Y GRÁFICO Q-Q

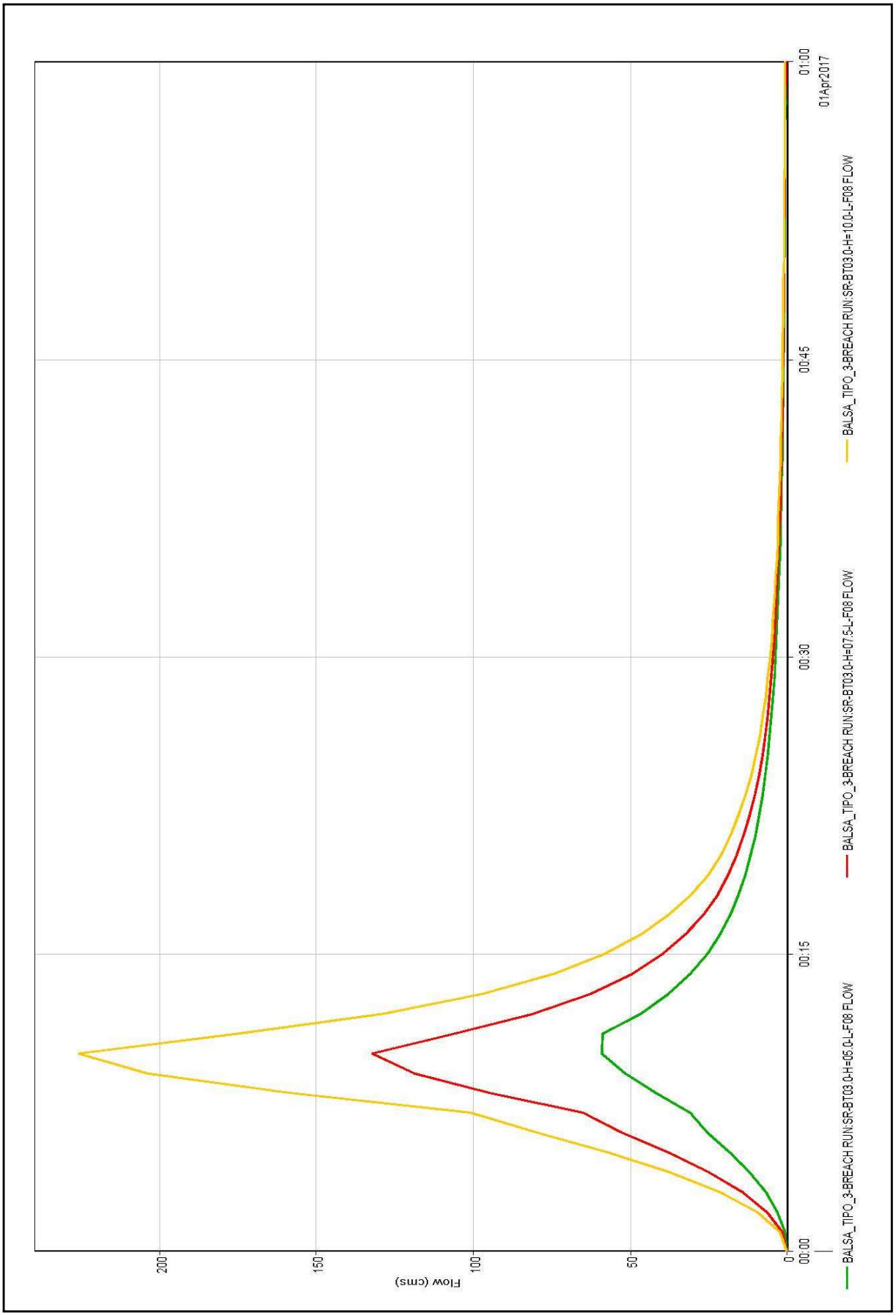
En el eje de abscisas se representa la variabilidad de los caudales máximos simulados, a partir del fondo de brecha, y considerando la evolución de su crecimiento atendiendo a la geometría de F08.





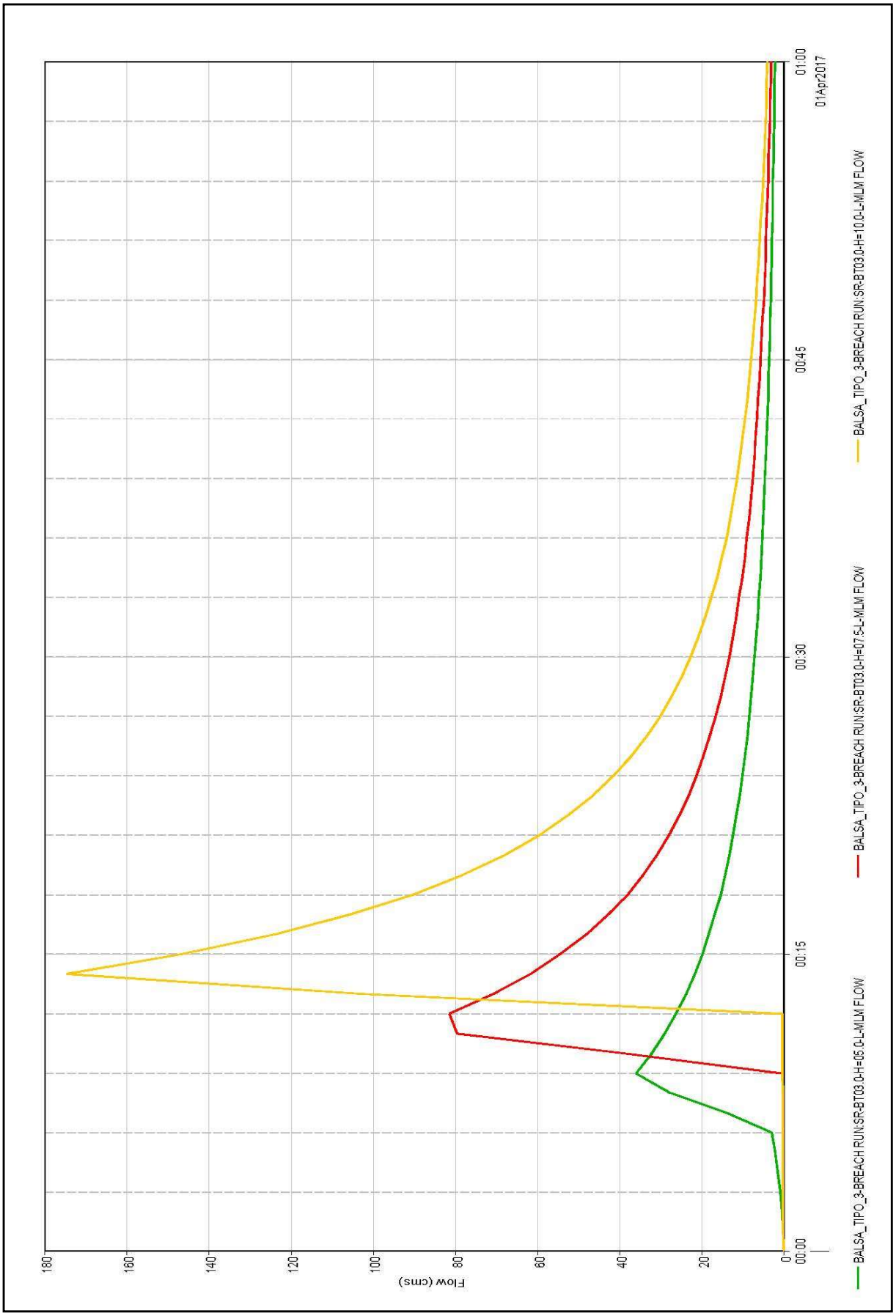
Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 03

ESTUDIO COMPARATIVO DE LA VARIABILIDAD DEL HIDROGRAMA DE VERTIDO EN FUNCIÓN DE LA CARGA DE AGUA MOVILIZABLE (Hw) APLICACIÓN FÓRMULA F08



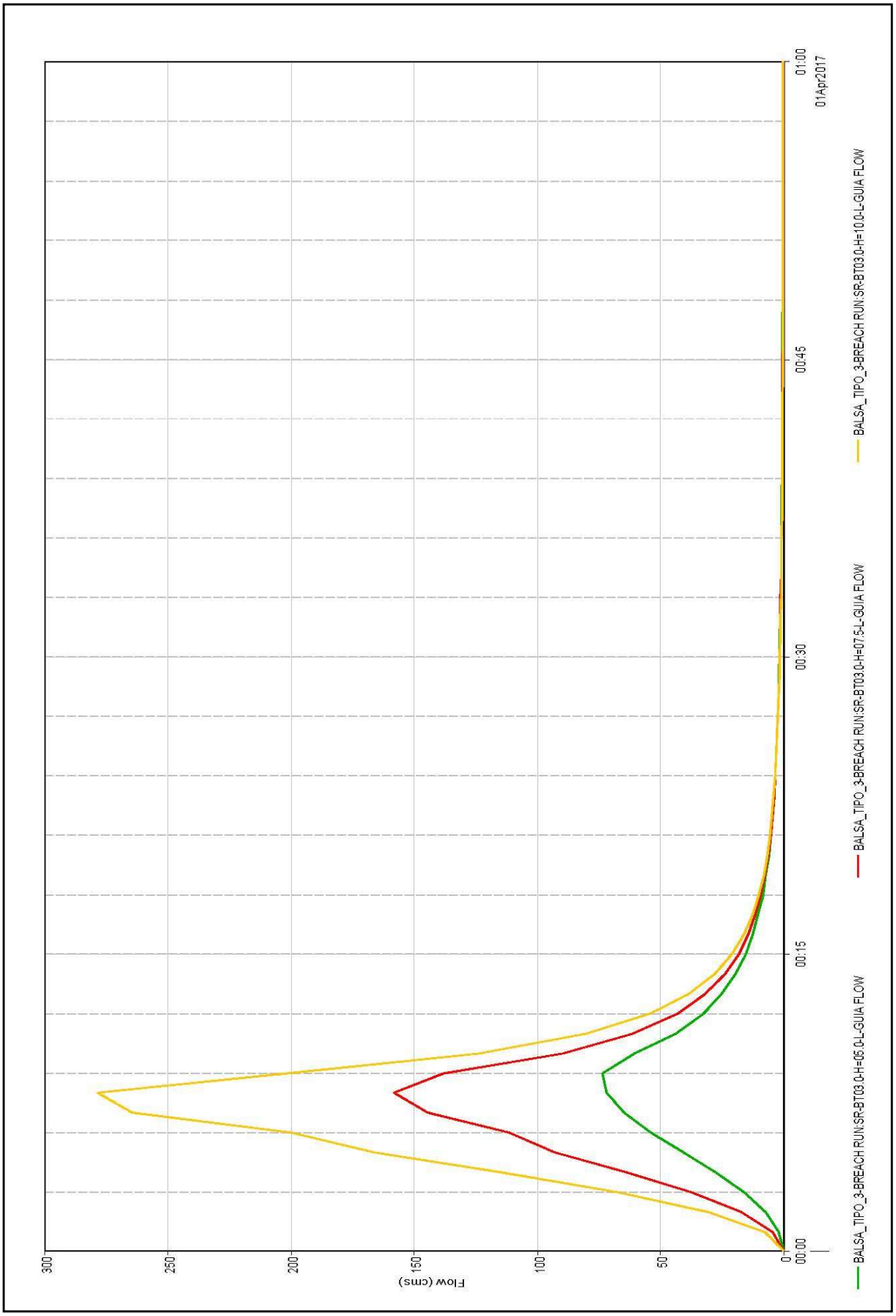
Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 03

ESTUDIO COMPARATIVO DE LA VARIABILIDAD DEL HIDROGRAMA DE VERTIDO EN FUNCIÓN DE LA CARGA DE AGUA MOVILIZABLE (Hw) APLICACIÓN FÓRMULA MLM84



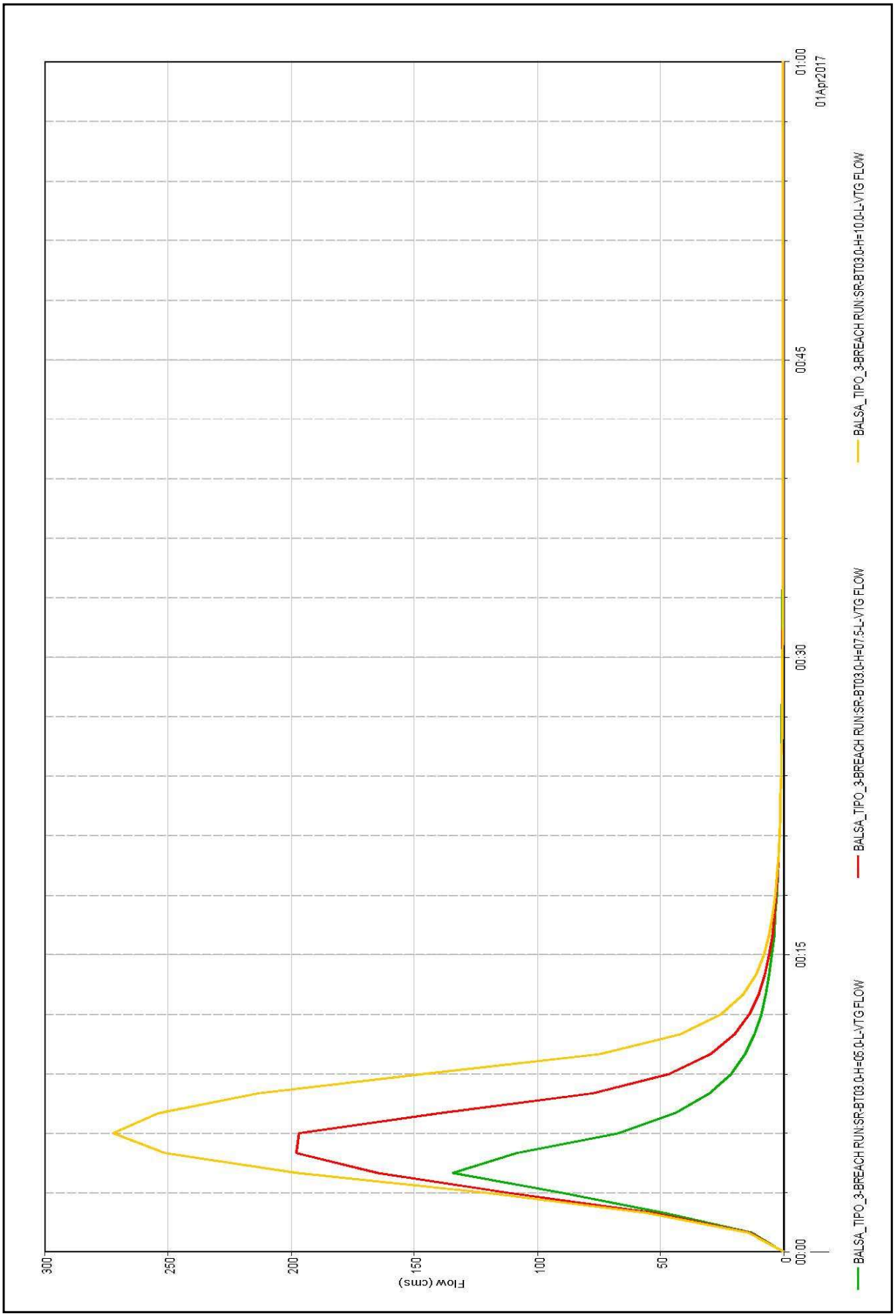
Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 03

ESTUDIO COMPARATIVO DE LA VARIABILIDAD DEL HIDROGRAMA DE VERTIDO EN FUNCIÓN DE LA CARGA DE AGUA MOVILIZABLE (Hw) APLICACIÓN FÓRMULA GUIA ESPAÑOLA



Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 03

ESTUDIO COMPARATIVO DE LA VARIABILIDAD DEL HIDROGRAMA DE VERTIDO EN FUNCIÓN DE LA CARGA DE AGUA MOVILIZABLE (Hw) APLICACIÓN FÓRMULA VTG

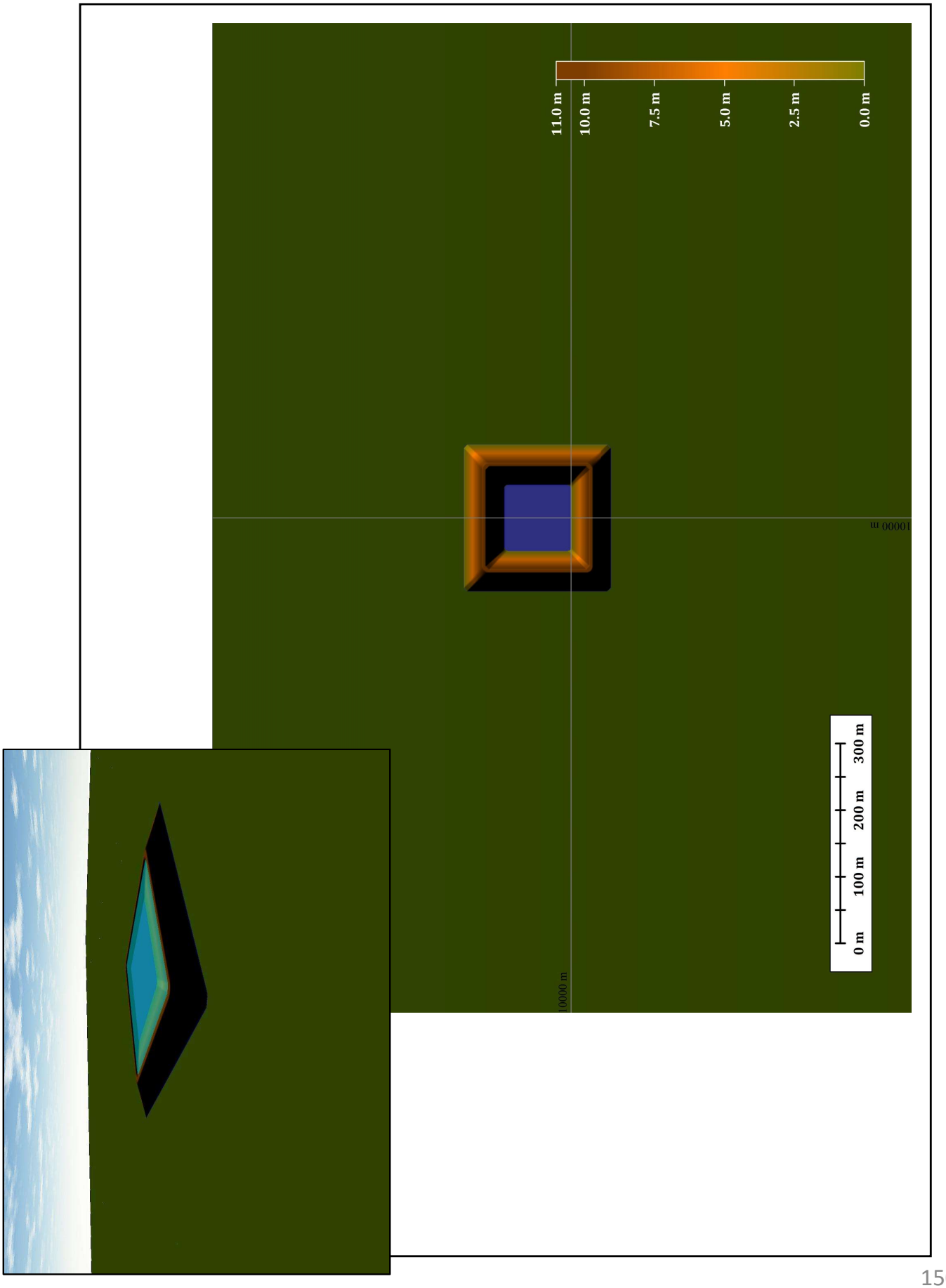


BALSA TIPO 04

Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 04

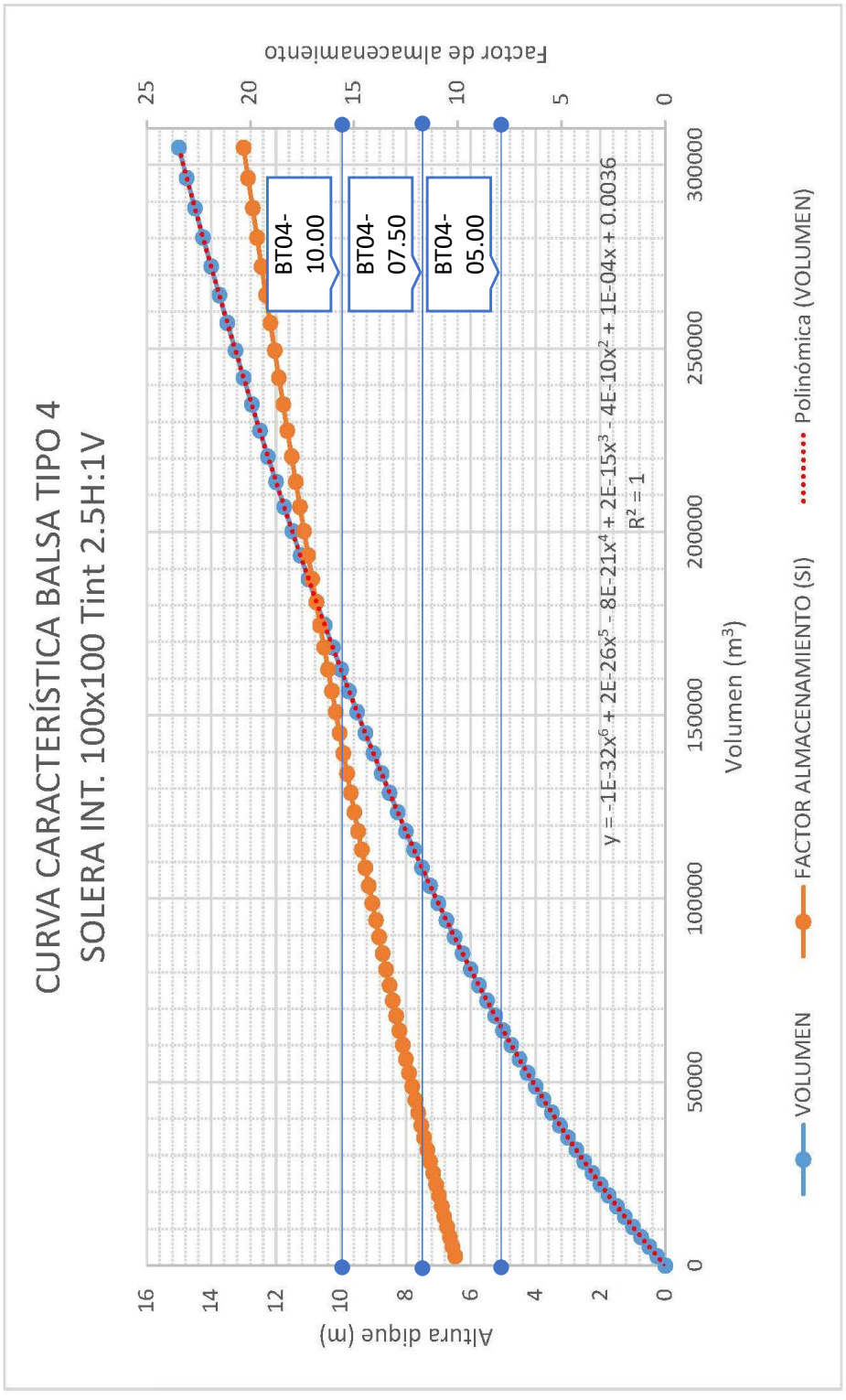
GEOMETRÍA

- ALTURA LÁMINA Hw= 10.0 m.
- RESGUARDO = 1.0 m.
- ANCHO CORONACIÓN= 05.0 m



Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 04

CURVA CARACTERÍSTICA vs FACTOR DE ALMACENAMIENTO



Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 04

ESTIMACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE BRECHA. H=10,00 m. ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE FÓRMULAS EMPÍRICAS

ESTIMACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE BRECHA

PROYECTO:	BALSAS TIPO										
SECTOR:	4										
ALTURA	10										
	CARACTERÍSTICA*		MÉTODO	FROEHLICH 95a			FROEHLICH 08			GUÍA TÉCNICA	MACDONALD & LANGRIDGE-MONOPOLIS 84	VTG
	MODO DE FALLO (S=SIFONAMIENTO;D=DESBORDAMIENTO)		Mf	S	D		S	D		S	S	S
	CARGA DE AGUA MOVILIZABLE	Hw	m	10	10		10	10		10	10	10
	VOLUMEN ALMACENADO EN Hw EN EL COLAPSO	Vw	m3	162500	162500		162500	162500		162500	162500	162500
	SUPERFICIE OCUPADA EN Hw	As	m2	22500	22500		22500	22500		22500	22500	22500
	RESGUARDO	r	m	1	1		1	1		1	1	1
	ALTURA DE BRECHA COMPLETA	Hb	m	11	11		11	11		11	11	11
	FACTOR CORRECTOR POR MODO DE FALLO	Ko	-	1	1,4		1	1,3				
	TALUD DE LA BRECHA	Zb	Z(H):1(V)	0,9	1,4		0,7	1		1	0,5	1
**	TALUD DEL DIQUE AGUAS ARRIBA	Z_1	Z(H):1(V)								2,5	
	TALUD DEL DIQUE AGUAS ABAJO	Z_2	Z(H):1(V)								2,5	
	SUMA DE TALUDES DEL DIQUE	Z_3	Z_1+Z_2								5	
	ANCHO CORONACIÓN DEL DIQUE	C	m								5	
	VOLUMEN EROSIONABLE DEL DIQUE	Ve	m3								1558,8	
	TIPOLOGIA DEL DIQUE		Td	Pequeña Presa Clasificable			Pequeña Presa Clasificable			Pequeña Presa Clasificable	Pequeña Presa Clasificable	Pequeña Presa Clasificable
	COTA SOLERA BRECHA	Cs	m	10	10		10	10		10	10	10
	COTA CORONACIÓN	Cc	m	21	21		21	21		21	21	21
	ESTIMACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE LA BRECHA											
	ANCHO MEDIO	Bavg	m	13,2	18,5	13,82		18,0		23,1	5,9	31,1
***	ANCHO EN SOLERA	Bb	m	3,3	3,1	6,1		7,0		12,1	0,4	20,1
	ANCHO EN CORONACIÓN	Bc	m			21,52		28,97		34,13	11,41	42,10
	TIEMPO DE FORMACIÓN	Tf	h	0,2	0,2	0,21		0,2		0,176	0,260	0,150
	FACTOR DE ALMACENAMIENTO	Sl	-	16,3	16,3	16,3		16,3		16,3	16,3	16,3
	ESTIMACIÓN DEL CAUDAL PUNTA FROEHLIC 95b											
	CAUDAL MÁXIMO PREVISTO	Qp	m3/s	363,40	363,40	363,40		363,40		363,40	363,40	363,40

Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 04

ESTIMACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE BRECHA.
H=10,00 m.
ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE FÓRMULAS EMPÍRICAS. VALIDACIÓN DE RESULTADOS

ESTIMACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE BRECHA

PROYECTO:	**BALSAS TIPO**
SECTOR:	**4**
ALTURA	**10**

ANÁLISIS Y VALIDACIÓN DE RESULTADOS

Dada la importancia del tiempo de formación de la brecha en la generación del pico del hidrograma, es relevante poder validar los resultados. Para ello utilizaremos un estimador de la progresión de la erosión. Se considera adecuado aquel que define un desarrollo lineal, por lo que se utilizará la razón de erosión (ER) definida por la relación entre el ancho medio de brecha y el tiempo de formación. Diversos autores han indicado los intervalos de fiabilidad relacionando dicho parámetro con la altura de agua movilizable, (Hw), quedando estos entre 1.6 y 2.1. Por otro lado, el agua almacenada puede condicionar el desarrollo completo de la brecha, por lo que se apunta como indicador de la validez de los resultados, la relación entre el ancho medio respecto de la altura de brecha (Bavg/Hb). En este caso si el indicador ofrece un valor inferior a 0.6, no se puede afirmar que se complete la brecha, quedando como apertura una geometría cuadrangular de ancho D.

COMPROBACIÓN DEL DESARROLLO DE BRECHA (completa vs parcial)	(Bavg/Hb)	1,20	1,68	1,26	1,63	2,10	0,54	2,83
Se considera desarrollada si (Bavg/Hb)>0.60	(Bavg/Tf)	77,98	109,18	67,27	87,45	131,47	22,73	42,10
RAZÓN DE EROSIÓN (ER)								
COMPROBACIÓN DEL PROGRESO DE LA BRECHA (lineal vs no lineal)	(ER/Hw)	7,80	10,92	6,73	8,74	13,15	2,27	4,21
Se puede considerar razonable la ratio de erosión si 1.6<(ER/Hw)<2.1								
COMPROBACIÓN BOWLES T de formación (h)	T=2*Vw/Qp	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
Si tiempo de formación de brecha es menor que la comprobación de Bowles se adopta								
RAZÓN DE TIEMPOS (Tbowles/Tf)		1,47	1,47	1,21	1,21	1,41	0,96	1,66

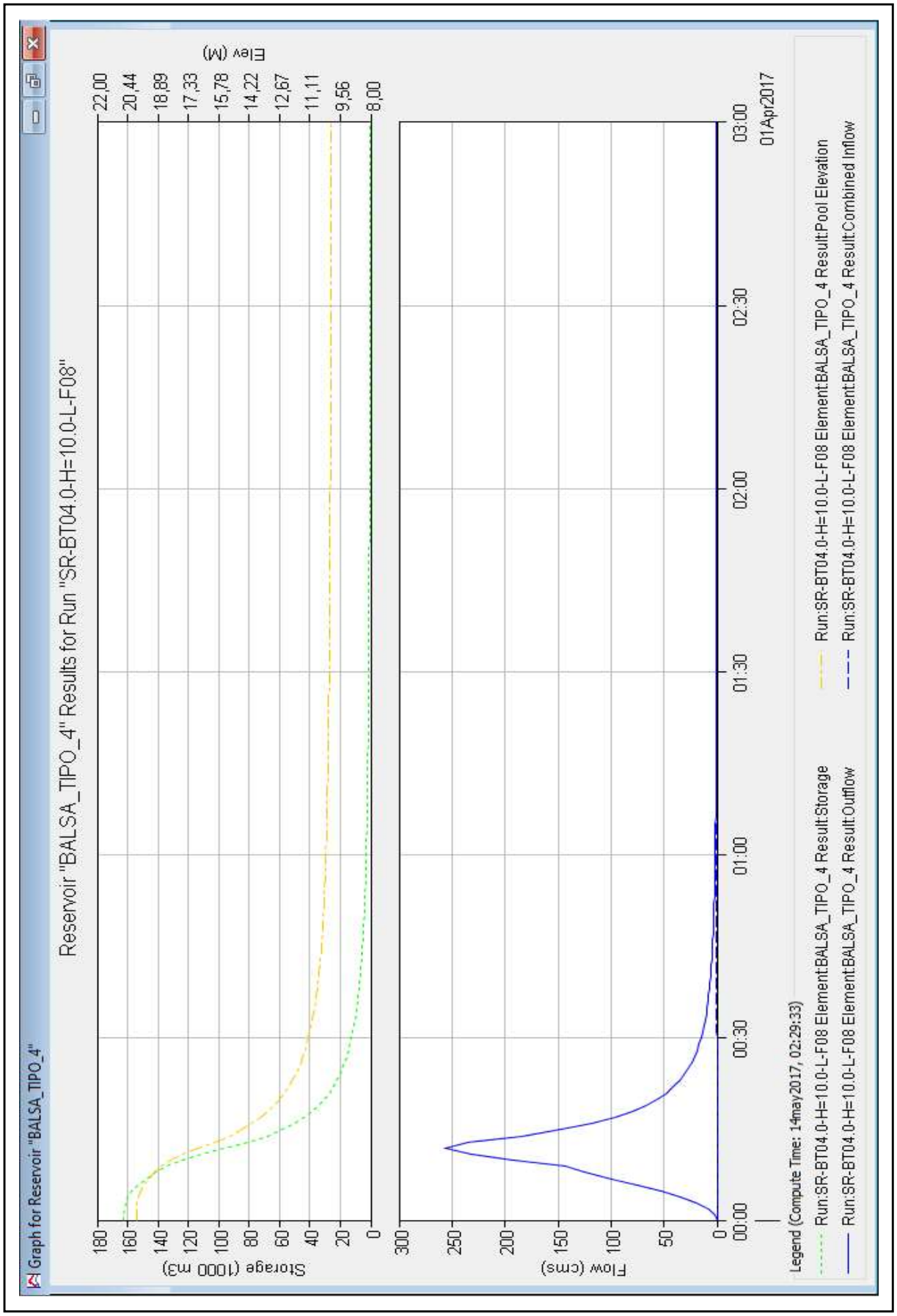
* *DIQUE DE CIERRE DE MATERIALES SUELTOS HOMOGÉNEO, ASUMIENDO MÁXIMO ALMACENAMIENTO EN LA FASE DE COLAPSO*
** *A utilizar en el método de MACDONALD & LANGRIDGE-MONOPOLIS 84 (MLM84)*
*** *Wb en el método de MACDONALD & LANGRIDGE-MONOPOLIS 84 (MLM84)*

ESQUEMAS

Fuente: GUIDELINES FOR DAM BREACH ANALYSIS. STATE OF COLORADO-DEPARTMENT OF NATURAL RESOURCES-DIVISION OF WATER RESOURCES. 10/02/2010

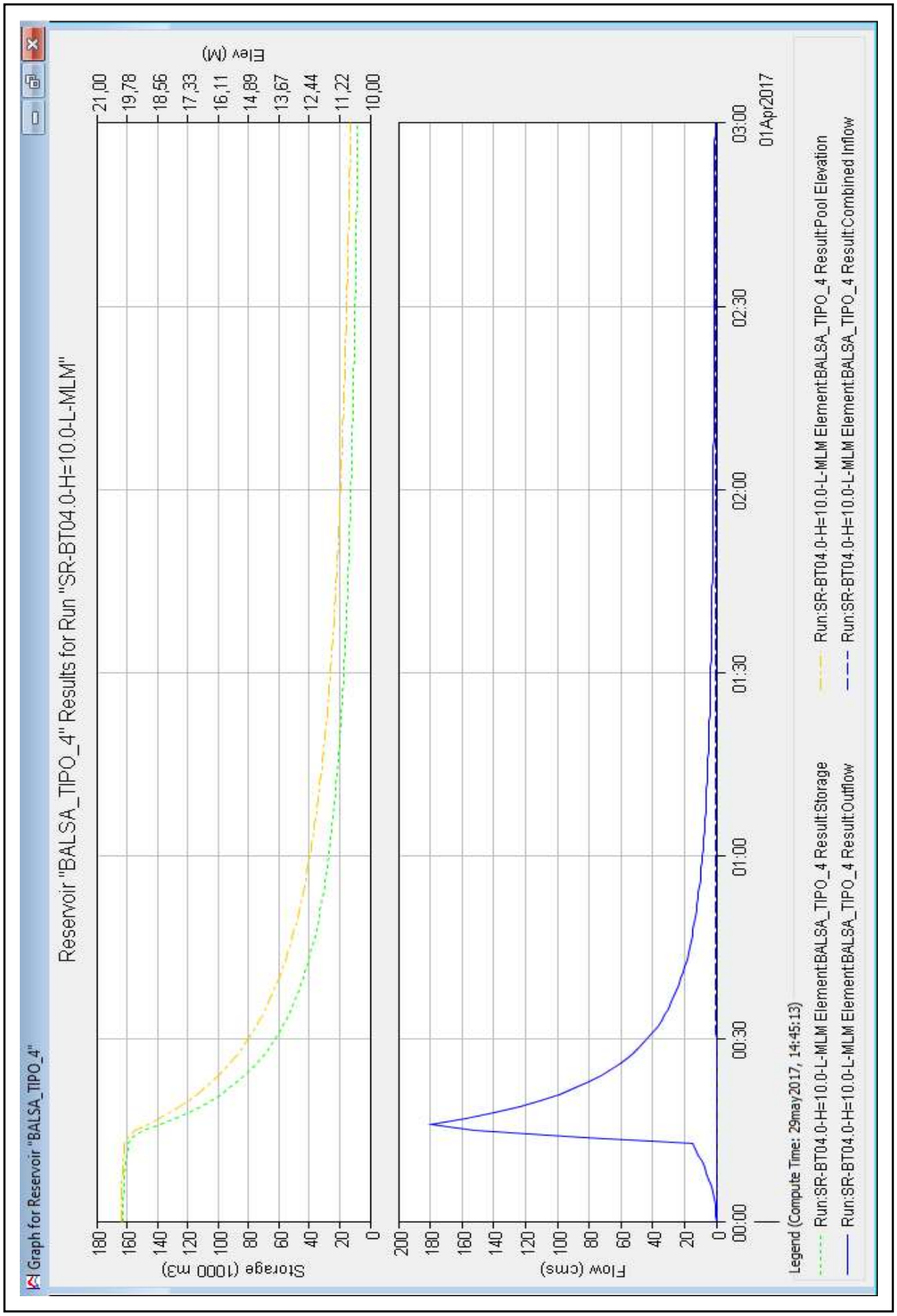
Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 04

HIDROGRAMA DE VERTIDO Y CURVA DE VACIADO PARA H=10.0 m. ESCENARIO (NMN-SOLERA) APLICACIÓN FÓRMULA F08



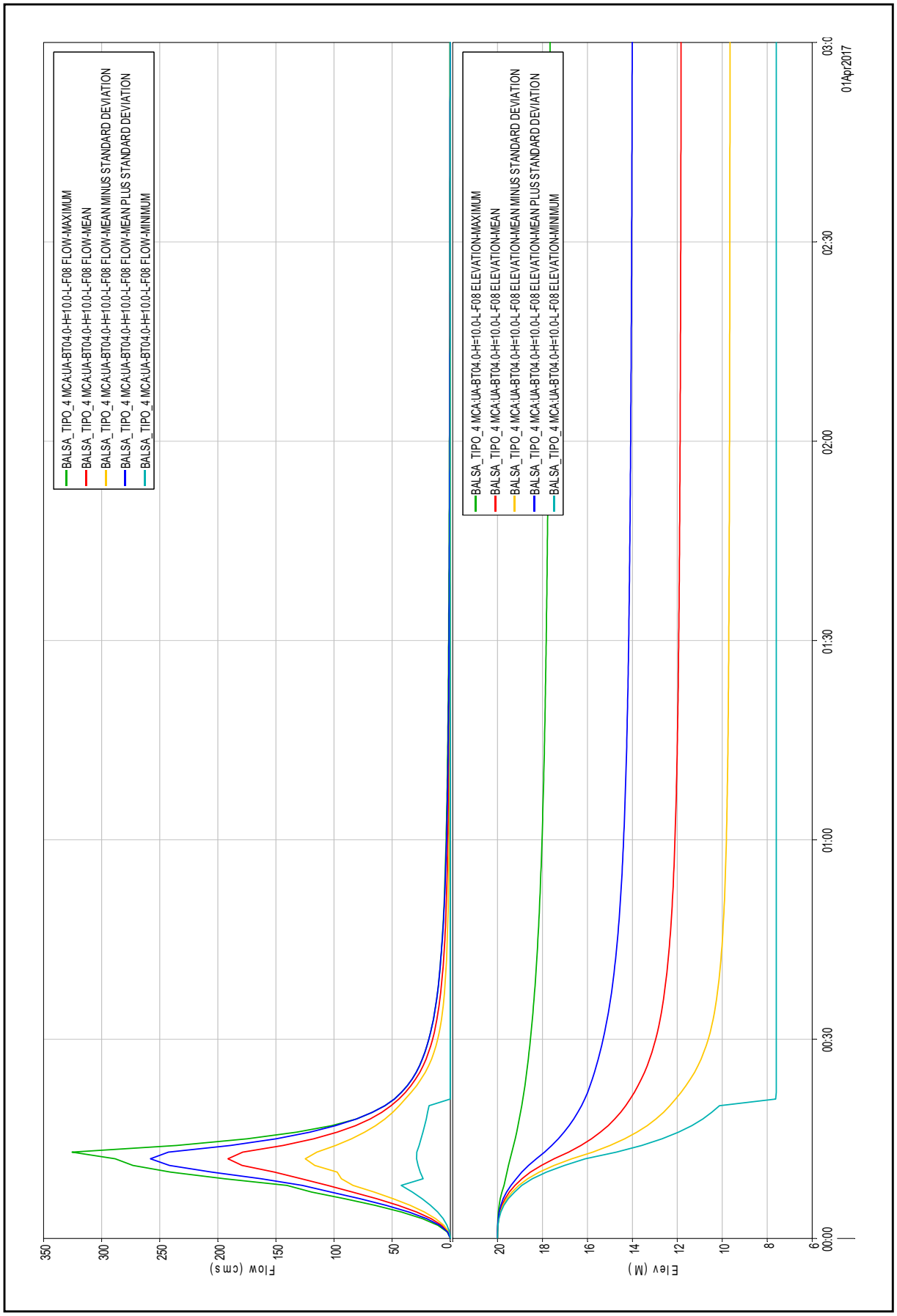
Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 04

HIDROGRAMA DE VERTIDO Y CURVA DE VACIADO PARA H=10.0 m. ESCENARIO (NMN-SOLERA) APLICACIÓN FÓRMULA MLM84



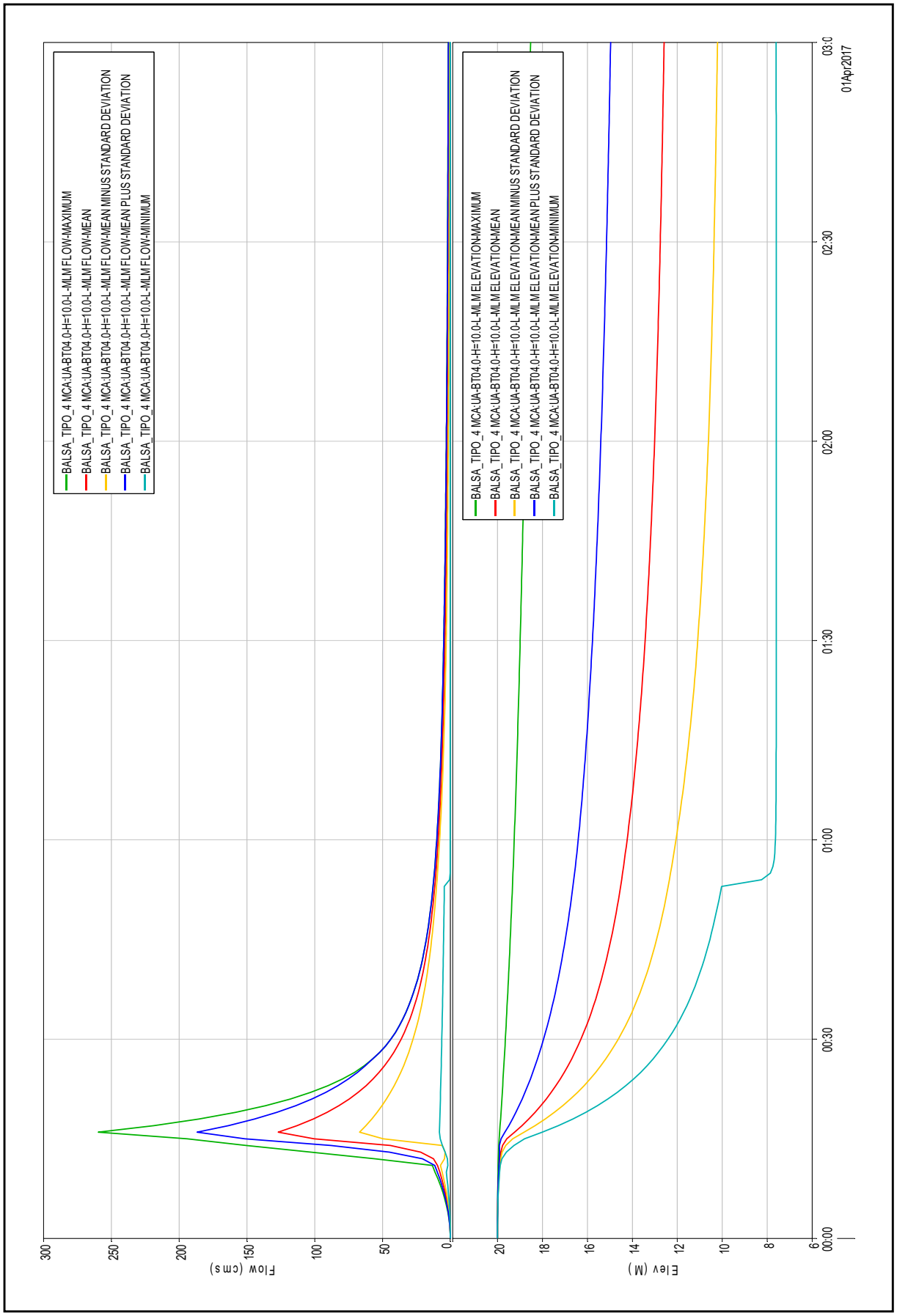
Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 04

APLICACIÓN DEL MÉTODO DE MONTECARLO EN LA CALIBRACIÓN DEL FONDO DE BRECHA (5.000 SIMULACIONES) HIDROGRAMAS DE VERTIDO Y VARIACIÓN DEL NIVEL EMBALSADO. (H=10.00 m.) APLICACIÓN FÓRMULA F08



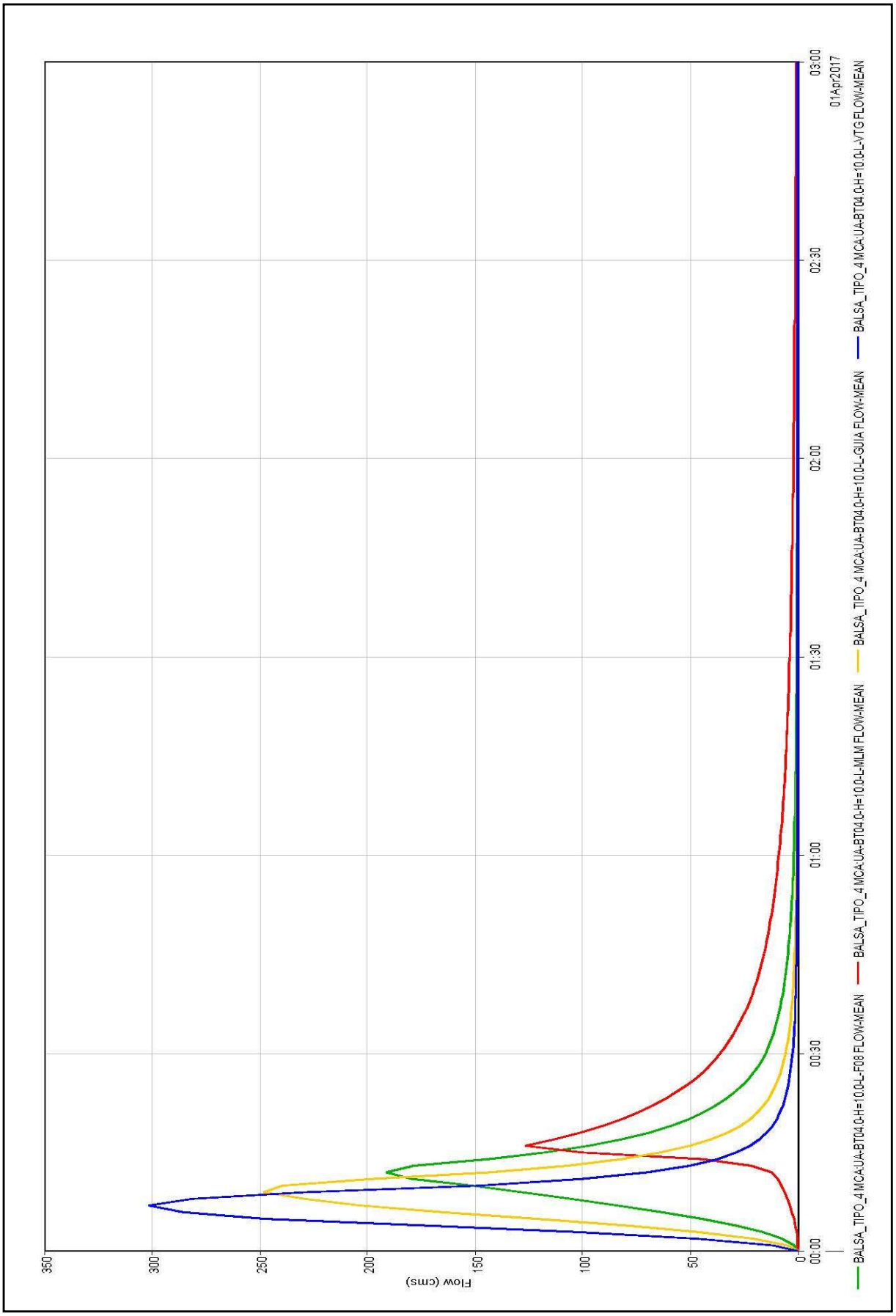
Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 04

APLICACIÓN DEL MÉTODO DE MONTECARLO EN LA CALIBRACIÓN DEL FONDO DE BRECHA (5.000 SIMULACIONES) HIDROGRAMAS DE VERTIDO Y VARIACIÓN DEL NIVEL EMBALSADO. (H=10.00 m.) APLICACIÓN FÓRMULA MLM84



Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 04 (Hw=10.00 m.)

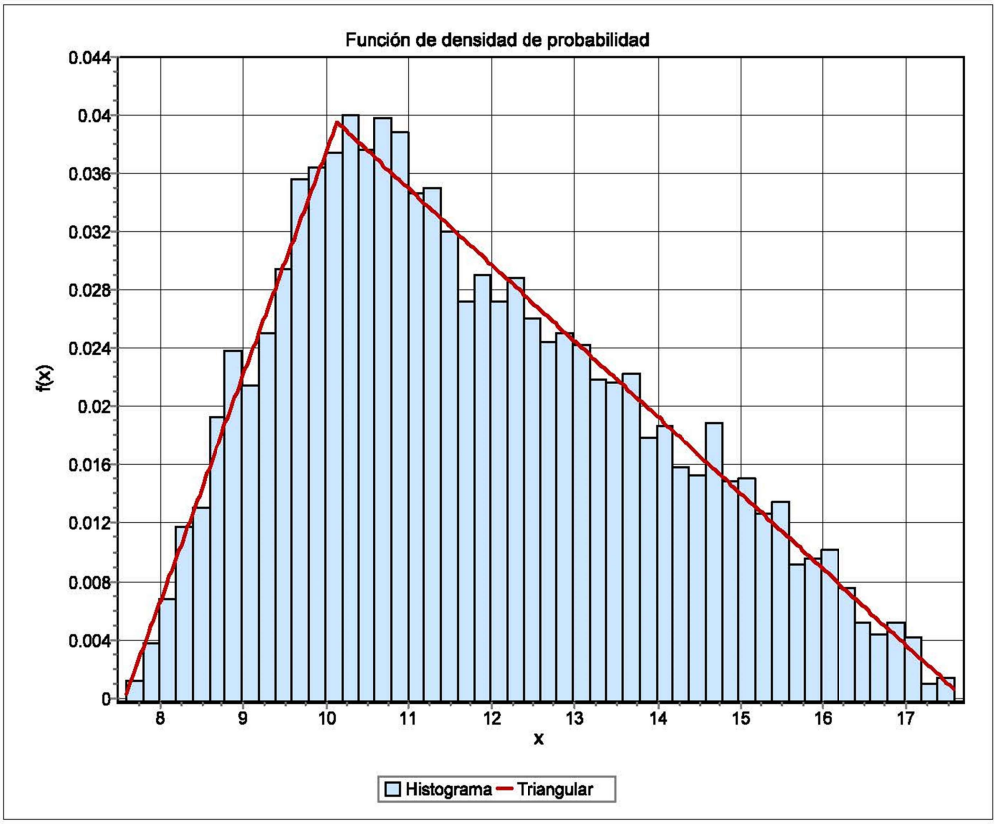
ESTUDIO COMPARATIVO DE LA VARIABILIDAD DEL HIDROGRAMA DE VERTIDO EN FUNCIÓN DE LA CARGA DE AGUA MOVILIZABLE (Hw) APLICACIÓN FÓRMULAS F08-MLM84-GUIA-VTG

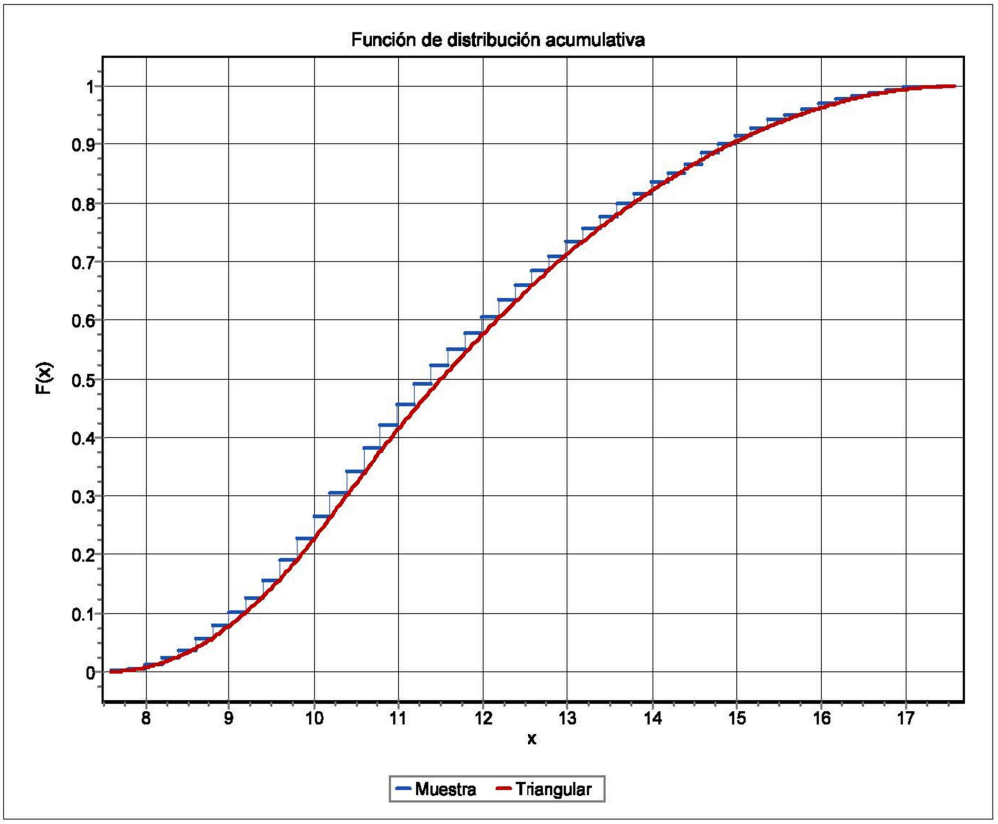


Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 04

M. DE MONTECARLO (FONDO DE BRECHA) ANÁLISIS ESTADISTICO RESULTADOS (Hw=10.00 m.) AJUSTE DE LA FUNCIÓN DE DISTRIBUCIÓN. FUNCIÓN DE DENSIDAD Y FUNCIÓN DE DISTRIBUCIÓN ACUMULATIVA

En el eje de abcisas se representa la variabilidad de la cota del fondo de brecha, considerando la cota +10.00 la solera interior de la balsa.

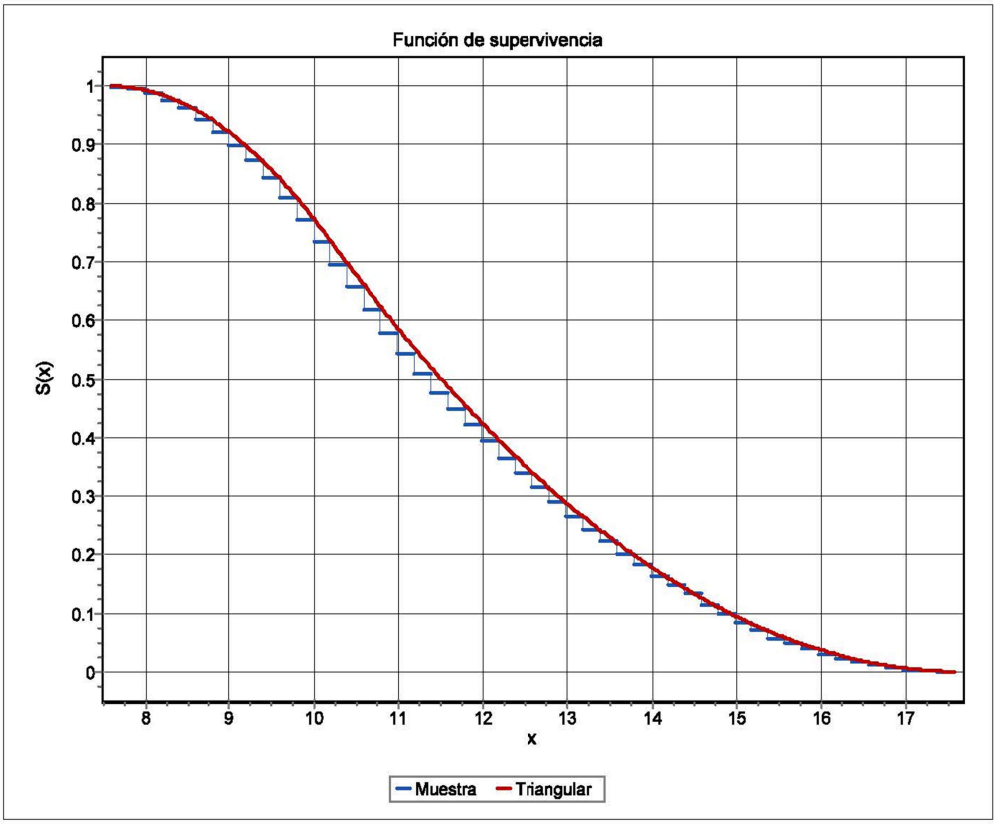


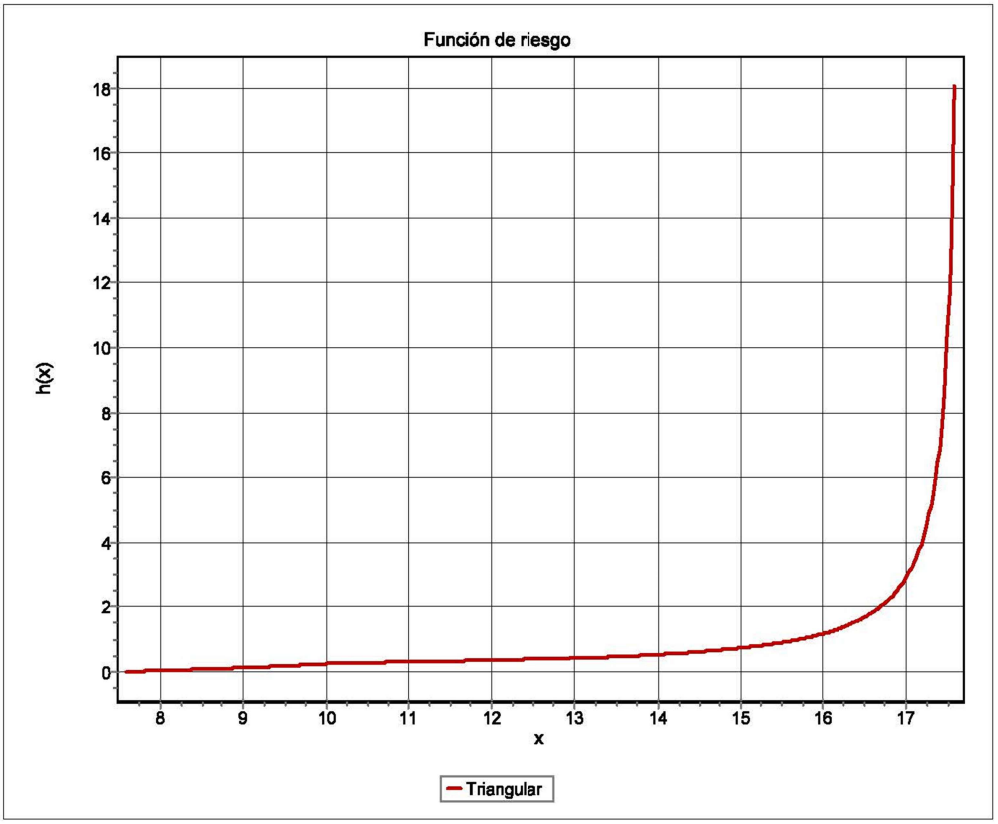


Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 04

M. DE MONTECARLO (FONDO DE BRECHA) ANÁLISIS ESTADISTICO RESULTADOS (Hw=10.00 m.) AJUSTE DE LA FUNCIÓN DE DISTRIBUCIÓN. FUNCIÓN DE SUPERVIVENCIA Y FUNCIÓN DE RIESGO

En el eje de abcisas se representa la variabilidad de la cota del fondo de brecha, considerando la cota +10.00 la solera interior de la balsa.

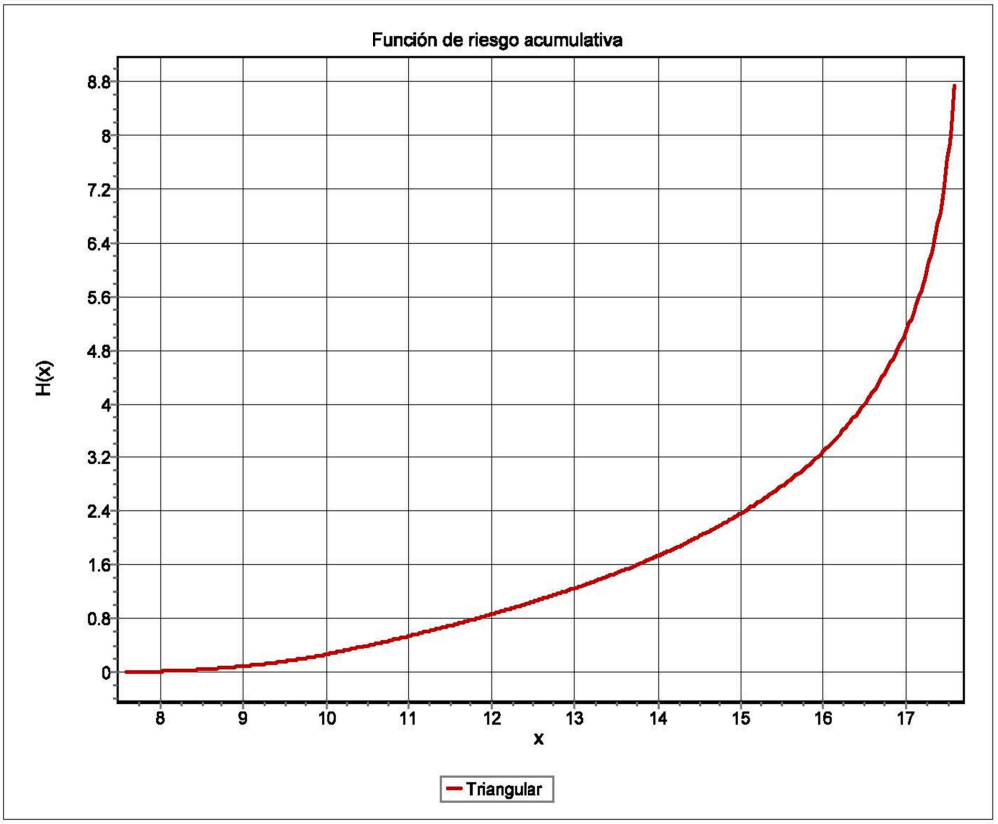


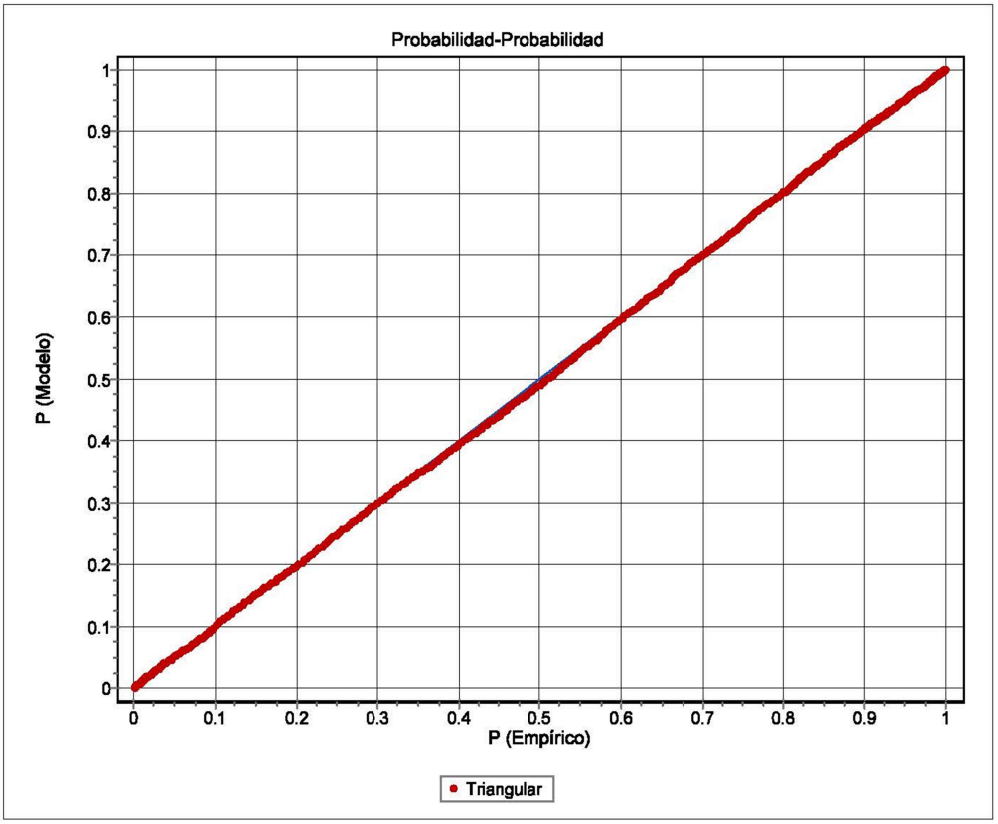


Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 04

M. DE MONTECARLO (FONDO DE BRECHA) ANÁLISIS ESTADISTICO RESULTADOS (Hw=10.00 m.) AJUSTE DE LA FUNCIÓN DE DISTRIBUCIÓN. FUNCIÓN DE RIESGO ACUMULATIVA Y GRÁFICO P-P

En el eje de abcisas se representa la variabilidad de la cota del fondo de brecha, considerando la cota +10.00 la solera interior de la balsa.

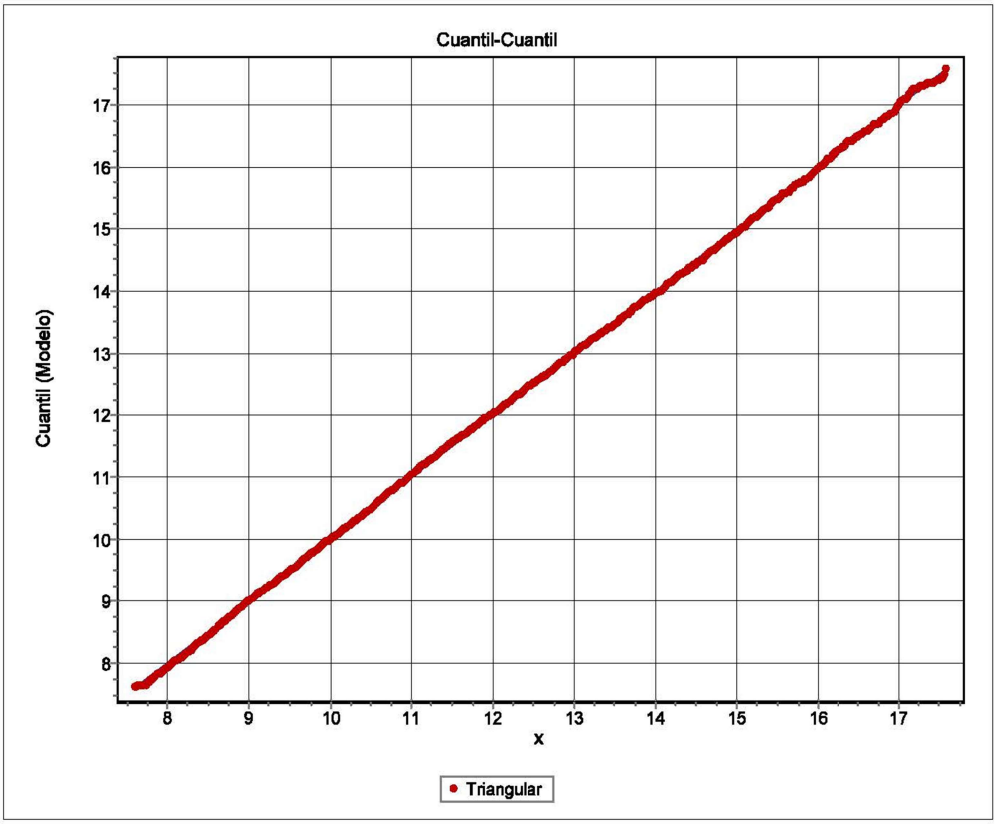


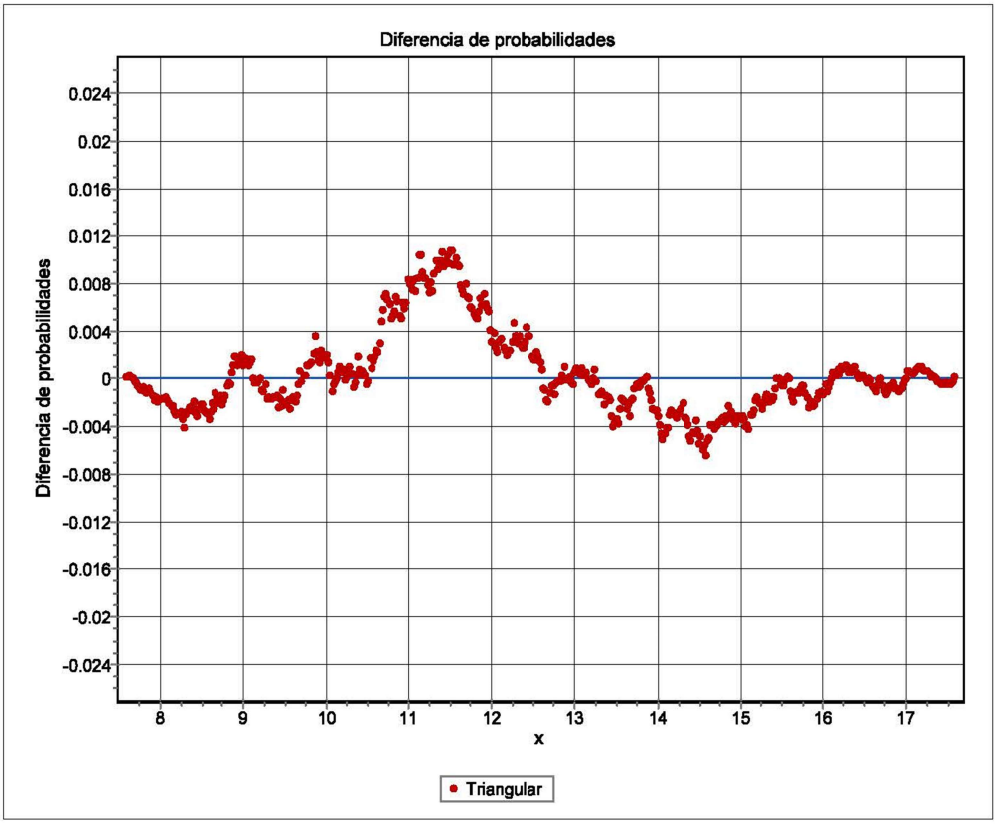


Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 04

M. DE MONTECARLO (FONDO DE BRECHA) ANÁLISIS ESTADISTICO RESULTADOS (Hw=10.00 m.) AJUSTE DE LA FUNCIÓN DE DISTRIBUCIÓN. GRÁFICO Q-Q Y DIFERENCIA DE PROBABILIDADES

En el eje de abcisas se representa la variabilidad de la cota del fondo de brecha, considerando la cota +10.00 la solera interior de la balsa.

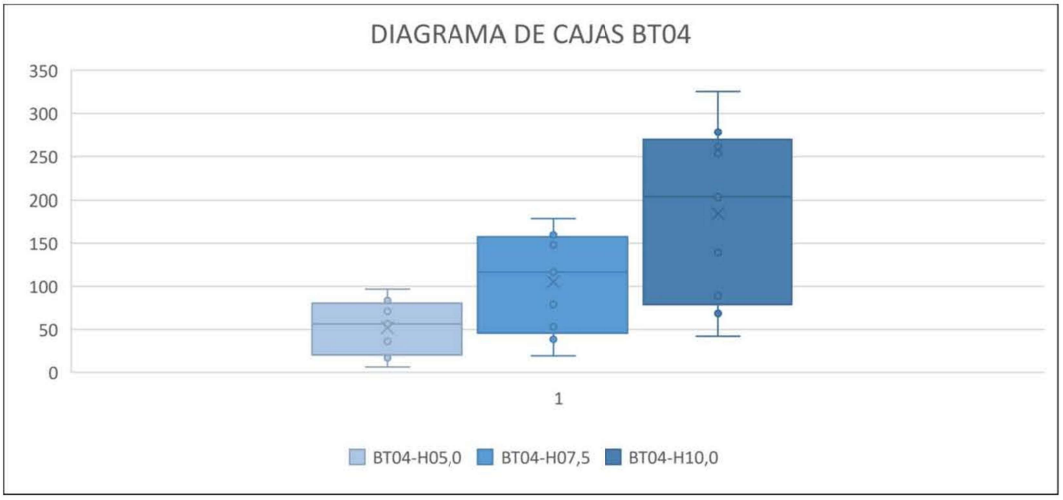


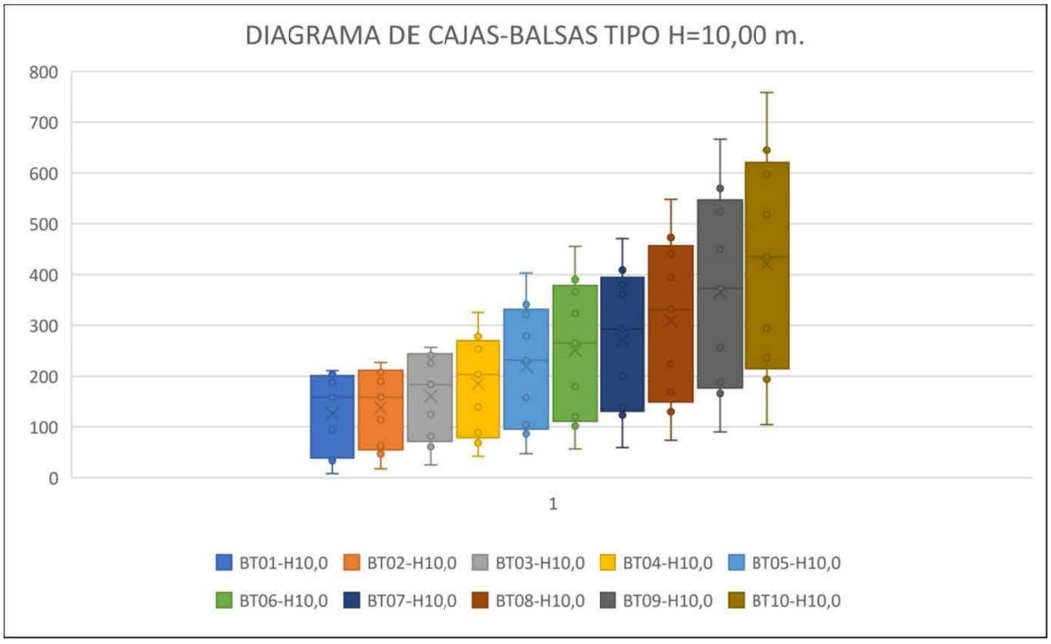


Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 04

M. DE MONTECARLO (CAUDAL MÁXIMO) ANÁLISIS ESTADISTICO RESULTADOS (Hw=10.00 m.) ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA. DIAGRAMAS DE CAJAS

CAUDALES MÁXIMOS (M. MONTECARLO) Estadística descriptiva					Parámetros Ajuste	
BALSA	BT04					
ALTURA Hw (m)	10,00					
AJUSTE	WAKEBY					
Estadística	**Valor**	**Percentil %**	**Valor**	**Obs**		
Tamaño de la muestra	5000	1	42,2	Min	α 399,05	
Rango	283,15	5	68,5		β 1,8432	
Media	192,6	10	89,1		γ 1,0221	
Varianza	4543,4	25	139,5	Q1	δ 0,57207	
Desviación estándar	67,405	50	203,3	Mediana	ξ 49,862	
Coef, de variación	0,34997	75	253,4	Q3		
Error estándar	0,95324	90	261,6			
Asimetría	-0,4557	95	278,2			
Curtosis	-0,9302	99	325,4	Max	I.C.$\bar{X}$ (95%)	1,868

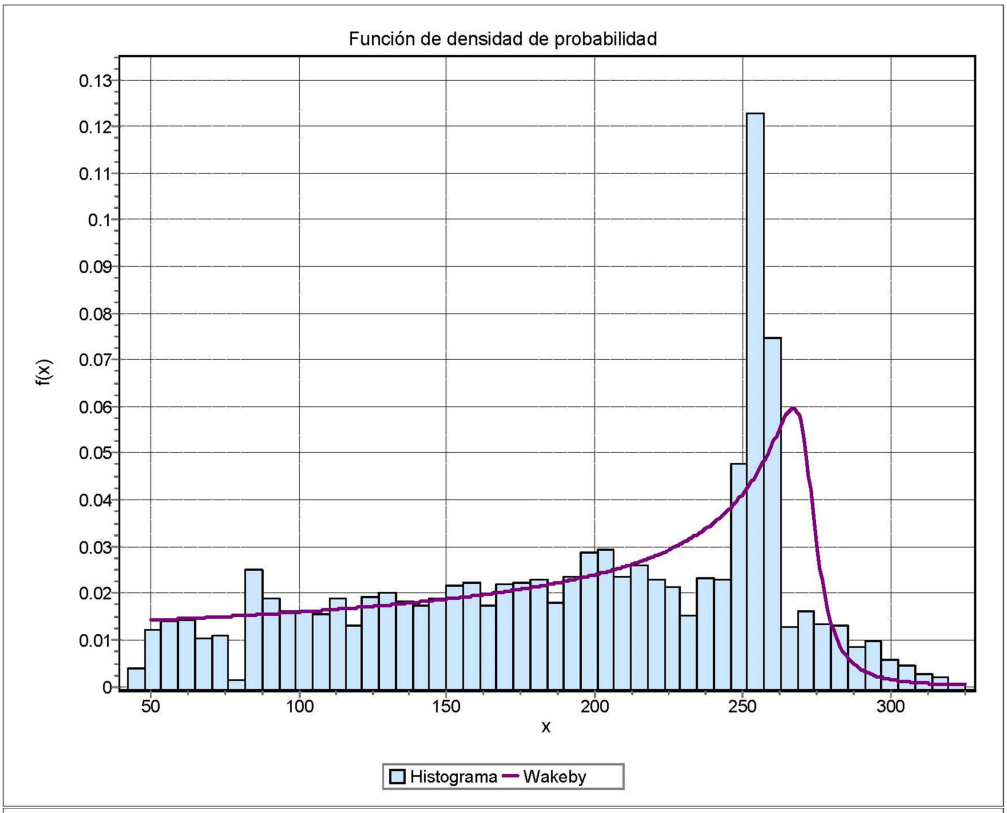


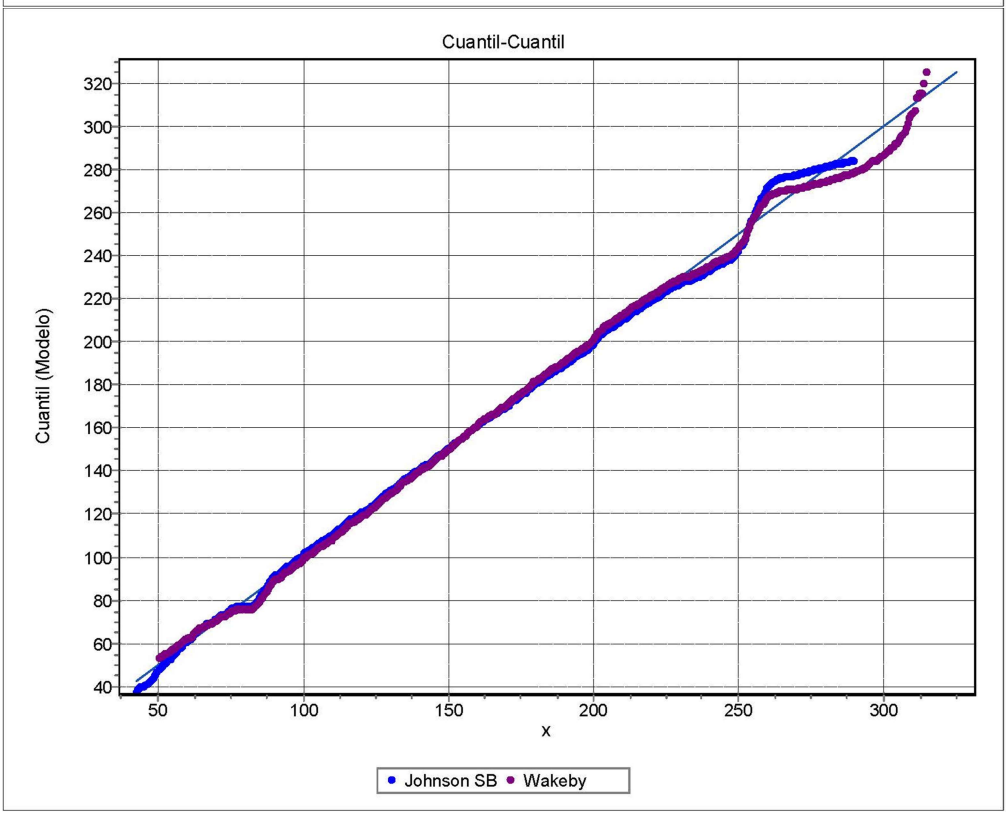


Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 04

M. DE MONTECARLO (CAUDAL MÁXIMO) ANÁLISIS ESTADISTICO RESULTADOS (Hw=10.00 m.) AJUSTE DE LA FUNCIÓN DE DISTRIBUCIÓN. FUNCIÓN DE DENSIDAD Y GRÁFICO Q-Q

En el eje de abscisas se representa la variabilidad de los caudales máximos simulados, a partir del fondo de brecha, y considerando la evolución de su crecimiento atendiendo a la geometría de F08.

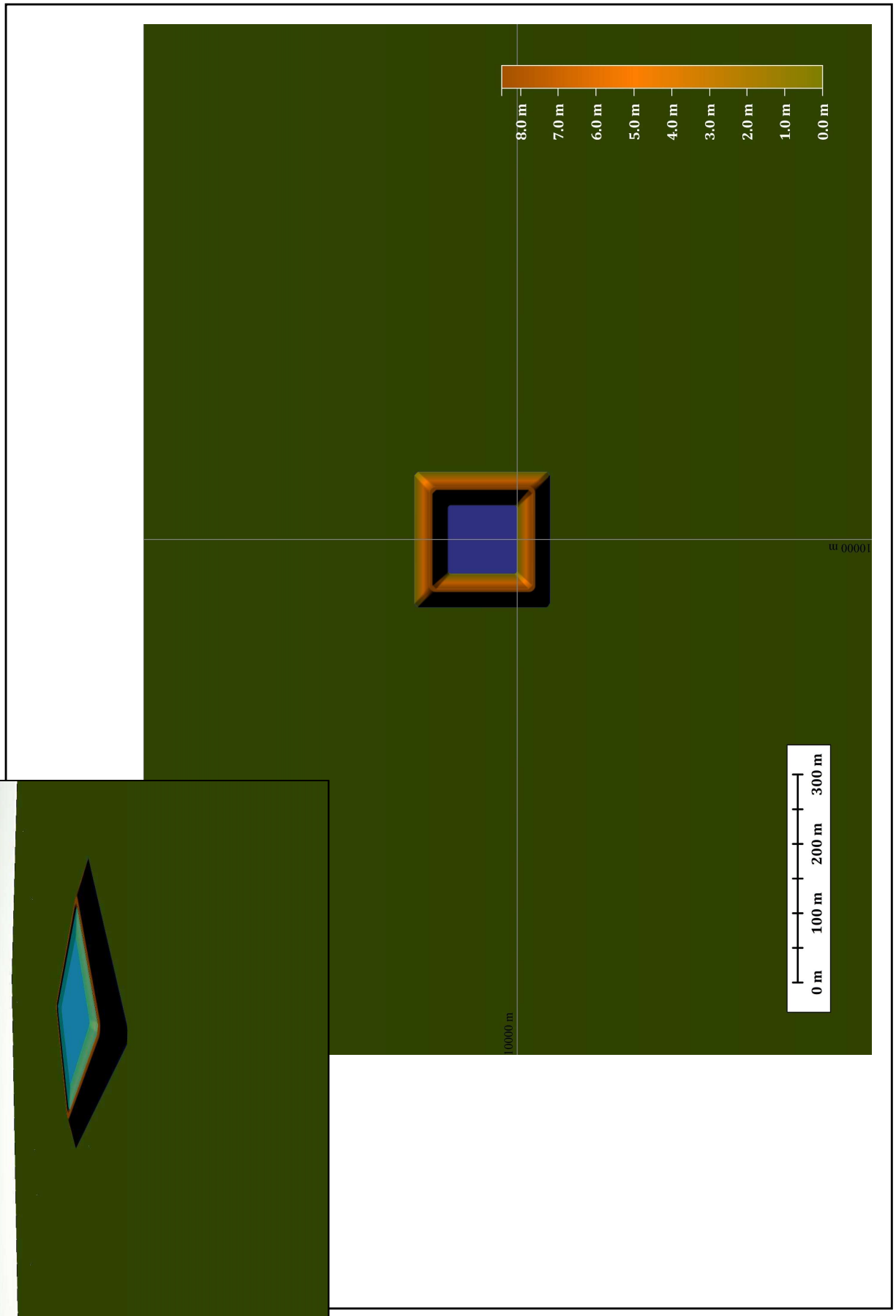




Características de las balsas sintéticas.
BALSA TIPO 04

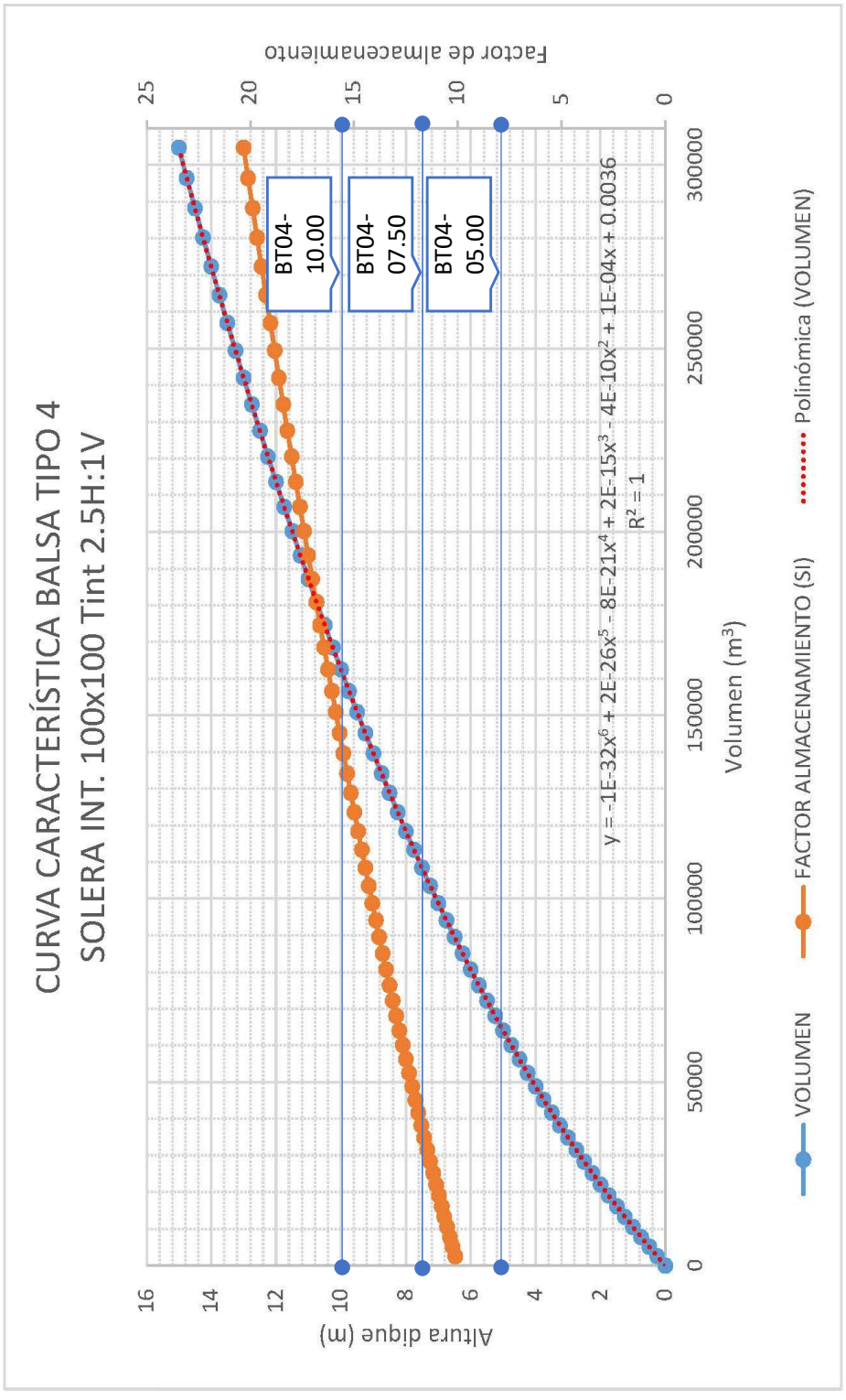
GEOMETRÍA

- ALTURA LÁMINA Hw= 07.5 m.
- RESGUARDO = 1.0 m.
- ANCHO CORONACIÓN= 05.0 m



Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 04

CURVA CARACTERÍSTICA vs FACTOR DE ALMACENAMIENTO



Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 04

ESTIMACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE BRECHA.
H=07,50 m.
ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE FÓRMULAS EMPÍRICAS

ESTIMACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE BRECHA

PROYECTO:	BALSAS TIPO										
SECTOR:	4										
ALTURA	7,5										
	CARACTERÍSTICA*		MÉTODO	FROEHLICH 95a			FROEHLICH 08			GUÍA TÉCNICA	MACDONALD & LANGRIDGE-MONOPOLIS 84	VTG
	MODO DE FALLO (S=SIFONAMIENTO;D=DESBORDAMIENTO)		Mf	S	D		S	D		S	S	S
	CARGA DE AGUA MOVILIZABLE	Hw	m	7,5	7,5		7,5	7,5		7,5	7,5	7,5
	VOLUMEN ALMACENADO EN Hw EN EL COLAPSO	Vw	m3	108398,4	108398,4		108398,4	108398,4		108398,4	108398,4	108398,4
	SUPERFICIE OCUPADA EN Hw	As	m2	18906,3	18906,3		18906,3	18906,3		18906,3	18906,3	18906,3
	RESGUARDO	r	m	1	1		1	1		1	1	1
	ALTURA DE BRECHA COMPLETA	Hb	m	8,5	8,5		8,5	8,5		8,5	8,5	8,5
	FACTOR CORRECTOR POR MODO DE FALLO	Ko	-	1	1,4		1	1,3				
	TALUD DE LA BRECHA	Zb	Z(H):1(V)	0,9	1,4		0,7	1		1	0,5	1
**	TALUD DEL DIQUE AGUAS ARRIBA	Z_1	Z(H):1(V)								2,5	
	TALUD DEL DIQUE AGUAS ABAJO	Z_2	Z(H):1(V)								2,5	
	SUMA DE TALUDES DEL DIQUE	Z_3	Z_1+Z_2								5	
	ANCHO CORONACIÓN DEL DIQUE	C	m								5	
	VOLUMEN EROSIONABLE DEL DIQUE	Ve	m3								915,2	
	TIPOLOGIA DEL DIQUE		Td	Pequeña Presa Clasificable			Pequeña Presa Clasificable			Pequeña Presa Clasificable	Pequeña Presa Clasificable	Pequeña Presa Clasificable
	COTA SOLERA BRECHA	Cs	m	10	10		10	10		10	10	10
	COTA CORONACIÓN	Cc	m	18,5	18,5		18,5	18,5		18,5	18,5	18,5
	ESTIMACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE LA BRECHA											
	ANCHO MEDIO	Bavg	m	11,1	15,5		12,02	15,6		19,6	5,2	24,85
***	ANCHO EN SOLERA	Bb	m	3,4	3,6		6,1	7,1		11,1	1,0	16,4
	ANCHO EN CORONACIÓN	Bc	m				17,97	24,12		28,09	9,50	33,35
	TIEMPO DE FORMACIÓN	Tf	h	0,2	0,2		0,22	0,2		0,186	0,214	0,113
	FACTOR DE ALMACENAMIENTO	SI	-	14,5	14,5		14,5	14,5		14,5	14,5	14,5
	ESTIMACIÓN DEL CAUDAL PUNTA FROEHLIC 95b											
	CAUDAL MÁXIMO PREVISTO	Qp	m3/s	225,73	225,73		225,73	225,73		225,73	225,73	225,73

Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 04

ESTIMACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE BRECHA. H=07,50 m. ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE FÓRMULAS EMPÍRICAS. VALIDACIÓN DE RESULTADOS

ESTIMACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE BRECHA

PROYECTO:	BALSAS TIPO							
SECTOR:	4							
ALTURA	7,5							

ANÁLISIS Y VALIDACIÓN DE RESULTADOS

Dada la importancia del tiempo de formación de la brecha en la generación del pico del hidrograma, es relevante poder validar los resultados. Para ello utilizaremos un estimador de la progresión de la erosión. Se considera adecuado aquel que define un desarrollo lineal, por lo que se utilizará la razón de erosión (ER) definida por la relación entre el ancho medio de brecha y el tiempo de formación. Diversos autores han indicado los intervalos de fiabilidad relacionando dicho parámetro con la altura de agua movilizable, (Hw), quedando estos entre 1.6 y 2.1. Por otro lado, el agua almacenada puede condicionar el desarrollo completo de la brecha, por lo que se apunta como indicador de la validez de los resultados, la relación entre el ancho medio respecto de la altura de bredca (Bavg/Hb). En este caso si el indicador ofrece un valor inferior a 0.6, no se puede afirmar que se complete la brecha, quedando como apertura una geometría cuadrangular de ancho D.

COMPROBACIÓN DEL DESARROLLO DE BRECHA (completa vs parcial)	(Bavg/Hb)	1,30	1,82	1,41	1,84	2,31	0,62	2,92
Se considera desarrollada si (Bavg/Hb)>0.60								
	(Bavg/Tf)	64,10	89,74	55,34	71,94	105,39	24,50	33,35
RAZÓN DE EROSIÓN (ER)								
COMPROBACIÓN DEL PROGRESO DE LA BRECHA (lineal vs no lineal)	(ER/Hw)	8,55	11,97	7,38	9,59	14,05	3,27	4,45
Se puede considerar razonable la ratio de erosión si 1.6<(ER/Hw)<2.1								
COMPROBACIÓN BOWLES T de formación (h)	T=2*Vw/Qp	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27
Si tiempo de formación de brecha es menor que la comprobación de Bowles se adopta								
RAZÓN DE TIEMPOS (Tbowles/Tf)		1,55	1,55	1,23	1,23	1,43	1,25	2,37

* *DIQUE DE CIERRE DE MATERIALES SUELTOS HOMOGÉNEO, ASUMIENDO MÁXIMO ALMACENAMIENTO EN LA FASE DE COLAPSO*

** *A utilizar en el método de MACDONALD & LANGRIDGE-MONOPOLIS 84 (MLM84)*

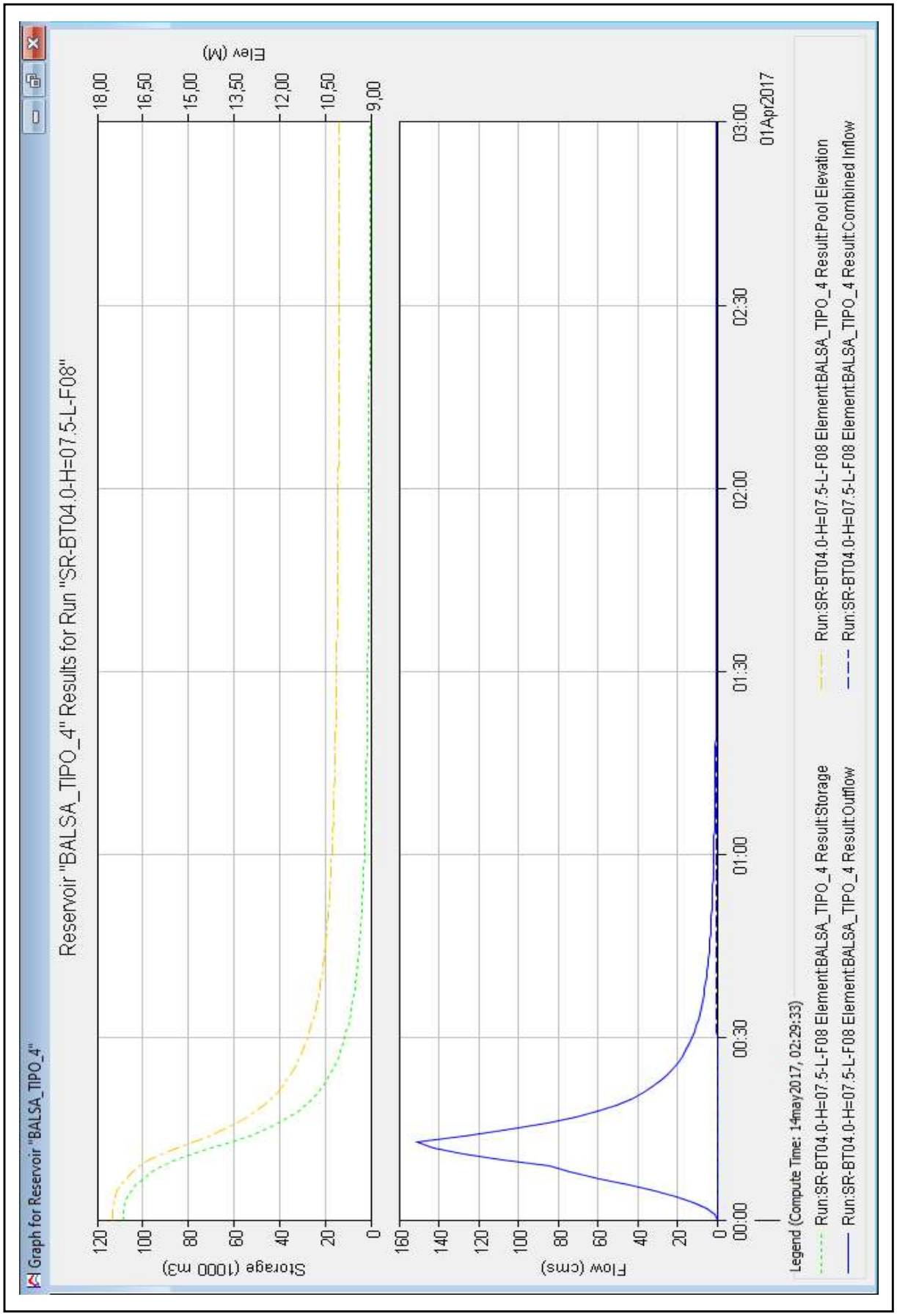
*** *Wb en el método de MACDONALD & LANGRIDGE-MONOPOLIS 84 (MLM84)*

ESQUEMAS

Fuente: GUIDELINES FOR DAM BREACH ANALYSIS. STATE OF COLORADO-DEPARTMENT OF NATURAL RESOURCES-DIVISION OF WATER RESOURCES. 10/02/2010

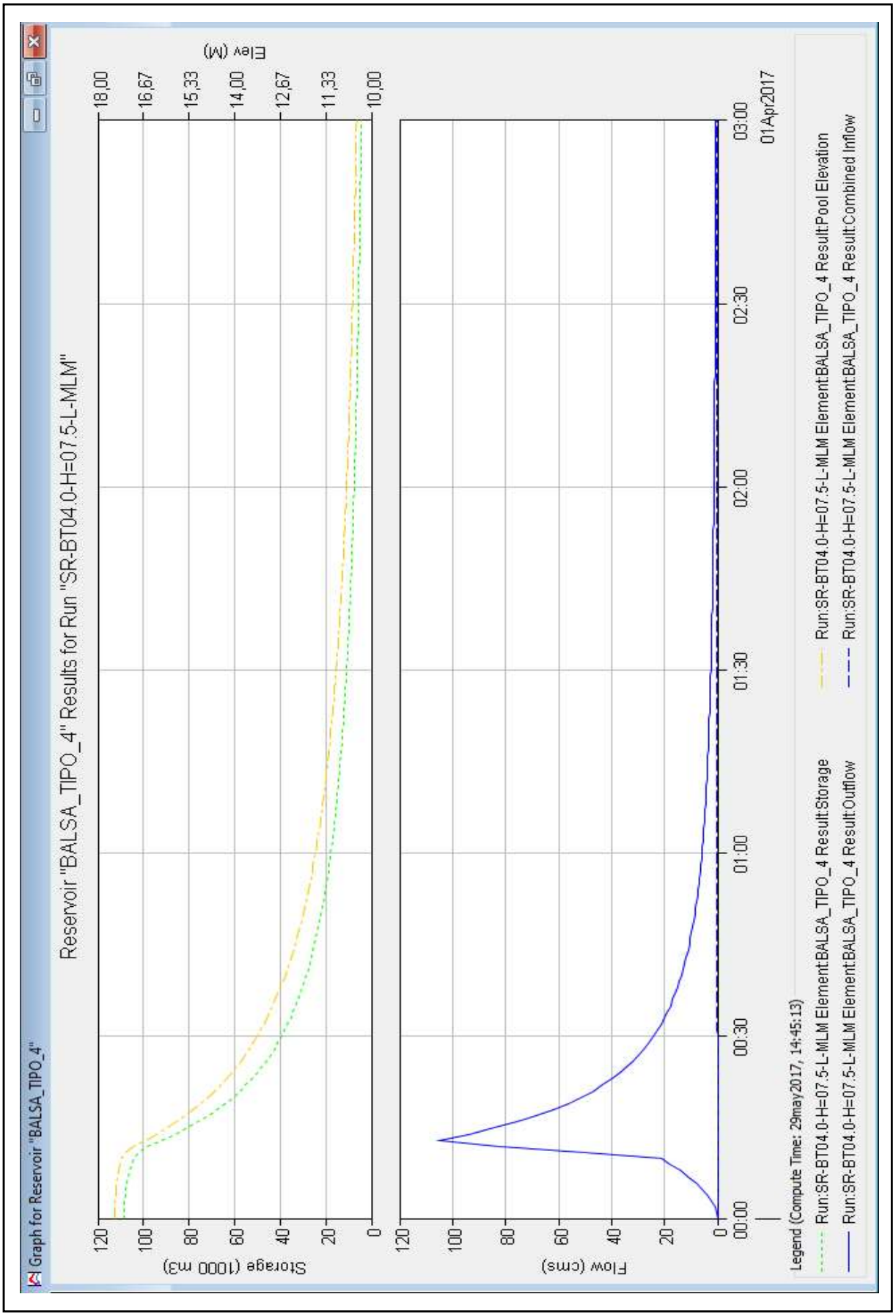
Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 04

HIDROGRAMA DE VERTIDO Y CURVA DE VACIADO PARA H=7.50 m. ESCENARIO (NMN-SOLERA) APLICACIÓN FÓRMULA F08



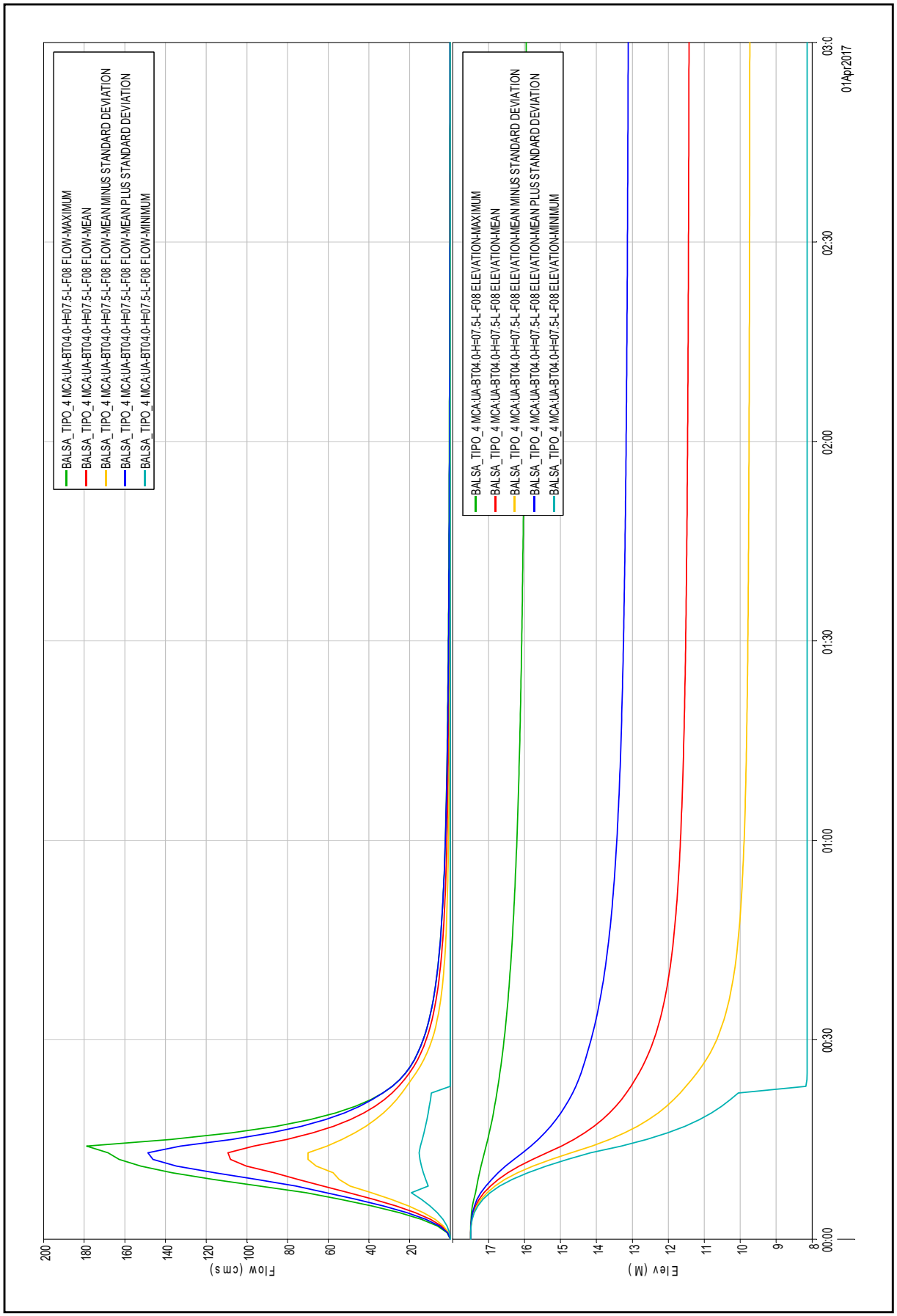
Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 04

HIDROGRAMA DE VERTIDO Y CURVA DE VACIADO PARA H=7.50 m. ESCENARIO (NMN-SOLERA) APLICACIÓN FÓRMULA MLM84



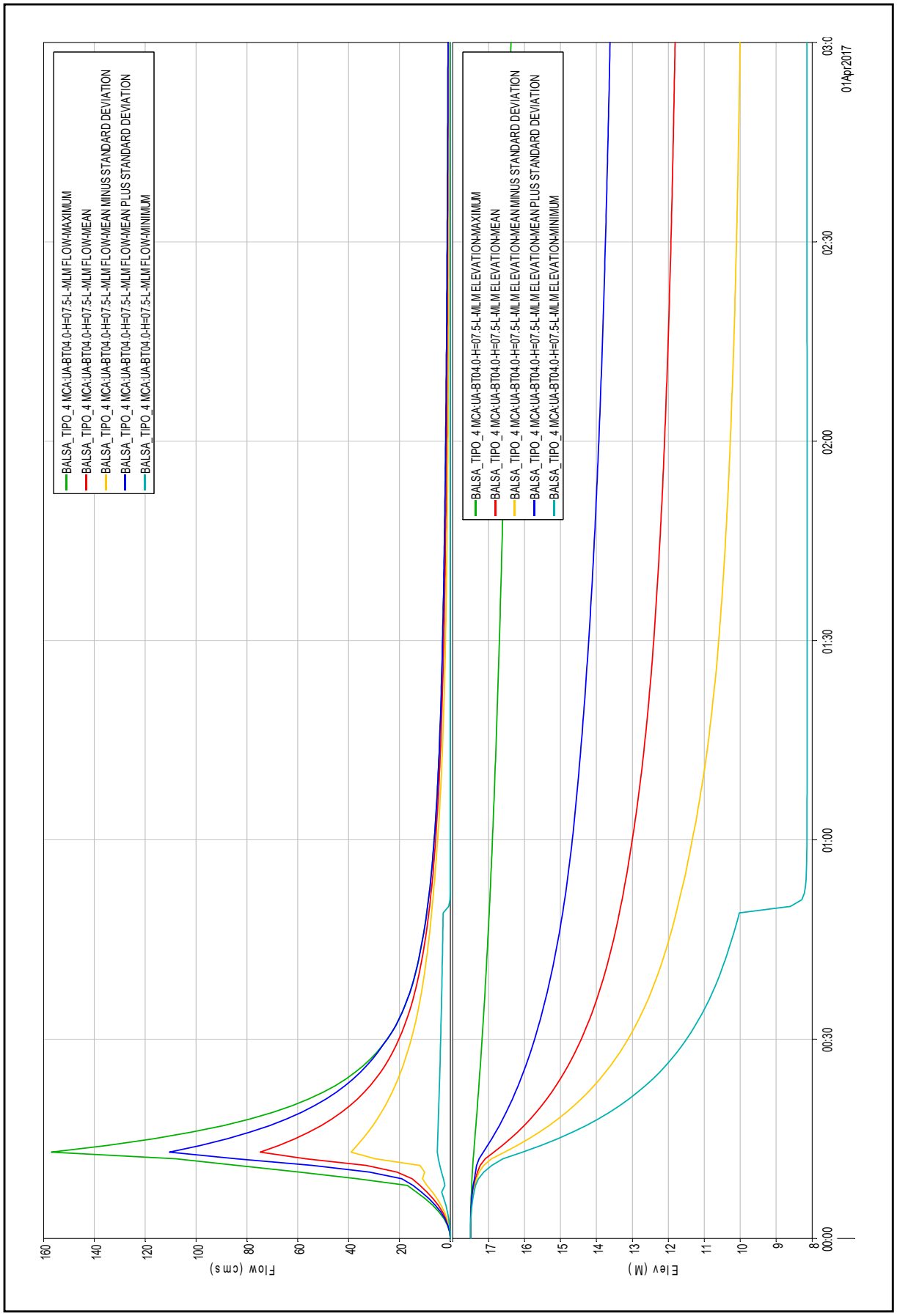
Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 04

APLICACIÓN DEL MÉTODO DE MONTECARLO EN LA CALIBRACIÓN DEL FONDO DE BRECHA (5.000 SIMULACIONES) HIDROGRAMAS DE VERTIDO Y VARIACIÓN DEL NIVEL EMBALSADO. (H=07.50 m.) APLICACIÓN FÓRMULA F08



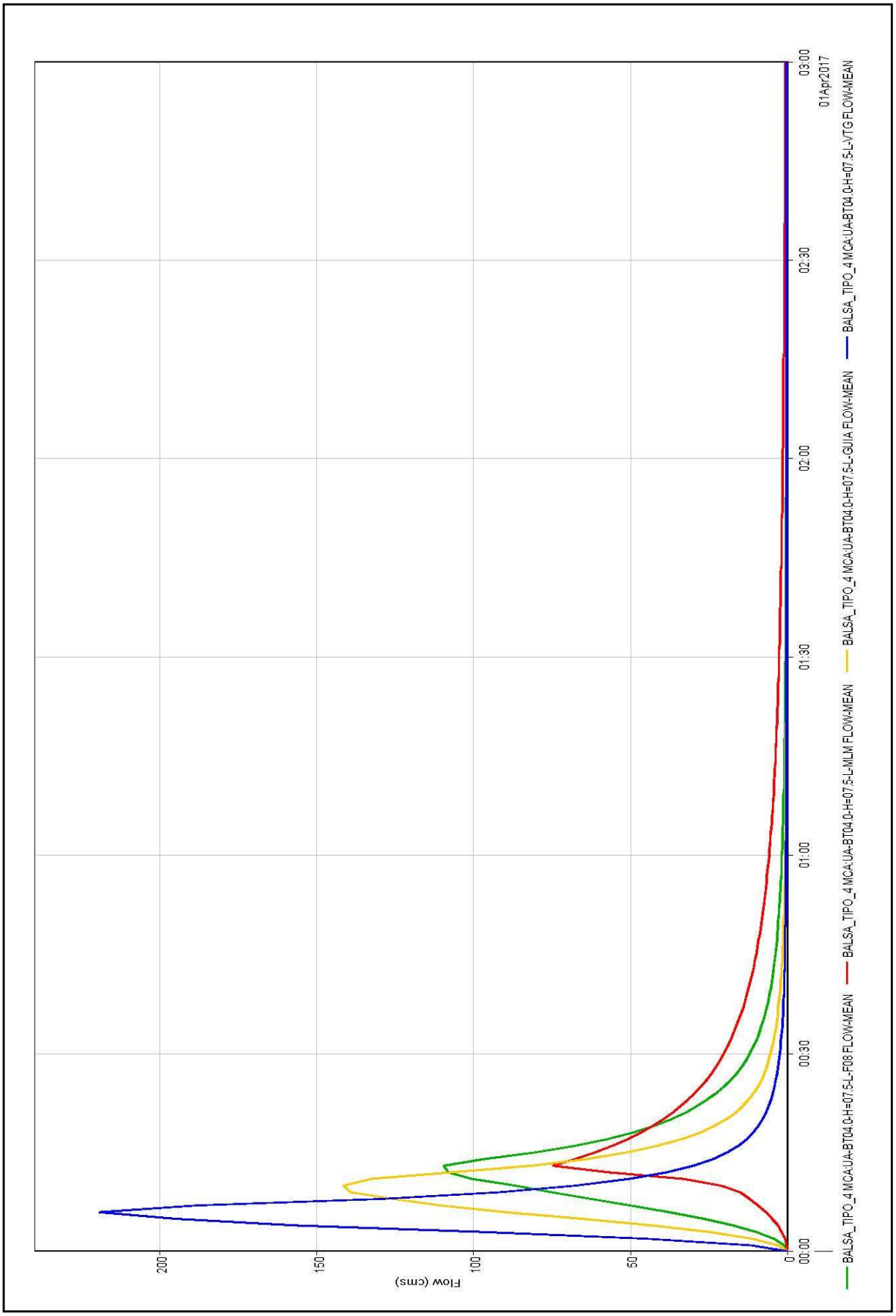
Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 04

APLICACIÓN DEL MÉTODO DE MONTECARLO EN LA CALIBRACIÓN DEL FONDO DE BRECHA (5.000 SIMULACIONES) HIDROGRAMAS DE VERTIDO Y VARIACIÓN DEL NIVEL EMBALSADO. (H=07.50 m.) APLICACIÓN FÓRMULA MLM84



Características de las balsas sintéticas.
BALSA TIPO 04
(Hw=07.50 m.)

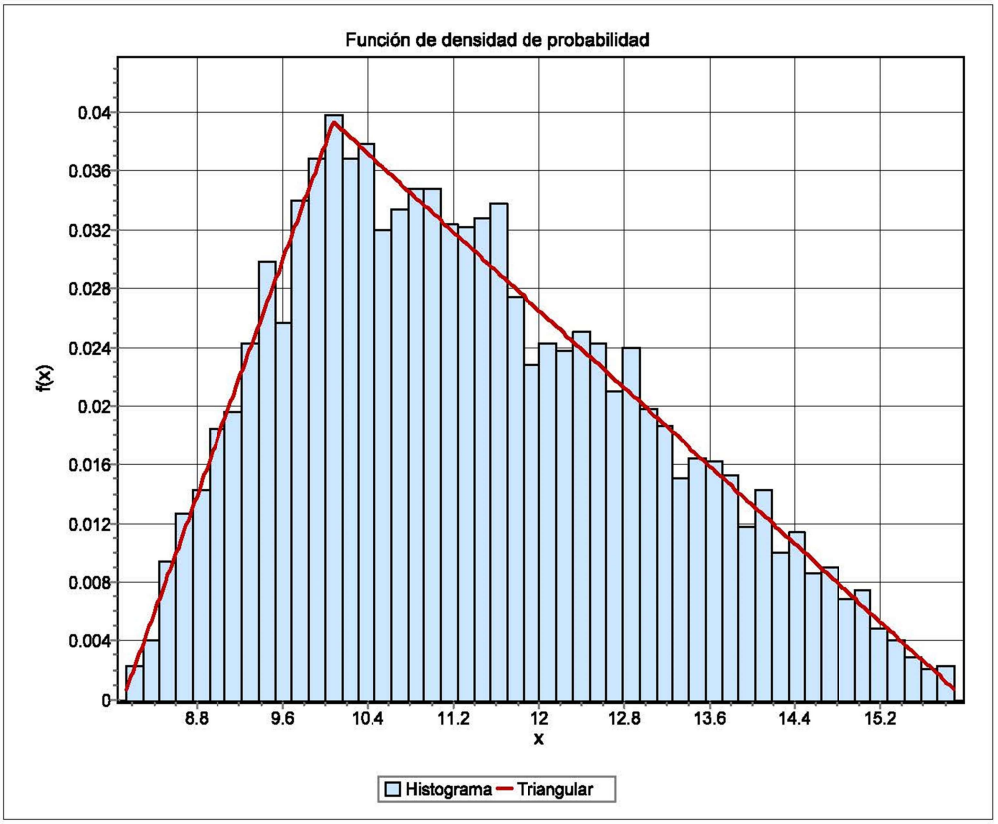
ESTUDIO COMPARATIVO DE LA VARIABILIDAD DEL HIDROGRAMA DE VERTIDO EN FUNCIÓN DE LA CARGA DE AGUA MOVILIZABLE (Hw)
APLICACIÓN FÓRMULAS
F08-MLM84-GUIA-VTG

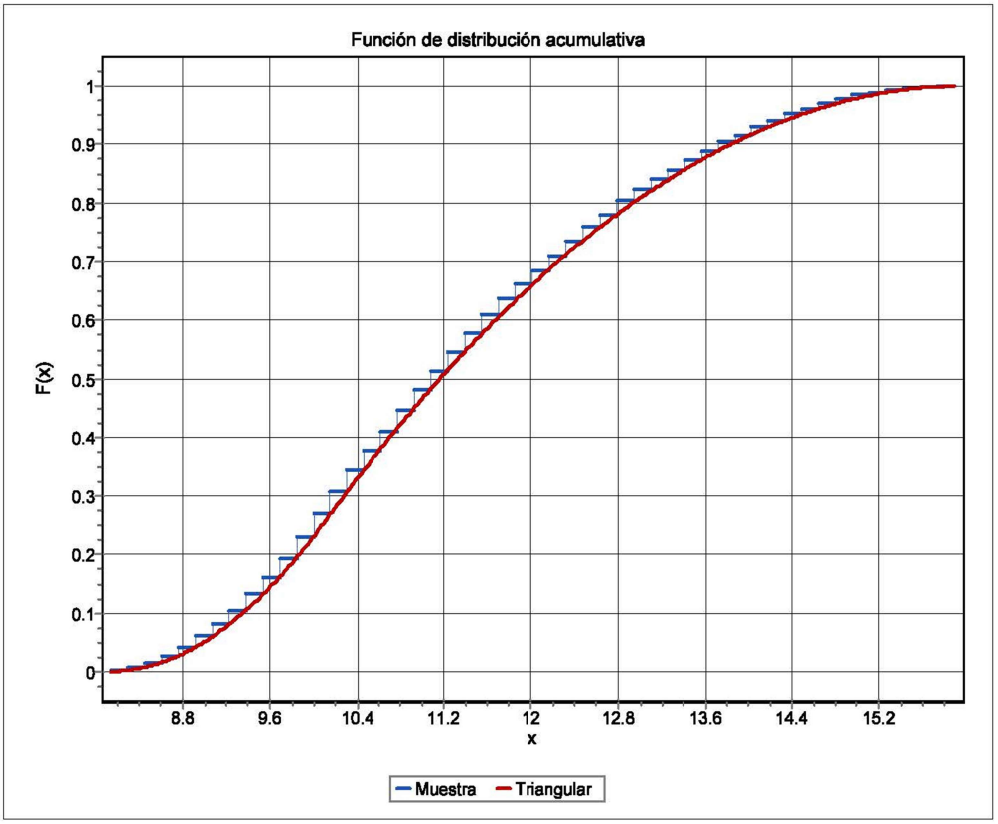


Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 04

M. DE MONTECARLO (FONDO DE BRECHA) ANÁLISIS ESTADISTICO RESULTADOS (Hw=07.50 m.) AJUSTE DE LA FUNCIÓN DE DISTRIBUCIÓN. FUNCIÓN DE DENSIDAD Y FUNCIÓN DE DISTRIBUCIÓN ACUMULATIVA

En el eje de abcisas se representa la variabilidad de la cota del fondo de brecha, considerando la cota +10.00 la solera interior de la balsa.

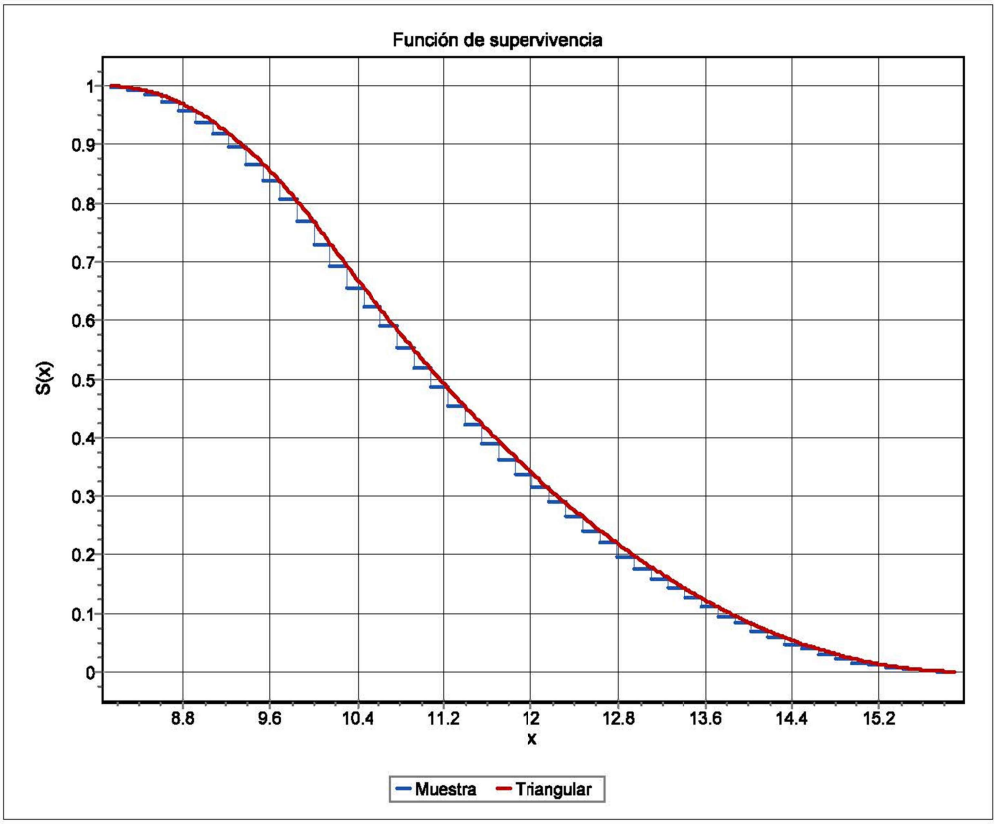


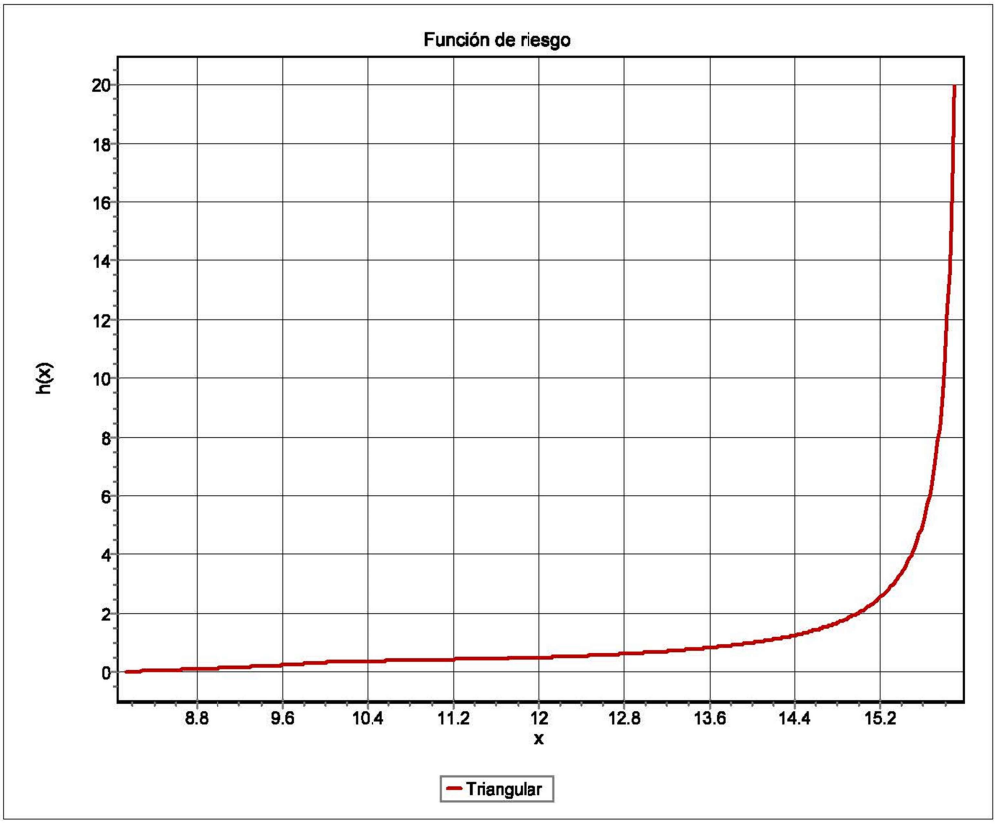


Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 04

M. DE MONTECARLO (FONDO DE BRECHA) ANÁLISIS ESTADISTICO RESULTADOS (Hw=07.50 m.) AJUSTE DE LA FUNCIÓN DE DISTRIBUCIÓN. FUNCIÓN DE SUPERVIVENCIA Y FUNCIÓN DE RIESGO

En el eje de abcisas se representa la variabilidad de la cota del fondo de brecha, considerando la cota +10.00 la solera interior de la balsa.

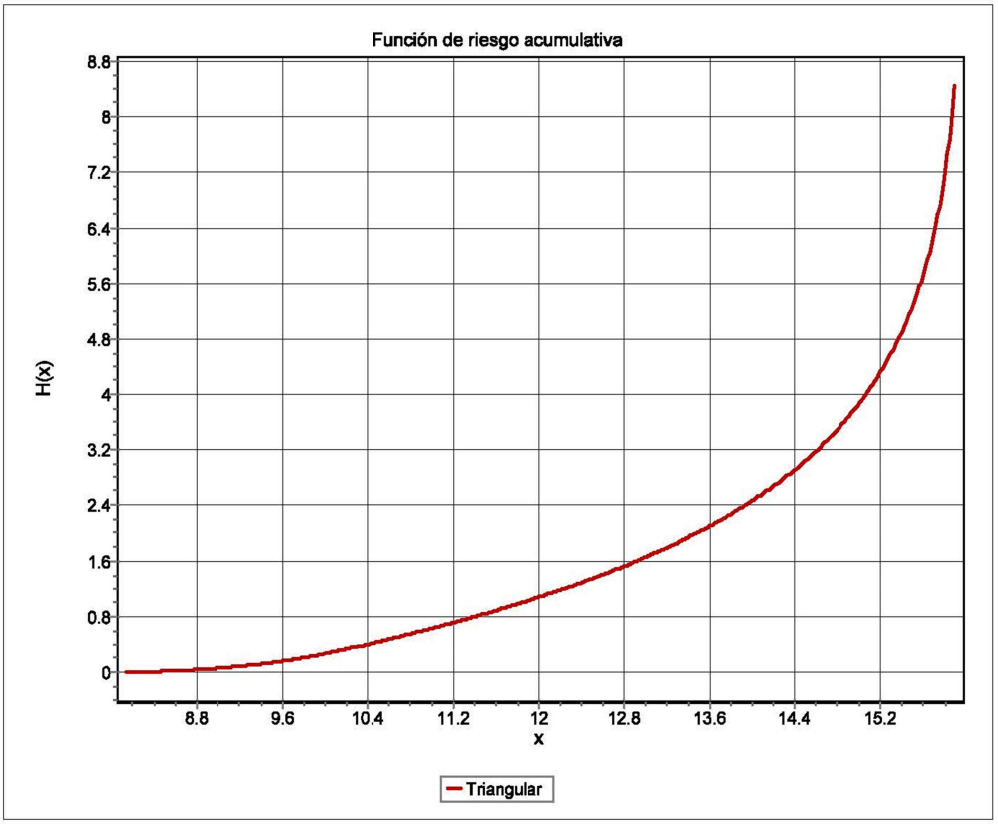


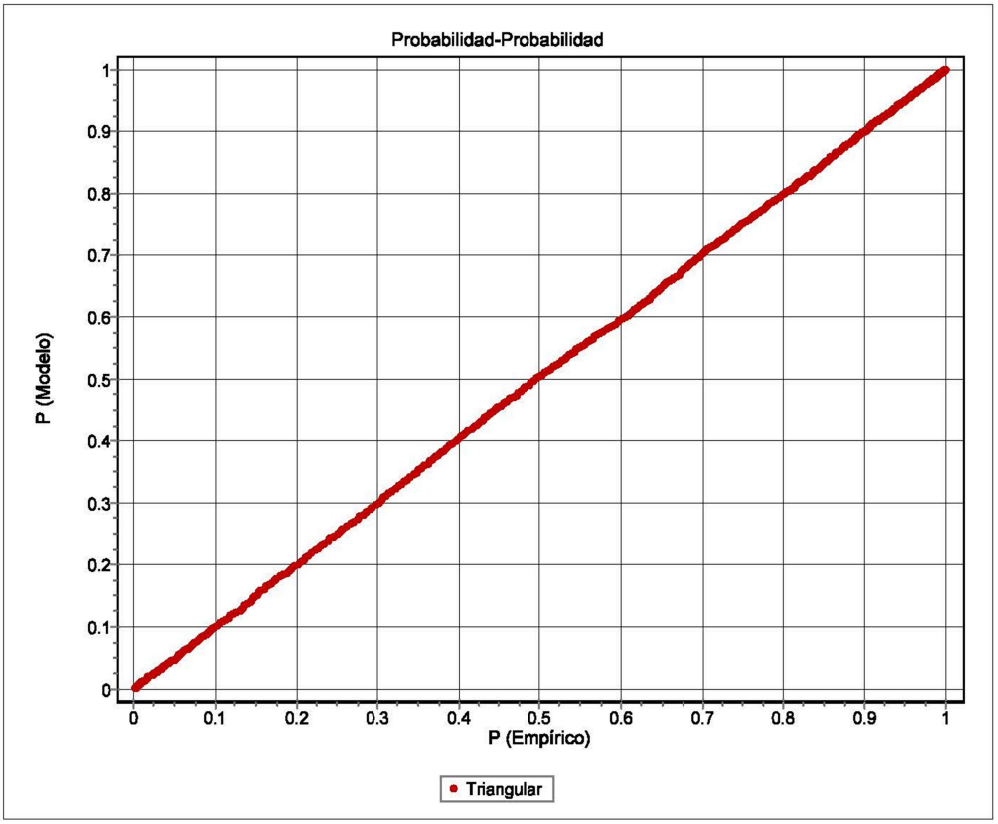


Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 04

M. DE MONTECARLO (FONDO DE BRECHA) ANÁLISIS ESTADISTICO RESULTADOS (Hw=07.50 m.) AJUSTE DE LA FUNCIÓN DE DISTRIBUCIÓN. FUNCIÓN DE RIESGO ACUMULATIVA Y GRÁFICO P-P

En el eje de abcisas se representa la variabilidad de la cota del fondo de brecha, considerando la cota +10.00 la solera interior de la balsa.

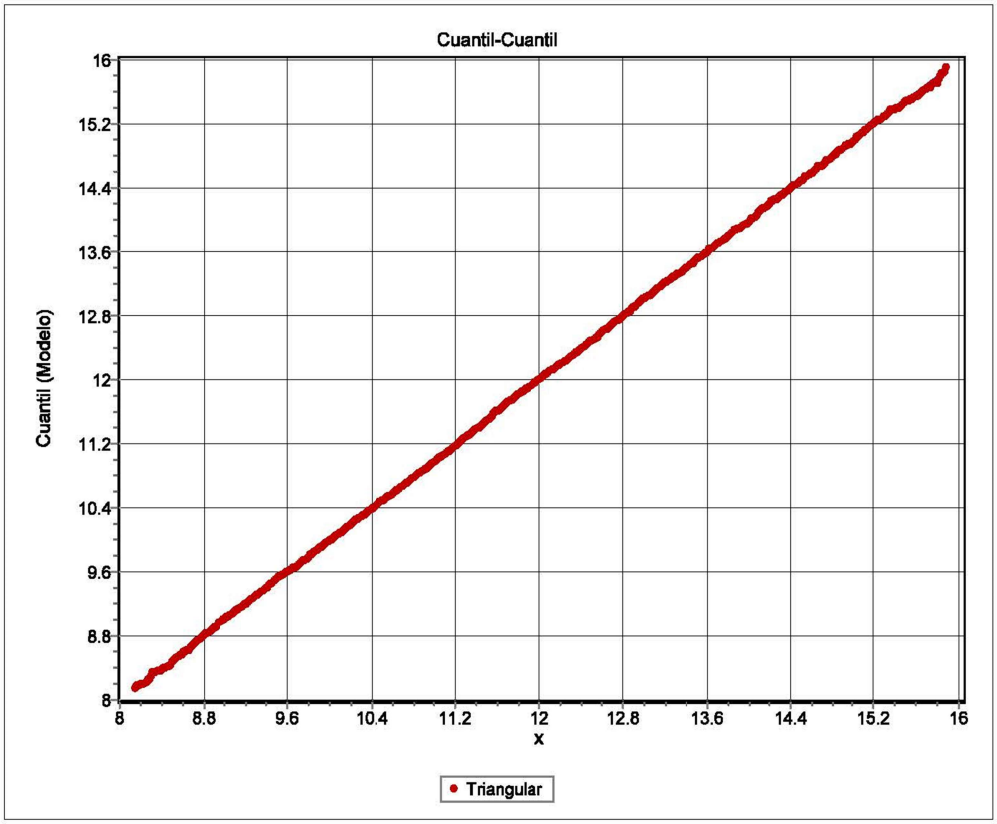


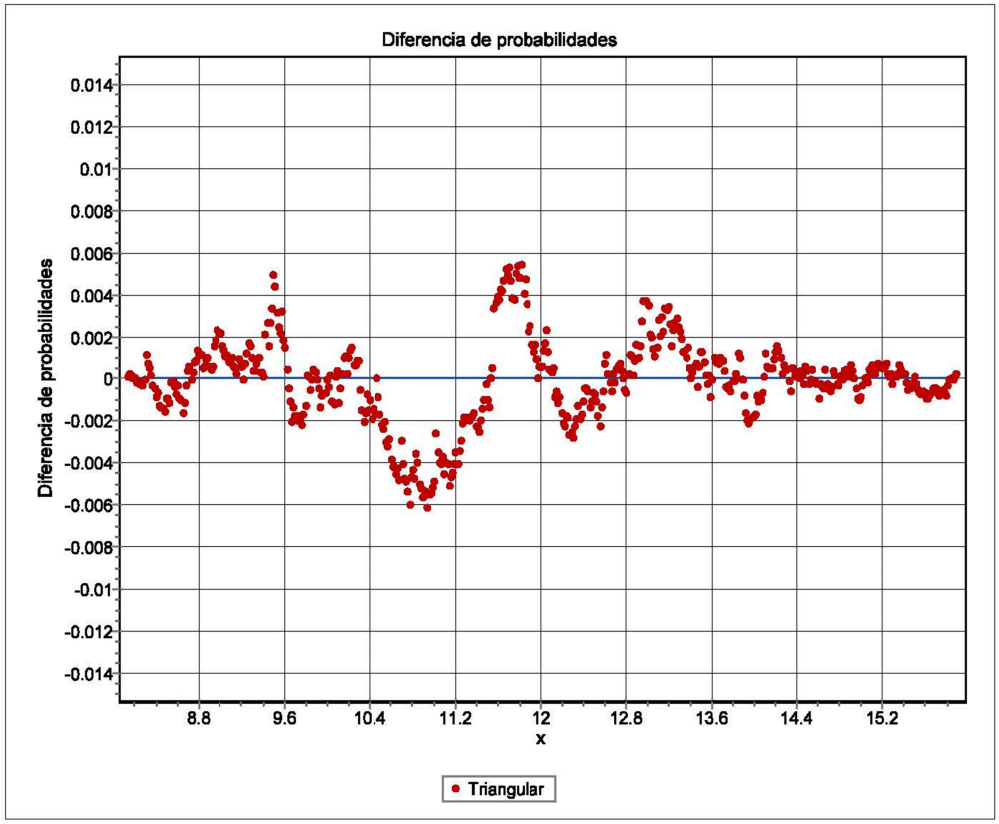


Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 04

M. DE MONTECARLO (FONDO DE BRECHA) ANÁLISIS ESTADISTICO RESULTADOS (Hw=07.50 m.) AJUSTE DE LA FUNCIÓN DE DISTRIBUCIÓN. GRÁFICO Q-Q Y DIFERENCIA DE PROBABILIDADES

En el eje de abcisas se representa la variabilidad de la cota del fondo de brecha, considerando la cota +10.00 la solera interior de la balsa.

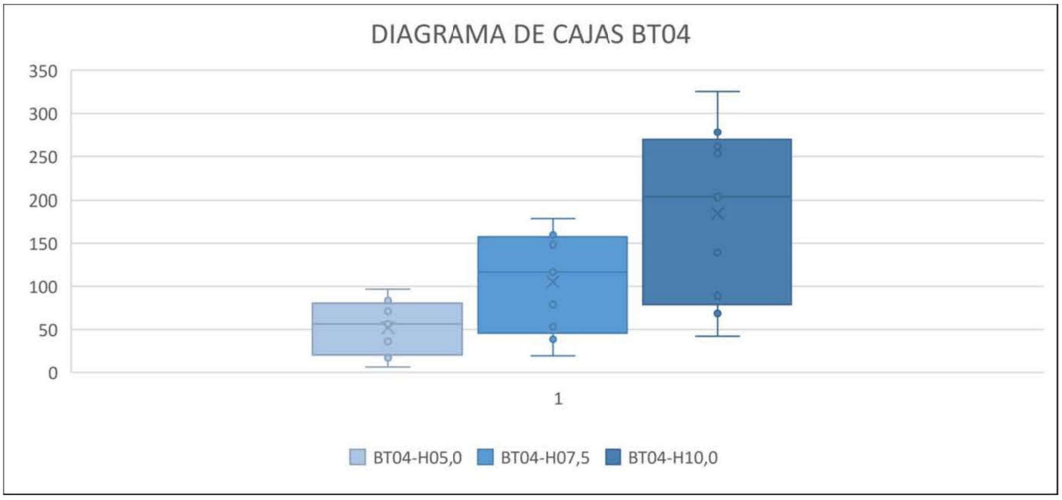


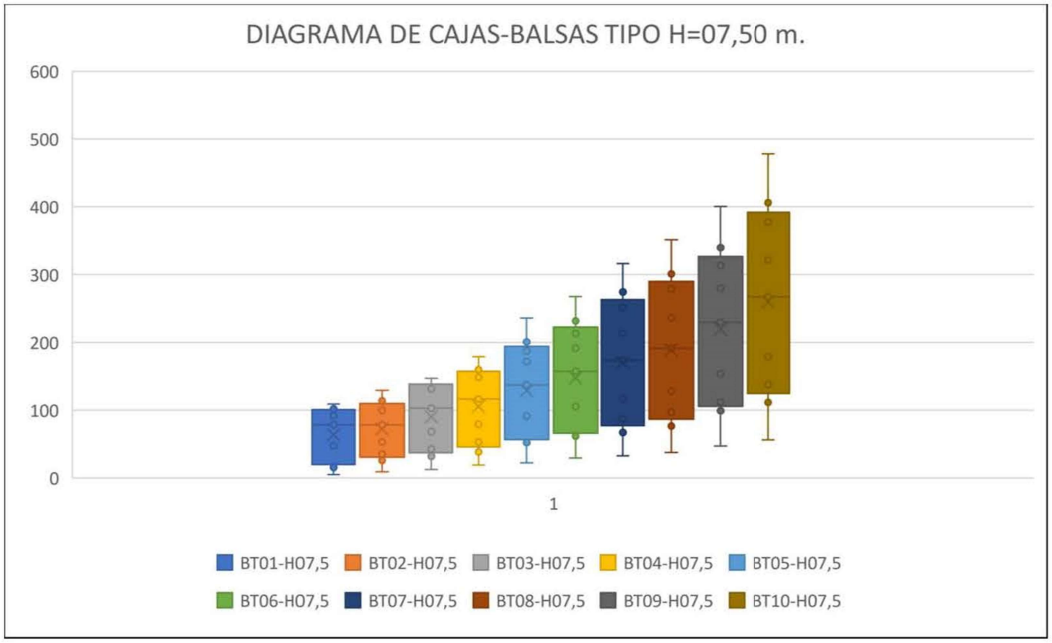


Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 04

M. DE MONTECARLO (CAUDAL MÁXIMO) ANÁLISIS ESTADISTICO RESULTADOS (Hw=07.50 m.) ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA. DIAGRAMAS DE CAJAS

CAUDALES MÁXIMOS (M. MONTECARLO) Estadística descriptiva					Parámetros Ajuste	
BALSA	BT04					
ALTURA Hw (m)	7,50					
AJUSTE	WAKEBY					
Estadística	**Valor**	**Percentil %**	**Valor**	**Obs**		
Tamaño de la muestra	5000	1	19,2	Min	α 195,81	
Rango	159,56	5	38,5		β 2,0007	
Media	110,55	10	53,1		γ 30,31	
Varianza	1561,3	25	79,0	Q1	δ -0,77324	
Desviación estándar	39,514	50	116,6	Mediana	ξ 28,208	
Coef, de variación	0,35741	75	148,2	Q3		
Error estándar	0,55881	90	155,1			
Asimetría	-0,42926	95	159,8			
Curtosis	-1,002	99	178,7	Max	I.C.$\bar{X}$ (95%)	1,095

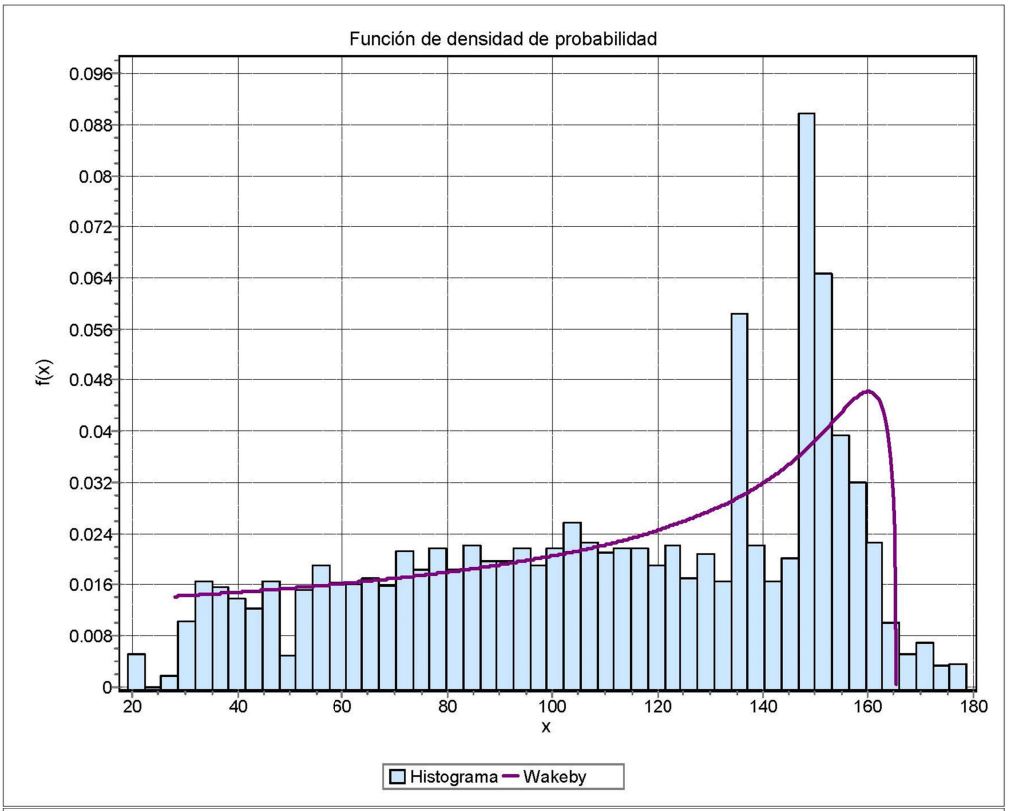


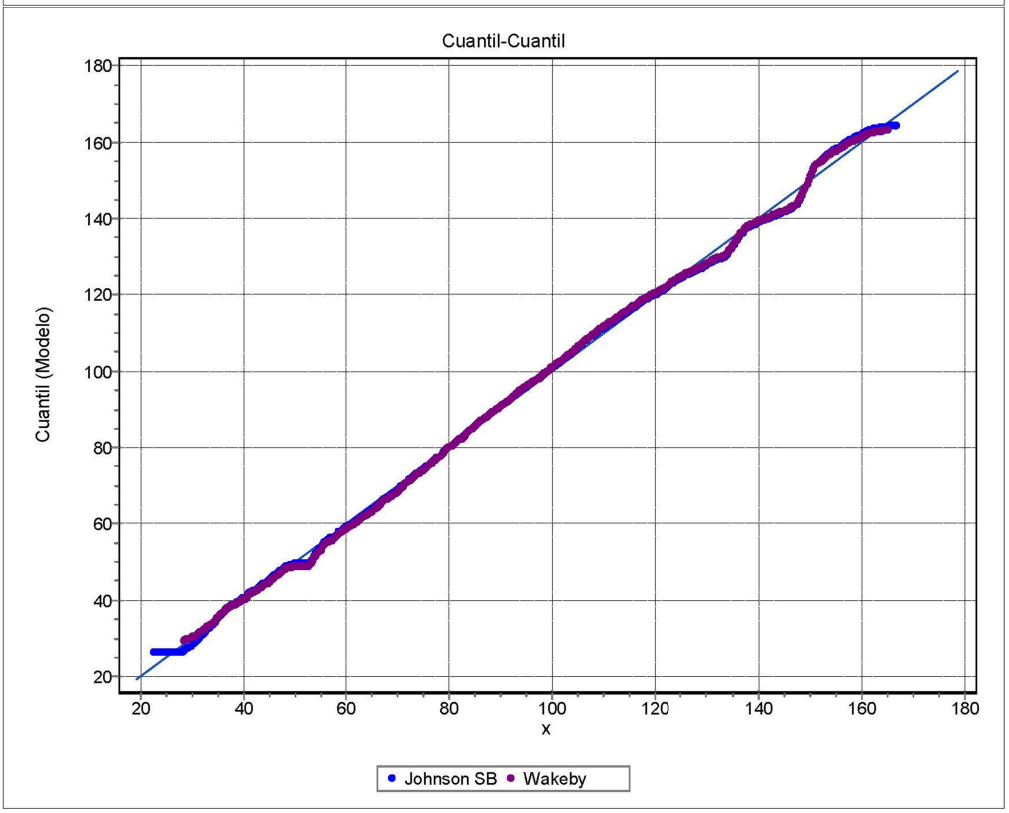


Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 04

M. DE MONTECARLO (CAUDAL MÁXIMO) ANÁLISIS ESTADISTICO RESULTADOS (Hw=07.50 m.) AJUSTE DE LA FUNCIÓN DE DISTRIBUCIÓN. FUNCIÓN DE DENSIDAD Y GRÁFICO Q-Q

En el eje de abscisas se representa la variabilidad de los caudales máximos simulados, a partir del fondo de brecha, y considerando la evolución de su crecimiento atendiendo a la geometría de F08.

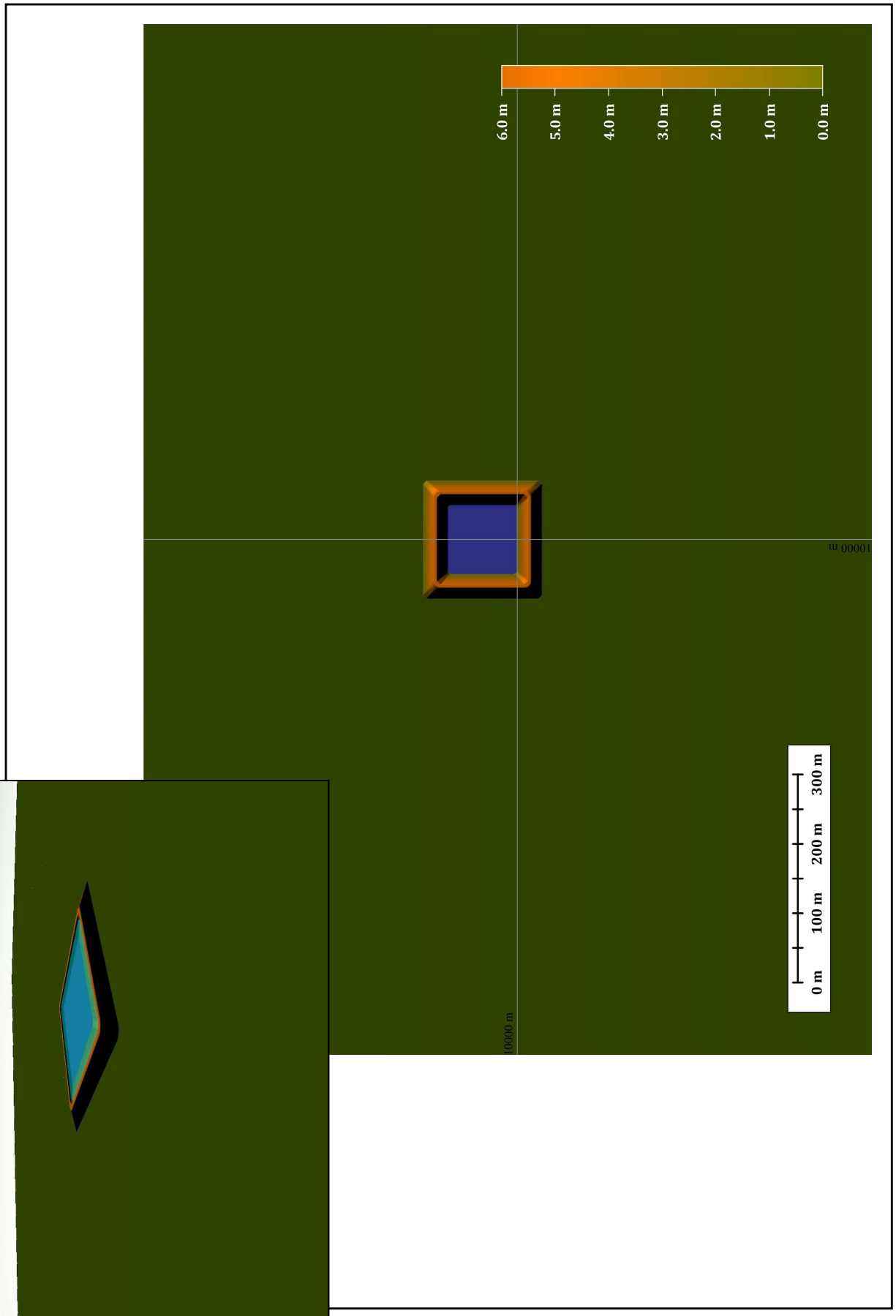




Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 04

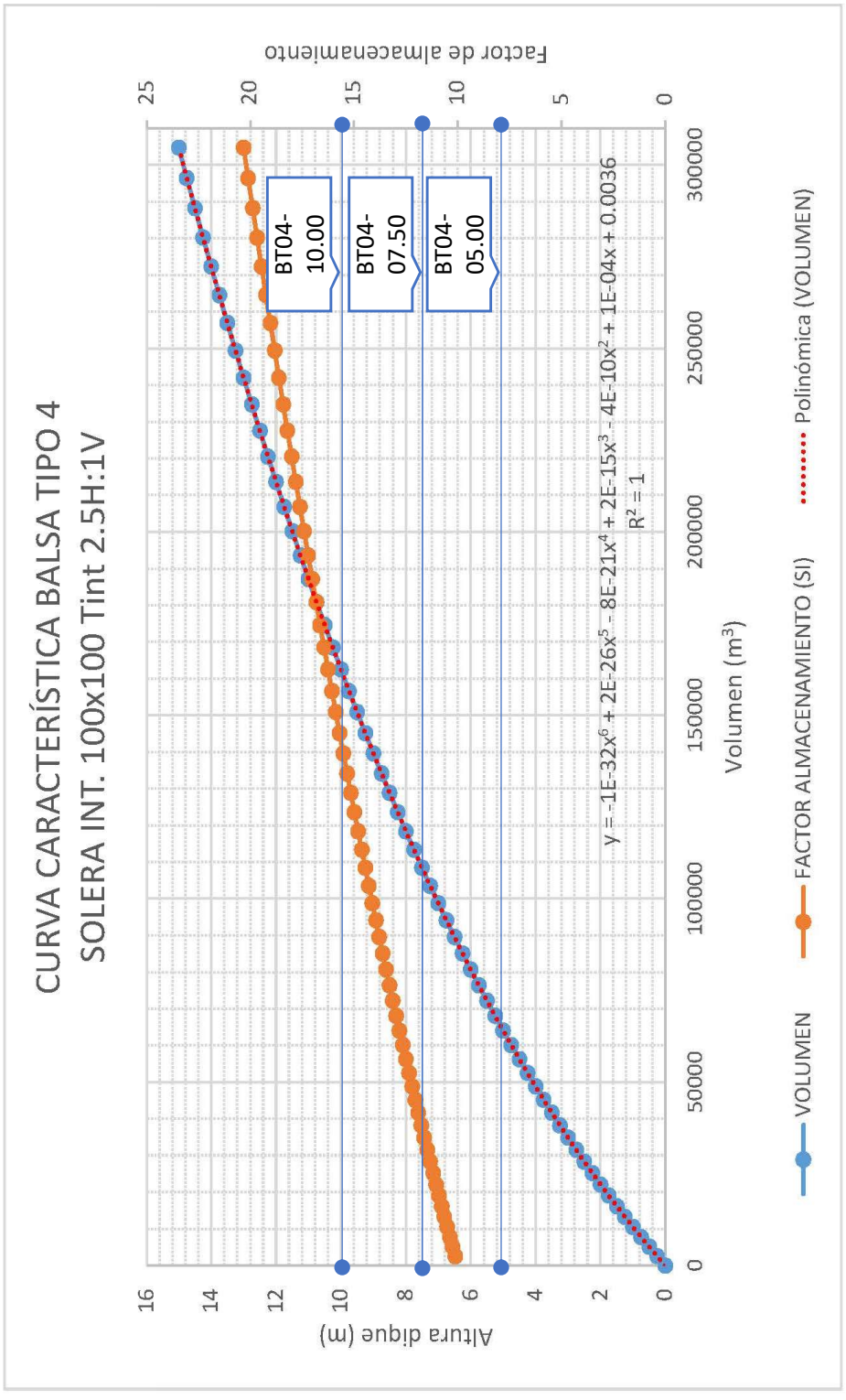
GEOMETRÍA

- ALTURA LÁMINA Hw= 05.0 m.
- RESGUARDO = 1.0 m.
- ANCHO CORONACIÓN= 05.0 m



Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 04

CURVA CARACTERÍSTICA vs FACTOR DE ALMACENAMIENTO



Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 04

ESTIMACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE BRECHA. H=05,00 m. ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE FÓRMULAS EMPÍRICAS

ESTIMACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE BRECHA												
PROYECTO:	BALSAS TIPO											
SECTOR:	4											
ALTURA	5											
CARACTERÍSTICA*		MÉTODO		FROEHLICH 95a			FROEHLICH 08		GUÍA TÉCNICA	MACDONALD & LANGRIDGE-MONOPOLIS 84	VTG	
MODO DE FALLO (S=SIFONAMIENTO;D=DESBORDAMIENTO)		Mf		S	D		S	D	S	S	S	
CARGA DE AGUA MOVILIZABLE		Hw	m	5	5		5	5	5	5	5	
VOLUMEN ALMACENADO EN Hw EN EL COLAPSO		Vw	m3	64062,5	64062,5		64062,5	64062,5	64062,5	64062,5	64062,5	
SUPERFICIE OCUPADA EN Hw		As	m2	15625	15625		15625	15625	15625	15625	15625	
RESGUARDO		r	m	1	1		1	1	1	1	1	
ALTURA DE BRECHA COMPLETA		Hb	m	6	6		6	6	6	6	6	
FACTOR CORRECTOR POR MODO DE FALLO		Ko	-	1	1,4		1	1,3				
TALUD DE LA BRECHA		Zb	Z(H):1(V)	0,9	1,4		0,7	1	1	0,5	1	
**	TALUD DEL DIQUE AGUAS ARRIBA	Z_1	Z(H):1(V)							2,5		
	TALUD DEL DIQUE AGUAS ABAJO	Z_2	Z(H):1(V)							2,5		
	SUMA DE TALUDES DEL DIQUE	Z_3	Z_1+Z_2							5		
	ANCHO CORONACIÓN DEL DIQUE	C	m							5		
	VOLUMEN EROSIONABLE DEL DIQUE	Ve	m3							447,1		
TIPOLOGIA DEL DIQUE		Td		Pequeña Presa Clasificable			Pequeña Presa Clasificable		Pequeña Presa Clasificable	Pequeña Presa Clasificable	Pequeña Presa Clasificable	
COTA SOLERA BRECHA		Cs	m	10	10		10	10	10	10	10	
COTA CORONACIÓN		Cc	m	16	16		16	16	16	16	16	
ESTIMACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE LA BRECHA												
***	ANCHO MEDIO	Bavg	m	8,7	12,2		10,01	13,0	15,7	4,5	18,6	
	ANCHO EN SOLERA	Bb	m	3,3	3,8		5,8	7,0	9,7	1,5	12,6	
	ANCHO EN CORONACIÓN	Bc	m				14,21	19,02	21,75	7,48	24,60	
	TIEMPO DE FORMACIÓN	Tf	h	0,2	0,2		0,24	0,2	0,202	0,165	0,075	
	FACTOR DE ALMACENAMIENTO	Sl	-	12,8	12,8		12,8	12,8	12,8	12,8	12,8	
ESTIMACIÓN DEL CAUDAL PUNTA FROEHLIC 95b												
CAUDAL MÁXIMO PREVISTO		Qp	m3/s	116,91	116,91		116,91	116,91	116,91	116,91	116,91	

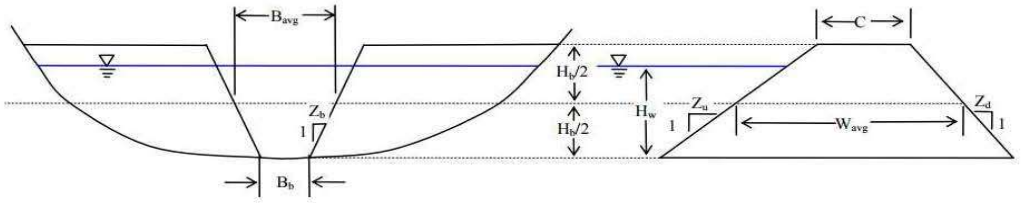
Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 04

ESTIMACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE BRECHA. H=05,00 m. ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE FÓRMULAS EMPÍRICAS. VALIDACIÓN DE RESULTADOS

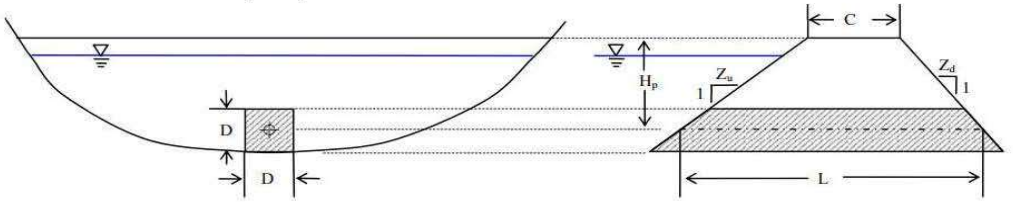
ESTIMACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE BRECHA								
PROYECTO:	**BALSAS TIPO**							
SECTOR:	**4**							
ALTURA	**5**							
ANÁLISIS Y VALIDACIÓN DE RESULTADOS								
Dada la importancia del tiempo de formación de la brecha en la generación del pico del hidrograma, es relevante poder validar los resultados. Para ello utilizaremos un estimador de la progresión de la erosión. Se considera adecuado aquel que define un desarrollo lineal, por lo que se utilizará la razón de erosión (ER) definida por la relación entre el ancho medio de brecha y el tiempo de formación. Diversos autores han indicado los intervalos de fiabilidad relacionando dicho parámetro con la altura de agua movilizable, (Hw), quedando estos entre 1.6 y 21. Por otro lado, el agua almacenada puede condicionar el desarrollo completo de la brecha, por lo que se apunta como indicador de la validez de los resultados, la relación entre el ancho medio respecto de la altura de brecha (Bavg/Hb). En este caso si el indicador ofrece un valor inferior a 0.6, no se puede afirmar que se complete la brecha, quedando como apertura una geometría cuadrangular de ancho D.								
COMPROBACIÓN DEL DESARROLLO DE BRECHA (completa vs parcial) Se considera desarrollada si (Bavg/Hb)> 0.60	(Bavg/Hb)	1,46	2,04	1,67	2,17	2,62	0,75	3,10
RAZÓN DE EROSIÓN (ER)	(Bavg/Tf)	48,97	68,56	42,34	55,05	77,77	27,12	24,60
COMPROBACIÓN DEL PROGRESO DE LA BRECHA (lineal vs no lineal) Se puede considerar razonable la ratio de erosión si 1.6<(ER/Hw)<21	(ER/Hw)	9,79	13,71	8,47	11,01	15,55	5,42	4,92
COMPROBACIÓN BOWLES T de formación (h) Si tiempo de formación de brecha es menor que la comprobación de Bowles se adopta	T=2*Vw/Qp	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
RAZÓN DE TIEMPOS (Tbowles/Tf)		1,70	1,70	1,29	1,29	1,50	1,84	4,06
* *DIQUE DE CIERRE DE MATERIALES SUELTOS HOMOGÉNEO, ASUMIENDO MÁXIMO ALMACENAMIENTO EN LA FASE DE COLAPSO*								
** *A utlizar en el método de MACDONALD & LANGRIDGE-MONOPOLIS 84 (MLM84)*								
*** *Wb en el método de MACDONALD & LANGRIDGE-MONOPOLIS 84 (MLM84)*								

ESQUEMAS

Variables de formación de la brecha completa



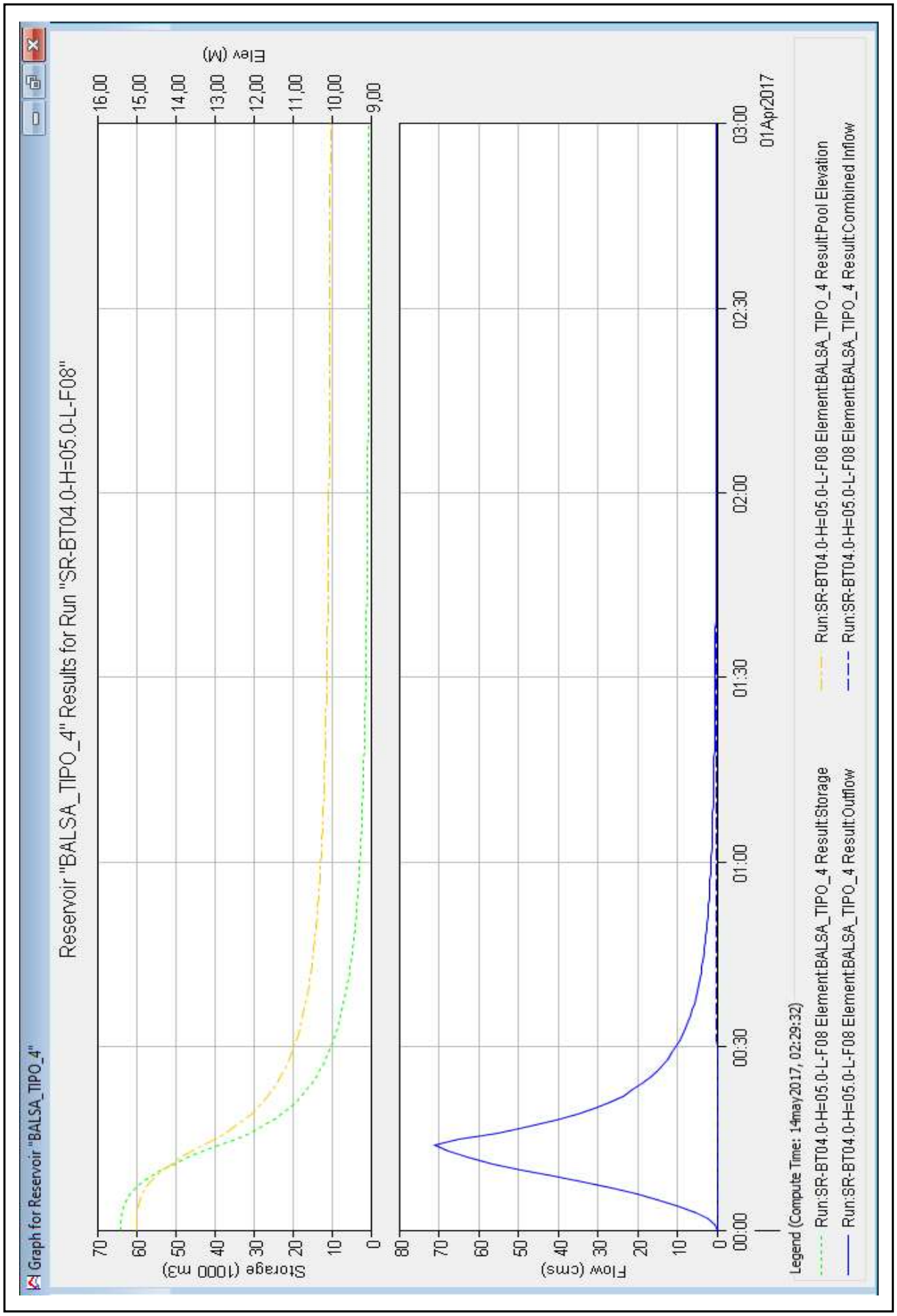
Variables de formación de la brecha incompleta



Fuente: GUIDELINES FOR DAM BREACH ANALYSIS, STATE OF COLORADO-DEPARTMENT OF NATURAL RESOURCES-DIVISION OF WATER RESOURCES, 10/02/2010

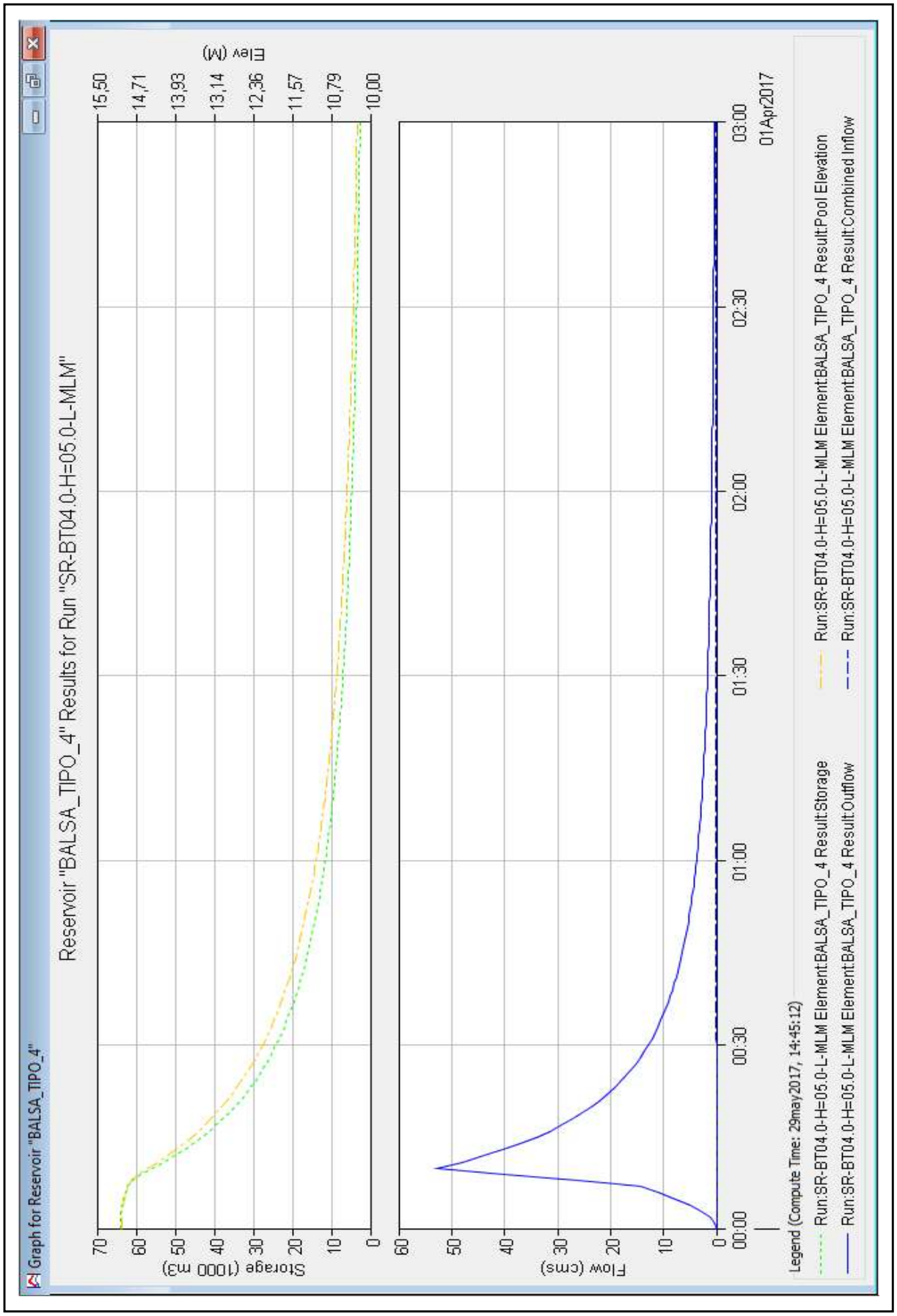
Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 04

HIDROGRAMA DE VERTIDO Y CURVA DE VACIADO PARA H=5.00 m. ESCENARIO (NMN-SOLERA) APLICACIÓN FÓRMULA F08



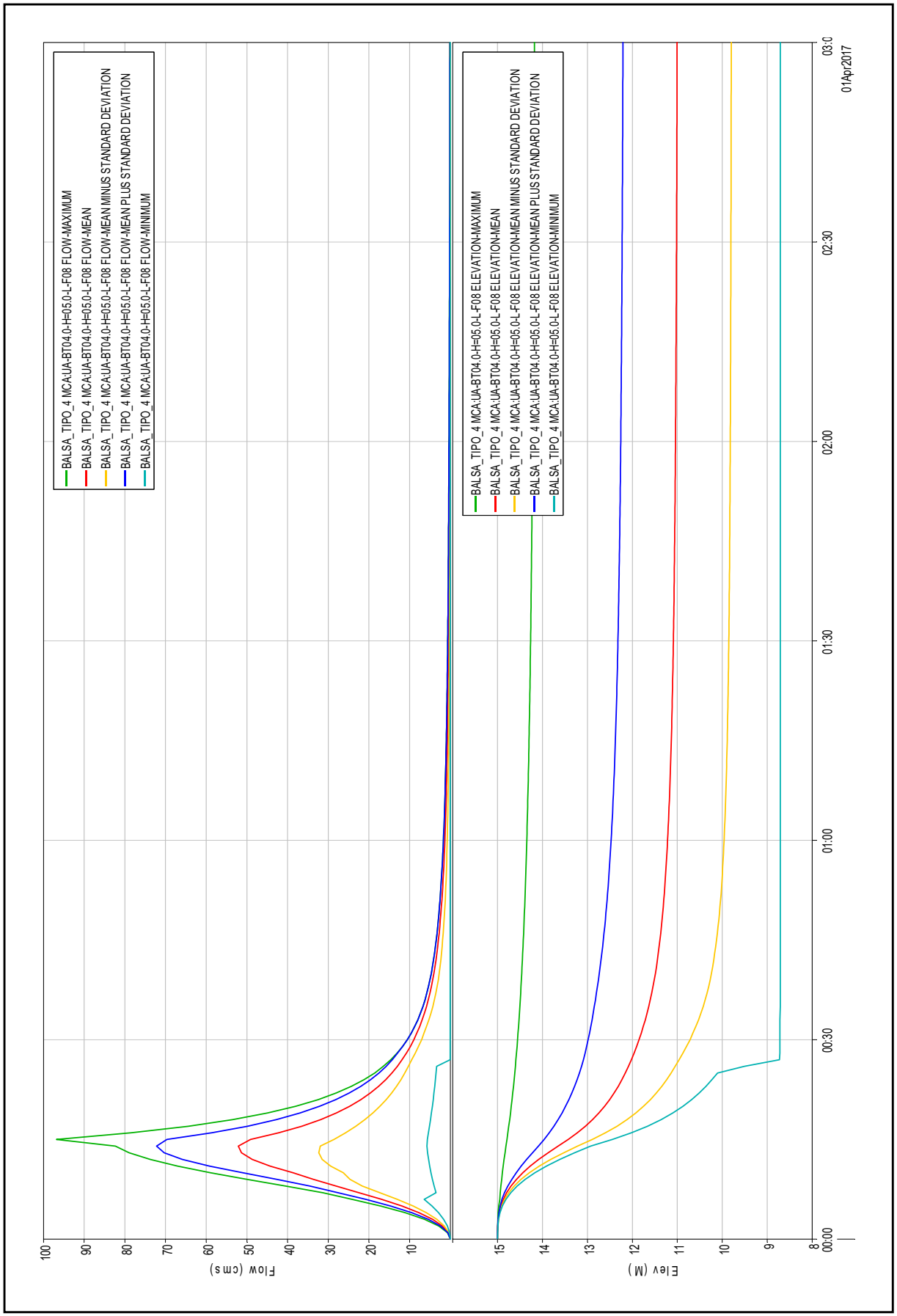
Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 04

HIDROGRAMA DE VERTIDO Y CURVA DE VACIADO PARA H=5.00 m. ESCENARIO (NMN-SOLERA) APLICACIÓN FÓRMULA MLM84



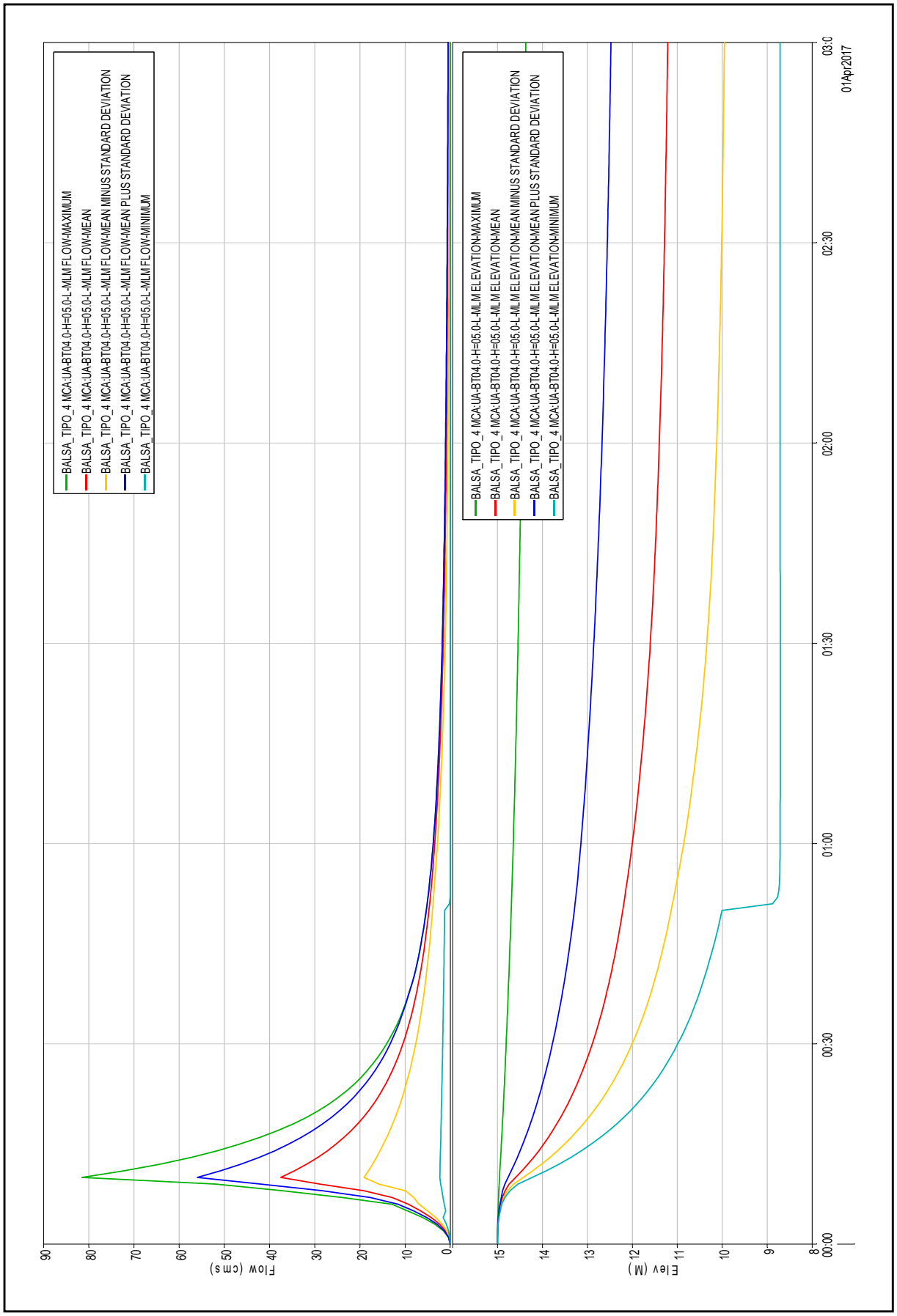
Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 04

APLICACIÓN DEL MÉTODO DE MONTECARLO EN LA CALIBRACIÓN DEL FONDO DE BRECHA (5.000 SIMULACIONES) HIDROGRAMAS DE VERTIDO Y VARIACIÓN DEL NIVEL EMBALSADO. (H=05.00 m.) APLICACIÓN FÓRMULA F08



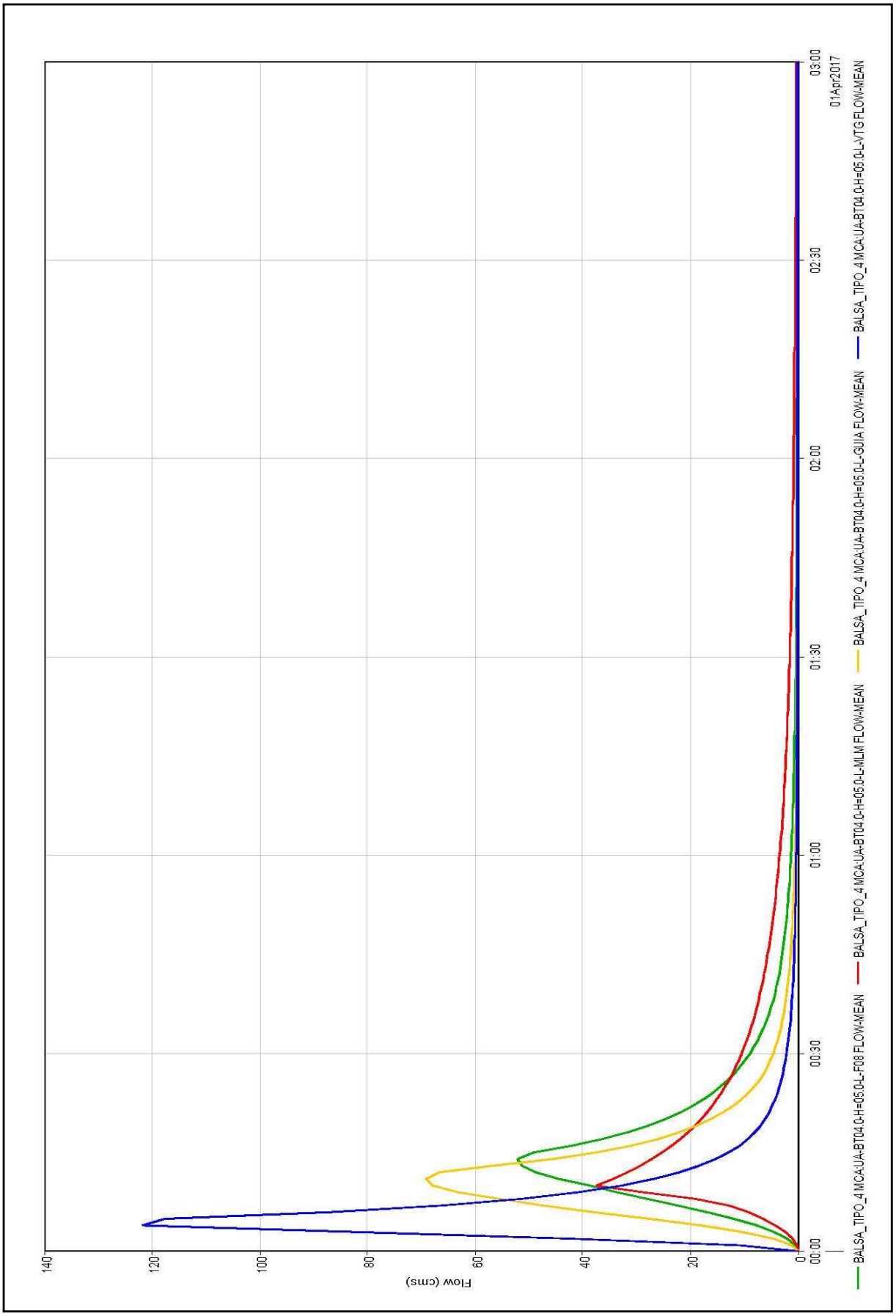
Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 04

APLICACIÓN DEL MÉTODO DE MONTECARLO EN LA CALIBRACIÓN DEL FONDO DE BRECHA (5.000 SIMULACIONES) HIDROGRAMAS DE VERTIDO Y VARIACIÓN DEL NIVEL EMBALSADO. (H=05.00 m.) APLICACIÓN FÓRMULA MLM84



Características de las balsas sintéticas.
BALSA TIPO 04
(Hw=05.00 m.)

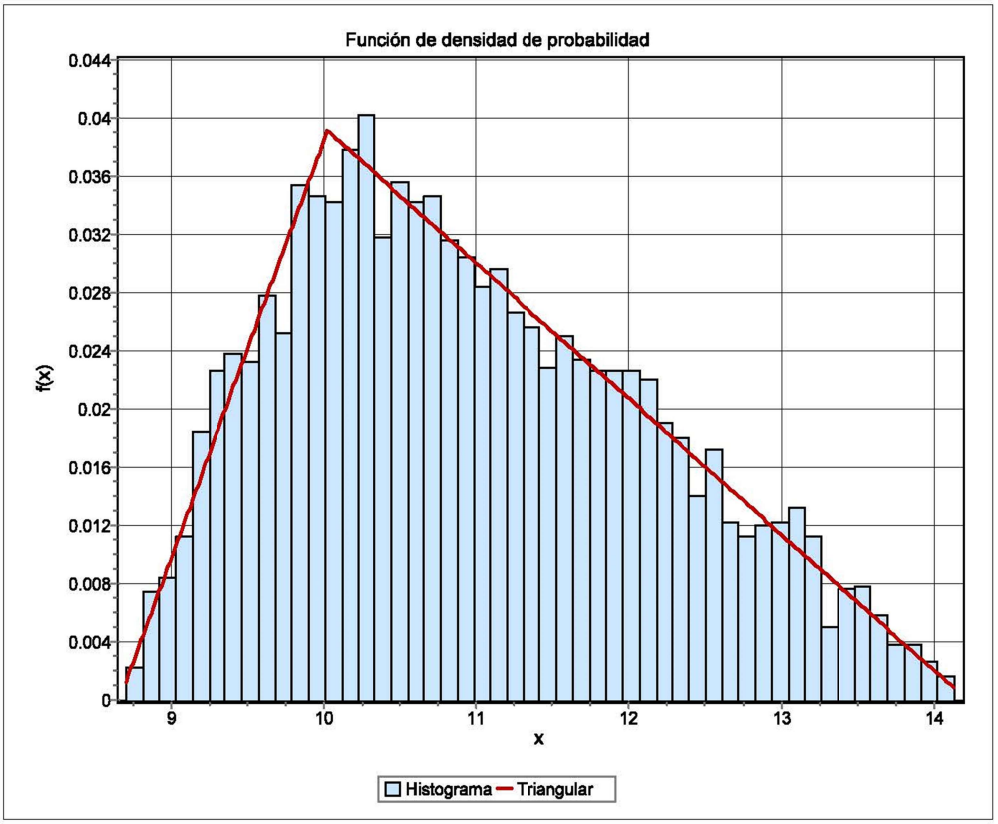
ESTUDIO COMPARATIVO DE LA VARIABILIDAD DEL HIDROGRAMA DE VERTIDO EN FUNCIÓN DE LA CARGA DE AGUA MOVILIZABLE (Hw)
APLICACIÓN FÓRMULAS
F08-MLM84-GUIA-VTG

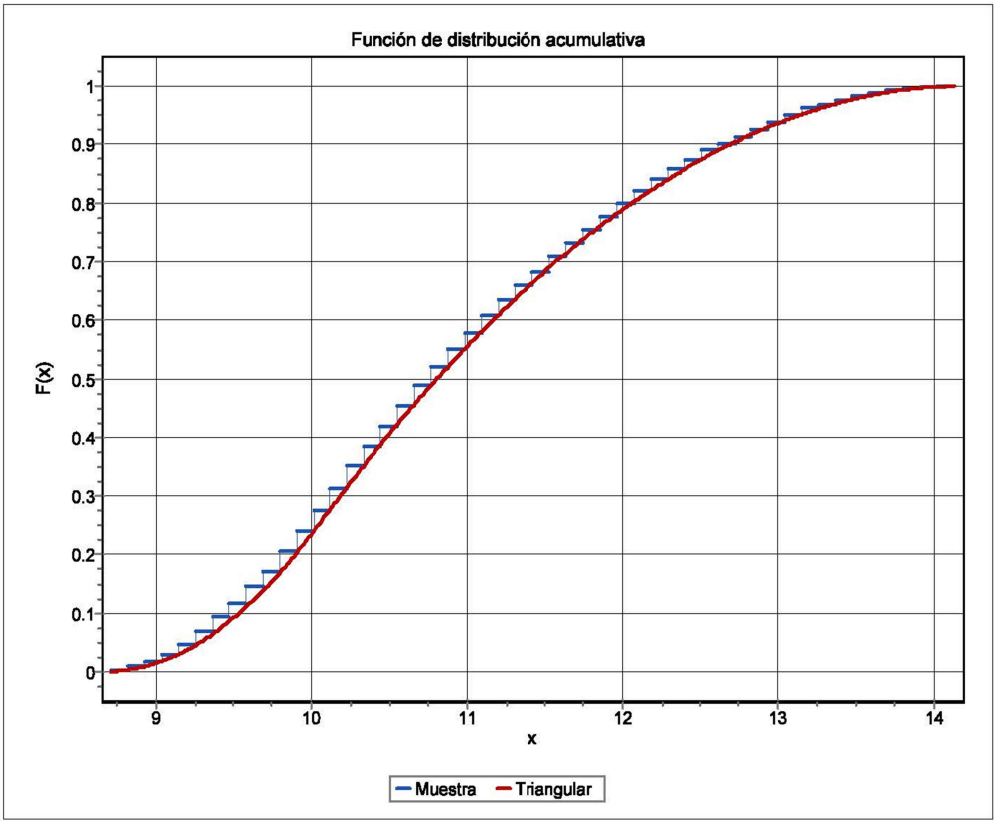


Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 04

M. DE MONTECARLO (FONDO DE BRECHA) ANÁLISIS ESTADISTICO RESULTADOS (Hw=05.00 m.) AJUSTE DE LA FUNCIÓN DE DISTRIBUCIÓN. FUNCIÓN DE DENSIDAD Y FUNCIÓN DE DISTRIBUCIÓN ACUMULATIVA

En el eje de abcisas se representa la variabilidad de la cota del fondo de brecha, considerando la cota +10.00 la solera interior de la balsa.

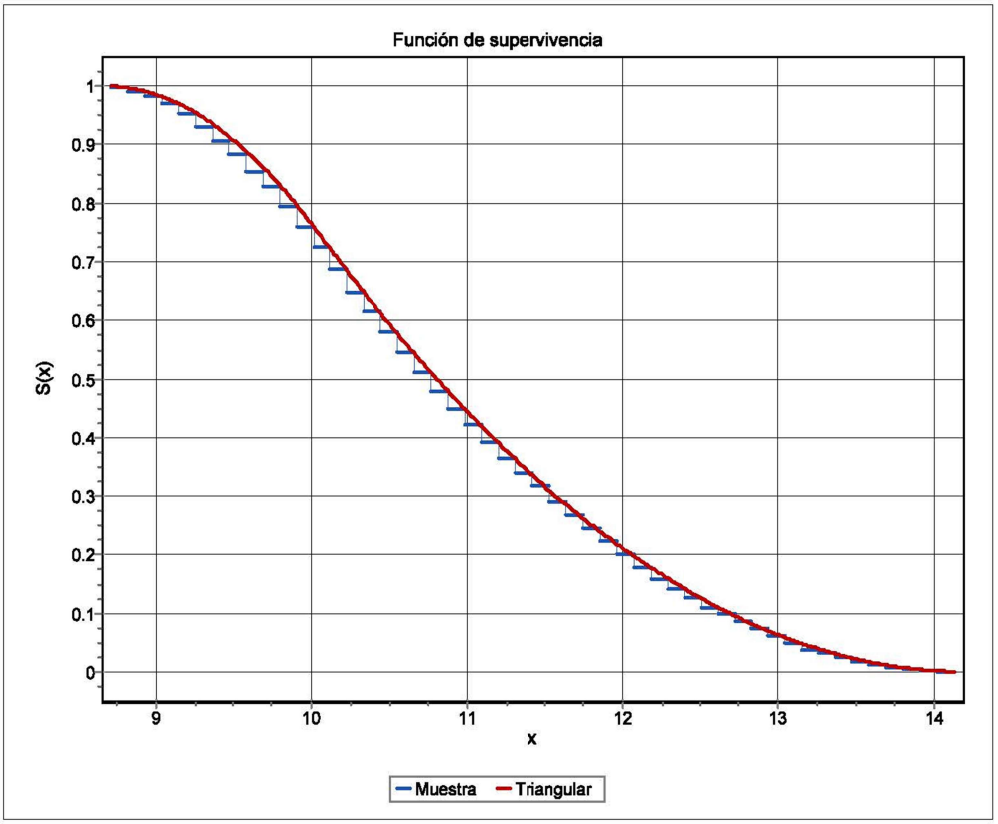


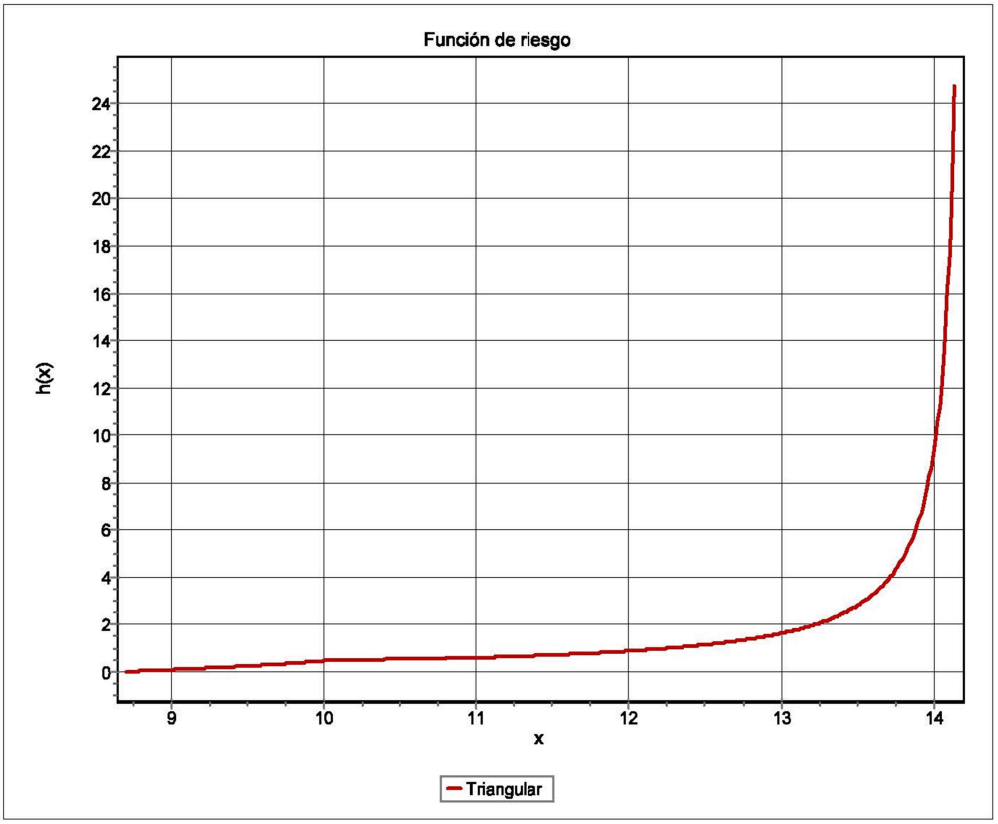


Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 04

M. DE MONTECARLO (FONDO DE BRECHA)
ANÁLISIS ESTADISTICO RESULTADOS
(Hw=05.00 m.)
AJUSTE DE LA FUNCIÓN DE DISTRIBUCIÓN.
FUNCIÓN DE SUPERVIVENCIA Y FUNCIÓN DE RIESGO

En el eje de abcisas se representa la variabilidad de la cota del fondo de brecha, considerando la cota +10.00 la solera interior de la balsa.

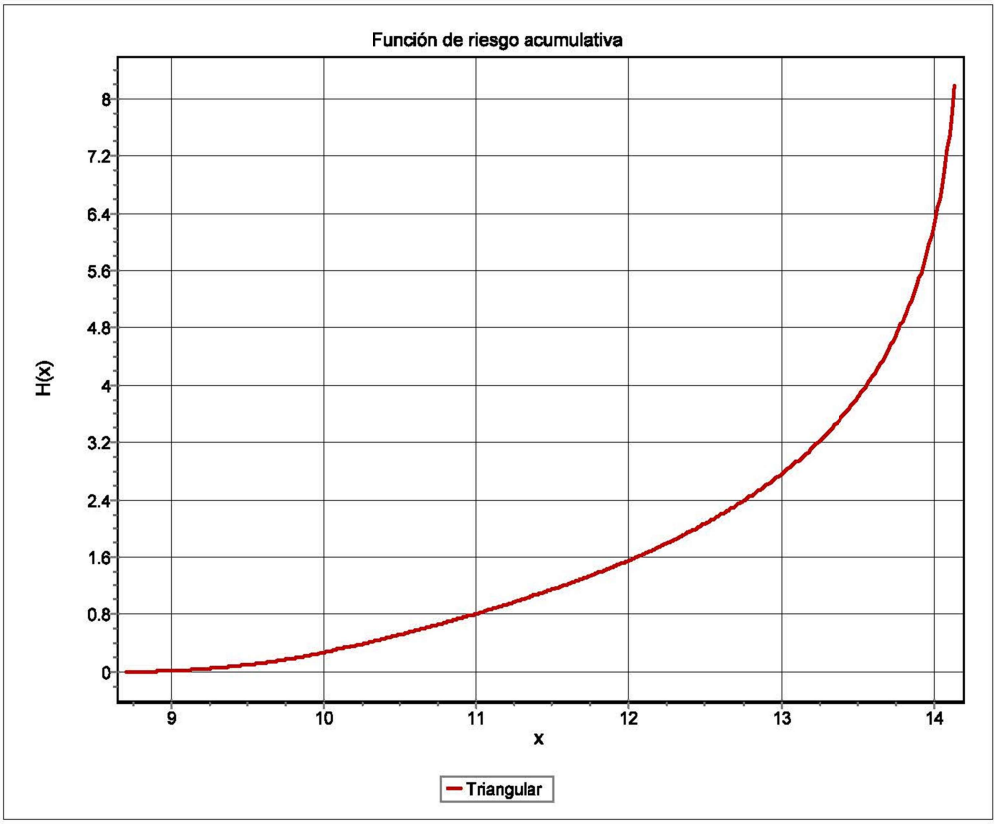


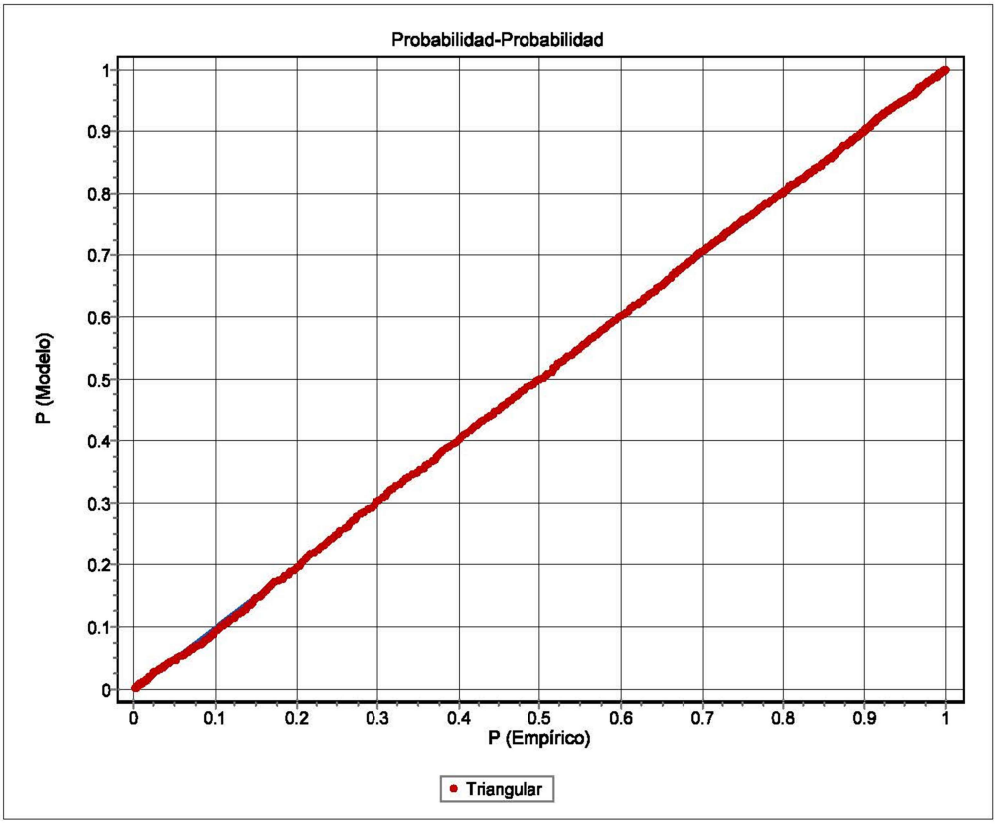


Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 04

M. DE MONTECARLO (FONDO DE BRECHA) ANÁLISIS ESTADISTICO RESULTADOS (Hw=05.00 m.) AJUSTE DE LA FUNCIÓN DE DISTRIBUCIÓN. FUNCIÓN DE RIESGO ACUMULATIVA Y GRÁFICO P-P

En el eje de abcisas se representa la variabilidad de la cota del fondo de brecha, considerando la cota +10.00 la solera interior de la balsa.

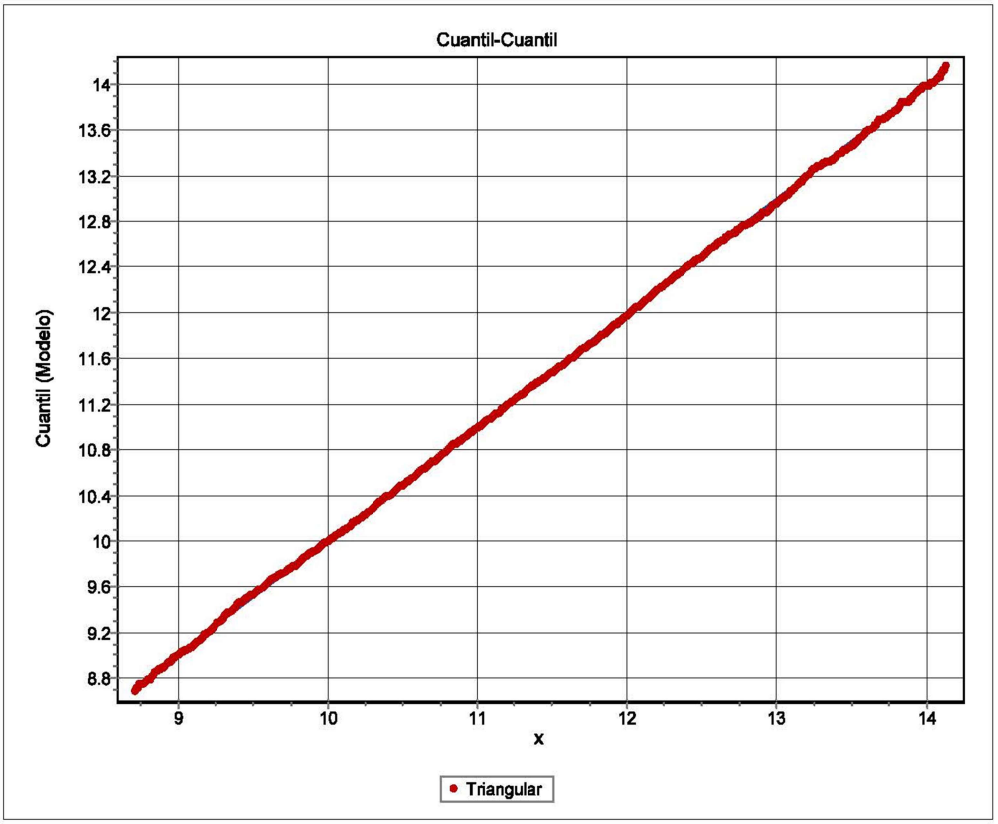


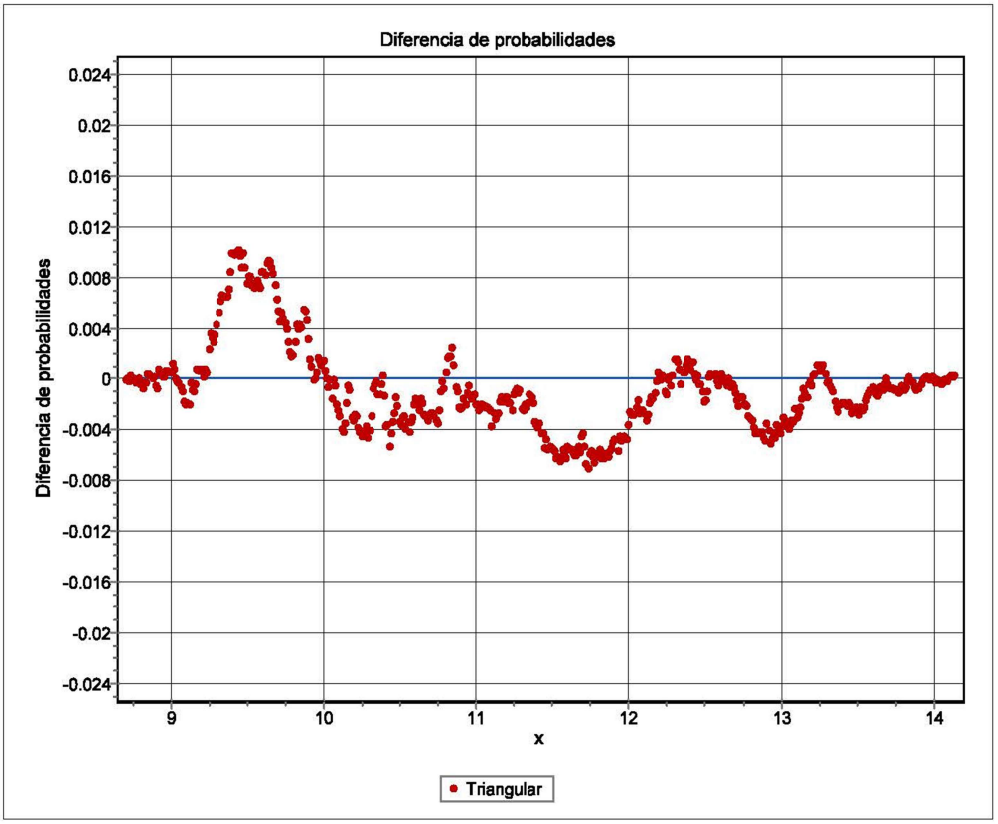


Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 04

M. DE MONTECARLO (FONDO DE BRECHA) ANÁLISIS ESTADISTICO RESULTADOS (Hw=05.00 m.) AJUSTE DE LA FUNCIÓN DE DISTRIBUCIÓN. GRÁFICO Q-Q Y DIFERENCIA DE PROBABILIDADES

En el eje de abcisas se representa la variabilidad de la cota del fondo de brecha, considerando la cota +10.00 la solera interior de la balsa.

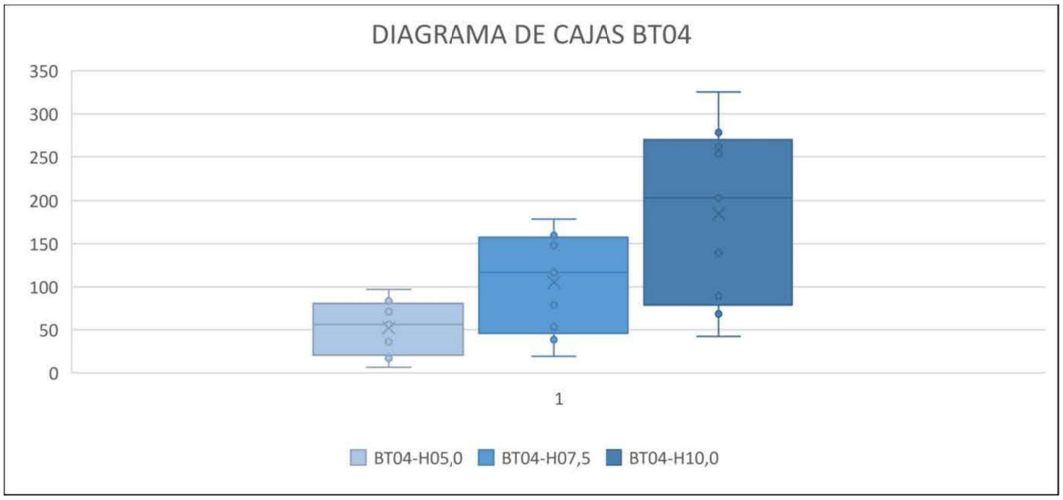


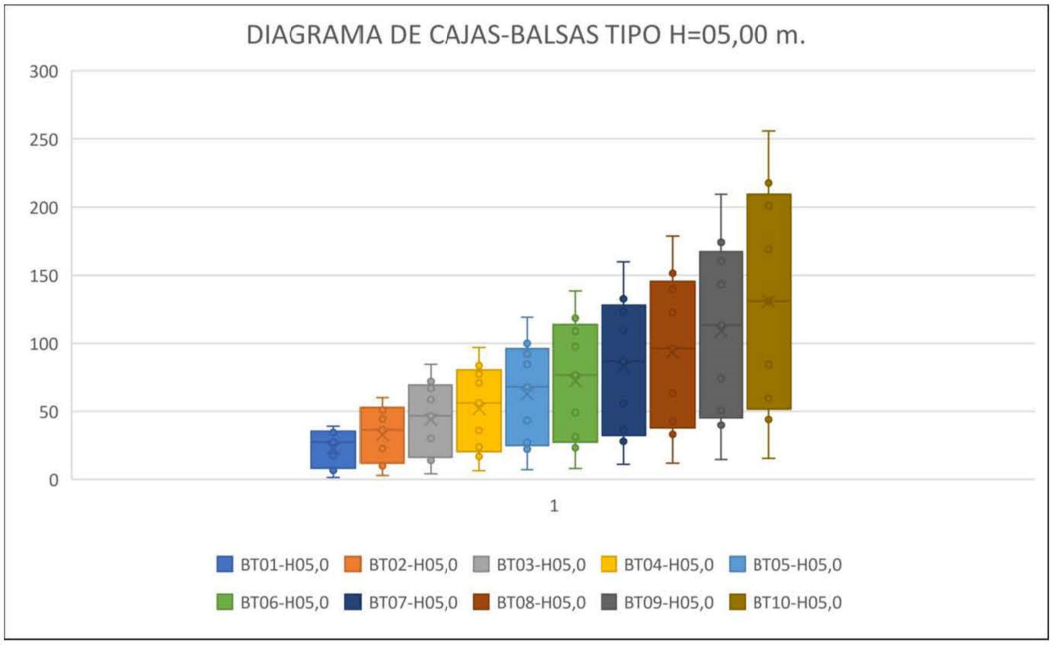


Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 04

M. DE MONTECARLO (CAUDAL MÁXIMO) ANÁLISIS ESTADISTICO RESULTADOS (Hw=05.00 m.) ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA. DIAGRAMAS DE CAJAS

CAUDALES MÁXIMOS (M. MONTECARLO) Estadística descriptiva					Parámetros Ajuste	
BALSA	BT04					
ALTURA Hw (m)	5,00					
AJUSTE	WAKEBY					
Estadística	**Valor**	**Percentil %**	**Valor**	**Obs**		
Tamaño de la muestra	5000	1	6,4	Min	α 109,23	
Rango	90,385	5	16,9		β 1,8143	
Media	53,261	10	23,9		γ 2,8138	
Varianza	439,45	25	36,0	Q1	δ 0,15833	
Desviación estándar	20,963	50	56,3	Mediana	ξ 11,106	
Coef, de variación	0,39359	75	71,0	Q3		
Error estándar	0,29646	90	77,4			
Asimetría	-0,27871	95	83,6			
Curtosis	-0,95333	99	96,8	Max	I.C.$\bar{X}$ (95%)	0,581

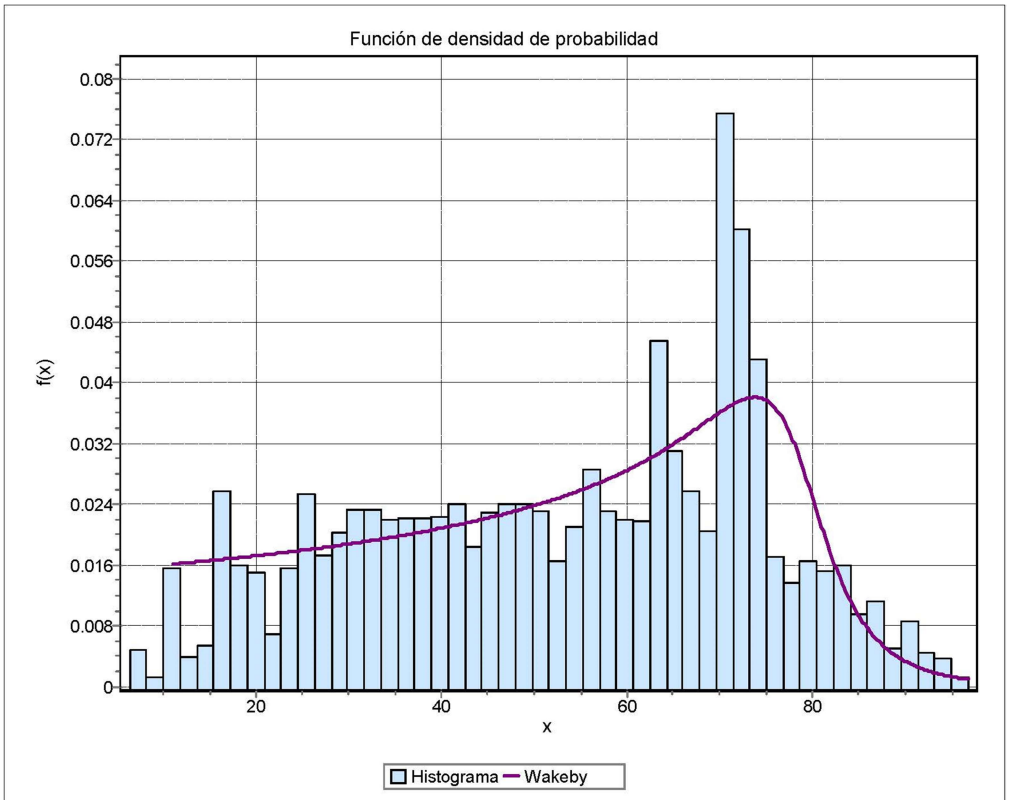


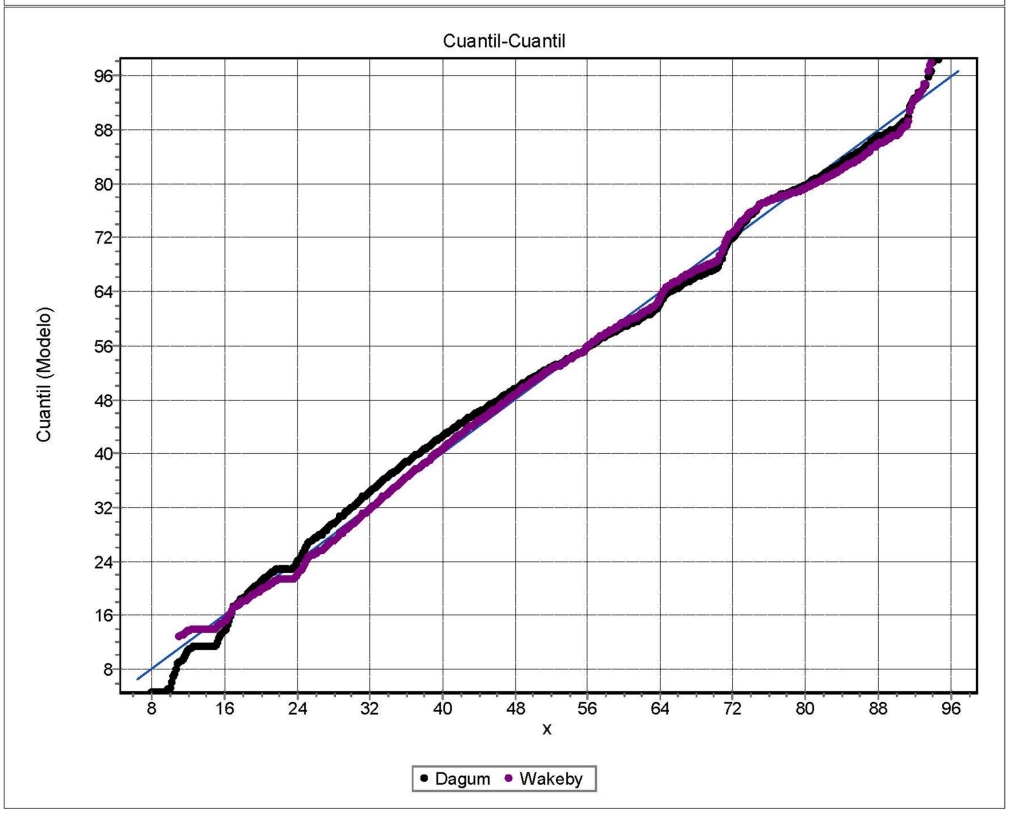


Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 04

M. DE MONTECARLO (CAUDAL MÁXIMO) ANÁLISIS ESTADISTICO RESULTADOS (Hw=05.00 m.) AJUSTE DE LA FUNCIÓN DE DISTRIBUCIÓN. FUNCIÓN DE DENSIDAD Y GRÁFICO Q-Q

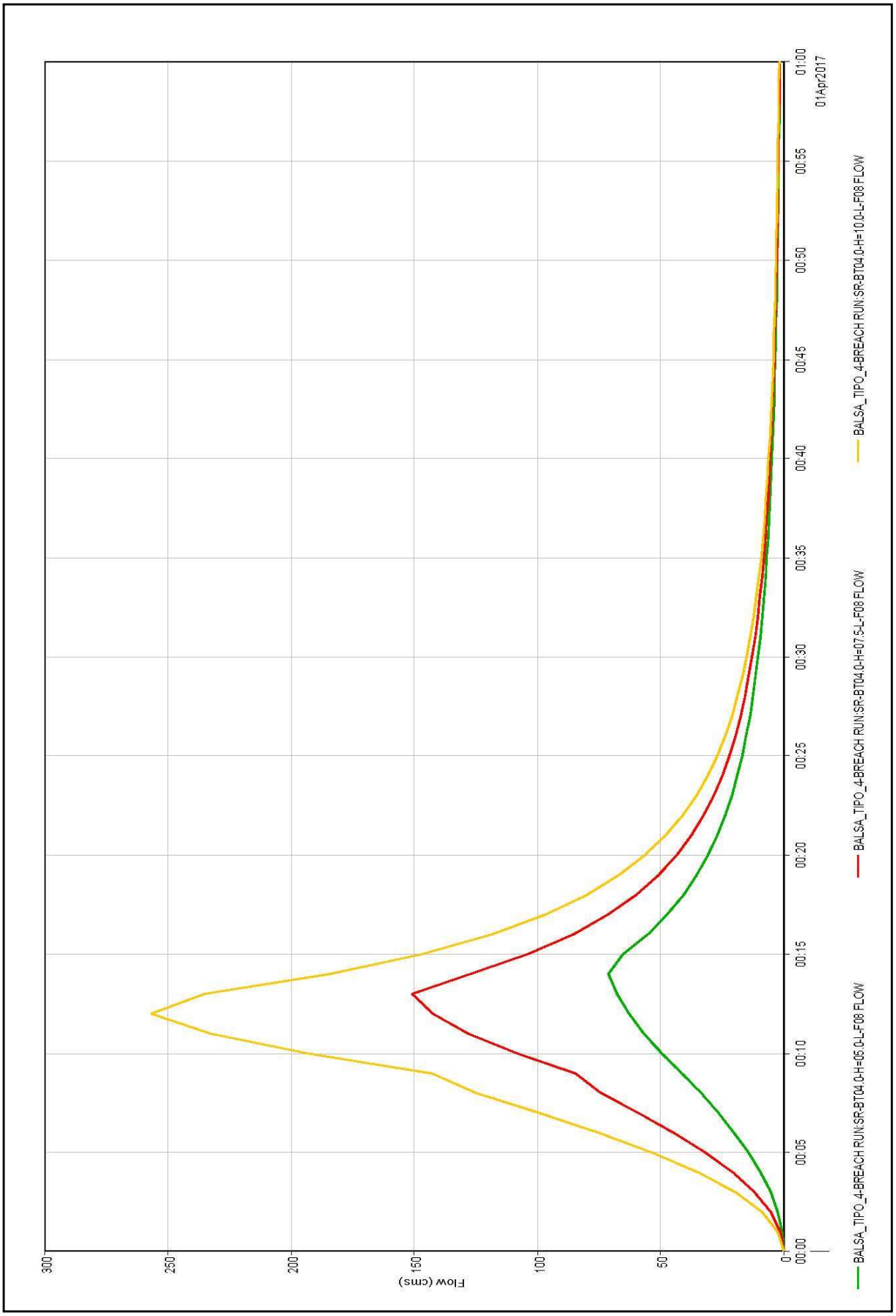
En el eje de abscisas se representa la variabilidad de los caudales máximos simulados, a partir del fondo de brecha, y considerando la evolución de su crecimiento atendiendo a la geometría de F08.





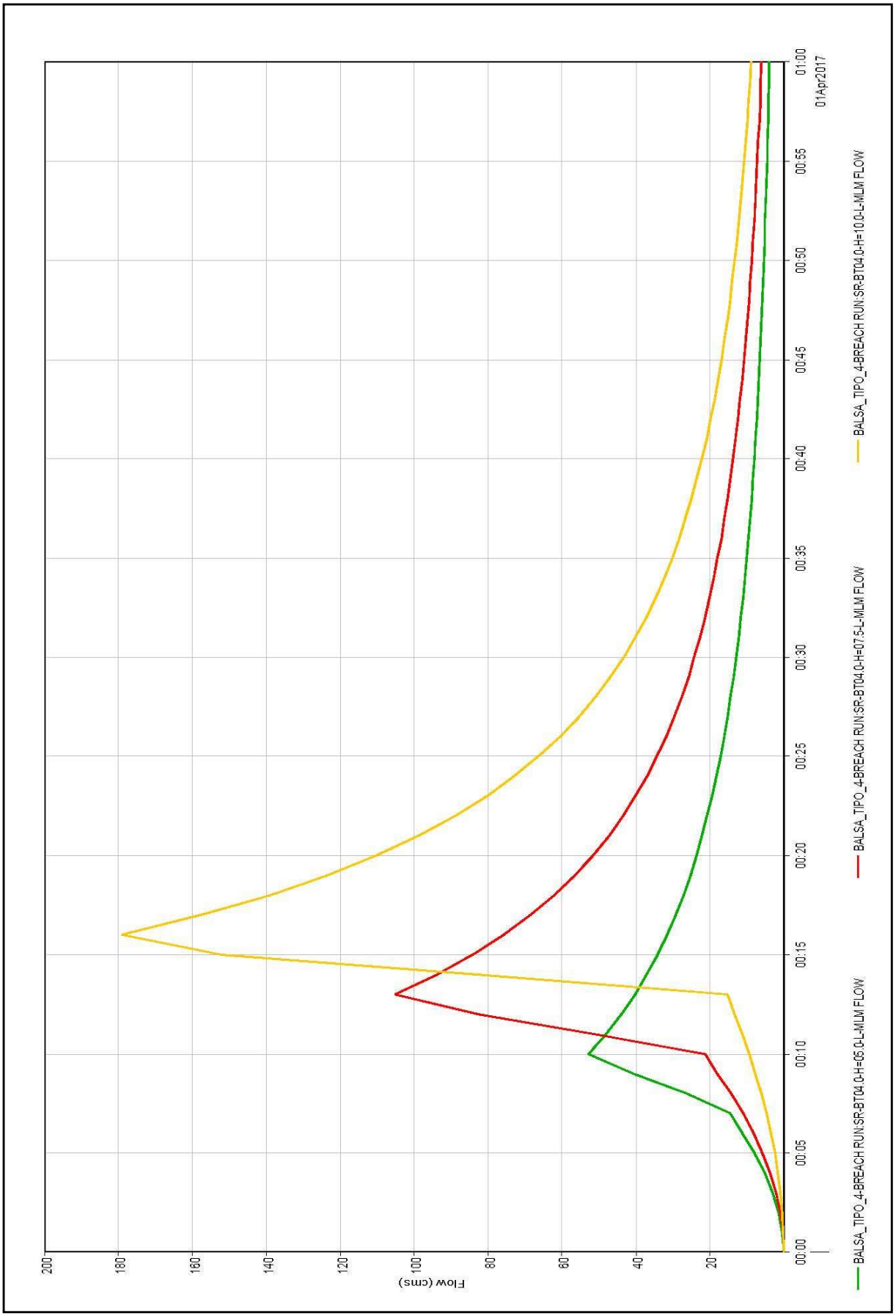
Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 04

ESTUDIO COMPARATIVO DE LA VARIABILIDAD DEL HIDROGRAMA DE VERTIDO EN FUNCIÓN DE LA CARGA DE AGUA MOVILIZABLE (Hw) APLICACIÓN FÓRMULA F08



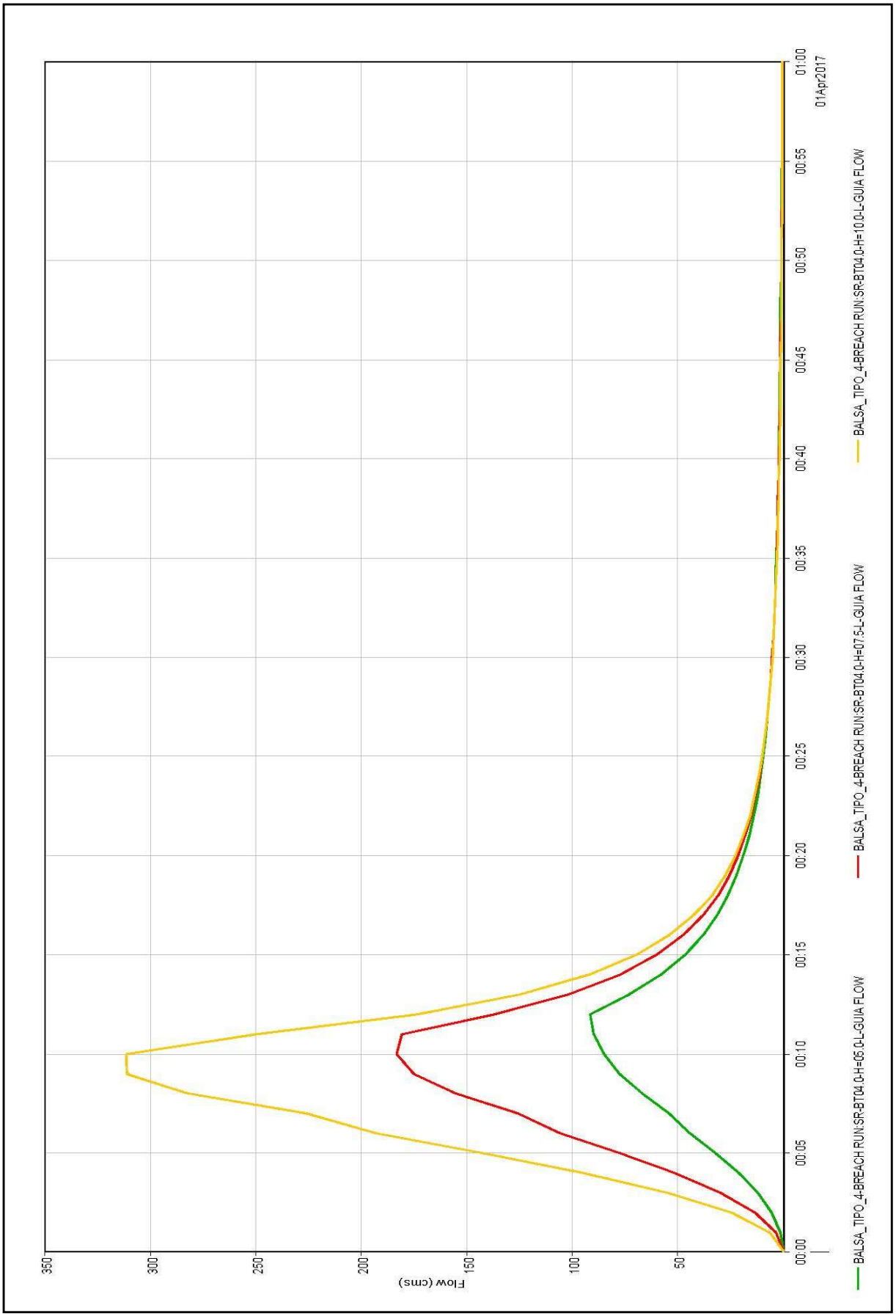
Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 04

ESTUDIO COMPARATIVO DE LA VARIABILIDAD DEL HIDROGRAMA DE VERTIDO EN FUNCIÓN DE LA CARGA DE AGUA MOVILIZABLE (Hw) APLICACIÓN FÓRMULA MLM84



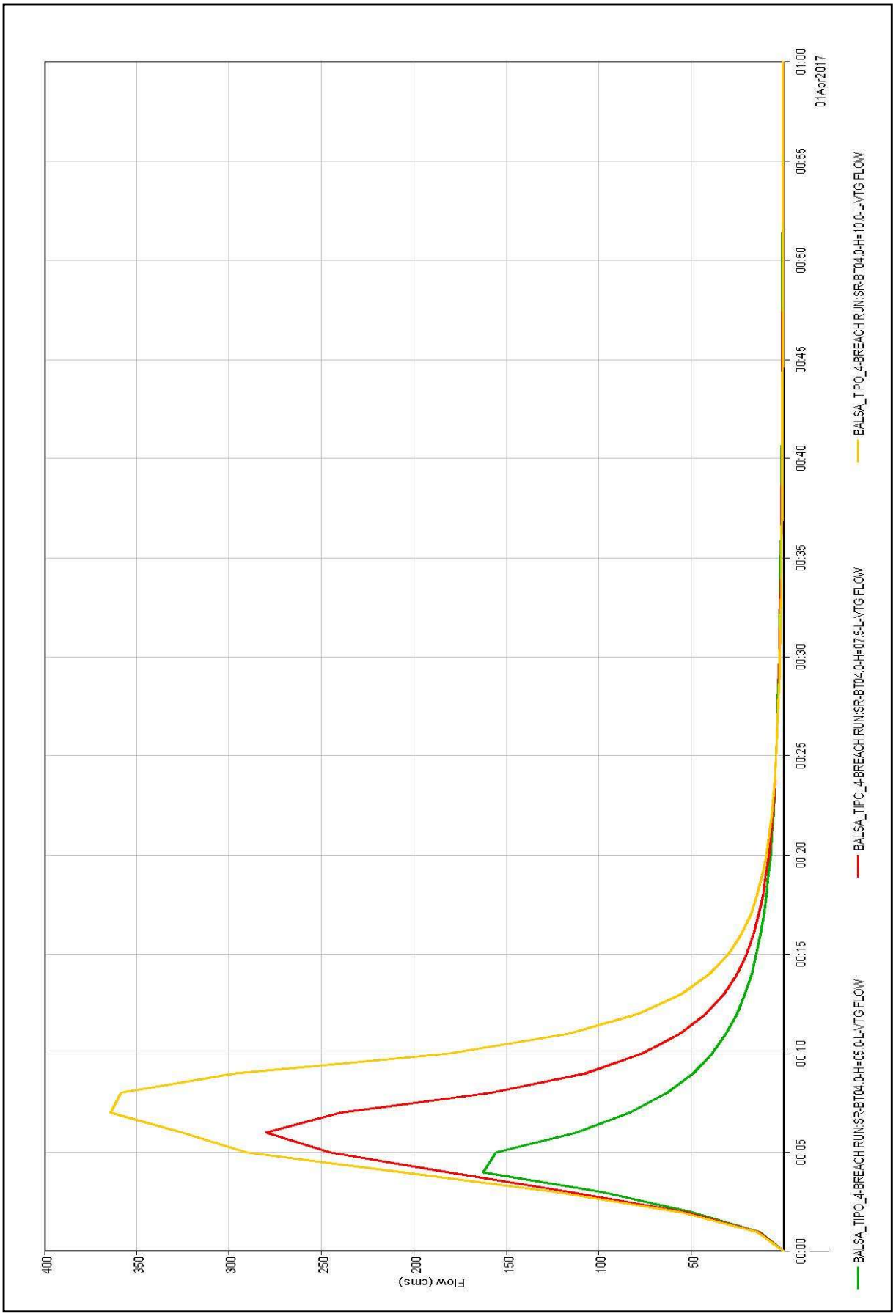
Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 04

ESTUDIO COMPARATIVO DE LA VARIABILIDAD DEL HIDROGRAMA DE VERTIDO EN FUNCIÓN DE LA CARGA DE AGUA MOVILIZABLE (Hw)
APLICACIÓN FÓRMULA GUIA ESPAÑOLA



Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 04

ESTUDIO COMPARATIVO DE LA VARIABILIDAD DEL HIDROGRAMA DE VERTIDO EN FUNCIÓN DE LA CARGA DE AGUA MOVILIZABLE (Hw) APLICACIÓN FÓRMULA VTG

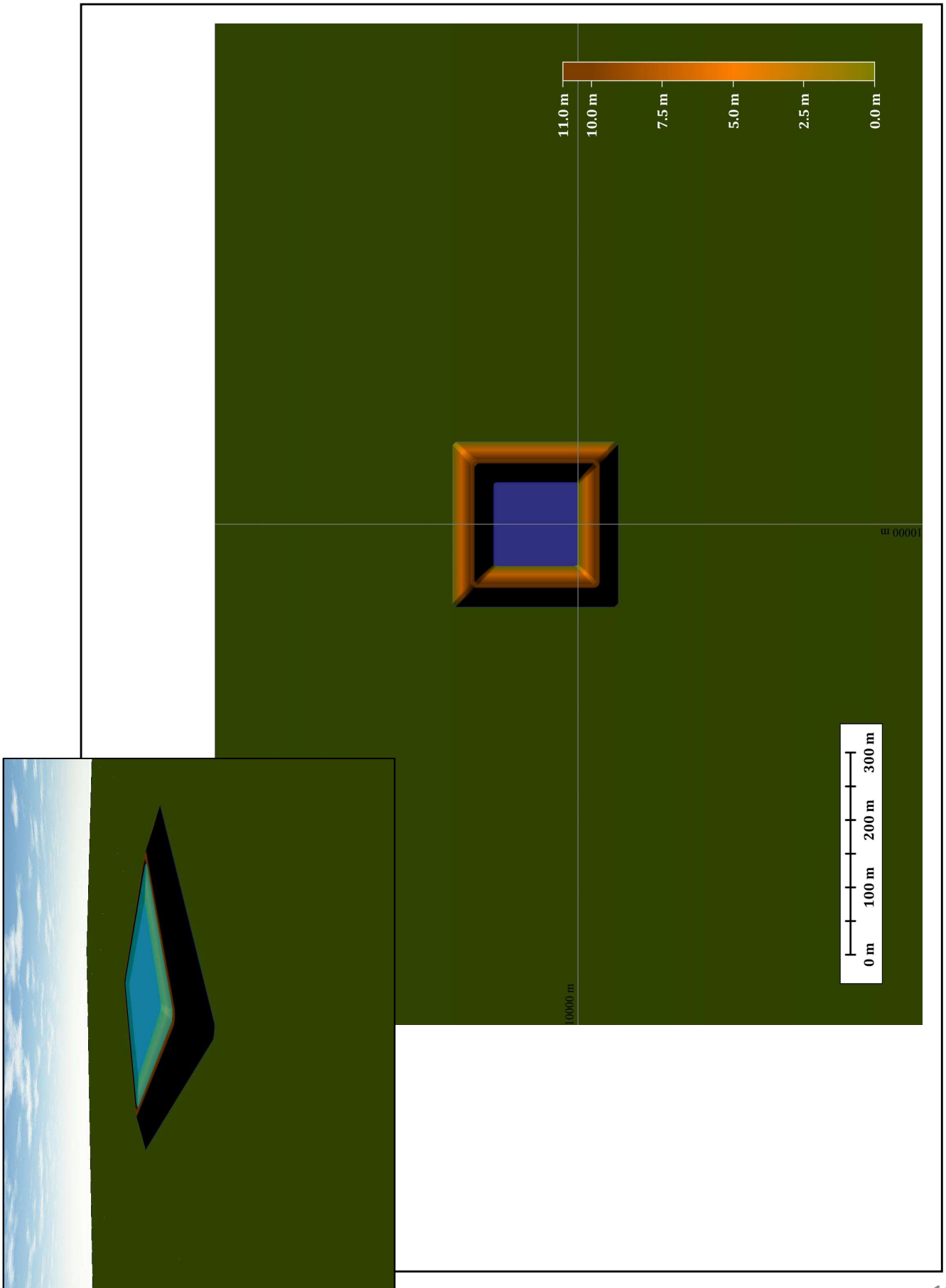


BALSA TIPO 05

Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 05

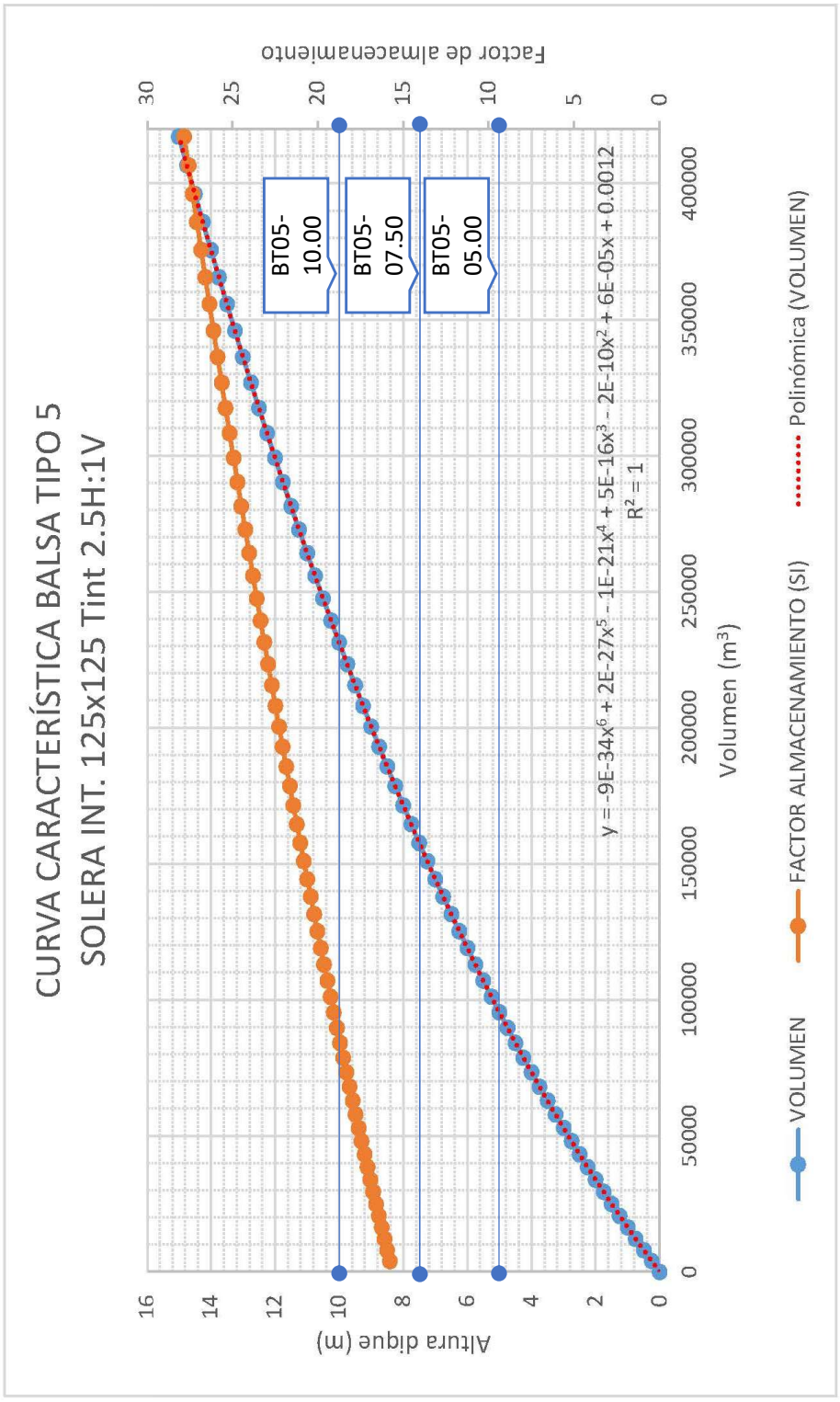
GEOMETRÍA

- ALTURA LÁMINA Hw= 10.0 m.
- RESGUARDO = 1.0 m.
- ANCHO CORONACIÓN= 05.0 m



Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 05

CURVA CARACTERÍSTICA vs FACTOR DE ALMACENAMIENTO



Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 05

ESTIMACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE BRECHA. H=10,00 m. ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE FÓRMULAS EMPÍRICAS

ESTIMACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE BRECHA

PROYECTO:											
						BALSAS TIPO					
SECTOR:						**5**					
ALTURA						**10**					
	CARACTERÍSTICA*		MÉTODO	FROEHLICH 95a		FROEHLICH 08		GUÍA TÉCNICA	MACDONALD & LANGRIDGE-MONOPOLIS 84	VTG	
	MODO DE FALLO (S=SIFONAMIENTO;D=DESBORDAMIENTO)		Mf	S	D	S	D	S	S	S	
	CARGA DE AGUA MOVILIZABLE	Hw	m	10	10	10	10	10	10	10	
	VOLUMEN ALMACENADO EN Hw EN EL COLAPSO	Vw	m3	231250	231250	231250	231250	231250	231250	231250	
	SUPERFICIE OCUPADA EN Hw	As	m2	30625	30625	30625	30625	30625	30625	30625	
	RESGUARDO	r	m	1	1	1	1	1	1	1	
	ALTURA DE BRECHA COMPLETA	Hb	m	11	11	11	11	11	11	11	
	FACTOR CORRECTOR POR MODO DE FALLO	Ko	-	1	1,4	1	1,3				
	TALUD DE LA BRECHA	Zb	Z(H):1(V)	0,9	1,4	0,7	1	1	0,5	1	
**	TALUD DEL DIQUE AGUAS ARRIBA	Z_1	Z(H):1(V)						2,5		
**	TALUD DEL DIQUE AGUAS ABAJO	Z_2	Z(H):1(V)						2,5		
**	SUMA DE TALUDES DEL DIQUE	Z_3	Z_1+Z_2						5		
**	ANCHO CORONACIÓN DEL DIQUE	C	m						5		
**	VOLUMEN EROSIONABLE DEL DIQUE	Ve	m3						2044,7		
	TIPOLOGIA DEL DIQUE	Td		Pequeña Presa Clasificable		Pequeña Presa Clasificable		Pequeña Presa Clasificable	Pequeña Presa Clasificable	Pequeña Presa Clasificable	
	COTA SOLERA BRECHA	Cs	m	10	10	10	10	10	10	10	
	COTA CORONACIÓN	Cc	m	21	21	21	21	21	21	21	
	ESTIMACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE LA BRECHA										
	ANCHO MEDIO	Bavg	m	14,8	20,7	15,47	20,1	25,3	7,3	31,1	
***	ANCHO EN SOLERA	Bb	m	4,9	5,3	7,8	9,1	14,3	1,8	20,1	
	ANCHO EN CORONACIÓN	Bc	m			23,17	31,11	36,26	12,77	42,10	
	TIEMPO DE FORMACIÓN	Tf	h	0,2	0,2	0,25	0,2	0,210	0,287	0,150	
	FACTOR DE ALMACENAMIENTO	Sl	-	23,1	23,1	23,1	23,1	23,1	23,1	23,1	
	ESTIMACIÓN DEL CAUDAL PUNTA FROEHLIC 95b										
	CAUDAL MÁXIMO PREVISTO	Qp	m3/s	403,27	403,27	403,27	403,27	403,27	403,27	403,27	

ESTIMACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE BRECHA

PROYECTO:	**BALSAS TIPO**
SECTOR:	**5**
ALTURA	**10**

ANÁLISIS Y VALIDACIÓN DE RESULTADOS

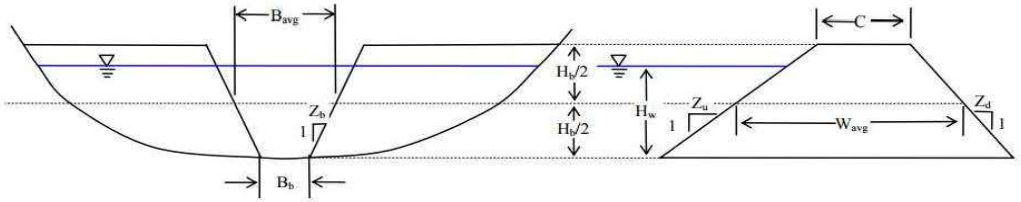
Dada la importancia del tiempo de formación de la brecha en la generación del pico del hidrograma, es relevante poder validar los resultados. Para ello utilizaremos un estimador de la progresión de la erosión. Se considera adecuado aquel que define un desarrollo lineal, por lo que se utilizará la razón de erosión (ER) definida por la relación entre el ancho medio de brecha y el tiempo de formación. Diversos autores han indicado los intervalos de fiabilidad relacionando dicho parámetro con la altura de agua movilizable, (Hw), quedando estos entre 1.6 y 21. Por otro lado, el agua almacenada puede condicionar el desarrollo completo de la brecha, por lo que se apunta como indicador de la validez de los resultados, la relación entre el ancho medio respecto de la altura de brecha (Bavg/Hb). En este caso si el indicador ofrece un valor inferior a 0.6, no se puede afirmar que se complete la brecha, quedando como apertura una geometría cuadrangular de ancho D.

COMPROBACIÓN DEL DESARROLLO DE BRECHA (completa vs parcial) Se considera desarrollada si (Bavg/Hb)>0.60	(Bavg/Hb)	1,35	1,88	1,41	1,83	2,30	0,66	2,83
RAZÓN DE EROSIÓN (ER)	(Bavg/Tf)	72,41	101,38	63,13	82,07	120,37	25,33	42,10
COMPROBACIÓN DEL PROGRESO DE LA BRECHA (lineal vs no lineal) Se puede considerar razonable la ratio de erosión si 1.6<(ER/Hw)<21	(ER/Hw)	7,24	10,14	6,31	8,21	12,04	2,53	4,21
COMPROBACIÓN BOWLES T de formación (h) Si tiempo de formación de brecha es menor que la comprobación de Bowles se adopta	T=2*Vw/Qp	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32
RAZÓN DE TIEMPOS (Tbowles/Tf)		1,56	1,56	1,30	1,30	1,52	1,11	2,12

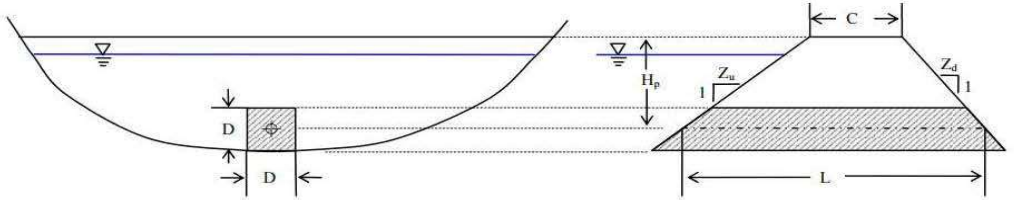
* *DIQUE DE CIERRE DE MATERIALES SUELTOS HOMOGÉNEO, ASUMIENDO MÁXIMO ALMACENAMIENTO EN LA FASE DE COLAPSO*
** *A utlizar en el método de MACDONALD & LANGRIDGE-MONOPOLIS 84 (MLM84)*
*** *Wb en el método de MACDONALD & LANGRIDGE-MONOPOLIS 84 (MLM84)*

ESQUEMAS

Variables de formación de la brecha completa



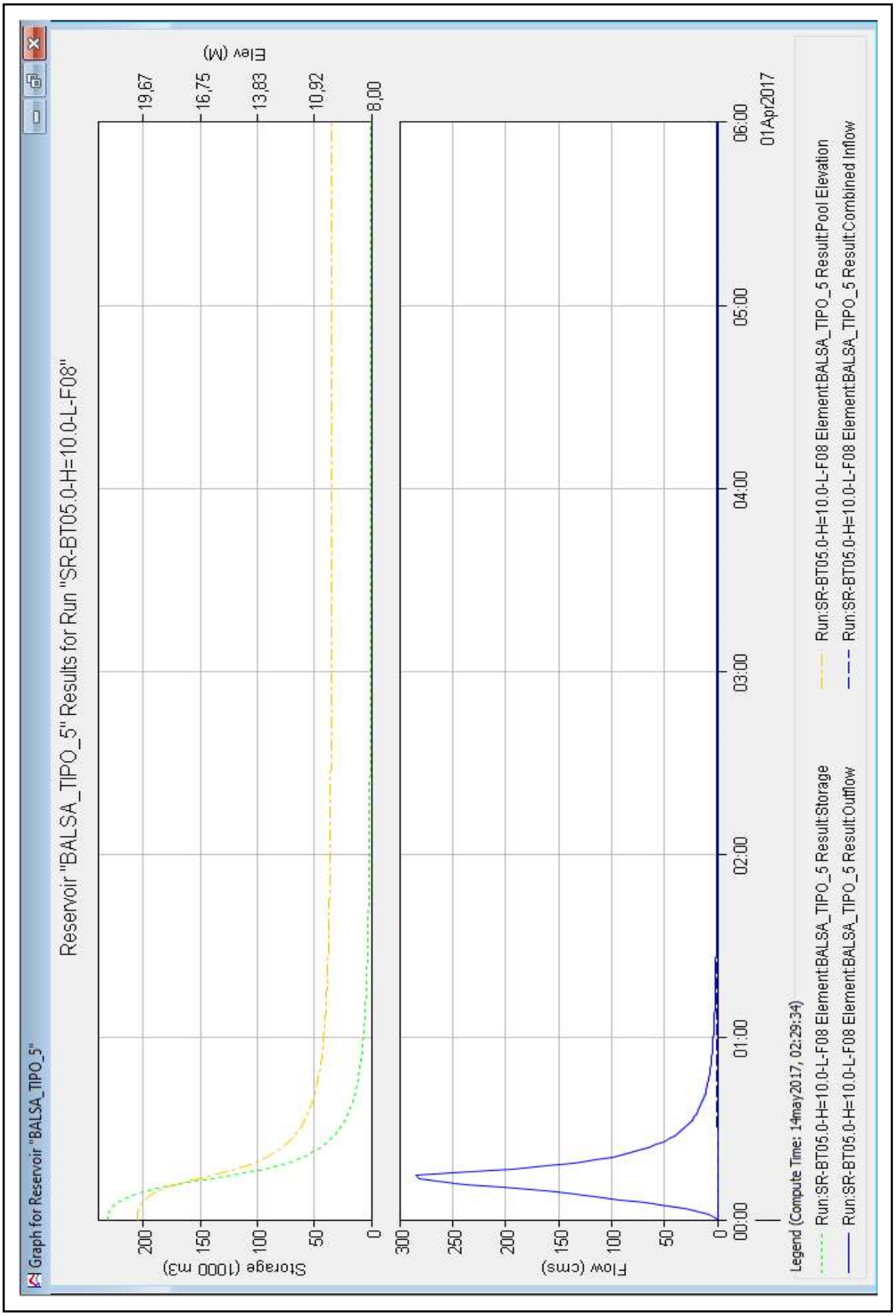
Variables de formación de la brecha incompleta



Fuente: GUIDELINES FOR DAM BREACH ANALYSIS, STATE OF COLORADO-DEPARTMENT OF NATURAL RESOURCES-DIVISION OF WATER RESOURCES, 10/02/2010

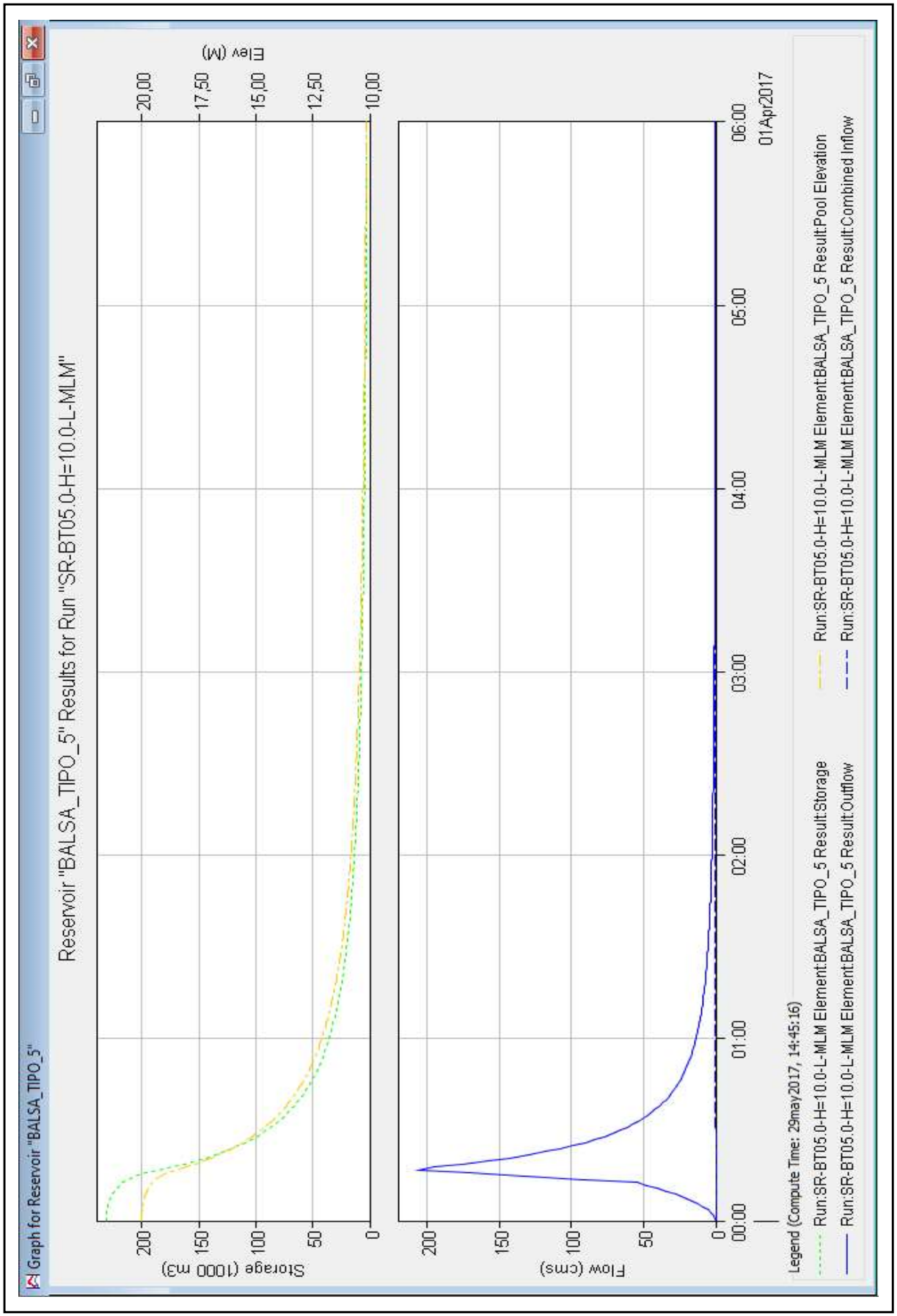
Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 05

HIDROGRAMA DE VERTIDO Y CURVA DE VACIADO PARA H=10.0 m. ESCENARIO (NMN-SOLERA) APLICACIÓN FÓRMULA F08



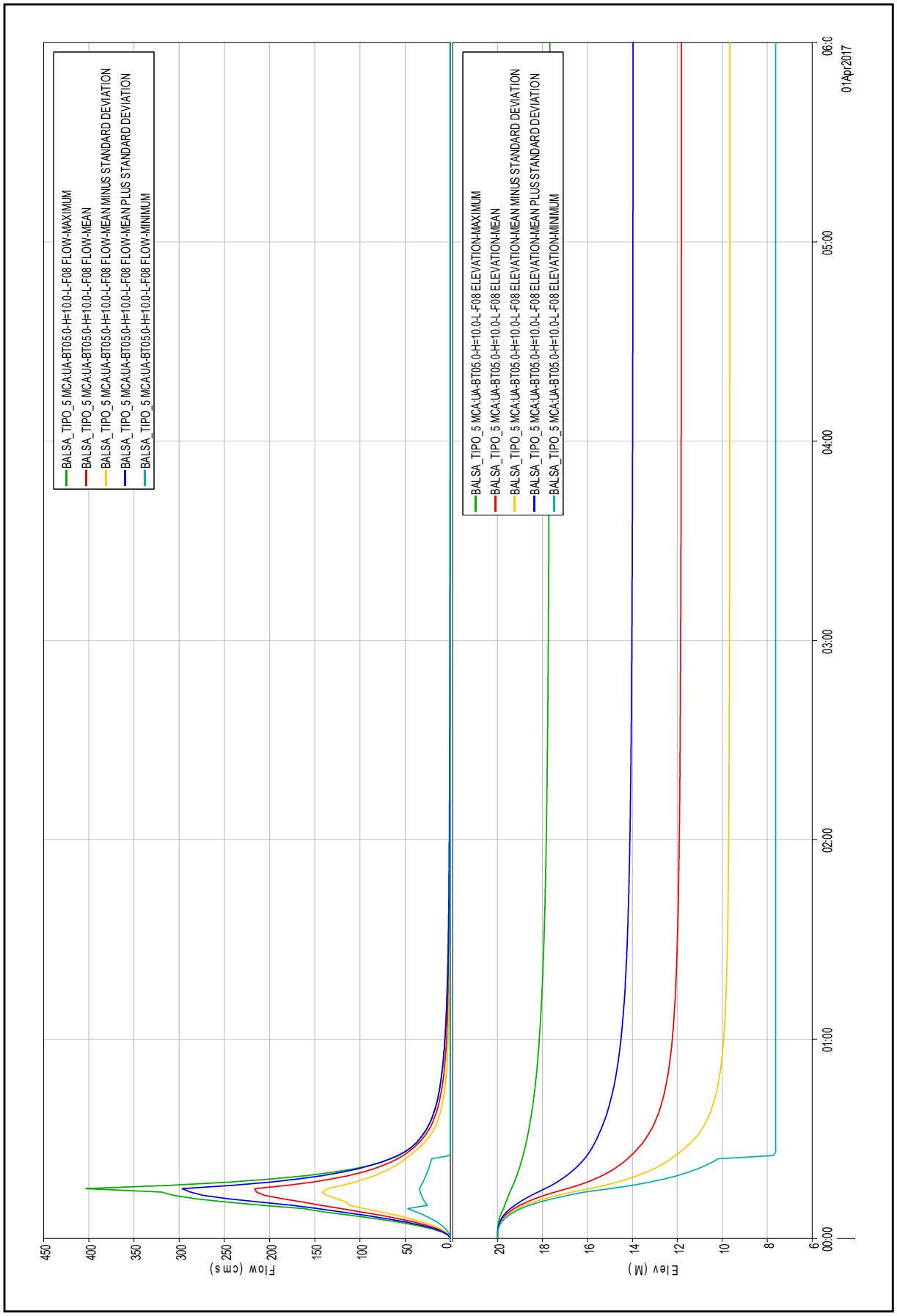
Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 05

HIDROGRAMA DE VERTIDO Y CURVA DE VACIADO PARA H=10.0 m. ESCENARIO (NMN-SOLERA) APLICACIÓN FÓRMULA MLM84



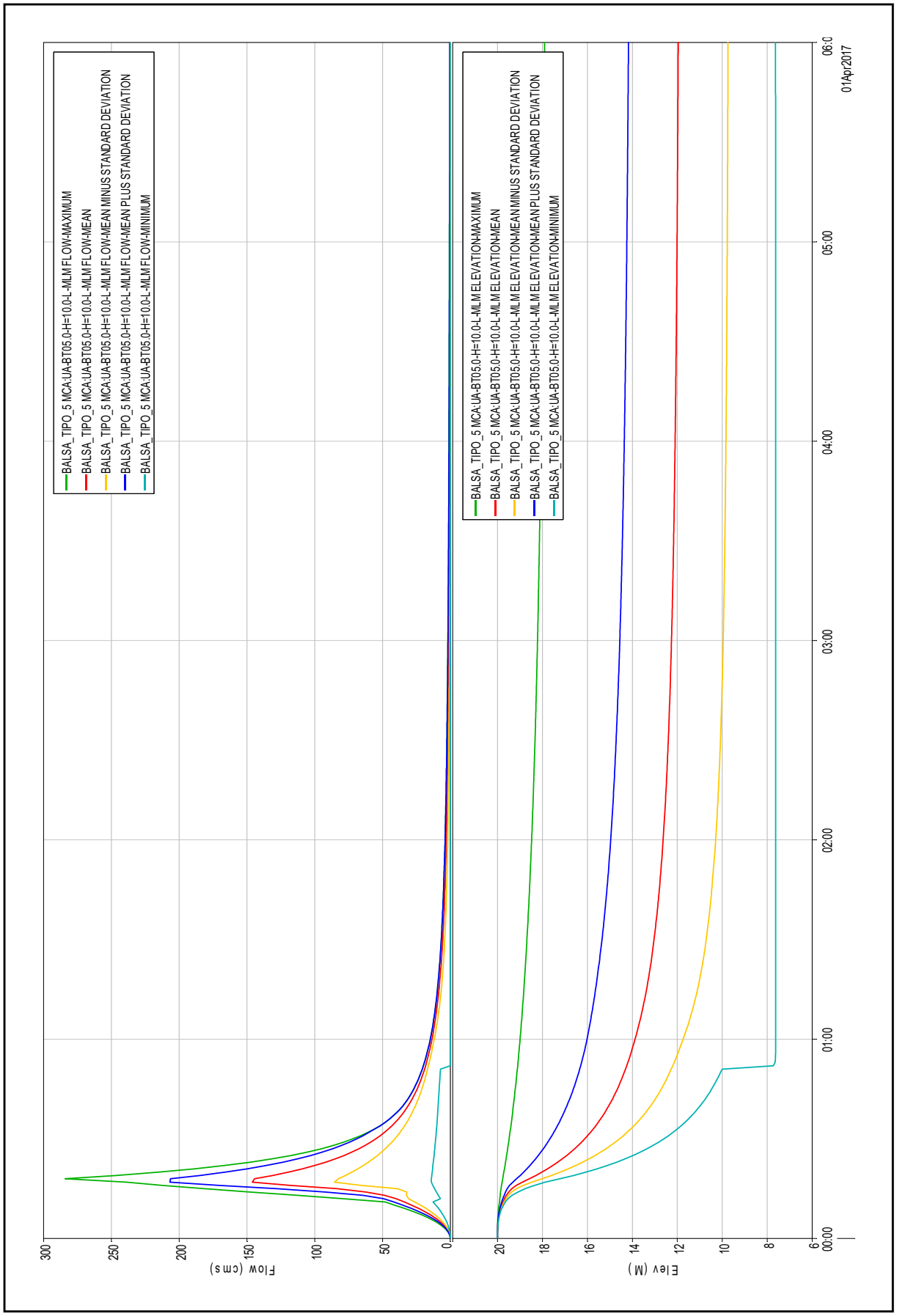
Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 05

APLICACIÓN DEL MÉTODO DE MONTECARLO EN LA CALIBRACIÓN DEL FONDO DE BRECHA (5.000 SIMULACIONES) HIDROGRAMAS DE VERTIDO Y VARIACIÓN DEL NIVEL EMBALSADO. (H=10.00 m.) APLICACIÓN FÓRMULA F08



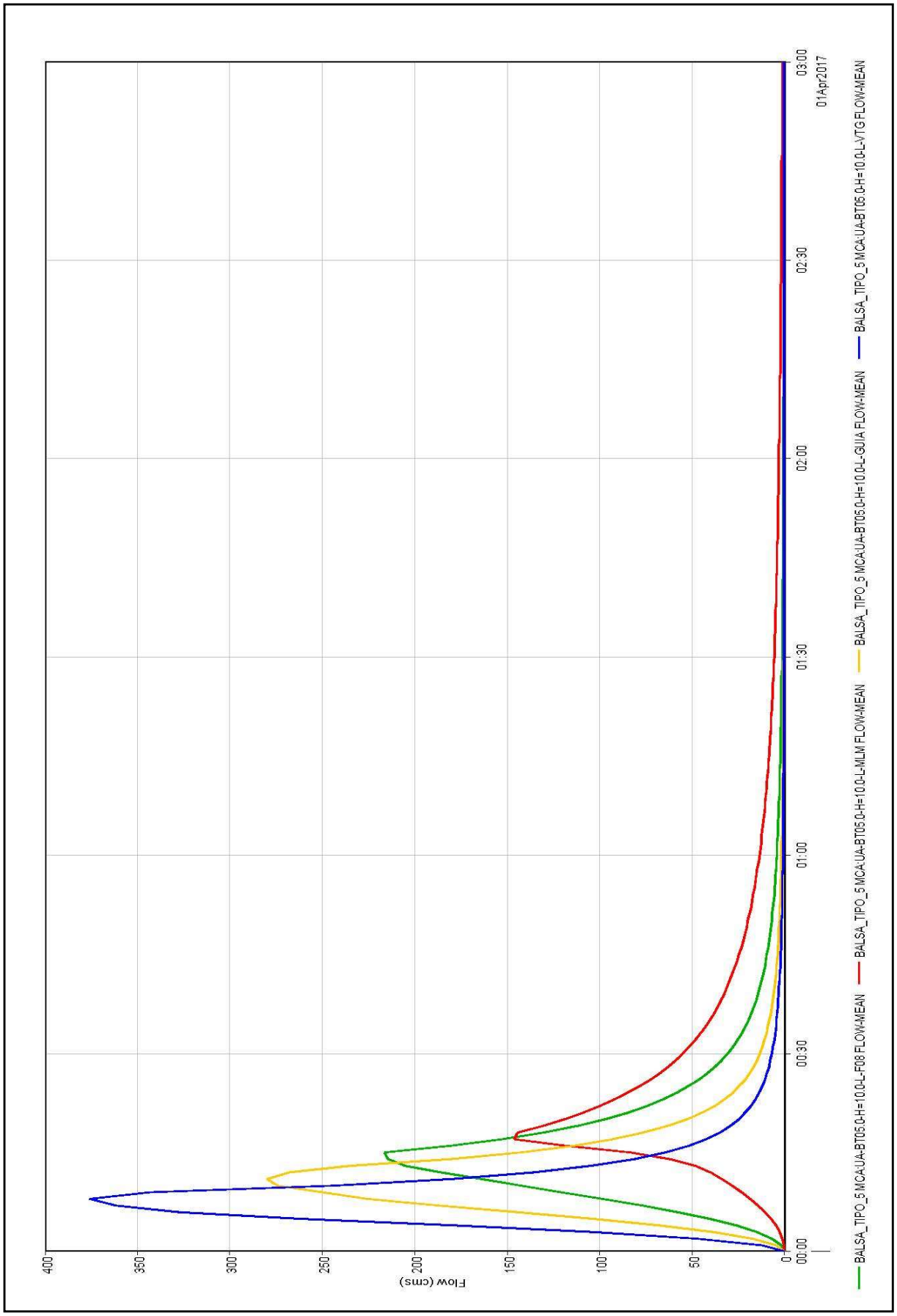
Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 05

APLICACIÓN DEL MÉTODO DE MONTECARLO EN LA CALIBRACIÓN DEL FONDO DE BRECHA (5.000 SIMULACIONES) HIDROGRAMAS DE VERTIDO Y VARIACIÓN DEL NIVEL EMBALSADO. (H=10.00 m.) APLICACIÓN FÓRMULA MLM84



Características de las balsas sintéticas.
BALSA TIPO 05
(Hw=10.00 m.)

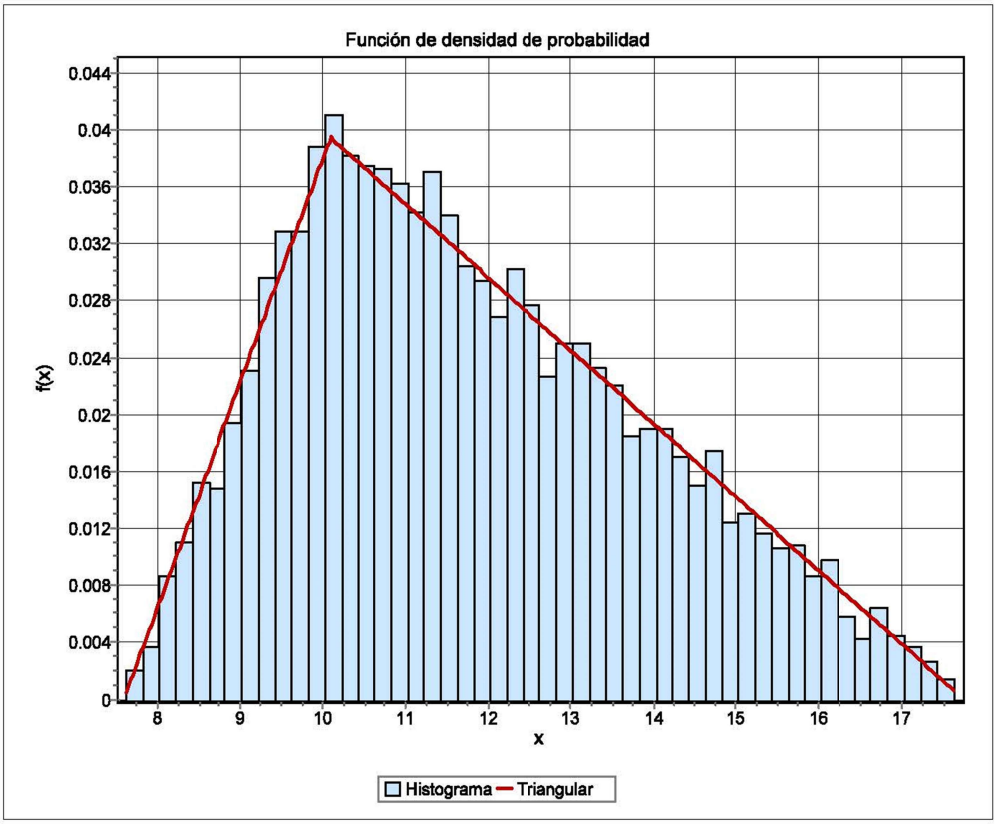
ESTUDIO COMPARATIVO DE LA VARIABILIDAD DEL HIDROGRAMA DE VERTIDO EN FUNCIÓN DE LA CARGA DE AGUA MOVILIZABLE (Hw)
APLICACIÓN FÓRMULAS
F08-MLM84-GUIA-VTG

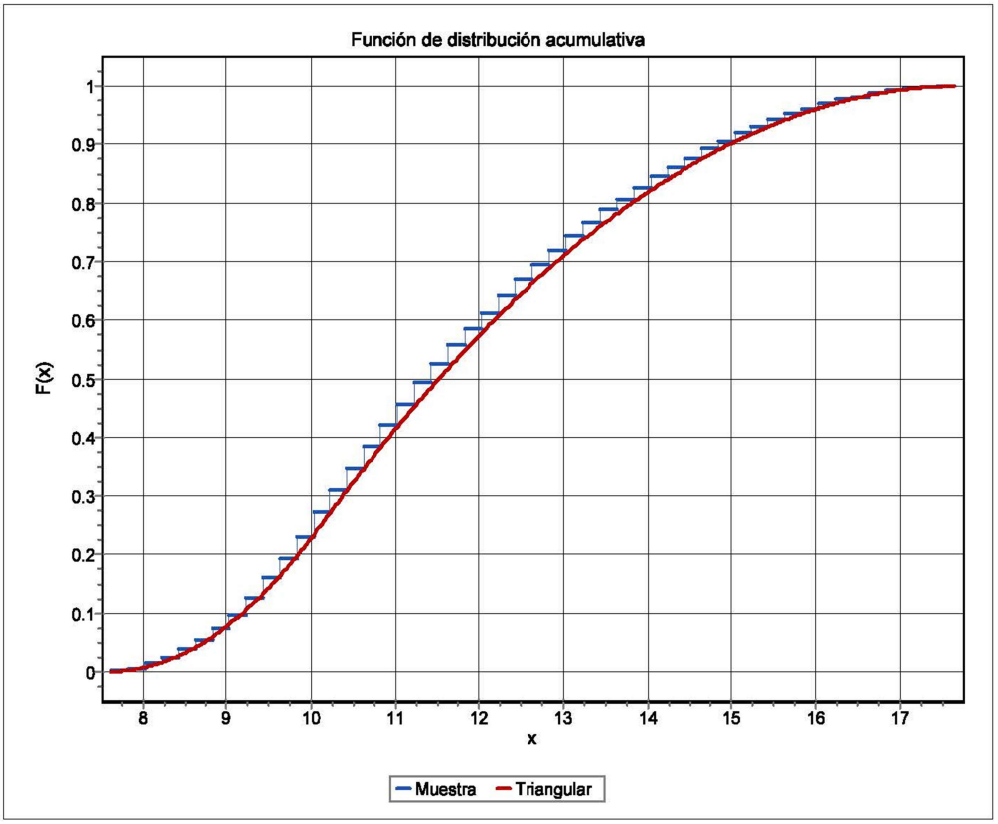


Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 05

M. DE MONTECARLO (FONDO DE BRECHA) ANÁLISIS ESTADISTICO RESULTADOS (Hw=10.00 m.) AJUSTE DE LA FUNCIÓN DE DISTRIBUCIÓN. FUNCIÓN DE DENSIDAD Y FUNCIÓN DE DISTRIBUCIÓN ACUMULATIVA

En el eje de abcisas se representa la variabilidad de la cota del fondo de brecha, considerando la cota +10.00 la solera interior de la balsa.

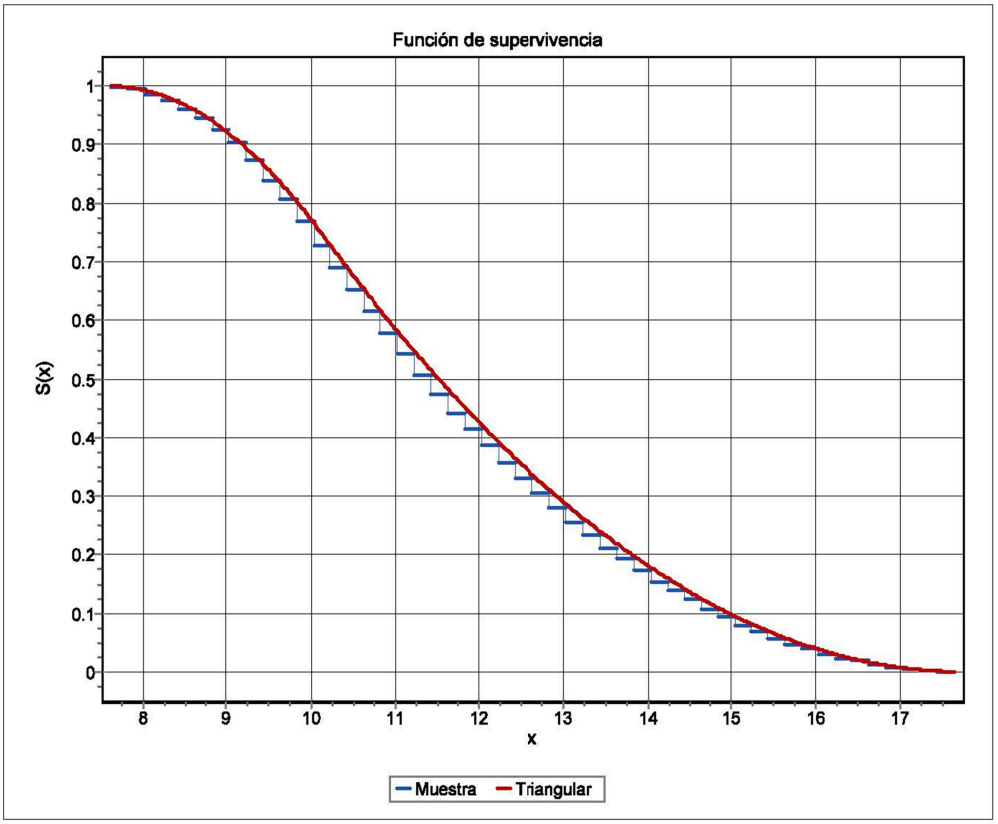


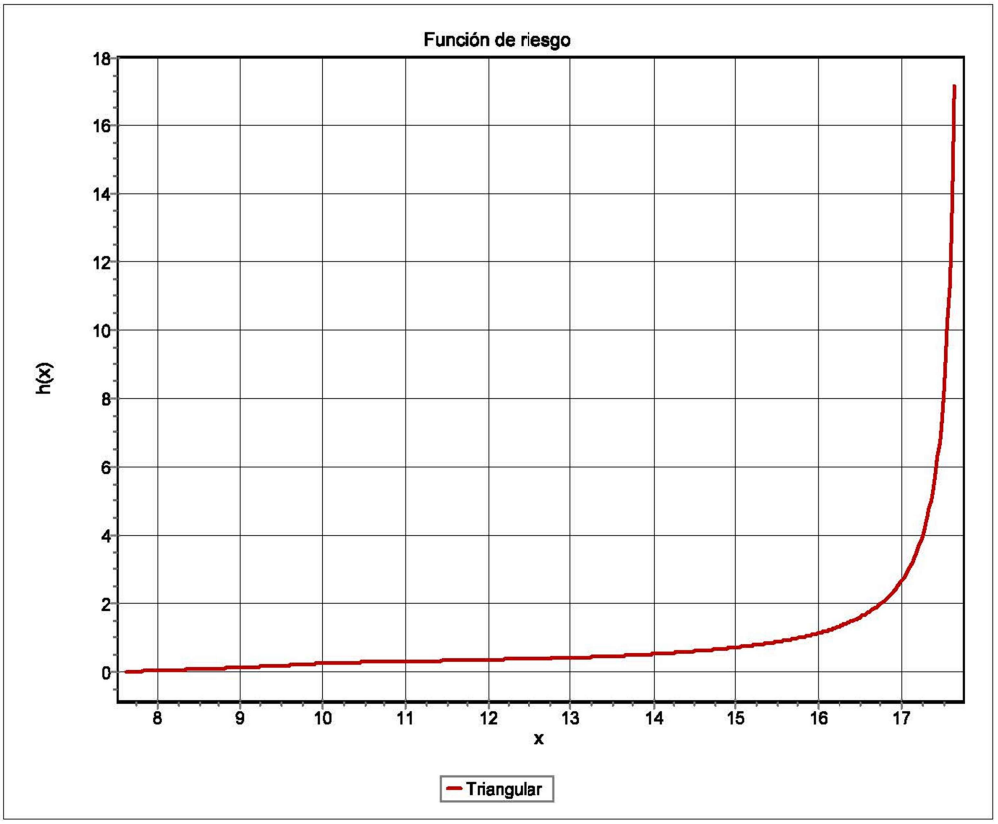


Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 05

M. DE MONTECARLO (FONDO DE BRECHA) ANÁLISIS ESTADISTICO RESULTADOS (Hw=10.00 m.) AJUSTE DE LA FUNCIÓN DE DISTRIBUCIÓN. FUNCIÓN DE SUPERVIVENCIA Y FUNCIÓN DE RIESGO

En el eje de abcisas se representa la variabilidad de la cota del fondo de brecha, considerando la cota +10.00 la solera interior de la balsa.

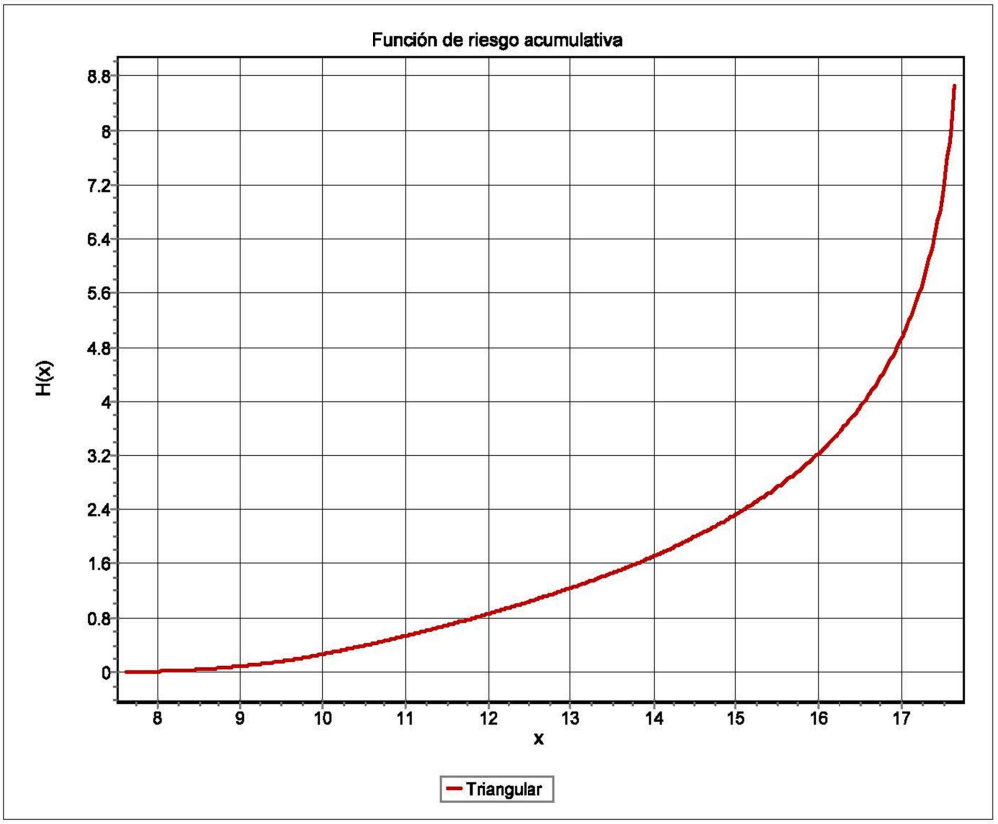


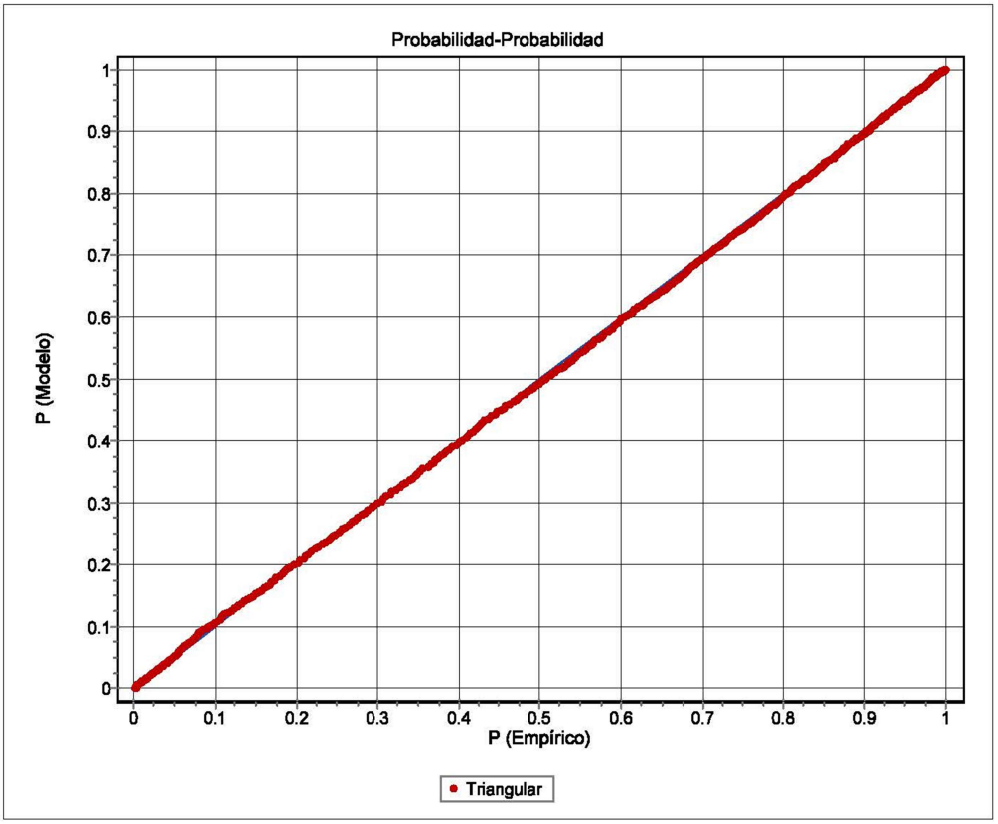


Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 05

M. DE MONTECARLO (FONDO DE BRECHA) ANÁLISIS ESTADISTICO RESULTADOS (Hw=10.00 m.) AJUSTE DE LA FUNCIÓN DE DISTRIBUCIÓN. FUNCIÓN DE RIESGO ACUMULATIVA Y GRÁFICO P-P

En el eje de abcisas se representa la variabilidad de la cota del fondo de brecha, considerando la cota +10.00 la solera interior de la balsa.

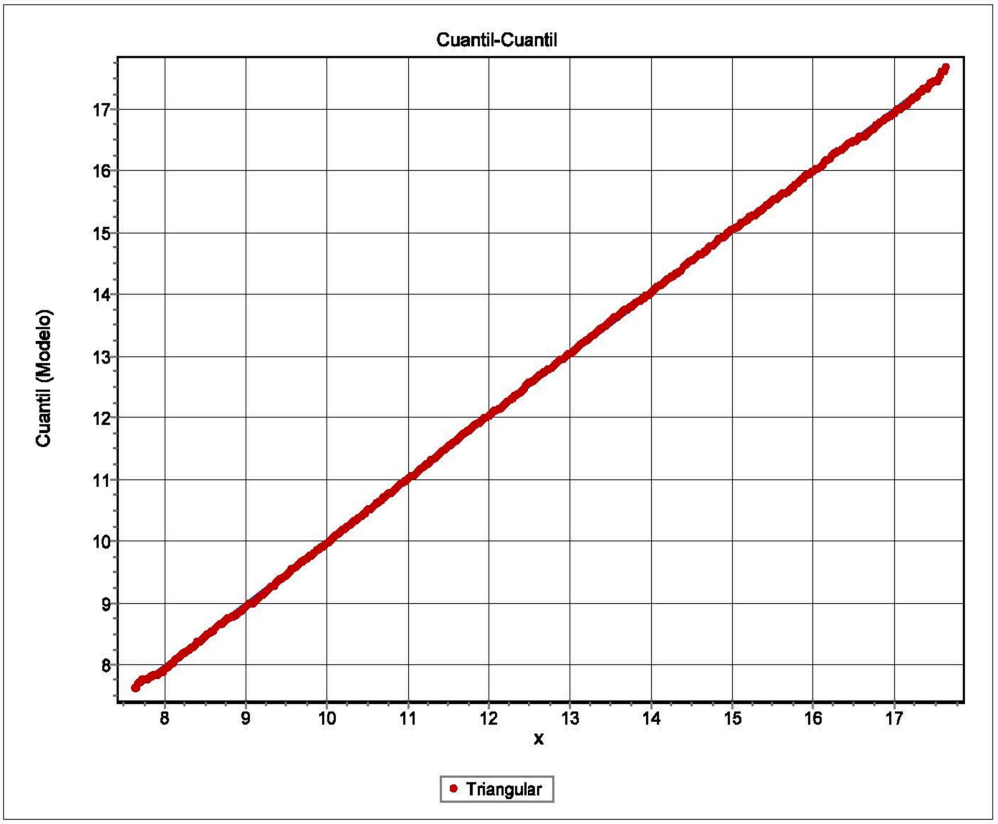


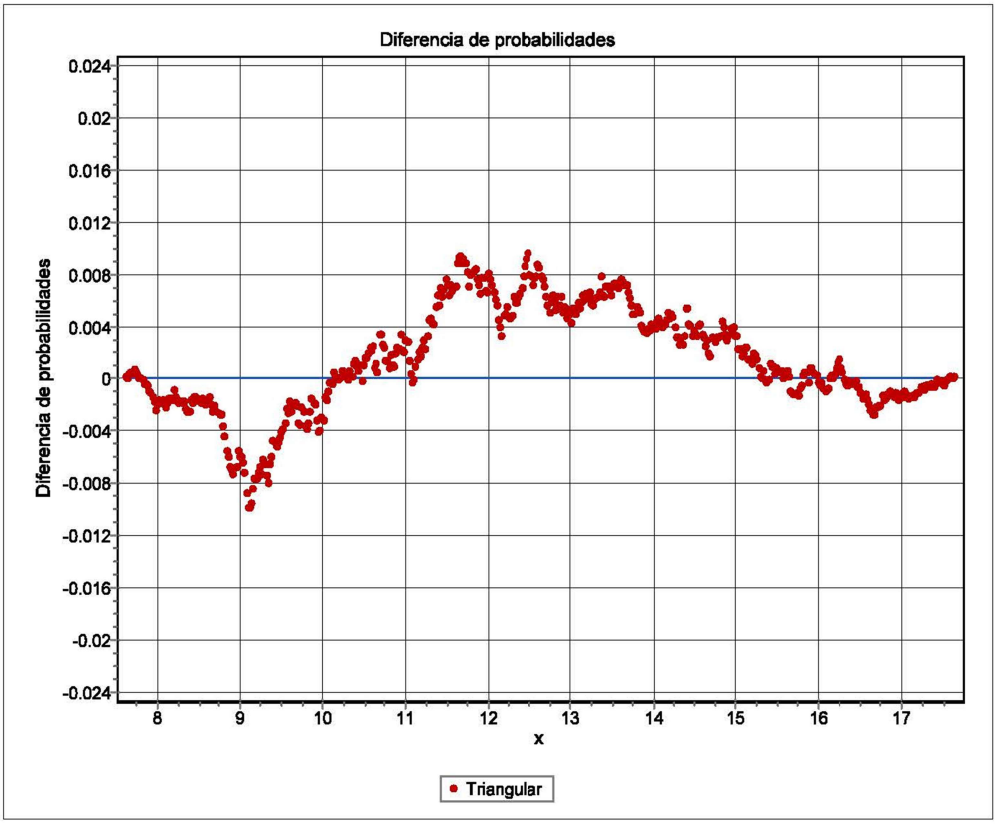


Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 05

M. DE MONTECARLO (FONDO DE BRECHA) ANÁLISIS ESTADISTICO RESULTADOS (Hw=10.00 m.) AJUSTE DE LA FUNCIÓN DE DISTRIBUCIÓN. GRÁFICO Q-Q Y DIFERENCIA DE PROBABILIDADES

En el eje de abcisas se representa la variabilidad de la cota del fondo de brecha, considerando la cota +10.00 la solera interior de la balsa.

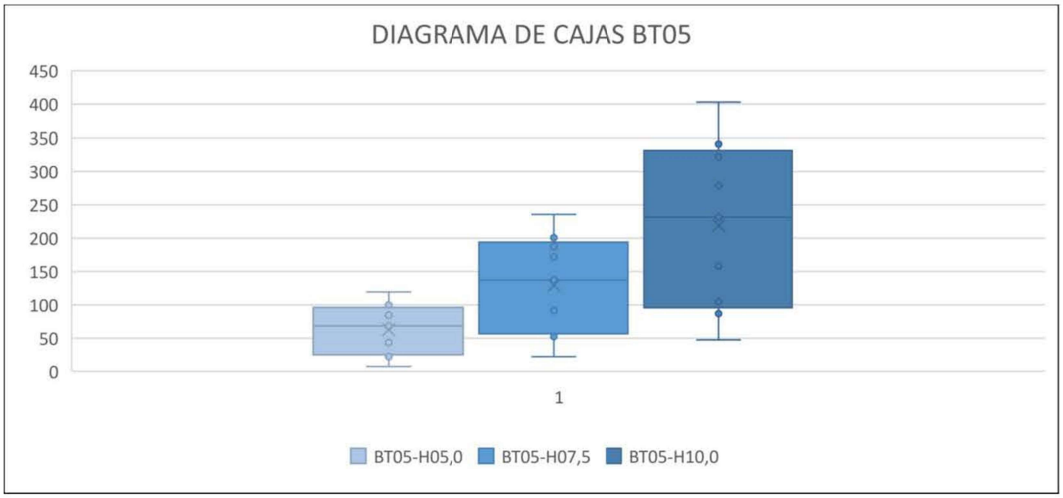


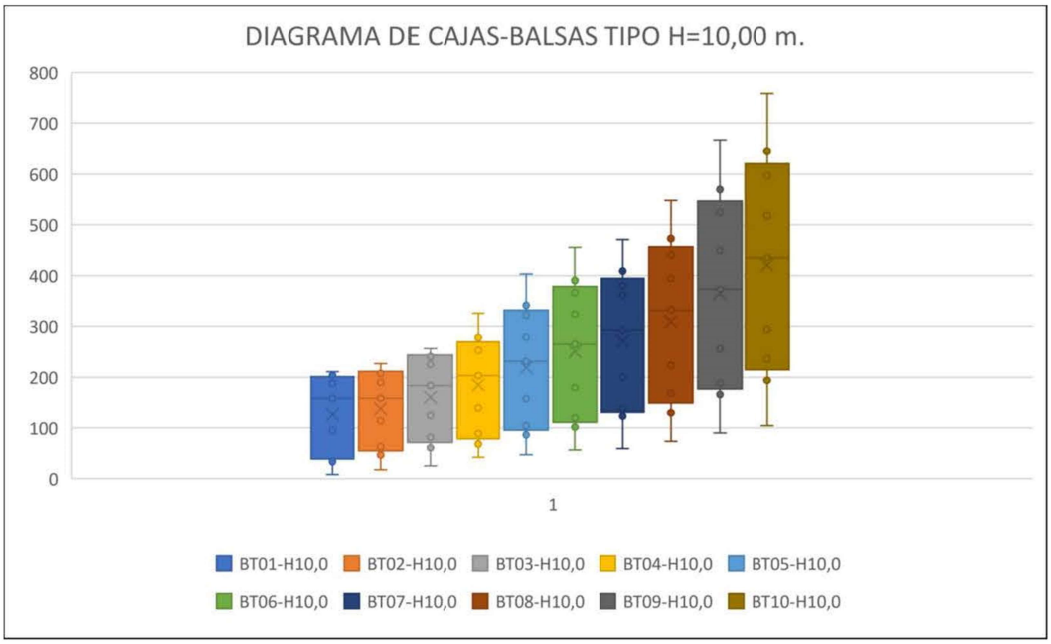


Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 05

M. DE MONTECARLO (CAUDAL MÁXIMO) ANÁLISIS ESTADISTICO RESULTADOS (Hw=10.00 m.) ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA. DIAGRAMAS DE CAJAS

CAUDALES MÁXIMOS (M. MONTECARLO) Estadística descriptiva					Parámetros Ajuste	
BALSA	BT05					
ALTURA Hw (m)	10,00					
AJUSTE	WAKEBY					
Estadística	**Valor**	**Percentil %**	**Valor**	**Obs**		
Tamaño de la muestra	5000	1	47,1	Min	α 404,83	
Rango	355,94	5	86,7		β 2,0569	
Media	221,47	10	104,5		γ 27,938	
Varianza	6387,3	25	157,8	Q1	δ -0,04091	
Desviación estándar	79,92	50	231,3	Mediana	ξ 62,195	
Coef, de variación	0,36086	75	278,8	Q3		
Error estándar	1,1302	90	321,9			
Asimetría	-0,19873	95	341,1			
Curtosis	-0,89607	99	403,0	Max	I.C.$\bar{X}$ (95%)	2,215

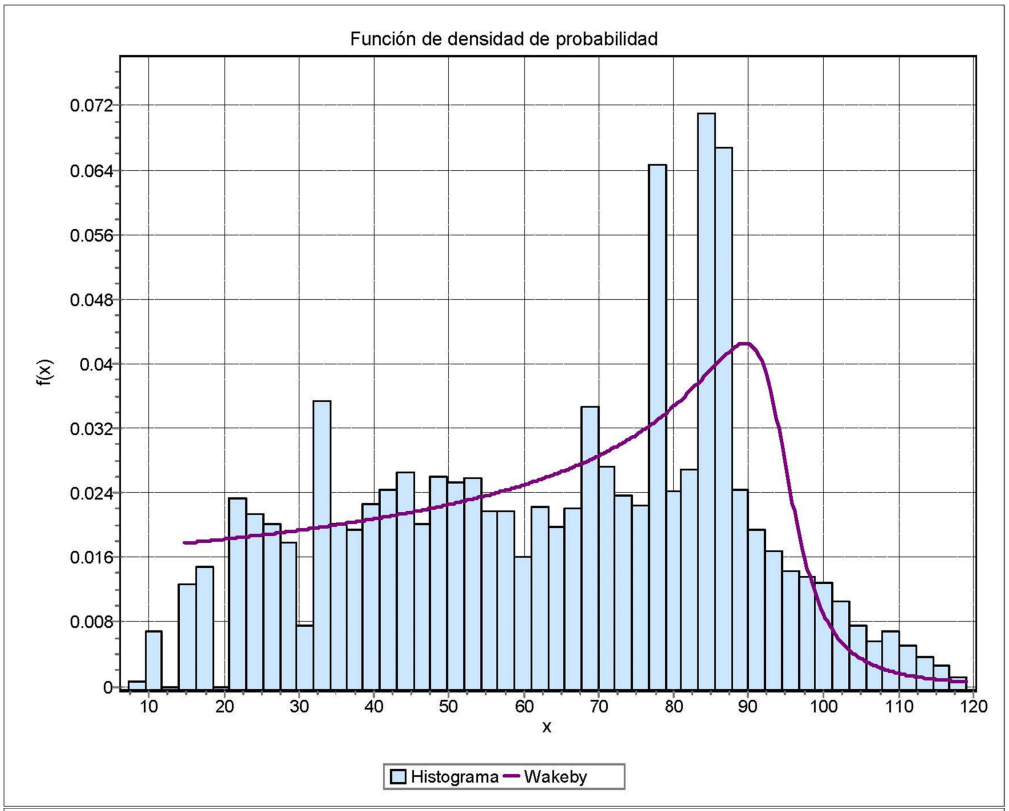


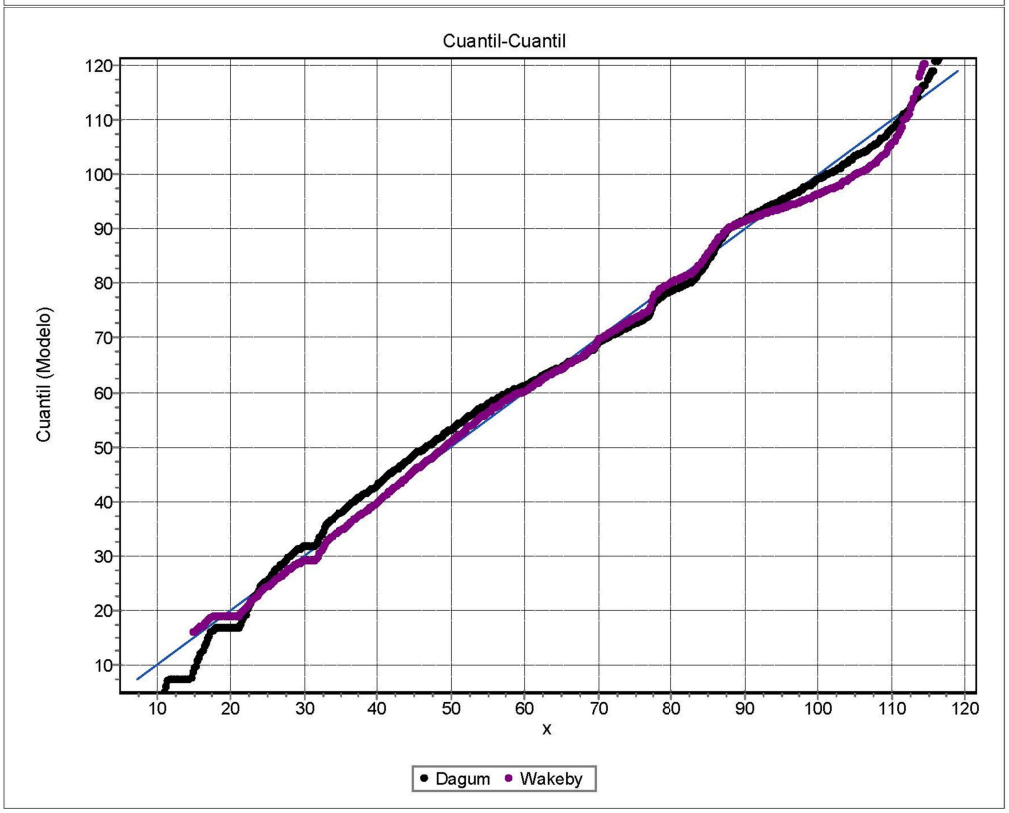


Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 05

M. DE MONTECARLO (CAUDAL MÁXIMO) ANÁLISIS ESTADISTICO RESULTADOS (Hw=10.00 m.) AJUSTE DE LA FUNCIÓN DE DISTRIBUCIÓN. FUNCIÓN DE DENSIDAD Y GRÁFICO Q-Q

En el eje de abscisas se representa la variabilidad de los caudales máximos simulados, a partir del fondo de brecha, y considerando la evolución de su crecimiento atendiendo a la geometría de F08.

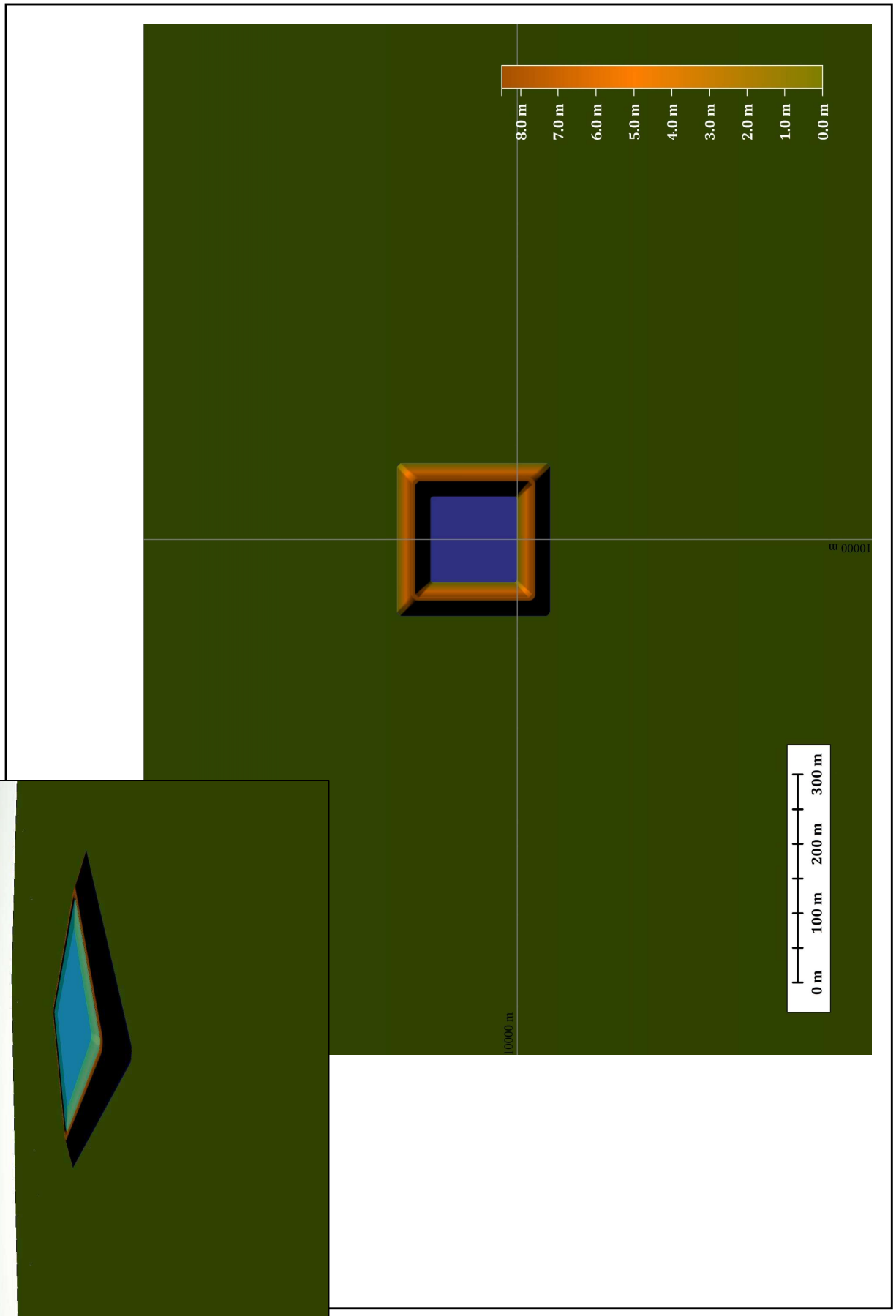




Características de las balsas sintéticas.
BALSA TIPO 05

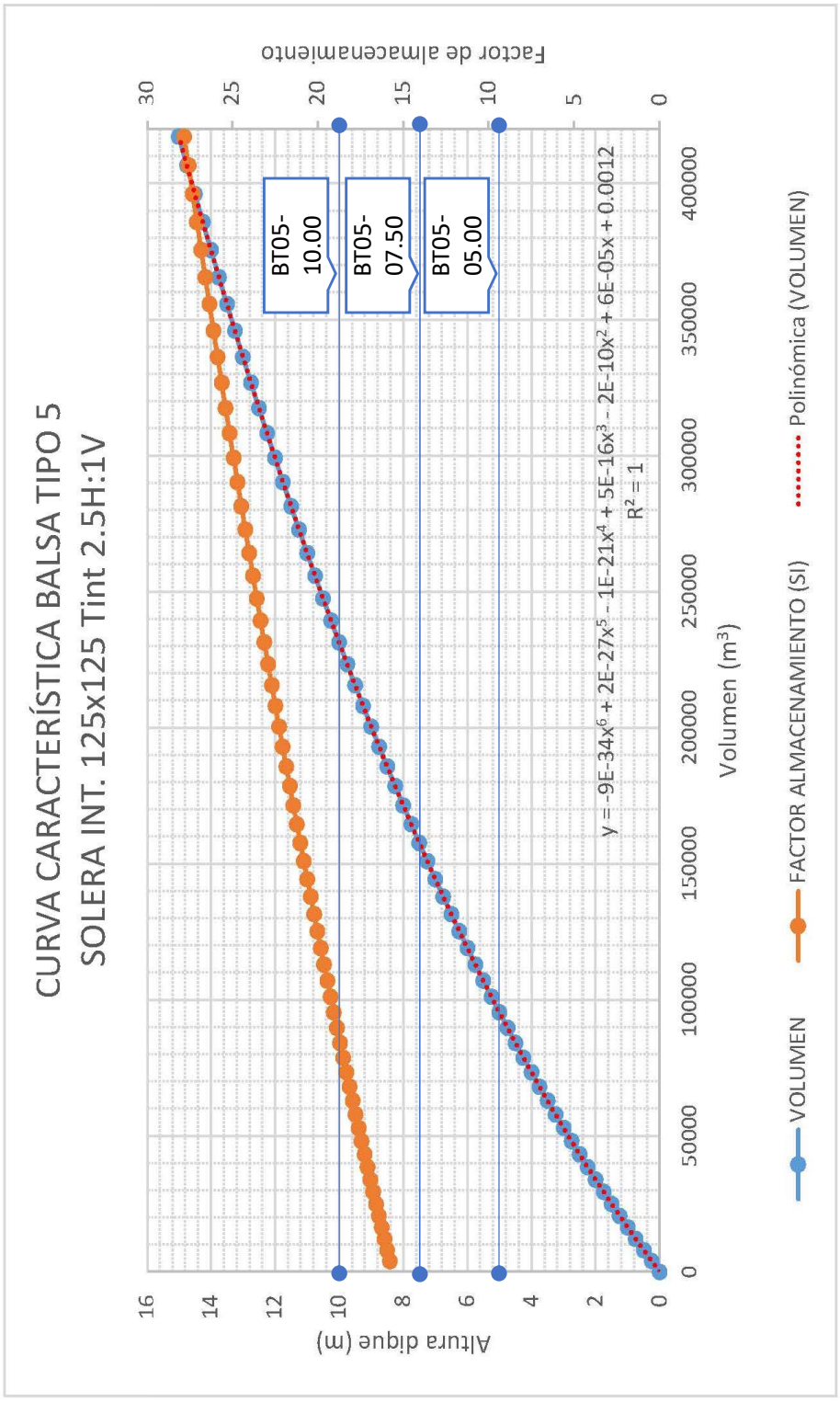
GEOMETRÍA

- ALTURA LÁMINA Hw= 07.5 m.
- RESGUARDO = 1.0 m.
- ANCHO CORONACIÓN= 05.0 m



Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 05

CURVA CARACTERÍSTICA vs FACTOR DE ALMACENAMIENTO



Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 05

ESTIMACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE BRECHA.
H=07,50 m.
ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE FÓRMULAS EMPÍRICAS

ESTIMACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE BRECHA

PROYECTO:	BALSAS TIPO										
SECTOR:	5										
ALTURA	7,5										
CARACTERÍSTICA*		MÉTODO		FROEHLICH 95a			FROEHLICH 08		GUÍA TÉCNICA	MACDONALD & LANGRIDGE-MONOPOLIS 84	VTG
MODO DE FALLO (S=SIFONAMIENTO;D=DESBORDAMIENTO)		Mf		S	D		S	D	S	S	S
CARGA DE AGUA MOVILIZABLE		Hw	m	7,5	7,5		7,5	7,5	7,5	7,5	7,5
VOLUMEN ALMACENADO EN Hw EN EL COLAPSO		Vw	m3	157617,2	157617,2		157617,2	157617,2	157617,2	157617,2	157617,2
SUPERFICIE OCUPADA EN Hw		As	m2	26406,3	26406,3		26406,3	26406,3	26406,3	26406,3	26406,3
RESGUARDO		r	m	1	1		1	1	1	1	1
ALTURA DE BRECHA COMPLETA		Hb	m	8,5	8,5		8,5	8,5	8,5	8,5	8,5
FACTOR CORRECTOR POR MODO DE FALLO		Ko	-	1	1,4		1	1,3			
TALUD DE LA BRECHA		Zb	Z(H):1(V)	0,9	1,4		0,7	1	1	0,5	1
**	TALUD DEL DIQUE AGUAS ARRIBA	Z_1	Z(H):1(V)							2,5	
	TALUD DEL DIQUE AGUAS ABAJO	Z_2	Z(H):1(V)							2,5	
	SUMA DE TALUDES DEL DIQUE	Z_3	Z_1+Z_2							5	
	ANCHO CORONACIÓN DEL DIQUE	C	m							5	
	VOLUMEN EROSIONABLE DEL DIQUE	Ve	m3							1220,4	
TIPOLOGIA DEL DIQUE		Td		Pequeña Presa Clasificable			Pequeña Presa Clasificable		Pequeña Presa Clasificable	Pequeña Presa Clasificable	Pequeña Presa Clasificable
COTA SOLERA BRECHA		Cs	m	10	10		10	10	10	10	10
COTA CORONACIÓN		Cc	m	18,5	18,5		18,5	18,5	18,5	18,5	18,5
ESTIMACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE LA BRECHA											
***	ANCHO MEDIO	Bavg	m	12,5	17,5	13,54		17,6	21,5	6,6	24,85
	ANCHO EN SOLERA	Bb	m	4,8	5,6	7,6		9,1	13,0	2,4	16,4
	ANCHO EN CORONACIÓN	Bc	m			19,49		26,11	30,02	10,87	33,35
	TIEMPO DE FORMACIÓN	Tf	h	0,2	0,2	0,26		0,3	0,224	0,238	0,113
	FACTOR DE ALMACENAMIENTO	Sl	-	21,0	21,0	21,0		21,0	21,0	21,0	21,0
ESTIMACIÓN DEL CAUDAL PUNTA FROEHLIC 95b											
CAUDAL MÁXIMO PREVISTO		Qp	m3/s	252,09	252,09	252,09		252,09	252,09	252,09	252,09

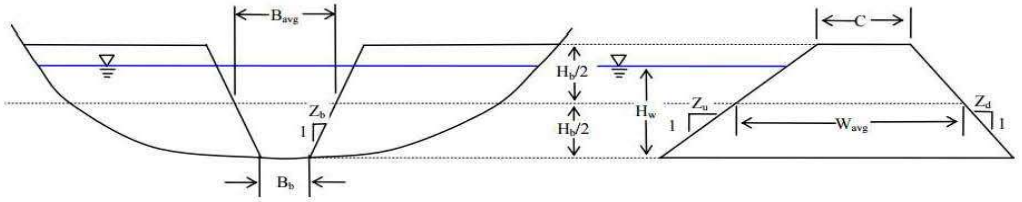
Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 05

ESTIMACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE BRECHA. H=07,50 m. ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE FÓRMULAS EMPÍRICAS. VALIDACIÓN DE RESULTADOS

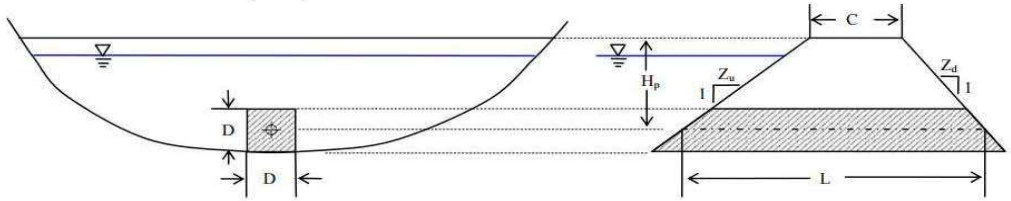
ESTIMACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE BRECHA								
PROYECTO:	**BALSAS TIPO**							
SECTOR:	**5**							
ALTURA	**7,5**							
ANÁLISIS Y VALIDACIÓN DE RESULTADOS								
Dada la importancia del tiempo de formación de la brecha en la generación del pico del hidrograma, es relevante poder validar los resultados. Para ello utilizaremos un estimador de la progresión de la erosión. Se considera adecuado aquel que define un desarrollo lineal, por lo que se utilizará la razón de erosión (ER) definida por la relación entre el ancho medio de brecha y el tiempo de formación. Diversos autores han indicado los intervalos de fiabilidad relacionando dicho parámetro con la altura de agua movilizable, (Hw), quedando estos entre 1.6 y 21. Por otro lado, el agua almacenada puede condicionar el desarrollo completo de la brecha, por lo que se apunta como indicador de la validez de los resultados, la relación entre el ancho medio respecto de la altura de brecha (Bavg/Hb). En este caso si el indicador ofrece un valor inferior a 0.6, no se puede afirmar que se complete la brecha, quedando como apertura una geometría cuadrangular de ancho D.								
COMPROBACIÓN DEL DESARROLLO DE BRECHA (completa vs parcial) Se considera desarrollada si (Bavg/Hb)> 0.60	(Bavg/Hb)	1,47	2,05	1,59	2,07	2,53	0,78	2,92
RAZÓN DE EROSIÓN (ER)	(Bavg/Tf)	59,26	82,96	51,73	67,25	95,98	27,82	33,35
COMPROBACIÓN DEL PROGRESO DE LA BRECHA (lineal vs no lineal) Se puede considerar razonable la ratio de erosión si 1.6<(ER/Hw)<21	(ER/Hw)	7,90	11,06	6,90	8,97	12,80	3,71	4,45
COMPROBACIÓN BOWLES T de formación (h) Si tiempo de formación de brecha es menor que la comprobación de Bowles se adopta	T=2*Vw/Qp	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35
RAZÓN DE TIEMPOS (Tbowles/Tf)		1,65	1,65	1,33	1,33	1,55	1,46	3,09
* *DIQUE DE CIERRE DE MATERIALES SUELTOS HOMOGÉNEO, ASUMIENDO MÁXIMO ALMACENAMIENTO EN LA FASE DE COLAPSO*								
** *A utilizar en el método de MACDONALD & LANGRIDGE-MONOPOLIS 84 (MLM84)*								
*** *Wb en el método de MACDONALD & LANGRIDGE-MONOPOLIS 84 (MLM84)*								

ESQUEMAS

Variables de formación de la brecha completa



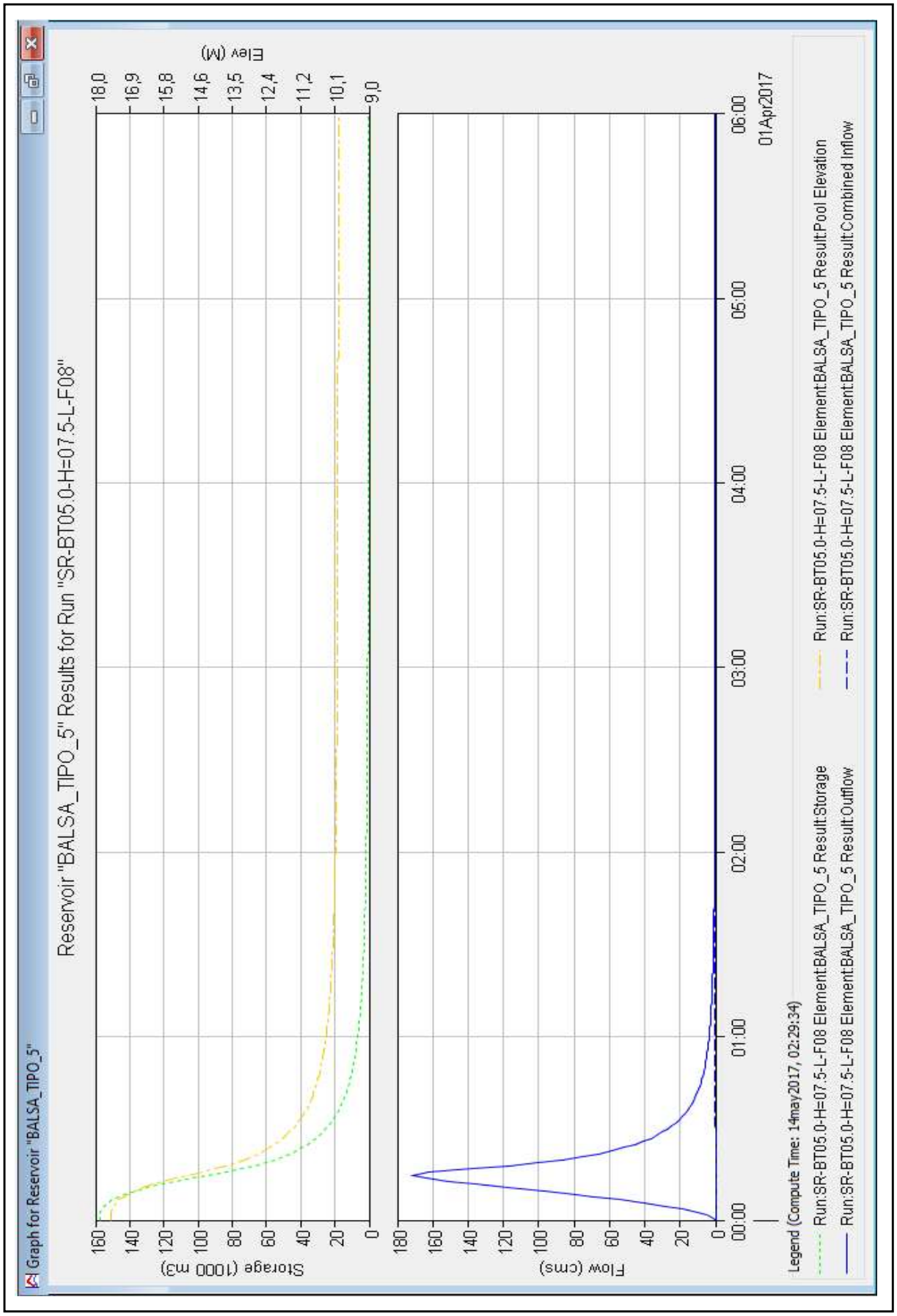
Variables de formación de la brecha incompleta



Fuente: GUIDELINES FOR DAM BREACH ANALYSIS, STATE OF COLORADO-DEPARTMENT OF NATURAL RESOURCES-DIVISION OF WATER RESOURCES, 10/02/2010

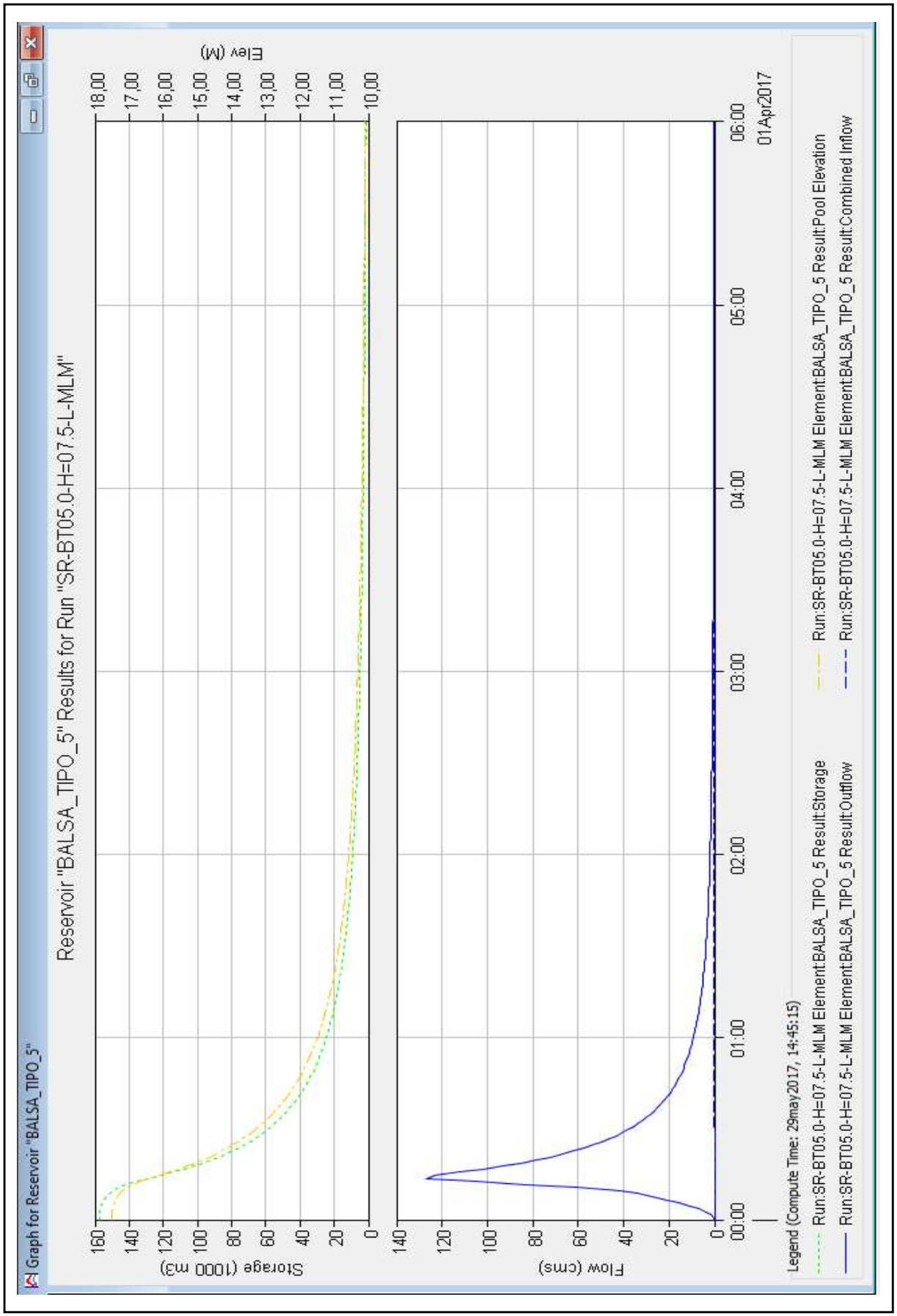
Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 05

HIDROGRAMA DE VERTIDO Y CURVA DE VACIADO PARA H=7.50 m. ESCENARIO (NMN-SOLERA) APLICACIÓN FÓRMULA F08



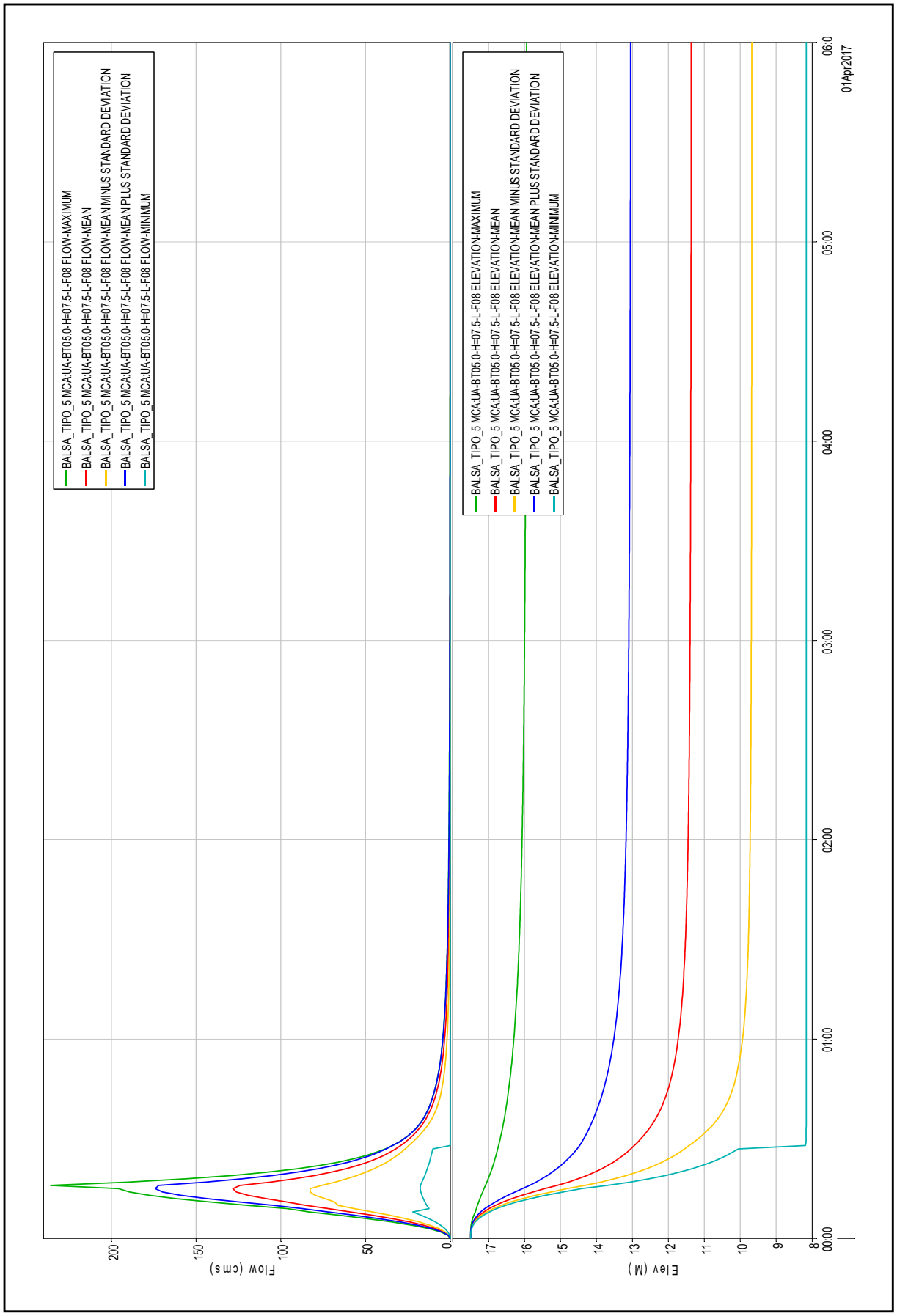
Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 05

HIDROGRAMA DE VERTIDO Y CURVA DE VACIADO PARA H=7.50 m. ESCENARIO (NMN-SOLERA) APLICACIÓN FÓRMULA MLM84



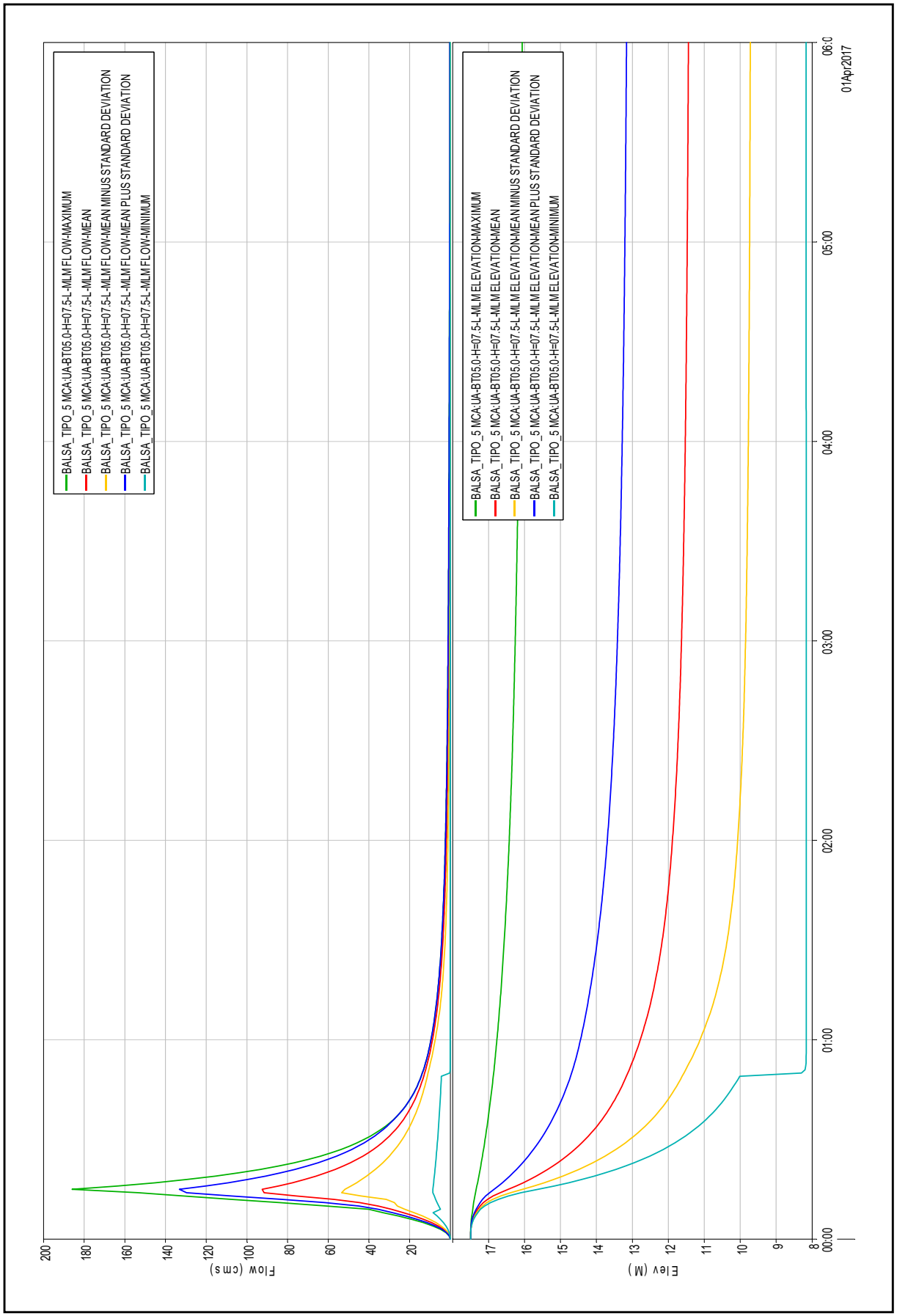
Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 05

APLICACIÓN DEL MÉTODO DE MONTECARLO EN LA CALIBRACIÓN DEL FONDO DE BRECHA (5.000 SIMULACIONES) HIDROGRAMAS DE VERTIDO Y VARIACIÓN DEL NIVEL EMBALSADO. (H=07.50 m.) APLICACIÓN FÓRMULA F08



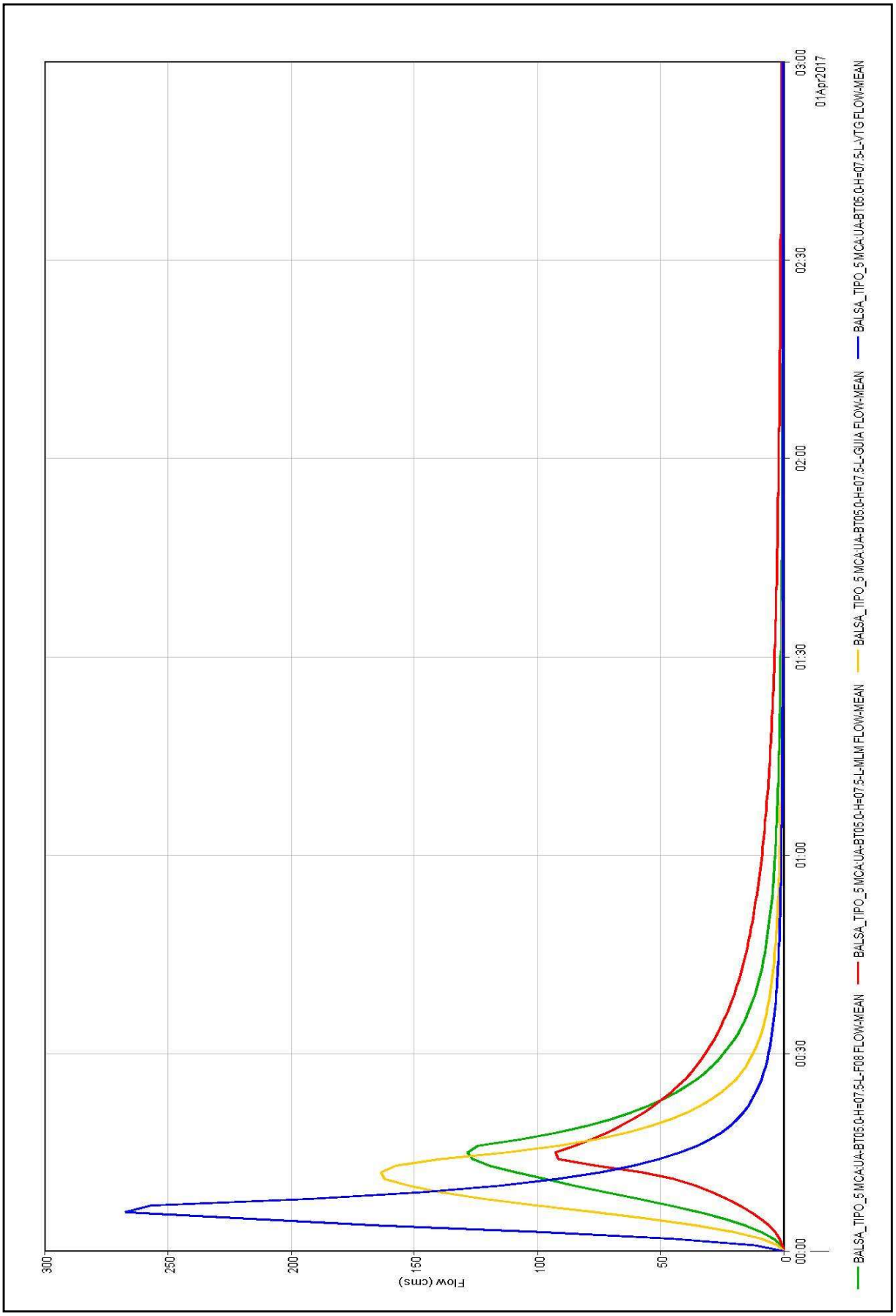
Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 05

APLICACIÓN DEL MÉTODO DE MONTECARLO EN LA CALIBRACIÓN DEL FONDO DE BRECHA (5.000 SIMULACIONES) HIDROGRAMAS DE VERTIDO Y VARIACIÓN DEL NIVEL EMBALSADO. (H=07.50 m.) APLICACIÓN FÓRMULA MLM84



Características de las balsas sintéticas.
BALSA TIPO 05
(Hw=07.50 m.)

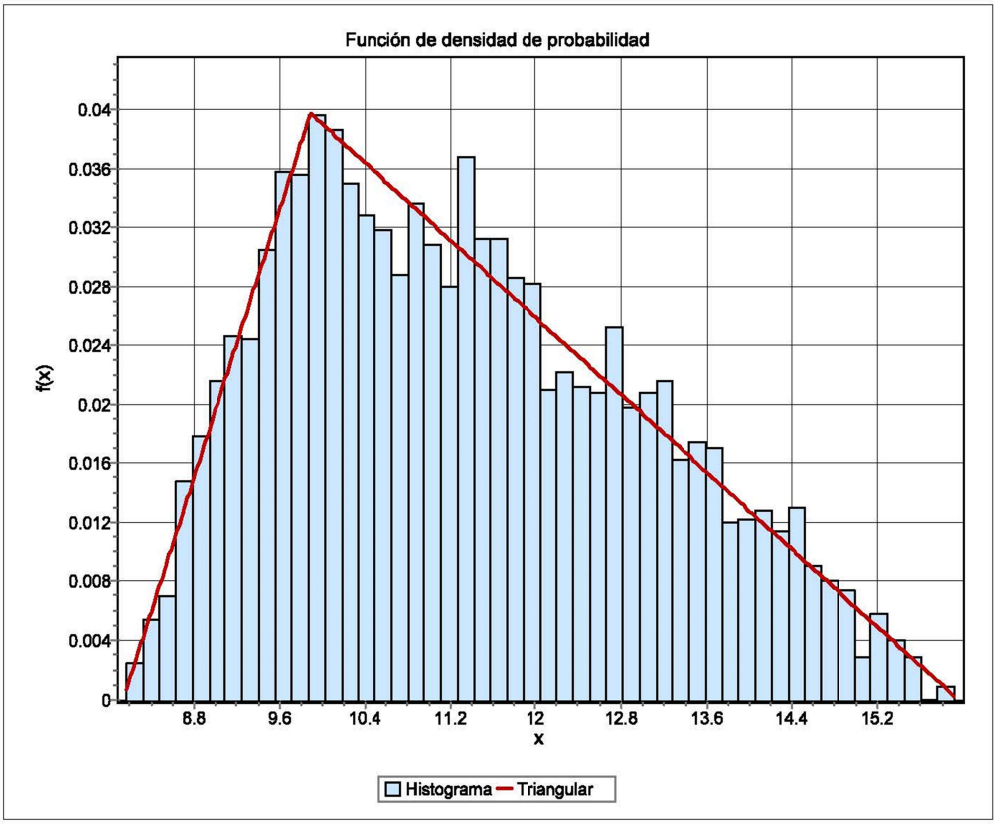
ESTUDIO COMPARATIVO DE LA VARIABILIDAD DEL HIDROGRAMA DE VERTIDO EN FUNCIÓN DE LA CARGA DE AGUA MOVILIZABLE (Hw)
APLICACIÓN FÓRMULAS
F08-MLM84-GUIA-VTG

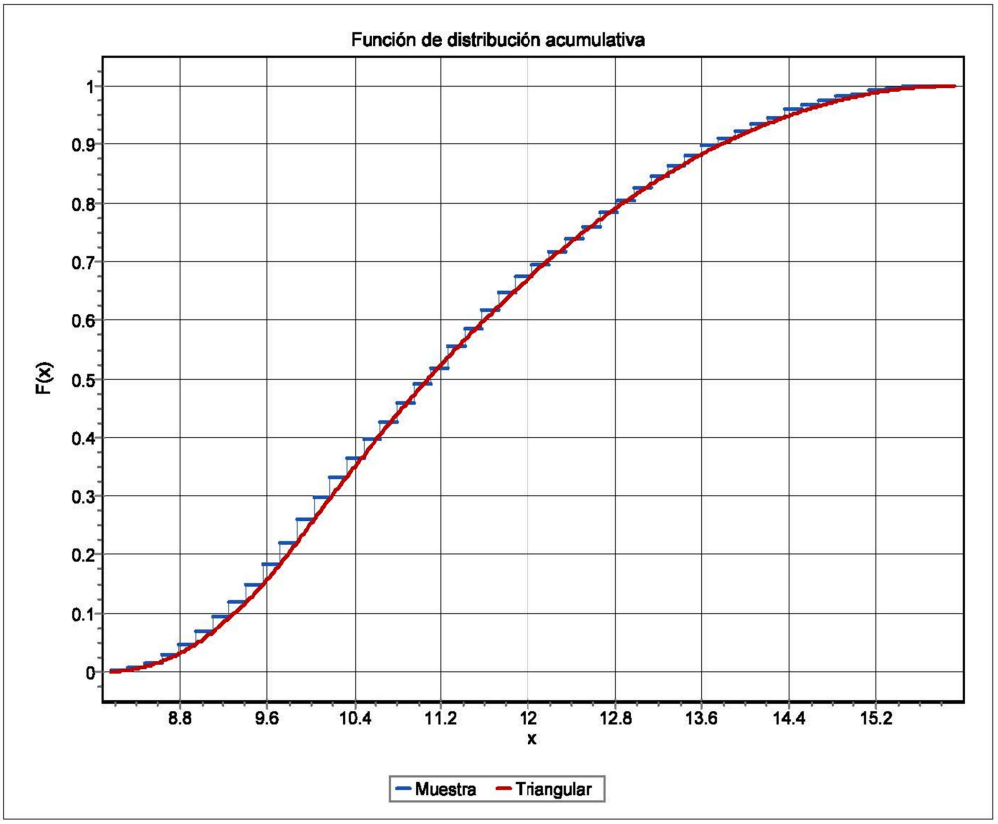


Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 05

M. DE MONTECARLO (FONDO DE BRECHA) ANÁLISIS ESTADISTICO RESULTADOS (Hw=07.50 m.) AJUSTE DE LA FUNCIÓN DE DISTRIBUCIÓN. FUNCIÓN DE DENSIDAD Y FUNCIÓN DE DISTRIBUCIÓN ACUMULATIVA

En el eje de abcisas se representa la variabilidad de la cota del fondo de brecha, considerando la cota +10.00 la solera interior de la balsa.

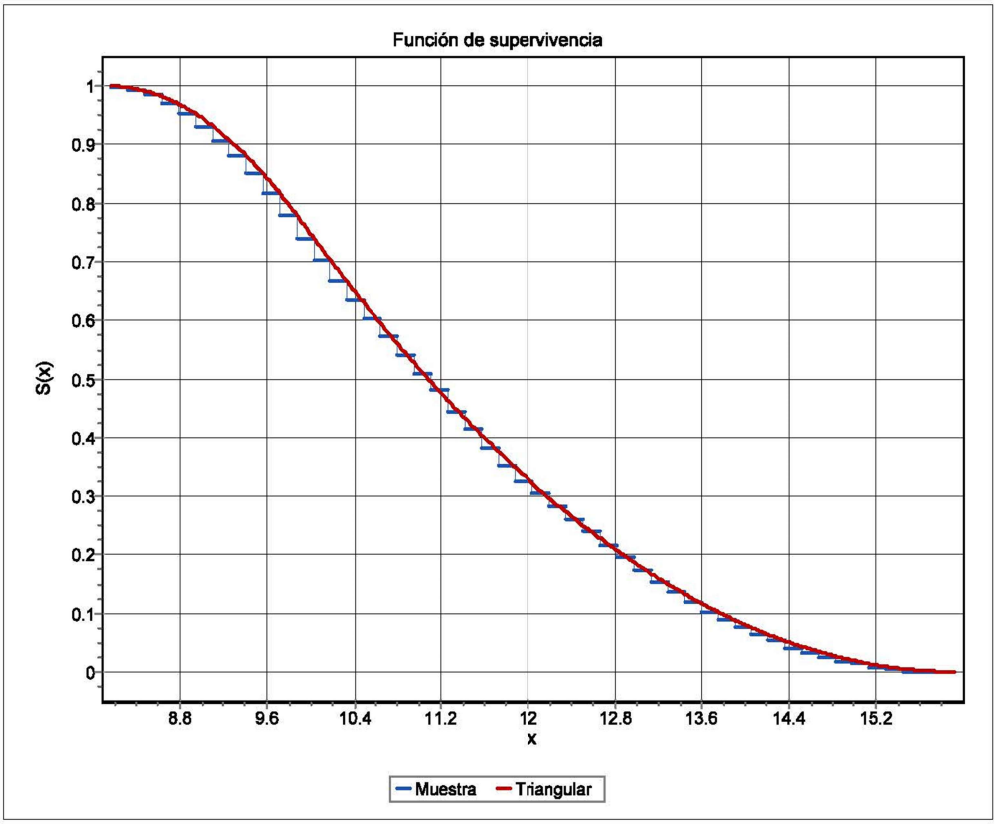


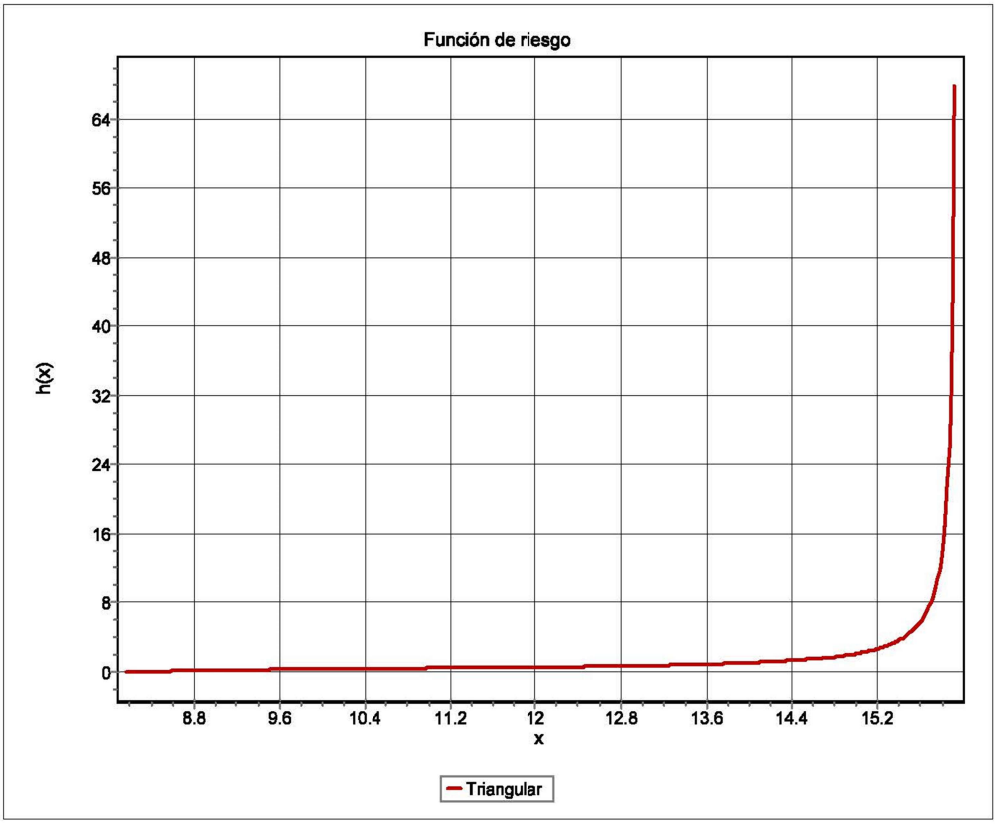


Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 05

M. DE MONTECARLO (FONDO DE BRECHA) ANÁLISIS ESTADISTICO RESULTADOS (Hw=07.50 m.) AJUSTE DE LA FUNCIÓN DE DISTRIBUCIÓN. FUNCIÓN DE SUPERVIVENCIA Y FUNCIÓN DE RIESGO

En el eje de abcisas se representa la variabilidad de la cota del fondo de brecha, considerando la cota +10.00 la solera interior de la balsa.

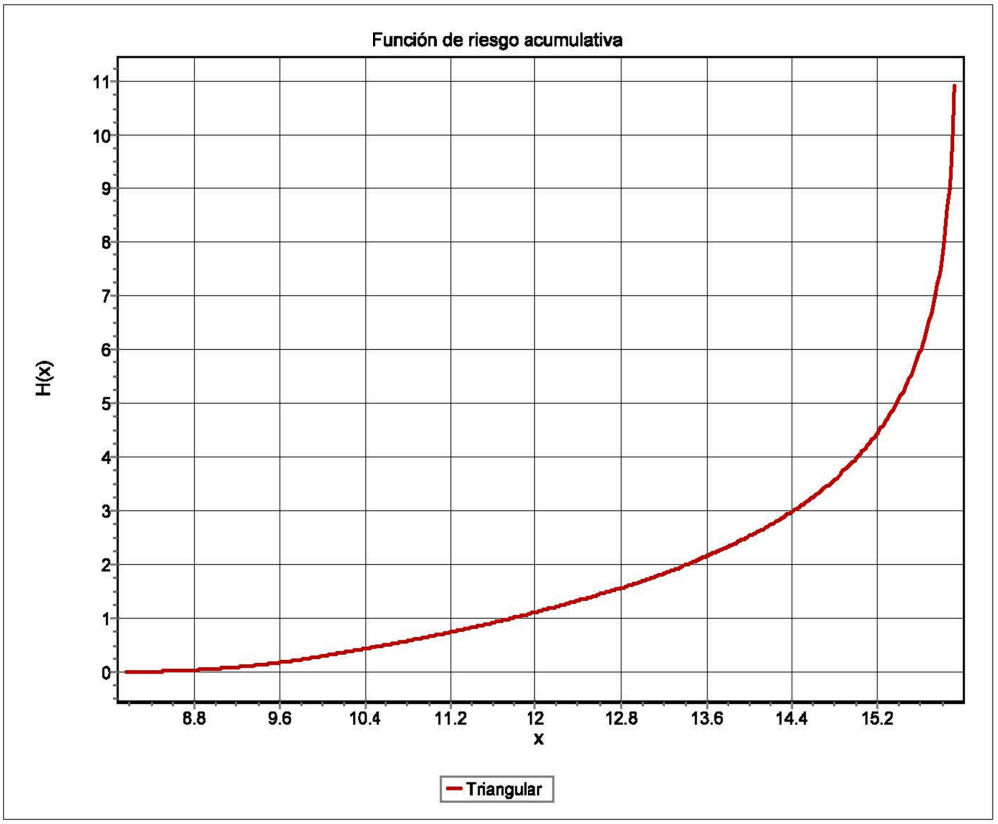


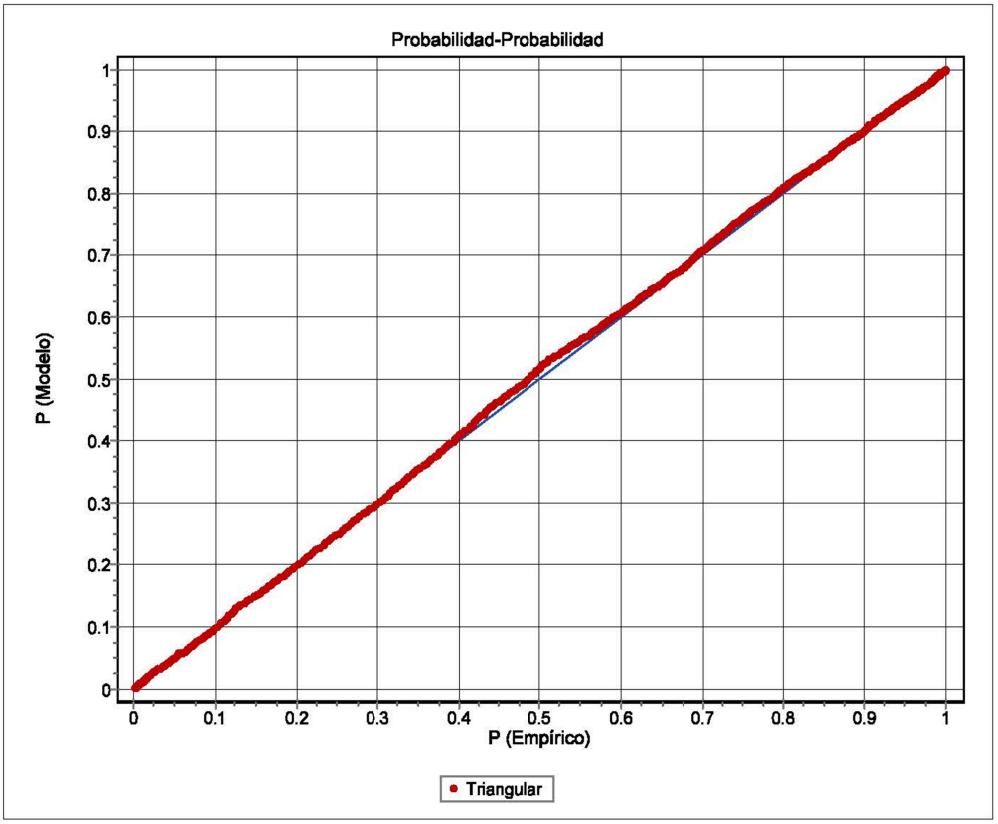


Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 05

M. DE MONTECARLO (FONDO DE BRECHA) ANÁLISIS ESTADISTICO RESULTADOS (Hw=07.50 m.) AJUSTE DE LA FUNCIÓN DE DISTRIBUCIÓN. FUNCIÓN DE RIESGO ACUMULATIVA Y GRÁFICO P-P

En el eje de abcisas se representa la variabilidad de la cota del fondo de brecha, considerando la cota +10.00 la solera interior de la balsa.

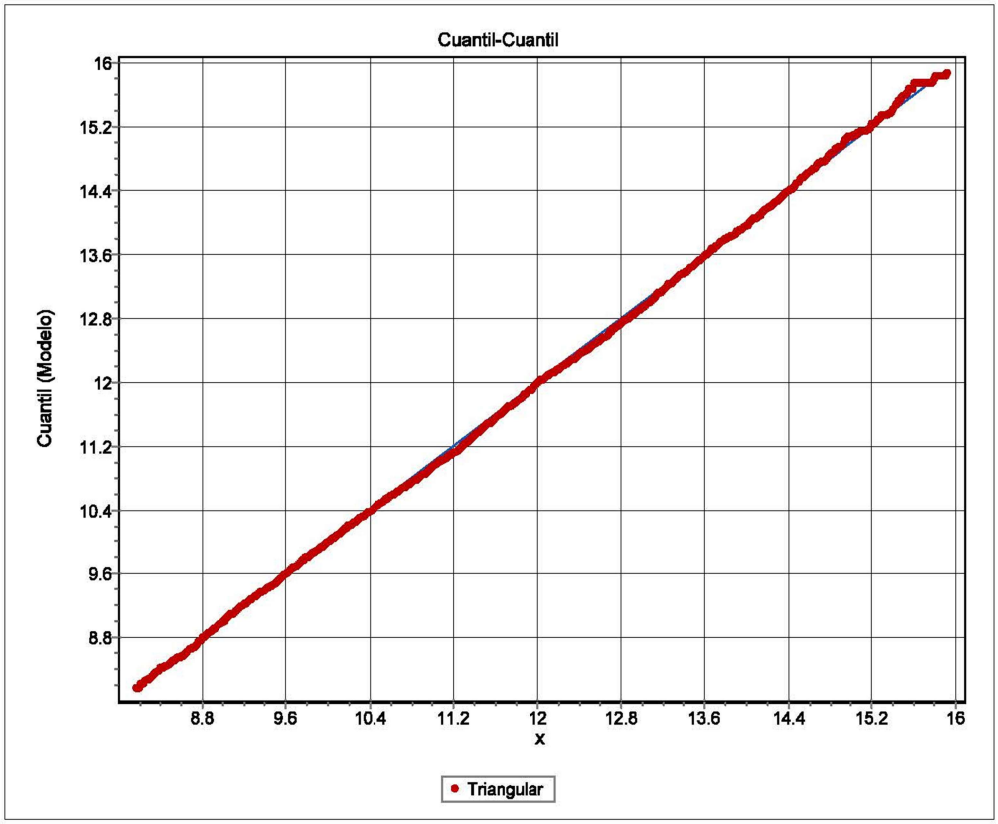


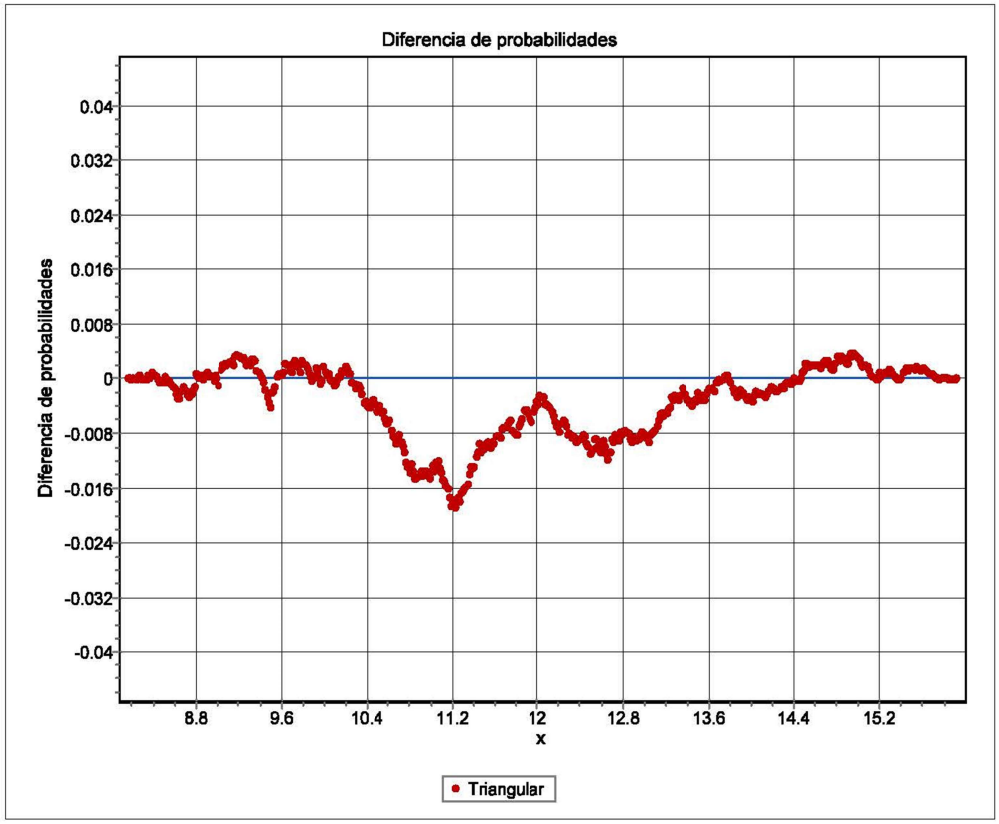


Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 05

M. DE MONTECARLO (FONDO DE BRECHA) ANÁLISIS ESTADISTICO RESULTADOS (Hw=07.50 m.) AJUSTE DE LA FUNCIÓN DE DISTRIBUCIÓN. GRÁFICO Q-Q Y DIFERENCIA DE PROBABILIDADES

En el eje de abcisas se representa la variabilidad de la cota del fondo de brecha, considerando la cota +10.00 la solera interior de la balsa.

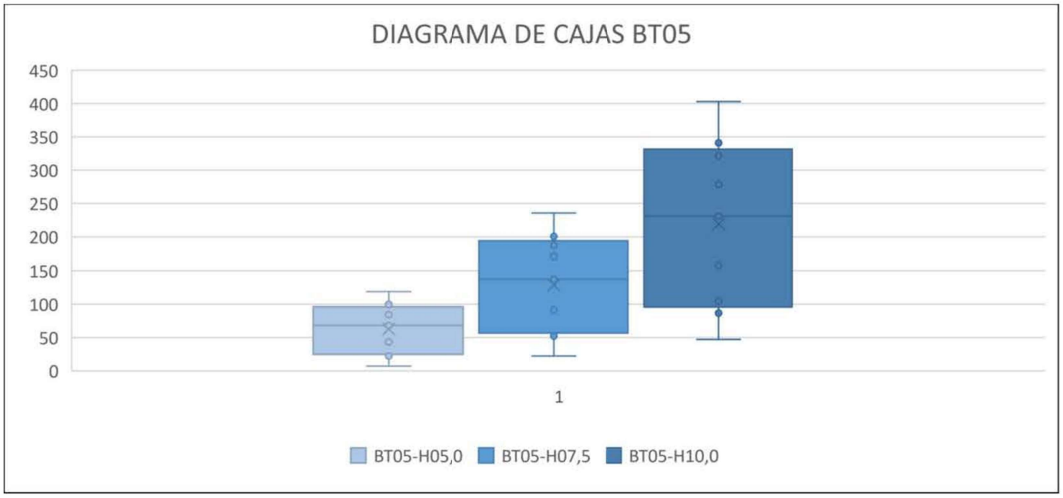


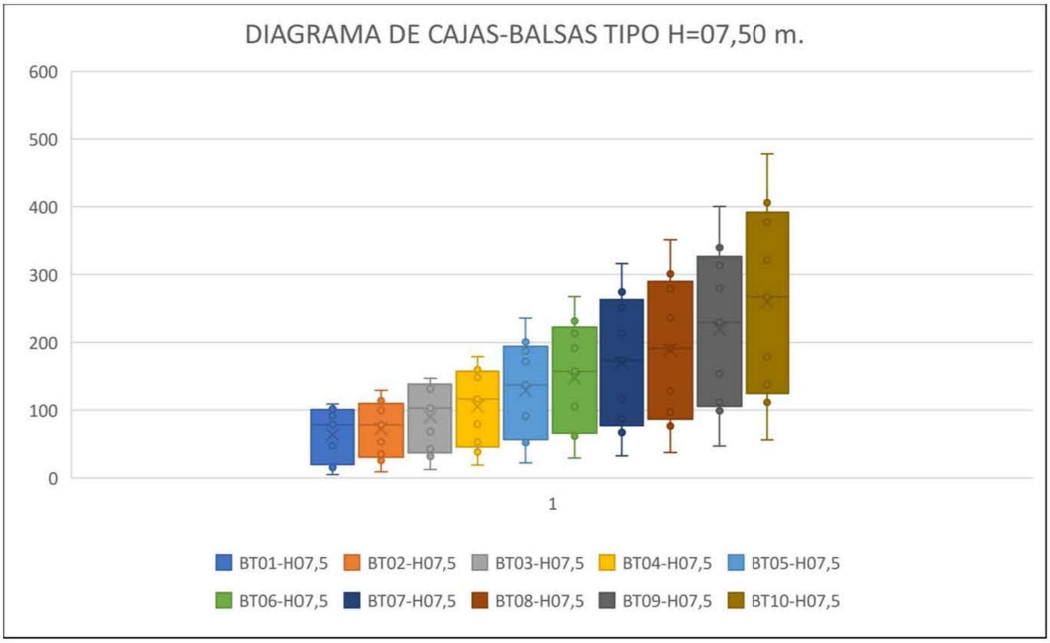


Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 05

M. DE MONTECARLO (CAUDAL MÁXIMO) ANÁLISIS ESTADISTICO RESULTADOS (Hw=07.50 m.) ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA. DIAGRAMAS DE CAJAS

CAUDALES MÁXIMOS (M. MONTECARLO) Estadística descriptiva					Parámetros Ajuste	
BALSA	BT05					
ALTURA Hw (m)	7,50					
AJUSTE	WAKEBY					
Estadística	**Valor**	**Percentil %**	**Valor**	**Obs**		
Tamaño de la muestra	5000	1	22,2	Min	α 232,51	
Rango	213,63	5	52,3		β 1,525	
Media	131,63	10	61,1		γ 0,28022	
Varianza	2290,1	25	91,4	Q1	δ 0,81524	
Desviación estándar	47,855	50	137,3	Mediana	ξ 38,036	
Coef, de variación	0,36355	75	171,7	Q3		
Error estándar	0,67678	90	187,5			
Asimetría	-0,23377	95	200,7			
Curtosis	-0,999	99	235,8	Max	I.C.$\bar{X}$ (95%)	1,326

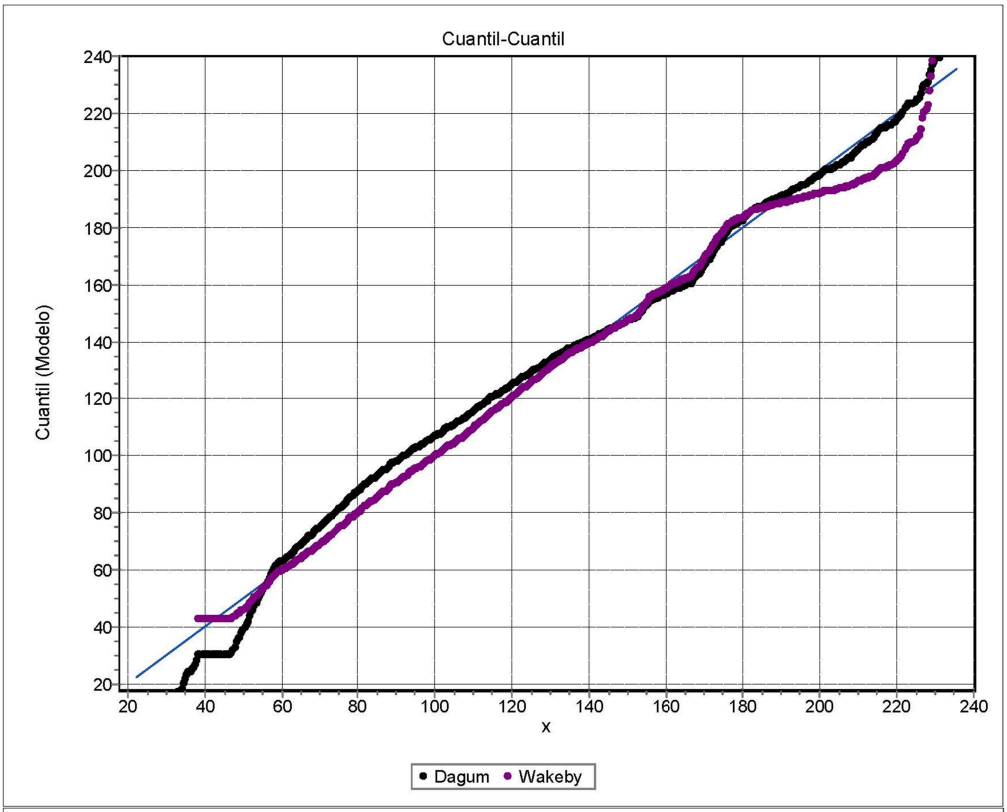


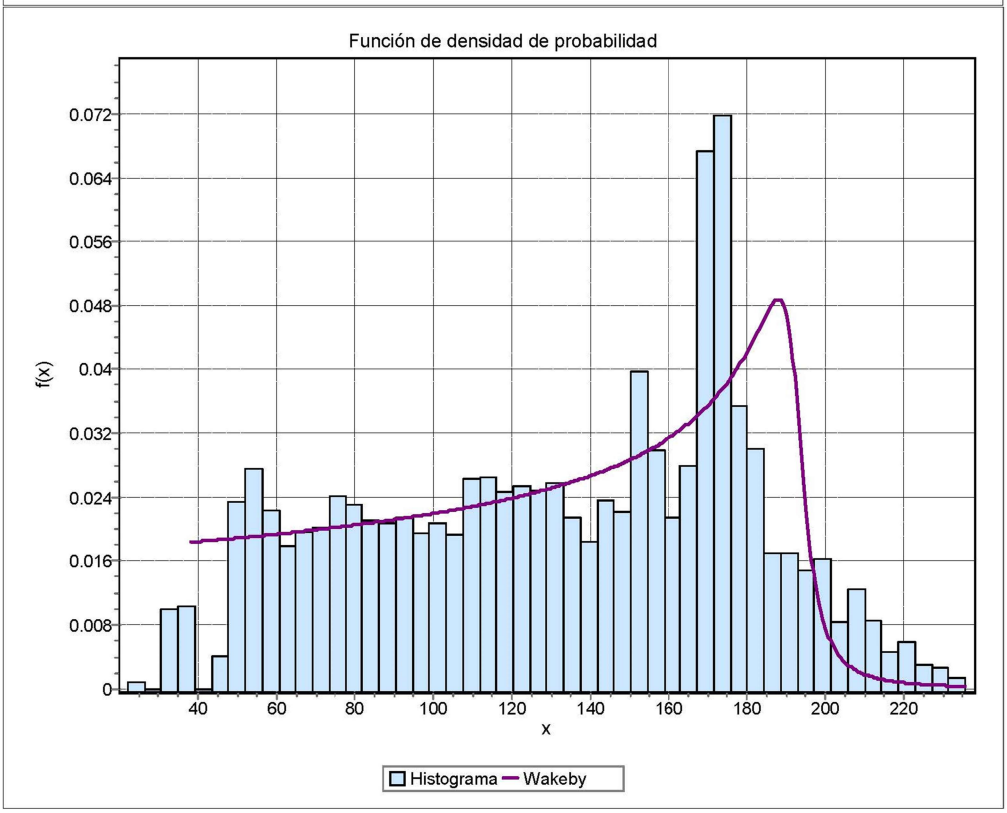


Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 05

M. DE MONTECARLO (CAUDAL MÁXIMO) ANÁLISIS ESTADISTICO RESULTADOS (Hw=07.50 m.) AJUSTE DE LA FUNCIÓN DE DISTRIBUCIÓN. FUNCIÓN DE DENSIDAD Y GRÁFICO Q-Q

En el eje de abscisas se representa la variabilidad de los caudales máximos simulados, a partir del fondo de brecha, y considerando la evolución de su crecimiento atendiendo a la geometría de F08.

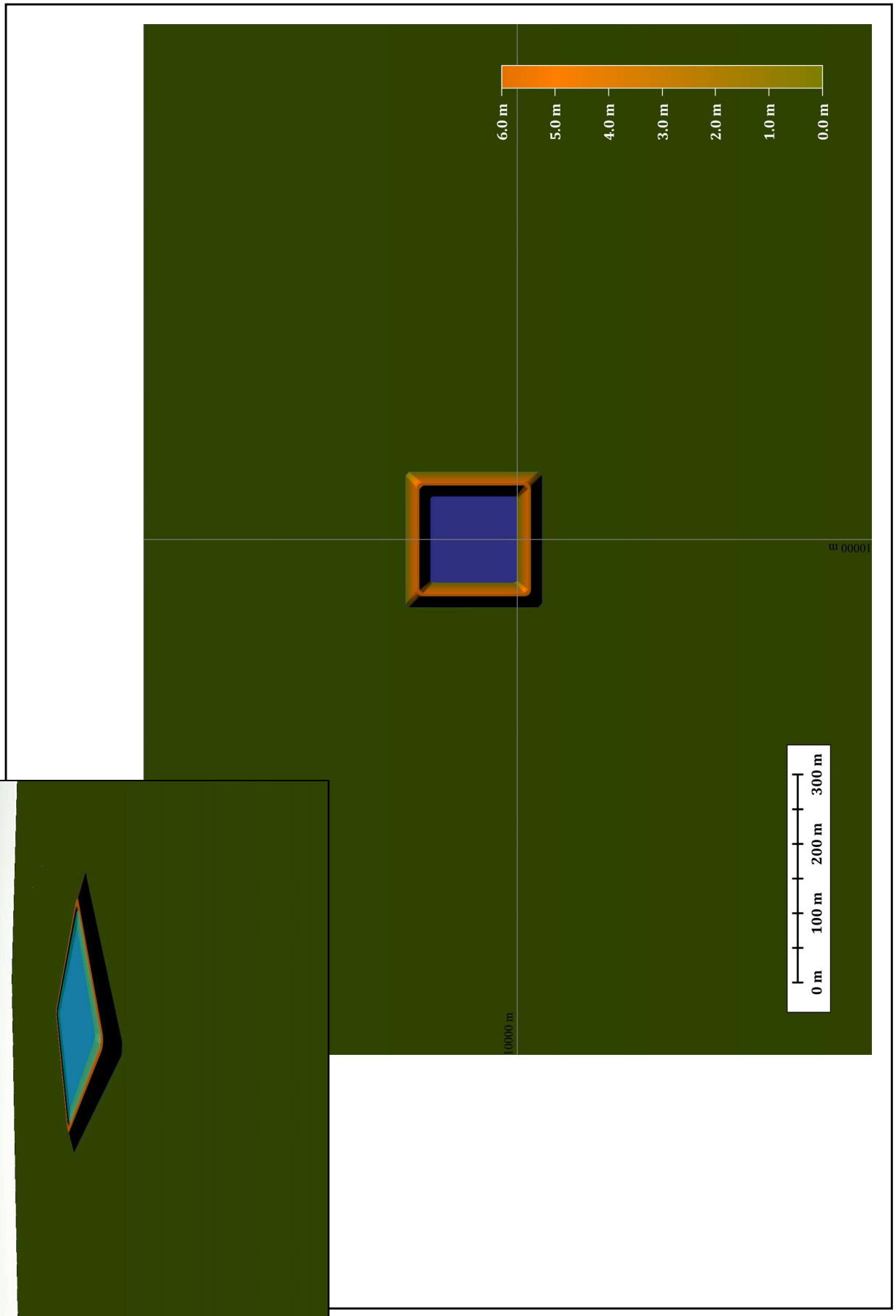




Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 05

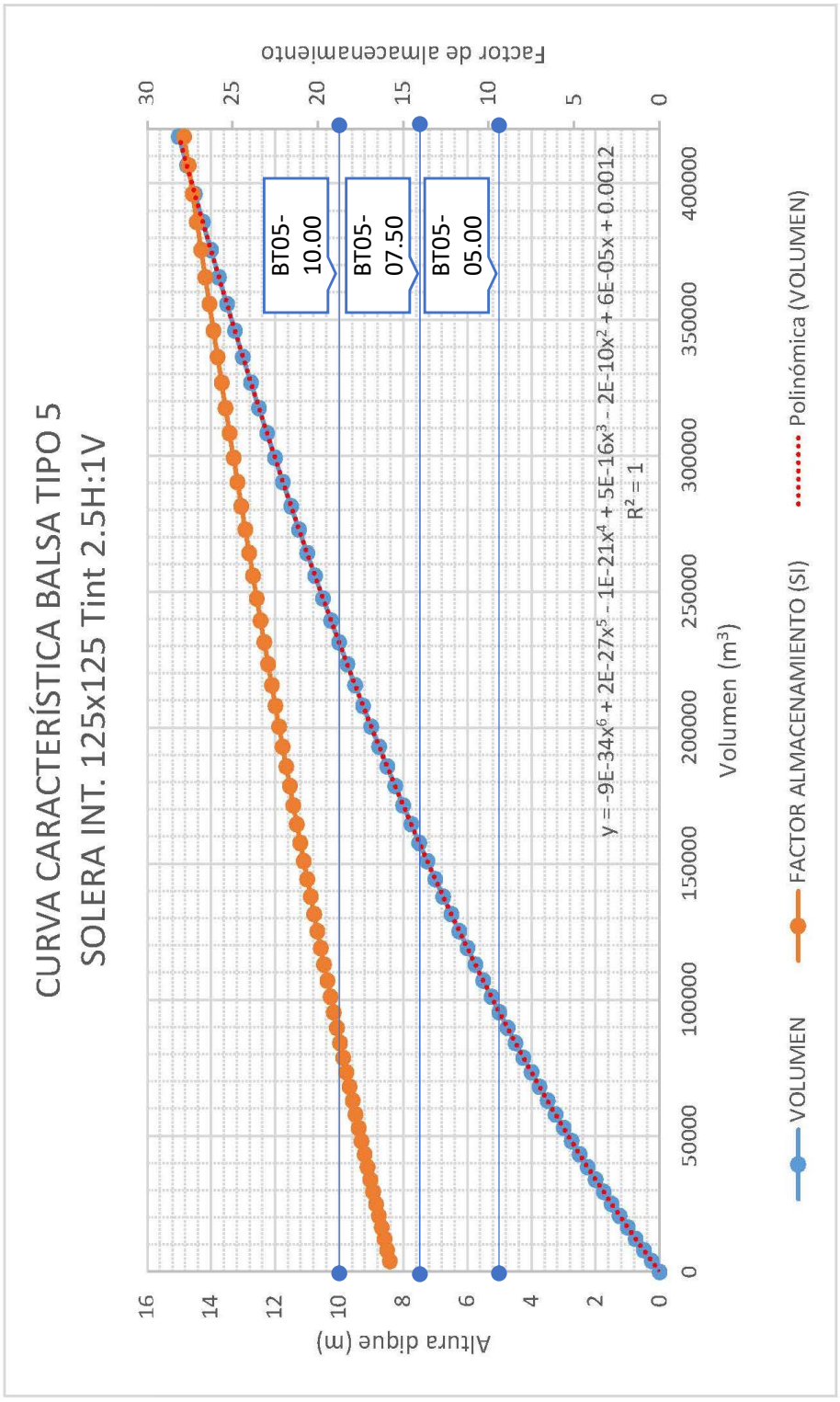
GEOMETRÍA

- ALTURA LÁMINA Hw= 05.0 m.
- RESGUARDO = 1.0 m.
- ANCHO CORONACIÓN= 05.0 m



Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 05

CURVA CARACTERÍSTICA vs FACTOR DE ALMACENAMIENTO



Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 05

ESTIMACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE BRECHA.
H=05,00 m.
ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE FÓRMULAS EMPÍRICAS

ESTIMACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE BRECHA

PROYECTO:	BALSAS TIPO										
SECTOR:	5										
ALTURA	5										
CARACTERÍSTICA*		MÉTODO		FROEHLICH 95a			FROEHLICH 08		GUÍA TÉCNICA	MACDONALD & LANGRIDGE-MONOPOLIS 84	VTG
MODO DE FALLO (S=SIFONAMIENTO;D=DESBORDAMIENTO)		Mf		S	D		S	D	S	S	S
CARGA DE AGUA MOVILIZABLE		Hw	m	5	5		5	5	5	5	5
VOLUMEN ALMACENADO EN Hw EN EL COLAPSO		Vw	m3	95312,5	95312,5		95312,5	95312,5	95312,5	95312,5	95312,5
SUPERFICIE OCUPADA EN Hw		As	m2	22500	22500		22500	22500	22500	22500	22500
RESGUARDO		r	m	1	1		1	1	1	1	1
ALTURA DE BRECHA COMPLETA		Hb	m	6	6		6	6	6	6	6
FACTOR CORRECTOR POR MODO DE FALLO		Ko	-	1	1,4		1	1,3			
TALUD DE LA BRECHA		Zb	Z(H):1(V)	0,9	1,4		0,7	1	1	0,5	1
**	TALUD DEL DIQUE AGUAS ARRIBA	Z_1	Z(H):1(V)							2,5	
	TALUD DEL DIQUE AGUAS ABAJO	Z_2	Z(H):1(V)							2,5	
	SUMA DE TALUDES DEL DIQUE	Z_3	Z_1+Z_2							5	
	ANCHO CORONACIÓN DEL DIQUE	C	m							5	
	VOLUMEN EROSIONABLE DEL DIQUE	Ve	m3							606,9	
TIPOLOGIA DEL DIQUE		Td		Pequeña Presa Clasificable			Pequeña Presa Clasificable		Pequeña Presa Clasificable	Pequeña Presa Clasificable	Pequeña Presa Clasificable
COTA SOLERA BRECHA		Cs	m	10	10		10	10	10	10	10
COTA CORONACIÓN		Cc	m	16	16		16	16	16	16	16
ESTIMACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE LA BRECHA											
***	ANCHO MEDIO	Bavg	m	9,9	13,9		11,37	14,8	17,4	5,8	18,6
	ANCHO EN SOLERA	Bb	m	4,5	5,5		7,2	8,8	11,4	2,8	12,6
	ANCHO EN CORONACIÓN	Bc	m				15,57	20,78	23,39	8,81	24,60
	TIEMPO DE FORMACIÓN	Tf	h	0,2	0,2		0,29	0,3	0,247	0,184	0,075
	FACTOR DE ALMACENAMIENTO	Sl	-	19,1	19,1		19,1	19,1	19,1	19,1	19,1
ESTIMACIÓN DEL CAUDAL PUNTA FROEHLIC 95b											
CAUDAL MÁXIMO PREVISTO		Qp	m3/s	131,45	131,45		131,45	131,45	131,45	131,45	131,45

Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 05

ESTIMACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE BRECHA. H=05,00 m. ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE FÓRMULAS EMPÍRICAS. VALIDACIÓN DE RESULTADOS

ESTIMACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE BRECHA

PROYECTO:	**BALSAS TIPO**
SECTOR:	**5**
ALTURA	**5**

ANÁLISIS Y VALIDACIÓN DE RESULTADOS

Dada la importancia del tiempo de formación de la brecha en la generación del pico del hidrograma, es relevante poder validar los resultados. Para ello utilizaremos un estimador de la progresión de la erosión. Se considera adecuado aquel que define un desarrollo lineal, por lo que se utilizará la razón de erosión (ER) definida por la relación entre el ancho medio de brecha y el tiempo de formación. Diversos autores han indicado los intervalos de fiabilidad relacionando dicho parámetro con la altura de agua movilizable, (Hw), quedando estos entre 1.6 y 21. Por otro lado, el agua almacenada puede condicionar el desarrollo completo de la brecha, por lo que se apunta como indicador de la validez de los resultados, la relación entre el ancho medio respecto de la altura de brecha (Bavg/Hb). En este caso si el indicador ofrece un valor inferior a 0.6, no se puede afirmar que se complete la brecha, quedando como apertura una geometría cuadrangular de ancho D.

COMPROBACIÓN DEL DESARROLLO DE BRECHA (completa vs parcial) Se considera desarrollada si (Bavg/Hb)>0.60	(Bavg/Hb)	1,66	2,32	1,90	2,46	2,90	0,97	3,10
RAZÓN DE EROSIÓN (ER)	(Bavg/Tf)	45,05	63,07	39,42	51,25	70,42	31,48	24,60
COMPROBACIÓN DEL PROGRESO DE LA BRECHA (lineal vs no lineal) Se puede considerar razonable la ratio de erosión si 1.6<(ER/Hw)<21	(ER/Hw)	9,01	12,61	7,88	10,25	14,08	6,30	4,92
COMPROBACIÓN BOWLES T de formación (h) Si tiempo de formación de brecha es menor que la comprobación de Bowles se adopta	T=2*Vw/Qp	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
RAZÓN DE TIEMPOS (Tbowles/Tf)		1,83	1,83	1,40	1,40	1,63	2,18	5,37

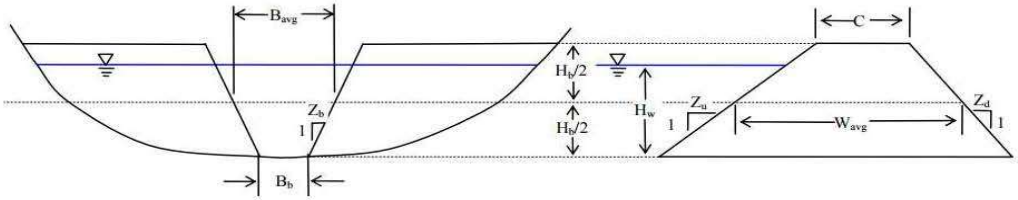
* *DIQUE DE CIERRE DE MATERIALES SUELTOS HOMOGÉNEO, ASUMIENDO MÁXIMO ALMACENAMIENTO EN LA FASE DE COLAPSO*

** *A utlizar en el método de MACDONALD & LANGRIDGE-MONOPOLIS 84 (MLM84)*

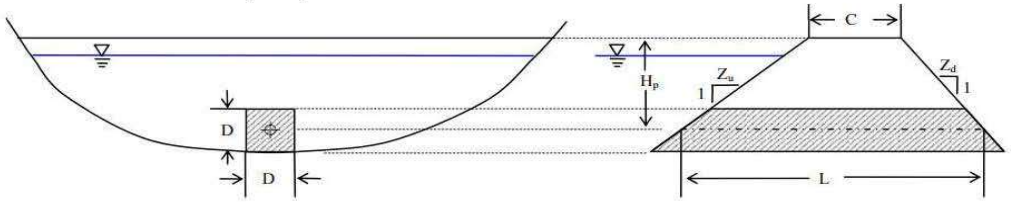
*** *Wb en el método de MACDONALD & LANGRIDGE-MONOPOLIS 84 (MLM84)*

ESQUEMAS

Variables de formación de la brecha completa



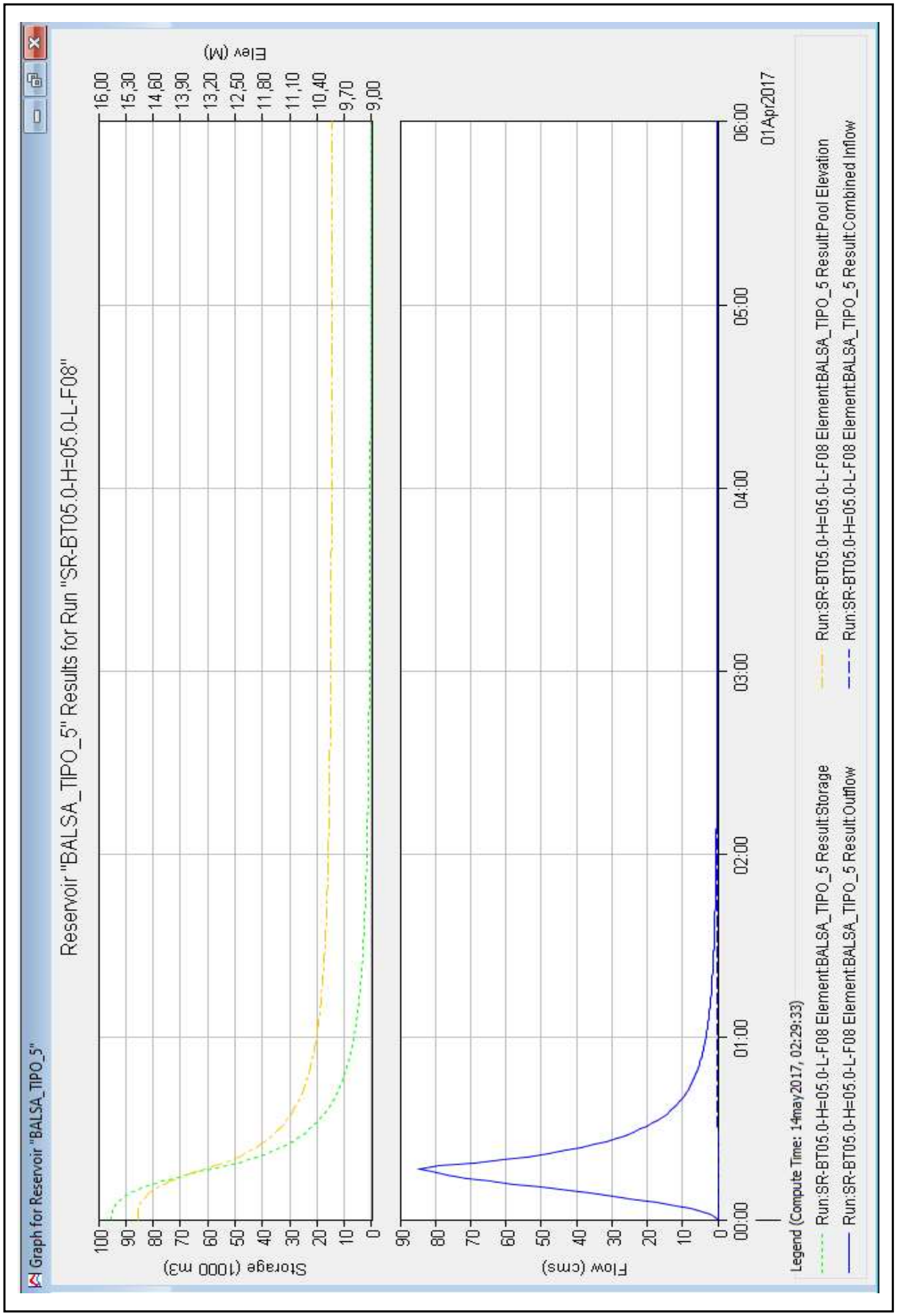
Variables de formación de la brecha incompleta



Fuente: GUIDELINES FOR DAM BREACH ANALYSIS, STATE OF COLORADO-DEPARTMENT OF NATURAL RESOURCES-DIVISION OF WATER RESOURCES, 10/02/2010

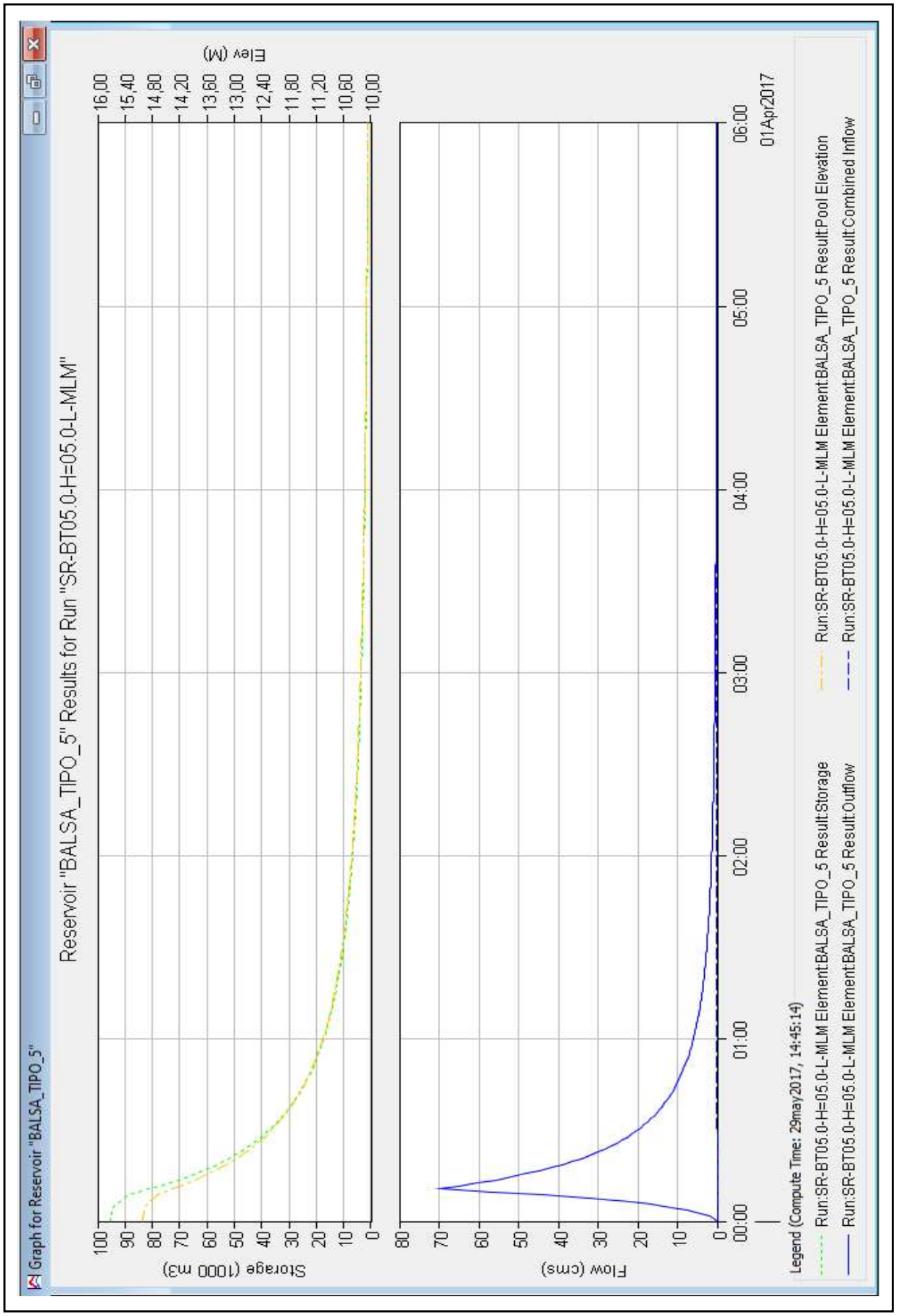
Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 05

HIDROGRAMA DE VERTIDO Y CURVA DE VACIADO PARA H=5.00 m. ESCENARIO (NMN-SOLERA) APLICACIÓN FÓRMULA F08



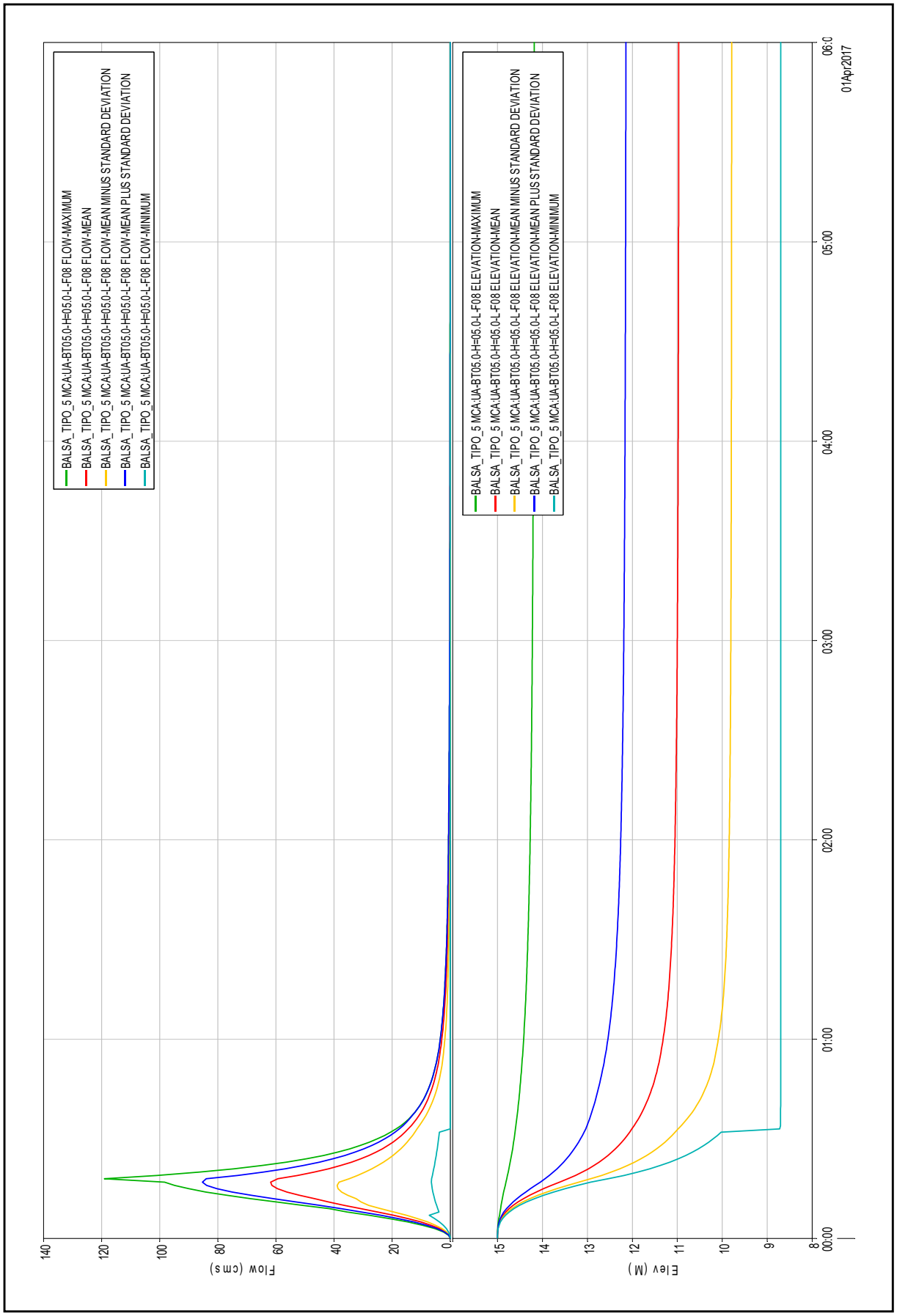
Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 05

HIDROGRAMA DE VERTIDO Y CURVA DE VACIADO PARA H=5.00 m. ESCENARIO (NMN-SOLERA) APLICACIÓN FÓRMULA MLM84



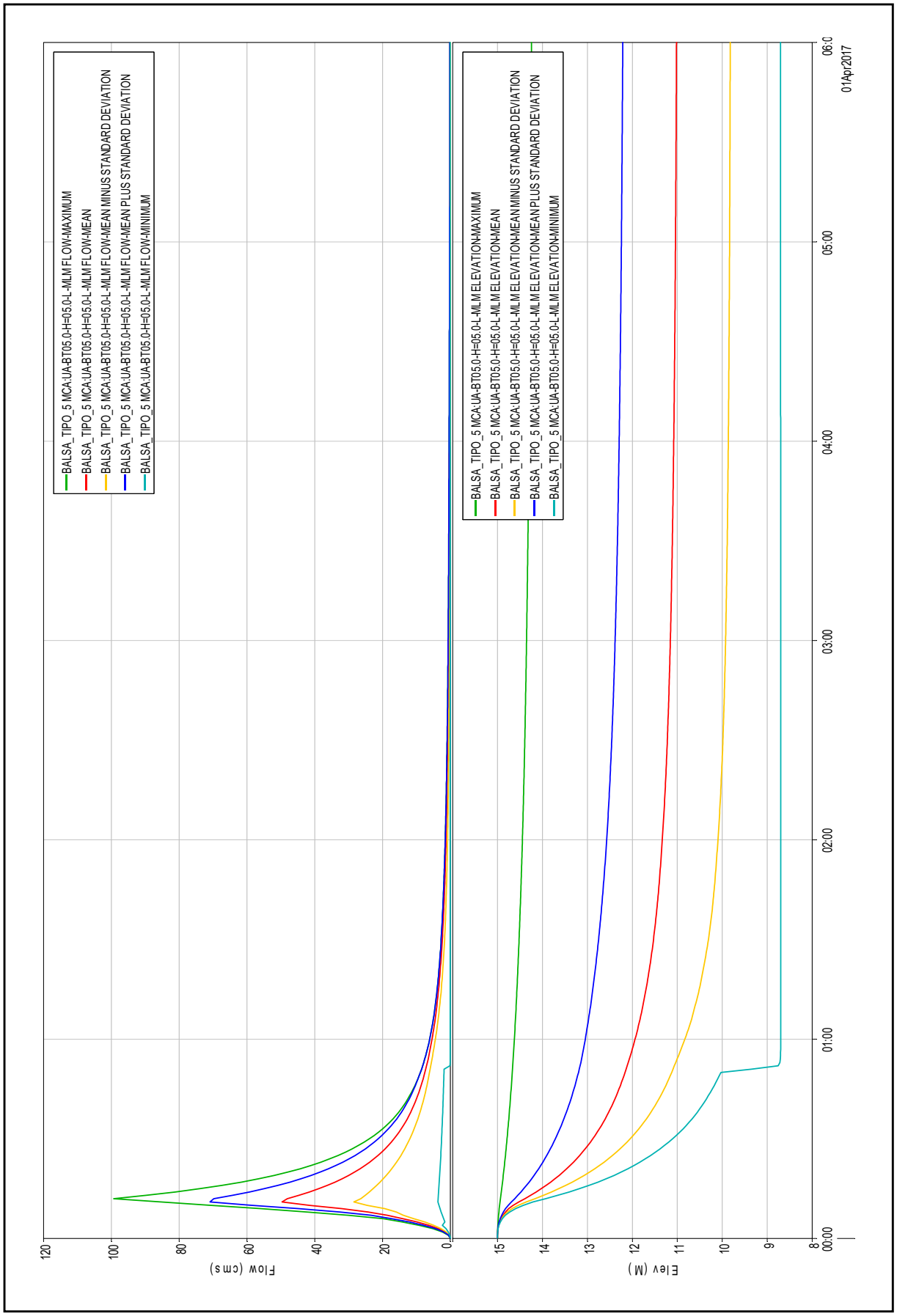
Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 05

APLICACIÓN DEL MÉTODO DE MONTECARLO EN LA CALIBRACIÓN DEL FONDO DE BRECHA (5.000 SIMULACIONES) HIDROGRAMAS DE VERTIDO Y VARIACIÓN DEL NIVEL EMBALSADO. (H=05.00 m.) APLICACIÓN FÓRMULA F08



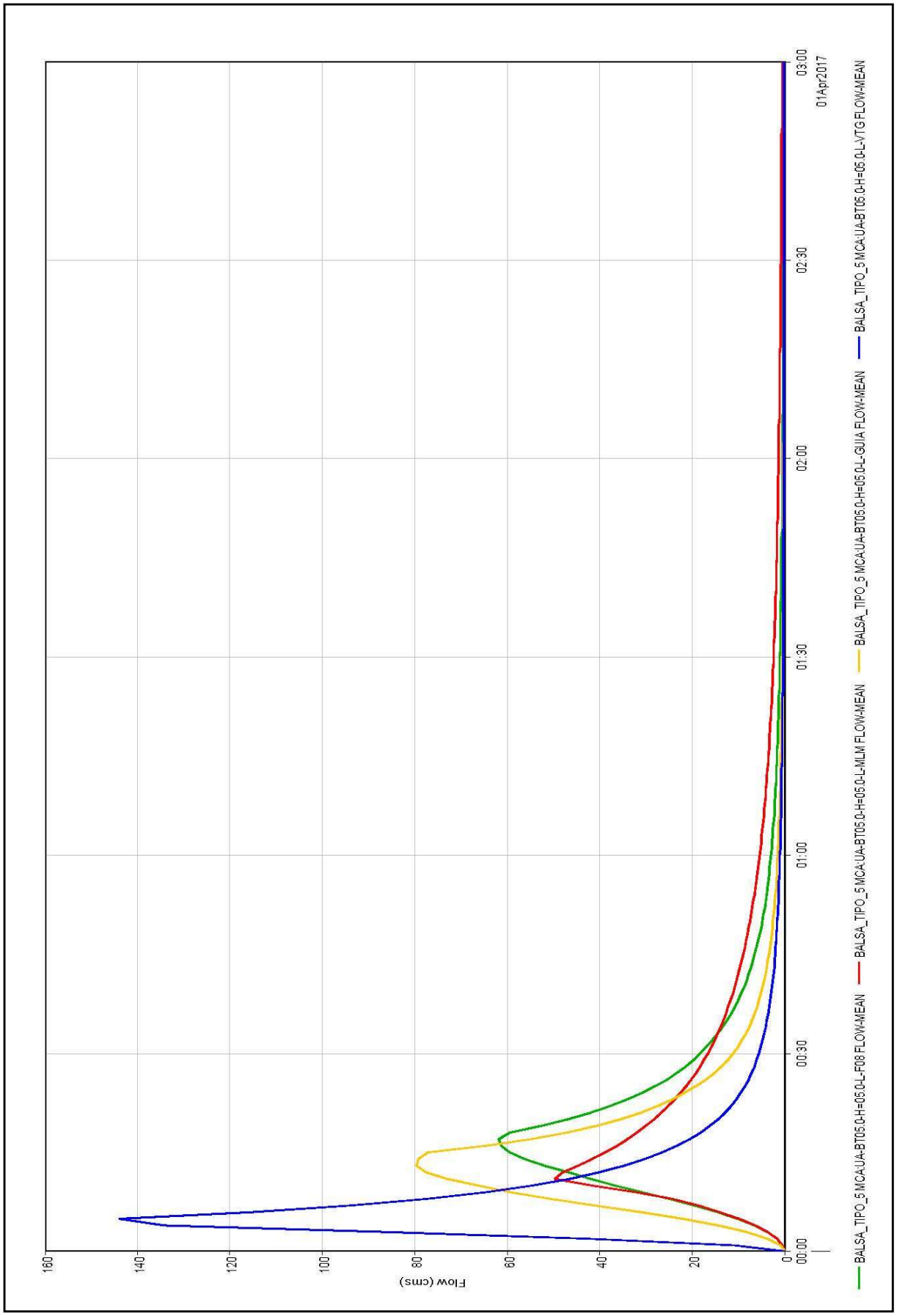
Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 05

APLICACIÓN DEL MÉTODO DE MONTECARLO EN LA CALIBRACIÓN DEL FONDO DE BRECHA (5.000 SIMULACIONES) HIDROGRAMAS DE VERTIDO Y VARIACIÓN DEL NIVEL EMBALSADO. (H=05.00 m.) APLICACIÓN FÓRMULA MLM84



Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 05 (Hw=05.00 m.)

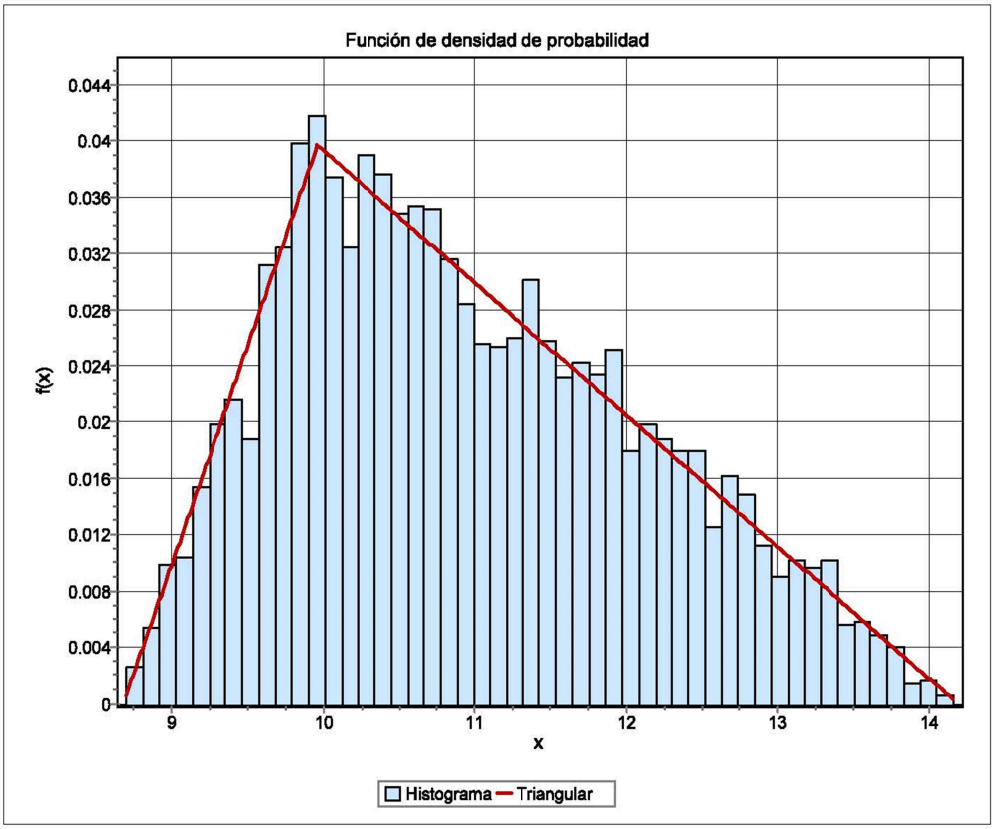
ESTUDIO COMPARATIVO DE LA VARIABILIDAD DEL HIDROGRAMA DE VERTIDO EN FUNCIÓN DE LA CARGA DE AGUA MOVILIZABLE (Hw) APLICACIÓN FÓRMULAS F08-MLM84-GUIA-VTG

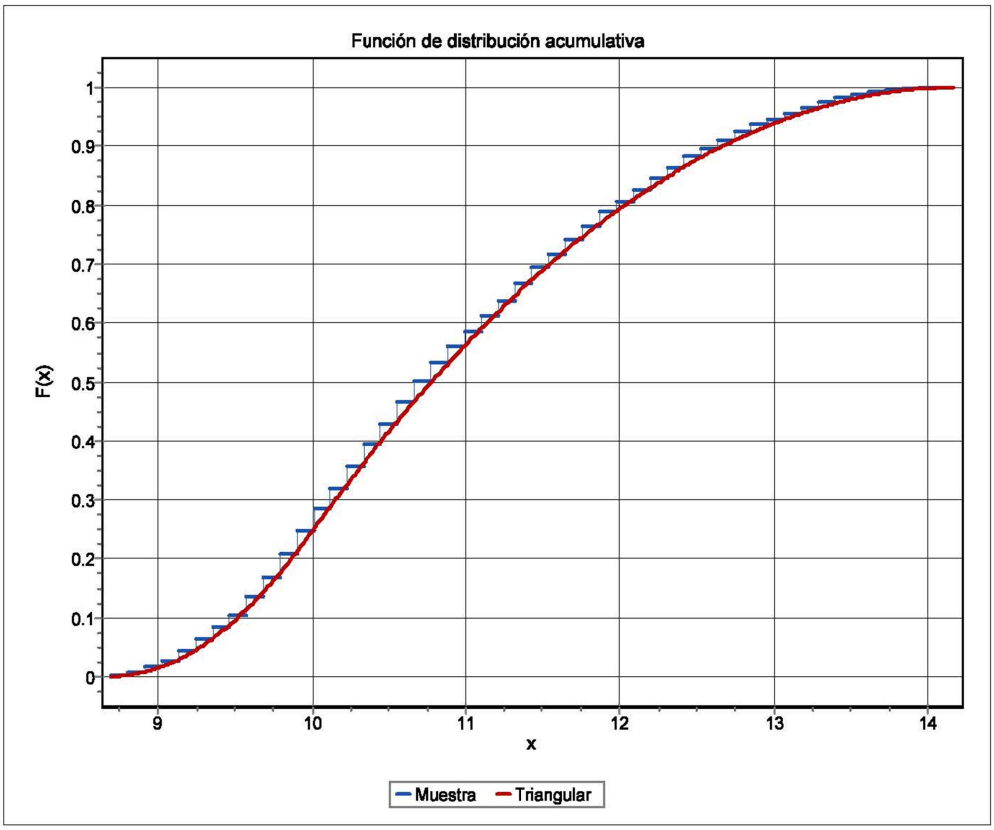


Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 05

M. DE MONTECARLO (FONDO DE BRECHA) ANÁLISIS ESTADISTICO RESULTADOS (Hw=05.00 m.) AJUSTE DE LA FUNCIÓN DE DISTRIBUCIÓN. FUNCIÓN DE DENSIDAD Y FUNCIÓN DE DISTRIBUCIÓN ACUMULATIVA

En el eje de abcisas se representa la variabilidad de la cota del fondo de brecha, considerando la cota +10.00 la solera interior de la balsa.

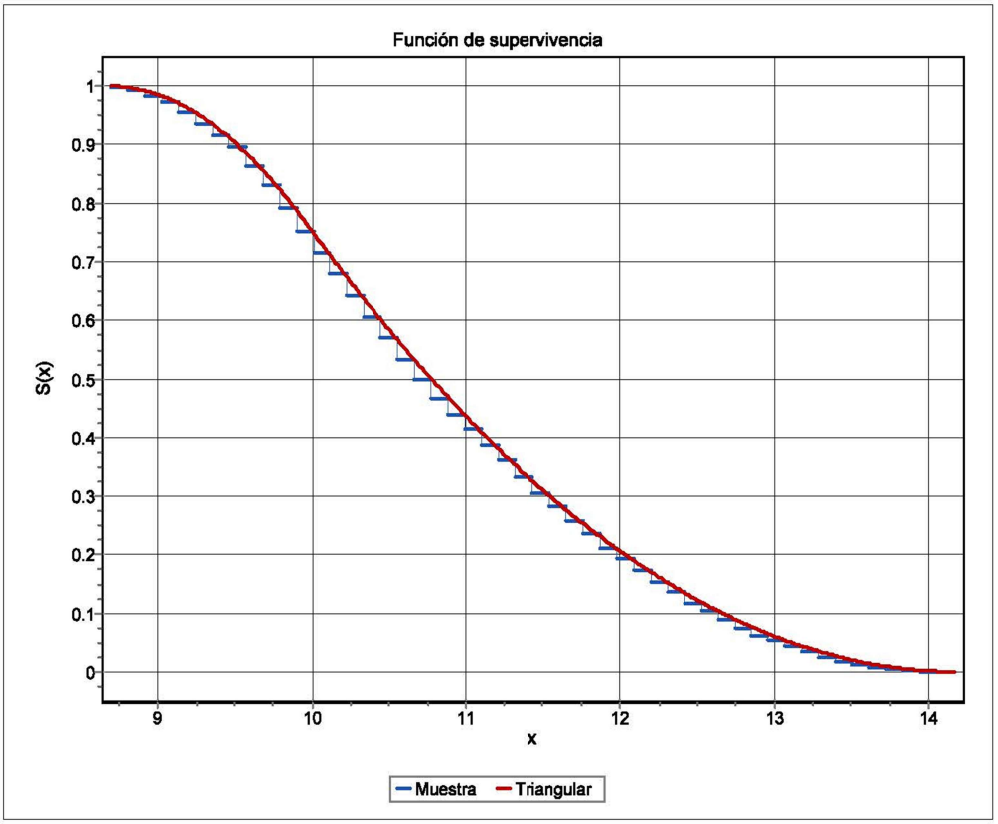


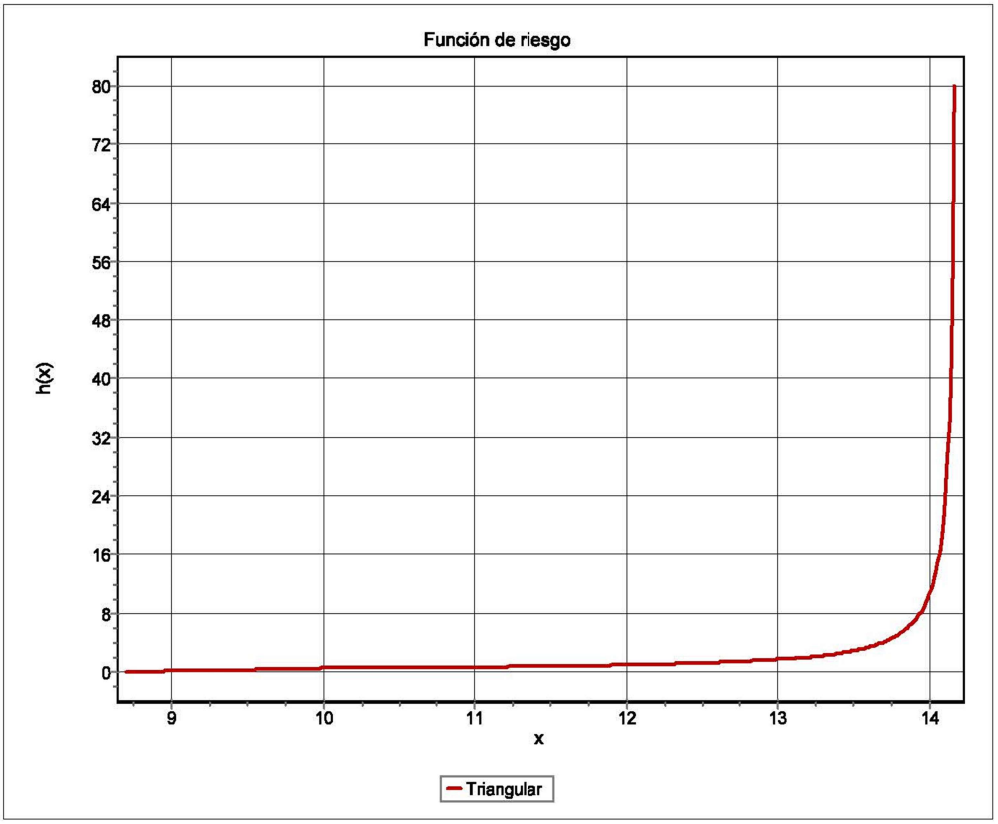


Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 05

M. DE MONTECARLO (FONDO DE BRECHA)
ANÁLISIS ESTADISTICO RESULTADOS
(Hw=05.00 m.)
AJUSTE DE LA FUNCIÓN DE DISTRIBUCIÓN.
FUNCIÓN DE SUPERVIVENCIA Y FUNCIÓN DE RIESGO

En el eje de abcisas se representa la variabilidad de la cota del fondo de brecha, considerando la cota +10.00 la solera interior de la balsa.

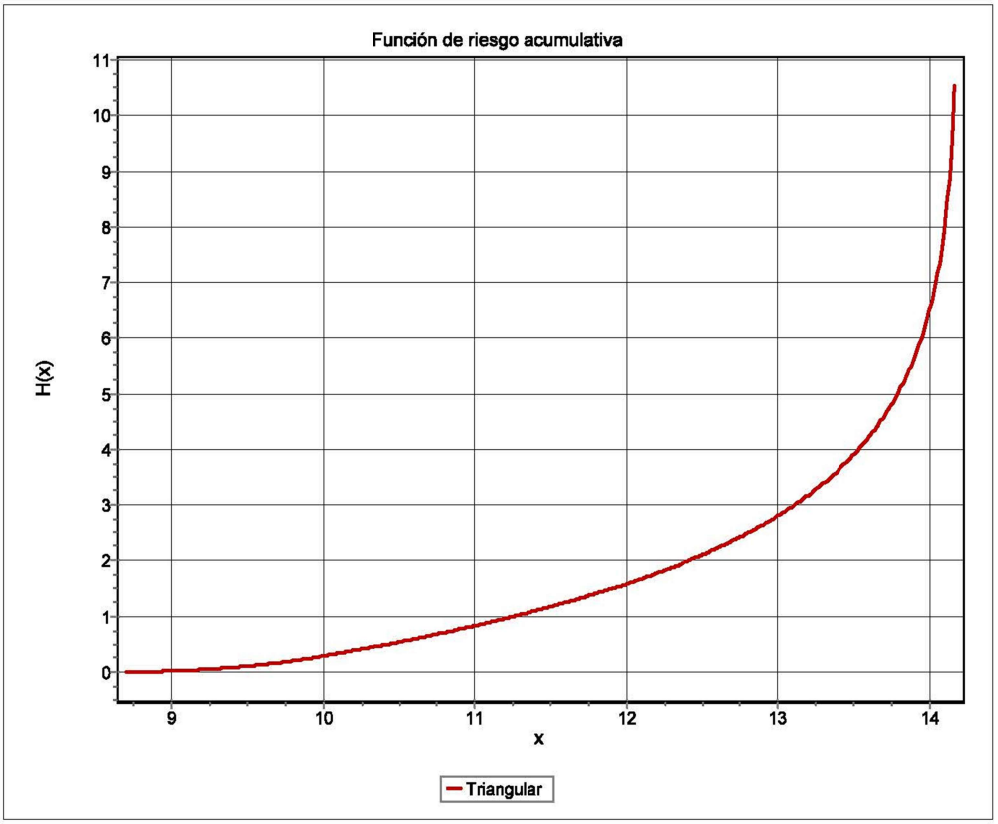


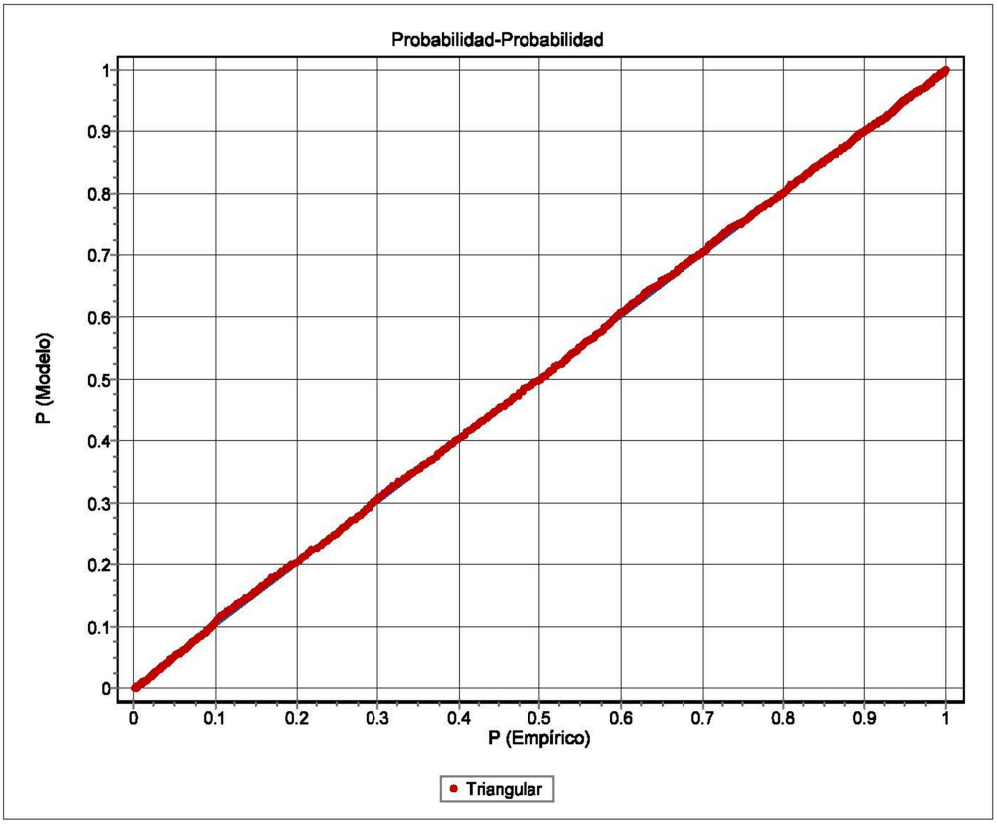


Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 05

M. DE MONTECARLO (FONDO DE BRECHA) ANÁLISIS ESTADISTICO RESULTADOS (Hw=05.00 m.) AJUSTE DE LA FUNCIÓN DE DISTRIBUCIÓN. FUNCIÓN DE RIESGO ACUMULATIVA Y GRÁFICO P-P

En el eje de abcisas se representa la variabilidad de la cota del fondo de brecha, considerando la cota +10.00 la solera interior de la balsa.

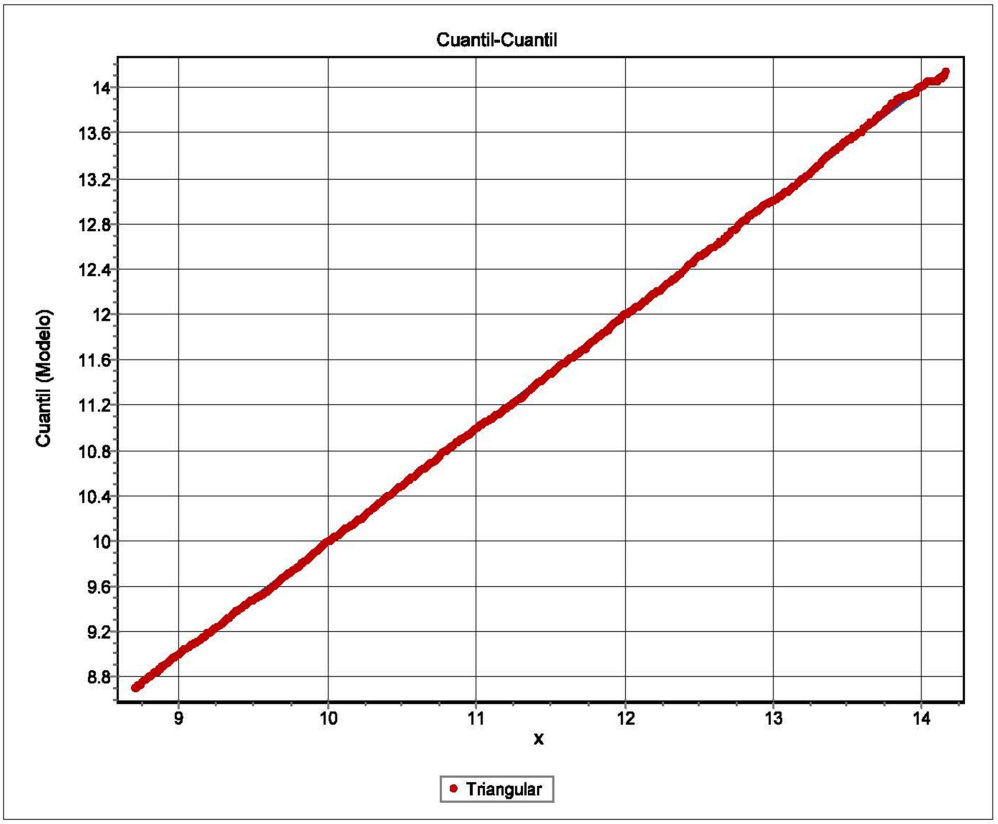


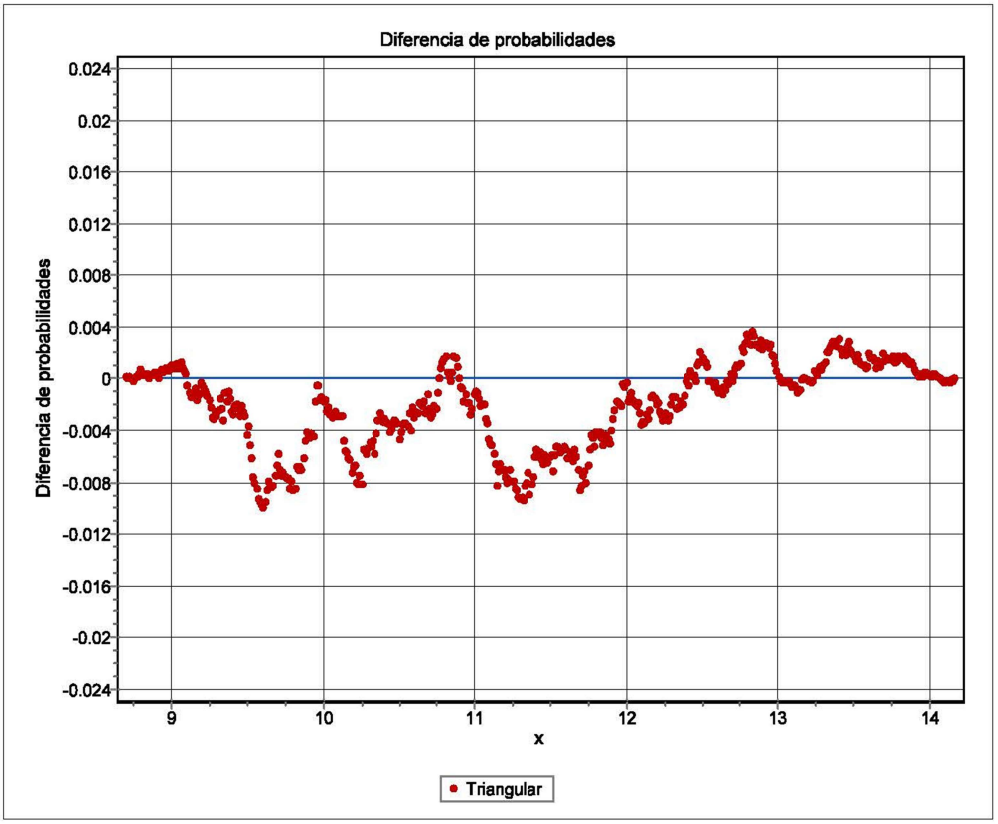


Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 05

M. DE MONTECARLO (FONDO DE BRECHA) ANÁLISIS ESTADISTICO RESULTADOS (Hw=05.00 m.) AJUSTE DE LA FUNCIÓN DE DISTRIBUCIÓN. GRÁFICO Q-Q Y DIFERENCIA DE PROBABILIDADES

En el eje de abcisas se representa la variabilidad de la cota del fondo de brecha, considerando la cota +10.00 la solera interior de la balsa.



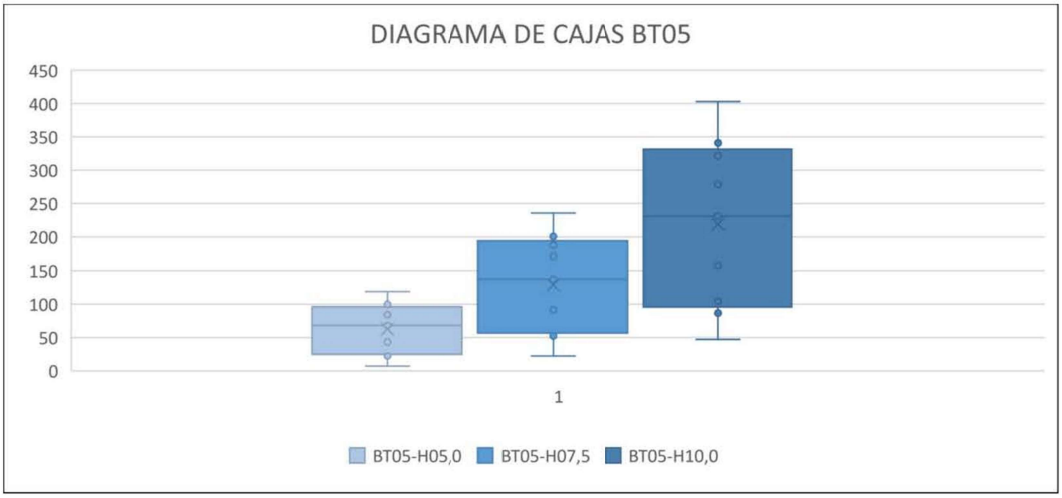


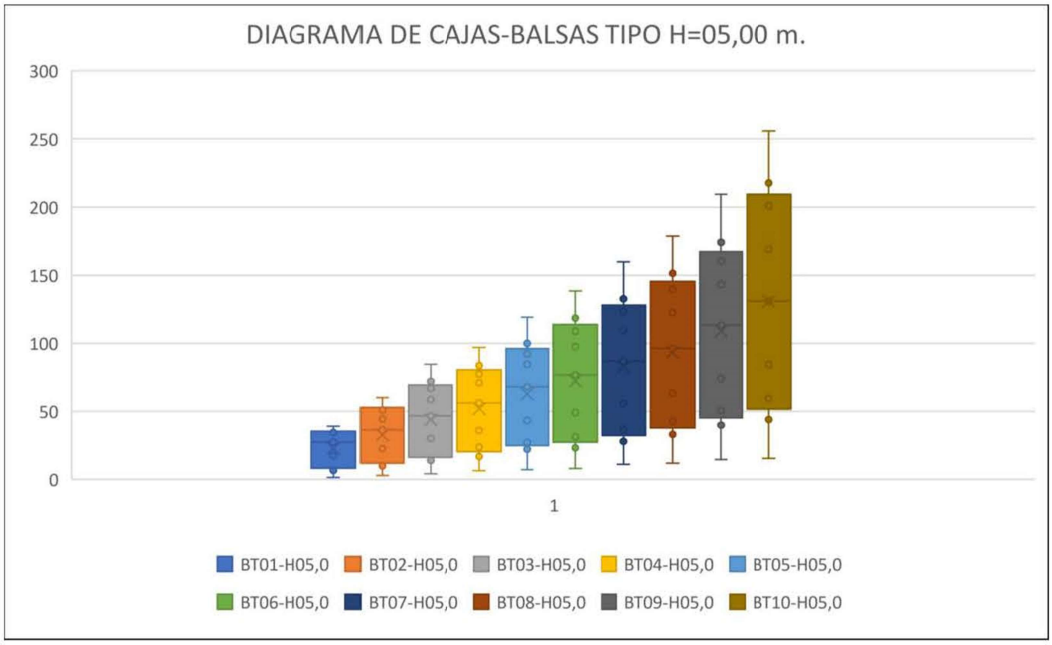
Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 05

M. DE MONTECARLO (CAUDAL MÁXIMO)
ANÁLISIS ESTADISTICO RESULTADOS
(Hw=05.00 m.)
ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA.
DIAGRAMAS DE CAJAS

CAUDALES MÁXIMOS (M. MONTECARLO) Estadística descriptiva					Parámetros Ajuste	
BALSA	BT05					
ALTURA Hw (m)	5,00					
AJUSTE	WAKEBY					
Estadística	**Valor**	**Percentil %**	**Valor**	**Obs**		
Tamaño de la muestra	5000	1	7,3	Min		
Rango	111,8	5	22,3			
Media	63,636	10	27,4			
Varianza	611,99	25	43,4	Q1		
Desviación estándar	24,739	50	68,1	Mediana		
Coef, de variación	0,38875	75	84,4	Q3		
Error estándar	0,34986	90	92,3			
Asimetría	-0,23161	95	99,8			
Curtosis	-0,94126	99	119,1	Max	I.C.$\overline{X}$ (95%)	0,686

α	124,89
β	1,66
γ	0,9581
δ	0,51303
ξ	14,717

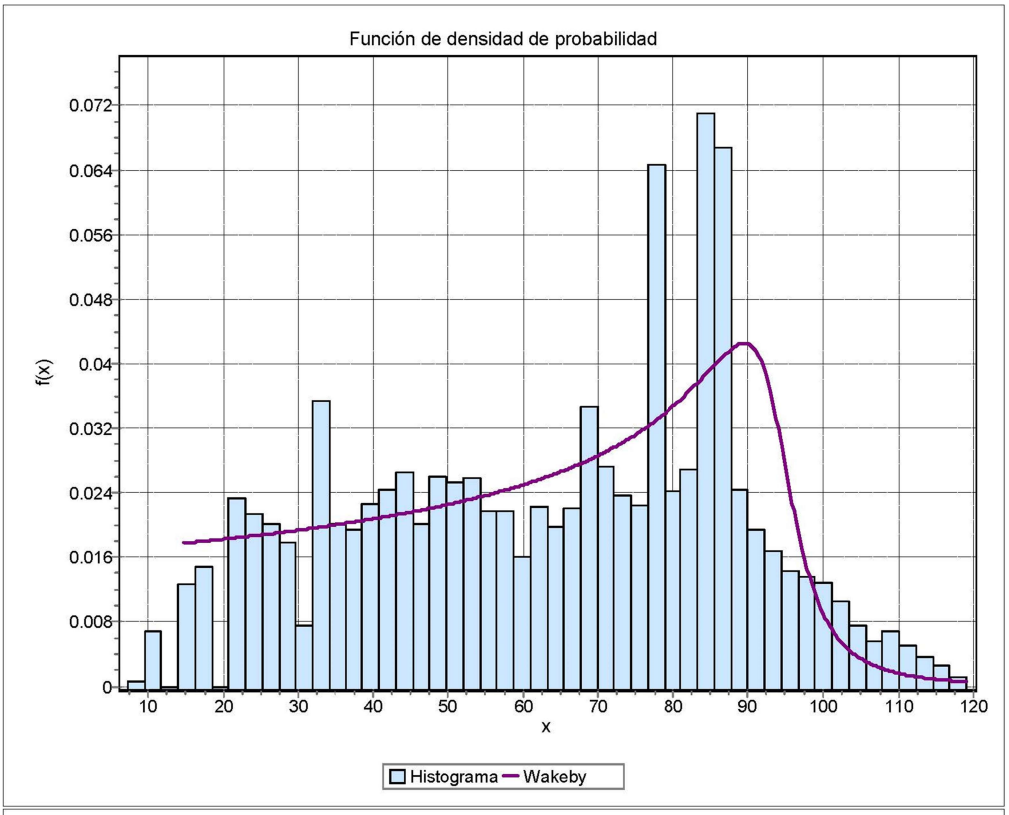


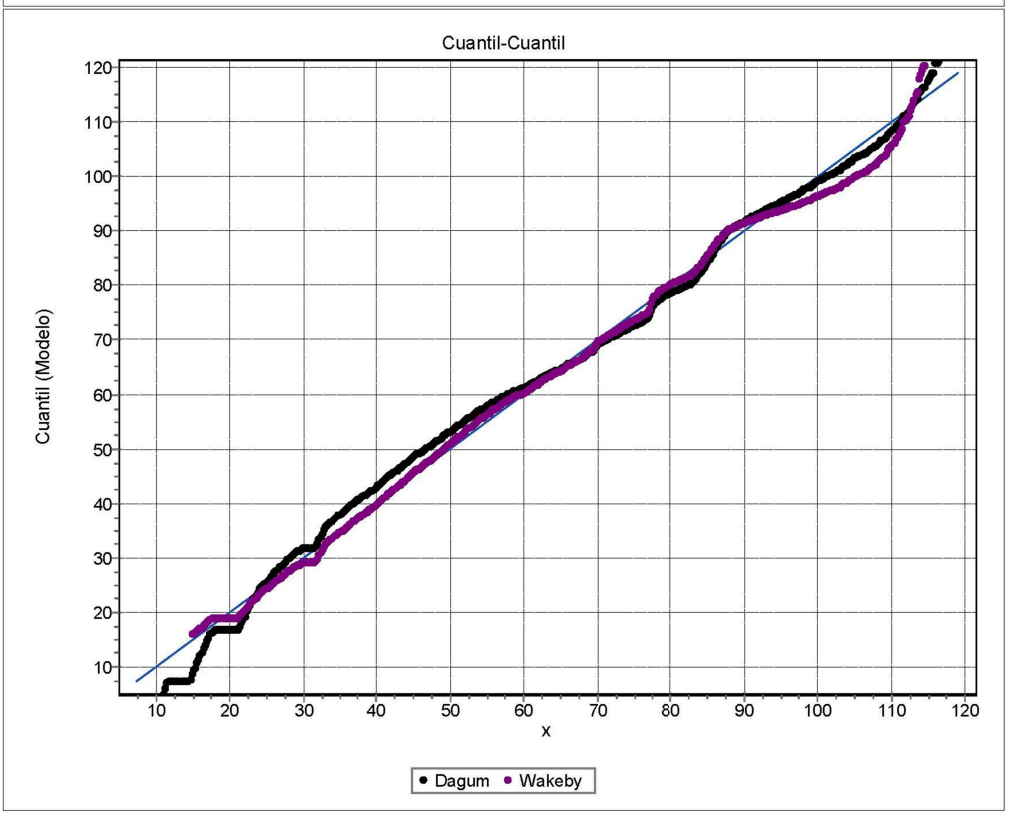


Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 05

M. DE MONTECARLO (CAUDAL MÁXIMO) ANÁLISIS ESTADISTICO RESULTADOS (Hw=05.00 m.) AJUSTE DE LA FUNCIÓN DE DISTRIBUCIÓN. FUNCIÓN DE DENSIDAD Y GRÁFICO Q-Q

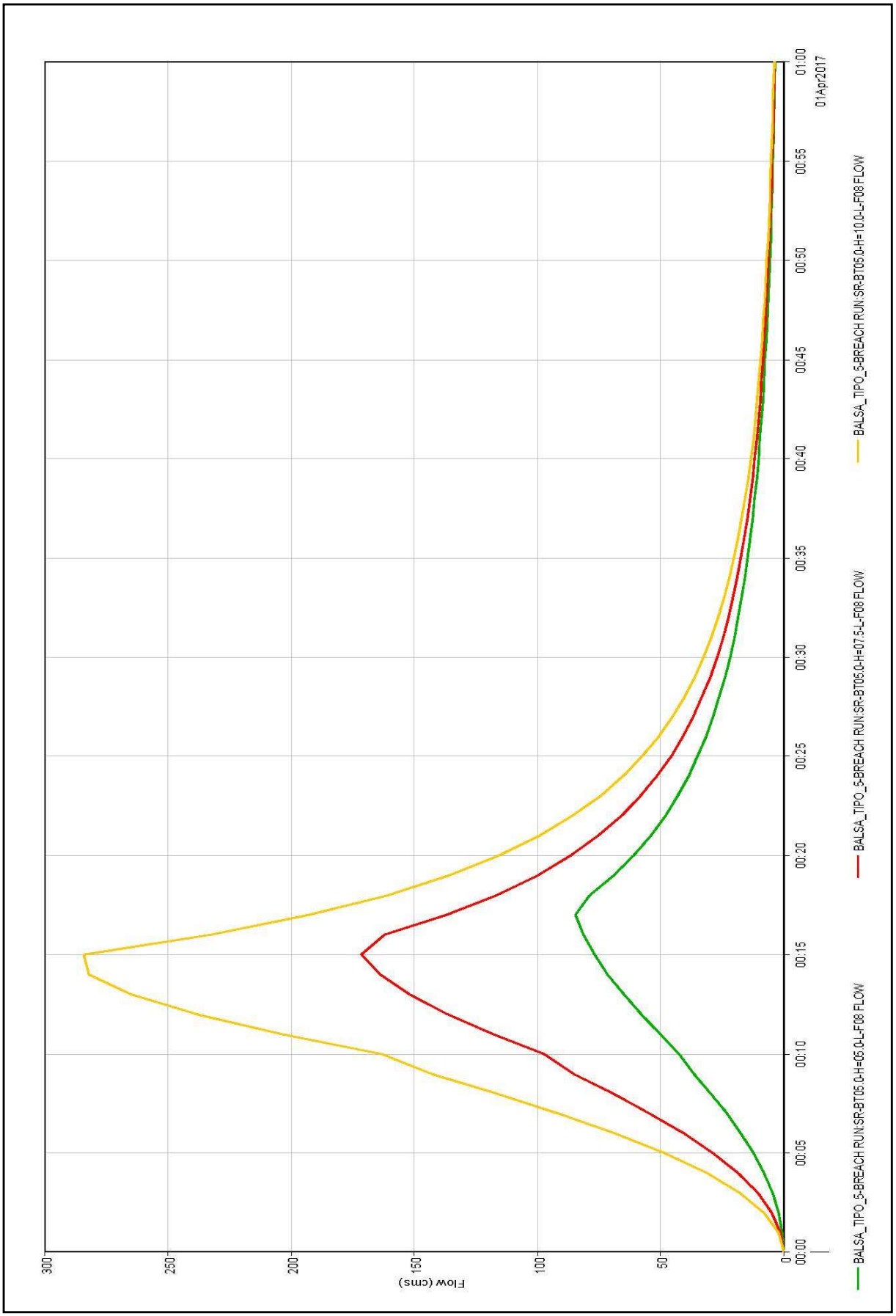
En el eje de abscisas se representa la variabilidad de los caudales máximos simulados, a partir del fondo de brecha, y considerando la evolución de su crecimiento atendiendo a la geometría de F08.





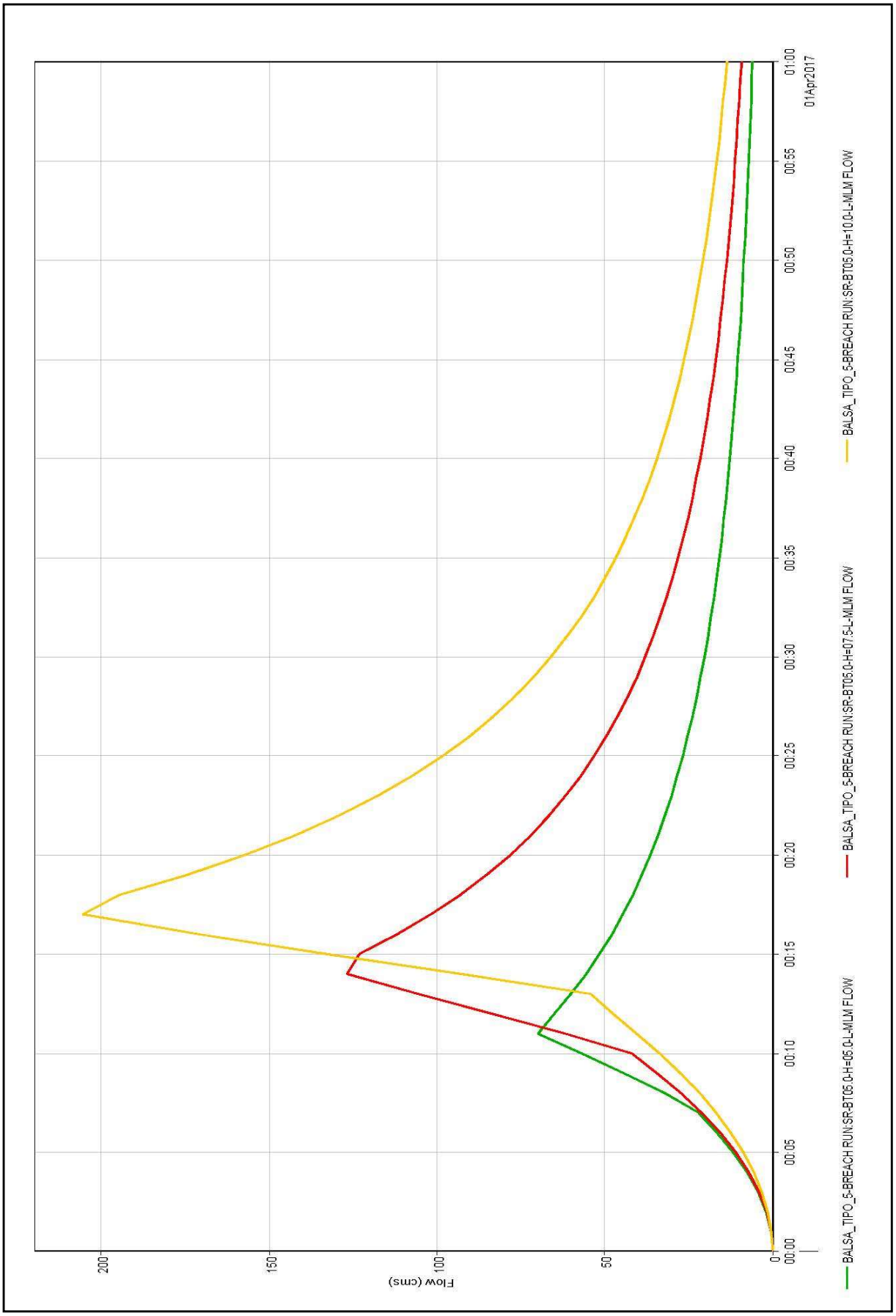
Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 05

ESTUDIO COMPARATIVO DE LA VARIABILIDAD DEL HIDROGRAMA DE VERTIDO EN FUNCIÓN DE LA CARGA DE AGUA MOVILIZABLE (Hw)
APLICACIÓN FÓRMULA F08



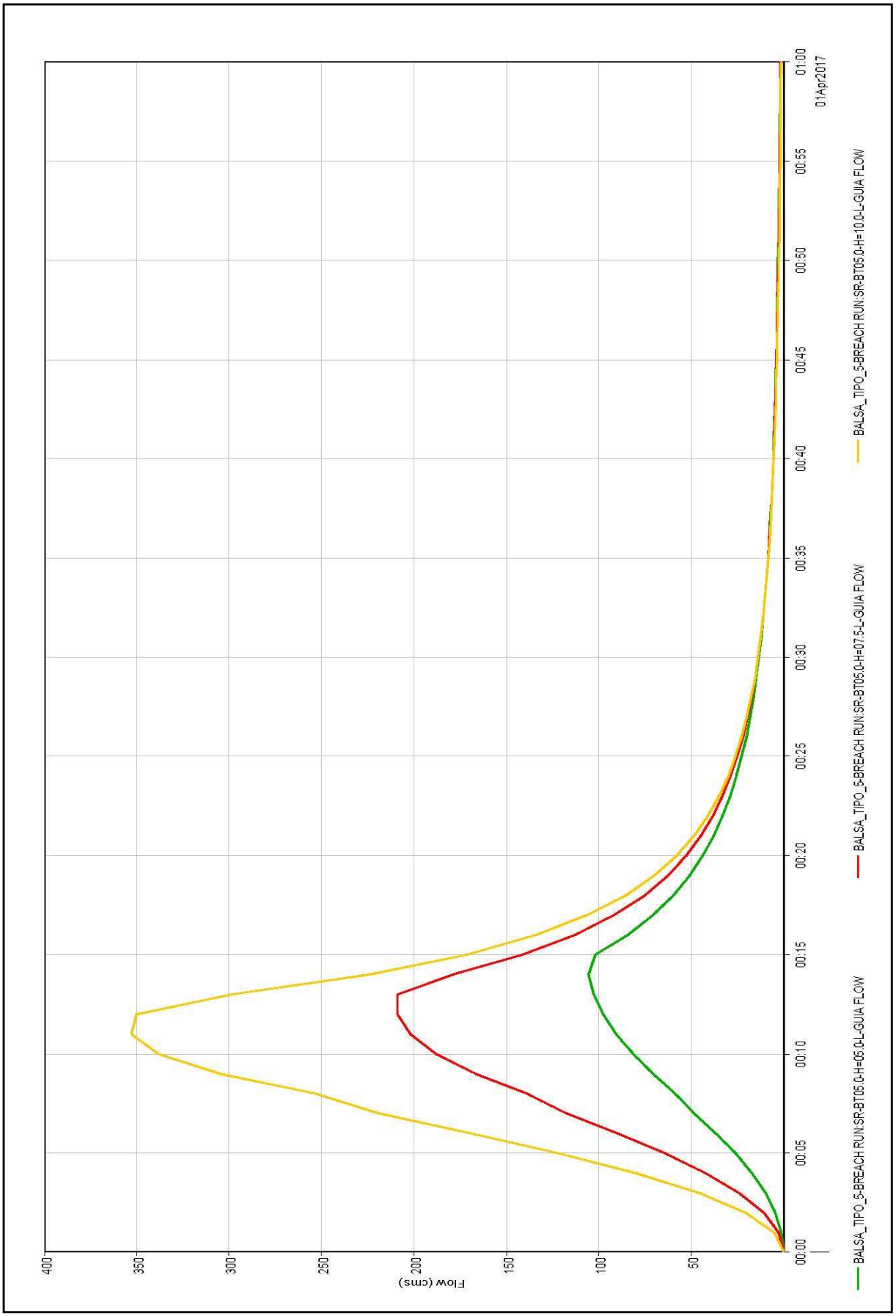
Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 05

ESTUDIO COMPARATIVO DE LA VARIABILIDAD DEL HIDROGRAMA DE VERTIDO EN FUNCIÓN DE LA CARGA DE AGUA MOVILIZABLE (Hw)
APLICACIÓN FÓRMULA MLM84



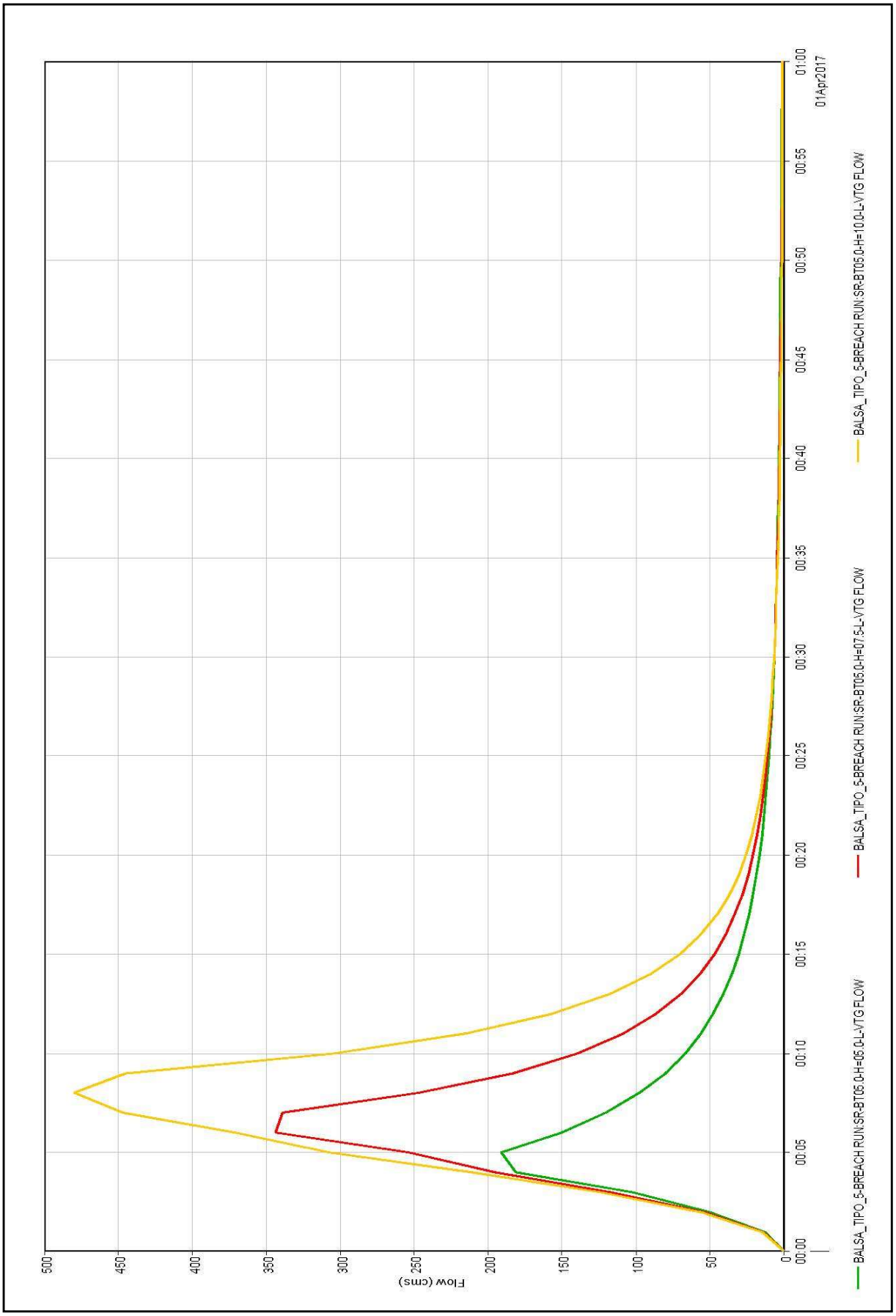
Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 05

ESTUDIO COMPARATIVO DE LA VARIABILIDAD DEL HIDROGRAMA DE VERTIDO EN FUNCIÓN DE LA CARGA DE AGUA MOVILIZABLE (Hw) APLICACIÓN FÓRMULA GUIA ESPAÑOLA



Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 05

ESTUDIO COMPARATIVO DE LA VARIABILIDAD DEL HIDROGRAMA DE VERTIDO EN FUNCIÓN DE LA CARGA DE AGUA MOVILIZABLE (Hw) APLICACIÓN FÓRMULA VTG

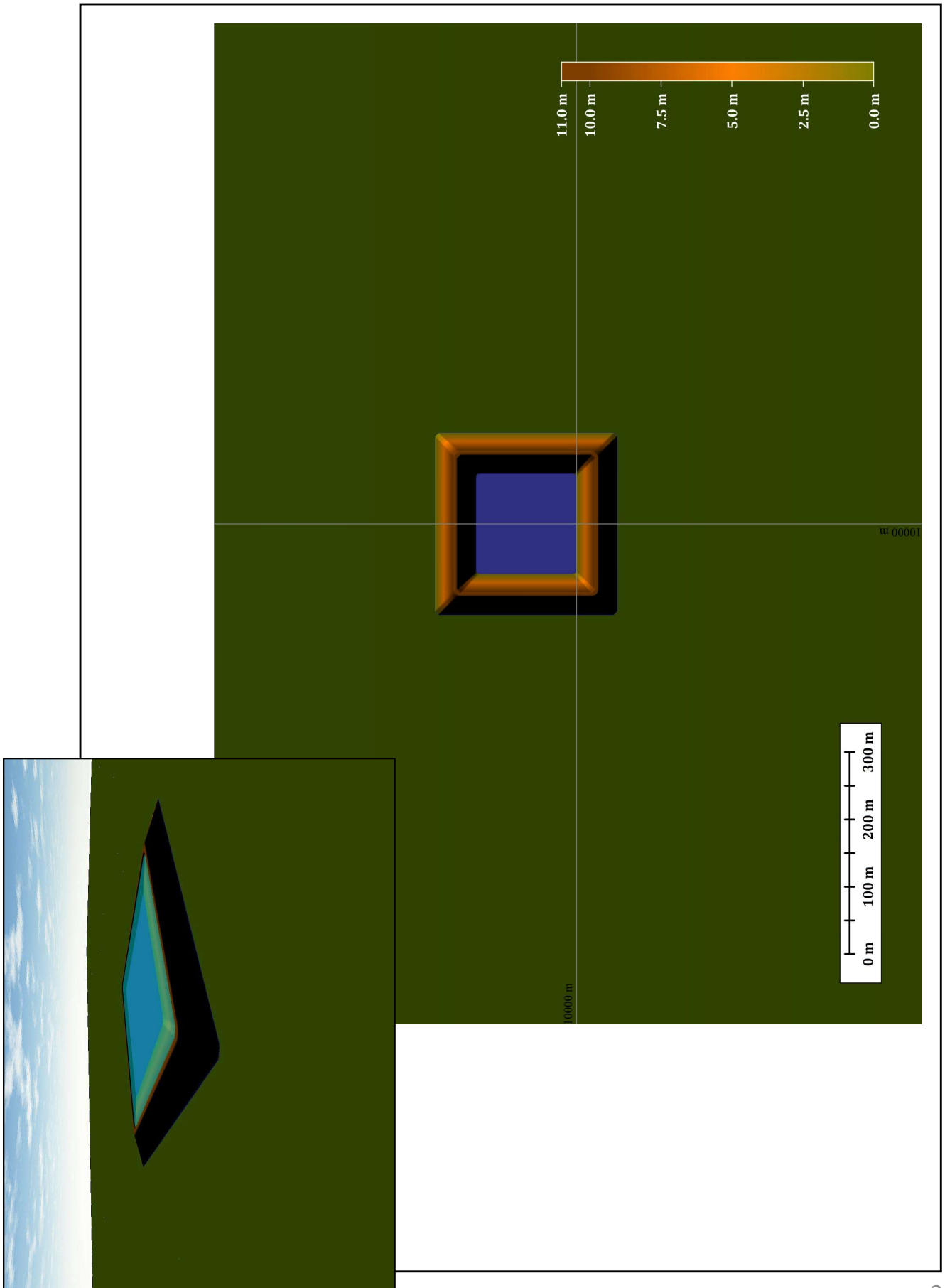


BALSA TIPO 06

Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 06

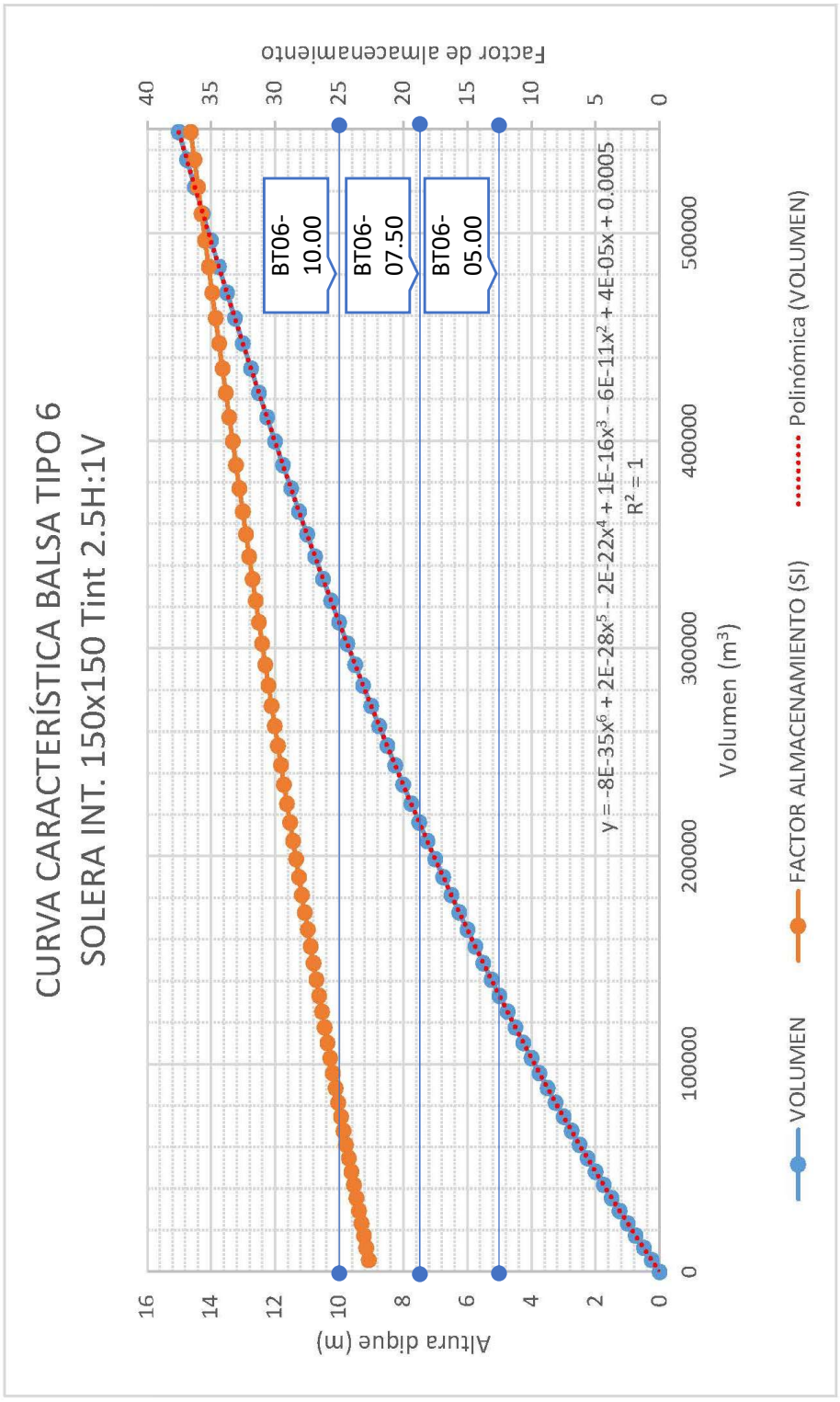
GEOMETRÍA

- ALTURA LÁMINA Hw= 10.0 m.
- RESGUARDO = 1.0 m.
- ANCHO CORONACIÓN= 05.0 m



Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 06

CURVA CARACTERÍSTICA vs FACTOR DE ALMACENAMIENTO



Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 06

ESTIMACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE BRECHA. H=10,00 m. ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE FÓRMULAS EMPÍRICAS

ESTIMACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE BRECHA

PROYECTO:	BALSAS TIPO									
SECTOR:	6									
ALTURA	10									
	CARACTERÍSTICA*		MÉTODO	FROEHLICH 95a		FROEHLICH 08		GUÍA TÉCNICA	MACDONALD & LANGRIDGE-MONOPOLIS 84	VTG
	MODO DE FALLO (S=SIFONAMIENTO;D=DESBORDAMIENTO)		Mf	S	D	S	D	S	S	S
	CARGA DE AGUA MOVILIZABLE	Hw	m	10	10	10	10	10	10	10
	VOLUMEN ALMACENADO EN Hw EN EL COLAPSO	Vw	m3	312500	312500	312500	312500	312500	312500	312500
	SUPERFICIE OCUPADA EN Hw	As	m2	40000	40000	40000	40000	40000	40000	40000
	RESGUARDO	r	m	1	1	1	1	1	1	1
	ALTURA DE BRECHA COMPLETA	Hb	m	11	11	11	11	11	11	11
	FACTOR CORRECTOR POR MODO DE FALLO	Ko	-	1	1,4	1	1,3			
	TALUD DE LA BRECHA	Zb	Z(H):1(V)	0,9	1,4	0,7	1	1	0,5	1
**	TALUD DEL DIQUE AGUAS ARRIBA	Z_1	Z(H):1(V)						2,5	
**	TALUD DEL DIQUE AGUAS ABAJO	Z_2	Z(H):1(V)						2,5	
**	SUMA DE TALUDES DEL DIQUE	Z_3	Z_1+Z_2						5	
**	ANCHO CORONACIÓN DEL DIQUE	C	m						5	
**	VOLUMEN EROSIONABLE DEL DIQUE	Ve	m3						2577,4	
	TIPOLOGIA DEL DIQUE	Td		Pequeña Presa Clasificable		Pequeña Presa Clasificable		Pequeña Presa Clasificable	Pequeña Presa Clasificable	Pequeña Presa Clasificable
	COTA SOLERA BRECHA	Cs	m	10	10	10	10	10	10	10
	COTA CORONACIÓN	Cc	m	21	21	21	21	21	21	21
	ESTIMACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE LA BRECHA									
	ANCHO MEDIO	Bavg	m	16,3	22,8	17,04	22,1	27,2	8,8	31,1
***	ANCHO EN SOLERA	Bb	m	6,4	7,4	9,3	11,1	16,2	3,3	20,1
	ANCHO EN CORONACIÓN	Bc	m			24,74	33,15	38,23	14,26	42,10
	TIEMPO DE FORMACIÓN	Tf	h	0,2	0,2	0,28	0,3	0,244	0,312	0,150
	FACTOR DE ALMACENAMIENTO	Sl	-	31,3	31,3	31,3	31,3	31,3	31,3	31,3
	ESTIMACIÓN DEL CAUDAL PUNTA FROEHLIC 95b									
	CAUDAL MÁXIMO PREVISTO	Qp	m3/s	440,73	440,73	440,73	440,73	440,73	440,73	440,73

Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 06

ESTIMACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE BRECHA. H=10,00 m. ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE FÓRMULAS EMPÍRICAS. VALIDACIÓN DE RESULTADOS

ESTIMACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE BRECHA								
PROYECTO:	**BALSAS TIPO**							
SECTOR:	**6**							
ALTURA	**10**							
ANÁLISIS Y VALIDACIÓN DE RESULTADOS								
Dada la importancia del tiempo de formación de la brecha en la generación del pico del hidrograma, es relevante poder validar los resultados. Para ello utilizaremos un estimador de la progresión de la erosión. Se considera adecuado aquel que define un desarrollo lineal, por lo que se utilizará la razón de erosión (ER) definida por la relación entre el ancho medio de brecha y el tiempo de formación. Diversos autores han indicado los intervalos de fiabilidad relacionando dicho parámetro con la altura de agua movilizable, (Hw), quedando estos entre 1.6 y 21. Por otro lado, el agua almacenada puede condicionar el desarrollo completo de la brecha, por lo que se apunta como indicador de la validez de los resultados, la relación entre el ancho medio respecto de la altura de brecha (Bavg/Hb). En este caso si el indicador ofrece un valor inferior a 0.6, no se puede afirmar que se complete la brecha, quedando como apertura una geometría cuadrangular de ancho D.								
COMPROBACIÓN DEL DESARROLLO DE BRECHA (completa vs parcial) Se considera desarrollada si (Bavg/Hb)>0.60	(Bavg/Hb)	1,48	2,07	1,55	2,01	2,48	0,80	2,83
RAZÓN DE EROSIÓN (ER)	(Bavg/Tf)	67,98	95,17	59,80	77,74	111,64	28,06	42,10
COMPROBACIÓN DEL PROGRESO DE LA BRECHA (lineal vs no lineal) Se puede considerar razonable la ratio de erosión si 1.6<(ER/Hw)<21	(ER/Hw)	6,80	9,52	5,98	7,77	11,16	2,81	4,21
COMPROBACIÓN BOWLES T de formación (h) Si tiempo de formación de brecha es menor que la comprobación de Bowles se adopta	T=2*Vw/Qp	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39
RAZÓN DE TIEMPOS (Tbowles/Tf)		1,64	1,64	1,38	1,38	1,61	1,26	2,63

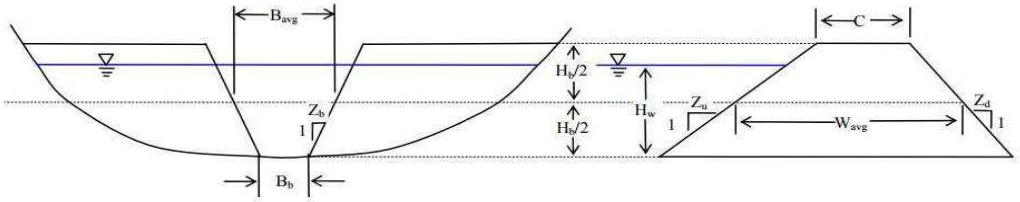
* *DIQUE DE CIERRE DE MATERIALES SUELTOS HOMOGÉNEO, ASUMIENDO MÁXIMO ALMACENAMIENTO EN LA FASE DE COLAPSO*

** *A utlizar en el método de MACDONALD & LANGRIDGE-MONOPOLIS 84 (MLM84)*

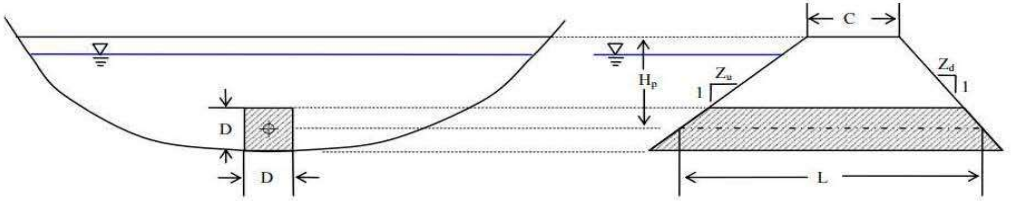
*** *Wb en el método de MACDONALD & LANGRIDGE-MONOPOLIS 84 (MLM84)*

ESQUEMAS

Variables de formación de la brecha completa



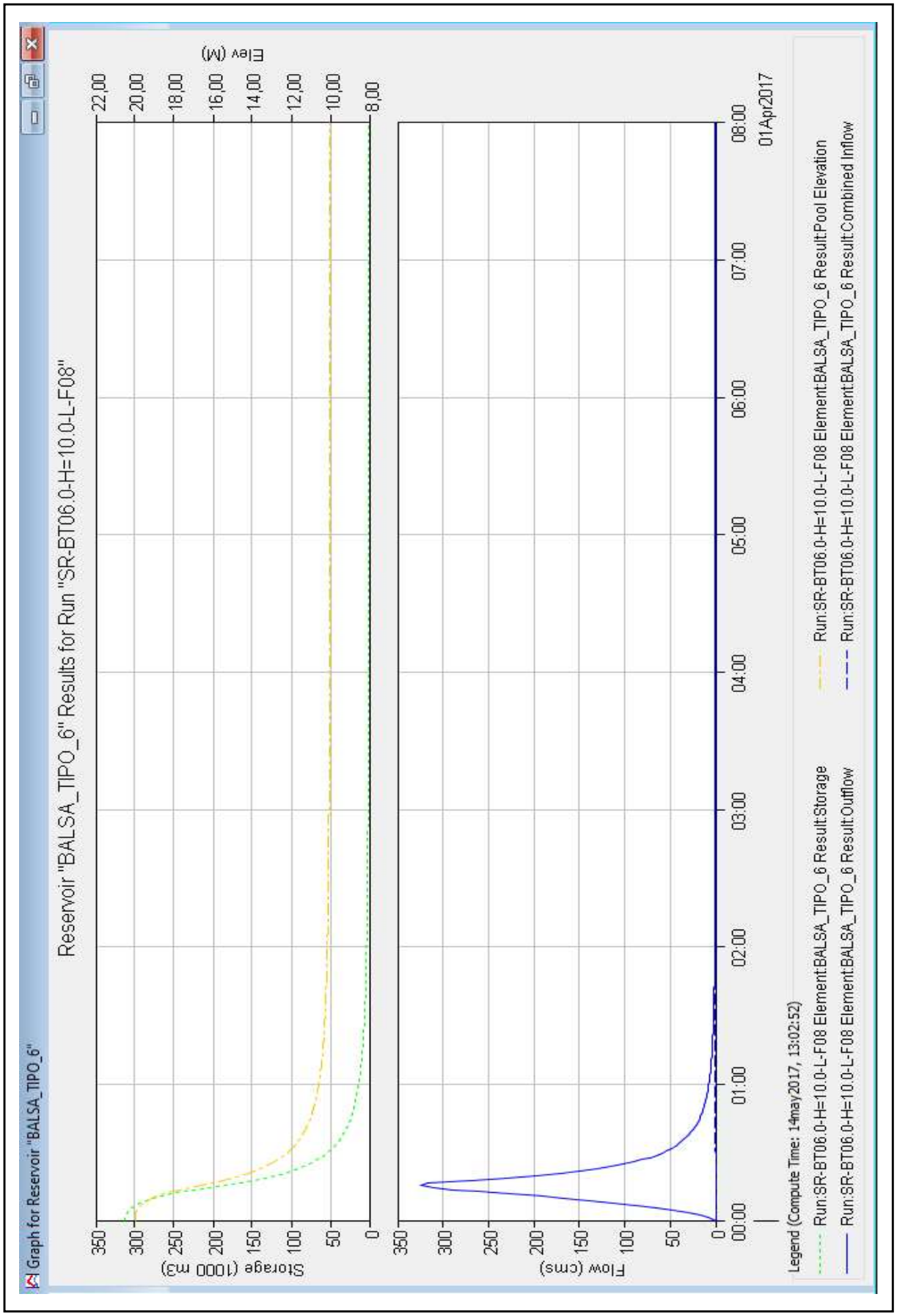
Variables de formación de la brecha incompleta



Fuente: GUIDELINES FOR DAM BREACH ANALYSIS, STATE OF COLORADO-DEPARTMENT OF NATURAL RESOURCES-DIVISION OF WATER RESOURCES, 10/02/2010

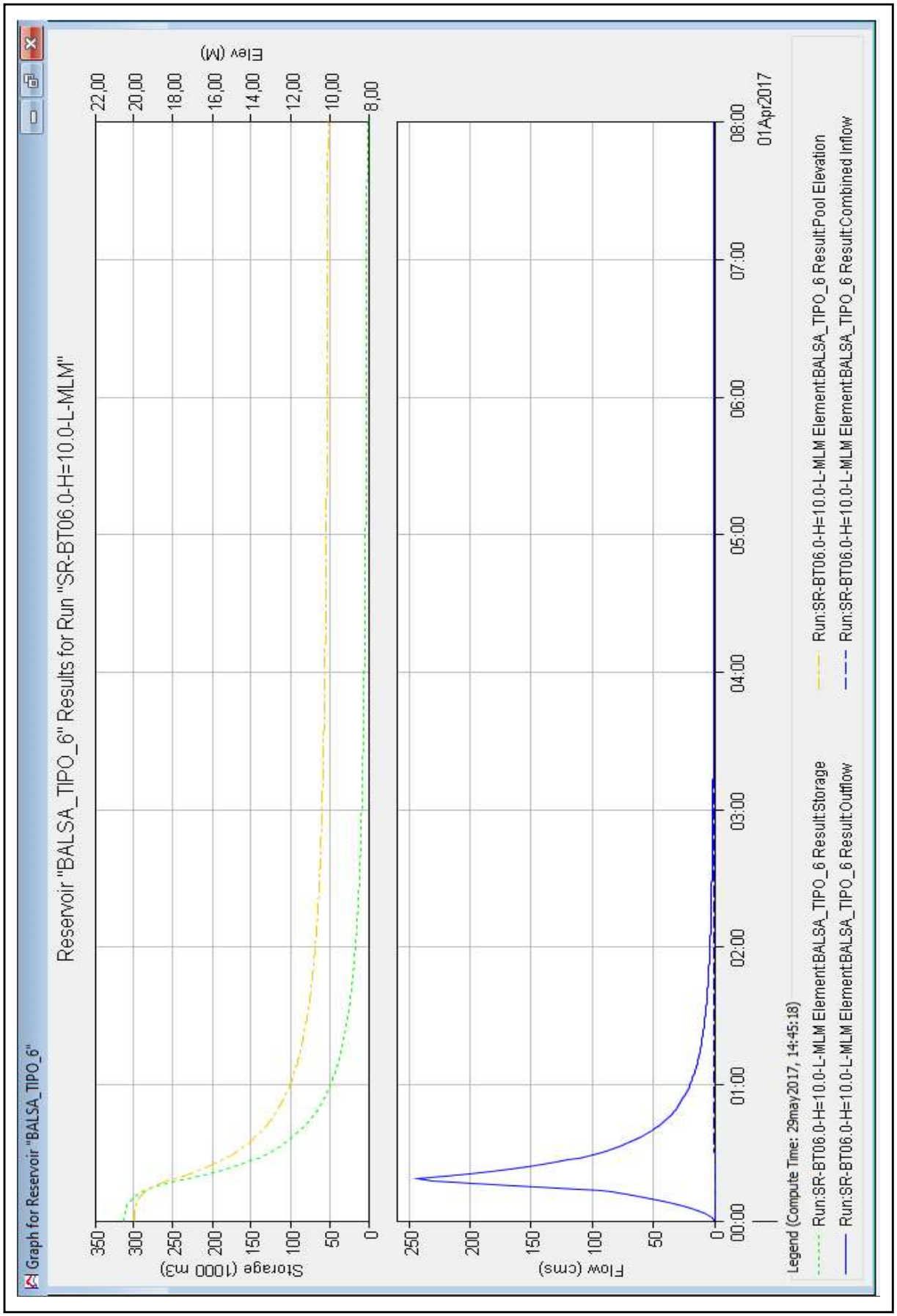
Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 06

HIDROGRAMA DE VERTIDO Y CURVA DE VACIADO PARA H=10.0 m. ESCENARIO (NMN-SOLERA) APLICACIÓN FÓRMULA F08



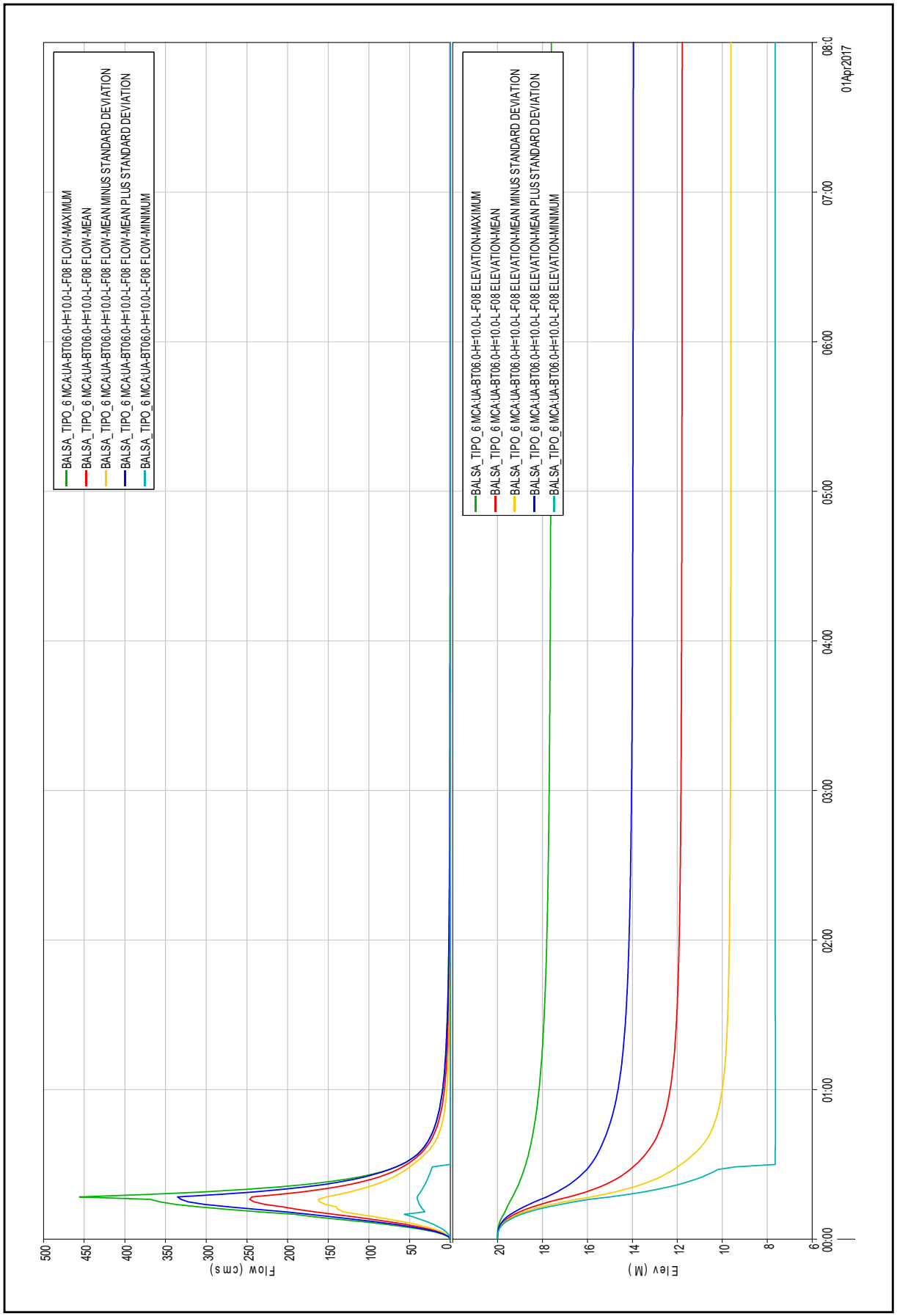
Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 06

HIDROGRAMA DE VERTIDO Y CURVA DE VACIADO PARA H=10.0 m. ESCENARIO (NMN-SOLERA) APLICACIÓN FÓRMULA MLM84



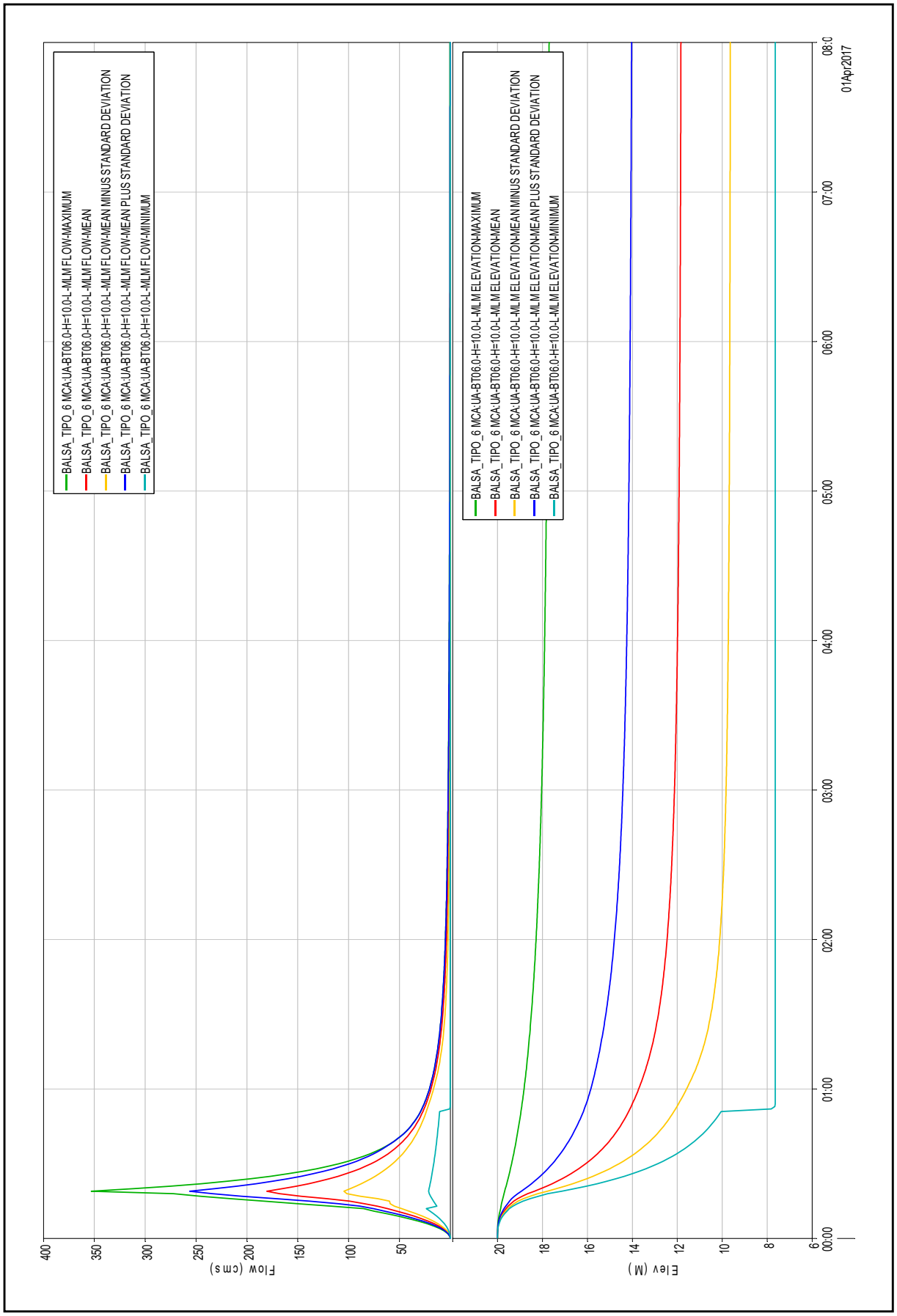
Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 06

APLICACIÓN DEL MÉTODO DE MONTECARLO EN LA CALIBRACIÓN DEL FONDO DE BRECHA (5.000 SIMULACIONES) HIDROGRAMAS DE VERTIDO Y VARIACIÓN DEL NIVEL EMBALSADO. (H=10.00 m.) APLICACIÓN FÓRMULA F08



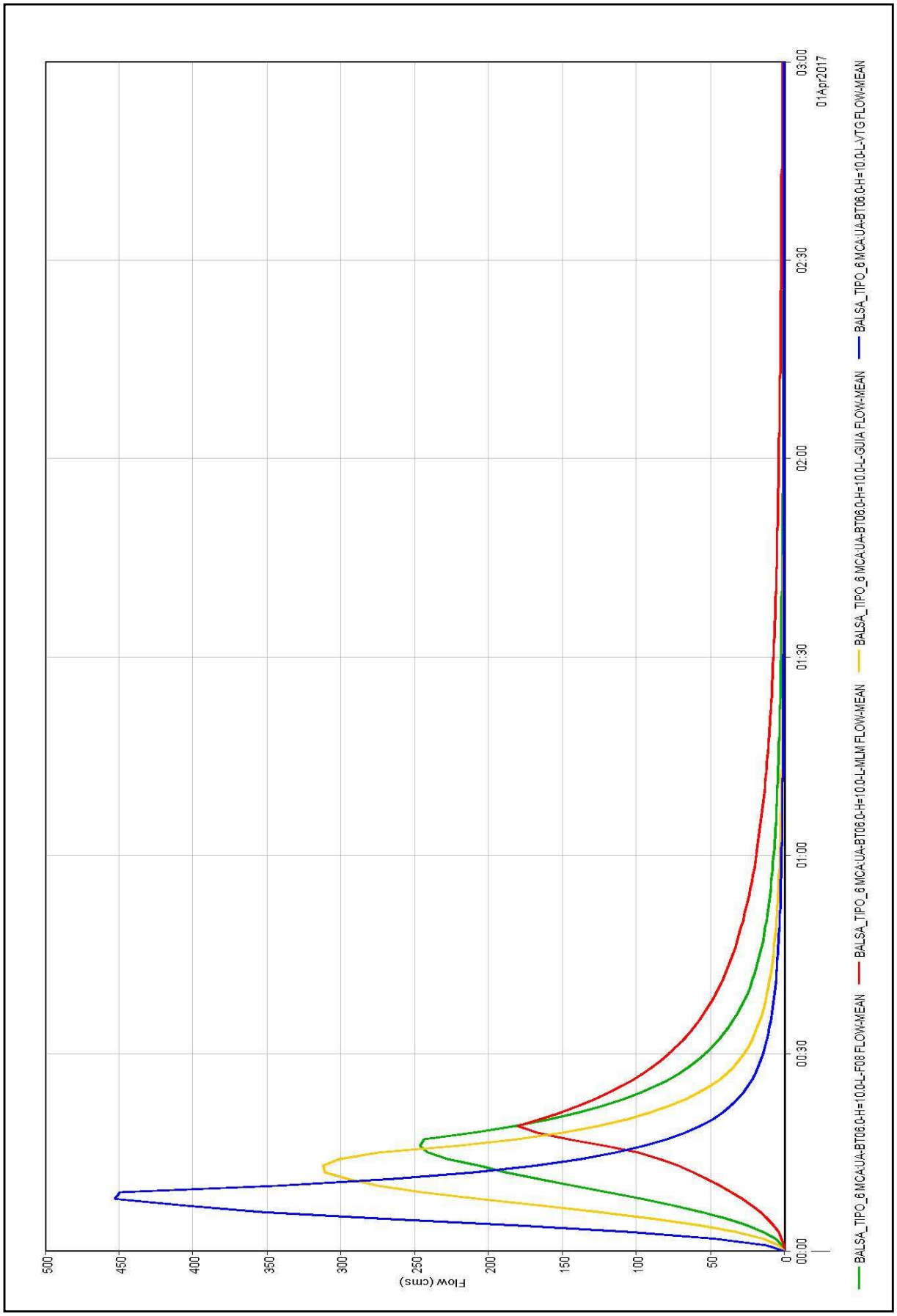
Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 06

APLICACIÓN DEL MÉTODO DE MONTECARLO EN LA CALIBRACIÓN DEL FONDO DE BRECHA (5.000 SIMULACIONES) HIDROGRAMAS DE VERTIDO Y VARIACIÓN DEL NIVEL EMBALSADO. (H=10.00 m.) APLICACIÓN FÓRMULA MLM84



Características de las balsas sintéticas.
BALSA TIPO 06
(Hw=10.00 m.)

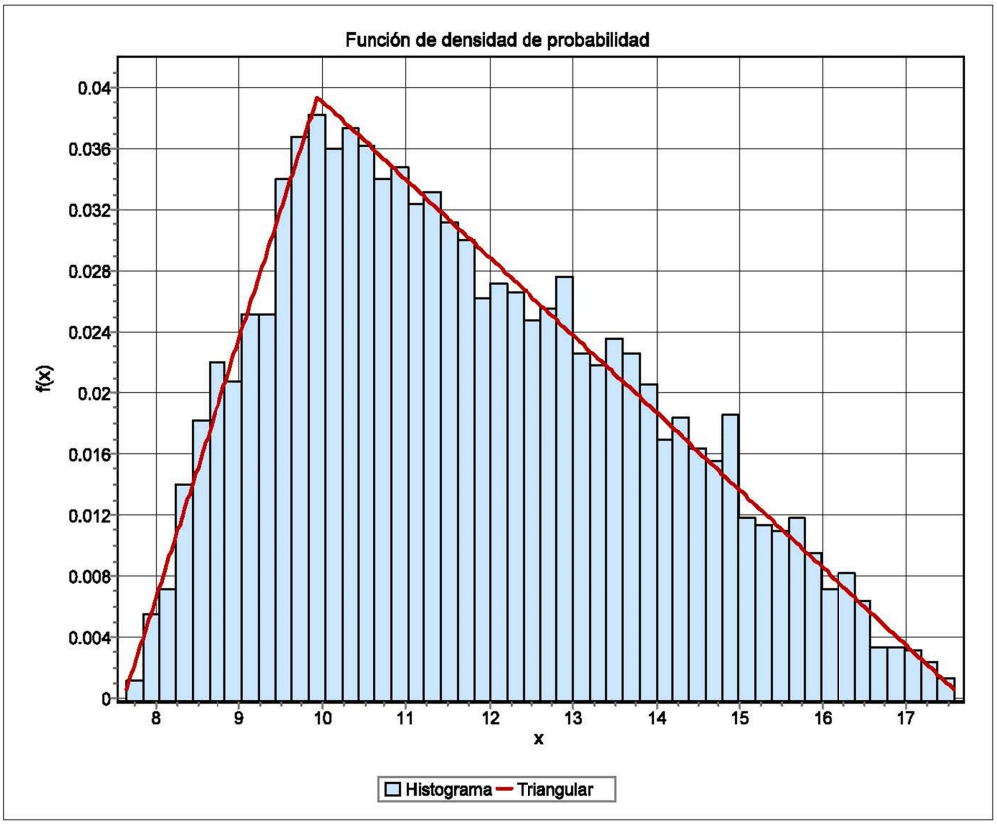
ESTUDIO COMPARATIVO DE LA VARIABILIDAD DEL HIDROGRAMA DE VERTIDO EN FUNCIÓN DE LA CARGA DE AGUA MOVILIZABLE (Hw)
APLICACIÓN FÓRMULAS
F08-MLM84-GUIA-VTG

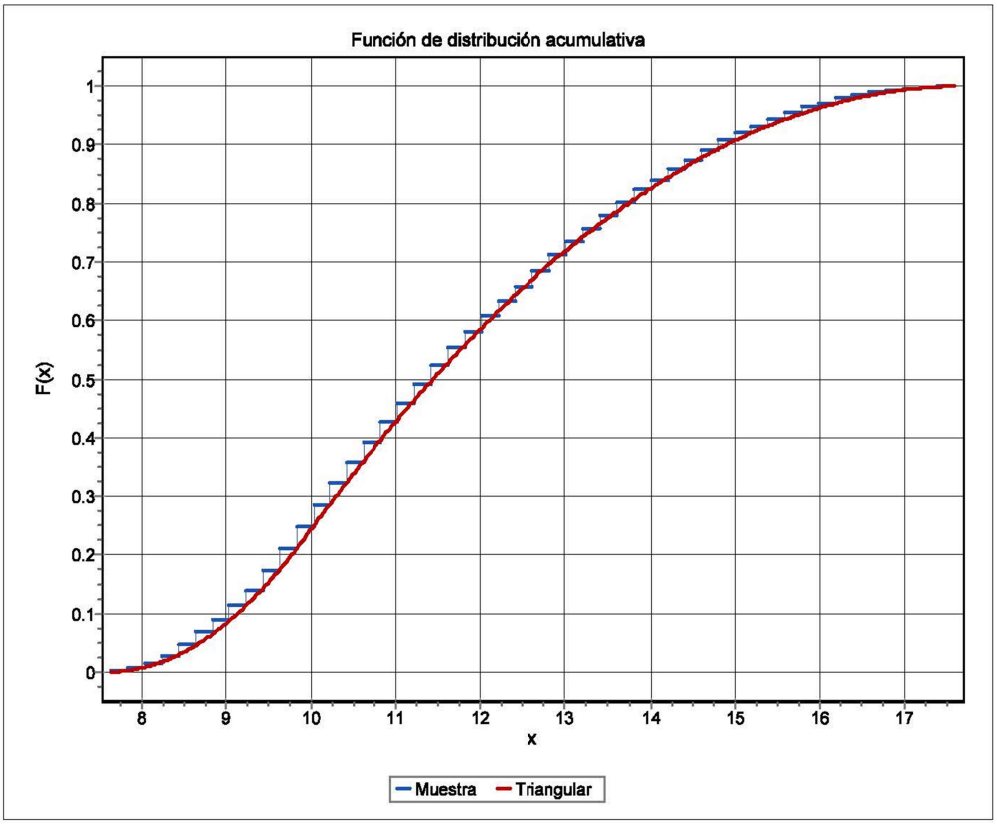


Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 06

M. DE MONTECARLO (FONDO DE BRECHA) ANÁLISIS ESTADISTICO RESULTADOS (Hw=10.00 m.) AJUSTE DE LA FUNCIÓN DE DISTRIBUCIÓN. FUNCIÓN DE DENSIDAD Y FUNCIÓN DE DISTRIBUCIÓN ACUMULATIVA

En el eje de abcisas se representa la variabilidad de la cota del fondo de brecha, considerando la cota +10.00 la solera interior de la balsa.

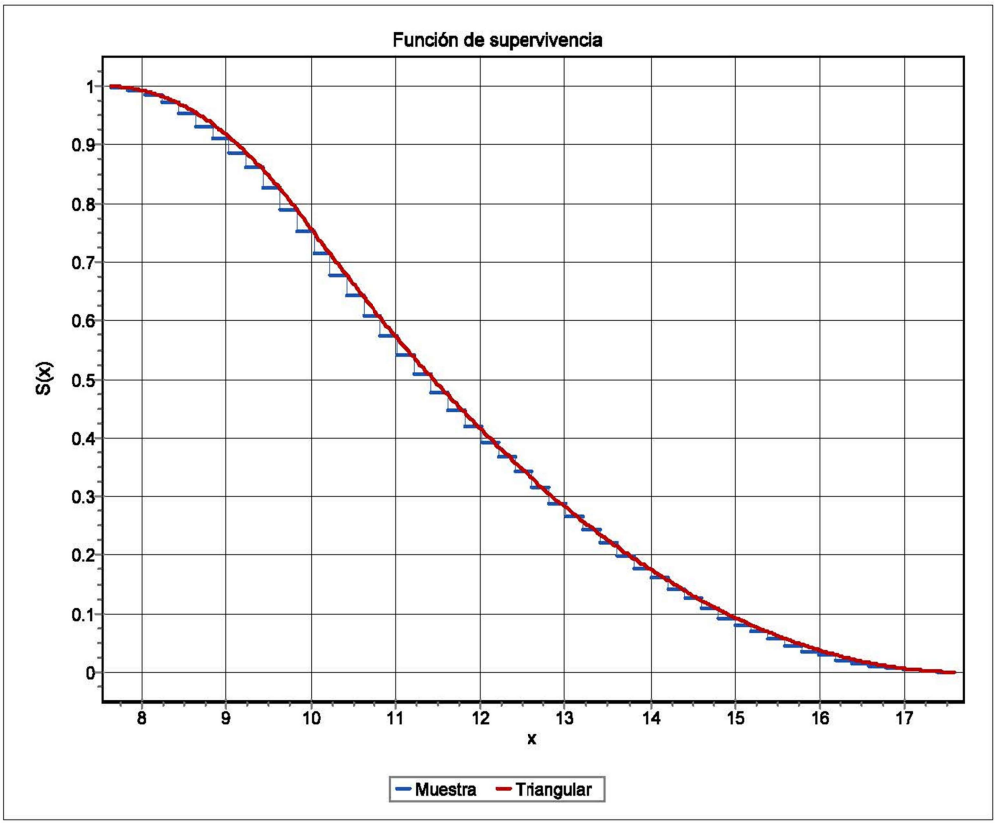


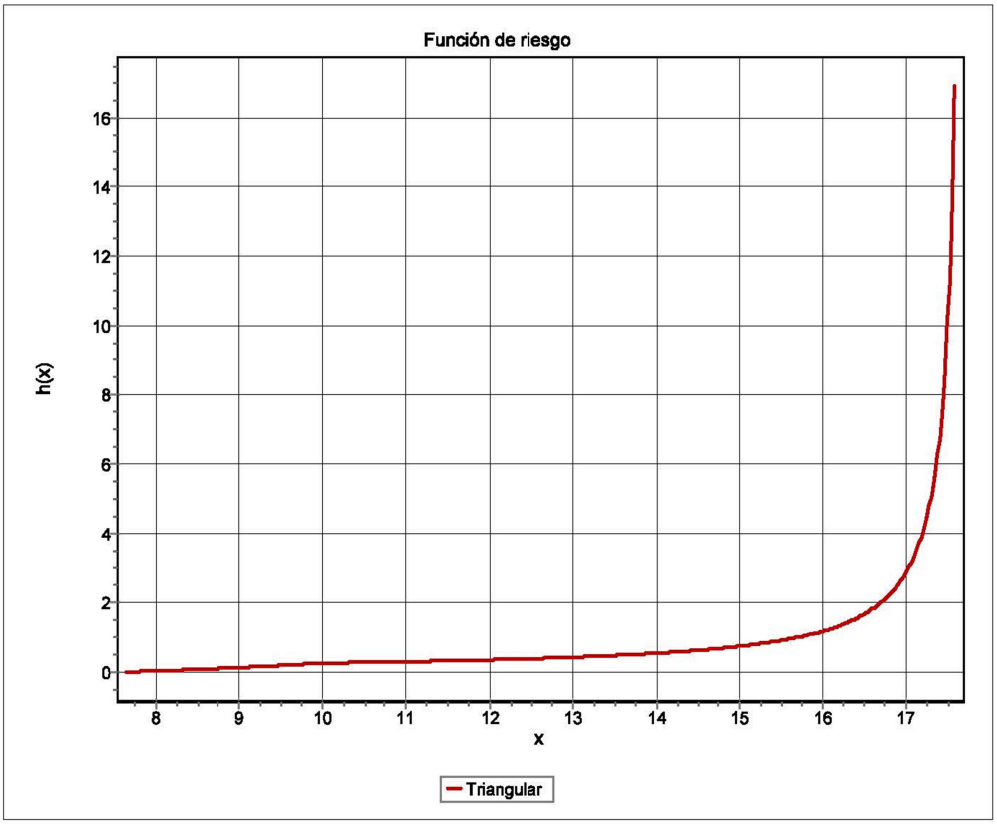


Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 06

M. DE MONTECARLO (FONDO DE BRECHA)
ANÁLISIS ESTADISTICO RESULTADOS
(Hw=10.00 m.)
AJUSTE DE LA FUNCIÓN DE DISTRIBUCIÓN.
FUNCIÓN DE SUPERVIVENCIA Y FUNCIÓN DE RIESGO

En el eje de abcisas se representa la variabilidad de la cota del fondo de brecha, considerando la cota +10.00 la solera interior de la balsa.

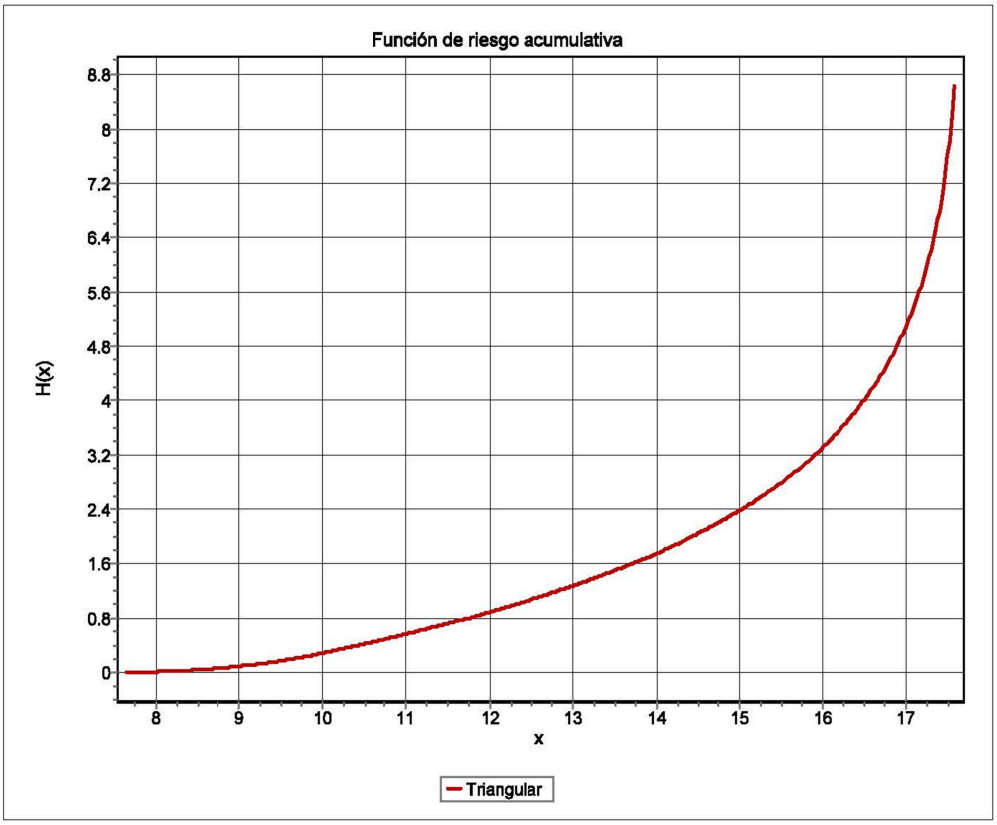


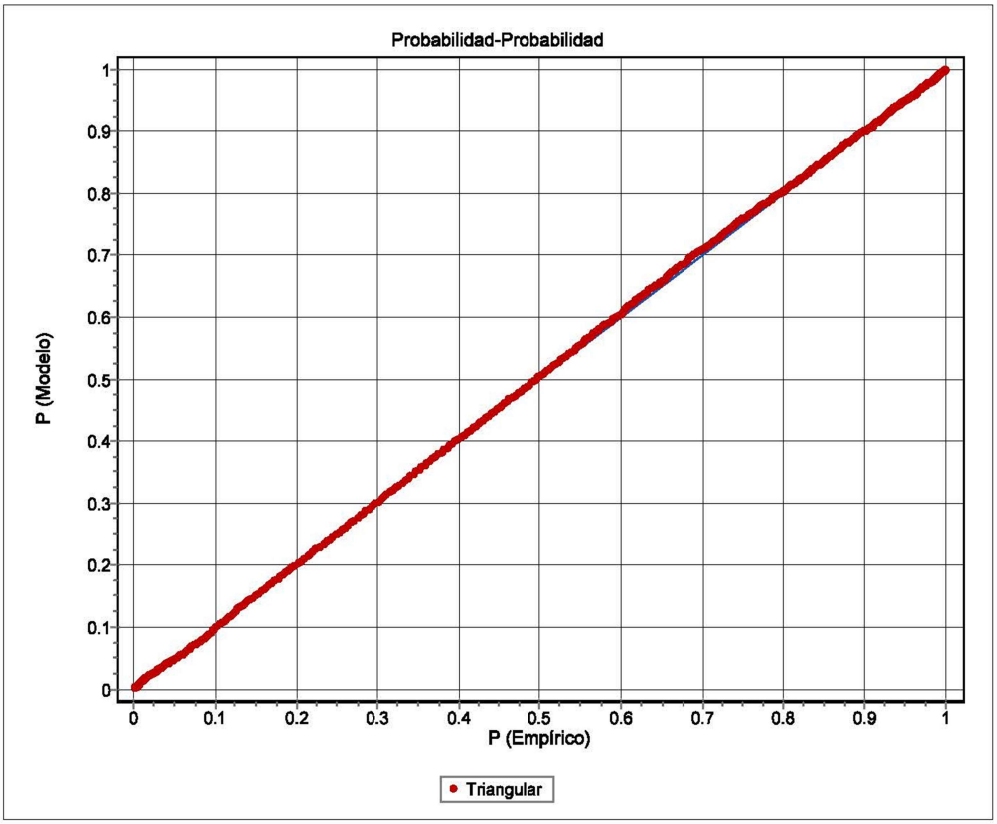


Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 06

M. DE MONTECARLO (FONDO DE BRECHA) ANÁLISIS ESTADISTICO RESULTADOS (Hw=10.00 m.) AJUSTE DE LA FUNCIÓN DE DISTRIBUCIÓN. FUNCIÓN DE RIESGO ACUMULATIVA Y GRÁFICO P-P

En el eje de abcisas se representa la variabilidad de la cota del fondo de brecha, considerando la cota +10.00 la solera interior de la balsa.

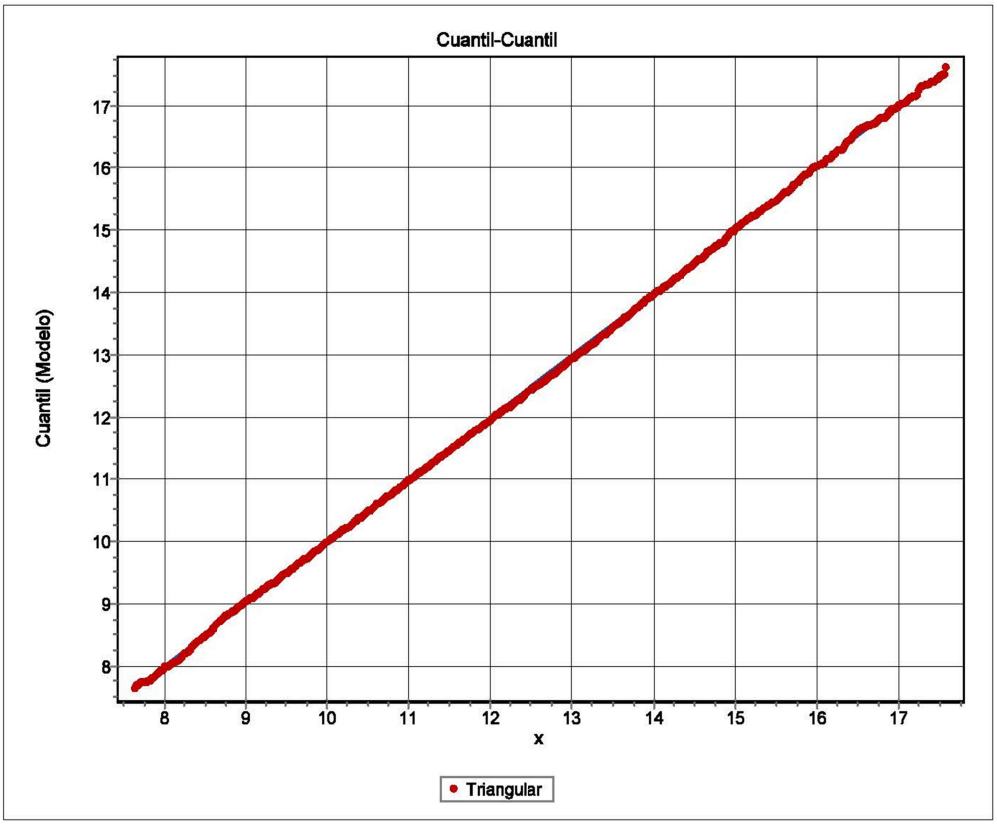


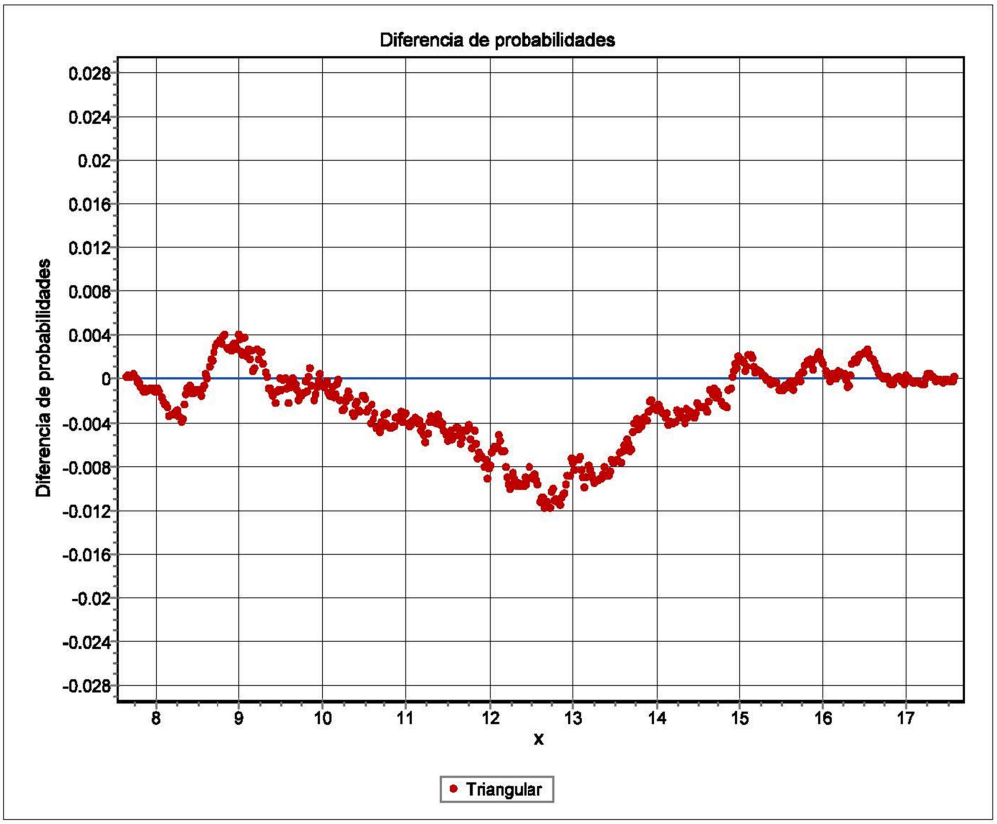


Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 06

M. DE MONTECARLO (FONDO DE BRECHA) ANÁLISIS ESTADISTICO RESULTADOS (Hw=10.00 m.) AJUSTE DE LA FUNCIÓN DE DISTRIBUCIÓN. GRÁFICO Q-Q Y DIFERENCIA DE PROBABILIDADES

En el eje de abcisas se representa la variabilidad de la cota del fondo de brecha, considerando la cota +10.00 la solera interior de la balsa.



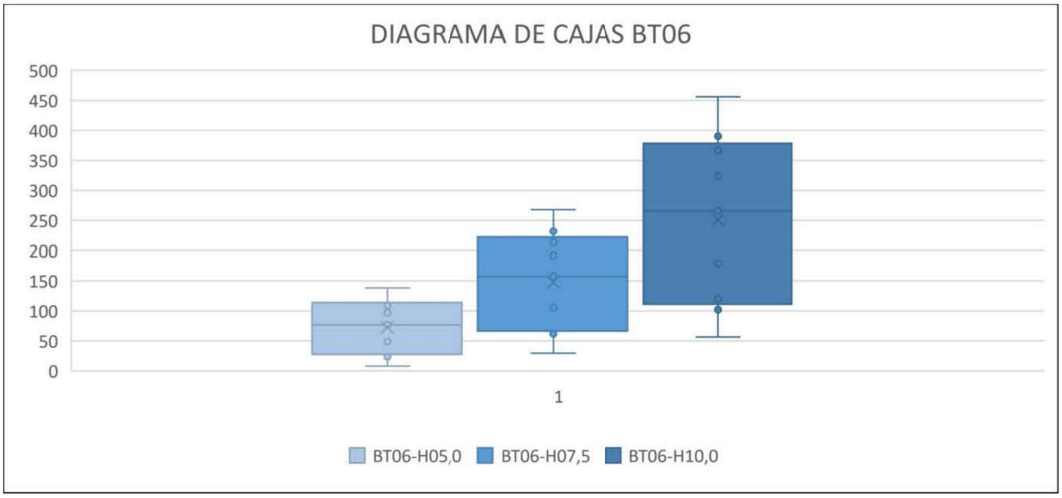


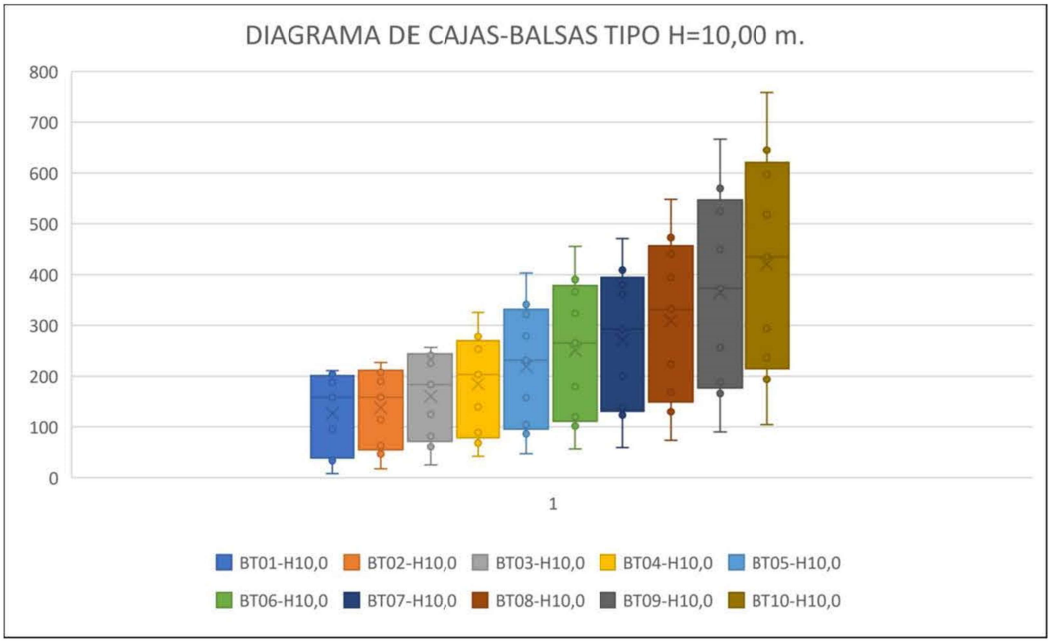
Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 06

M. DE MONTECARLO (CAUDAL MÁXIMO) ANÁLISIS ESTADISTICO RESULTADOS (Hw=10.00 m.) ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA. DIAGRAMAS DE CAJAS

CAUDALES MÁXIMOS (M. MONTECARLO) Estadística descriptiva					Parámetros Ajuste	
BALSA	BT06					
ALTURA Hw (m)	10,00					
AJUSTE	WAKEBY					
Estadística	**Valor**	**Percentil %**	**Valor**	**Obs**		
Tamaño de la muestra	5000	1	56,5	Min		
Rango	399,2	5	102,0			
Media	254,42	10	120,0			
Varianza	8095,1	25	179,3	Q1		
Desviación estándar	89,973	50	265,7	Mediana		
Coef, de variación	0,35364	75	323,6	Q3		
Error estándar	1,2724	90	366,4			
Asimetría	-0,18651	95	390,1			
Curtosis	-0,96904	99	455,7	Max	I.C.$\bar{X}$ (95%)	2,494

α	433,79
β	1,6461
γ	7,2571
δ	0,34031
ξ	79,48

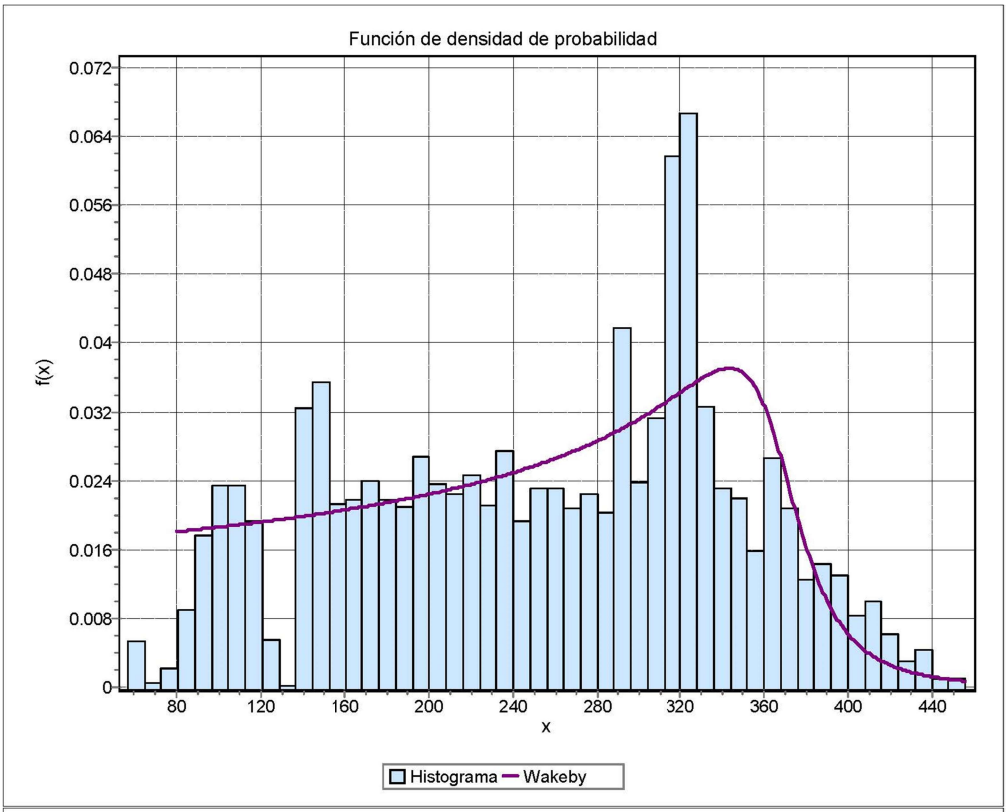


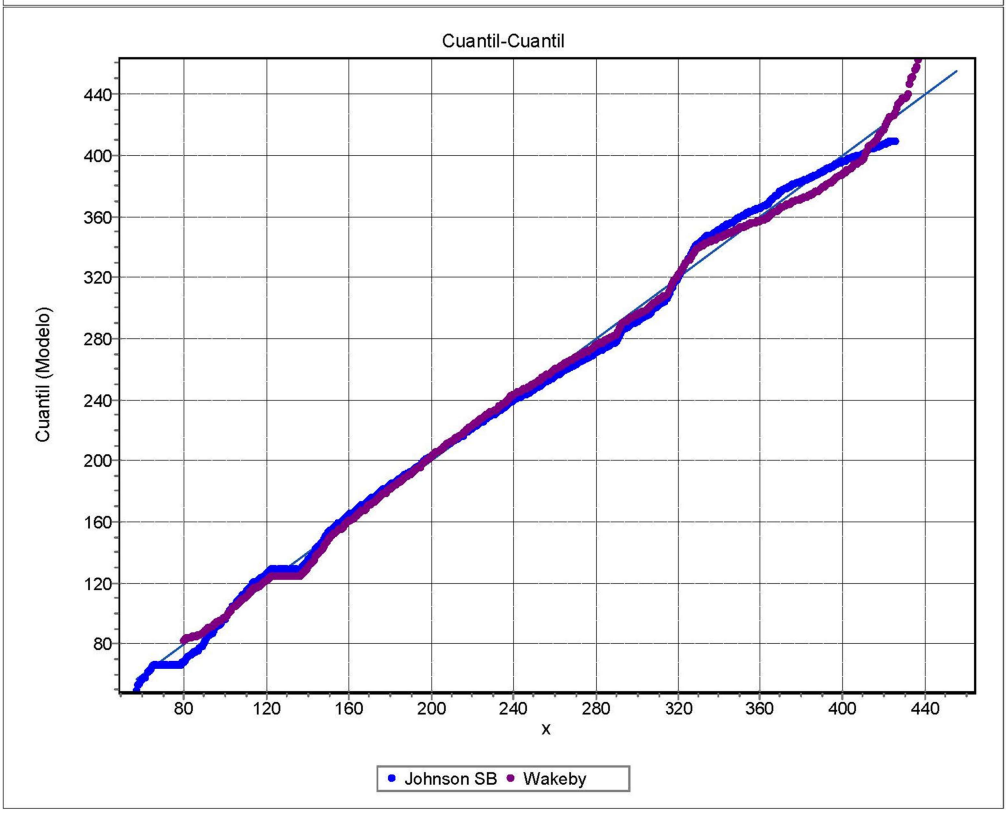


Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 06

M. DE MONTECARLO (CAUDAL MÁXIMO) ANÁLISIS ESTADISTICO RESULTADOS (Hw=10.00 m.) AJUSTE DE LA FUNCIÓN DE DISTRIBUCIÓN. FUNCIÓN DE DENSIDAD Y GRÁFICO Q-Q

En el eje de abscisas se representa la variabilidad de los caudales máximos simulados, a partir del fondo de brecha, y considerando la evolución de su crecimiento atendiendo a la geometría de F08.

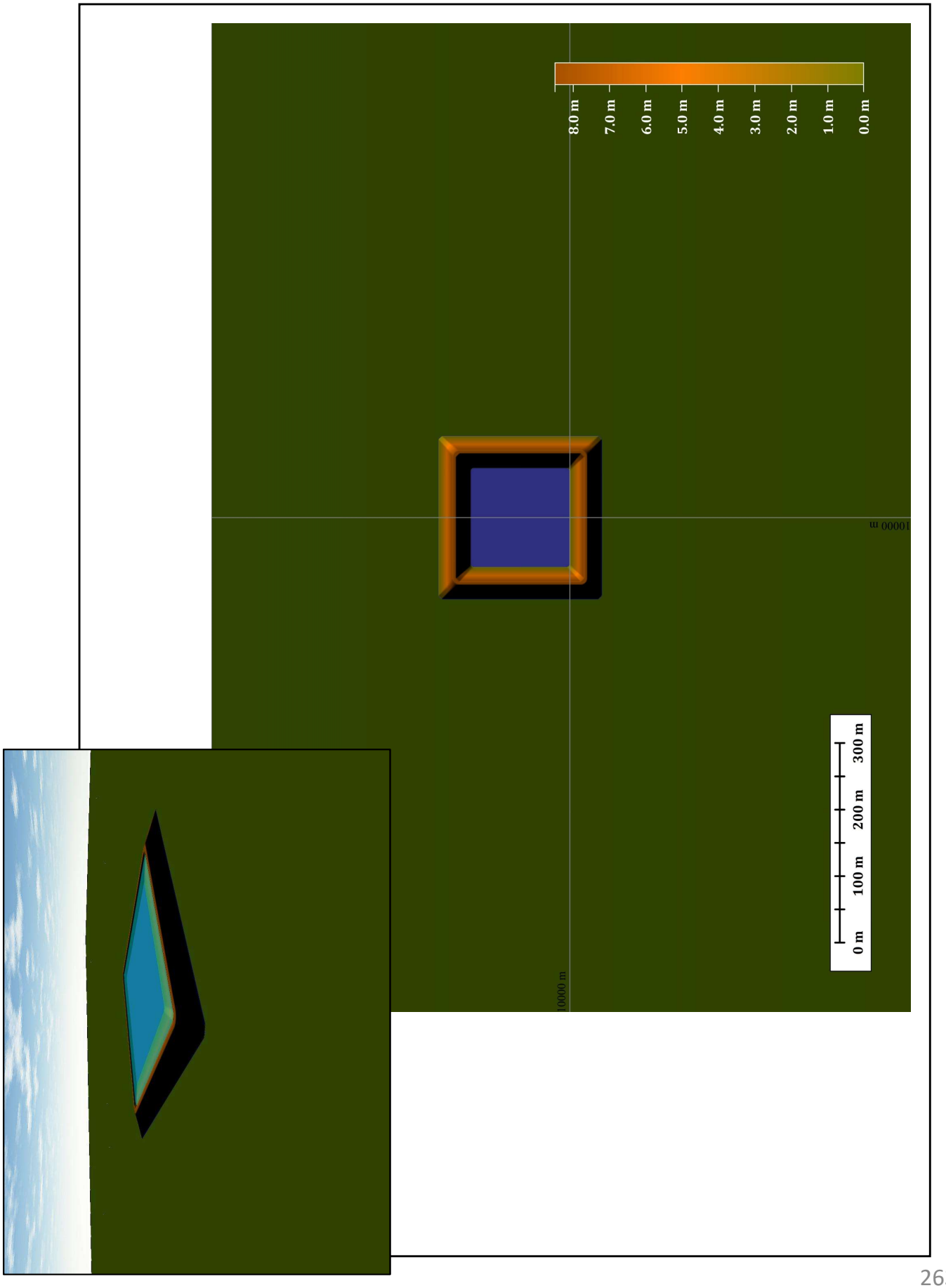




Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 06

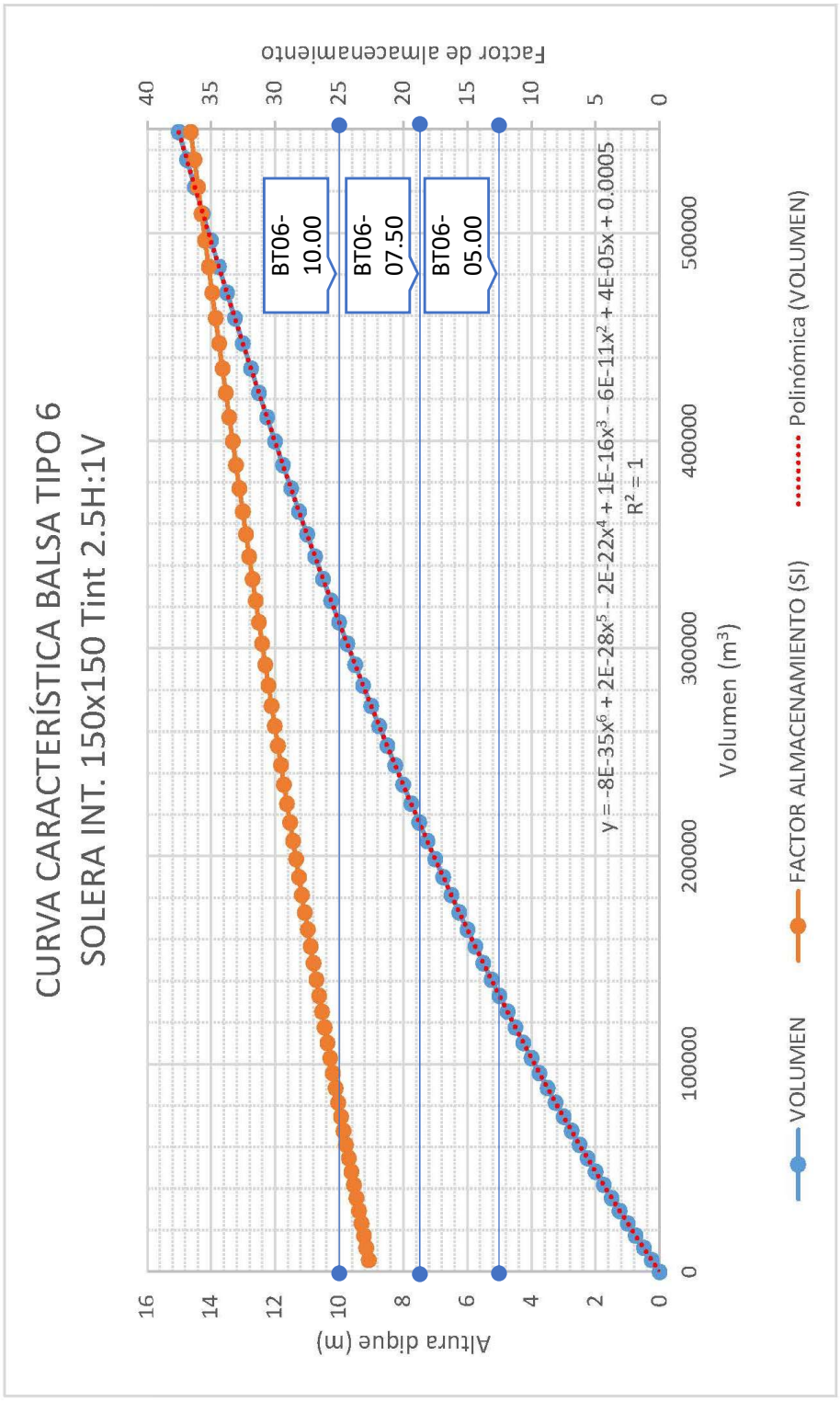
GEOMETRÍA

- ALTURA LÁMINA Hw= 07.5 m.
- RESGUARDO = 1.0 m.
- ANCHO CORONACIÓN= 05.0 m



Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 06

CURVA CARACTERÍSTICA vs FACTOR DE ALMACENAMIENTO



Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 06

ESTIMACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE BRECHA. H=07,50 m. ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE FÓRMULAS EMPÍRICAS

ESTIMACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE BRECHA										
PROYECTO:		BALSAS TIPO								
SECTOR:		6								
ALTURA		7,5								
CARACTERÍSTICA*		MÉTODO		FROEHLICH 95a		FROEHLICH 08		GUÍA TÉCNICA	MACDONALD & LANGRIDGE-MONOPOLIS 84	VTG
	MODO DE FALLO (S=SIFONAMIENTO;D=DESBORDAMIENTO)	Mf		S	D	S	D	S	S	S
	CARGA DE AGUA MOVILIZABLE	Hw	m	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5
	VOLUMEN ALMACENADO EN Hw EN EL COLAPSO	Vw	m3	216210,9	216210,9	216210,9	216210,9	216210,9	216210,9	216210,9
	SUPERFICIE OCUPADA EN Hw	As	m2	35156,3	35156,3	35156,3	35156,3	35156,3	35156,3	35156,3
	RESGUARDO	r	m	1	1	1	1	1	1	1
	ALTURA DE BRECHA COMPLETA	Hb	m	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5
	FACTOR CORRECTOR POR MODO DE FALLO	Ko	-	1	1,4	1	1,3			
	TALUD DE LA BRECHA	Zb	Z(H):1(V)	0,9	1,4	0,7	1	1	0,5	1
**	TALUD DEL DIQUE AGUAS ARRIBA	Z_1	Z(H):1(V)						2,5	
	TALUD DEL DIQUE AGUAS ABAJO	Z_2	Z(H):1(V)						2,5	
	SUMA DE TALUDES DEL DIQUE	Z_3	Z_1+Z_2						5	
	ANCHO CORONACIÓN DEL DIQUE	C	m						5	
	VOLUMEN EROSIONABLE DEL DIQUE	Ve	m3						1556,3	
	TIPOLOGIA DEL DIQUE	Td		Pequeña Presa Clasificable		Pequeña Presa Clasificable		Pequeña Presa Clasificable	Pequeña Presa Clasificable	Pequeña Presa Clasificable
	COTA SOLERA BRECHA	Cs	m	10	10	10	10	10	10	10
	COTA CORONACIÓN	Cc	m	18,5	18,5	18,5	18,5	18,5	18,5	18,5
ESTIMACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE LA BRECHA										
	ANCHO MEDIO	Bavg	m	13,8	19,3	14,99	19,5	23,3	8,1	24,85
***	ANCHO EN SOLERA	Bb	m	6,1	7,4	9,0	11,0	14,8	3,9	16,4
	ANCHO EN CORONACIÓN	Bc	m			20,94	27,98	31,79	12,37	33,35
	TIEMPO DE FORMACIÓN	Tf	h	0,2	0,2	0,31	0,3	0,263	0,260	0,113
	FACTOR DE ALMACENAMIENTO	SI	-	28,8	28,8	28,8	28,8	28,8	28,8	28,8
ESTIMACIÓN DEL CAUDAL PUNTA FROEHLIC 95b										
	CAUDAL MÁXIMO PREVISTO	Qp	m3/s	276,73	276,73	276,73	276,73	276,73	276,73	276,73

Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 06

ESTIMACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE BRECHA.
H=07,50 m.
ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE FÓRMULAS EMPÍRICAS. VALIDACIÓN DE RESULTADOS

ESTIMACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE BRECHA

PROYECTO:	BALSAS TIPO
SECTOR:	6
ALTURA	7,5

ANÁLISIS Y VALIDACIÓN DE RESULTADOS

Dada la importancia del tiempo de formación de la brecha en la generación del pico del hidrograma, es relevante poder validar los resultados. Para ello utilizaremos un estimador de la progresión de la erosión. Se considera adecuado aquel que define un desarrollo lineal, por lo que se utilizará la razón de erosión (ER) definida por la relación entre el ancho medio de brecha y el tiempo de formación. Diversos autores han indicado los intervalos de fiabilidad relacionando dicho parámetro con la altura de agua movilizable, (Hw), quedando estos entre 1.6 y 21. Por otro lado, el agua almacenada puede condicionar el desarrollo completo de la brecha, por lo que se apunta como indicador de la validez de los resultados, la relación entre el ancho medio respecto de la altura de brecha (Bavg/Hb). En este caso si el indicador ofrece un valor inferior a 0.6, no se puede afirmar que se complete la brecha, quedando como apertura una geometría cuadrangular de ancho D.

COMPROBACIÓN DEL DESARROLLO DE BRECHA (completa vs parcial)	(Bavg/Hb)	1,62	2,27	1,76	2,29	2,74	0,96	2,92
Se considera desarrollada si (Bavg/Hb)>0.60	(Bavg/Tf)	55,45	77,63	48,87	63,53	88,68	31,25	33,35
RAZÓN DE EROSIÓN (ER)								
COMPROBACIÓN DEL PROGRESO DE LA BRECHA (lineal vs no lineal)	(ER/Hw)	7,39	10,35	6,52	8,47	11,82	4,17	4,45
Se puede considerar razonable la ratio de erosión si 1.6<(ER/Hw)<21								
COMPROBACIÓN BOWLES T de formación (h)	T=2*Vw/Qp	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43
Si tiempo de formación de brecha es menor que la comprobación de Bowles se adopta		1,74	1,74	1,42	1,42	1,65	1,67	3,86
RAZÓN DE TIEMPOS (Tbowles/Tf)								

* *DIQUE DE CIERRE DE MATERIALES SUELTOS HOMOGÉNEO, ASUMIENDO MÁXIMO ALMACENAMIENTO EN LA FASE DE COLAPSO*

** *A utilizar en el método de MACDONALD & LANGRIDGE-MONOPOLIS 84 (MLM84)*

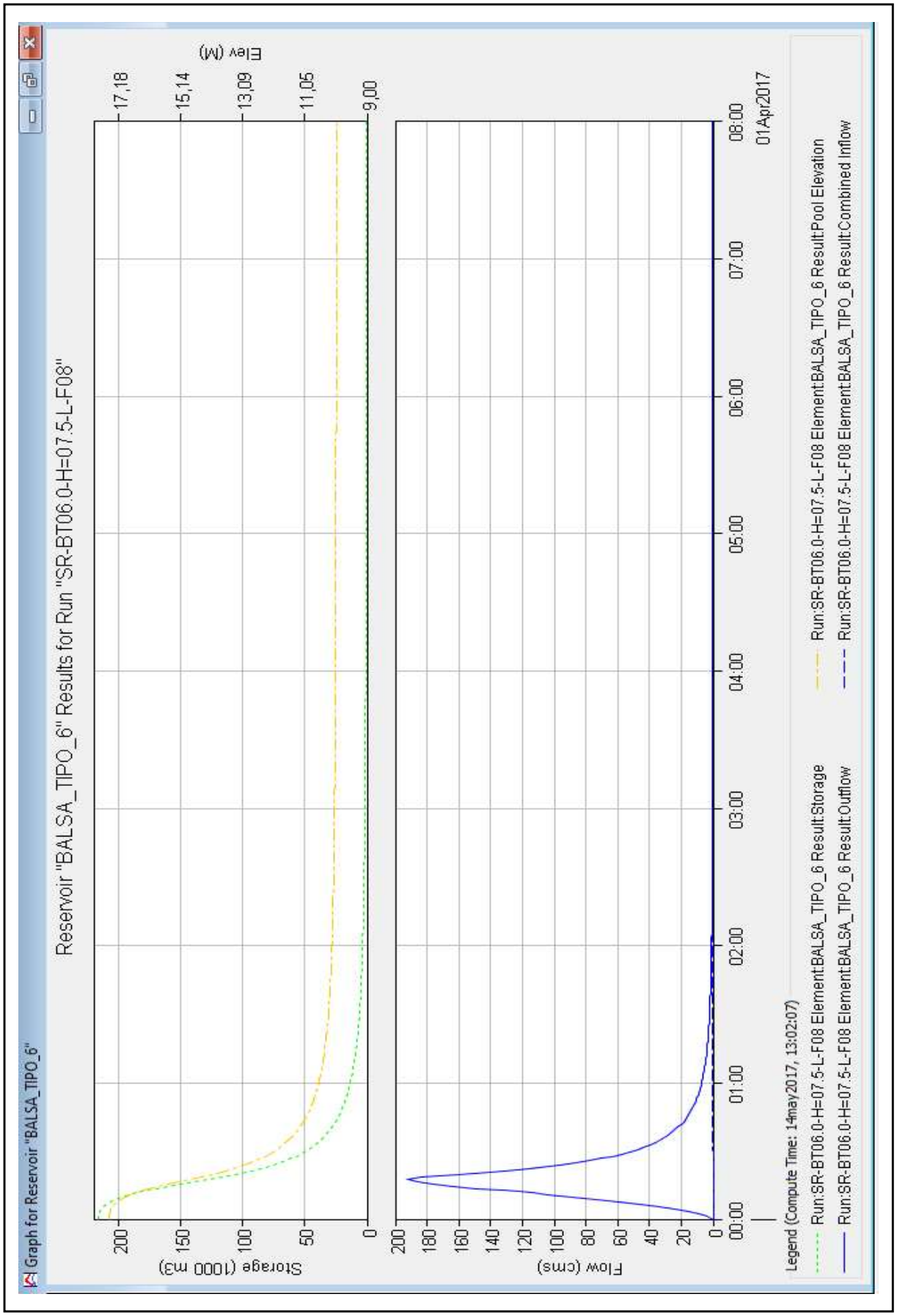
*** *Wb en el método de MACDONALD & LANGRIDGE-MONOPOLIS 84 (MLM84)*

ESQUEMAS

Fuente: GUIDELINES FOR DAM BREACH ANALYSIS, STATE OF COLORADO-DEPARTMENT OF NATURAL RESOURCES-DIVISION OF WATER RESOURCES, 10/02/2010

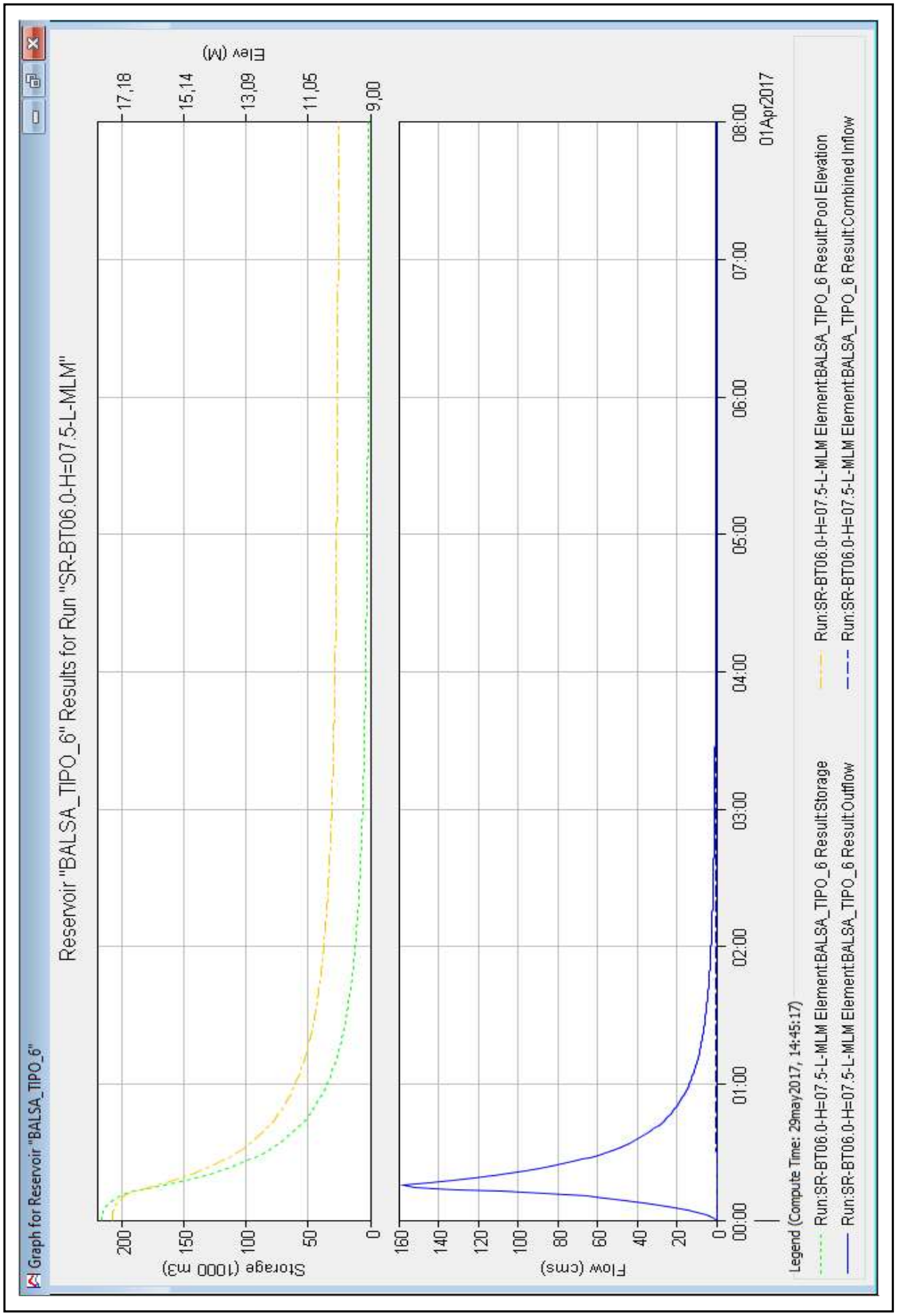
Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 06

HIDROGRAMA DE VERTIDO Y CURVA DE VACIADO PARA H=7.50 m. ESCENARIO (NMN-SOLERA) APLICACIÓN FÓRMULA F08



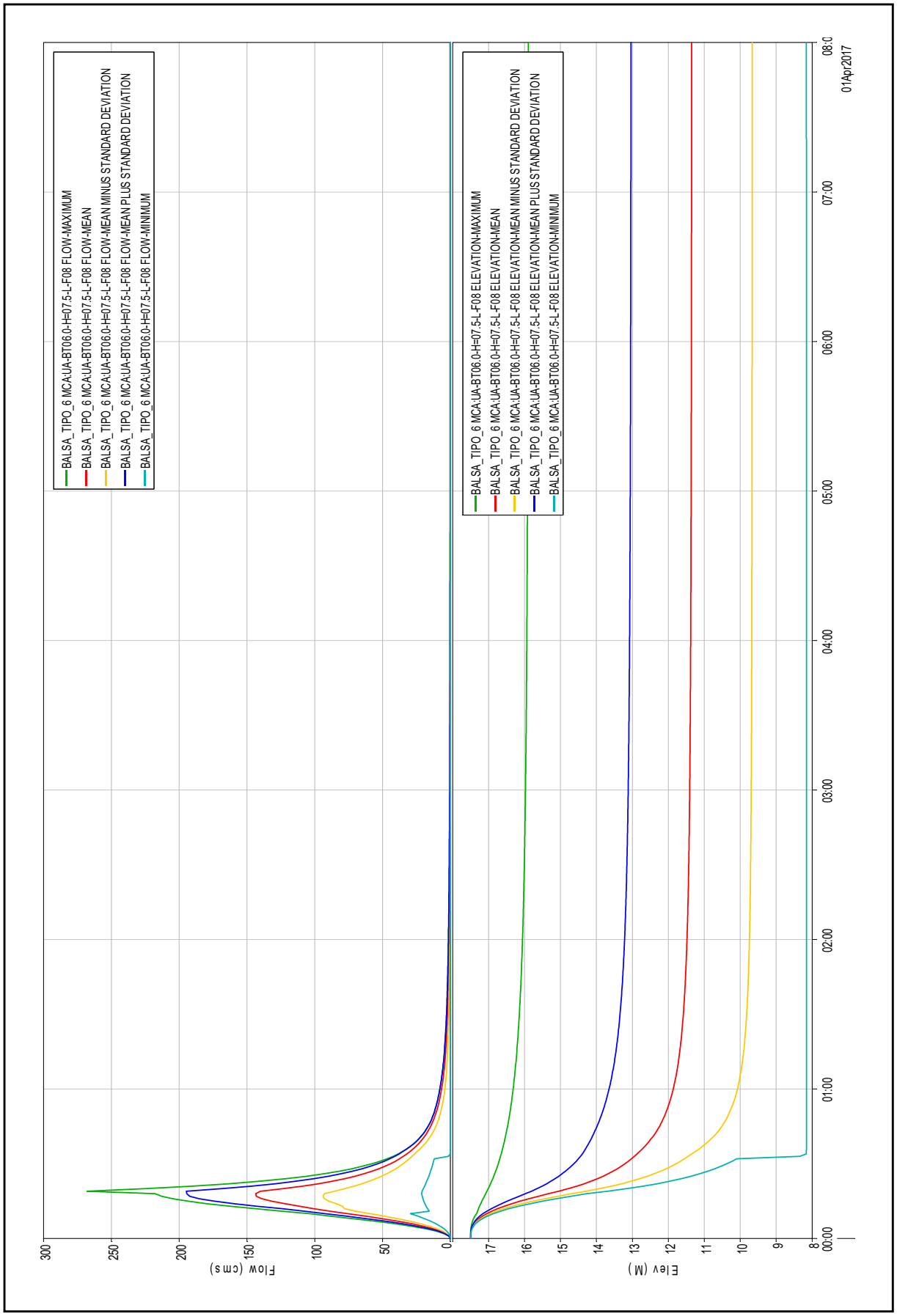
Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 06

HIDROGRAMA DE VERTIDO Y CURVA DE VACIADO PARA H=7.50 m. ESCENARIO (NMN-SOLERA) APLICACIÓN FÓRMULA MLM84



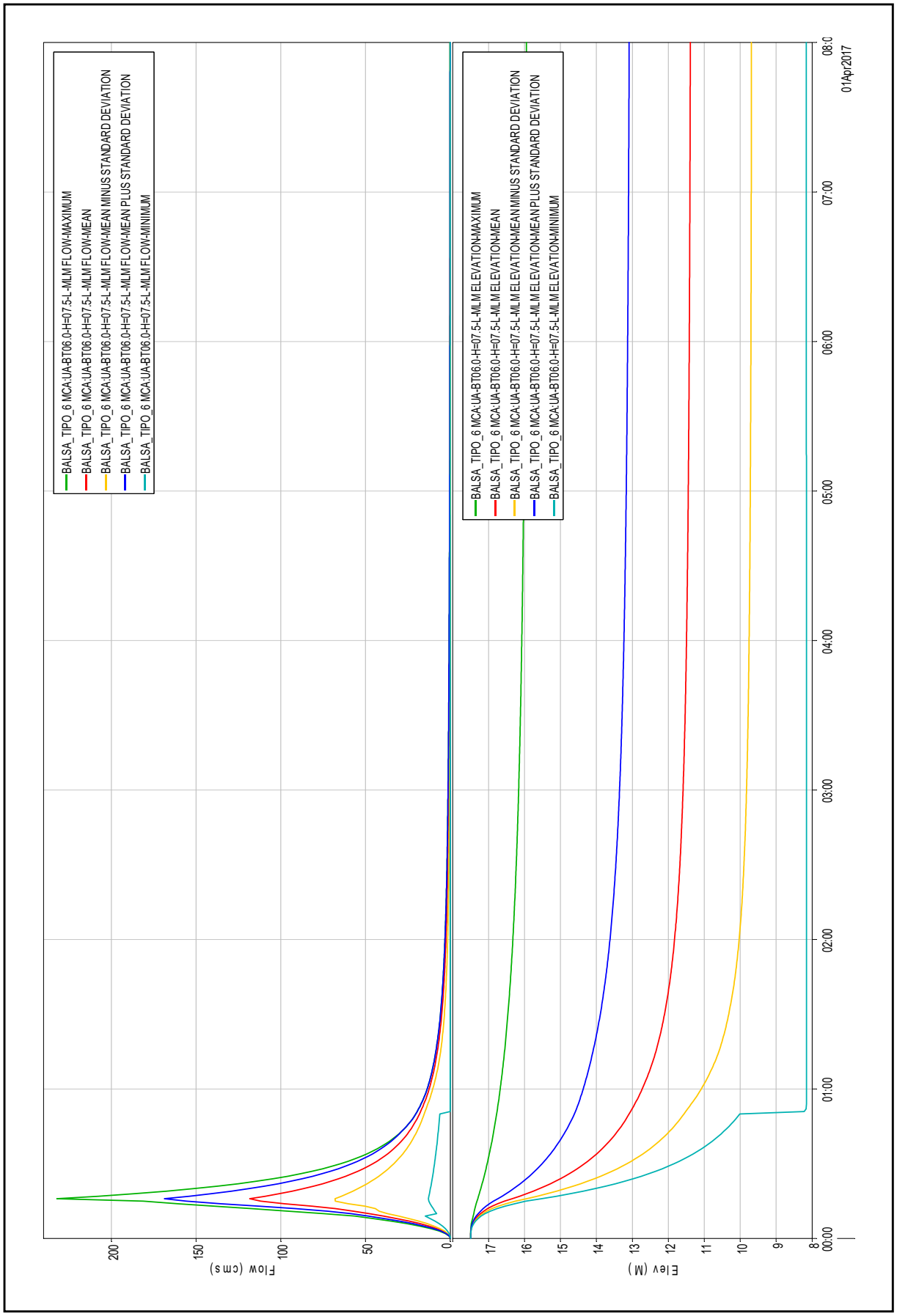
Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 06

APLICACIÓN DEL MÉTODO DE MONTECARLO EN LA CALIBRACIÓN DEL FONDO DE BRECHA (5.000 SIMULACIONES) HIDROGRAMAS DE VERTIDO Y VARIACIÓN DEL NIVEL EMBALSADO. (H=07.50 m.) APLICACIÓN FÓRMULA F08



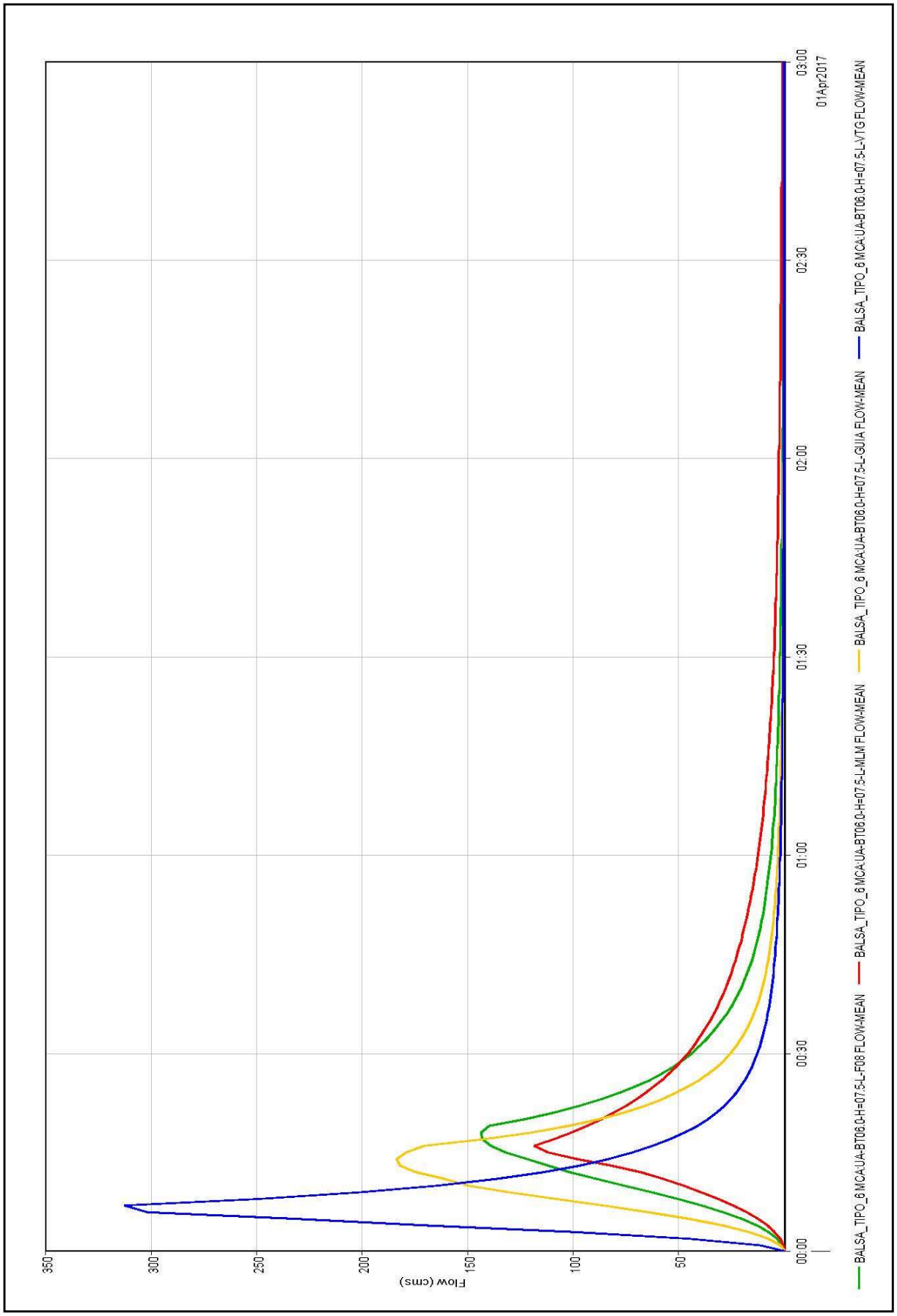
Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 06

APLICACIÓN DEL MÉTODO DE MONTECARLO EN LA CALIBRACIÓN DEL FONDO DE BRECHA (5.000 SIMULACIONES) HIDROGRAMAS DE VERTIDO Y VARIACIÓN DEL NIVEL EMBALSADO. (H=07.50 m.) APLICACIÓN FÓRMULA MLM84



Características de las balsas sintéticas.
BALSA TIPO 06
(Hw=07.50 m.)

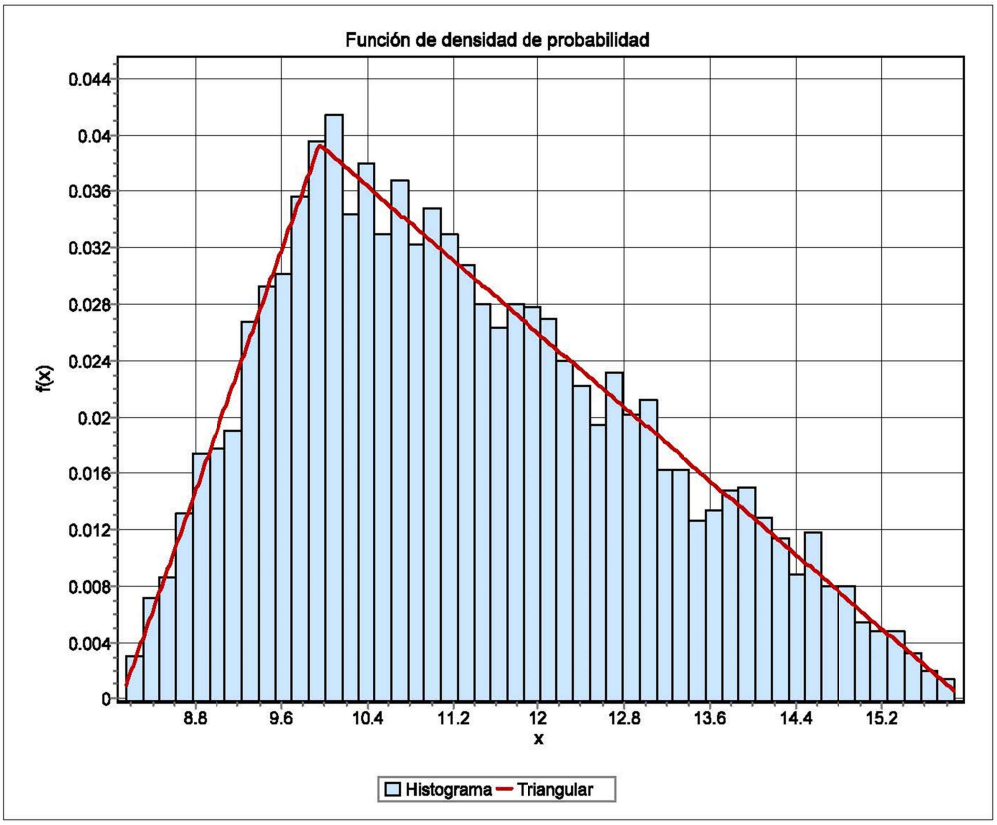
ESTUDIO COMPARATIVO DE LA VARIABILIDAD DEL HIDROGRAMA DE VERTIDO EN FUNCIÓN DE LA CARGA DE AGUA MOVILIZABLE (Hw)
APLICACIÓN FÓRMULAS
F08-MLM84-GUIA-VTG

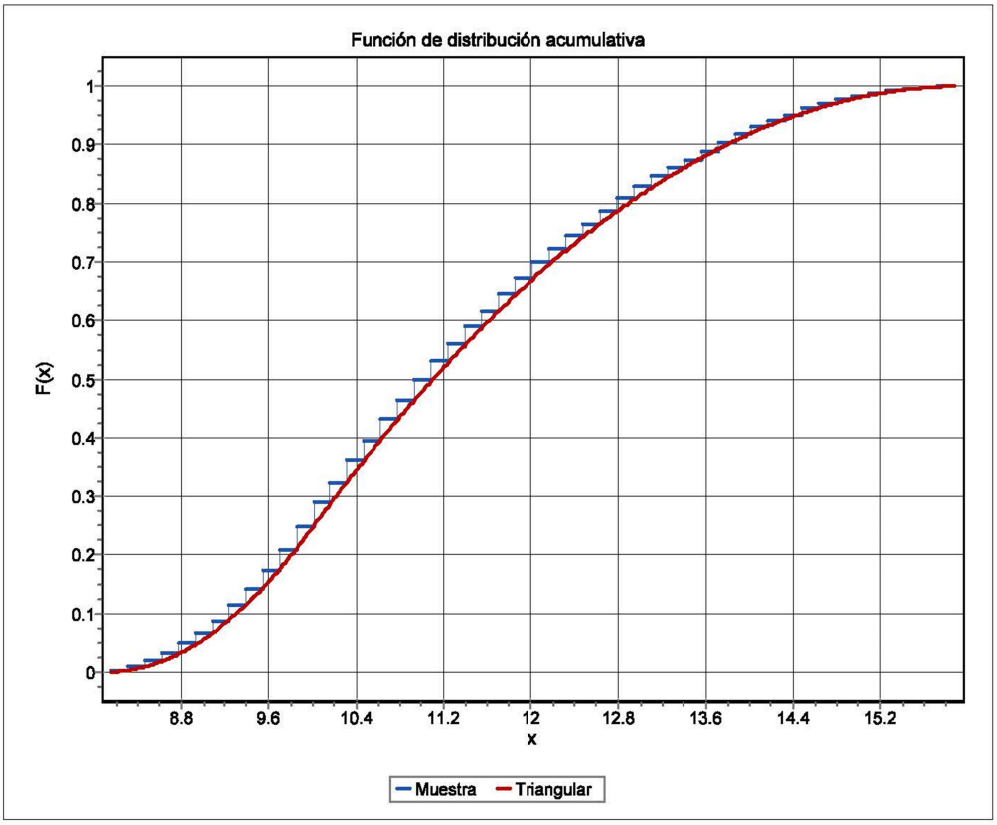


Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 06

M. DE MONTECARLO (FONDO DE BRECHA) ANÁLISIS ESTADISTICO RESULTADOS (Hw=07.50 m.) AJUSTE DE LA FUNCIÓN DE DISTRIBUCIÓN. FUNCIÓN DE DENSIDAD Y FUNCIÓN DE DISTRIBUCIÓN ACUMULATIVA

En el eje de abcisas se representa la variabilidad de la cota del fondo de brecha, considerando la cota +10.00 la solera interior de la balsa.

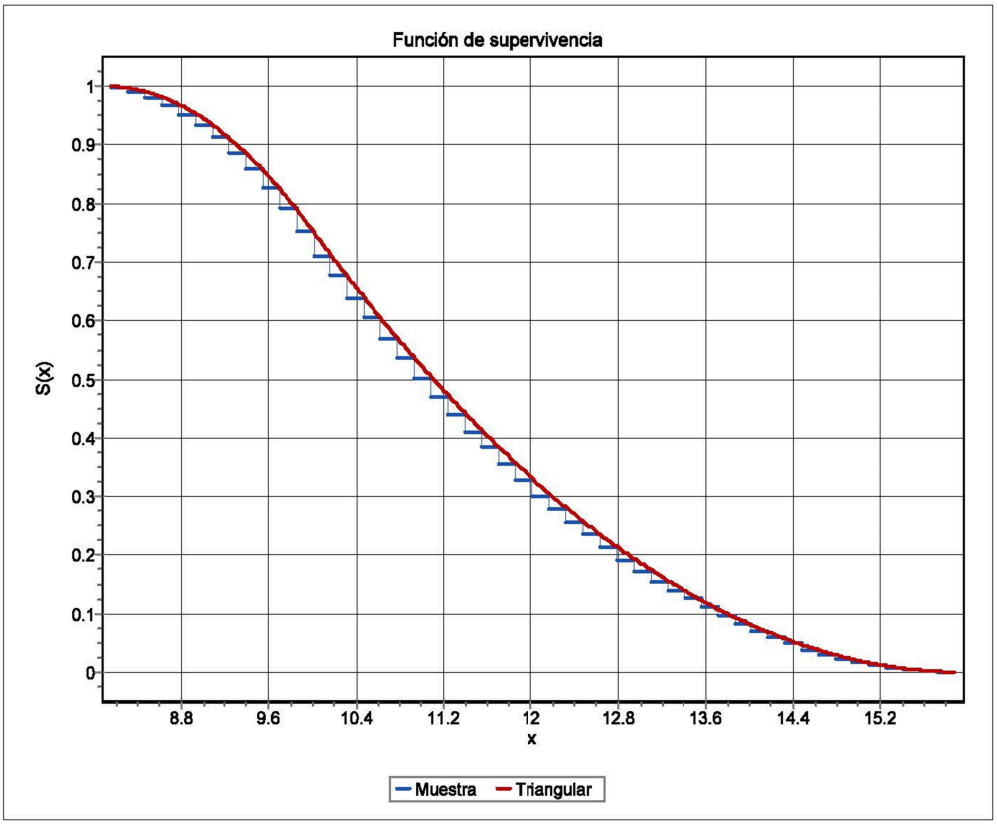


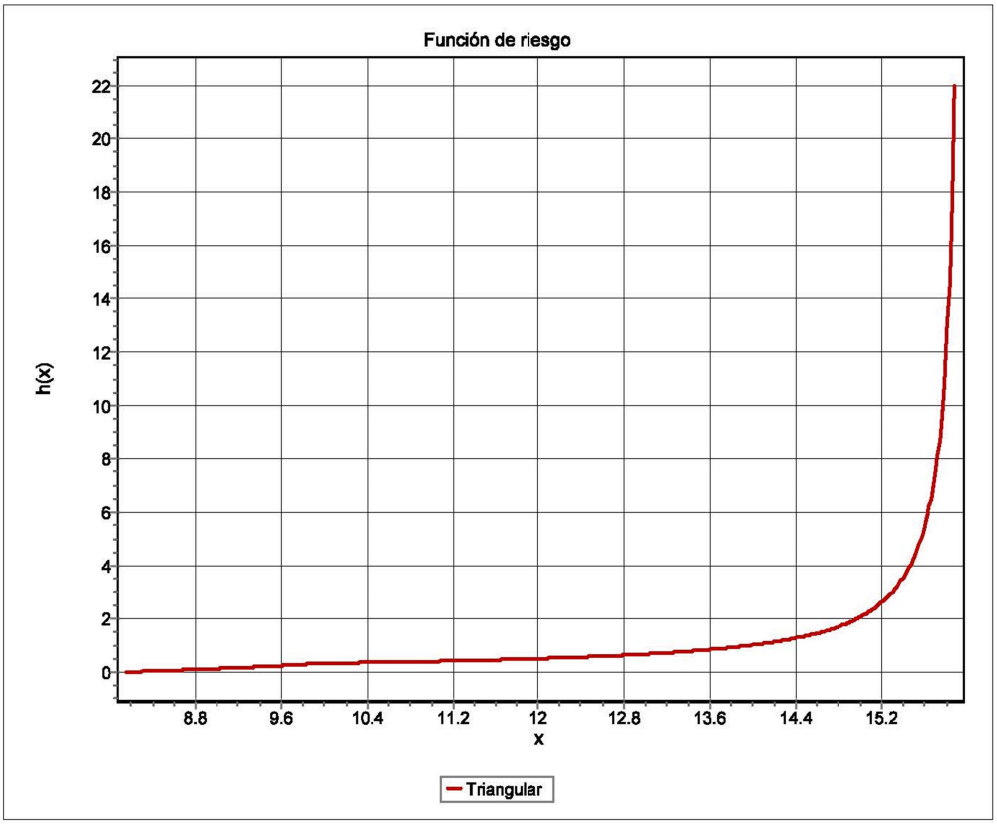


Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 06

M. DE MONTECARLO (FONDO DE BRECHA) ANÁLISIS ESTADISTICO RESULTADOS (Hw=07.50 m.) AJUSTE DE LA FUNCIÓN DE DISTRIBUCIÓN. FUNCIÓN DE SUPERVIVENCIA Y FUNCIÓN DE RIESGO

En el eje de abcisas se representa la variabilidad de la cota del fondo de brecha, considerando la cota +10.00 la solera interior de la balsa.

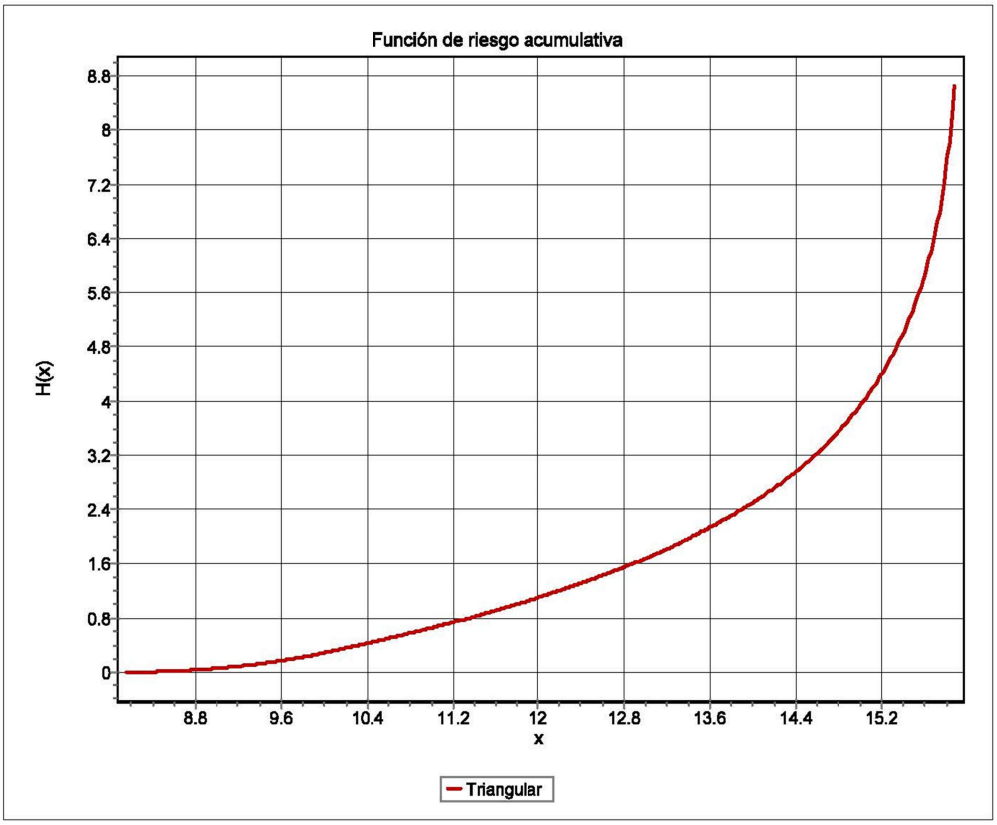


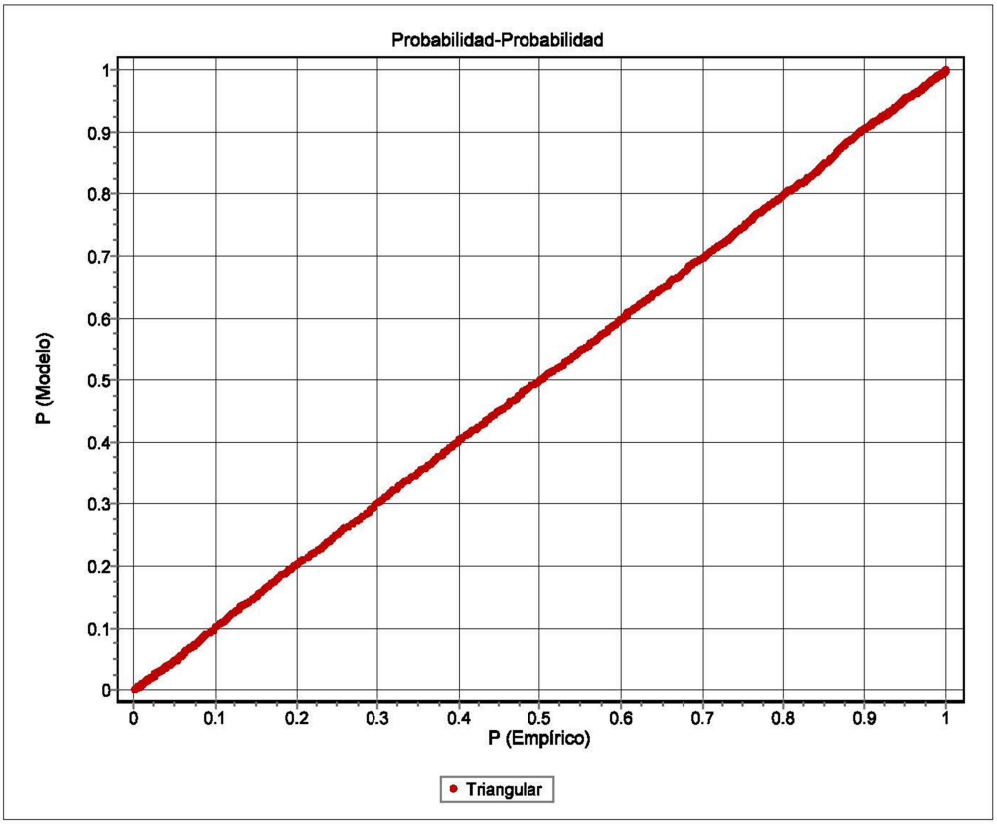


Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 06

M. DE MONTECARLO (FONDO DE BRECHA) ANÁLISIS ESTADISTICO RESULTADOS (Hw=07.50 m.) AJUSTE DE LA FUNCIÓN DE DISTRIBUCIÓN. FUNCIÓN DE RIESGO ACUMULATIVA Y GRÁFICO P-P

En el eje de abcisas se representa la variabilidad de la cota del fondo de brecha, considerando la cota +10.00 la solera interior de la balsa.

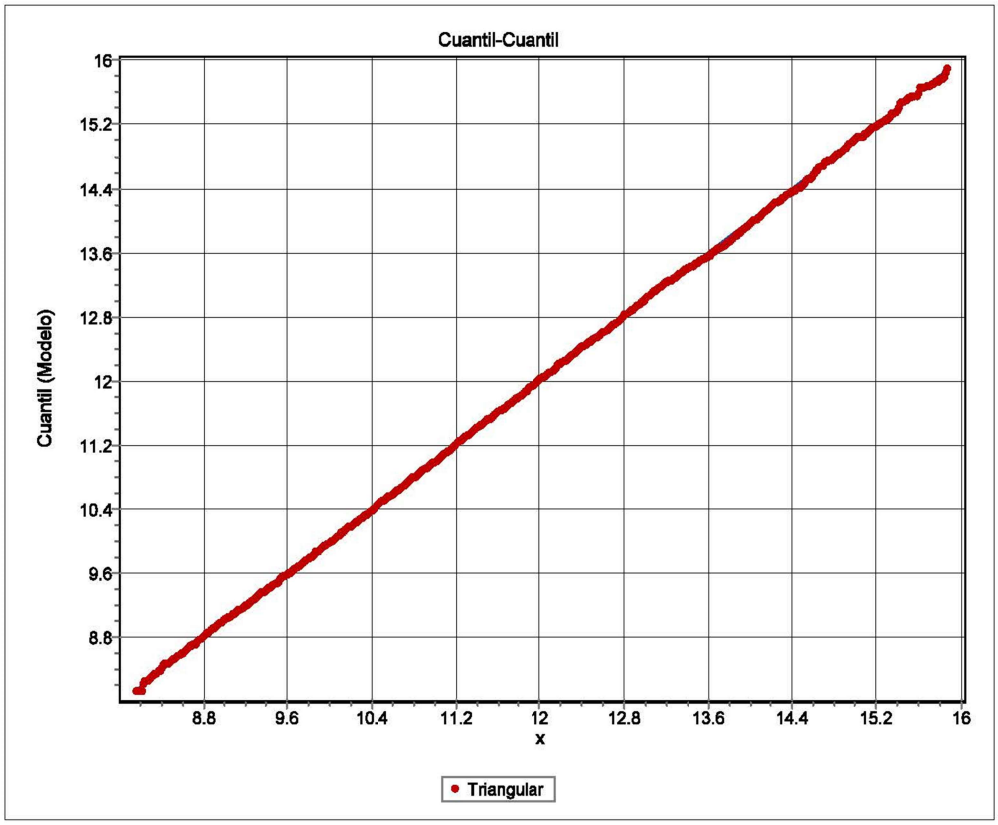


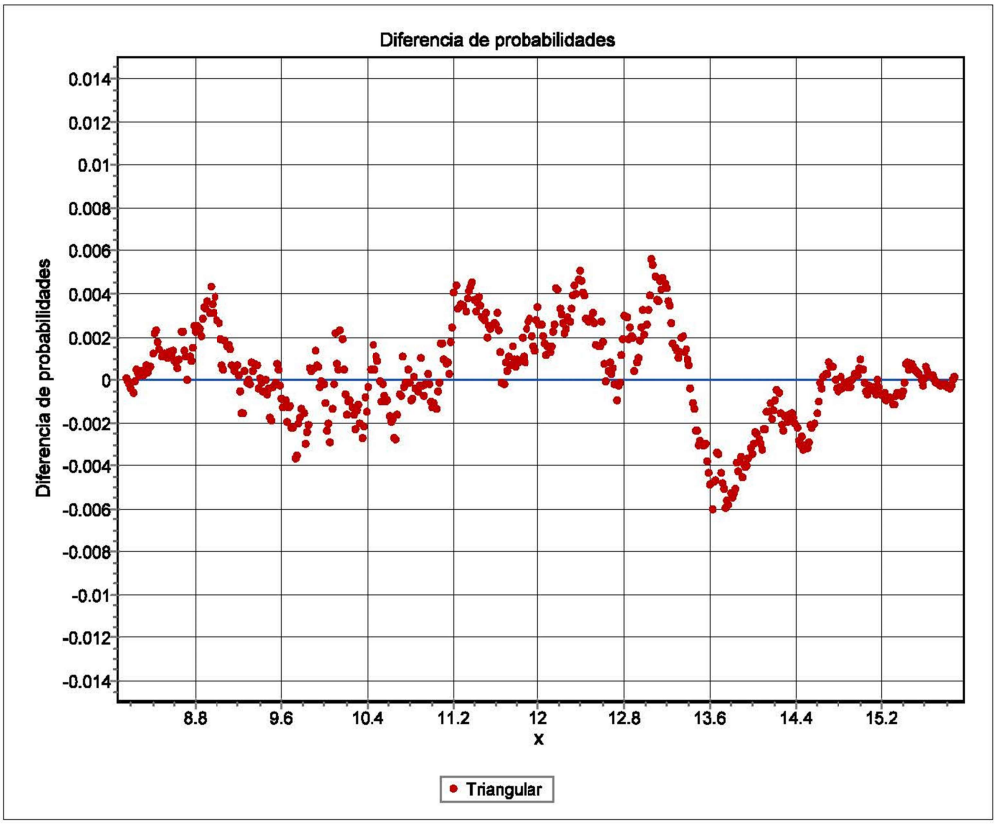


Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 06

M. DE MONTECARLO (FONDO DE BRECHA) ANÁLISIS ESTADISTICO RESULTADOS (Hw=07.50 m.) AJUSTE DE LA FUNCIÓN DE DISTRIBUCIÓN. GRÁFICO Q-Q Y DIFERENCIA DE PROBABILIDADES

En el eje de abcisas se representa la variabilidad de la cota del fondo de brecha, considerando la cota +10.00 la solera interior de la balsa.

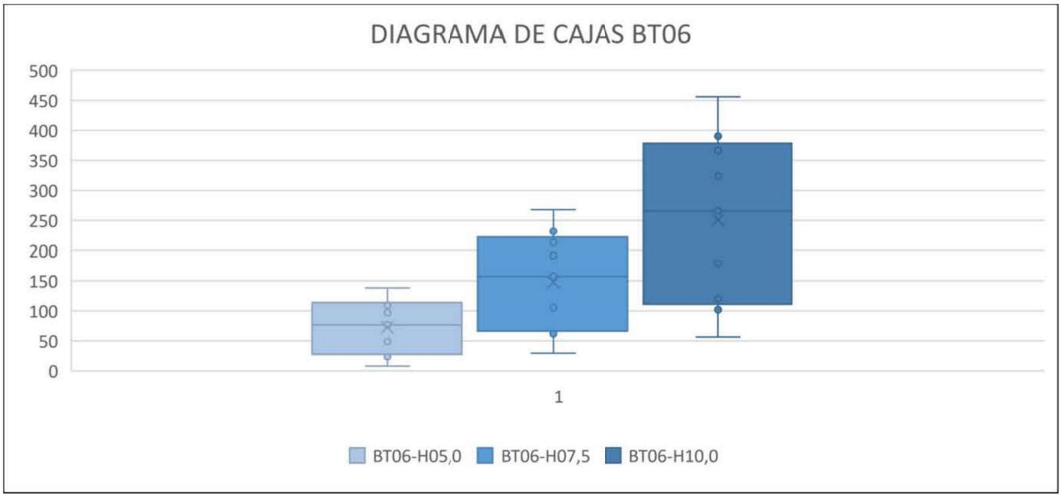


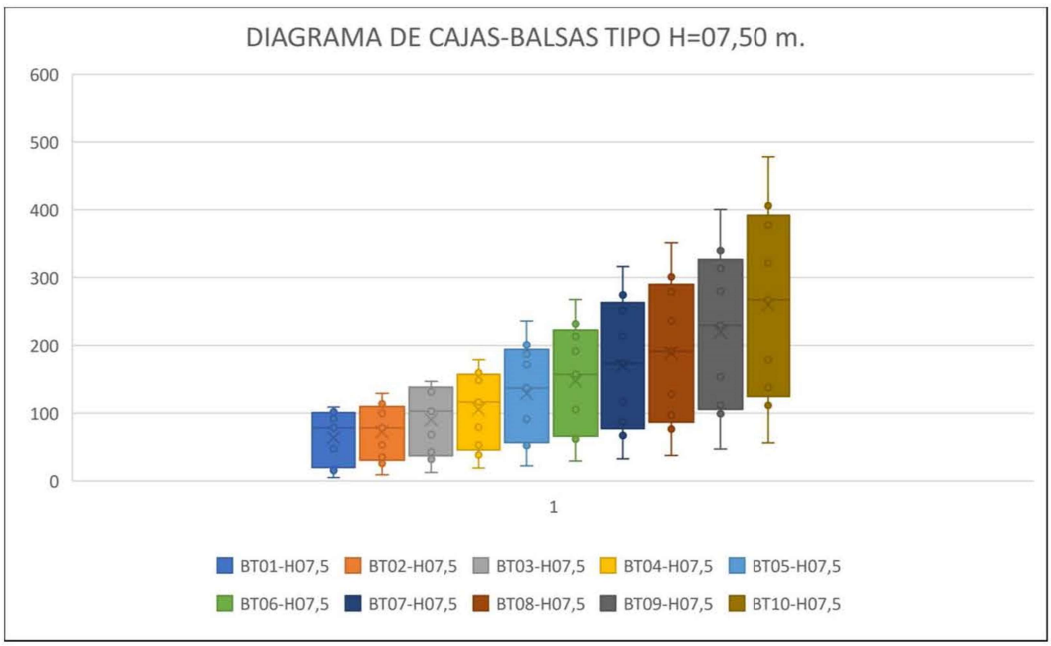


Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 06

M. DE MONTECARLO (CAUDAL MÁXIMO) ANÁLISIS ESTADISTICO RESULTADOS (Hw=07.50 m.) ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA. DIAGRAMAS DE CAJAS

CAUDALES MÁXIMOS (M. MONTECARLO) Estadística descriptiva					Parámetros Ajuste	
BALSA	BT06					
ALTURA Hw (m)	7,50					
AJUSTE	DAGUM (4P)					
Estadística	**Valor**	**Percentil %**	**Valor**	**Obs**		
Tamaño de la muestra	5000	1	29,3	Min	k 0,10674	
Rango	238,44	5	61,8		α 14,845	
Media	148,96	10	70,8		β 192,08	
Varianza	2868	25	105,3	Q1	γ 28,775	
Desviación estándar	53,554	50	157,5	Mediana		
Coef, de variación	0,35952	75	191,7	Q3		
Error estándar	0,75736	90	213,1			
Asimetría	-0,20288	95	231,7			
Curtosis	-0,91282	99	267,8	Max	I.C.$\bar{X}$ (95%)	1,484

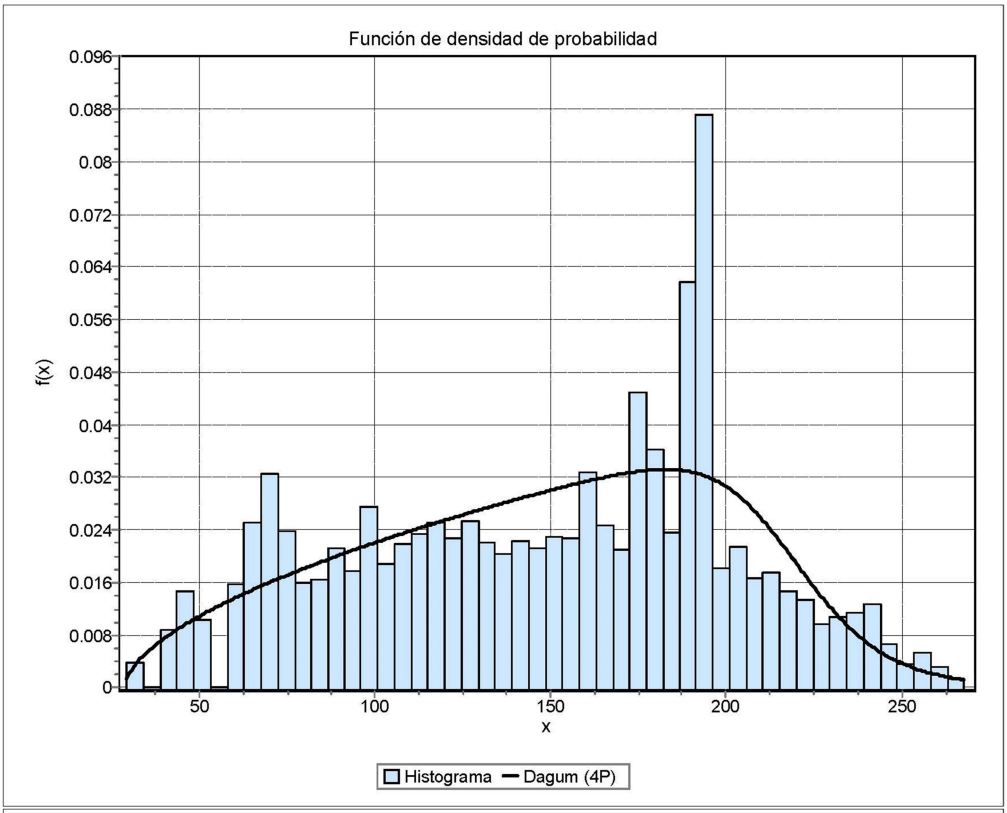


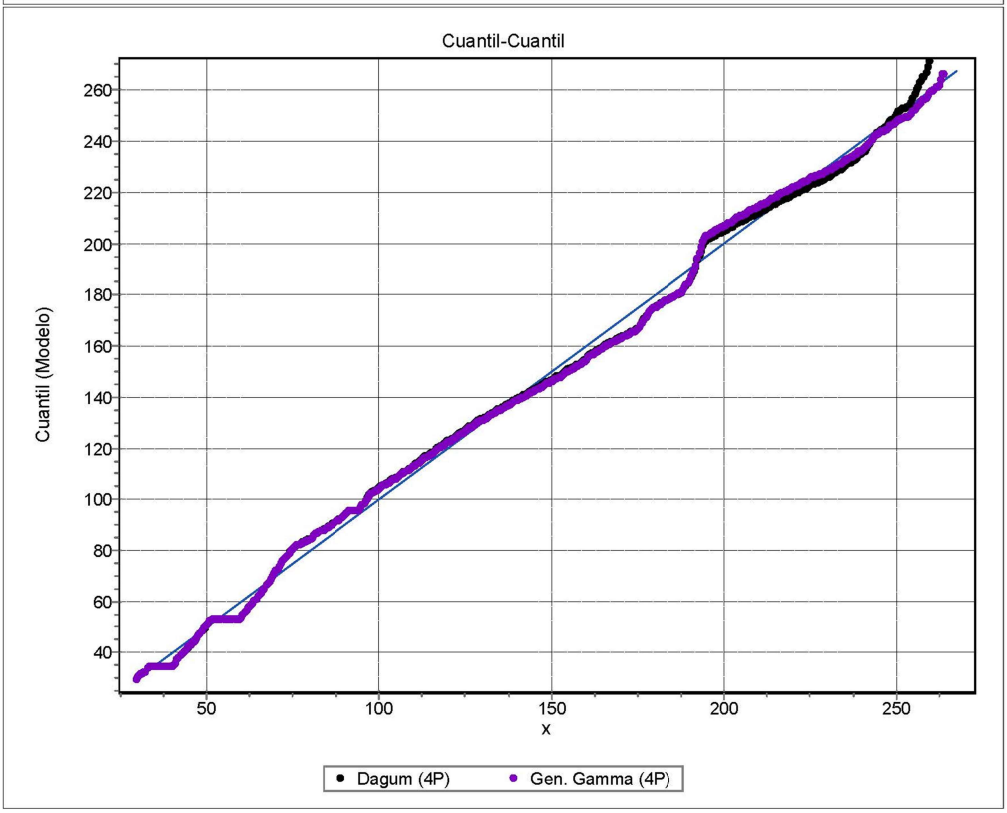


Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 06

M. DE MONTECARLO (CAUDAL MÁXIMO) ANÁLISIS ESTADISTICO RESULTADOS (Hw=07.50 m.) AJUSTE DE LA FUNCIÓN DE DISTRIBUCIÓN. FUNCIÓN DE DENSIDAD Y GRÁFICO Q-Q

En el eje de abscisas se representa la variabilidad de los caudales máximos simulados, a partir del fondo de brecha, y considerando la evolución de su crecimiento atendiendo a la geometría de F08.

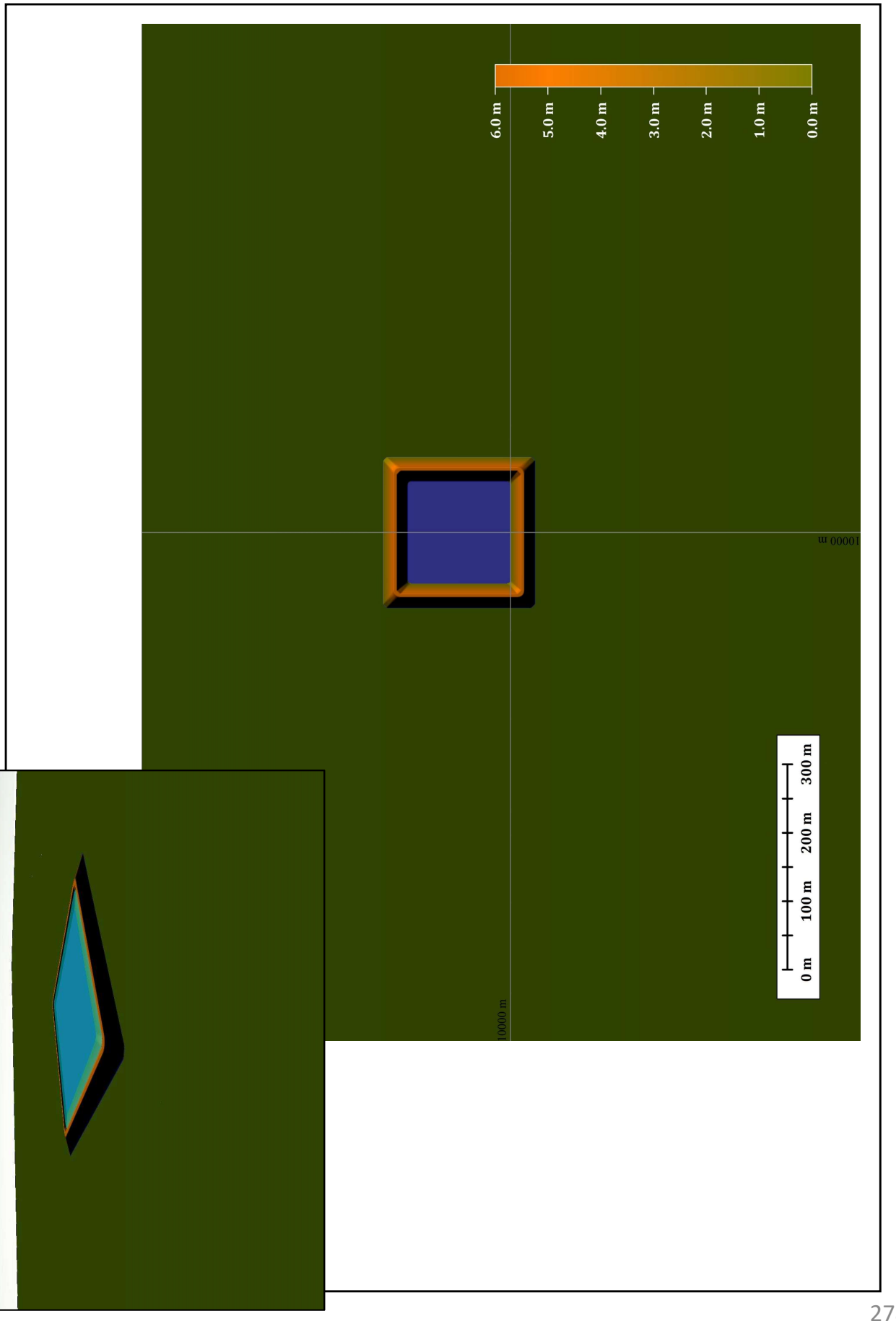




Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 06

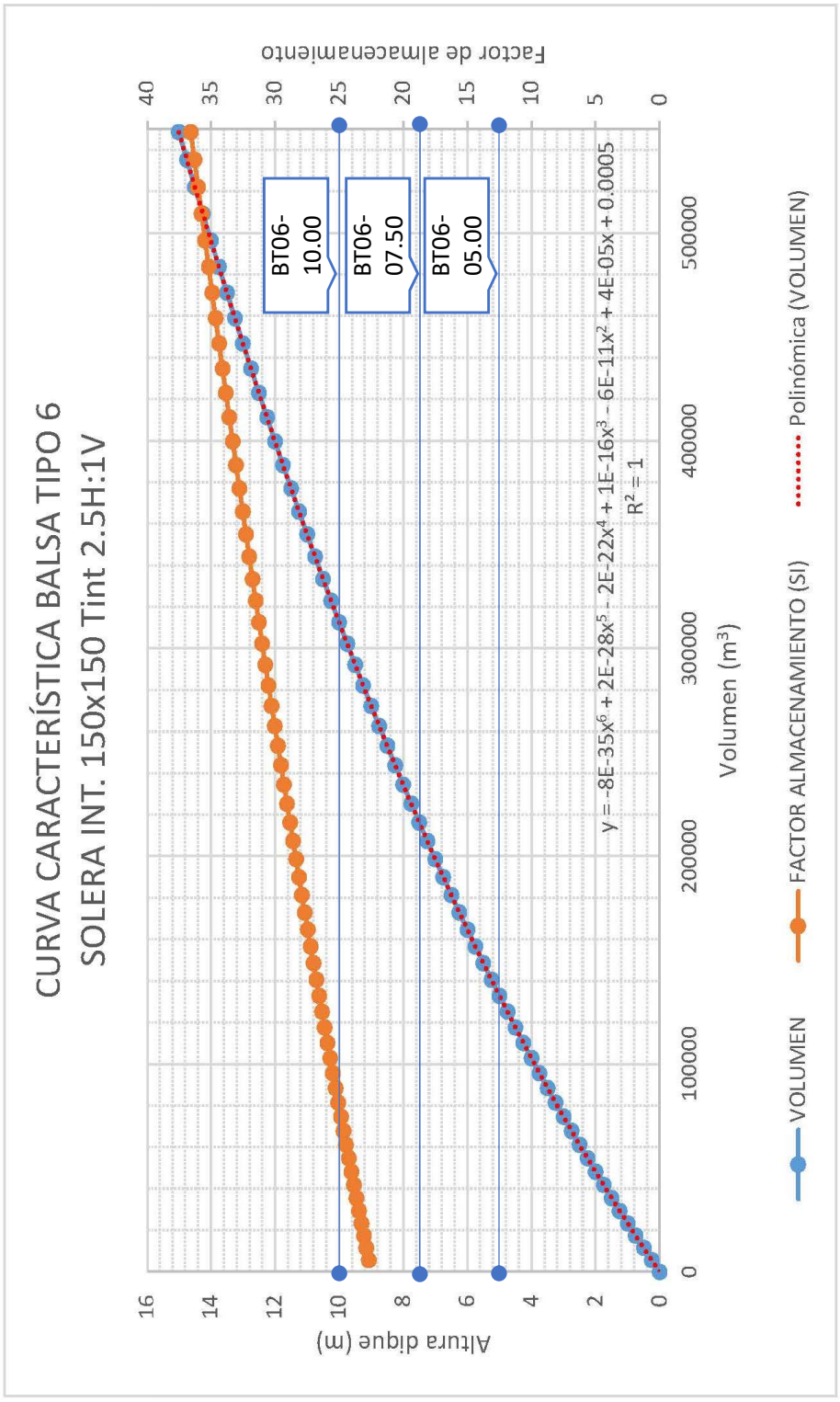
GEOMETRÍA

- ALTURA LÁMINA Hw= 05.0 m.
- RESGUARDO = 1.0 m.
- ANCHO CORONACIÓN= 05.0 m



Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 06

CURVA CARACTERÍSTICA vs FACTOR DE ALMACENAMIENTO



Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 06

ESTIMACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE BRECHA. H=05,00 m. ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE FÓRMULAS EMPÍRICAS

ESTIMACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE BRECHA

PROYECTO:	BALSAS TIPO										
SECTOR:	6										
ALTURA	5										
CARACTERÍSTICA*		MÉTODO		FROEHLICH 95a			FROEHLICH 08			GUÍA TÉCNICA	MACDONALD & LANGRIDGE-MONOPOLIS 84	VTG
MODO DE FALLO (S=SIFONAMIENTO;D=DESBORDAMIENTO)		Mf		S	D		S	D		S	S	S
CARGA DE AGUA MOVILIZABLE		Hw	m	5	5		5	5		5	5	5
VOLUMEN ALMACENADO EN Hw EN EL COLAPSO		Vw	m3	132812,5	132812,5		132812,5	132812,5		132812,5	132812,5	132812,5
SUPERFICIE OCUPADA EN Hw		As	m2	30625	30625		30625	30625		30625	30625	30625
RESGUARDO		r	m	1	1		1	1		1	1	1
ALTURA DE BRECHA COMPLETA		Hb	m	6	6		6	6		6	6	6
FACTOR CORRECTOR POR MODO DE FALLO		Ko	-	1	1,4		1	1,3				
TALUD DE LA BRECHA		Zb	Z(H):1(V)	0,9	1,4		0,7	1		1	0,5	1
**	TALUD DEL DIQUE AGUAS ARRIBA	Z_1	Z(H):1(V)								2,5	
	TALUD DEL DIQUE AGUAS ABAJO	Z_2	Z(H):1(V)								2,5	
	SUMA DE TALUDES DEL DIQUE	Z_3	Z_1+Z_2								5	
	ANCHO CORONACIÓN DEL DIQUE	C	m								5	
	VOLUMEN EROSIONABLE DEL DIQUE	Ve	m3								783,3	
TIPOLOGIA DEL DIQUE		Td		Pequeña Presa Clasificable			Pequeña Presa Clasificable			Pequeña Presa Clasificable	Pequeña Presa Clasificable	Pequeña Presa Clasificable
COTA SOLERA BRECHA		Cs	m	10	10		10	10		10	10	10
COTA CORONACIÓN		Cc	m	16	16		16	16		16	16	16
ESTIMACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE LA BRECHA												
****	ANCHO MEDIO	Bavg	m	11,0	15,5	12,65		16,4	18,9		7,3	18,6
	ANCHO EN SOLERA	Bb	m	5,6	7,1	8,4		10,4	12,9		4,3	12,6
	ANCHO EN CORONACIÓN	Bc	m			16,85		22,44	24,90		10,28	24,60
	TIEMPO DE FORMACIÓN	Tf	h	0,3	0,3	0,34		0,3	0,292		0,202	0,075
	FACTOR DE ALMACENAMIENTO	Sl	-	26,6	26,6	26,6		26,6	26,6		26,6	26,6
ESTIMACIÓN DEL CAUDAL PUNTA FROEHLIC 95b												
CAUDAL MÁXIMO PREVISTO		Qp	m3/s	144,97	144,97	144,97		144,97	144,97		144,97	144,97

Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 06

ESTIMACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE BRECHA.
H=05,00 m.
ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE FÓRMULAS EMPÍRICAS. VALIDACIÓN DE RESULTADOS

ESTIMACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE BRECHA

PROYECTO:	
	BALSA TIPO
SECTOR:	**6**
ALTURA	**5**

ANÁLISIS Y VALIDACIÓN DE RESULTADOS

Dada la importancia del tiempo de formación de la brecha en la generación del pico del hidrograma, es relevante poder validar los resultados. Para ello utilizaremos un estimador de la progresión de la erosión. Se considera adecuado aquel que define un desarrollo lineal, por lo que se utilizará la razón de erosión (ER) definida por la relación entre el ancho medio de brecha y el tiempo de formación. Diversos autores han indicado los intervalos de fiabilidad relacionando dicho parámetro con la altura de agua movilizable, (Hw), quedando estos entre 1.6 y 2.1. Por otro lado, el agua almacenada puede condicionar el desarrollo completo de la brecha, por lo que se apunta como indicador de la validez de los resultados, la relación entre el ancho medio respecto de la altura de brecha (Bavg/Hb). En este caso si el indicador ofrece un valor inferior a 0.6, no se puede afirmar que se complete la brecha, quedando como apertura una geometría cuadrangular de ancho D.

COMPROBACIÓN DEL DESARROLLO DE BRECHA (completa vs parcial)	(Bavg/Hb)	1,84	2,58	2,11	2,74	3,15	1,21	3,10
Se considera desarrollada si (Bavg/Hb)>0.60	(Bavg/Tf)	42,02	58,83	37,14	48,28	64,81	35,95	24,60
RAZÓN DE EROSIÓN (ER)								
COMPROBACIÓN DEL PROGRESO DE LA BRECHA (lineal vs no lineal)	(ER/Hw)	8,40	11,77	7,43	9,66	12,96	7,19	4,92
Se puede considerar razonable la ratio de erosión si 1.6<(ER/Hw)<2.1								
COMPROBACIÓN BOWLES T de formación (h)	T=2*Vw/Qp	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51
Si tiempo de formación de brecha es menor que la comprobación de Bowles se adopta								
RAZÓN DE TIEMPOS (Tbowles/Tf)		1,94	1,94	1,49	1,49	1,75	2,51	6,79

* *DIQUE DE CIERRE DE MATERIALES SUELTOS HOMOGÉNEO, ASUMIENDO MÁXIMO ALMACENAMIENTO EN LA FASE DE COLAPSO*

** *A utilizar en el método de MACDONALD & LANGRIDGE-MONOPOLIS 84 (MLM84)*

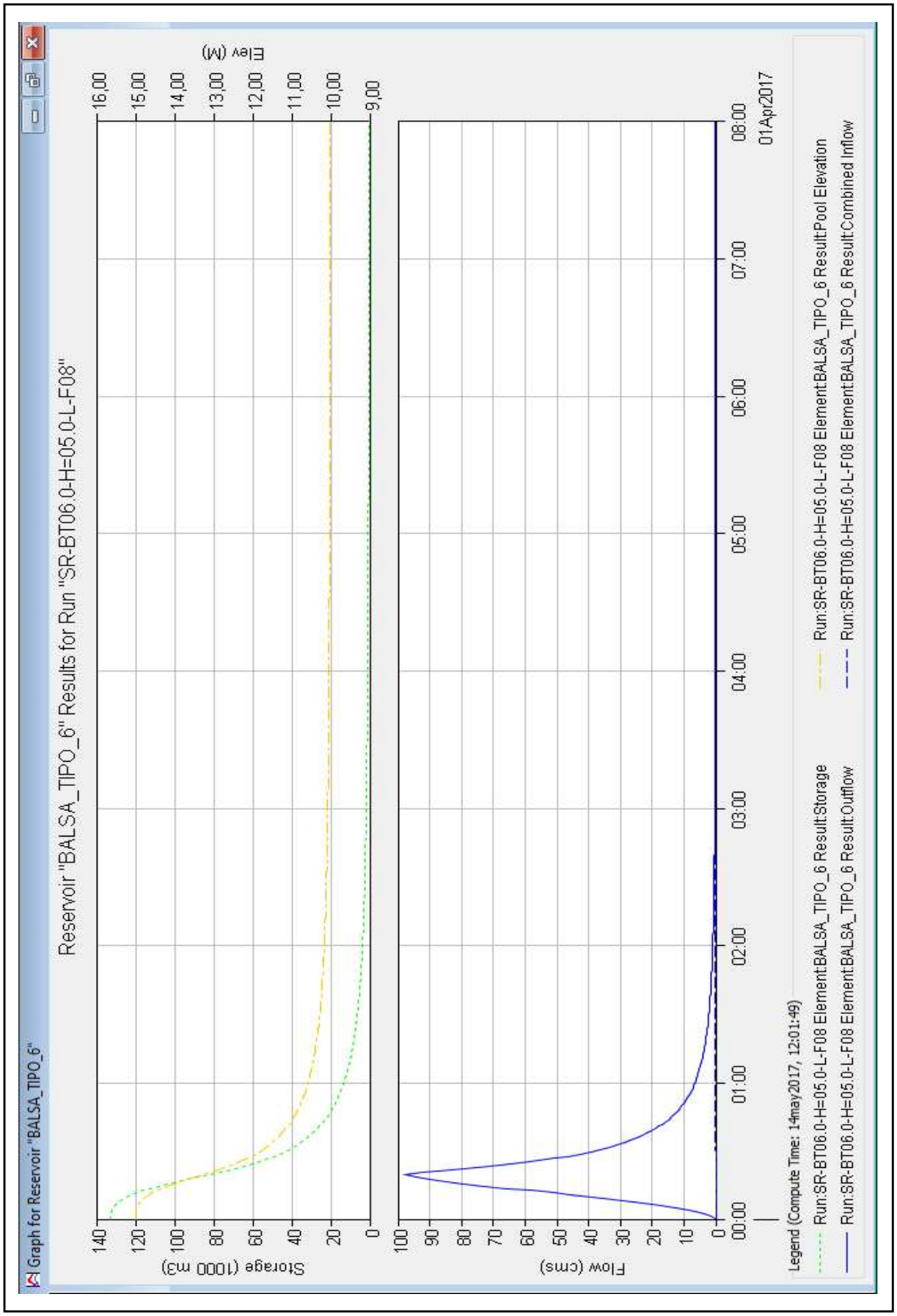
*** *Wb en el método de MACDONALD & LANGRIDGE-MONOPOLIS 84 (MLM84)*

ESQUEMAS

Fuente: GUIDELINES FOR DAM BREACH ANALYSIS, STATE OF COLORADO-DEPARTMENT OF NATURAL RESOURCES-DIVISION OF WATER RESOURCES, 10/02/2010

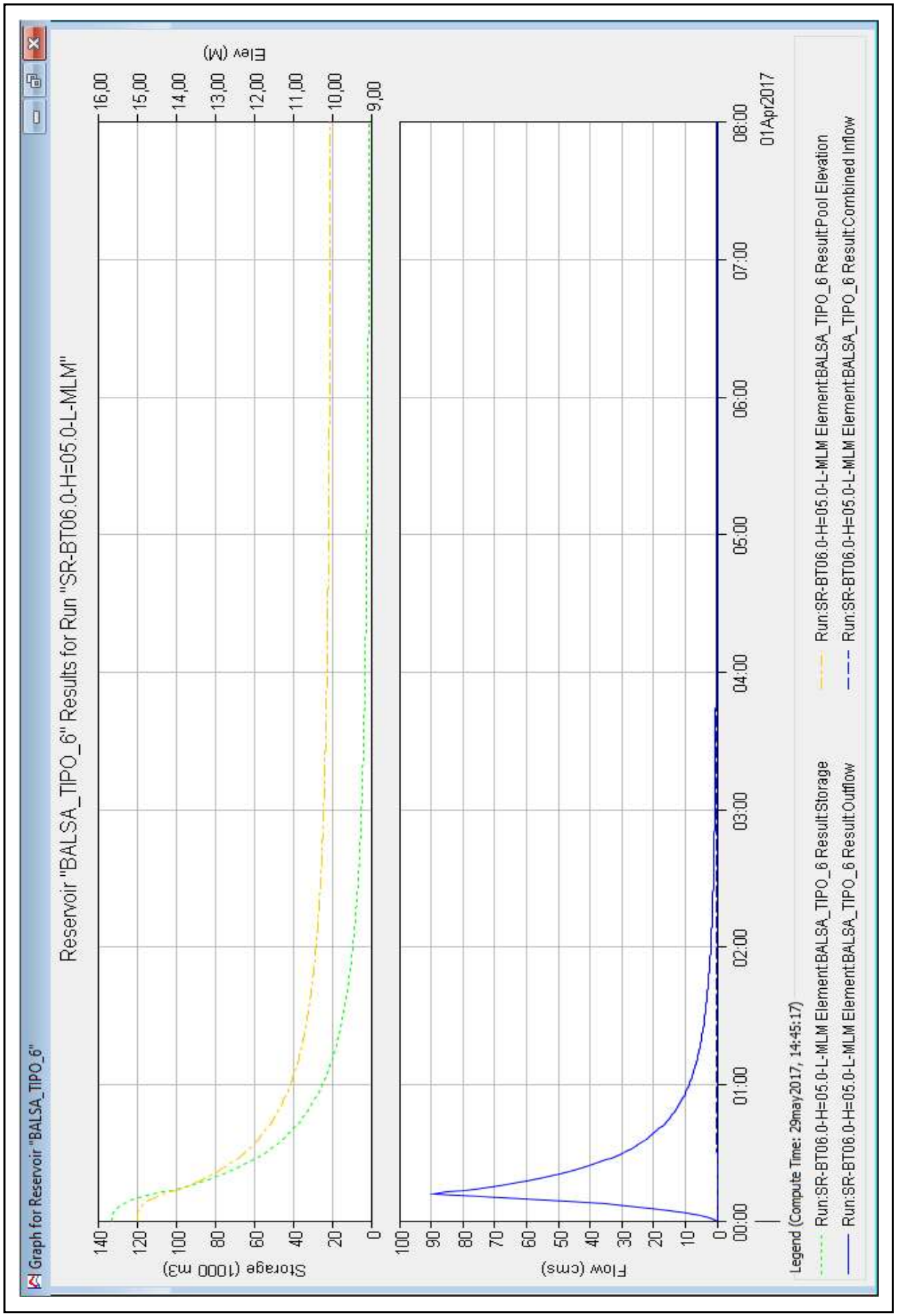
Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 06

HIDROGRAMA DE VERTIDO Y CURVA DE VACIADO PARA H=5.00 m. ESCENARIO (NMN-SOLERA) APLICACIÓN FÓRMULA F08



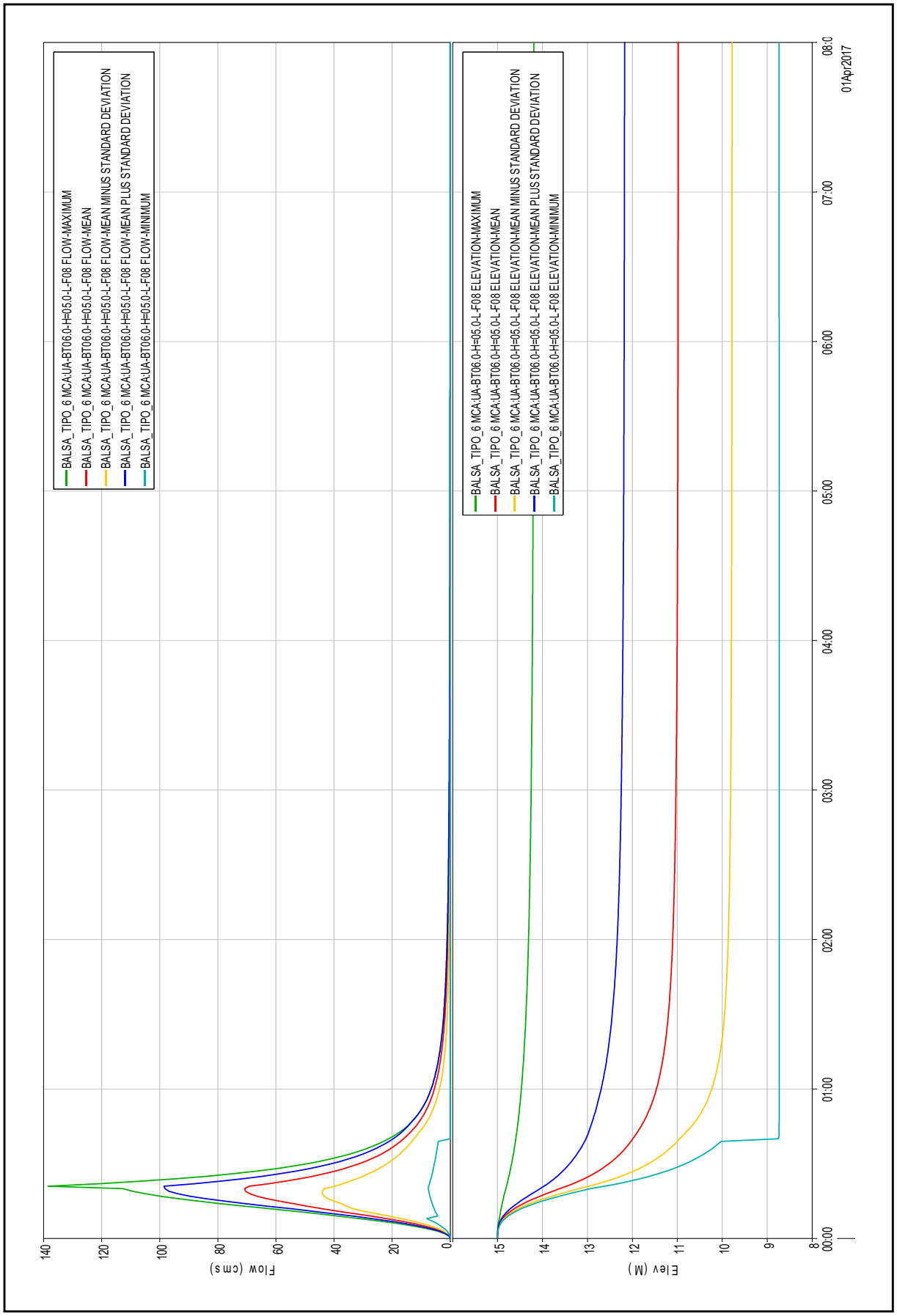
Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 06

HIDROGRAMA DE VERTIDO Y CURVA DE VACIADO PARA H=5.00 m. ESCENARIO (NMN-SOLERA) APLICACIÓN FÓRMULA MLM84



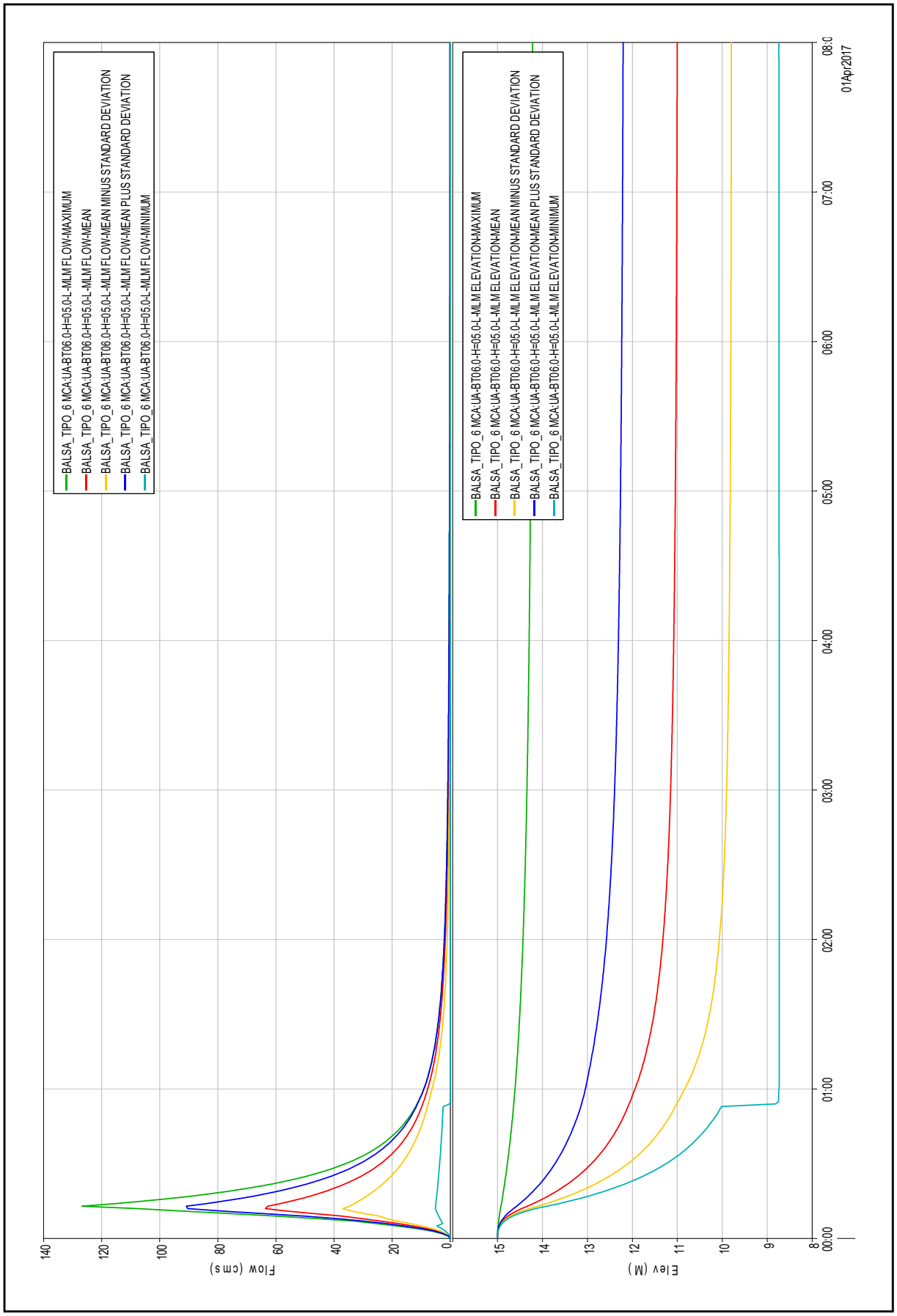
Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 06

APLICACIÓN DEL MÉTODO DE MONTECARLO EN LA CALIBRACIÓN DEL FONDO DE BRECHA (5.000 SIMULACIONES) HIDROGRAMAS DE VERTIDO Y VARIACIÓN DEL NIVEL EMBALSADO. (H=05.00 m.) APLICACIÓN FÓRMULA F08



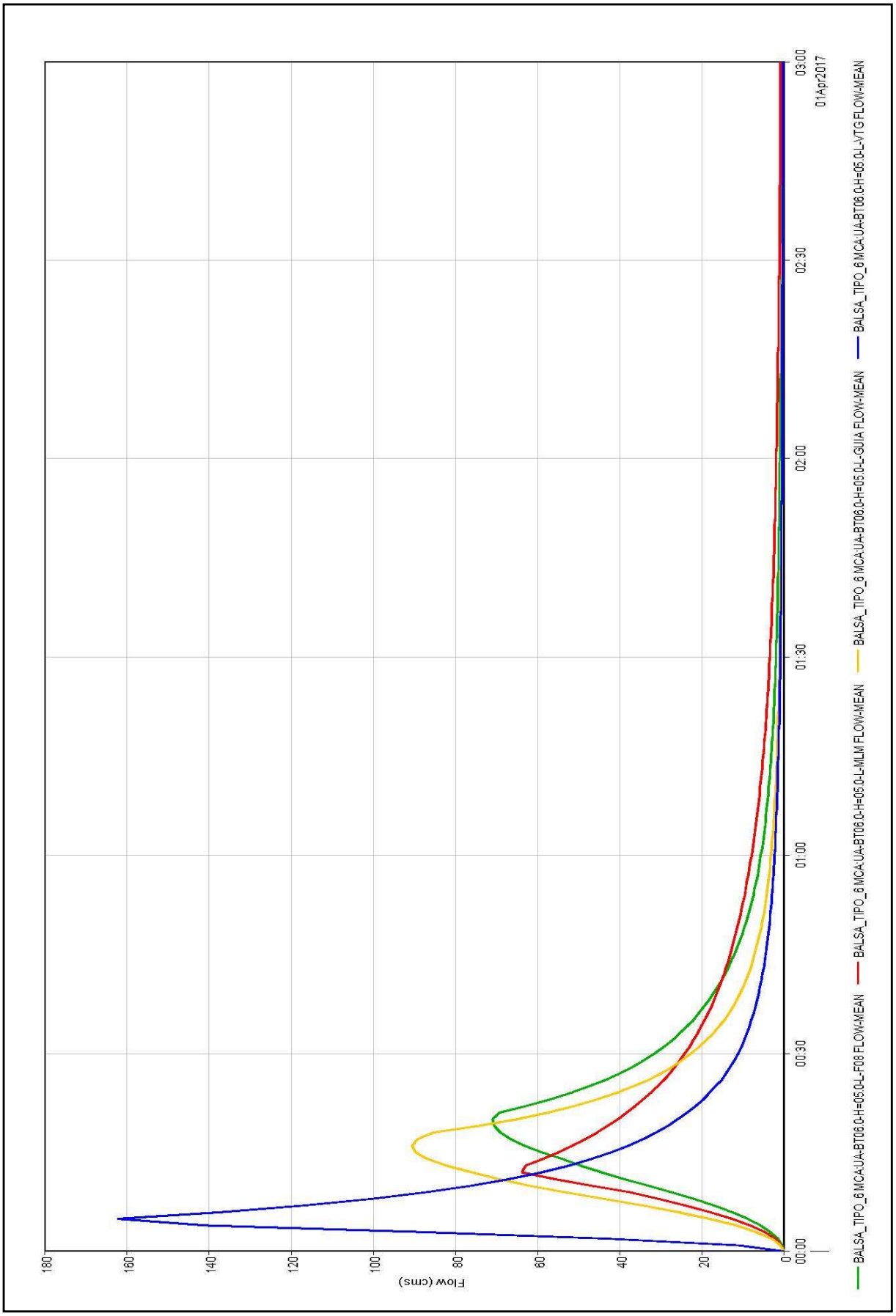
Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 06

APLICACIÓN DEL MÉTODO DE MONTECARLO EN LA CALIBRACIÓN DEL FONDO DE BRECHA (5.000 SIMULACIONES) HIDROGRAMAS DE VERTIDO Y VARIACIÓN DEL NIVEL EMBALSADO. (H=05.00 m.) APLICACIÓN FÓRMULA MLM84



Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 06 (Hw=05.00 m.)

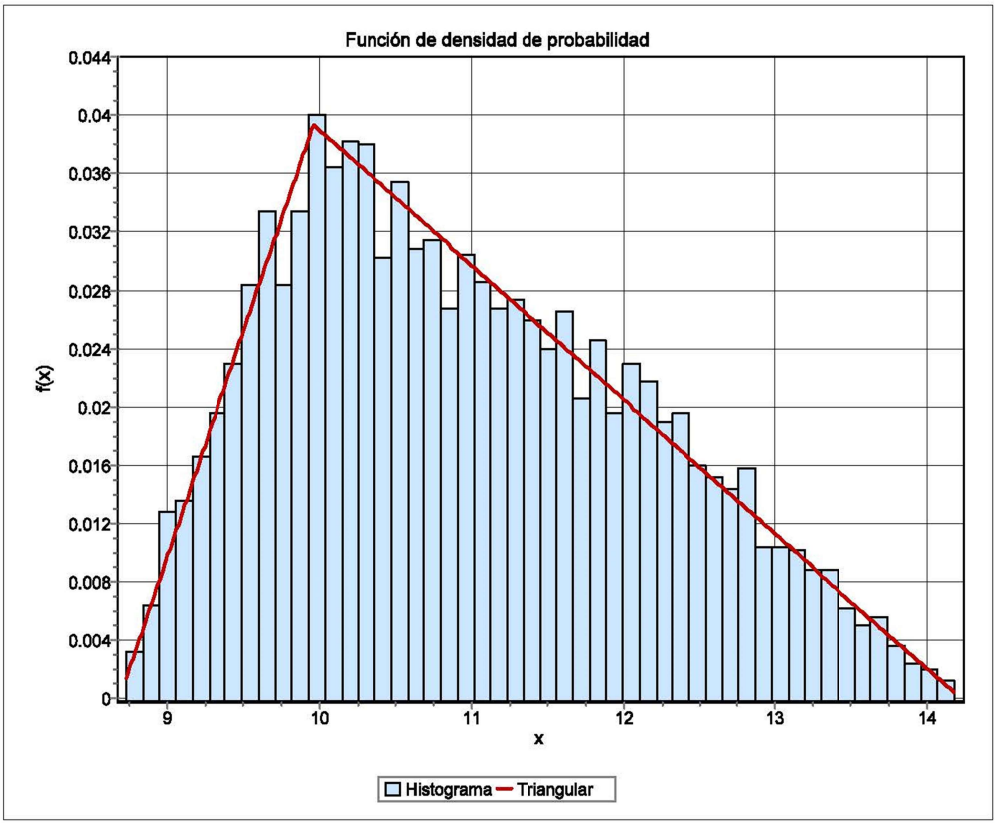
ESTUDIO COMPARATIVO DE LA VARIABILIDAD DEL HIDROGRAMA DE VERTIDO EN FUNCIÓN DE LA CARGA DE AGUA MOVILIZABLE (Hw) APLICACIÓN FÓRMULAS F08-MLM84-GUIA-VTG

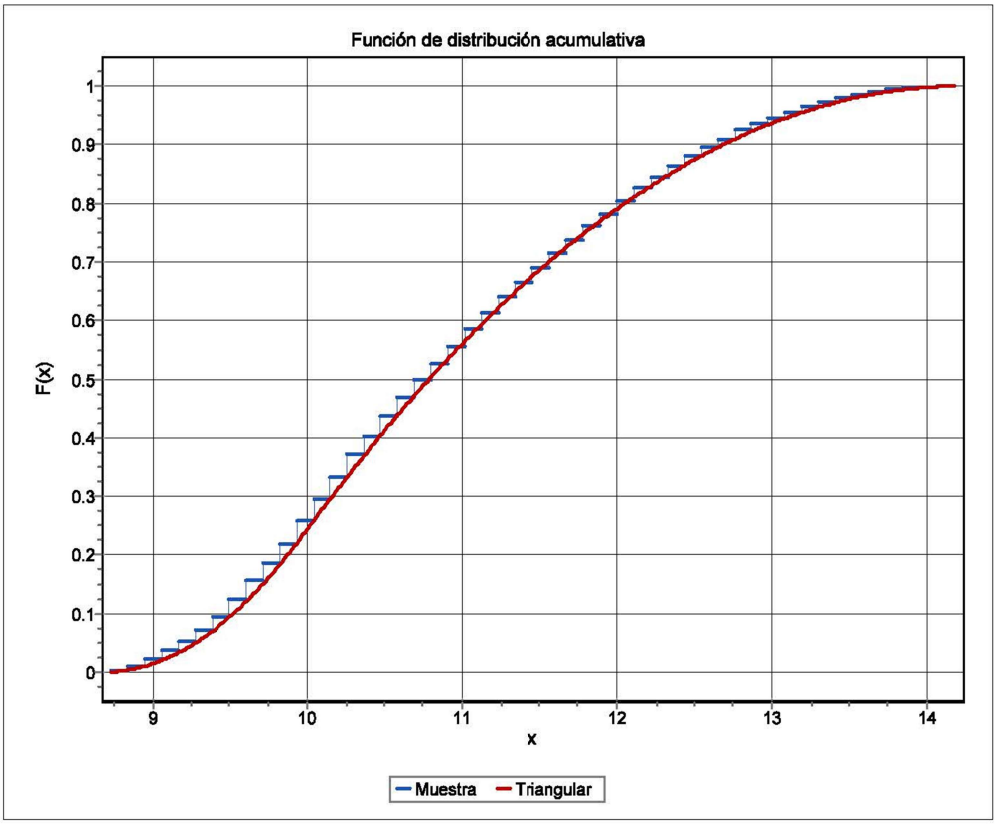


Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 06

M. DE MONTECARLO (FONDO DE BRECHA) ANÁLISIS ESTADISTICO RESULTADOS (Hw=05.00 m.) AJUSTE DE LA FUNCIÓN DE DISTRIBUCIÓN. FUNCIÓN DE DENSIDAD Y FUNCIÓN DE DISTRIBUCIÓN ACUMULATIVA

En el eje de abcisas se representa la variabilidad de la cota del fondo de brecha, considerando la cota +10.00 la solera interior de la balsa.

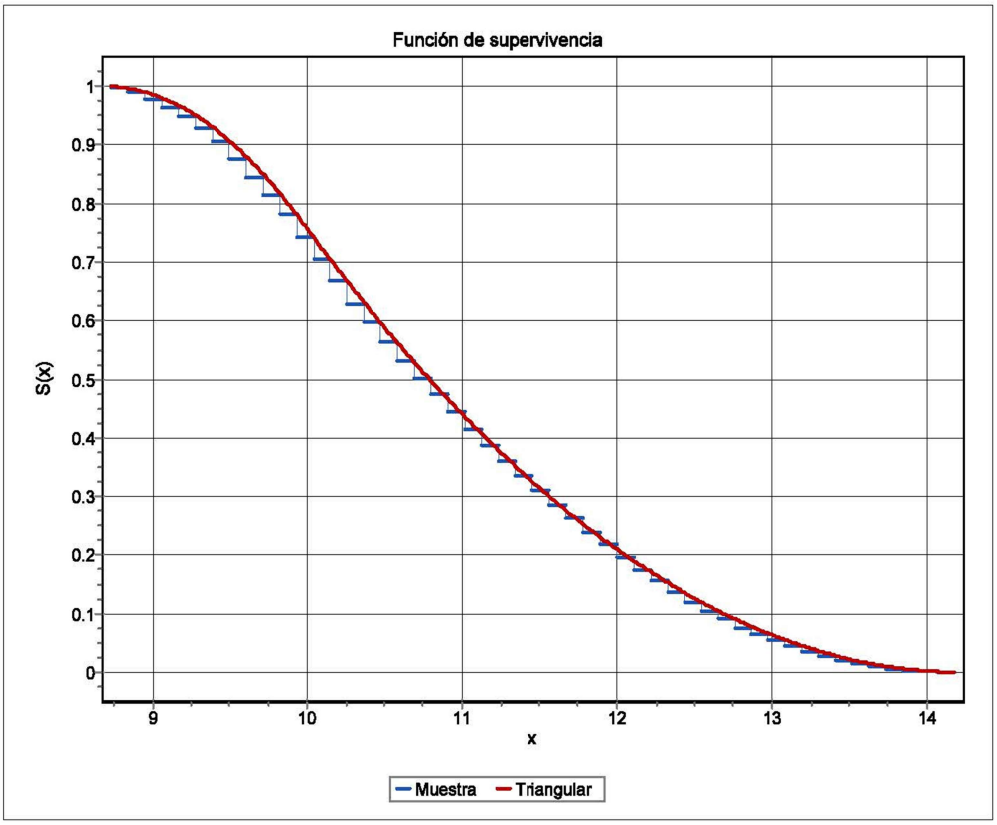


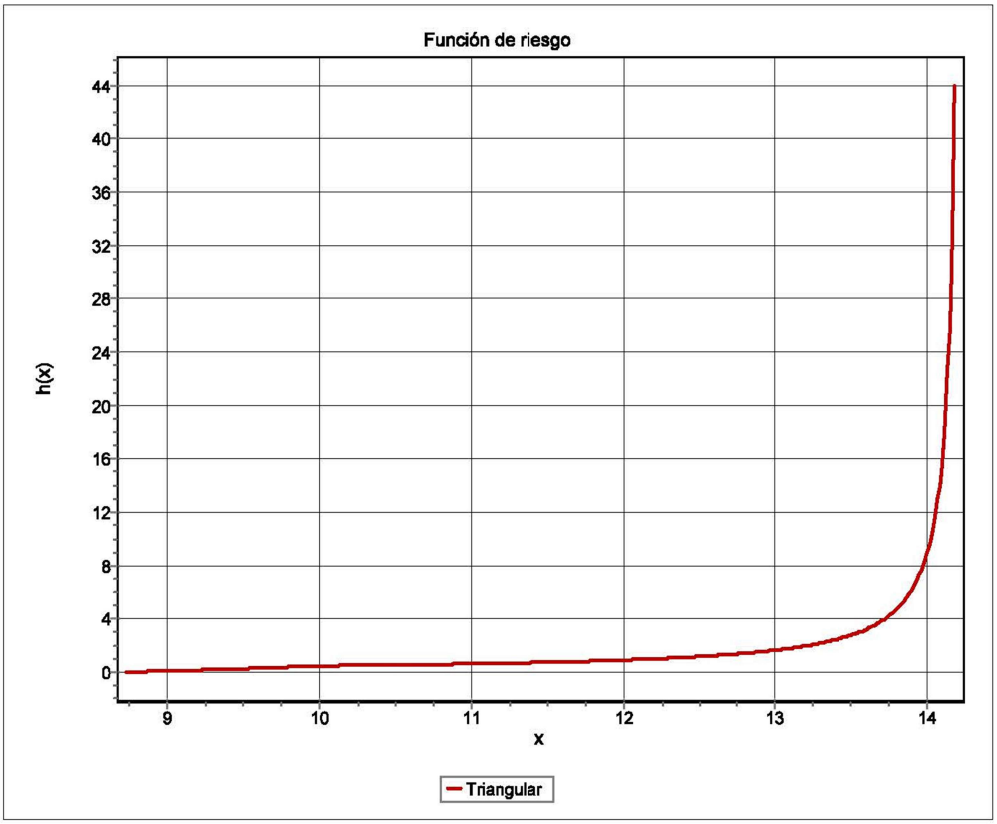


Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 06

M. DE MONTECARLO (FONDO DE BRECHA)
ANÁLISIS ESTADISTICO RESULTADOS
(Hw=05.00 m.)
AJUSTE DE LA FUNCIÓN DE DISTRIBUCIÓN.
FUNCIÓN DE SUPERVIVENCIA Y FUNCIÓN DE RIESGO

En el eje de abcisas se representa la variabilidad de la cota del fondo de brecha, considerando la cota +10.00 la solera interior de la balsa.

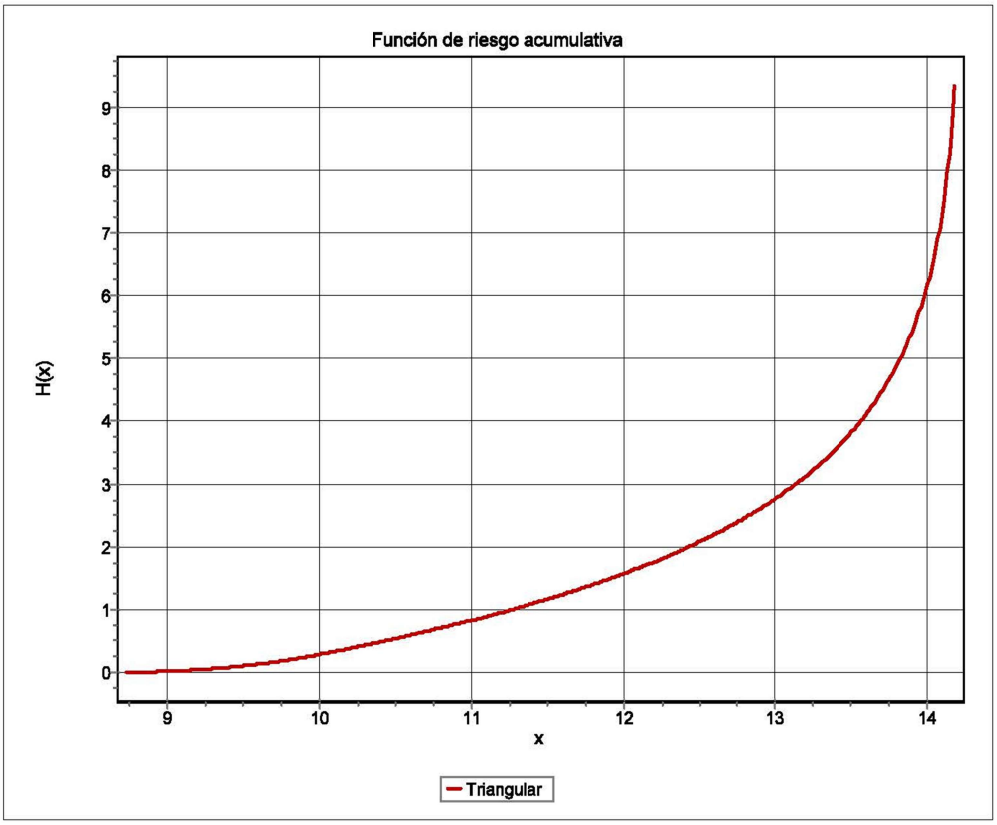


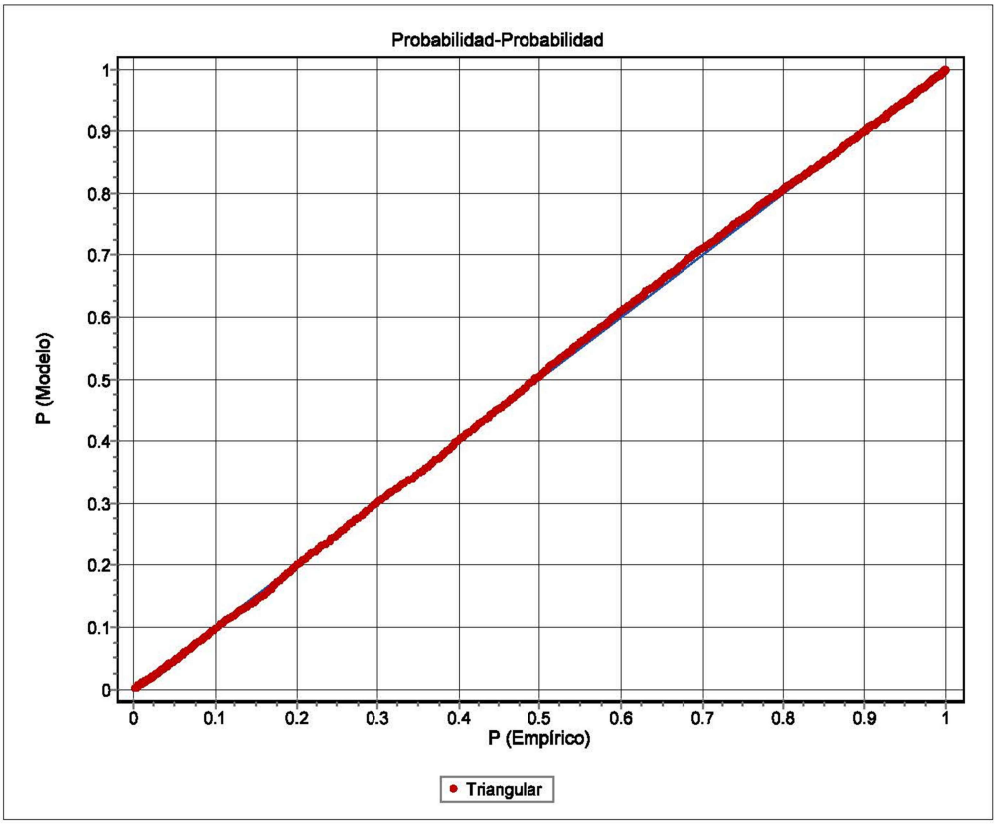


Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 06

M. DE MONTECARLO (FONDO DE BRECHA) ANÁLISIS ESTADISTICO RESULTADOS (Hw=05.00 m.) AJUSTE DE LA FUNCIÓN DE DISTRIBUCIÓN. FUNCIÓN DE RIESGO ACUMULATIVA Y GRÁFICO P-P

En el eje de abcisas se representa la variabilidad de la cota del fondo de brecha, considerando la cota +10.00 la solera interior de la balsa.

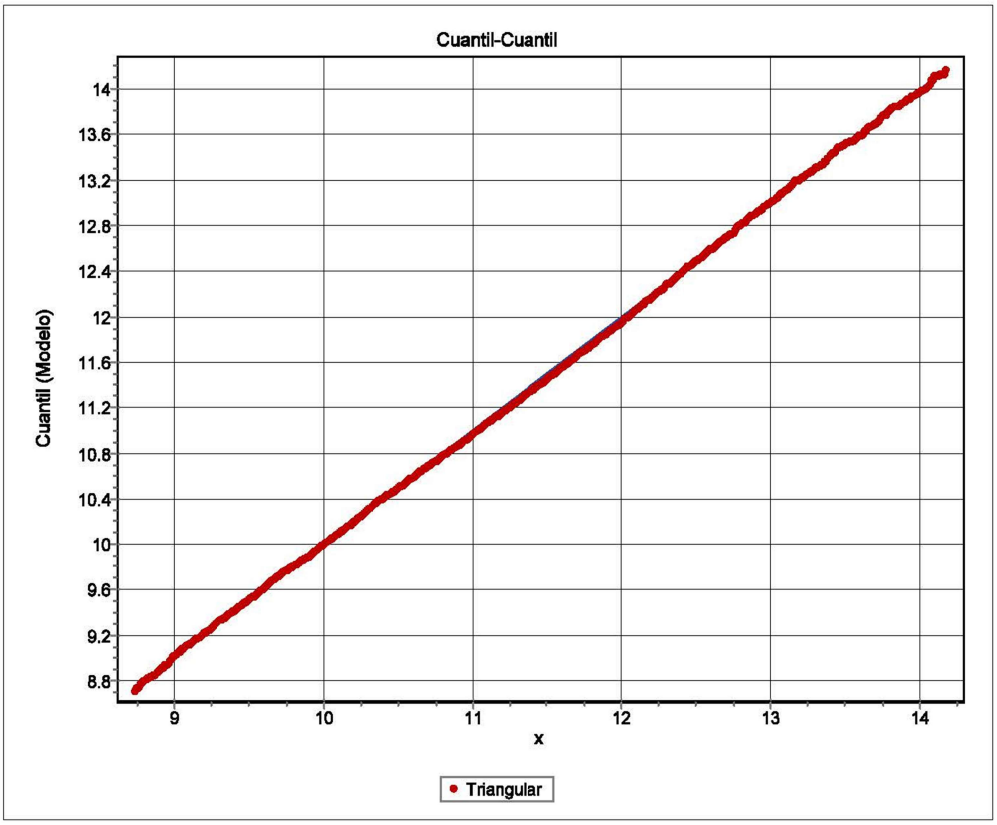


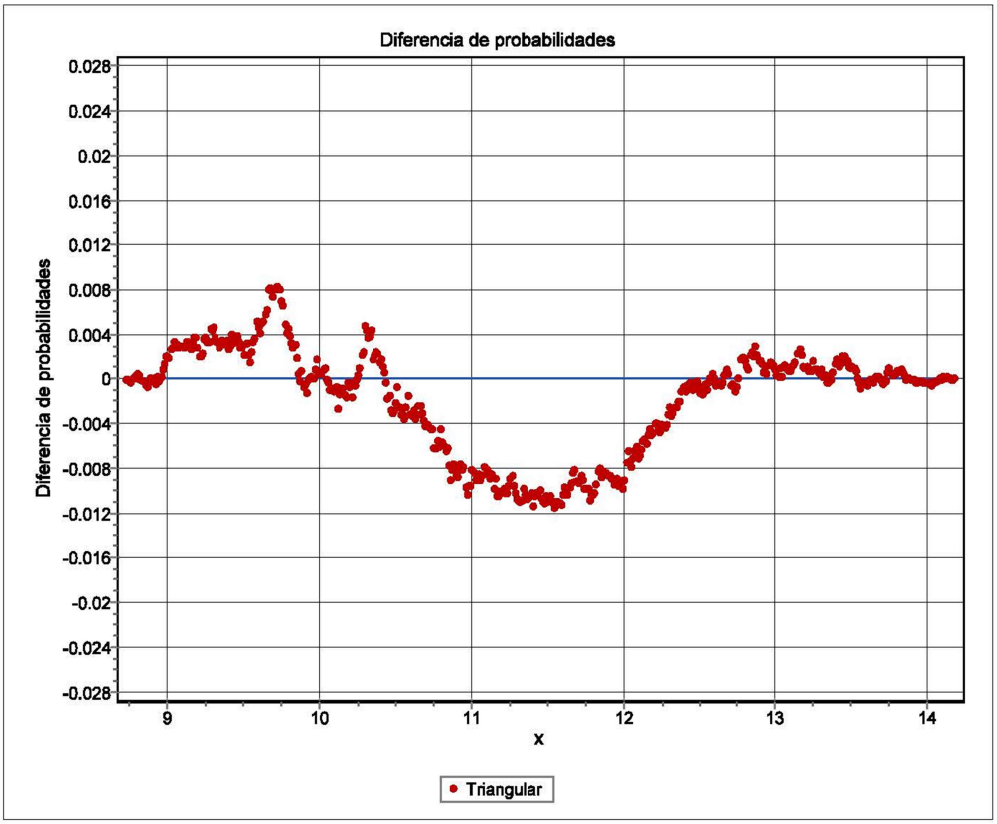


Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 06

M. DE MONTECARLO (FONDO DE BRECHA) ANÁLISIS ESTADISTICO RESULTADOS (Hw=05.00 m.) AJUSTE DE LA FUNCIÓN DE DISTRIBUCIÓN. GRÁFICO Q-Q Y DIFERENCIA DE PROBABILIDADES

En el eje de abcisas se representa la variabilidad de la cota del fondo de brecha, considerando la cota +10.00 la solera interior de la balsa.



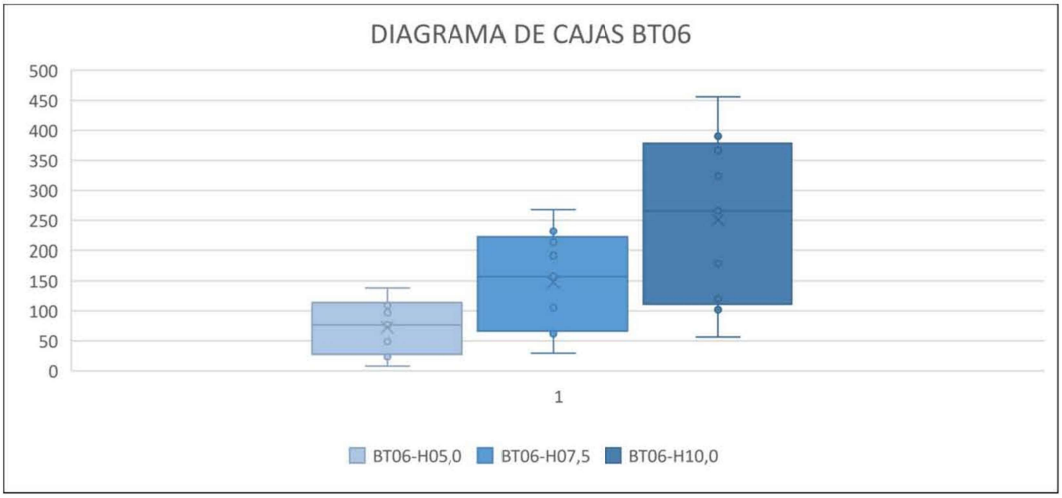


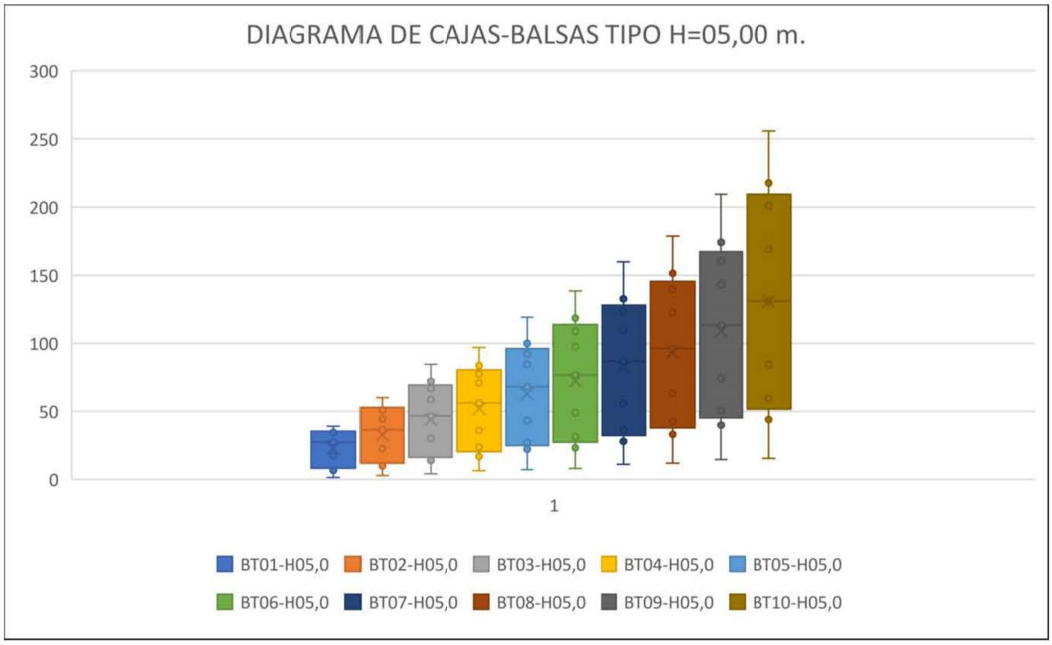
Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 06

M. DE MONTECARLO (CAUDAL MÁXIMO) ANÁLISIS ESTADISTICO RESULTADOS (Hw=05.00 m.) ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA. DIAGRAMAS DE CAJAS

CAUDALES MÁXIMOS (M. MONTECARLO) Estadística descriptiva					Parámetros Ajuste	
BALSA	BT06					
ALTURA Hw (m)	5,00					
AJUSTE	GEN. GAMMA (4P)					
Estadística	**Valor**	**Percentil %**	**Valor**	**Obs**		
Tamaño de la muestra	5000	1	8,1	Min		
Rango	130,25	5	23,3			
Media	73,41	10	31,3			
Varianza	856,95	25	49,1	Q1		
Desviación estándar	29,274	50	76,7	Mediana		
Coef, de variación	0,39877	75	97,4	Q3		
Error estándar	0,41399	90	109,0			
Asimetría	-0,15032	95	118,5			
Curtosis	-0,95192	99	138,3	Max	I.C.$\bar{X}$ (95%)	0,811

k	8,1479
α	0,19525
β	109,75
γ	7,9968

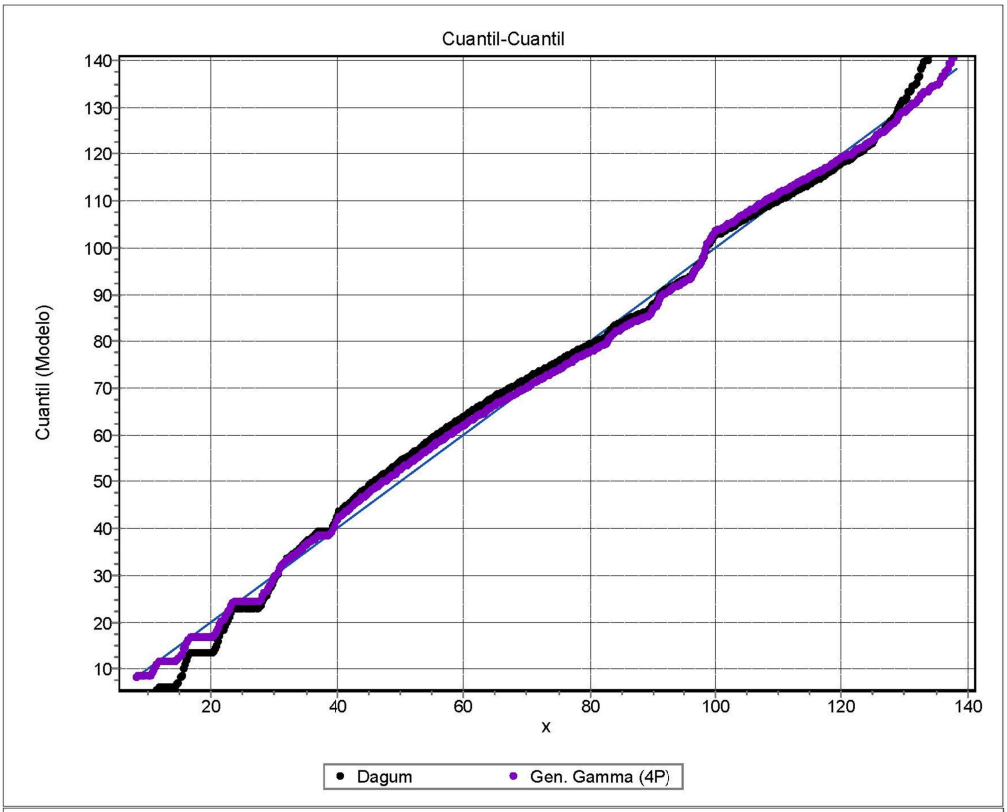


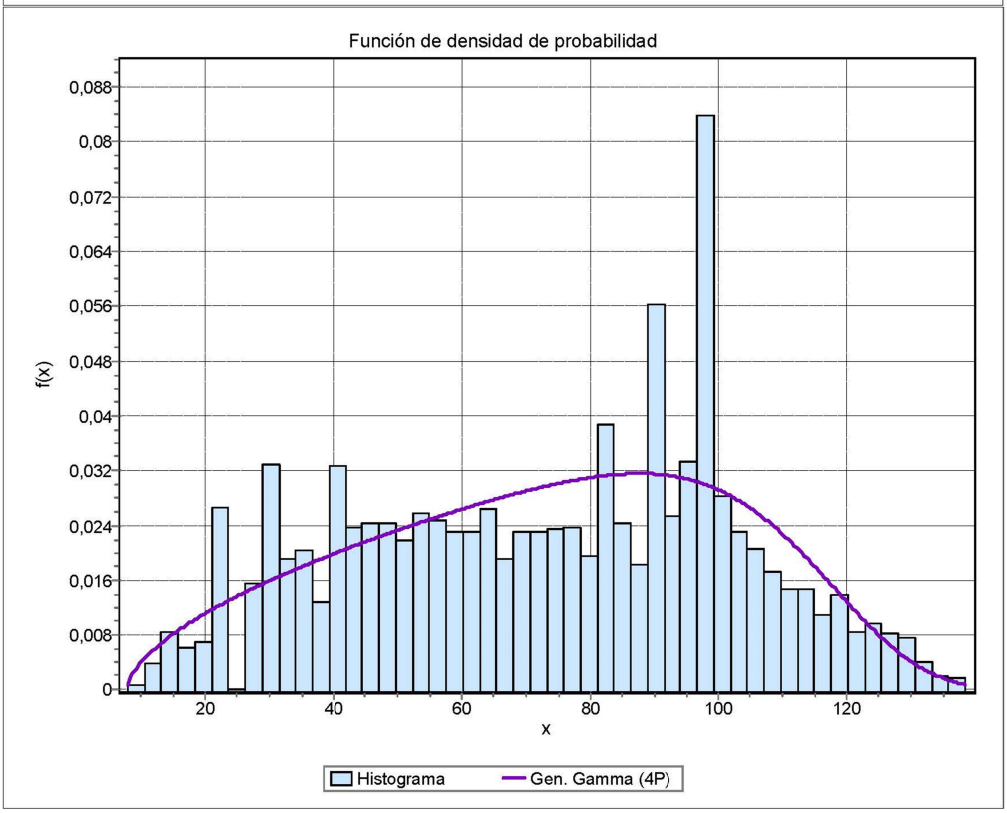


Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 06

M. DE MONTECARLO (CAUDAL MÁXIMO) ANÁLISIS ESTADISTICO RESULTADOS (Hw=05.00 m.) AJUSTE DE LA FUNCIÓN DE DISTRIBUCIÓN. FUNCIÓN DE DENSIDAD Y GRÁFICO Q-Q

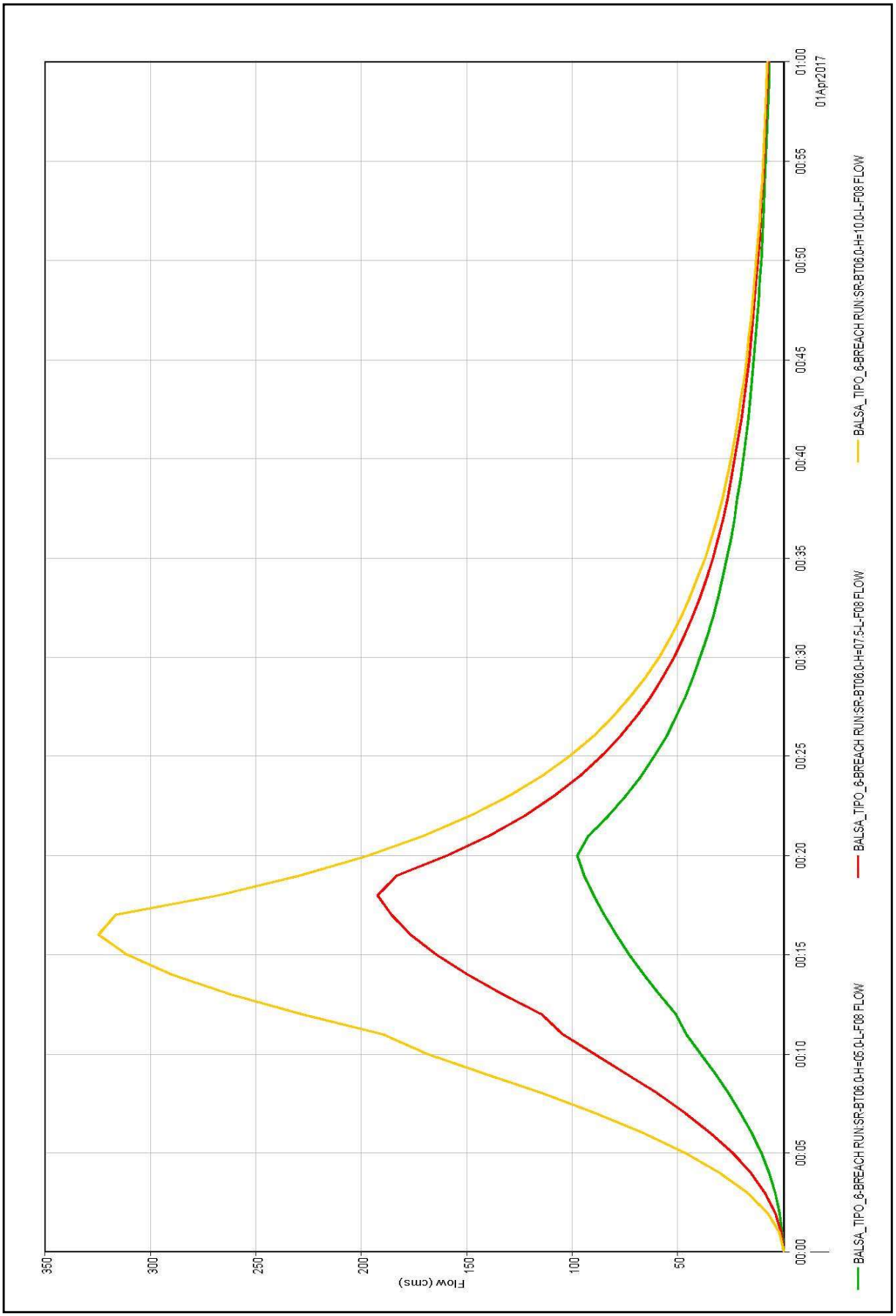
En el eje de abscisas se representa la variabilidad de los caudales máximos simulados, a partir del fondo de brecha, y considerando la evolución de su crecimiento atendiendo a la geometría de F08.





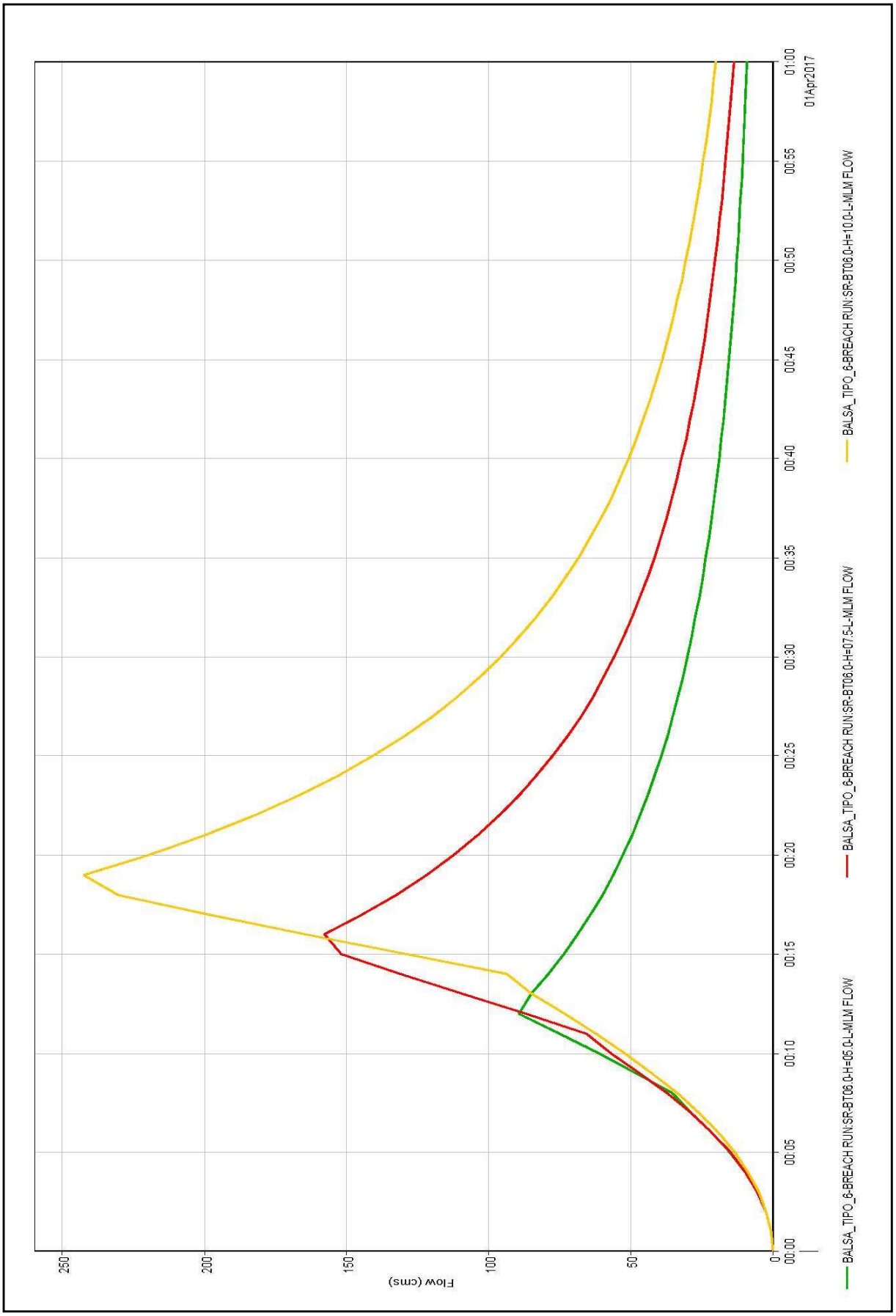
Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 06

ESTUDIO COMPARATIVO DE LA VARIABILIDAD DEL HIDROGRAMA DE VERTIDO EN FUNCIÓN DE LA CARGA DE AGUA MOVILIZABLE (Hw) APLICACIÓN FÓRMULA F08



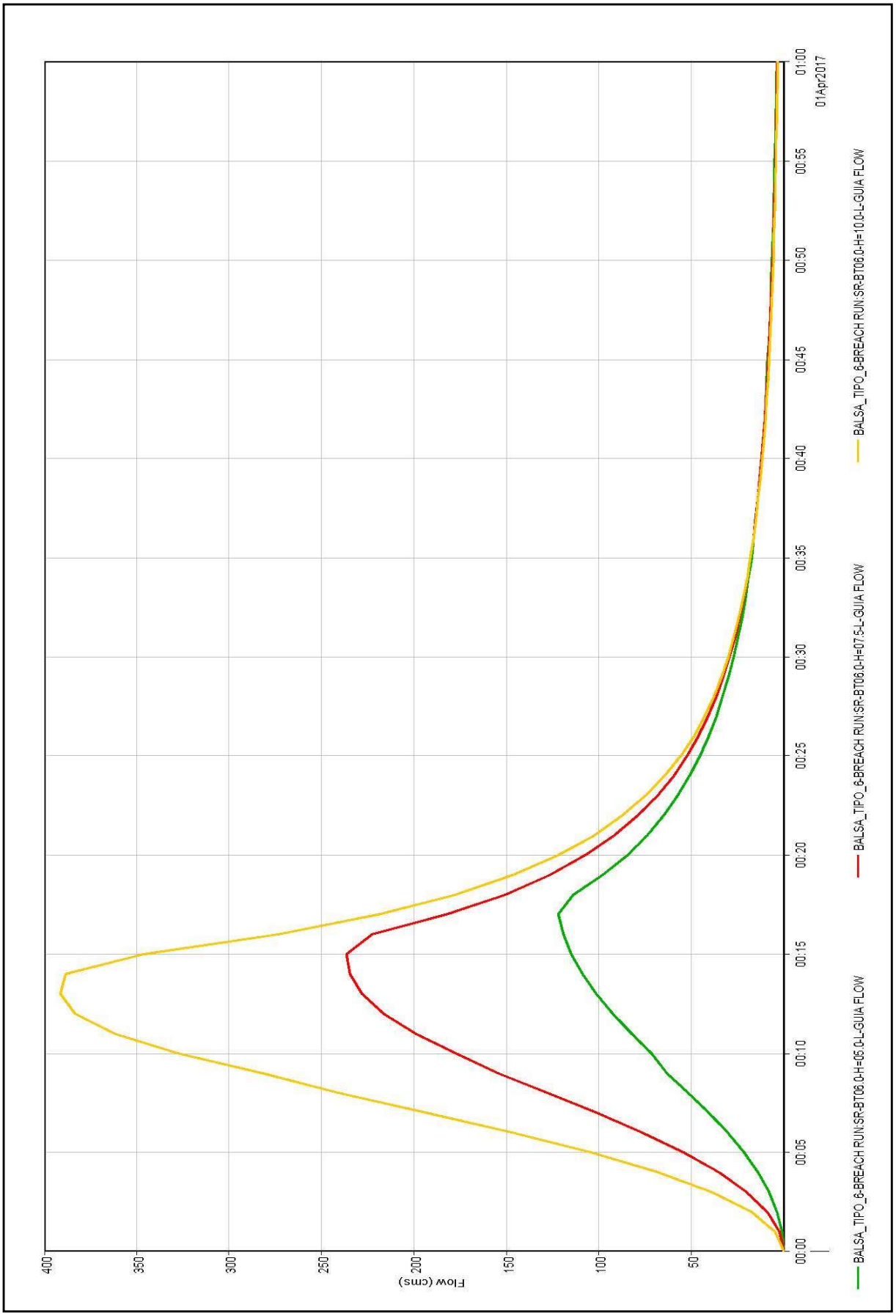
Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 06

ESTUDIO COMPARATIVO DE LA VARIABILIDAD DEL HIDROGRAMA DE VERTIDO EN FUNCIÓN DE LA CARGA DE AGUA MOVILIZABLE (Hw) APLICACIÓN FÓRMULA MLM84



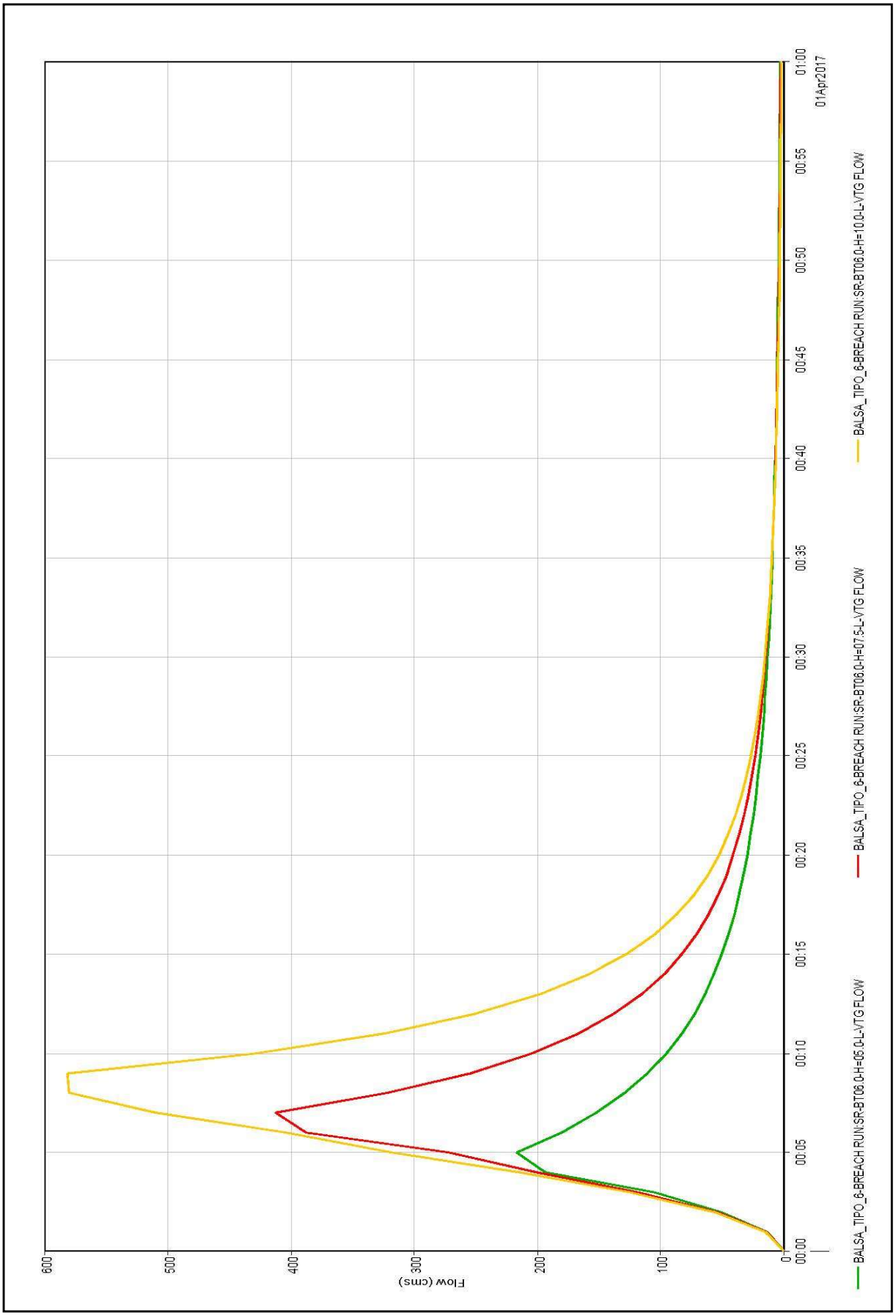
Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 06

ESTUDIO COMPARATIVO DE LA VARIABILIDAD DEL HIDROGRAMA DE VERTIDO EN FUNCIÓN DE LA CARGA DE AGUA MOVILIZABLE (Hw) APLICACIÓN FÓRMULA GUIA ESPAÑOLA



Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 06

ESTUDIO COMPARATIVO DE LA VARIABILIDAD DEL HIDROGRAMA DE VERTIDO EN FUNCIÓN DE LA CARGA DE AGUA MOVILIZABLE (Hw) APLICACIÓN FÓRMULA VTG



Departamento:

Ingeniería Cartográfica y del Terreno

Programa de Doctorado:

Investigación y Desarrollo en Geotecnologías

TESIS DOCTORAL

CARACTERIZACIÓN DEL FUNCIONAMIENTO Y CONTROL HIDRÁULICO FRENTE A LA ROTURA DE BALSAS DE RIEGO, MEDIANTE UN MARCO DE TRABAJO ESTOCÁSTICO.

Fernando Espejo Almodóvar

Ávila, julio de 2.017

TOMO 3 de 3

ANEXO RESULTADOS

Directores:

Dr. D. José Luis Molina González

Dr. D. Diego González Aguilera

INDICE ANEXO DE RESULTADOS

TOMO 2

ÁMBITO DE ESTUDIO

Campos de aplicación de las exigencias normativas relativas a clasificación	**1**
Campos de aplicación de las ecuaciones empíricas propuestas en el proceso de clasificación	**2**

BALSA TIPO 01

Altura lámina Hw = 10,00 m.	**3**
Curva característica vs Factor de almacenamiento	4
Estimación de los parámetros de brecha. Análisis comparativo fórmulas empíricas	5
Estimación de los parámetros de brecha. Análisis comparativo fórmulas empíricas. Validación de resultados	6
Hidrograma de vertido y curva de vaciado. Aplicación fórmula F08	7
Hidrograma de vertido y curva de vaciado. Aplicación fórmula MLM84	8
Aplicación del método de Montecarlo en la calibración del fondo de brecha. Aplicación fórmula F08	9
Aplicación del método de Montecarlo en la calibración del fondo de brecha. Aplicación fórmula MLM84	10
Variabilidad del hidrograma de vertido en función de la carga de agua movilizable	11
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución, de densidad y de distribución acumulativa	12
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución, de supervivencia y de riesgo	13
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución, de riesgo acumulativa y gráfico P-P	14
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución, gráfico Q-Q y diferencia de probabilidades	15
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Estadística descriptiva. Diagrama de cajas	16
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución. Función de densidad y gráfico Q-Q	17
Altura lámina Hw = 07,50 m.	18
Curva característica vs Factor de almacenamiento	19

Estimación de los parámetros de brecha. Análisis comparativo fórmulas empíricas	20
Estimación de los parámetros de brecha. Análisis comparativo fórmulas empíricas. Validación de resultados	21
Hidrograma de vertido y curva de vaciado. Aplicación fórmula F08	22
Hidrograma de vertido y curva de vaciado. Aplicación fórmula MLM84	23
Aplicación del método de Montecarlo en la calibración del fondo de brecha. Aplicación fórmula F08	24
Aplicación del método de Montecarlo en la calibración del fondo de brecha. Aplicación fórmula MLM84	25
Variabilidad del hidrograma de vertido en función de la carga de agua movilizable	26
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución, de densidad y de distribución acumulativa	27
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución, de supervivencia y de riesgo	28
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución, de riesgo acumulativa y gráfico P-P	29
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución, gráfico Q-Q y diferencia de probabilidades	30
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Estadística descriptiva. Diagrama de cajas	31
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución. Función de densidad y gráfico Q-Q	32
Altura lámina Hw = 05,00 m.	33
Curva característica vs Factor de almacenamiento	34
Estimación de los parámetros de brecha. Análisis comparativo fórmulas empíricas	35
Estimación de los parámetros de brecha. Análisis comparativo fórmulas empíricas. Validación de resultados	36
Hidrograma de vertido y curva de vaciado. Aplicación fórmula F08	37
Hidrograma de vertido y curva de vaciado. Aplicación fórmula MLM84	38
Aplicación del método de Montecarlo en la calibración del fondo de brecha. Aplicación fórmula F08	39
Aplicación del método de Montecarlo en la calibración del fondo de brecha. Aplicación fórmula MLM84	40
Variabilidad del hidrograma de vertido en función de la carga de agua movilizable	41
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución, de densidad y de distribución acumulativa	42
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución, de supervivencia y de riesgo	43
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución, de riesgo acumulativa y gráfico P-P	44

M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución, gráfico Q-Q y diferencia de probabilidades	45
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Estadística descriptiva. Diagrama de cajas	46
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución. Función de densidad y gráfico Q-Q	47

Estudio comparativo de la variabilidad del hidrograma de vertido en función de la carga de agua movilizable de la Balsa Tipo 01	
Aplicación fórmula F08	48
Aplicación fórmula MLM84	49
Aplicación fórmula Guía Española	50
Aplicación fórmula VTG	51

BALSA TIPO 02

Altura lámina Hw = 10,00 m.	**52**
Curva característica vs Factor de almacenamiento	53
Estimación de los parámetros de brecha. Análisis comparativo fórmulas empíricas	54
Estimación de los parámetros de brecha. Análisis comparativo fórmulas empíricas. Validación de resultados	55
Hidrograma de vertido y curva de vaciado. Aplicación fórmula F08	56
Hidrograma de vertido y curva de vaciado. Aplicación fórmula MLM84	57
Aplicación del método de Montecarlo en la calibración del fondo de brecha. Aplicación fórmula F08	58
Aplicación del método de Montecarlo en la calibración del fondo de brecha. Aplicación fórmula MLM84	59
Variabilidad del hidrograma de vertido en función de la carga de agua movilizable	60
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución, de densidad y de distribución acumulativa	61
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución, de supervivencia y de riesgo	62
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución, de riesgo acumulativa y gráfico P-P	63
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución, gráfico Q-Q y diferencia de probabilidades	64
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Estadística descriptiva. Diagrama de cajas	65
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución. Función de densidad y gráfico Q-Q	66

Altura lámina Hw = 07,50 m.	67
Curva característica vs Factor de almacenamiento	68
Estimación de los parámetros de brecha. Análisis comparativo fórmulas empíricas	69
Estimación de los parámetros de brecha. Análisis comparativo fórmulas empíricas. Validación de resultados	70
Hidrograma de vertido y curva de vaciado. Aplicación fórmula F08	71
Hidrograma de vertido y curva de vaciado. Aplicación fórmula MLM84	72
Aplicación del método de Montecarlo en la calibración del fondo de brecha. Aplicación fórmula F08	73
Aplicación del método de Montecarlo en la calibración del fondo de brecha. Aplicación fórmula MLM84	74
Variabilidad del hidrograma de vertido en función de la carga de agua movilizable	75
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución, de densidad y de distribución acumulativa	76
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución, de supervivencia y de riesgo	77
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución, de riesgo acumulativa y gráfico P-P	78
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución, gráfico Q-Q y diferencia de probabilidades	79
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Estadística descriptiva. Diagrama de cajas	80
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución. Función de densidad y gráfico Q-Q	81
Altura lámina Hw = 05,00 m.	82
Curva característica vs Factor de almacenamiento	83
Estimación de los parámetros de brecha. Análisis comparativo fórmulas empíricas	84
Estimación de los parámetros de brecha. Análisis comparativo fórmulas empíricas. Validación de resultados	85
Hidrograma de vertido y curva de vaciado. Aplicación fórmula F08	86
Hidrograma de vertido y curva de vaciado. Aplicación fórmula MLM84	87
Aplicación del método de Montecarlo en la calibración del fondo de brecha. Aplicación fórmula F08	88
Aplicación del método de Montecarlo en la calibración del fondo de brecha. Aplicación fórmula MLM84	89
Variabilidad del hidrograma de vertido en función de la carga de agua movilizable	90
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución, de densidad y de distribución acumulativa	91
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución, de supervivencia y de riesgo	92

M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución, de riesgo acumulativa y gráfico P-P	93
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución, gráfico Q-Q y diferencia de probabilidades	94
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Estadística descriptiva. Diagrama de cajas	95
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución. Función de densidad y gráfico Q-Q	96

Estudio comparativo de la variabilidad del hidrograma de vertido en función de la carga de agua movilizable de la Balsa Tipo 02	
Aplicación fórmula F08	97
Aplicación fórmula MLM84	98
Aplicación fórmula Guía Española	99
Aplicación fórmula VTG	100

BALSA TIPO 03

Altura lámina Hw = 10,00 m.	**101**
Curva característica vs Factor de almacenamiento	102
Estimación de los parámetros de brecha. Análisis comparativo fórmulas empíricas	103
Estimación de los parámetros de brecha. Análisis comparativo fórmulas empíricas. Validación de resultados	104
Hidrograma de vertido y curva de vaciado. Aplicación fórmula F08	105
Hidrograma de vertido y curva de vaciado. Aplicación fórmula MLM84	106
Aplicación del método de Montecarlo en la calibración del fondo de brecha. Aplicación fórmula F08	107
Aplicación del método de Montecarlo en la calibración del fondo de brecha. Aplicación fórmula MLM84	108
Variabilidad del hidrograma de vertido en función de la carga de agua movilizable	109
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución, de densidad y de distribución acumulativa	110
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución, de supervivencia y de riesgo	111
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución, de riesgo acumulativa y gráfico P-P	112
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución, gráfico Q-Q y diferencia de probabilidades	113
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Estadística descriptiva. Diagrama de cajas	114

M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución. Función de densidad y gráfico Q-Q	115
Altura lámina Hw = 07,50 m.	116
Curva característica vs Factor de almacenamiento	117
Estimación de los parámetros de brecha. Análisis comparativo fórmulas empíricas	118
Estimación de los parámetros de brecha. Análisis comparativo fórmulas empíricas. Validación de resultados	119
Hidrograma de vertido y curva de vaciado. Aplicación fórmula F08	120
Hidrograma de vertido y curva de vaciado. Aplicación fórmula MLM84	121
Aplicación del método de Montecarlo en la calibración del fondo de brecha. Aplicación fórmula F08	122
Aplicación del método de Montecarlo en la calibración del fondo de brecha. Aplicación fórmula MLM84	123
Variabilidad del hidrograma de vertido en función de la carga de agua movilizable	124
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución, de densidad y de distribución acumulativa	125
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución, de supervivencia y de riesgo	126
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución, de riesgo acumulativa y gráfico P-P	127
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución, gráfico Q-Q y diferencia de probabilidades	128
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Estadística descriptiva. Diagrama de cajas	129
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución. Función de densidad y gráfico Q-Q	130
Altura lámina Hw = 05,00 m.	131
Curva característica vs Factor de almacenamiento	132
Estimación de los parámetros de brecha. Análisis comparativo fórmulas empíricas	133
Estimación de los parámetros de brecha. Análisis comparativo fórmulas empíricas. Validación de resultados	134
Hidrograma de vertido y curva de vaciado. Aplicación fórmula F08	135
Hidrograma de vertido y curva de vaciado. Aplicación fórmula MLM84	136
Aplicación del método de Montecarlo en la calibración del fondo de brecha. Aplicación fórmula F08	137
Aplicación del método de Montecarlo en la calibración del fondo de brecha. Aplicación fórmula MLM84	138
Variabilidad del hidrograma de vertido en función de la carga de agua movilizable	139
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución, de densidad y de distribución acumulativa	140

M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución, de supervivencia y de riesgo	141
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución, de riesgo acumulativa y gráfico P-P	142
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución, gráfico Q-Q y diferencia de probabilidades	143
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Estadística descriptiva. Diagrama de cajas	144
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución. Función de densidad y gráfico Q-Q	145

Estudio comparativo de la variabilidad del hidrograma de vertido en función de la carga de agua movilizable de la Balsa Tipo 03	
Aplicación fórmula F08	146
Aplicación fórmula MLM84	147
Aplicación fórmula Guía Española	148
Aplicación fórmula VTG	149

BALSA TIPO 04

Altura lámina Hw = 10,00 m.	**150**
Curva característica vs Factor de almacenamiento	151
Estimación de los parámetros de brecha. Análisis comparativo fórmulas empíricas	152
Estimación de los parámetros de brecha. Análisis comparativo fórmulas empíricas. Validación de resultados	153
Hidrograma de vertido y curva de vaciado. Aplicación fórmula F08	154
Hidrograma de vertido y curva de vaciado. Aplicación fórmula MLM84	155
Aplicación del método de Montecarlo en la calibración del fondo de brecha. Aplicación fórmula F08	156
Aplicación del método de Montecarlo en la calibración del fondo de brecha. Aplicación fórmula MLM84	157
Variabilidad del hidrograma de vertido en función de la carga de agua movilizable	158
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución, de densidad y de distribución acumulativa	159
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución, de supervivencia y de riesgo	160
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución, de riesgo acumulativa y gráfico P-P	161
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución, gráfico Q-Q y diferencia de probabilidades	162

M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Estadística descriptiva. Diagrama de cajas	163
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución. Función de densidad y gráfico Q-Q	164
Altura lámina Hw = 07,50 m.	165
Curva característica vs Factor de almacenamiento	166
Estimación de los parámetros de brecha. Análisis comparativo fórmulas empíricas	167
Estimación de los parámetros de brecha. Análisis comparativo fórmulas empíricas. Validación de resultados	168
Hidrograma de vertido y curva de vaciado. Aplicación fórmula F08	169
Hidrograma de vertido y curva de vaciado. Aplicación fórmula MLM84	170
Aplicación del método de Montecarlo en la calibración del fondo de brecha. Aplicación fórmula F08	171
Aplicación del método de Montecarlo en la calibración del fondo de brecha. Aplicación fórmula MLM84	172
Variabilidad del hidrograma de vertido en función de la carga de agua movilizable	173
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución, de densidad y de distribución acumulativa	174
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución, de supervivencia y de riesgo	175
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución, de riesgo acumulativa y gráfico P-P	176
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución, gráfico Q-Q y diferencia de probabilidades	177
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Estadística descriptiva. Diagrama de cajas	178
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución. Función de densidad y gráfico Q-Q	179
Altura lámina Hw = 05,00 m.	180
Curva característica vs Factor de almacenamiento	181
Estimación de los parámetros de brecha. Análisis comparativo fórmulas empíricas	182
Estimación de los parámetros de brecha. Análisis comparativo fórmulas empíricas. Validación de resultados	183
Hidrograma de vertido y curva de vaciado. Aplicación fórmula F08	184
Hidrograma de vertido y curva de vaciado. Aplicación fórmula MLM84	185
Aplicación del método de Montecarlo en la calibración del fondo de brecha. Aplicación fórmula F08	186
Aplicación del método de Montecarlo en la calibración del fondo de brecha. Aplicación fórmula MLM84	187
Variabilidad del hidrograma de vertido en función de la carga de agua movilizable	188

M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución, de densidad y de distribución acumulativa	189
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución, de supervivencia y de riesgo	190
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución, de riesgo acumulativa y gráfico P-P	191
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución, gráfico Q-Q y diferencia de probabilidades	192
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Estadística descriptiva. Diagrama de cajas	193
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución. Función de densidad y gráfico Q-Q	194

Estudio comparativo de la variabilidad del hidrograma de vertido en función de la carga de agua movilizable de la Balsa Tipo 04	
Aplicación fórmula F08	195
Aplicación fórmula MLM84	196
Aplicación fórmula Guía Española	197
Aplicación fórmula VTG	198

BALSA TIPO 05

Altura lámina Hw = 10,00 m.	**199**
Curva característica vs Factor de almacenamiento	200
Estimación de los parámetros de brecha. Análisis comparativo fórmulas empíricas	201
Estimación de los parámetros de brecha. Análisis comparativo fórmulas empíricas. Validación de resultados	202
Hidrograma de vertido y curva de vaciado. Aplicación fórmula F08	203
Hidrograma de vertido y curva de vaciado. Aplicación fórmula MLM84	204
Aplicación del método de Montecarlo en la calibración del fondo de brecha. Aplicación fórmula F08	205
Aplicación del método de Montecarlo en la calibración del fondo de brecha. Aplicación fórmula MLM84	206
Variabilidad del hidrograma de vertido en función de la carga de agua movilizable	207
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución, de densidad y de distribución acumulativa	208
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución, de supervivencia y de riesgo	209
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución, de riesgo acumulativa y gráfico P-P	210

M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución, gráfico Q-Q y diferencia de probabilidades	211
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Estadística descriptiva. Diagrama de cajas	212
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución. Función de densidad y gráfico Q-Q	213
Altura lámina Hw = 07,50 m.	214
Curva característica vs Factor de almacenamiento	215
Estimación de los parámetros de brecha. Análisis comparativo fórmulas empíricas	216
Estimación de los parámetros de brecha. Análisis comparativo fórmulas empíricas. Validación de resultados	217
Hidrograma de vertido y curva de vaciado. Aplicación fórmula F08	218
Hidrograma de vertido y curva de vaciado. Aplicación fórmula MLM84	219
Aplicación del método de Montecarlo en la calibración del fondo de brecha. Aplicación fórmula F08	220
Aplicación del método de Montecarlo en la calibración del fondo de brecha. Aplicación fórmula MLM84	221
Variabilidad del hidrograma de vertido en función de la carga de agua movilizable	222
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución, de densidad y de distribución acumulativa	223
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución, de supervivencia y de riesgo	224
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución, de riesgo acumulativa y gráfico P-P	225
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución, gráfico Q-Q y diferencia de probabilidades	226
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Estadística descriptiva. Diagrama de cajas	227
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución. Función de densidad y gráfico Q-Q	228
Altura lámina Hw = 05,00 m.	229
Curva característica vs Factor de almacenamiento	230
Estimación de los parámetros de brecha. Análisis comparativo fórmulas empíricas	231
Estimación de los parámetros de brecha. Análisis comparativo fórmulas empíricas. Validación de resultados	232
Hidrograma de vertido y curva de vaciado. Aplicación fórmula F08	233
Hidrograma de vertido y curva de vaciado. Aplicación fórmula MLM84	234
Aplicación del método de Montecarlo en la calibración del fondo de brecha. Aplicación fórmula F08	235
Aplicación del método de Montecarlo en la calibración del fondo de brecha. Aplicación fórmula MLM84	236

Variabilidad del hidrograma de vertido en función de la carga de agua movilizable	237
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución, de densidad y de distribución acumulativa	238
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución, de supervivencia y de riesgo	239
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución, de riesgo acumulativa y gráfico P-P	240
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución, gráfico Q-Q y diferencia de probabilidades	241
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Estadística descriptiva. Diagrama de cajas	242
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución. Función de densidad y gráfico Q-Q	243

Estudio comparativo de la variabilidad del hidrograma de vertido en función de la carga de agua movilizable de la Balsa Tipo 05	
Aplicación fórmula F08	244
Aplicación fórmula MLM84	245
Aplicación fórmula Guía Española	246
Aplicación fórmula VTG	247

BALSA TIPO 06

Altura lámina Hw = 10,00 m.	**248**
Curva característica vs Factor de almacenamiento	249
Estimación de los parámetros de brecha. Análisis comparativo fórmulas empíricas	250
Estimación de los parámetros de brecha. Análisis comparativo fórmulas empíricas. Validación de resultados	251
Hidrograma de vertido y curva de vaciado. Aplicación fórmula F08	252
Hidrograma de vertido y curva de vaciado. Aplicación fórmula MLM84	253
Aplicación del método de Montecarlo en la calibración del fondo de brecha. Aplicación fórmula F08	254
Aplicación del método de Montecarlo en la calibración del fondo de brecha. Aplicación fórmula MLM84	255
Variabilidad del hidrograma de vertido en función de la carga de agua movilizable	256
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución, de densidad y de distribución acumulativa	257
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución, de supervivencia y de riesgo	258

M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución, de riesgo acumulativa y gráfico P-P	259
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución, gráfico Q-Q y diferencia de probabilidades	260
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Estadística descriptiva. Diagrama de cajas	261
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución. Función de densidad y gráfico Q-Q	262
Altura lámina Hw = 07,50 m.	263
Curva característica vs Factor de almacenamiento	264
Estimación de los parámetros de brecha. Análisis comparativo fórmulas empíricas	265
Estimación de los parámetros de brecha. Análisis comparativo fórmulas empíricas. Validación de resultados	266
Hidrograma de vertido y curva de vaciado. Aplicación fórmula F08	267
Hidrograma de vertido y curva de vaciado. Aplicación fórmula MLM84	268
Aplicación del método de Montecarlo en la calibración del fondo de brecha. Aplicación fórmula F08	269
Aplicación del método de Montecarlo en la calibración del fondo de brecha. Aplicación fórmula MLM84	270
Variabilidad del hidrograma de vertido en función de la carga de agua movilizable	271
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución, de densidad y de distribución acumulativa	272
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución, de supervivencia y de riesgo	273
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución, de riesgo acumulativa y gráfico P-P	274
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución, gráfico Q-Q y diferencia de probabilidades	275
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Estadística descriptiva. Diagrama de cajas	276
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución. Función de densidad y gráfico Q-Q	277
Altura lámina Hw = 05,00 m.	278
Curva característica vs Factor de almacenamiento	279
Estimación de los parámetros de brecha. Análisis comparativo fórmulas empíricas	280
Estimación de los parámetros de brecha. Análisis comparativo fórmulas empíricas. Validación de resultados	281
Hidrograma de vertido y curva de vaciado. Aplicación fórmula F08	282
Hidrograma de vertido y curva de vaciado. Aplicación fórmula MLM84	283
Aplicación del método de Montecarlo en la calibración del fondo de brecha. Aplicación fórmula F08	284

Aplicación del método de Montecarlo en la calibración del fondo de brecha. Aplicación fórmula MLM84	285
Variabilidad del hidrograma de vertido en función de la carga de agua movilizable	286
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución, de densidad y de distribución acumulativa	287
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución, de supervivencia y de riesgo	288
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución, de riesgo acumulativa y gráfico P-P	289
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución, gráfico Q-Q y diferencia de probabilidades	290
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Estadística descriptiva. Diagrama de cajas	291
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución. Función de densidad y gráfico Q-Q	292

Estudio comparativo de la variabilidad del hidrograma de vertido en función de la carga de agua movilizable de la Balsa Tipo 06	
Aplicación fórmula F08	293
Aplicación fórmula MLM84	294
Aplicación fórmula Guía Española	295
Aplicación fórmula VTG	296

TOMO 3

BALSA TIPO 07

Altura lámina Hw = 10,00 m.	**297**
Curva característica vs Factor de almacenamiento	298
Estimación de los parámetros de brecha. Análisis comparativo fórmulas empíricas	299
Estimación de los parámetros de brecha. Análisis comparativo fórmulas empíricas. Validación de resultados	300
Hidrograma de vertido y curva de vaciado. Aplicación fórmula F08	301
Hidrograma de vertido y curva de vaciado. Aplicación fórmula MLM84	302
Aplicación del método de Montecarlo en la calibración del fondo de brecha. Aplicación fórmula F08	303
Aplicación del método de Montecarlo en la calibración del fondo de brecha. Aplicación fórmula MLM84	304
Variabilidad del hidrograma de vertido en función de la carga de agua movilizable	305

M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución, de densidad y de distribución acumulativa	306
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución, de supervivencia y de riesgo	307
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución, de riesgo acumulativa y gráfico P-P	308
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución, gráfico Q-Q y diferencia de probabilidades	309
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Estadística descriptiva. Diagrama de cajas	310
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución. Función de densidad y gráfico Q-Q	311
Altura lámina Hw = 07,50 m.	312
Curva característica vs Factor de almacenamiento	313
Estimación de los parámetros de brecha. Análisis comparativo fórmulas empíricas	314
Estimación de los parámetros de brecha. Análisis comparativo fórmulas empíricas. Validación de resultados	315
Hidrograma de vertido y curva de vaciado. Aplicación fórmula F08	316
Hidrograma de vertido y curva de vaciado. Aplicación fórmula MLM84	317
Aplicación del método de Montecarlo en la calibración del fondo de brecha. Aplicación fórmula F08	318
Aplicación del método de Montecarlo en la calibración del fondo de brecha. Aplicación fórmula MLM84	319
Variabilidad del hidrograma de vertido en función de la carga de agua movilizable	320
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución, de densidad y de distribución acumulativa	321
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución, de supervivencia y de riesgo	322
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución, de riesgo acumulativa y gráfico P-P	323
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución, gráfico Q-Q y diferencia de probabilidades	324
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Estadística descriptiva. Diagrama de cajas	325
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución. Función de densidad y gráfico Q-Q	326
Altura lámina Hw = 05,00 m.	327
Curva característica vs Factor de almacenamiento	328
Estimación de los parámetros de brecha. Análisis comparativo fórmulas empíricas	329
Estimación de los parámetros de brecha. Análisis comparativo fórmulas empíricas. Validación de resultados	330
Hidrograma de vertido y curva de vaciado. Aplicación fórmula F08	331

Hidrograma de vertido y curva de vaciado. Aplicación fórmula MLM84	332
Aplicación del método de Montecarlo en la calibración del fondo de brecha. Aplicación fórmula F08	333
Aplicación del método de Montecarlo en la calibración del fondo de brecha. Aplicación fórmula MLM84	334
Variabilidad del hidrograma de vertido en función de la carga de agua movilizable	335
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución, de densidad y de distribución acumulativa	336
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución, de supervivencia y de riesgo	337
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución, de riesgo acumulativa y gráfico P-P	338
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución, gráfico Q-Q y diferencia de probabilidades	339
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Estadística descriptiva. Diagrama de cajas	340
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución. Función de densidad y gráfico Q-Q	341

Estudio comparativo de la variabilidad del hidrograma de vertido en función de la carga de agua movilizable de la Balsa Tipo 07	
Aplicación fórmula F08	342
Aplicación fórmula MLM84	343
Aplicación fórmula Guía Española	344
Aplicación fórmula VTG	345

BALSA TIPO 08

Altura lámina Hw = 10,00 m.	**346**
Curva característica vs Factor de almacenamiento	347
Estimación de los parámetros de brecha. Análisis comparativo fórmulas empíricas	348
Estimación de los parámetros de brecha. Análisis comparativo fórmulas empíricas. Validación de resultados	349
Hidrograma de vertido y curva de vaciado. Aplicación fórmula F08	350
Hidrograma de vertido y curva de vaciado. Aplicación fórmula MLM84	351
Aplicación del método de Montecarlo en la calibración del fondo de brecha. Aplicación fórmula F08	352
Aplicación del método de Montecarlo en la calibración del fondo de brecha. Aplicación fórmula MLM84	353
Variabilidad del hidrograma de vertido en función de la carga de agua movilizable	354

M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución, de densidad y de distribución acumulativa	355
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución, de supervivencia y de riesgo	356
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución, de riesgo acumulativa y gráfico P-P	357
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución, gráfico Q-Q y diferencia de probabilidades	358
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Estadística descriptiva. Diagrama de cajas	359
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución. Función de densidad y gráfico Q-Q	360
Altura lámina Hw = 07,50 m.	361
Curva característica vs Factor de almacenamiento	362
Estimación de los parámetros de brecha. Análisis comparativo fórmulas empíricas	363
Estimación de los parámetros de brecha. Análisis comparativo fórmulas empíricas. Validación de resultados	364
Hidrograma de vertido y curva de vaciado. Aplicación fórmula F08	365
Hidrograma de vertido y curva de vaciado. Aplicación fórmula MLM84	366
Aplicación del método de Montecarlo en la calibración del fondo de brecha. Aplicación fórmula F08	367
Aplicación del método de Montecarlo en la calibración del fondo de brecha. Aplicación fórmula MLM84	368
Variabilidad del hidrograma de vertido en función de la carga de agua movilizable	369
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución, de densidad y de distribución acumulativa	370
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución, de supervivencia y de riesgo	371
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución, de riesgo acumulativa y gráfico P-P	372
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución, gráfico Q-Q y diferencia de probabilidades	373
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Estadística descriptiva. Diagrama de cajas	374
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución. Función de densidad y gráfico Q-Q	375
Altura lámina Hw = 05,00 m.	376
Curva característica vs Factor de almacenamiento	377
Estimación de los parámetros de brecha. Análisis comparativo fórmulas empíricas	378
Estimación de los parámetros de brecha. Análisis comparativo fórmulas empíricas. Validación de resultados	379
Hidrograma de vertido y curva de vaciado. Aplicación fórmula F08	380

Hidrograma de vertido y curva de vaciado. Aplicación fórmula MLM84	381
Aplicación del método de Montecarlo en la calibración del fondo de brecha. Aplicación fórmula F08	382
Aplicación del método de Montecarlo en la calibración del fondo de brecha. Aplicación fórmula MLM84	383
Variabilidad del hidrograma de vertido en función de la carga de agua movilizable	384
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución, de densidad y de distribución acumulativa	385
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución, de supervivencia y de riesgo	386
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución, de riesgo acumulativa y gráfico P-P	387
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución, gráfico Q-Q y diferencia de probabilidades	388
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Estadística descriptiva. Diagrama de cajas	389
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución. Función de densidad y gráfico Q-Q	390

Estudio comparativo de la variabilidad del hidrograma de vertido en función de la carga de agua movilizable de la Balsa Tipo 08	
Aplicación fórmula F08	391
Aplicación fórmula MLM84	392
Aplicación fórmula Guía Española	393
Aplicación fórmula VTG	394

BALSA TIPO 09

Altura lámina Hw = 10,00 m.	**395**
Curva característica vs Factor de almacenamiento	396
Estimación de los parámetros de brecha. Análisis comparativo fórmulas empíricas	397
Estimación de los parámetros de brecha. Análisis comparativo fórmulas empíricas. Validación de resultados	398
Hidrograma de vertido y curva de vaciado. Aplicación fórmula F08	399
Hidrograma de vertido y curva de vaciado. Aplicación fórmula MLM84	400
Aplicación del método de Montecarlo en la calibración del fondo de brecha. Aplicación fórmula F08	401
Aplicación del método de Montecarlo en la calibración del fondo de brecha. Aplicación fórmula MLM84	402
Variabilidad del hidrograma de vertido en función de la carga de agua movilizable	403

M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución, de densidad y de distribución acumulativa	404
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución, de supervivencia y de riesgo	405
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución, de riesgo acumulativa y gráfico P-P	406
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución, gráfico Q-Q y diferencia de probabilidades	407
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Estadística descriptiva. Diagrama de cajas	408
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución. Función de densidad y gráfico Q-Q	409
Altura lámina Hw = 07,50 m.	410
Curva característica vs Factor de almacenamiento	411
Estimación de los parámetros de brecha. Análisis comparativo fórmulas empíricas	412
Estimación de los parámetros de brecha. Análisis comparativo fórmulas empíricas. Validación de resultados	413
Hidrograma de vertido y curva de vaciado. Aplicación fórmula F08	414
Hidrograma de vertido y curva de vaciado. Aplicación fórmula MLM84	415
Aplicación del método de Montecarlo en la calibración del fondo de brecha. Aplicación fórmula F08	416
Aplicación del método de Montecarlo en la calibración del fondo de brecha. Aplicación fórmula MLM84	417
Variabilidad del hidrograma de vertido en función de la carga de agua movilizable	418
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución, de densidad y de distribución acumulativa	419
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución, de supervivencia y de riesgo	420
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución, de riesgo acumulativa y gráfico P-P	421
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución, gráfico Q-Q y diferencia de probabilidades	422
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Estadística descriptiva. Diagrama de cajas	423
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución. Función de densidad y gráfico Q-Q	424
Altura lámina Hw = 05,00 m.	425
Curva característica vs Factor de almacenamiento	426
Estimación de los parámetros de brecha. Análisis comparativo fórmulas empíricas	427
Estimación de los parámetros de brecha. Análisis comparativo fórmulas empíricas. Validación de resultados	428
Hidrograma de vertido y curva de vaciado. Aplicación fórmula F08	429

Hidrograma de vertido y curva de vaciado. Aplicación fórmula MLM84	430
Aplicación del método de Montecarlo en la calibración del fondo de brecha. Aplicación fórmula F08	431
Aplicación del método de Montecarlo en la calibración del fondo de brecha. Aplicación fórmula MLM84	432
Variabilidad del hidrograma de vertido en función de la carga de agua movilizable	433
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución, de densidad y de distribución acumulativa	434
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución, de supervivencia y de riesgo	435
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución, de riesgo acumulativa y gráfico P-P	436
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución, gráfico Q-Q y diferencia de probabilidades	437
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Estadística descriptiva. Diagrama de cajas	438
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución. Función de densidad y gráfico Q-Q	439

Estudio comparativo de la variabilidad del hidrograma de vertido en función de la carga de agua movilizable de la Balsa Tipo 09	
Aplicación fórmula F08	440
Aplicación fórmula MLM84	441
Aplicación fórmula Guía Española	442
Aplicación fórmula VTG	443

BALSA TIPO 09

Altura lámina Hw = 10,00 m.	**444**
Curva característica vs Factor de almacenamiento	445
Estimación de los parámetros de brecha. Análisis comparativo fórmulas empíricas	446
Estimación de los parámetros de brecha. Análisis comparativo fórmulas empíricas. Validación de resultados	447
Hidrograma de vertido y curva de vaciado. Aplicación fórmula F08	448
Hidrograma de vertido y curva de vaciado. Aplicación fórmula MLM84	449
Aplicación del método de Montecarlo en la calibración del fondo de brecha. Aplicación fórmula F08	450
Aplicación del método de Montecarlo en la calibración del fondo de brecha. Aplicación fórmula MLM84	451
Variabilidad del hidrograma de vertido en función de la carga de agua movilizable	452

M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución, de densidad y de distribución acumulativa	453
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución, de supervivencia y de riesgo	454
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución, de riesgo acumulativa y gráfico P-P	455
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución, gráfico Q-Q y diferencia de probabilidades	456
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Estadística descriptiva. Diagrama de cajas	457
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución. Función de densidad y gráfico Q-Q	458
Altura lámina Hw = 07,50 m.	459
Curva característica vs Factor de almacenamiento	460
Estimación de los parámetros de brecha. Análisis comparativo fórmulas empíricas	461
Estimación de los parámetros de brecha. Análisis comparativo fórmulas empíricas. Validación de resultados	462
Hidrograma de vertido y curva de vaciado. Aplicación fórmula F08	463
Hidrograma de vertido y curva de vaciado. Aplicación fórmula MLM84	464
Aplicación del método de Montecarlo en la calibración del fondo de brecha. Aplicación fórmula F08	465
Aplicación del método de Montecarlo en la calibración del fondo de brecha. Aplicación fórmula MLM84	466
Variabilidad del hidrograma de vertido en función de la carga de agua movilizable	467
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución, de densidad y de distribución acumulativa	468
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución, de supervivencia y de riesgo	469
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución, de riesgo acumulativa y gráfico P-P	470
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución, gráfico Q-Q y diferencia de probabilidades	471
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Estadística descriptiva. Diagrama de cajas	472
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución. Función de densidad y gráfico Q-Q	473
Altura lámina Hw = 05,00 m.	474
Curva característica vs Factor de almacenamiento	475
Estimación de los parámetros de brecha. Análisis comparativo fórmulas empíricas	476
Estimación de los parámetros de brecha. Análisis comparativo fórmulas empíricas. Validación de resultados	477
Hidrograma de vertido y curva de vaciado. Aplicación fórmula F08	478

Hidrograma de vertido y curva de vaciado. Aplicación fórmula MLM84	479
Aplicación del método de Montecarlo en la calibración del fondo de brecha. Aplicación fórmula F08	480
Aplicación del método de Montecarlo en la calibración del fondo de brecha. Aplicación fórmula MLM84	481
Variabilidad del hidrograma de vertido en función de la carga de agua movilizable	482
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución, de densidad y de distribución acumulativa	483
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución, de supervivencia y de riesgo	484
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución, de riesgo acumulativa y gráfico P-P	485
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución, gráfico Q-Q y diferencia de probabilidades	486
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Estadística descriptiva. Diagrama de cajas	487
M. de Montecarlo. Análisis de resultados. Ajuste de la función de distribución. Función de densidad y gráfico Q-Q	488

Estudio comparativo de la variabilidad del hidrograma de vertido en función de la carga de agua movilizable de la Balsa Tipo 10	
Aplicación fórmula F08	489
Aplicación fórmula MLM84	490
Aplicación fórmula Guía Española	491
Aplicación fórmula VTG	492

Estudio comparativo de la variabilidad del hidrograma de vertido en función de la carga de agua movilizable de todo el conjunto de Balsas Tipo	
Altura lámina Hw = 10,00 m.	
Aplicación fórmula F08	493
Aplicación fórmula MLM84	494
Aplicación fórmula Guía Española	495
Aplicación fórmula VTG	496
Altura lámina Hw = 07,50 m.	
Aplicación fórmula F08	497
Aplicación fórmula MLM84	498
Aplicación fórmula Guía Española	499
Aplicación fórmula VTG	500
Altura lámina Hw = 05,00 m.	
Aplicación fórmula F08	501

Aplicación fórmula MLM84	502
Aplicación fórmula Guía Española	503
Aplicación fórmula VTG	504

COMPORTAMIENTO HIDRÁULICO TRAS EL COLAPSO. VARIACIÓN DEL ÁREA DE MÁXIMA PELIGROSIDAD EN LA ZONA INMEDIATA A LA BALSA

Altura lámina Hw = 10,00 m.	
"BUFFER"(P0.00%/n0.025/n0.050)	505
"BUFFER"(P0.00%/n0.075/n0.100)	506
"BUFFER"(P0.10%/n0.025/n0.050)	507
"BUFFER"(P0.10%/n0.075/n0.100)	508
"BUFFER"(P0.25%/n0.025/n0.050)	509
"BUFFER"(P0.25%/n0.075/n0.100)	510
"BUFFER"(P0.50%/n0.025/n0.050)	511
"BUFFER"(P0.50%/n0.075/n0.100)	512
Altura lámina Hw = 05,00 m.	
"BUFFER"(P0.00%/n0.025/n0.050)	513
"BUFFER"(P0.00%/n0.075/n0.100)	514
"BUFFER"(P0.10%/n0.025/n0.050)	515
"BUFFER"(P0.10%/n0.075/n0.100)	516
"BUFFER"(P0.25%/n0.025/n0.050)	517
"BUFFER"(P0.25%/n0.075/n0.100)	518
"BUFFER"(P0.50%/n0.025/n0.050)	519
"BUFFER"(P0.50%/n0.075/n0.100)	520
"BUFFER"(P0.75%/n0.025/n0.050)	521
"BUFFER"(P0.75%/n0.075/n0.100)	522
"BUFFER"(P1.00%/n0.025/n0.050)	523
"BUFFER"(P1.00%/n0.075/n0.100)	524

BALSA DE LAS PORTERAS (ÁVILA). APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA

Sectorización del dique de cierre. Situación de las brechas	525
Estimación de los parámetros de brecha SECTOR 01	
Análisis comparativo entre fórmulas empíricas	526
Análisis comparativo entre fórmulas empíricas. Validación de resultados	527
Estimación de los parámetros de brecha SECTOR 02	
Análisis comparativo entre fórmulas empíricas	528

Análisis comparativo entre fórmulas empíricas. Validación de resultados	529
Estimación de los parámetros de brecha SECTOR 03	
Análisis comparativo entre fórmulas empíricas	530
Análisis comparativo entre fórmulas empíricas. Validación de resultados	531
Estimación de los parámetros de brecha SECTOR 04	
Análisis comparativo entre fórmulas empíricas	532
Análisis comparativo entre fórmulas empíricas. Validación de resultados	533
Modelo de la Envolvente de máximos. Sin BUFFER. SECTOR 01	
Mapa de máximo calado	534
Mapa de máxima velocidad	535
Mapa de máxima peligrosidad	536
Modelo de la Envolvente de máximos. Sin BUFFER. SECTOR 02	
Mapa de máximo calado	537
Mapa de máxima velocidad	538
Mapa de máxima peligrosidad	539
Modelo de la Envolvente de máximos. Sin BUFFER. SECTOR 03	
Mapa de máximo calado	540
Mapa de máxima velocidad	541
Mapa de máxima peligrosidad	542
Modelo de la Envolvente de máximos. Sin BUFFER. SECTOR 04	
Mapa de máximo calado	543
Mapa de máxima velocidad	544
Mapa de máxima peligrosidad	545
Modelo de la Envolvente de máximos. Con BUFFER. SECTOR 01	
Mapa de máximo calado	546
Mapa de máxima velocidad	547
Mapa de máxima peligrosidad	548
Modelo de la Envolvente de máximos. Con BUFFER. SECTOR 02	
Mapa de máximo calado	549
Mapa de máxima velocidad	550
Mapa de máxima peligrosidad	551
Modelo de la Envolvente de máximos. Con BUFFER. SECTOR 03	
Mapa de máximo calado	552
Mapa de máxima velocidad	553
Mapa de máxima peligrosidad	554
Modelo de la Envolvente de máximos. Con BUFFER. SECTOR 04	
Mapa de máximo calado	555
Mapa de máxima velocidad	556

Mapa de máxima peligrosidad	557

BALSA DE MACÍAS PICAVEA (VALLADOLID). APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA

Sectorización del dique de cierre. Situación de las brechas	558
Estimación de los parámetros de brecha SECTOR 01 y 06	
Análisis comparativo entre fórmulas empíricas	559
Análisis comparativo entre fórmulas empíricas. Validación de resultados	560
Estimación de los parámetros de brecha SECTOR 02, 03 y 09	
Análisis comparativo entre fórmulas empíricas	561
Análisis comparativo entre fórmulas empíricas. Validación de resultados	562
Estimación de los parámetros de brecha SECTOR 04	
Análisis comparativo entre fórmulas empíricas	563
Análisis comparativo entre fórmulas empíricas. Validación de resultados	564
Estimación de los parámetros de brecha SECTOR 05	
Análisis comparativo entre fórmulas empíricas	565
Análisis comparativo entre fórmulas empíricas. Validación de resultados	566
Estimación de los parámetros de brecha SECTOR 07	
Análisis comparativo entre fórmulas empíricas	567
Análisis comparativo entre fórmulas empíricas. Validación de resultados	568
Estimación de los parámetros de brecha SECTOR 08	
Análisis comparativo entre fórmulas empíricas	569
Análisis comparativo entre fórmulas empíricas. Validación de resultados	570
Modelo de la Envolvente de máximos. SECTOR 01	
Mapa de máximo calado	571
Mapa de máxima velocidad	572
Mapa de máxima peligrosidad	573
Modelo de la Envolvente de máximos. SECTOR 02	
Mapa de máximo calado	574
Mapa de máxima velocidad	575
Mapa de máxima peligrosidad	576
Modelo de la Envolvente de máximos. SECTOR 03	
Mapa de máximo calado	577
Mapa de máxima velocidad	578
Mapa de máxima peligrosidad	579
Modelo de la Envolvente de máximos. SECTOR 04	
Mapa de máximo calado	580
Mapa de máxima velocidad	581
Mapa de máxima peligrosidad	582

Modelo de la Envolvente de máximos. SECTOR 05	
Mapa de máximo calado	583
Mapa de máxima velocidad	584
Mapa de máxima peligrosidad	585
Modelo de la Envolvente de máximos. SECTOR 06	
Mapa de máximo calado	586
Mapa de máxima velocidad	587
Mapa de máxima peligrosidad	588
Modelo de la Envolvente de máximos. SECTOR 07	
Mapa de máximo calado	589
Mapa de máxima velocidad	590
Mapa de máxima peligrosidad	591
Modelo de la Envolvente de máximos. SECTOR 08	
Mapa de máximo calado	592
Mapa de máxima velocidad	593
Mapa de máxima peligrosidad	594
Modelo de la Envolvente de máximos. SECTOR 09	
Mapa de máximo calado	595
Mapa de máxima velocidad	596
Mapa de máxima peligrosidad	597

BALSA DE LAS PORTERAS (ÁVILA) - SIN BUFFER. CARTOGRAFÍA DE PELIGROSIDAD

Conjunto de Sectores	
Mapa de la Envolvente de Máxima Peligrosidad de Umbral 1.25	598
Mapa de Probabilidades de Máxima Peligrosidad	599

BALSA DE LAS PORTERAS (ÁVILA) - CON BUFFER. RESULTADOS

Conjunto de Sectores	
Mapa de la Envolvente de Máxima Peligrosidad de Umbral 1.25	600
Mapa de Probabilidades de Máxima Peligrosidad	601

BALSA DE MACÍAS PICAVEA (VALLADOLID). CARTOGRAFÍA DE PELIGROSIDAD

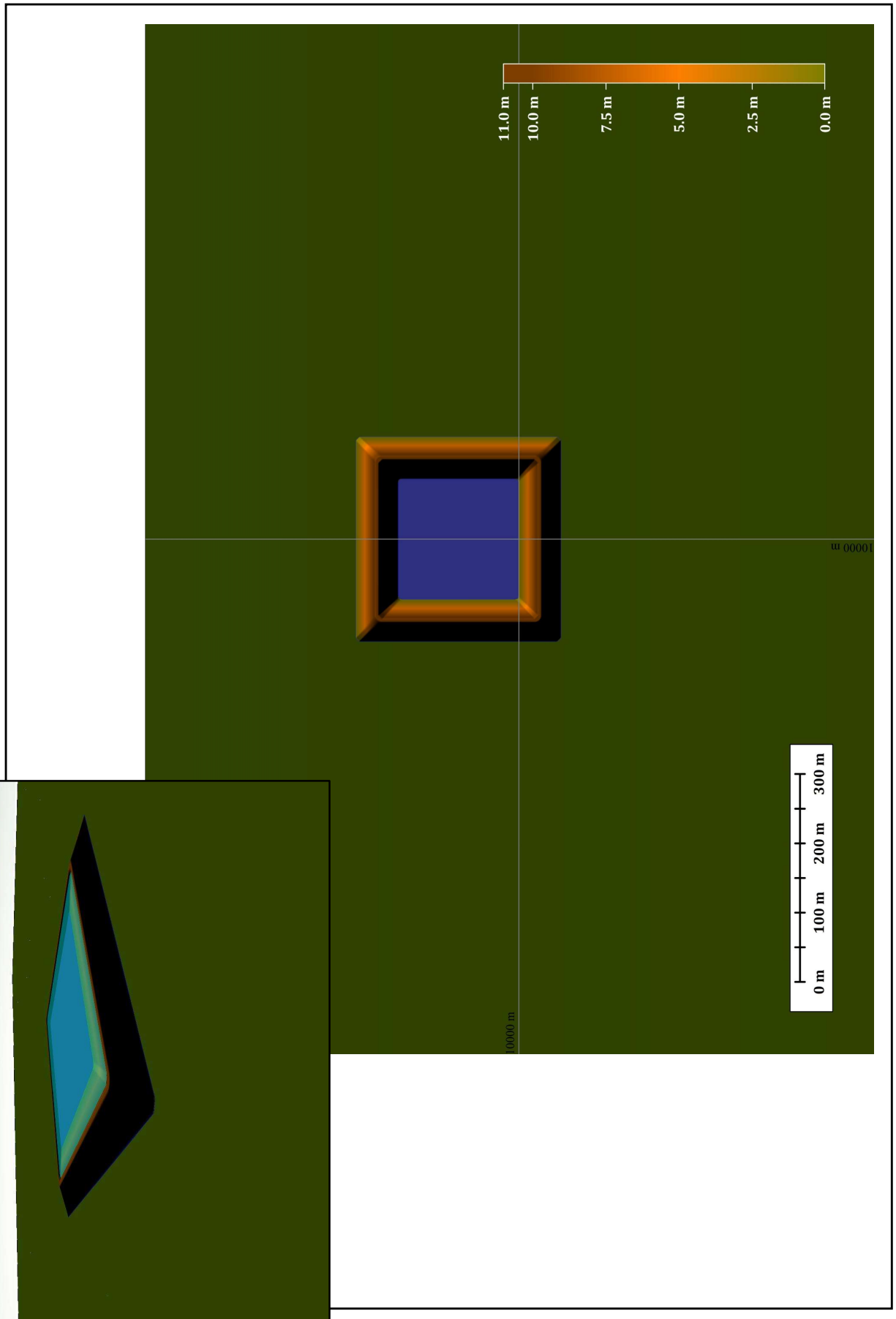
Conjunto de Sectores	
Mapa de la Envolvente de Máxima Peligrosidad de Umbral 1.25	602
Mapa de Probabilidades de Máxima Peligrosidad	603

BALSA TIPO 07

Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 07

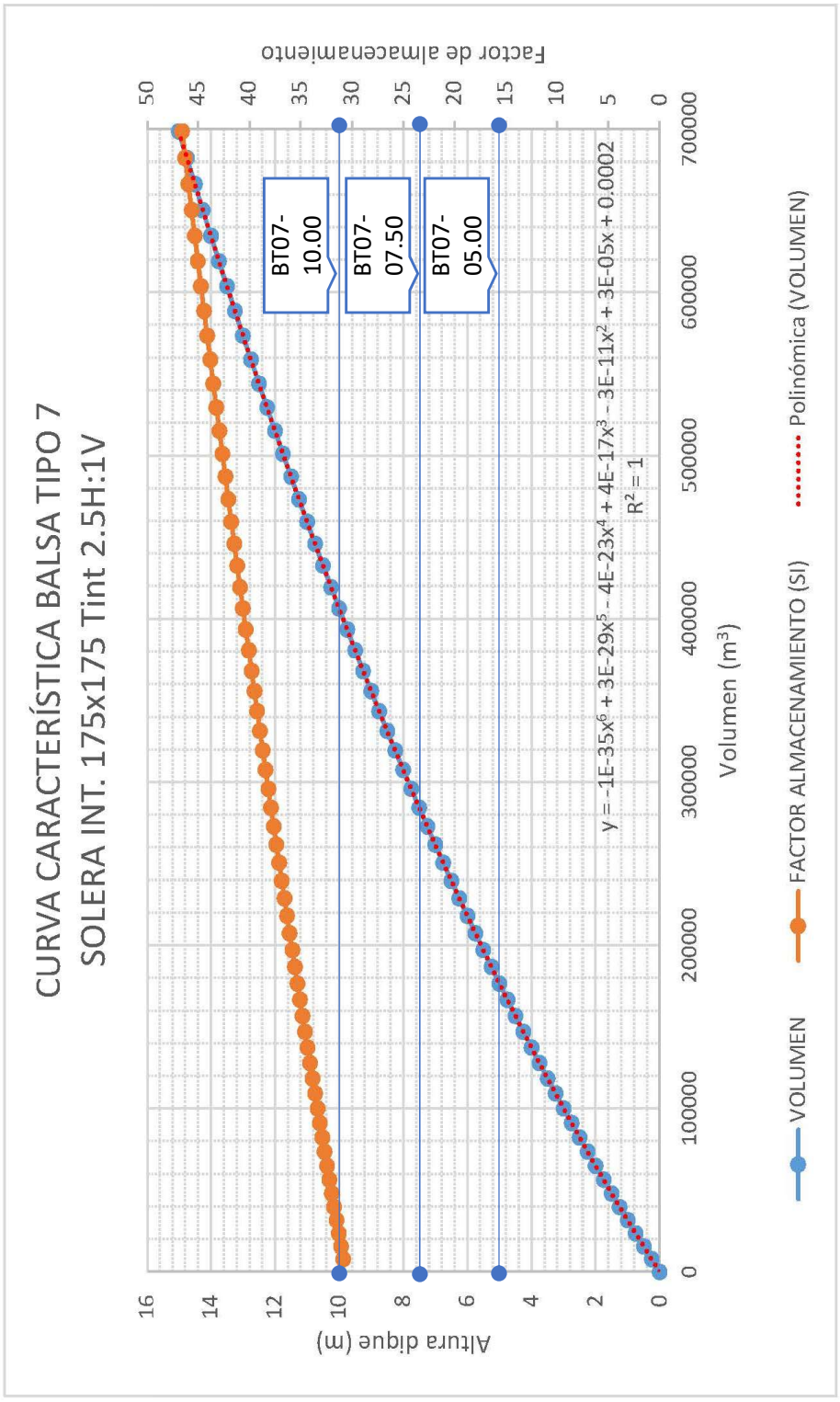
GEOMETRÍA

- ALTURA LÁMINA Hw= 10.0 m.
- RESGUARDO = 1.0 m.
- ANCHO CORONACIÓN= 05.0 m



Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 07

CURVA CARACTERÍSTICA vs FACTOR DE ALMACENAMIENTO



Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 07

ESTIMACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE BRECHA. H=10,00 m. ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE FÓRMULAS EMPÍRICAS

ESTIMACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE BRECHA												
PROYECTO:	BALSAS TIPO											
SECTOR:	7											
ALTURA	10											
CARACTERÍSTICA*			MÉTODO	FROEHLICH 95a			FROEHLICH 08			GUÍA TÉCNICA	MACDONALD & LANGRIDGE-MONOPOLIS 84	VTG
MODO DE FALLO (S=SIFONAMIENTO;D=DESBORDAMIENTO)			Mf	S	D		S	D		S	S	S
CARGA DE AGUA MOVILIZABLE		Hw	m	10	10		10	10		10	10	10
VOLUMEN ALMACENADO EN Hw EN EL COLAPSO		Vw	m3	406250	406250		406250	406250		406250	406250	406250
SUPERFICIE OCUPADA EN Hw		As	m2	50625	50625		50625	50625		50625	50625	50625
RESGUARDO		r	m	1	1		1	1		1	1	1
ALTURA DE BRECHA COMPLETA		Hb	m	11	11		11	11		11	11	11
FACTOR CORRECTOR POR MODO DE FALLO		Ko	-	1	1,4		1	1,3				
TALUD DE LA BRECHA		Zb	Z(H):1(V)	0,9	1,4		0,7	1		1	0,5	1
**	TALUD DEL DIQUE AGUAS ARRIBA	Z_1	Z(H):1(V)								2,5	
	TALUD DEL DIQUE AGUAS ABAJO	Z_2	Z(H):1(V)								2,5	
	SUMA DE TALUDES DEL DIQUE	Z_3	Z_1+Z_2								5	
	ANCHO CORONACIÓN DEL DIQUE	C	m								5	
	VOLUMEN EROSIONABLE DEL DIQUE	Ve	m3								3153,6	
TIPOLOGIA DEL DIQUE		Td		Pequeña Presa Clasificable			Pequeña Presa Clasificable			Pequeña Presa Clasificable	Pequeña Presa Clasificable	Pequeña Presa Clasificable
COTA SOLERA BRECHA		Cs	m	10	10		10	10		10	10	10
COTA CORONACIÓN		Cc	m	21	21		21	21		21	21	21
ESTIMACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE LA BRECHA												
ANCHO MEDIO		Bavg	m	17,7	24,8		18,53	24,1		29,1	10,4	31,1
***	ANCHO EN SOLERA	Bb	m	7,8	9,4		10,8	13,1		18,1	4,9	20,1
ANCHO EN CORONACIÓN		Bc	m				26,23	35,09		40,08	15,87	42,10
TIEMPO DE FORMACIÓN		Tf	h	0,3	0,3		0,32	0,3		0,278	0,336	0,150
FACTOR DE ALMACENAMIENTO		Sl	-	40,6	40,6		40,6	40,6		40,6	40,6	40,6
ESTIMACIÓN DEL CAUDAL PUNTA FROEHLIC 95b												
CAUDAL MÁXIMO PREVISTO		Qp	m3/s	476,19	476,19		476,19	476,19		476,19	476,19	476,19

Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 07

ESTIMACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE BRECHA. H=10,00 m. ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE FÓRMULAS EMPÍRICAS. VALIDACIÓN DE RESULTADOS

ESTIMACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE BRECHA

PROYECTO:	BALSAS TIPO
SECTOR:	7
ALTURA	10

ANÁLISIS Y VALIDACIÓN DE RESULTADOS

Dada la importancia del tiempo de formación de la brecha en la generación del pico del hidrograma, es relevante poder validar los resultados. Para ello utilizaremos un estimador de la progresión de la erosión. Se considera adecuado aquel que define un desarrollo lineal, por lo que se utilizará la razón de erosión (ER) definida por la relación entre el ancho medio de brecha y el tiempo de formación. Diversos autores han indicado los intervalos de fiabilidad relacionando dicho parámetro con la altura de agua movilizable, (Hw), quedando estos entre 1.6 y 21. Por otro lado, el agua almacenada puede condicionar el desarrollo completo de la brecha, por lo que se apunta como indicador de la validez de los resultados, la relación entre el ancho medio respecto de la altura de brecha (Bavg/Hb). En este caso si el indicador ofrece un valor inferior a 0.6, no se puede afirmar que se complete la brecha, quedando como apertura una geometría cuadrangular de ancho D.

COMPROBACIÓN DEL DESARROLLO DE BRECHA (completa vs parcial)	(Bavg/Hb)	1,61	2,26	1,68	2,19	2,64	0,94	2,83
Se considera desarrollada si (Bavg/Hb)>0.60	(Bavg/Tf)	64,33	90,07	57,04	74,15	104,55	30,86	42,10
RAZÓN DE EROSIÓN (ER)								
COMPROBACIÓN DEL PROGRESO DE LA BRECHA (lineal vs no lineal)	(ER/Hw)	6,43	9,01	5,70	7,42	10,46	3,09	4,21
Se puede considerar razonable la ratio de erosión si 1.6<(ER/Hw)<21								
COMPROBACIÓN BOWLES T de formación (h)	T=2*Vw/Qp	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47
Si tiempo de formación de brecha es menor que la comprobación de Bowles se adopta		1,72	1,72	1,46	1,46	1,70	1,41	3,16
RAZÓN DE TIEMPOS (Tbowles/Tf)								

* *DIQUE DE CIERRE DE MATERIALES SUELTOS HOMOGENEO, ASUMIENDO MÁXIMO ALMACENAMIENTO EN LA FASE DE COLAPSO*

** *A utlizar en el método de MACDONALD & LANGRIDGE-MONOPOLIS 84 (MLM84)*

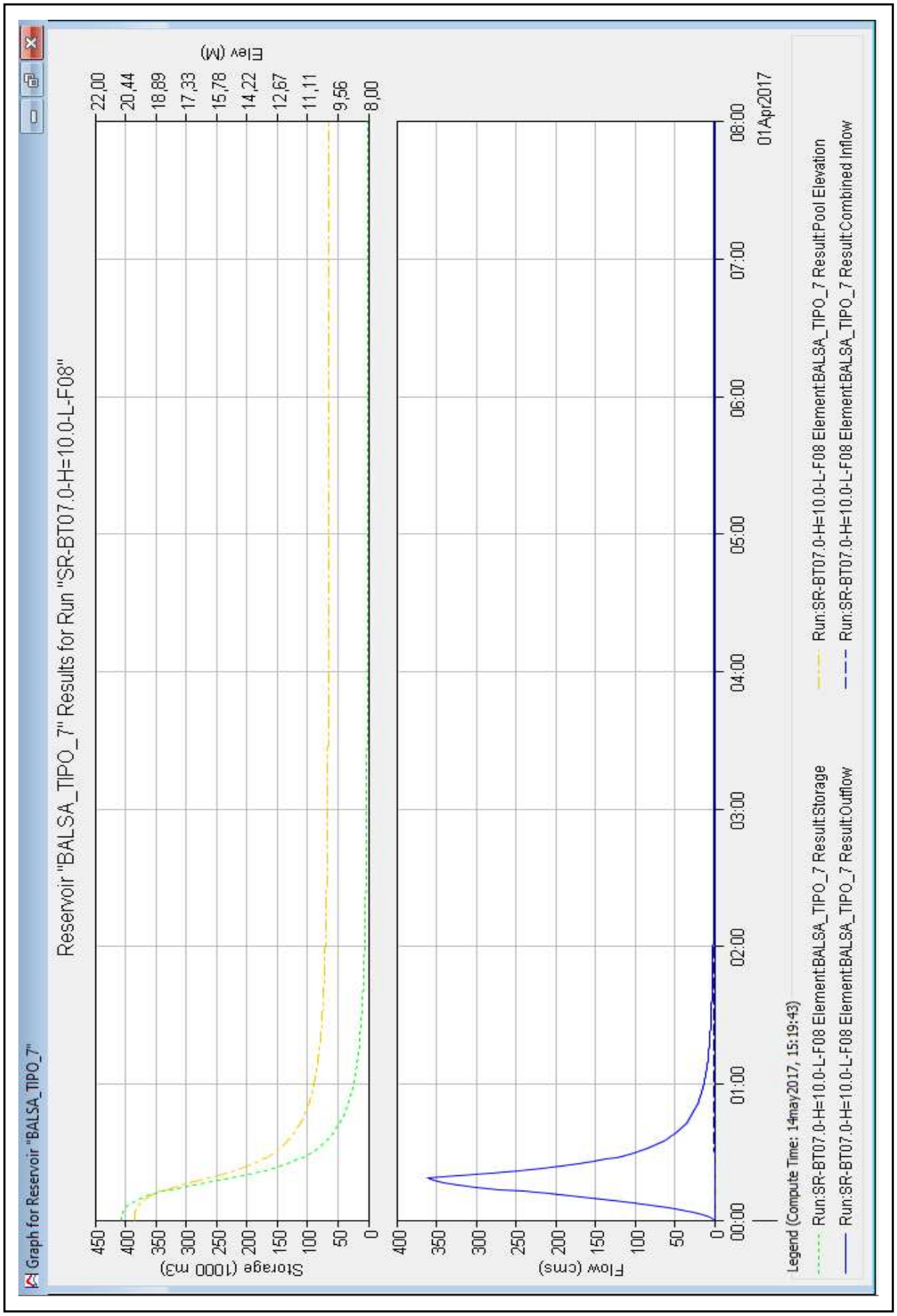
*** *Wb en el método de MACDONALD & LANGRIDGE-MONOPOLIS 84 (MLM84)*

ESQUEMAS

Fuente: GUIDELINES FOR DAM BREACH ANALYSIS, STATE OF COLORADO-DEPARTMENT OF NATURAL RESOURCES-DIVISION OF WATER RESOURCES, 10/02/2010

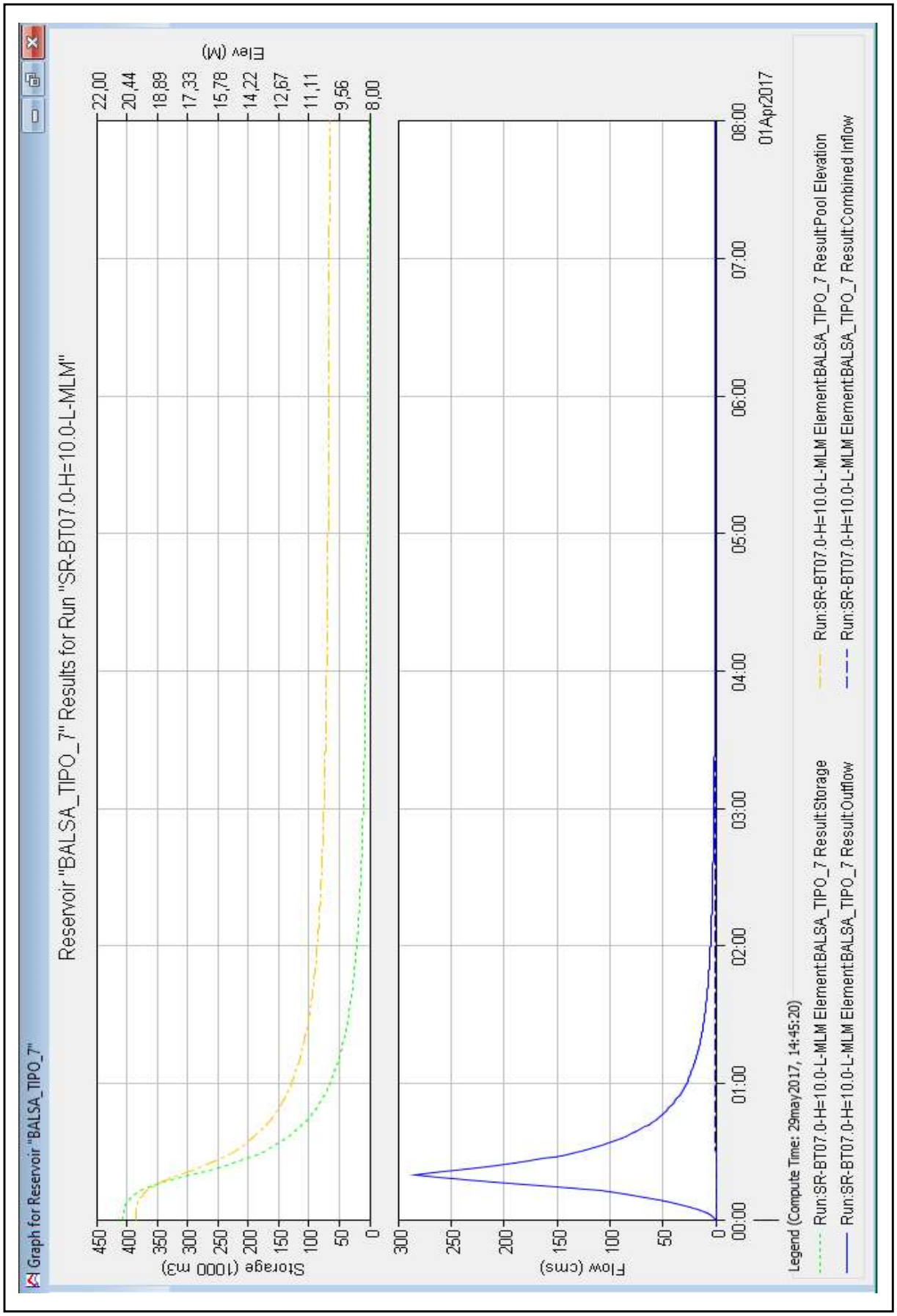
Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 07

HIDROGRAMA DE VERTIDO Y CURVA DE VACIADO PARA H=10.0 m. ESCENARIO (NMN-SOLERA) APLICACIÓN FÓRMULA F08



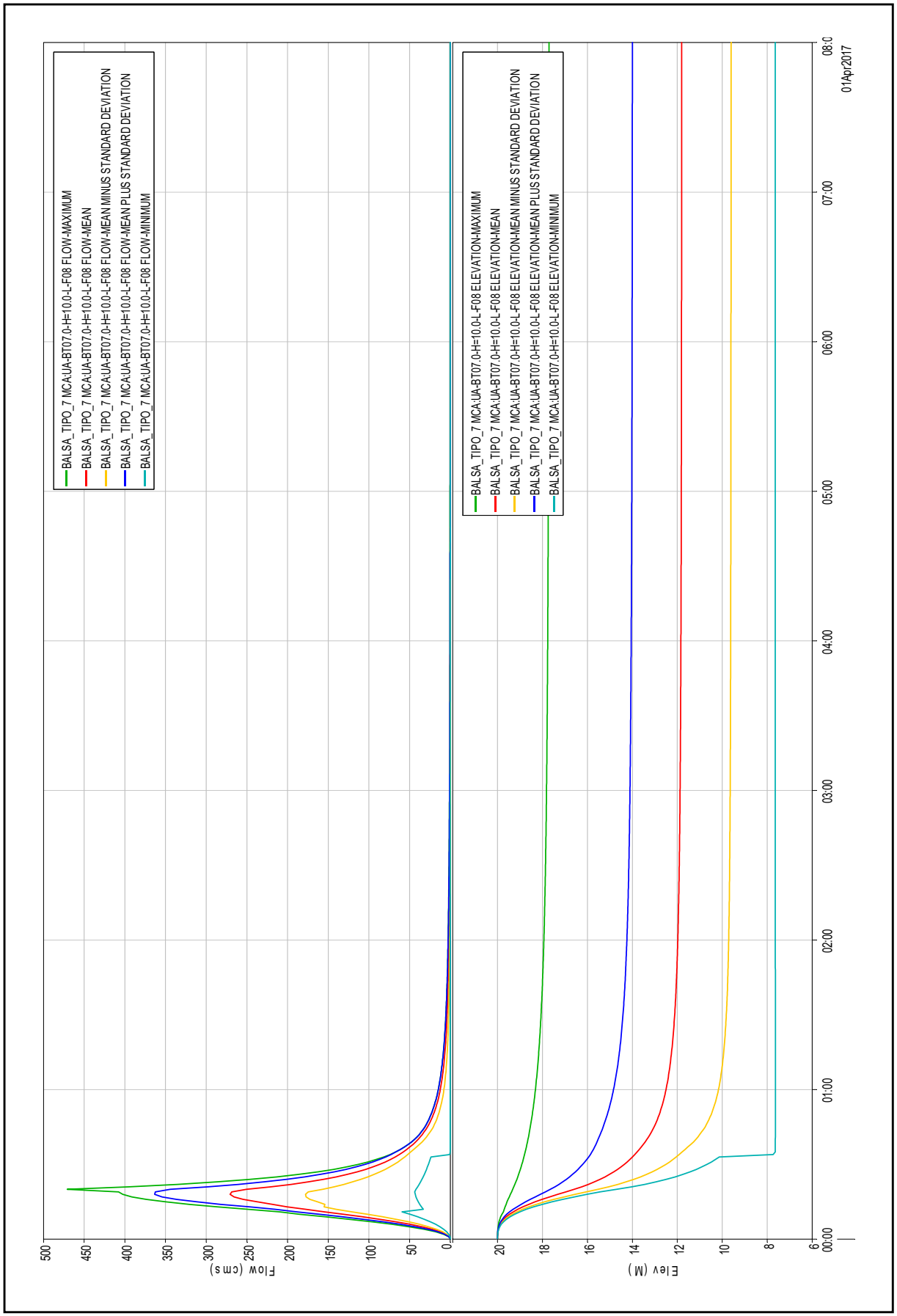
Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 07

HIDROGRAMA DE VERTIDO Y CURVA DE VACIADO PARA H=10.0 m. ESCENARIO (NMN-SOLERA) APLICACIÓN FÓRMULA MLM84



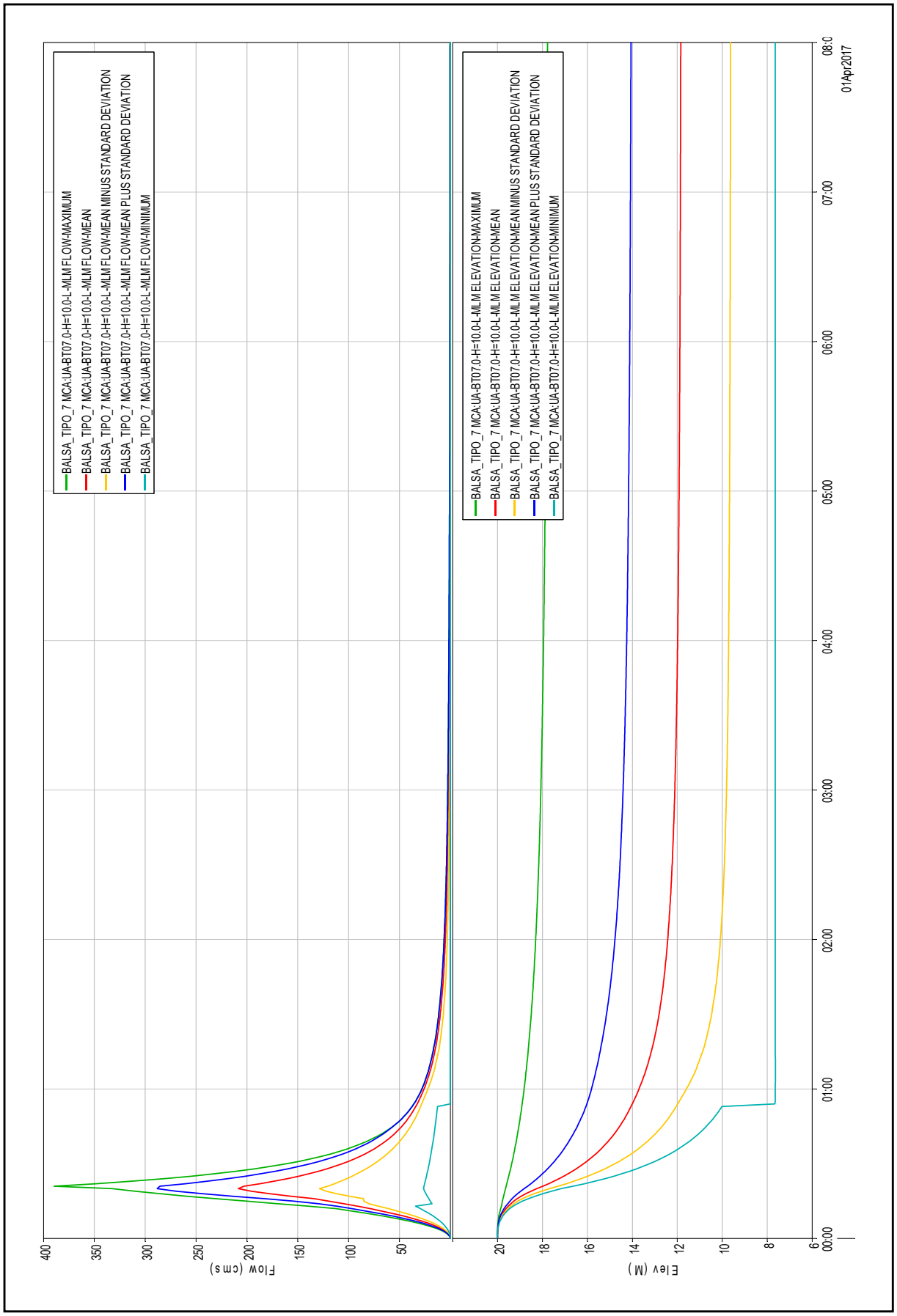
Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 07

APLICACIÓN DEL MÉTODO DE MONTECARLO EN LA CALIBRACIÓN DEL FONDO DE BRECHA (5.000 SIMULACIONES) HIDROGRAMAS DE VERTIDO Y VARIACIÓN DEL NIVEL EMBALSADO. (H=10.00 m.) APLICACIÓN FÓRMULA F08



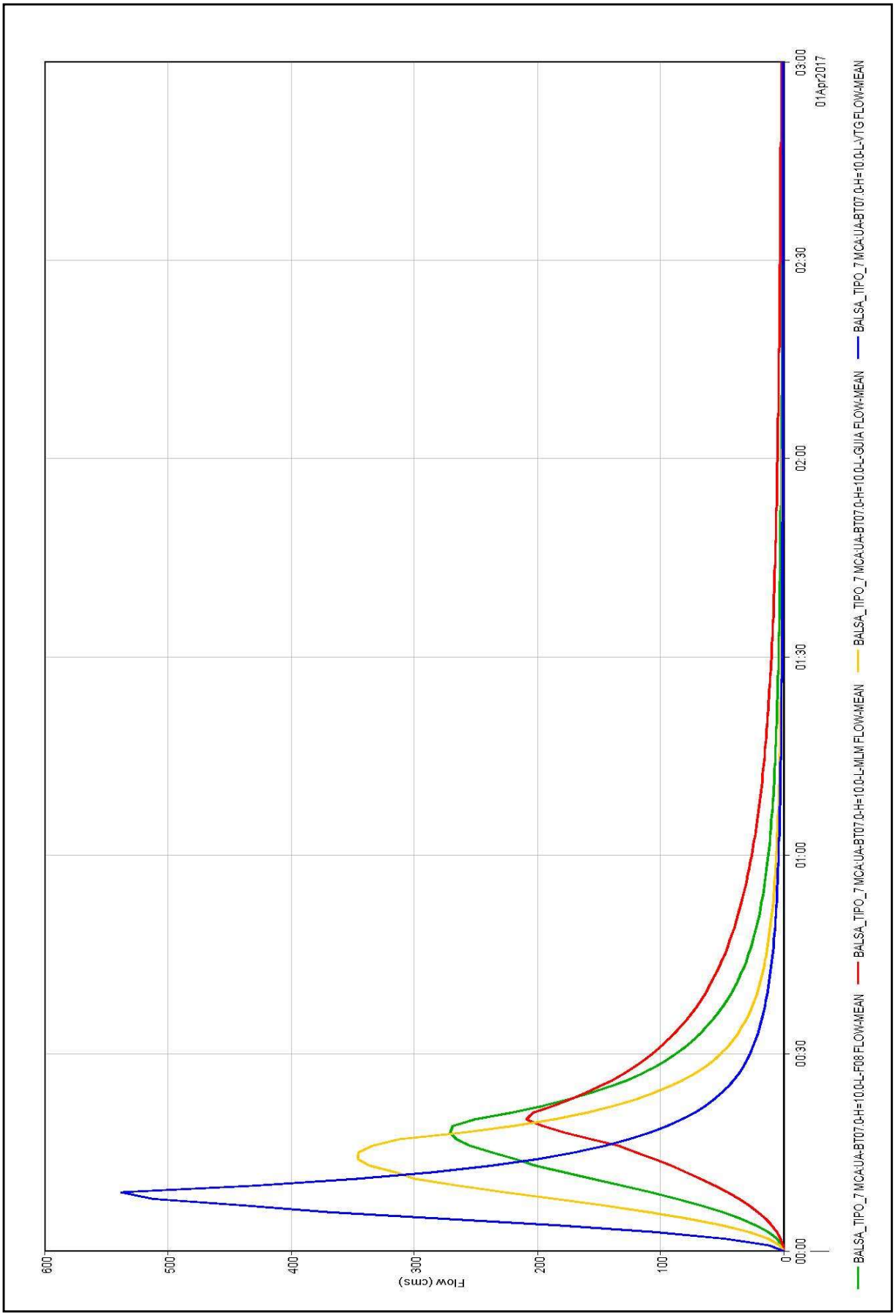
Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 07

APLICACIÓN DEL MÉTODO DE MONTECARLO EN LA CALIBRACIÓN DEL FONDO DE BRECHA (5.000 SIMULACIONES) HIDROGRAMAS DE VERTIDO Y VARIACIÓN DEL NIVEL EMBALSADO. (H=10.00 m.) APLICACIÓN FÓRMULA MLM84



Características de las balsas sintéticas.
BALSA TIPO 07
(Hw=10.00 m.)

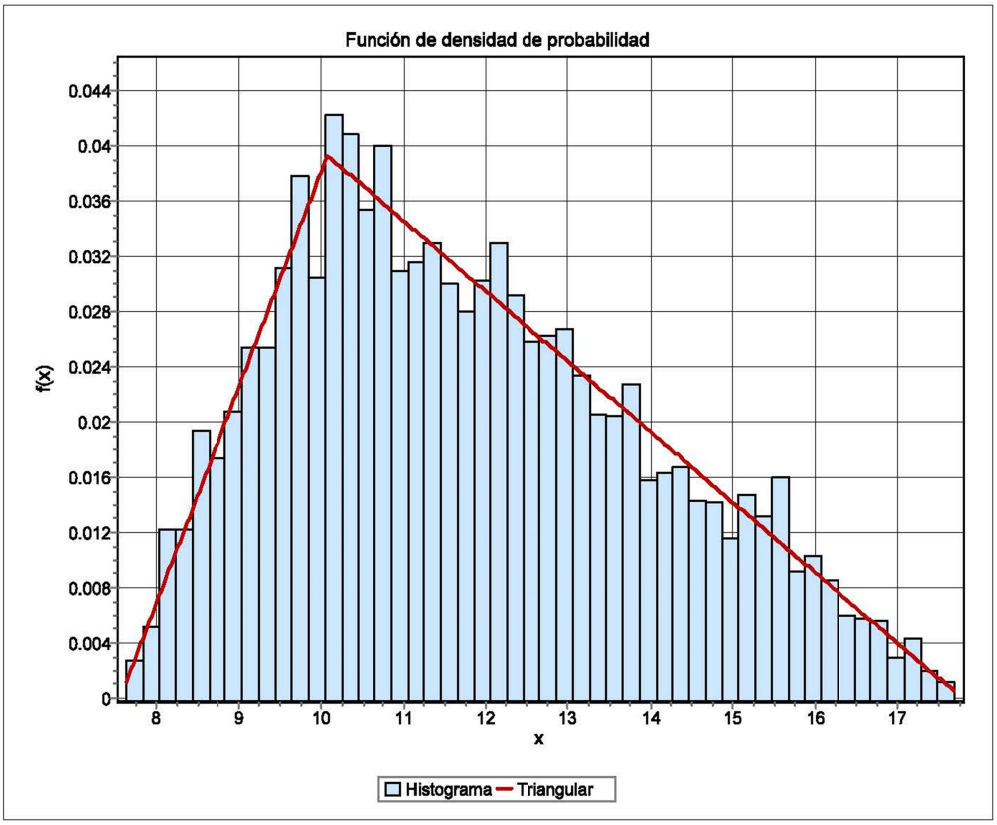
ESTUDIO COMPARATIVO DE LA VARIABILIDAD DEL HIDROGRAMA DE VERTIDO EN FUNCIÓN DE LA CARGA DE AGUA MOVILIZABLE (Hw)
APLICACIÓN FÓRMULAS
F08-MLM84-GUIA-VTG

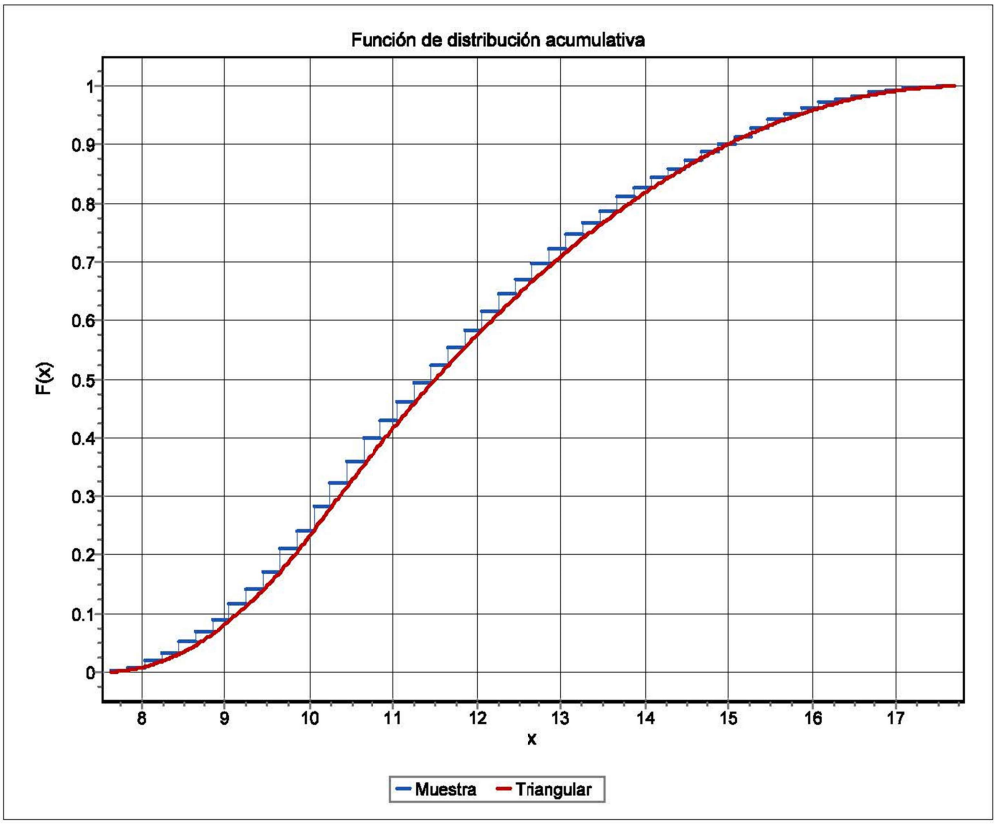


Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 07

M. DE MONTECARLO (FONDO DE BRECHA) ANÁLISIS ESTADISTICO RESULTADOS (Hw=10.00 m.) AJUSTE DE LA FUNCIÓN DE DISTRIBUCIÓN. FUNCIÓN DE DENSIDAD Y FUNCIÓN DE DISTRIBUCIÓN ACUMULATIVA

En el eje de abcisas se representa la variabilidad de la cota del fondo de brecha, considerando la cota +10.00 la solera interior de la balsa.

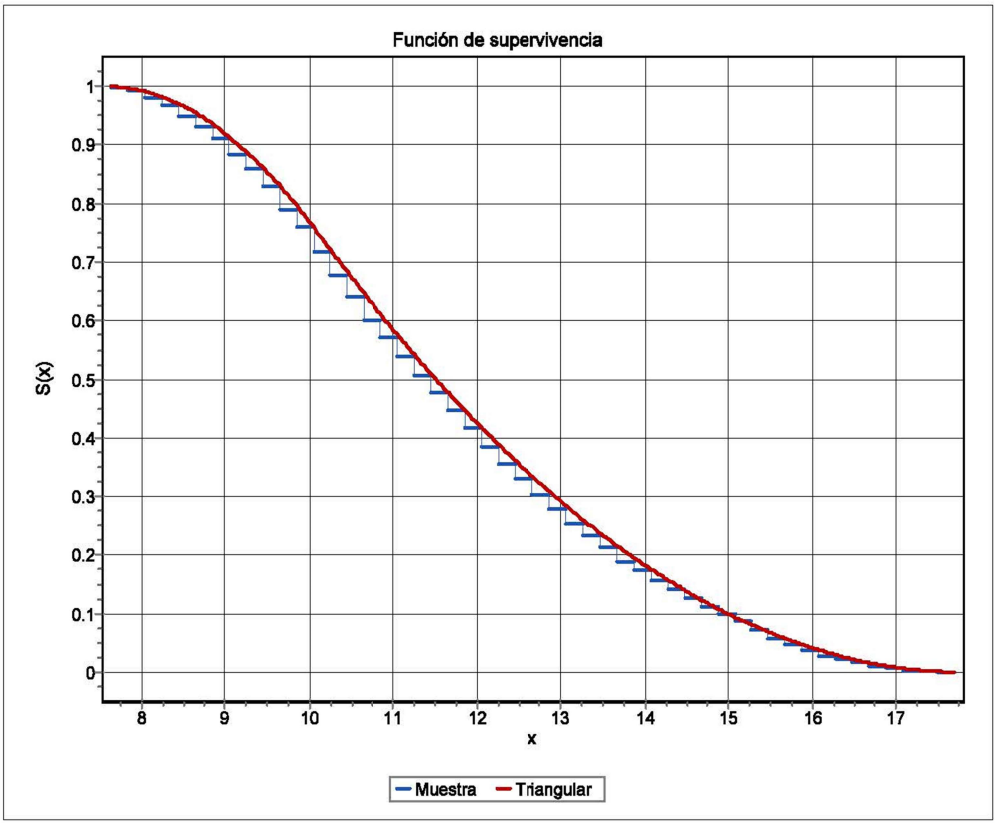


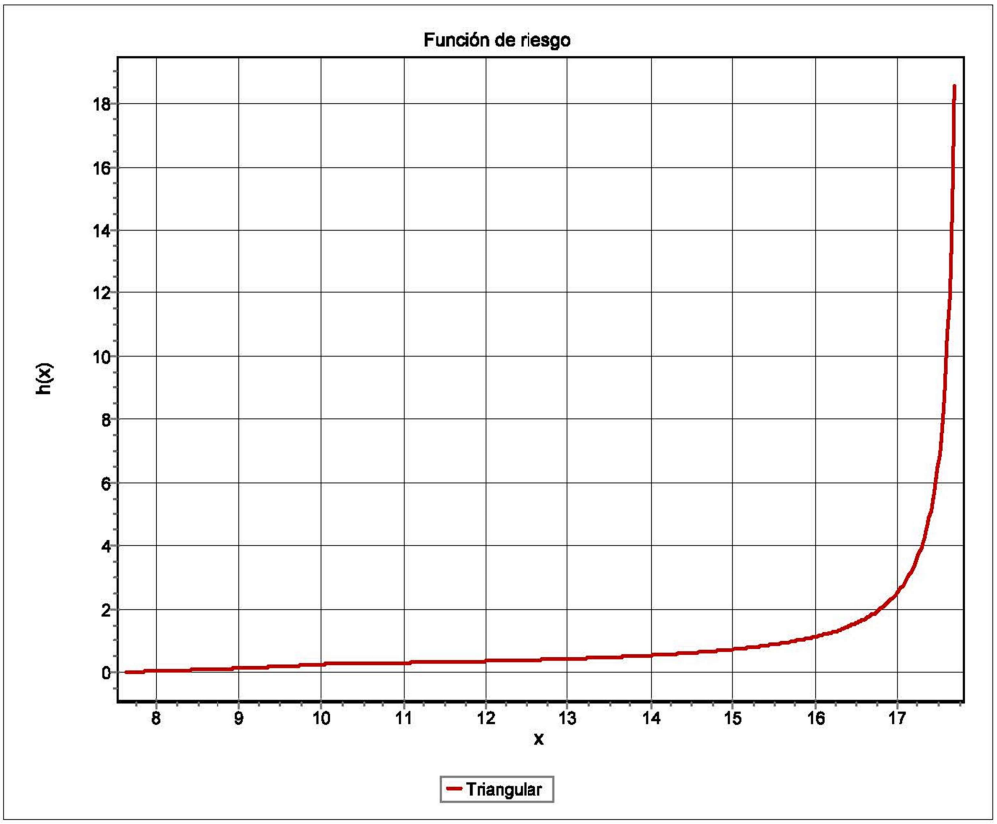


Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 07

M. DE MONTECARLO (FONDO DE BRECHA) ANÁLISIS ESTADISTICO RESULTADOS (Hw=10.00 m.) AJUSTE DE LA FUNCIÓN DE DISTRIBUCIÓN. FUNCIÓN DE SUPERVIVENCIA Y FUNCIÓN DE RIESGO

En el eje de abcisas se representa la variabilidad de la cota del fondo de brecha, considerando la cota +10.00 la solera interior de la balsa.

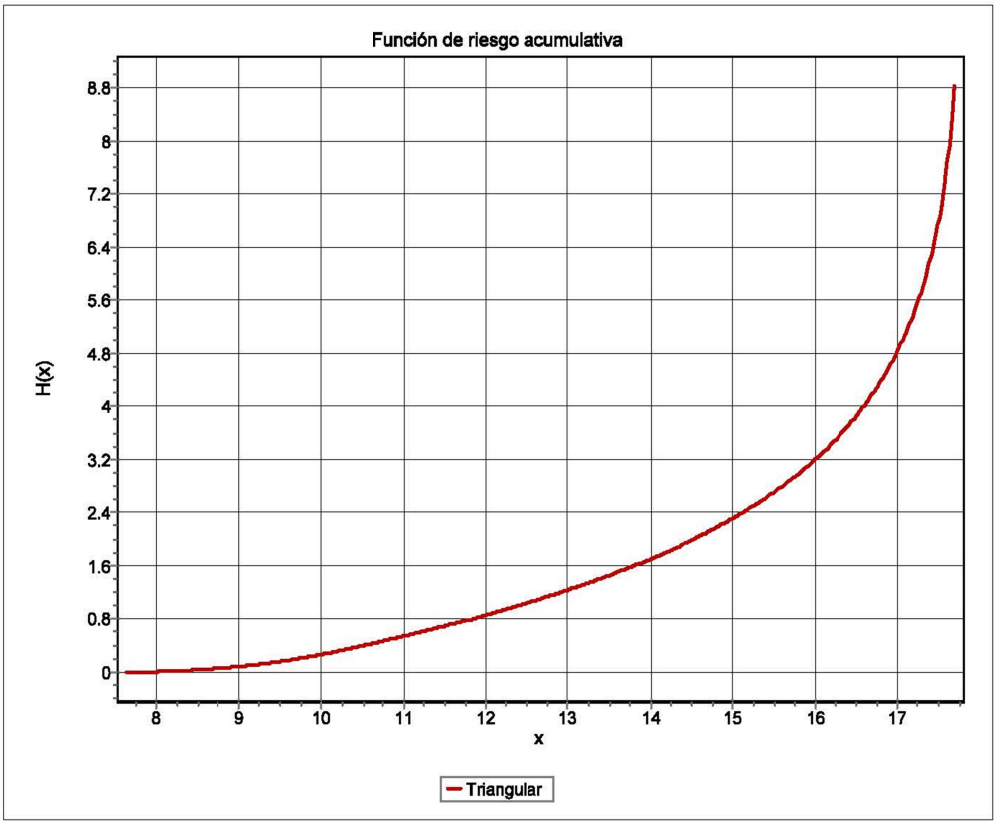


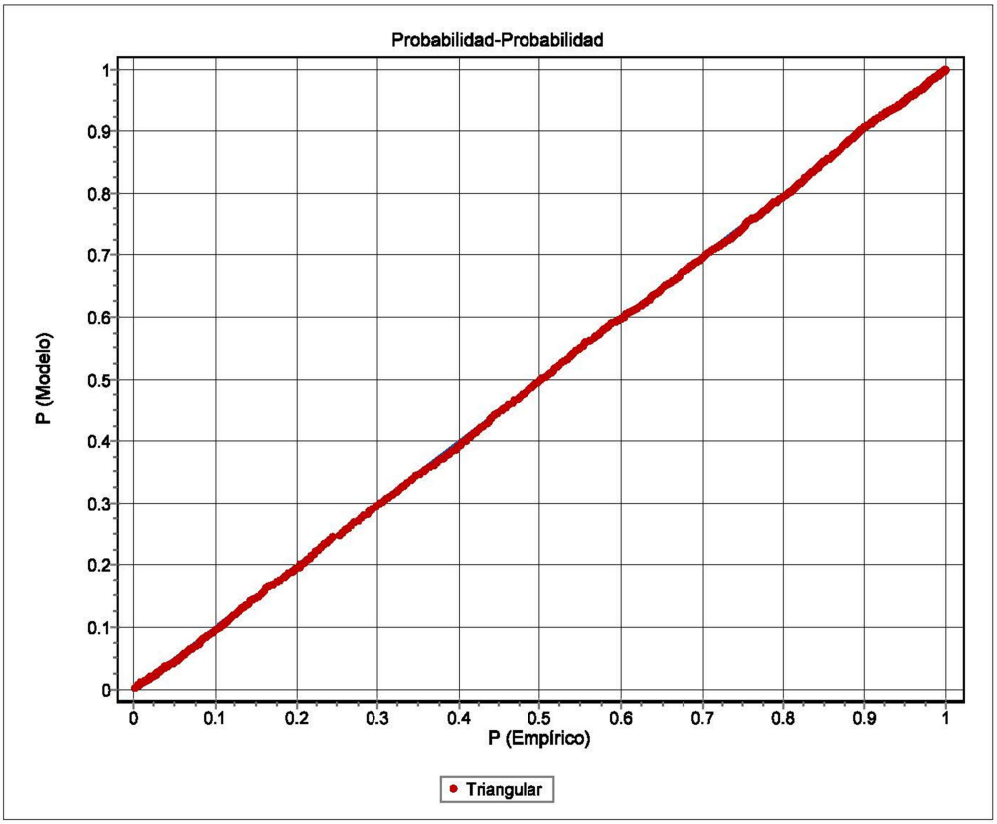


Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 07

M. DE MONTECARLO (FONDO DE BRECHA) ANÁLISIS ESTADISTICO RESULTADOS (Hw=10.00 m.) AJUSTE DE LA FUNCIÓN DE DISTRIBUCIÓN. FUNCIÓN DE RIESGO ACUMULATIVA Y GRÁFICO P-P

En el eje de abcisas se representa la variabilidad de la cota del fondo de brecha, considerando la cota +10.00 la solera interior de la balsa.

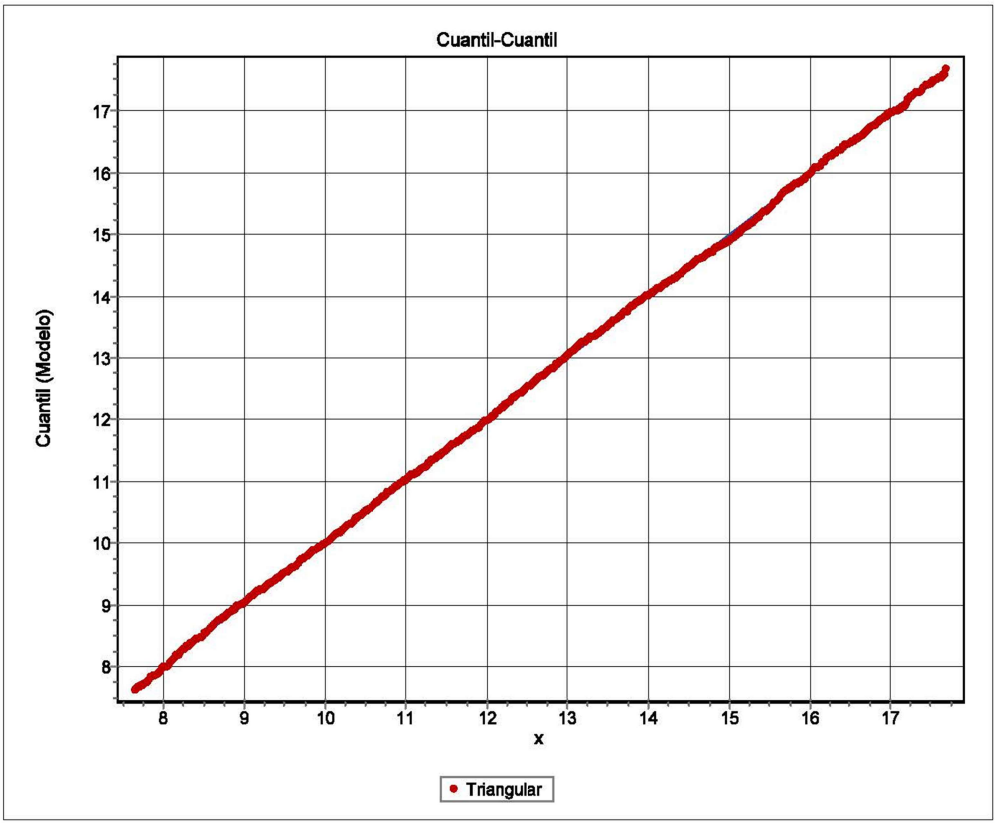


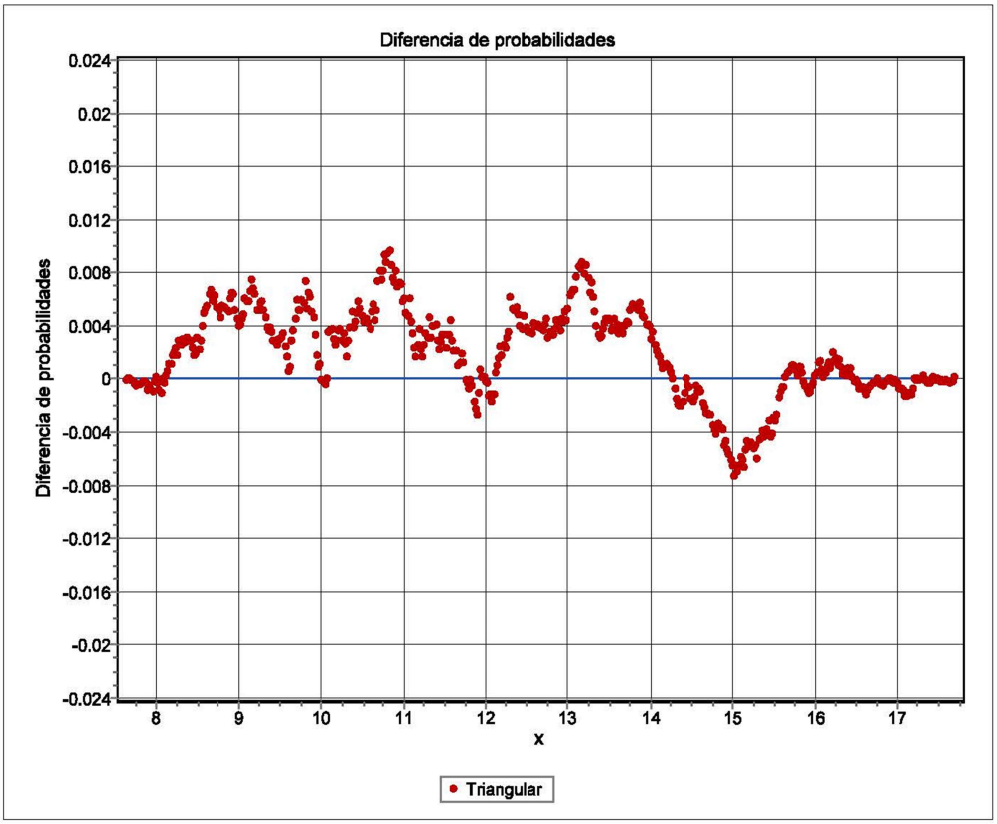


Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 07

M. DE MONTECARLO (FONDO DE BRECHA) ANÁLISIS ESTADISTICO RESULTADOS (Hw=10.00 m.) AJUSTE DE LA FUNCIÓN DE DISTRIBUCIÓN. GRÁFICO Q-Q Y DIFERENCIA DE PROBABILIDADES

En el eje de abcisas se representa la variabilidad de la cota del fondo de brecha, considerando la cota +10.00 la solera interior de la balsa.



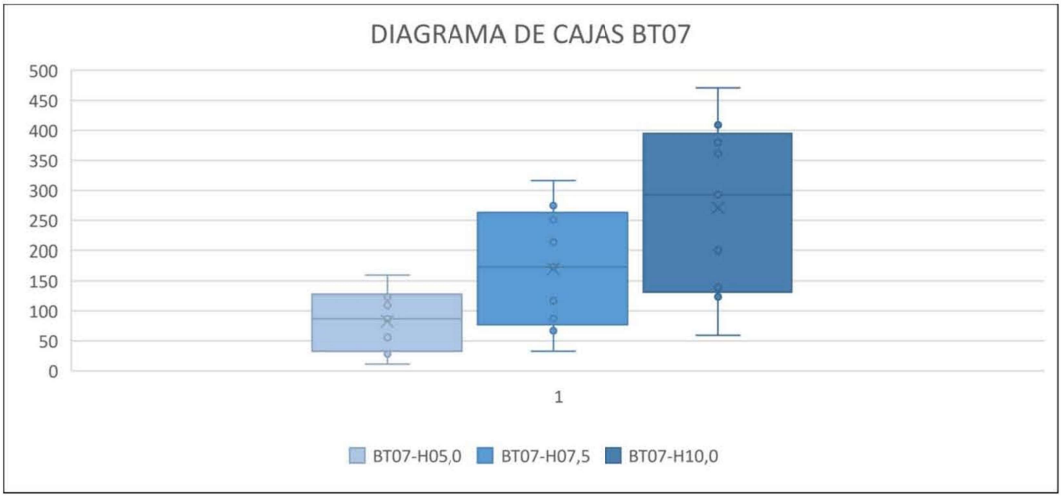


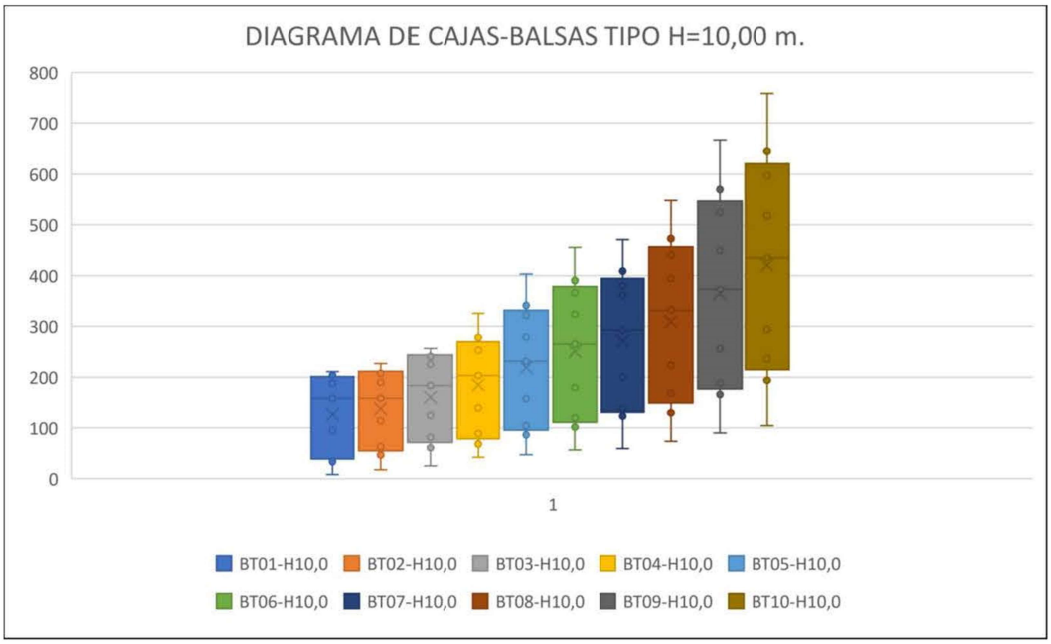
Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 07

M. DE MONTECARLO (CAUDAL MÁXIMO) ANÁLISIS ESTADISTICO RESULTADOS (Hw=10.00 m.) ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA. DIAGRAMAS DE CAJAS

CAUDALES MÁXIMOS (M. MONTECARLO) Estadística descriptiva					Parámetros Ajuste	
BALSA	BT07					
ALTURA Hw (m)	10,00					
AJUSTE	JOHNSON SB					
Estadística	**Valor**	**Percentil %**	**Valor**	**Obs**		
Tamaño de la muestra	5000	1	59,2	Min		
Rango	411,54	5	123,6			
Media	277,64	10	139,0			
Varianza	8783,5	25	200,2	Q1		
Desviación estándar	93,72	50	292,6	Mediana		
Coef, de variación	0,33756	75	361,2	Q3		
Error estándar	1,3254	90	380,1			
Asimetría	-0,31234	95	408,9			
Curtosis	-1,0395	99	470,7	Max	I.C.$\bar{X}$ (95%)	2,598

γ	-0,31339
δ	0,6769
λ	355,91
ξ	70,575

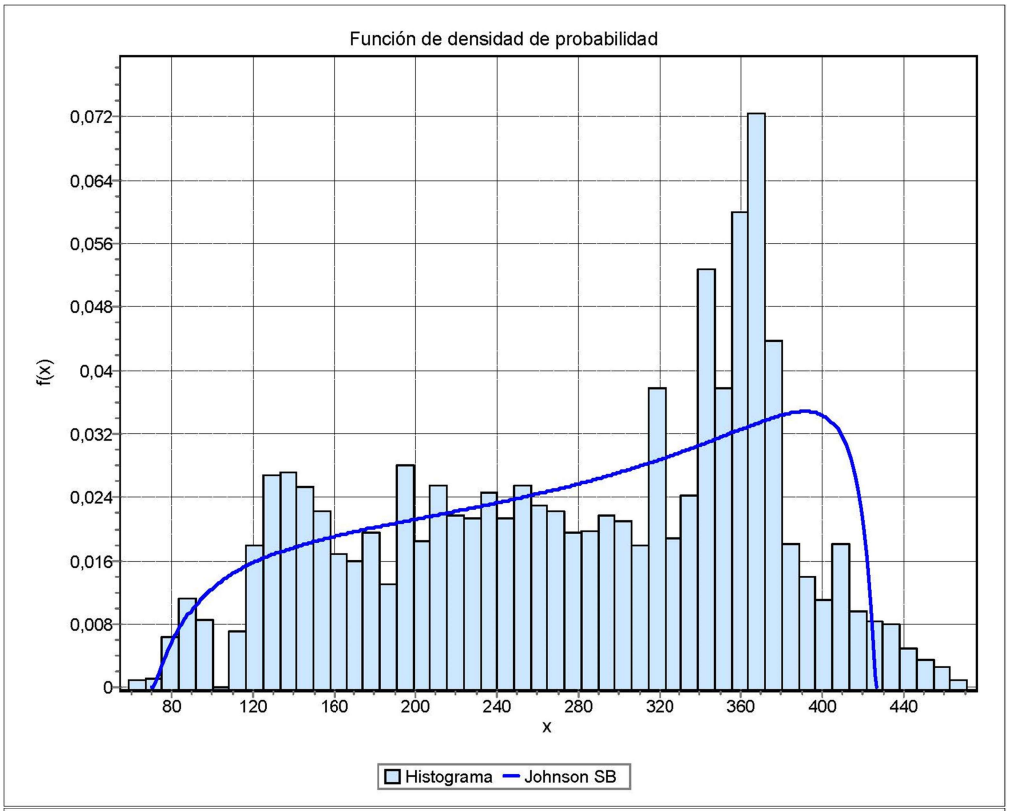


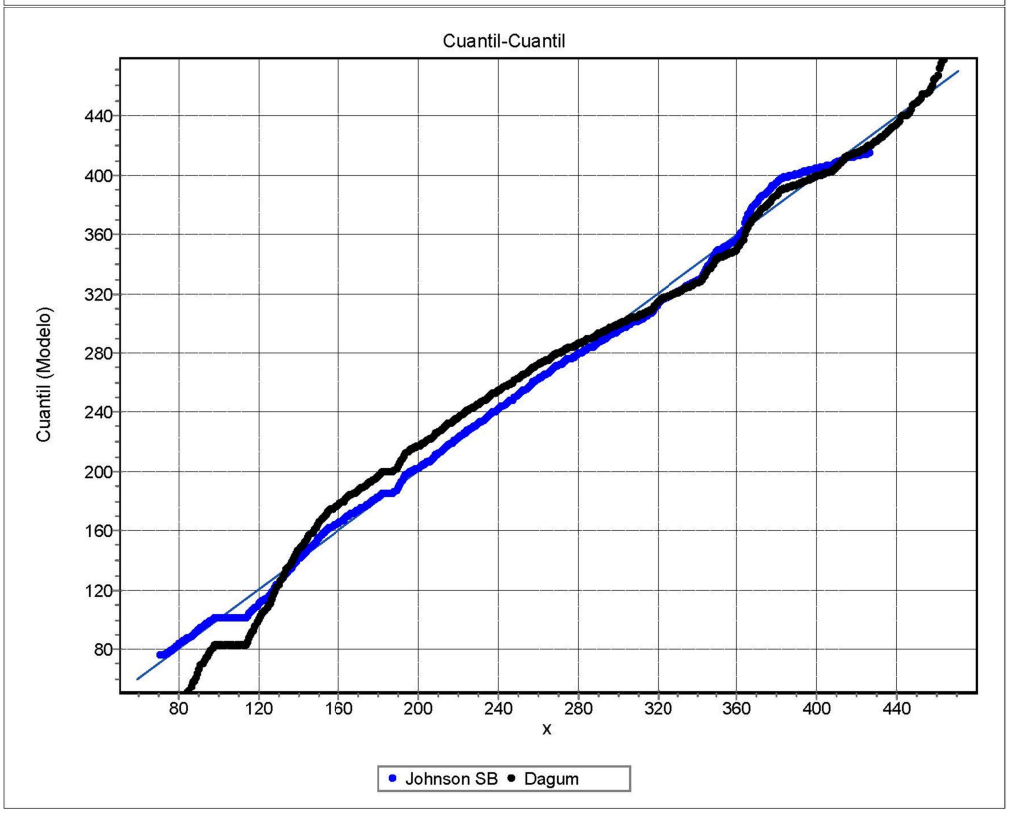


Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 07

M. DE MONTECARLO (CAUDAL MÁXIMO) ANÁLISIS ESTADISTICO RESULTADOS (Hw=10.00 m.) AJUSTE DE LA FUNCIÓN DE DISTRIBUCIÓN. FUNCIÓN DE DENSIDAD Y GRÁFICO Q-Q

En el eje de abscisas se representa la variabilidad de los caudales máximos simulados, a partir del fondo de brecha, y considerando la evolución de su crecimiento atendiendo a la geometría de F08.

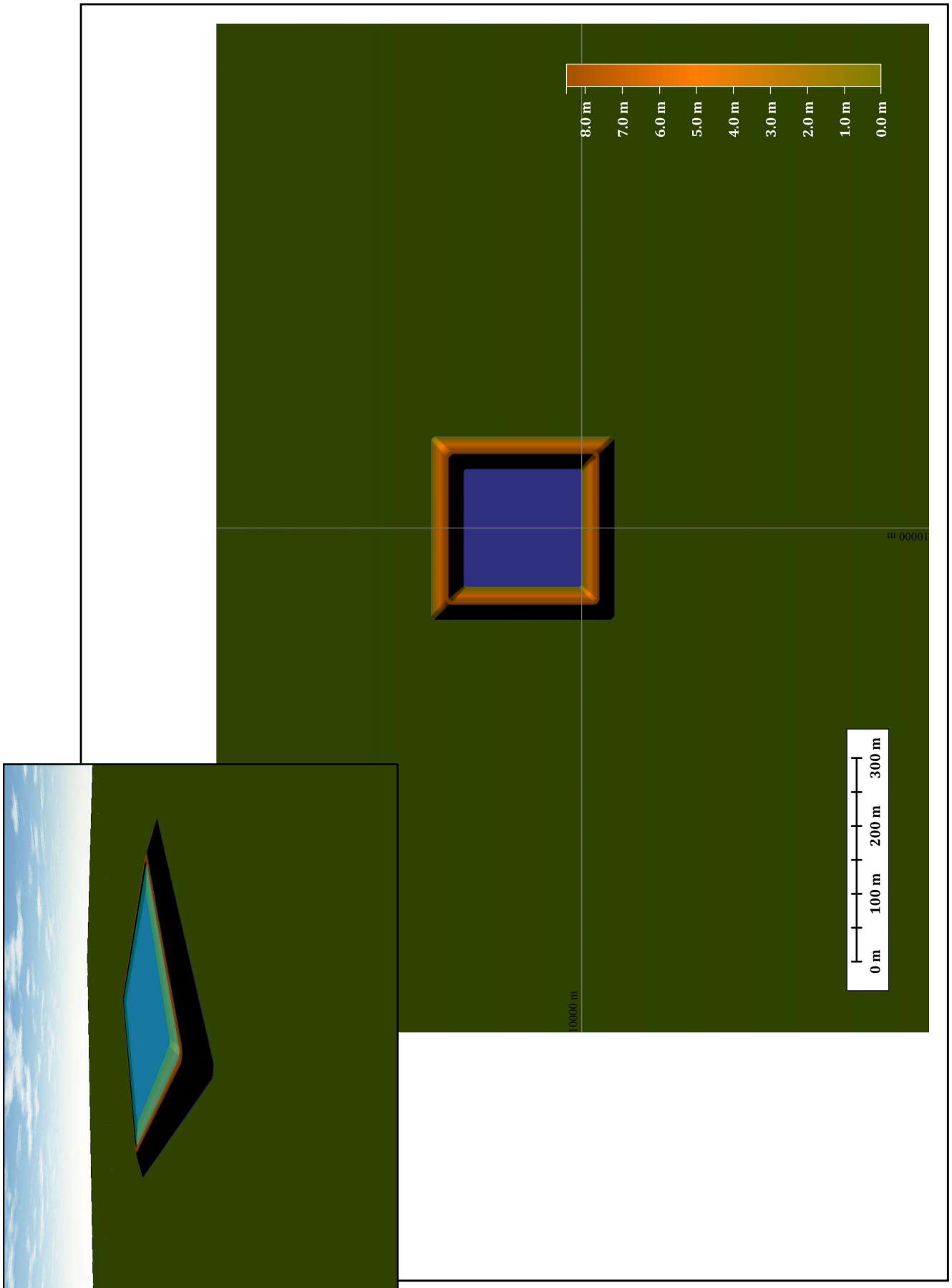




Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 07

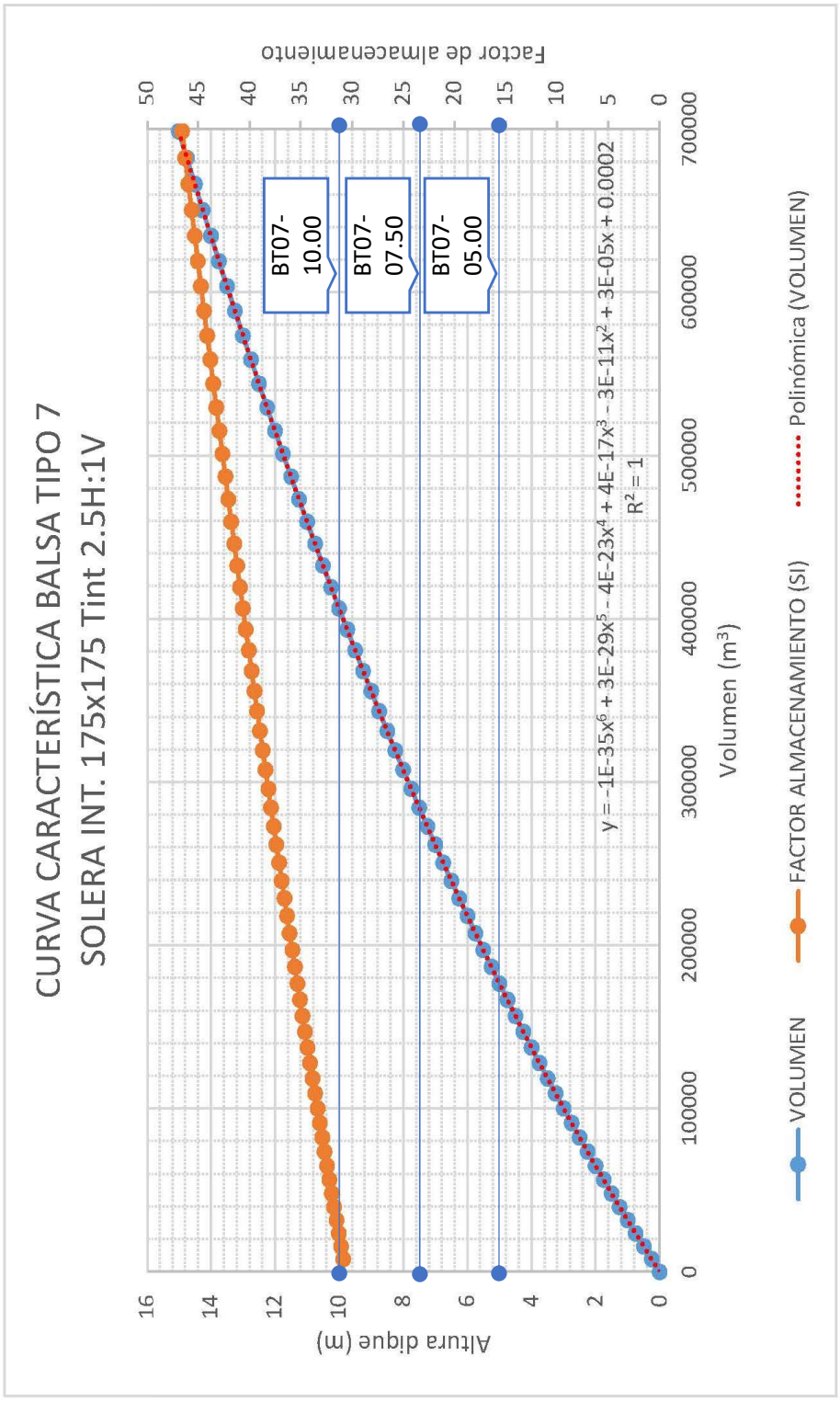
GEOMETRÍA

- ALTURA LÁMINA Hw= 07.5 m.
- RESGUARDO = 1.0 m.
- ANCHO CORONACIÓN= 05.0 m



Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 07

CURVA CARACTERÍSTICA vs FACTOR DE ALMACENAMIENTO



Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 07

ESTIMACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE BRECHA. H=07,50 m. ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE FÓRMULAS EMPÍRICAS

ESTIMACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE BRECHA

PROYECTO:	BALSAS TIPO									
SECTOR:	7									
ALTURA	7,5									
CARACTERÍSTICA*		MÉTODO		FROEHLICH 95a			FROEHLICH 08		GUÍA TÉCNICA	MACDONALD & LANGRIDGE-MONOPOLIS 84	VTG
MODO DE FALLO (S=SIFONAMIENTO;D=DESBORDAMIENTO)		Mf		S	D		S	D	S	S	S
CARGA DE AGUA MOVILIZABLE		Hw	m	7,5	7,5		7,5	7,5	7,5	7,5	7,5
VOLUMEN ALMACENADO EN Hw EN EL COLAPSO		Vw	m3	284179,7	284179,7		284179,7	284179,7	284179,7	284179,7	284179,7
SUPERFICIE OCUPADA EN Hw		As	m2	45156,3	45156,3		45156,3	45156,3	45156,3	45156,3	45156,3
RESGUARDO		r	m	1	1		1	1	1	1	1
ALTURA DE BRECHA COMPLETA		Hb	m	8,5	8,5		8,5	8,5	8,5	8,5	8,5
FACTOR CORRECTOR POR MODO DE FALLO		Ko	-	1	1,4		1	1,3			
TALUD DE LA BRECHA		Zb	Z(H):1(V)	0,9	1,4		0,7	1	1	0,5	1
**	TALUD DEL DIQUE AGUAS ARRIBA	Z_1	Z(H):1(V)							2,5	
	TALUD DEL DIQUE AGUAS ABAJO	Z_2	Z(H):1(V)							2,5	
	SUMA DE TALUDES DEL DIQUE	Z_3	Z_1+Z_2							5	
	ANCHO CORONACIÓN DEL DIQUE	C	m							5	
	VOLUMEN EROSIONABLE DEL DIQUE	Ve	m3							1920,3	
TIPOLOGIA DEL DIQUE		Td		Pequeña Presa Clasificable			Pequeña Presa Clasificable		Pequeña Presa Clasificable	Pequeña Presa Clasificable	Pequeña Presa Clasificable
COTA SOLERA BRECHA		Cs	m	10	10		10	10	10	10	10
COTA CORONACIÓN		Cc	m	18,5	18,5		18,5	18,5	18,5	18,5	18,5
ESTIMACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE LA BRECHA											
***	ANCHO MEDIO	Bavg	m	15,1	21,1	16,36		21,3	24,9	9,8	24,85
	ANCHO EN SOLERA	Bb	m	7,4	9,2	10,4		12,8	16,4	5,5	16,4
	ANCHO EN CORONACIÓN	Bc	m			22,31		29,76	33,43	14,00	33,35
	TIEMPO DE FORMACIÓN	Tf	h	0,3	0,3	0,35		0,4	0,301	0,281	0,113
	FACTOR DE ALMACENAMIENTO	Sl	-	37,9	37,9	37,9		37,9	37,9	37,9	37,9
ESTIMACIÓN DEL CAUDAL PUNTA FROEHLIC 95b											
CAUDAL MÁXIMO PREVISTO		Qp	m3/s	299,97	299,97	299,97		299,97	299,97	299,97	299,97

Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 07

ESTIMACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE BRECHA. H=07,50 m. ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE FÓRMULAS EMPÍRICAS. VALIDACIÓN DE RESULTADOS

ESTIMACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE BRECHA

PROYECTO:	BALSAS TIPO							
SECTOR:	7							
ALTURA	7,5							

ANÁLISIS Y VALIDACIÓN DE RESULTADOS

Dada la importancia del tiempo de formación de la brecha en la generación del pico del hidrograma, es relevante poder validar los resultados. Para ello utilizaremos un estimador de la progresión de la erosión. Se considera adecuado aquel que define un desarrollo lineal, por lo que se utilizará la razón de erosión (ER) definida por la relación entre el ancho medio de brecha y el tiempo de formación. Diversos autores han indicado los intervalos de fiabilidad relacionando dicho parámetro con la altura de agua movilizable, (Hw), quedando estos entre 1.6 y 2.1. Por otro lado, el agua almacenada puede condicionar el desarrollo completo de la brecha, por lo que se apunta como indicador de la validez de los resultados, la relación entre el ancho medio respecto de la altura de bredca (Bavg/Hb). En este caso si el indicador ofrece un valor inferior a 0.6, no se puede afirmar que se complete la brecha, quedando como apertura una geometría cuadrangular de ancho D.

COMPROBACIÓN DEL DESARROLLO DE BRECHA (completa vs parcial)	(Bavg/Hb)	1,77	2,48	1,92	2,50	2,93	1,15	2,92
Se considera desarrollada si (Bavg/Hb)>0.60								
RAZÓN DE EROSIÓN (ER)	(Bavg/Tf)	52,36	73,30	46,52	60,48	82,83	34,77	33,35
COMPROBACIÓN DEL PROGRESO DE LA BRECHA (lineal vs no lineal)	(ER/Hw)	6,98	9,77	6,20	8,06	11,04	4,64	4,45
Se puede considerar razonable la ratio de erosión si 1.6<(ER/Hw)<2.1								
COMPROBACIÓN BOWLES T de formación (h)	T=2*Vw/Qp	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53
Si tiempo de formación de brecha es menor que la comprobación de Bowles se adopta								
RAZÓN DE TIEMPOS (Tbowles/Tf)		1,83	1,83	1,50	1,50	1,75	1,88	4,68

* *DIQUE DE CIERRE DE MATERIALES SUELTOS HOMOGÉNEO, ASUMIENDO MÁXIMO ALMACENAMIENTO EN LA FASE DE COLAPSO*

** *A utilizar en el método de MACDONALD & LANGRIDGE-MONOPOLIS 84 (MLM84)*

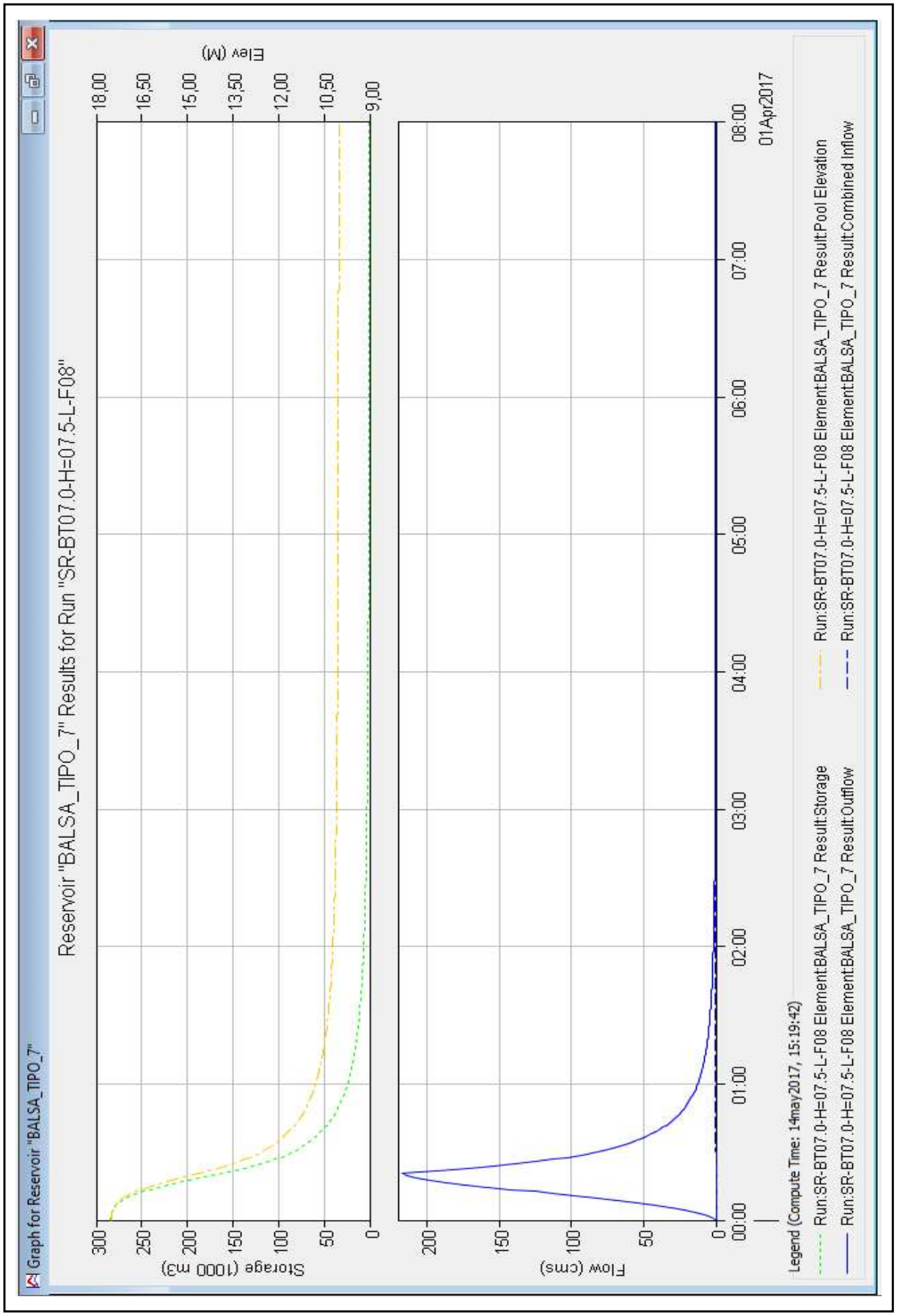
*** *Wb en el método de MACDONALD & LANGRIDGE-MONOPOLIS 84 (MLM84)*

ESQUEMAS

Fuente: GUIDELINES FOR DAM BREACH ANALYSIS. STATE OF COLORADO-DEPARTMENT OF NATURAL RESOURCES-DIVISION OF WATER RESOURCES. 10/02/2010

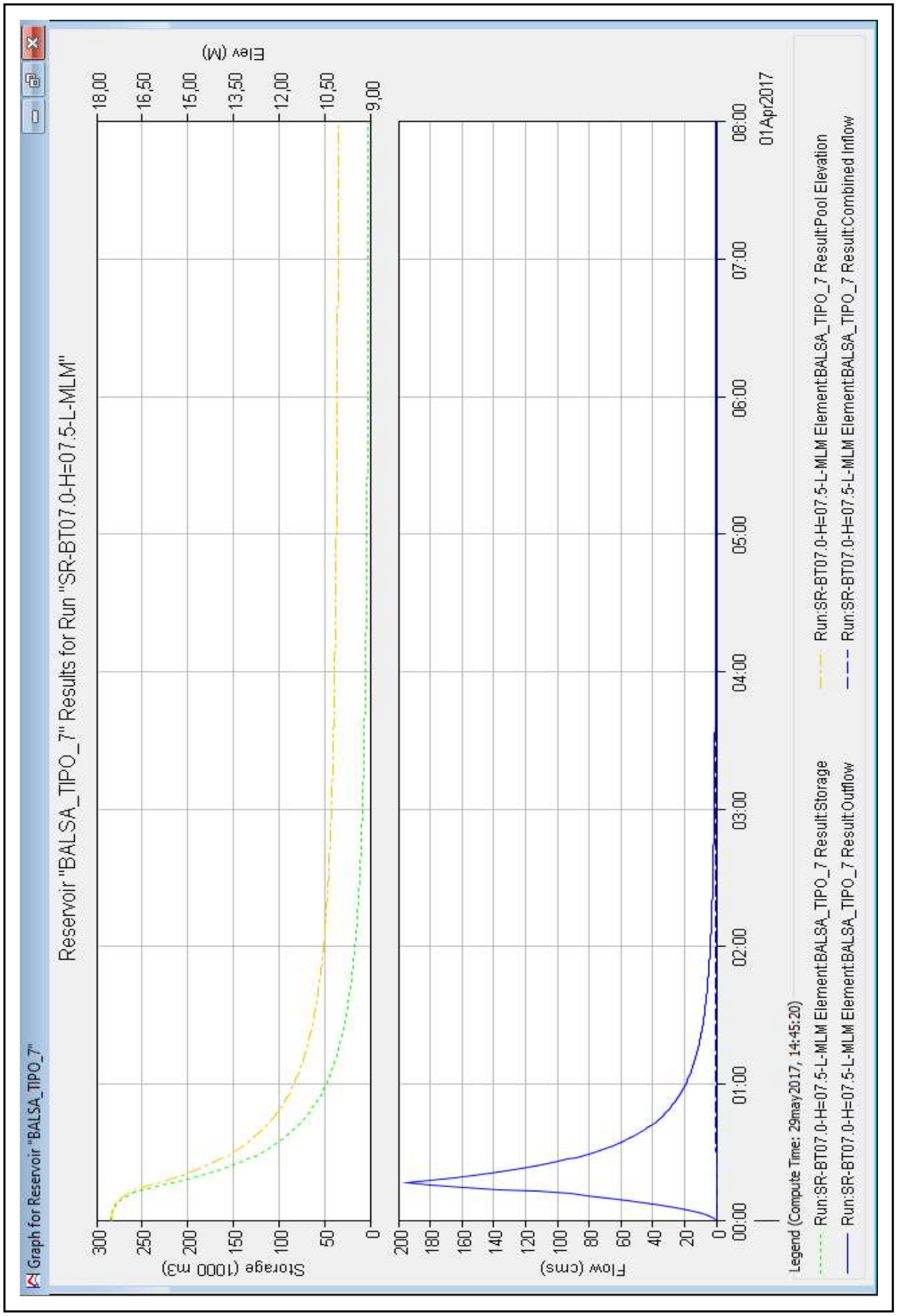
Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 07

HIDROGRAMA DE VERTIDO Y CURVA DE VACIADO PARA H=7.50 m. ESCENARIO (NMN-SOLERA) APLICACIÓN FÓRMULA F08



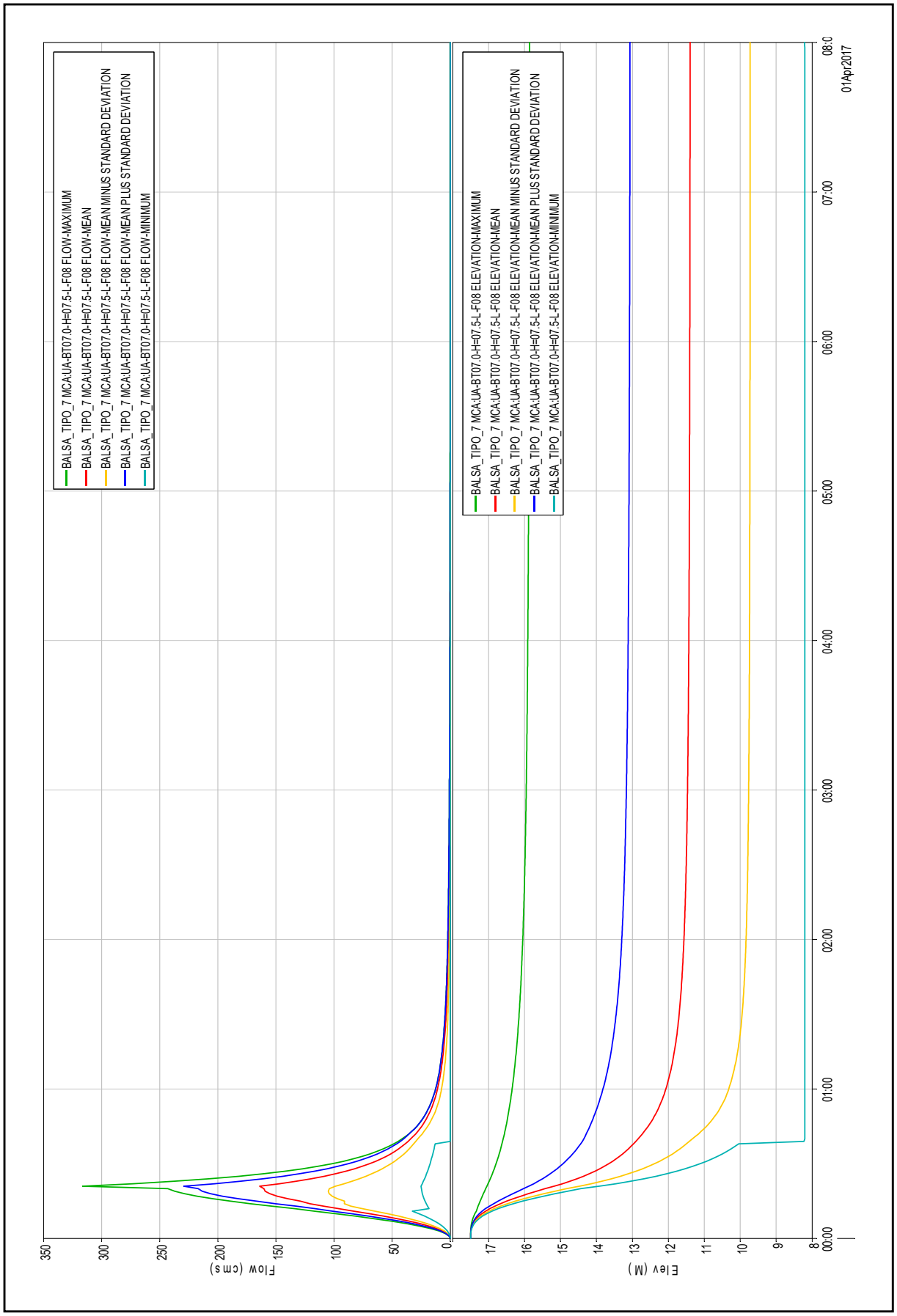
Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 07

HIDROGRAMA DE VERTIDO Y CURVA DE VACIADO PARA H=7.50 m. ESCENARIO (NMN-SOLERA) APLICACIÓN FÓRMULA MLM84



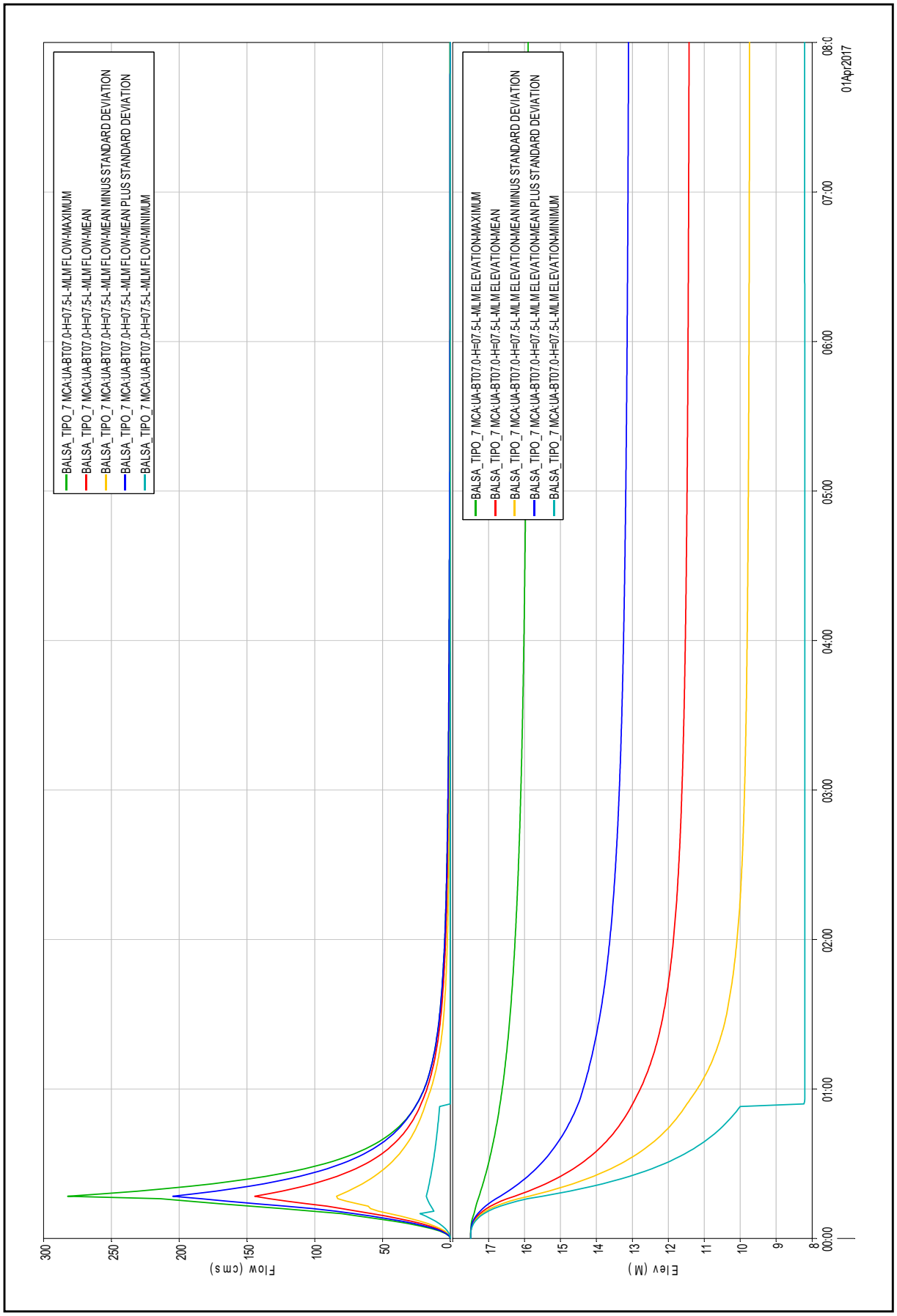
Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 07

APLICACIÓN DEL MÉTODO DE MONTECARLO EN LA CALIBRACIÓN DEL FONDO DE BRECHA (5.000 SIMULACIONES) HIDROGRAMAS DE VERTIDO Y VARIACIÓN DEL NIVEL EMBALSADO. (H=07.50 m.) APLICACIÓN FÓRMULA F08



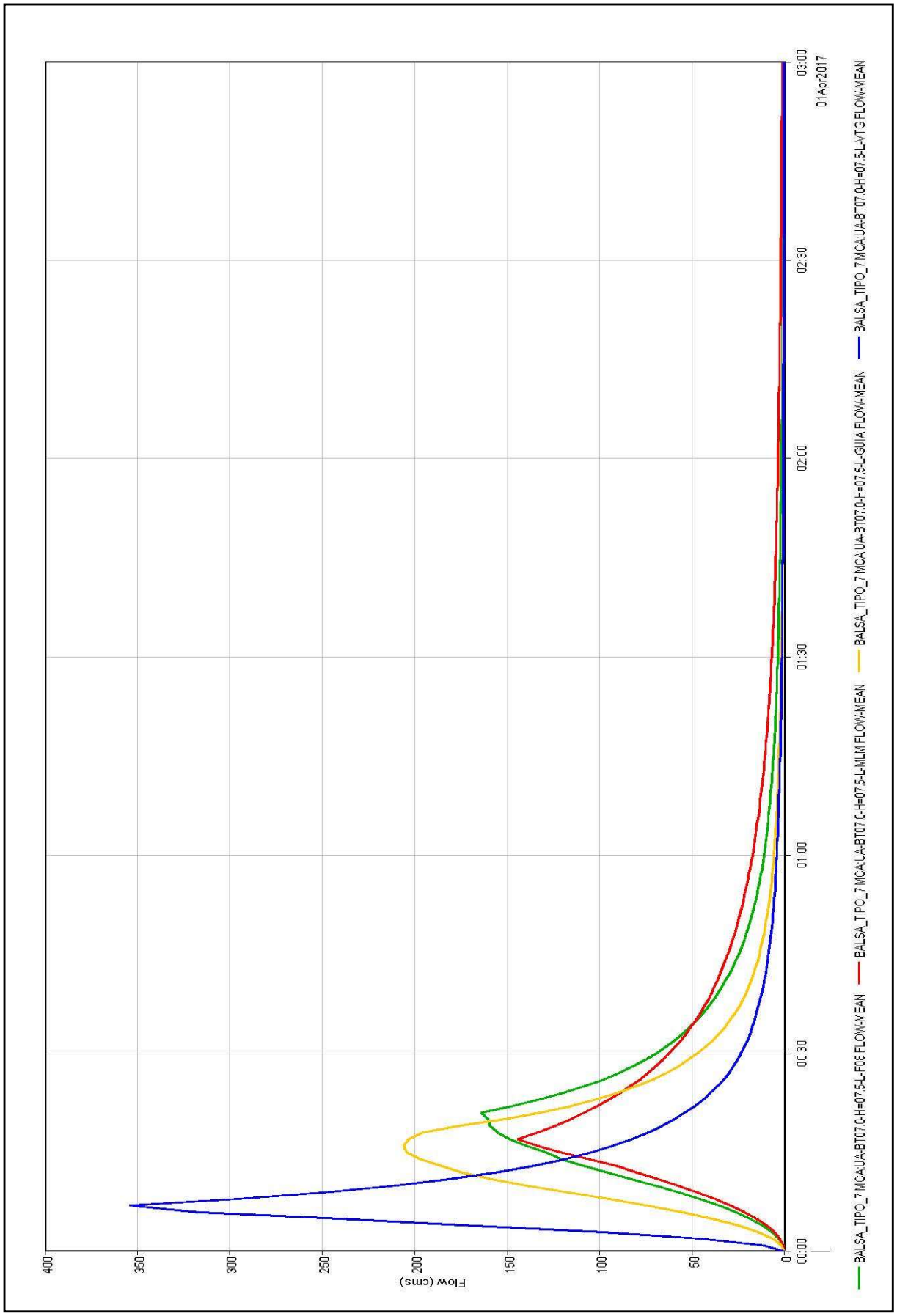
Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 07

APLICACIÓN DEL MÉTODO DE MONTECARLO EN LA CALIBRACIÓN DEL FONDO DE BRECHA (5.000 SIMULACIONES) HIDROGRAMAS DE VERTIDO Y VARIACIÓN DEL NIVEL EMBALSADO. (H=07.50 m.) APLICACIÓN FÓRMULA MLM84



Características de las balsas sintéticas.
BALSA TIPO 07
(Hw=07.50 m.)

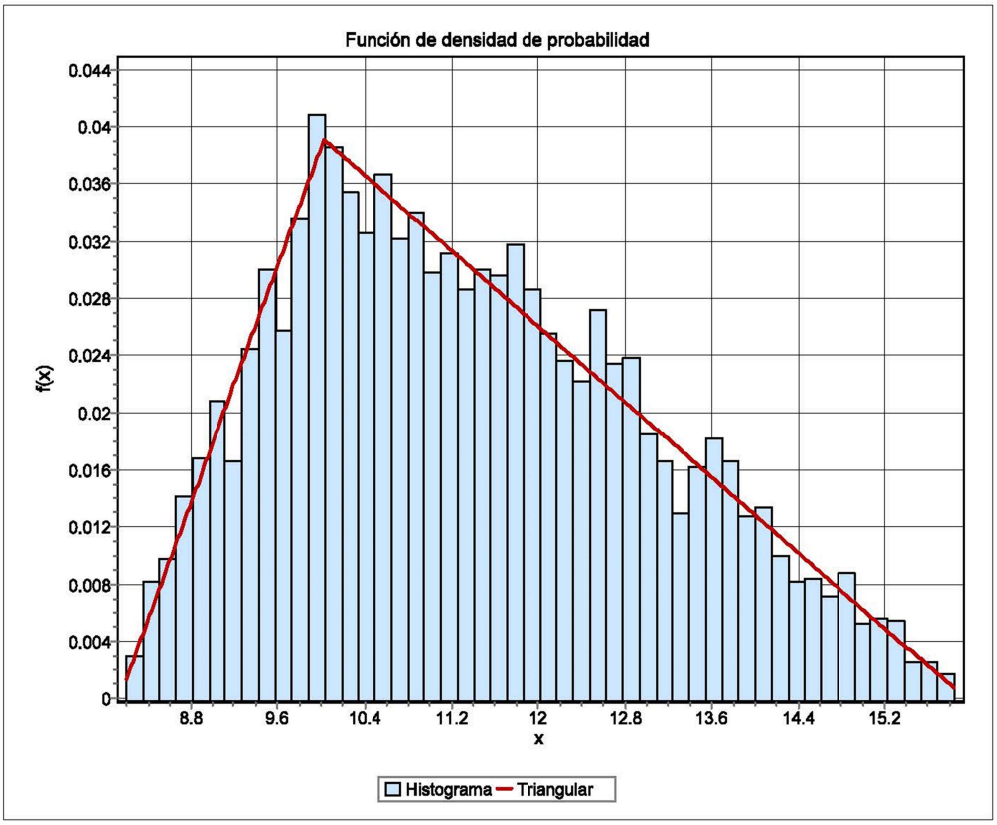
ESTUDIO COMPARATIVO DE LA VARIABILIDAD DEL HIDROGRAMA DE VERTIDO EN FUNCIÓN DE LA CARGA DE AGUA MOVILIZABLE (Hw)
APLICACIÓN FÓRMULAS
F08-MLM84-GUIA-VTG

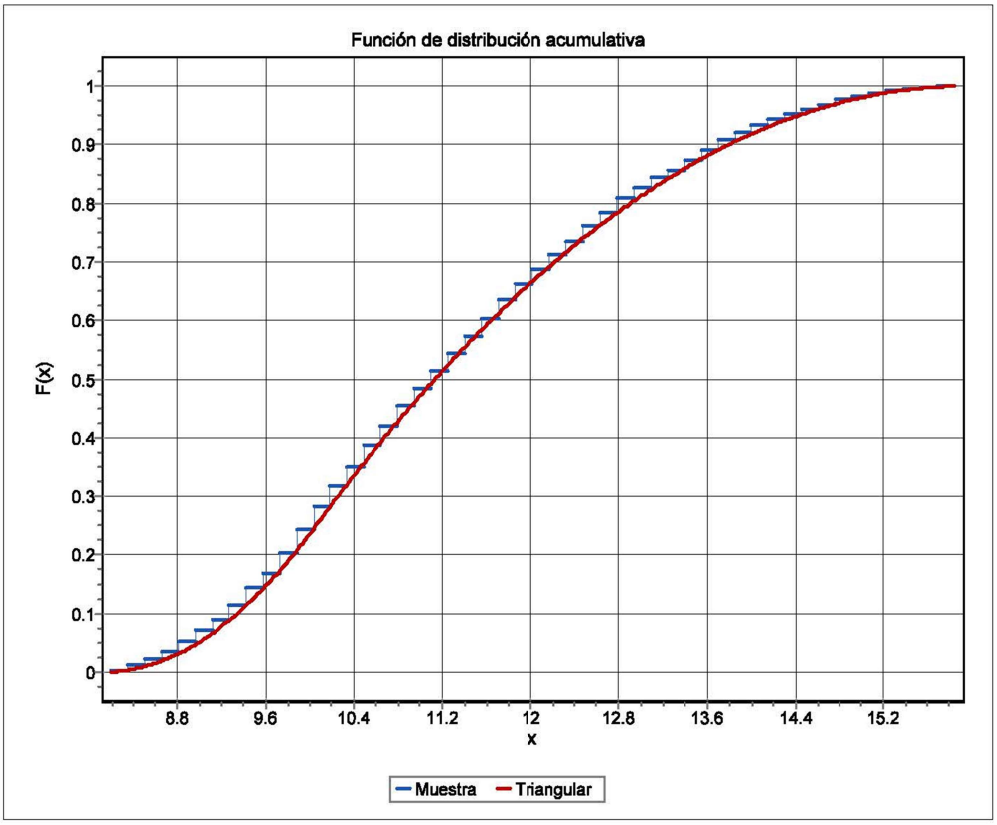


Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 07

M. DE MONTECARLO (FONDO DE BRECHA) ANÁLISIS ESTADISTICO RESULTADOS (Hw=07.50 m.) AJUSTE DE LA FUNCIÓN DE DISTRIBUCIÓN. FUNCIÓN DE DENSIDAD Y FUNCIÓN DE DISTRIBUCIÓN ACUMULATIVA

En el eje de abcisas se representa la variabilidad de la cota del fondo de brecha, considerando la cota +10.00 la solera interior de la balsa.

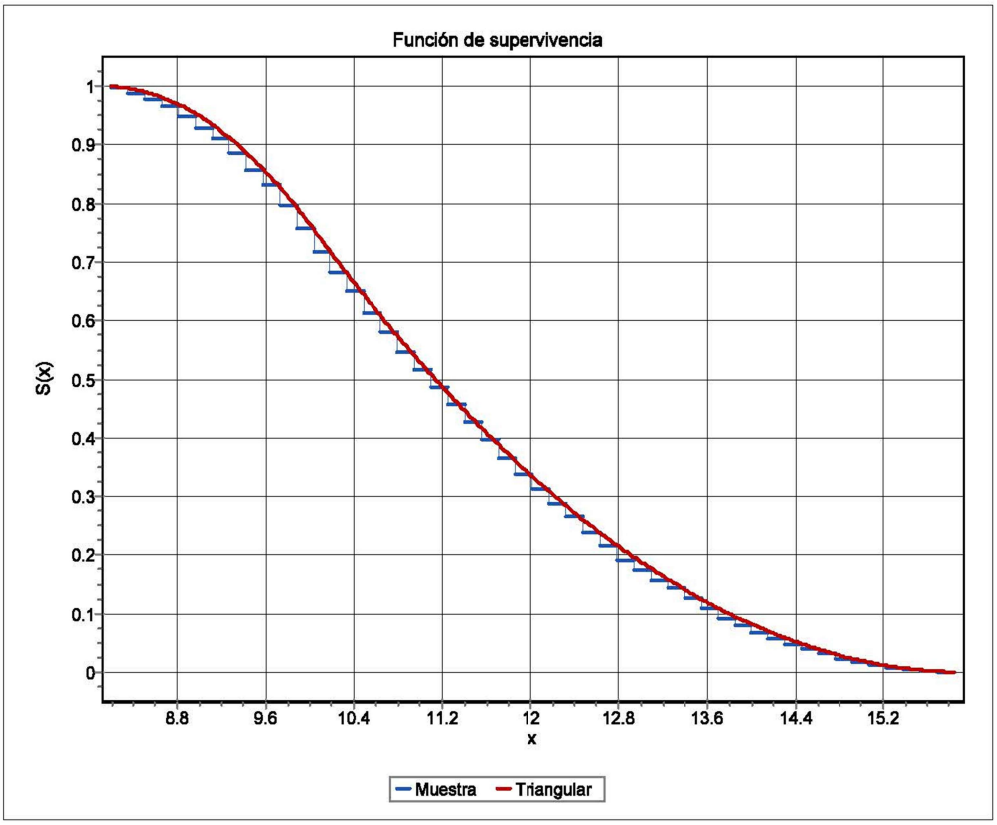


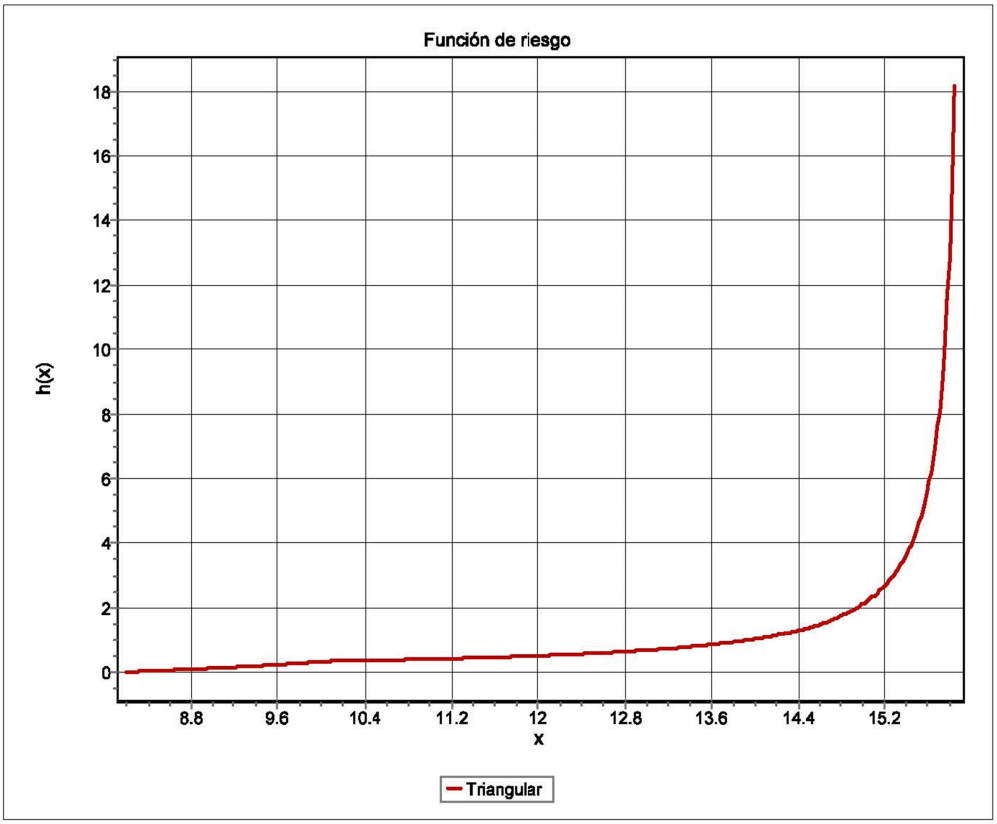


Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 07

M. DE MONTECARLO (FONDO DE BRECHA) ANÁLISIS ESTADISTICO RESULTADOS (Hw=07.50 m.) AJUSTE DE LA FUNCIÓN DE DISTRIBUCIÓN. FUNCIÓN DE SUPERVIVENCIA Y FUNCIÓN DE RIESGO

En el eje de abcisas se representa la variabilidad de la cota del fondo de brecha, considerando la cota +10.00 la solera interior de la balsa.

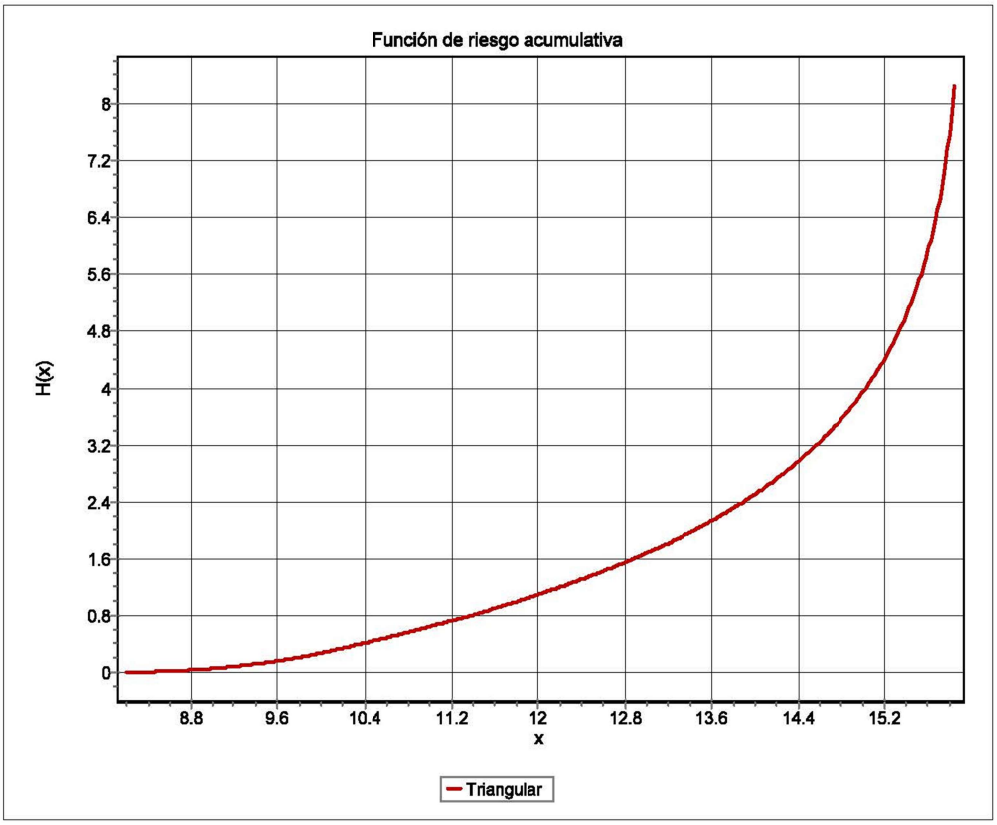


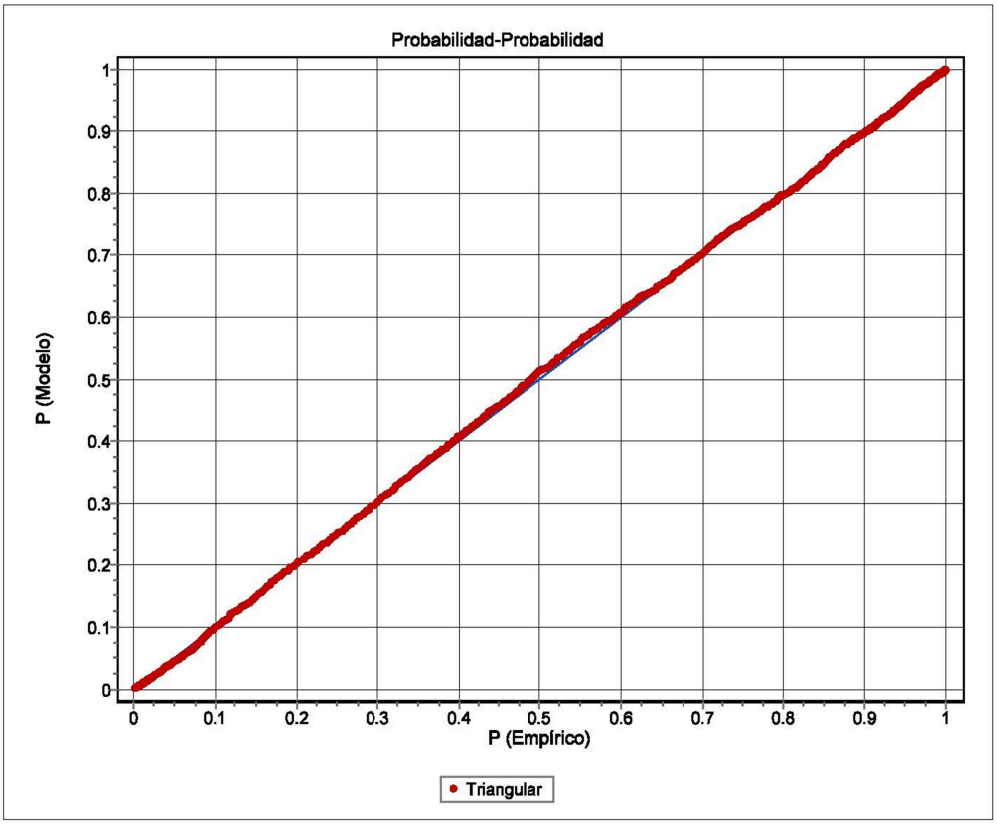


Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 07

M. DE MONTECARLO (FONDO DE BRECHA) ANÁLISIS ESTADISTICO RESULTADOS (Hw=07.50 m.) AJUSTE DE LA FUNCIÓN DE DISTRIBUCIÓN. FUNCIÓN DE RIESGO ACUMULATIVA Y GRÁFICO P-P

En el eje de abcisas se representa la variabilidad de la cota del fondo de brecha, considerando la cota +10.00 la solera interior de la balsa.

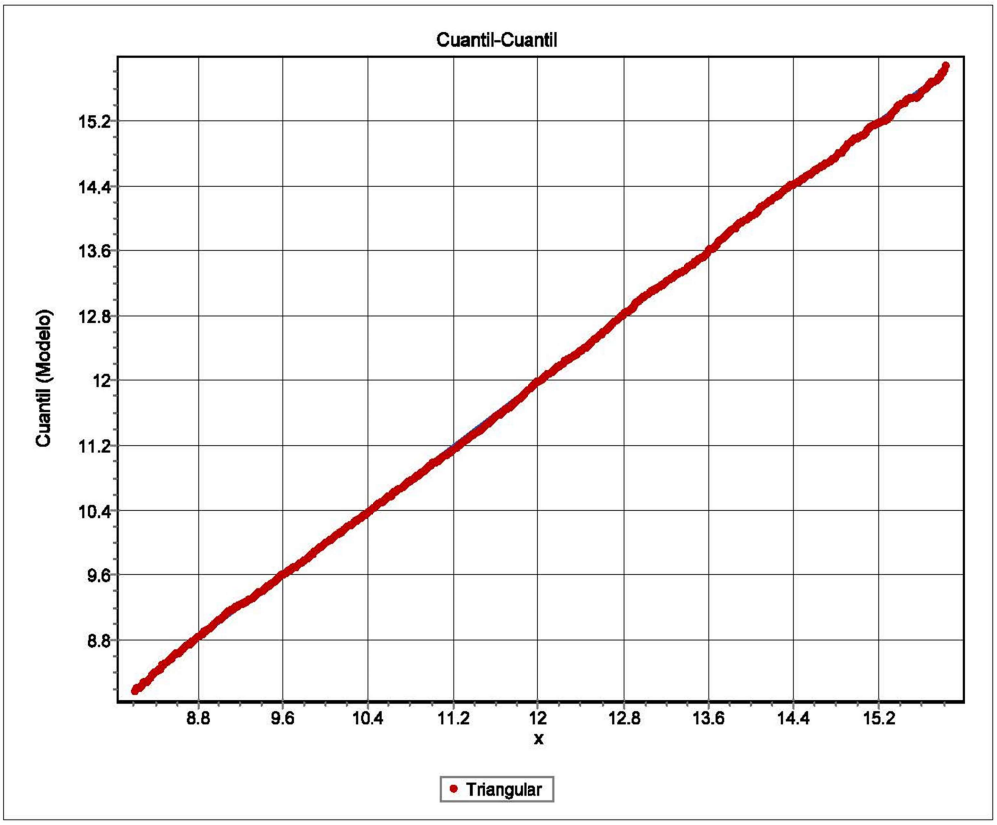


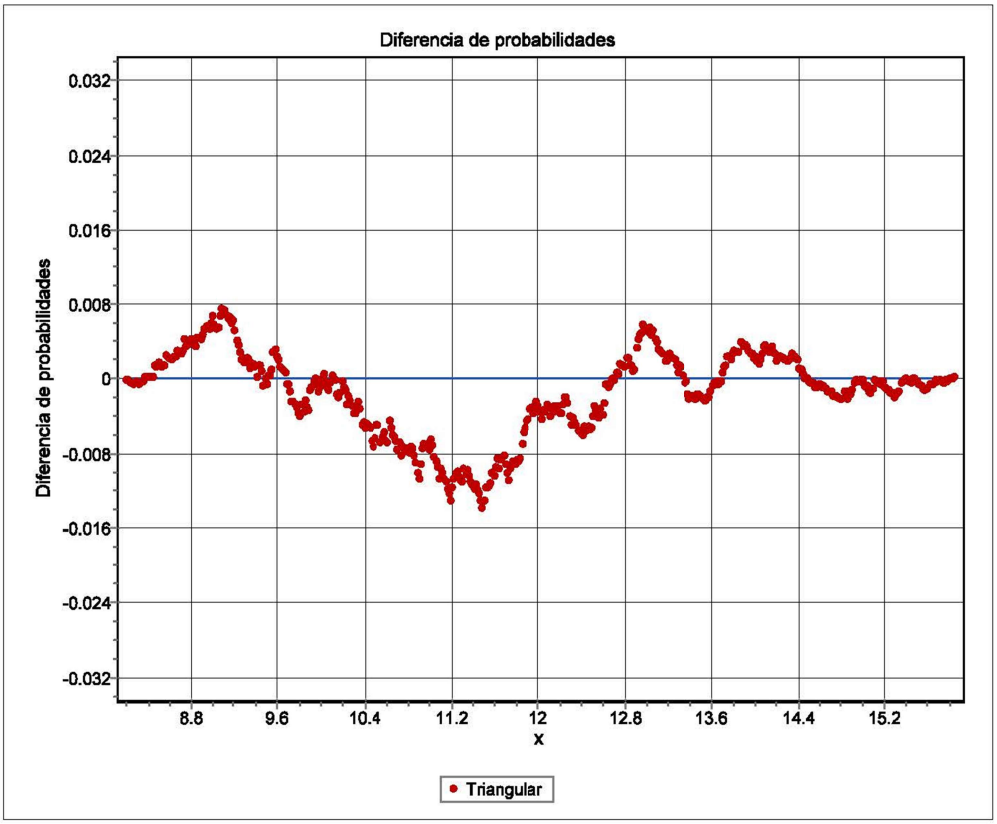


Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 07

M. DE MONTECARLO (FONDO DE BRECHA) ANÁLISIS ESTADISTICO RESULTADOS (Hw=07.50 m.) AJUSTE DE LA FUNCIÓN DE DISTRIBUCIÓN. GRÁFICO Q-Q Y DIFERENCIA DE PROBABILIDADES

En el eje de abcisas se representa la variabilidad de la cota del fondo de brecha, considerando la cota +10.00 la solera interior de la balsa.

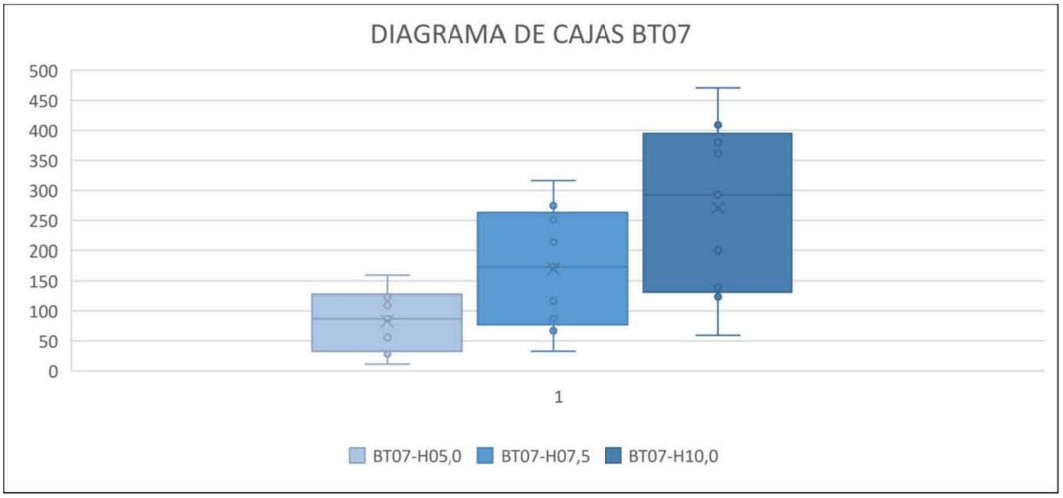


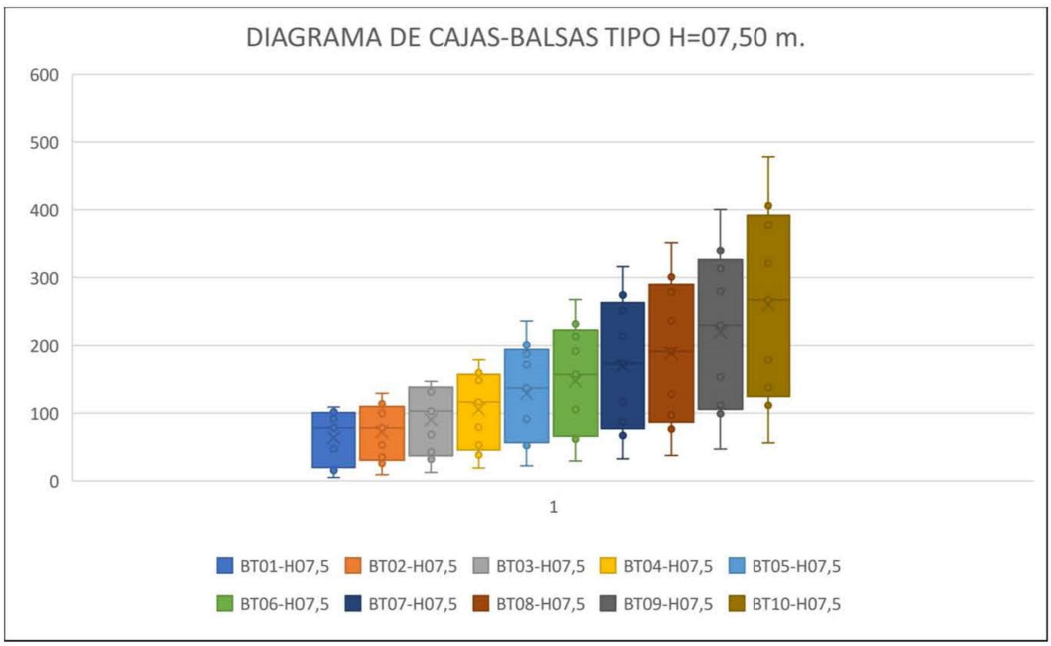


Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 07

M. DE MONTECARLO (CAUDAL MÁXIMO) ANÁLISIS ESTADISTICO RESULTADOS (Hw=07.50 m.) ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA. DIAGRAMAS DE CAJAS

CAUDALES MÁXIMOS (M. MONTECARLO) Estadística descriptiva					Parámetros Ajuste	
BALSA	BT07					
ALTURA Hw (m)	7,50					
AJUSTE	GEN. GAMMA (4P)					
Estadística	**Valor**	**Percentil %**	**Valor**	**Obs**		
Tamaño de la muestra	5000	1	32,6	Min	k 5,7635	
Rango	283,6	5	67,1		α 0,27907	
Media	169,48	10	87,3		β 227,53	
Varianza	3984,9	25	117,0	Q1	γ 32,219	
Desviación estándar	63,126	50	173,3	Mediana		
Coef, de variación	0,37247	75	213,5	Q3		
Error estándar	0,89273	90	251,3			
Asimetría	0,0193	95	274,3			
Curtosis	-0,85088	99	316,2	Max	I.C.$\bar{X}$ (95%)	1,750

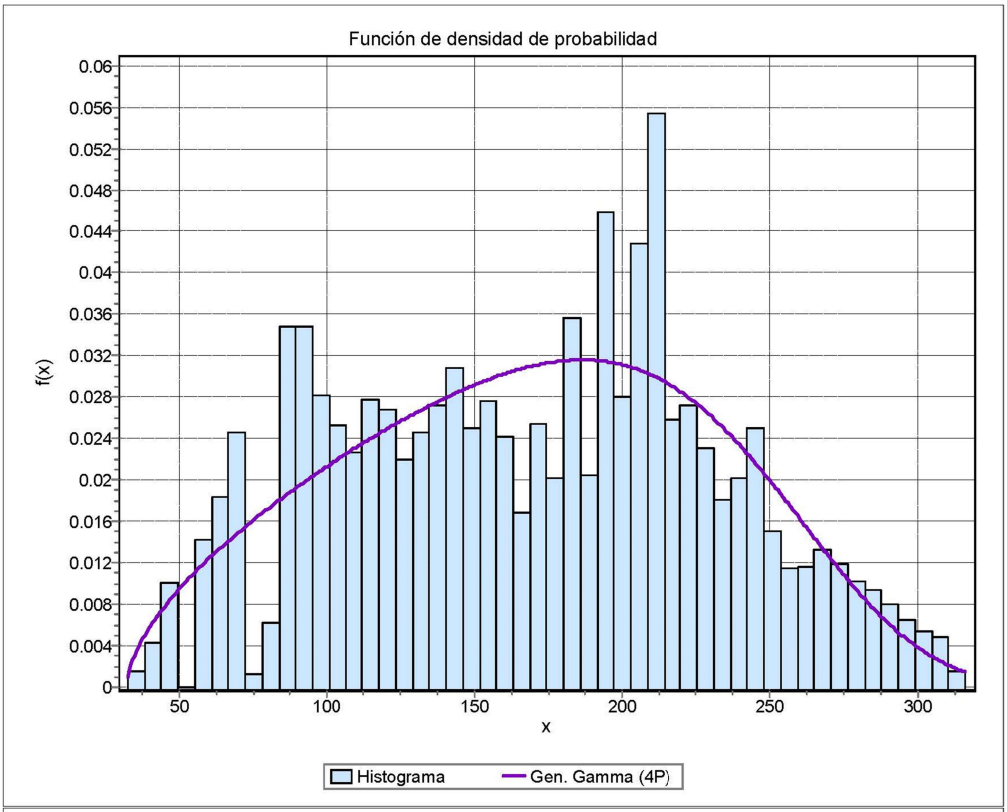


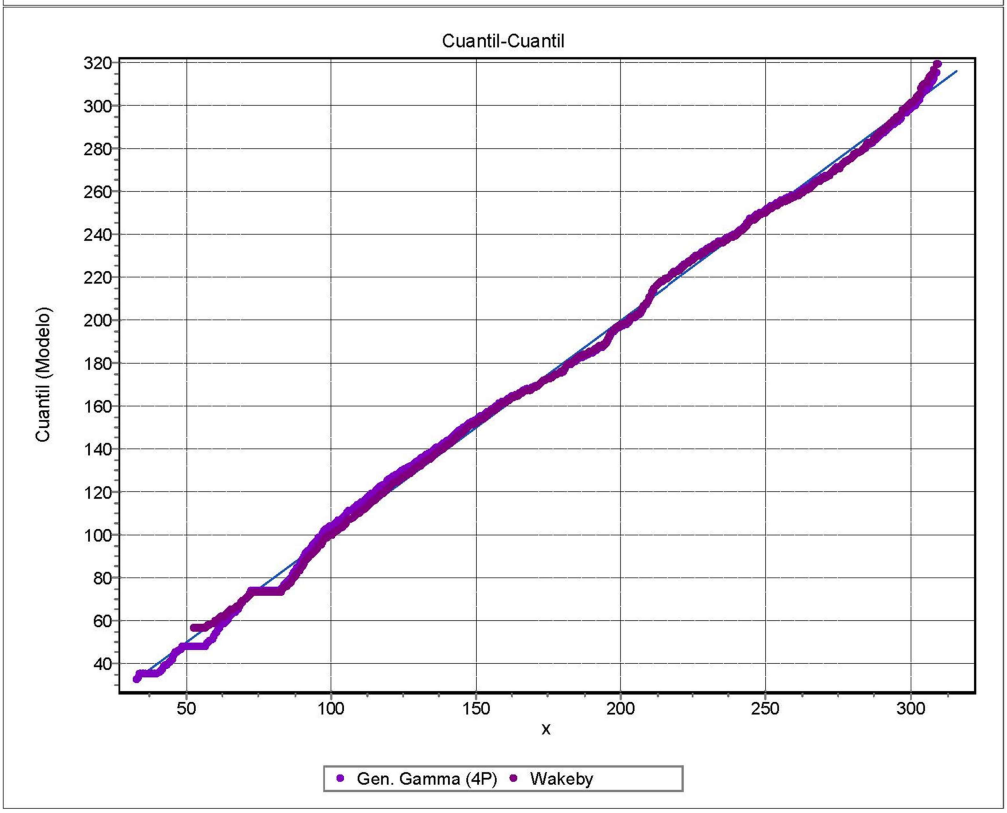


Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 07

M. DE MONTECARLO (CAUDAL MÁXIMO) ANÁLISIS ESTADISTICO RESULTADOS (Hw=07.50 m.) AJUSTE DE LA FUNCIÓN DE DISTRIBUCIÓN. FUNCIÓN DE DENSIDAD Y GRÁFICO Q-Q

En el eje de abscisas se representa la variabilidad de los caudales máximos simulados, a partir del fondo de brecha, y considerando la evolución de su crecimiento atendiendo a la geometría de F08.

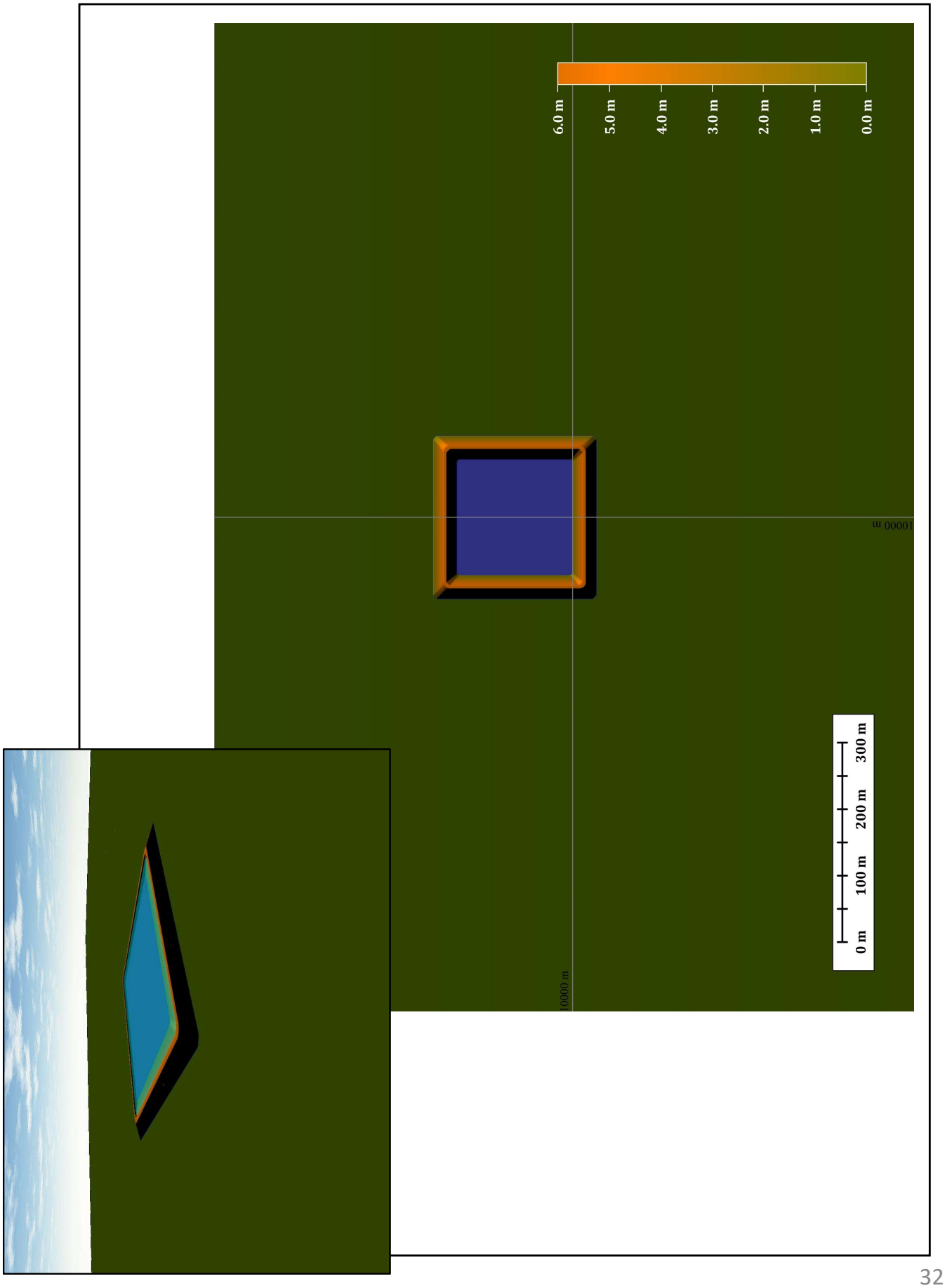




Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 07

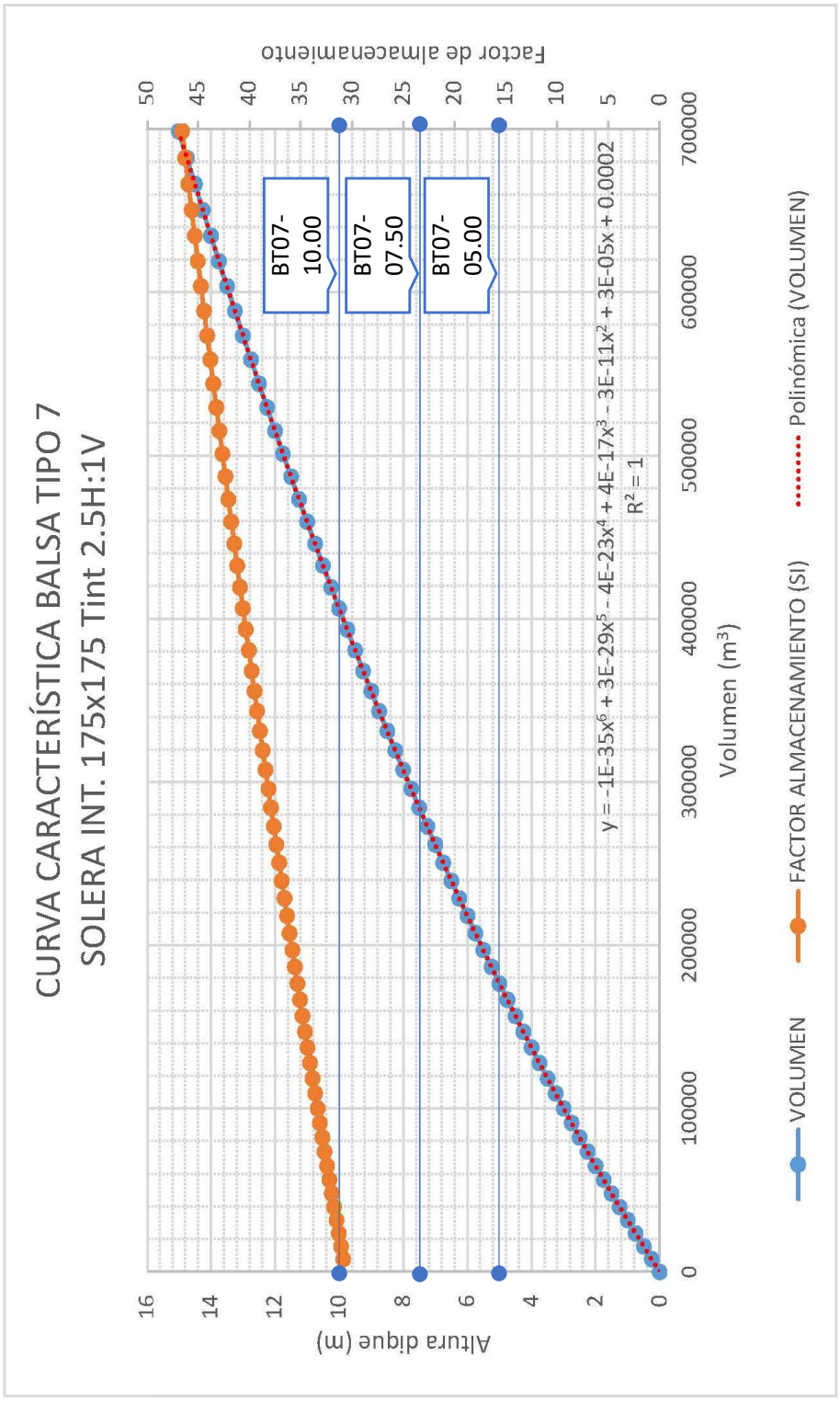
GEOMETRÍA

- ALTURA LÁMINA Hw= 05.0 m.
- RESGUARDO = 1.0 m.
- ANCHO CORONACIÓN= 05.0 m



Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 07

CURVA CARACTERÍSTICA vs FACTOR DE ALMACENAMIENTO



Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 07

ESTIMACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE BRECHA. H=05,00 m. ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE FÓRMULAS EMPÍRICAS

ESTIMACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE BRECHA										
PROYECTO:		BALSAS TIPO								
SECTOR:		7								
ALTURA		5								
CARACTERÍSTICA*		MÉTODO		FROEHLICH 95a		FROEHLICH 08		GUÍA TÉCNICA	MACDONALD & LANGRIDGE-MONOPOLIS 84	VTG
	MODO DE FALLO (S=SIFONAMIENTO;D=DESBORDAMIENTO)	Mf		S	D	S	D	S	S	S
	CARGA DE AGUA MOVILIZABLE	Hw	m	5	5	5	5	5	5	5
	VOLUMEN ALMACENADO EN Hw EN EL COLAPSO	Vw	m3	176562,5	176562,5	176562,5	176562,5	176562,5	176562,5	176562,5
	SUPERFICIE OCUPADA EN Hw	As	m2	40000	40000	40000	40000	40000	40000	40000
	RESGUARDO	r	m	1	1	1	1	1	1	1
	ALTURA DE BRECHA COMPLETA	Hb	m	6	6	6	6	6	6	6
	FACTOR CORRECTOR POR MODO DE FALLO	Ko	-	1	1,4	1	1,3			
	TALUD DE LA BRECHA	Zb	Z(H):1(V)	0,9	1,4	0,7	1	1	0,5	1
**	TALUD DEL DIQUE AGUAS ARRIBA	Z_1	Z(H):1(V)						2,5	
	TALUD DEL DIQUE AGUAS ABAJO	Z_2	Z(H):1(V)						2,5	
	SUMA DE TALUDES DEL DIQUE	Z_3	Z_1+Z_2						5	
	ANCHO CORONACIÓN DEL DIQUE	C	m						5	
	VOLUMEN EROSIONABLE DEL DIQUE	Ve	m3						975,0	
	TIPOLOGIA DEL DIQUE	Td		Pequeña Presa Clasificable		Pequeña Presa Clasificable		Pequeña Presa Clasificable	Pequeña Presa Clasificable	Pequeña Presa Clasificable
	COTA SOLERA BRECHA	Cs	m	10	10	10	10	10	10	10
	COTA CORONACIÓN	Cc	m	16	16	16	16	16	16	16
ESTIMACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE LA BRECHA										
	ANCHO MEDIO	Bavg	m	12,1	16,9	13,85	18,0	20,3	8,9	18,6
***	ANCHO EN SOLERA	Bb	m	6,7	8,5	9,7	12,0	14,3	5,9	12,6
	ANCHO EN CORONACIÓN	Bc	m			18,05	24,01	26,29	11,88	24,60
	TIEMPO DE FORMACIÓN	Tf	h	0,3	0,3	0,39	0,4	0,336	0,219	0,075
	FACTOR DE ALMACENAMIENTO	SI	-	35,3	35,3	35,3	35,3	35,3	35,3	35,3
ESTIMACIÓN DEL CAUDAL PUNTA FROEHLIC 95b										
	CAUDAL MÁXIMO PREVISTO	Qp	m3/s	157,67	157,67	157,67	157,67	157,67	157,67	157,67

Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 07

ESTIMACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE BRECHA.
H=05,00 m.
ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE FÓRMULAS EMPÍRICAS. VALIDACIÓN DE RESULTADOS

ESTIMACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE BRECHA

PROYECTO:	BALSAS TIPO
SECTOR:	7
ALTURA	5

ANÁLISIS Y VALIDACIÓN DE RESULTADOS

Dada la importancia del tiempo de formación de la brecha en la generación del pico del hidrograma, es relevante poder validar los resultados. Para ello utilizaremos un estimador de la progresión de la erosión. Se considera adecuado aquel que define un desarrollo lineal, por lo que se utilizará la razón de erosión (ER) definida por la relación entre el ancho medio de brecha y el tiempo de formación. Diversos autores han indicado los intervalos de fiabilidad relacionando dicho parámetro con la altura de agua movilizable, (Hw), quedando estos entre 1.6 y 2.1. Por otro lado, el agua almacenada puede condicionar el desarrollo completo de la brecha, por lo que se apunta como indicador de la validez de los resultados, la relación entre el ancho medio respecto de la altura de brecha (Bavg/Hb). En este caso si el indicador ofrece un valor inferior a 0.6, no se puede afirmar que se complete la brecha, quedando como apertura una geometría cuadrangular de ancho D.

COMPROBACIÓN DEL DESARROLLO DE BRECHA (completa vs parcial)	(Bavg/Hb)	2,02	2,82	2,31	3,00	3,38	1,48	3,10
Se considera desarrollada si (Bavg/Hb)>0.60								
	(Bavg/Tf)	39,58	55,41	35,28	45,87	60,36	40,49	24,60
RAZÓN DE EROSIÓN (ER)								
COMPROBACIÓN DEL PROGRESO DE LA BRECHA (lineal vs no lineal)	(ER/Hw)	7,92	11,08	7,06	9,17	12,07	8,10	4,92
Se puede considerar razonable la ratio de erosión si 1.6<(ER/Hw)<2.1								
COMPROBACIÓN BOWLES T de formación (h)	T=2*Vw/Qp	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62
Si tiempo de formación de brecha es menor que la comprobación de Bowles se adopta								
RAZÓN DE TIEMPOS (Tbowles/Tf)		2,03	2,03	1,58	1,58	1,85	2,84	8,30

* *DIQUE DE CIERRE DE MATERIALES SUELTOS HOMOGÉNEO, ASUMIENDO MÁXIMO ALMACENAMIENTO EN LA FASE DE COLAPSO*

** *A utilizar en el método de MACDONALD & LANGRIDGE-MONOPOLIS 84 (MLM84)*

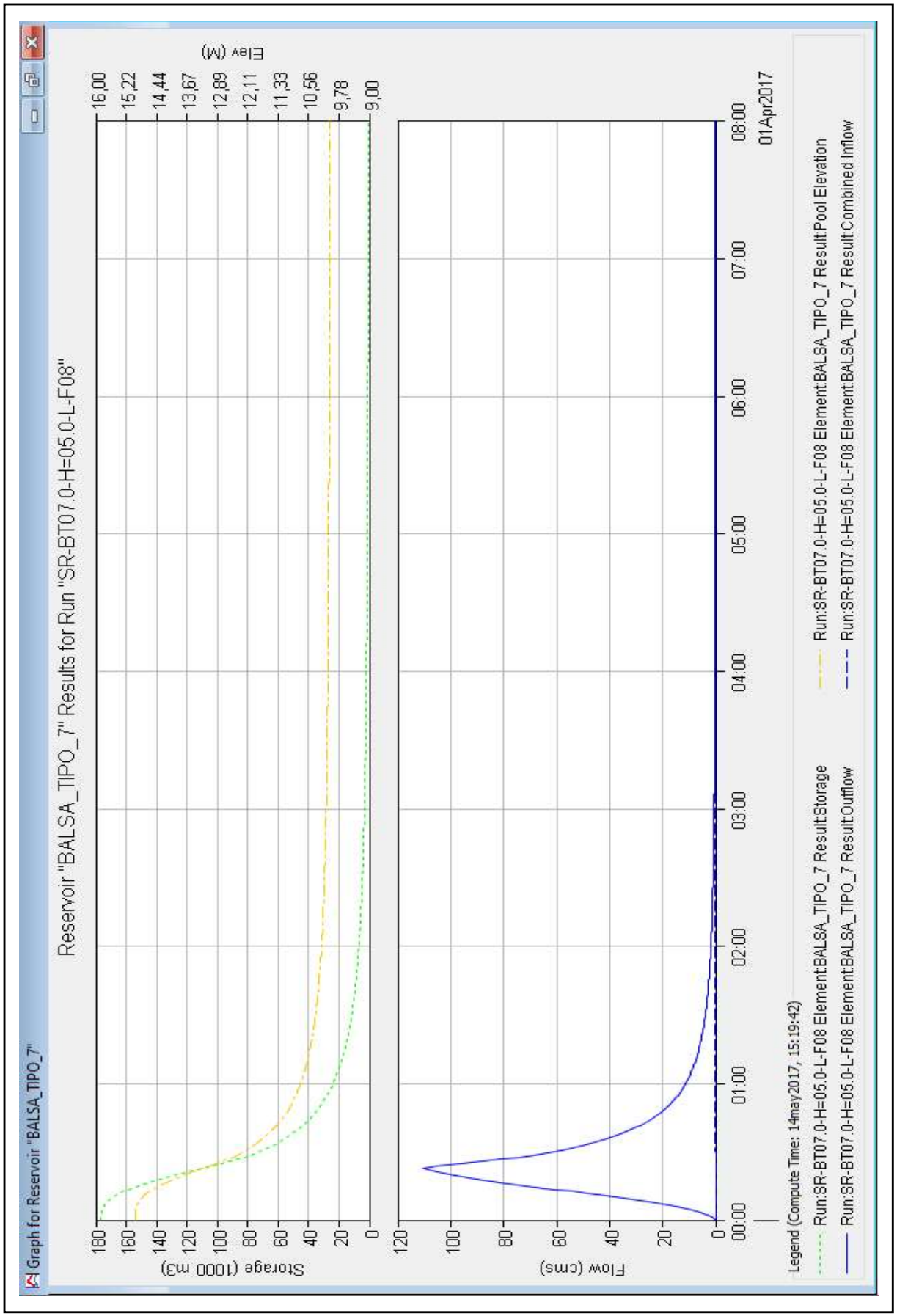
*** *Wb en el método de MACDONALD & LANGRIDGE-MONOPOLIS 84 (MLM84)*

ESQUEMAS

Fuente: GUIDELINES FOR DAM BREACH ANALYSIS, STATE OF COLORADO-DEPARTMENT OF NATURAL RESOURCES-DIVISION OF WATER RESOURCES, 10/02/2010

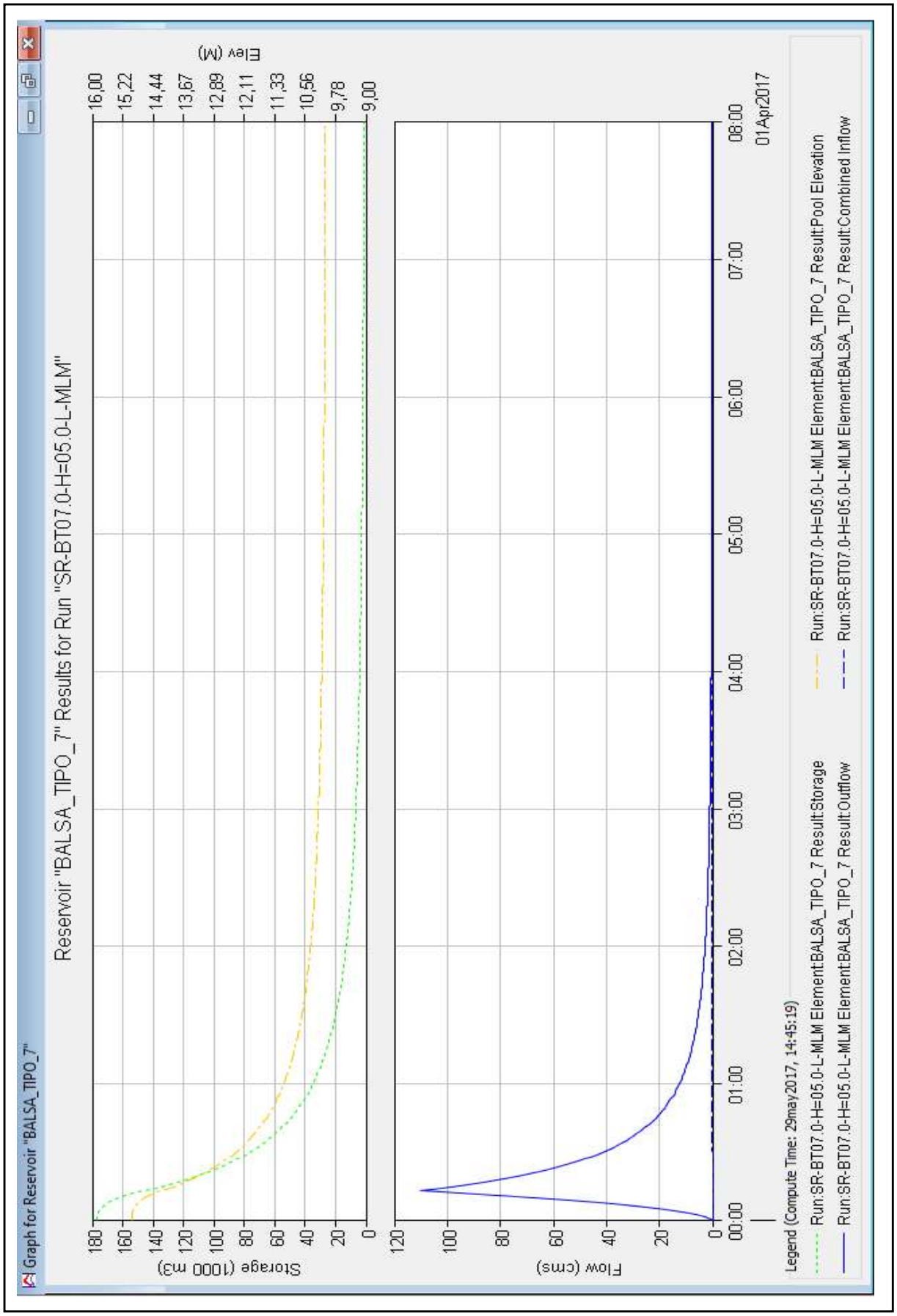
Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 07

HIDROGRAMA DE VERTIDO Y CURVA DE VACIADO PARA H=5.00 m. ESCENARIO (NMN-SOLERA) APLICACIÓN FÓRMULA F08



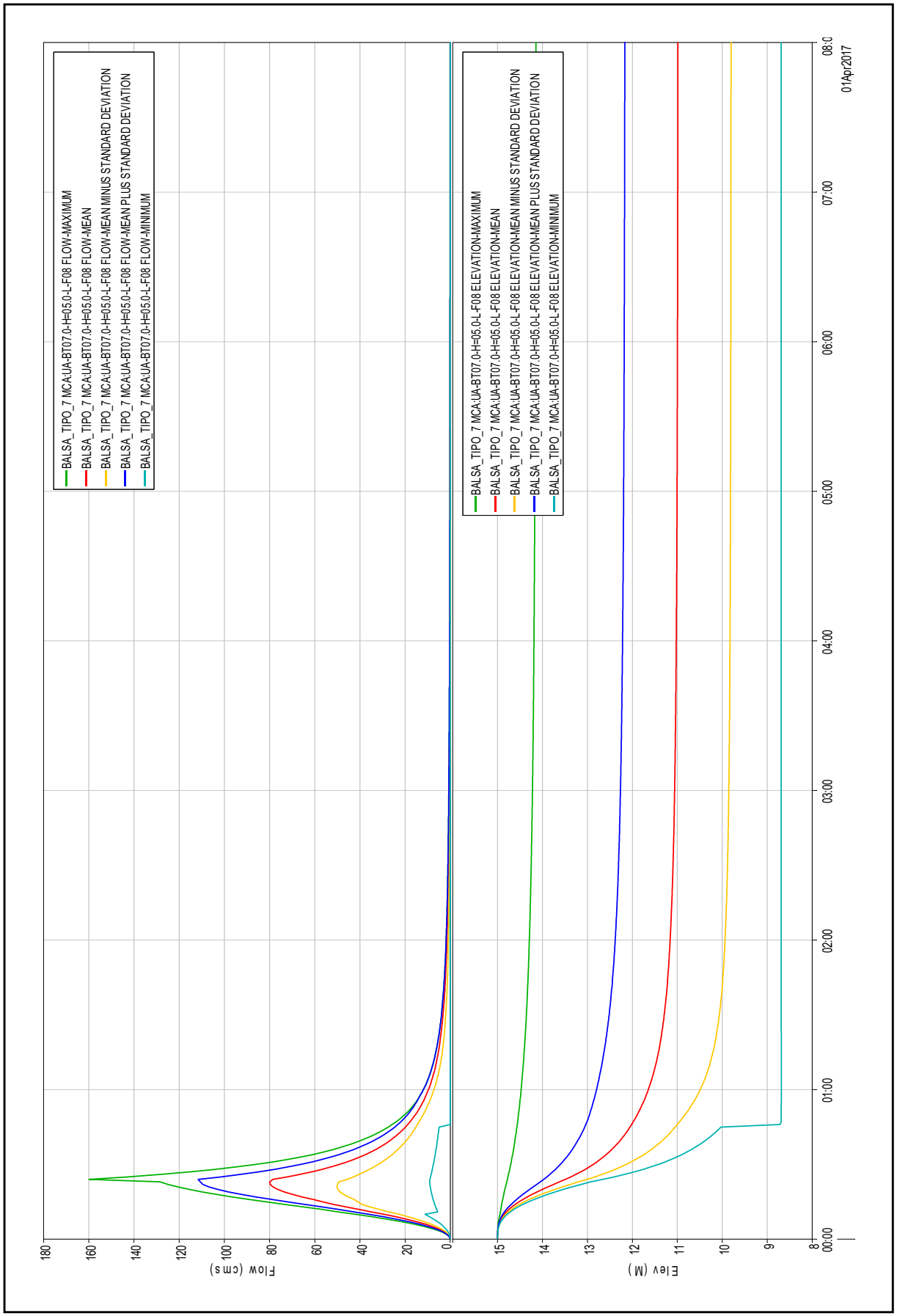
Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 07

HIDROGRAMA DE VERTIDO Y CURVA DE VACIADO PARA H=5.00 m. ESCENARIO (NMN-SOLERA) APLICACIÓN FÓRMULA MLM84



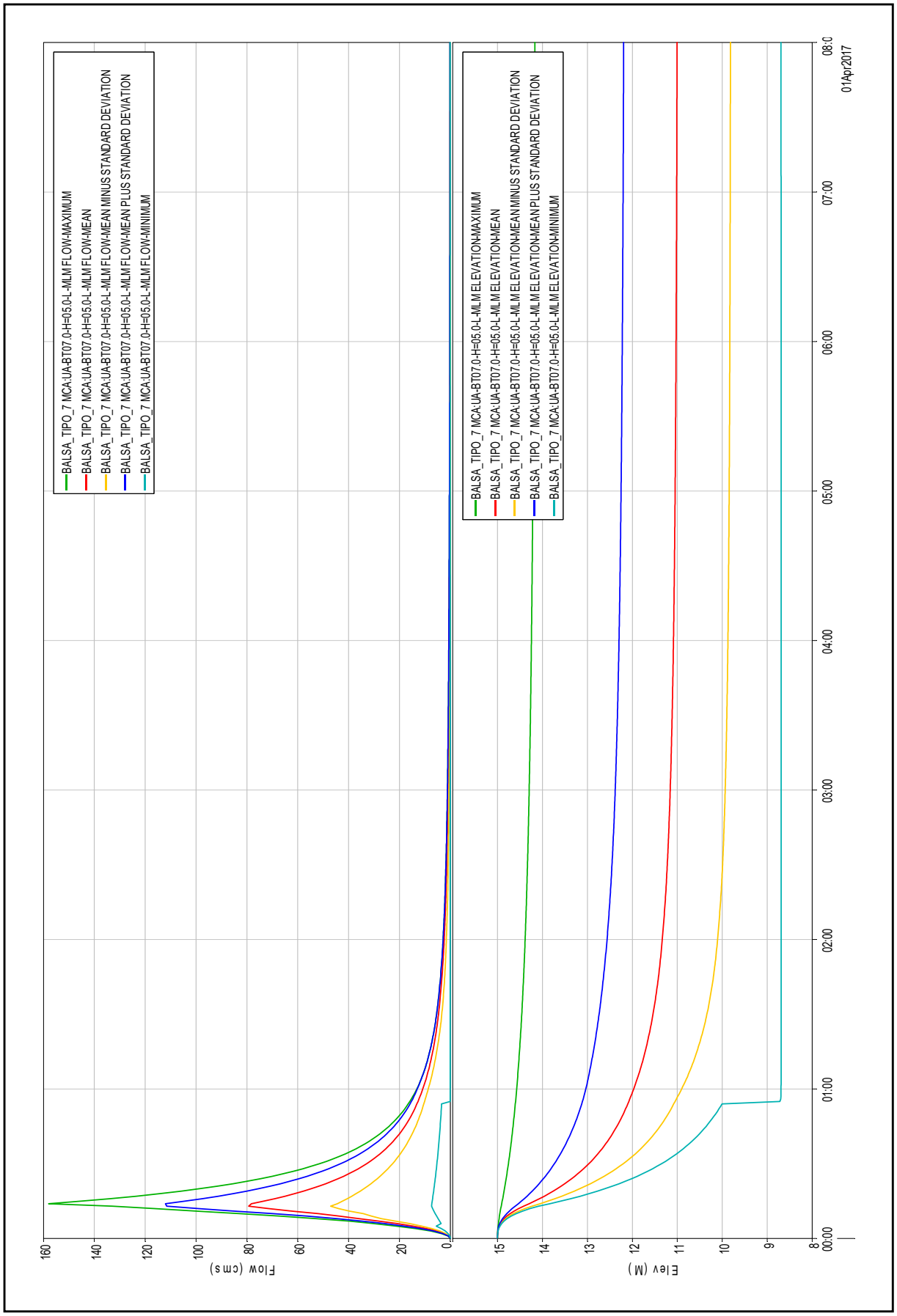
Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 07

APLICACIÓN DEL MÉTODO DE MONTECARLO EN LA CALIBRACIÓN DEL FONDO DE BRECHA (5.000 SIMULACIONES) HIDROGRAMAS DE VERTIDO Y VARIACIÓN DEL NIVEL EMBALSADO. (H=05.00 m.) APLICACIÓN FÓRMULA F08



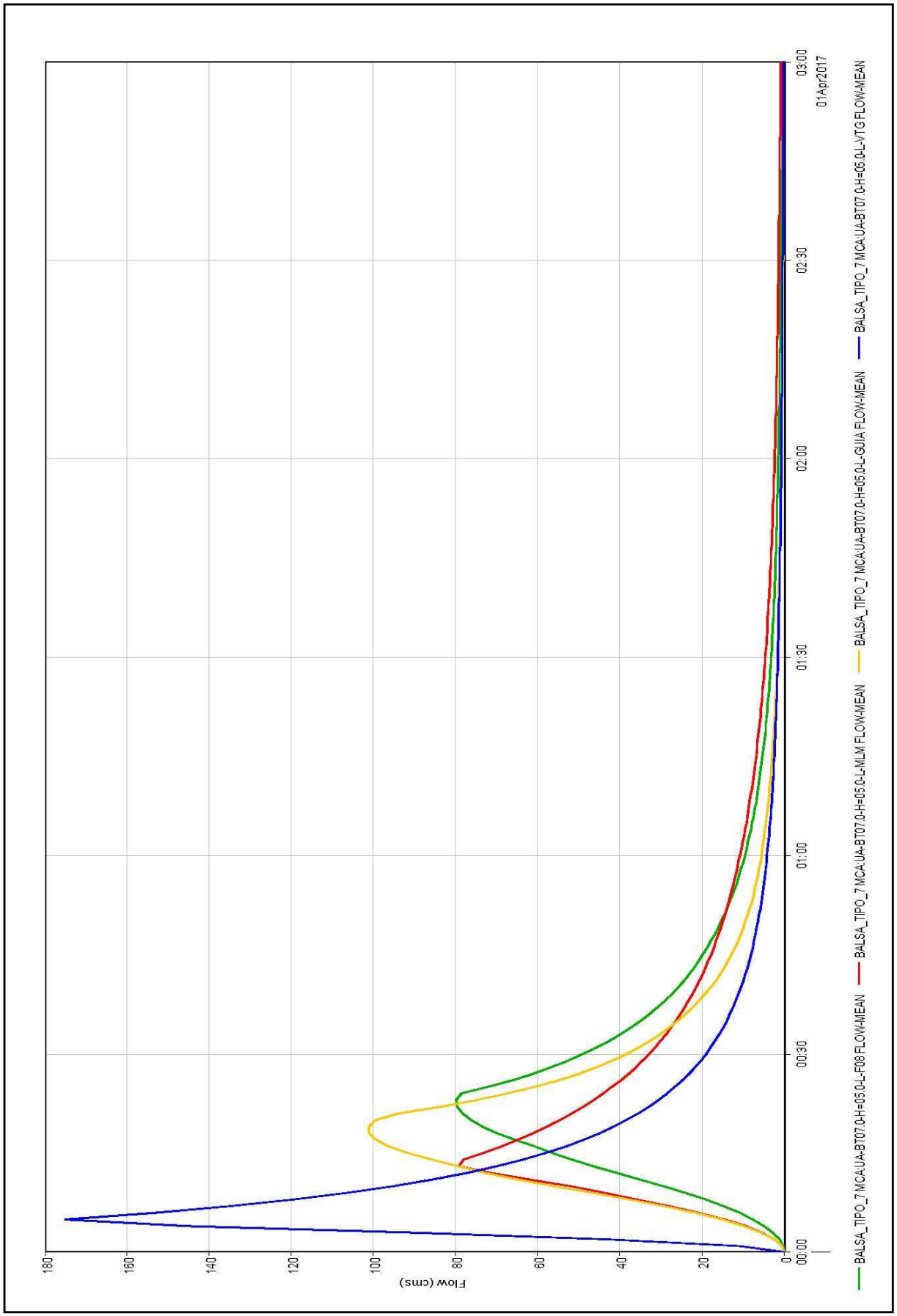
Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 07

APLICACIÓN DEL MÉTODO DE MONTECARLO EN LA CALIBRACIÓN DEL FONDO DE BRECHA (5.000 SIMULACIONES) HIDROGRAMAS DE VERTIDO Y VARIACIÓN DEL NIVEL EMBALSADO. (H=05.00 m.) APLICACIÓN FÓRMULA MLM84



Características de las balsas sintéticas.
BALSA TIPO 07
(Hw=05.00 m.)

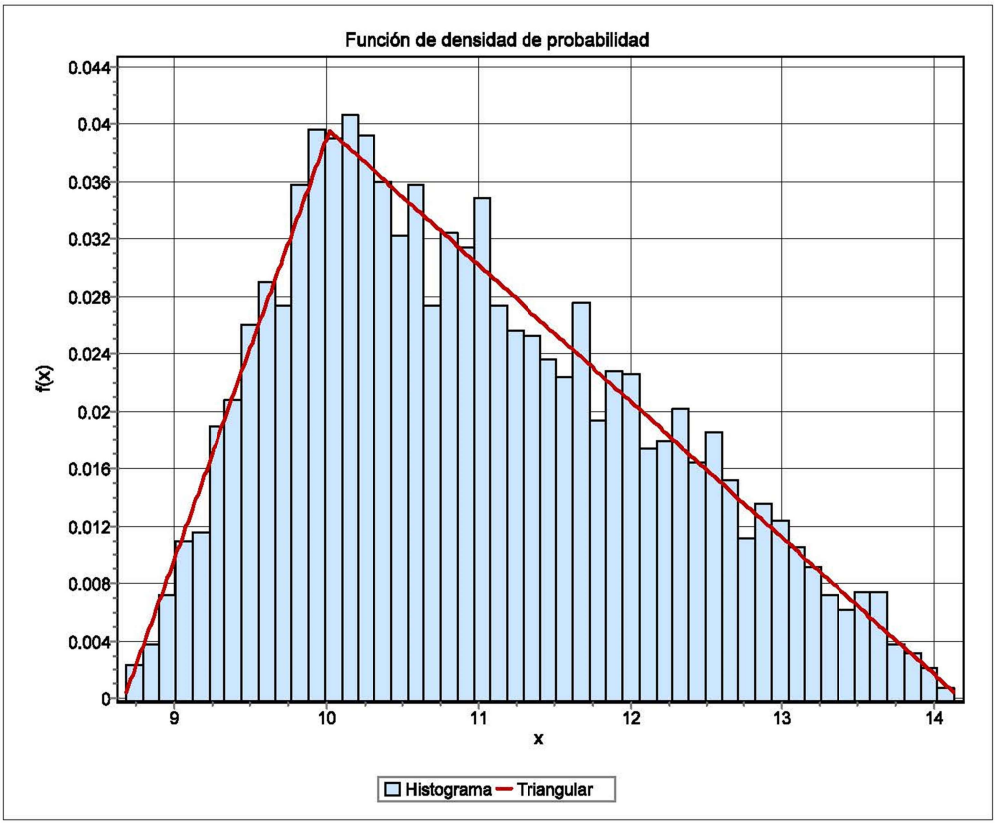
ESTUDIO COMPARATIVO DE LA VARIABILIDAD DEL HIDROGRAMA DE VERTIDO EN FUNCIÓN DE LA CARGA DE AGUA MOVILIZABLE (Hw)
APLICACIÓN FÓRMULAS
F08-MLM84-GUIA-VTG

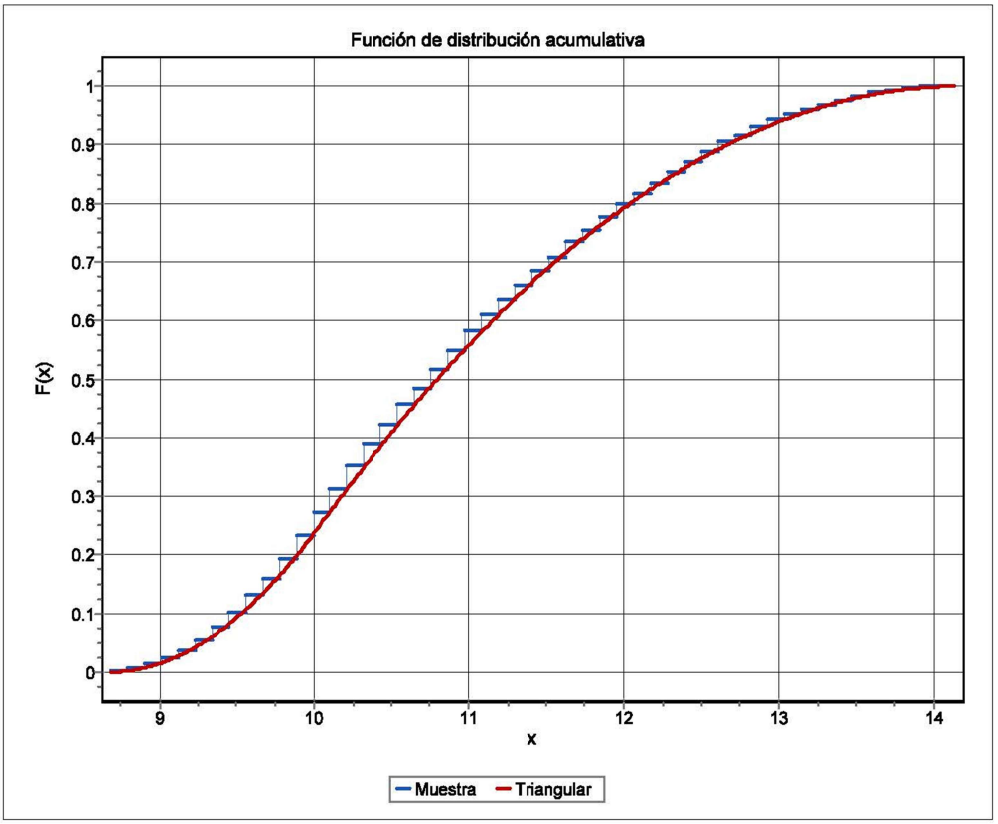


Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 07

M. DE MONTECARLO (FONDO DE BRECHA) ANÁLISIS ESTADISTICO RESULTADOS (Hw=05.00 m.) AJUSTE DE LA FUNCIÓN DE DISTRIBUCIÓN. FUNCIÓN DE DENSIDAD Y FUNCIÓN DE DISTRIBUCIÓN ACUMULATIVA

En el eje de abcisas se representa la variabilidad de la cota del fondo de brecha, considerando la cota +10.00 la solera interior de la balsa.

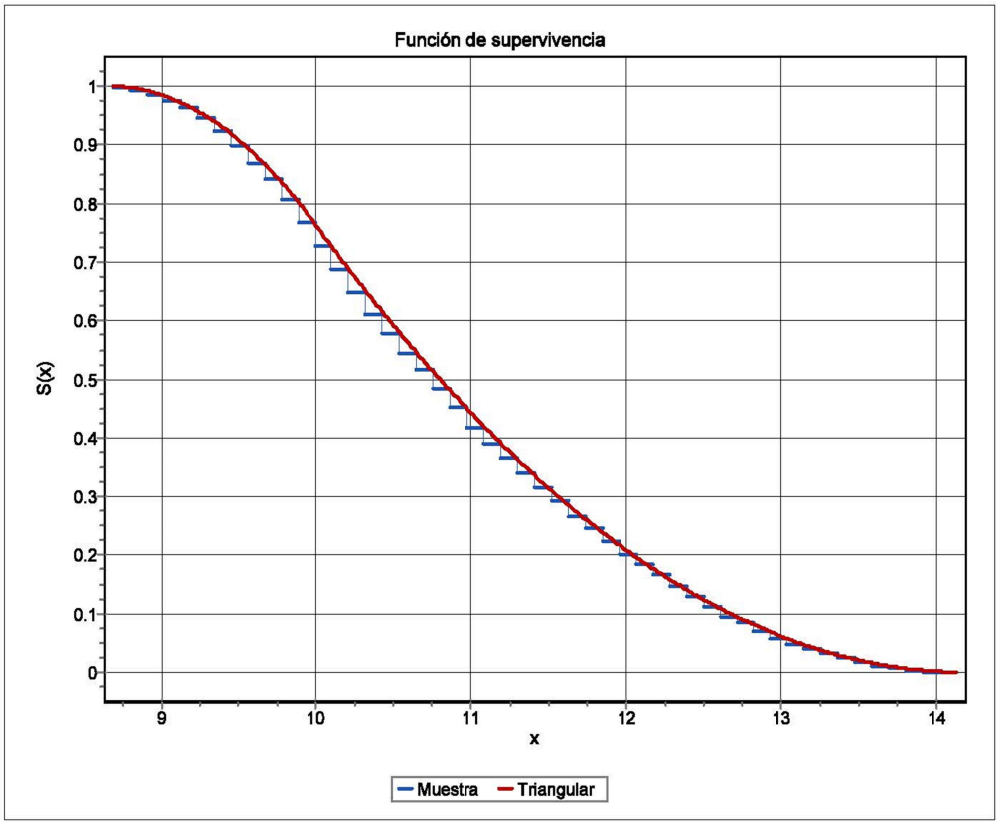


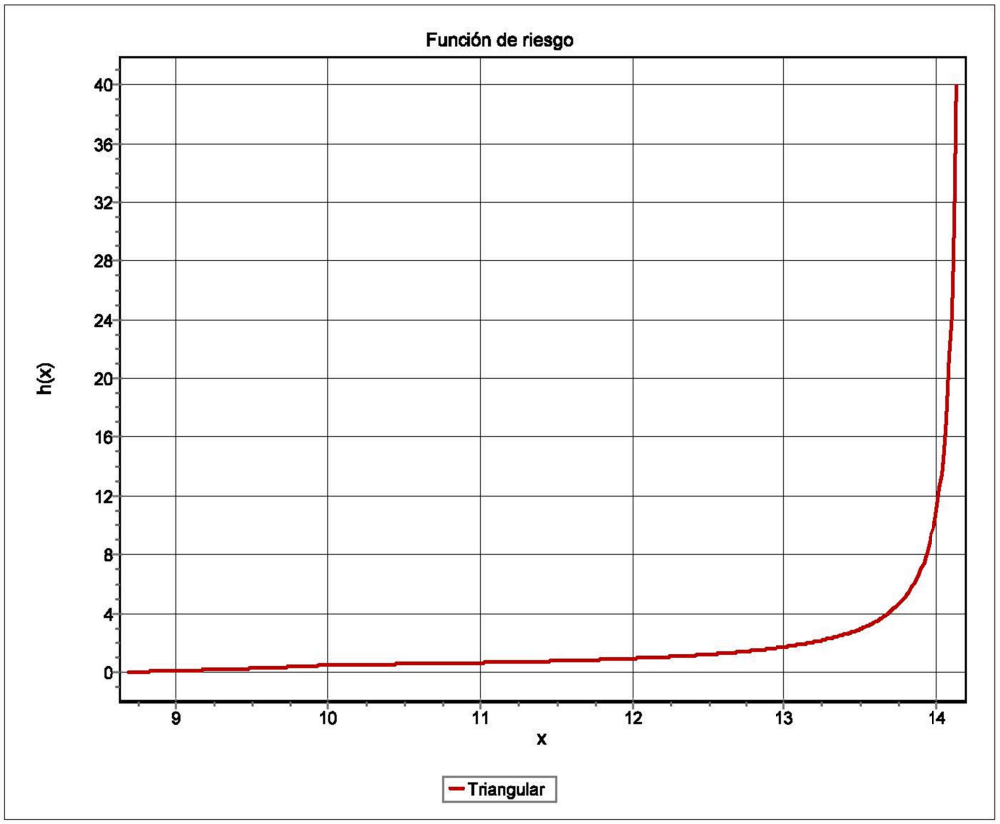


Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 07

M. DE MONTECARLO (FONDO DE BRECHA) ANÁLISIS ESTADISTICO RESULTADOS (Hw=05.00 m.) AJUSTE DE LA FUNCIÓN DE DISTRIBUCIÓN. FUNCIÓN DE SUPERVIVENCIA Y FUNCIÓN DE RIESGO

En el eje de abcisas se representa la variabilidad de la cota del fondo de brecha, considerando la cota +10.00 la solera interior de la balsa.

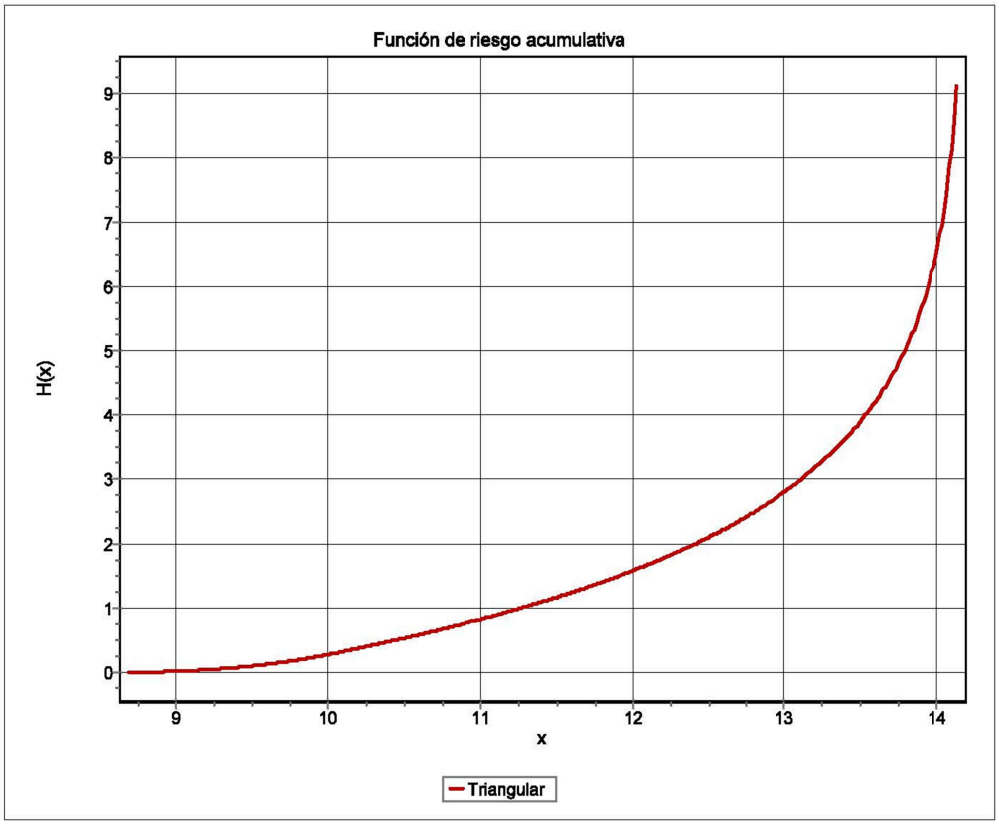


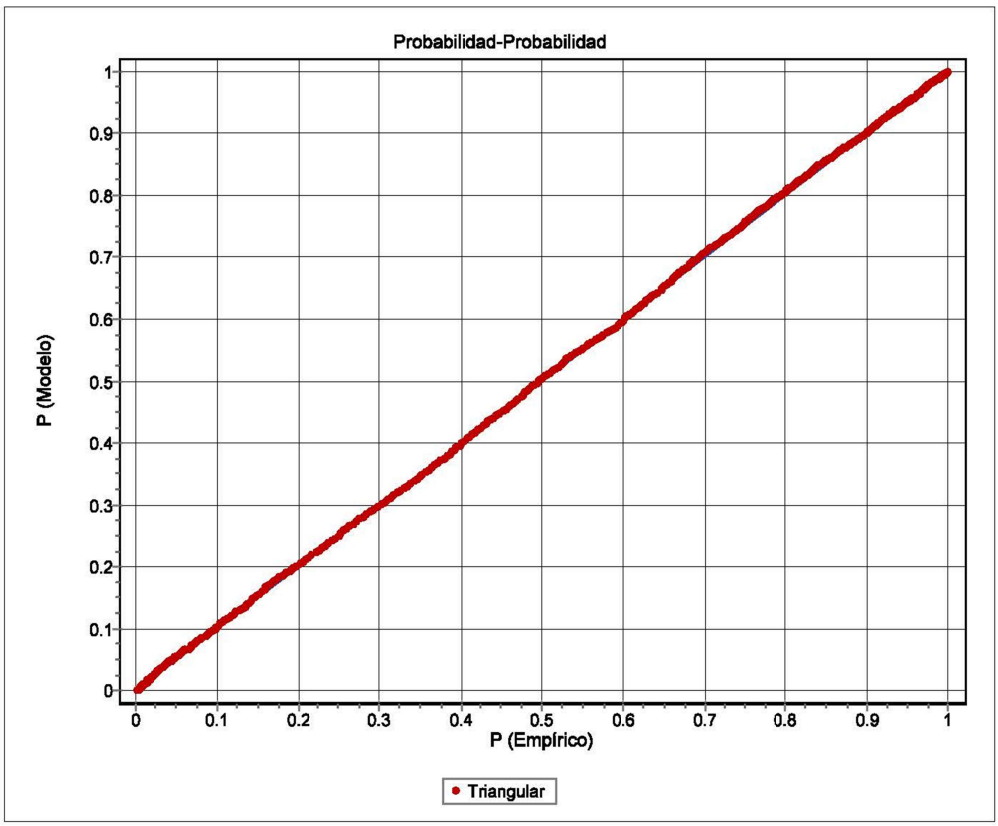


Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 07

M. DE MONTECARLO (FONDO DE BRECHA) ANÁLISIS ESTADISTICO RESULTADOS (Hw=05.00 m.) AJUSTE DE LA FUNCIÓN DE DISTRIBUCIÓN. FUNCIÓN DE RIESGO ACUMULATIVA Y GRÁFICO P-P

En el eje de abcisas se representa la variabilidad de la cota del fondo de brecha, considerando la cota +10.00 la solera interior de la balsa.

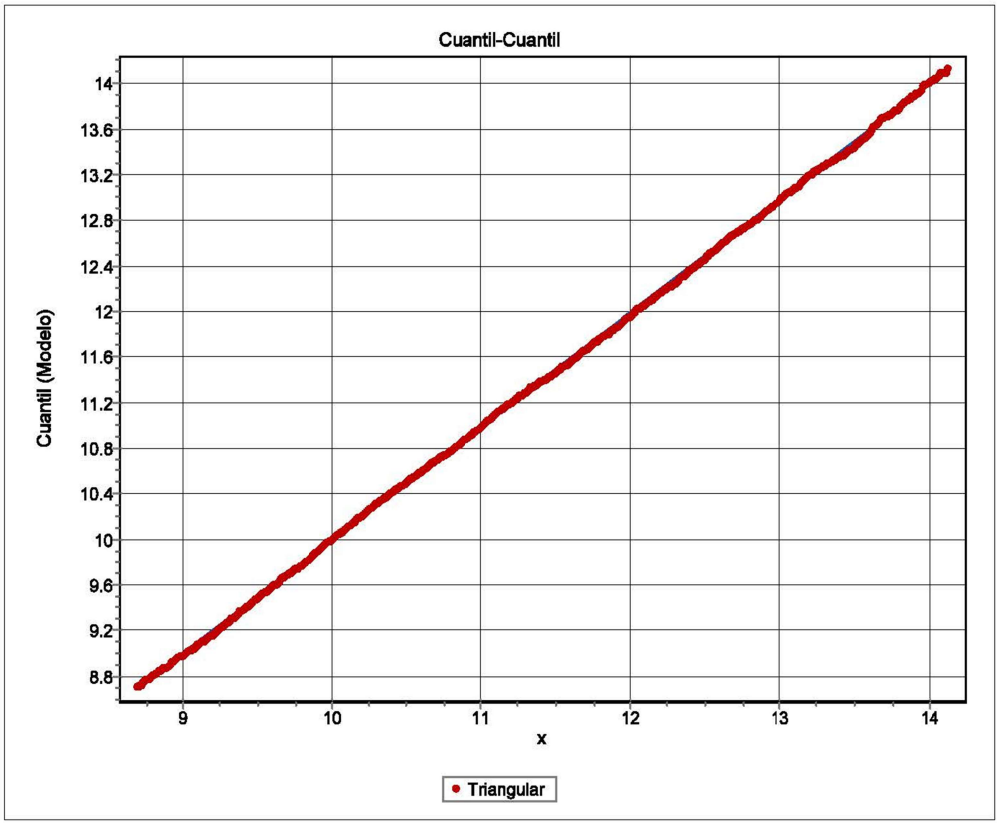


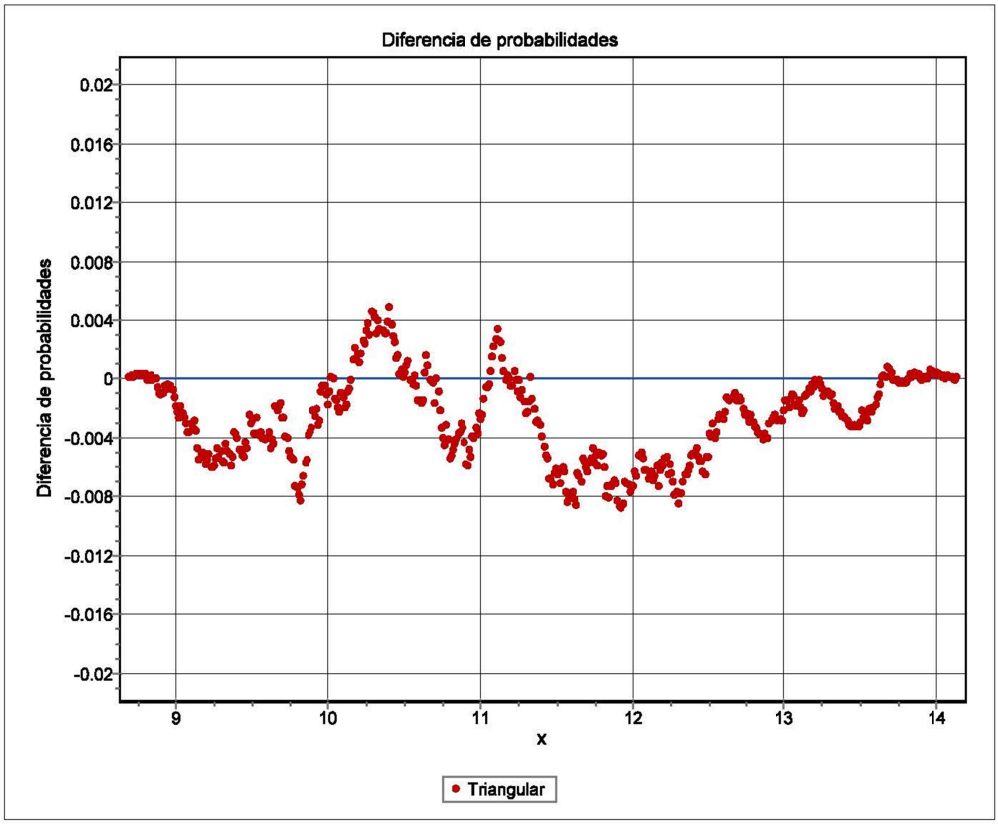


Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 07

M. DE MONTECARLO (FONDO DE BRECHA) ANÁLISIS ESTADISTICO RESULTADOS (Hw=05.00 m.) AJUSTE DE LA FUNCIÓN DE DISTRIBUCIÓN. GRÁFICO Q-Q Y DIFERENCIA DE PROBABILIDADES

En el eje de abcisas se representa la variabilidad de la cota del fondo de brecha, considerando la cota +10.00 la solera interior de la balsa.

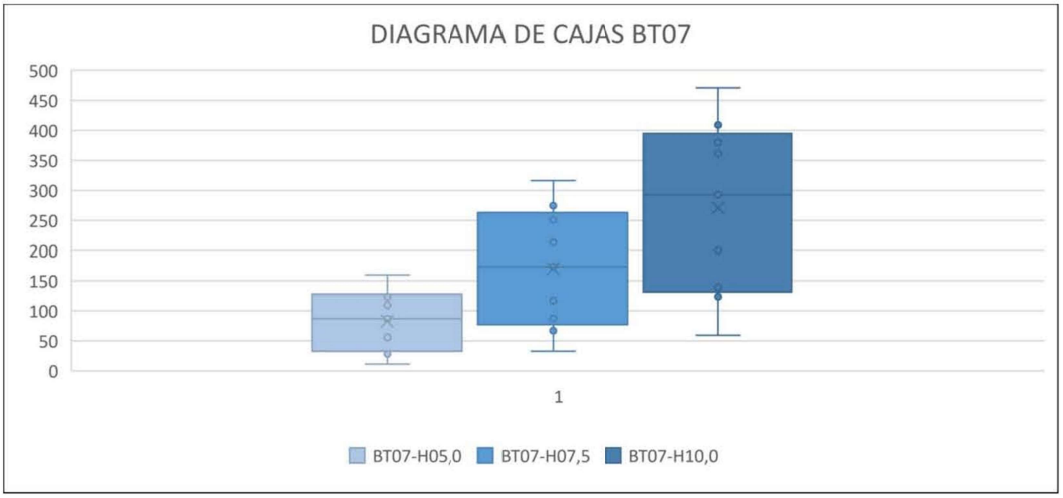


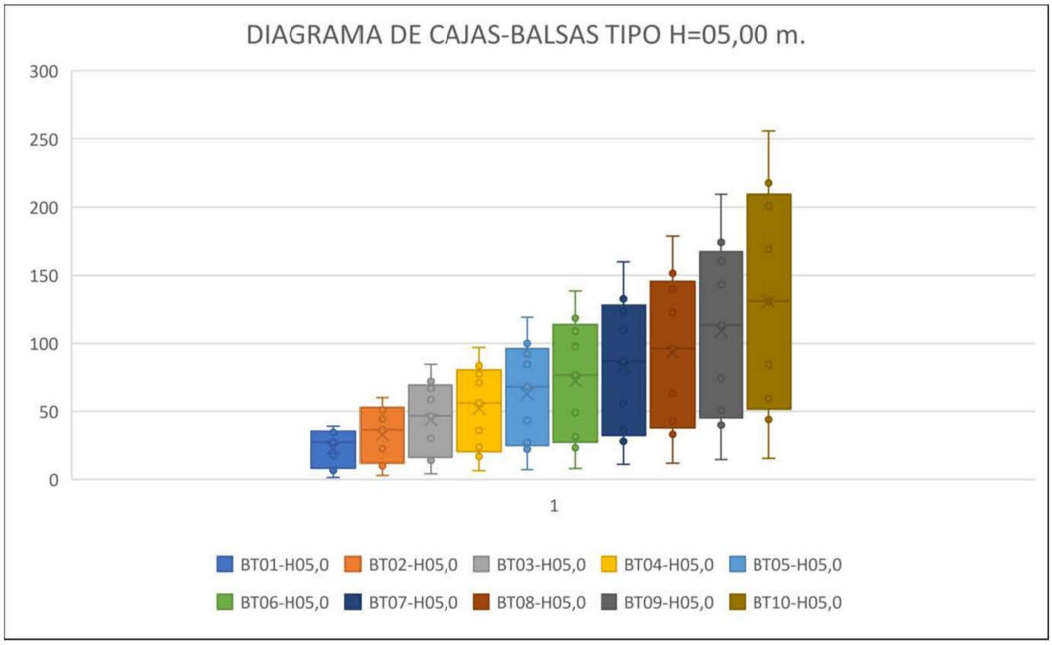


Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 07

M. DE MONTECARLO (CAUDAL MÁXIMO)
ANÁLISIS ESTADISTICO RESULTADOS
(Hw=05.00 m.)
ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA.
DIAGRAMAS DE CAJAS

CAUDALES MÁXIMOS (M. MONTECARLO) Estadística descriptiva					Parámetros Ajuste	
BALSA	BT07					
ALTURA Hw (m)	5,00					
AJUSTE	DAGUM					
Estadística	**Valor**	**Percentil %**	**Valor**	**Obs**		
Tamaño de la muestra	5000	1	11,2	Min	k 0,12616	
Rango	148,61	5	28,1		α 15,065	
Media	83,012	10	36,8		β 125,37	
Varianza	1074,5	25	55,8	Q1	γ 0	
Desviación estándar	32,78	50	86,8	Mediana		
Coef, de variación	0,39489	75	109,4	Q3		
Error estándar	0,46358	90	123,3			
Asimetría	-0,15285	95	132,7			
Curtosis	-0,91665	99	159,8	Max	I.C.$\bar{X}$ (95%)	0,909

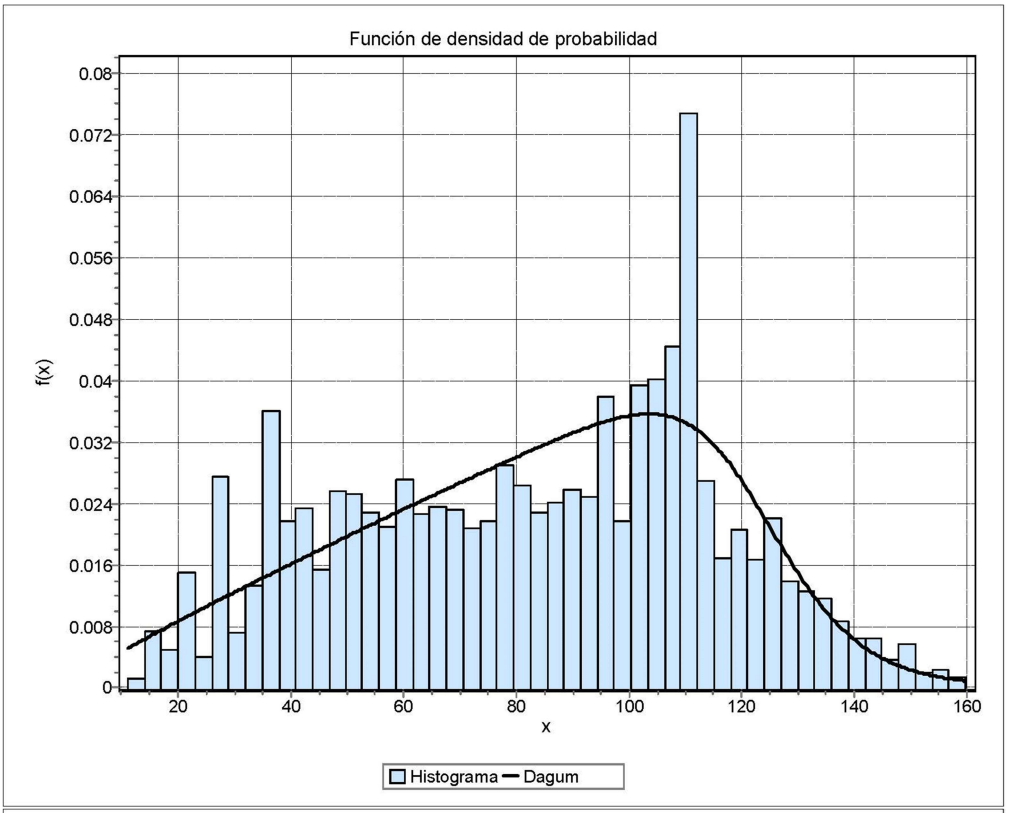


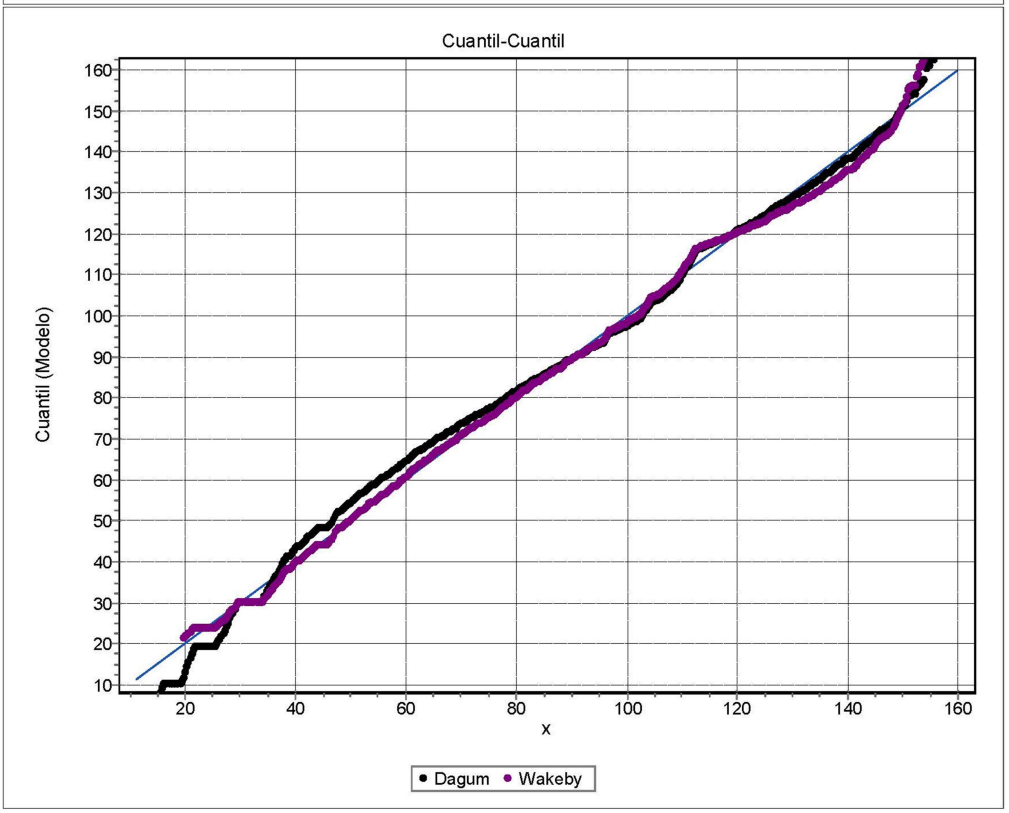


Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 07

M. DE MONTECARLO (CAUDAL MÁXIMO) ANÁLISIS ESTADISTICO RESULTADOS (Hw=05.00 m.) AJUSTE DE LA FUNCIÓN DE DISTRIBUCIÓN. FUNCIÓN DE DENSIDAD Y GRÁFICO Q-Q

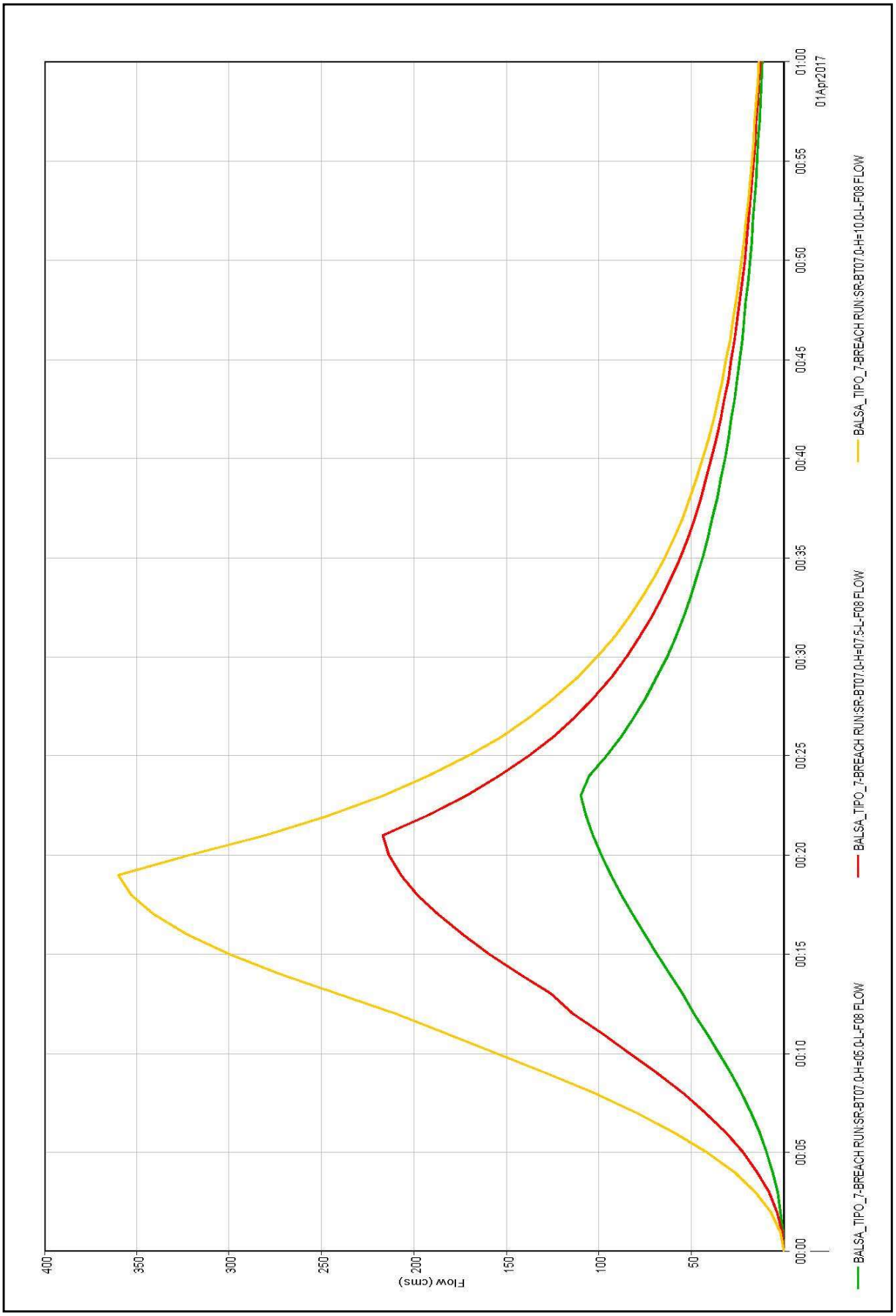
En el eje de abscisas se representa la variabilidad de los caudales máximos simulados, a partir del fondo de brecha, y considerando la evolución de su crecimiento atendiendo a la geometría de F08.





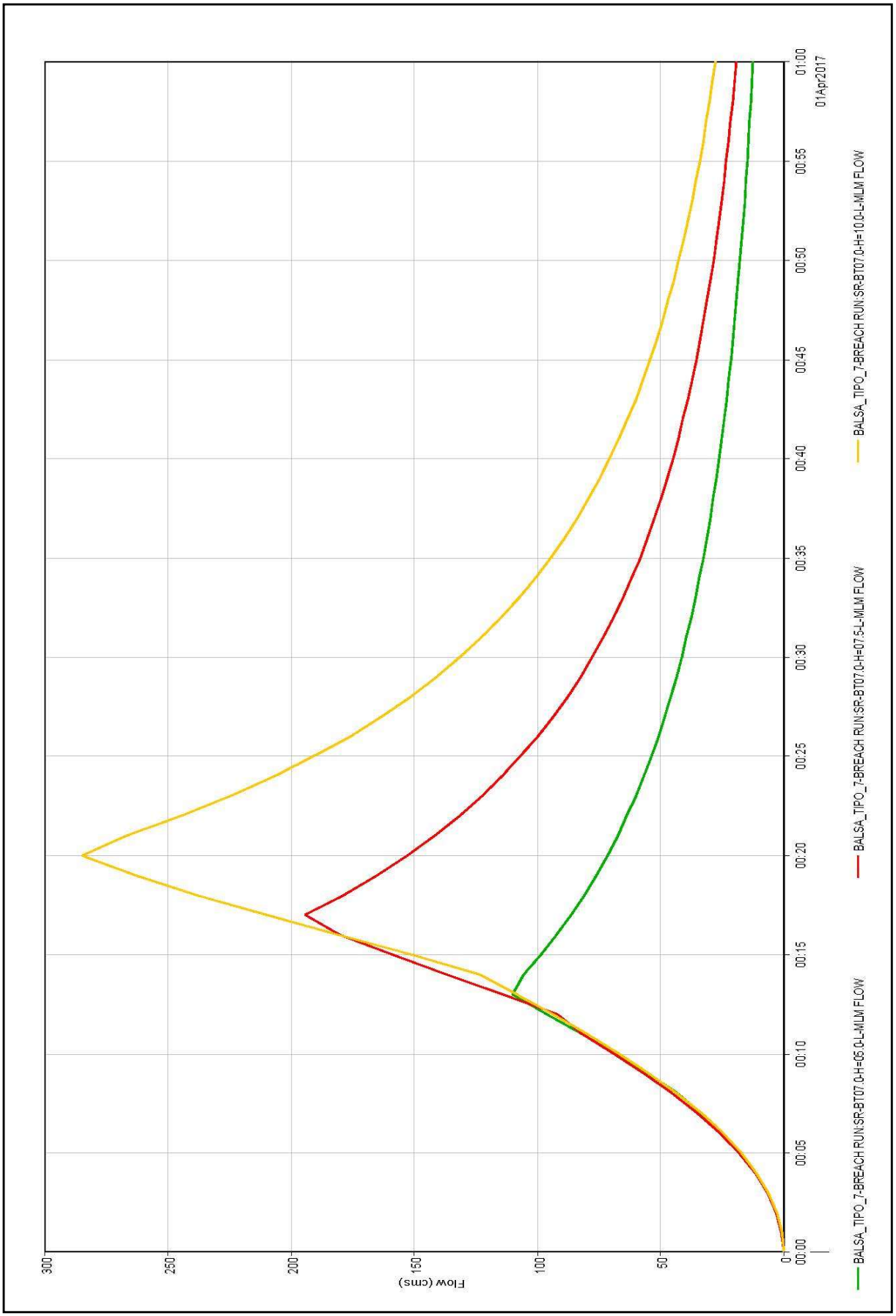
Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 07

ESTUDIO COMPARATIVO DE LA VARIABILIDAD DEL HIDROGRAMA DE VERTIDO EN FUNCIÓN DE LA CARGA DE AGUA MOVILIZABLE (Hw) APLICACIÓN FÓRMULA F08



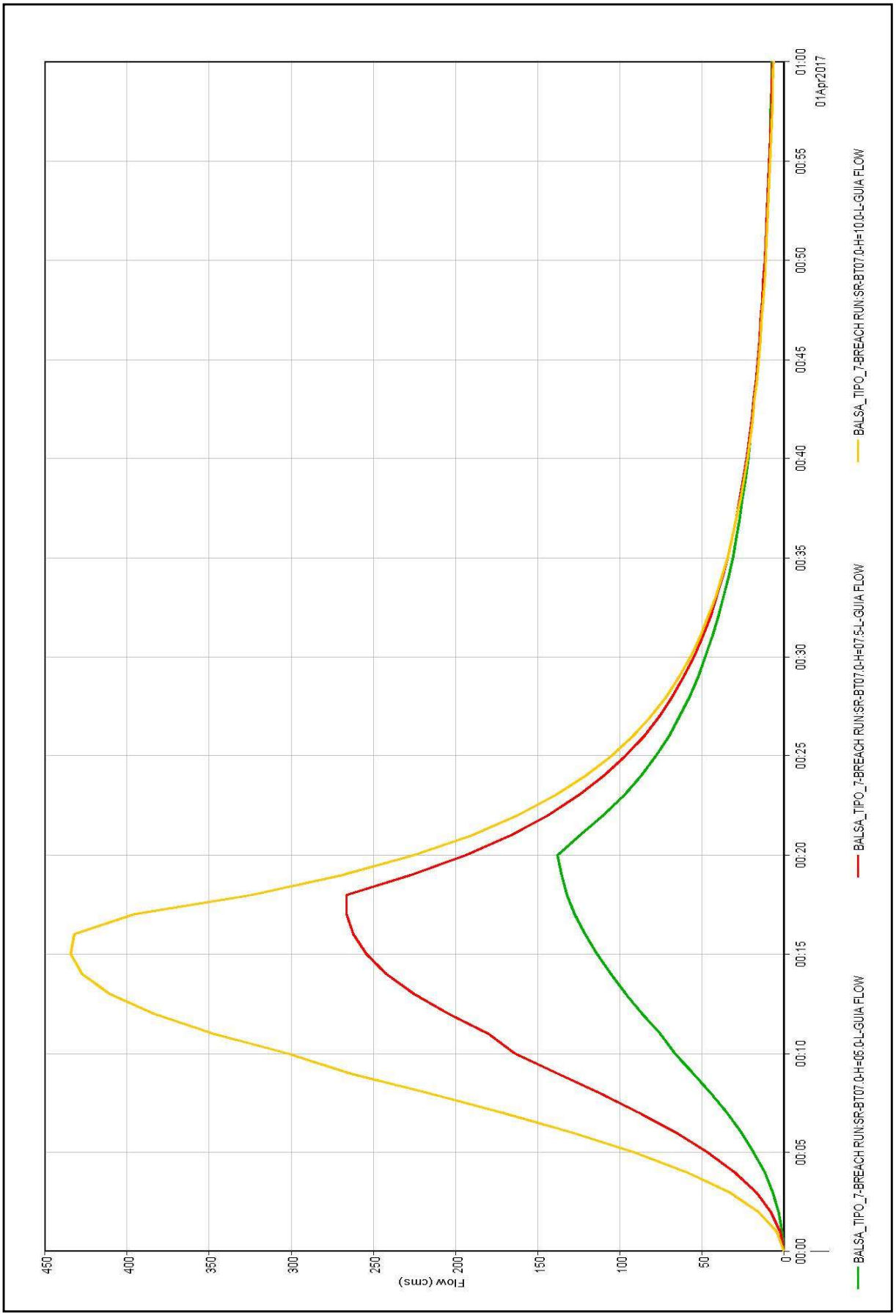
Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 07

ESTUDIO COMPARATIVO DE LA VARIABILIDAD DEL HIDROGRAMA DE VERTIDO EN FUNCIÓN DE LA CARGA DE AGUA MOVILIZABLE (Hw) APLICACIÓN FÓRMULA MLM84



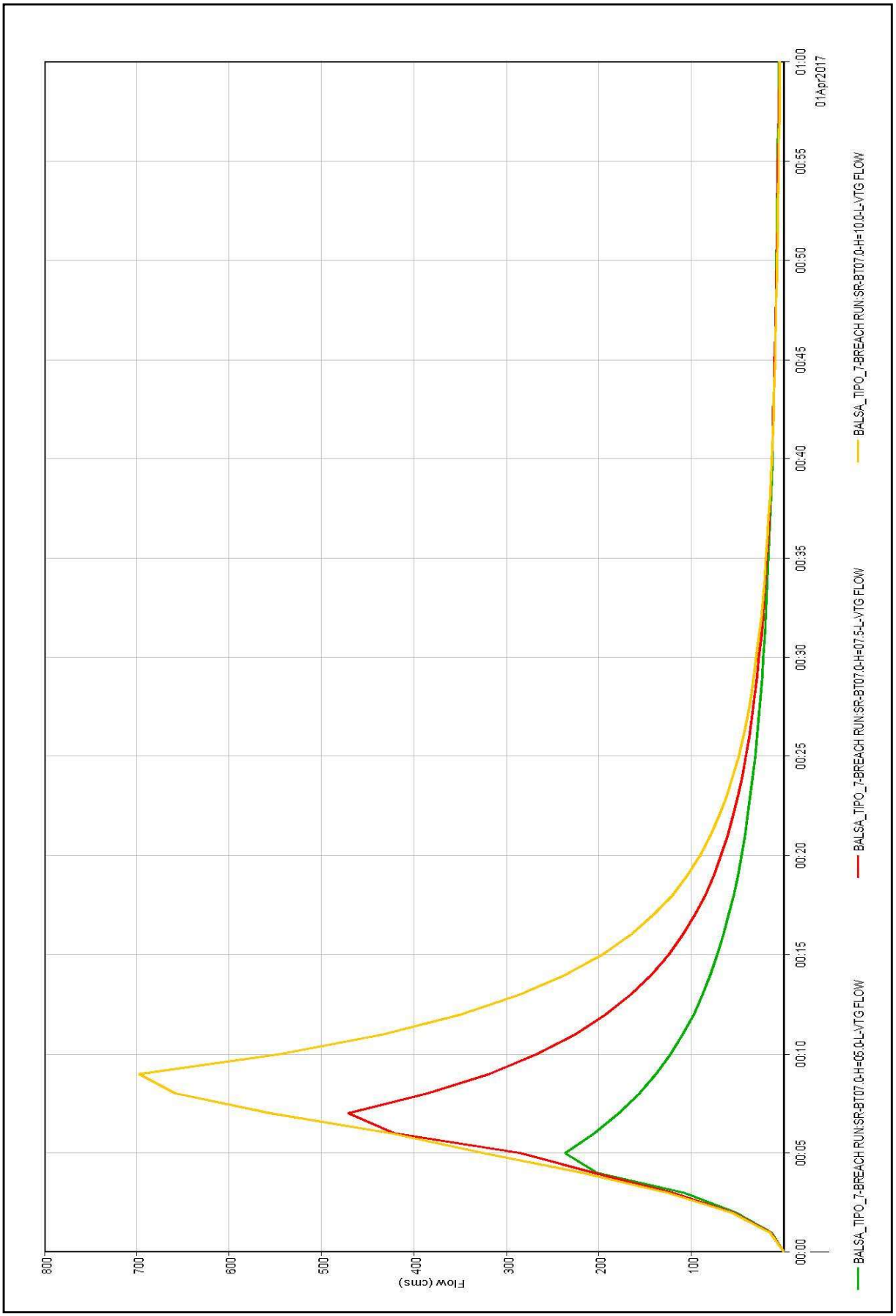
Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 07

ESTUDIO COMPARATIVO DE LA VARIABILIDAD DEL HIDROGRAMA DE VERTIDO EN FUNCIÓN DE LA CARGA DE AGUA MOVILIZABLE (Hw) APLICACIÓN FÓRMULA GUIA ESPAÑOLA



Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 07

ESTUDIO COMPARATIVO DE LA VARIABILIDAD DEL HIDROGRAMA DE VERTIDO EN FUNCIÓN DE LA CARGA DE AGUA MOVILIZABLE (Hw) APLICACIÓN FÓRMULA VTG

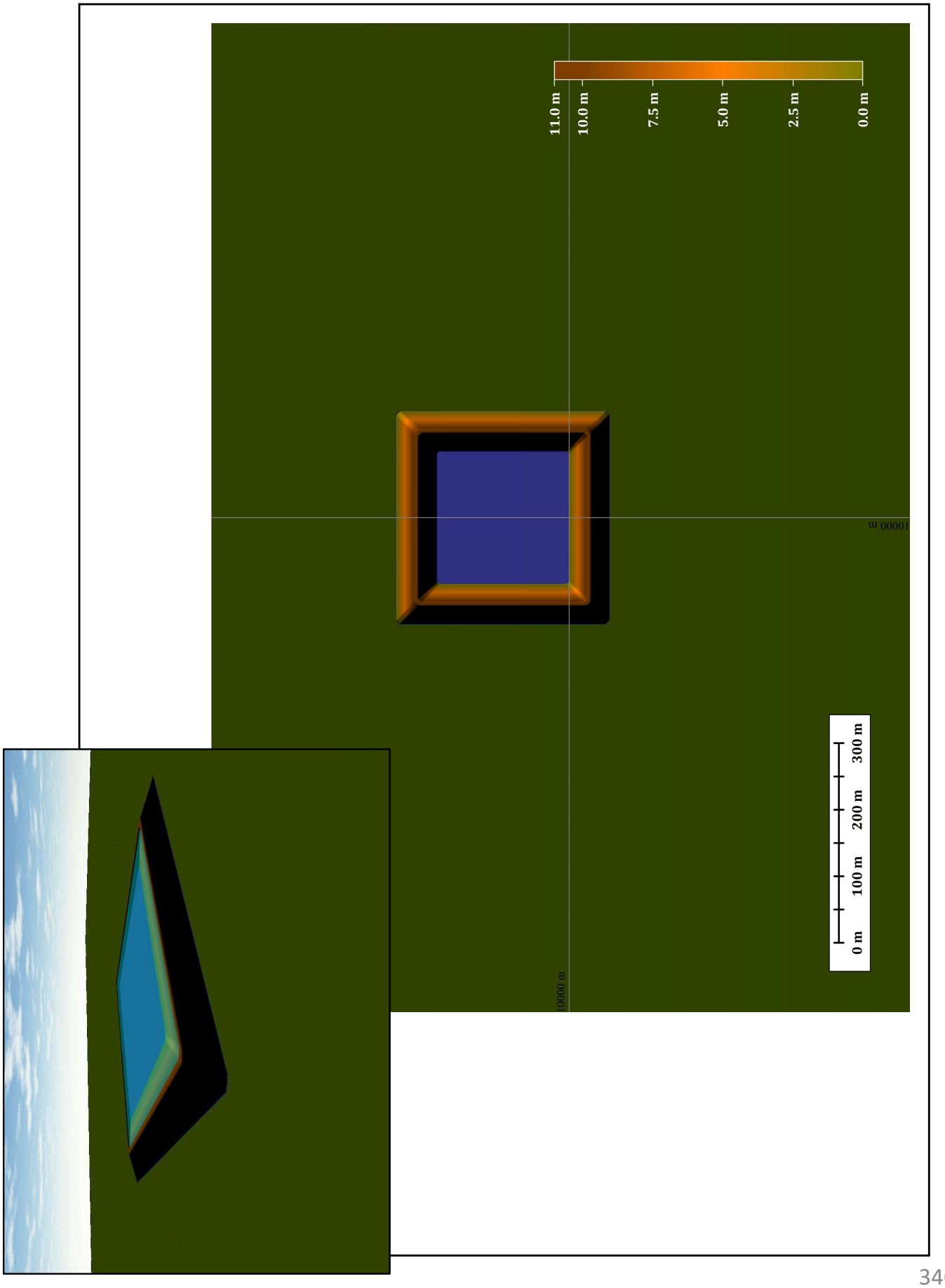


BALSA TIPO 08

Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 08

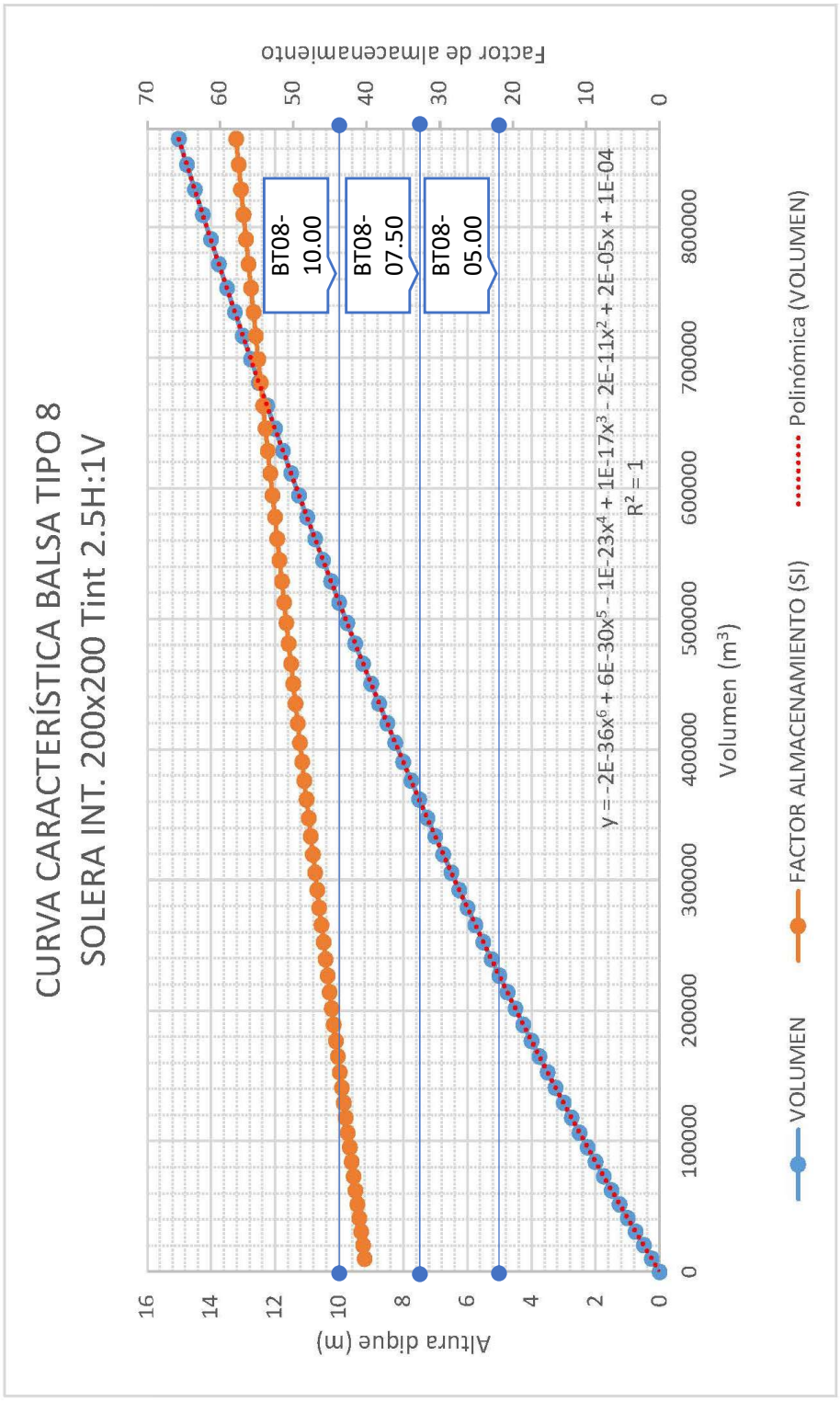
GEOMETRÍA

- ALTURA LÁMINA Hw= 10.0 m.
- RESGUARDO = 1.0 m.
- ANCHO CORONACIÓN= 05.0 m



Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 08

CURVA CARACTERÍSTICA vs FACTOR DE ALMACENAMIENTO



Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 08

ESTIMACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE BRECHA. H=10,00 m. ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE FÓRMULAS EMPÍRICAS

ESTIMACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE BRECHA

PROYECTO:	BALSAS TIPO										
SECTOR:	8										
ALTURA	10										
CARACTERÍSTICA*		MÉTODO		FROEHLICH 95a			FROEHLICH 08		GUÍA TÉCNICA	MACDONALD & LANGRIDGE-MONOPOLIS 84	VTG
MODO DE FALLO (S=SIFONAMIENTO;D=DESBORDAMIENTO)		Mf		S	D		S	D	S	S	S
CARGA DE AGUA MOVILIZABLE	Hw	m		10	10		10	10	10	10	10
VOLUMEN ALMACENADO EN Hw EN EL COLAPSO	Vw	m3		512500	512500		512500	512500	512500	512500	512500
SUPERFICIE OCUPADA EN Hw	As	m2		62500	62500		62500	62500	62500	62500	62500
RESGUARDO	r	m		1	1		1	1	1	1	1
ALTURA DE BRECHA COMPLETA	Hb	m		11	11		11	11	11	11	11
FACTOR CORRECTOR POR MODO DE FALLO	Ko	-		1	1,4		1	1,3			
TALUD DE LA BRECHA	Zb	Z(H):1(V)		0,9	1,4		0,7	1	1	0,5	1
**	Z_1	Z(H):1(V)								2,5	
TALUD DEL DIQUE AGUAS ARRIBA	Z_2	Z(H):1(V)								2,5	
TALUD DEL DIQUE AGUAS ABAJO	Z_3	Z_1+Z_2								5	
SUMA DE TALUDES DEL DIQUE	C	m								5	
ANCHO CORONACIÓN DEL DIQUE	Ve	m3								3770,5	
VOLUMEN EROSIONABLE DEL DIQUE		Tcl		Pequeña Presa Clasificable			Pequeña Presa Clasificable		Pequeña Presa Clasificable	Pequeña Presa Clasificable	Pequeña Presa Clasificable
TIPOLOGIA DEL DIQUE	Cs	m		10	10		10	10	10	10	10
COTA SOLERA BRECHA	Cc	m		21	21		21	21	21	21	21
COTA CORONACIÓN	**ESTIMACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE LA BRECHA**										
ANCHO MEDIO	Bavg	m		19,1	26,7		19,96	25,9	30,8	12,1	31,1
*** ANCHO EN SOLERA	Bb	m		9,2	11,3		12,3	14,9	19,8	6,6	20,1
ANCHO EN CORONACIÓN	Bc	m					27,66	36,95	41,82	17,60	42,10
TIEMPO DE FORMACIÓN	Tf	h		0,3	0,3		0,36	0,4	0,312	0,359	0,150
FACTOR DE ALMACENAMIENTO	Sl	-		51,3	51,3		51,3	51,3	51,3	51,3	51,3
ESTIMACIÓN DEL CAUDAL PUNTA FROEHLIC 95b											
CAUDAL MÁXIMO PREVISTO	Qp	m3/s		509,97	509,97		509,97	509,97	509,97	509,97	509,97

Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 08

ESTIMACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE BRECHA. H=10,00 m. ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE FÓRMULAS EMPÍRICAS. VALIDACIÓN DE RESULTADOS

ESTIMACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE BRECHA

PROYECTO:	**BALSAS TIPO**
SECTOR:	**8**
ALTURA	**10**

ANÁLISIS Y VALIDACIÓN DE RESULTADOS

Dada la importancia del tiempo de formación de la brecha en la generación del pico del hidrograma, es relevante poder validar los resultados. Para ello utilizaremos un estimador de la progresión de la erosión. Se considera adecuado aquel que define un desarrollo lineal, por lo que se utilizará la razón de erosión (ER) definida por la relación entre el ancho medio de brecha y el tiempo de formación. Diversos autores han indicado los intervalos de fiabilidad relacionando dicho parámetro con la altura de agua movilizable, (Hw), quedando estos entre 1.6 y 21. Por otro lado, el agua almacenada puede condicionar el desarrollo completo de la brecha, por lo que se apunta como indicador de la validez de los resultados, la relación entre el ancho medio respecto de la altura de bredca (Bavg/Hb). En este caso si el indicador ofrece un valor inferior a 0.6, no se puede afirmar que se complete la brecha, quedando como apertura una geometría cuadrangular de ancho D.

COMPROBACIÓN DEL DESARROLLO DE BRECHA (completa vs parcial)	(Bavg/Hb)	1,74	2,43	1,81	2,36	2,80	1,10	2,83
Se considera desarrollada si (Bavg/Hb)>0.60	(Bavg/Tf)	61,27	85,78	54,70	71,11	98,65	33,73	42,10
RAZÓN DE EROSIÓN (ER)								
COMPROBACIÓN DEL PROGRESO DE LA BRECHA (lineal vs no lineal)	(ER/Hw)	6,13	8,58	5,47	7,11	9,87	3,37	4,21
Se puede considerar razonable la ratio de erosión si 1.6<(ER/Hw)<21								
COMPROBACIÓN BOWLES T de formación (h)	T=2*Vw/Qp	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56
Si tiempo de formación de brecha es menor que la comprobación de Bowles se adopta								
RAZÓN DE TIEMPOS (Tbowles/Tf)		1,79	1,79	1,53	1,53	1,79	1,56	3,72

* *DIQUE DE CIERRE DE MATERIALES SUELTOS HOMOGENEO, ASUMIENDO MÁXIMO ALMACENAMIENTO EN LA FASE DE COLAPSO*

** *A utilizar en el método de MACDONALD & LANGRIDGE-MONOPOLIS 84 (MLM84)*

*** *Wb en el método de MACDONALD & LANGRIDGE-MONOPOLIS 84 (MLM84)*

ESQUEMAS

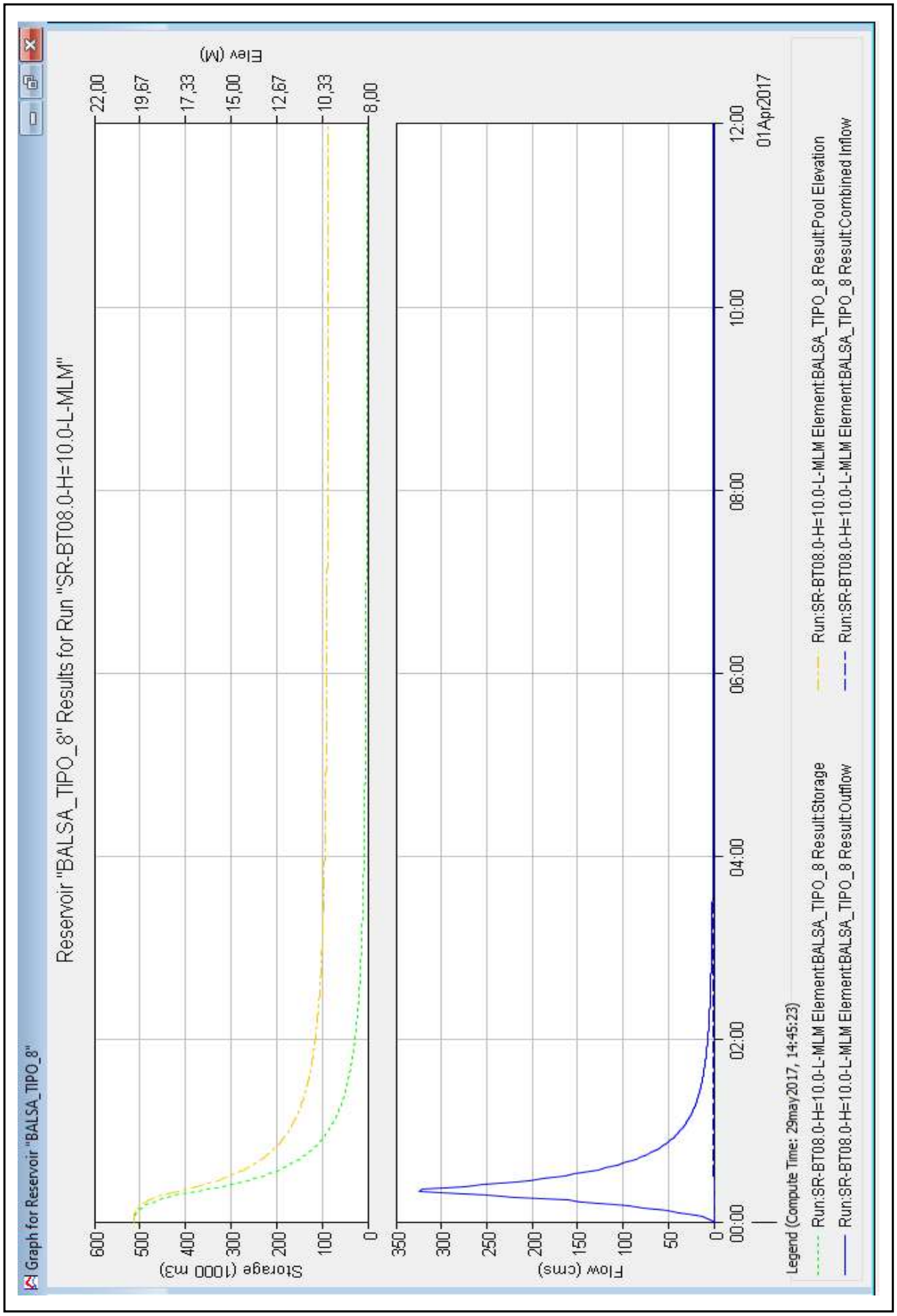
Fuente: GUIDELINES FOR DAM BREACH ANALYSIS, STATE OF COLORADO-DEPARTMENT OF NATURAL RESOURCES-DIVISION OF WATER RESOURCES, 10/02/2010

Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 08

HIDROGRAMA DE VERTIDO Y CURVA DE VACIADO PARA H=10.0 m. ESCENARIO (NMN-SOLERA) APLICACIÓN FÓRMULA F08

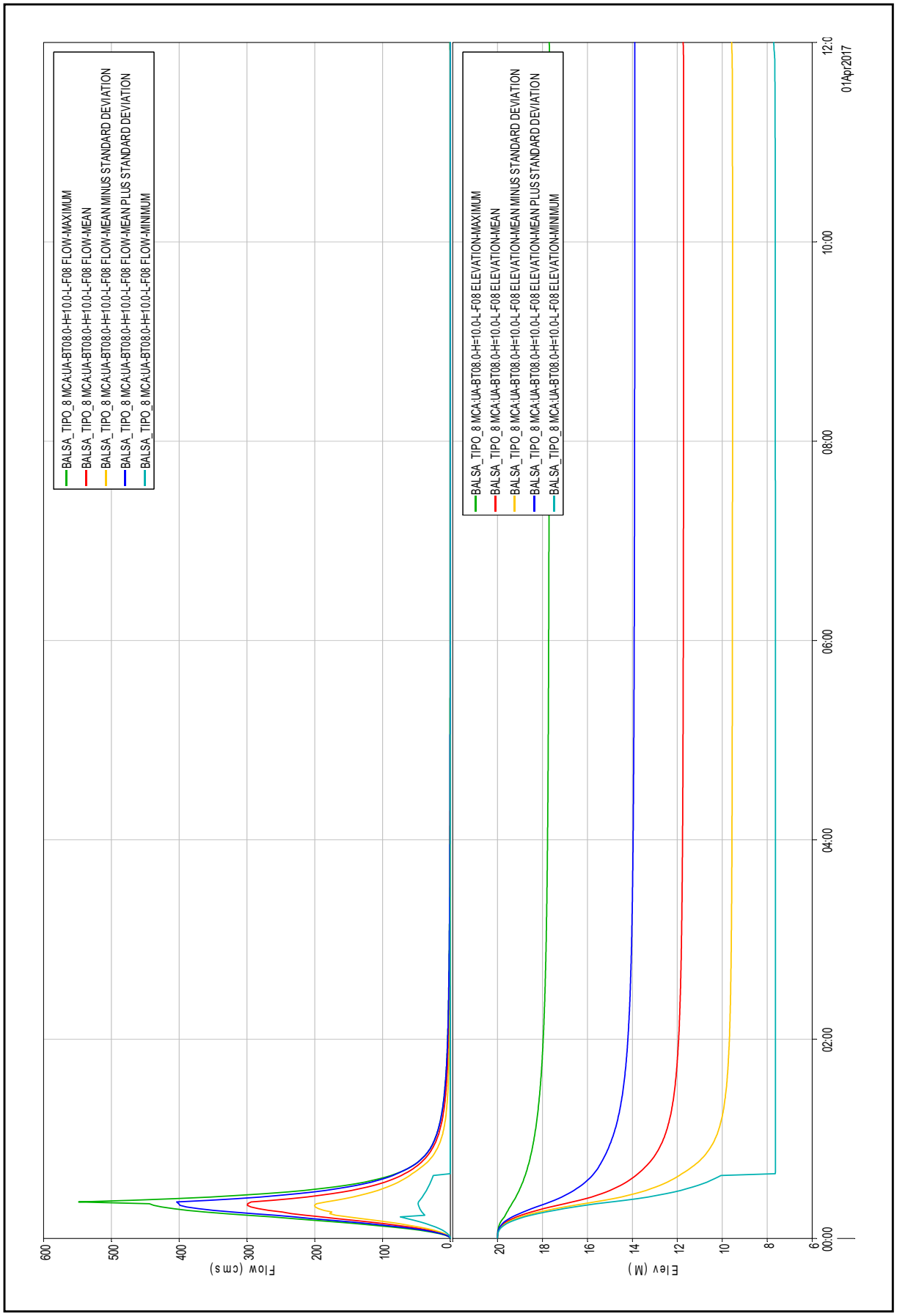
Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 08

HIDROGRAMA DE VERTIDO Y CURVA DE VACIADO PARA H=10.0 m. ESCENARIO (NMN-SOLERA) APLICACIÓN FÓRMULA MLM84



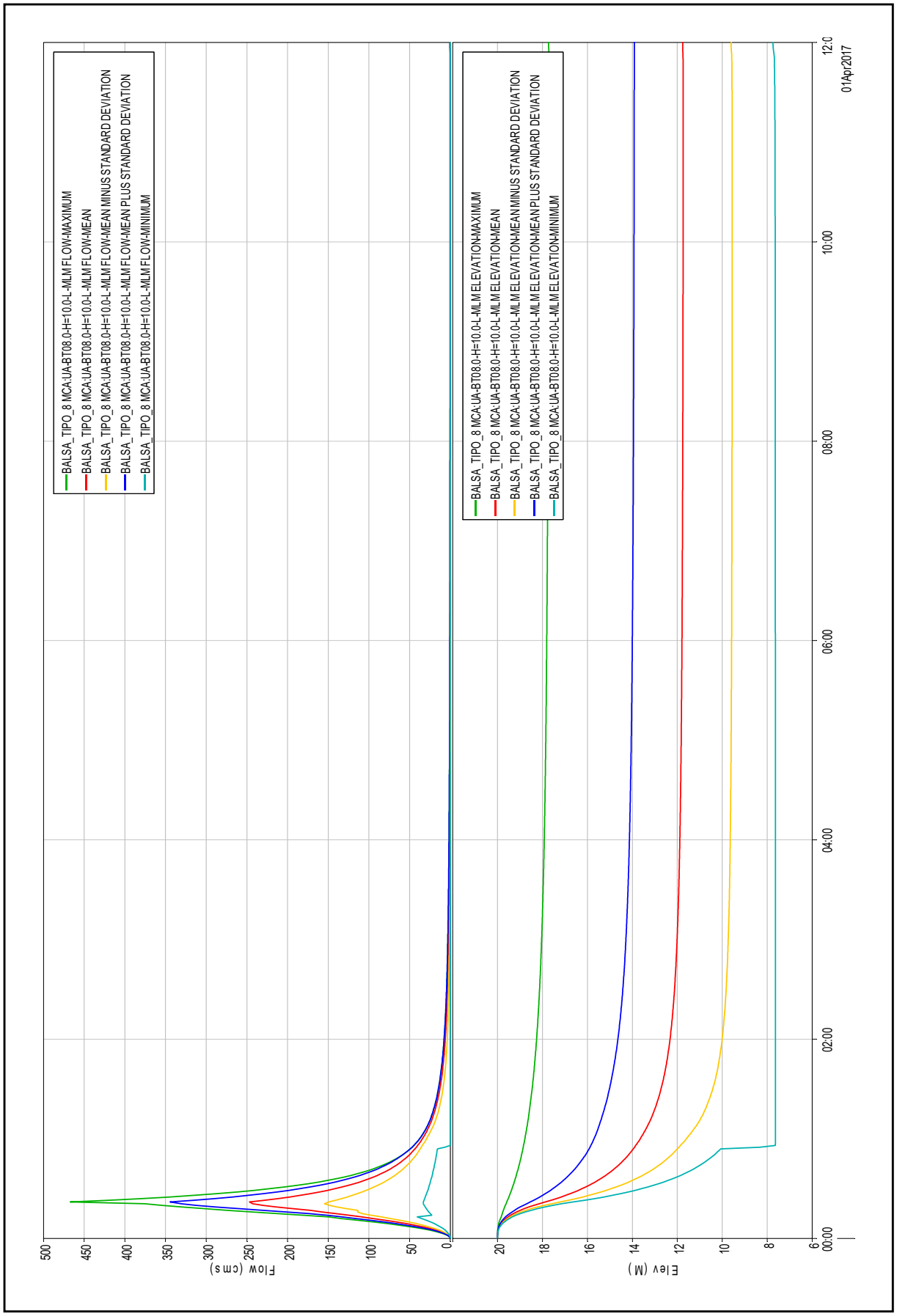
Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 08

APLICACIÓN DEL MÉTODO DE MONTECARLO EN LA CALIBRACIÓN DEL FONDO DE BRECHA (5.000 SIMULACIONES) HIDROGRAMAS DE VERTIDO Y VARIACIÓN DEL NIVEL EMBALSADO. (H=10.00 m.) APLICACIÓN FÓRMULA F08



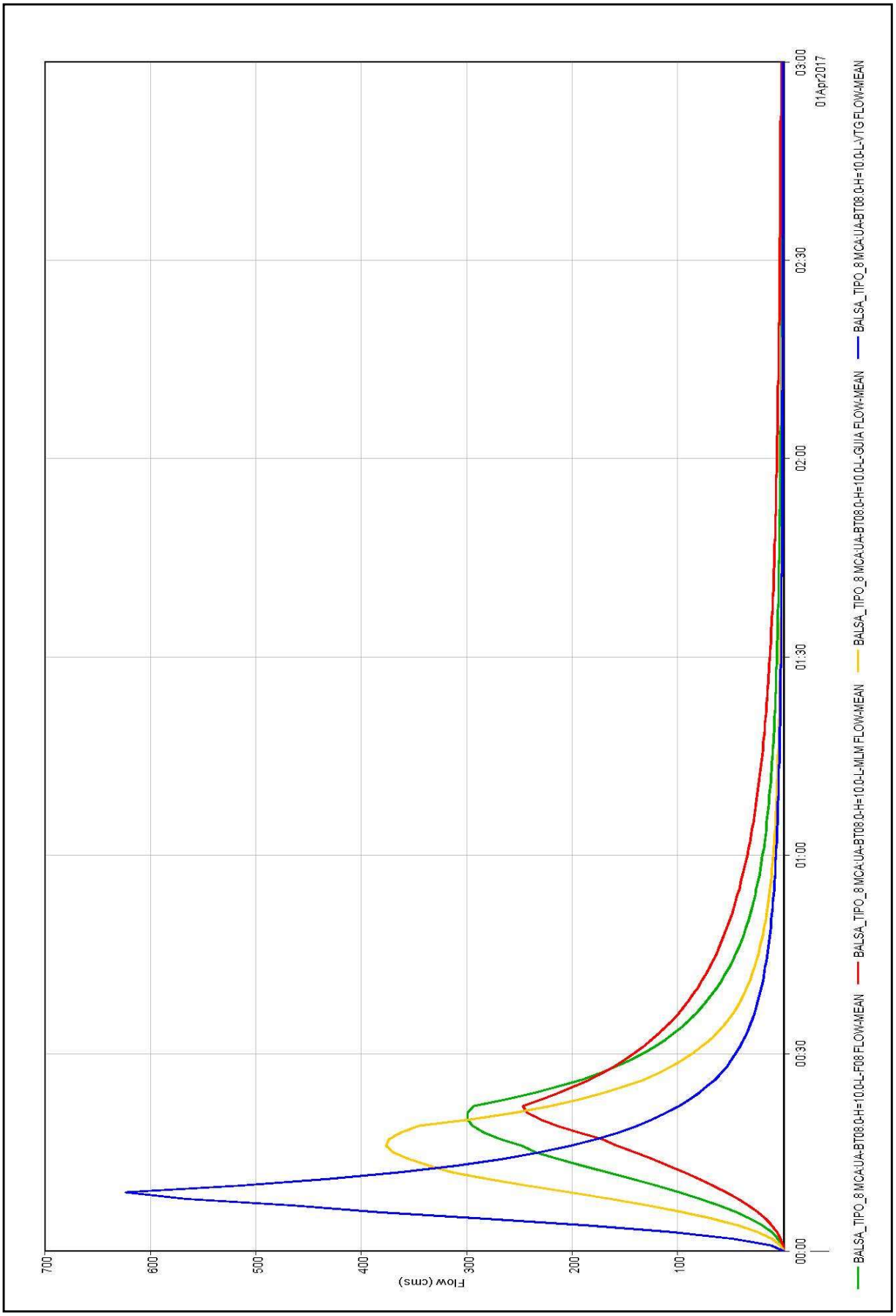
Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 08

APLICACIÓN DEL MÉTODO DE MONTECARLO EN LA CALIBRACIÓN DEL FONDO DE BRECHA (5.000 SIMULACIONES) HIDROGRAMAS DE VERTIDO Y VARIACIÓN DEL NIVEL EMBALSADO. (H=10.00 m.) APLICACIÓN FÓRMULA MLM84



Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 08 (Hw=10.00 m.)

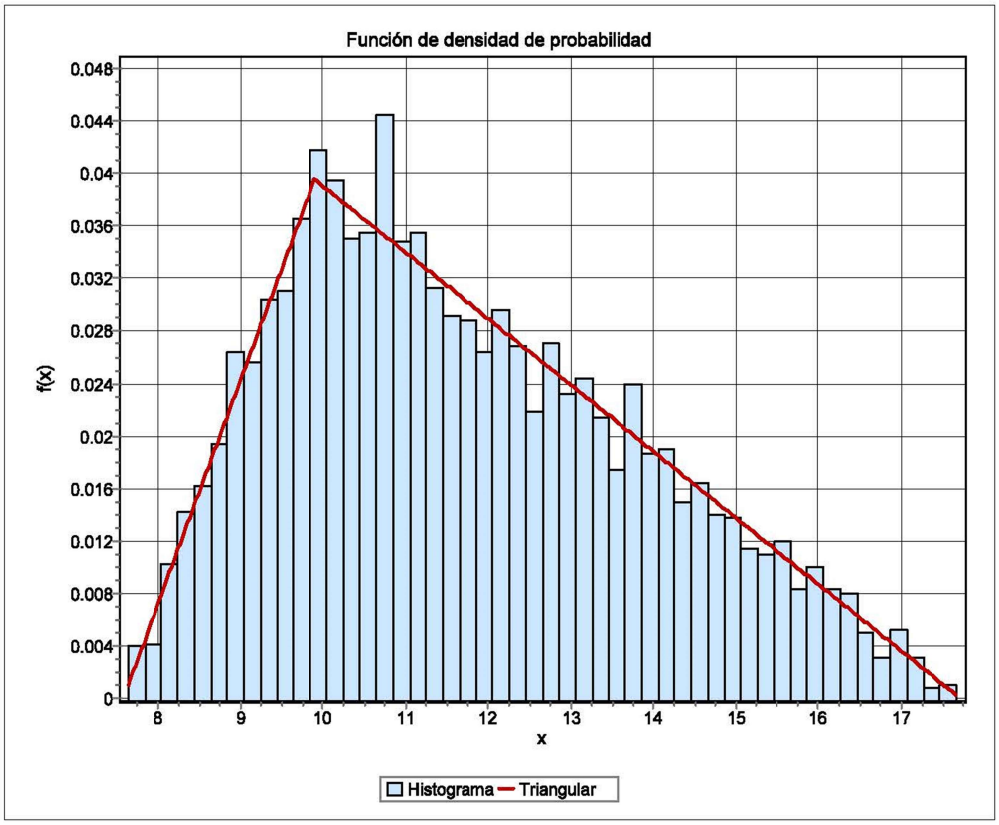
ESTUDIO COMPARATIVO DE LA VARIABILIDAD DEL HIDROGRAMA DE VERTIDO EN FUNCIÓN DE LA CARGA DE AGUA MOVILIZABLE (Hw)
APLICACIÓN FÓRMULAS
F08-MLM84-GUIA-VTG

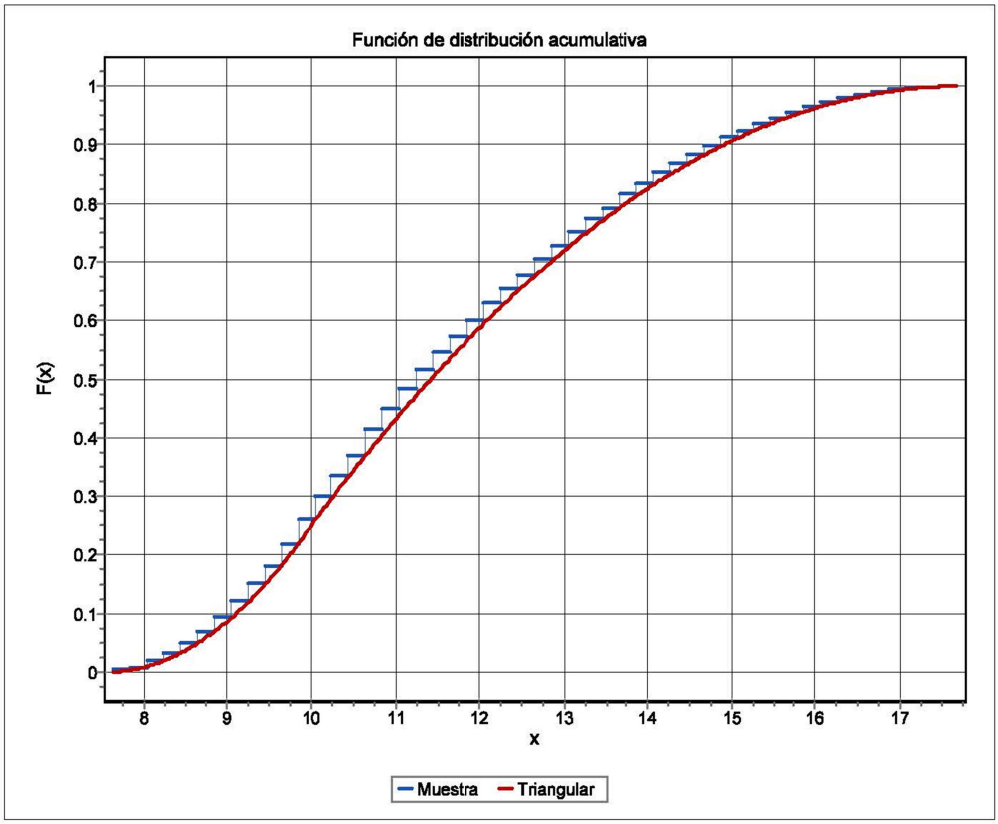


Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 08

M. DE MONTECARLO (FONDO DE BRECHA) ANÁLISIS ESTADISTICO RESULTADOS (Hw=10.00 m.) AJUSTE DE LA FUNCIÓN DE DISTRIBUCIÓN. FUNCIÓN DE DENSIDAD Y FUNCIÓN DE DISTRIBUCIÓN ACUMULATIVA

En el eje de abcisas se representa la variabilidad de la cota del fondo de brecha, considerando la cota +10.00 la solera interior de la balsa.

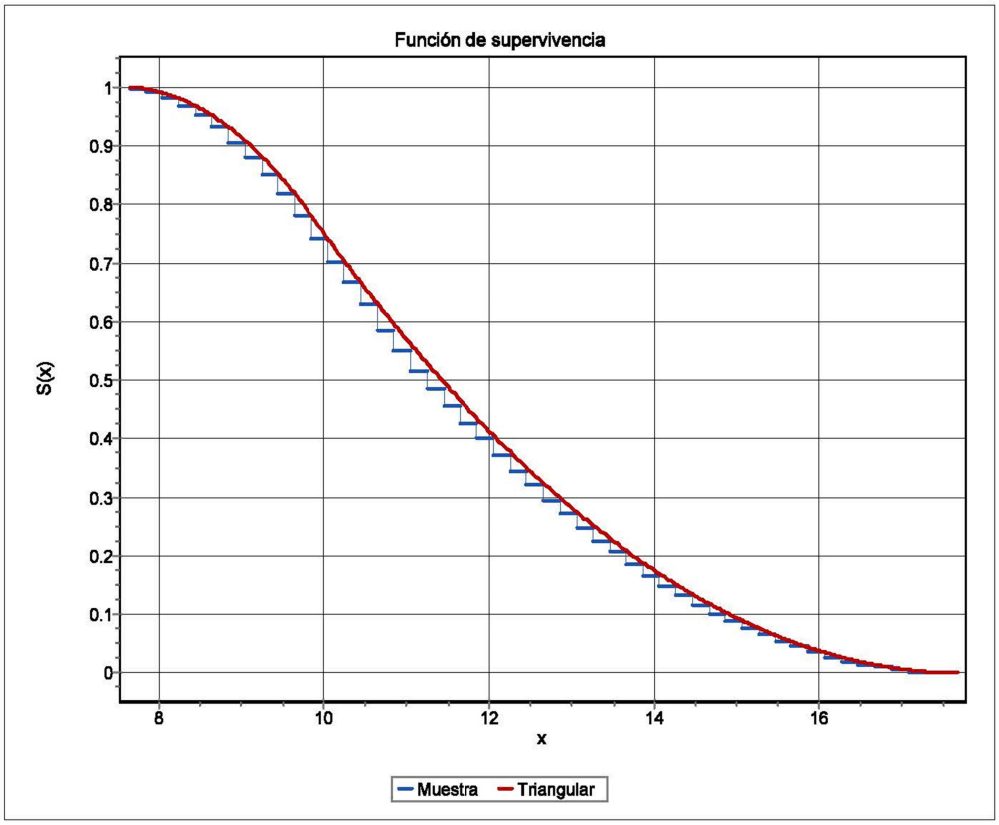


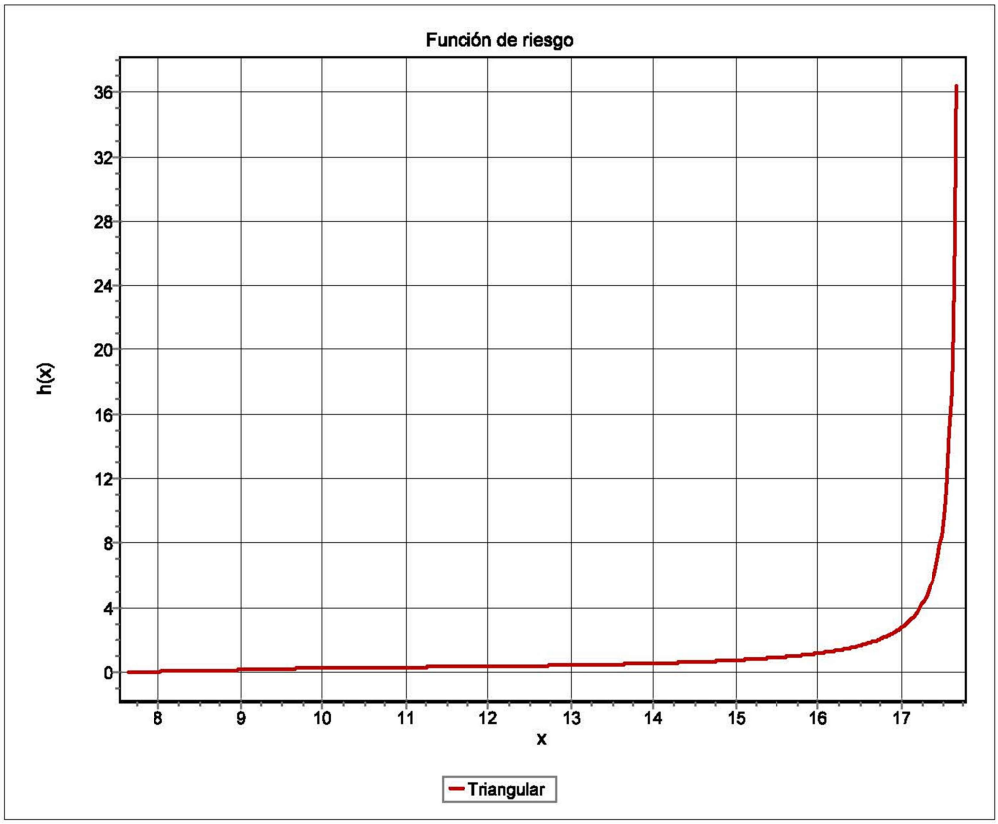


Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 08

M. DE MONTECARLO (FONDO DE BRECHA) ANÁLISIS ESTADISTICO RESULTADOS (Hw=10.00 m.) AJUSTE DE LA FUNCIÓN DE DISTRIBUCIÓN. FUNCIÓN DE SUPERVIVENCIA Y FUNCIÓN DE RIESGO

En el eje de abcisas se representa la variabilidad de la cota del fondo de brecha, considerando la cota +10.00 la solera interior de la balsa.

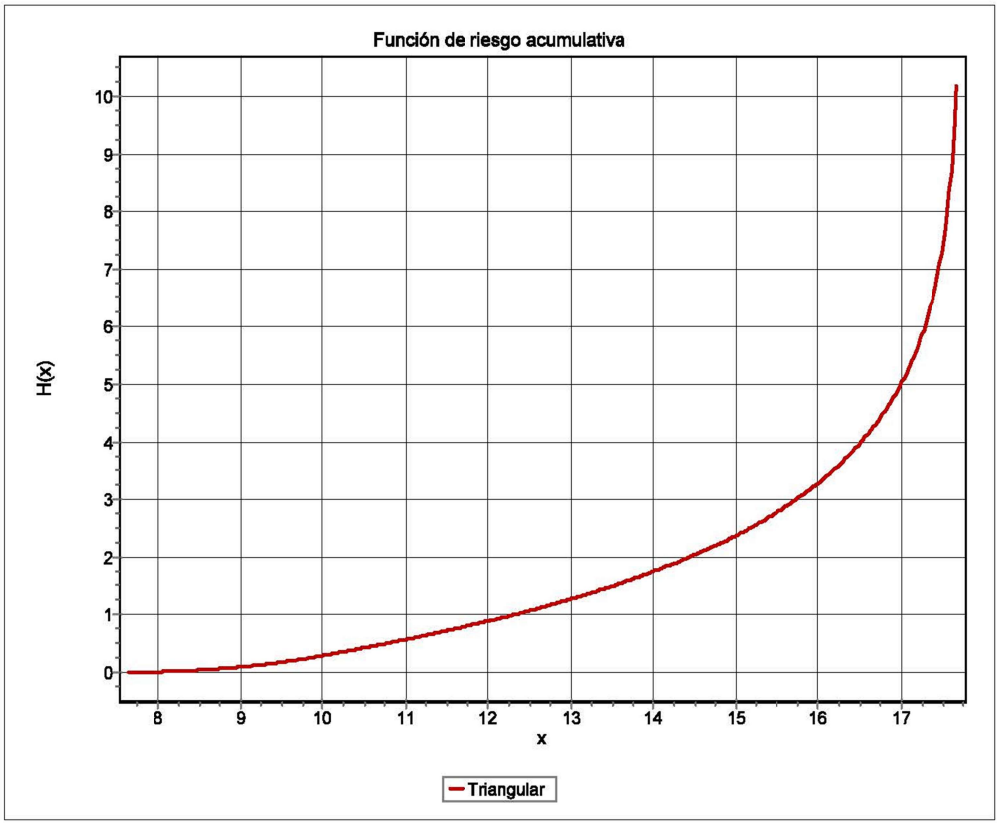


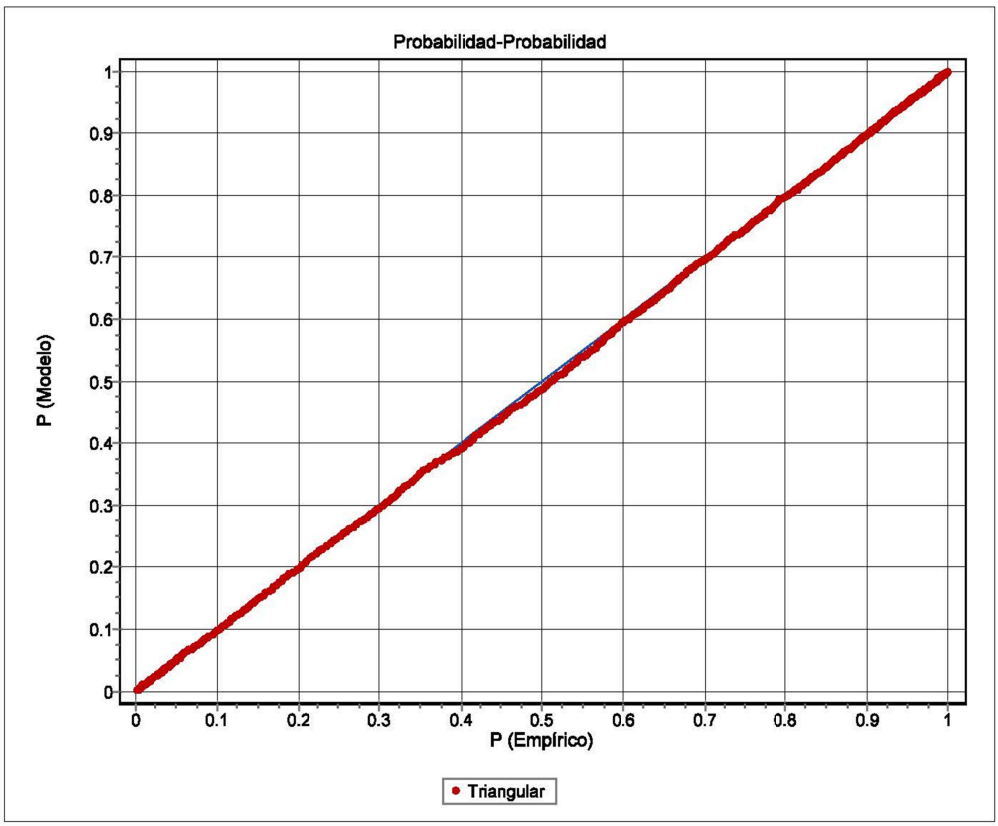


Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 08

M. DE MONTECARLO (FONDO DE BRECHA) ANÁLISIS ESTADISTICO RESULTADOS (Hw=10.00 m.) AJUSTE DE LA FUNCIÓN DE DISTRIBUCIÓN. FUNCIÓN DE RIESGO ACUMULATIVA Y GRÁFICO P-P

En el eje de abcisas se representa la variabilidad de la cota del fondo de brecha, considerando la cota +10.00 la solera interior de la balsa.

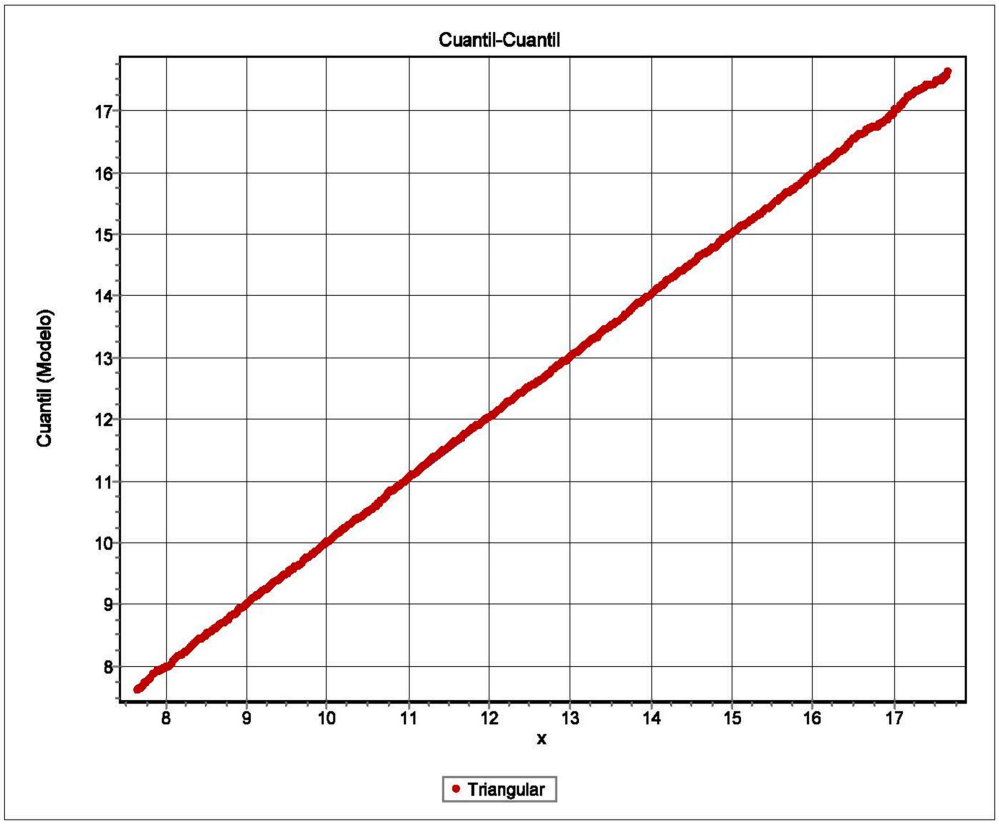


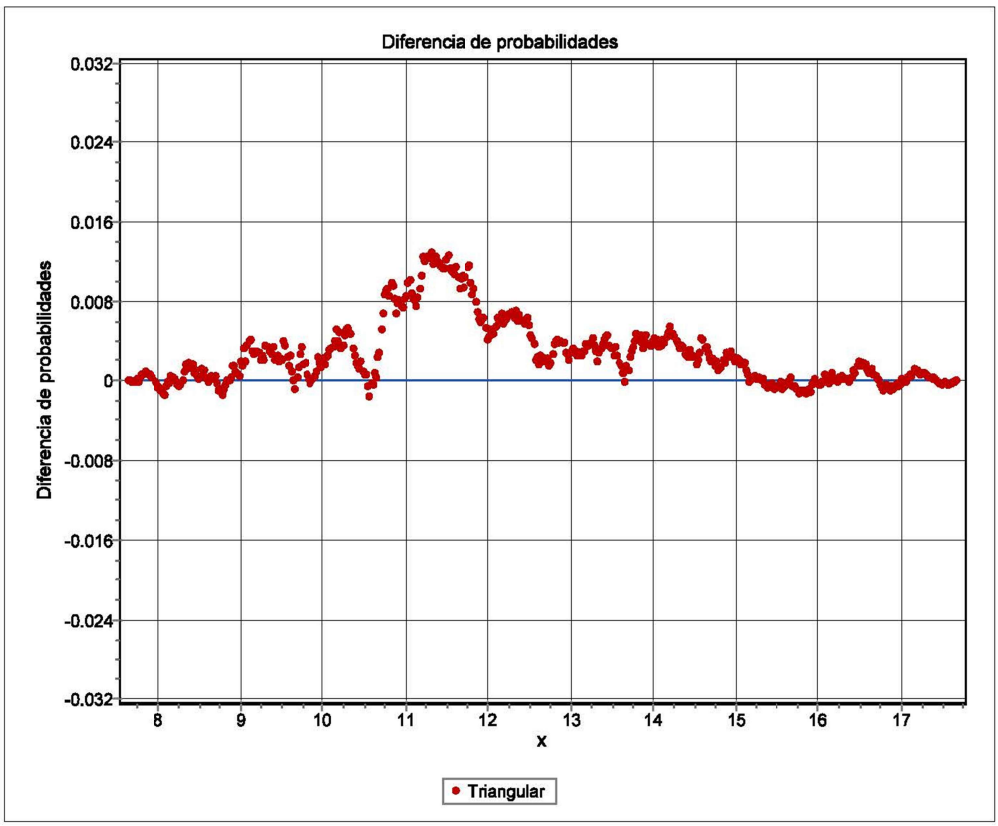


Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 08

M. DE MONTECARLO (FONDO DE BRECHA) ANÁLISIS ESTADISTICO RESULTADOS (Hw=10.00 m.) AJUSTE DE LA FUNCIÓN DE DISTRIBUCIÓN. GRÁFICO Q-Q Y DIFERENCIA DE PROBABILIDADES

En el eje de abcisas se representa la variabilidad de la cota del fondo de brecha, considerando la cota +10.00 la solera interior de la balsa.



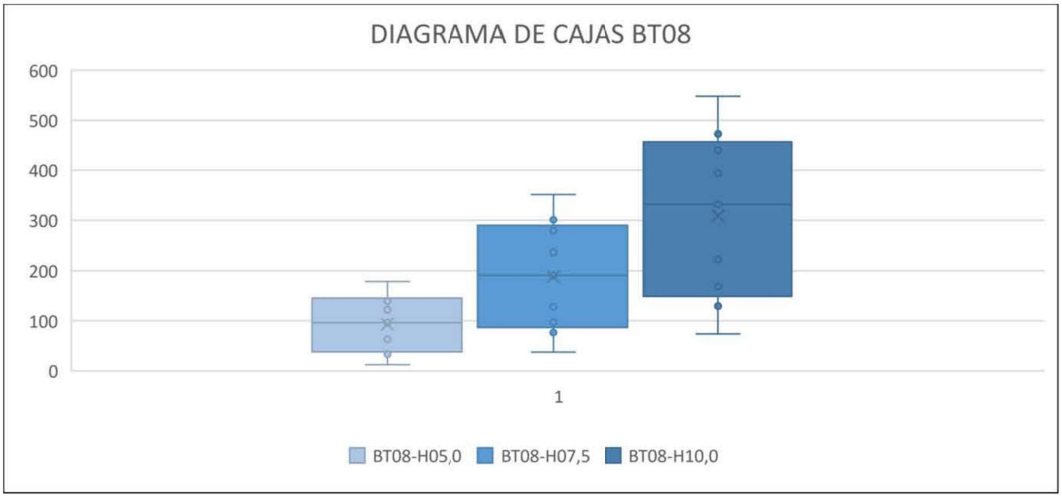


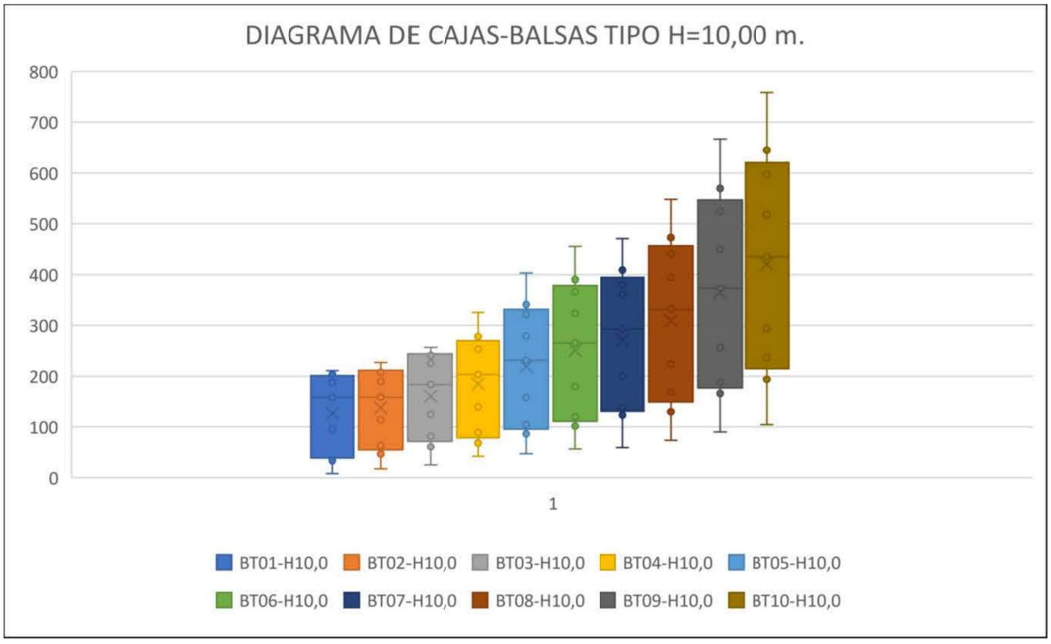
Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 08

M. DE MONTECARLO (CAUDAL MÁXIMO) ANÁLISIS ESTADISTICO RESULTADOS (Hw=10.00 m.) ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA. DIAGRAMAS DE CAJAS

CAUDALES MÁXIMOS (M. MONTECARLO) Estadística descriptiva					Parámetros Ajuste	
BALSA	BT08					
ALTURA Hw (m)	10,00					
AJUSTE	JOHNSON SB					
Estadística	**Valor**	**Percentil %**	**Valor**	**Obs**		
Tamaño de la muestra	5000	1	73,7	Min		
Rango	474,46	5	129,8			
Media	312,3	10	168,6			
Varianza	11158	25	223,1	Q1		
Desviación estándar	105,63	50	331,7	Mediana		
Coef, de variación	0,33824	75	394,2	Q3		
Error estándar	1,4939	90	440,6			
Asimetría	-0,19175	95	472,8			
Curtosis	-0,92374	99	548,1	Max	I.C.$\bar{X}$ (95%)	2,928

γ	-0,23483
δ	0,86751
λ	463,41
ξ	55,939

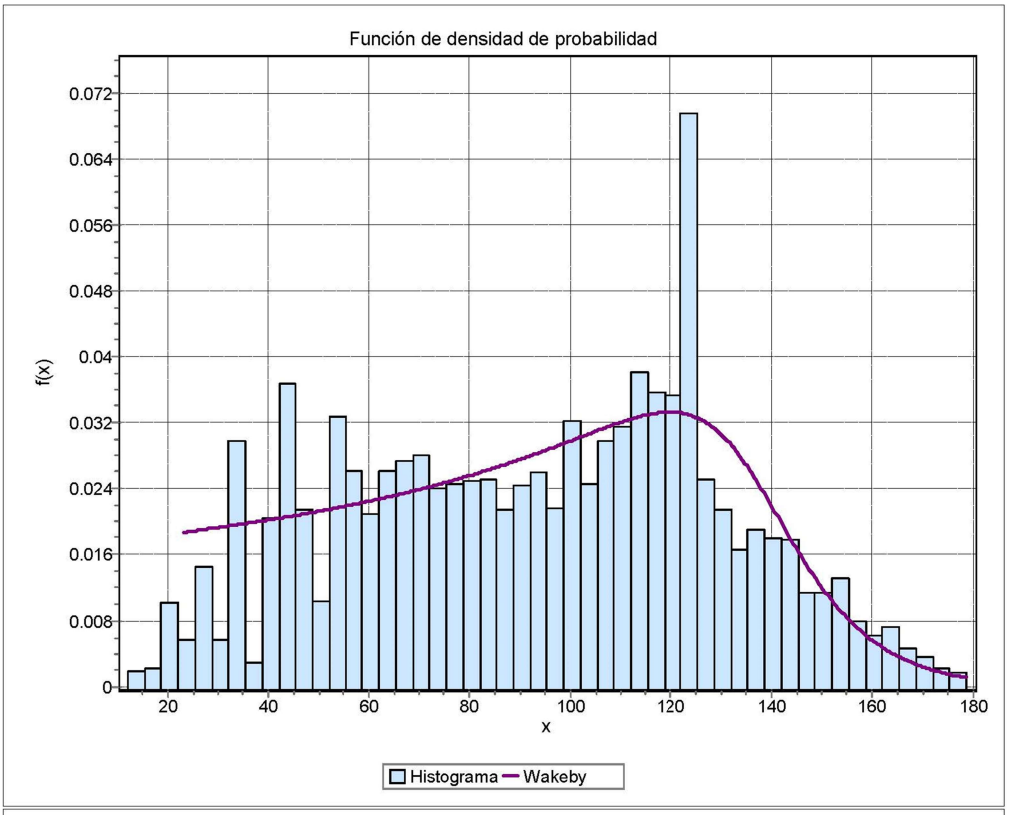


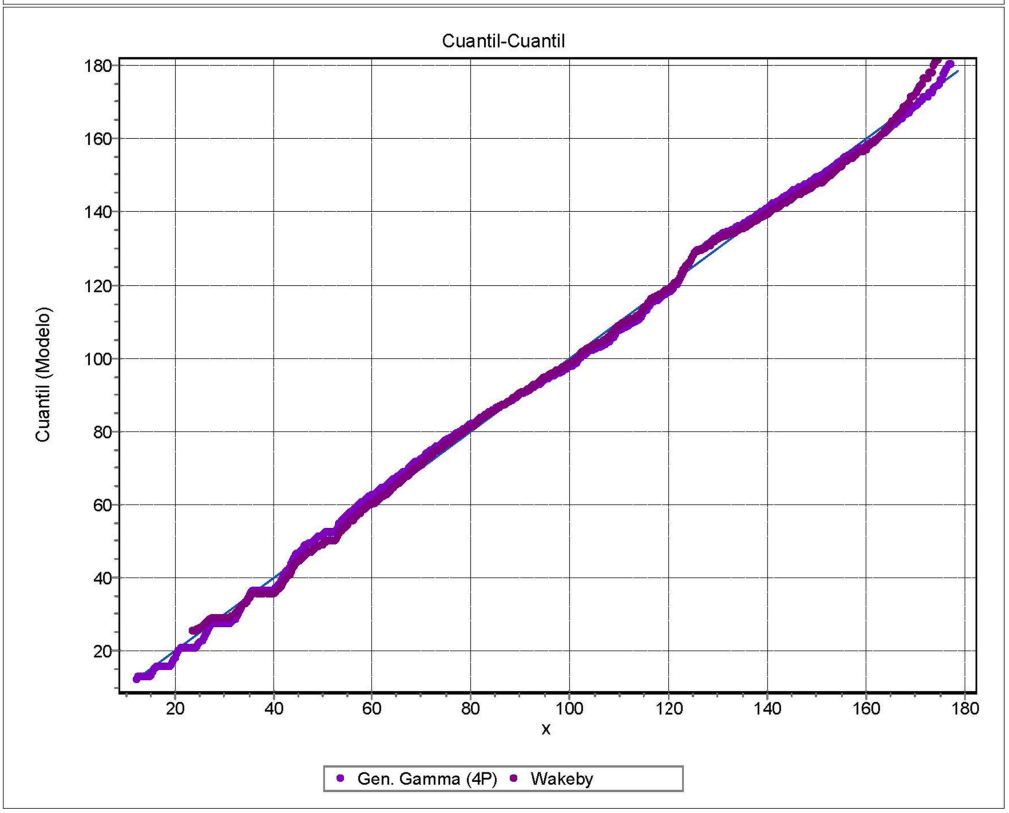


Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 08

M. DE MONTECARLO (CAUDAL MÁXIMO) ANÁLISIS ESTADISTICO RESULTADOS (Hw=10.00 m.) AJUSTE DE LA FUNCIÓN DE DISTRIBUCIÓN. FUNCIÓN DE DENSIDAD Y GRÁFICO Q-Q

En el eje de abscisas se representa la variabilidad de los caudales máximos simulados, a partir del fondo de brecha, y considerando la evolución de su crecimiento atendiendo a la geometría de F08.

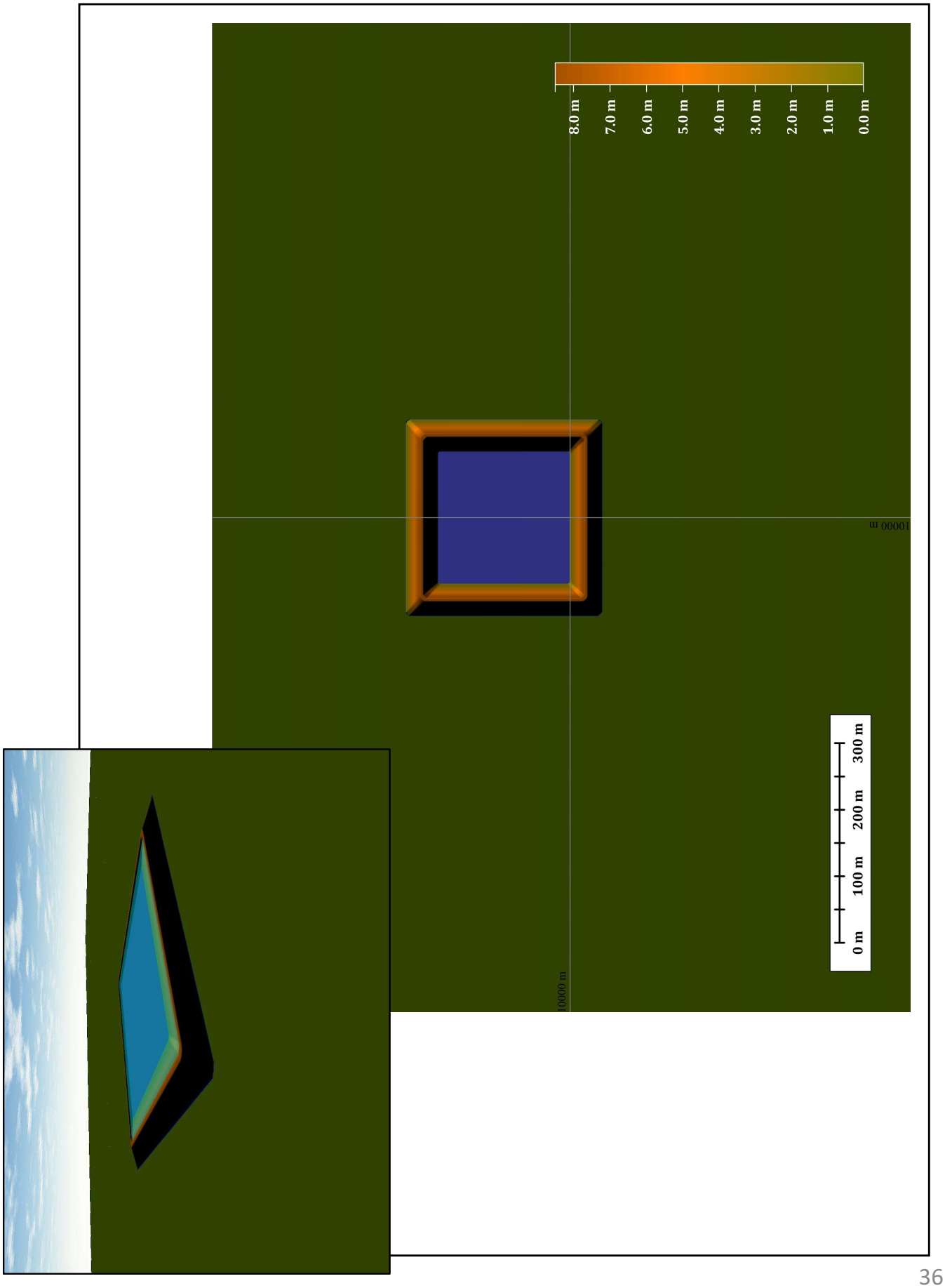




Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 08

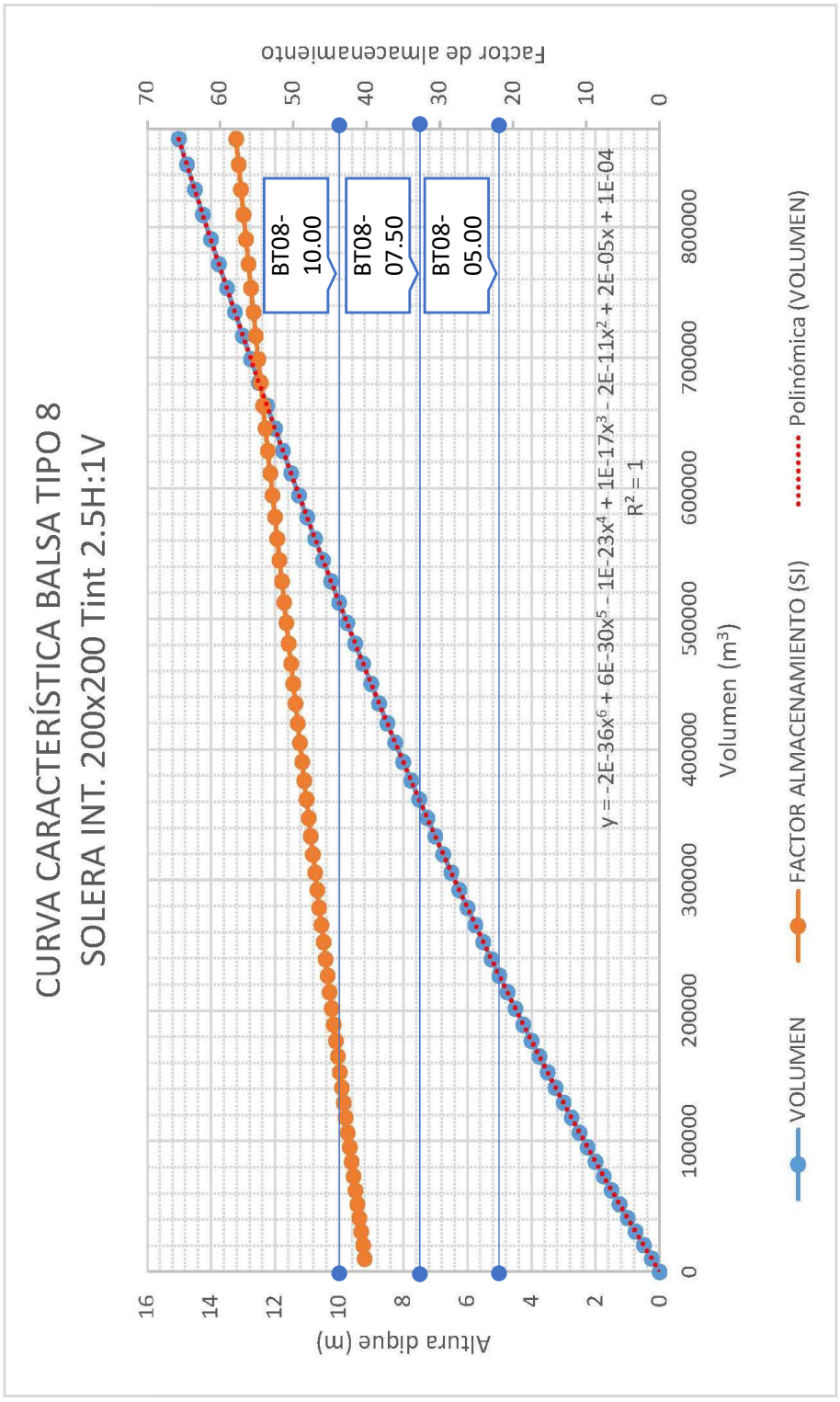
GEOMETRÍA

- ALTURA LÁMINA Hw= 07.5 m.
- RESGUARDO = 1.0 m.
- ANCHO CORONACIÓN= 05.0 m



Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 08

CURVA CARACTERÍSTICA vs FACTOR DE ALMACENAMIENTO



Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 08

ESTIMACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE BRECHA. H=07,50 m. ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE FÓRMULAS EMPÍRICAS

ESTIMACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE BRECHA

PROYECTO:				**BALSAS TIPO**							
SECTOR:				**8**							
ALTURA				**7,5**							
CARACTERÍSTICA*			MÉTODO	FROEHLICH 95a		FROEHLICH 08		GUÍA TÉCNICA	MACDONALD & LANGRIDGE-MONOPOLIS 84	VTG	
MODO DE FALLO (S=SIFONAMIENTO;D=DESBORDAMIENTO)			Mf	S	D	S	D	S	S	S	
CARGA DE AGUA MOVILIZABLE		Hw	m	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	
VOLUMEN ALMACENADO EN Hw EN EL COLAPSO		Vw	m3	361523,4	361523,4	361523,4	361523,4	361523,4	361523,4	361523,4	
SUPERFICIE OCUPADA EN Hw		As	m2	56406,3	56406,3	56406,3	56406,3	56406,3	56406,3	56406,3	
RESGUARDO		r	m	1	1	1	1	1	1	1	
ALTURA DE BRECHA COMPLETA		Hb	m	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5	
FACTOR CORRECTOR POR MODO DE FALLO		Ko	-	1	1,4	1	1,3				
TALUD DE LA BRECHA		Zb	Z(H):1(V)	0,9	1,4	0,7	1	1	0,5	1	
**	TALUD DEL DIQUE AGUAS ARRIBA	Z_1	Z(H):1(V)						2,5		
	TALUD DEL DIQUE AGUAS ABAJO	Z_2	Z(H):1(V)						2,5		
	SUMA DE TALUDES DEL DIQUE	Z_3	Z_1+Z_2						5		
	ANCHO CORONACIÓN DEL DIQUE	C	m						5		
	VOLUMEN EROSIONABLE DEL DIQUE	Ve	m3						2310,8		
TIPOLOGIA DEL DIQUE		Td		Pequeña Presa Clasificable		Pequeña Presa Clasificable		Pequeña Presa Clasificable	Pequeña Presa Clasificable	Pequeña Presa Clasificable	
COTA SOLERA BRECHA		Cs	m	10	10	10	10	10	10	10	
COTA CORONACIÓN		Cc	m	18,5	18,5	18,5	18,5	18,5	18,5	18,5	
ESTIMACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE LA BRECHA											
***	ANCHO MEDIO		Bavg	m	16,3	22,8	17,67	23,0	26,5	11,5	24,85
	ANCHO EN SOLERA		Bb	m	8,6	10,9	11,7	14,5	18,0	7,3	16,4
	ANCHO EN CORONACIÓN		Bc	m			23,62	31,47	34,98	15,75	33,35
	TIEMPO DE FORMACIÓN		Tf	h	0,3	0,3	0,40	0,4	0,340	0,300	0,113
	FACTOR DE ALMACENAMIENTO		Sl	-	48,2	48,2	48,2	48,2	48,2	48,2	48,2
ESTIMACIÓN DEL CAUDAL PUNTA FROEHLIC 95b											
CAUDAL MÁXIMO PREVISTO			Qp	m3/s	322,04	322,04	322,04	322,04	322,04	322,04	322,04

Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 08

ESTIMACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE BRECHA.
H=07,50 m.
ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE FÓRMULAS EMPÍRICAS. VALIDACIÓN DE RESULTADOS

ESTIMACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE BRECHA

PROYECTO:	
SECTOR:	BALSAS TIPO 8
ALTURA	7,5

ANÁLISIS Y VALIDACIÓN DE RESULTADOS

Dada la importancia del tiempo de formación de la brecha en la generación del pico del hidrograma, es relevante poder validar los resultados. Para ello utilizaremos un estimador de la progresión de la erosión. Se considera adecuado aquel que define un desarrollo lineal, por lo que se utilizará la razón de erosión (ER) definida por la relación entre el ancho medio de brecha y el tiempo de formación. Diversos autores han indicado los intervalos de fiabilidad relacionando dicho parámetro con la altura de agua movilizable, (Hw), quedando estos entre 1.6 y 2.1. Por otro lado, el agua almacenada puede condicionar el desarrollo completo de la brecha, por lo que se apunta como indicador de la validez de los resultados, la relación entre el ancho medio respecto de la altura de brecha (Bavg/Hb). En este caso si el indicador ofrece un valor inferior a 0.6, no se puede afirmar que se complete la brecha, quedando como apertura una geometría cuadrangular de ancho D.

COMPROBACIÓN DEL DESARROLLO DE BRECHA (completa vs parcial)	(Bavg/Hb)	1,91	2,68	2,08	2,70	3,12	1,35	2,92
Se considera desarrollada si (Bavg/Hb)>0.60								
	(Bavg/Tf)	49,78	69,69	44,55	57,91	77,99	38,33	33,35
RAZÓN DE EROSIÓN (ER)								
COMPROBACIÓN DEL PROGRESO DE LA BRECHA (lineal vs no lineal)	(ER/Hw)	6,64	9,29	5,94	7,72	10,40	5,11	4,45
Se puede considerar razonable la ratio de erosión si 1.6<(ER/Hw)<2.1								
COMPROBACIÓN BOWLES T de formación (h)	T=2*Vw/Qp	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62
Si tiempo de formación de brecha es menor que la comprobación de Bowles se adopta								
RAZÓN DE TIEMPOS (Tbowles/Tf)		1,91	1,91	1,57	1,57	1,84	2,08	5,54

* *DIQUE DE CIERRE DE MATERIALES SUELTOS HOMOGÉNEO, ASUMIENDO MÁXIMO ALMACENAMIENTO EN LA FASE DE COLAPSO*

** *A utilizar en el método de MACDONALD & LANGRIDGE-MONOPOLIS 84 (MLM84)*

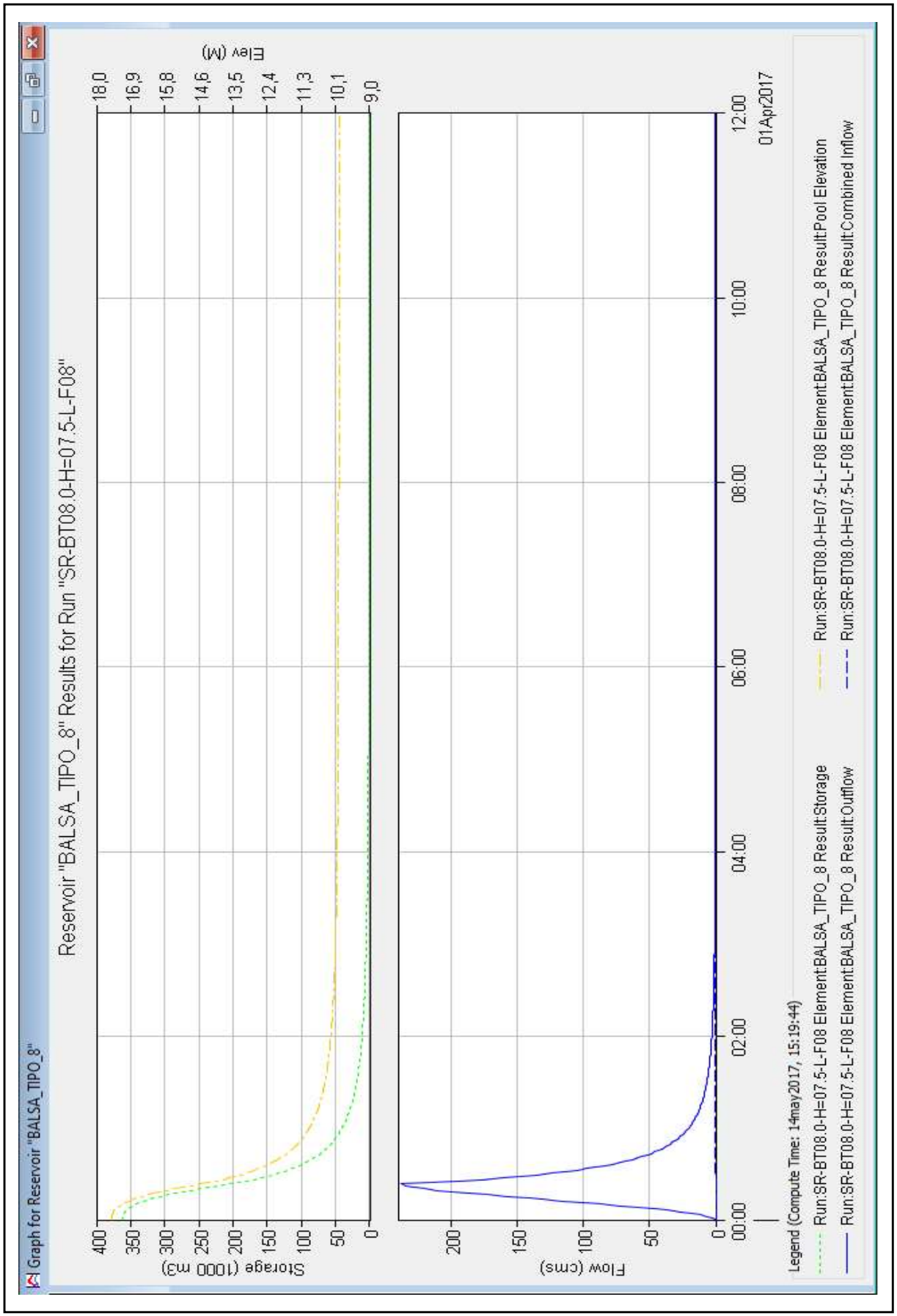
*** *Wb en el método de MACDONALD & LANGRIDGE-MONOPOLIS 84 (MLM84)*

ESQUEMAS

Fuente: GUIDELINES FOR DAM BREACH ANALYSIS, STATE OF COLORADO-DEPARTMENT OF NATURAL RESOURCES-DIVISION OF WATER RESOURCES, 10/02/2010

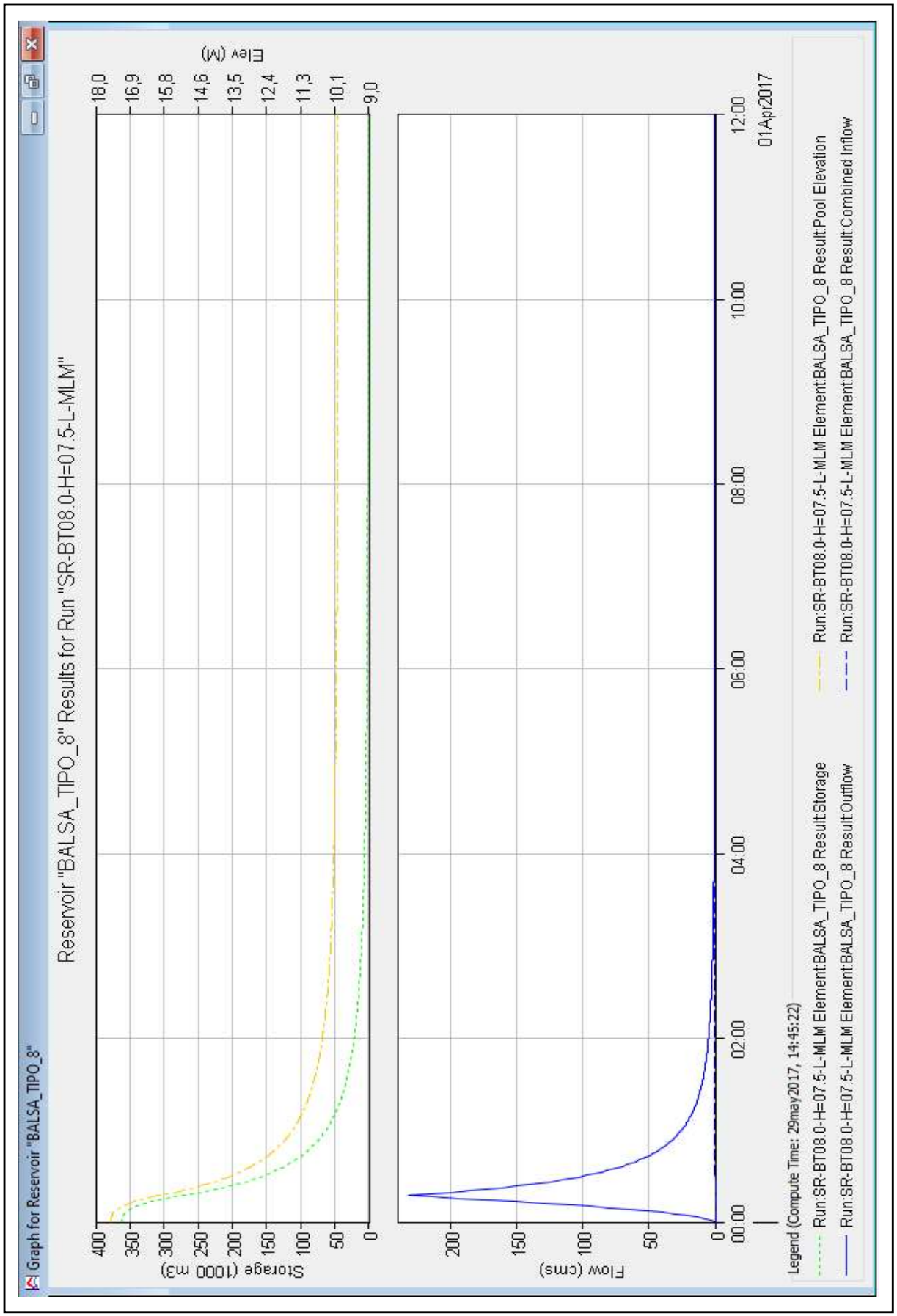
Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 08

HIDROGRAMA DE VERTIDO Y CURVA DE VACIADO PARA H=7.50 m. ESCENARIO (NMN-SOLERA) APLICACIÓN FÓRMULA F08



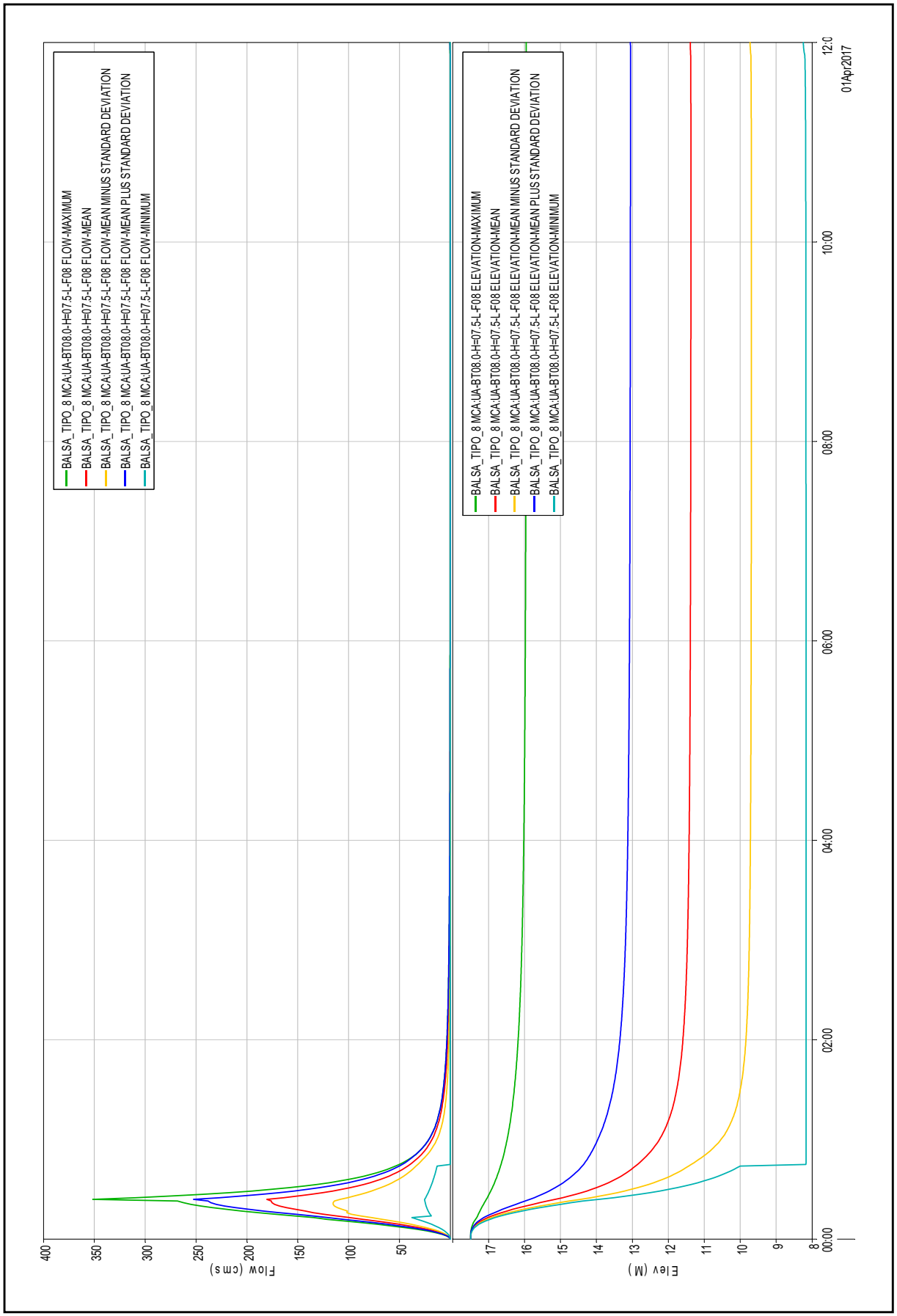
Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 08

HIDROGRAMA DE VERTIDO Y CURVA DE VACIADO PARA H=7.50 m. ESCENARIO (NMN-SOLERA) APLICACIÓN FÓRMULA MLM84



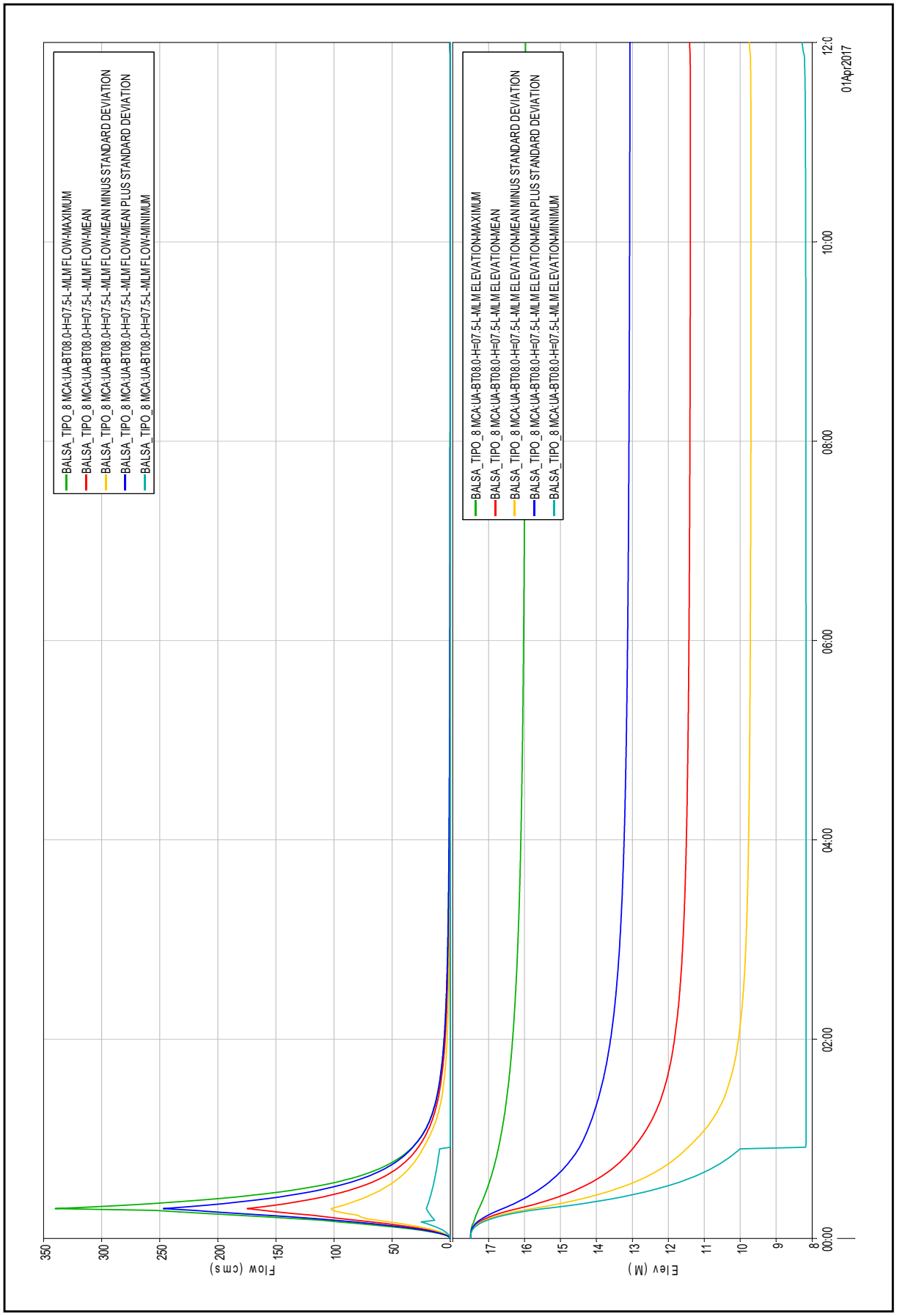
Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 08

APLICACIÓN DEL MÉTODO DE MONTECARLO EN LA CALIBRACIÓN DEL FONDO DE BRECHA (5.000 SIMULACIONES) HIDROGRAMAS DE VERTIDO Y VARIACIÓN DEL NIVEL EMBALSADO. (H=07.50 m.) APLICACIÓN FÓRMULA F08



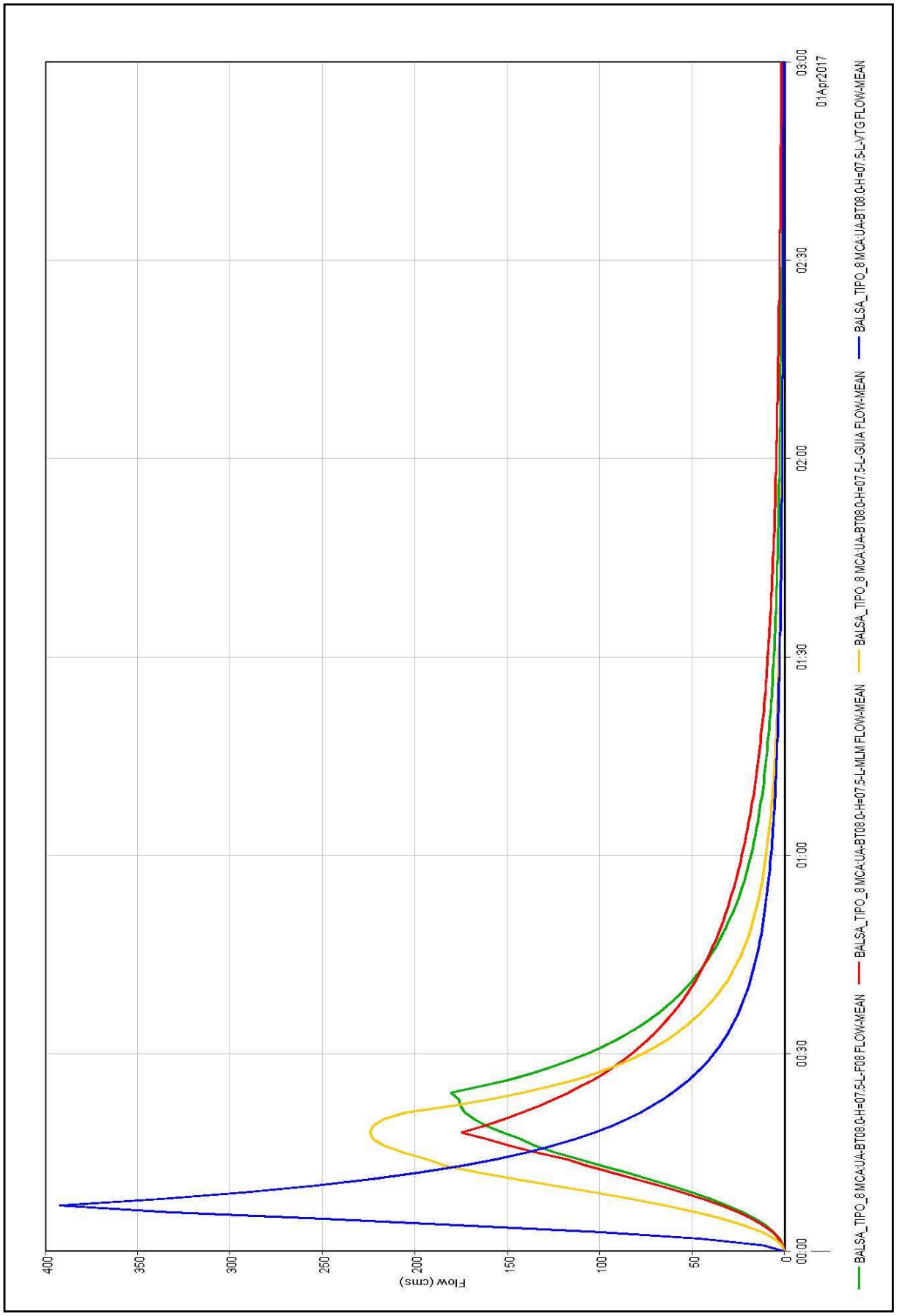
Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 08

APLICACIÓN DEL MÉTODO DE MONTECARLO EN LA CALIBRACIÓN DEL FONDO DE BRECHA (5.000 SIMULACIONES) HIDROGRAMAS DE VERTIDO Y VARIACIÓN DEL NIVEL EMBALSADO. (H=07.50 m.) APLICACIÓN FÓRMULA MLM84



Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 08 (Hw=07.50 m.)

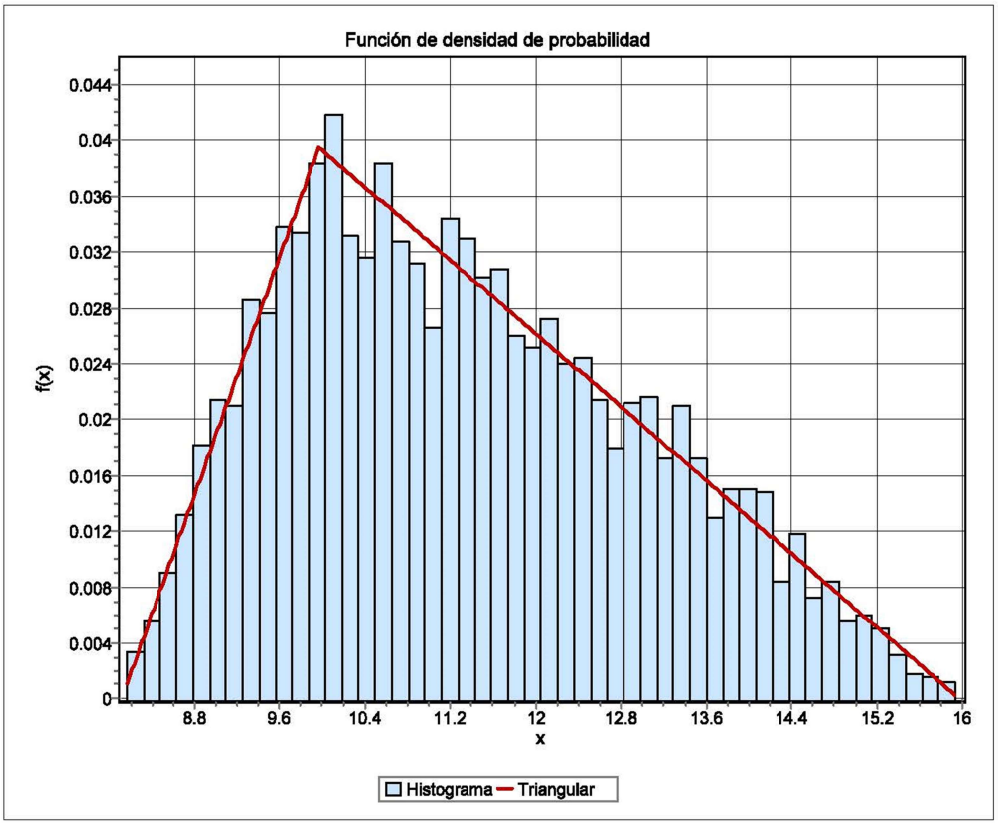
ESTUDIO COMPARATIVO DE LA VARIABILIDAD DEL HIDROGRAMA DE VERTIDO EN FUNCIÓN DE LA CARGA DE AGUA MOVILIZABLE (Hw) APLICACIÓN FÓRMULAS F08-MLM84-GUIA-VTG

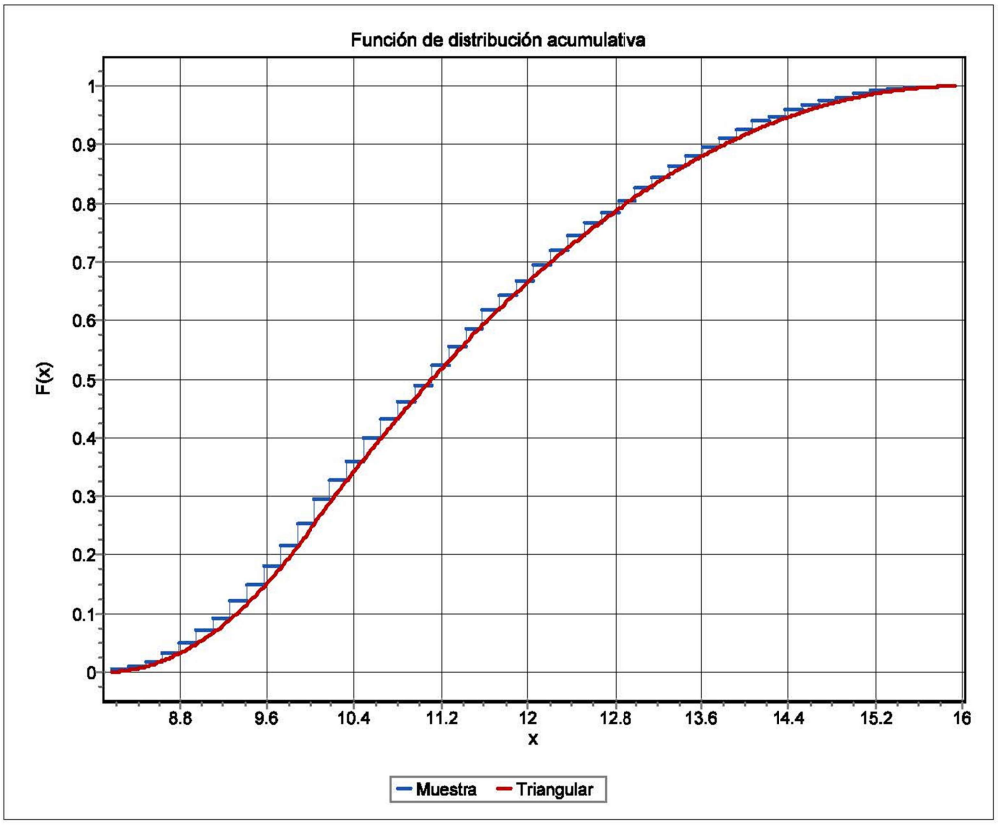


Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 08

M. DE MONTECARLO (FONDO DE BRECHA) ANÁLISIS ESTADISTICO RESULTADOS (Hw=07.50 m.) AJUSTE DE LA FUNCIÓN DE DISTRIBUCIÓN. FUNCIÓN DE DENSIDAD Y FUNCIÓN DE DISTRIBUCIÓN ACUMULATIVA

En el eje de abcisas se representa la variabilidad de la cota del fondo de brecha, considerando la cota +10.00 la solera interior de la balsa.

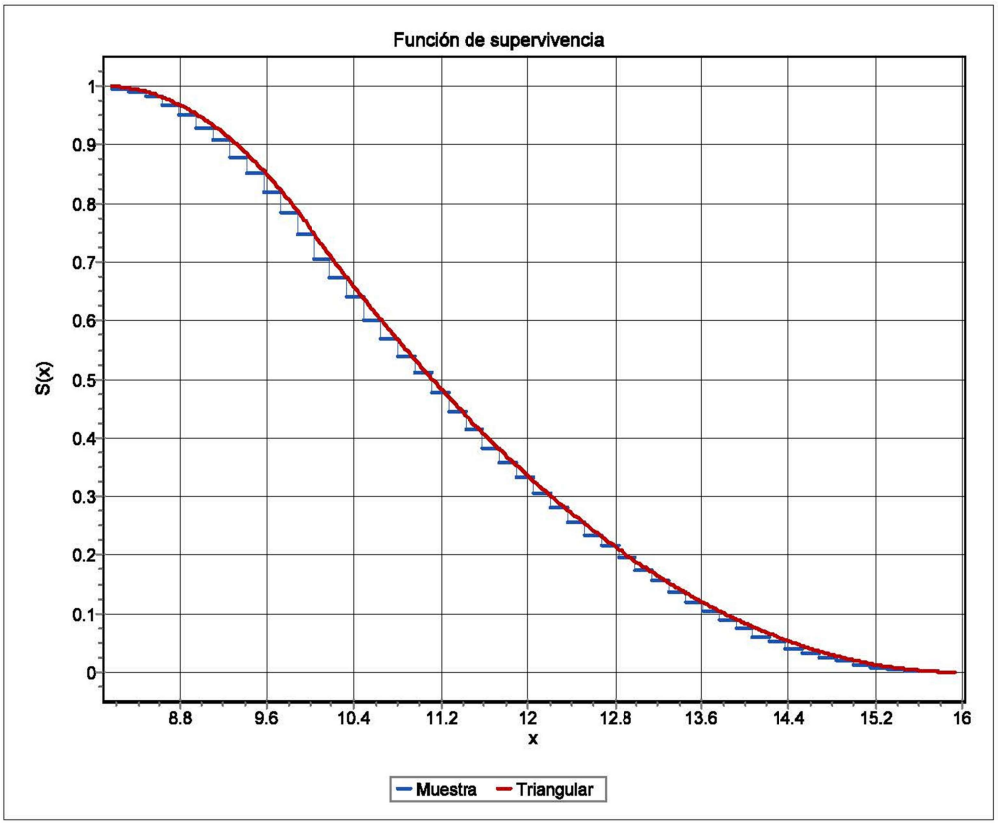


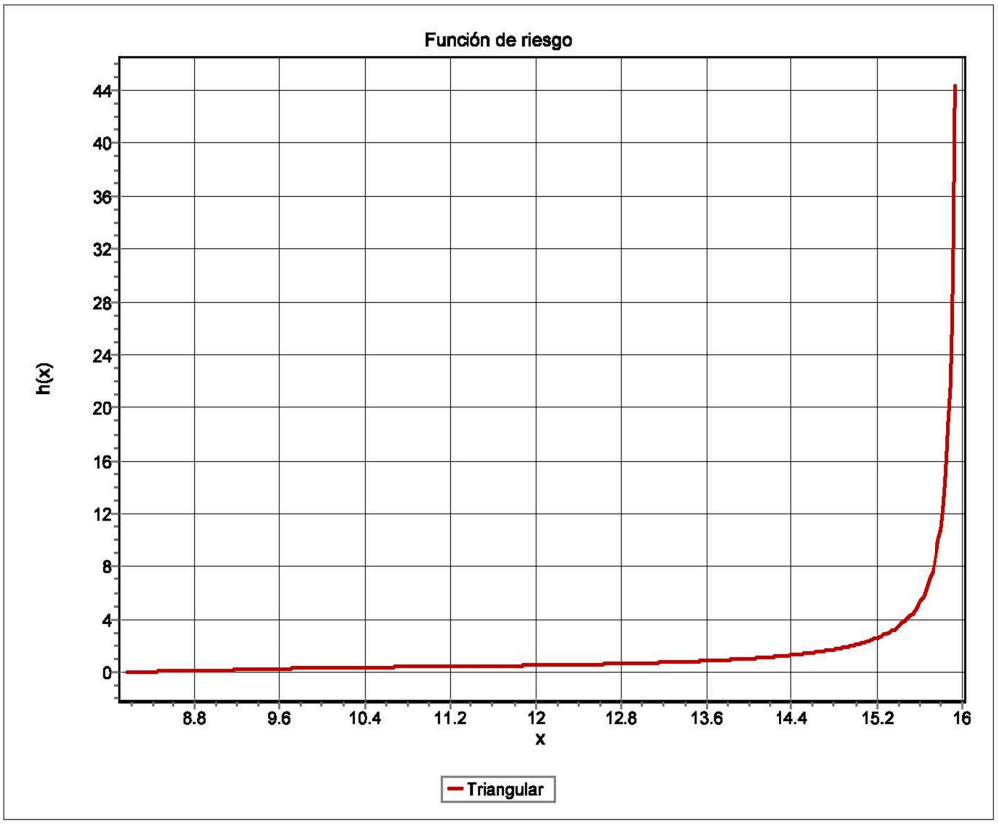


Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 08

M. DE MONTECARLO (FONDO DE BRECHA) ANÁLISIS ESTADISTICO RESULTADOS (Hw=07.50 m.) AJUSTE DE LA FUNCIÓN DE DISTRIBUCIÓN. FUNCIÓN DE SUPERVIVENCIA Y FUNCIÓN DE RIESGO

En el eje de abcisas se representa la variabilidad de la cota del fondo de brecha, considerando la cota +10.00 la solera interior de la balsa.

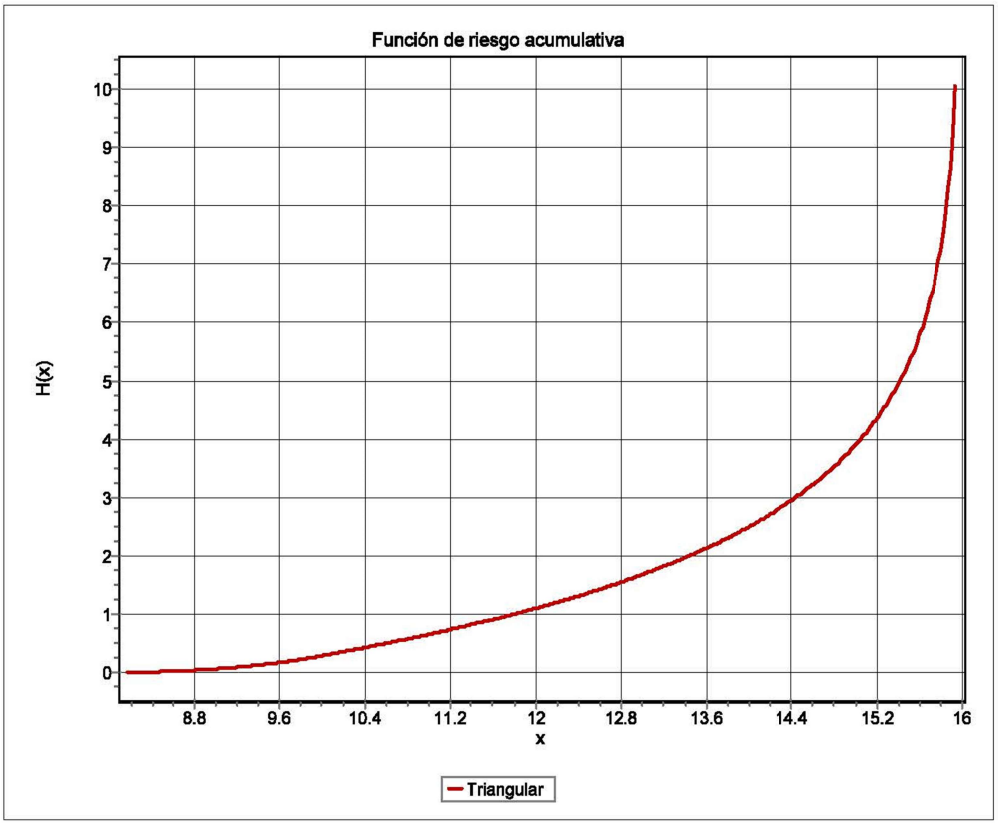


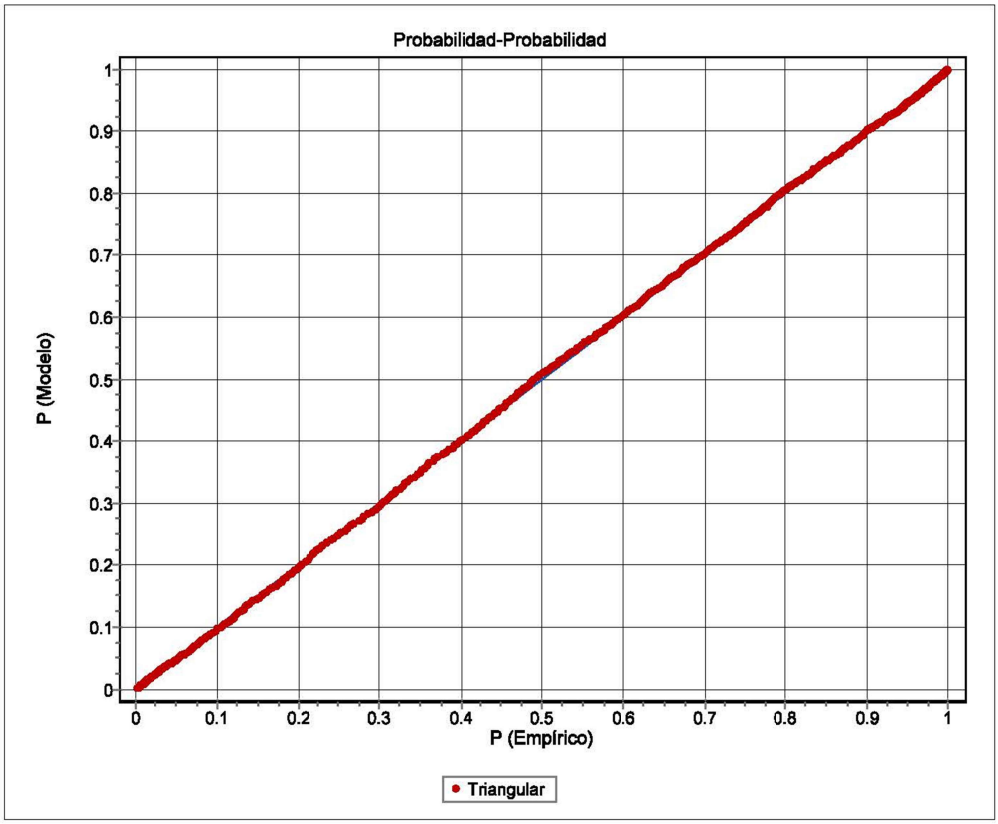


Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 08

M. DE MONTECARLO (FONDO DE BRECHA) ANÁLISIS ESTADISTICO RESULTADOS (Hw=07.50 m.) AJUSTE DE LA FUNCIÓN DE DISTRIBUCIÓN. FUNCIÓN DE RIESGO ACUMULATIVA Y GRÁFICO P-P

En el eje de abcisas se representa la variabilidad de la cota del fondo de brecha, considerando la cota +10.00 la solera interior de la balsa.

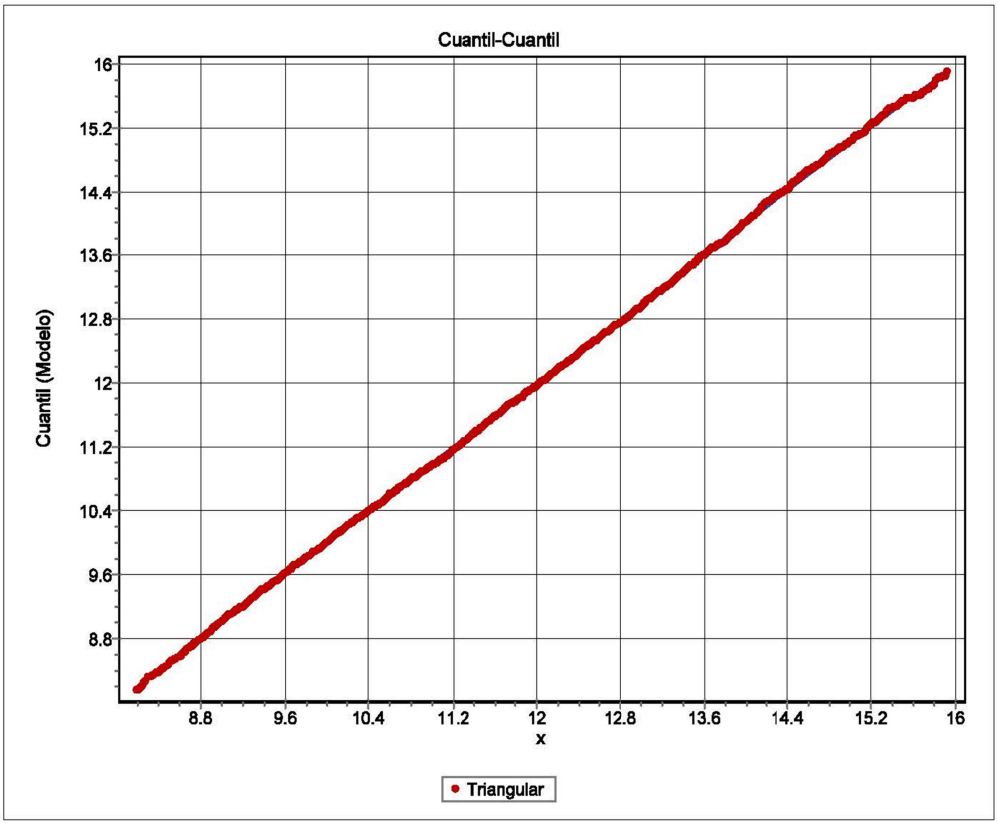


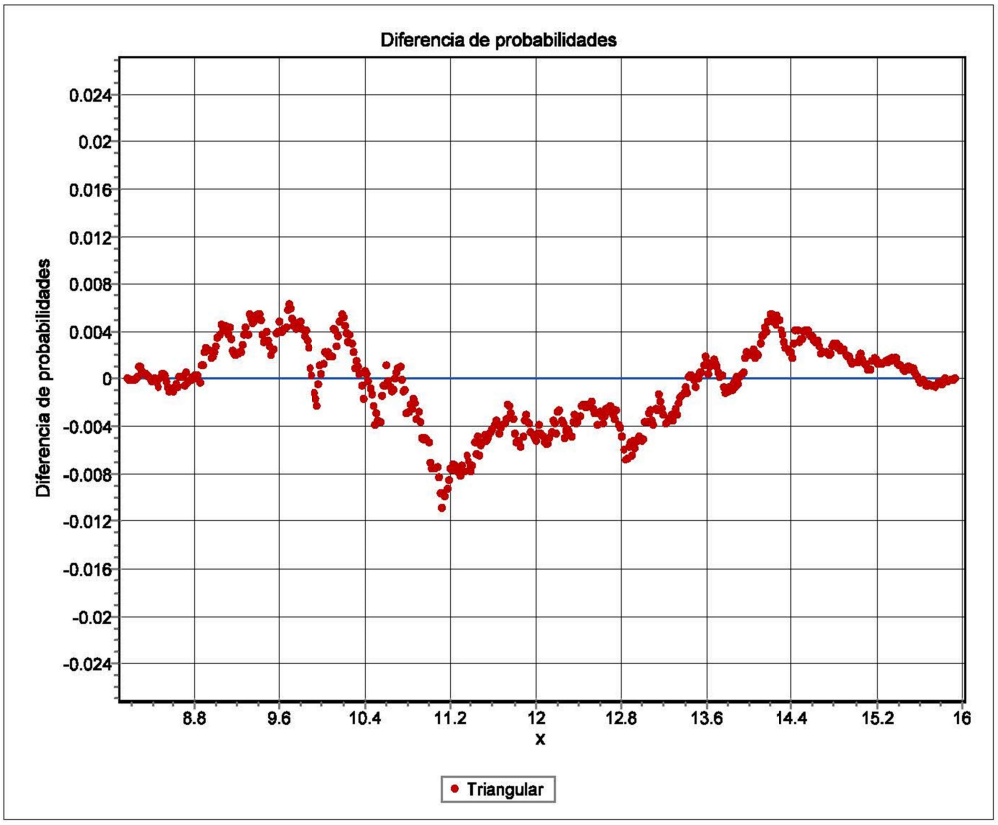


Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 08

M. DE MONTECARLO (FONDO DE BRECHA) ANÁLISIS ESTADISTICO RESULTADOS (Hw=07.50 m.) AJUSTE DE LA FUNCIÓN DE DISTRIBUCIÓN. GRÁFICO Q-Q Y DIFERENCIA DE PROBABILIDADES

En el eje de abcisas se representa la variabilidad de la cota del fondo de brecha, considerando la cota +10.00 la solera interior de la balsa.

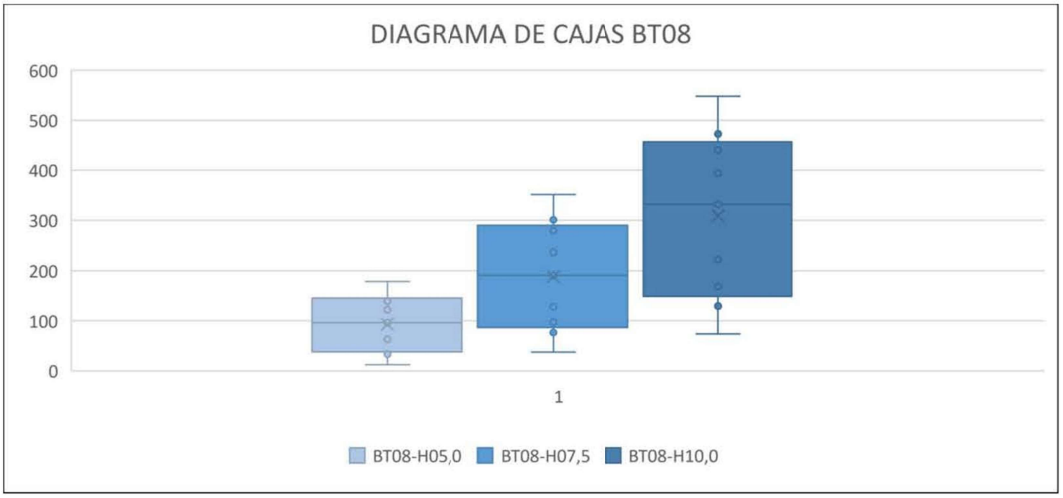


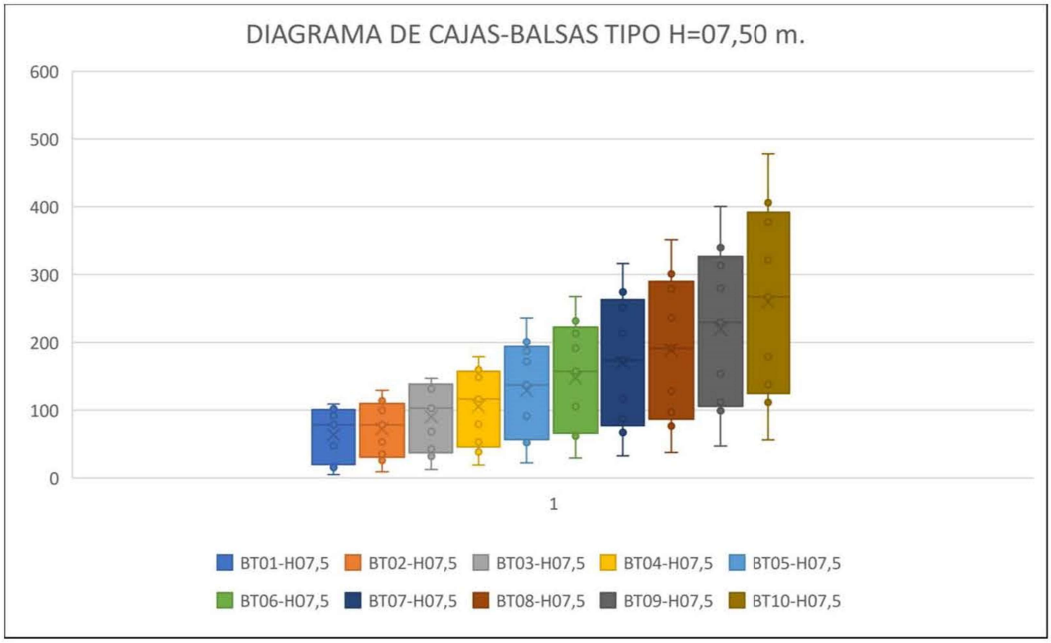


Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 08

M. DE MONTECARLO (CAUDAL MÁXIMO) ANÁLISIS ESTADISTICO RESULTADOS (Hw=07.50 m.) ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA. DIAGRAMAS DE CAJAS

CAUDALES MÁXIMOS (M. MONTECARLO) Estadística descriptiva					Parámetros Ajuste	
BALSA	BT08					
ALTURA Hw (m)	7,50					
AJUSTE	ERROR					
Estadística	**Valor**	**Percentil %**	**Valor**	**Obs**		
Tamaño de la muestra	5000	1	37,7	Min	k 4,6043	
Rango	313,78	5	76,7		σ 69,249	
Media	187,05	10	97,2		μ 187,05	
Varianza	4795,4	25	128,2	Q1		
Desviación estándar	69,249	50	191,1	Mediana		
Coef, de variación	0,37021	75	236,4	Q3		
Error estándar	0,97933	90	279,0			
Asimetría	0,01089	95	301,0			
Curtosis	-0,89095	99	351,5	Max	I.C.$\bar{X}$ (95%)	1,919

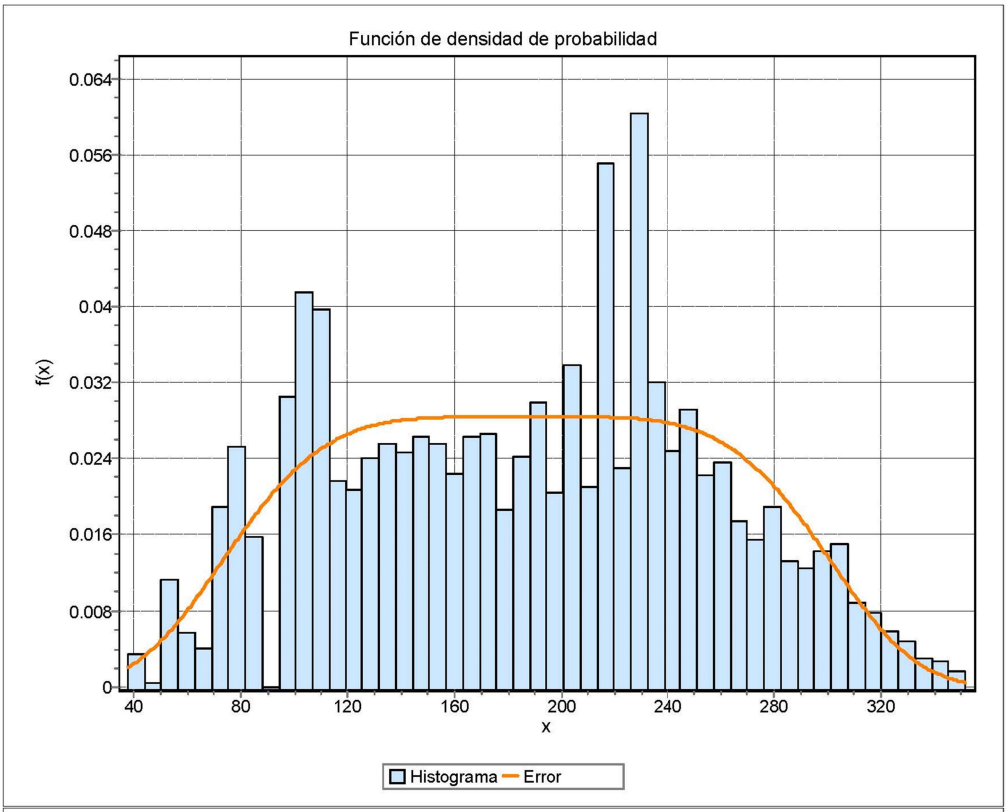


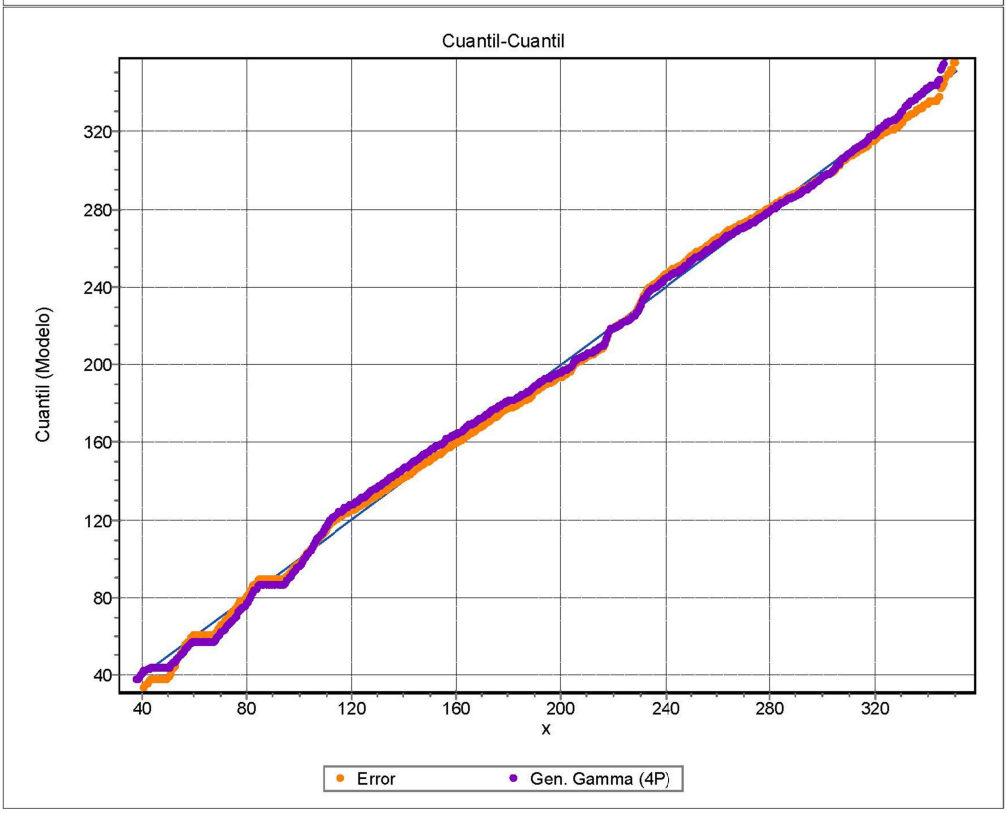


Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 08

M. DE MONTECARLO (CAUDAL MÁXIMO) ANÁLISIS ESTADISTICO RESULTADOS (Hw=07.50 m.) AJUSTE DE LA FUNCIÓN DE DISTRIBUCIÓN. FUNCIÓN DE DENSIDAD Y GRÁFICO Q-Q

En el eje de abscisas se representa la variabilidad de los caudales máximos simulados, a partir del fondo de brecha, y considerando la evolución de su crecimiento atendiendo a la geometría de F08.

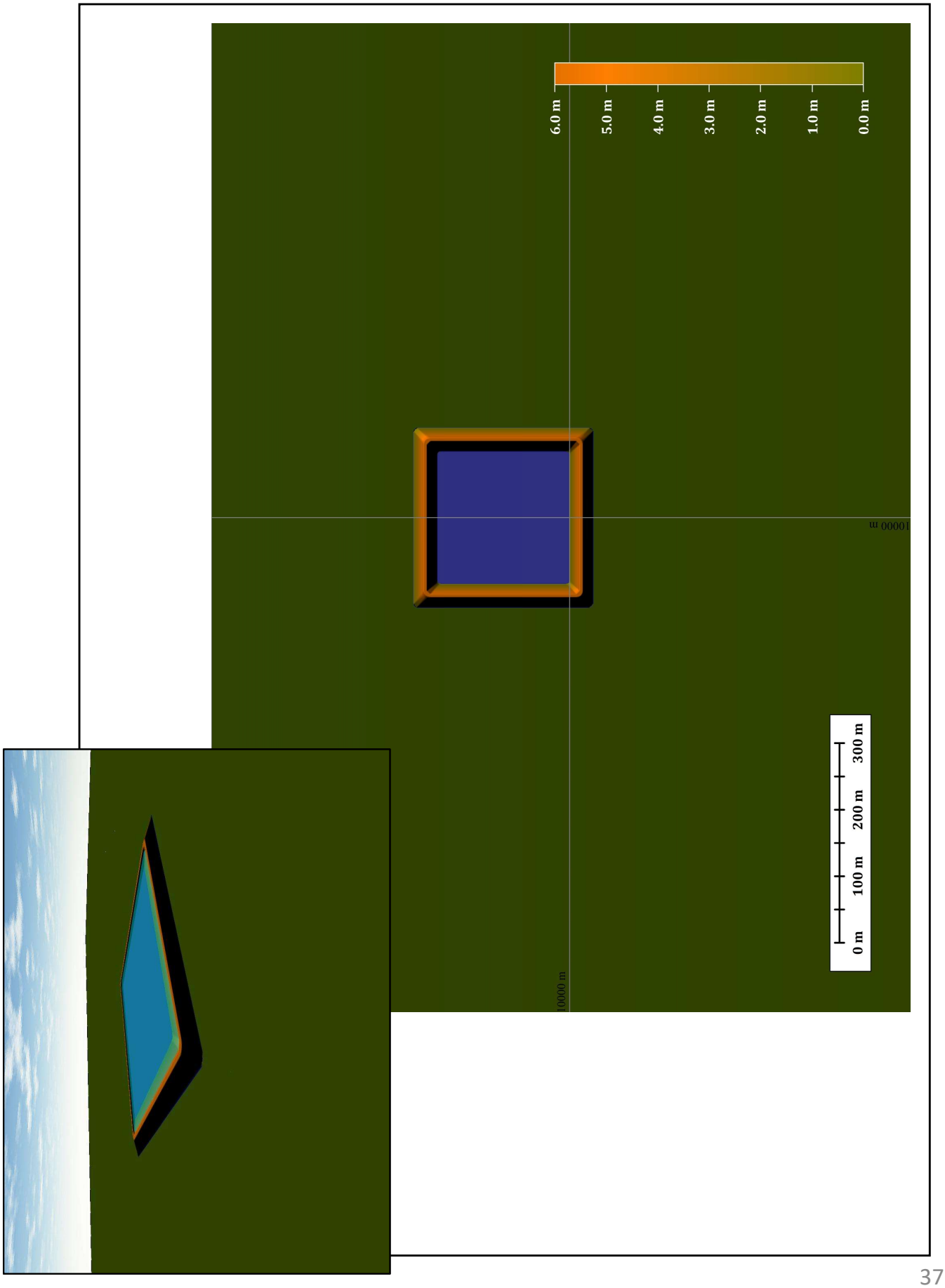




Características de las balsas sintéticas.
BALSA TIPO 08

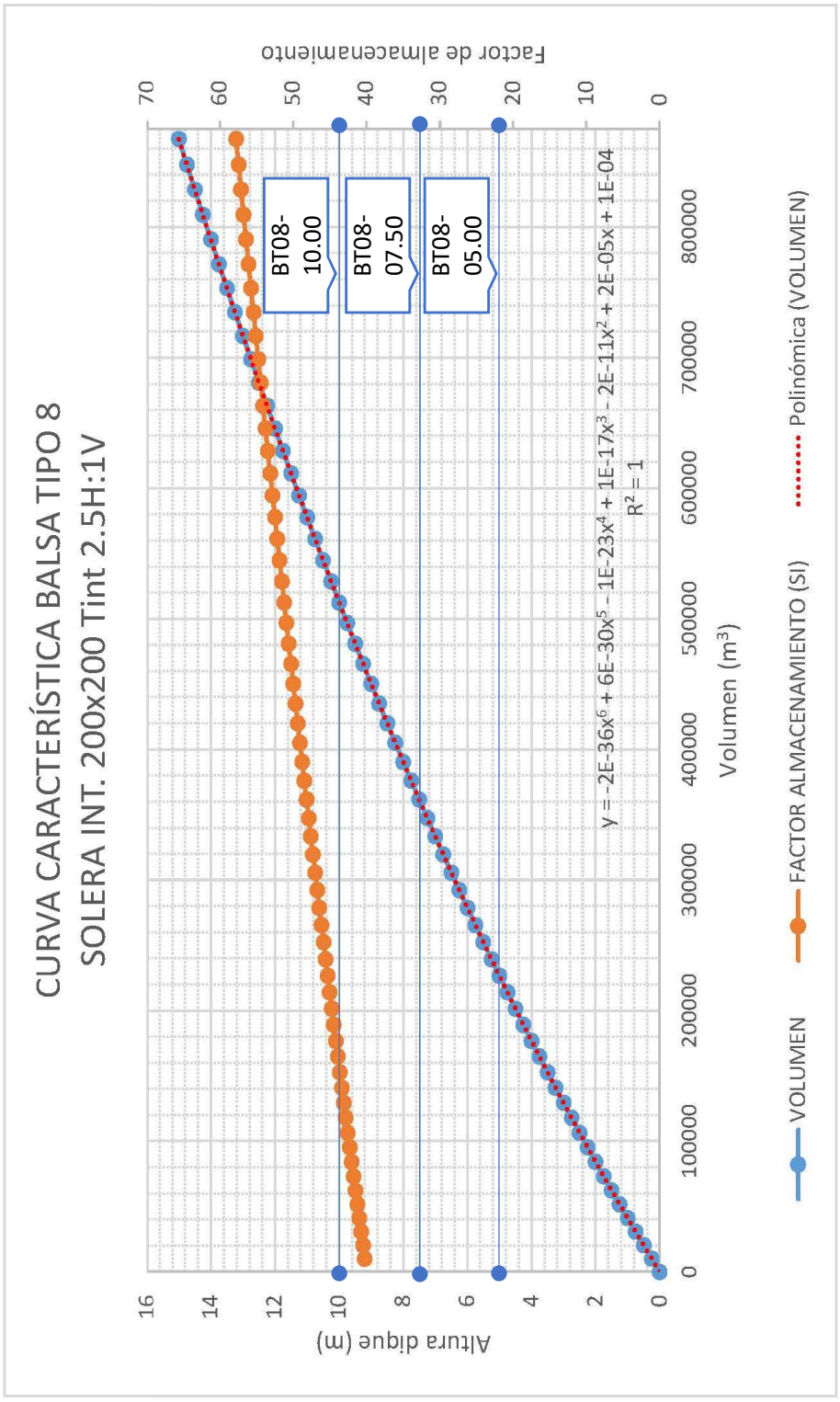
GEOMETRÍA

- ALTURA LÁMINA Hw= 05.0 m.
- RESGUARDO = 1.0 m.
- ANCHO CORONACIÓN= 05.0 m



Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 08

CURVA CARACTERÍSTICA vs FACTOR DE ALMACENAMIENTO



Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 08

ESTIMACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE BRECHA. H=05,00 m. ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE FÓRMULAS EMPÍRICAS

ESTIMACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE BRECHA									
PROYECTO:	BALSAS TIPO								
SECTOR:	8								
ALTURA	5								
CARACTERÍSTICA*		MÉTODO		FROEHLICH 95a		FROEHLICH 08		GUÍA TÉCNICA	MACDONALD & LANGRIDGE-MONOPOLIS 84	VTG
	MODO DE FALLO (S=SIFONAMIENTO;D=DESBORDAMIENTO)	Mf		S	D	S	D	S	S	S
	CARGA DE AGUA MOVILIZABLE	Hw	m	5	5	5	5	5	5	5
	VOLUMEN ALMACENADO EN Hw EN EL COLAPSO	Vw	m3	226562,5	226562,5	226562,5	226562,5	226562,5	226562,5	226562,5
	SUPERFICIE OCUPADA EN Hw	As	m2	50625	50625	50625	50625	50625	50625	50625
	RESGUARDO	r	m	1	1	1	1	1	1	1
	ALTURA DE BRECHA COMPLETA	Hb	m	6	6	6	6	6	6	6
	FACTOR CORRECTOR POR MODO DE FALLO	Ko	-	1	1,4	1	1,3			
	TALUD DE LA BRECHA	Zb	Z(H):1(V)	0,9	1,4	0,7	1	1	0,5	1
**	TALUD DEL DIQUE AGUAS ARRIBA	Z_1	Z(H):1(V)						2,5	
**	TALUD DEL DIQUE AGUAS ABAJO	Z_2	Z(H):1(V)						2,5	
**	SUMA DE TALUDES DEL DIQUE	Z_3	Z_1+Z_2						5	
**	ANCHO CORONACIÓN DEL DIQUE	C	m						5	
**	VOLUMEN EROSIONABLE DEL DIQUE	Ve	m3						1181,1	
	TIPOLOGIA DEL DIQUE	Td		Pequeña Presa Clasificable		Pequeña Presa Clasificable		Pequeña Presa Clasificable	Pequeña Presa Clasificable	Pequeña Presa Clasificable
	COTA SOLERA BRECHA	Cs	m	10	10	10	10	10	10	10
	COTA CORONACIÓN	Cc	m	16	16	16	16	16	16	16
ESTIMACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE LA BRECHA										
	ANCHO MEDIO	Bavg	m	13,1	18,3	15,00	19,5	21,6	10,6	18,6
***	ANCHO EN SOLERA	Bb	m	7,7	9,9	10,8	13,5	15,6	7,6	12,6
	ANCHO EN CORONACIÓN	Bc	m			19,20	25,50	27,60	13,59	24,60
	TIEMPO DE FORMACIÓN	Tf	h	0,3	0,3	0,44	0,4	0,381	0,235	0,075
	FACTOR DE ALMACENAMIENTO	SI	-	45,3	45,3	45,3	45,3	45,3	45,3	45,3
ESTIMACIÓN DEL CAUDAL PUNTA FROEHLIC 95b										
	CAUDAL MÁXIMO PREVISTO	Qp	m3/s	169,70	169,70	169,70	169,70	169,70	169,70	169,70

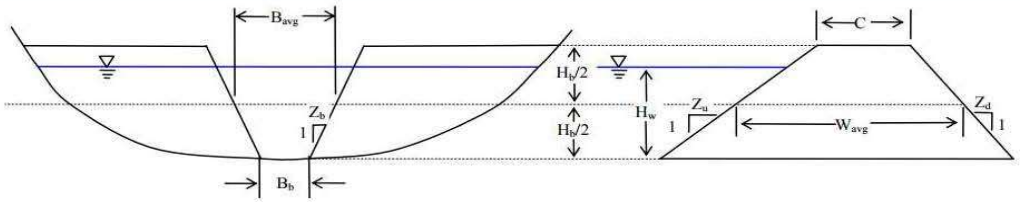
Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 08

ESTIMACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE BRECHA. H=05,00 m. ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE FÓRMULAS EMPÍRICAS. VALIDACIÓN DE RESULTADOS

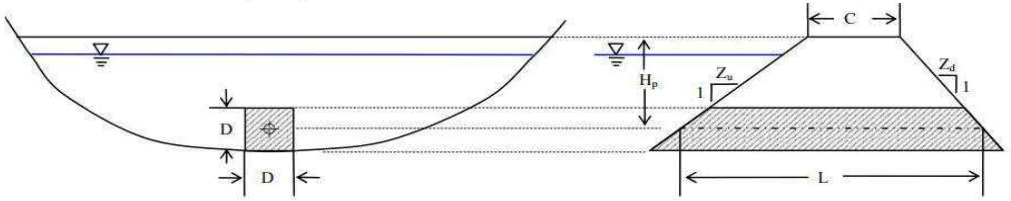
ESTIMACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE BRECHA								
PROYECTO:	**BALSAS TIPO**							
SECTOR:	**8**							
ALTURA	**5**							
ANÁLISIS Y VALIDACIÓN DE RESULTADOS								
Dada la importancia del tiempo de formación de la brecha en la generación del pico del hidrograma, es relevante poder validar los resultados. Para ello utilizaremos un estimador de la progresión de la erosión. Se considera adecuado aquel que define un desarrollo lineal, por lo que se utilizará la razón de erosión (ER) definida por la relación entre el ancho medio de brecha y el tiempo de formación. Diversos autores han indicado los intervalos de fiabilidad relacionando dicho parámetro con la altura de agua movilizable, (Hw), quedando estos entre 1.6 y 21. Por otro lado, el agua almacenada puede condicionar el desarrollo completo de la brecha, por lo que se apunta como indicador de la validez de los resultados, la relación entre el ancho medio respecto de la altura de brecha (Bavg/Hb). En este caso si el indicador ofrece un valor inferior a 0.6, no se puede afirmar que se complete la brecha, quedando como apertura una geometría cuadrangular de ancho D.								
COMPROBACIÓN DEL DESARROLLO DE BRECHA (completa vs parcial) Se considera desarrollada si (Bavg/Hb)> 0.60	(Bavg/Hb)	2,18	3,06	2,50	3,25	3,60	1,77	3,10
RAZÓN DE EROSIÓN (ER)	(Bavg/Tf)	37,56	52,59	33,73	43,85	56,71	45,06	24,60
COMPROBACIÓN DEL PROGRESO DE LA BRECHA (lineal vs no lineal) Se puede considerar razonable la ratio de erosión si 1.6<(ER/Hw)<21	(ER/Hw)	7,51	10,52	6,75	8,77	11,34	9,01	4,92
COMPROBACIÓN BOWLES T de formación (h) Si tiempo de formación de brecha es menor que la comprobación de Bowles se adopta	T=2*Vw/Qp	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74
RAZÓN DE TIEMPOS (Tbowles/Tf)		2,13	2,13	1,67	1,67	1,95	3,16	9,89
* *DIQUE DE CIERRE DE MATERIALES SUELTOS HOMOGÉNEO, ASUMIENDO MÁXIMO ALMACENAMIENTO EN LA FASE DE COLAPSO*								
** *A utlizar en el método de MACDONALD & LANGRIDGE-MONOPOLIS 84 (MLM84)*								
*** *Wb en el método de MACDONALD & LANGRIDGE-MONOPOLIS 84 (MLM84)*								

ESQUEMAS

Variables de formación de la brecha completa



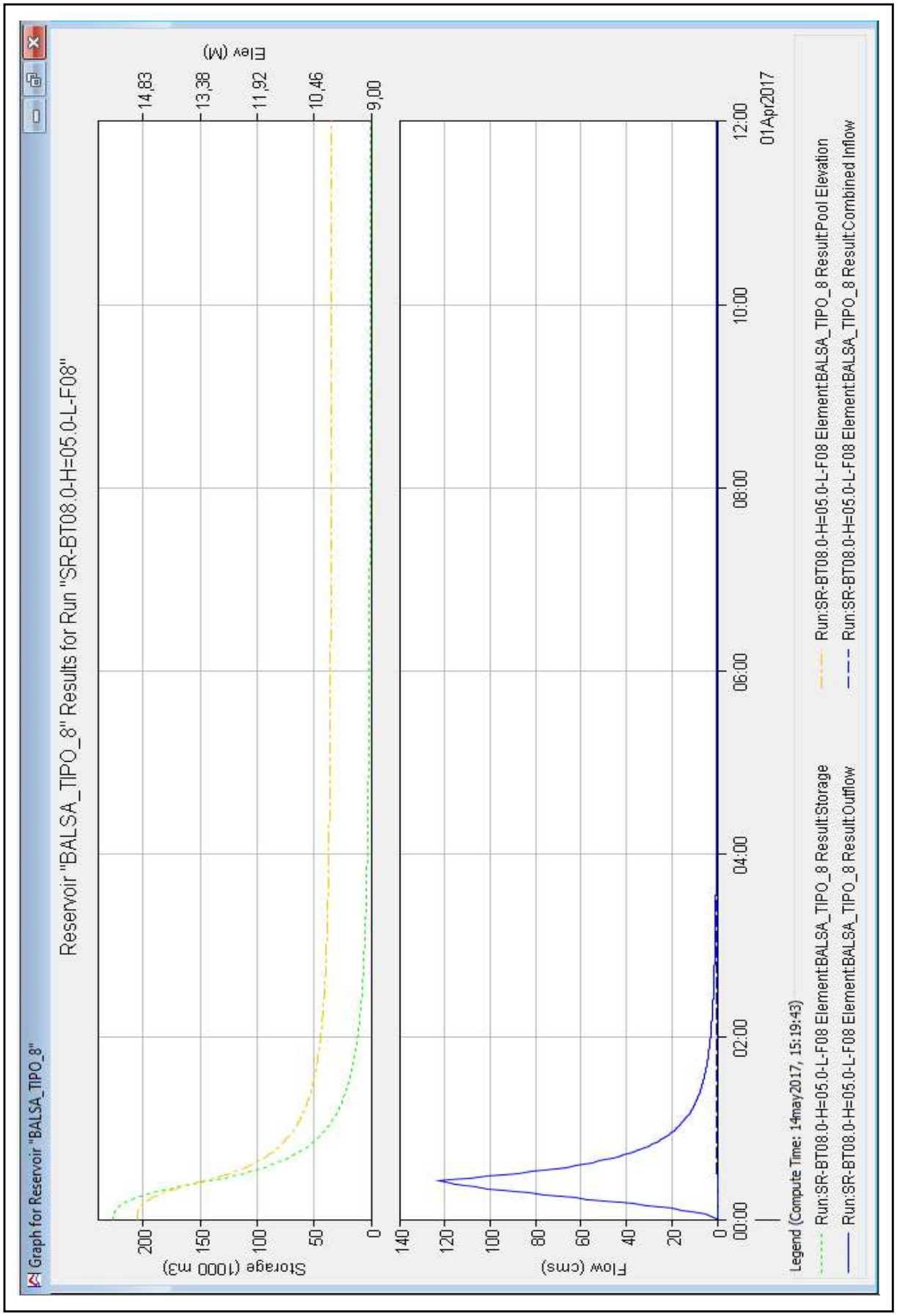
Variables de formación de la brecha incompleta



Fuente: GUIDELINES FOR DAM BREACH ANALYSIS, STATE OF COLORADO-DEPARTMENT OF NATURAL RESOURCES-DIVISION OF WATER RESOURCES, 10/02/2010

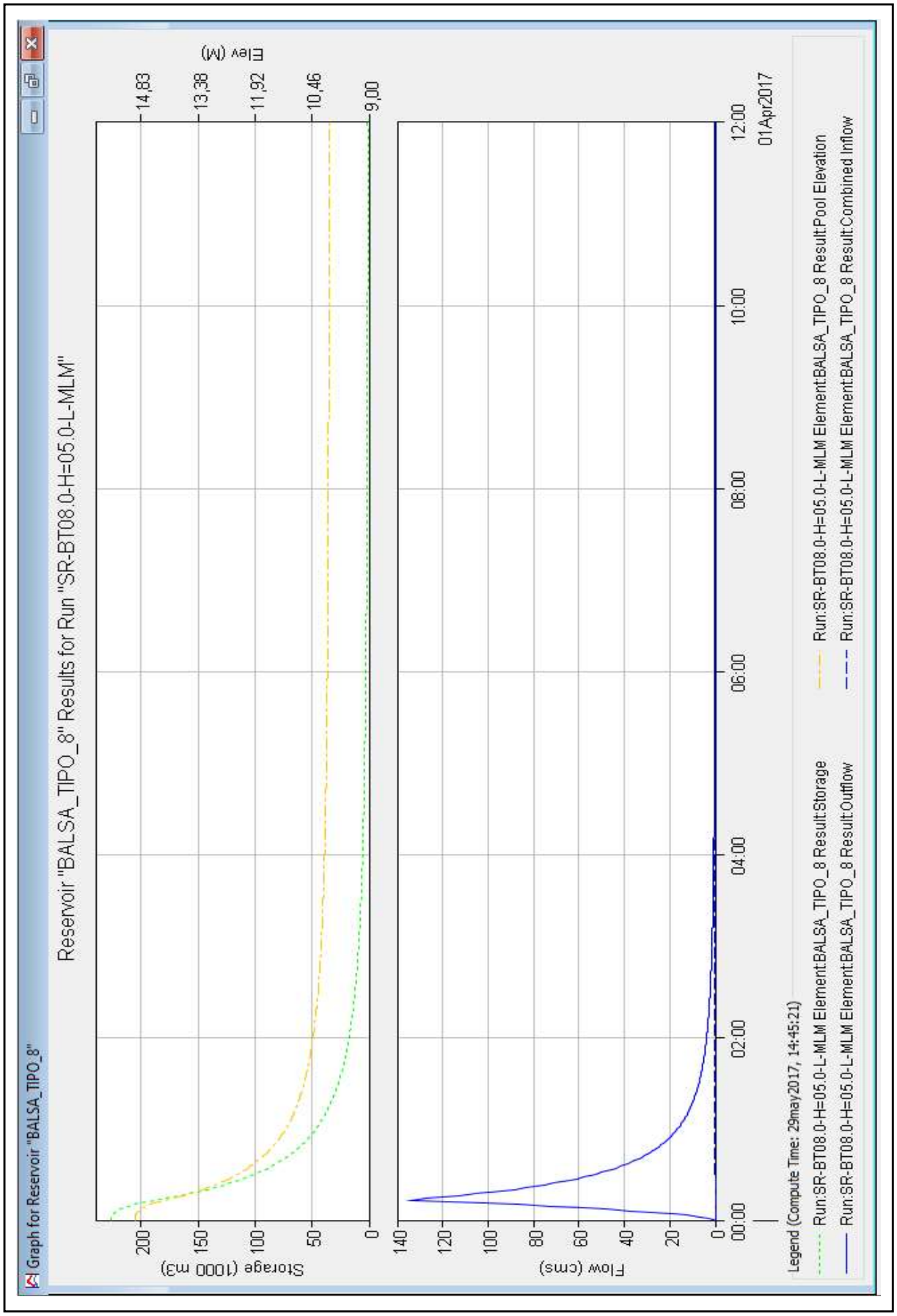
Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 08

HIDROGRAMA DE VERTIDO Y CURVA DE VACIADO PARA H=5.00 m. ESCENARIO (NMN-SOLERA) APLICACIÓN FÓRMULA F08



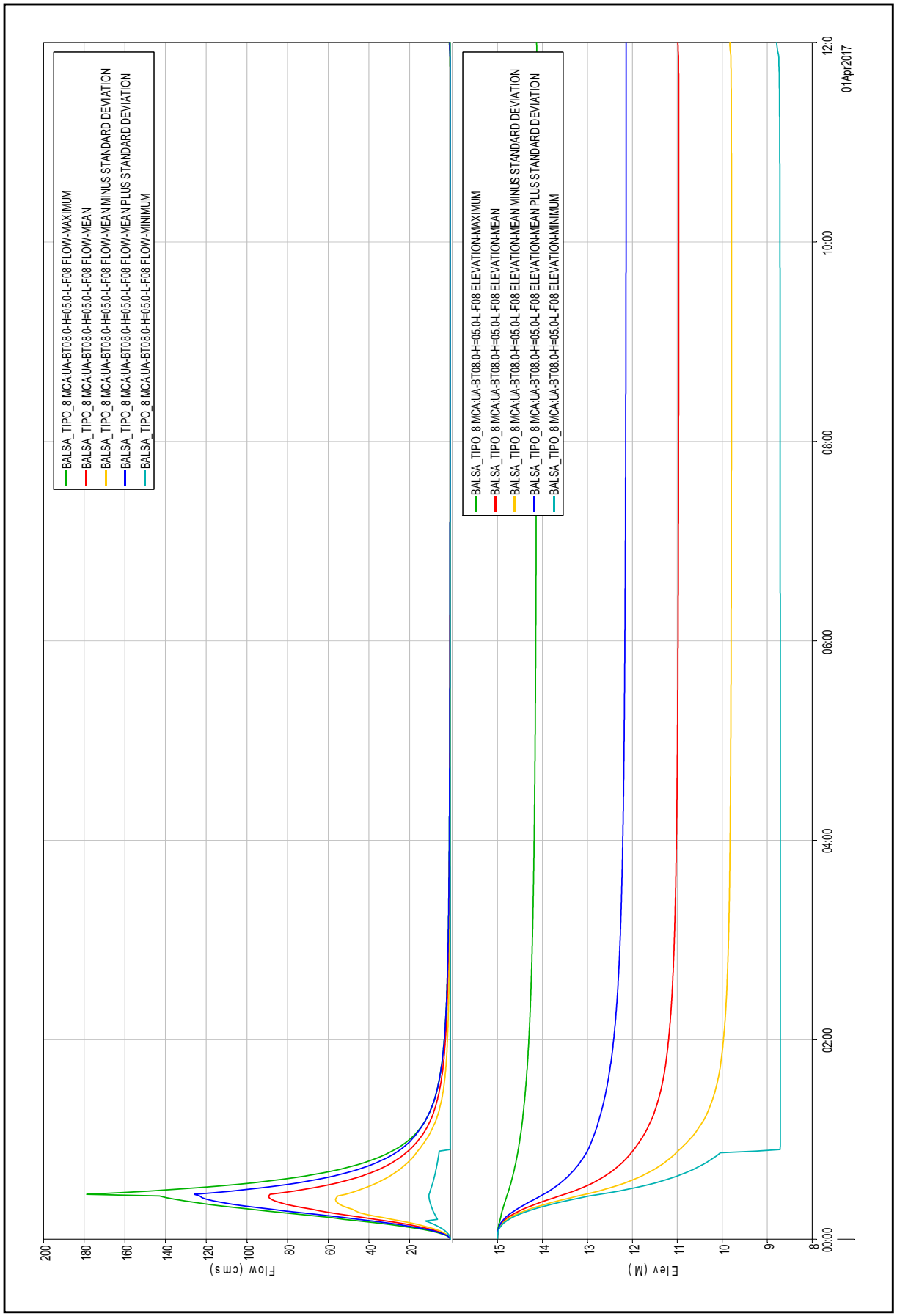
Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 08

HIDROGRAMA DE VERTIDO Y CURVA DE VACIADO PARA H=5.00 m. ESCENARIO (NMN-SOLERA) APLICACIÓN FÓRMULA MLM84



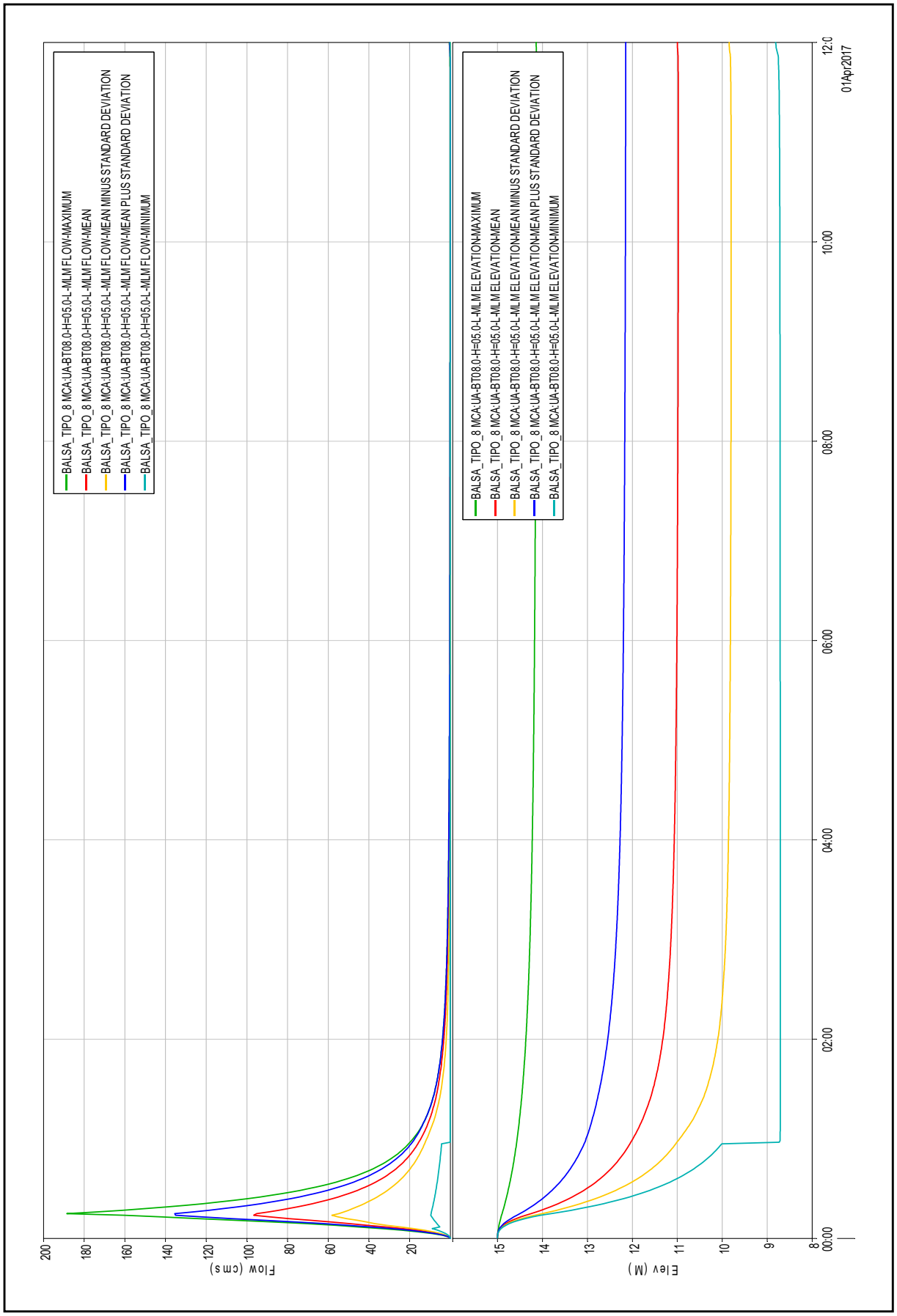
Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 08

APLICACIÓN DEL MÉTODO DE MONTECARLO EN LA CALIBRACIÓN DEL FONDO DE BRECHA (5.000 SIMULACIONES) HIDROGRAMAS DE VERTIDO Y VARIACIÓN DEL NIVEL EMBALSADO. (H=05.00 m.) APLICACIÓN FÓRMULA F08



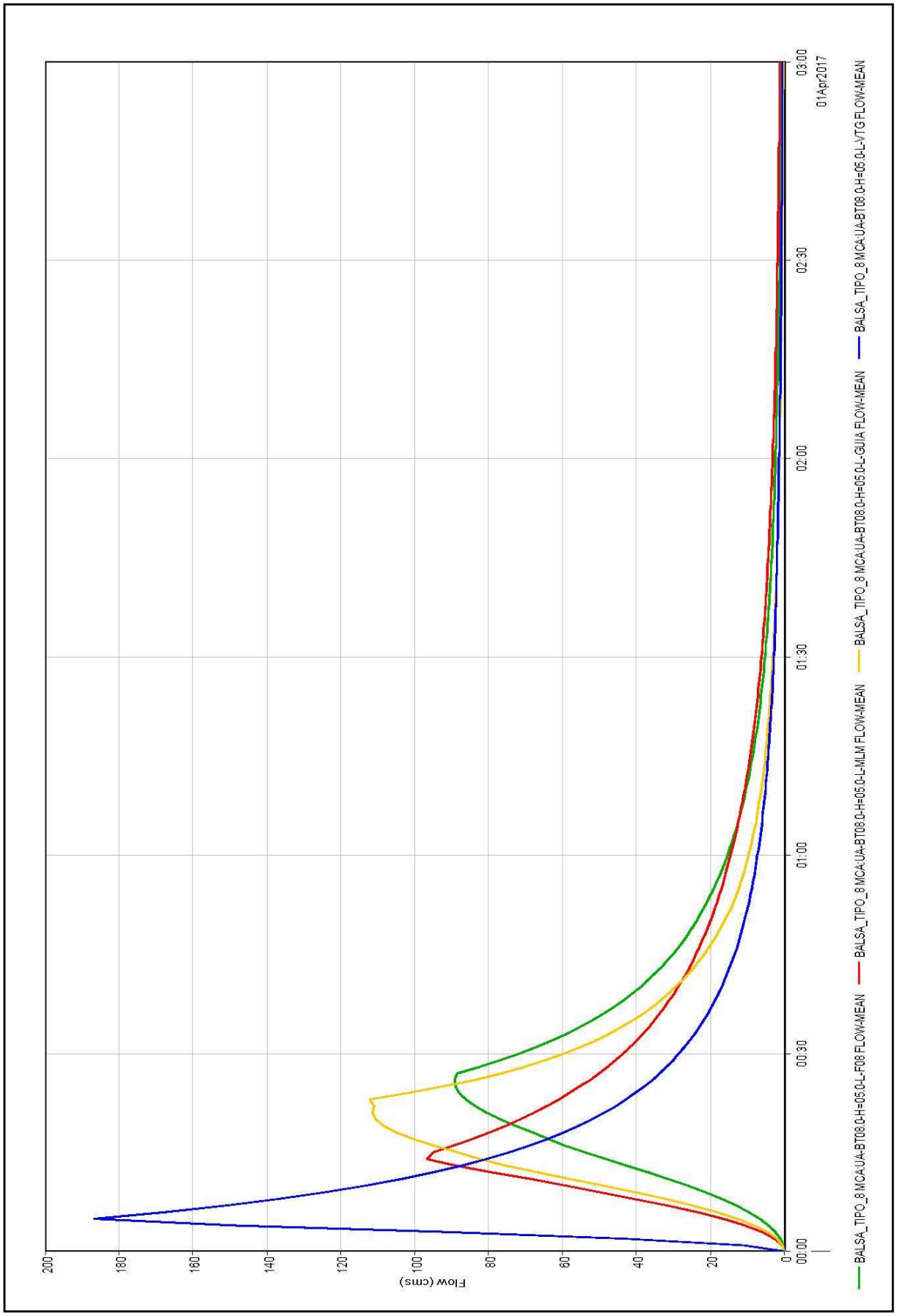
Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 08

APLICACIÓN DEL MÉTODO DE MONTECARLO EN LA CALIBRACIÓN DEL FONDO DE BRECHA (5.000 SIMULACIONES) HIDROGRAMAS DE VERTIDO Y VARIACIÓN DEL NIVEL EMBALSADO. (H=05.00 m.) APLICACIÓN FÓRMULA MLM84



Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 08 (Hw=05.00 m.)

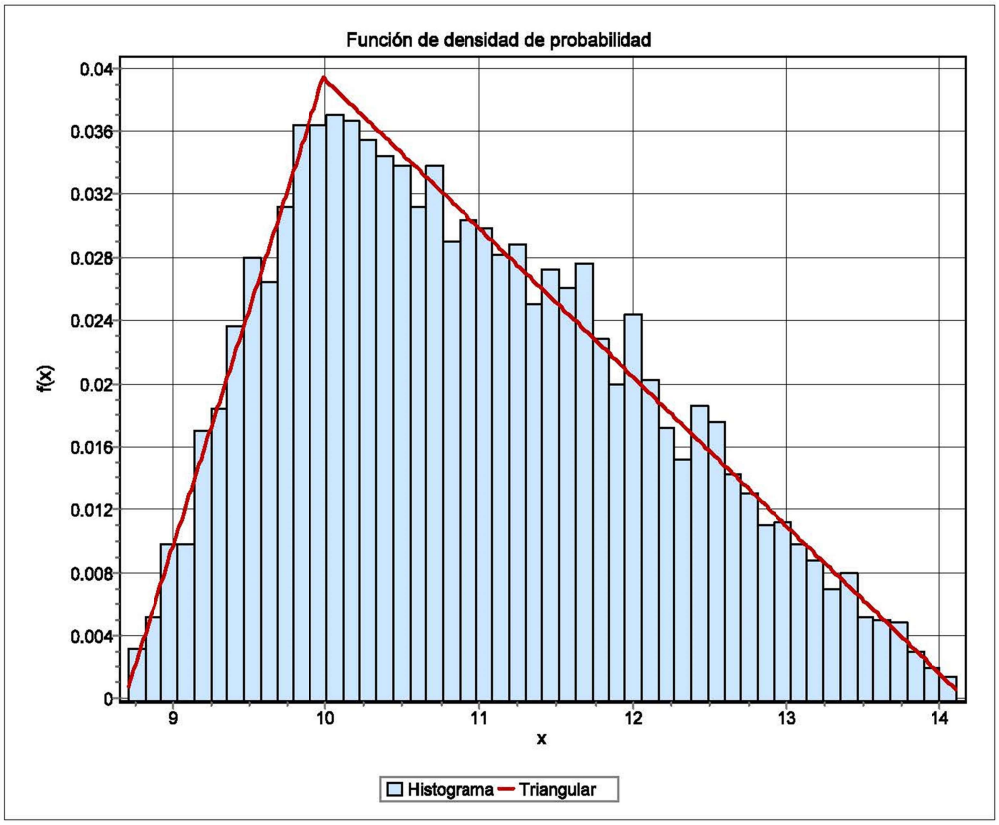
ESTUDIO COMPARATIVO DE LA VARIABILIDAD DEL HIDROGRAMA DE VERTIDO EN FUNCIÓN DE LA CARGA DE AGUA MOVILIZABLE (Hw) APLICACIÓN FÓRMULAS F08-MLM84-GUIA-VTG

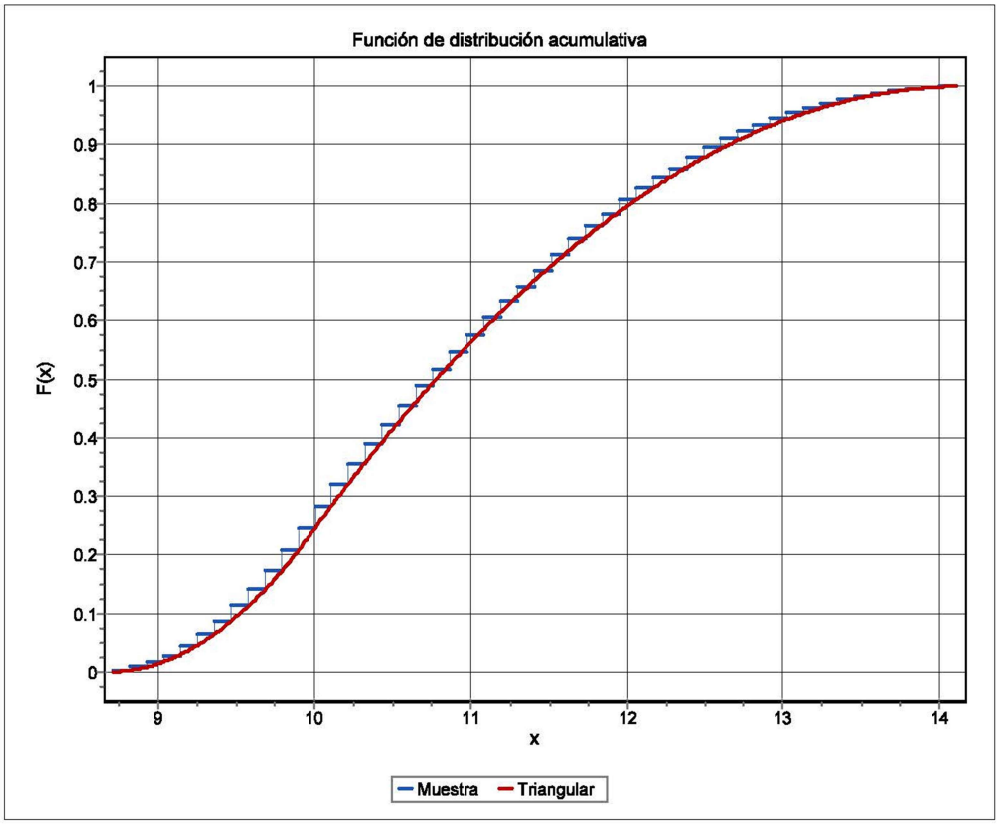


Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 08

M. DE MONTECARLO (FONDO DE BRECHA) ANÁLISIS ESTADISTICO RESULTADOS (Hw=05.00 m.) AJUSTE DE LA FUNCIÓN DE DISTRIBUCIÓN. FUNCIÓN DE DENSIDAD Y FUNCIÓN DE DISTRIBUCIÓN ACUMULATIVA

En el eje de abcisas se representa la variabilidad de la cota del fondo de brecha, considerando la cota +10.00 la solera interior de la balsa.

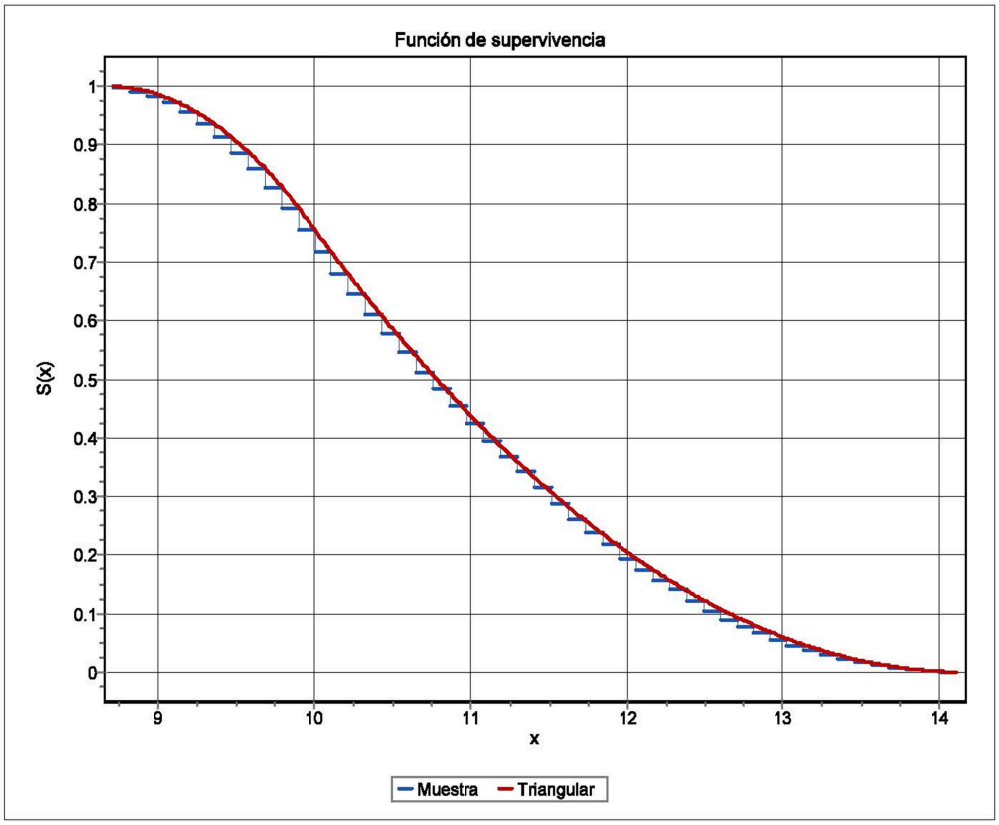


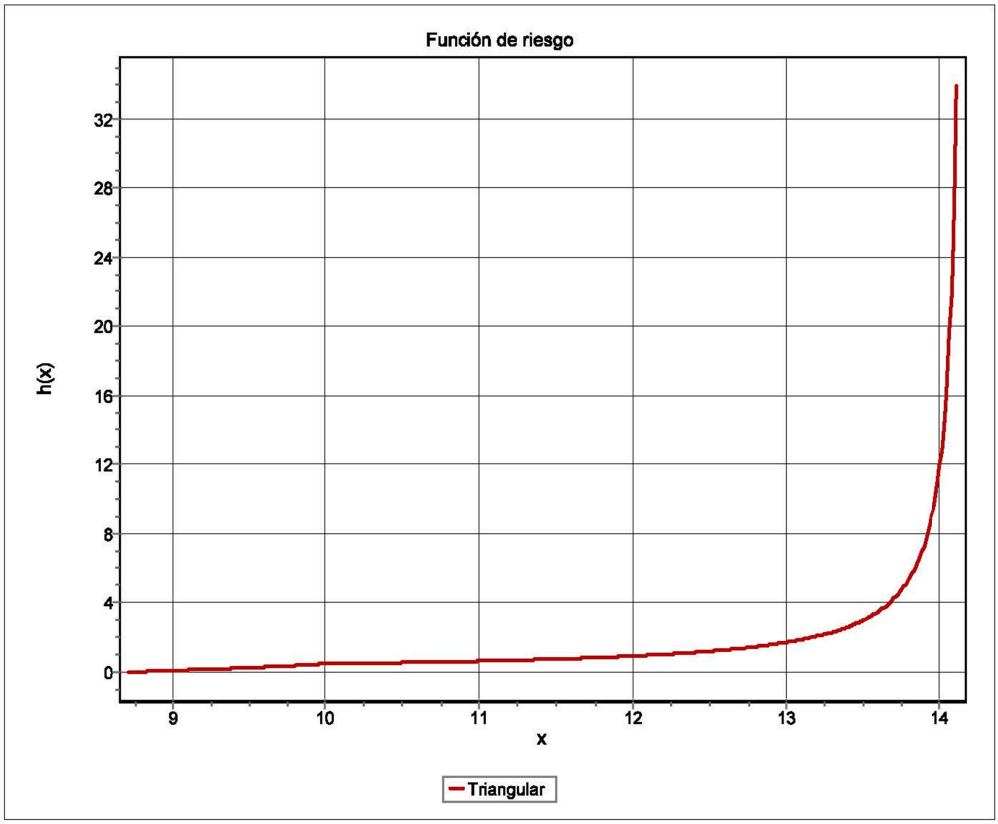


Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 08

M. DE MONTECARLO (FONDO DE BRECHA) ANÁLISIS ESTADISTICO RESULTADOS (Hw=05.00 m.) AJUSTE DE LA FUNCIÓN DE DISTRIBUCIÓN. FUNCIÓN DE SUPERVIVENCIA Y FUNCIÓN DE RIESGO

En el eje de abcisas se representa la variabilidad de la cota del fondo de brecha, considerando la cota +10.00 la solera interior de la balsa.

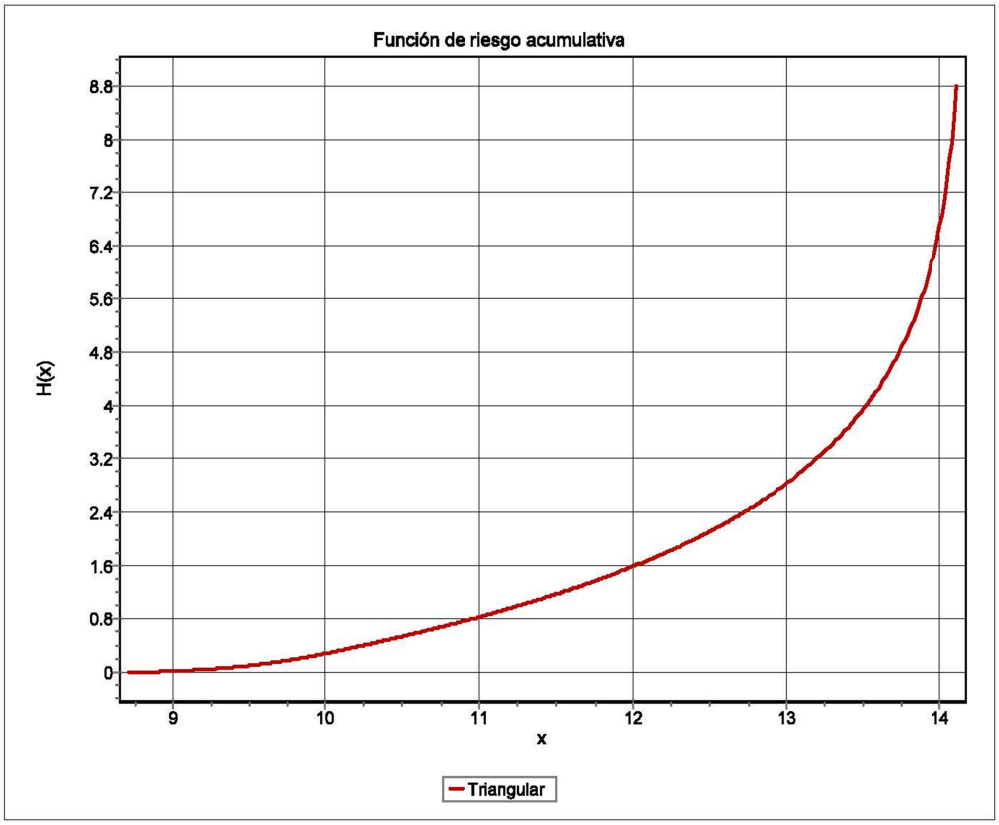


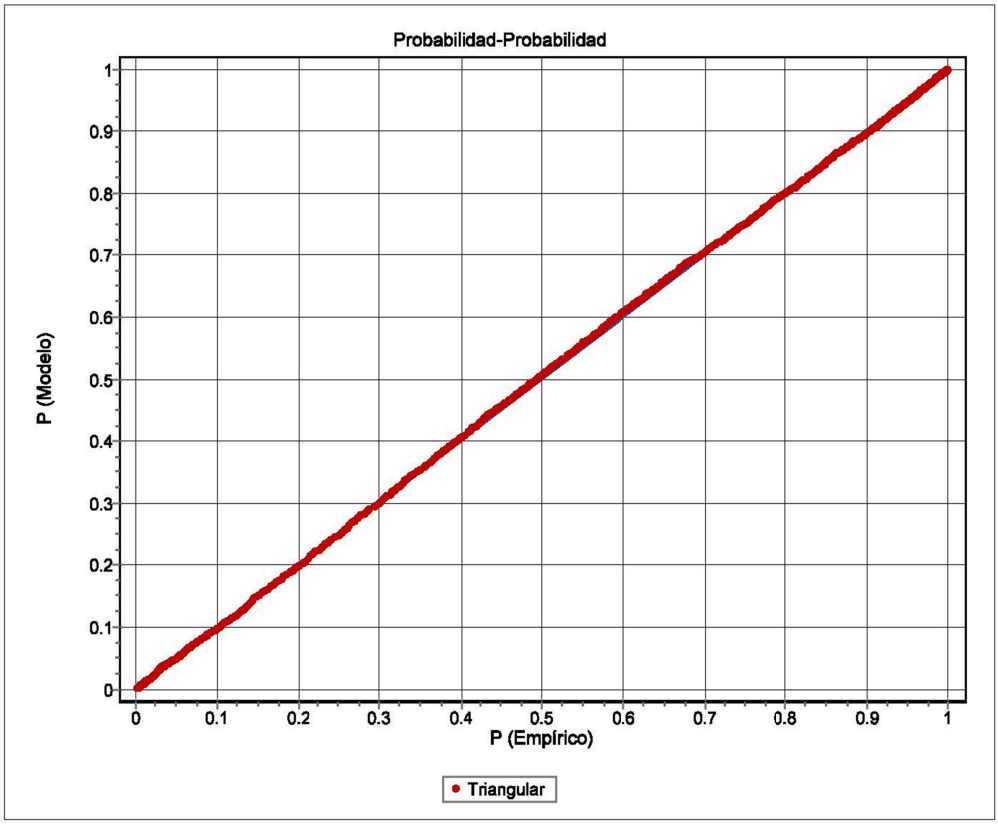


Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 08

M. DE MONTECARLO (FONDO DE BRECHA) ANÁLISIS ESTADISTICO RESULTADOS (Hw=05.00 m.) AJUSTE DE LA FUNCIÓN DE DISTRIBUCIÓN. FUNCIÓN DE RIESGO ACUMULATIVA Y GRÁFICO P-P

En el eje de abcisas se representa la variabilidad de la cota del fondo de brecha, considerando la cota +10.00 la solera interior de la balsa.

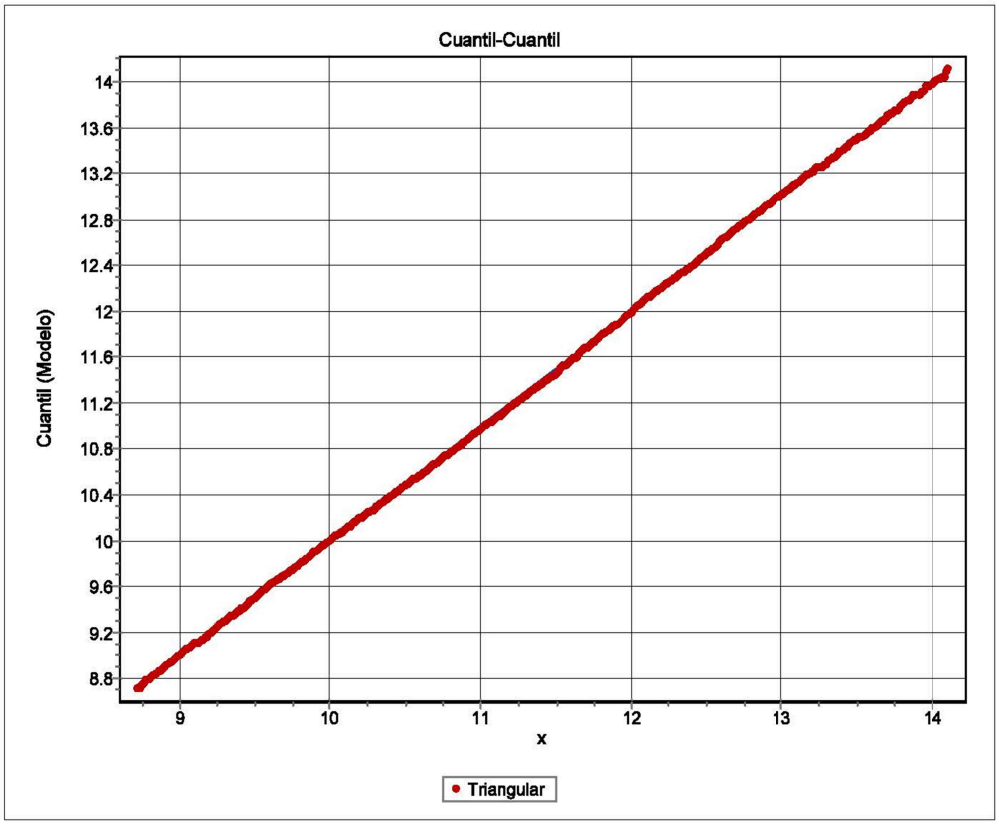


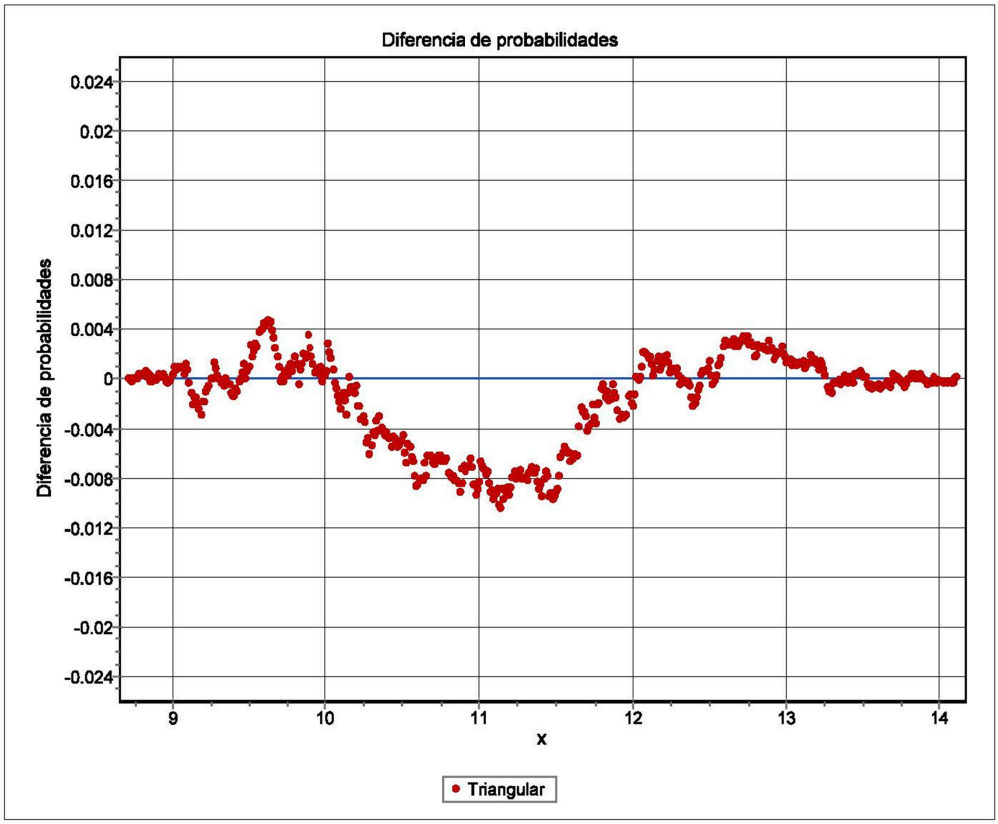


Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 08

M. DE MONTECARLO (FONDO DE BRECHA) ANÁLISIS ESTADISTICO RESULTADOS (Hw=05.00 m.) AJUSTE DE LA FUNCIÓN DE DISTRIBUCIÓN. GRÁFICO Q-Q Y DIFERENCIA DE PROBABILIDADES

En el eje de abcisas se representa la variabilidad de la cota del fondo de brecha, considerando la cota +10.00 la solera interior de la balsa.



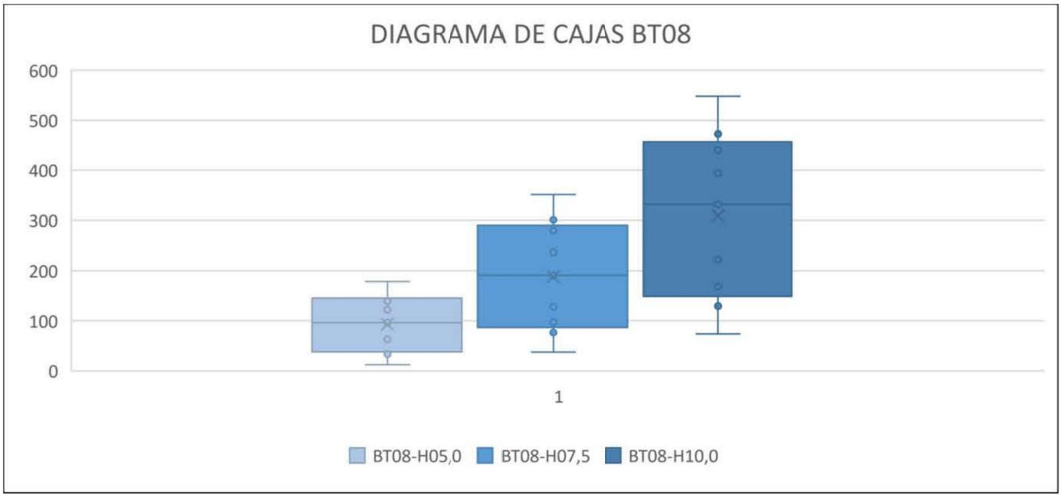


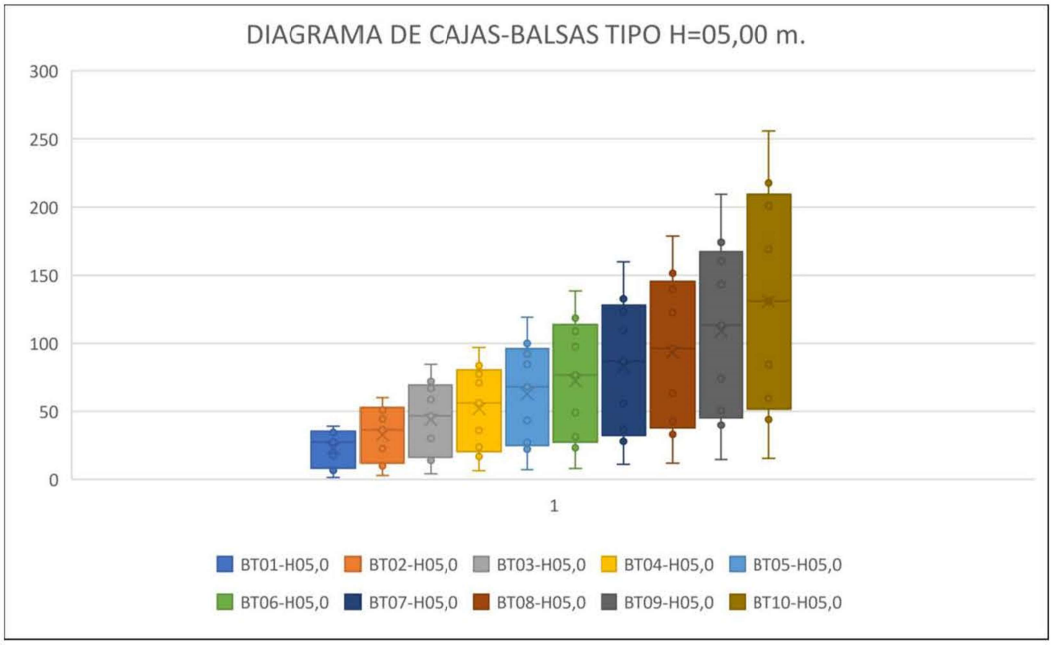
Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 08

M. DE MONTECARLO (CAUDAL MÁXIMO)
ANÁLISIS ESTADISTICO RESULTADOS
(Hw=05.00 m.)
ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA.
DIAGRAMAS DE CAJAS

CAUDALES MÁXIMOS (M. MONTECARLO) Estadística descriptiva					Parámetros Ajuste	
BALSA	BT08					
ALTURA Hw (m)	5,00					
AJUSTE	WAKEBY					
Estadística	**Valor**	**Percentil %**	**Valor**	**Obs**		
Tamaño de la muestra	5000	1	12,1	Min		
Rango	166,67	5	33,2			
Media	93,119	10	42,7			
Varianza	1347,9	25	63,2	Q1		
Desviación estándar	36,714	50	96,3	Mediana		
Coef, de variación	0,39427	75	122,4	Q3		
Error estándar	0,51921	90	139,6			
Asimetría	-0,08742	95	151,4			
Curtosis	-0,89962	99	178,7	Max	I.C.$\bar{X}$ (95%)	1,018

α	162,95
β	1,9071
γ	15,049
δ	-0,07692
ξ	23,092

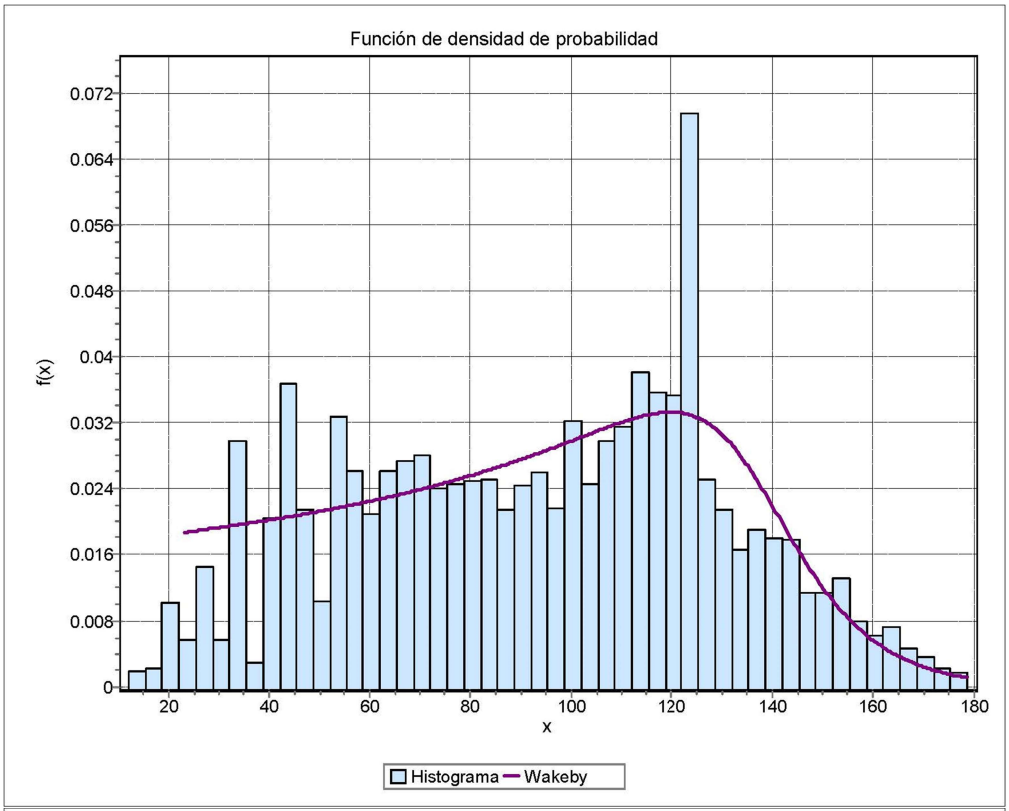


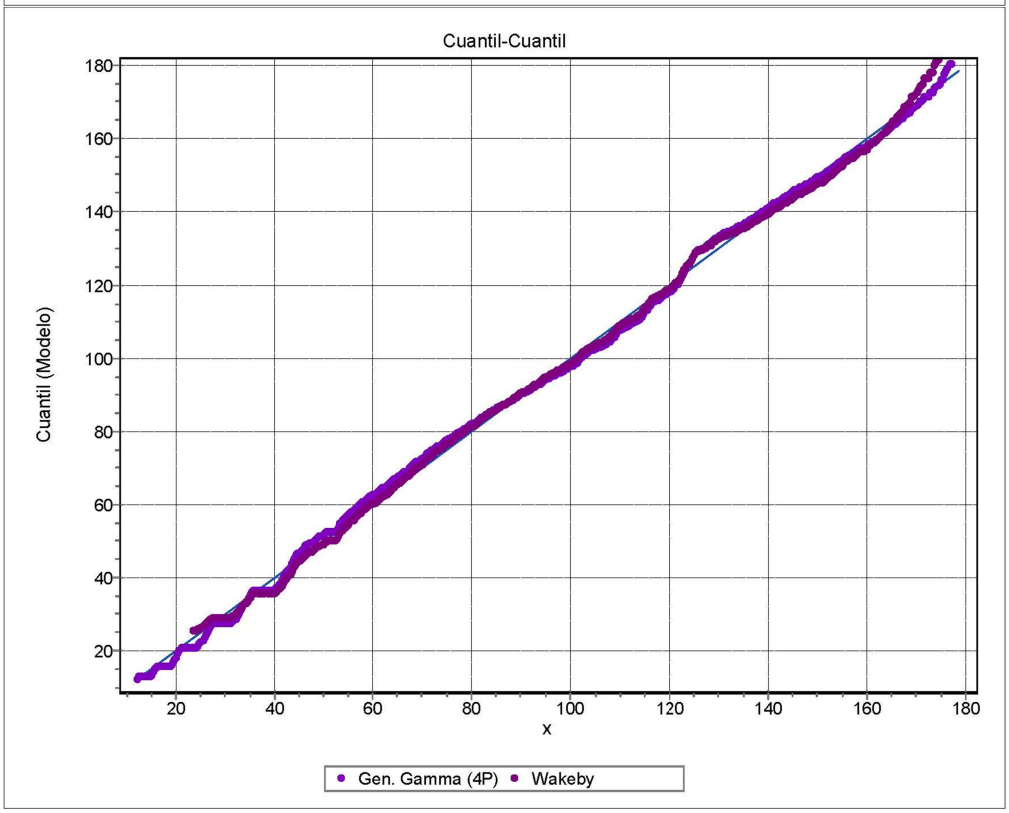


Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 08

M. DE MONTECARLO (CAUDAL MÁXIMO) ANÁLISIS ESTADISTICO RESULTADOS (Hw=05.00 m.) AJUSTE DE LA FUNCIÓN DE DISTRIBUCIÓN. FUNCIÓN DE DENSIDAD Y GRÁFICO Q-Q

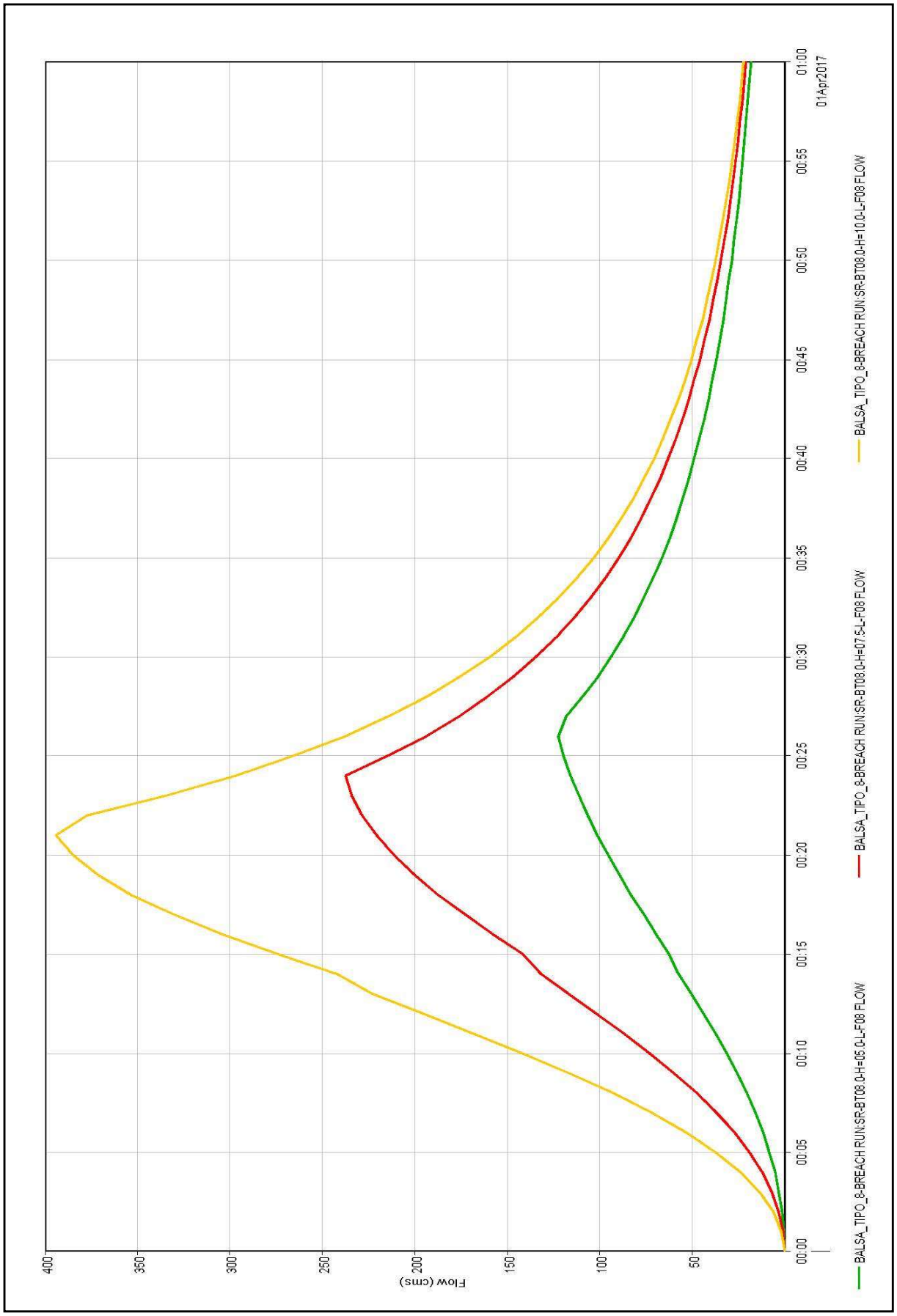
En el eje de abscisas se representa la variabilidad de los caudales máximos simulados, a partir del fondo de brecha, y considerando la evolución de su crecimiento atendiendo a la geometría de F08.





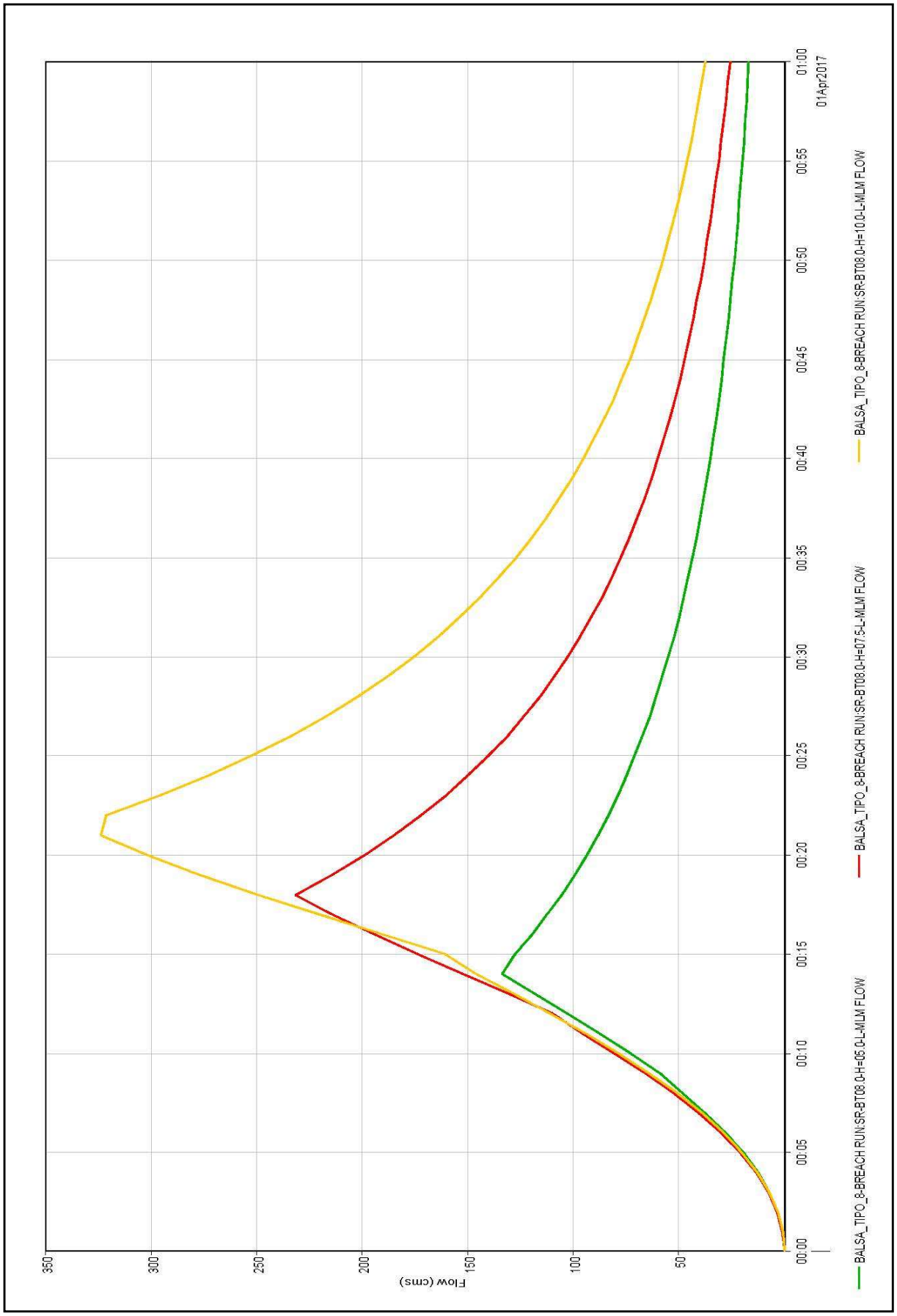
Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 08

ESTUDIO COMPARATIVO DE LA VARIABILIDAD DEL HIDROGRAMA DE VERTIDO EN FUNCIÓN DE LA CARGA DE AGUA MOVILIZABLE (Hw) APLICACIÓN FÓRMULA F08



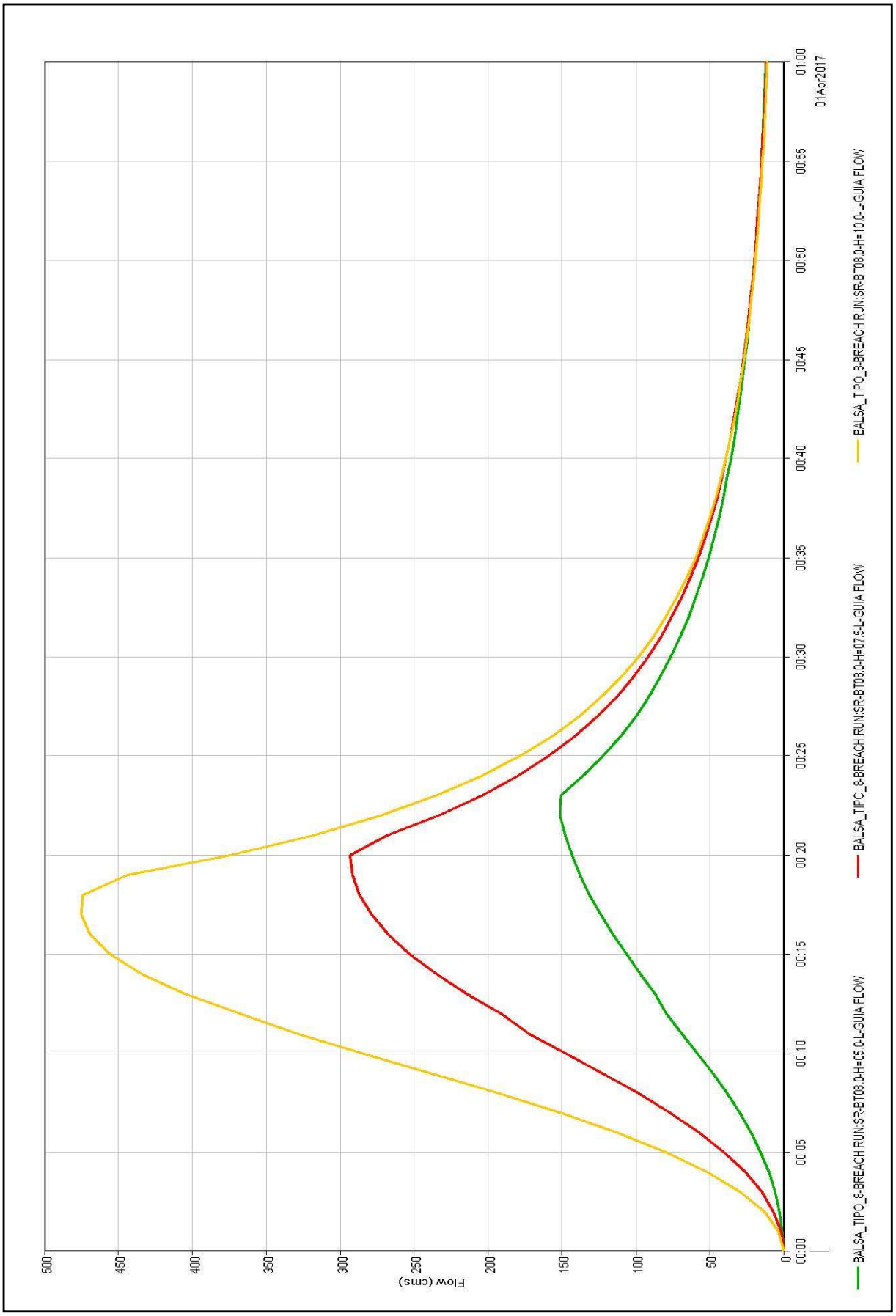
Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 08

ESTUDIO COMPARATIVO DE LA VARIABILIDAD DEL HIDROGRAMA DE VERTIDO EN FUNCIÓN DE LA CARGA DE AGUA MOVILIZABLE (Hw) APLICACIÓN FÓRMULA MLM84



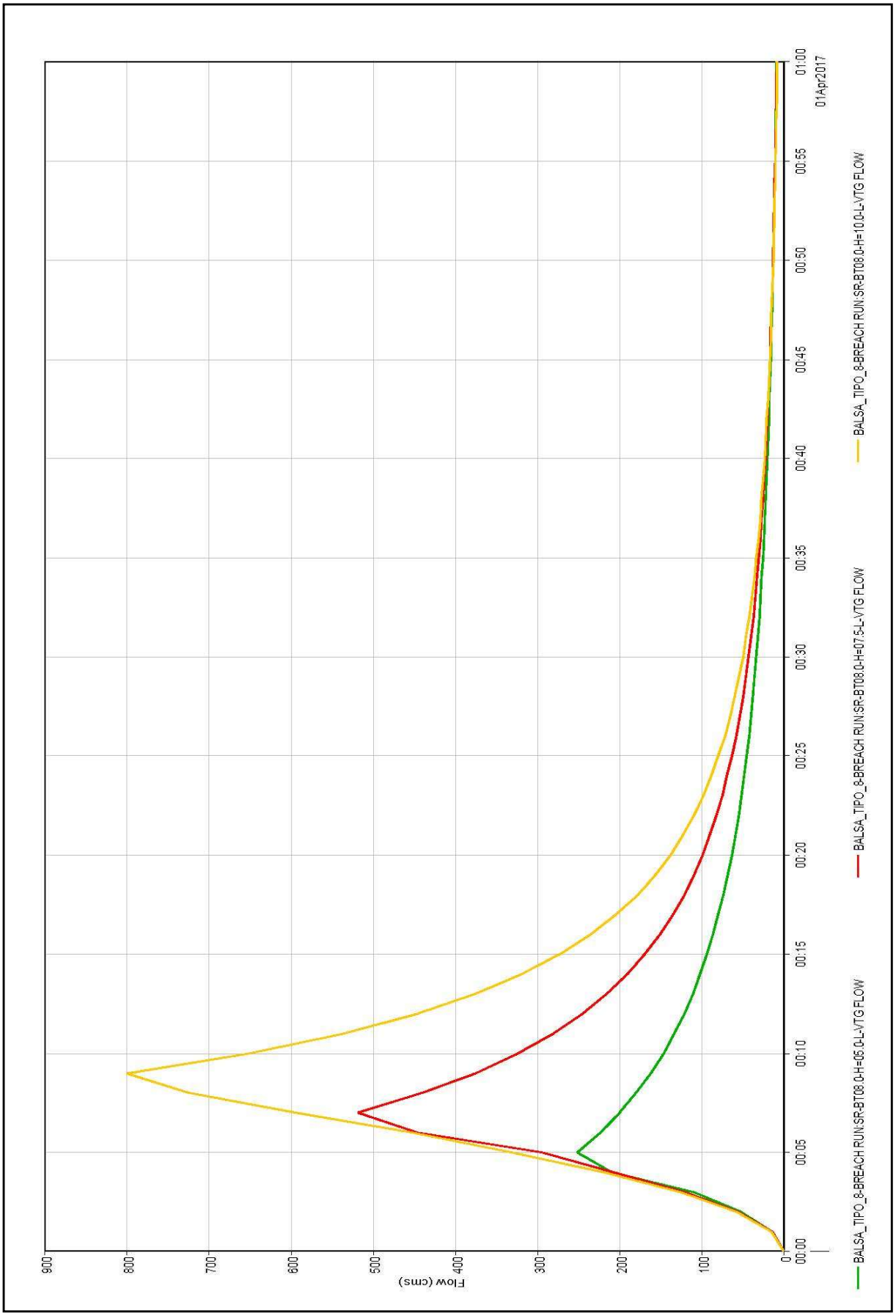
Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 08

ESTUDIO COMPARATIVO DE LA VARIABILIDAD DEL HIDROGRAMA DE VERTIDO EN FUNCIÓN DE LA CARGA DE AGUA MOVILIZABLE (Hw) APLICACIÓN FÓRMULA GUIA ESPAÑOLA



Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 08

ESTUDIO COMPARATIVO DE LA VARIABILIDAD DEL HIDROGRAMA DE VERTIDO EN FUNCIÓN DE LA CARGA DE AGUA MOVILIZABLE (Hw) APLICACIÓN FÓRMULA VTG

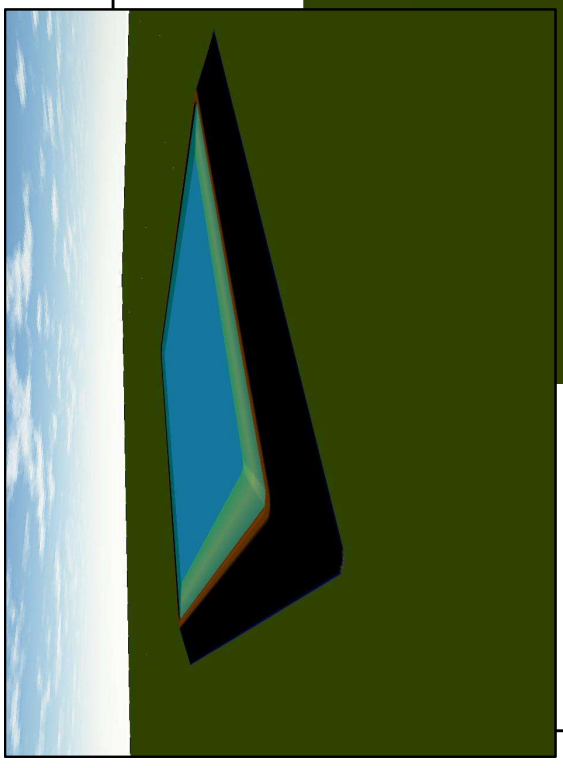


BALSA TIPO 09

Características de las balsas sintéticas.
BALSA TIPO 09

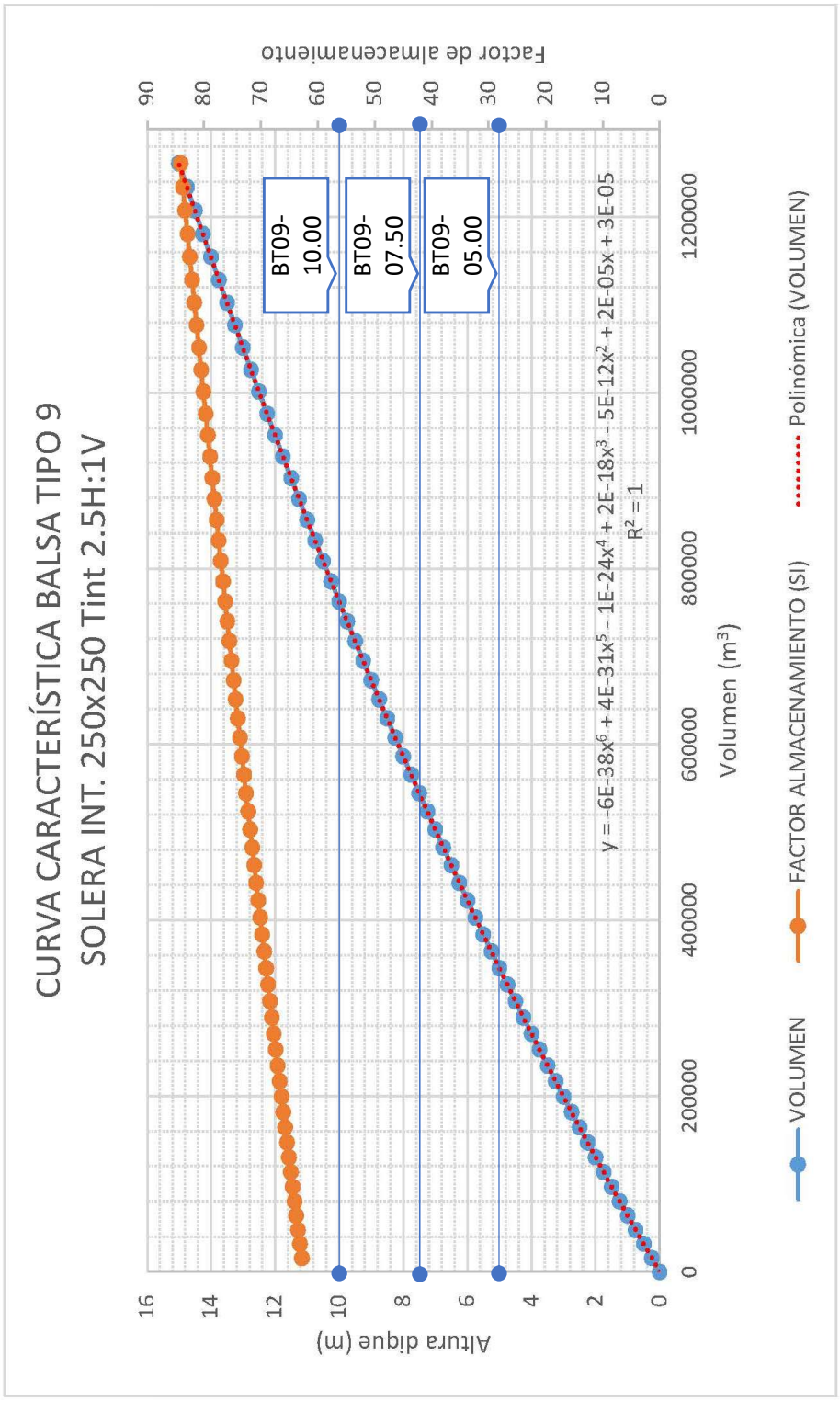
GEOMETRÍA

- ALTURA LÁMINA Hw= 10.0 m.
- RESGUARDO = 1.0 m.
- ANCHO CORONACIÓN= 05.0 m



Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 09

CURVA CARACTERÍSTICA vs FACTOR DE ALMACENAMIENTO



Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 09

ESTIMACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE BRECHA. H=10,00 m. ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE FÓRMULAS EMPÍRICAS

ESTIMACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE BRECHA

PROYECTO:				**BALSAS TIPO**								
SECTOR:				**9**								
ALTURA				**10**								
CARACTERÍSTICA*			MÉTODO	FROEHLICH 95a			FROEHLICH 08		GUÍA TÉCNICA	MACDONALD & LANGRIDGE-MONOPOLIS 84	VTG	
MODO DE FALLO (S=SIFONAMIENTO;D=DESBORDAMIENTO)			Mf	S	D		S	D	S	S	S	
CARGA DE AGUA MOVILIZABLE			Hw	m	10	10	10	10	10	10	10	
VOLUMEN ALMACENADO EN Hw EN EL COLAPSO			Vw	m3	762500	762500	762500	762500	762500	762500	762500	
SUPERFICIE OCUPADA EN Hw			As	m2	90000	90000	90000	90000	90000	90000	90000	
RESGUARDO			r	m	1	1	1	1	1	1	1	
ALTURA DE BRECHA COMPLETA			Hb	m	11	11	11	11	11	11	11	
FACTOR CORRECTOR POR MODO DE FALLO			Ko	-	1	1,4	1	1,3				
TALUD DE LA BRECHA			Zb	Z(H):1(V)	0,9	1,4	0,7	1	1	0,5	1	
**	TALUD DEL DIQUE AGUAS ARRIBA		Z_1	Z(H):1(V)						2,5		
	TALUD DEL DIQUE AGUAS ABAJO		Z_2	Z(H):1(V)						2,5		
	SUMA DE TALUDES DEL DIQUE		Z_3	Z_1+Z_2						5		
	ANCHO CORONACIÓN DEL DIQUE		C	m						5		
	VOLUMEN EROSIONABLE DEL DIQUE		Ve	m3						5117,8		
TIPOLOGIA DEL DIQUE			Td	Pequeña Presa Clasificable			Pequeña Presa Clasificable		Pequeña Presa Clasificable	Pequeña Presa Clasificable	Pequeña Presa Clasificable	
COTA SOLERA BRECHA			Cs	m	10	10	10	10	10	10	10	
COTA CORONACIÓN			Cc	m	21	21	21	21	21	21	21	
ESTIMACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE LA BRECHA												
***	ANCHO MEDIO		Bavg	m	21,7	30,4	22,66	29,5	34,0	15,9	31,1	
	ANCHO EN SOLERA		Bb	m	11,8	15,0	15,0	18,5	23,0	10,4	20,1	
	ANCHO EN CORONACIÓN		Bc	m			30,36	40,46	45,04	21,37	42,10	
	TIEMPO DE FORMACIÓN		Tf	h	0,4	0,4	0,45	0,4	0,381	0,401	0,150	
	FACTOR DE ALMACENAMIENTO		Sl	-	76,3	76,3	76,3	76,3	76,3	76,3	76,3	
ESTIMACIÓN DEL CAUDAL PUNTA FROEHLIC 95b												
CAUDAL MÁXIMO PREVISTO			Qp	m3/s	573,39	573,39	573,39	573,39	573,39	573,39	573,39	

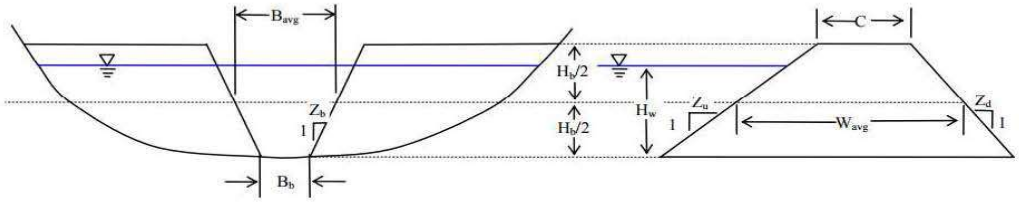
Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 09

ESTIMACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE BRECHA. H=10,00 m. ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE FÓRMULAS EMPÍRICAS. VALIDACIÓN DE RESULTADOS

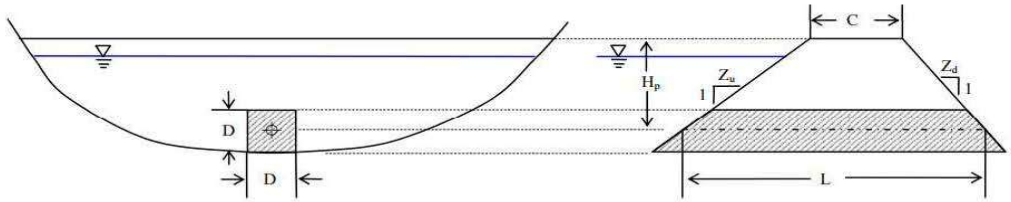
ESTIMACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE BRECHA								
PROYECTO:	**BALSAS TIPO**							
SECTOR:	**9**							
ALTURA	**10**							
ANÁLISIS Y VALIDACIÓN DE RESULTADOS								
Dada la importancia del tiempo de formación de la brecha en la generación del pico del hidrograma, es relevante poder validar los resultados. Para ello utilizaremos un estimador de la progresión de la erosión. Se considera adecuado aquel que define un desarrollo lineal, por lo que se utilizará la razón de erosión (ER) definida por la relación entre el ancho medio de brecha y el tiempo de formación. Diversos autores han indicado los intervalos de fiabilidad relacionando dicho parámetro con la altura de agua movilizable, (Hw), quedando estos entre 1.6 y 21. Por otro lado, el agua almacenada puede condicionar el desarrollo completo de la brecha, por lo que se apunta como indicador de la validez de los resultados, la relación entre el ancho medio respecto de la altura de brecha (Bavg/Hb). En este caso si el indicador ofrece un valor inferior a 0.6, no se puede afirmar que se complete la brecha, quedando como apertura una geometría cuadrangular de ancho D.								
COMPROBACIÓN DEL DESARROLLO DE BRECHA (completa vs parcial) Se considera desarrollada si (Bavg/Hb)>0.60	(Bavg/Hb)	1,97	2,76	2,06	2,68	3,09	1,44	2,83
RAZÓN DE EROSIÓN (ER)	(Bavg/Tf)	56,37	78,91	50,93	66,21	89,32	39,58	42,10
COMPROBACIÓN DEL PROGRESO DE LA BRECHA (lineal vs no lineal) Se puede considerar razonable la ratio de erosión si 1.6<(ER/Hw)<21	(ER/Hw)	5,64	7,89	5,09	6,62	8,93	3,96	4,21
COMPROBACIÓN BOWLES T de formación (h) Si tiempo de formación de brecha es menor que la comprobación de Bowles se adopta	T=2*Vw/Qp	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74
RAZÓN DE TIEMPOS (Tbowles/Tf)		1,92	1,92	1,66	1,66	1,94	1,84	4,93
* *DIQUE DE CIERRE DE MATERIALES SUELTOS HOMOGÉNEO, ASUMIENDO MÁXIMO ALMACENAMIENTO EN LA FASE DE COLAPSO*								
** *A utlizar en el método de MACDONALD & LANGRIDGE-MONOPOLIS 84 (MLM84)*								
*** *Wb en el método de MACDONALD & LANGRIDGE-MONOPOLIS 84 (MLM84)*								

ESQUEMAS

Variables de formación de la brecha completa



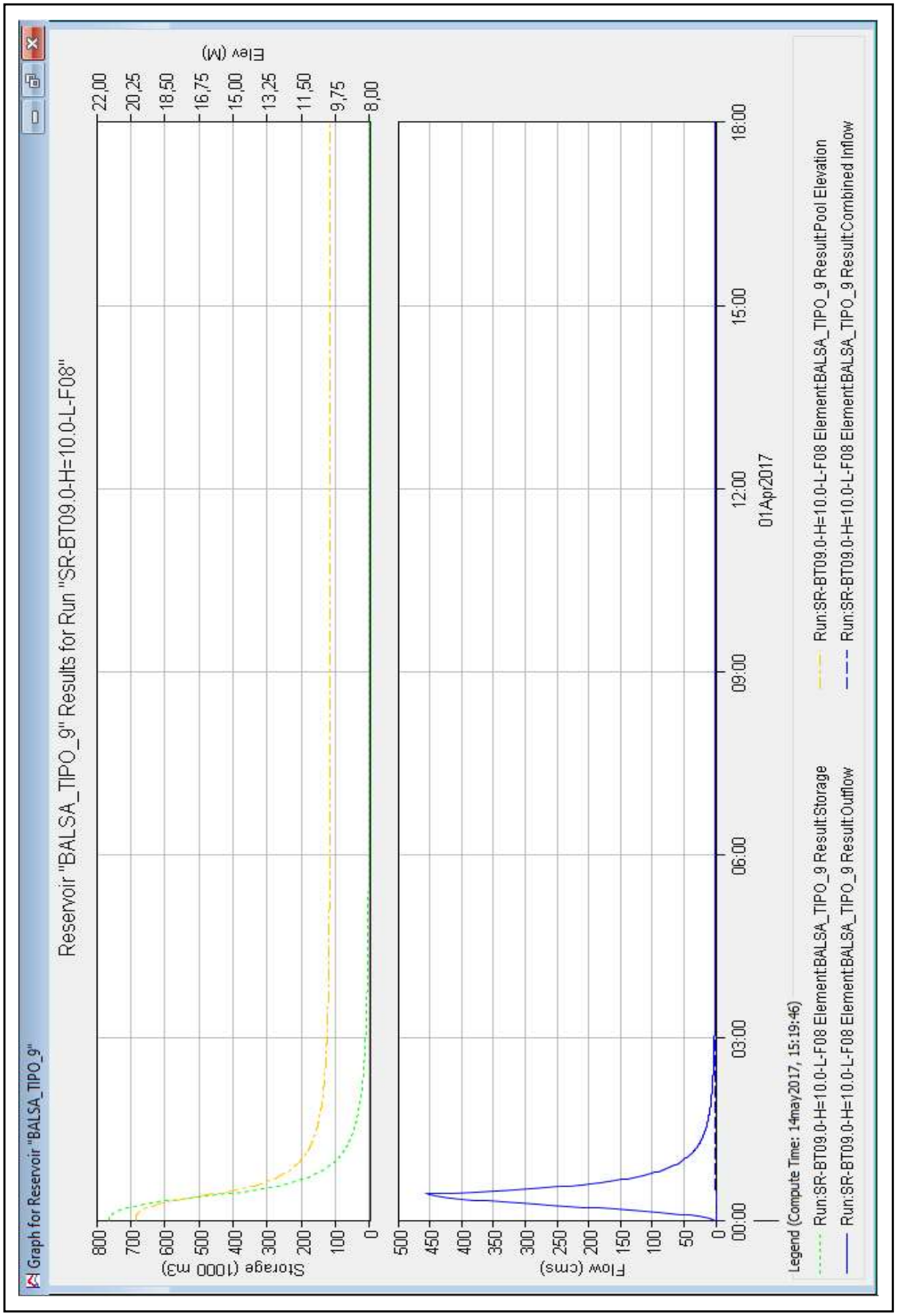
Variables de formación de la brecha incompleta



Fuente: GUIDELINES FOR DAM BREACH ANALYSIS, STATE OF COLORADO-DEPARTMENT OF NATURAL RESOURCES-DIVISION OF WATER RESOURCES, 10/02/2010

Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 09

HIDROGRAMA DE VERTIDO Y CURVA DE VACIADO PARA H=10.0 m. ESCENARIO (NMN-SOLERA) APLICACIÓN FÓRMULA F08

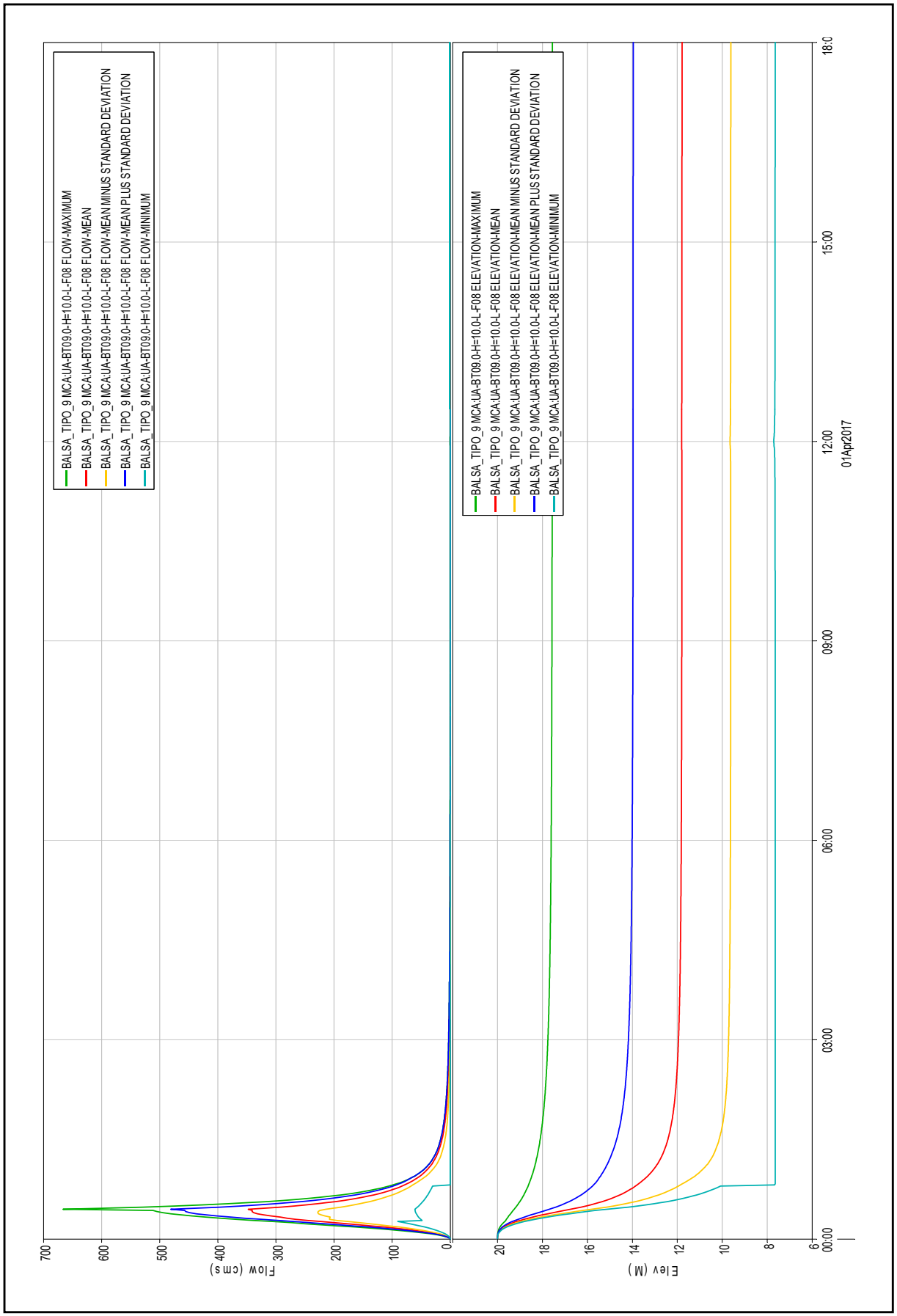


Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 09

HIDROGRAMA DE VERTIDO Y CURVA DE VACIADO PARA H=10.0 m. ESCENARIO (NMN-SOLERA) APLICACIÓN FÓRMULA MLM84

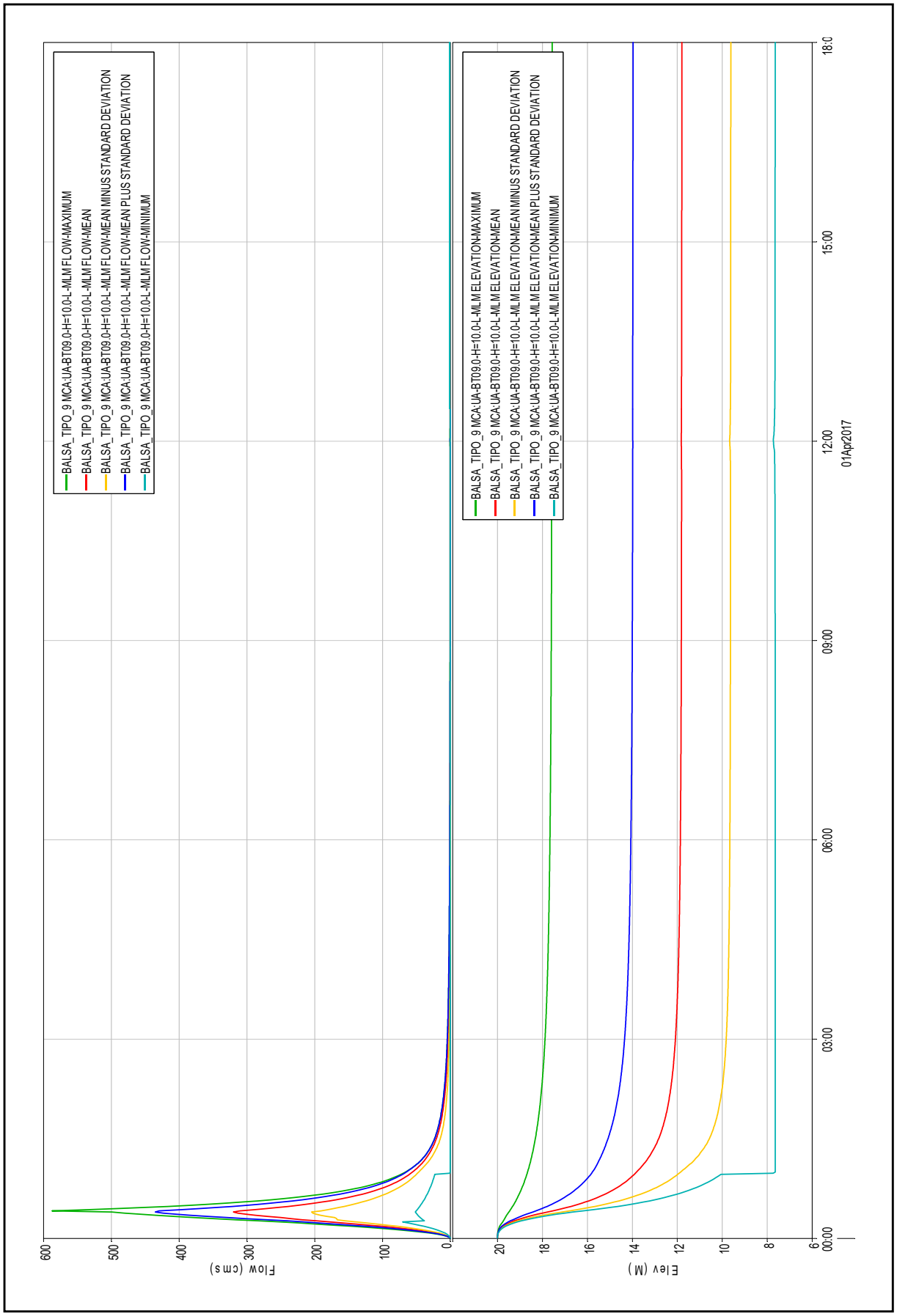
Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 09

APLICACIÓN DEL MÉTODO DE MONTECARLO EN LA CALIBRACIÓN DEL FONDO DE BRECHA (5.000 SIMULACIONES) HIDROGRAMAS DE VERTIDO Y VARIACIÓN DEL NIVEL EMBALSADO. (H=10.00 m.) APLICACIÓN FÓRMULA F08



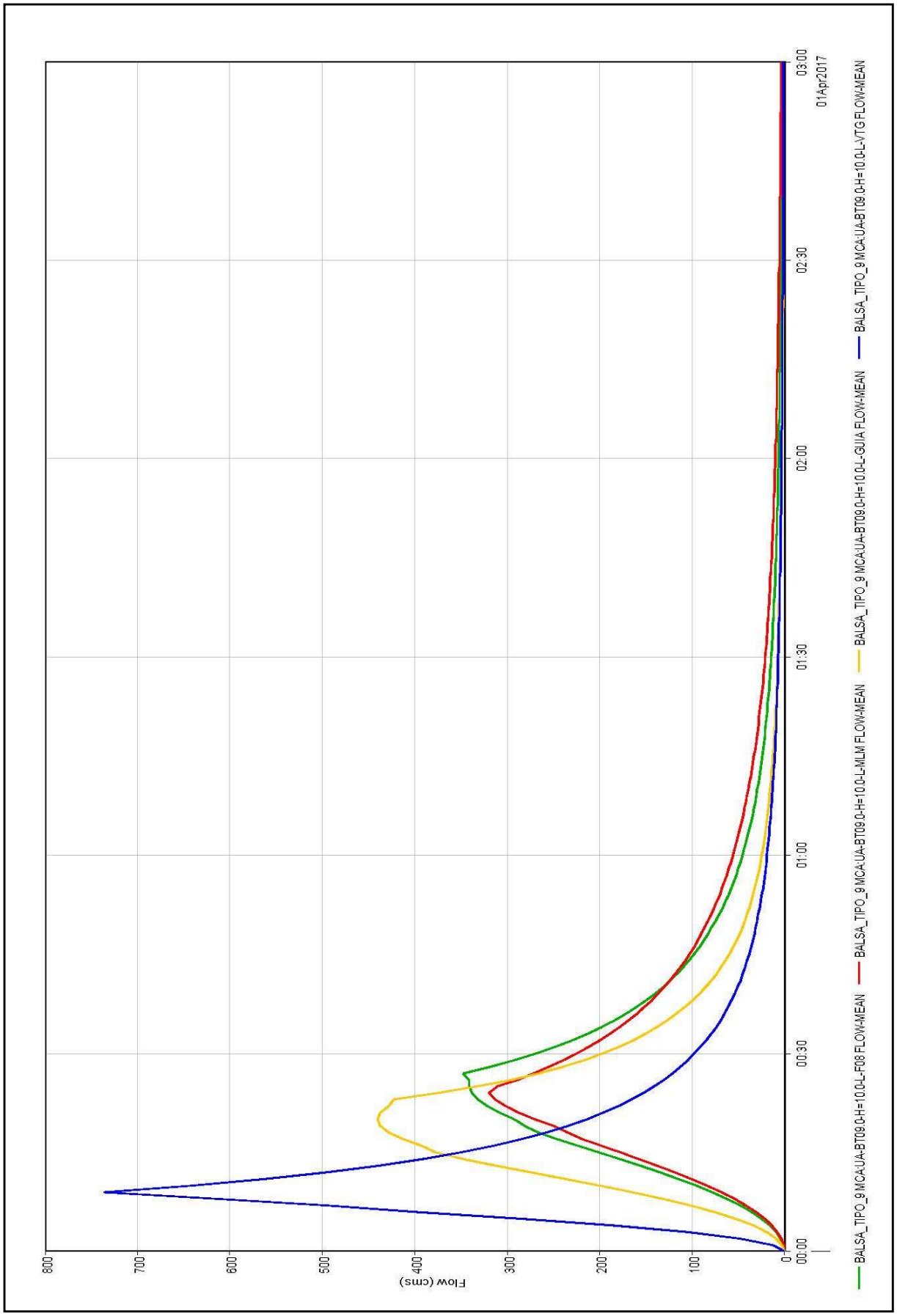
Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 09

APLICACIÓN DEL MÉTODO DE MONTECARLO EN LA CALIBRACIÓN DEL FONDO DE BRECHA (5.000 SIMULACIONES) HIDROGRAMAS DE VERTIDO Y VARIACIÓN DEL NIVEL EMBALSADO. (H=10.00 m.) APLICACIÓN FÓRMULA MLM84



Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 09 (Hw=10.00 m.)

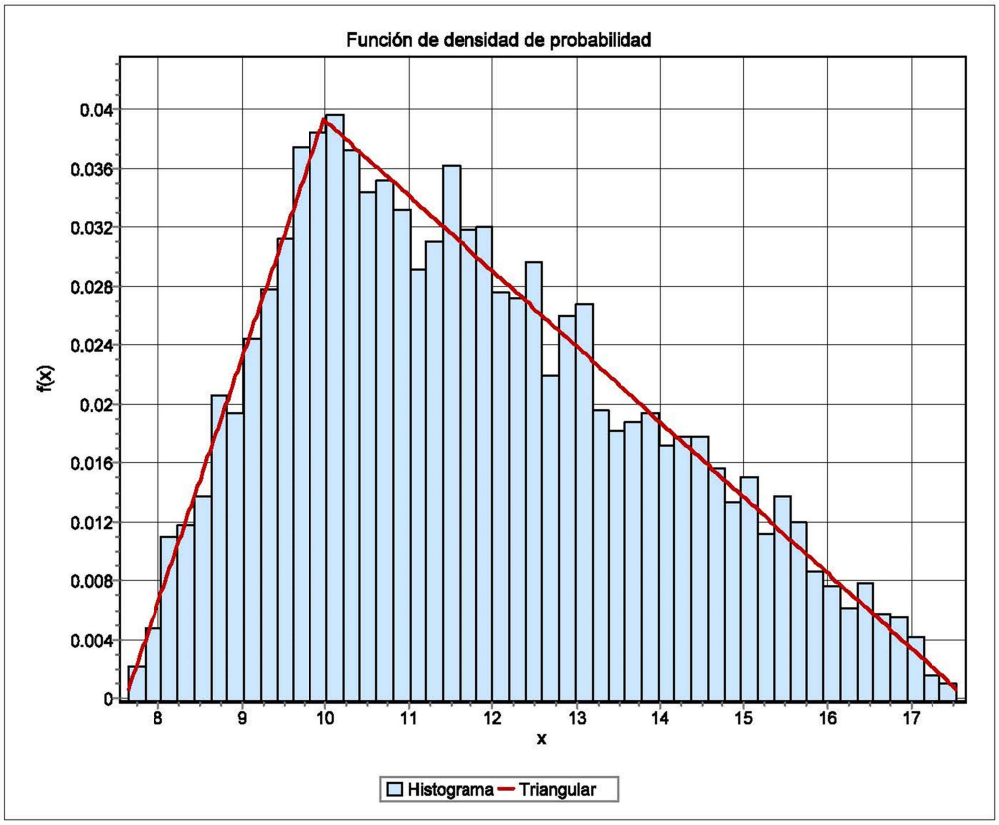
ESTUDIO COMPARATIVO DE LA VARIABILIDAD DEL HIDROGRAMA DE VERTIDO EN FUNCIÓN DE LA CARGA DE AGUA MOVILIZABLE (Hw) APLICACIÓN FÓRMULAS F08-MLM84-GUIA-VTG

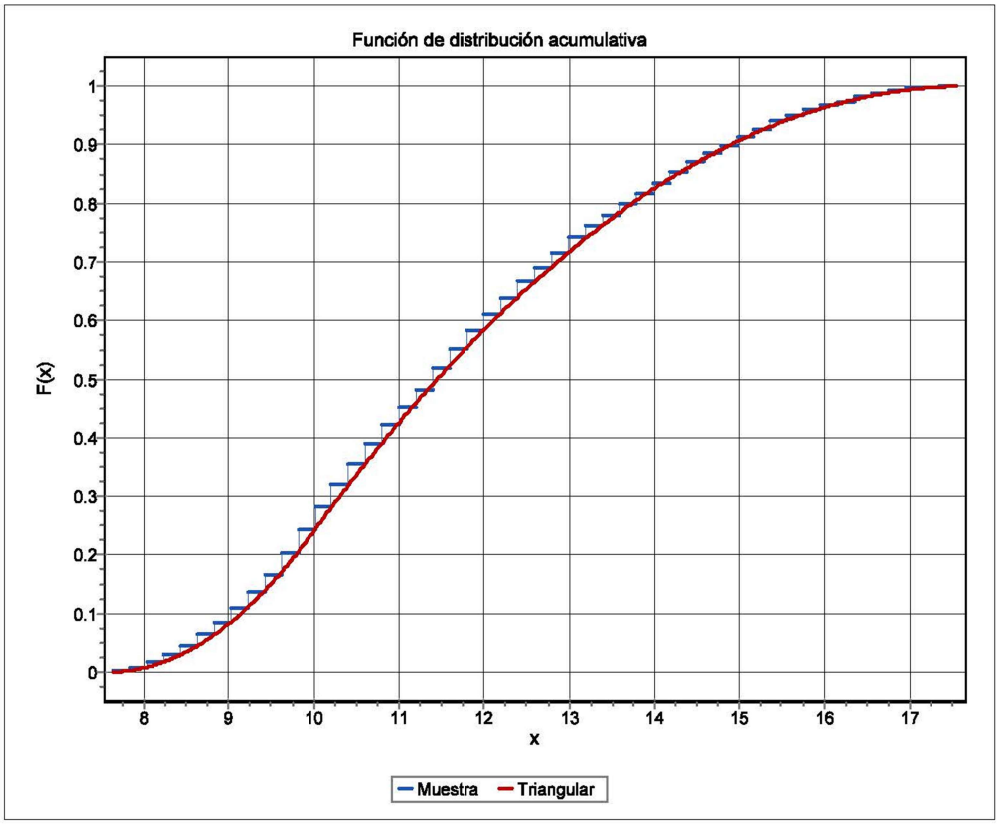


Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 09

M. DE MONTECARLO (FONDO DE BRECHA) ANÁLISIS ESTADISTICO RESULTADOS (Hw=10.00 m.) AJUSTE DE LA FUNCIÓN DE DISTRIBUCIÓN. FUNCIÓN DE DENSIDAD Y FUNCIÓN DE DISTRIBUCIÓN ACUMULATIVA

En el eje de abcisas se representa la variabilidad de la cota del fondo de brecha, considerando la cota +10.00 la solera interior de la balsa.

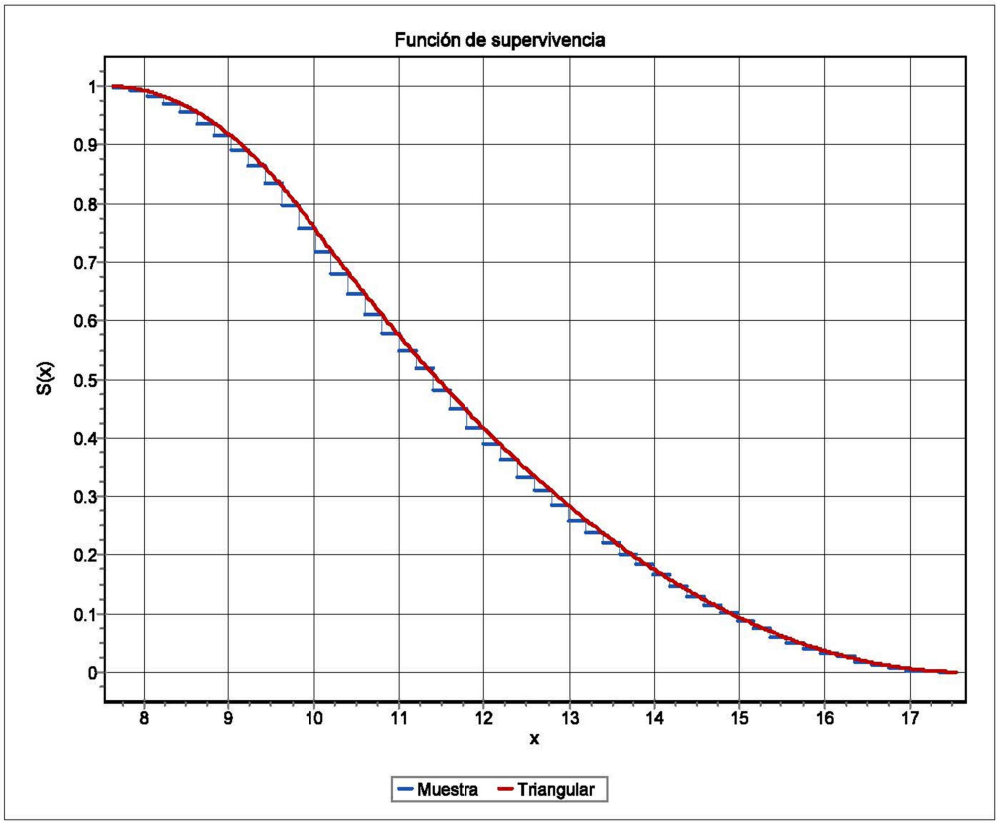


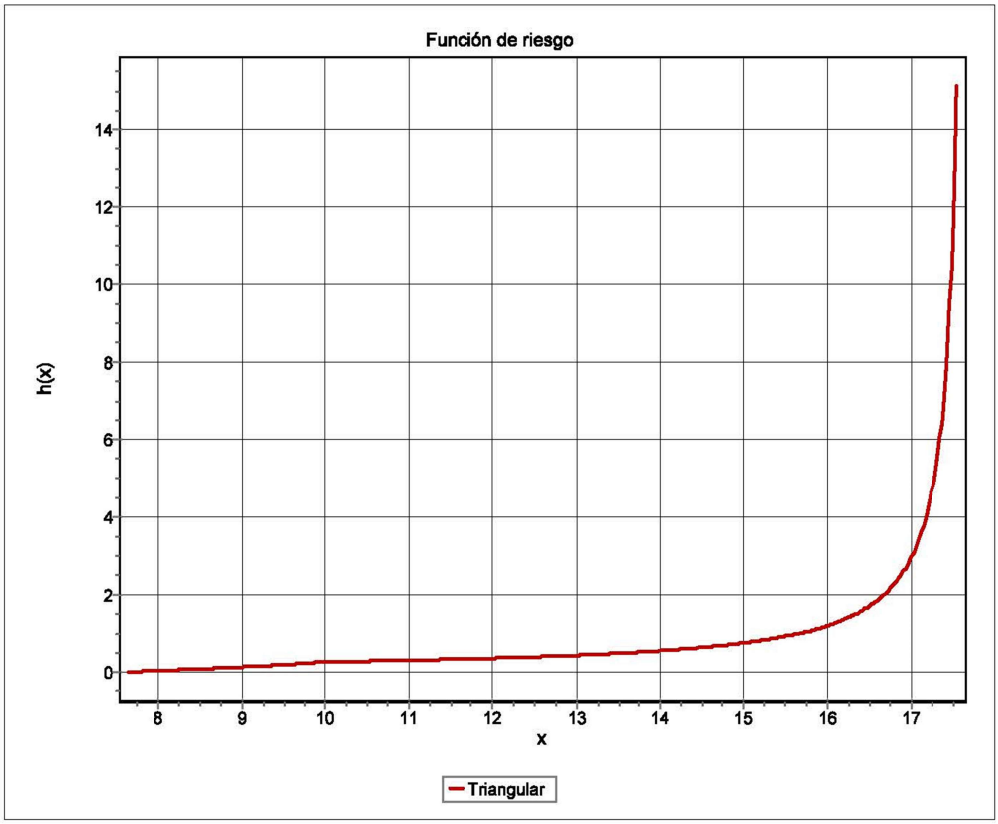


Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 09

M. DE MONTECARLO (FONDO DE BRECHA)
ANÁLISIS ESTADISTICO RESULTADOS
(Hw=10.00 m.)
AJUSTE DE LA FUNCIÓN DE DISTRIBUCIÓN.
FUNCIÓN DE SUPERVIVENCIA Y FUNCIÓN DE RIESGO

En el eje de abcisas se representa la variabilidad de la cota del fondo de brecha, considerando la cota +10.00 la solera interior de la balsa.

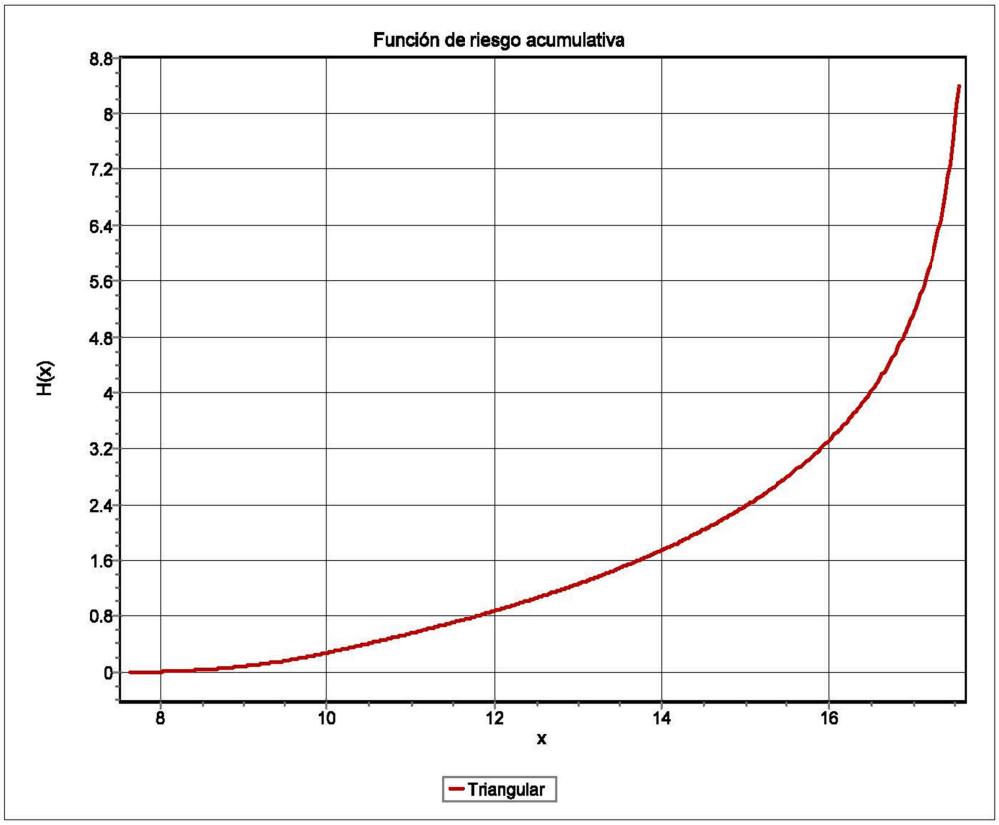


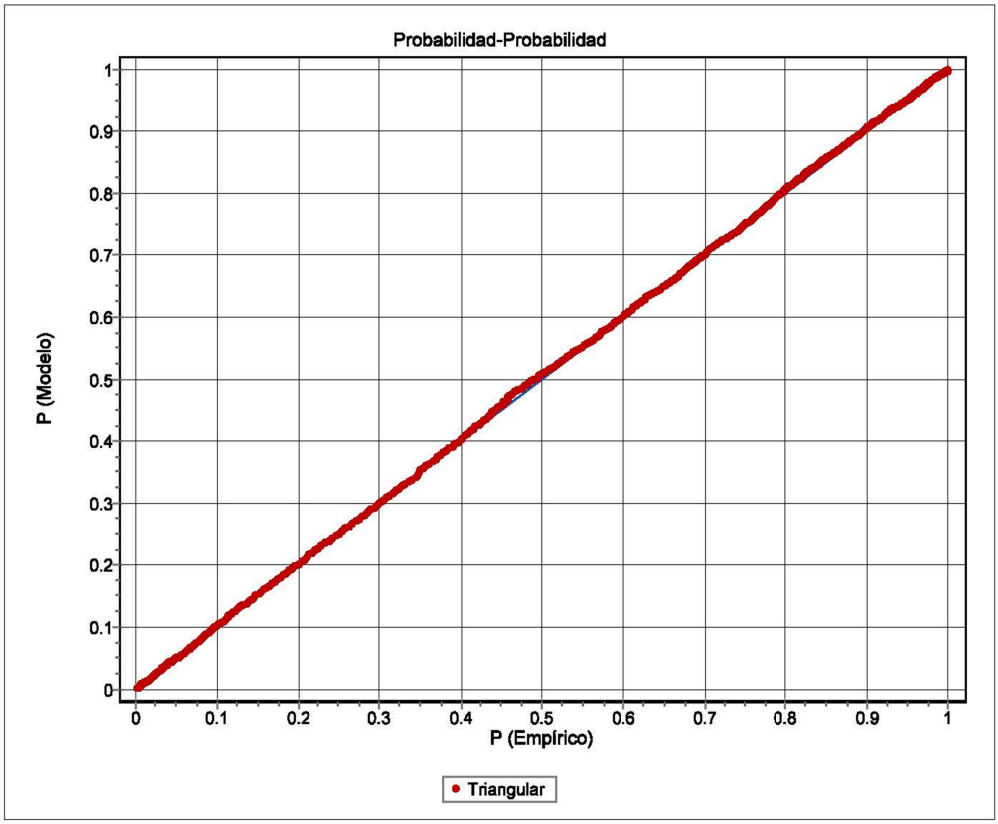


Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 09

M. DE MONTECARLO (FONDO DE BRECHA) ANÁLISIS ESTADISTICO RESULTADOS (Hw=10.00 m.) AJUSTE DE LA FUNCIÓN DE DISTRIBUCIÓN. FUNCIÓN DE RIESGO ACUMULATIVA Y GRÁFICO P-P

En el eje de abcisas se representa la variabilidad de la cota del fondo de brecha, considerando la cota +10.00 la solera interior de la balsa.

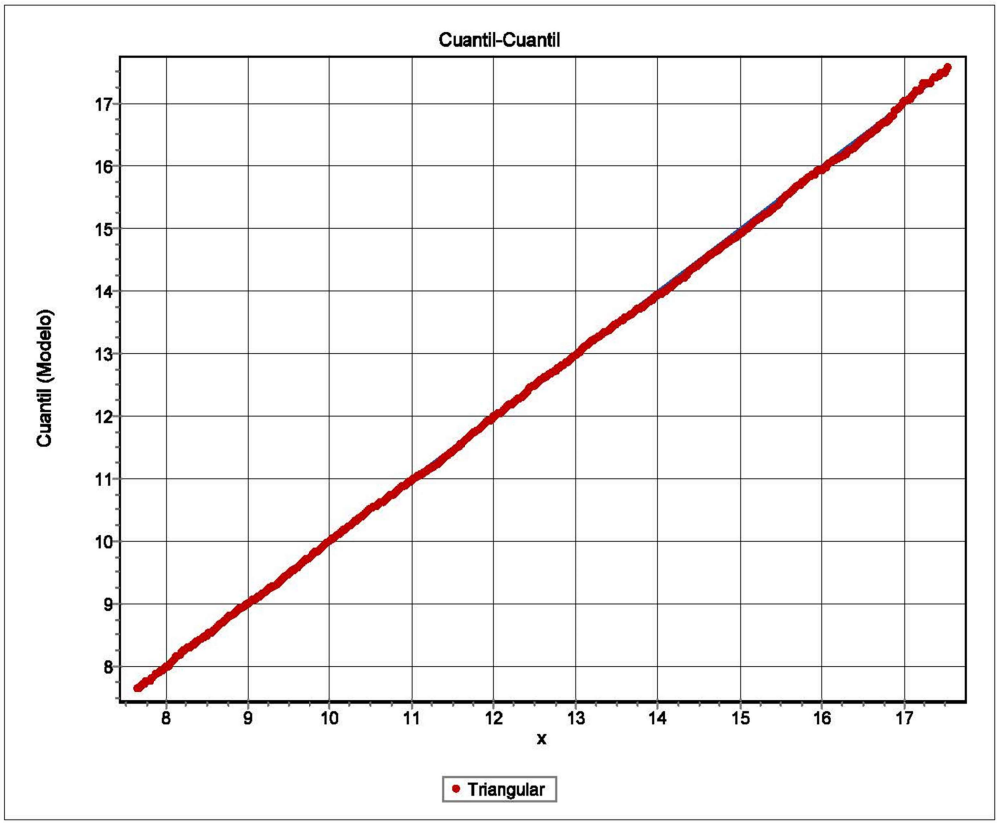


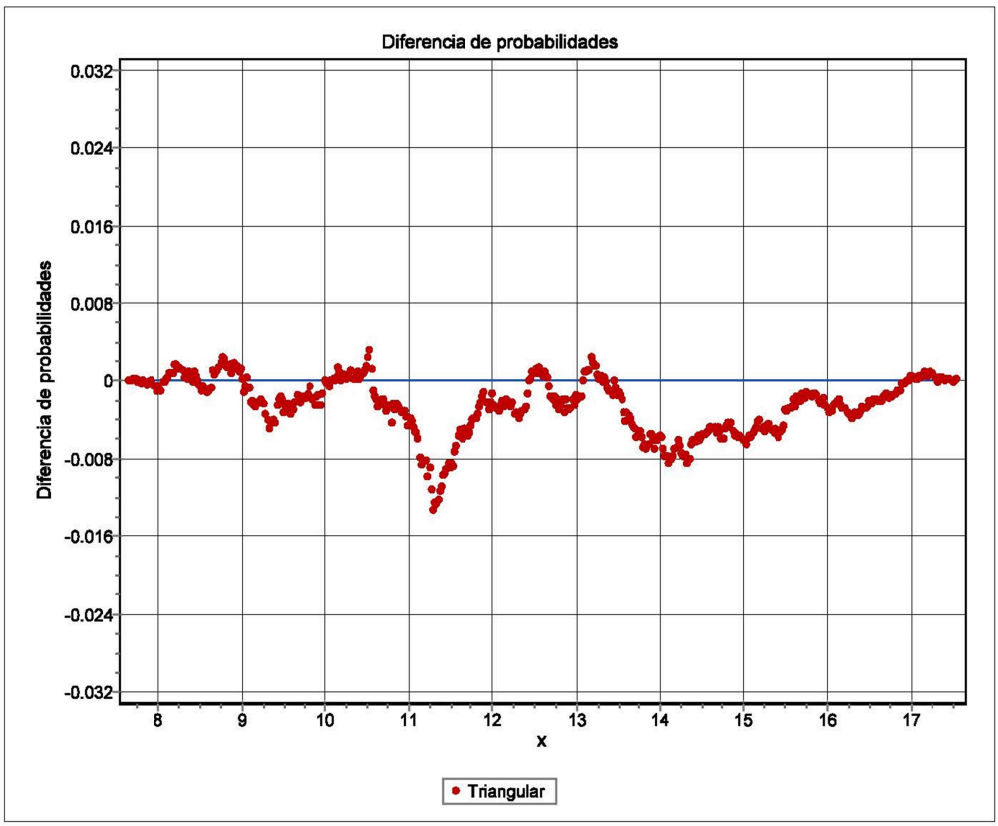


Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 09

M. DE MONTECARLO (FONDO DE BRECHA) ANÁLISIS ESTADISTICO RESULTADOS (Hw=10.00 m.) AJUSTE DE LA FUNCIÓN DE DISTRIBUCIÓN. GRÁFICO Q-Q Y DIFERENCIA DE PROBABILIDADES

En el eje de abcisas se representa la variabilidad de la cota del fondo de brecha, considerando la cota +10.00 la solera interior de la balsa.



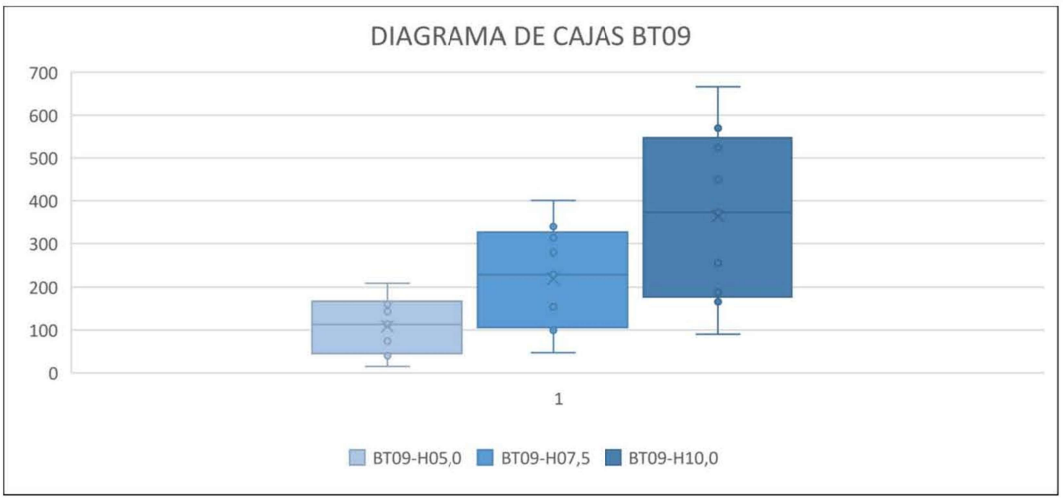


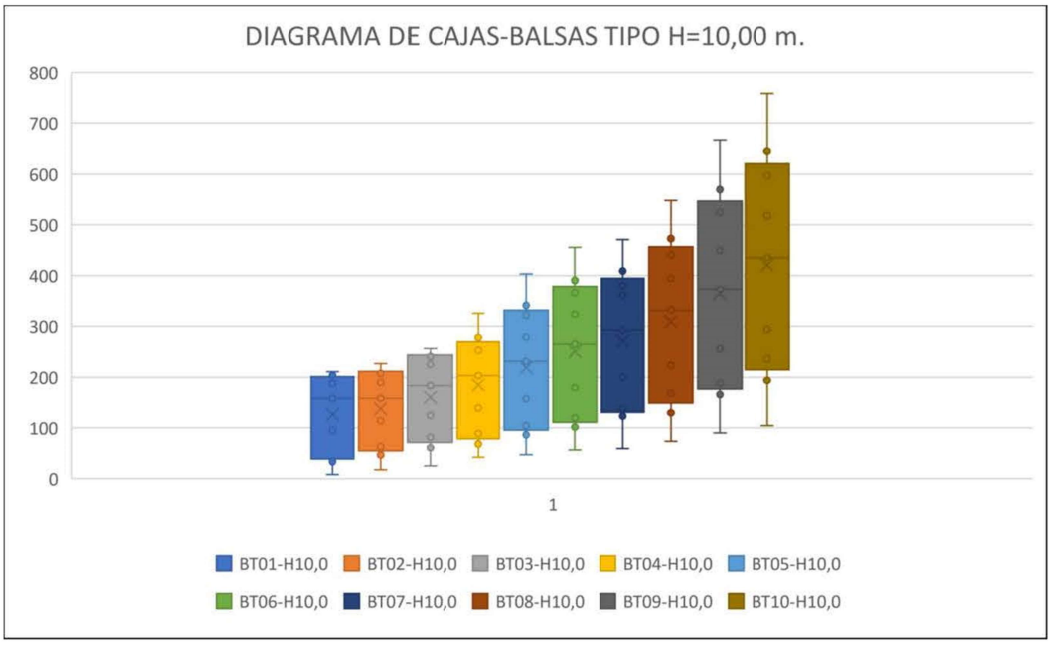
Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 09

M. DE MONTECARLO (CAUDAL MÁXIMO) ANÁLISIS ESTADISTICO RESULTADOS (Hw=10.00 m.) ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA. DIAGRAMAS DE CAJAS

CAUDALES MÁXIMOS (M. MONTECARLO) Estadística descriptiva					Parámetros Ajuste	
BALSA	BT09					
ALTURA Hw (m)	10,00					
AJUSTE	WAKEBY					
Estadística	**Valor**	**Percentil %**	**Valor**	**Obs**		
Tamaño de la muestra	5000	1	90,3	Min		
Rango	576,21	5	166,1			
Media	363,36	10	187,9			
Varianza	15709	25	256,1	Q1		
Desviación estándar	125,33	50	372,8	Mediana		
Coef, de variación	0,34493	75	449,4	Q3		
Error estándar	1,7725	90	524,4			
Asimetría	-0,00527	95	569,8			
Curtosis	-0,84723	99	666,6	Max	I.C.$\bar{X}$ (95%)	3,474

α	522,91
β	2,0097
γ	67,846
δ	-0,11983
ξ	129,03

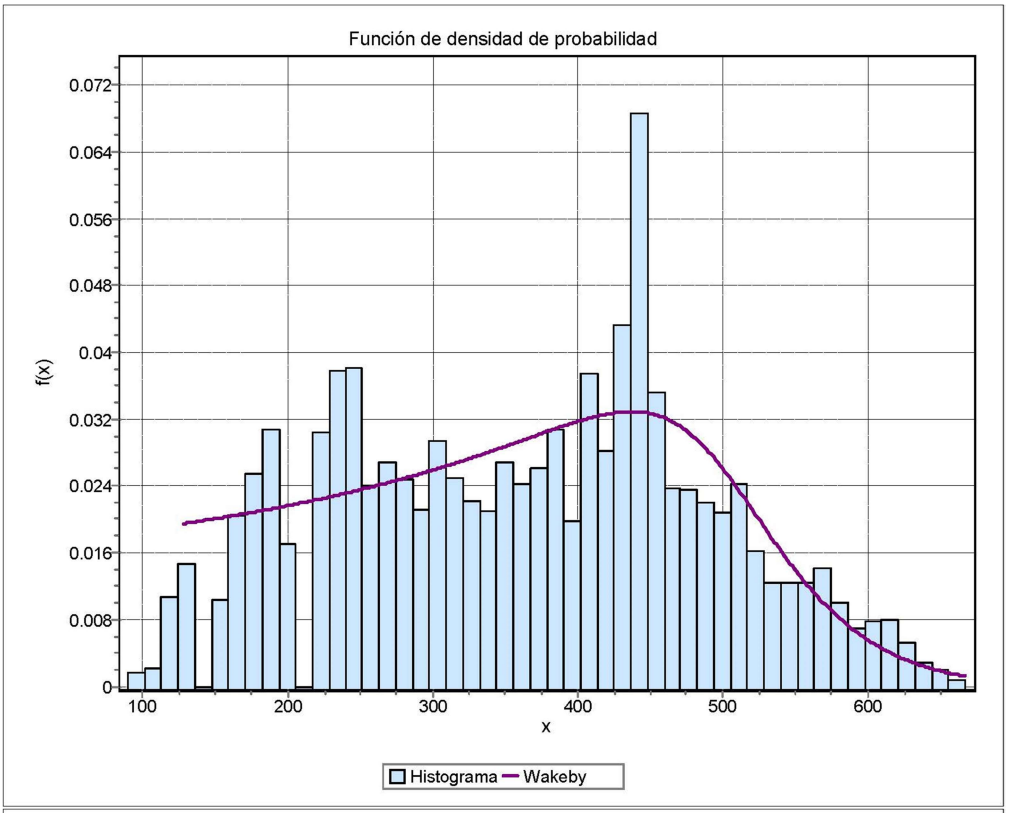


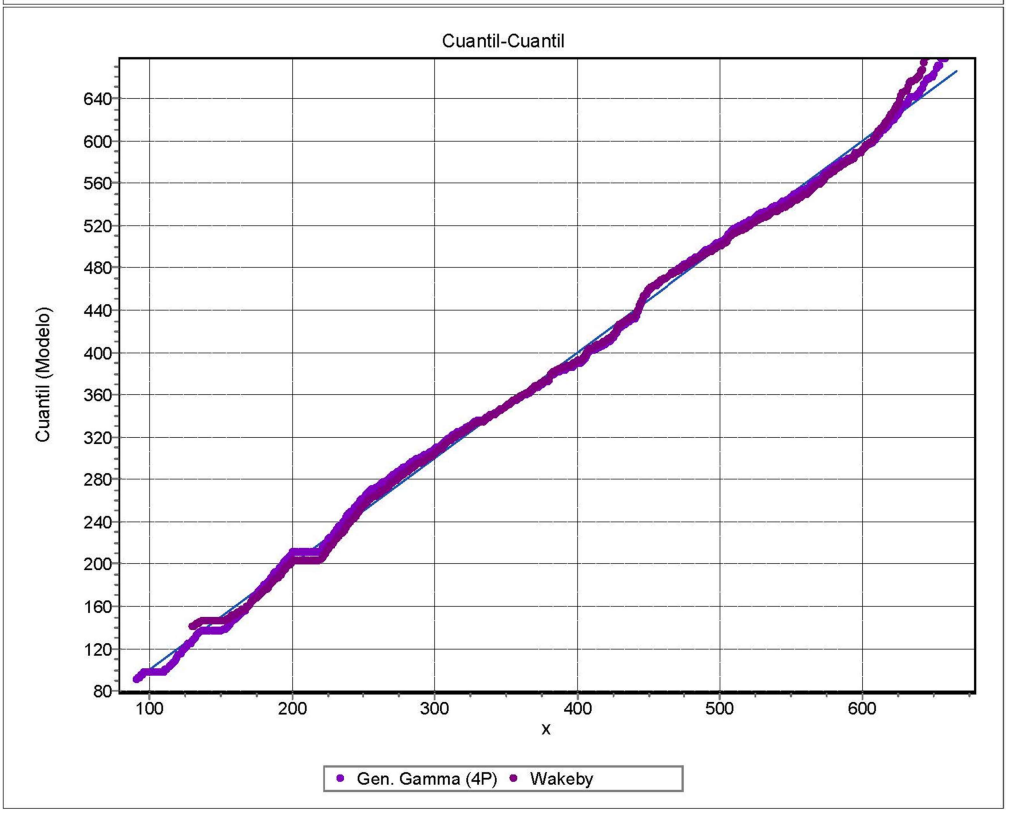


Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 09

M. DE MONTECARLO (CAUDAL MÁXIMO) ANÁLISIS ESTADISTICO RESULTADOS (Hw=10.00 m.) AJUSTE DE LA FUNCIÓN DE DISTRIBUCIÓN. FUNCIÓN DE DENSIDAD Y GRÁFICO Q-Q

En el eje de abscisas se representa la variabilidad de los caudales máximos simulados, a partir del fondo de brecha, y considerando la evolución de su crecimiento atendiendo a la geometría de F08.

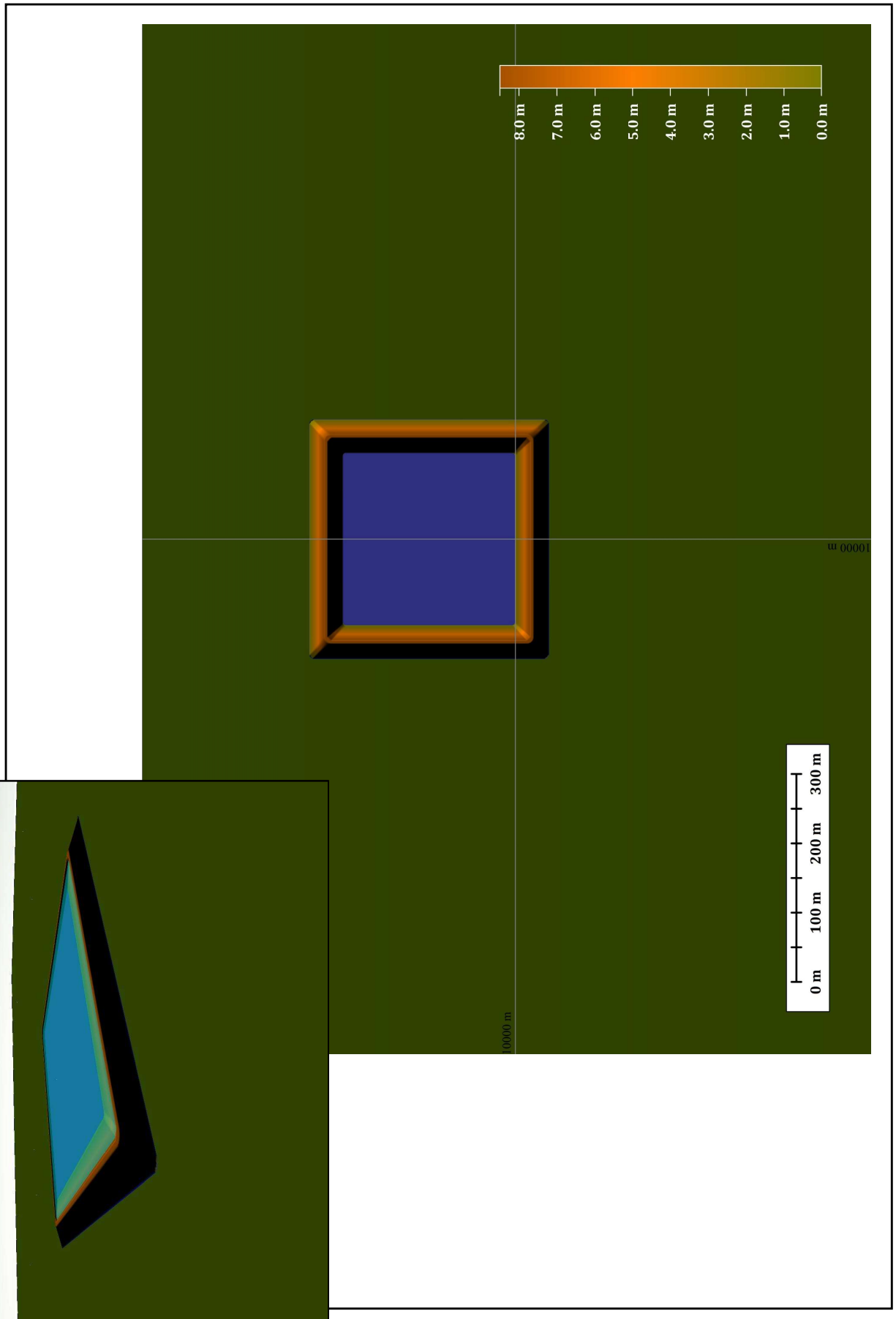




Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 09

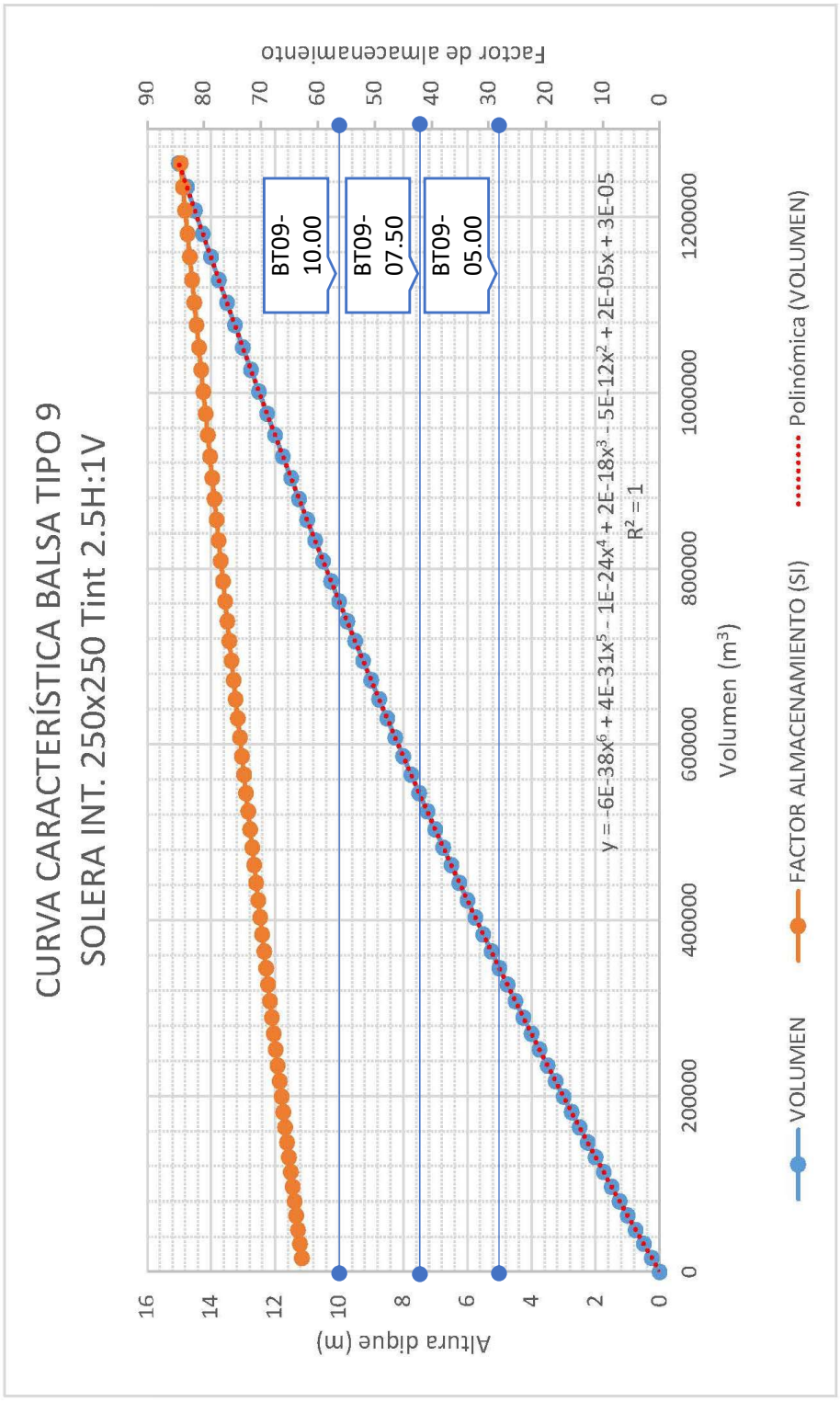
GEOMETRÍA

- ALTURA LÁMINA Hw= 07.5 m.
- RESGUARDO = 1.0 m.
- ANCHO CORONACIÓN= 05.0 m



Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 09

CURVA CARACTERÍSTICA vs FACTOR DE ALMACENAMIENTO



Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 09

ESTIMACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE BRECHA. H=07,50 m. ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE FÓRMULAS EMPÍRICAS

ESTIMACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE BRECHA

PROYECTO:			**BALSAS TIPO**								
SECTOR:			**9**								
ALTURA			**7,5**								
CARACTERÍSTICA*		MÉTODO	FROEHLICH 95a			FROEHLICH 08		GUÍA TÉCNICA	MACDONALD & LANGRIDGE-MONOPOLIS 84	VTG	
MODO DE FALLO (S=SIFONAMIENTO;D=DESBORDAMIENTO)		Mf	S	D		S	D	S	S	S	
CARGA DE AGUA MOVILIZABLE		Hw	m	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	
VOLUMEN ALMACENADO EN Hw EN EL COLAPSO		Vw	m3	544335,9	544335,9	544335,9	544335,9	544335,9	544335,9	544335,9	
SUPERFICIE OCUPADA EN Hw		As	m2	82656,3	82656,3	82656,3	82656,3	82656,3	82656,3	82656,3	
RESGUARDO		r	m	1	1	1	1	1	1	1	
ALTURA DE BRECHA COMPLETA		Hb	m	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5	
FACTOR CORRECTOR POR MODO DE FALLO		Ko	-	1	1,4	1	1,3				
TALUD DE LA BRECHA		Zb	Z(H):1(V)	0,9	1,4	0,7	1	1	0,5	1	
**	TALUD DEL DIQUE AGUAS ARRIBA	Z_1	Z(H):1(V)						2,5		
	TALUD DEL DIQUE AGUAS ABAJO	Z_2	Z(H):1(V)						2,5		
	SUMA DE TALUDES DEL DIQUE	Z_3	Z_1+Z_2						5		
	ANCHO CORONACIÓN DEL DIQUE	C	m						5		
	VOLUMEN EROSIONABLE DEL DIQUE	Ve	m3						3165,5		
TIPOLOGIA DEL DIQUE		Td	Pequeña Presa Clasificable			Pequeña Presa Clasificable		Pequeña Presa Clasificable	Pequeña Presa Clasificable	Pequeña Presa Clasificable	
COTA SOLERA BRECHA		Cs	m	10	10	10	10	10	10	10	
COTA CORONACIÓN		Cc	m	18,5	18,5	18,5	18,5	18,5	18,5	18,5	
ESTIMACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE LA BRECHA											
***	ANCHO MEDIO	Bavg	m	18,5	26,0	20,14	26,2	29,3	15,3	24,85	
	ANCHO EN SOLERA	Bb	m	10,9	14,1	14,2	17,7	20,8	11,1	16,4	
	ANCHO EN CORONACIÓN	Bc	m			26,09	34,68	37,83	19,58	33,35	
	TIEMPO DE FORMACIÓN	Tf	h	0,4	0,4	0,49	0,5	0,417	0,337	0,113	
	FACTOR DE ALMACENAMIENTO	Sl	-	72,6	72,6	72,6	72,6	72,6	72,6	72,6	
ESTIMACIÓN DEL CAUDAL PUNTA FROEHLIC 95b											
CAUDAL MÁXIMO PREVISTO		Qp	m3/s	363,37	363,37	363,37	363,37	363,37	363,37	363,37	

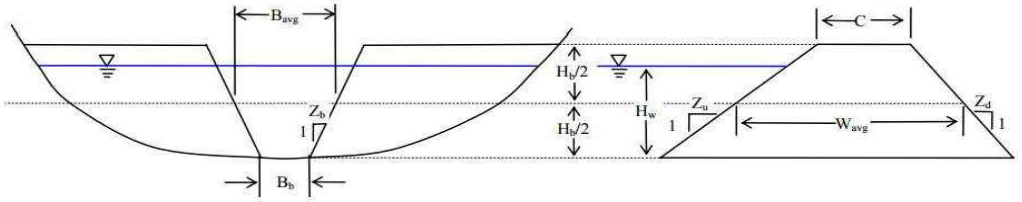
Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 09

ESTIMACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE BRECHA. H=07,50 m. ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE FÓRMULAS EMPÍRICAS. VALIDACIÓN DE RESULTADOS

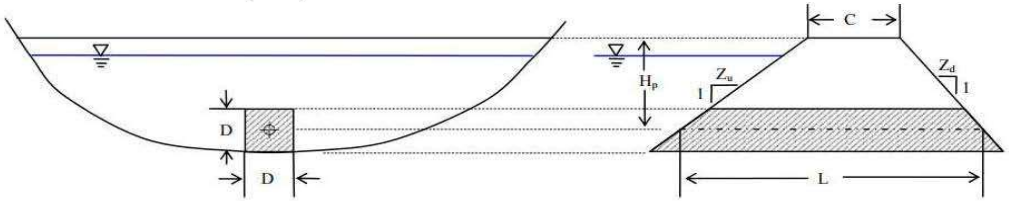
ESTIMACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE BRECHA								
PROYECTO:	**BALSAS TIPO**							
SECTOR:	**9**							
ALTURA	**7,5**							
ANÁLISIS Y VALIDACIÓN DE RESULTADOS								
Dada la importancia del tiempo de formación de la brecha en la generación del pico del hidrograma, es relevante poder validar los resultados. Para ello utilizaremos un estimador de la progresión de la erosión. Se considera adecuado aquel que define un desarrollo lineal, por lo que se utilizará la razón de erosión (ER) definida por la relación entre el ancho medio de brecha y el tiempo de formación. Diversos autores han indicado los intervalos de fiabilidad relacionando dicho parámetro con la altura de agua movilizable, (Hw), quedando estos entre 1.6 y 21. Por otro lado, el agua almacenada puede condicionar el desarrollo completo de la brecha, por lo que se apunta como indicador de la validez de los resultados, la relación entre el ancho medio respecto de la altura de brecha (Bavg/Hb). En este caso si el indicador ofrece un valor inferior a 0.6, no se puede afirmar que se complete la brecha, quedando como apertura una geometría cuadrangular de ancho D.								
COMPROBACIÓN DEL DESARROLLO DE BRECHA (completa vs parcial) Se considera desarrollada si (Bavg/Hb)> 0.60	(Bavg/Hb)	2,18	3,05	2,37	3,08	3,45	1,80	2,92
RAZÓN DE EROSIÓN (ER)	(Bavg/Tf)	45,68	63,95	41,39	53,80	70,40	45,57	33,35
COMPROBACIÓN DEL PROGRESO DE LA BRECHA (lineal vs no lineal) Se puede considerar razonable la ratio de erosión si 1.6<(ER/Hw)<21	(ER/Hw)	6,09	8,53	5,52	7,17	9,39	6,08	4,45
COMPROBACIÓN BOWLES T de formación (h) Si tiempo de formación de brecha es menor que la comprobación de Bowles se adopta	T=2*Vw/Qp	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83
RAZÓN DE TIEMPOS (Tbowles/Tf)		2,05	2,05	1,71	1,71	2,00	2,47	7,40
* *DIQUE DE CIERRE DE MATERIALES SUELTOS HOMOGÉNEO, ASUMIENDO MÁXIMO ALMACENAMIENTO EN LA FASE DE COLAPSO* ** *A utlizar en el método de MACDONALD & LANGRIDGE-MONOPOLIS 84 (MLM84)* *** *Wb en el método de MACDONALD & LANGRIDGE-MONOPOLIS 84 (MLM84)*								

ESQUEMAS

Variables de formación de la brecha completa



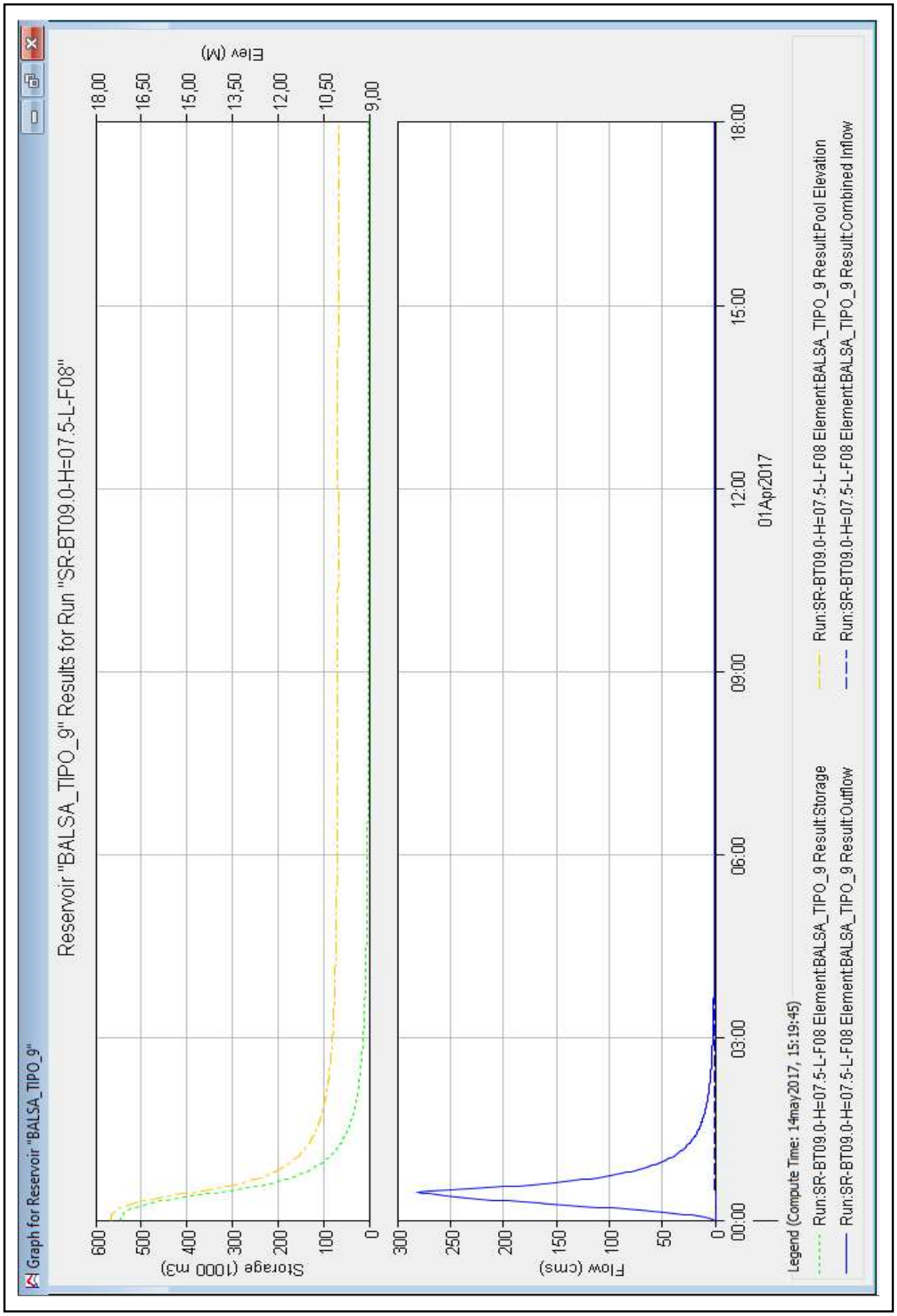
Variables de formación de la brecha incompleta



Fuente: GUIDELINES FOR DAM BREACH ANALYSIS, STATE OF COLORADO-DEPARTMENT OF NATURAL RESOURCES-DIVISION OF WATER RESOURCES, 10/02/2010

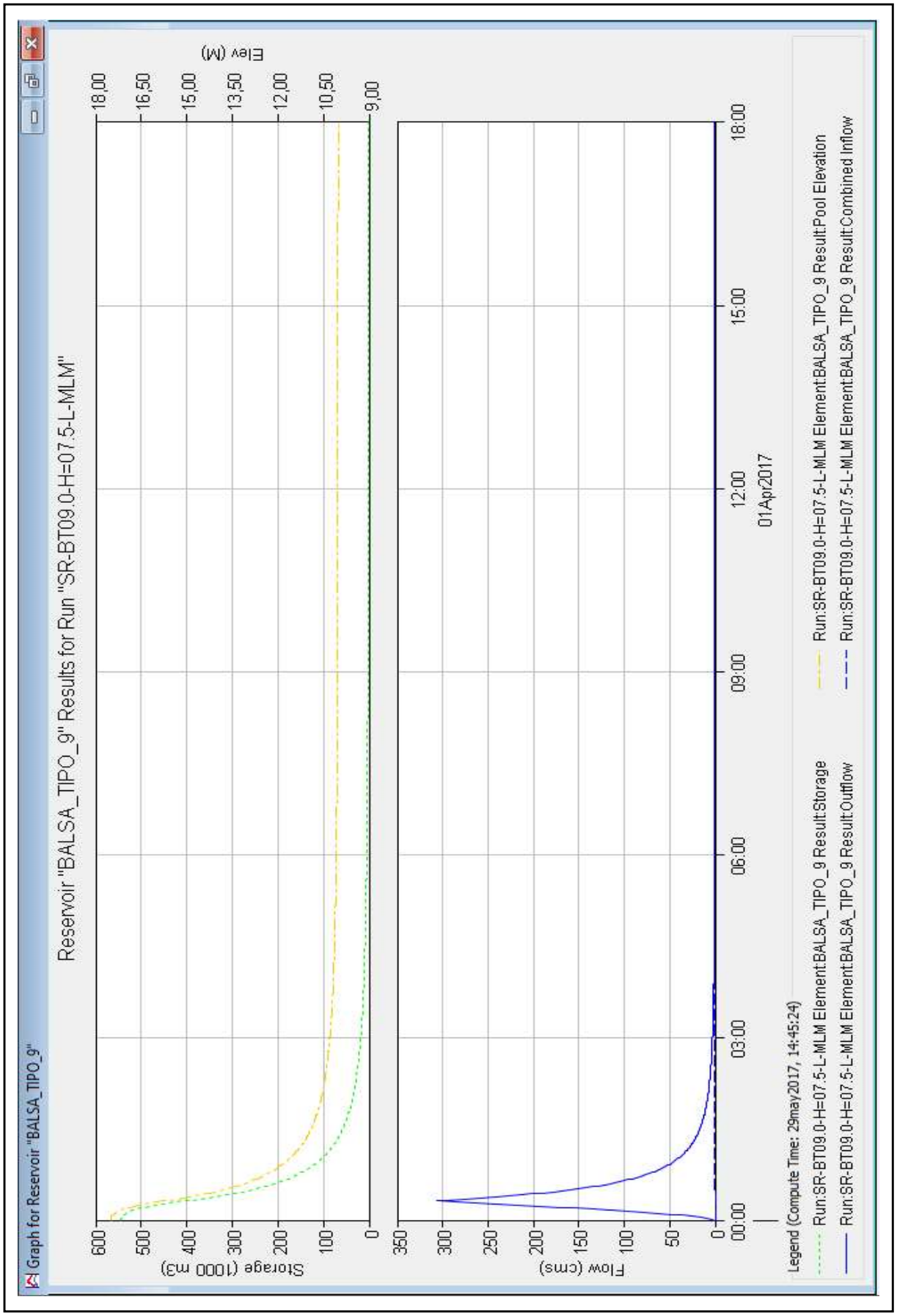
Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 09

HIDROGRAMA DE VERTIDO Y CURVA DE VACIADO PARA H=7.50 m. ESCENARIO (NMN-SOLERA) APLICACIÓN FÓRMULA F08



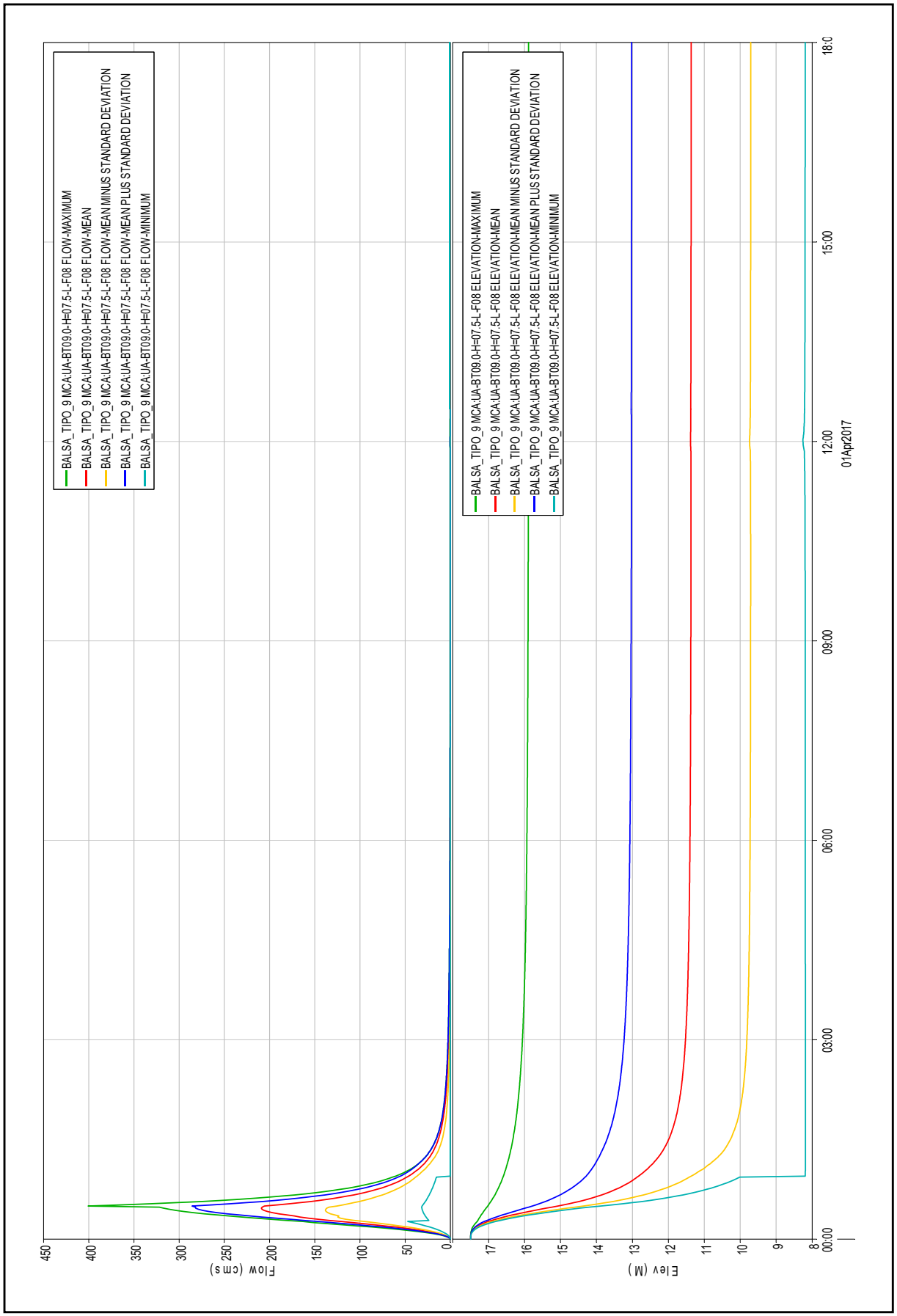
Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 09

HIDROGRAMA DE VERTIDO Y CURVA DE VACIADO PARA H=7.50 m. ESCENARIO (NMN-SOLERA) APLICACIÓN FÓRMULA MLM84



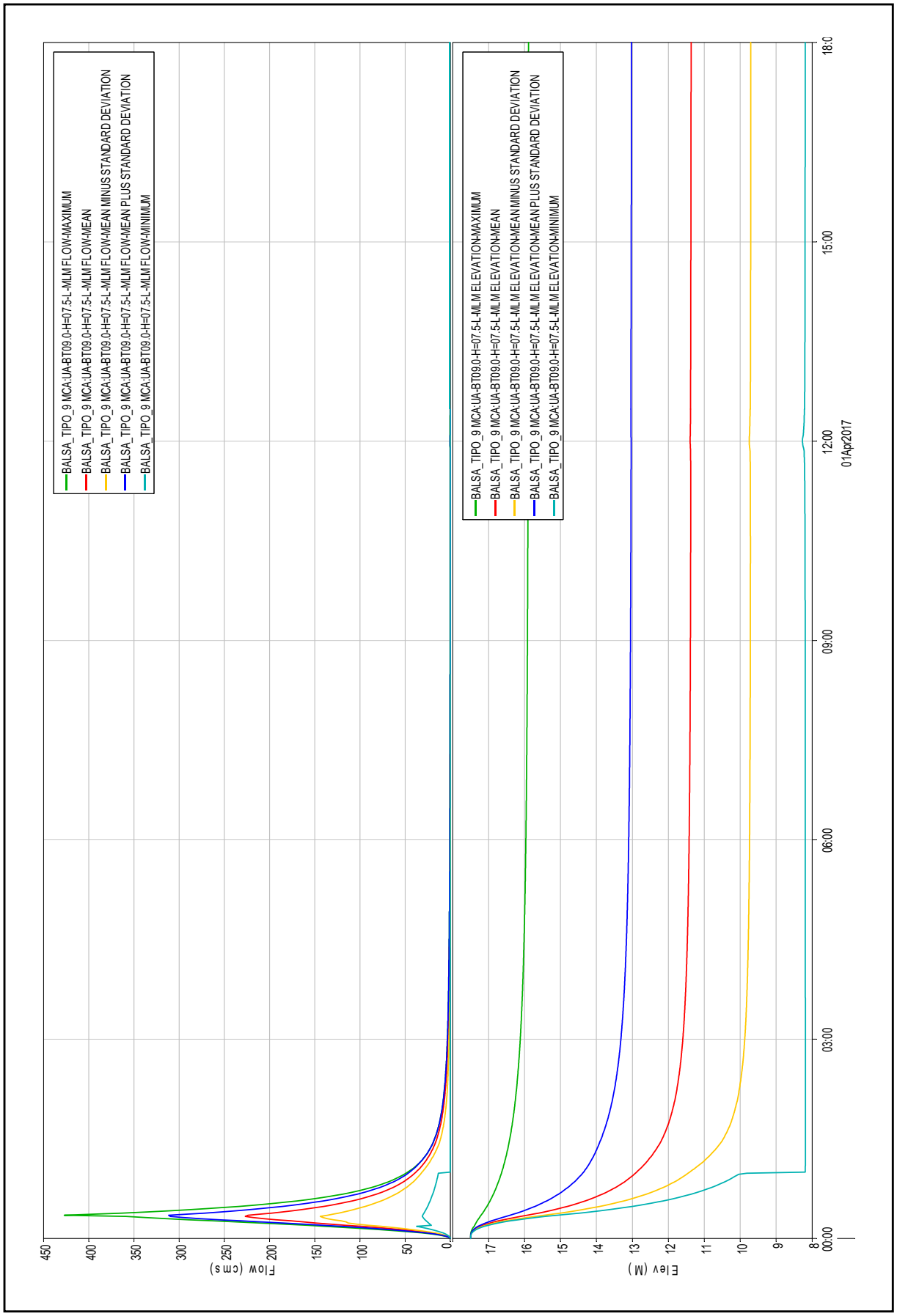
Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 09

APLICACIÓN DEL MÉTODO DE MONTECARLO EN LA CALIBRACIÓN DEL FONDO DE BRECHA (5.000 SIMULACIONES) HIDROGRAMAS DE VERTIDO Y VARIACIÓN DEL NIVEL EMBALSADO. (H=07.50 m.) APLICACIÓN FÓRMULA F08



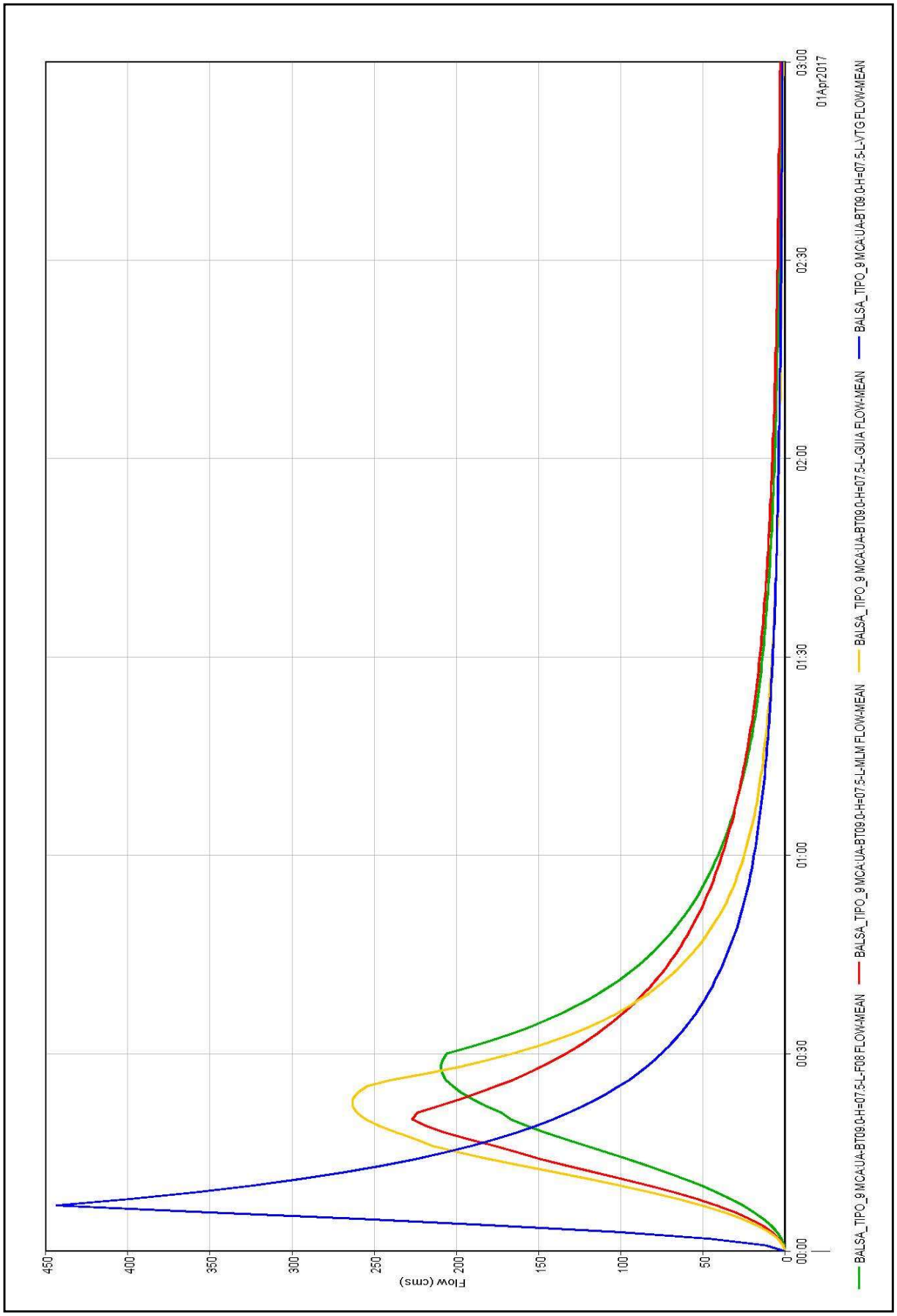
Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 09

APLICACIÓN DEL MÉTODO DE MONTECARLO EN LA CALIBRACIÓN DEL FONDO DE BRECHA (5.000 SIMULACIONES) HIDROGRAMAS DE VERTIDO Y VARIACIÓN DEL NIVEL EMBALSADO. (H=07.50 m.) APLICACIÓN FÓRMULA MLM84



Características de las balsas sintéticas.
BALSA TIPO 09
(Hw=07.50 m.)

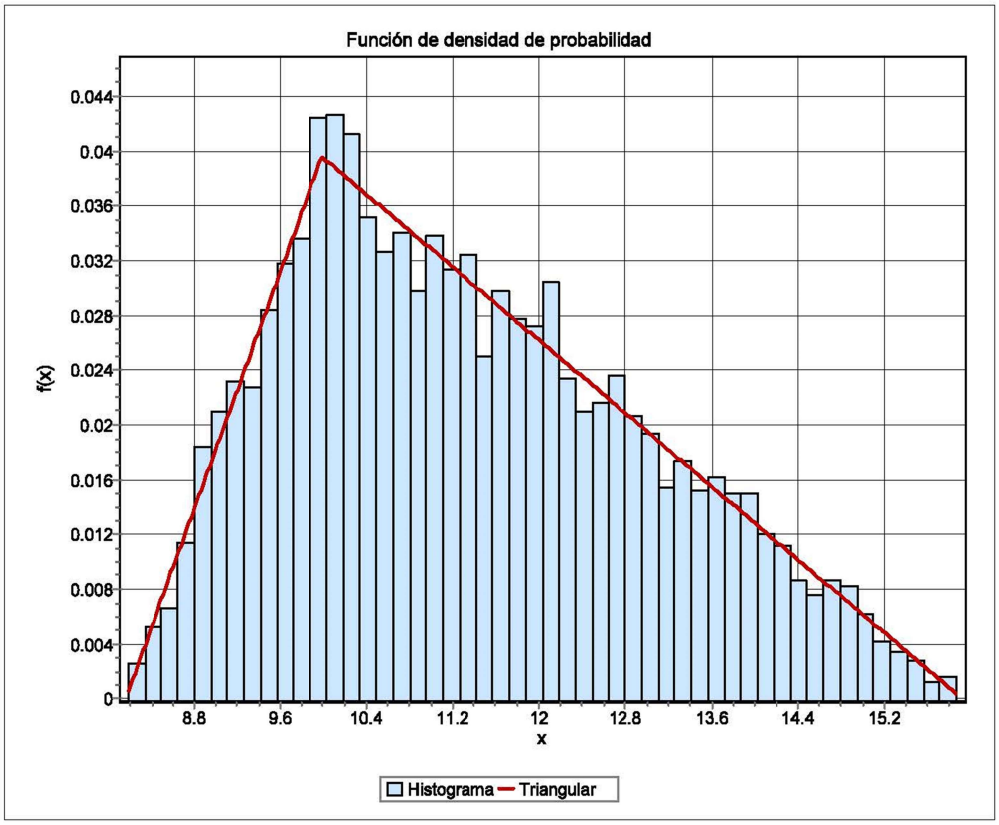
ESTUDIO COMPARATIVO DE LA VARIABILIDAD DEL HIDROGRAMA DE VERTIDO EN FUNCIÓN DE LA CARGA DE AGUA MOVILIZABLE (Hw)
APLICACIÓN FÓRMULAS
F08-MLM84-GUIA-VTG

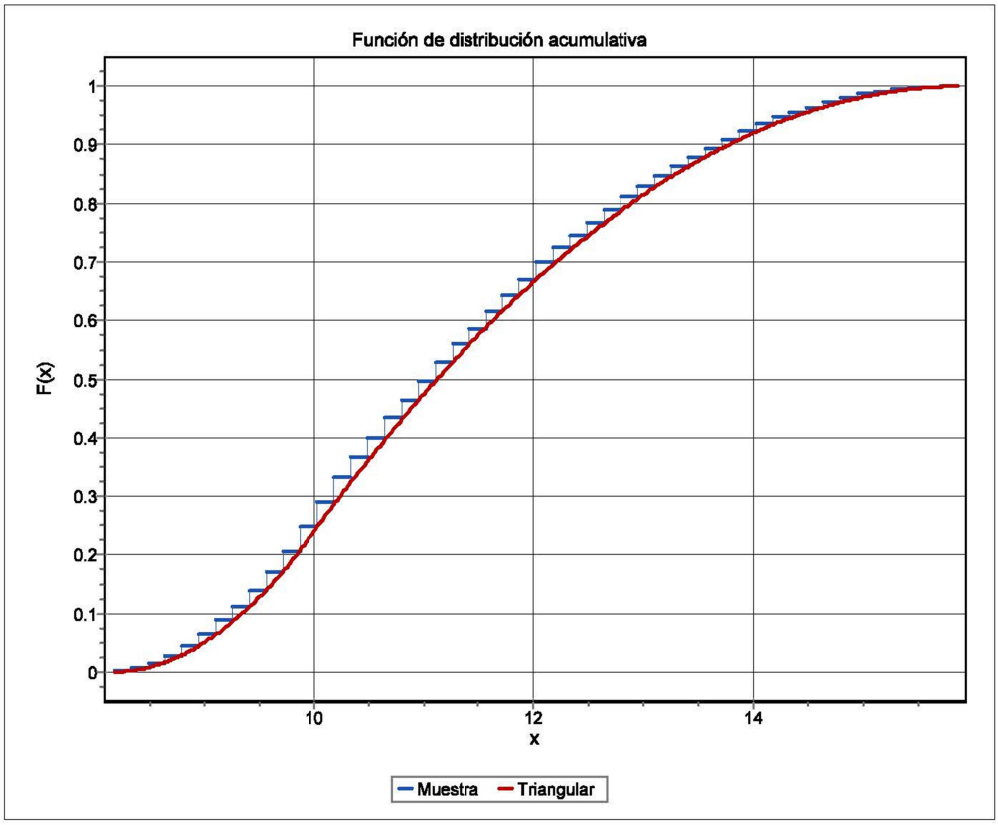


Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 09

M. DE MONTECARLO (FONDO DE BRECHA) ANÁLISIS ESTADISTICO RESULTADOS (Hw=07.50 m.) AJUSTE DE LA FUNCIÓN DE DISTRIBUCIÓN. FUNCIÓN DE DENSIDAD Y FUNCIÓN DE DISTRIBUCIÓN ACUMULATIVA

En el eje de abcisas se representa la variabilidad de la cota del fondo de brecha, considerando la cota +10.00 la solera interior de la balsa.

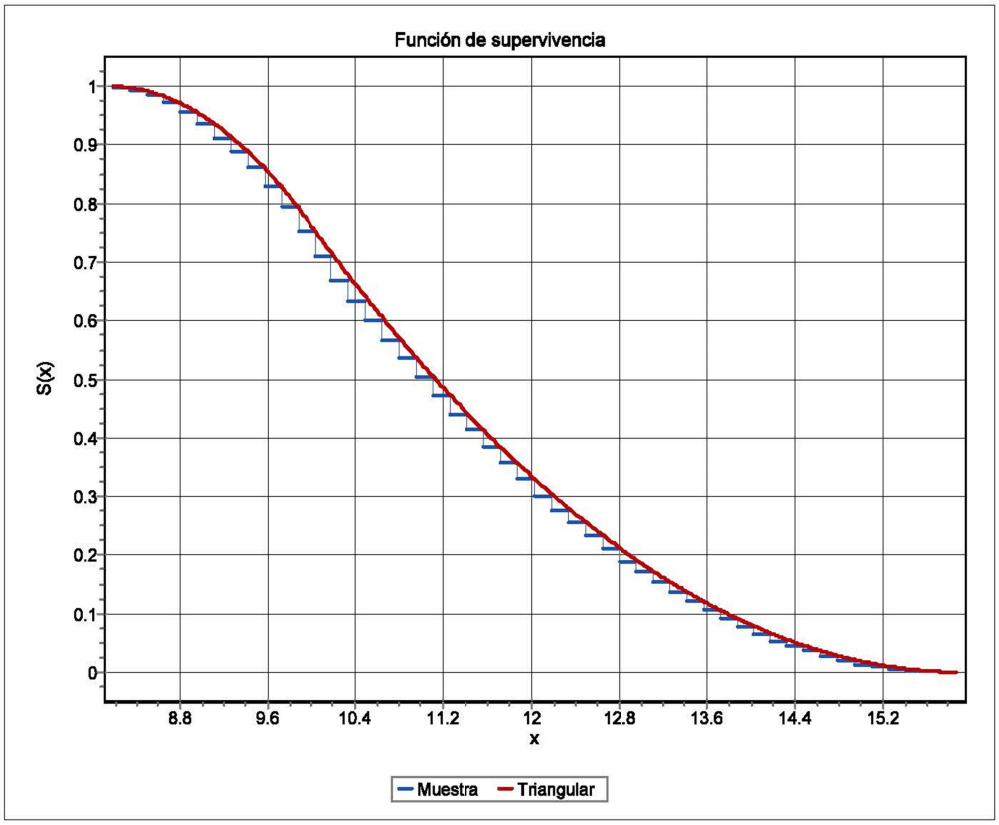


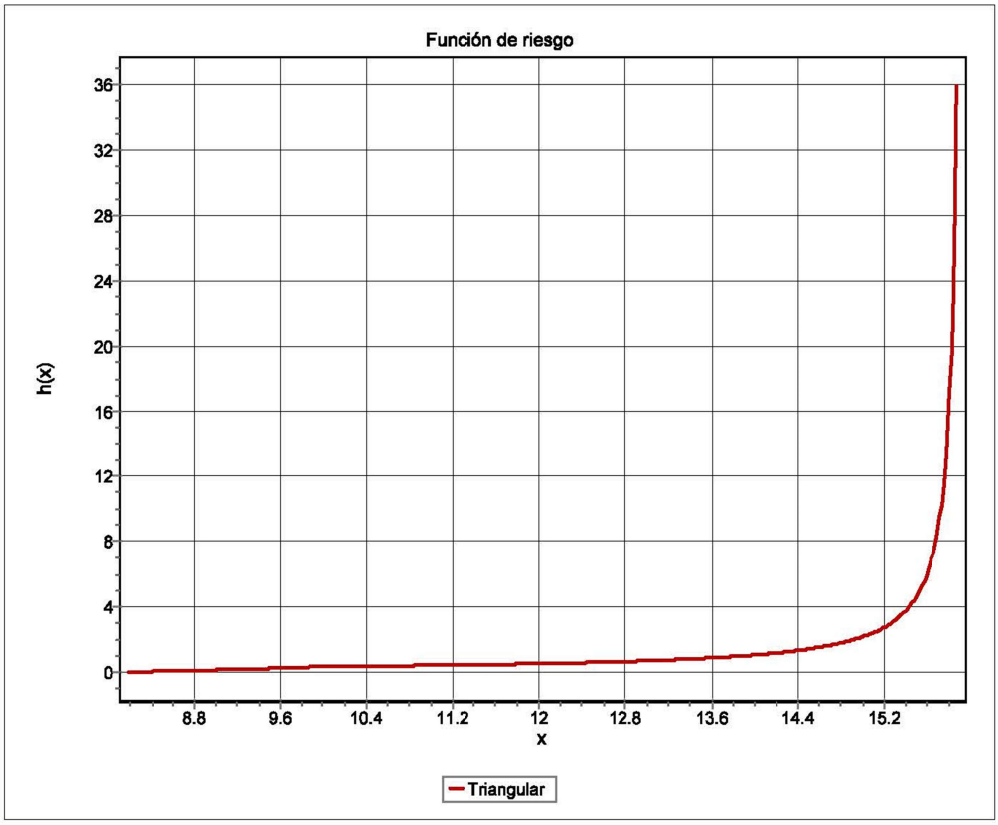


Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 09

M. DE MONTECARLO (FONDO DE BRECHA) ANÁLISIS ESTADISTICO RESULTADOS (Hw=07.50 m.) AJUSTE DE LA FUNCIÓN DE DISTRIBUCIÓN. FUNCIÓN DE SUPERVIVENCIA Y FUNCIÓN DE RIESGO

En el eje de abcisas se representa la variabilidad de la cota del fondo de brecha, considerando la cota +10.00 la solera interior de la balsa.

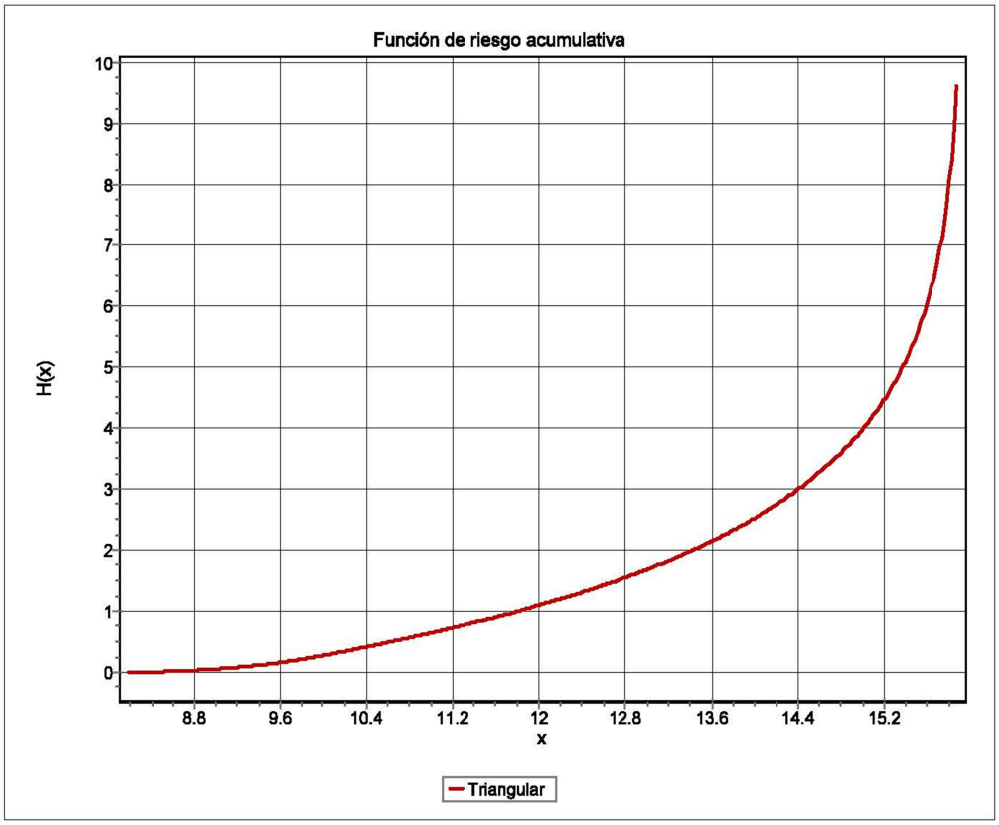


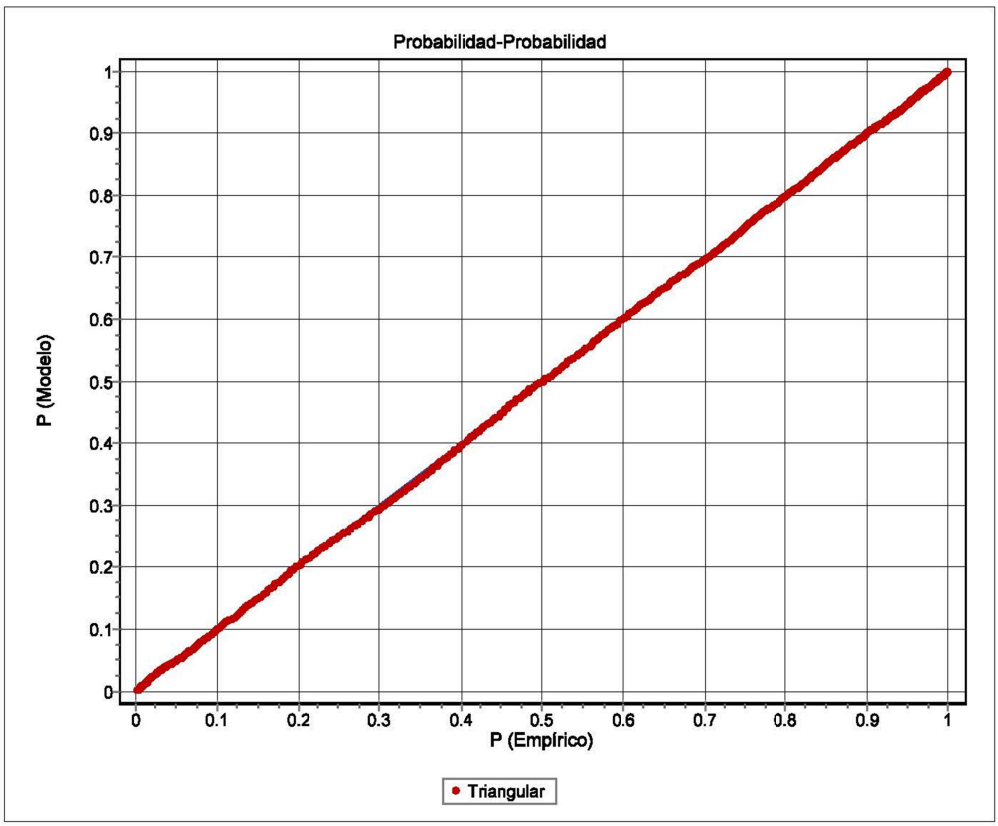


Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 09

M. DE MONTECARLO (FONDO DE BRECHA) ANÁLISIS ESTADISTICO RESULTADOS (Hw=07.50 m.) AJUSTE DE LA FUNCIÓN DE DISTRIBUCIÓN. FUNCIÓN DE RIESGO ACUMULATIVA Y GRÁFICO P-P

En el eje de abcisas se representa la variabilidad de la cota del fondo de brecha, considerando la cota +10.00 la solera interior de la balsa.

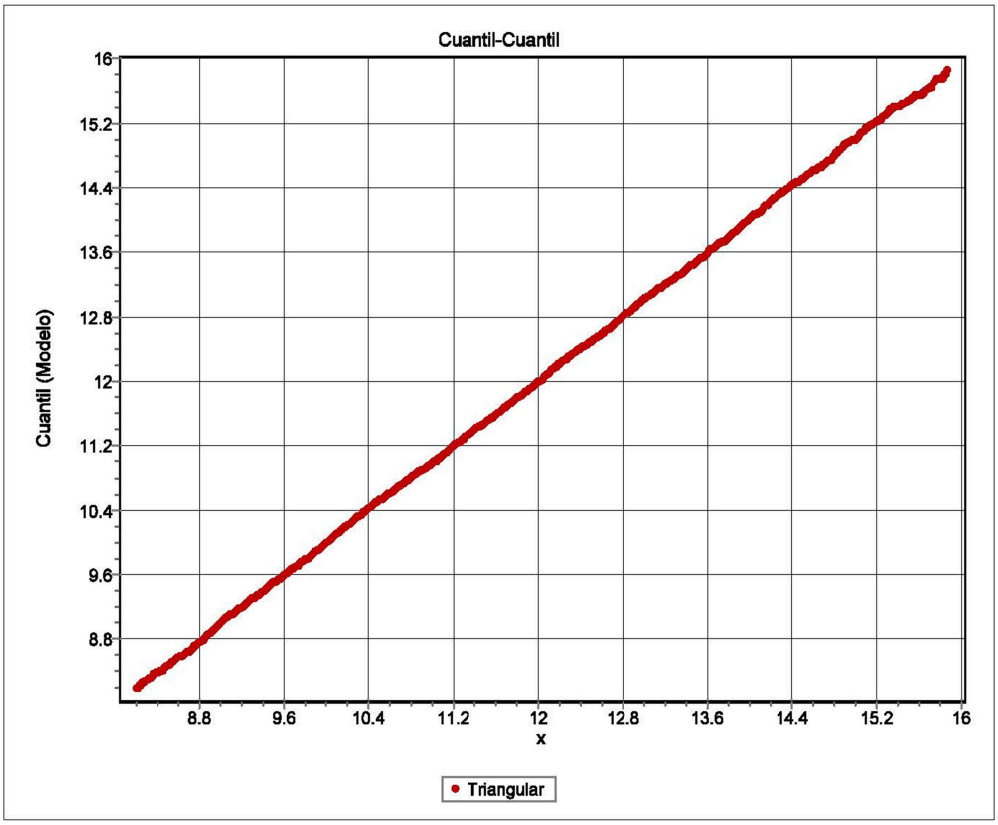


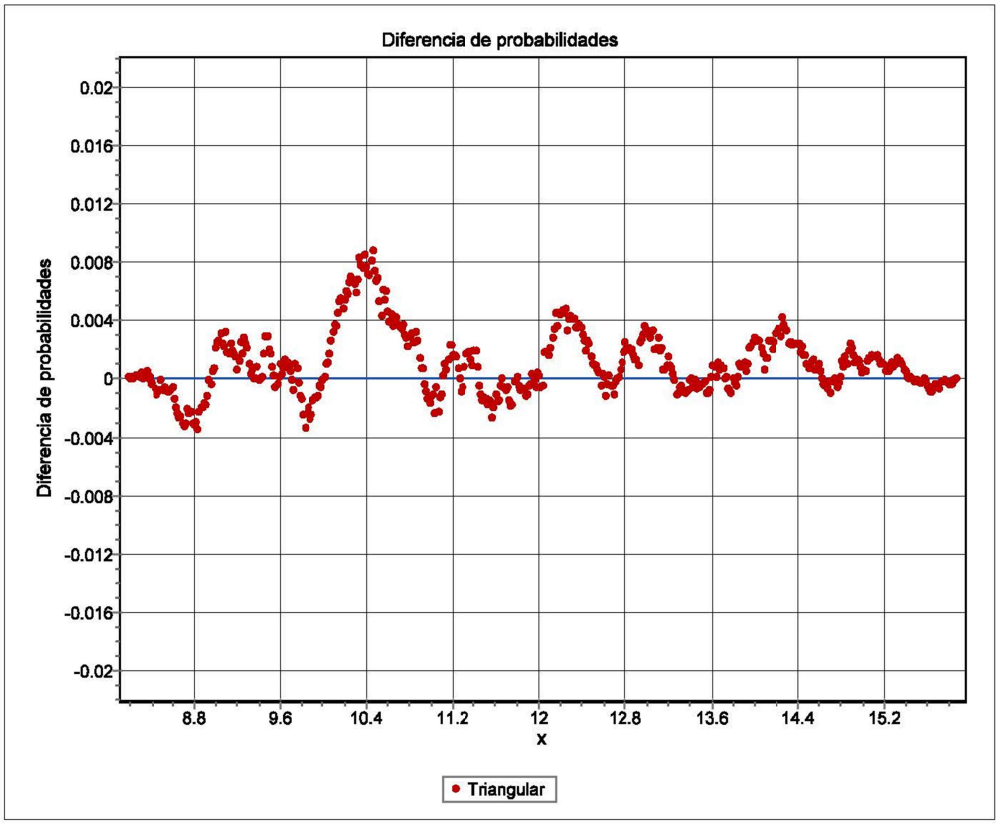


Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 09

M. DE MONTECARLO (FONDO DE BRECHA) ANÁLISIS ESTADISTICO RESULTADOS (Hw=07.50 m.) AJUSTE DE LA FUNCIÓN DE DISTRIBUCIÓN. GRÁFICO Q-Q Y DIFERENCIA DE PROBABILIDADES

En el eje de abcisas se representa la variabilidad de la cota del fondo de brecha, considerando la cota +10.00 la solera interior de la balsa.

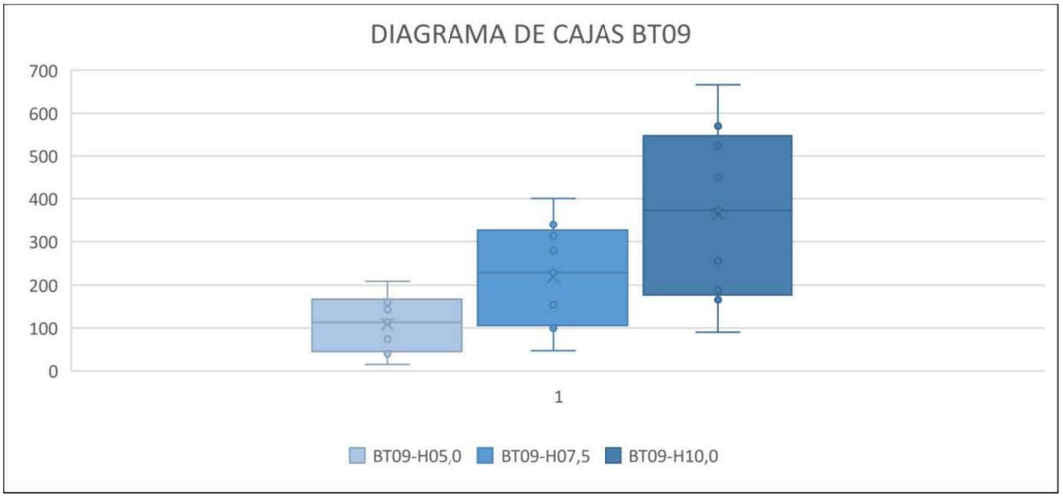


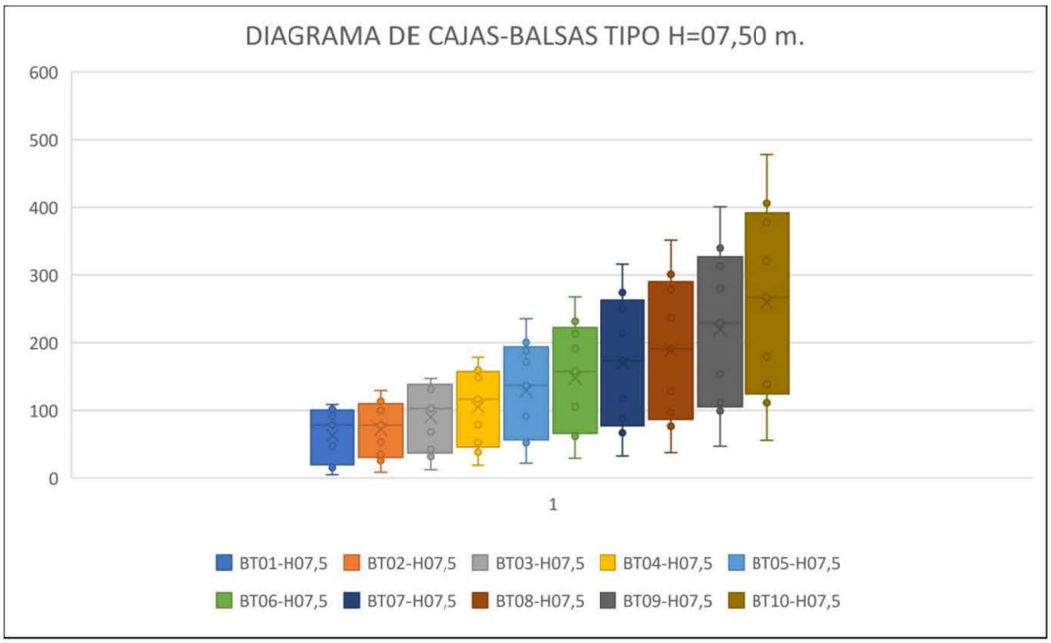


Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 09

M. DE MONTECARLO (CAUDAL MÁXIMO)
ANÁLISIS ESTADISTICO RESULTADOS
(Hw=07.50 m.)
ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA.
DIAGRAMAS DE CAJAS

CAUDALES MÁXIMOS (M. MONTECARLO) Estadística descriptiva					Parámetros Ajuste	
BALSA	BT09					
ALTURA Hw (m)	7,50					
AJUSTE	WAKEBY					
Estadística	**Valor**	**Percentil %**	**Valor**	**Obs**		
Tamaño de la muestra	5000	1	47,1	Min	α 350,36	
Rango	353,52	5	99,2		β 1,7163	
Media	219,92	10	112,0		γ 13,475	
Varianza	5758,6	25	153,8	Q1	δ 0,1637	
Desviación estándar	75,885	50	229,5	Mediana	ξ 74,825	
Coef, de variación	0,34505	75	279,9	Q3		
Error estándar	1,0732	90	313,7			
Asimetría	-0,11513	95	339,8			
Curtosis	-0,89613	99	400,7	Max	I.C.$\bar{X}$ (95%)	2,103

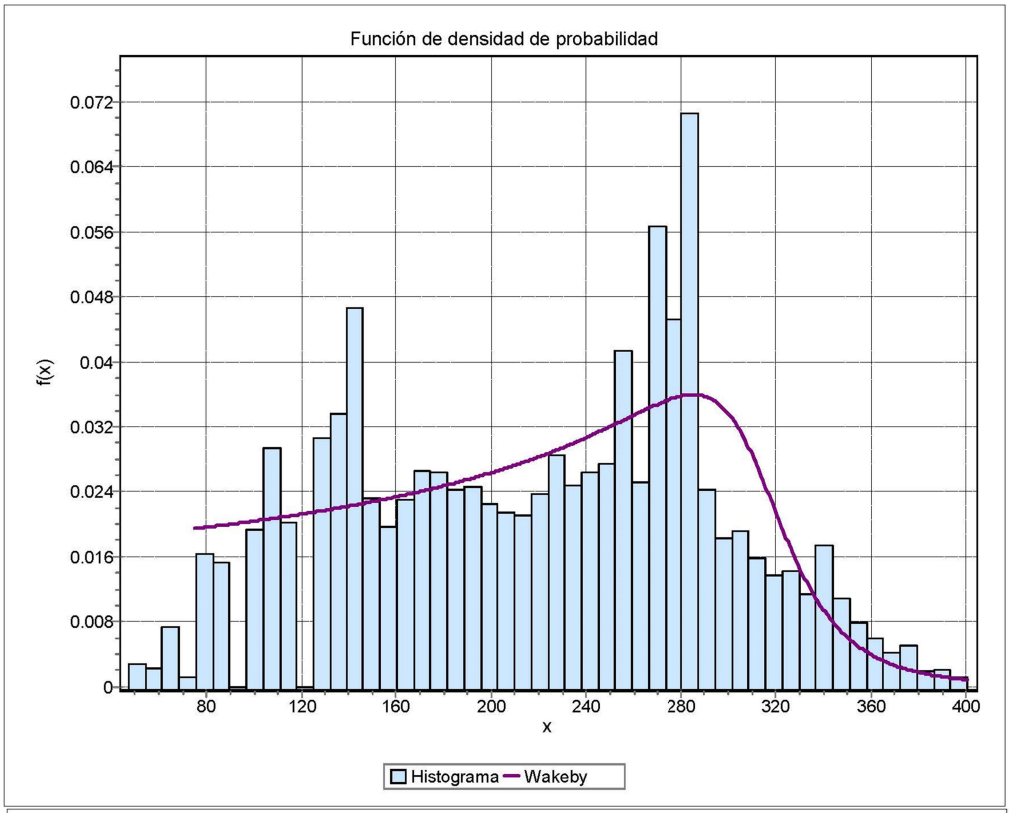


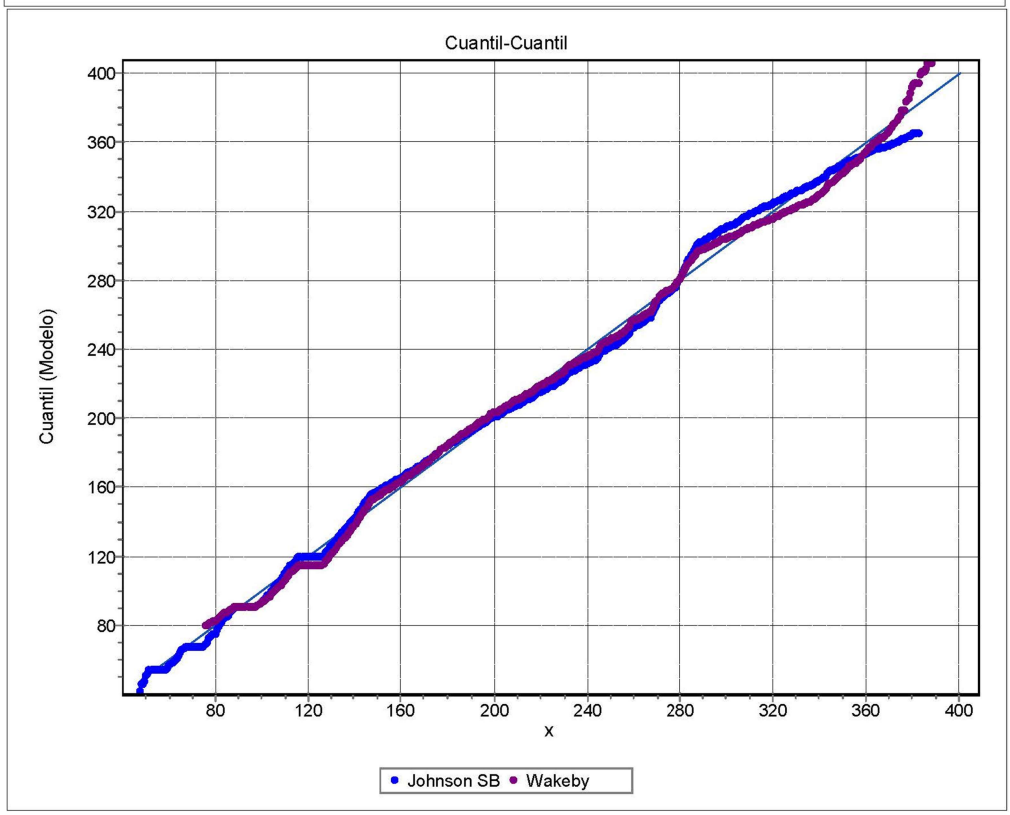


Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 09

M. DE MONTECARLO (CAUDAL MÁXIMO) ANÁLISIS ESTADISTICO RESULTADOS (Hw=07.50 m.) AJUSTE DE LA FUNCIÓN DE DISTRIBUCIÓN. FUNCIÓN DE DENSIDAD Y GRÁFICO Q-Q

En el eje de abscisas se representa la variabilidad de los caudales máximos simulados, a partir del fondo de brecha, y considerando la evolución de su crecimiento atendiendo a la geometría de F08.

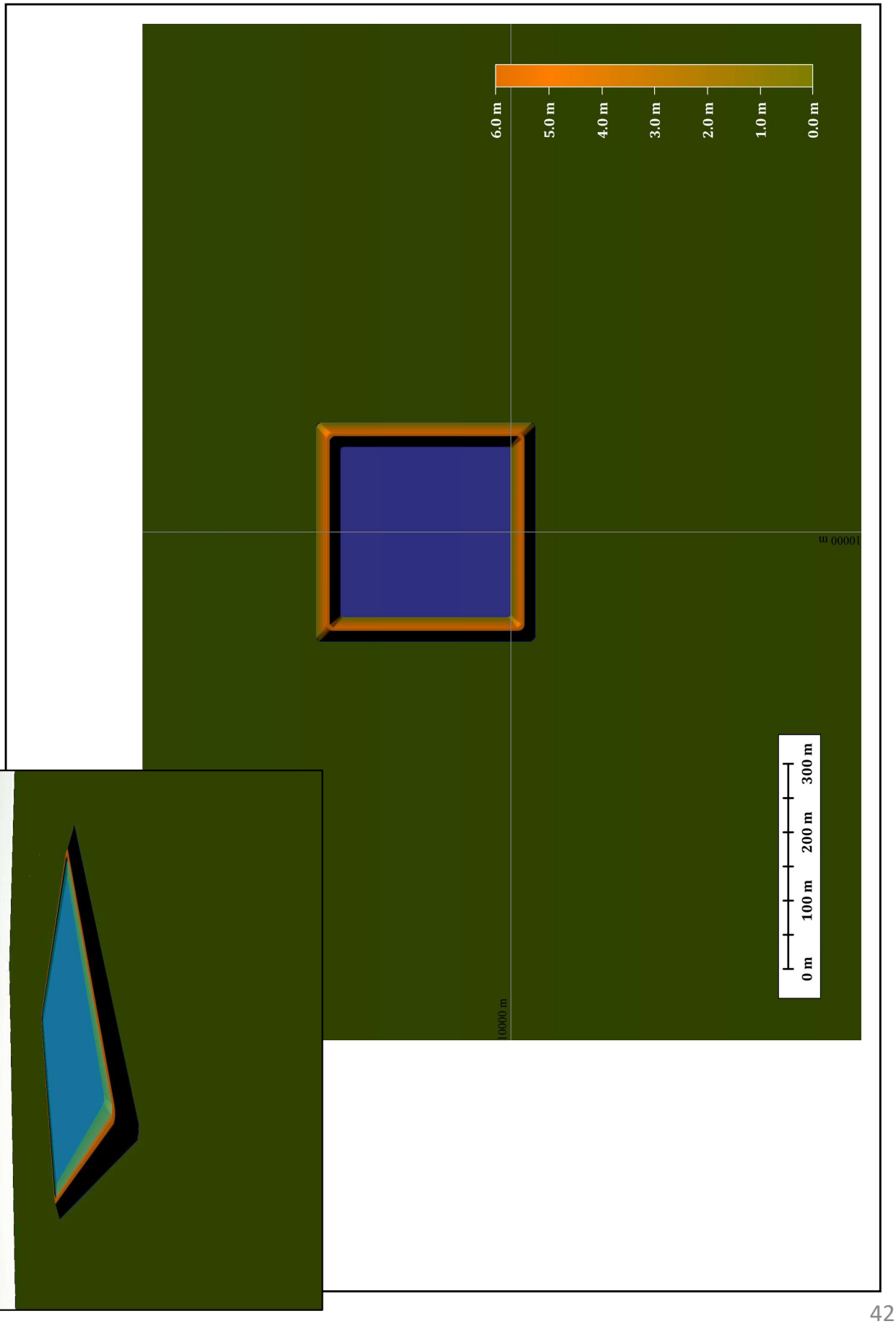




Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 09

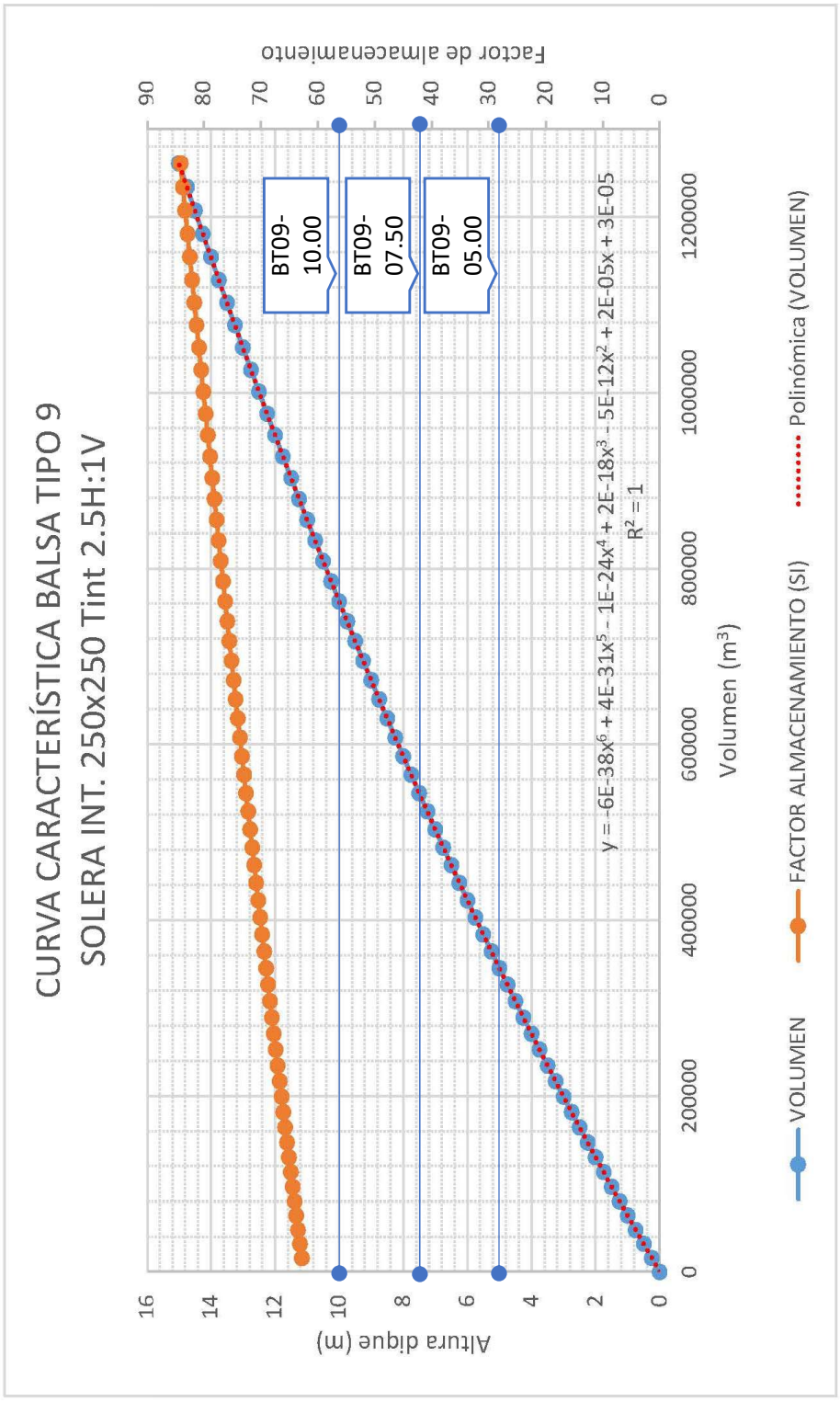
GEOMETRÍA

- ALTURA LÁMINA Hw= 05.0 m.
- RESGUARDO = 1.0 m.
- ANCHO CORONACIÓN= 05.0 m



Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 09

CURVA CARACTERÍSTICA vs FACTOR DE ALMACENAMIENTO



Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 09

ESTIMACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE BRECHA.
H=05,00 m.
ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE FÓRMULAS EMPÍRICAS

ESTIMACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE BRECHA

PROYECTO:											
						BALSAS TIPO					
SECTOR:						9					
ALTURA						5					
	CARACTERÍSTICA*		MÉTODO	FROEHLICH 95a			FROEHLICH 08		GUÍA TÉCNICA	MACDONALD & LANGRIDGE-MONOPOLIS 84	VTG
	MODO DE FALLO (S=SIFONAMIENTO;D=DESBORDAMIENTO)		Mf	S	D		S	D	S	S	S
	CARGA DE AGUA MOVILIZABLE	Hw	m	5	5		5	5	5	5	5
	VOLUMEN ALMACENADO EN Hw EN EL COLAPSO	Vw	m3	345312,5	345312,5		345312,5	345312,5	345312,5	345312,5	345312,5
	SUPERFICIE OCUPADA EN Hw	As	m2	75625	75625		75625	75625	75625	75625	75625
	RESGUARDO	r	m	1	1		1	1	1	1	1
	ALTURA DE BRECHA COMPLETA	Hb	m	6	6		6	6	6	6	6
	FACTOR CORRECTOR POR MODO DE FALLO	Ko	-	1	1,4		1	1,3			
	TALUD DE LA BRECHA	Zb	Z(H):1(V)	0,9	1,4		0,7	1	1	0,5	1
**	TALUD DEL DIQUE AGUAS ARRIBA	Z_1	Z(H):1(V)							2,5	
**	TALUD DEL DIQUE AGUAS ABAJO	Z_2	Z(H):1(V)							2,5	
**	SUMA DE TALUDES DEL DIQUE	Z_3	Z_1+Z_2							5	
**	ANCHO CORONACIÓN DEL DIQUE	C	m							5	
**	VOLUMEN EROSIONABLE DEL DIQUE	Ve	m3							1633,2	
	TIPOLOGIA DEL DIQUE	Td		Pequeña Presa Clasificable			Pequeña Presa Clasificable		Pequeña Presa Clasificable	Pequeña Presa Clasificable	Pequeña Presa Clasificable
	COTA SOLERA BRECHA	Cs	m	10	10		10	10	10	10	10
	COTA CORONACIÓN	Cc	m	16	16		16	16	16	16	16
	ESTIMACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE LA BRECHA										
	ANCHO MEDIO	Bavg	m	15,0	21,0		17,17	22,3	24,0	14,4	18,6
***	ANCHO EN SOLERA	Bb	m	9,6	12,6		13,0	16,3	18,0	11,4	12,6
	ANCHO EN CORONACIÓN	Bc	m				21,37	28,32	30,00	17,36	24,60
	TIEMPO DE FORMACIÓN	Tf	h	0,4	0,4		0,55	0,5	0,470	0,264	0,075
	FACTOR DE ALMACENAMIENTO	Sl	-	69,1	69,1		69,1	69,1	69,1	69,1	69,1
	ESTIMACIÓN DEL CAUDAL PUNTA FROEHLIC 95b										
	CAUDAL MÁXIMO PREVISTO	Qp	m3/s	192,17	192,17		192,17	192,17	192,17	192,17	192,17

Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 09

ESTIMACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE BRECHA. H=05,00 m. ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE FÓRMULAS EMPÍRICAS. VALIDACIÓN DE RESULTADOS

ESTIMACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE BRECHA

PROYECTO:	BALSAS TIPO							
SECTOR:	9							
ALTURA	5							

ANÁLISIS Y VALIDACIÓN DE RESULTADOS

Dada la importancia del tiempo de formación de la brecha en la generación del pico del hidrograma, es relevante poder validar los resultados. Para ello utilizaremos un estimador de la progresión de la erosión. Se considera adecuado aquel que define un desarrollo lineal, por lo que se utilizará la razón de erosión (ER) definida por la relación entre el ancho medio de brecha y el tiempo de formación. Diversos autores han indicado los intervalos de fiabilidad relacionando dicho parámetro con la altura de agua movilizable, (Hw), quedando estos entre 1.6 y 2.1. Por otro lado, el agua almacenada puede condicionar el desarrollo completo de la brecha, por lo que se apunta como indicador de la validez de los resultados, la relación entre el ancho medio respecto de la altura de brecha (Bavg/Hb). En este caso si el indicador ofrece un valor inferior a 0.6, no se puede afirmar que se complete la brecha, quedando como apertura una geometría cuadrangular de ancho D.

COMPROBACIÓN DEL DESARROLLO DE BRECHA (completa vs parcial)	(Bavg/Hb)	2,50	3,50	2,86	3,72	4,00	2,39	3,10	
Se considera desarrollada si (Bavg/Hb)>0.60									
	(Bavg/Tf)	34,38	48,13	31,27	40,65	51,04	54,29	24,60	
RAZÓN DE EROSIÓN (ER)									
COMPROBACIÓN DEL PROGRESO DE LA BRECHA (lineal vs no lineal)	(ER/Hw)	6,88	9,63	6,25	8,13	10,21	10,86	4,92	
Se puede considerar razonable la ratio de erosión si 1.6<(ER/Hw)<2.1									
COMPROBACIÓN BOWLES T de formación (h)	T=2*Vw/Qp	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
Si tiempo de formación de brecha es menor que la comprobación de Bowles se adopta									
RAZÓN DE TIEMPOS (Tbowles/Tf)		2,29	2,29	1,82	1,82	2,12	3,77	13,31	

* *DIQUE DE CIERRE DE MATERIALES SUELTOS HOMOGÉNEO, ASUMIENDO MÁXIMO ALMACENAMIENTO EN LA FASE DE COLAPSO*

** *A utilizar en el método de MACDONALD & LANGRIDGE-MONOPOLIS 84 (MLM84)*

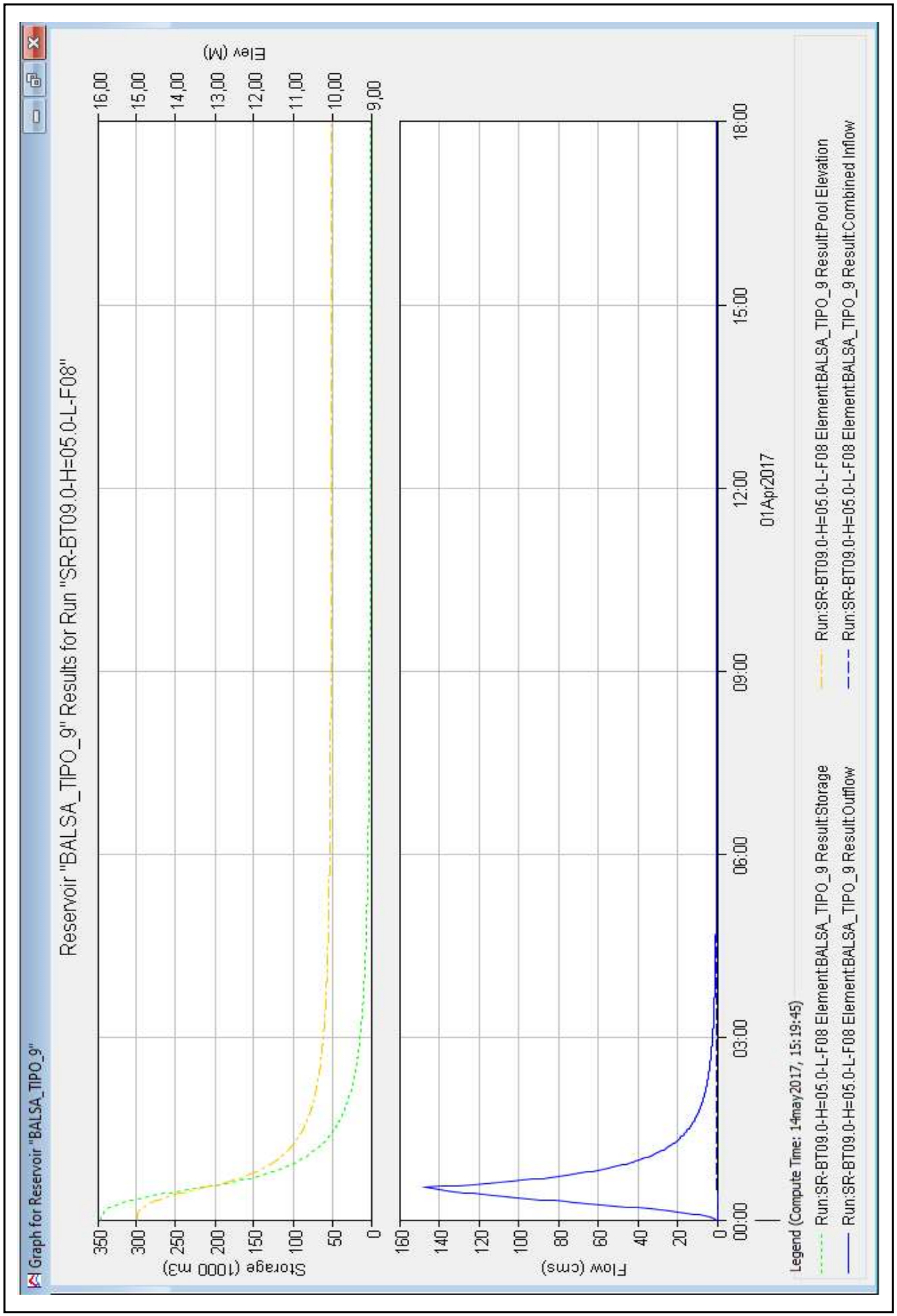
*** *Wb en el método de MACDONALD & LANGRIDGE-MONOPOLIS 84 (MLM84)*

ESQUEMAS

Fuente: GUIDELINES FOR DAM BREACH ANALYSIS. STATE OF COLORADO-DEPARTMENT OF NATURAL RESOURCES-DIVISION OF WATER RESOURCES. 10/02/2010

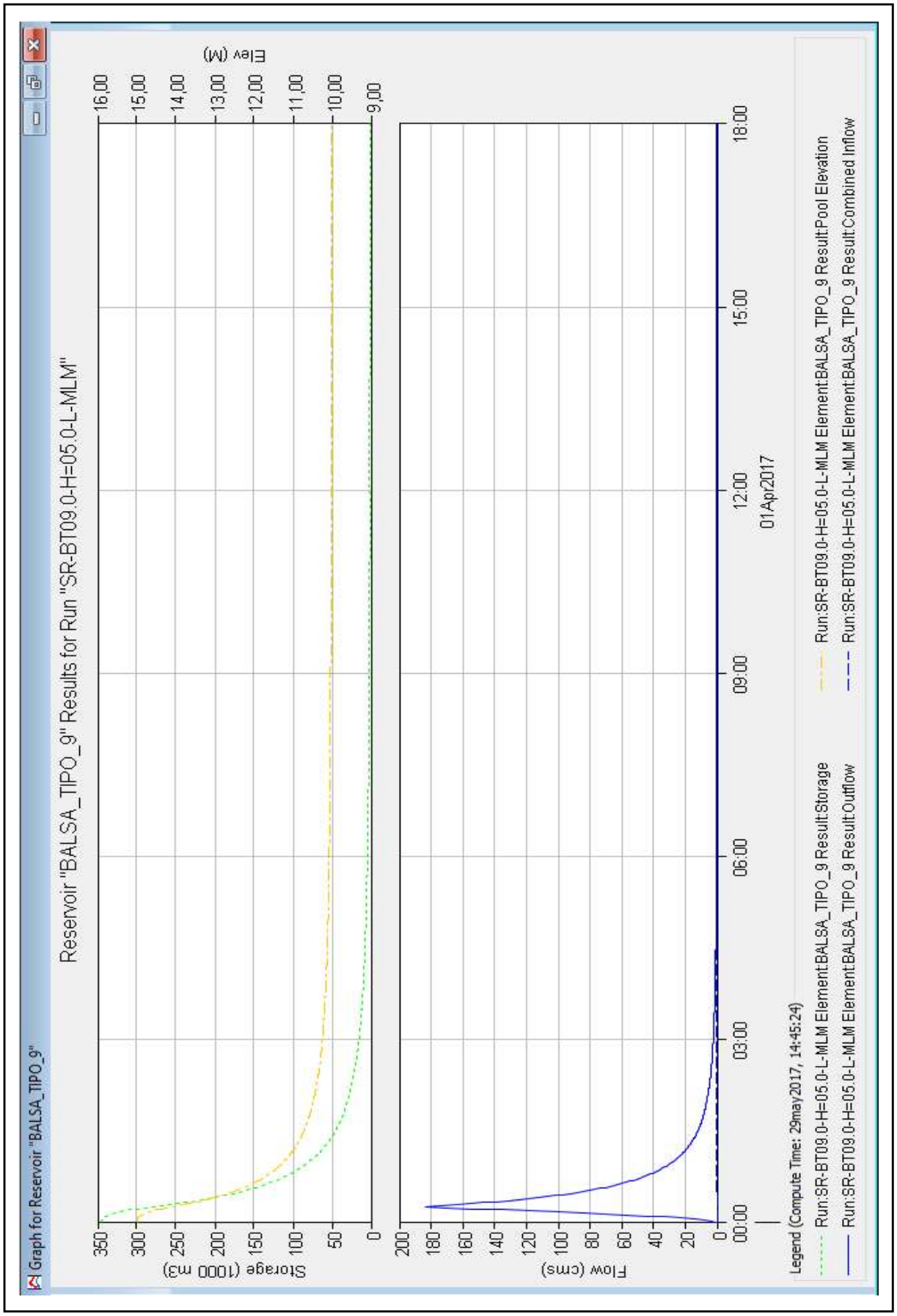
Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 09

HIDROGRAMA DE VERTIDO Y CURVA DE VACIADO PARA H=5.00 m. ESCENARIO (NMN-SOLERA) APLICACIÓN FÓRMULA F08



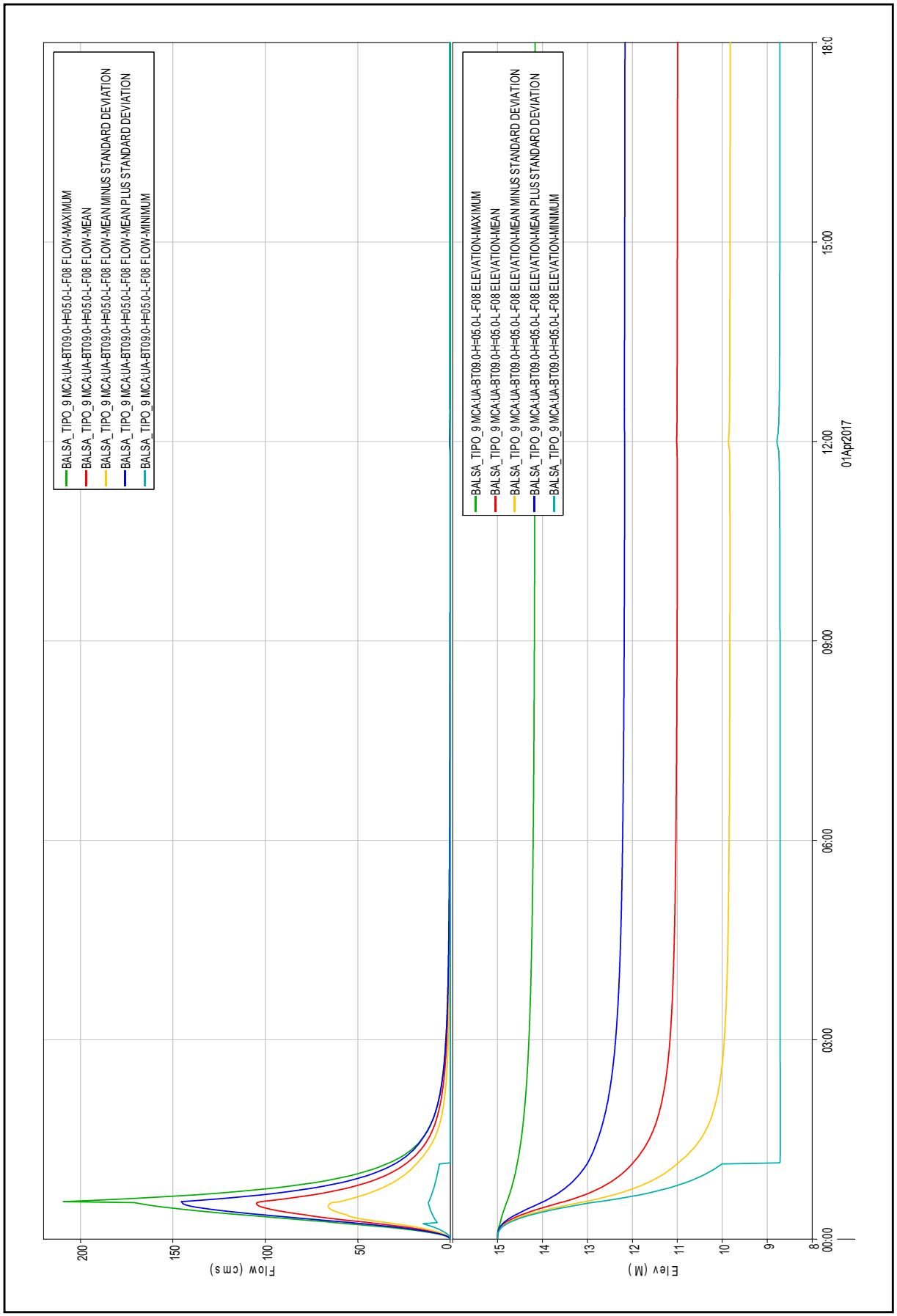
Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 09

HIDROGRAMA DE VERTIDO Y CURVA DE VACIADO PARA H=5.00 m. ESCENARIO (NMN-SOLERA) APLICACIÓN FÓRMULA MLM84



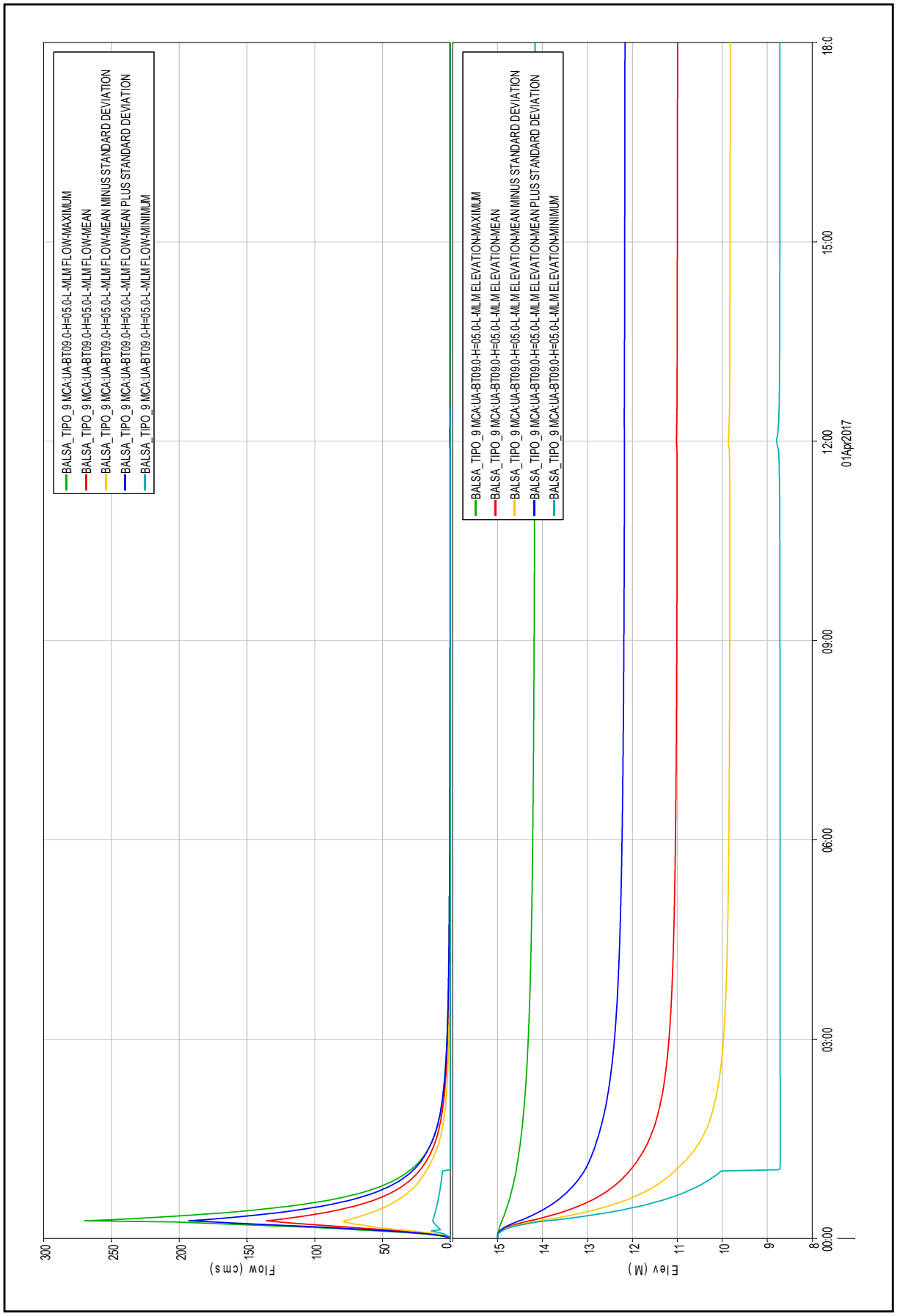
Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 09

APLICACIÓN DEL MÉTODO DE MONTECARLO EN LA CALIBRACIÓN DEL FONDO DE BRECHA (5.000 SIMULACIONES) HIDROGRAMAS DE VERTIDO Y VARIACIÓN DEL NIVEL EMBALSADO. (H=05.00 m.) APLICACIÓN FÓRMULA F08



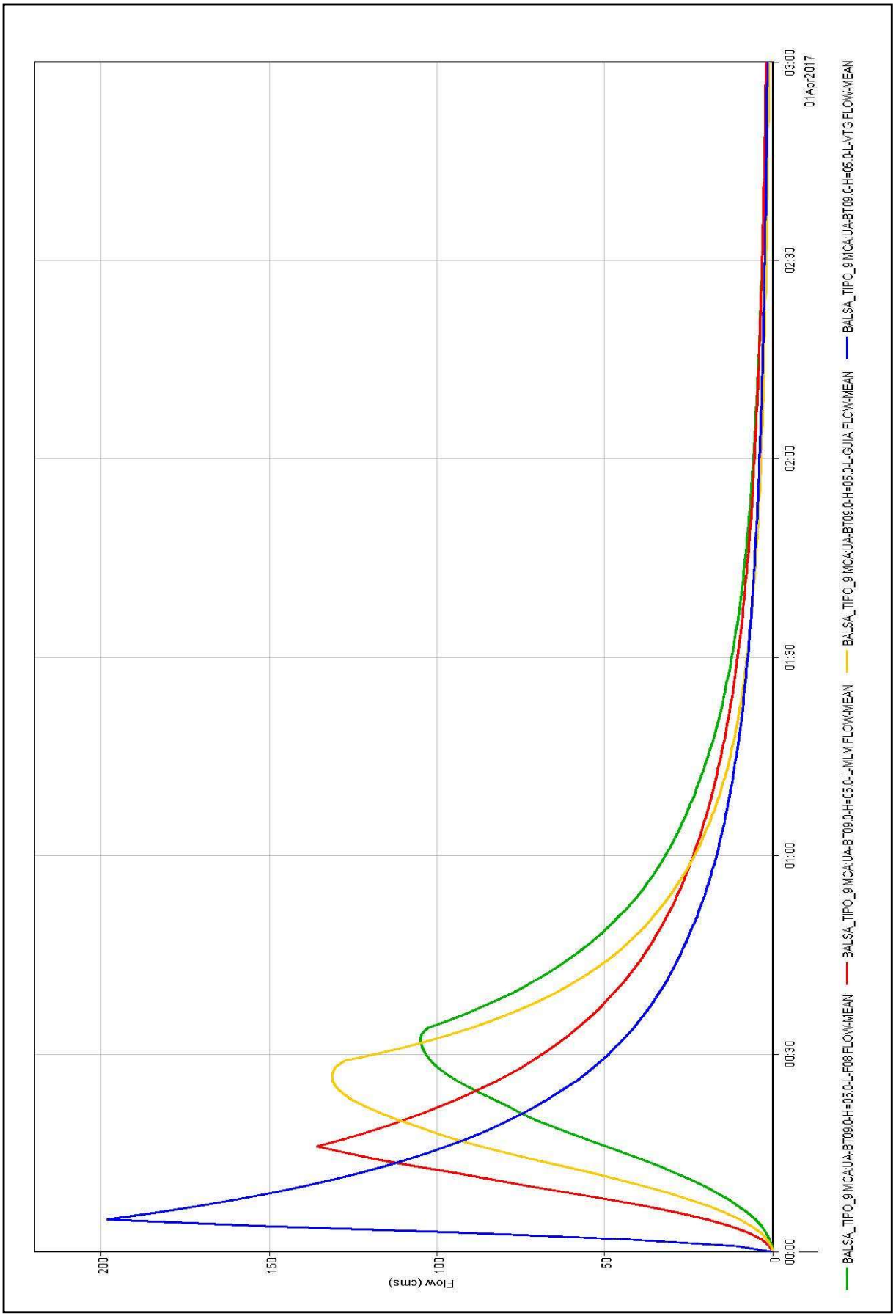
Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 09

APLICACIÓN DEL MÉTODO DE MONTECARLO EN LA CALIBRACIÓN DEL FONDO DE BRECHA (5.000 SIMULACIONES) HIDROGRAMAS DE VERTIDO Y VARIACIÓN DEL NIVEL EMBALSADO. (H=05.00 m.) APLICACIÓN FÓRMULA MLM84



Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 09 (Hw=05.00 m.)

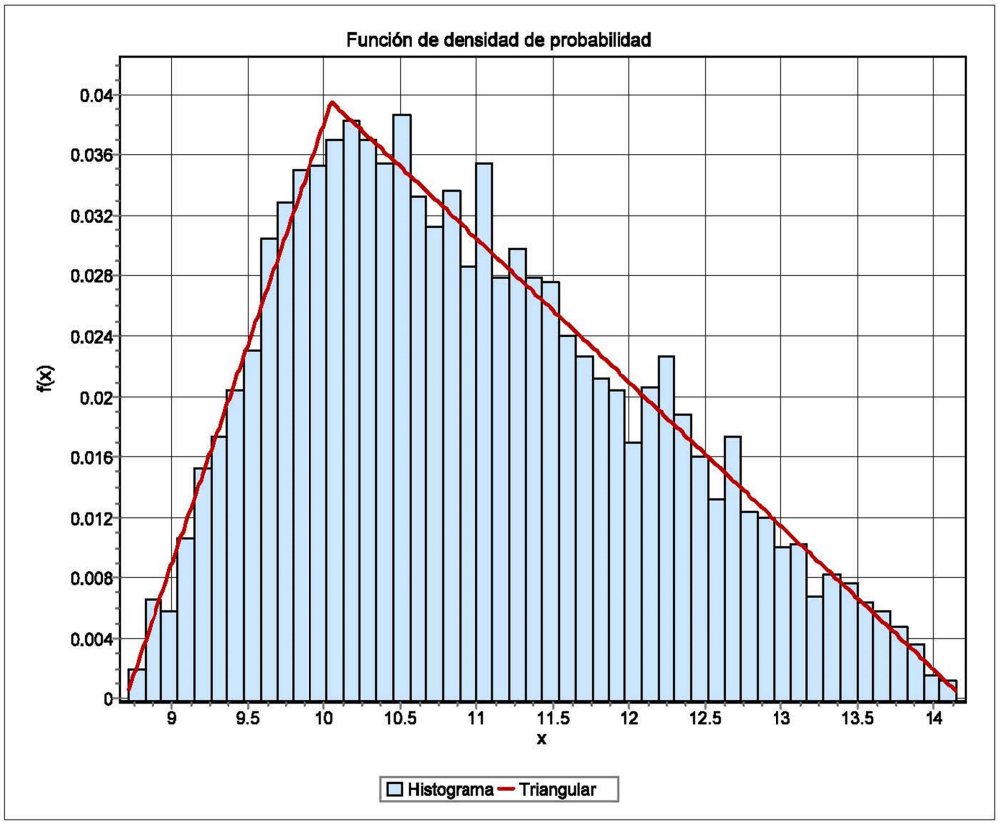
ESTUDIO COMPARATIVO DE LA VARIABILIDAD DEL HIDROGRAMA DE VERTIDO EN FUNCIÓN DE LA CARGA DE AGUA MOVILIZABLE (Hw) APLICACIÓN FÓRMULAS F08-MLM84-GUIA-VTG

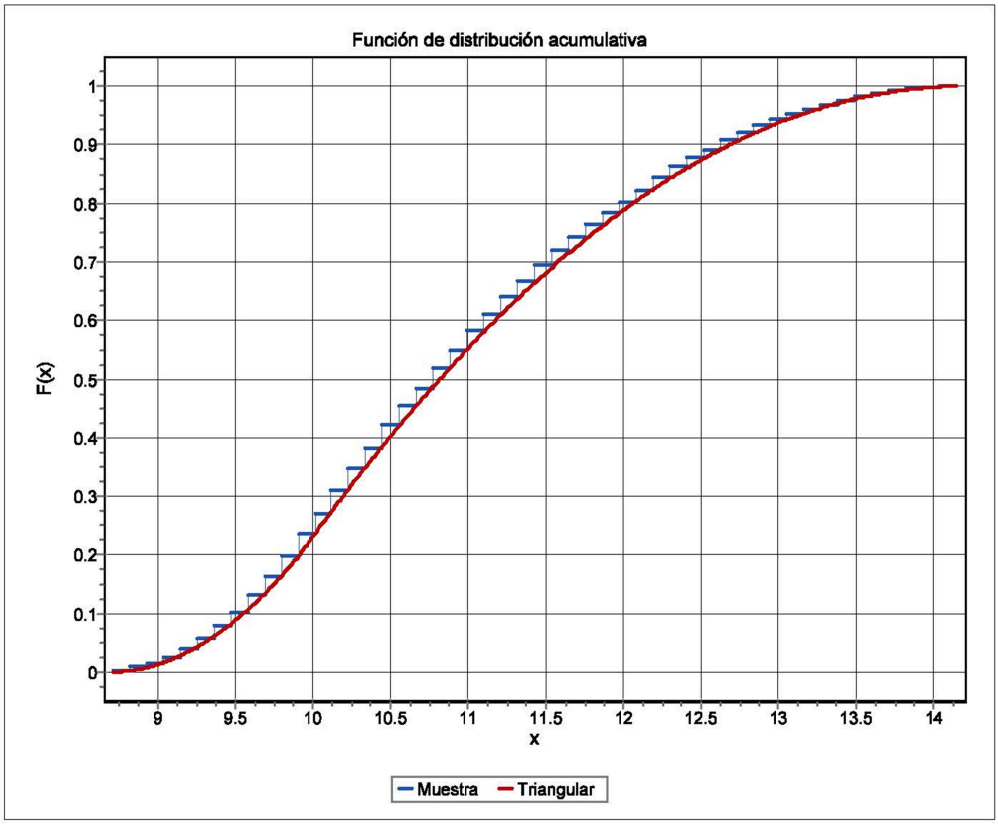


Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 09

M. DE MONTECARLO (FONDO DE BRECHA) ANÁLISIS ESTADISTICO RESULTADOS (Hw=05.00 m.) AJUSTE DE LA FUNCIÓN DE DISTRIBUCIÓN. FUNCIÓN DE DENSIDAD Y FUNCIÓN DE DISTRIBUCIÓN ACUMULATIVA

En el eje de abcisas se representa la variabilidad de la cota del fondo de brecha, considerando la cota +10.00 la solera interior de la balsa.

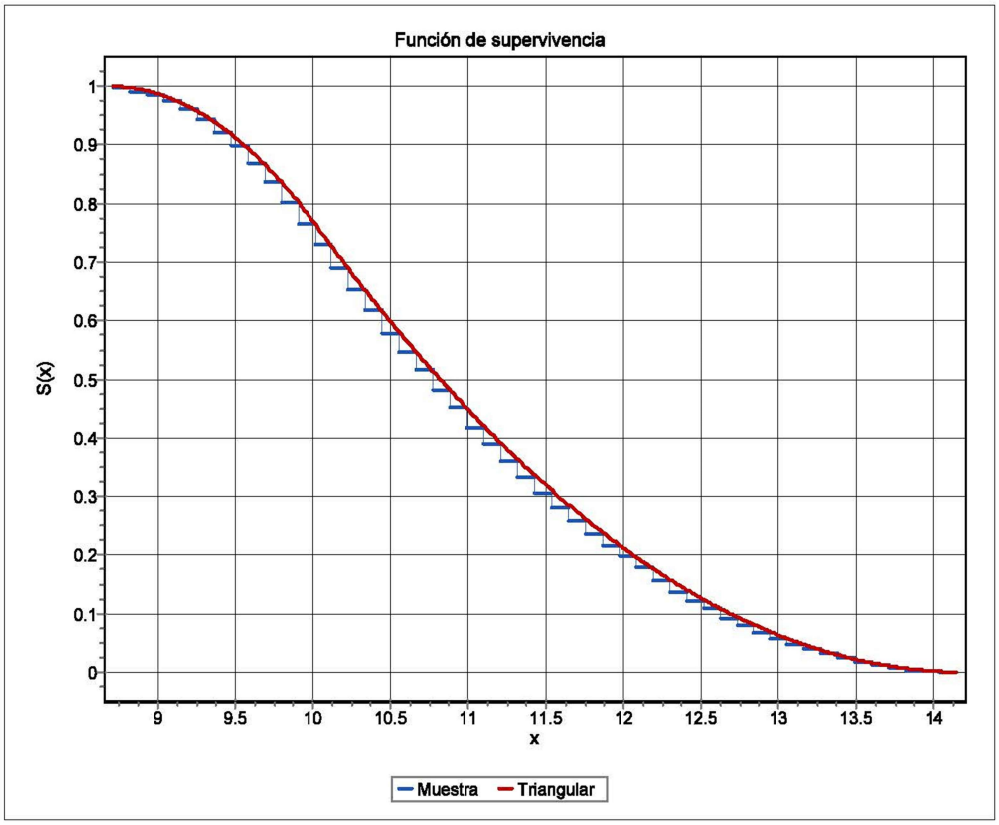


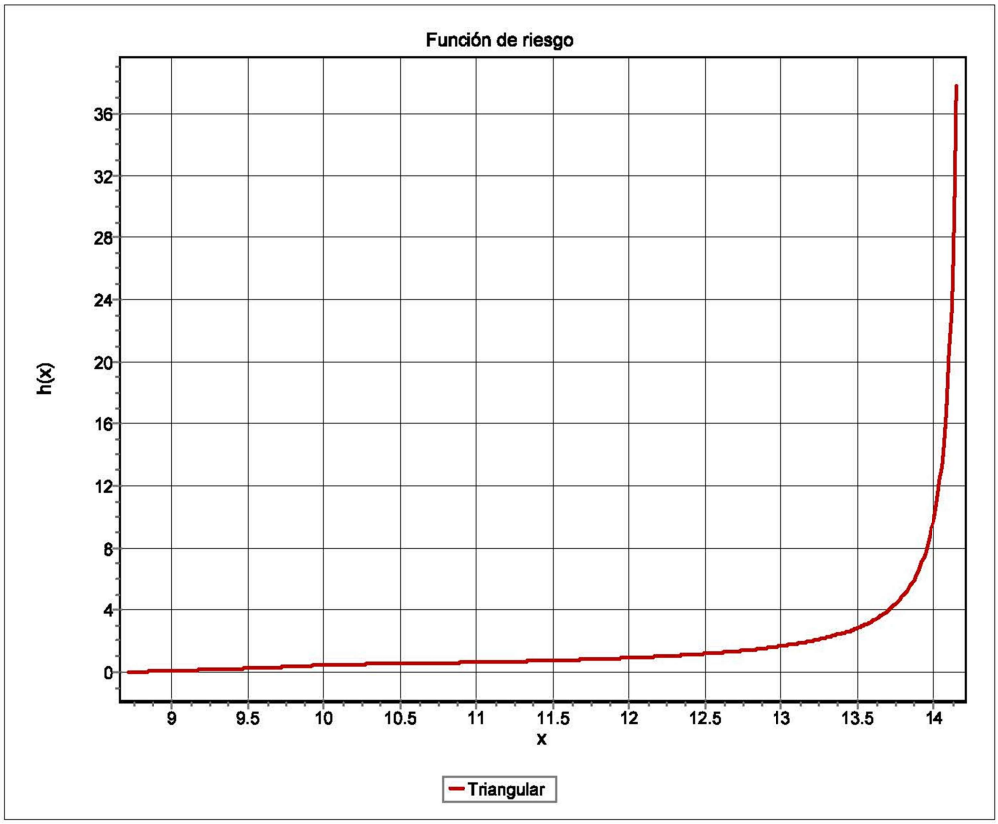


Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 09

M. DE MONTECARLO (FONDO DE BRECHA) ANÁLISIS ESTADISTICO RESULTADOS (Hw=05.00 m.) AJUSTE DE LA FUNCIÓN DE DISTRIBUCIÓN. FUNCIÓN DE SUPERVIVENCIA Y FUNCIÓN DE RIESGO

En el eje de abcisas se representa la variabilidad de la cota del fondo de brecha, considerando la cota +10.00 la solera interior de la balsa.

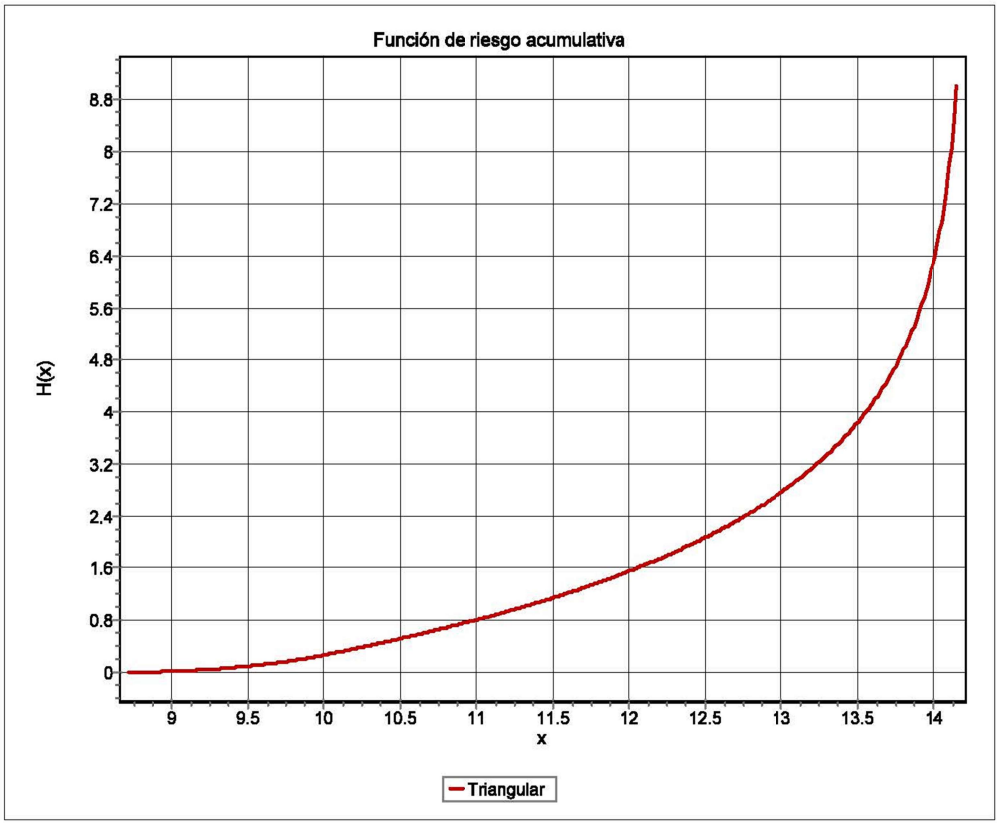


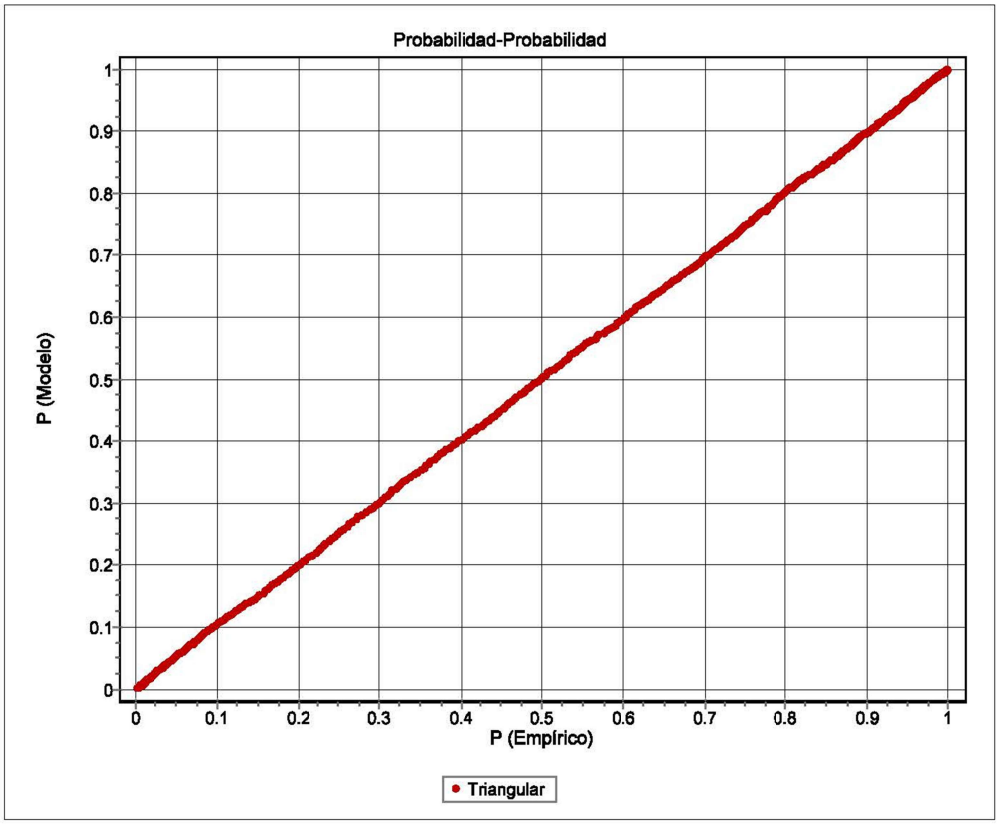


Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 09

M. DE MONTECARLO (FONDO DE BRECHA) ANÁLISIS ESTADISTICO RESULTADOS (Hw=05.00 m.) AJUSTE DE LA FUNCIÓN DE DISTRIBUCIÓN. FUNCIÓN DE RIESGO ACUMULATIVA Y GRÁFICO P-P

En el eje de abcisas se representa la variabilidad de la cota del fondo de brecha, considerando la cota +10.00 la solera interior de la balsa.

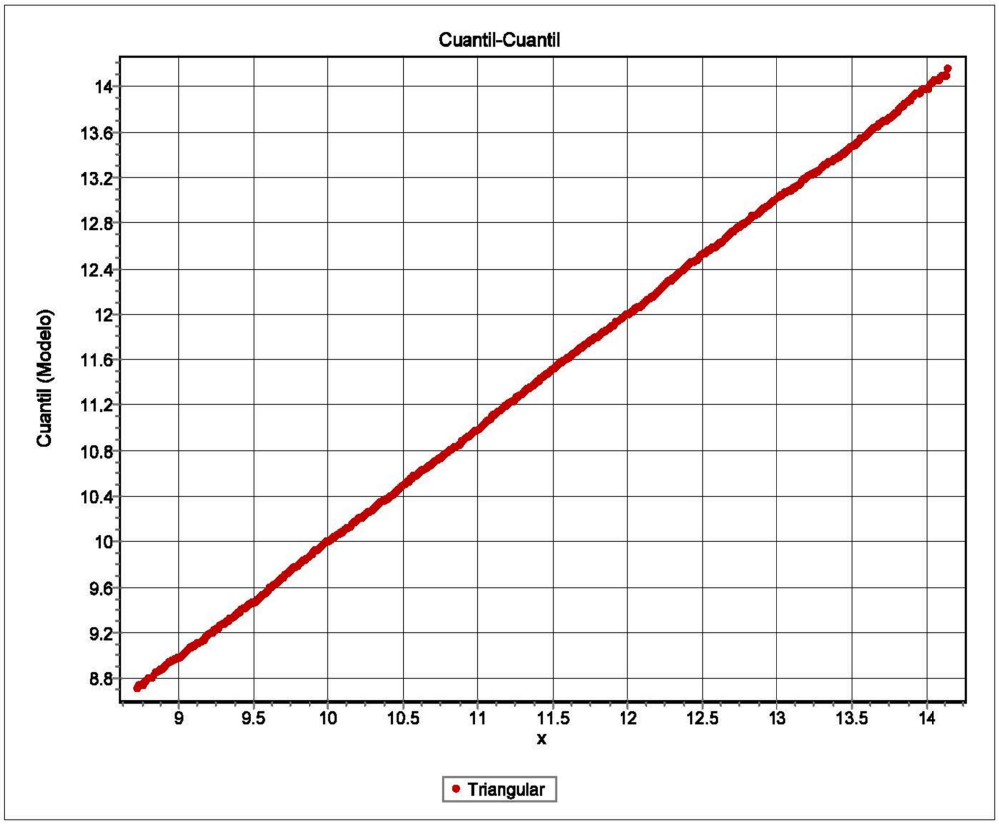


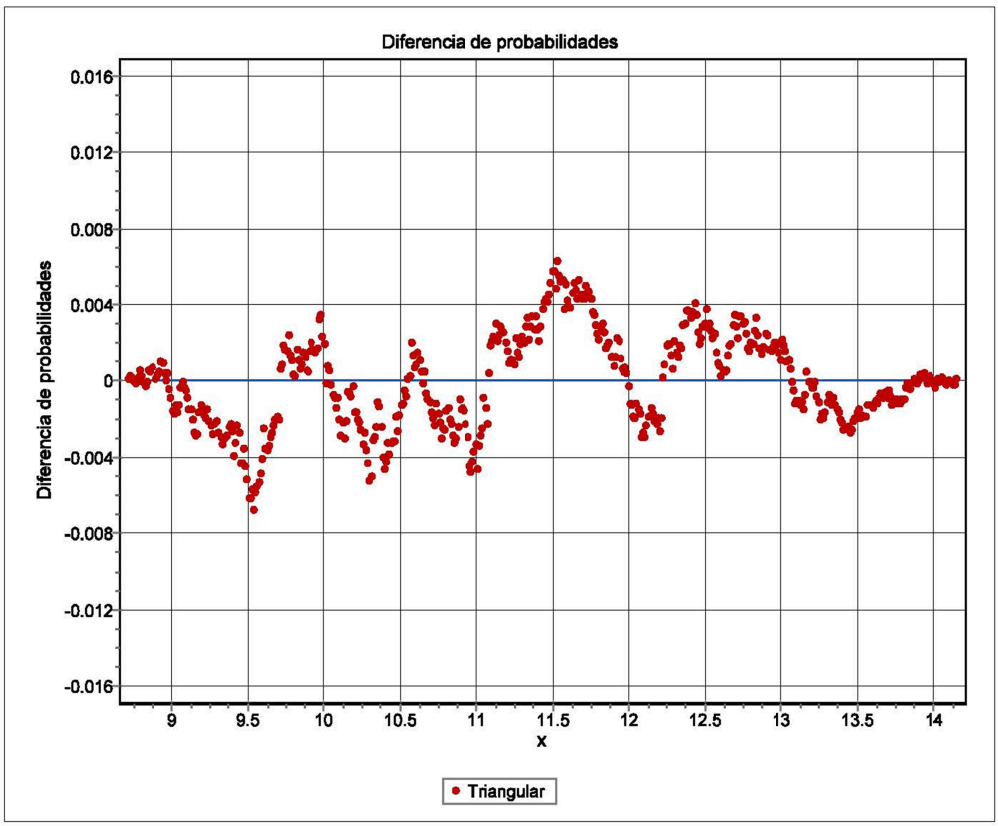


Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 09

M. DE MONTECARLO (FONDO DE BRECHA) ANÁLISIS ESTADISTICO RESULTADOS (Hw=05.00 m.) AJUSTE DE LA FUNCIÓN DE DISTRIBUCIÓN. GRÁFICO Q-Q Y DIFERENCIA DE PROBABILIDADES

En el eje de abcisas se representa la variabilidad de la cota del fondo de brecha, considerando la cota +10.00 la solera interior de la balsa.

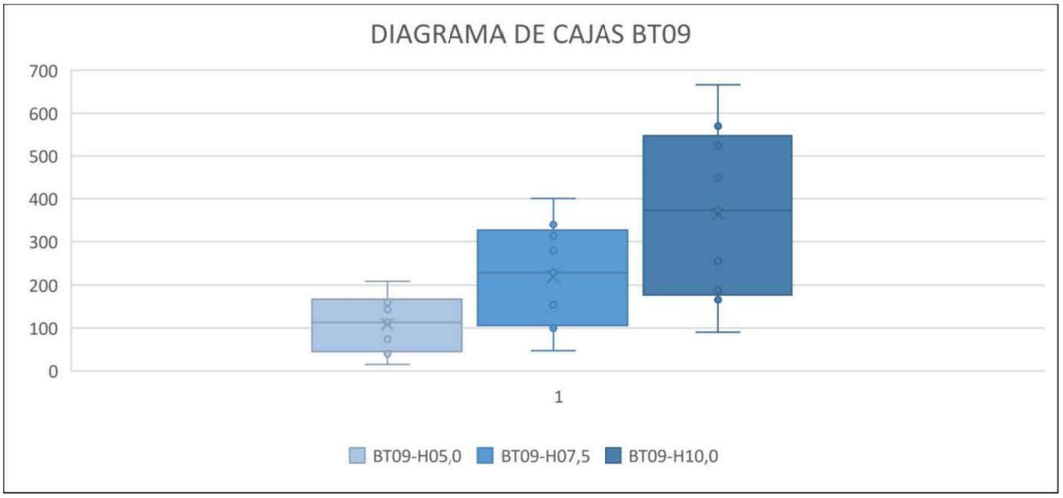


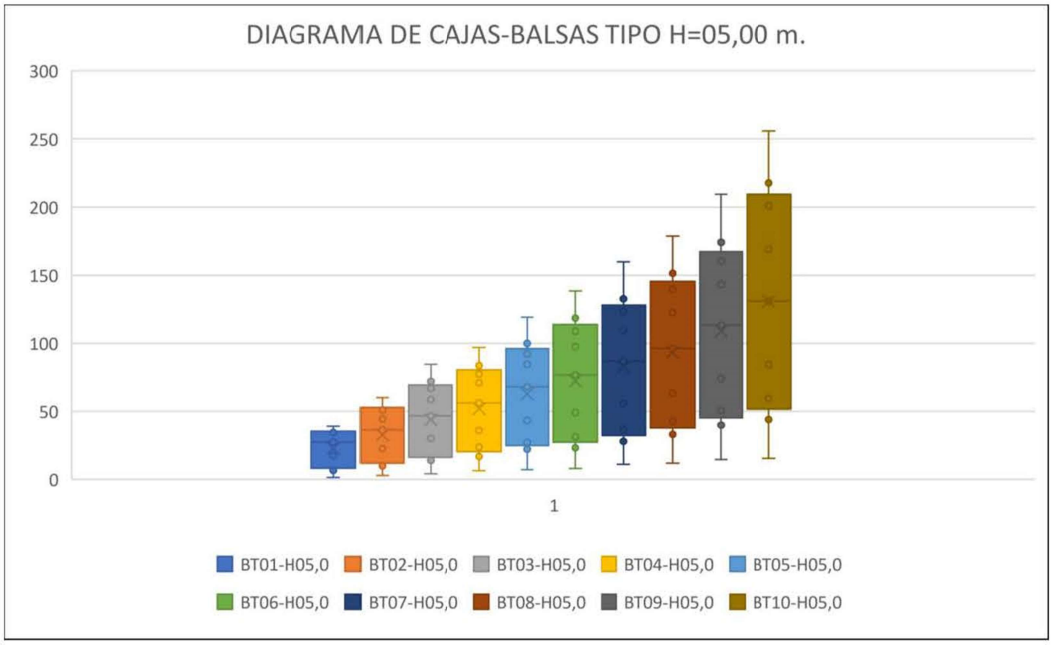


Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 09

M. DE MONTECARLO (CAUDAL MÁXIMO)
ANÁLISIS ESTADISTICO RESULTADOS
(Hw=05.00 m.)
ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA.
DIAGRAMAS DE CAJAS

CAUDALES MÁXIMOS (M. MONTECARLO) Estadística descriptiva					Parámetros Ajuste	
BALSA	BT09					
ALTURA Hw (m)	5,00					
AJUSTE	WAKEBY					
Estadística	**Valor**	**Percentil %**	**Valor**	**Obs**		
Tamaño de la muestra	5000	1	14,7	Min	α 195,25	
Rango	194,7	5	40,0		β 1,9508	
Media	109,18	10	50,7		γ 17,094	
Varianza	1790	25	74,2	Q1	δ -0,08873	
Desviación estándar	42,309	50	113,4	Mediana	ξ 27,314	
Coef, de variación	0,38751	75	143,2	Q3		
Error estándar	0,59834	90	160,2			
Asimetría	-0,12712	95	174,1			
Curtosis	-0,88805	99	209,4	Max	I.C.$\bar{X}$ (95%)	1,173

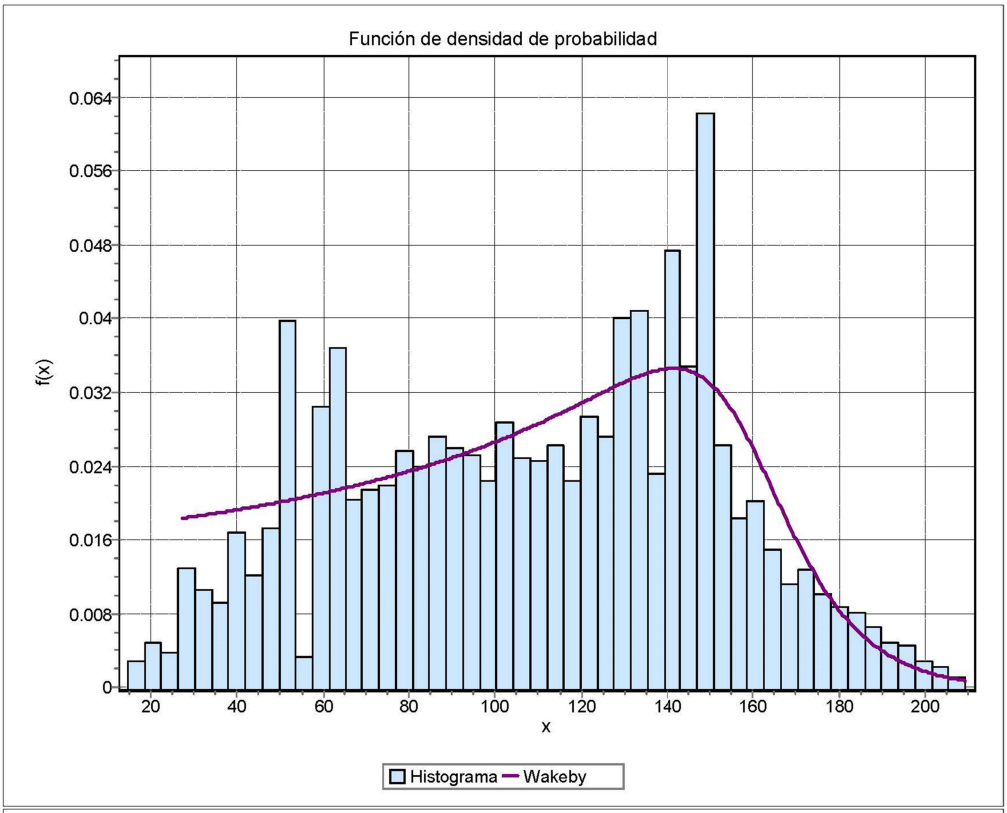


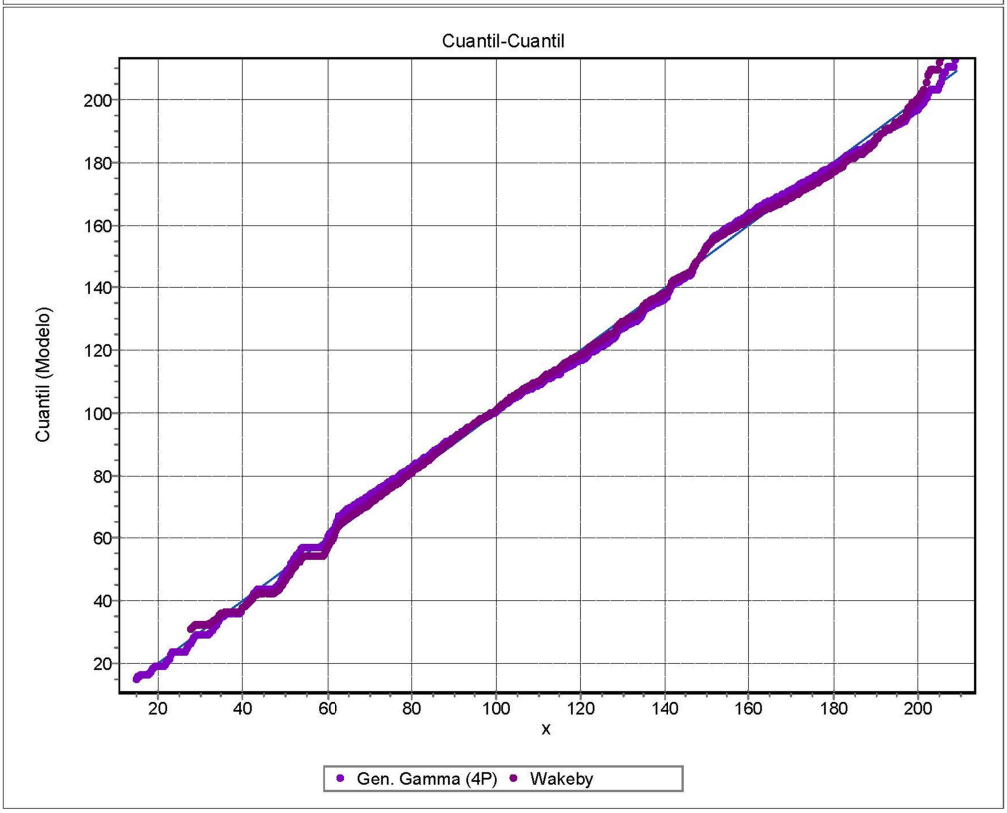


Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 09

M. DE MONTECARLO (CAUDAL MÁXIMO) ANÁLISIS ESTADISTICO RESULTADOS (Hw=05.00 m.) AJUSTE DE LA FUNCIÓN DE DISTRIBUCIÓN. FUNCIÓN DE DENSIDAD Y GRÁFICO Q-Q

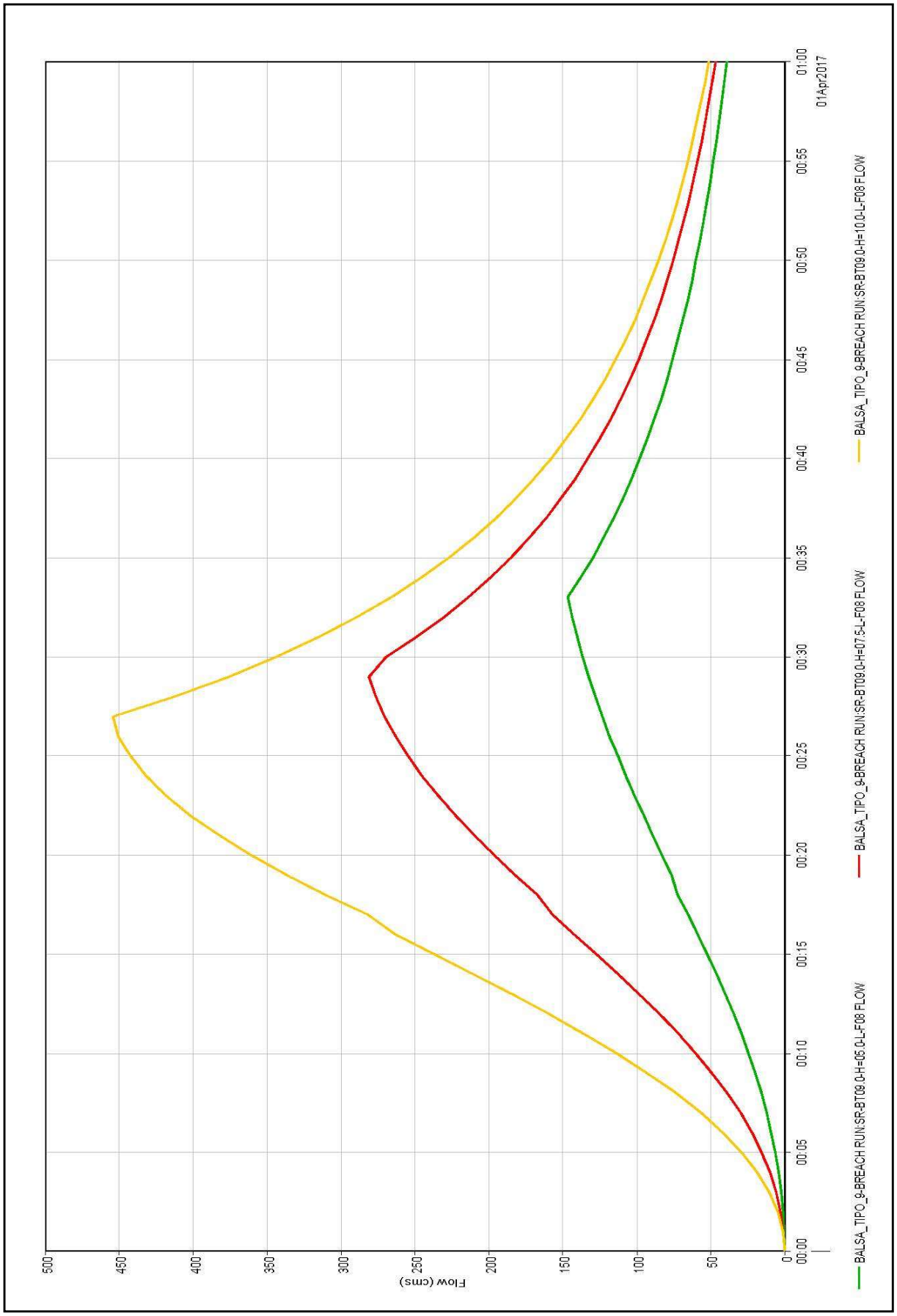
En el eje de abscisas se representa la variabilidad de los caudales máximos simulados, a partir del fondo de brecha, y considerando la evolución de su crecimiento atendiendo a la geometría de F08.





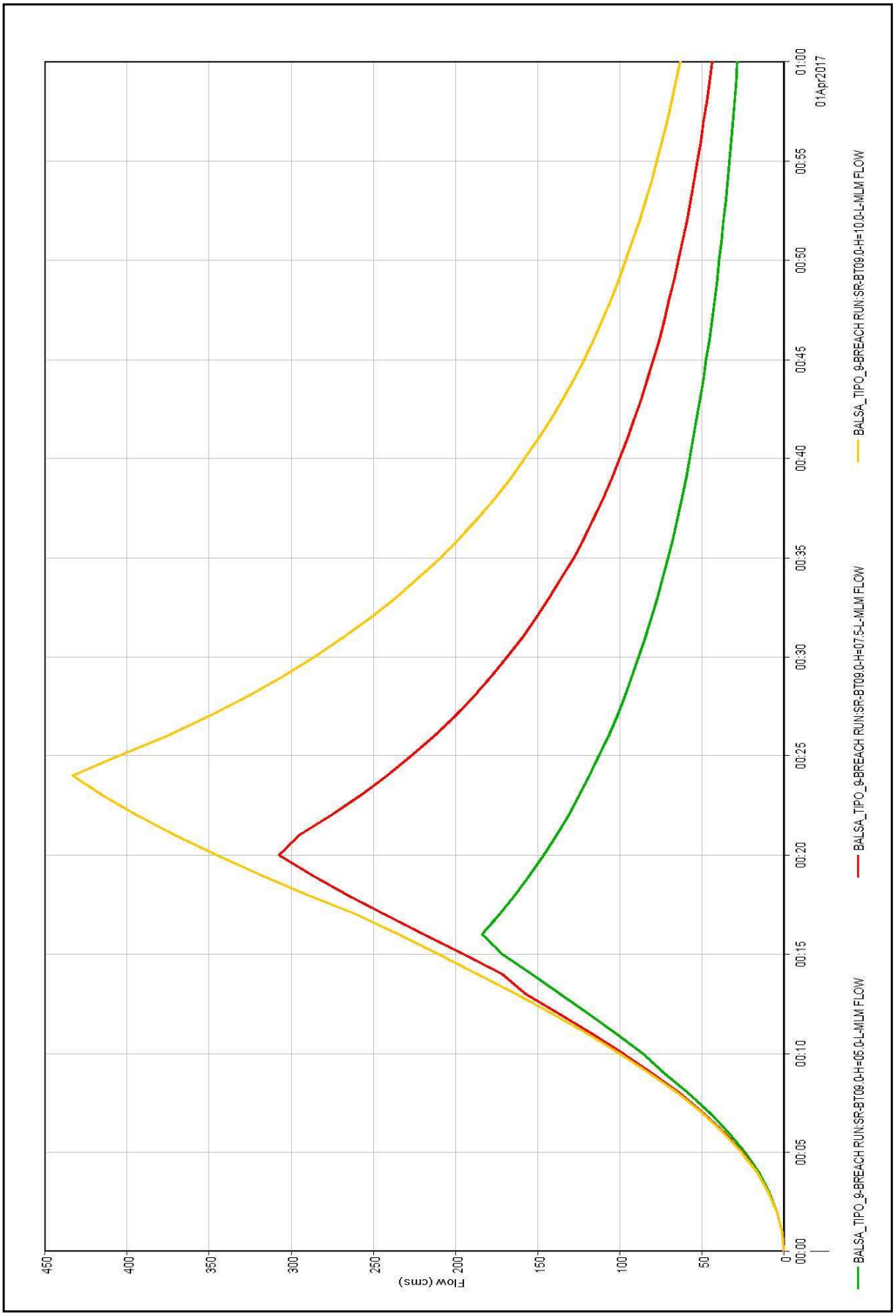
Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 09

ESTUDIO COMPARATIVO DE LA VARIABILIDAD DEL HIDROGRAMA DE VERTIDO EN FUNCIÓN DE LA CARGA DE AGUA MOVILIZABLE (Hw) APLICACIÓN FÓRMULA F08



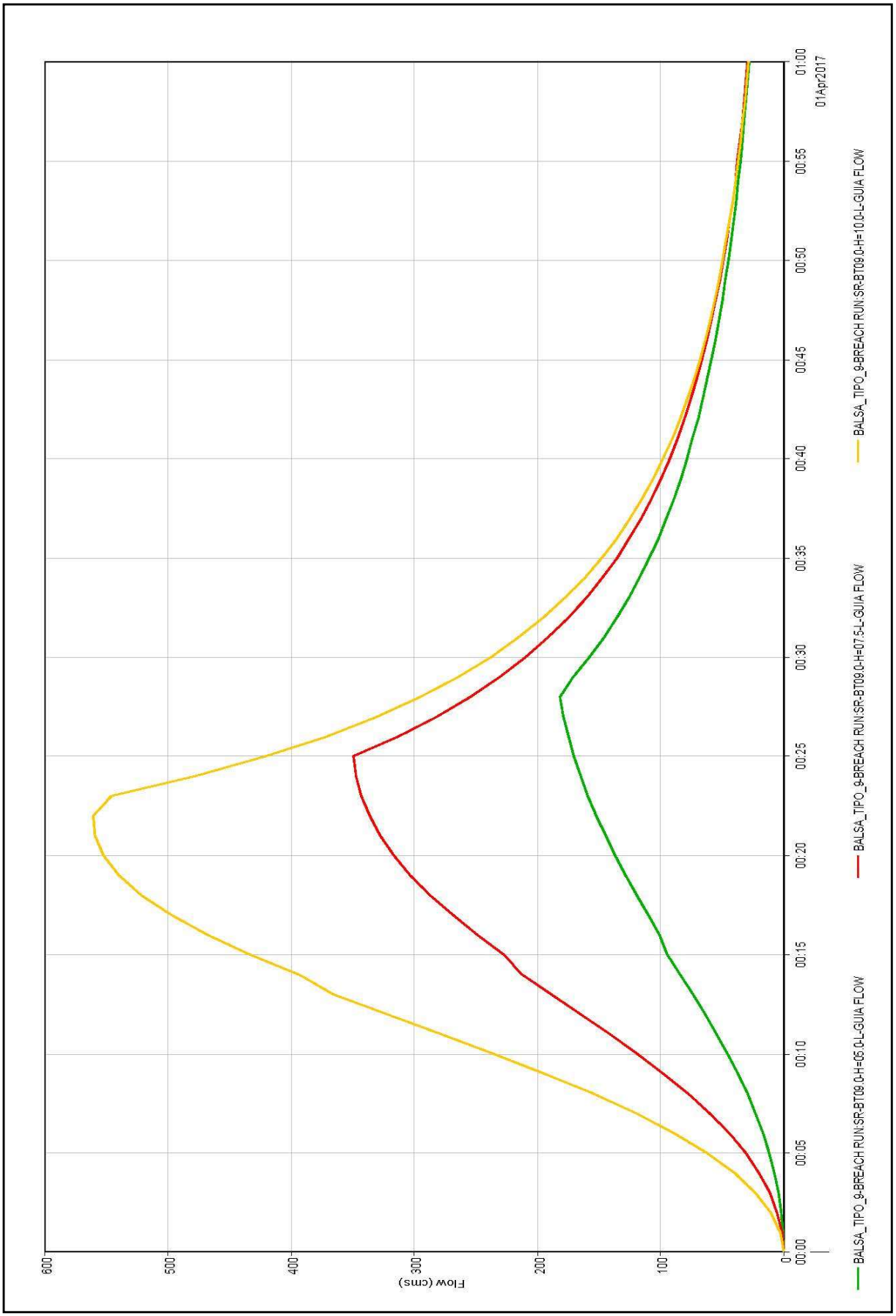
Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 09

ESTUDIO COMPARATIVO DE LA VARIABILIDAD DEL HIDROGRAMA DE VERTIDO EN FUNCIÓN DE LA CARGA DE AGUA MOVILIZABLE (Hw) APLICACIÓN FÓRMULA MLM84



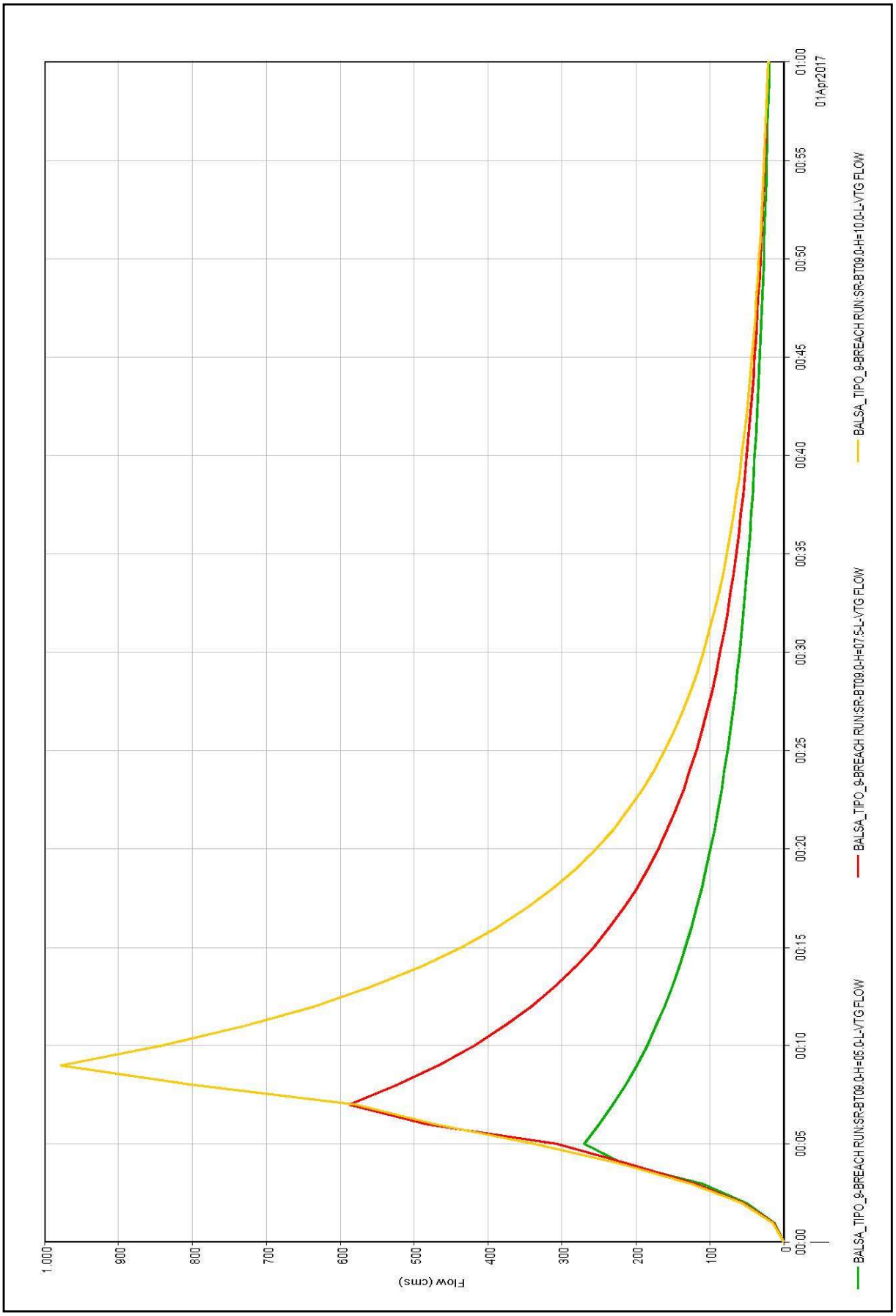
Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 09

ESTUDIO COMPARATIVO DE LA VARIABILIDAD DEL HIDROGRAMA DE VERTIDO EN FUNCIÓN DE LA CARGA DE AGUA MOVILIZABLE (Hw) APLICACIÓN FÓRMULA GUIA ESPAÑOLA



Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 09

ESTUDIO COMPARATIVO DE LA VARIABILIDAD DEL HIDROGRAMA DE VERTIDO EN FUNCIÓN DE LA CARGA DE AGUA MOVILIZABLE (Hw) APLICACIÓN FÓRMULA VTG

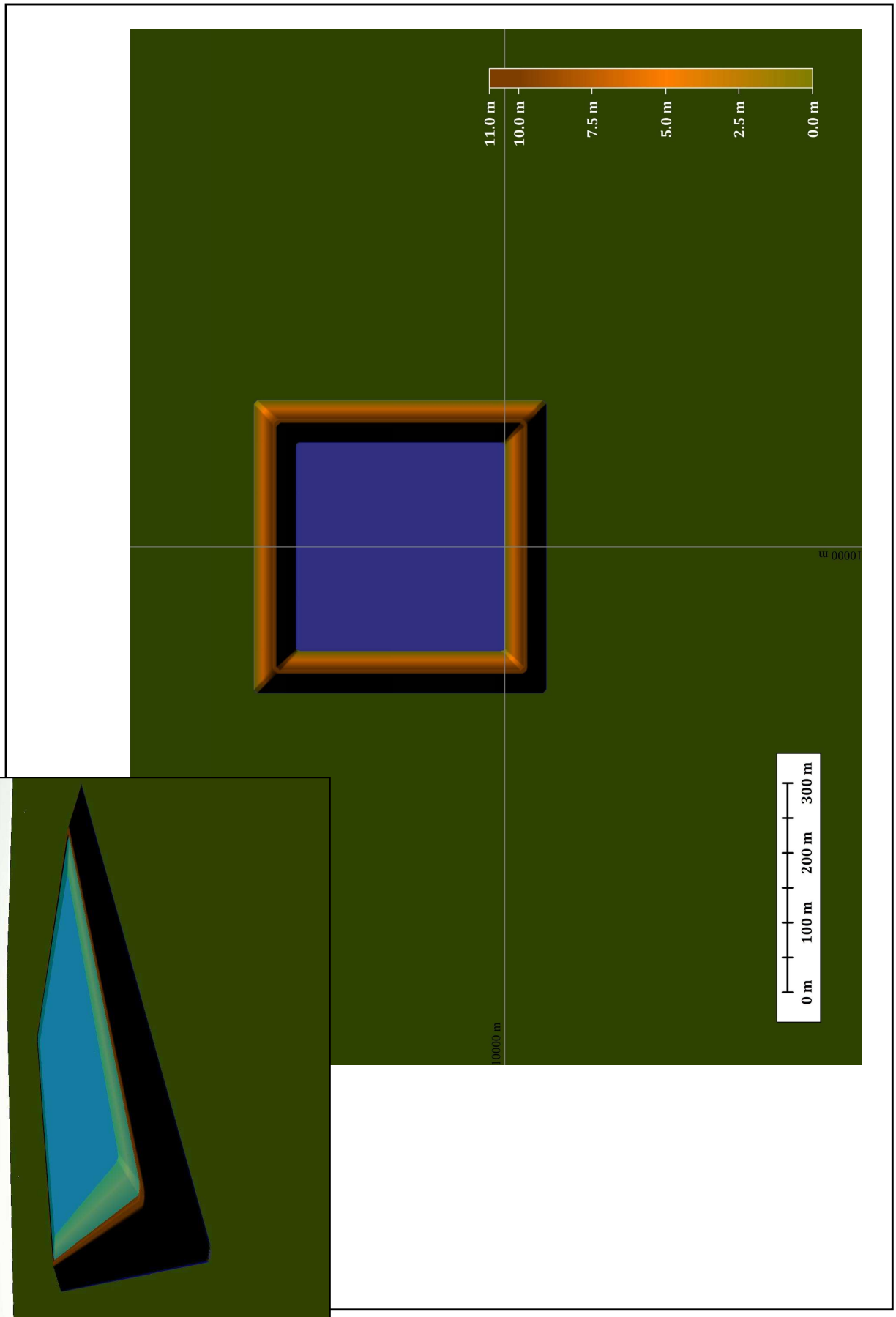


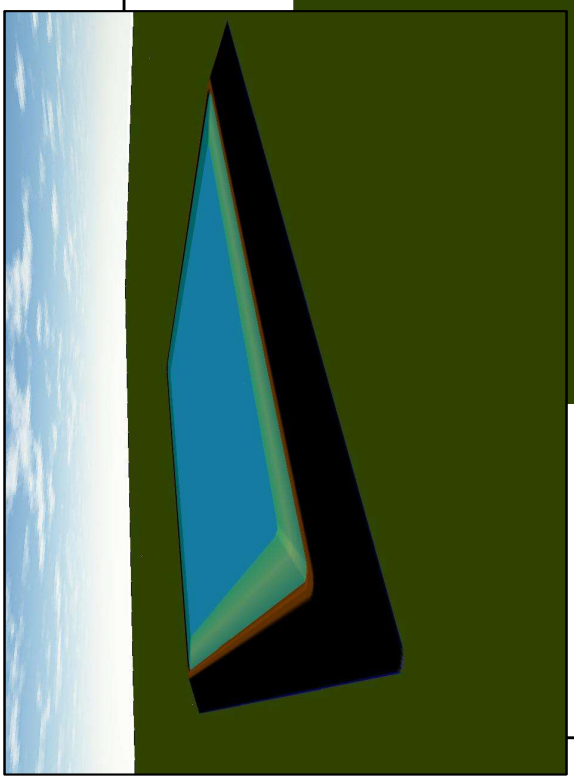
BALSA TIPO 10

Características de las balsas sintéticas.
BALSA TIPO 10

GEOMETRÍA

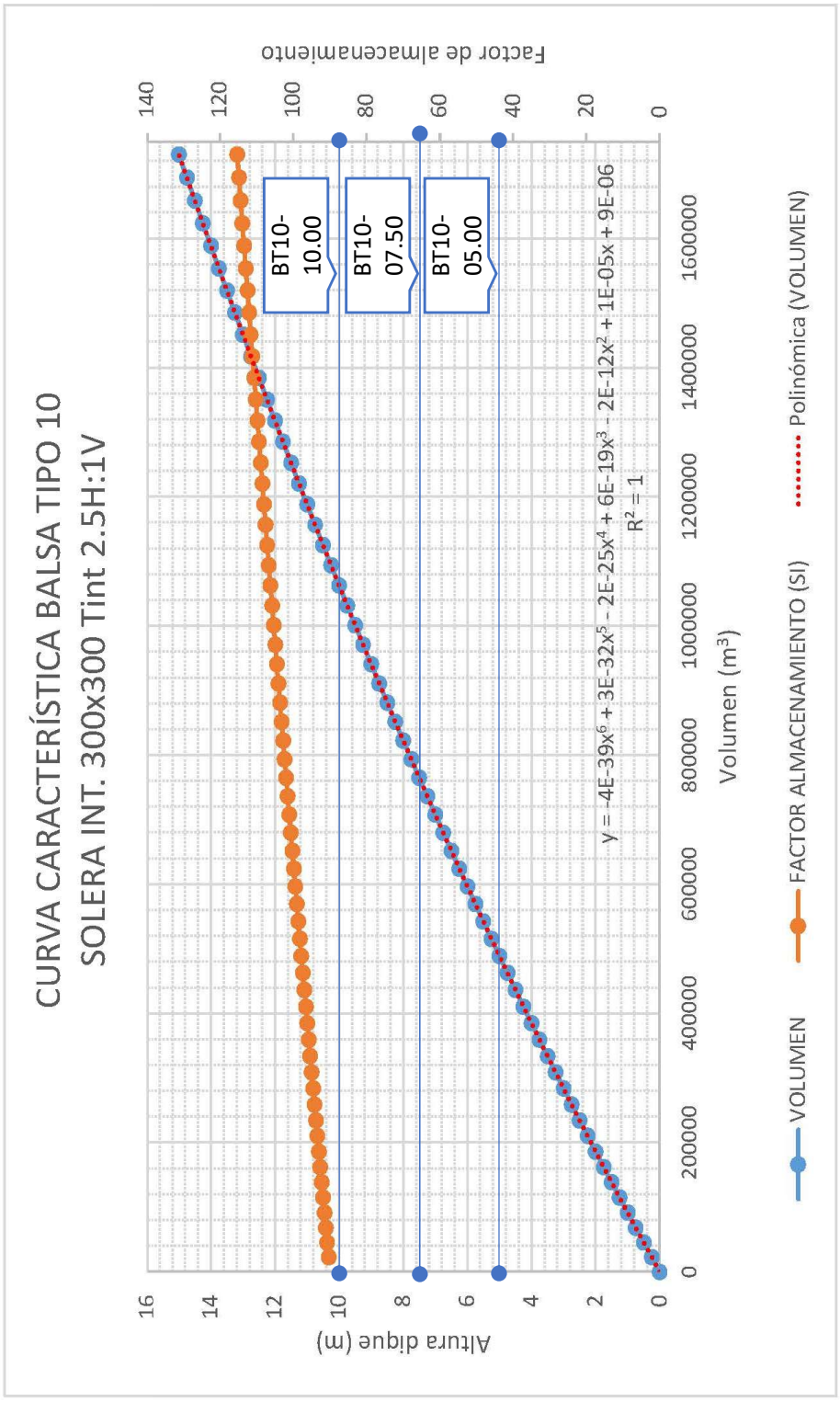
- ALTURA LÁMINA Hw= 10.0 m.
- RESGUARDO = 1.0 m.
- ANCHO CORONACIÓN= 05.0 m





Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 10

CURVA CARACTERÍSTICA vs FACTOR DE ALMACENAMIENTO



Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 10

ESTIMACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE BRECHA.
H=10,00 m.
ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE FÓRMULAS EMPÍRICAS

ESTIMACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE BRECHA

PROYECTO:	BALSAS TIPO									
SECTOR:	10									
ALTURA	10									
CARACTERÍSTICA*		MÉTODO		FROEHLICH 95a			FROEHLICH 08		GUÍA TÉCNICA	MACDONALD & LANGRIDGE-MONOPOLIS 84	VTG
MODO DE FALLO (S=SIFONAMIENTO;D=DESBORDAMIENTO)		Mf		S	D		S	D	S	S	S
CARGA DE AGUA MOVILIZABLE		Hw	m	10	10		10	10	10	10	10
VOLUMEN ALMACENADO EN Hw EN EL COLAPSO		Vw	m3	1062500	1062500		1062500	1062500	1062500	1062500	1062500
SUPERFICIE OCUPADA EN Hw		As	m2	122500	122500		122500	122500	122500	122500	122500
RESGUARDO		r	m	1	1		1	1	1	1	1
ALTURA DE BRECHA COMPLETA		Hb	m	11	11		11	11	11	11	11
FACTOR CORRECTOR POR MODO DE FALLO		Ko	-	1	1,4		1	1,3			
TALUD DE LA BRECHA		Zb	Z(H):1(V)	0,9	1,4		0,7	1	1	0,5	1
**	TALUD DEL DIQUE AGUAS ARRIBA	Z_1	Z(H):1(V)							2,5	
	TALUD DEL DIQUE AGUAS ABAJO	Z_2	Z(H):1(V)							2,5	
	SUMA DE TALUDES DEL DIQUE	Z_3	Z_1+Z_2							5	
	ANCHO CORONACIÓN DEL DIQUE	C	m							5	
	VOLUMEN EROSIONABLE DEL DIQUE	Ve	m3							6605,2	
TIPOLOGIA DEL DIQUE		Td		Pequeña Presa Clasificable			Pequeña Presa Clasificable		Pequeña Presa Clasificable	Pequeña Presa Clasificable	Pequeña Presa Clasificable
COTA SOLERA BRECHA		Cs	m	10	10		10	10	10	10	10
COTA CORONACIÓN		Cc	m	21	21		21	21	21	21	21
ESTIMACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE LA BRECHA											
***	ANCHO MEDIO	Bavg	m	24,1	33,8		25,20	32,8	37,0	20,0	31,1
	ANCHO EN SOLERA	Bb	m	14,2	18,4		17,5	21,8	26,0	14,5	20,1
	ANCHO EN CORONACIÓN	Bc	m				32,90	43,76	47,98	25,53	42,10
	TIEMPO DE FORMACIÓN	Tf	h	0,5	0,5		0,53	0,5	0,450	0,440	0,150
	FACTOR DE ALMACENAMIENTO	Sl	-	106,3	106,3		106,3	106,3	106,3	106,3	106,3
ESTIMACIÓN DEL CAUDAL PUNTA FROEHLIC 95b											
CAUDAL MÁXIMO PREVISTO		Qp	m3/s	632,35	632,35		632,35	632,35	632,35	632,35	632,35

Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 10

ESTIMACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE BRECHA. H=10,00 m. ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE FÓRMULAS EMPÍRICAS. VALIDACIÓN DE RESULTADOS

ESTIMACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE BRECHA

PROYECTO:	BALSAS TIPO							
SECTOR:	10							
ALTURA	10							

ANÁLISIS Y VALIDACIÓN DE RESULTADOS

Dada la importancia del tiempo de formación de la brecha en la generación del pico del hidrograma, es relevante poder validar los resultados. Para ello utilizaremos un estimador de la progresión de la erosión. Se considera adecuado aquel que define un desarrollo lineal, por lo que se utilizará la razón de erosión (ER) definida por la relación entre el ancho medio de brecha y el tiempo de formación. Diversos autores han indicado los intervalos de fiabilidad relacionando dicho parámetro con la altura de agua movilizable, (Hw), quedando estos entre 1.6 y 2.1. Por otro lado, el agua almacenada puede condicionar el desarrollo completo de la brecha, por lo que se apunta como indicador de la validez de los resultados, la relación entre el ancho medio respecto de la altura de brecha (Bavg/Hb). En este caso si el indicador ofrece un valor inferior a 0.6, no se puede afirmar que se complete la brecha, quedando como apertura una geometría cuadrangular de ancho D.

COMPROBACIÓN DEL DESARROLLO DE BRECHA (completa vs parcial)	(Bavg/Hb)	2,19	3,07	2,29	2,98	3,36	1,82	2,83
Se considera desarrollada si (Bavg/Hb)>0.60								
	(Bavg/Tf)	52,57	73,60	47,98	62,37	82,21	45,53	42,10
RAZÓN DE EROSIÓN (ER)								
COMPROBACIÓN DEL PROGRESO DE LA BRECHA (lineal vs no lineal)	(ER/Hw)	5,26	7,36	4,80	6,24	8,22	4,55	4,21
Se puede considerar razonable la ratio de erosión si 1.6<(ER/Hw)<2.1								
COMPROBACIÓN BOWLES T de formación (h)	T=2*Vw/Qp	0,93	0,93	0,93	0,93	0,93	0,93	0,93
Si tiempo de formación de brecha es menor que la comprobación de Bowles se adopta								
RAZÓN DE TIEMPOS (Tbowles/Tf)		2,04	2,04	1,78	1,78	2,08	2,12	6,22

* *DIQUE DE CIERRE DE MATERIALES SUELTOS HOMOGÉNEO, ASUMIENDO MÁXIMO ALMACENAMIENTO EN LA FASE DE COLAPSO*

** *A utilizar en el método de MACDONALD & LANGRIDGE-MONOPOLIS 84 (MLM84)*

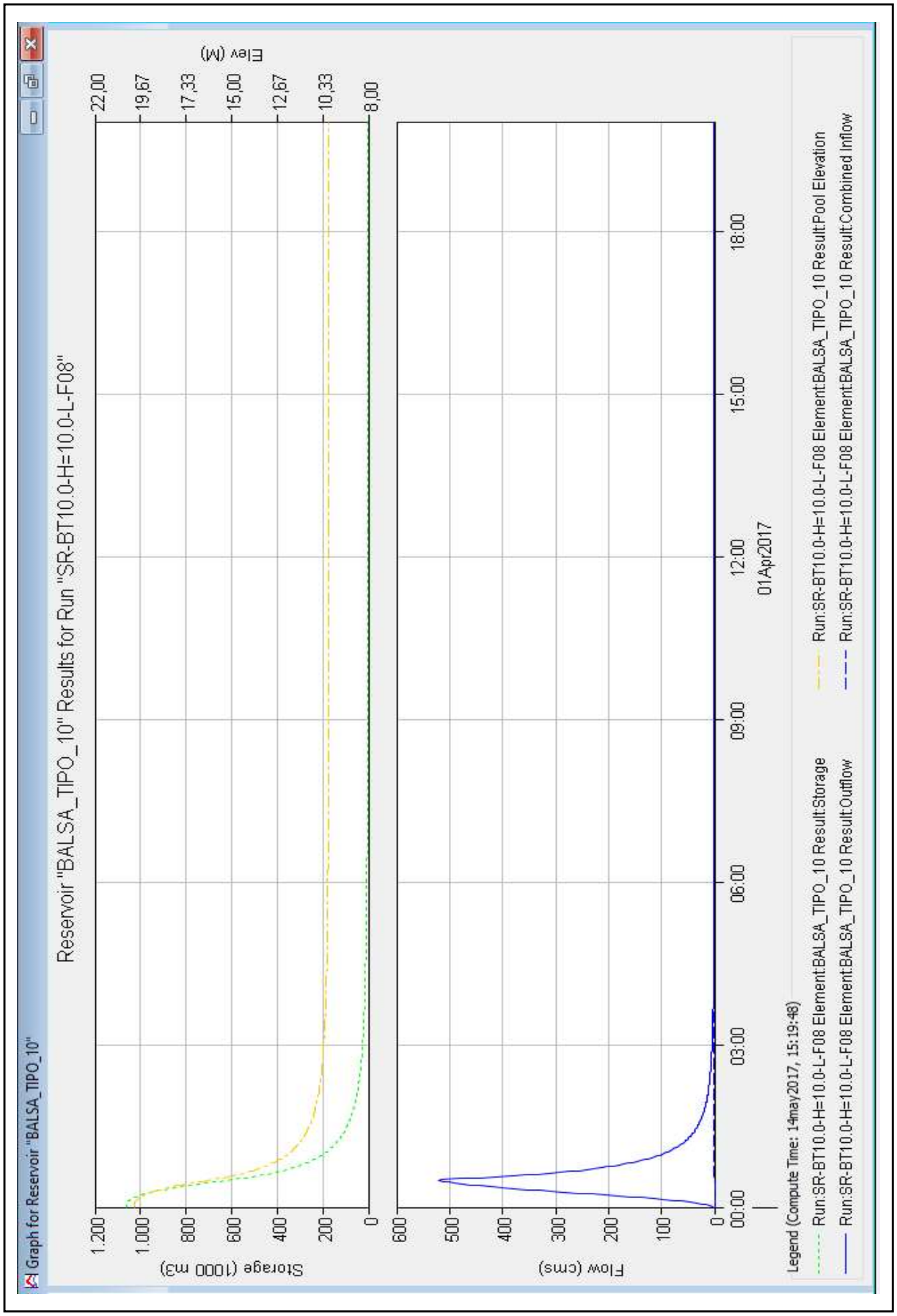
*** *Wb en el método de MACDONALD & LANGRIDGE-MONOPOLIS 84 (MLM84)*

ESQUEMAS

Fuente: GUIDELINES FOR DAM BREACH ANALYSIS. STATE OF COLORADO-DEPARTMENT OF NATURAL RESOURCES-DIVISION OF WATER RESOURCES. 10/02/2010

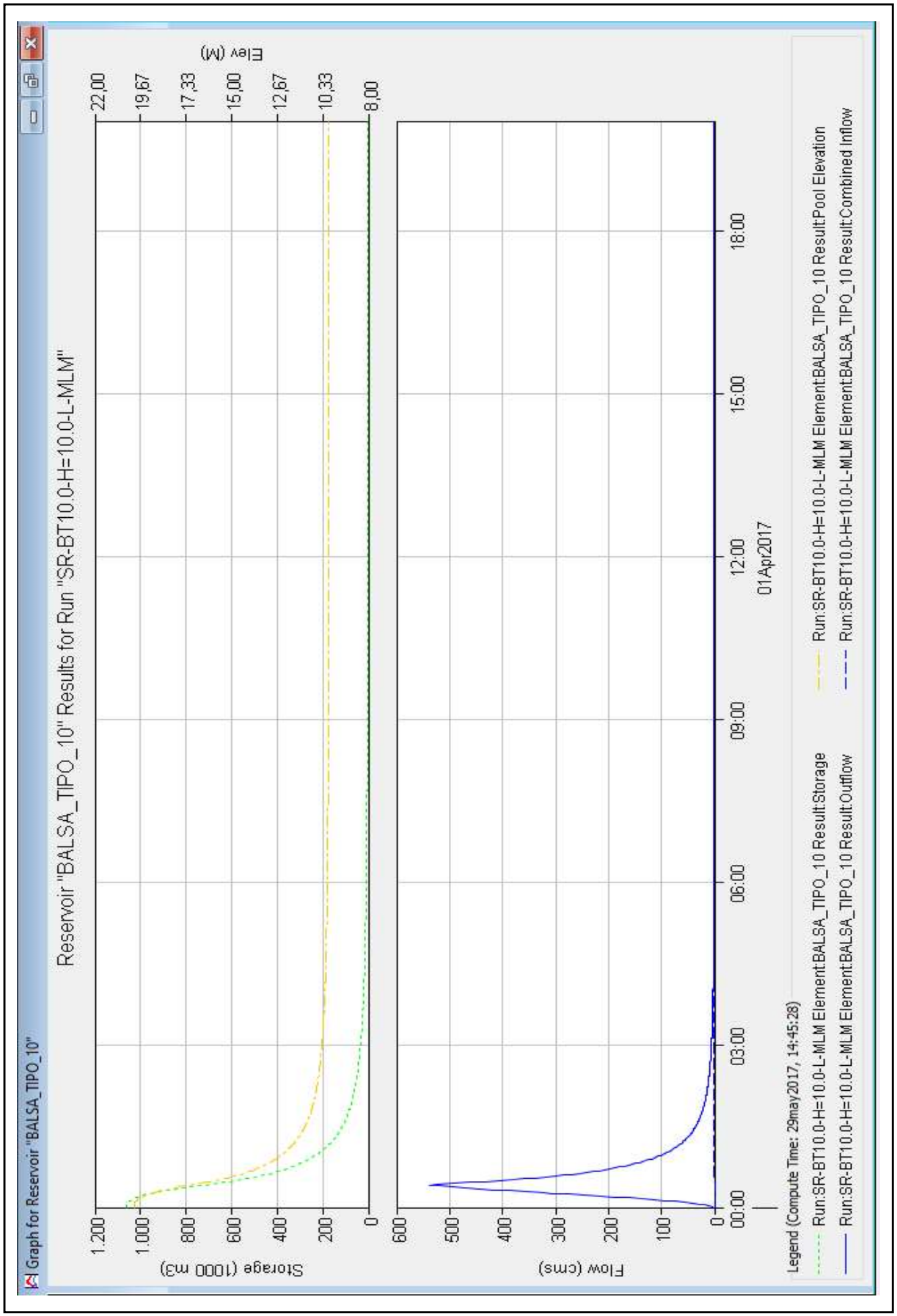
Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 10

HIDROGRAMA DE VERTIDO Y CURVA DE VACIADO PARA H=10.0 m. ESCENARIO (NMN-SOLERA) APLICACIÓN FÓRMULA F08



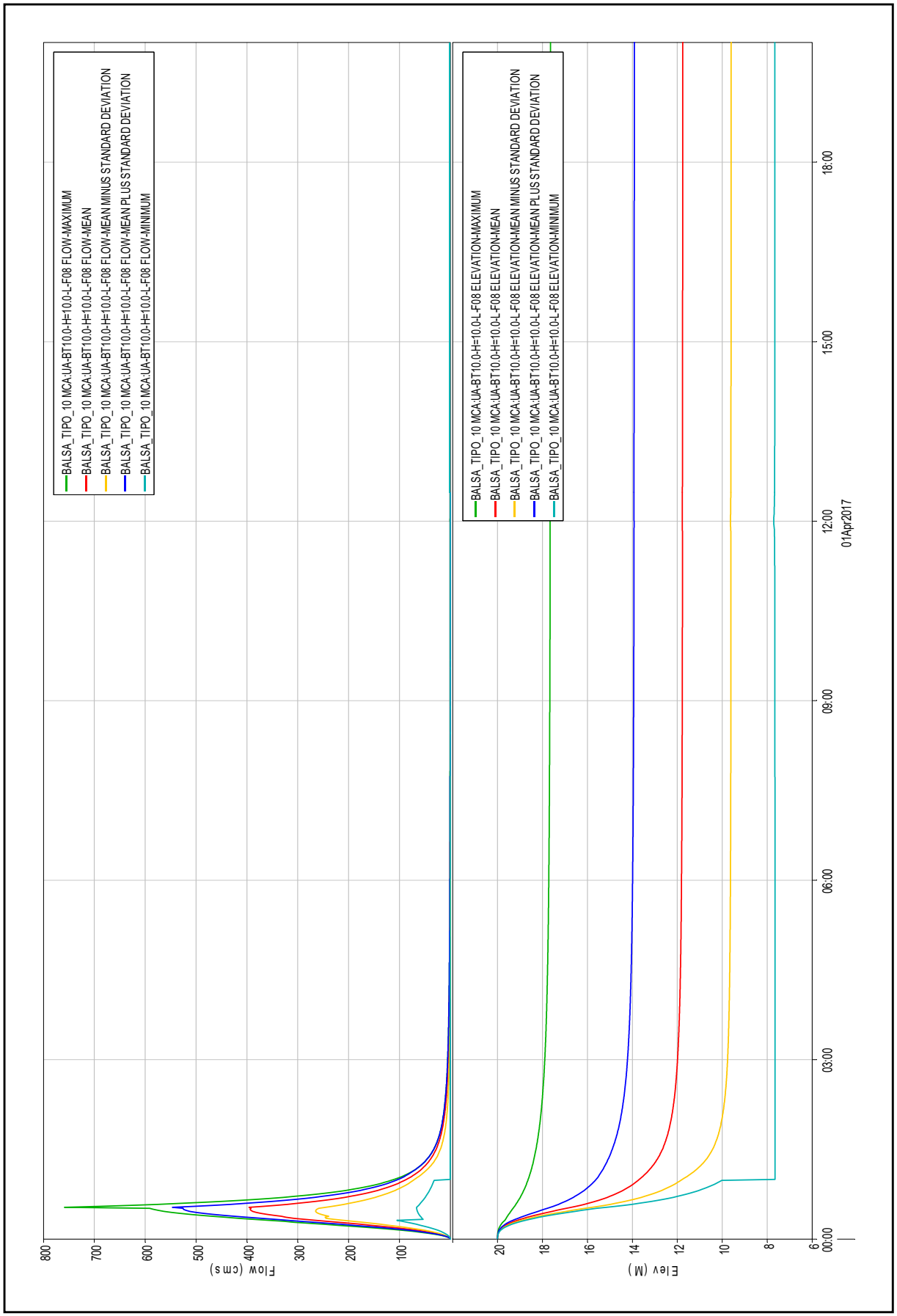
Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 10

HIDROGRAMA DE VERTIDO Y CURVA DE VACIADO PARA H=10.0 m. ESCENARIO (NMN-SOLERA) APLICACIÓN FÓRMULA MLM84



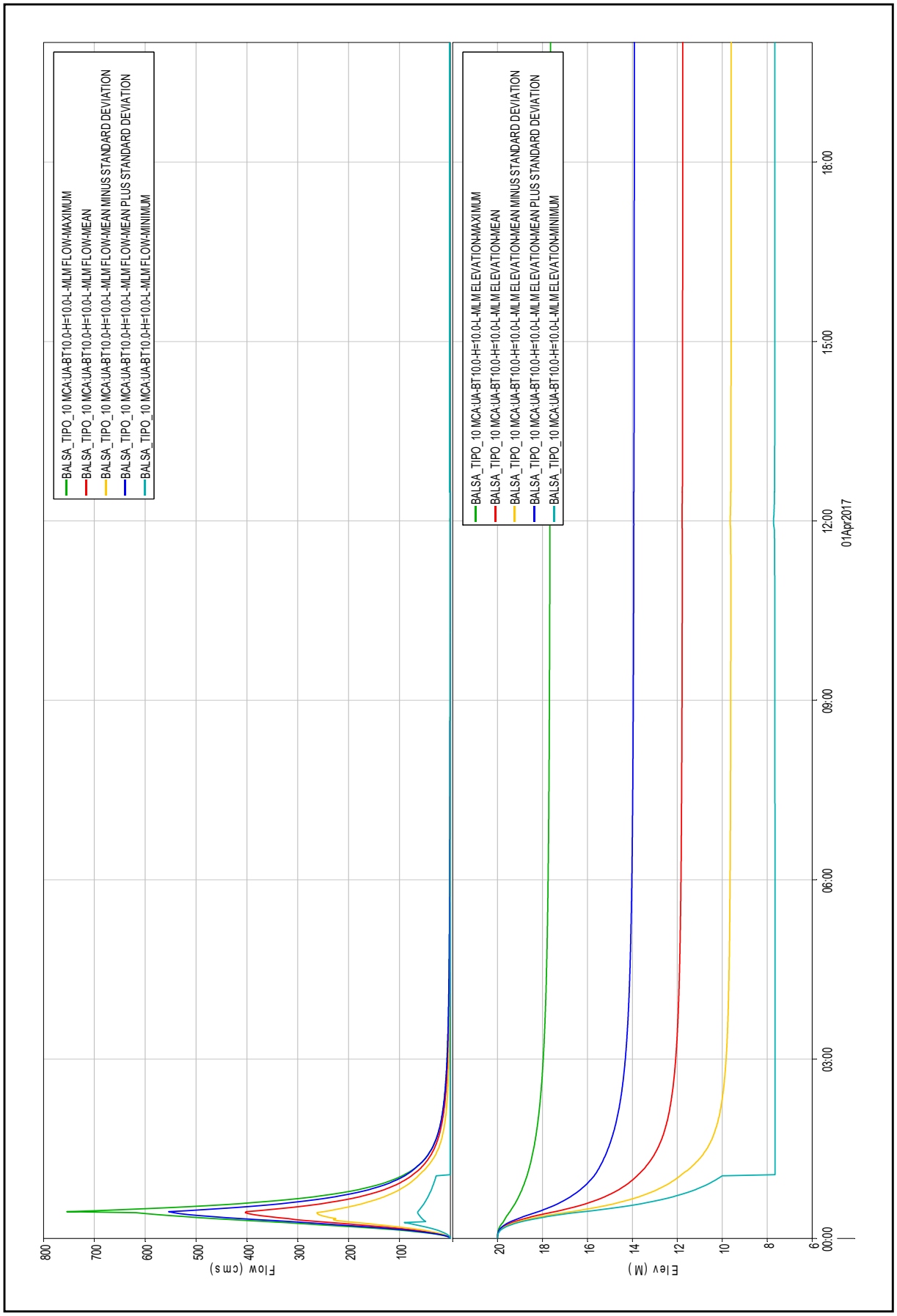
Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 10

APLICACIÓN DEL MÉTODO DE MONTECARLO EN LA CALIBRACIÓN DEL FONDO DE BRECHA (5.000 SIMULACIONES) HIDROGRAMAS DE VERTIDO Y VARIACIÓN DEL NIVEL EMBALSADO. (H=10.00 m.) APLICACIÓN FÓRMULA F08



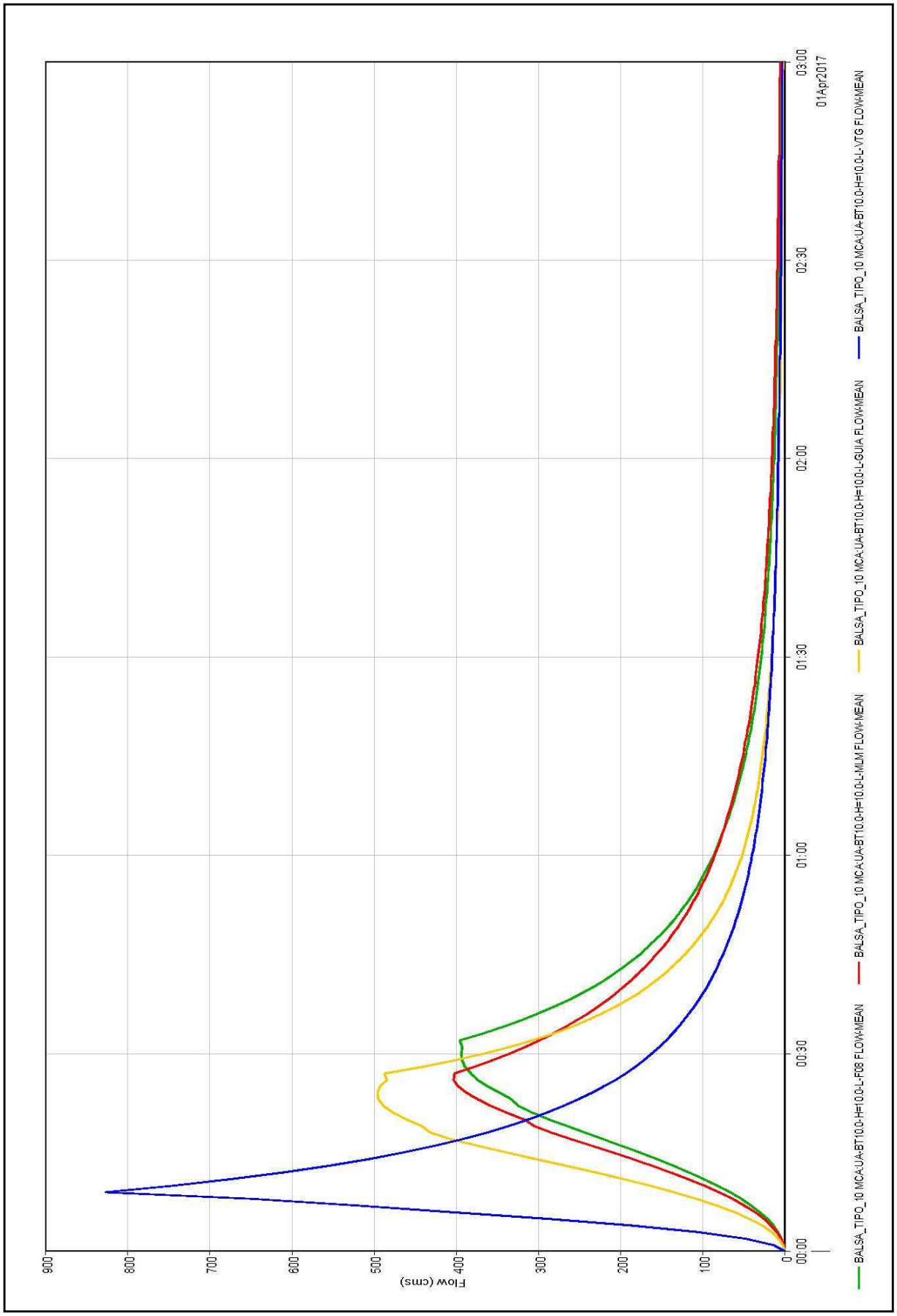
Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 10

APLICACIÓN DEL MÉTODO DE MONTECARLO EN LA CALIBRACIÓN DEL FONDO DE BRECHA (5.000 SIMULACIONES) HIDROGRAMAS DE VERTIDO Y VARIACIÓN DEL NIVEL EMBALSADO. (H=10.00 m.) APLICACIÓN FÓRMULA MLM84



Características de las balsas sintéticas.
BALSA TIPO 10
(Hw=10.00 m.)

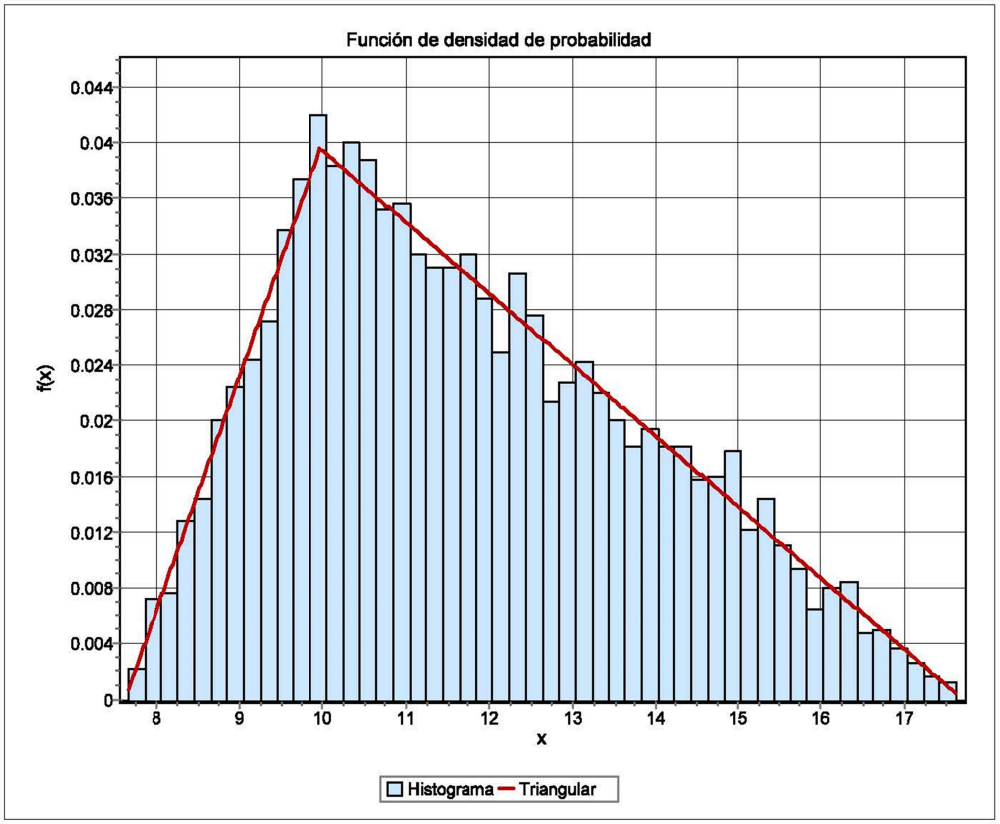
ESTUDIO COMPARATIVO DE LA VARIABILIDAD DEL HIDROGRAMA DE VERTIDO EN FUNCIÓN DE LA CARGA DE AGUA MOVILIZABLE (Hw)
APLICACIÓN FÓRMULAS
F08-MLM84-GUIA-VTG

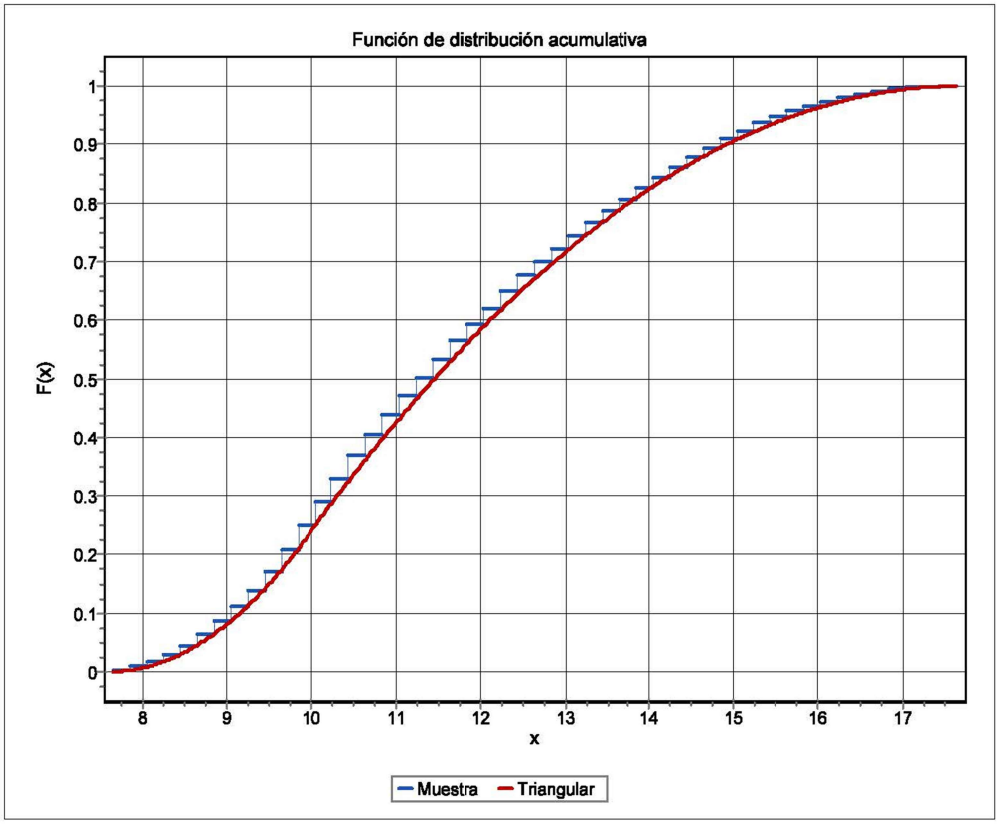


Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 10

M. DE MONTECARLO (FONDO DE BRECHA) ANÁLISIS ESTADISTICO RESULTADOS (Hw=10.00 m.) AJUSTE DE LA FUNCIÓN DE DISTRIBUCIÓN. FUNCIÓN DE DENSIDAD Y FUNCIÓN DE DISTRIBUCIÓN ACUMULATIVA

En el eje de abcisas se representa la variabilidad de la cota del fondo de brecha, considerando la cota +10.00 la solera interior de la balsa.

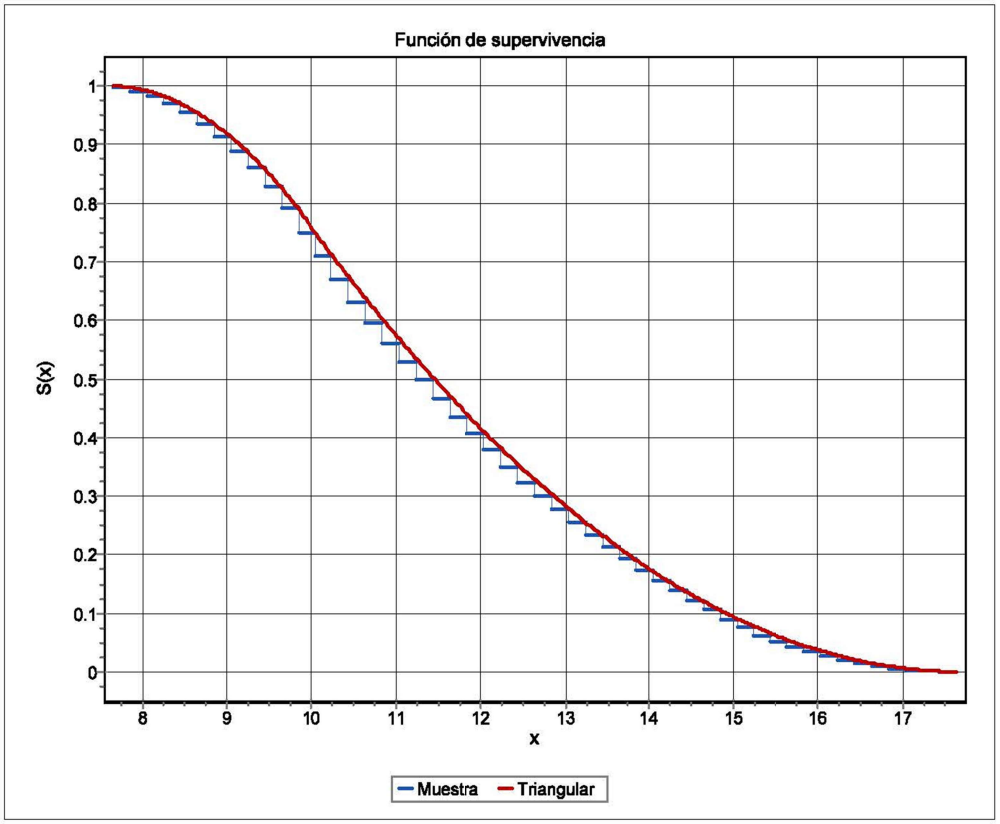


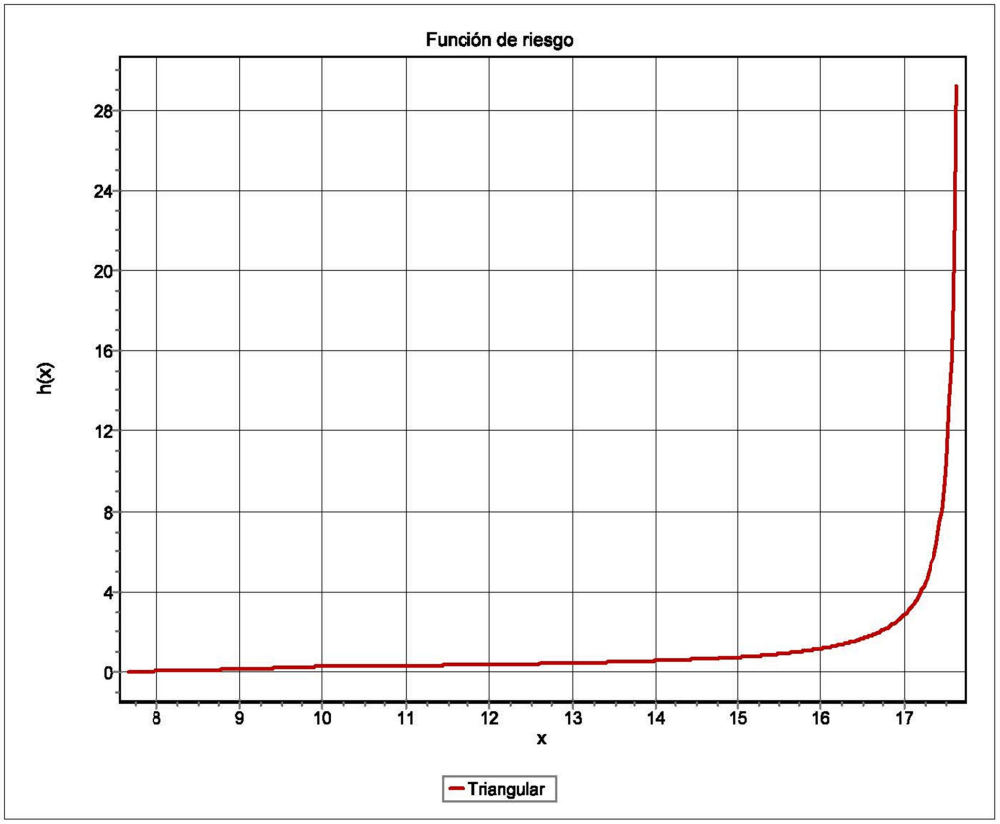


Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 10

M. DE MONTECARLO (FONDO DE BRECHA) ANÁLISIS ESTADISTICO RESULTADOS (Hw=10.00 m.) AJUSTE DE LA FUNCIÓN DE DISTRIBUCIÓN. FUNCIÓN DE SUPERVIVENCIA Y FUNCIÓN DE RIESGO

En el eje de abcisas se representa la variabilidad de la cota del fondo de brecha, considerando la cota +10.00 la solera interior de la balsa.

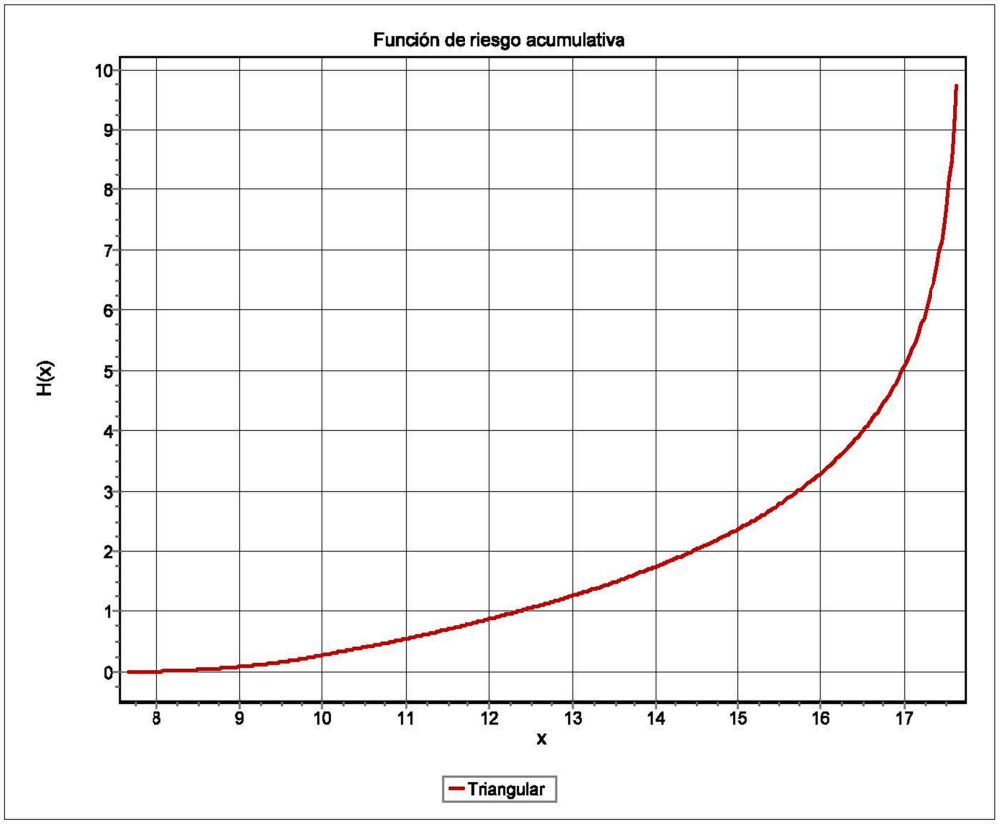


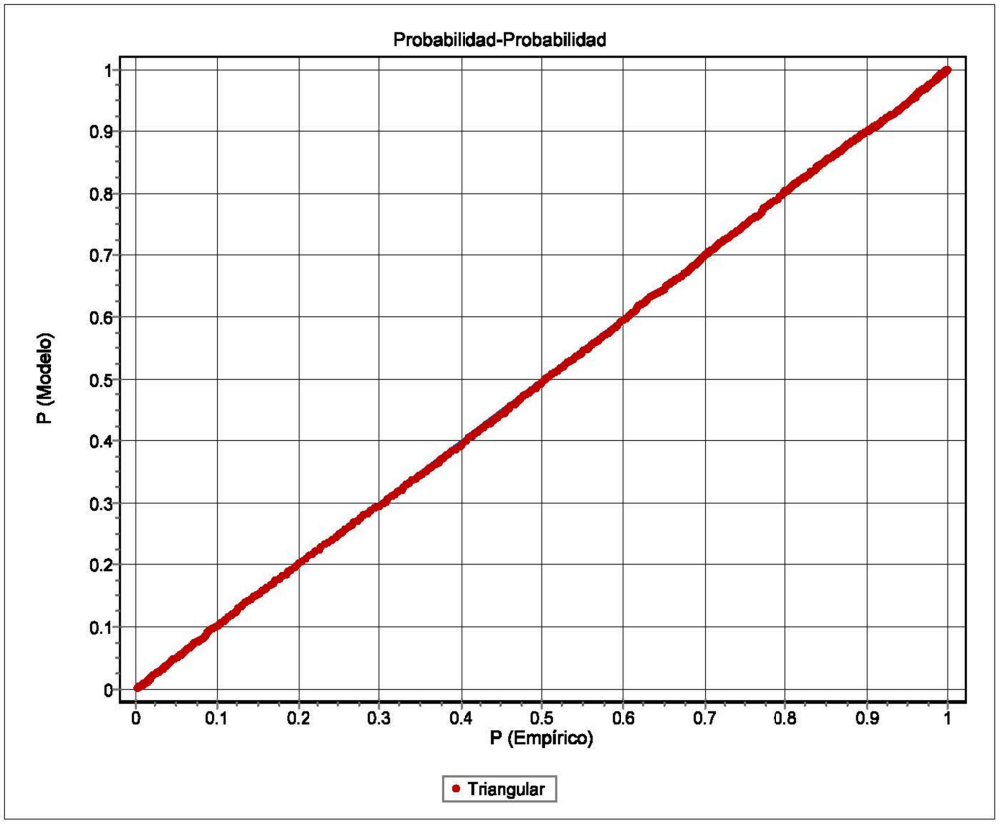


Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 10

M. DE MONTECARLO (FONDO DE BRECHA) ANÁLISIS ESTADISTICO RESULTADOS (Hw=10.00 m.) AJUSTE DE LA FUNCIÓN DE DISTRIBUCIÓN. FUNCIÓN DE RIESGO ACUMULATIVA Y GRÁFICO P-P

En el eje de abcisas se representa la variabilidad de la cota del fondo de brecha, considerando la cota +10.00 la solera interior de la balsa.

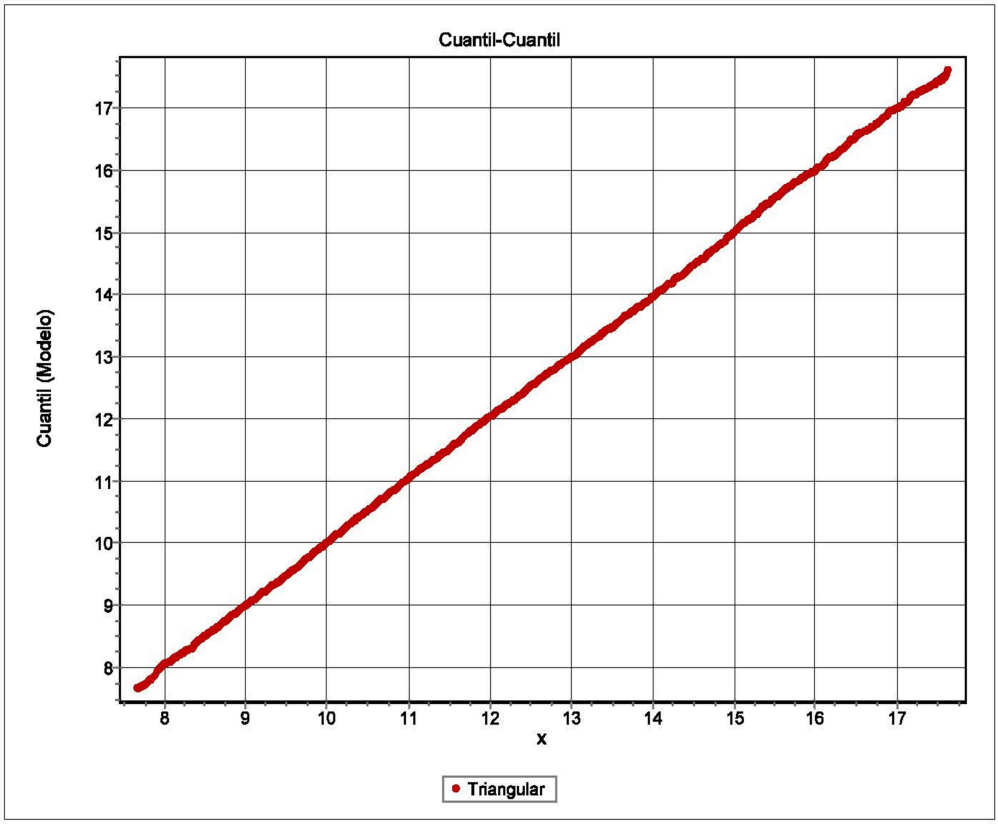


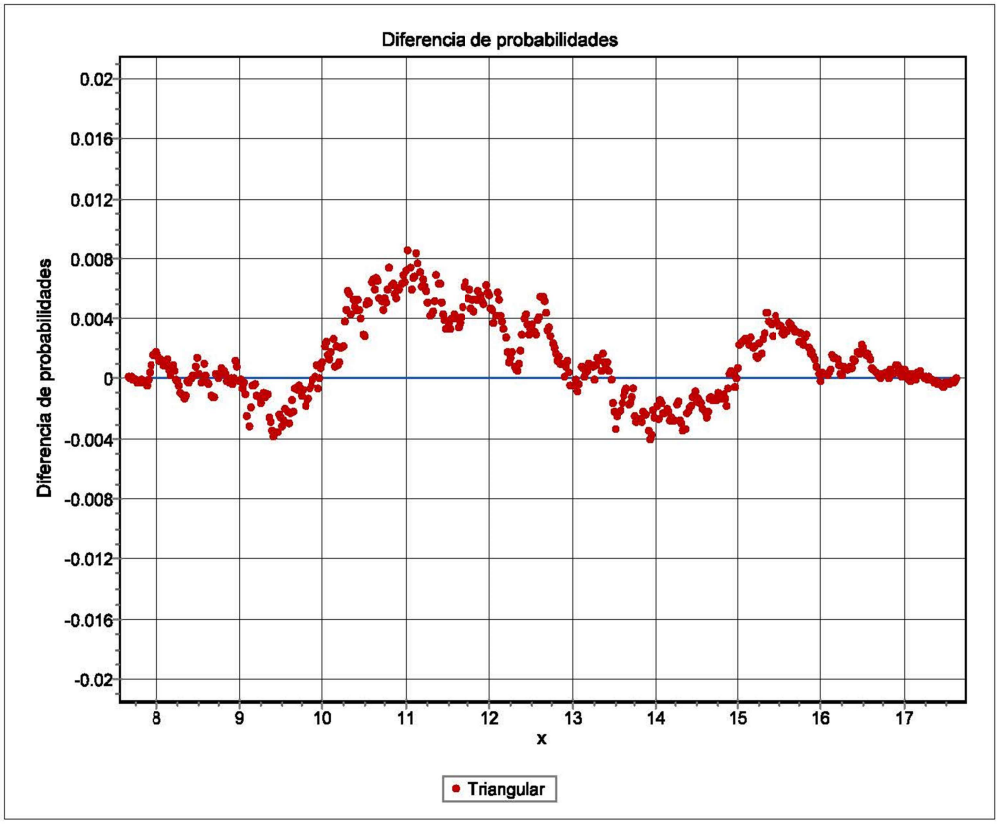


Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 10

M. DE MONTECARLO (FONDO DE BRECHA) ANÁLISIS ESTADISTICO RESULTADOS (Hw=10.00 m.) AJUSTE DE LA FUNCIÓN DE DISTRIBUCIÓN. GRÁFICO Q-Q Y DIFERENCIA DE PROBABILIDADES

En el eje de abcisas se representa la variabilidad de la cota del fondo de brecha, considerando la cota +10.00 la solera interior de la balsa.

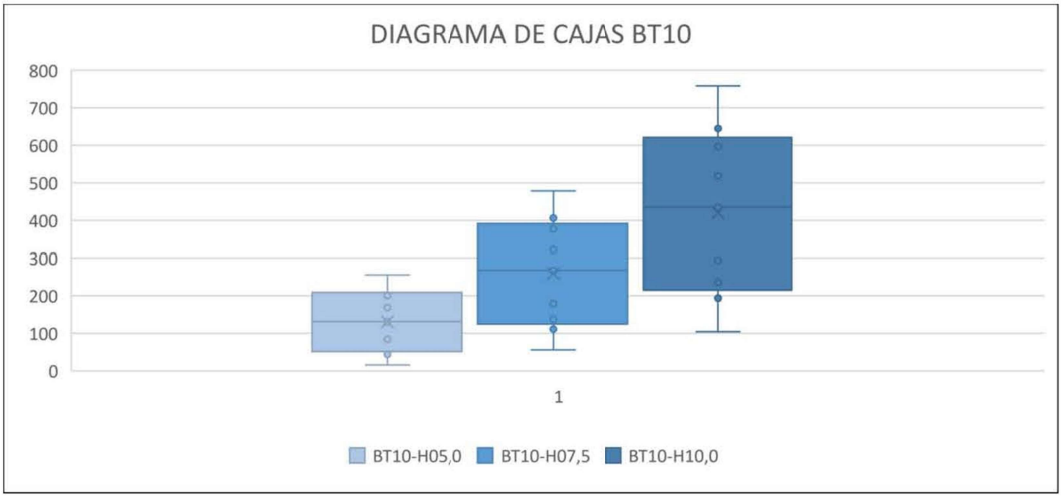


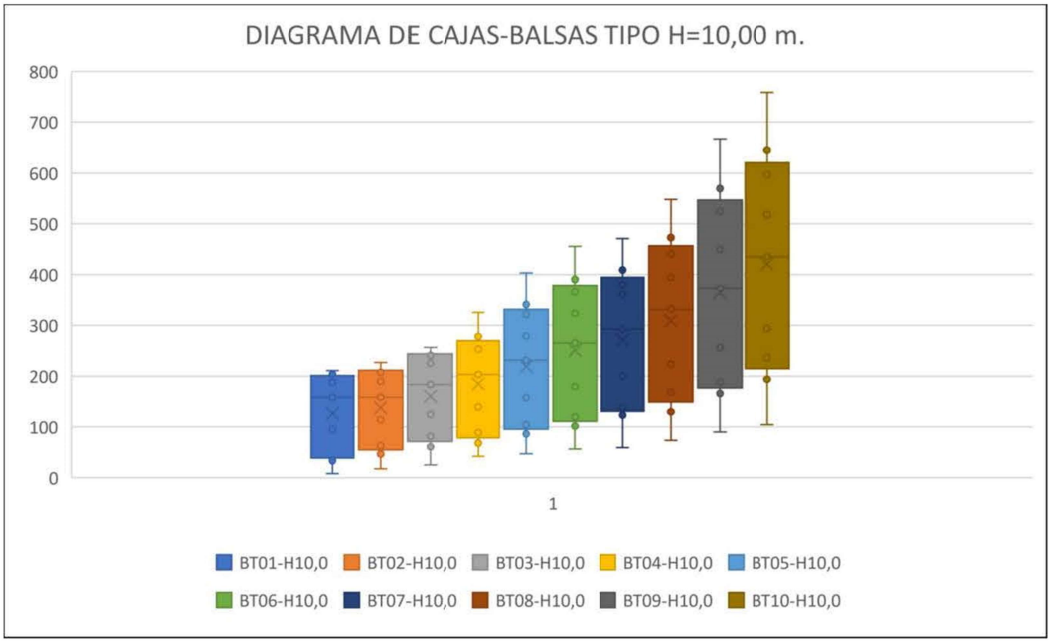


Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 10

M. DE MONTECARLO (CAUDAL MÁXIMO) ANÁLISIS ESTADISTICO RESULTADOS (Hw=10.00 m.) ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA. DIAGRAMAS DE CAJAS

CAUDALES MÁXIMOS (M. MONTECARLO) Estadística descriptiva					Parámetros Ajuste	
BALSA	BT10					
ALTURA Hw (m)	10,00					
AJUSTE	GEN. GAMMA (4P)					
Estadística	**Valor**	**Percentil %**	**Valor**	**Obs**		
Tamaño de la muestra	5000	1	104,8	Min	k 5,8858	
Rango	653,85	5	193,8		α 0,28767	
Media	418,22	10	236,0		β 509,99	
Varianza	19514	25	294,2	Q1	γ 103,82	
Desviación estándar	139,69	50	435,0	Mediana		
Coef, de variación	0,33402	75	518,0	Q3		
Error estándar	1,9755	90	597,0			
Asimetría	-0,02948	95	645,0			
Curtosis	-0,86373	99	758,6	Max	I.C.$\bar{X}$ (95%)	3,872

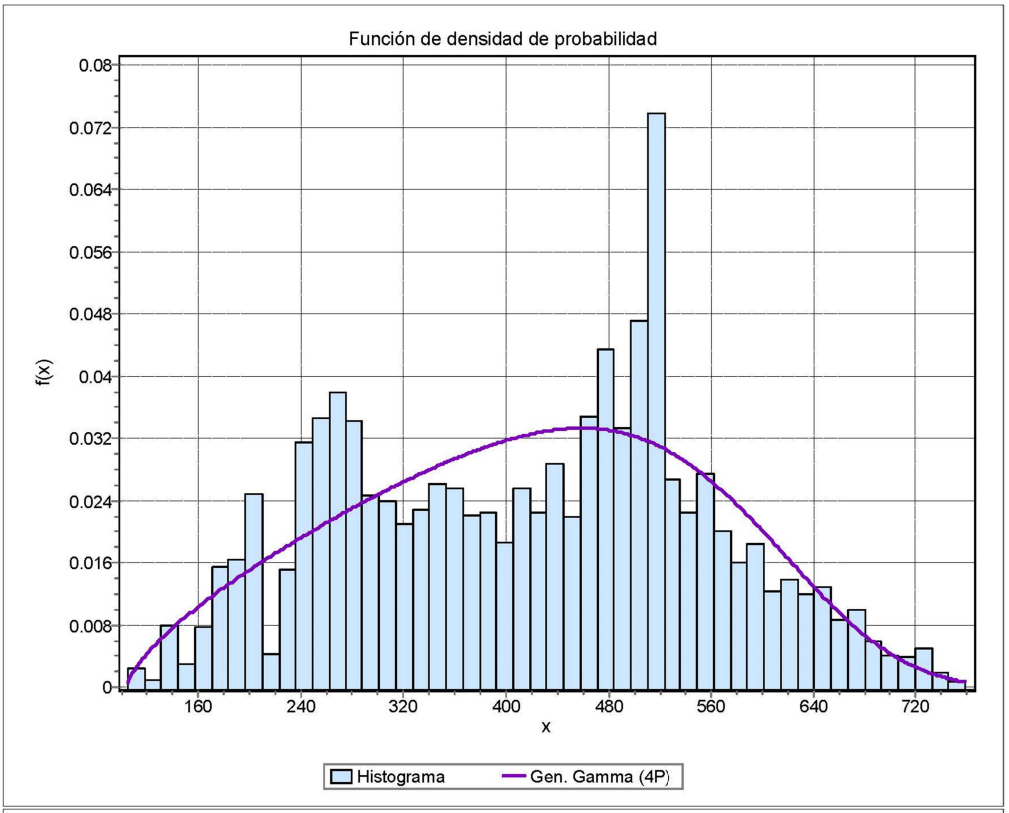


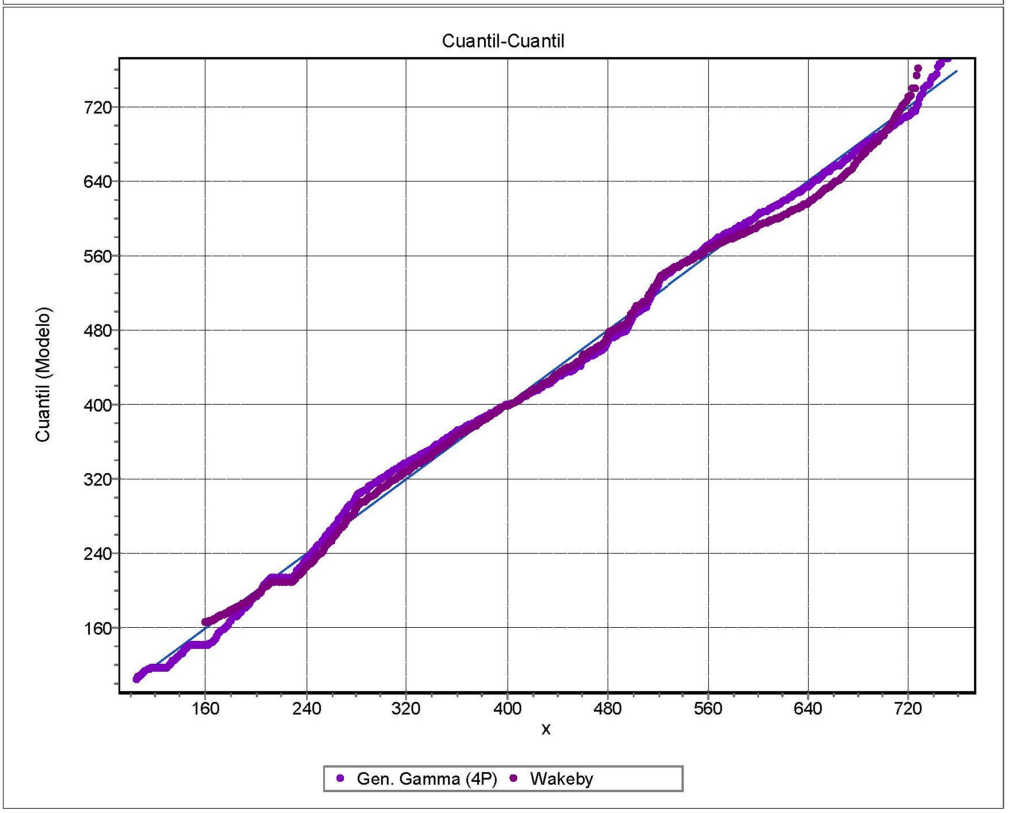


Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 10

M. DE MONTECARLO (CAUDAL MÁXIMO) ANÁLISIS ESTADISTICO RESULTADOS (Hw=10.00 m.) AJUSTE DE LA FUNCIÓN DE DISTRIBUCIÓN. FUNCIÓN DE DENSIDAD Y GRÁFICO Q-Q

En el eje de abscisas se representa la variabilidad de los caudales máximos simulados, a partir del fondo de brecha, y considerando la evolución de su crecimiento atendiendo a la geometría de F08.

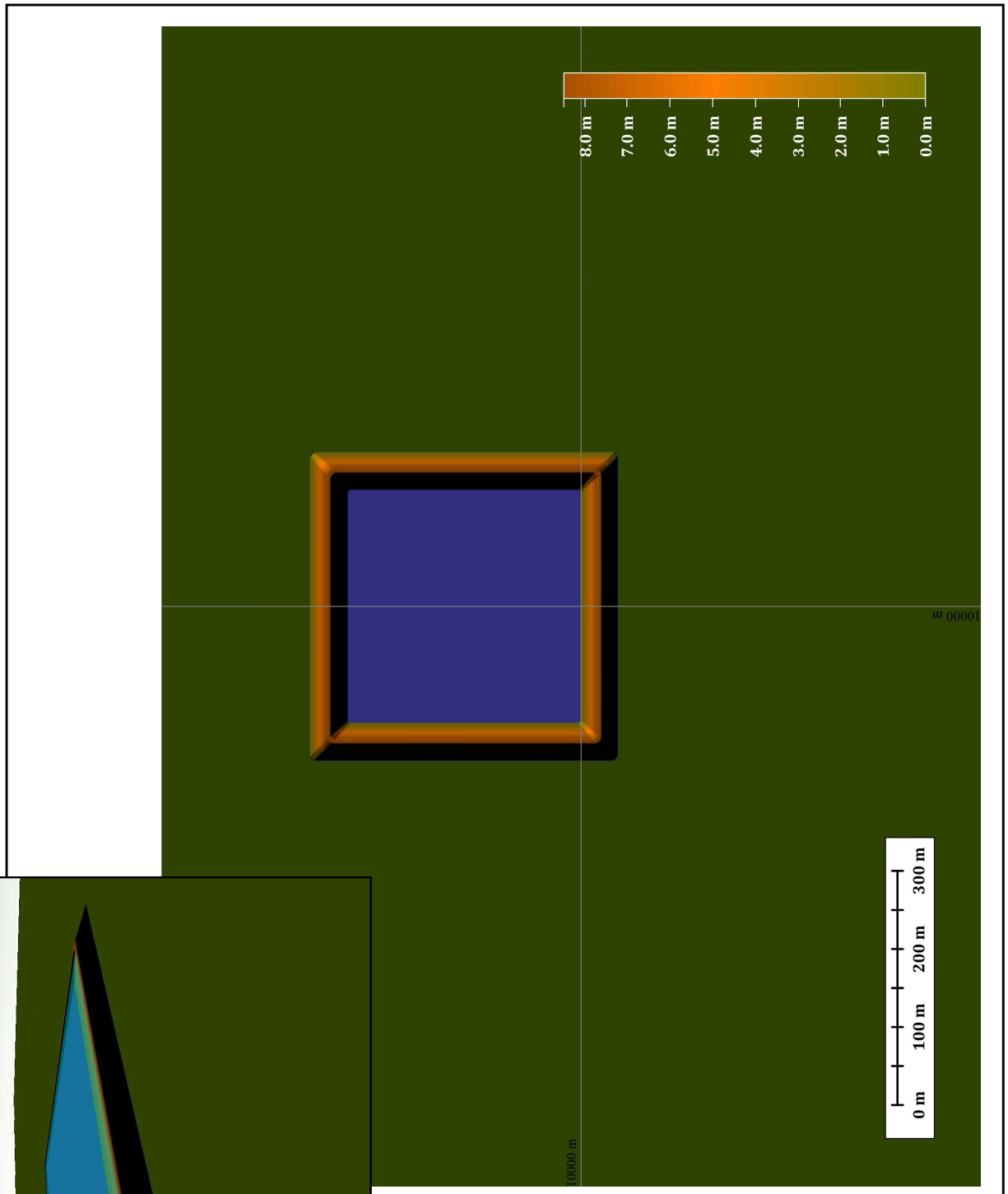


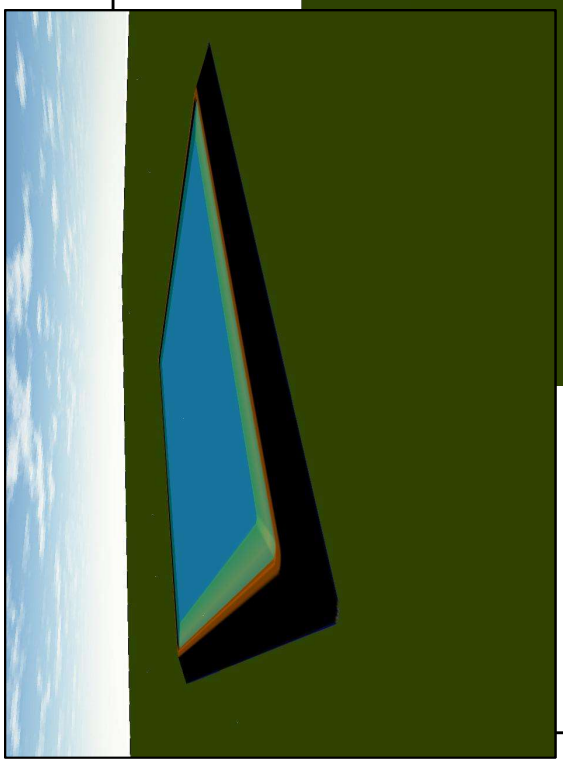


Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 10

GEOMETRÍA

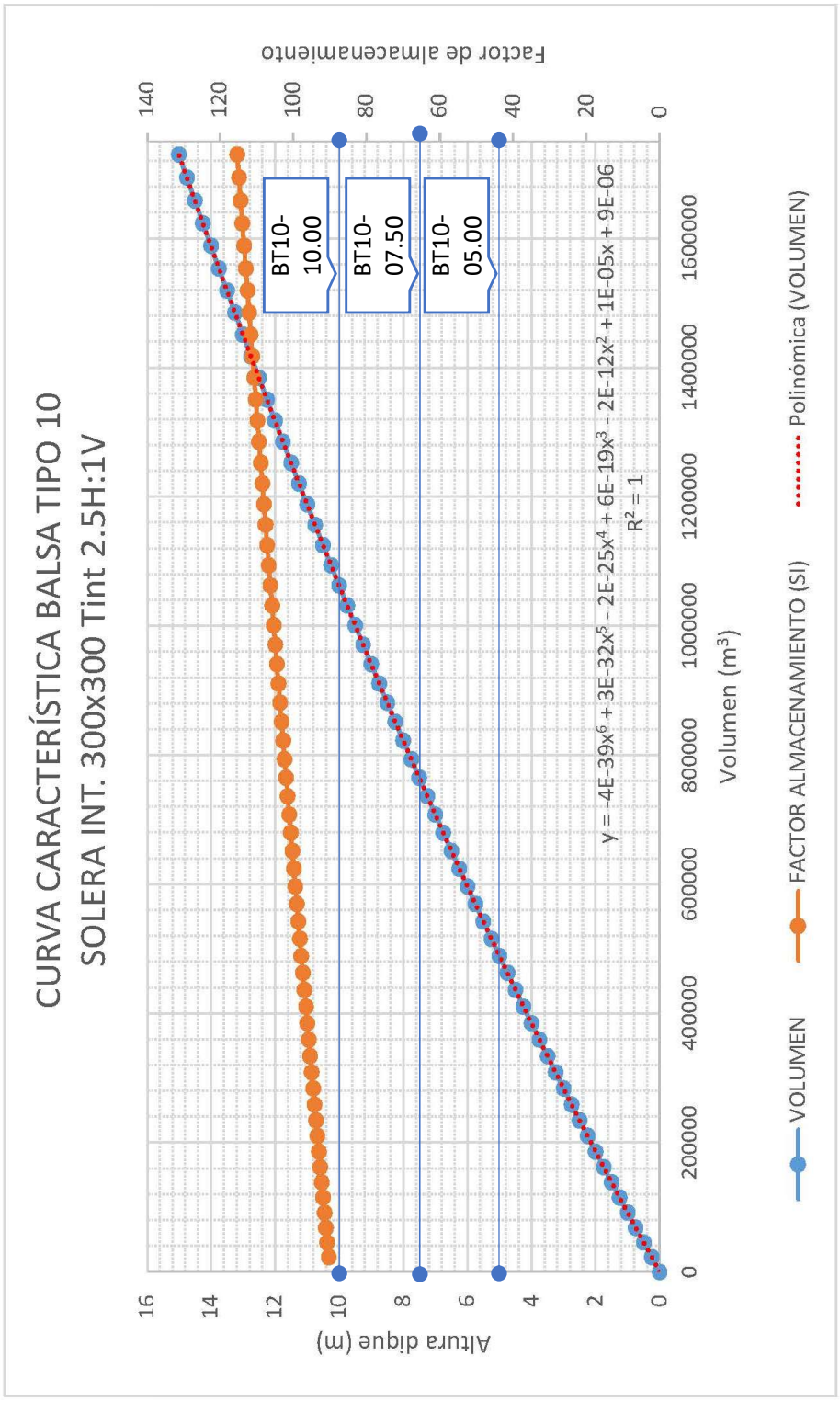
- ALTURA LÁMINA Hw= 07.5 m.
- RESGUARDO = 1.0 m.
- ANCHO CORONACIÓN= 05.0 m





Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 10

CURVA CARACTERÍSTICA vs FACTOR DE ALMACENAMIENTO



Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 10

ESTIMACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE BRECHA. H=07,50 m. ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE FÓRMULAS EMPÍRICAS

ESTIMACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE BRECHA

PROYECTO:	**BALSAS TIPO**
SECTOR:	**10**
ALTURA	**7,5**

CARACTERÍSTICA*			MÉTODO	FROEHLICH 95a		FROEHLICH 08		GUÍA TÉCNICA	MACDONALD & LANGRIDGE-MONOPOLIS 84	VTG
			Mf	S	D	S	D	S	S	S
MODO DE FALLO (S=SIFONAMIENTO;D=DESBORDAMIENTO)										
CARGA DE AGUA MOVILIZABLE		Hw	m	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5
VOLUMEN ALMACENADO EN Hw EN EL COLAPSO		Vw	m3	764648,4	764648,4	764648,4	764648,4	764648,4	764648,4	764648,4
SUPERFICIE OCUPADA EN Hw		As	m2	113906,3	113906,3	113906,3	113906,3	113906,3	113906,3	113906,3
RESGUARDO		r	m	1	1	1	1	1	1	1
ALTURA DE BRECHA COMPLETA		Hb	m	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5
FACTOR CORRECTOR POR MODO DE FALLO		Ko	-	1	1,4	1	1,3			
TALUD DE LA BRECHA		Zb	Z(H):1(V)	0,9	1,4	0,7	1	1	0,5	1
**	TALUD DEL DIQUE AGUAS ARRIBA	Z_1	Z(H):1(V)						2,5	
	TALUD DEL DIQUE AGUAS ABAJO	Z_2	Z(H):1(V)						2,5	
	SUMA DE TALUDES DEL DIQUE	Z_3	Z_1+Z_2						5	
	ANCHO CORONACIÓN DEL DIQUE	C	m						5	
	VOLUMEN EROSIONABLE DEL DIQUE	Ve	m3						4111,0	
TIPOLOGIA DEL DIQUE		Td		Pequeña Presa Clasificable		Pequeña Presa Clasificable		Pequeña Presa Clasificable	Pequeña Presa Clasificable	Pequeña Presa Clasificable
COTA SOLERA BRECHA		Cs	m	10	10	10	10	10	10	10
COTA CORONACIÓN		Cc	m	18,5	18,5	18,5	18,5	18,5	18,5	18,5
ESTIMACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE LA BRECHA										
***	ANCHO MEDIO		Bavg	m	20,7	28,9	22,45	29,2	31,9	19,6	24,85
	ANCHO EN SOLERA		Bb	m	13,0	17,0	16,5	20,7	23,4	15,3	16,4
	ANCHO EN CORONACIÓN		Bc	m			28,40	37,69	40,43	23,82	33,35
	TIEMPO DE FORMACIÓN		Tf	h	0,5	0,5	0,58	0,6	0,494	0,370	0,113
	FACTOR DE ALMACENAMIENTO		SI	-	102,0	102,0	102,0	102,0	102,0	102,0	102,0
ESTIMACIÓN DEL CAUDAL PUNTA FROEHLIC 95b										
CAUDAL MÁXIMO PREVISTO			Qp	m3/s	401,69	401,69	401,69	401,69	401,69	401,69	401,69

Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 10

ESTIMACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE BRECHA.
H=07,50 m.
ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE FÓRMULAS EMPÍRICAS. VALIDACIÓN DE RESULTADOS

ESTIMACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE BRECHA

PROYECTO:	BALSAS TIPO							
SECTOR:	10							
ALTURA	7,5							

ANÁLISIS Y VALIDACIÓN DE RESULTADOS

Dada la importancia del tiempo de formación de la brecha en la generación del pico del hidrograma, es relevante poder validar los resultados. Para ello utilizaremos un estimador de la progresión de la erosión. Se considera adecuado aquel que define un desarrollo lineal, por lo que se utilizará la razón de erosión (ER) definida por la relación entre el ancho medio de brecha y el tiempo de formación. Diversos autores han indicado los intervalos de fiabilidad relacionando dicho parámetro con la altura de agua movilizable, (Hw), quedando estos entre 1.6 y 21. Por otro lado, el agua almacenada puede condicionar el desarrollo completo de la brecha, por lo que se apunta como indicador de la validez de los resultados, la relación entre el ancho medio respecto de la altura de brecha (Bavg/Hb). En este caso si el indicador ofrece un valor inferior a 0.6, no se puede afirmar que se complete la brecha, quedando como apertura una geometría cuadrangular de ancho D.

COMPROBACIÓN DEL DESARROLLO DE BRECHA (completa vs parcial) Se considera desarrollada si (Bavg/Hb)>0.60	(Bavg/Hb)	2,43	3,40	2,64	3,43	3,76	2,30	2,92
	(Bavg/Tf)	42,53	59,54	38,93	50,61	64,67	52,88	33,35
RAZÓN DE EROSIÓN (ER)		5,67	7,94	5,19	6,75	8,62	7,05	4,45
COMPROBACIÓN DEL PROGRESO DE LA BRECHA (lineal vs no lineal) Se puede considerar razonable la ratio de erosión si 1.6<(ER/Hw)<21	(ER/Hw)							
COMPROBACIÓN BOWLES T de formación (h) Si tiempo de formación de brecha es menor que la comprobación de Bowles se adopta T=2*Vw/Qp		1,06	1,06	1,06	1,06	1,06	1,06	1,06
RAZÓN DE TIEMPOS (Tbowles/Tf)		2,18	2,18	1,83	1,83	2,14	2,86	9,40

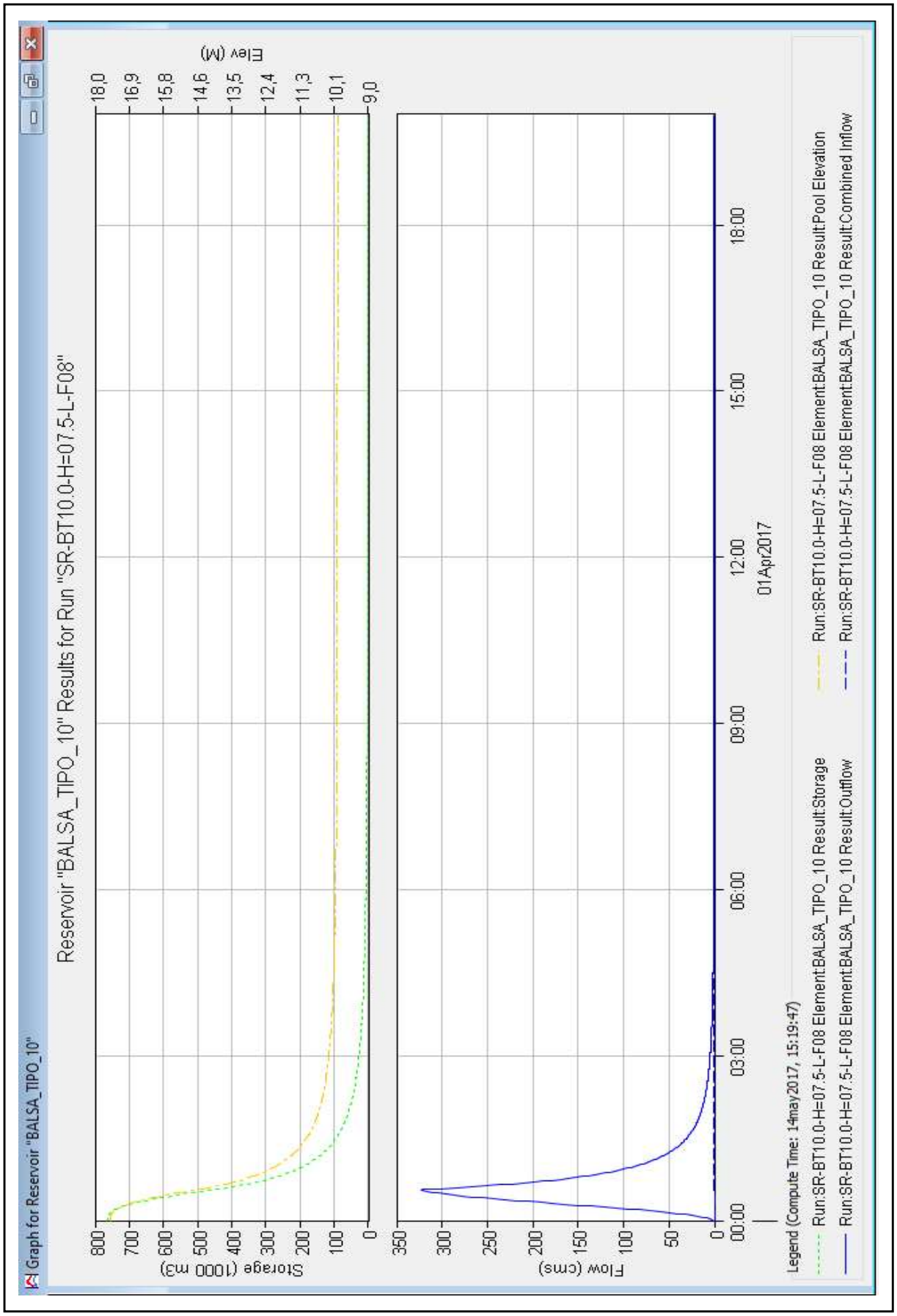
* *DIQUE DE CIERRE DE MATERIALES SUELTOS HOMOGÉNEO, ASUMIENDO MÁXIMO ALMACENAMIENTO EN LA FASE DE COLAPSO*
** *A utlizar en el método de MACDONALD & LANGRIDGE-MONOPOLIS 84 (MLM84)*
*** *Wb en el método de MACDONALD & LANGRIDGE-MONOPOLIS 84 (MLM84)*

ESQUEMAS

Fuente: GUIDELINES FOR DAM BREACH ANALYSIS, STATE OF COLORADO-DEPARTMENT OF NATURAL RESOURCES-DIVISION OF WATER RESOURCES, 10/02/2010

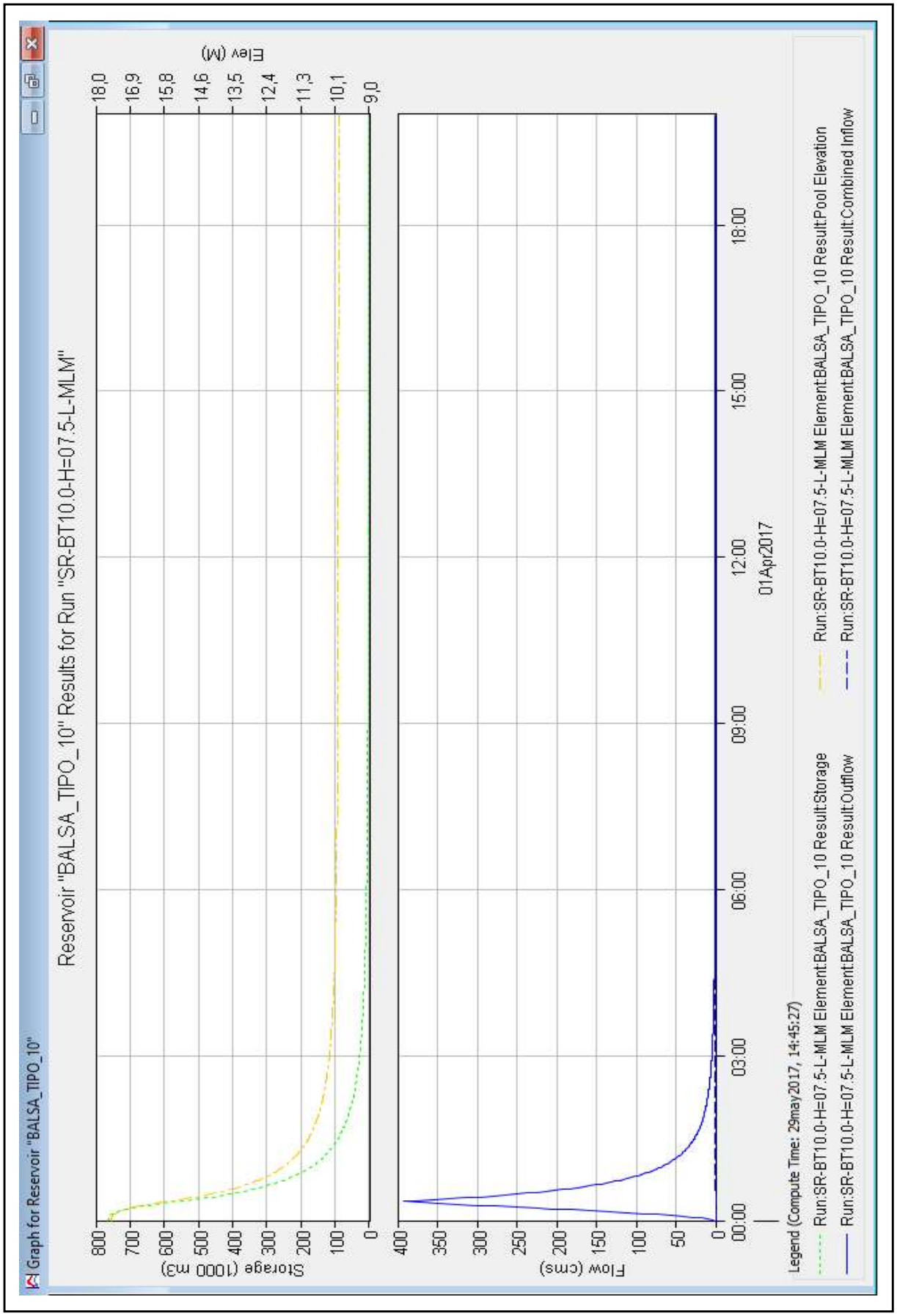
Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 10

HIDROGRAMA DE VERTIDO Y CURVA DE VACIADO PARA H=7.50 m. ESCENARIO (NMN-SOLERA) APLICACIÓN FÓRMULA F08



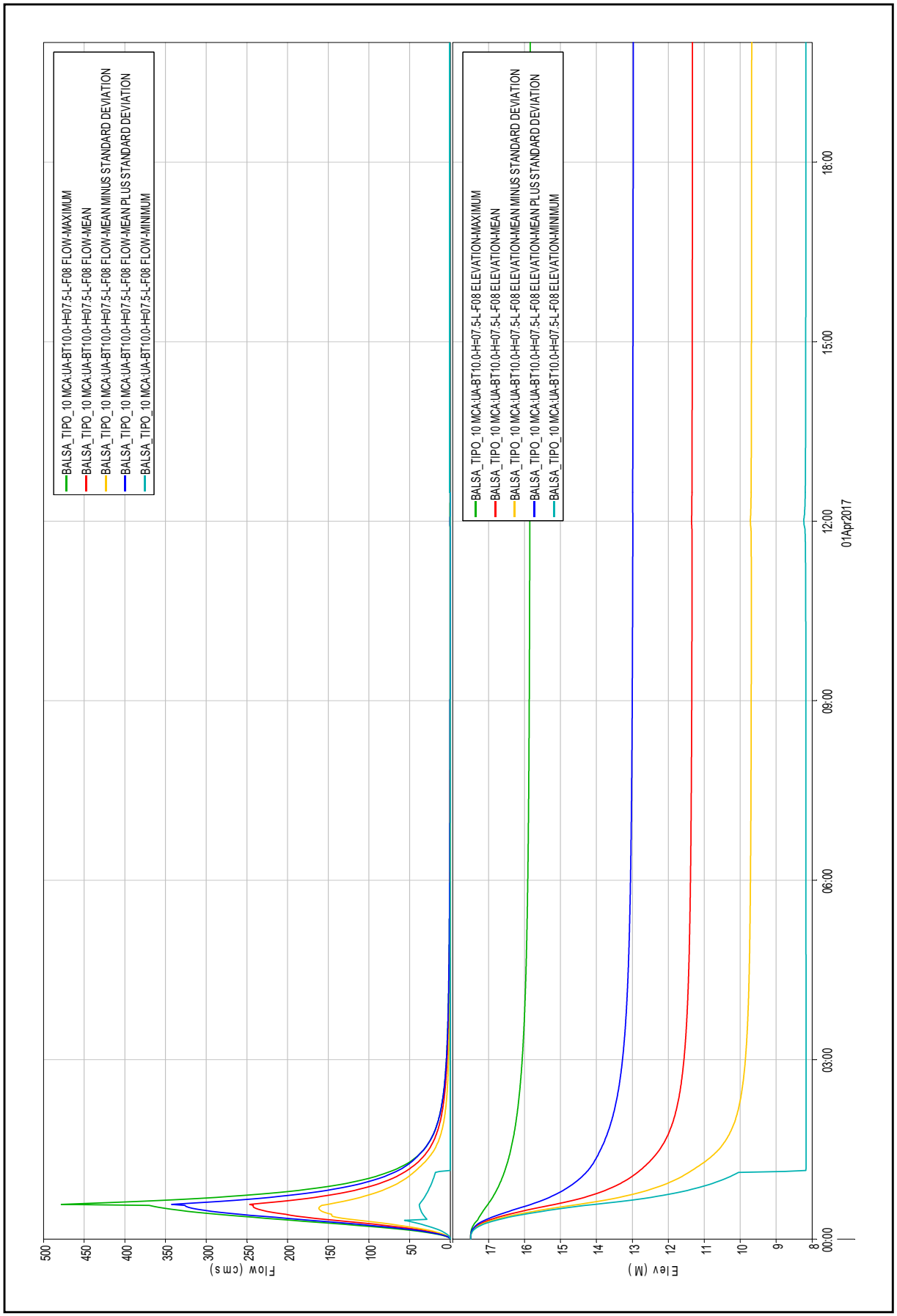
Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 10

HIDROGRAMA DE VERTIDO Y CURVA DE VACIADO PARA H=7.50 m. ESCENARIO (NMN-SOLERA) APLICACIÓN FÓRMULA MLM84



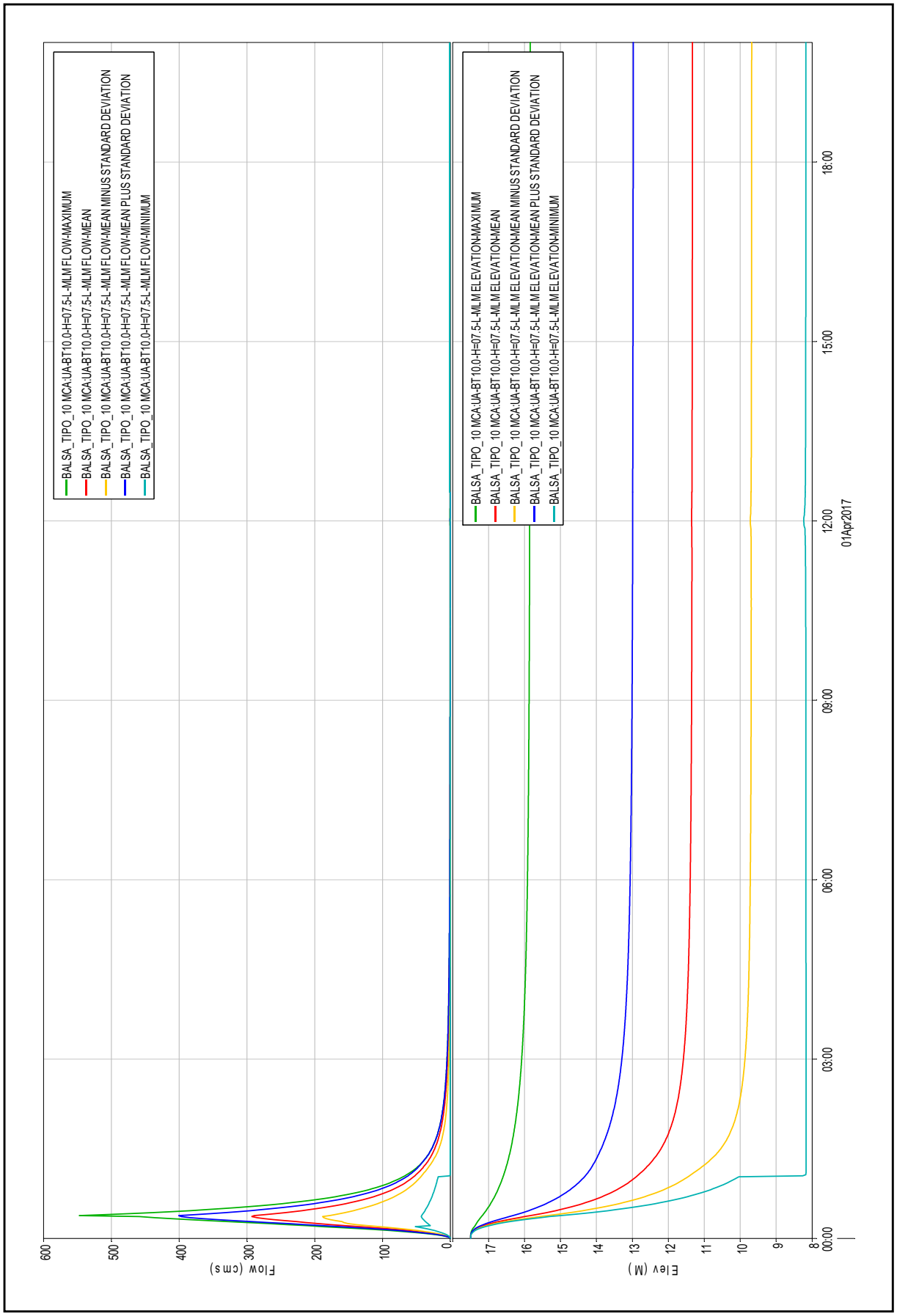
Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 10

APLICACIÓN DEL MÉTODO DE MONTECARLO EN LA CALIBRACIÓN DEL FONDO DE BRECHA (5.000 SIMULACIONES) HIDROGRAMAS DE VERTIDO Y VARIACIÓN DEL NIVEL EMBALSADO. (H=07.50 m.) APLICACIÓN FÓRMULA F08



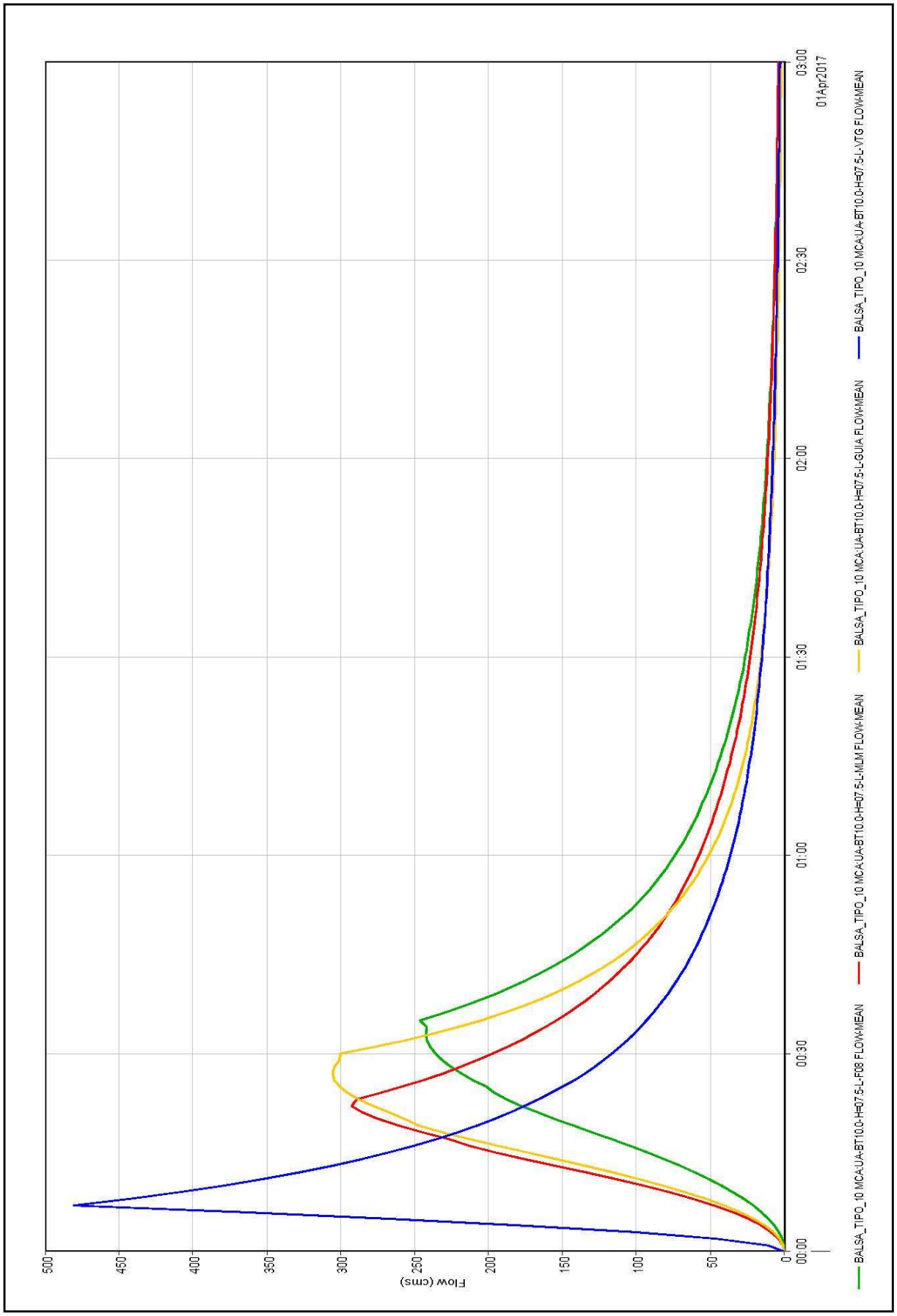
Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 10

APLICACIÓN DEL MÉTODO DE MONTECARLO EN LA CALIBRACIÓN DEL FONDO DE BRECHA (5.000 SIMULACIONES) HIDROGRAMAS DE VERTIDO Y VARIACIÓN DEL NIVEL EMBALSADO. (H=07.50 m.) APLICACIÓN FÓRMULA MLM84



Características de las balsas sintéticas.
BALSA TIPO 10
(Hw=07.50 m.)

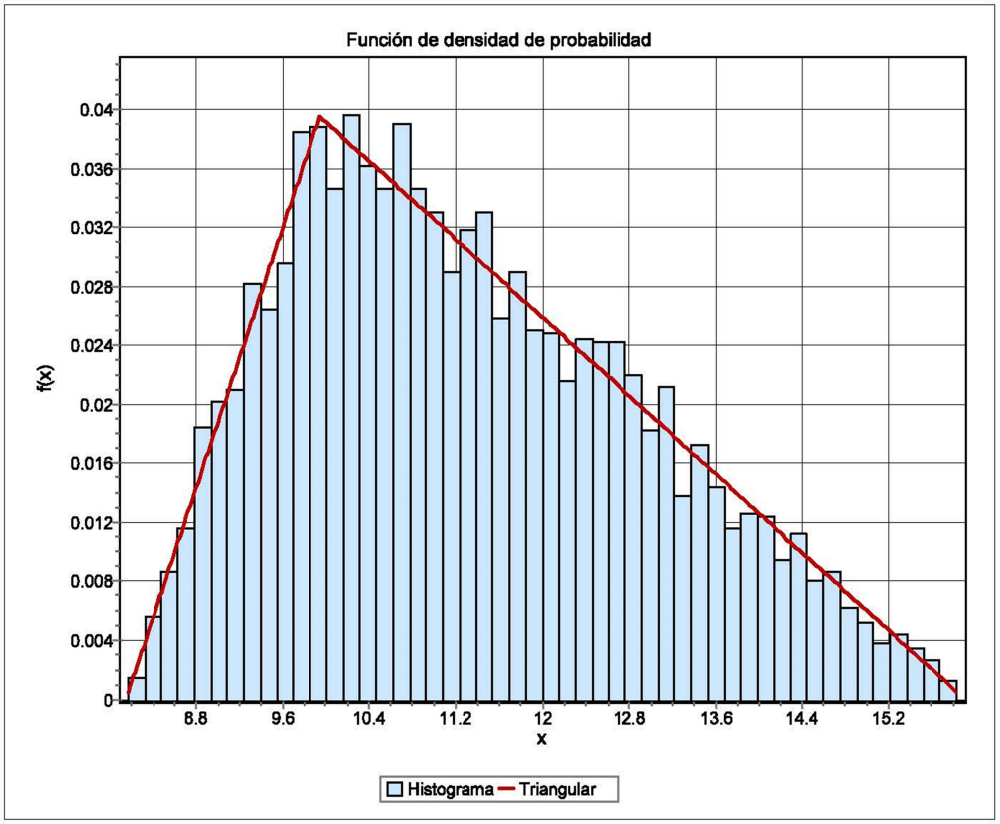
ESTUDIO COMPARATIVO DE LA VARIABILIDAD DEL HIDROGRAMA DE VERTIDO EN FUNCIÓN DE LA CARGA DE AGUA MOVILIZABLE (Hw)
APLICACIÓN FÓRMULAS
F08-MLM84-GUIA-VTG

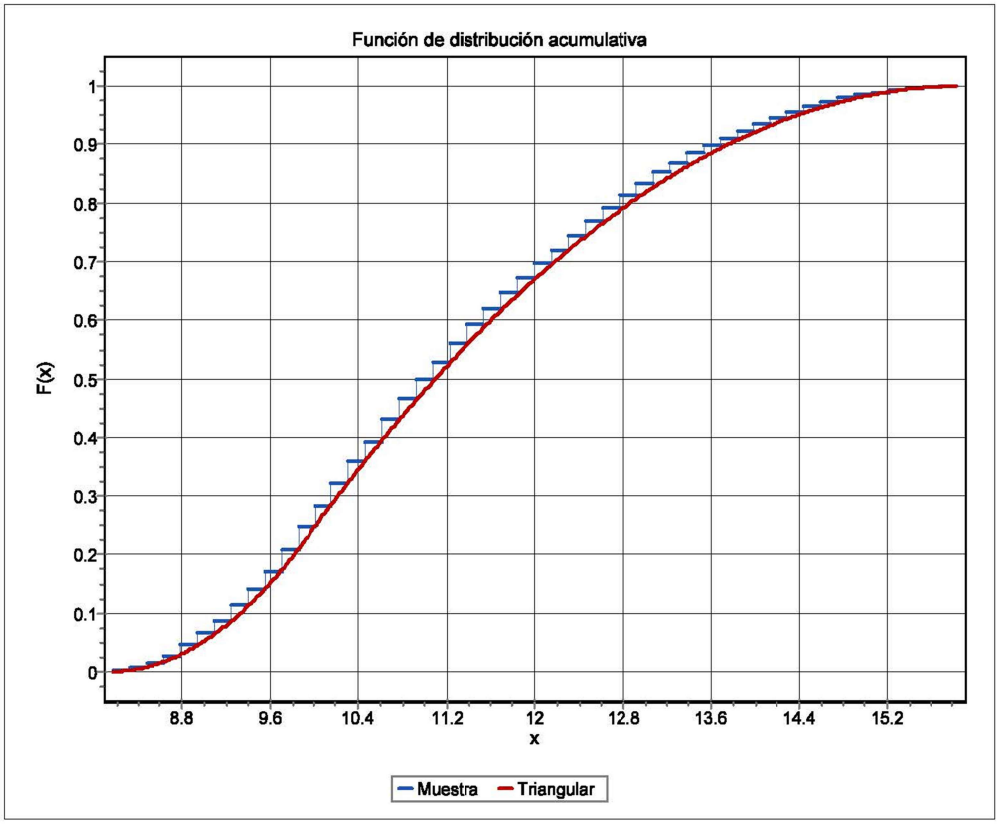


Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 10

M. DE MONTECARLO (FONDO DE BRECHA) ANÁLISIS ESTADISTICO RESULTADOS (Hw=07.50 m.) AJUSTE DE LA FUNCIÓN DE DISTRIBUCIÓN. FUNCIÓN DE DENSIDAD Y FUNCIÓN DE DISTRIBUCIÓN ACUMULATIVA

En el eje de abcisas se representa la variabilidad de la cota del fondo de brecha, considerando la cota +10.00 la solera interior de la balsa.

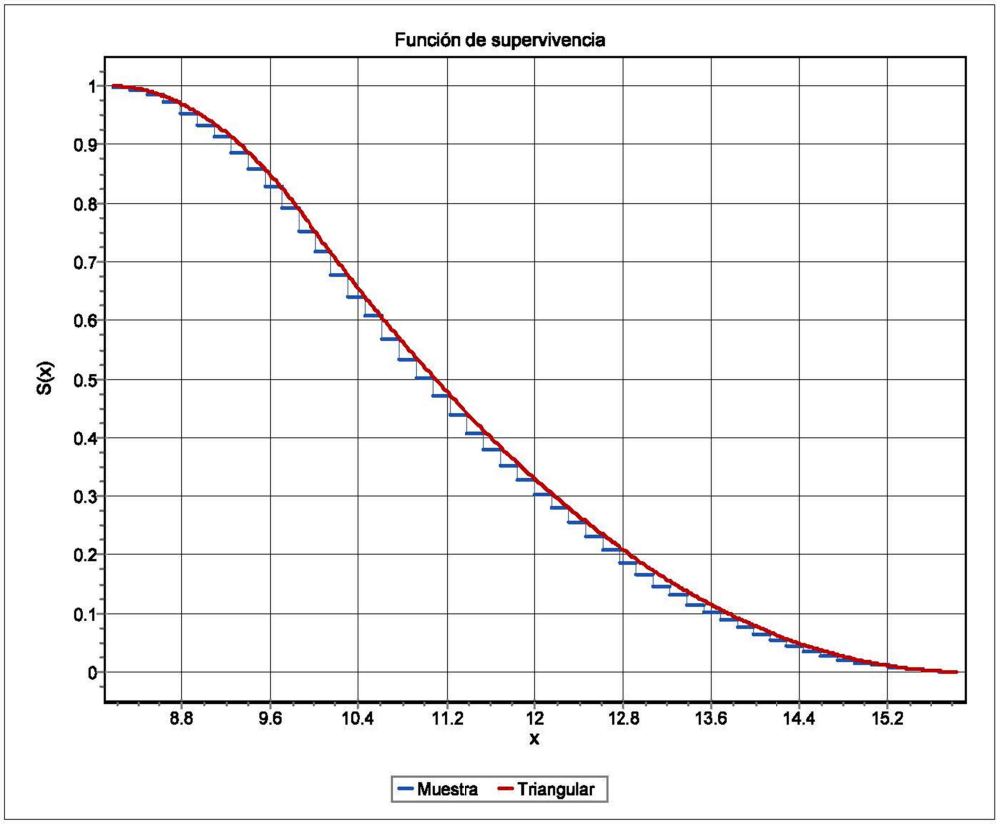


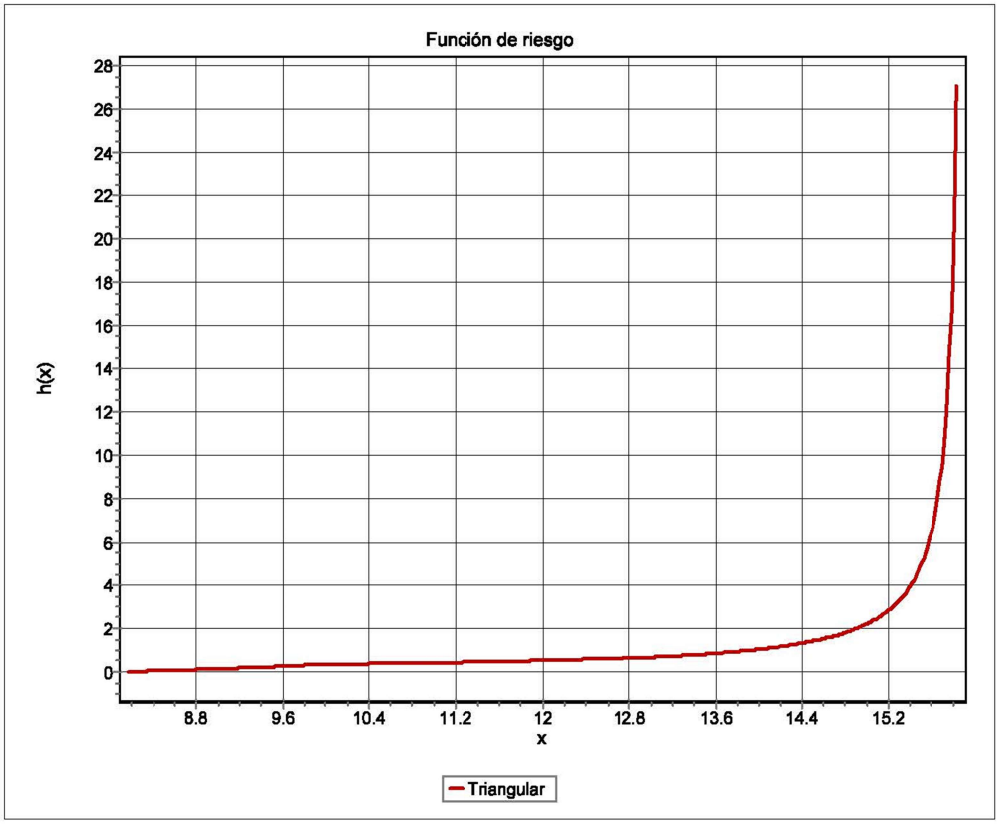


Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 10

M. DE MONTECARLO (FONDO DE BRECHA) ANÁLISIS ESTADISTICO RESULTADOS (Hw=07.50 m.) AJUSTE DE LA FUNCIÓN DE DISTRIBUCIÓN. FUNCIÓN DE SUPERVIVENCIA Y FUNCIÓN DE RIESGO

En el eje de abcisas se representa la variabilidad de la cota del fondo de brecha, considerando la cota +10.00 la solera interior de la balsa.

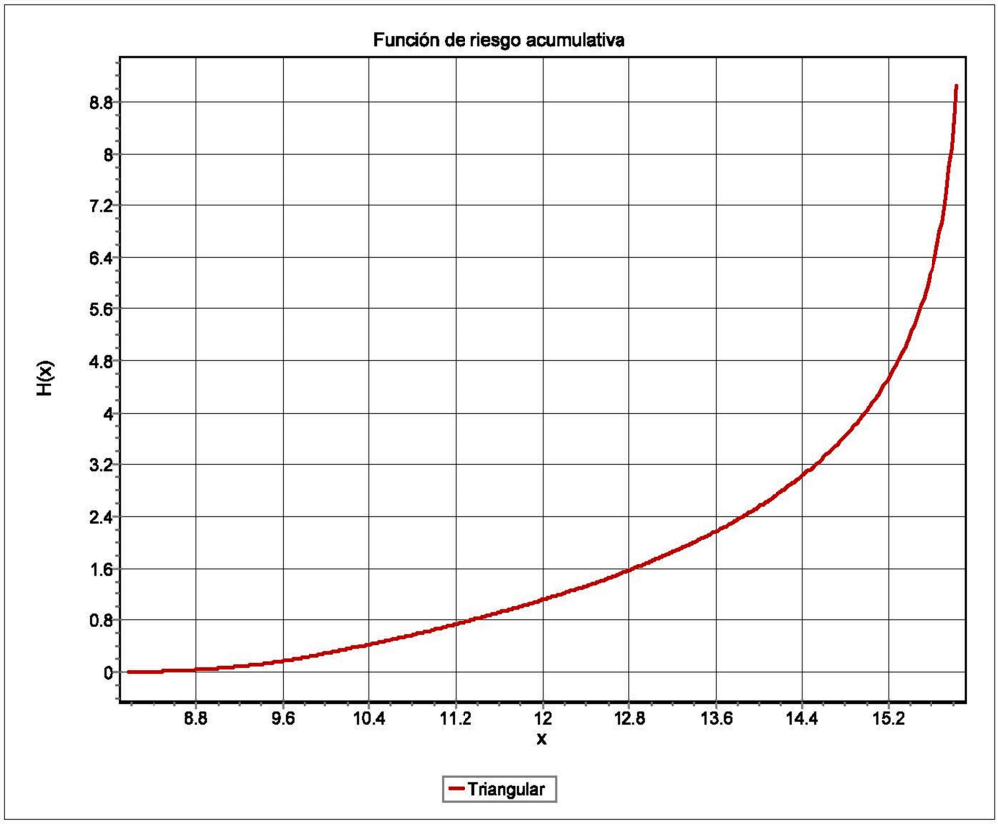


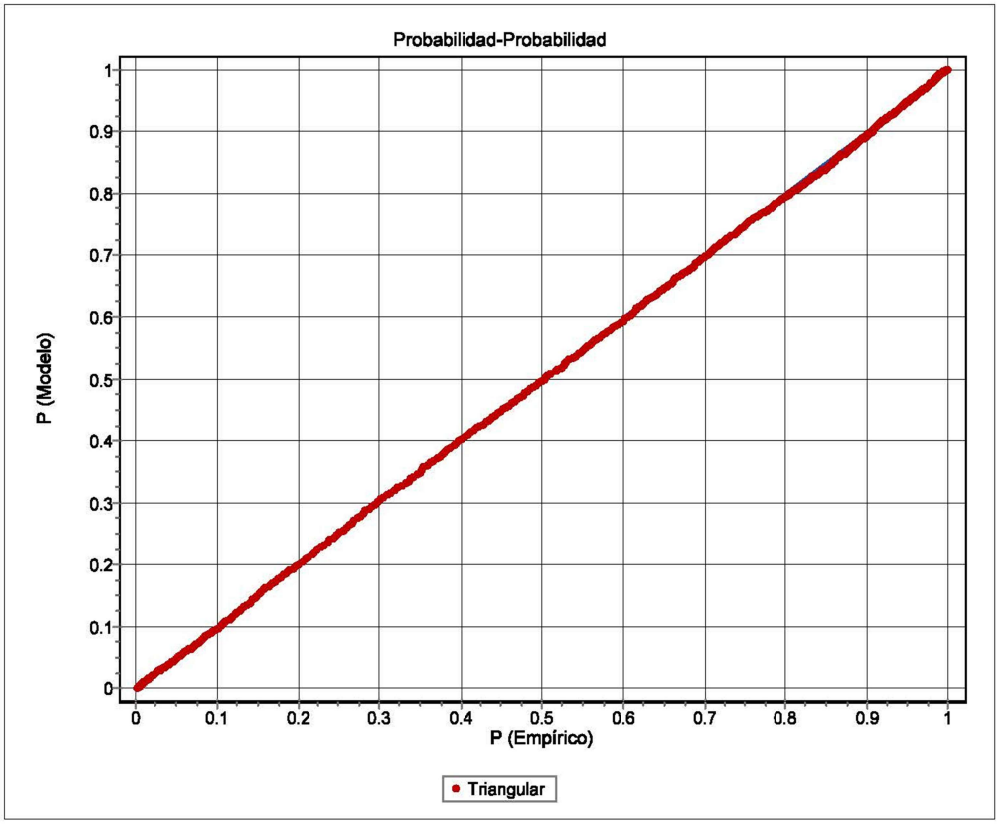


Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 10

M. DE MONTECARLO (FONDO DE BRECHA) ANÁLISIS ESTADISTICO RESULTADOS (Hw=07.50 m.) AJUSTE DE LA FUNCIÓN DE DISTRIBUCIÓN. FUNCIÓN DE RIESGO ACUMULATIVA Y GRÁFICO P-P

En el eje de abcisas se representa la variabilidad de la cota del fondo de brecha, considerando la cota +10.00 la solera interior de la balsa.

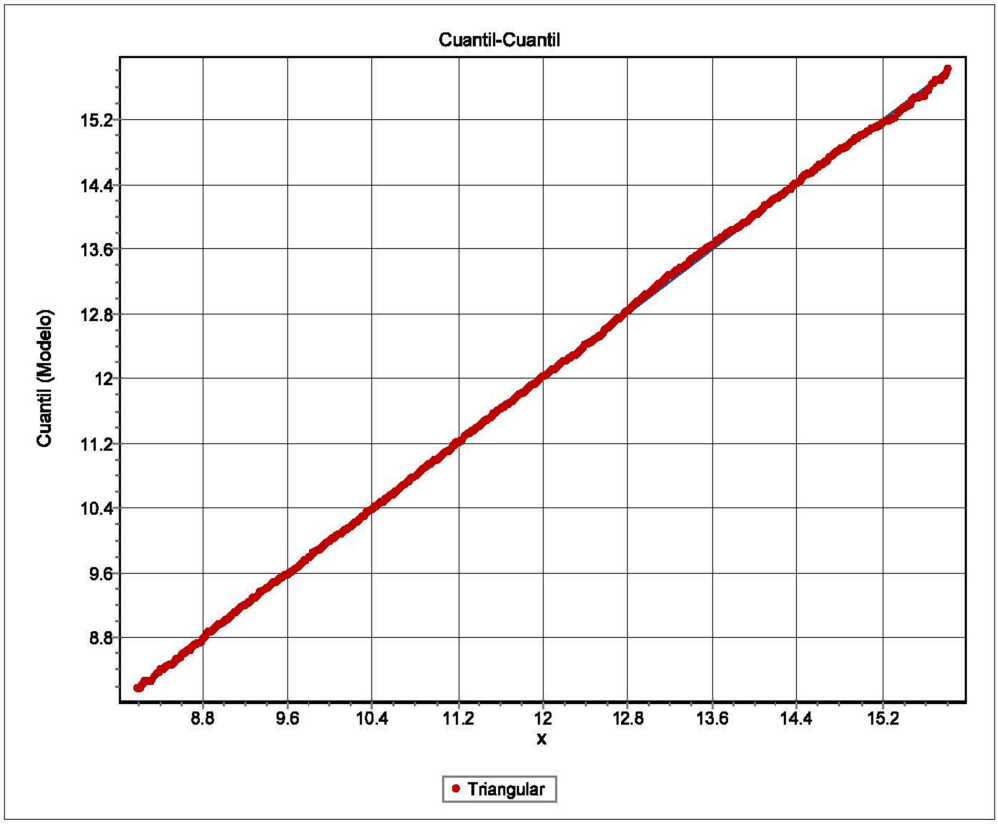


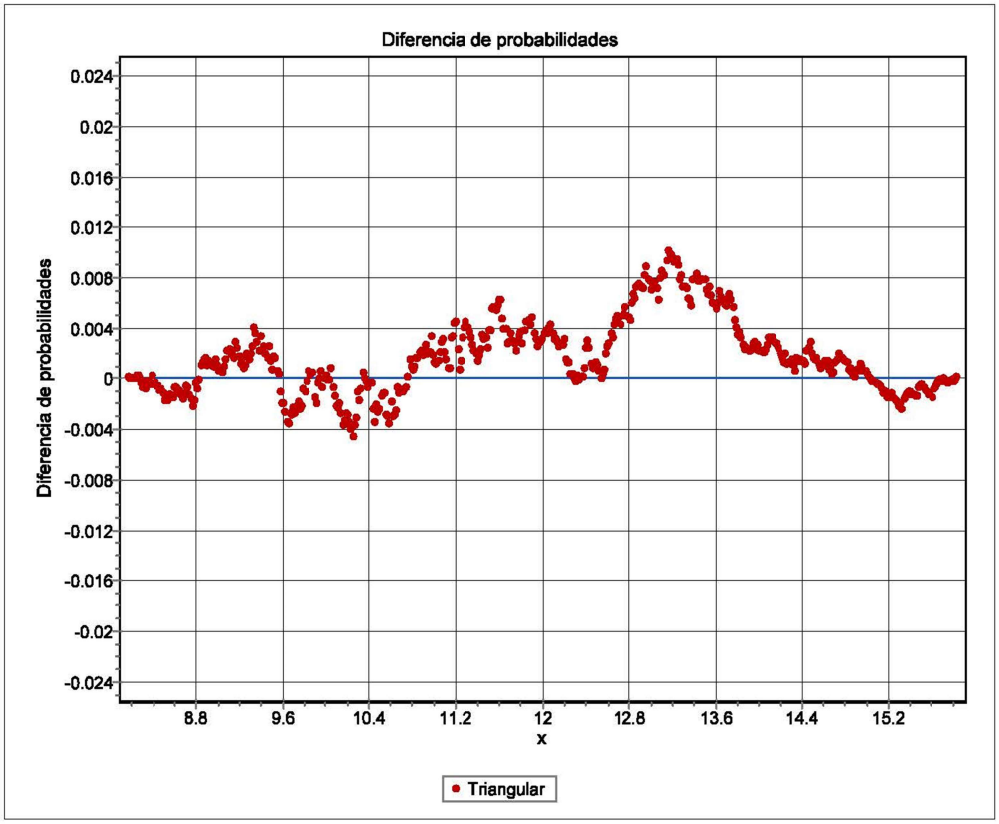


Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 10

M. DE MONTECARLO (FONDO DE BRECHA) ANÁLISIS ESTADISTICO RESULTADOS (Hw=07.50 m.) AJUSTE DE LA FUNCIÓN DE DISTRIBUCIÓN. GRÁFICO Q-Q Y DIFERENCIA DE PROBABILIDADES

En el eje de abcisas se representa la variabilidad de la cota del fondo de brecha, considerando la cota +10.00 la solera interior de la balsa

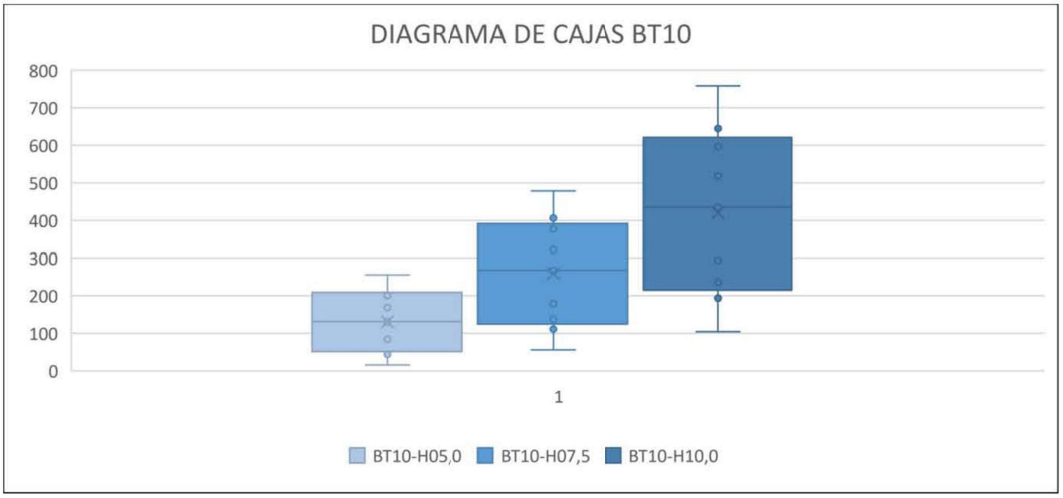


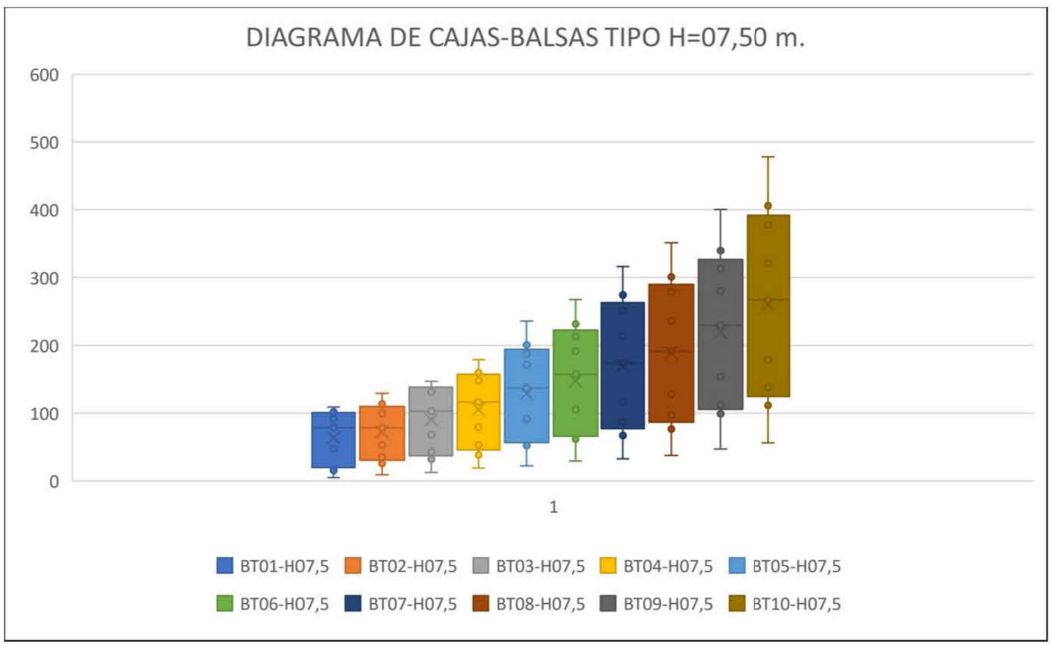


Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 10

M. DE MONTECARLO (CAUDAL MÁXIMO) ANÁLISIS ESTADISTICO RESULTADOS (Hw=07.50 m.) ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA. DIAGRAMAS DE CAJAS

CAUDALES MÁXIMOS (M. MONTECARLO) Estadística descriptiva					Parámetros Ajuste	
BALSA	BT10					
ALTURA Hw (m)	7,50					
AJUSTE	WAKEBY					
Estadística	**Valor**	**Percentil %**	**Valor**	**Obs**		
Tamaño de la muestra	5000	1	56,1	Min	α 370,09	
Rango	421,99	5	111,4		β 2,3555	
Media	258,42	10	137,8		γ 75,278	
Varianza	8134,8	25	179,0	Q1	δ -0,26102	
Desviación estándar	90,193	50	267,2	Mediana	ξ 88,43	
Coef, de variación	0,34902	75	321,7	Q3		
Error estándar	1,2755	90	377,4			
Asimetría	-0,00827	95	406,0			
Curtosis	-0,82089	99	478,1	Max	I.C.$\bar{X}$ (95%)	2,500

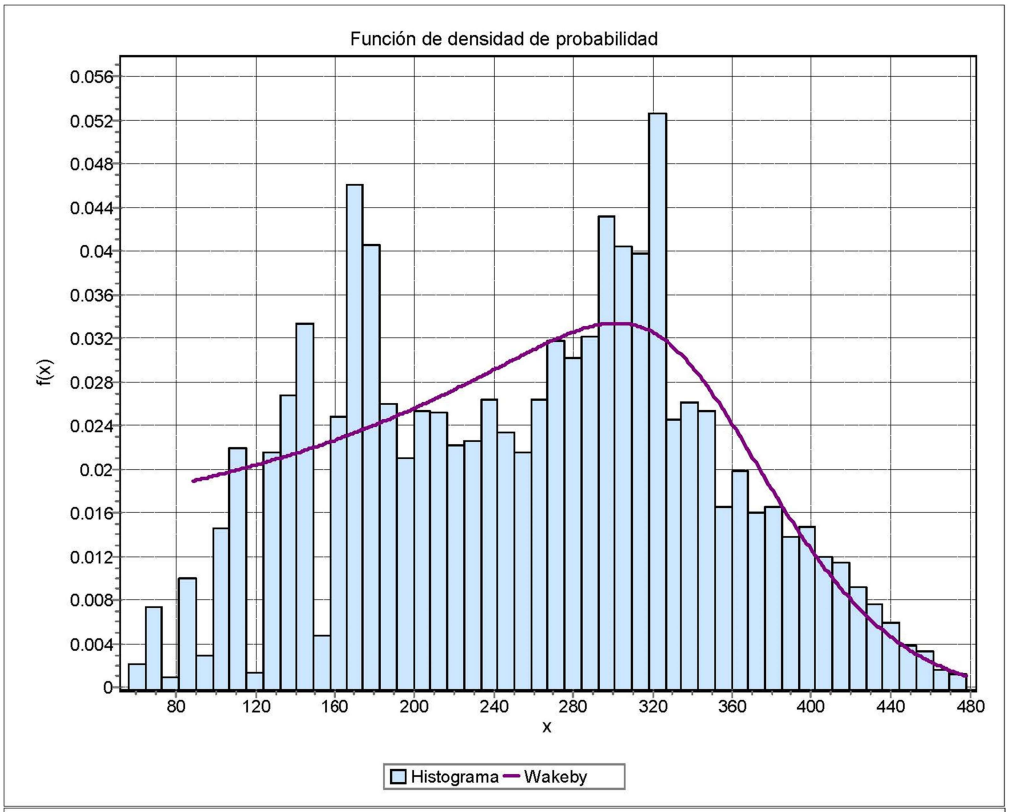


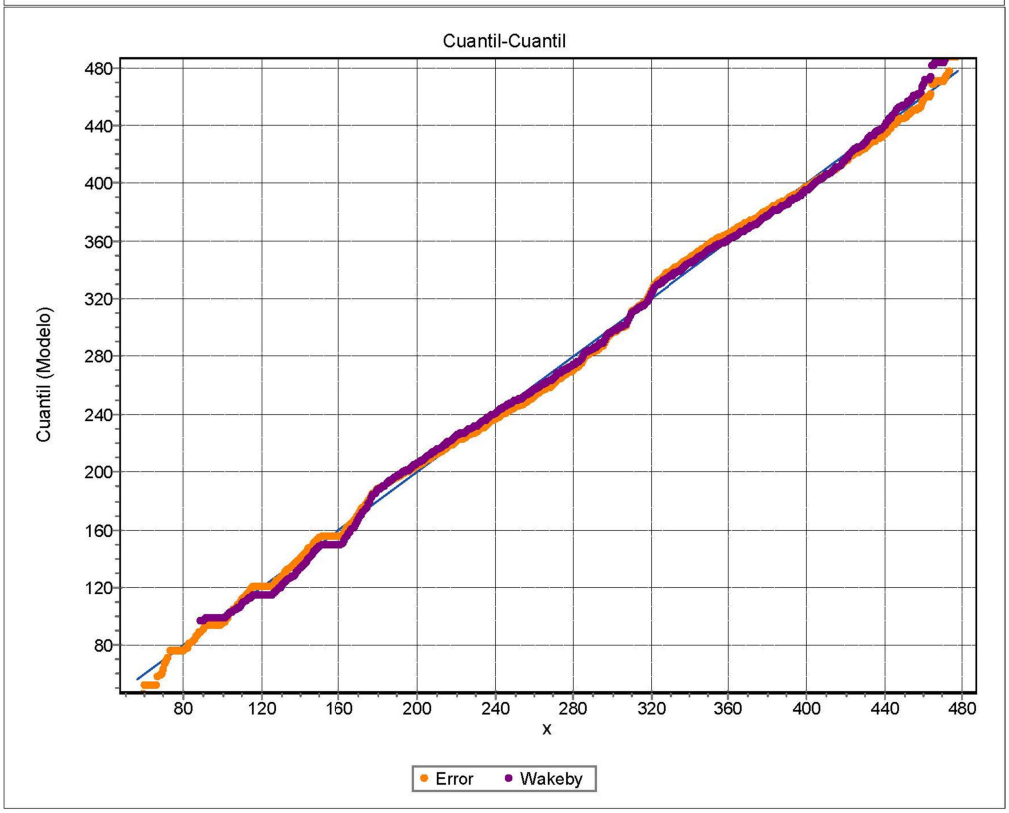


Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 10

M. DE MONTECARLO (CAUDAL MÁXIMO) ANÁLISIS ESTADISTICO RESULTADOS (Hw=07.50 m.) AJUSTE DE LA FUNCIÓN DE DISTRIBUCIÓN. FUNCIÓN DE DENSIDAD Y GRÁFICO Q-Q

En el eje de abscisas se representa la variabilidad de los caudales máximos simulados, a partir del fondo de brecha, y considerando la evolución de su crecimiento atendiendo a la geometría de F08.

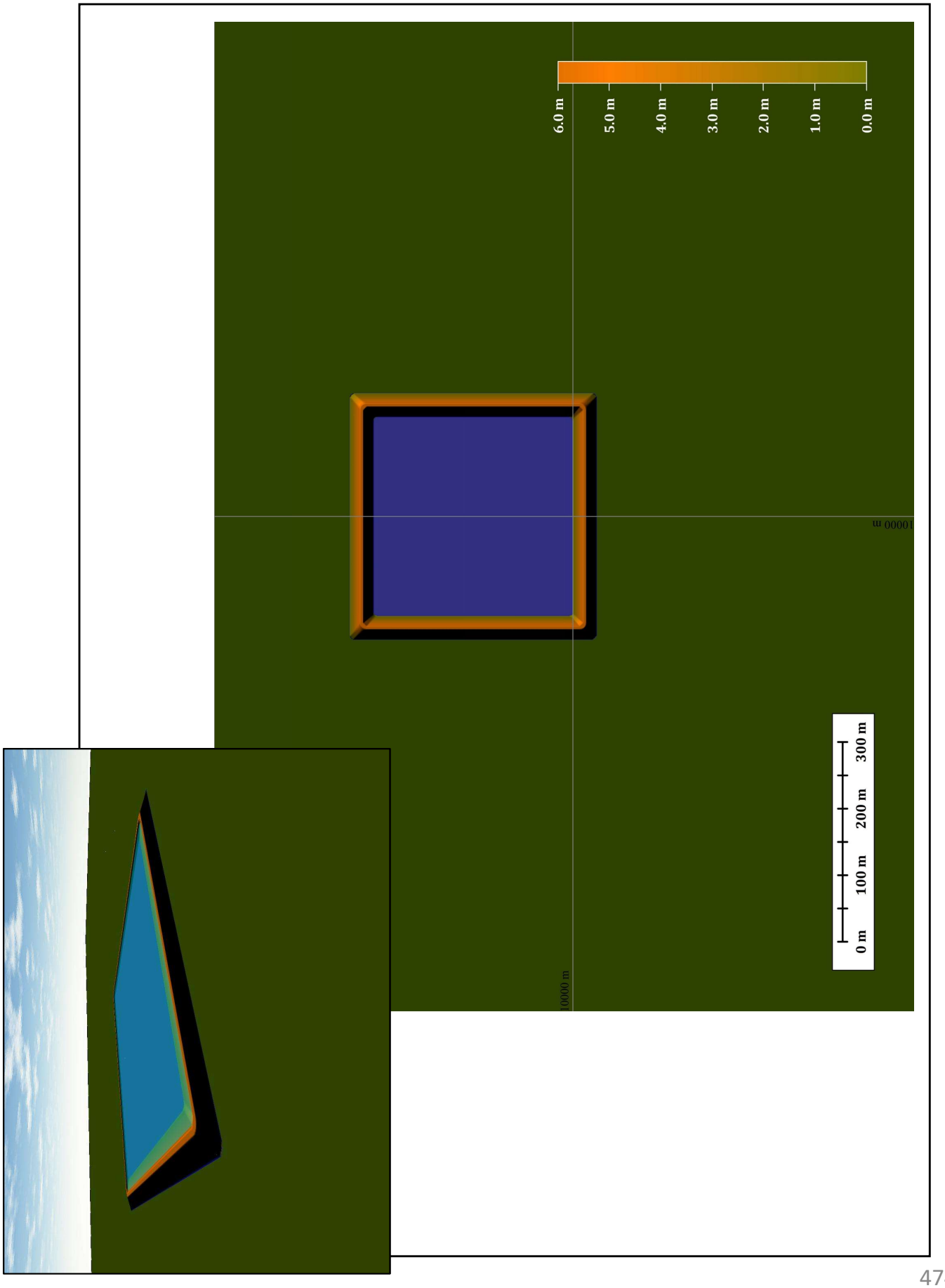




Características de las balsas sintéticas.
BALSA TIPO 10

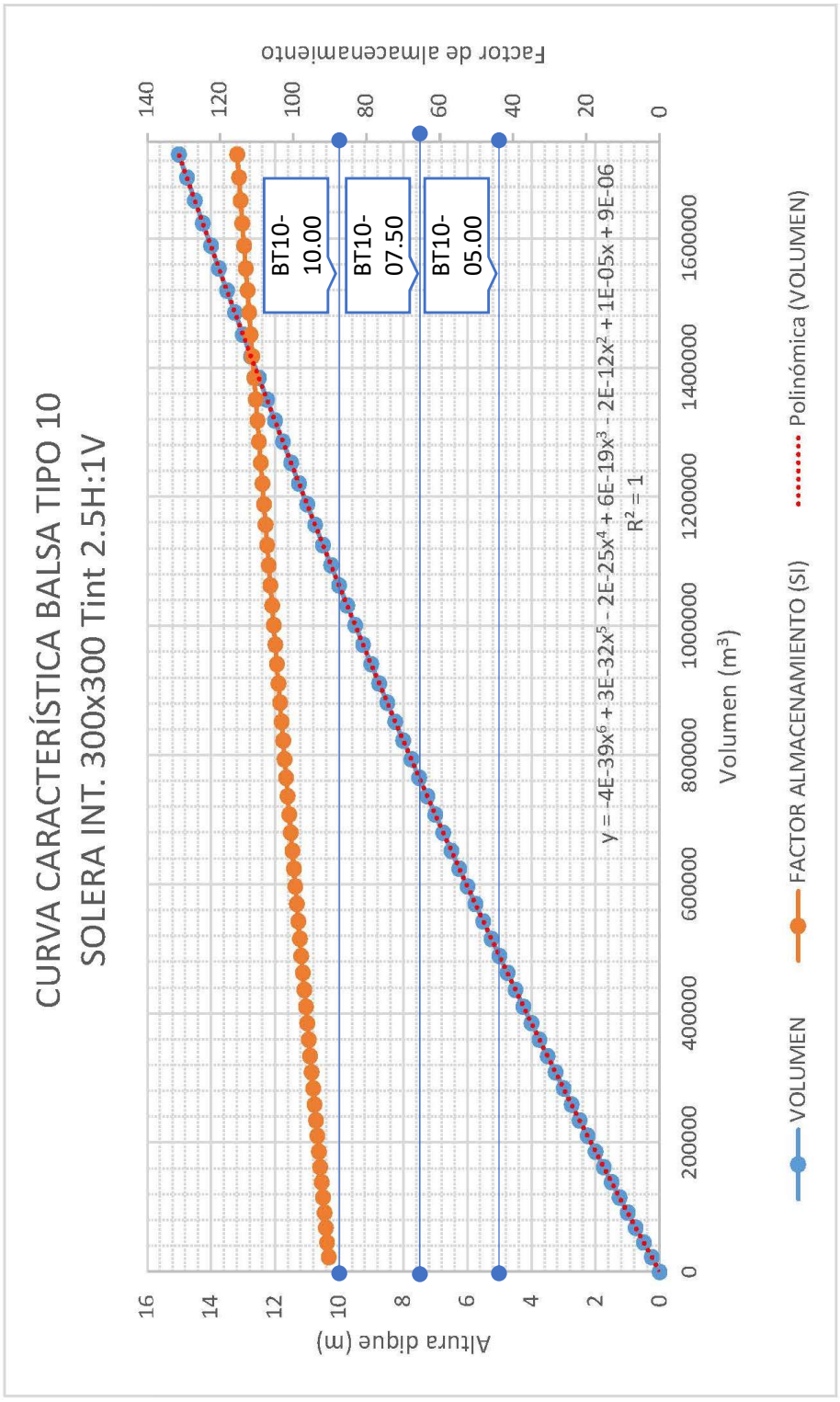
GEOMETRÍA

- ALTURA LÁMINA Hw= 05.0 m.
- RESGUARDO = 1.0 m.
- ANCHO CORONACIÓN= 05.0 m



Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 10

CURVA CARACTERÍSTICA vs FACTOR DE ALMACENAMIENTO



Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 10

ESTIMACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE BRECHA. H=05,00 m. ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE FÓRMULAS EMPÍRICAS

ESTIMACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE BRECHA										
PROYECTO:		BALSAS TIPO								
SECTOR:		10								
ALTURA		5								
CARACTERÍSTICA*		MÉTODO		FROEHLICH 95a		FROEHLICH 08		GUÍA TÉCNICA	MACDONALD & LANGRIDGE-MONOPOLIS 84	VTG
	MODO DE FALLO (S=SIFONAMIENTO;D=DESBORDAMIENTO)	Mf		S	D	S	D	S	S	S
	CARGA DE AGUA MOVILIZABLE	Hw	m	5	5	5	5	5	5	5
	VOLUMEN ALMACENADO EN Hw EN EL COLAPSO	Vw	m3	489062,5	489062,5	489062,5	489062,5	489062,5	489062,5	489062,5
	SUPERFICIE OCUPADA EN Hw	As	m2	105625	105625	105625	105625	105625	105625	105625
	RESGUARDO	r	m	1	1	1	1	1	1	1
	ALTURA DE BRECHA COMPLETA	Hb	m	6	6	6	6	6	6	6
	FACTOR CORRECTOR POR MODO DE FALLO	Ko	-	1	1,4	1	1,3			
	TALUD DE LA BRECHA	Zb	Z(H):1(V)	0,9	1,4	0,7	1	1	0,5	1
**	TALUD DEL DIQUE AGUAS ARRIBA	Z_1	Z(H):1(V)						2,5	
	TALUD DEL DIQUE AGUAS ABAJO	Z_2	Z(H):1(V)						2,5	
	SUMA DE TALUDES DEL DIQUE	Z_3	Z_1+Z_2						5	
	ANCHO CORONACIÓN DEL DIQUE	C	m						5	
	VOLUMEN EROSIONABLE DEL DIQUE	Ve	m3						2134,4	
	TIPOLOGIA DEL DIQUE	Td		Pequeña Presa Clasificable		Pequeña Presa Clasificable		Pequeña Presa Clasificable	Pequeña Presa Clasificable	Pequeña Presa Clasificable
	COTA SOLERA BRECHA	Cs	m	10	10	10	10	10	10	10
	COTA CORONACIÓN	Cc	m	16	16	16	16	16	16	16
ESTIMACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE LA BRECHA										
	ANCHO MEDIO	Bavg	m	16,8	23,5	19,19	24,9	26,2	18,5	18,6
***	ANCHO EN SOLERA	Bb	m	11,4	15,1	15,0	18,9	20,2	15,5	12,6
	ANCHO EN CORONACIÓN	Bc	m			23,39	30,95	32,18	21,54	24,60
	TIEMPO DE FORMACIÓN	Tf	h	0,5	0,5	0,65	0,7	0,559	0,292	0,075
	FACTOR DE ALMACENAMIENTO	SI	-	97,8	97,8	97,8	97,8	97,8	97,8	97,8
ESTIMACIÓN DEL CAUDAL PUNTA FROEHLIC 95b										
	CAUDAL MÁXIMO PREVISTO	Qp	m3/s	212,95	212,95	212,95	212,95	212,95	212,95	212,95

Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 10

ESTIMACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE BRECHA.
H=05,00 m.
ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE FÓRMULAS EMPÍRICAS. VALIDACIÓN DE RESULTADOS

ESTIMACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE BRECHA

PROYECTO:	BALSAS TIPO
SECTOR:	10
ALTURA	5

ANÁLISIS Y VALIDACIÓN DE RESULTADOS

Dada la importancia del tiempo de formación de la brecha en la generación del pico del hidrograma, es relevante poder validar los resultados. Para ello utilizaremos un estimador de la progresión de la erosión. Se considera adecuado aquel que define un desarrollo lineal, por lo que se utilizará la razón de erosión (ER) definida por la relación entre el ancho medio de brecha y el tiempo de formación. Diversos autores han indicado los intervalos de fiabilidad relacionando dicho parámetro con la altura de agua movilizable, (Hw), quedando estos entre 1.6 y 2.1. Por otro lado, el agua almacenada puede condicionar el desarrollo completo de la brecha, por lo que se apunta como indicador de la validez de los resultados, la relación entre el ancho medio respecto de la altura de brecha (Bavg/Hb). En este caso si el indicador ofrece un valor inferior a 0.6, no se puede afirmar que se complete la brecha, quedando como apertura una geometría cuadrangular de ancho D.

COMPROBACIÓN DEL DESARROLLO DE BRECHA (completa vs parcial)	(Bavg/Hb)	2,79	3,91	3,20	4,16	4,36	3,09	3,10
Se considera desarrollada si (Bavg/Hb)>0.60								
	(Bavg/Tf)	31,96	44,74	29,37	38,18	46,79	63,58	24,60
RAZÓN DE EROSIÓN (ER)								
COMPROBACIÓN DEL PROGRESO DE LA BRECHA (lineal vs no lineal)	(ER/Hw)	6,39	8,95	5,87	7,64	9,36	12,72	4,92
Se puede considerar razonable la ratio de erosión si 1.6<(ER/Hw)<2.1								
COMPROBACIÓN BOWLES T de formación (h)	T=2*Vw/Qp	1,28	1,28	1,28	1,28	1,28	1,28	1,28
Si tiempo de formación de brecha es menor que la comprobación de Bowles se adopta								
RAZÓN DE TIEMPOS (Tbowles/Tf)		2,43	2,43	1,95	1,95	2,28	4,38	17,01

* *DIQUE DE CIERRE DE MATERIALES SUELTOS HOMOGÉNEO, ASUMIENDO MÁXIMO ALMACENAMIENTO EN LA FASE DE COLAPSO*

** *A utilizar en el método de MACDONALD & LANGRIDGE-MONOPOLIS 84 (MLM84)*

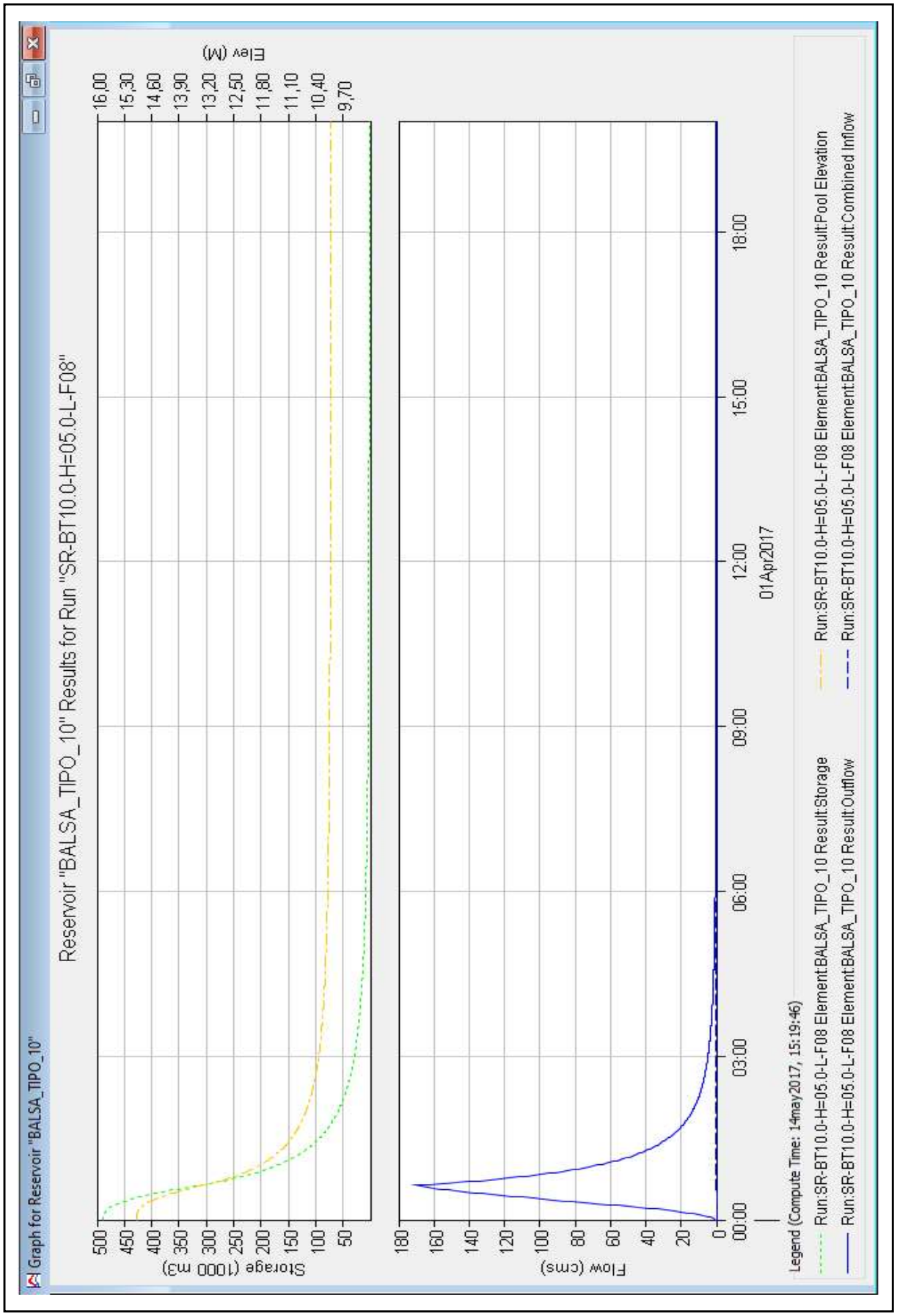
*** *Wb en el método de MACDONALD & LANGRIDGE-MONOPOLIS 84 (MLM84)*

ESQUEMAS

Fuente: GUIDELINES FOR DAM BREACH ANALYSIS, STATE OF COLORADO-DEPARTMENT OF NATURAL RESOURCES-DIVISION OF WATER RESOURCES, 10/02/2010

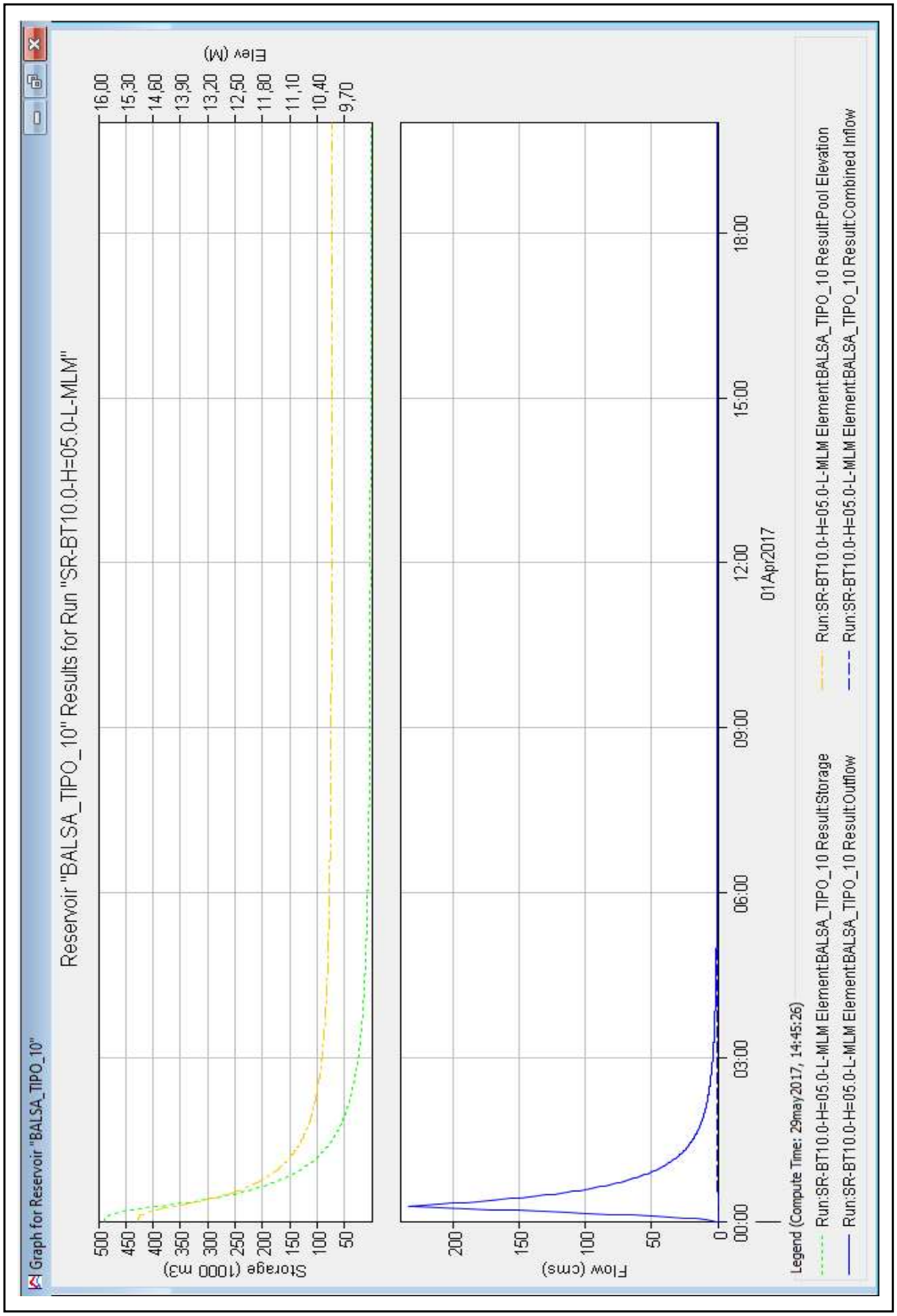
Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 10

HIDROGRAMA DE VERTIDO Y CURVA DE VACIADO PARA H=5.00 m. ESCENARIO (NMN-SOLERA) APLICACIÓN FÓRMULA F08



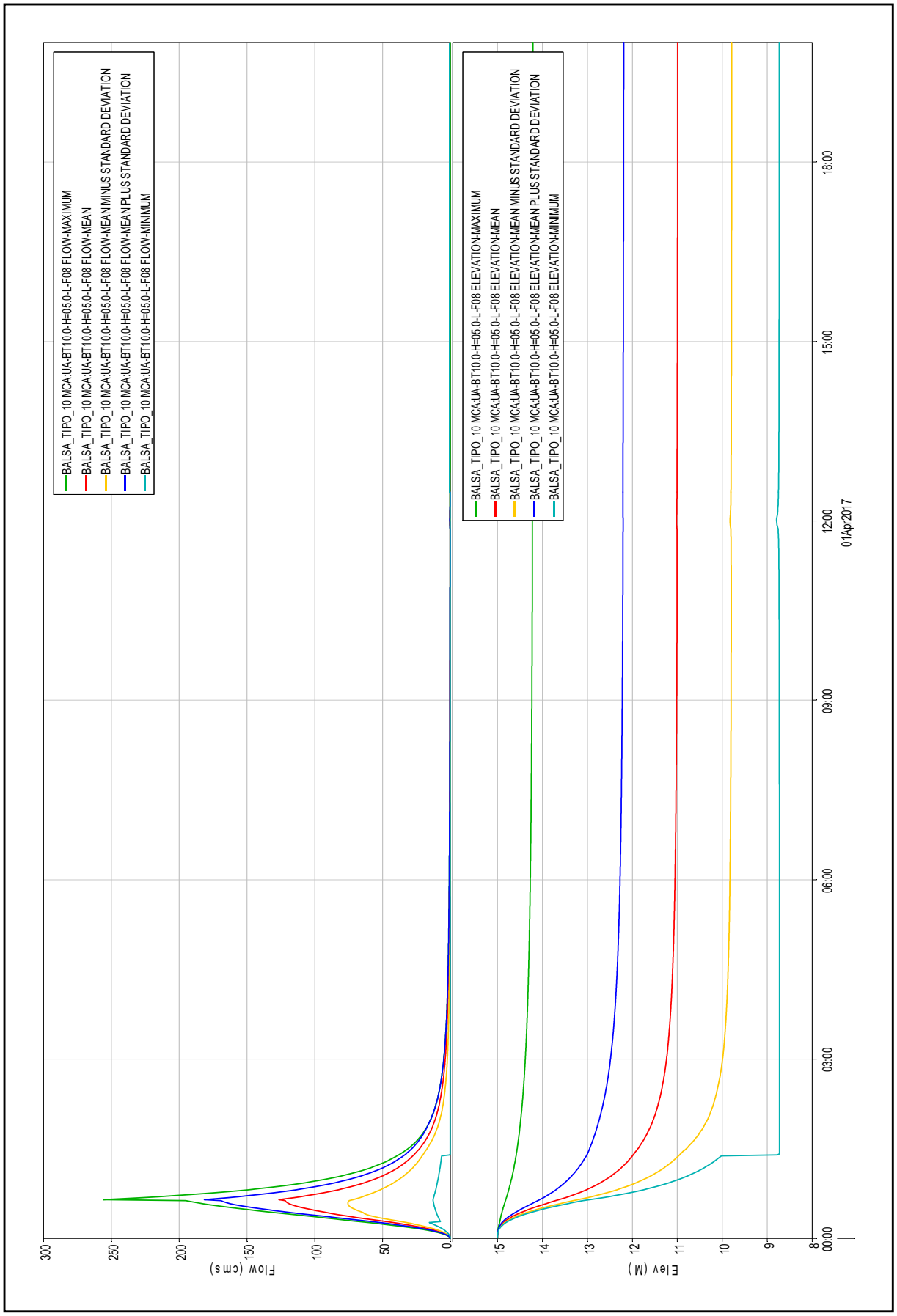
Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 10

HIDROGRAMA DE VERTIDO Y CURVA DE VACIADO PARA H=5.00 m. ESCENARIO (NMN-SOLERA) APLICACIÓN FÓRMULA MLM84



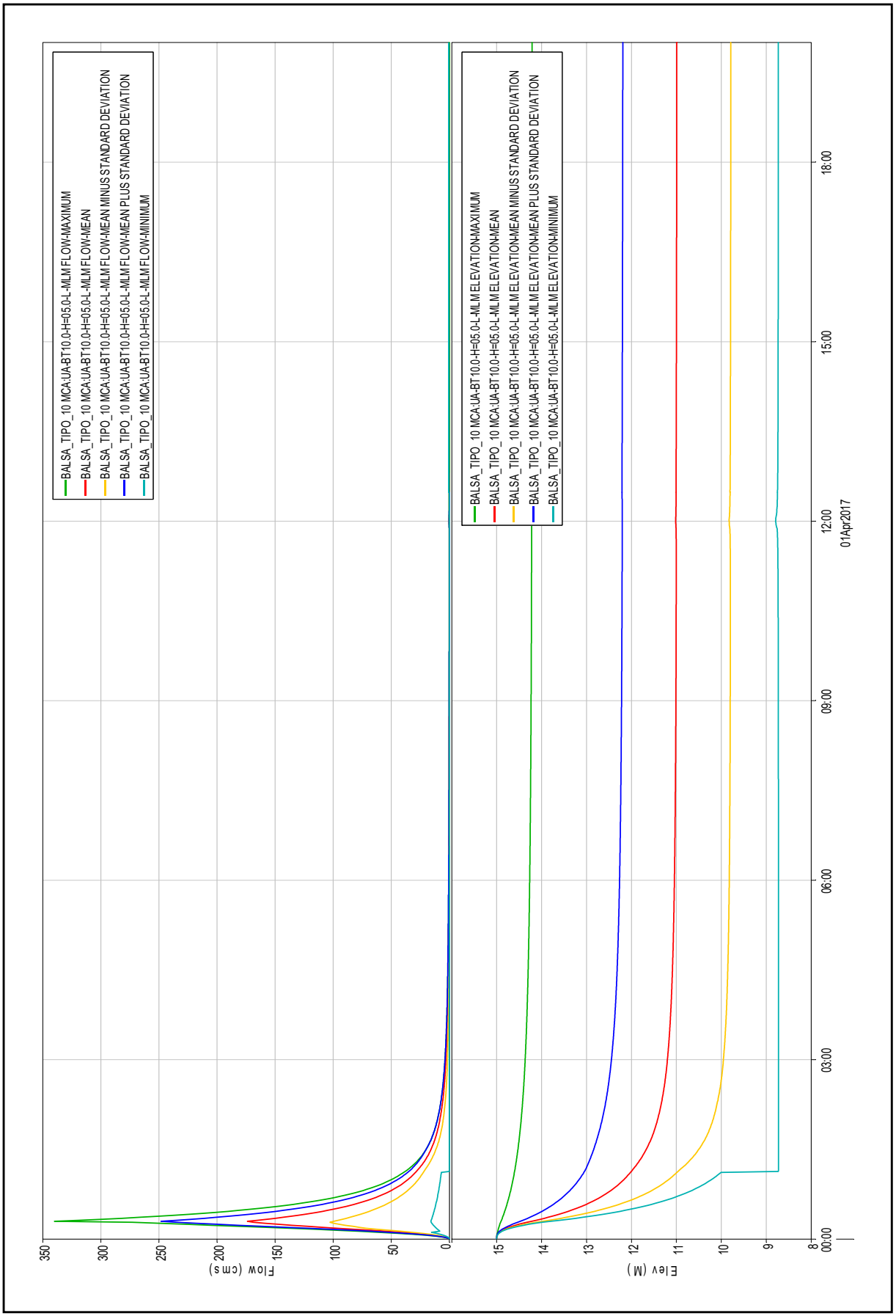
Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 10

APLICACIÓN DEL MÉTODO DE MONTECARLO EN LA CALIBRACIÓN DEL FONDO DE BRECHA (5.000 SIMULACIONES) HIDROGRAMAS DE VERTIDO Y VARIACIÓN DEL NIVEL EMBALSADO. (H=05.00 m.) APLICACIÓN FÓRMULA F08



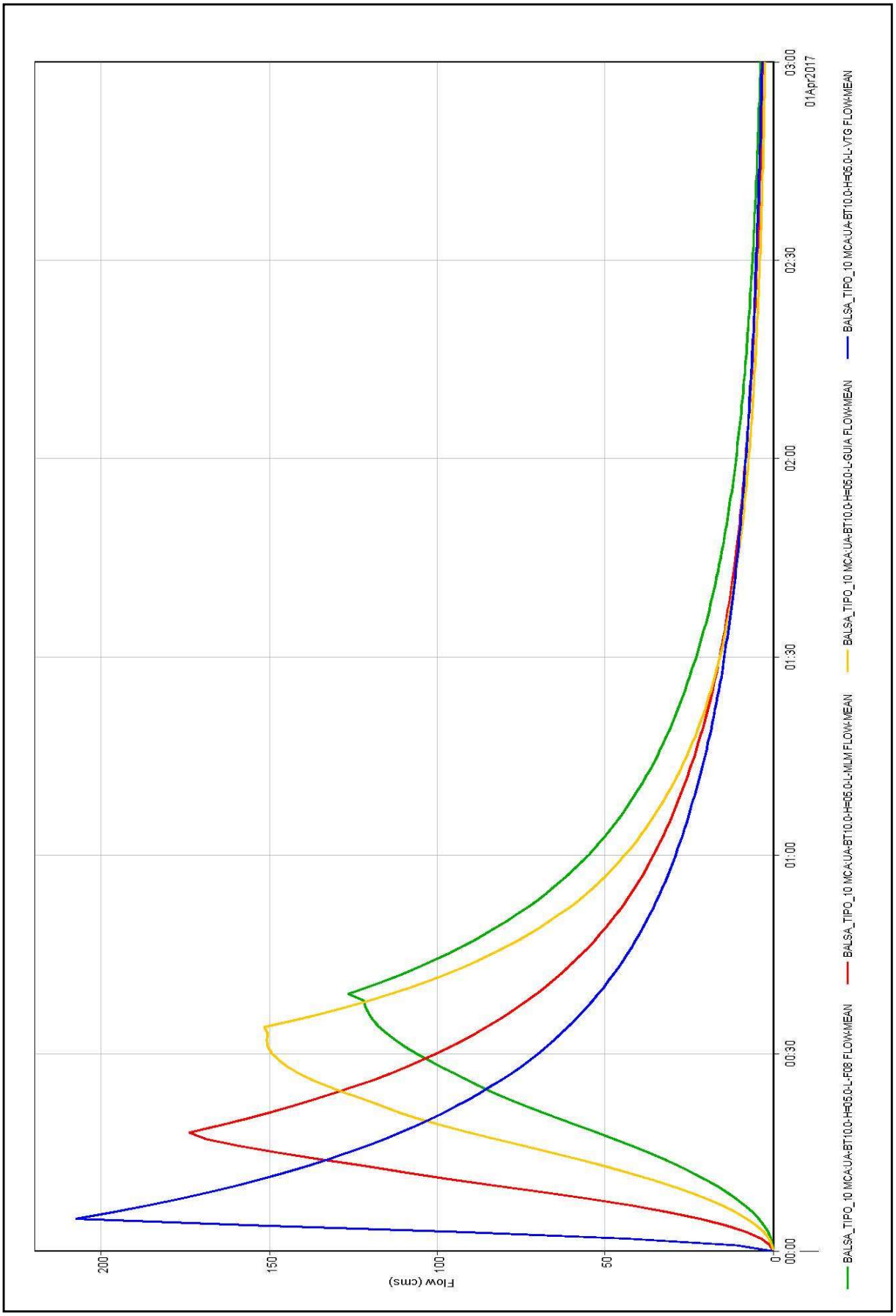
Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 10

APLICACIÓN DEL MÉTODO DE MONTECARLO EN LA CALIBRACIÓN DEL FONDO DE BRECHA (5.000 SIMULACIONES) HIDROGRAMAS DE VERTIDO Y VARIACIÓN DEL NIVEL EMBALSADO. (H=05.00 m.) APLICACIÓN FÓRMULA MLM84



Características de las balsas sintéticas.
BALSA TIPO 10
(Hw=05.00 m.)

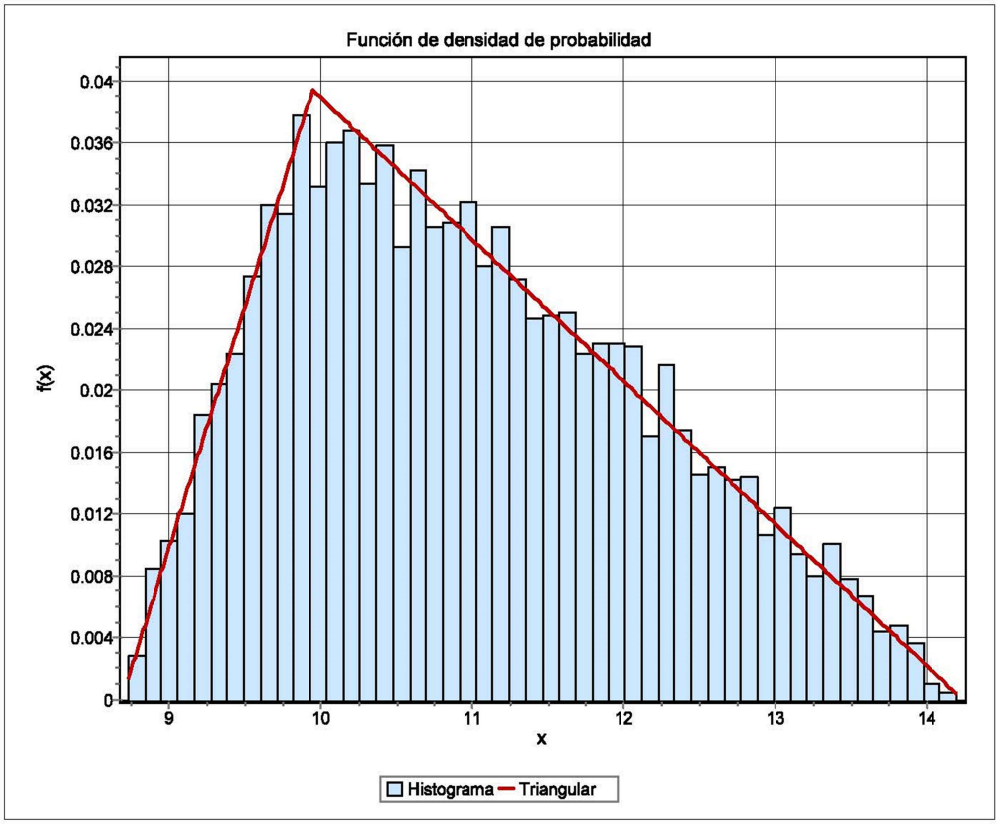
ESTUDIO COMPARATIVO DE LA VARIABILIDAD DEL HIDROGRAMA DE VERTIDO EN FUNCIÓN DE LA CARGA DE AGUA MOVILIZABLE (Hw)
APLICACIÓN FÓRMULAS
F08-MLM84-GUIA-VTG

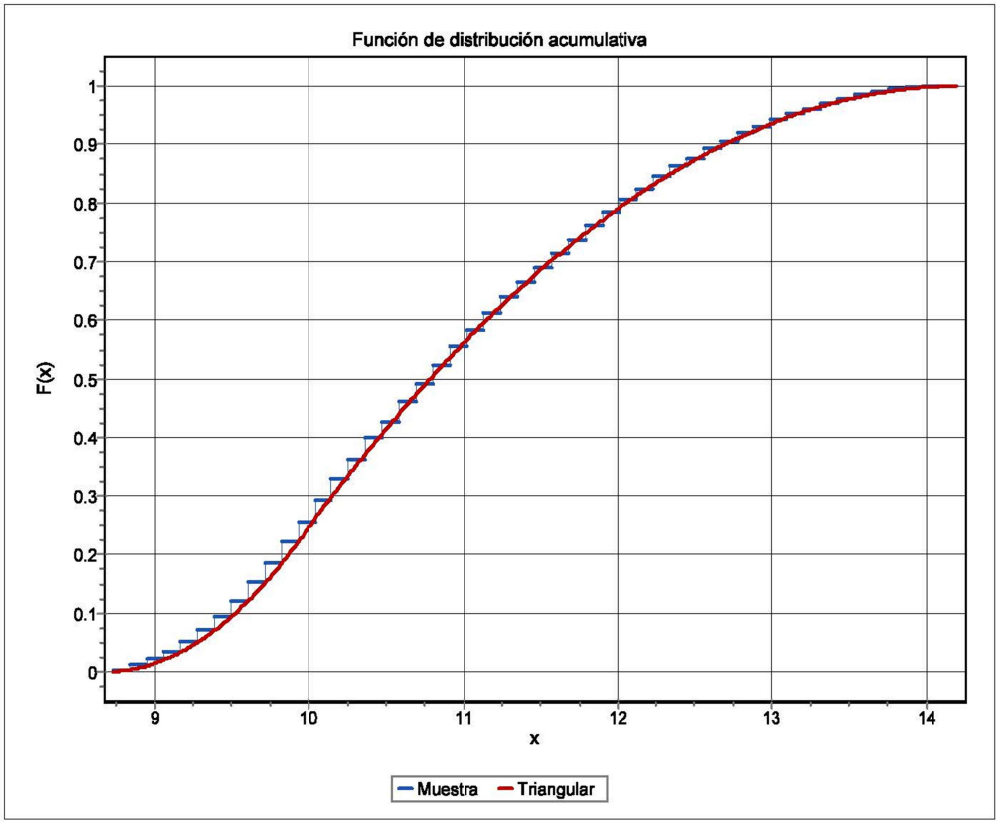


Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 10

M. DE MONTECARLO (FONDO DE BRECHA) ANÁLISIS ESTADISTICO RESULTADOS (Hw=05.00 m.) AJUSTE DE LA FUNCIÓN DE DISTRIBUCIÓN. FUNCIÓN DE DENSIDAD Y FUNCIÓN DE DISTRIBUCIÓN ACUMULATIVA

En el eje de abcisas se representa la variabilidad de la cota del fondo de brecha, considerando la cota +10.00 la solera interior de la balsa.

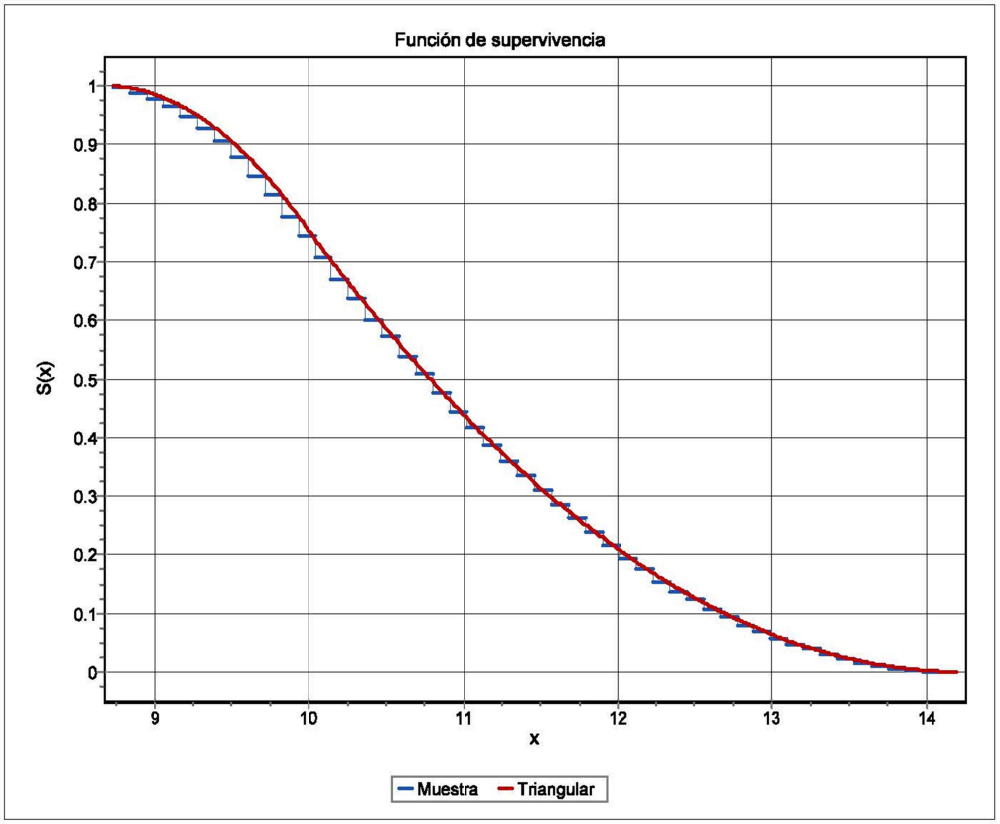


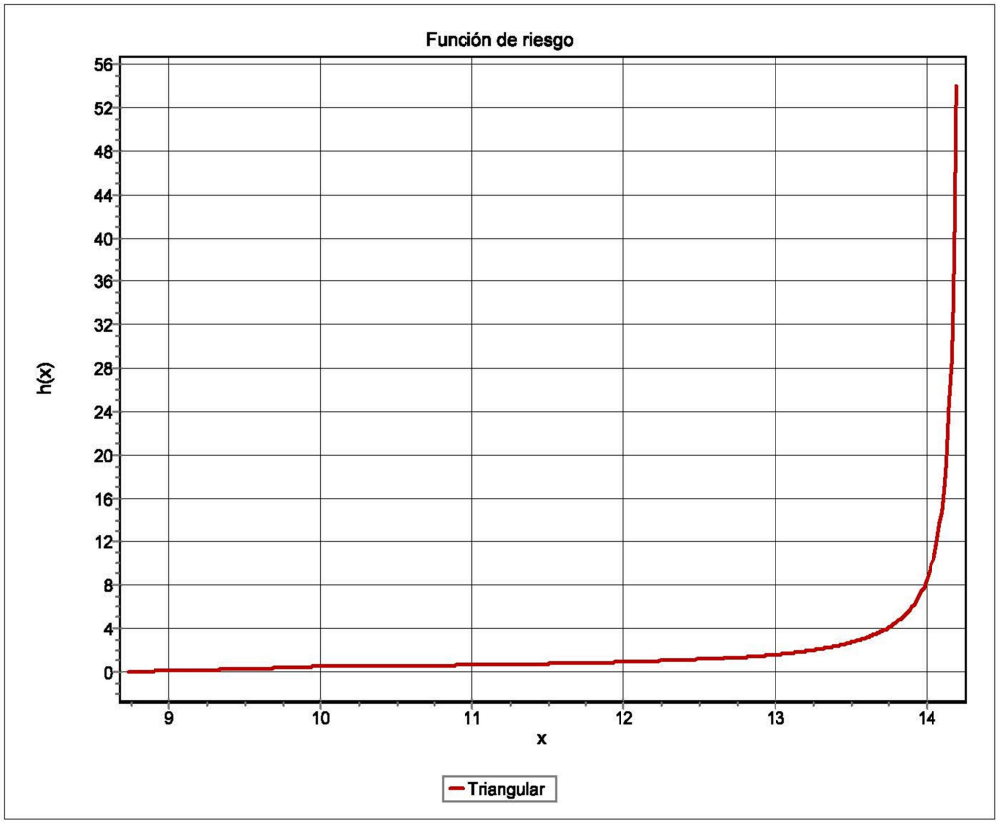


Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 10

M. DE MONTECARLO (FONDO DE BRECHA) ANÁLISIS ESTADISTICO RESULTADOS (Hw=05.00 m.) AJUSTE DE LA FUNCIÓN DE DISTRIBUCIÓN. FUNCIÓN DE SUPERVIVENCIA Y FUNCIÓN DE RIESGO

En el eje de abcisas se representa la variabilidad de la cota del fondo de brecha, considerando la cota +10.00 la solera interior de la balsa.

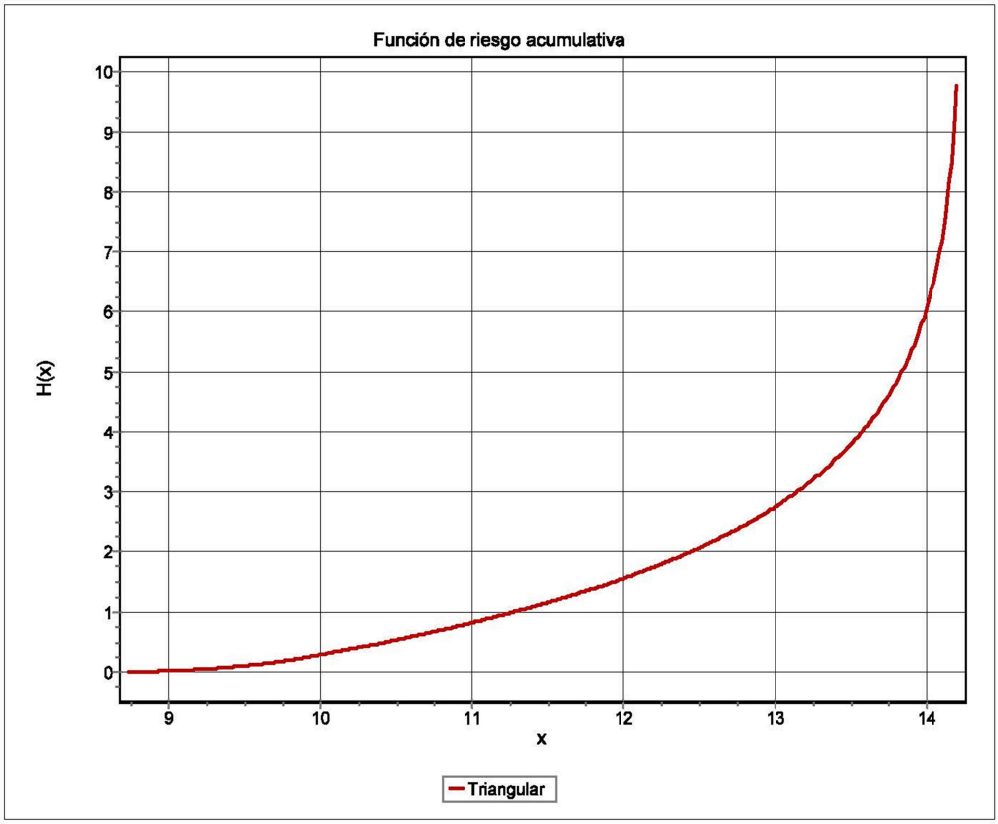


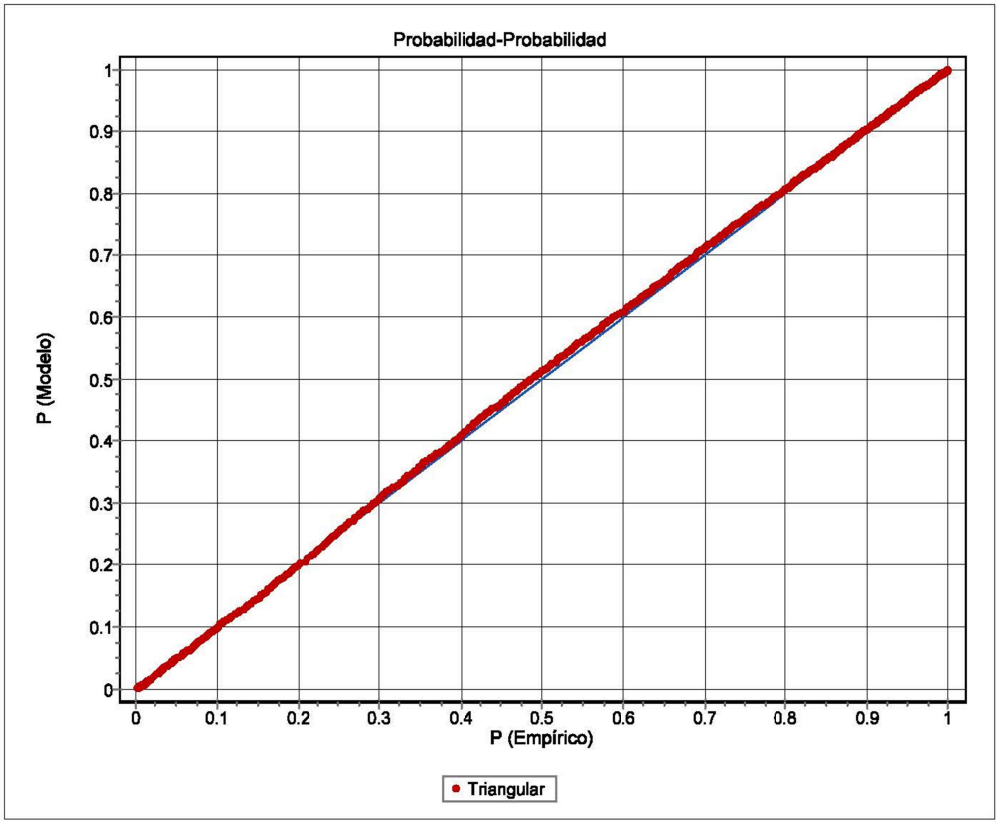


Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 10

M. DE MONTECARLO (FONDO DE BRECHA) ANÁLISIS ESTADISTICO RESULTADOS (Hw=05.00 m.) AJUSTE DE LA FUNCIÓN DE DISTRIBUCIÓN. FUNCIÓN DE RIESGO ACUMULATIVA Y GRÁFICO P-P

En el eje de abcisas se representa la variabilidad de la cota del fondo de brecha, considerando la cota +10.00 la solera interior de la balsa.

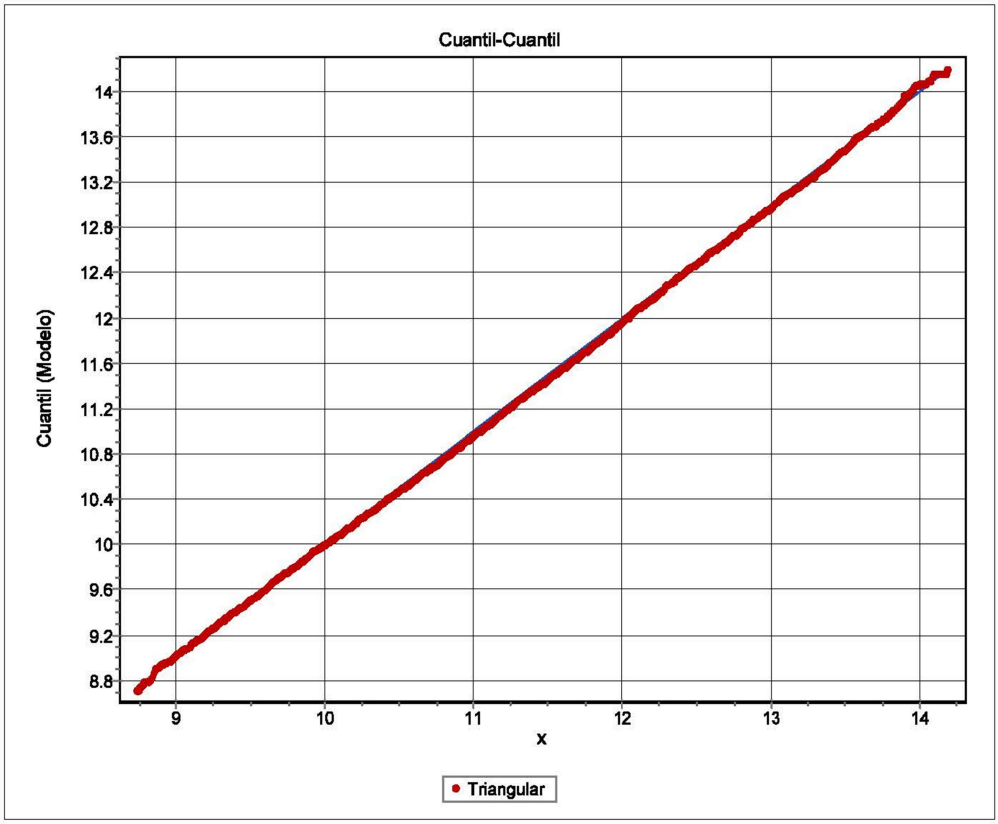


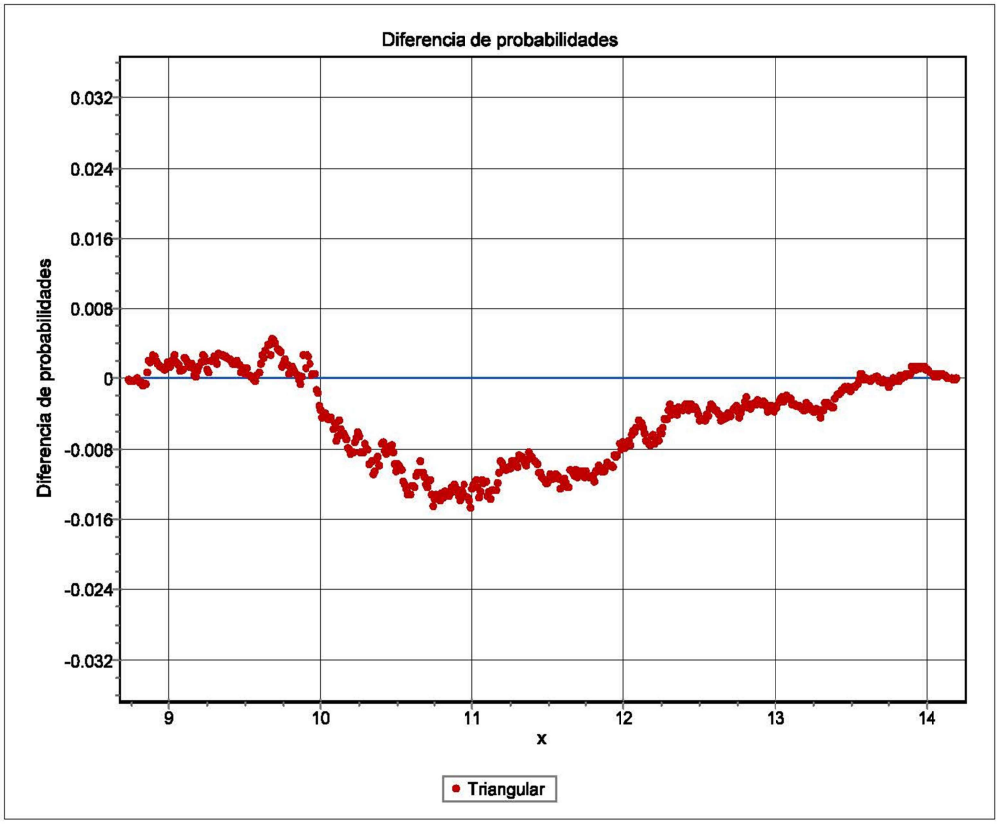


Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 10

M. DE MONTECARLO (FONDO DE BRECHA) ANÁLISIS ESTADISTICO RESULTADOS (Hw=05.00 m.) AJUSTE DE LA FUNCIÓN DE DISTRIBUCIÓN. GRÁFICO Q-Q Y DIFERENCIA DE PROBABILIDADES

En el eje de abcisas se representa la variabilidad de la cota del fondo de brecha, considerando la cota +10.00 la solera interior de la balsa.

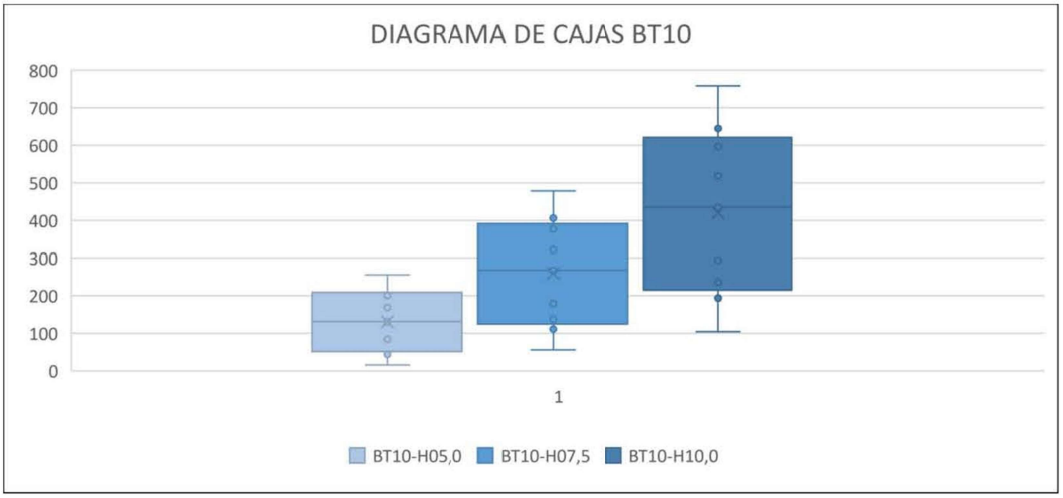


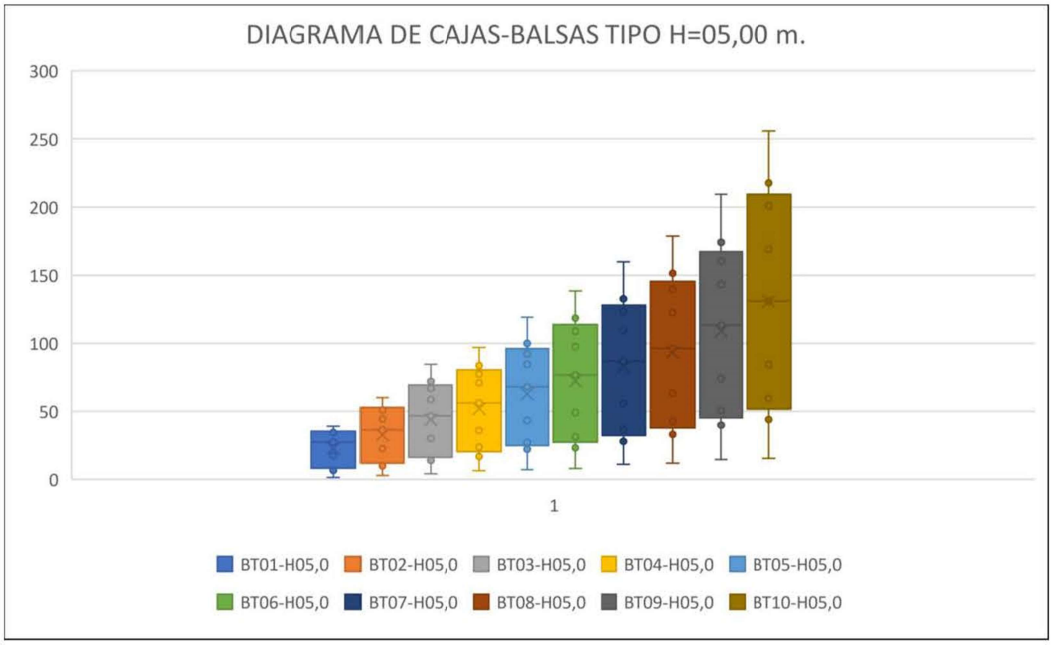


Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 10

M. DE MONTECARLO (CAUDAL MÁXIMO) ANÁLISIS ESTADISTICO RESULTADOS (Hw=05.00 m.) ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA. DIAGRAMAS DE CAJAS

CAUDALES MÁXIMOS (M. MONTECARLO) Estadística descriptiva					Parámetros Ajuste	
BALSA	BT10					
ALTURA Hw (m)	5,00					
AJUSTE	ERROR					
Estadística	**Valor**	**Percentil %**	**Valor**	**Obs**		
Tamaño de la muestra	5000	1	15,5	Min	k 4,5145	
Rango	240,36	5	44,0		σ 53,728	
Media	129,38	10	59,5		μ 129,38	
Varianza	2886,7	25	84,4	Q1		
Desviación estándar	53,728	50	131,1	Mediana		
Coef, de variación	0,41528	75	168,9	Q3		
Error estándar	0,75983	90	201,0			
Asimetría	0,06027	95	217,7			
Curtosis	-0,88087	99	255,9	Max	I.C.$\bar{X}$ (95%)	1,489

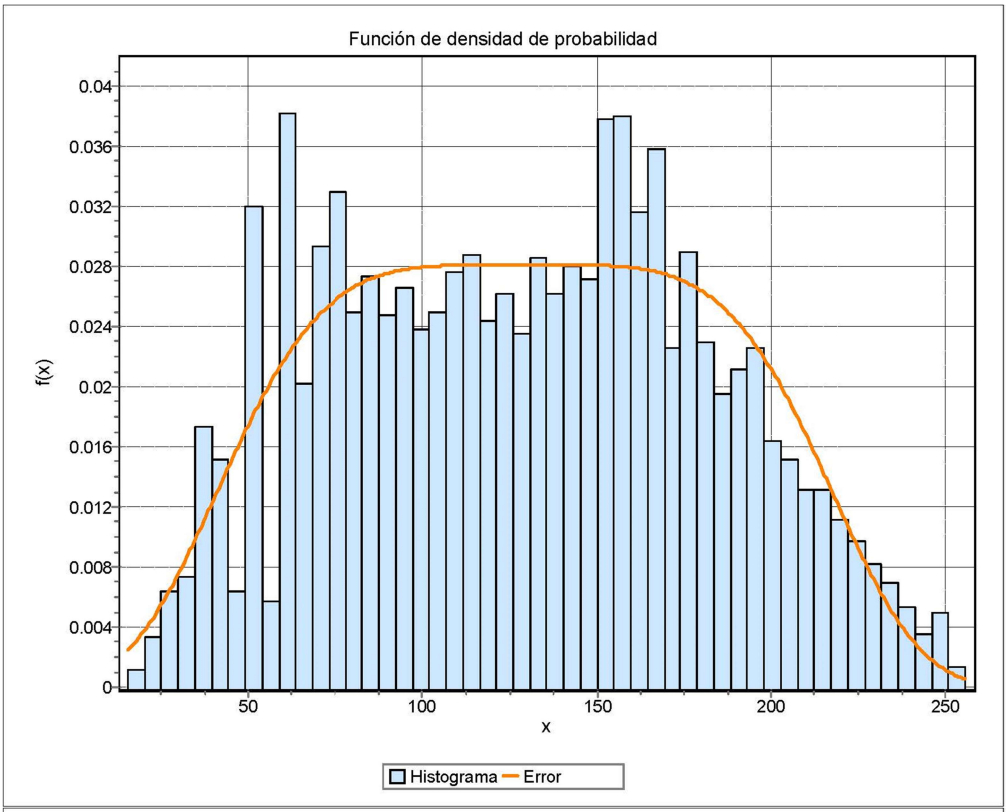


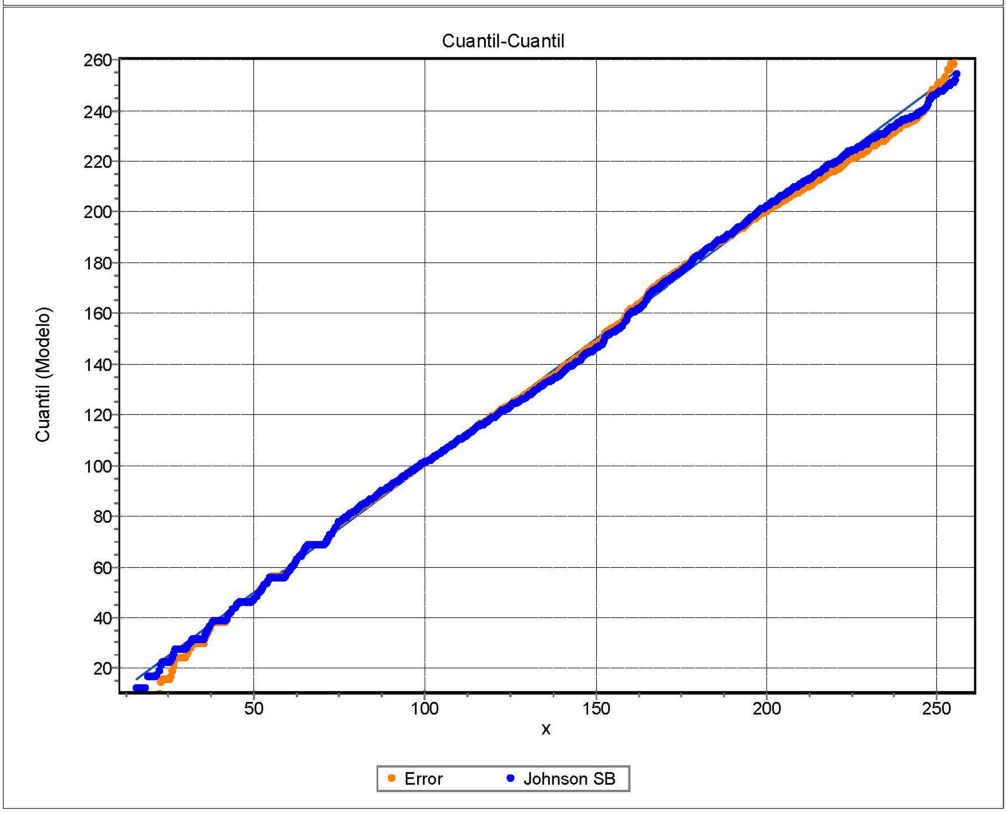


Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 10

M. DE MONTECARLO (CAUDAL MÁXIMO) ANÁLISIS ESTADISTICO RESULTADOS (Hw=05.00 m.) AJUSTE DE LA FUNCIÓN DE DISTRIBUCIÓN. FUNCIÓN DE DENSIDAD Y GRÁFICO Q-Q

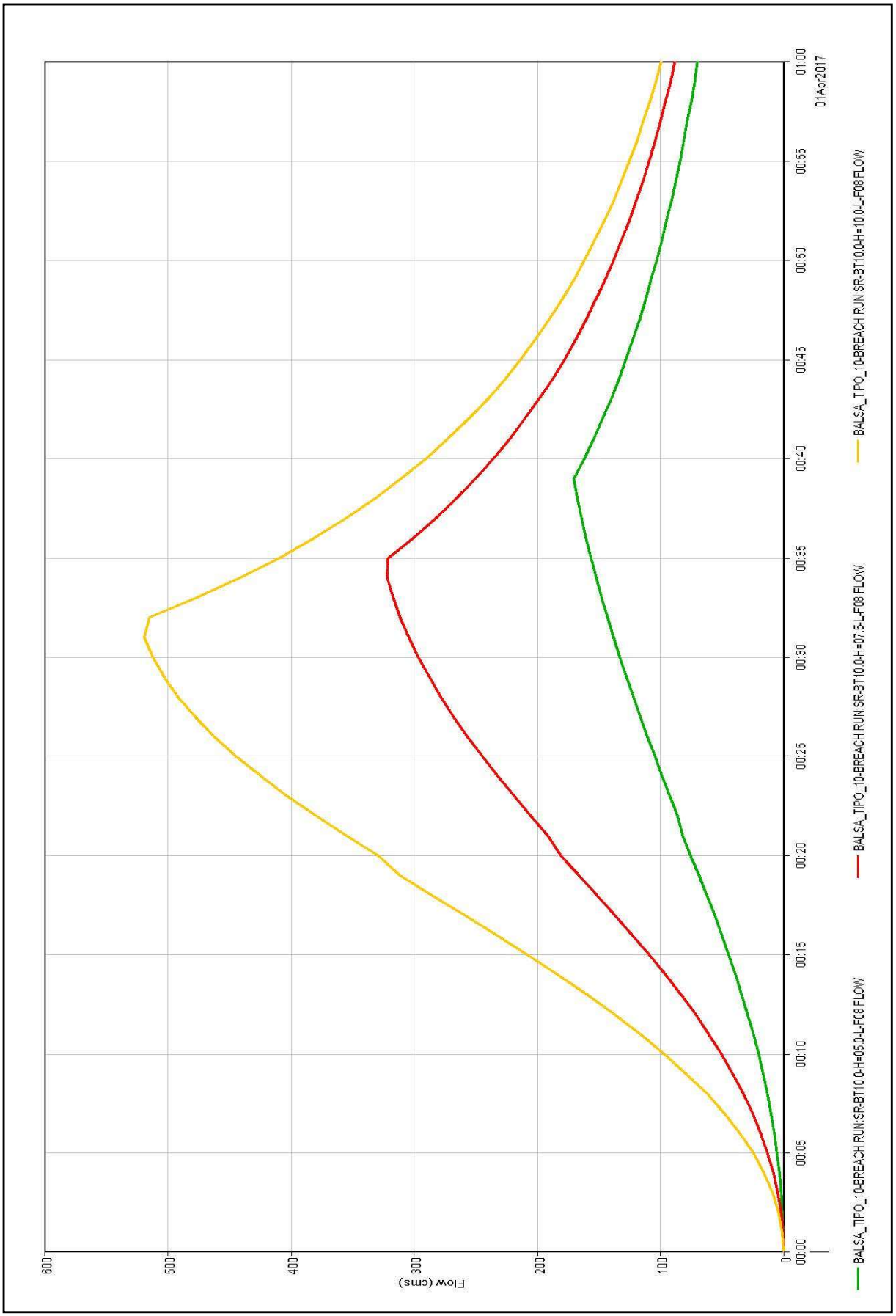
En el eje de abscisas se representa la variabilidad de los caudales máximos simulados, a partir del fondo de brecha, y considerando la evolución de su crecimiento atendiendo a la geometría de F08.





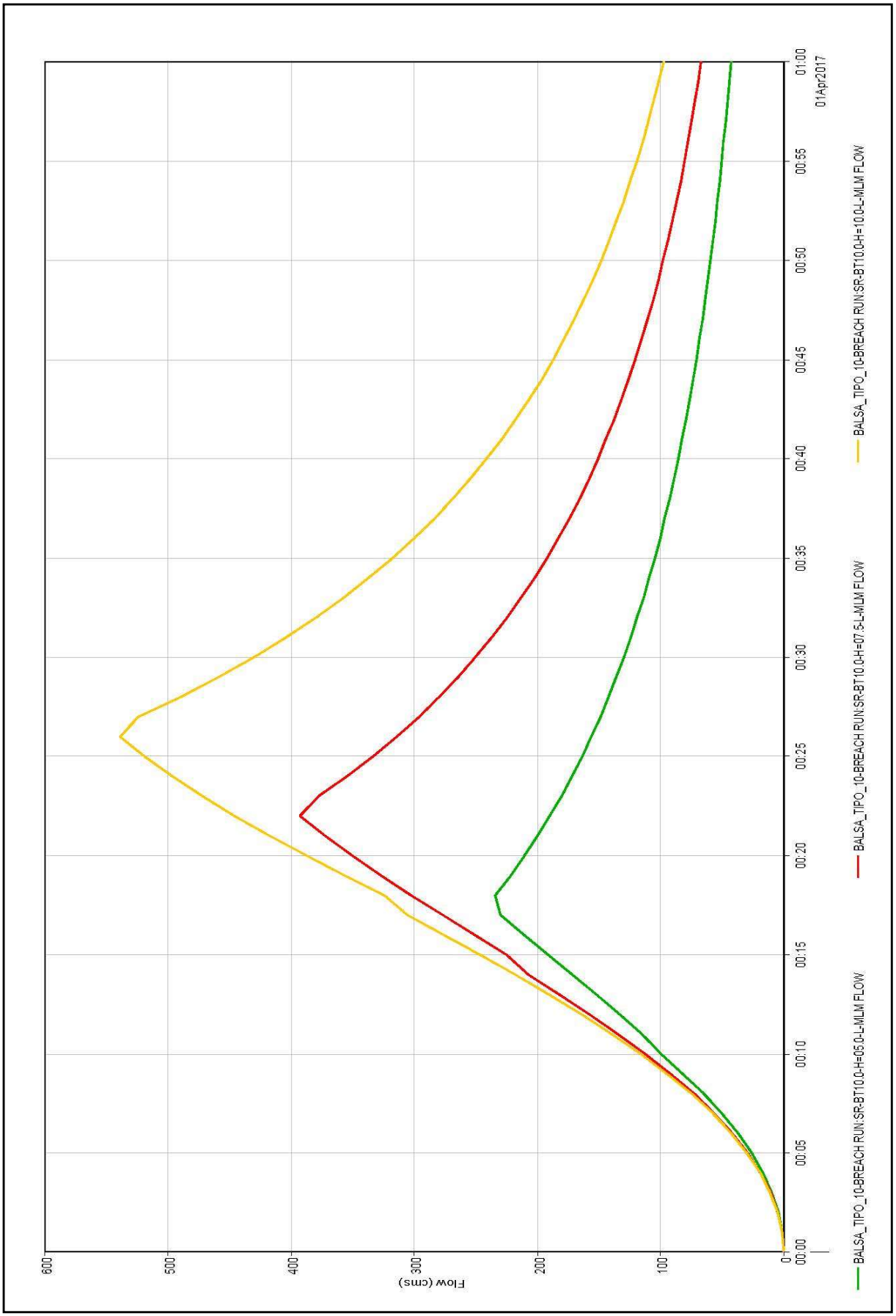
Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 10

ESTUDIO COMPARATIVO DE LA VARIABILIDAD DEL HIDROGRAMA DE VERTIDO EN FUNCIÓN DE LA CARGA DE AGUA MOVILIZABLE (Hw) APLICACIÓN FÓRMULA F08



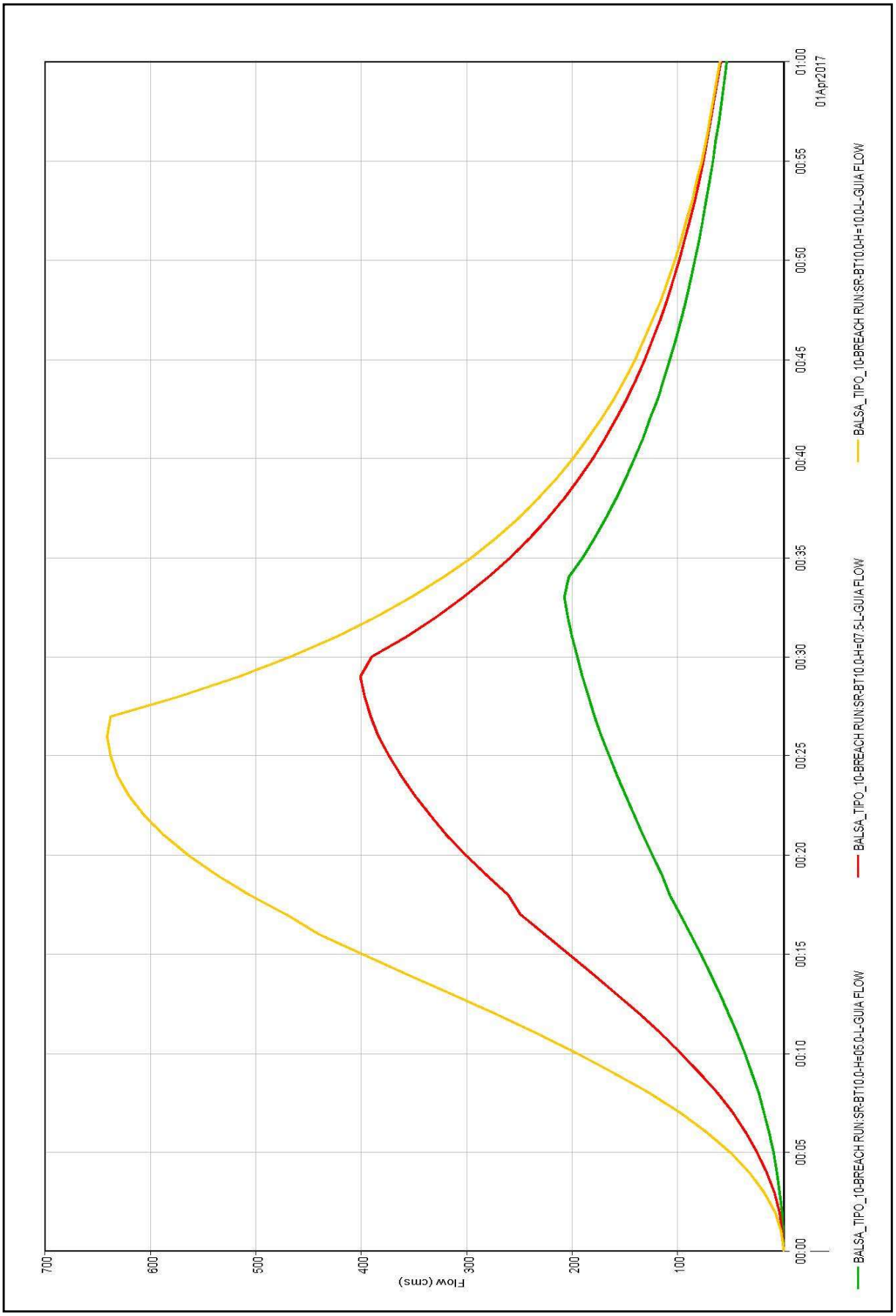
Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 10

ESTUDIO COMPARATIVO DE LA VARIABILIDAD DEL HIDROGRAMA DE VERTIDO EN FUNCIÓN DE LA CARGA DE AGUA MOVILIZABLE (Hw) APLICACIÓN FÓRMULA MLM84



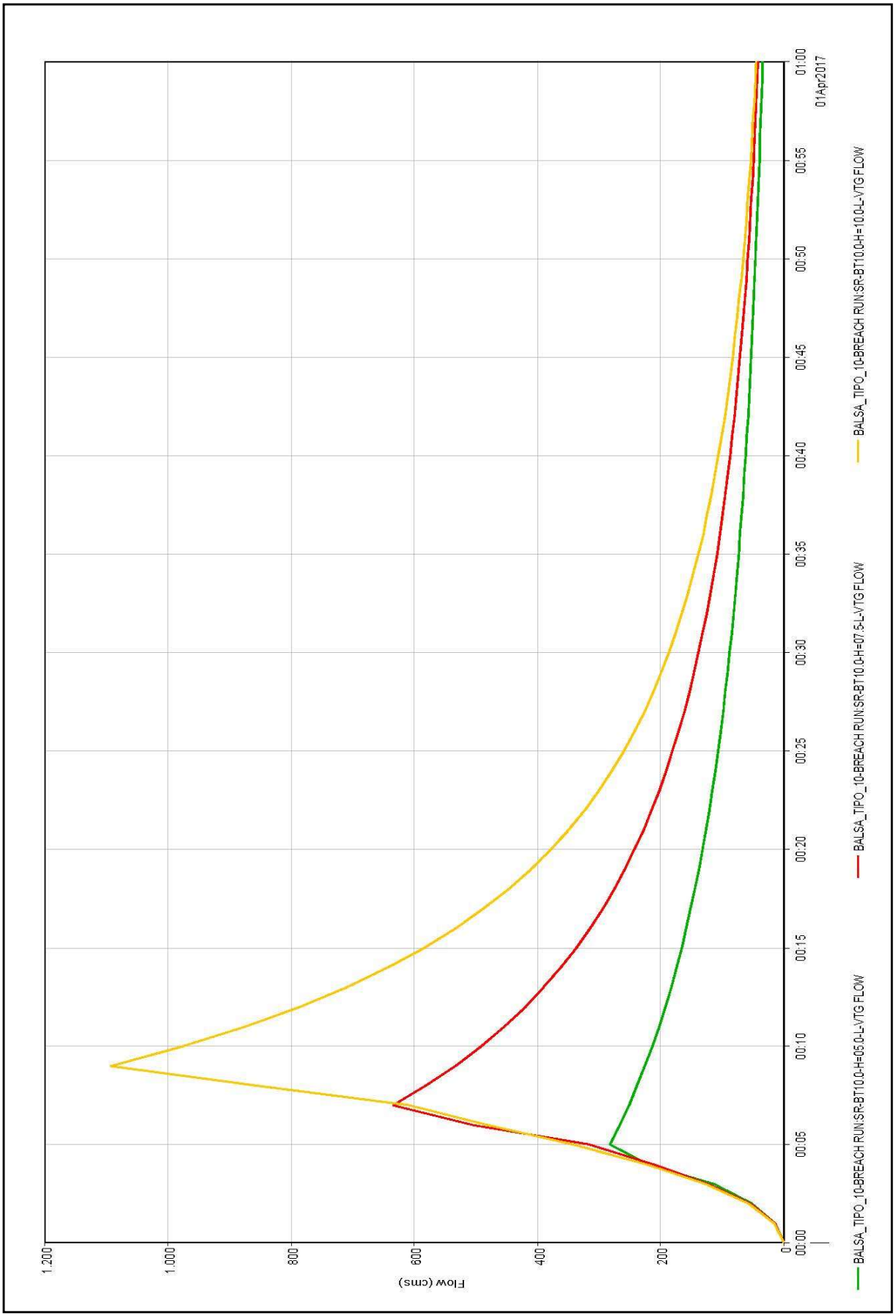
Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 10

ESTUDIO COMPARATIVO DE LA VARIABILIDAD DEL HIDROGRAMA DE VERTIDO EN FUNCIÓN DE LA CARGA DE AGUA MOVILIZABLE (Hw)
APLICACIÓN FÓRMULA GUIA ESPAÑOLA



Características de las balsas sintéticas. BALSA TIPO 10

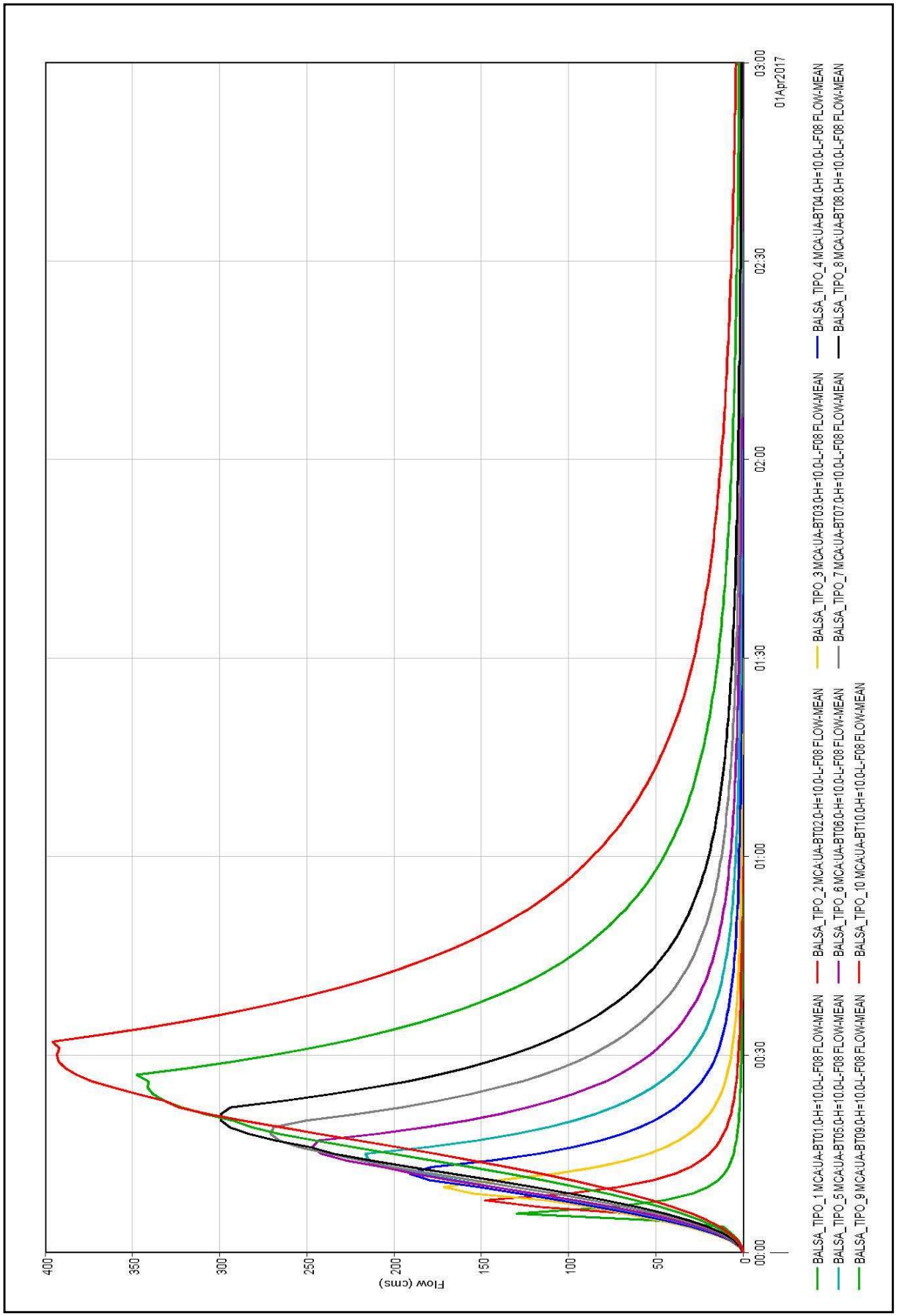
ESTUDIO COMPARATIVO DE LA VARIABILIDAD DEL HIDROGRAMA DE VERTIDO EN FUNCIÓN DE LA CARGA DE AGUA MOVILIZABLE (Hw) APLICACIÓN FÓRMULA VTG



ANÁLISIS CONJUNTO

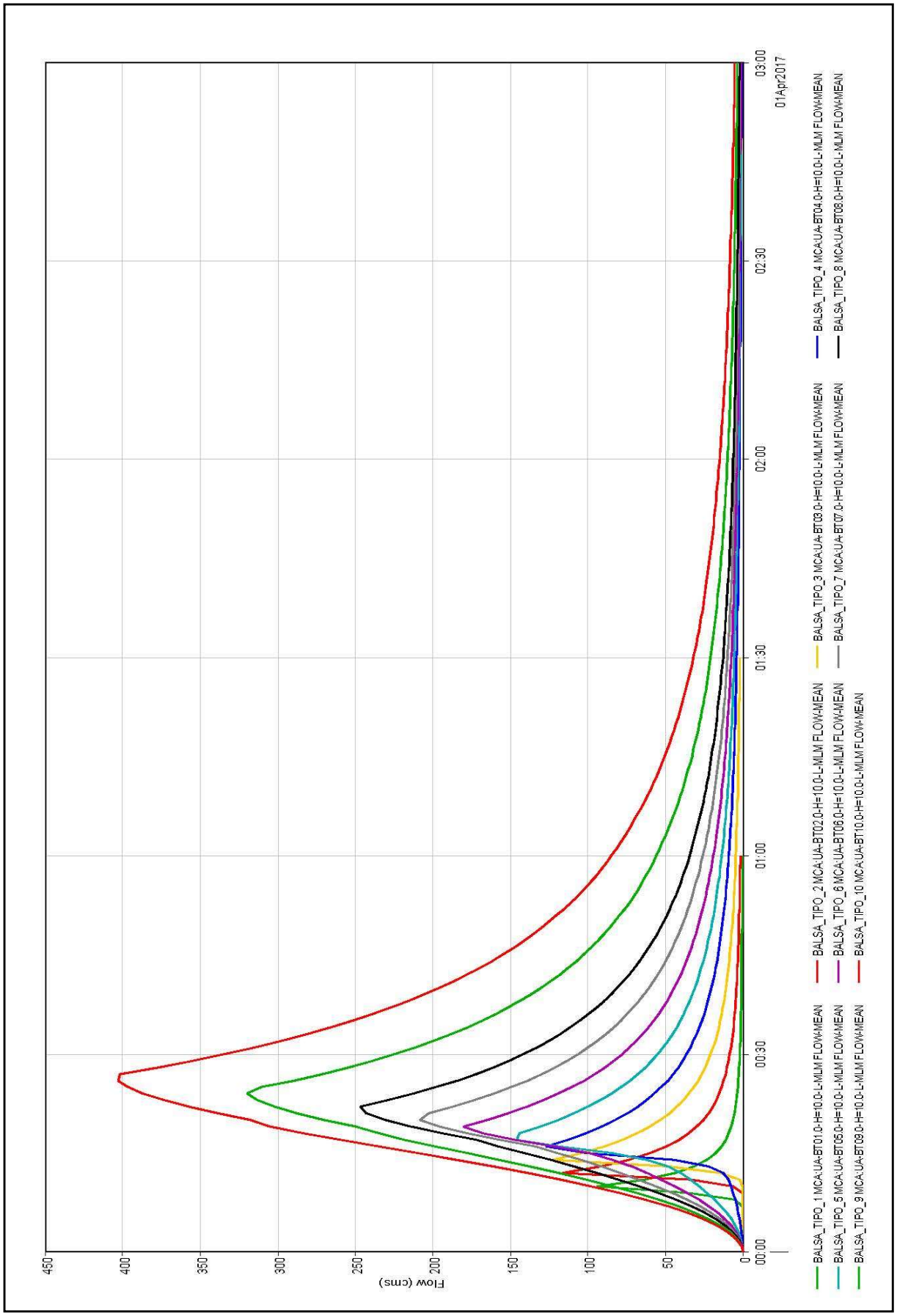
Características de las balsas sintéticas. CONJUNTO BALSAS Hw=10.00 m.

ESTUDIO COMPARATIVO DE LA VARIABILIDAD DEL HIDROGRAMA DE VERTIDO EN FUNCIÓN DE LA CARGA DE AGUA MOVILIZABLE (Hw) APLICACIÓN FÓRMULA F08



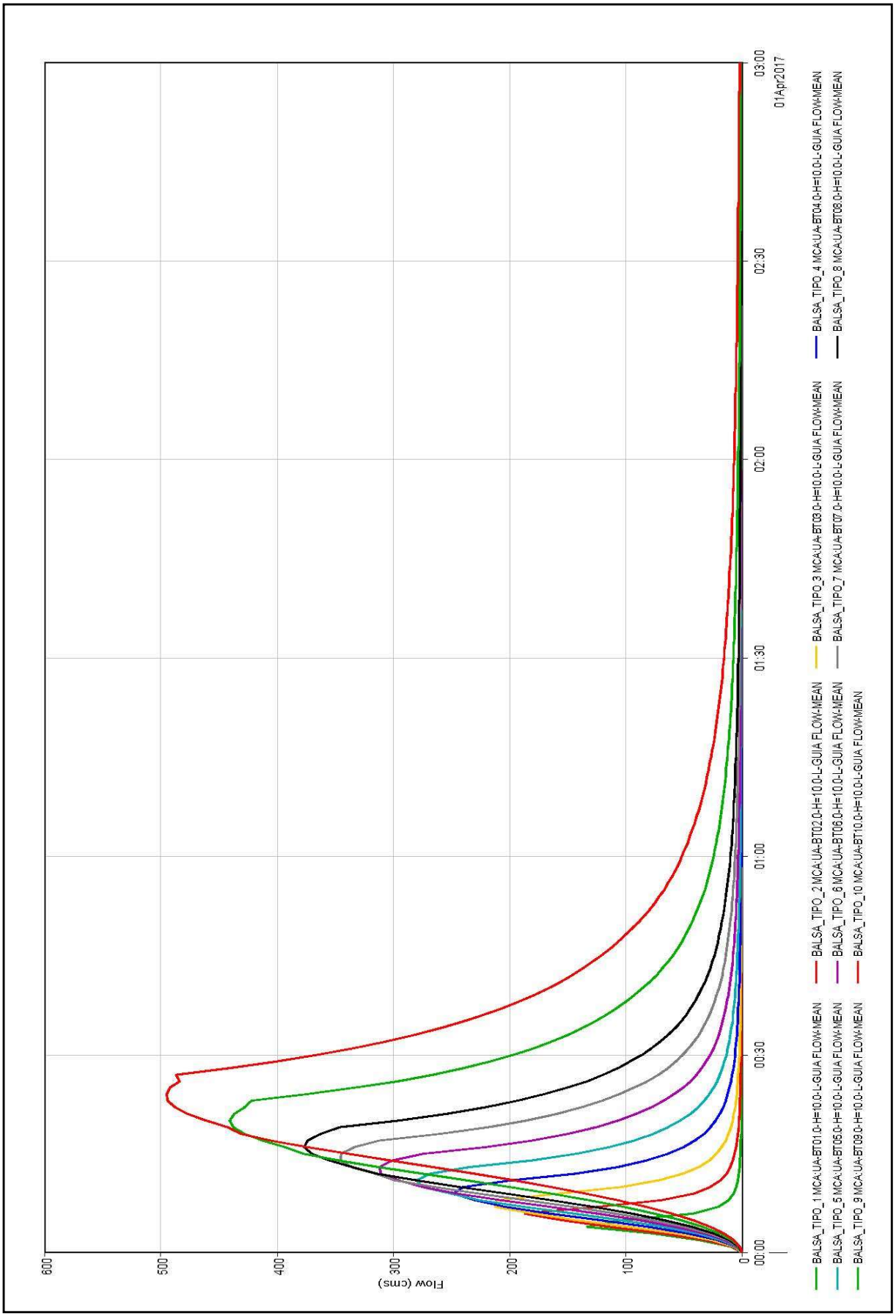
Características de las balsas sintéticas. CONJUNTO BALSAS Hw=10.00 m.

ESTUDIO COMPARATIVO DE LA VARIABILIDAD DEL HIDROGRAMA DE VERTIDO EN FUNCIÓN DE LA CARGA DE AGUA MOVILIZABLE (Hw) APLICACIÓN FÓRMULA MLM84



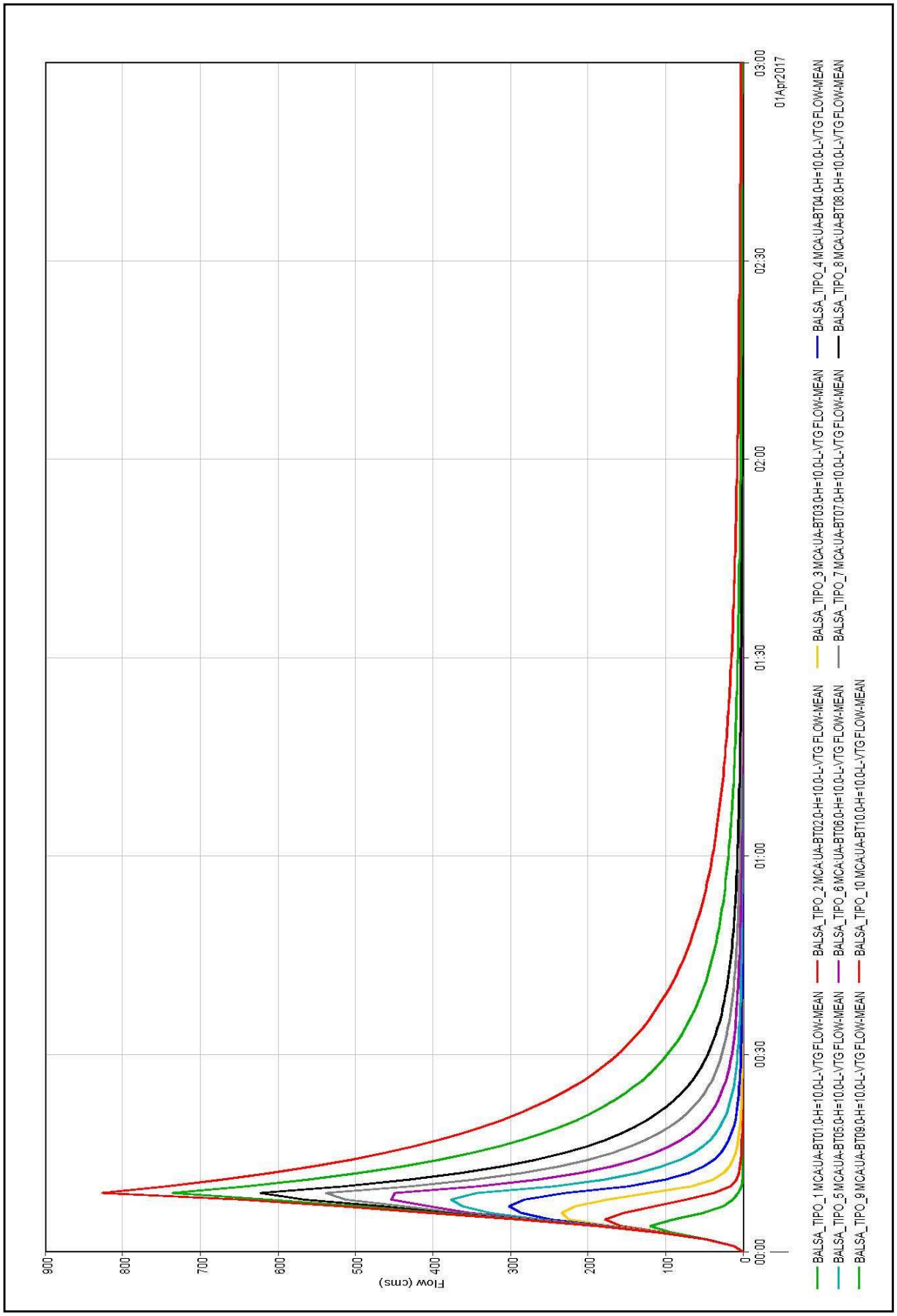
Características de las balsas sintéticas. CONJUNTO BALSAS Hw=10.00 m.

ESTUDIO COMPARATIVO DE LA VARIABILIDAD DEL HIDROGRAMA DE VERTIDO EN FUNCIÓN DE LA CARGA DE AGUA MOVILIZABLE (Hw) APLICACIÓN FÓRMULA GUIA ESPAÑOLA



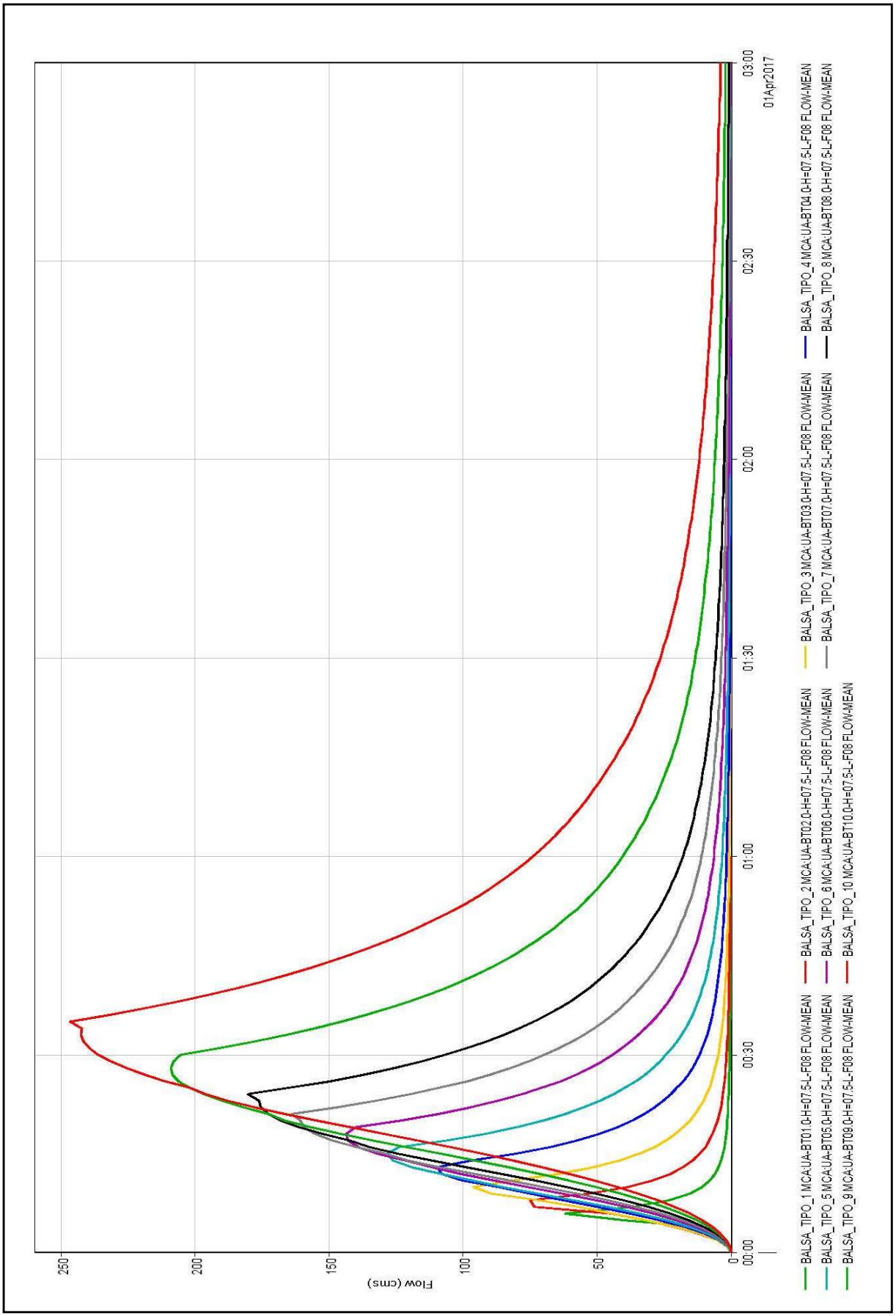
Características de las balsas sintéticas. CONJUNTO BALSAS Hw=10.00 m.

ESTUDIO COMPARATIVO DE LA VARIABILIDAD DEL HIDROGRAMA DE VERTIDO EN FUNCIÓN DE LA CARGA DE AGUA MOVILIZABLE (Hw) APLICACIÓN FÓRMULA VTG



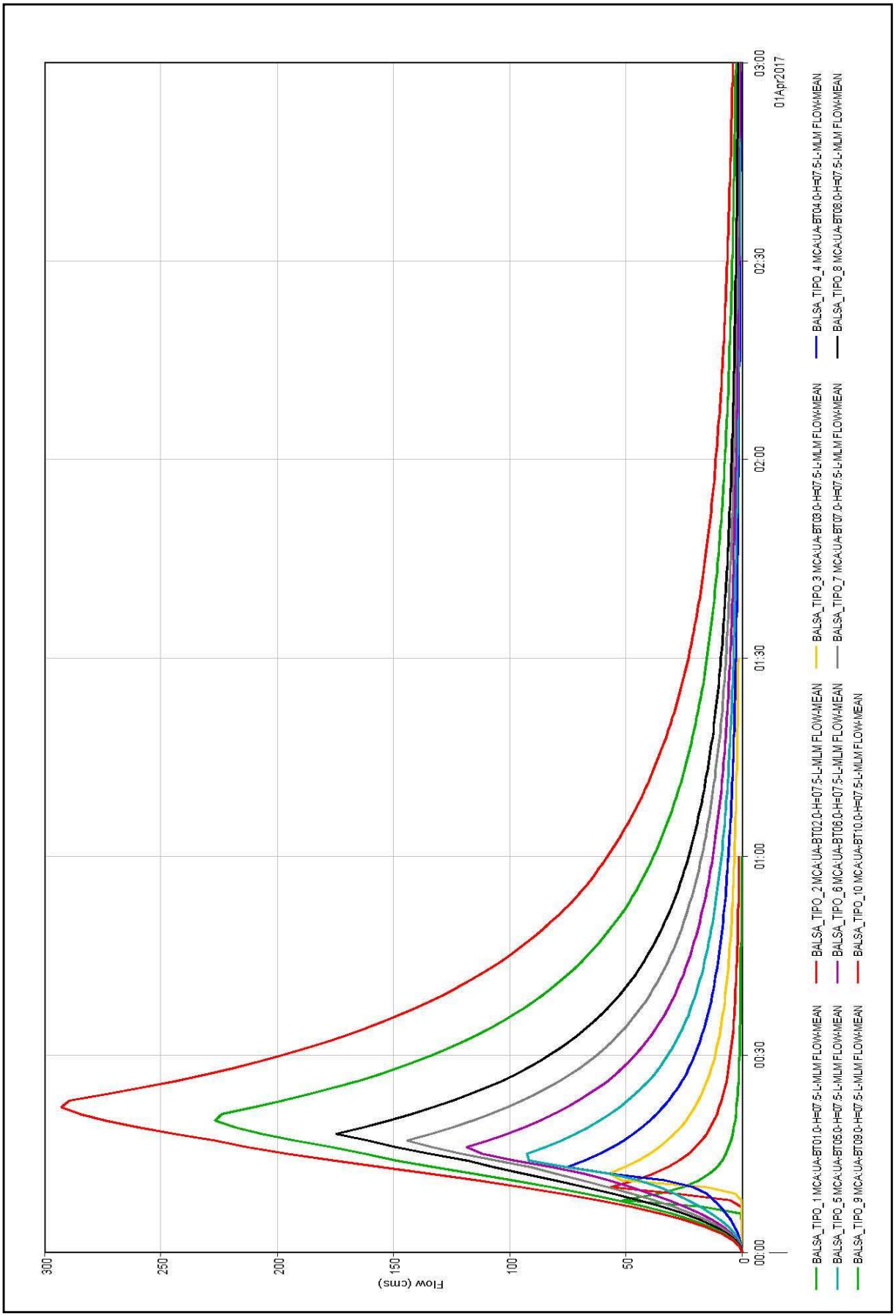
Características de las balsas sintéticas. CONJUNTO BALSAS Hw=07.50 m.

ESTUDIO COMPARATIVO DE LA VARIABILIDAD DEL HIDROGRAMA DE VERTIDO EN FUNCIÓN DE LA CARGA DE AGUA MOVILIZABLE (Hw) APLICACIÓN FÓRMULA F08



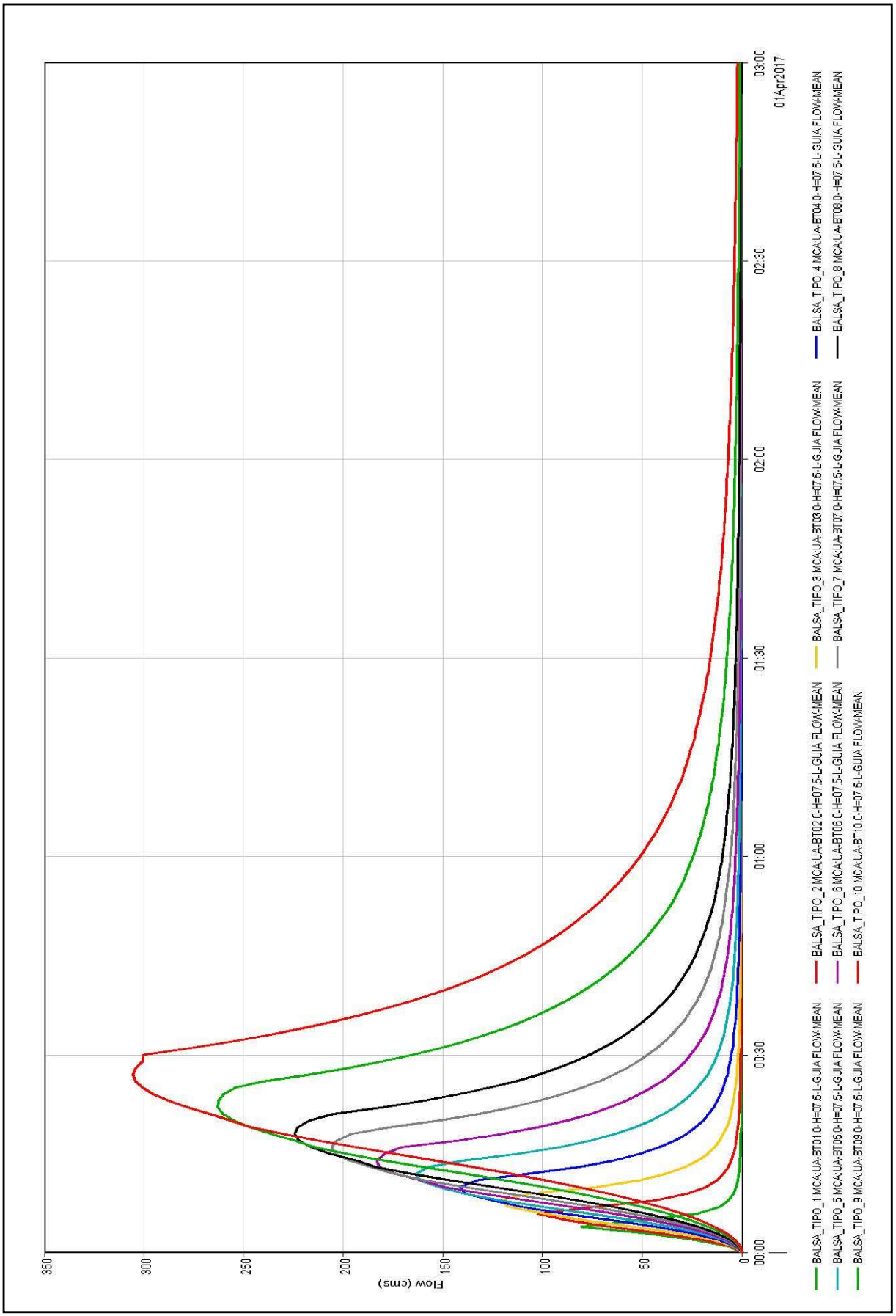
Características de las balsas sintéticas. CONJUNTO BALSAS Hw=07.50 m.

ESTUDIO COMPARATIVO DE LA VARIABILIDAD DEL HIDROGRAMA DE VERTIDO EN FUNCIÓN DE LA CARGA DE AGUA MOVILIZABLE (Hw) APLICACIÓN FÓRMULA MLM84



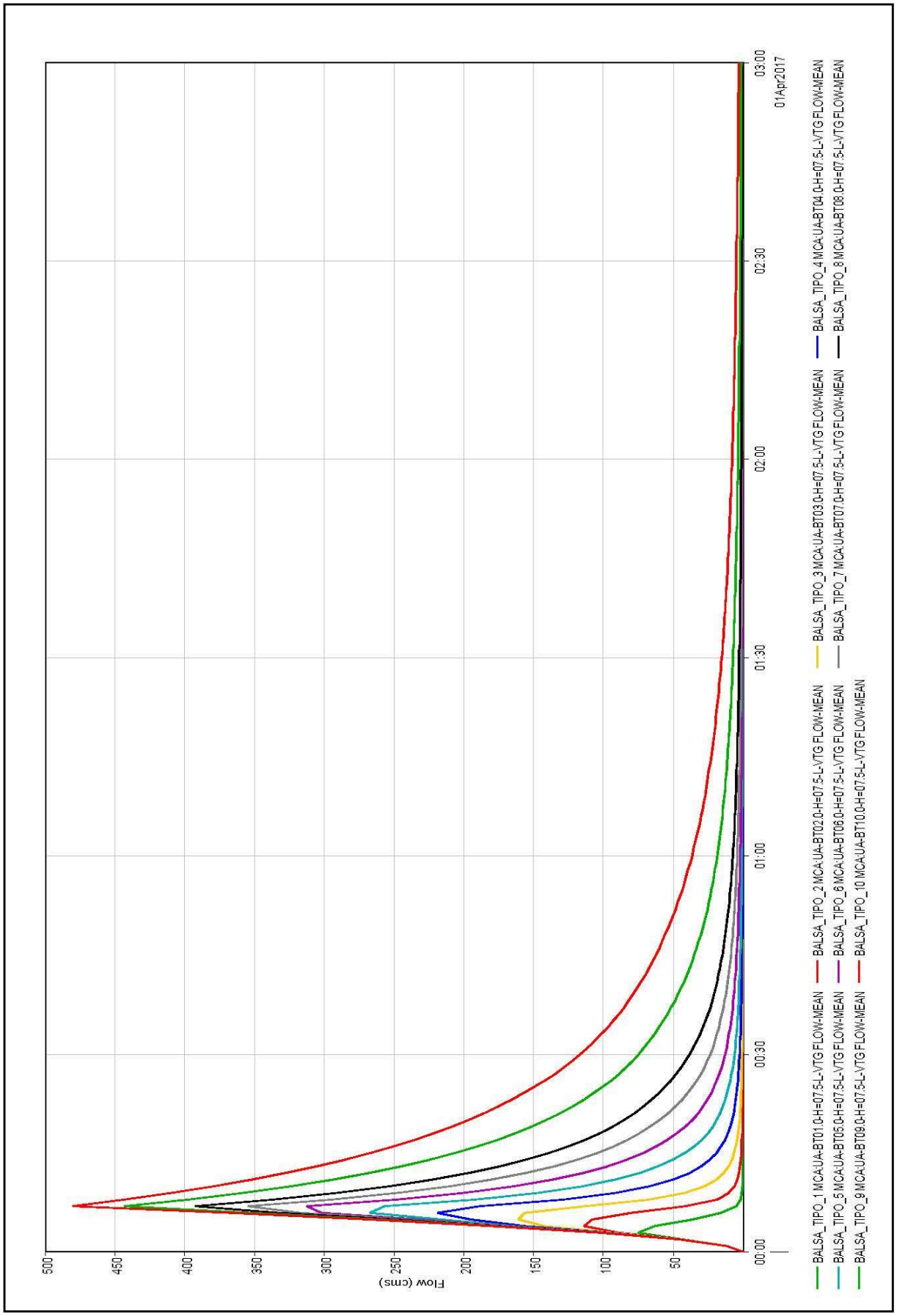
Características de las balsas sintéticas. CONJUNTO BALSAS Hw=07.50 m.

ESTUDIO COMPARATIVO DE LA VARIABILIDAD DEL HIDROGRAMA DE VERTIDO EN FUNCIÓN DE LA CARGA DE AGUA MOVILIZABLE (Hw) APLICACIÓN FÓRMULA GUIA ESPAÑOLA



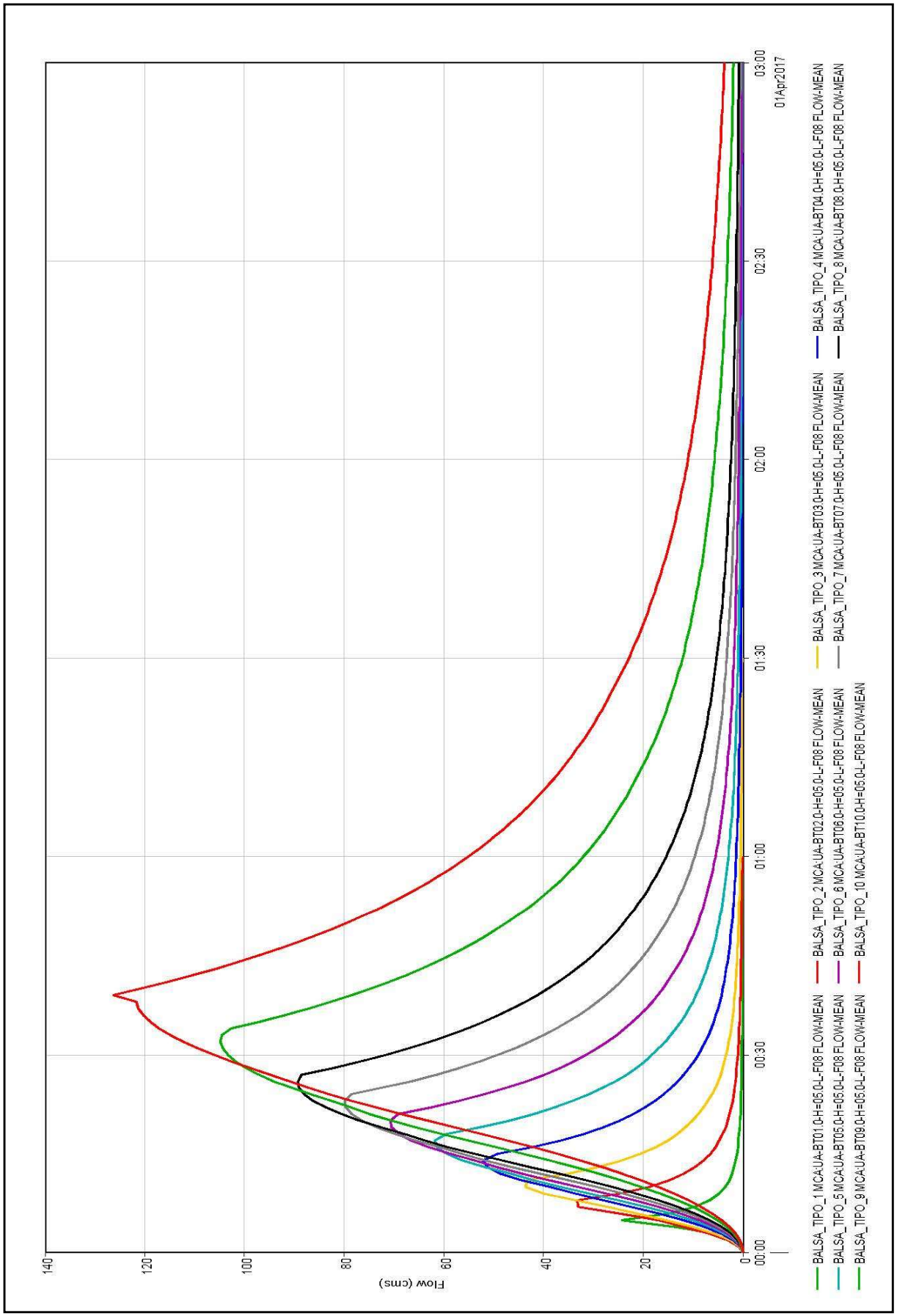
Características de las balsas sintéticas. CONJUNTO BALSAS Hw=07.50 m.

ESTUDIO COMPARATIVO DE LA VARIABILIDAD DEL HIDROGRAMA DE VERTIDO EN FUNCIÓN DE LA CARGA DE AGUA MOVILIZABLE (Hw) APLICACIÓN FÓRMULA VTG



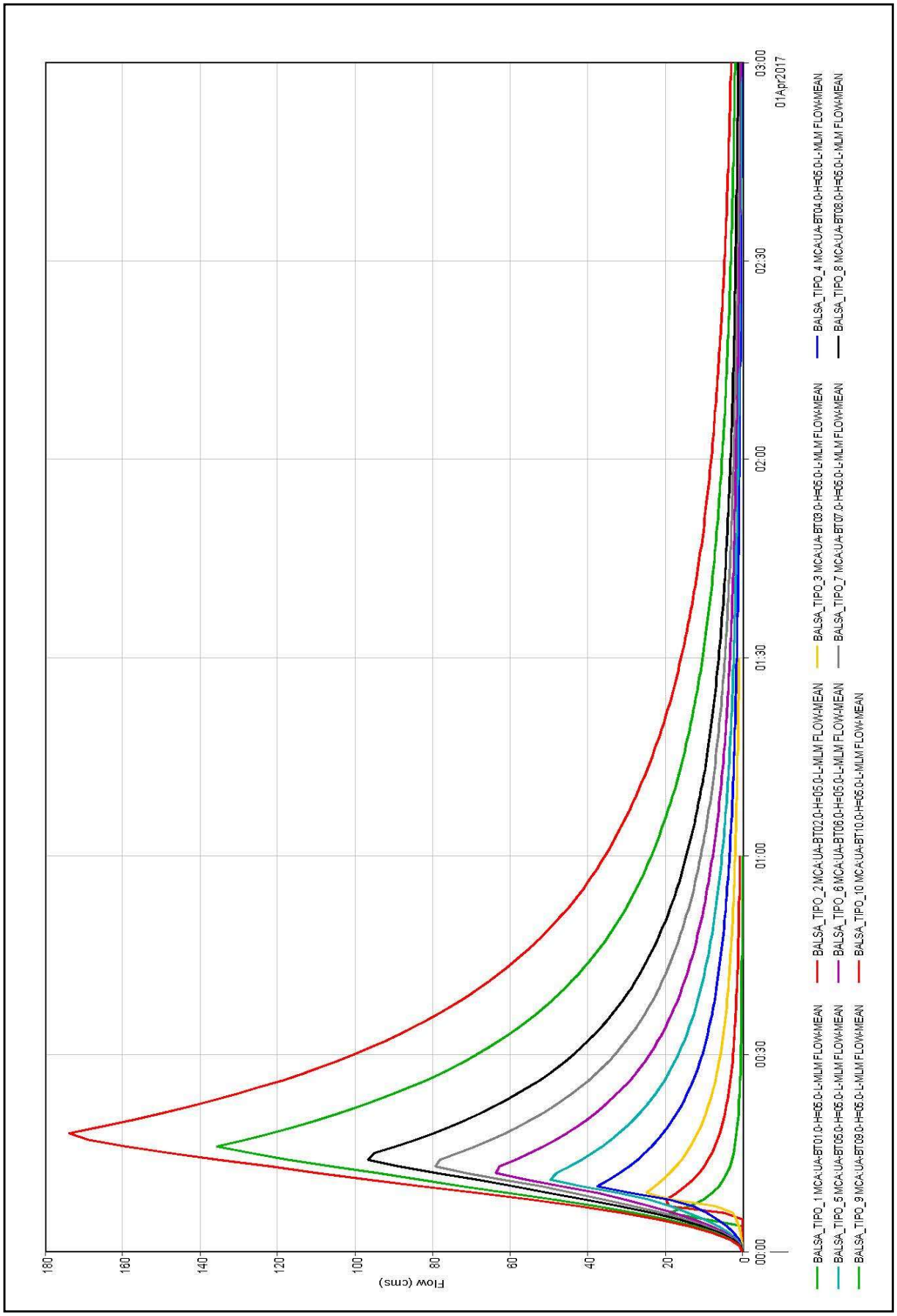
Características de las balsas sintéticas. CONJUNTO BALSAS Hw=05.00 m.

ESTUDIO COMPARATIVO DE LA VARIABILIDAD DEL HIDROGRAMA DE VERTIDO EN FUNCIÓN DE LA CARGA DE AGUA MOVILIZABLE (Hw) APLICACIÓN FÓRMULA F08



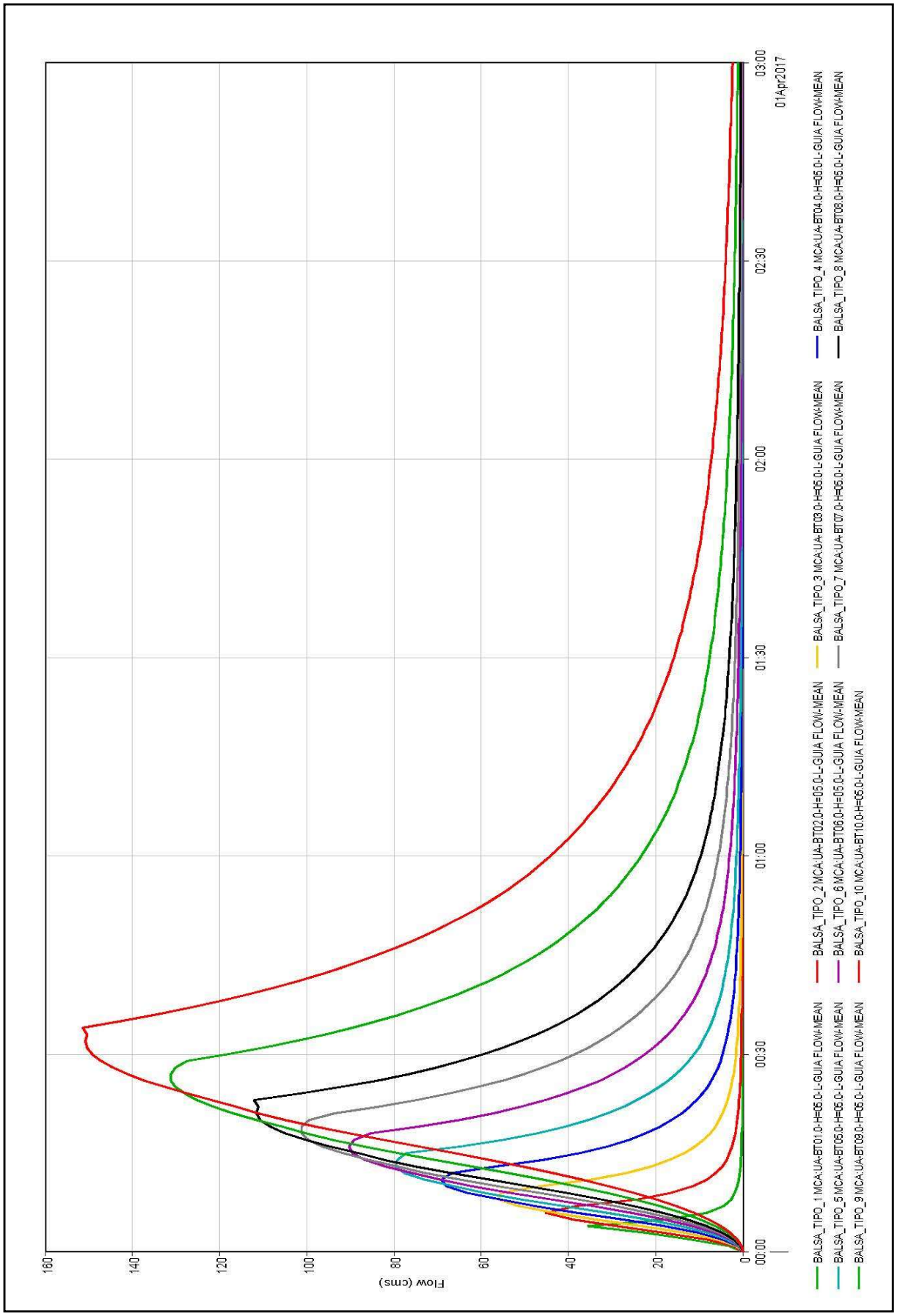
Características de las balsas sintéticas. CONJUNTO BALSAS Hw=05.00 m.

ESTUDIO COMPARATIVO DE LA VARIABILIDAD DEL HIDROGRAMA DE VERTIDO EN FUNCIÓN DE LA CARGA DE AGUA MOVILIZABLE (Hw) APLICACIÓN FÓRMULA MLM84



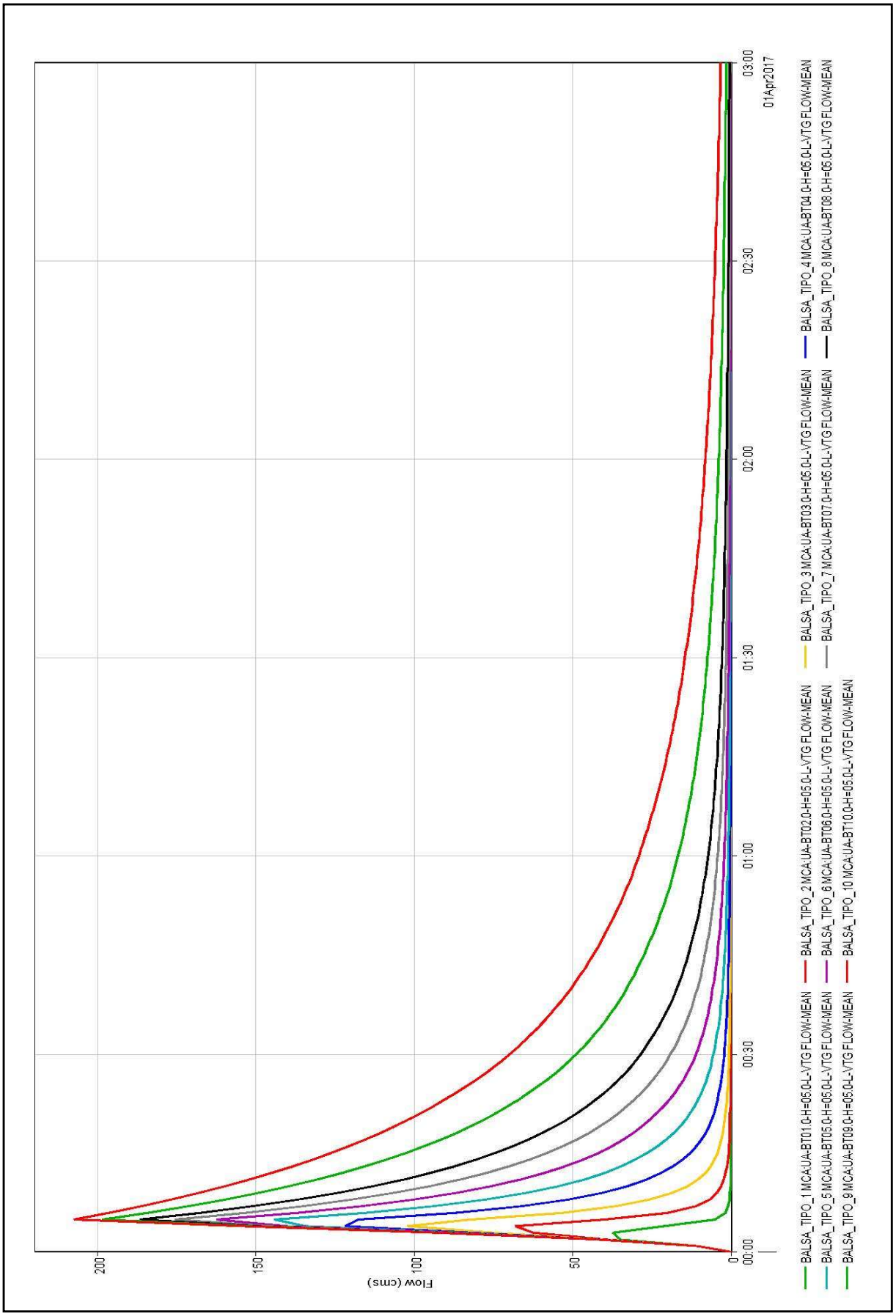
Características de las balsas sintéticas. CONJUNTO BALSAS Hw=05.00 m.

ESTUDIO COMPARATIVO DE LA VARIABILIDAD DEL HIDROGRAMA DE VERTIDO EN FUNCIÓN DE LA CARGA DE AGUA MOVILIZABLE (Hw) APLICACIÓN FÓRMULA GUIA ESPAÑOLA



Características de las balsas sintéticas. CONJUNTO BALSAS Hw=05.00 m.

ESTUDIO COMPARATIVO DE LA VARIABILIDAD DEL HIDROGRAMA DE VERTIDO EN FUNCIÓN DE LA CARGA DE AGUA MOVILIZABLE (Hw) APLICACIÓN FÓRMULA VTG

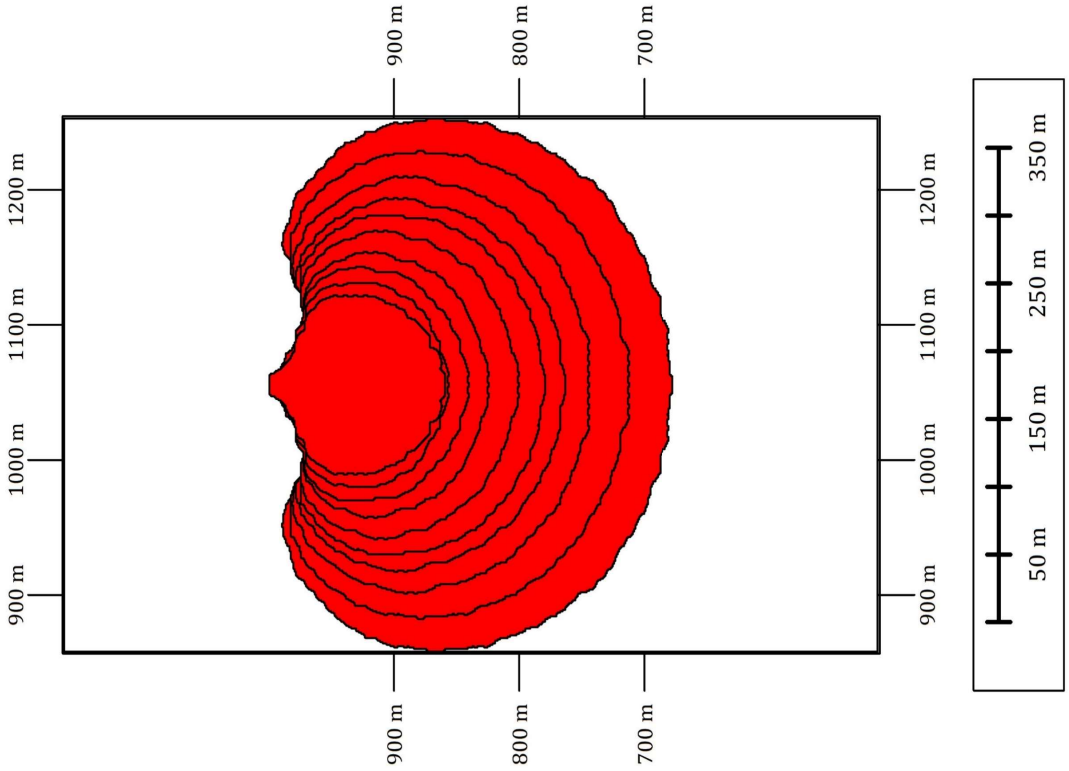


ESTUDIO DEL BUFFER

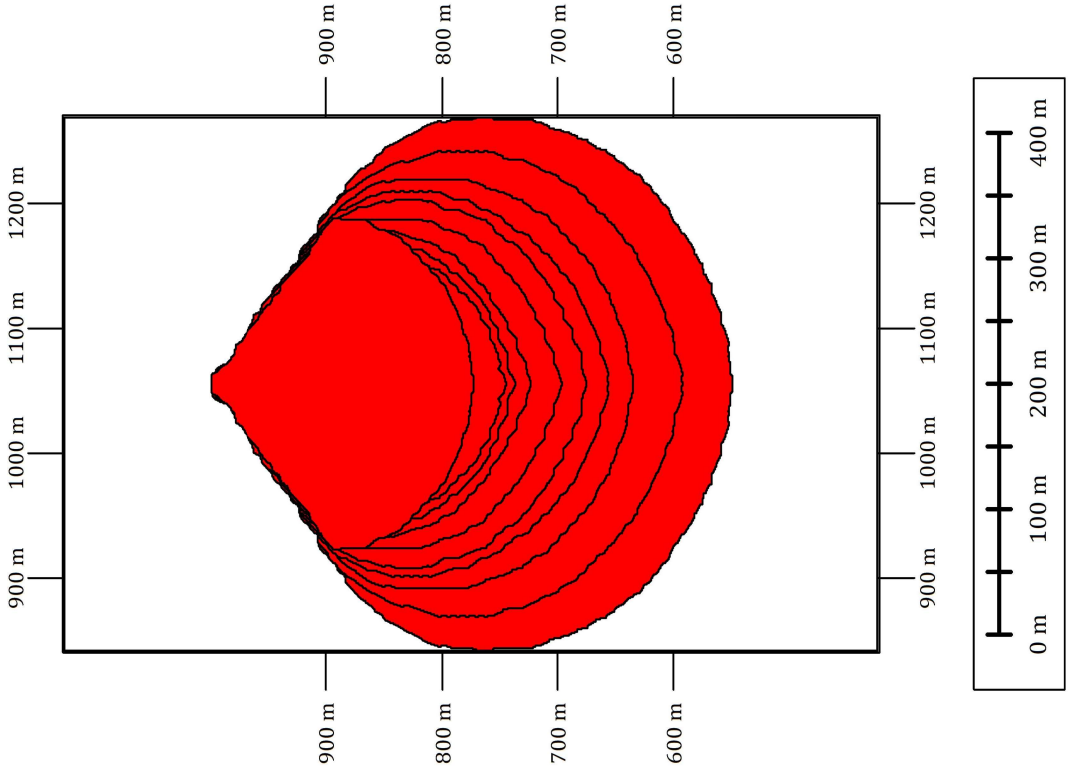
Características de las balsas sintéticas. BALSAS TIPO

COMPORTAMIENTO HIDRÁULICO DEL CONJUNTO DE BALSAS DE H=10.00 m. TRAS EL COLAPSO. VARIACIÓN DEL ÁREA DE MÁXIMA PELIGROSIDAD EN f(i,n) EN LA ZONA INMEDIATA A LA BALSA. BUFFER"(P0.00%/n0.025/n0.050) "

En las figuras se muestran los máximos alcances de cada una de las balsas, superponiendo las 10 áreas, siendo la máxima la BT10 y la mínima la BT01.



PENDIENTE (i%) =0.00
RUGOSIDAD MANNING (n)=0.050

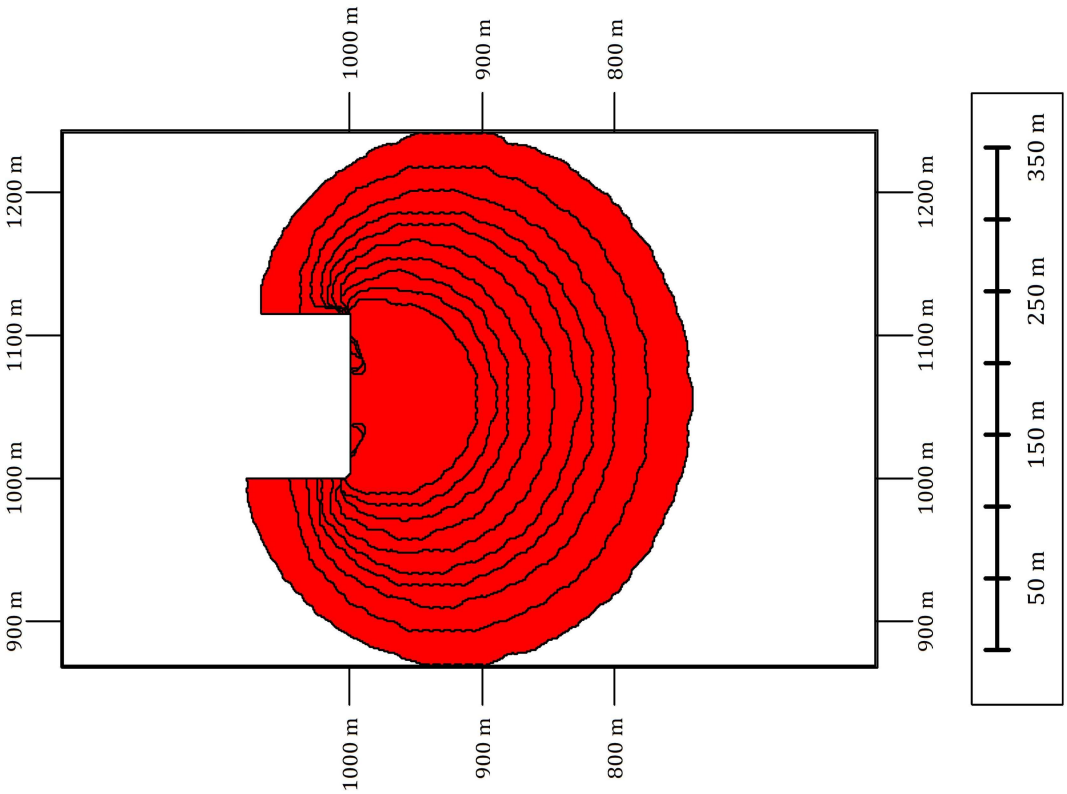


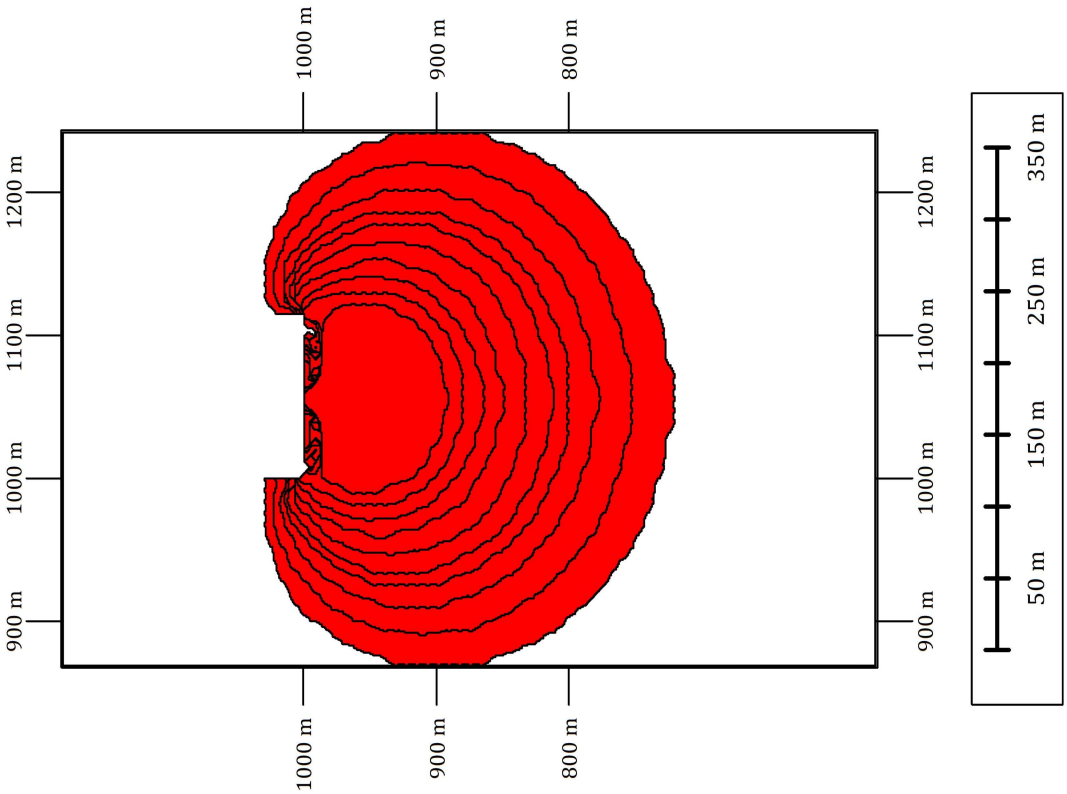
PENDIENTE (i%) =0.00
RUGOSIDAD MANNING (n)=0.025

Características de las balsas sintéticas. BALSAS TIPO

COMPORTAMIENTO HIDRÁULICO DEL CONJUNTO DE BALSAS DE H=10.00 m. TRAS EL COLAPSO. VARIACIÓN DEL ÁREA DE MÁXIMA PELIGROSIDAD EN f(i,n) EN LA ZONA INMEDIATA A LA BALSA. "BUFFER"(P0.00%/n0.075/n0.100)

En las figuras se muestran los máximos alcances de cada una de las balsas, superponiendo las 10 áreas, siendo la máxima la BT10 y la mínima la BT01.

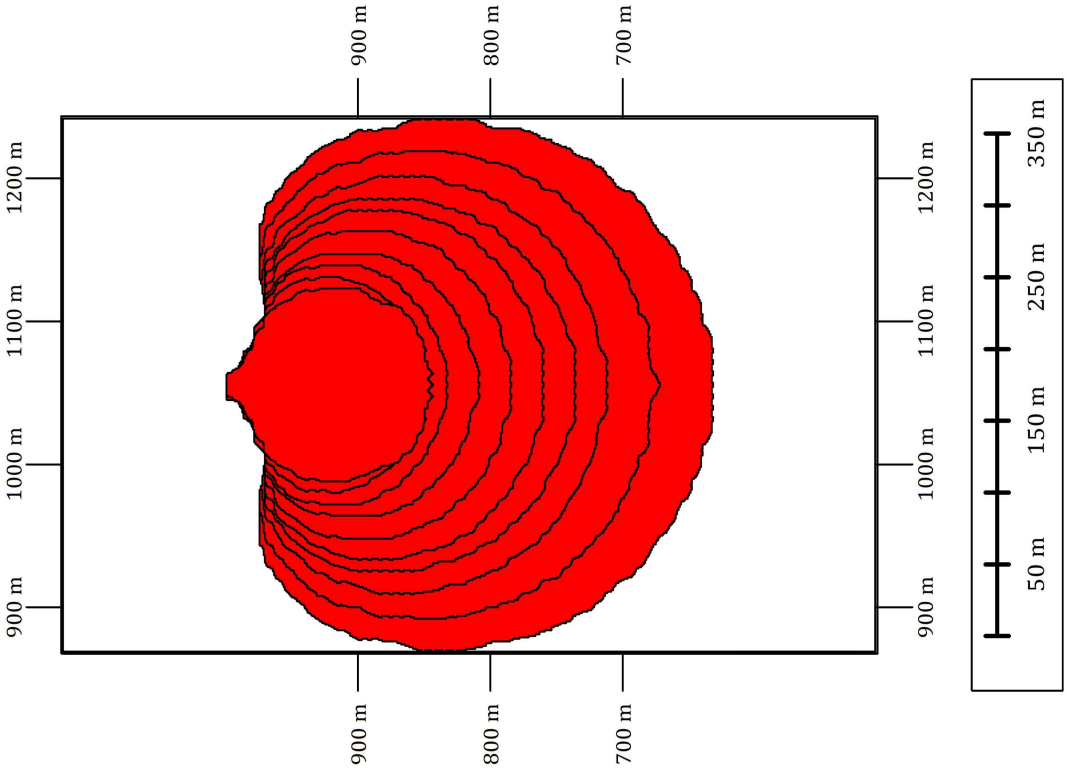




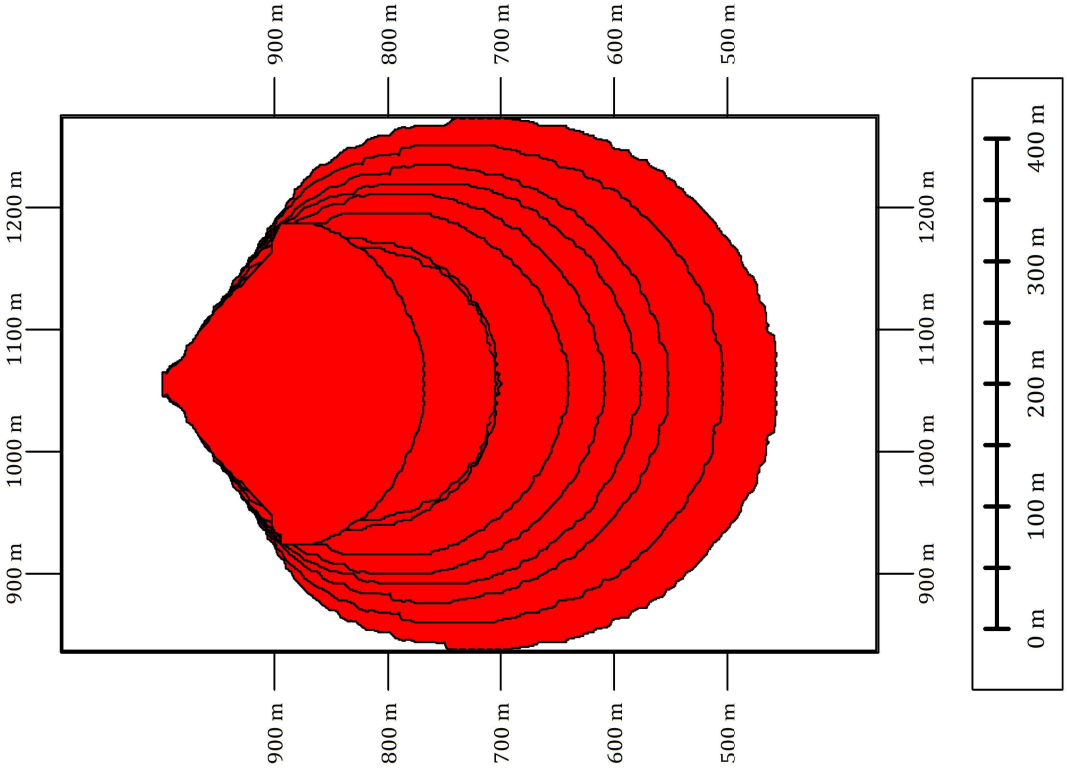
Características de las balsas sintéticas. BALSAS TIPO

COMPORTAMIENTO HIDRÁULICO DEL CONJUNTO DE BALSAS DE H=10.00 m. TRAS EL COLAPSO. VARIACIÓN DEL ÁREA DE MÁXIMA PELIGROSIDAD EN f(i,n) EN LA ZONA INMEDIATA A LA BALSA. "BUFFER"(P0.10%/n0.025/n0.050)

En las figuras se muestran los máximos alcances de cada una de las balsas, superponiendo las 10 áreas, siendo la máxima la BT10 y la mínima la BT01.



PENDIENTE (i%) =0.10
RUGOSIDAD MANNING (n)=0.050

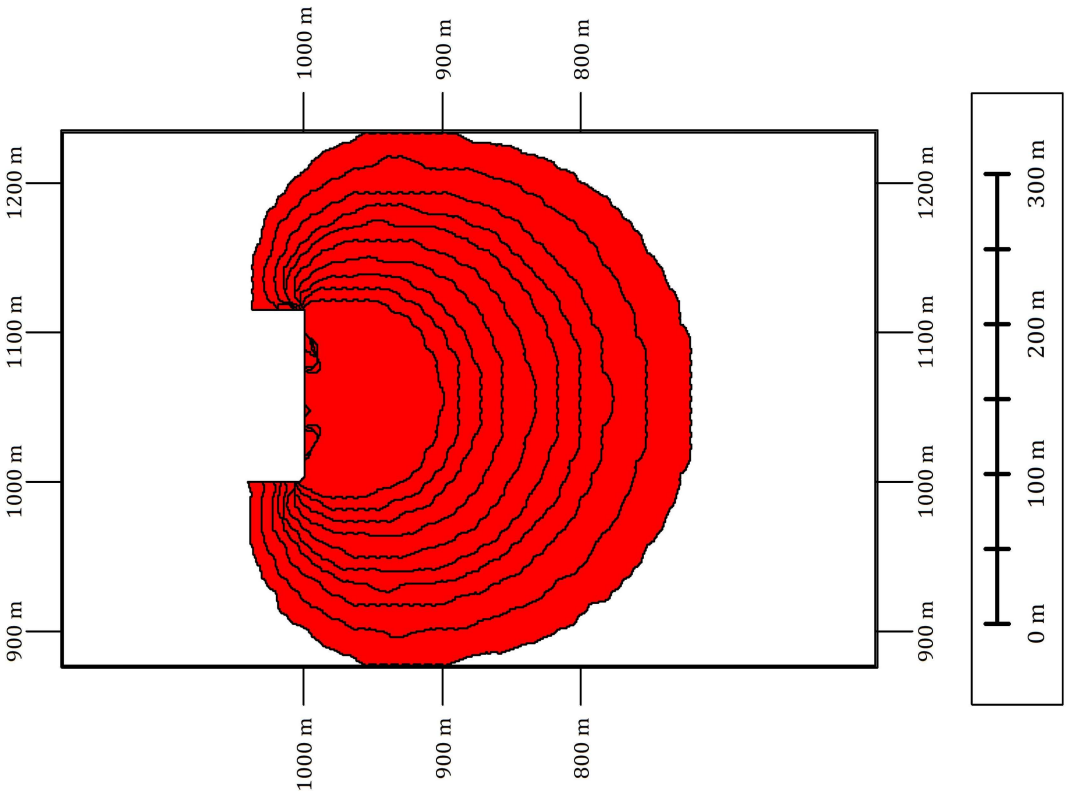


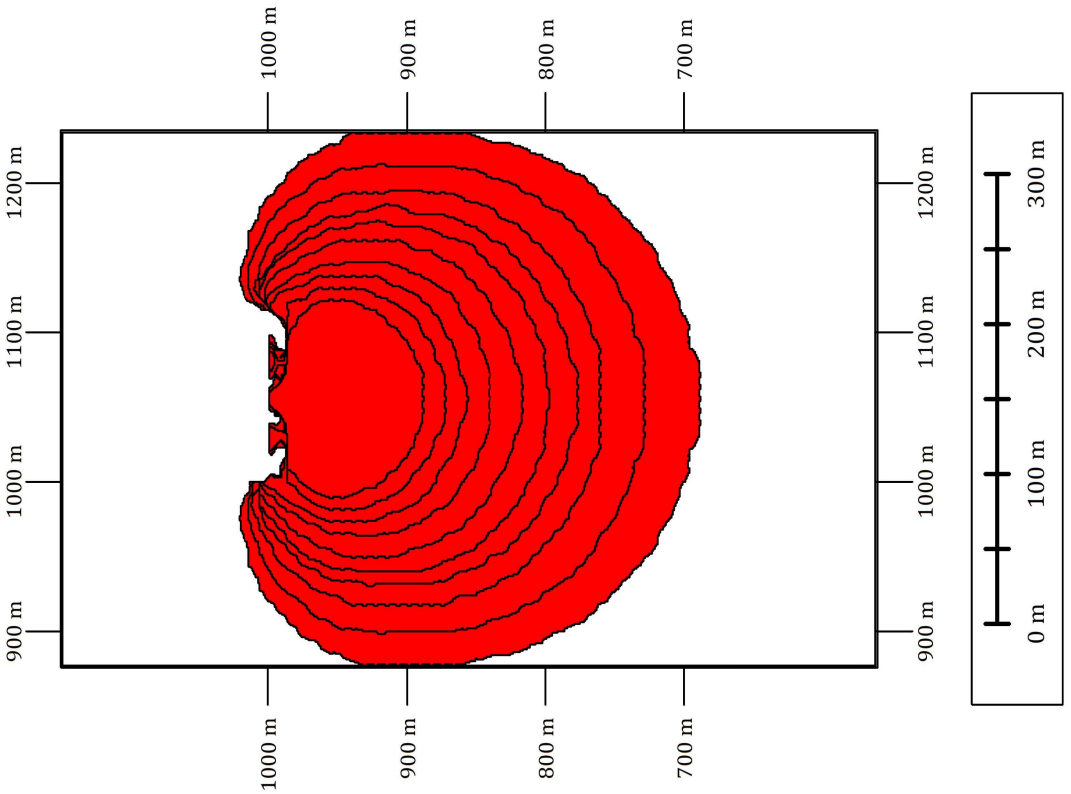
PENDIENTE (i%) =0.10
RUGOSIDAD MANNING (n)=0.025

Características de las balsas sintéticas. BALSAS TIPO

COMPORTAMIENTO HIDRÁULICO DEL CONJUNTO DE BALSAS DE H=10.00 m. TRAS EL COLAPSO. VARIACIÓN DEL ÁREA DE MÁXIMA PELIGROSIDAD EN f(i,n) EN LA ZONA INMEDIATA A LA BALSA. "BUFFER"(P0.10%/n0.075/n0.100)

En las figuras se muestran los máximos alcances de cada una de las balsas, superponiendo las 10 áreas, siendo la máxima la BT10 y la mínima la BT01.

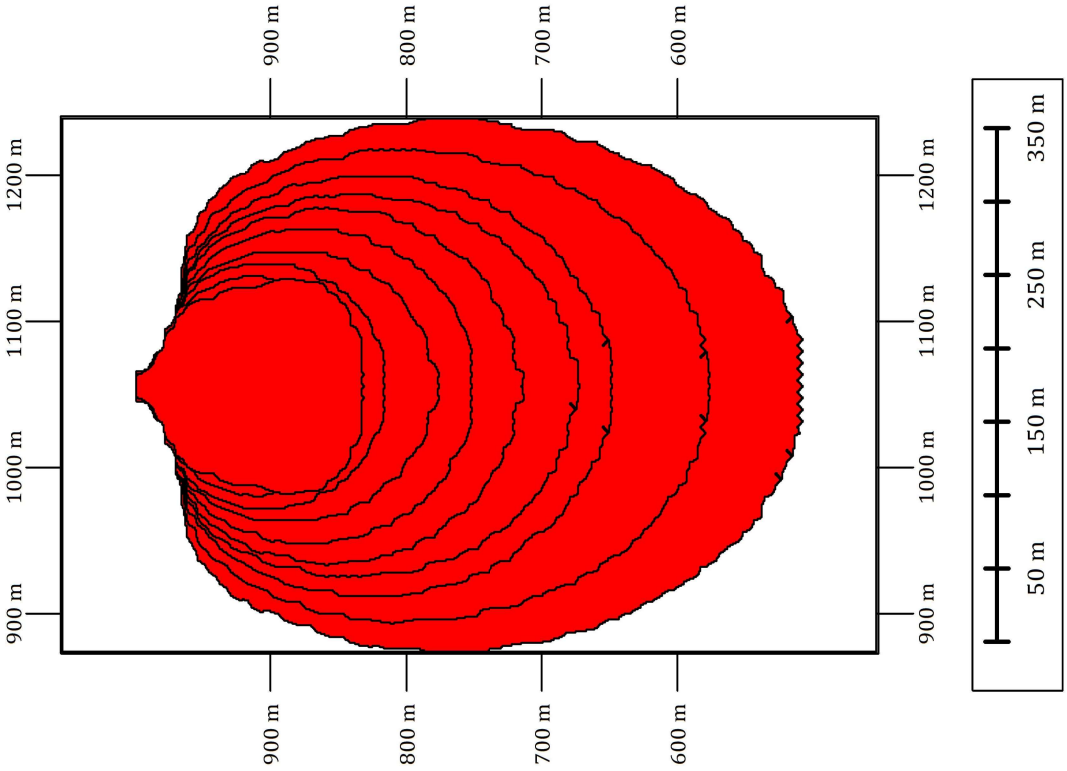




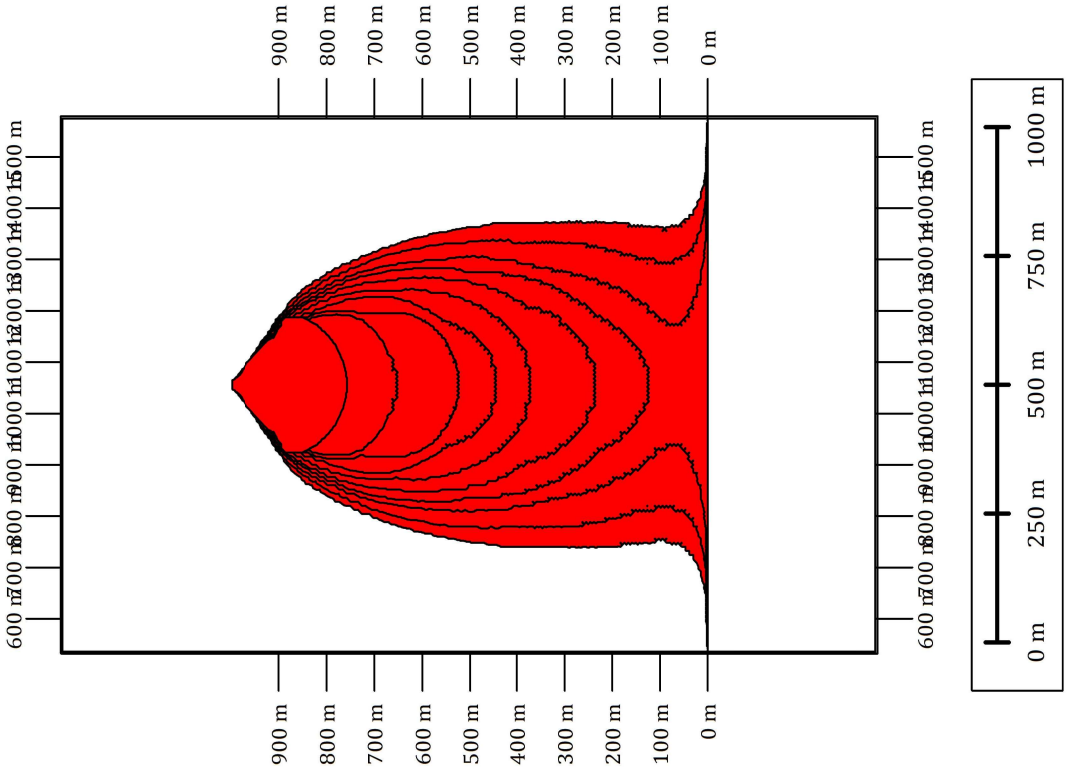
Características de las balsas sintéticas. BALSAS TIPO

COMPORTAMIENTO HIDRÁULICO DEL CONJUNTO DE BALSAS DE H=10.00 m. TRAS EL COLAPSO. VARIACIÓN DEL ÁREA DE MÁXIMA PELIGROSIDAD EN f(i,n) EN LA ZONA INMEDIATA A LA BALSA. "BUFFER"(P0.25%/n0.025/n0.050)

En las figuras se muestran los máximos alcances de cada una de las balsas, superponiendo las 10 áreas, siendo la máxima la BT10 y la mínima la BT01.



PENDIENTE (i%) =0.25
RUGOSIDAD MANNING (n)=0.050

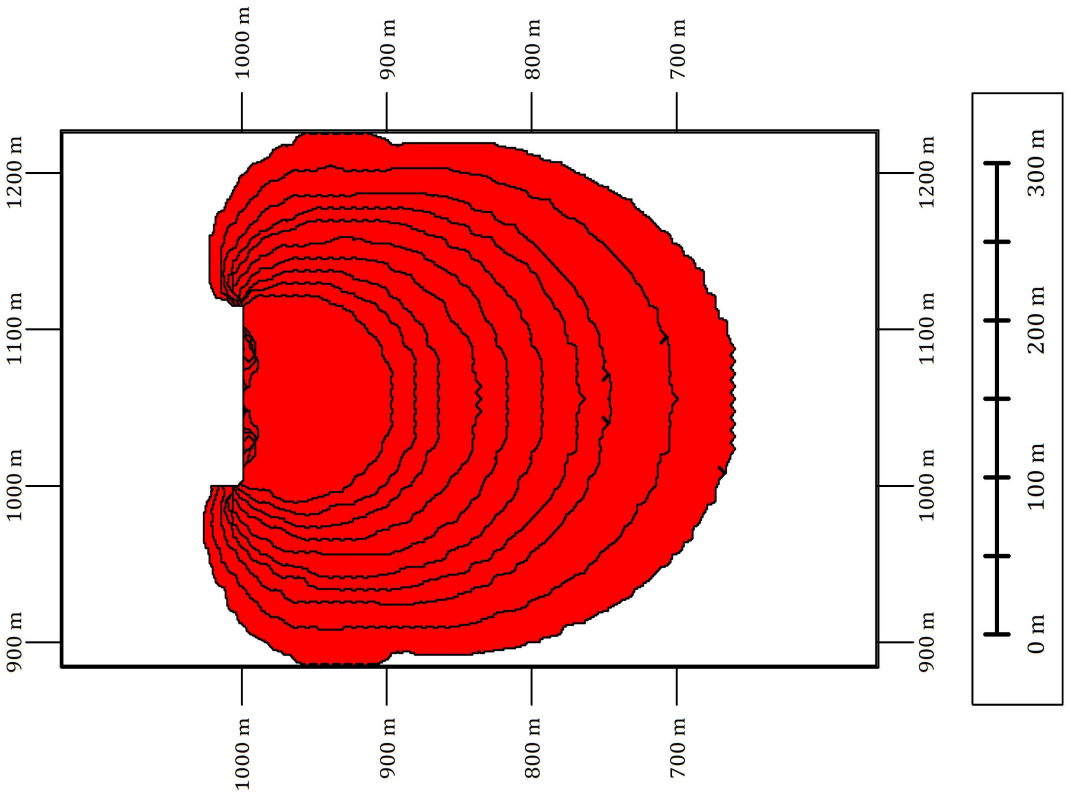


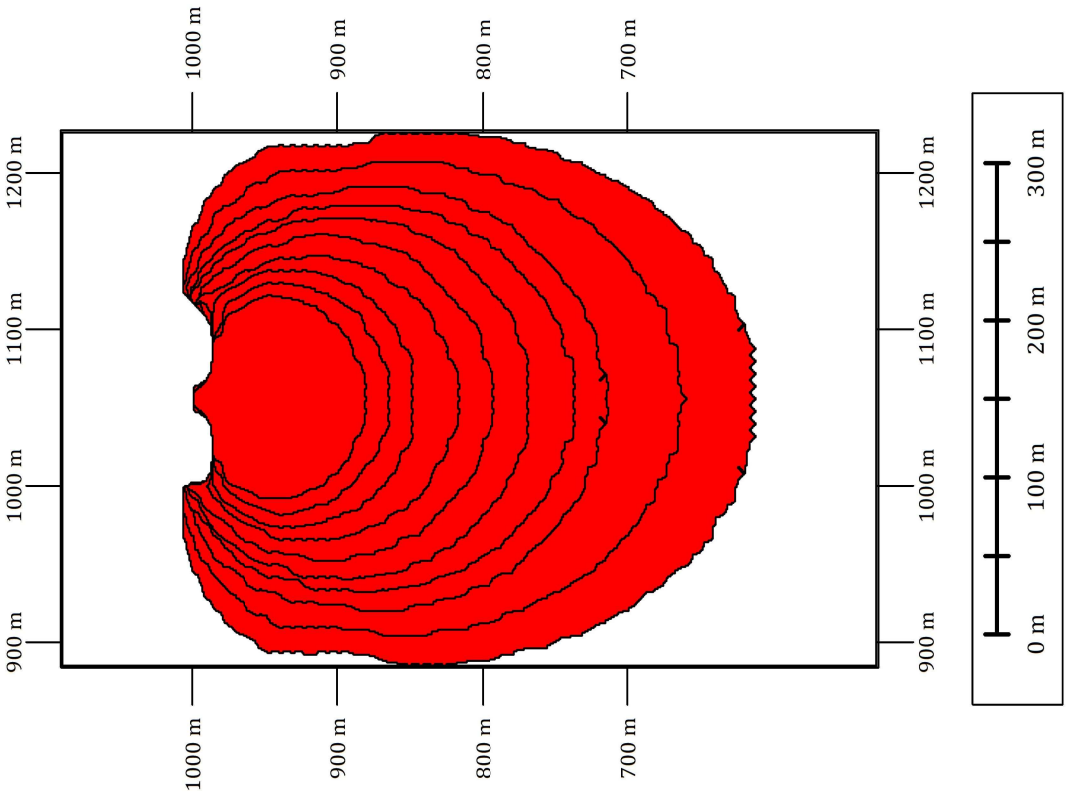
PENDIENTE (i%) =0.25
RUGOSIDAD MANNING (n)=0.025

Características de las balsas sintéticas. BALSAS TIPO

COMPORTAMIENTO HIDRÁULICO DEL CONJUNTO DE BALSAS DE H=10.00 m. TRAS EL COLAPSO. VARIACIÓN DEL ÁREA DE MÁXIMA PELIGROSIDAD EN f(i,n) EN LA ZONA INMEDIATA A LA BALSA. "BUFFER"(P0.25%/n0.075/n0.100)

En las figuras se muestran los máximos alcances de cada una de las balsas, superponiendo las 10 áreas, siendo la máxima la BT10 y la mínima la BT01.

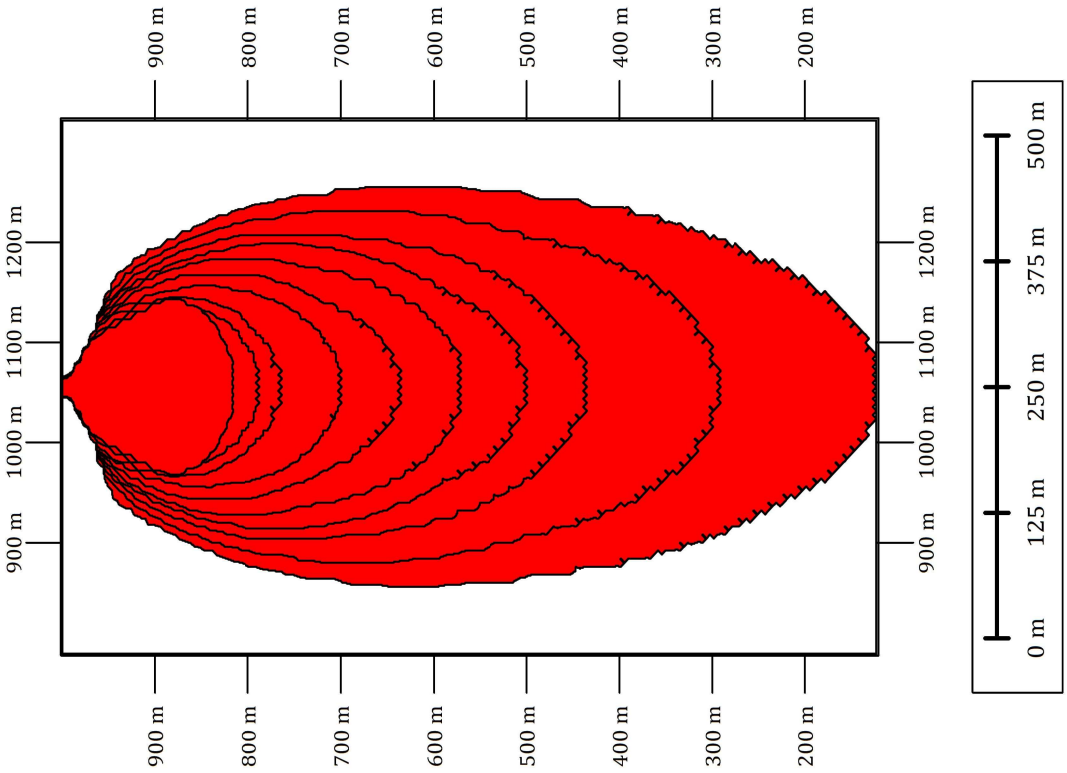




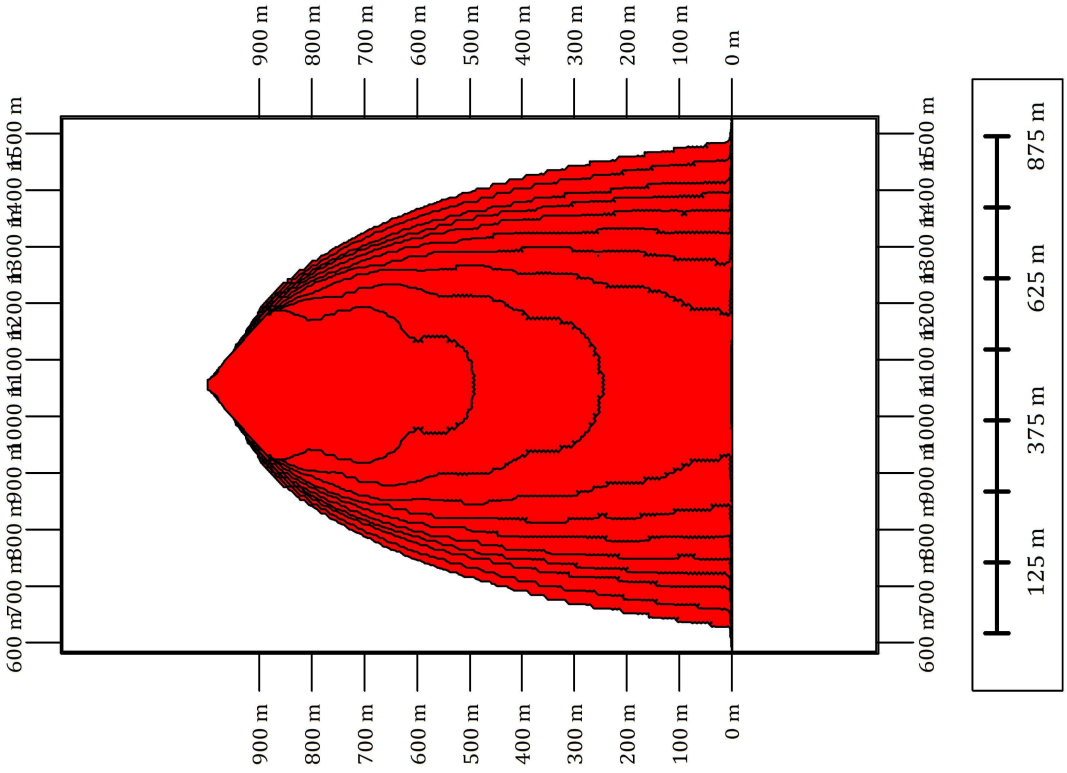
Características de las balsas sintéticas. BALSAS TIPO

COMPORTAMIENTO HIDRÁULICO DEL CONJUNTO DE BALSAS DE H=10.00 m. TRAS EL COLAPSO. VARIACIÓN DEL ÁREA DE MÁXIMA PELIGROSIDAD EN f(i,n) EN LA ZONA INMEDIATA A LA BALSA. "BUFFER"(P0.50%/n0.025/n0.050)

En las figuras se muestran los máximos alcances de cada una de las balsas, superponiendo las 10 áreas, siendo la máxima la BT10 y la mínima la BT01.



PENDIENTE (i%) =0.50
RUGOSIDAD MANNING (n)=0.050

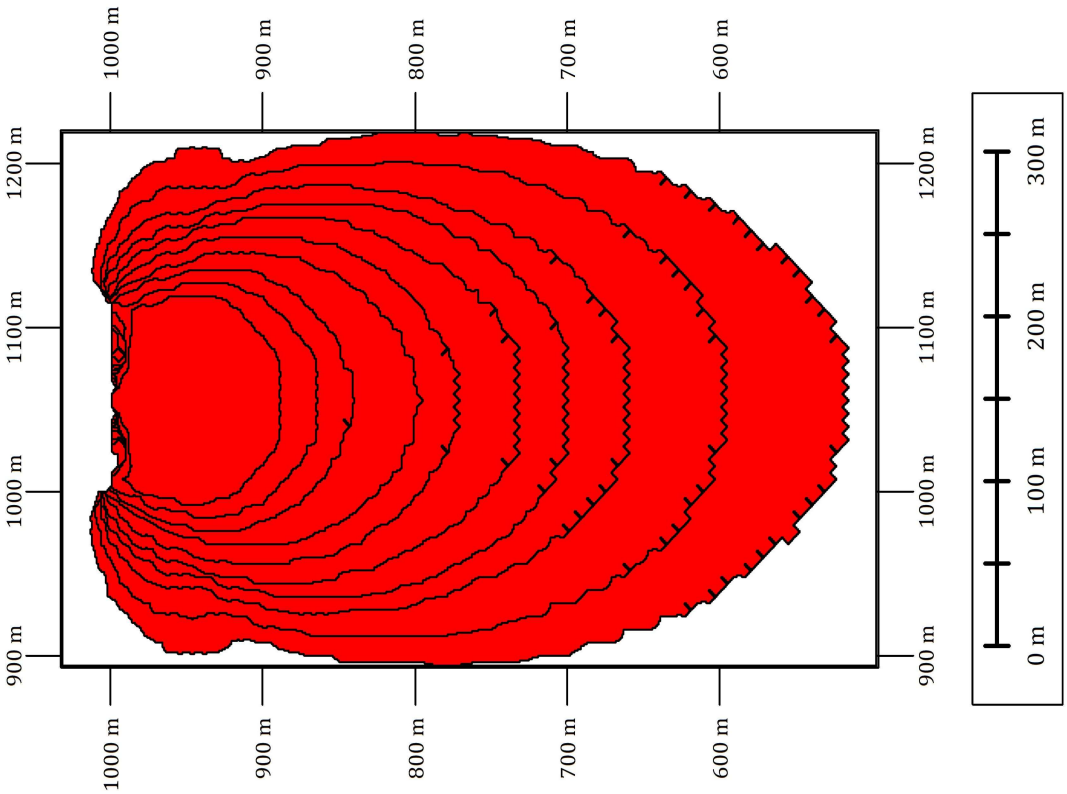


PENDIENTE (i%) =0.50
RUGOSIDAD MANNING (n)=0.025

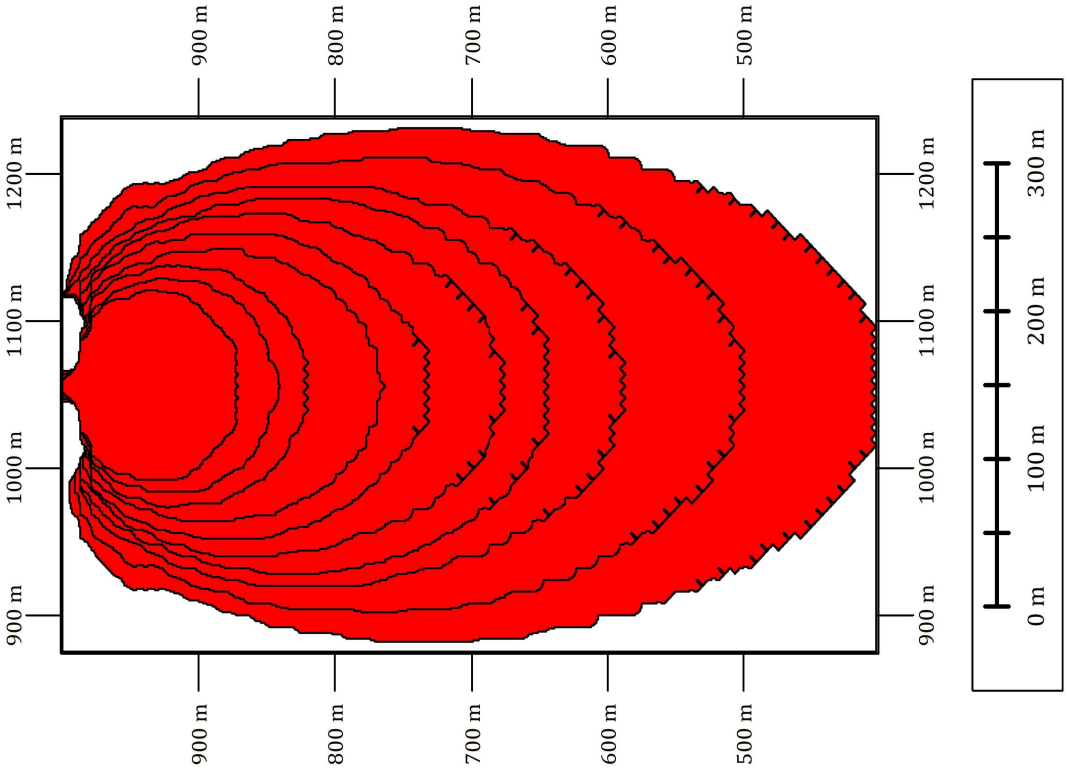
Características de las balsas sintéticas. BALSAS TIPO

COMPORTAMIENTO HIDRÁULICO DEL CONJUNTO DE BALSAS DE H=10.00 m. TRAS EL COLAPSO. VARIACIÓN DEL ÁREA DE MÁXIMA PELIGROSIDAD EN f(i,n) EN LA ZONA INMEDIATA A LA BALSA. "BUFFER"(P0.50%/n0.075/n0.100)

En las figuras se muestran los máximos alcances de cada una de las balsas, superponiendo las 10 áreas, siendo la máxima la BT10 y la mínima la BT01.



PENDIENTE (i%) =0.50
RUGOSIDAD MANNING (n)=0.100

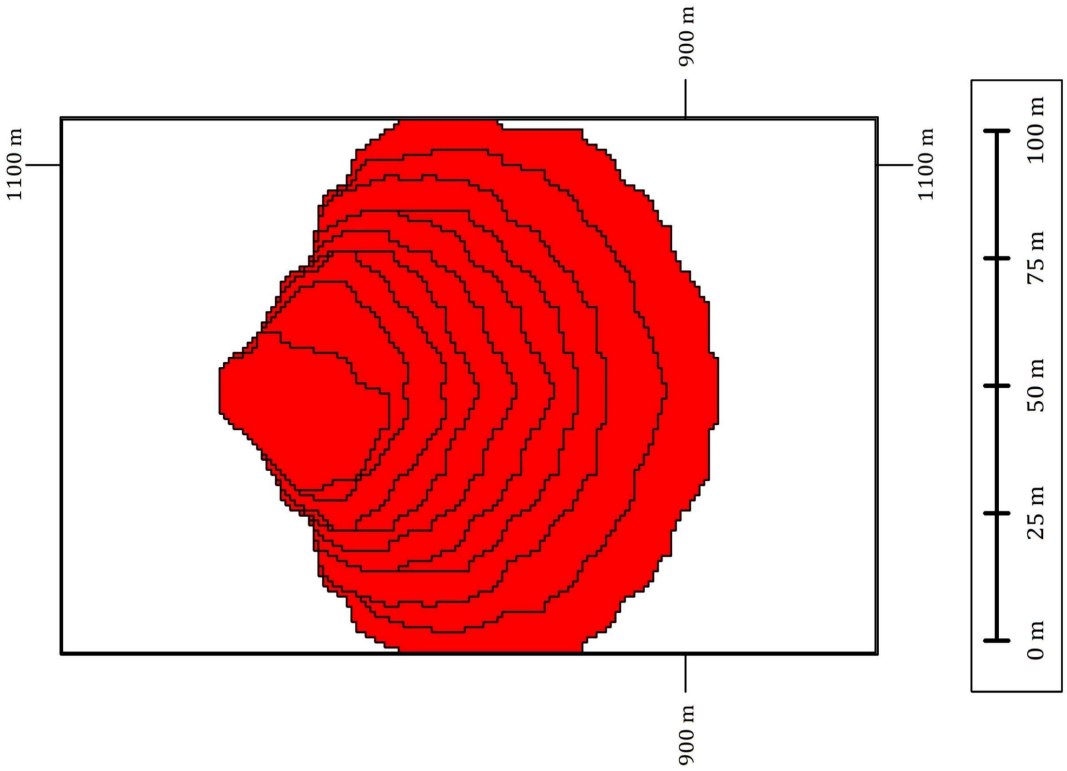


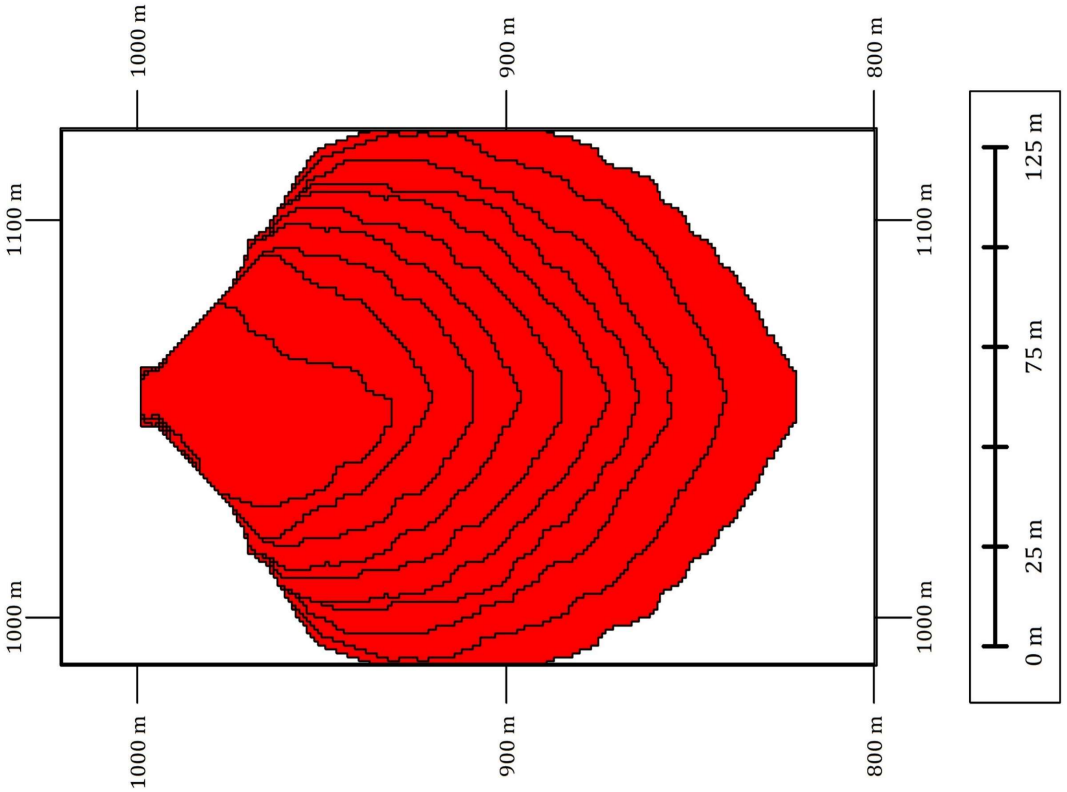
PENDIENTE (i%) =0.50
RUGOSIDAD MANNING (n)=0.075

Características de las balsas sintéticas. BALSAS TIPO

COMPORTAMIENTO HIDRÁULICO DEL CONJUNTO DE BALSAS DE H=05.00 m. TRAS EL COLAPSO. VARIACIÓN DEL ÁREA DE MÁXIMA PELIGROSIDAD EN f(i,n) EN LA ZONA INMEDIATA A LA BALSA. "BUFFER"(P0.00%/n0.025/n0.050)

En las figuras se muestran los máximos alcances de cada una de las balsas, superponiendo las 10 áreas, siendo la máxima la BT10 y la mínima la BT01.

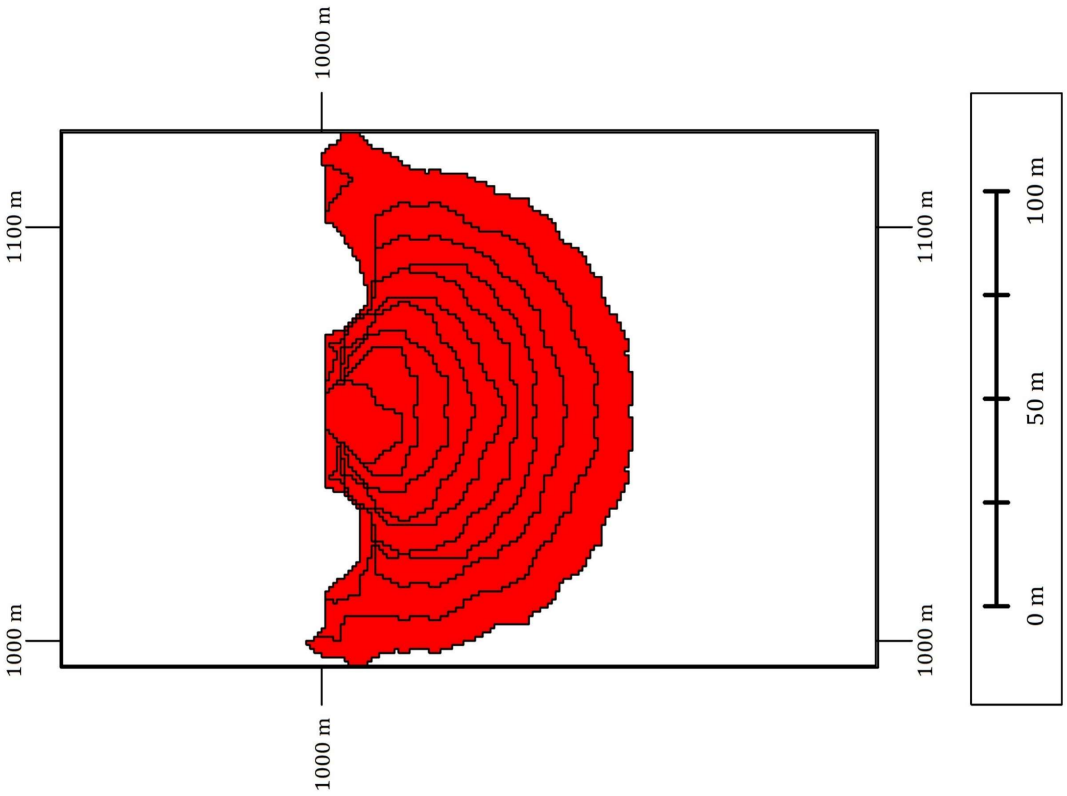




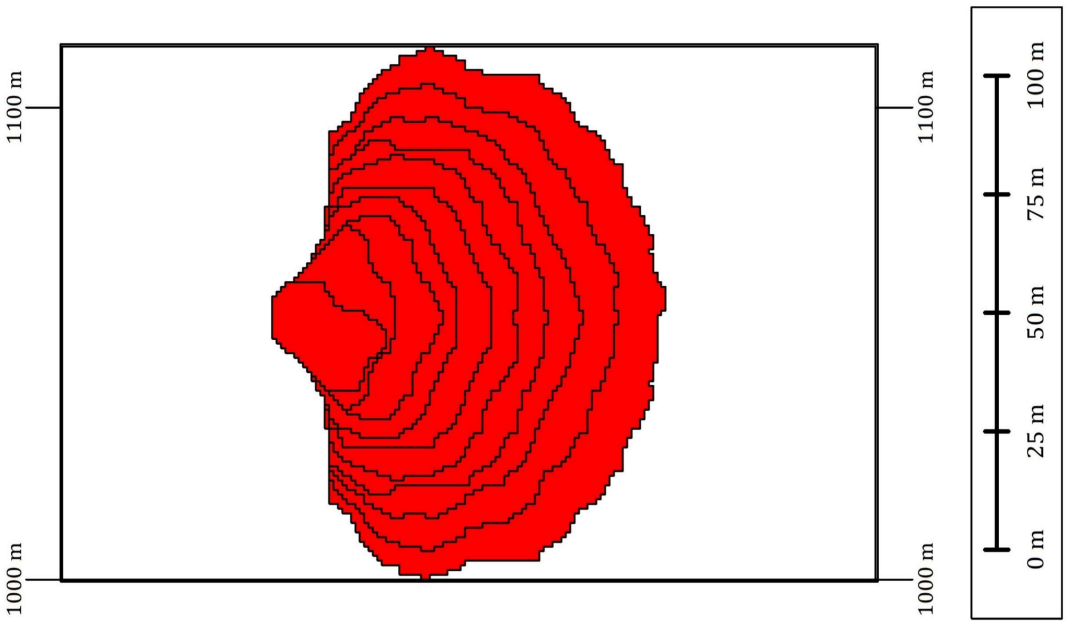
Características de las balsas sintéticas. BALSAS TIPO

COMPORTAMIENTO HIDRÁULICO DEL CONJUNTO DE BALSAS DE H=05.00 m. TRAS EL COLAPSO. VARIACIÓN DEL ÁREA DE MÁXIMA PELIGROSIDAD EN f(i,n) EN LA ZONA INMEDIATA A LA BALSA. "BUFFER"(P0.00%/n0.075/n0.100)

En las figuras se muestran los máximos alcances de cada una de las balsas, superponiendo las 10 áreas, siendo la máxima la BT10 y la mínima la BT01.



PENDIENTE (i%) =0.00
RUGOSIDAD MANNING (n)=0.100

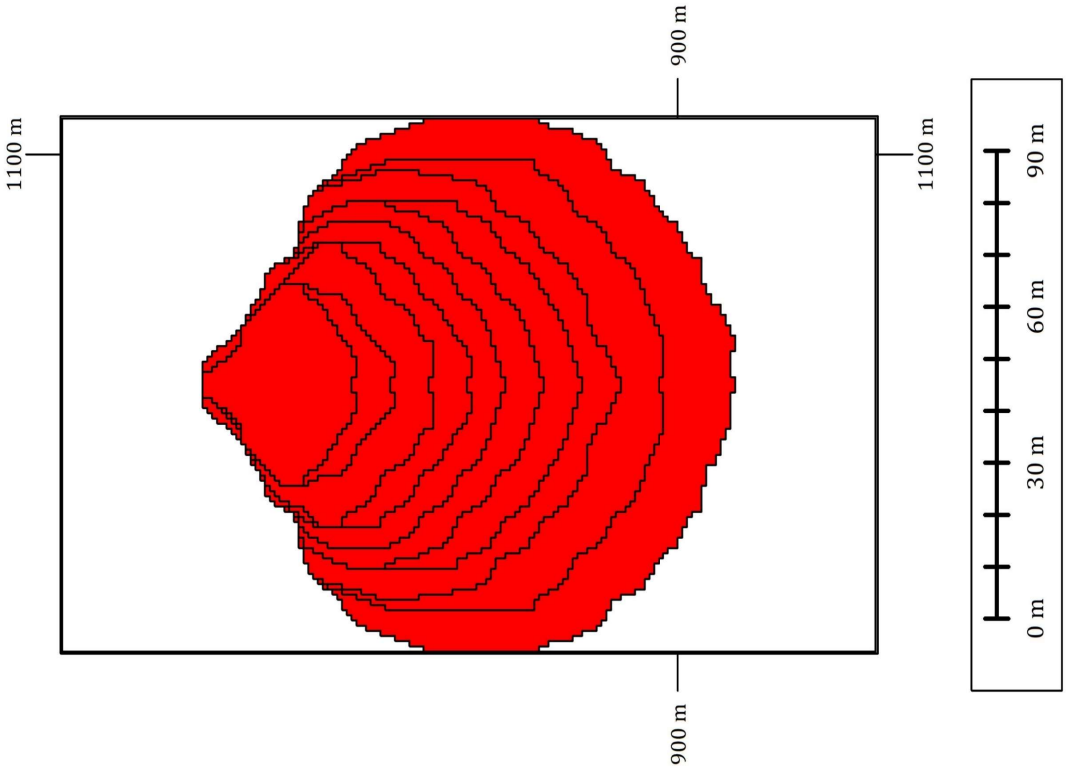


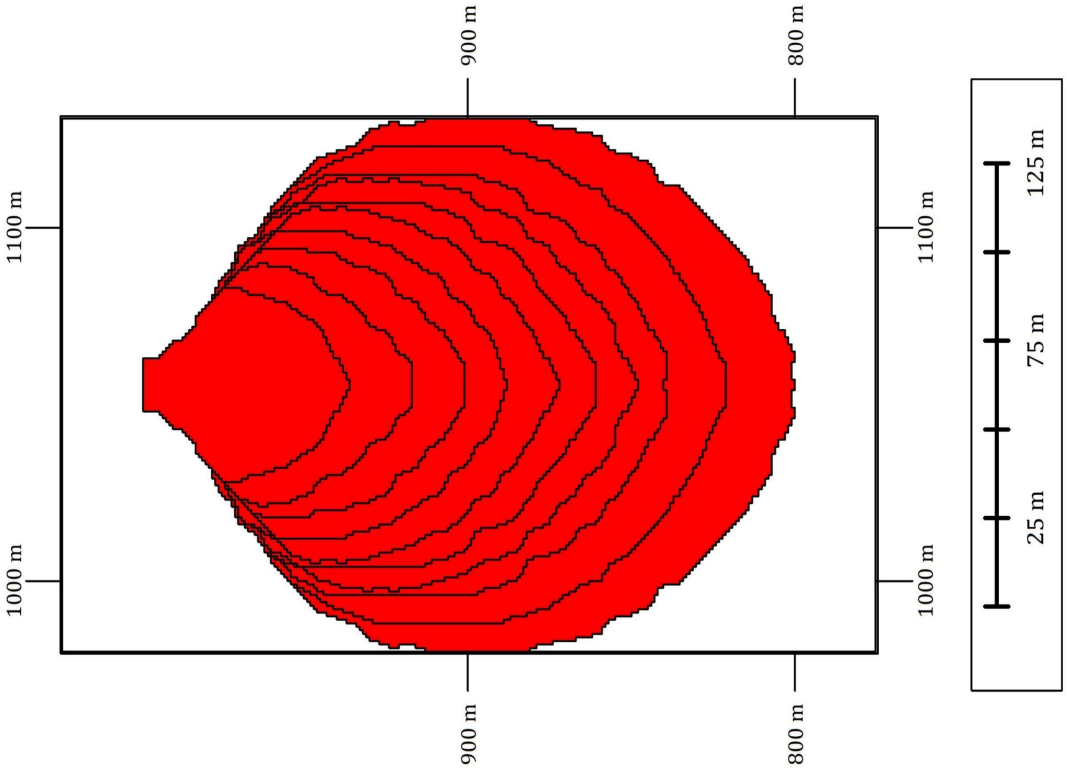
PENDIENTE (i%) =0.00
RUGOSIDAD MANNING (n)=0.075

Características de las balsas sintéticas. BALSAS TIPO

COMPORTAMIENTO HIDRÁULICO DEL CONJUNTO DE BALSAS DE H=05.00 m. TRAS EL COLAPSO. VARIACIÓN DEL ÁREA DE MÁXIMA PELIGROSIDAD EN f(i,n) EN LA ZONA INMEDIATA A LA BALSA. "BUFFER"(P0.10%/n0.025/n0.050)

En las figuras se muestran los máximos alcances de cada una de las balsas, superponiendo las 10 áreas, siendo la máxima la BT10 y la mínima la BT01.

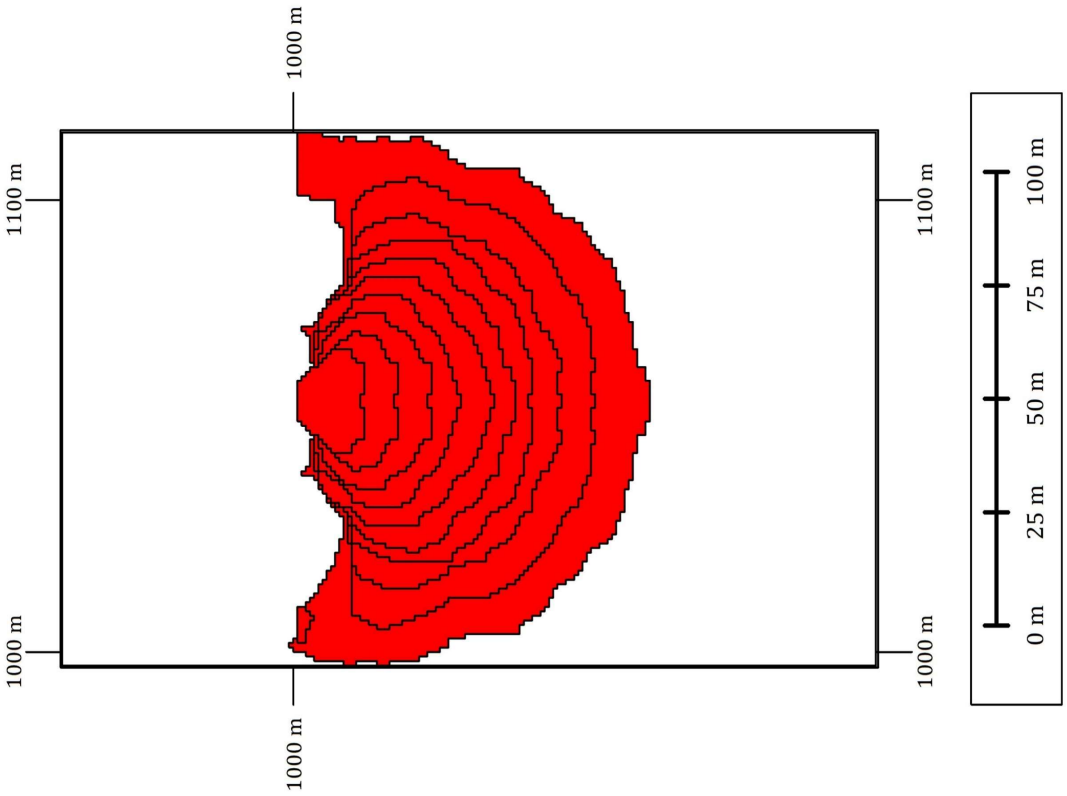


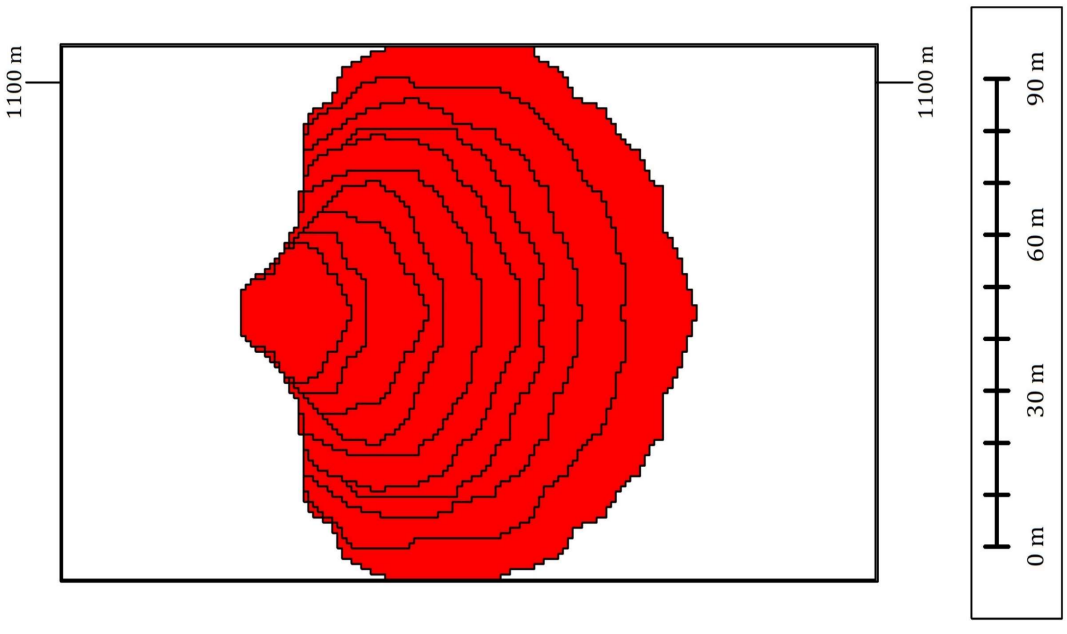


Características de las balsas sintéticas. BALSAS TIPO

COMPORTAMIENTO HIDRÁULICO DEL CONJUNTO DE BALSAS DE H=05.00 m. TRAS EL COLAPSO. VARIACIÓN DEL ÁREA DE MÁXIMA PELIGROSIDAD EN f(i,n) EN LA ZONA INMEDIATA A LA BALSA. "BUFFER"(P0.10%/n0.075/n0.100)

En las figuras se muestran los máximos alcances de cada una de las balsas, superponiendo las 10 áreas, siendo la máxima la BT10 y la mínima la BT01.

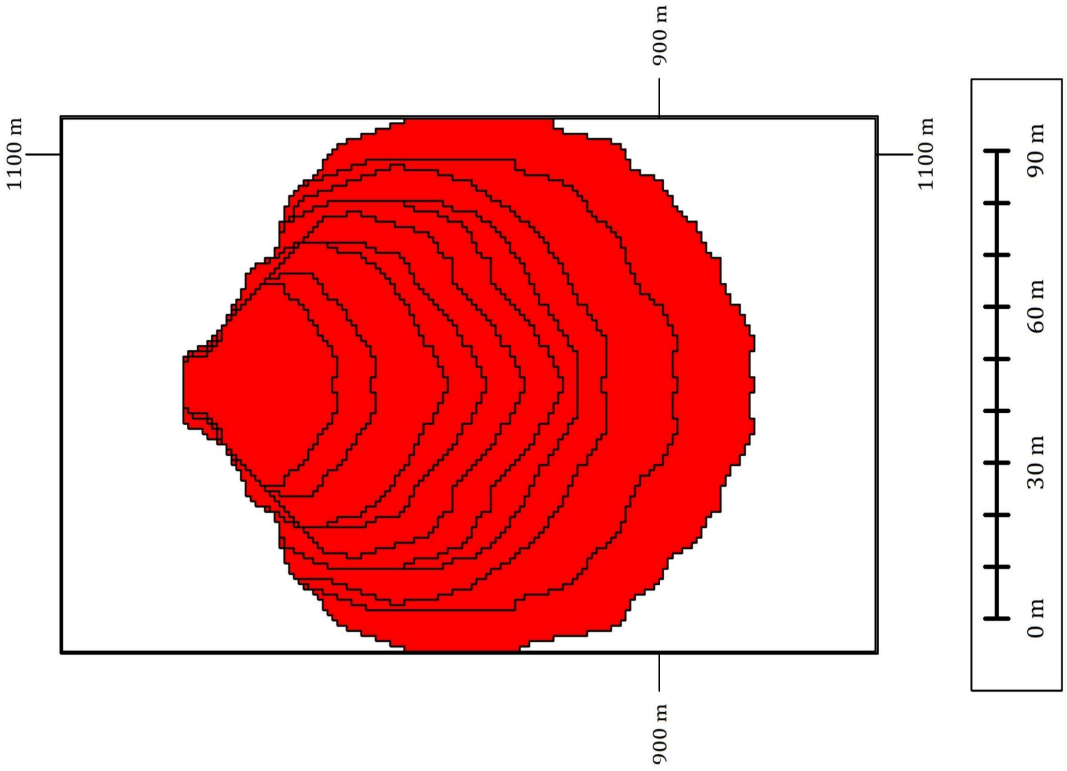


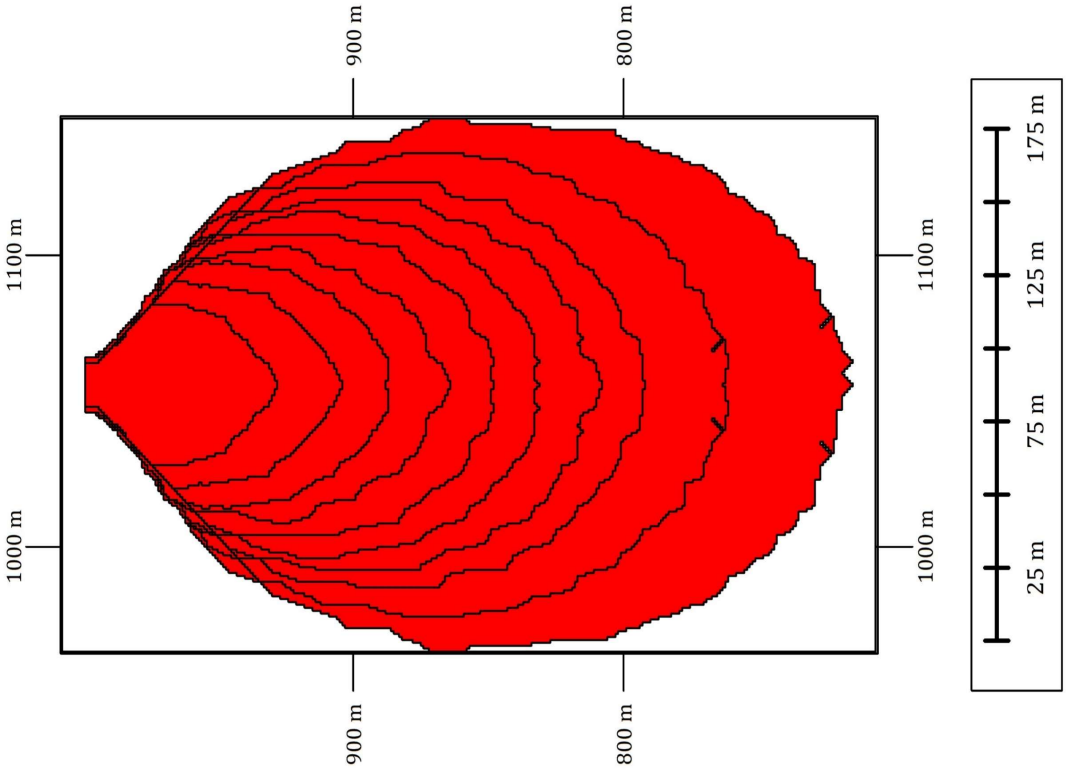


Características de las balsas sintéticas. BALSAS TIPO

COMPORTAMIENTO HIDRÁULICO DEL CONJUNTO DE BALSAS DE H=05.00 m. TRAS EL COLAPSO. VARIACIÓN DEL ÁREA DE MÁXIMA PELIGROSIDAD EN f(i,n) EN LA ZONA INMEDIATA A LA BALSA. "BUFFER"(P0.25%/n0.025/n0.050)

En las figuras se muestran los máximos alcances de cada una de las balsas, superponiendo las 10 áreas, siendo la máxima la BT10 y la mínima la BT01.

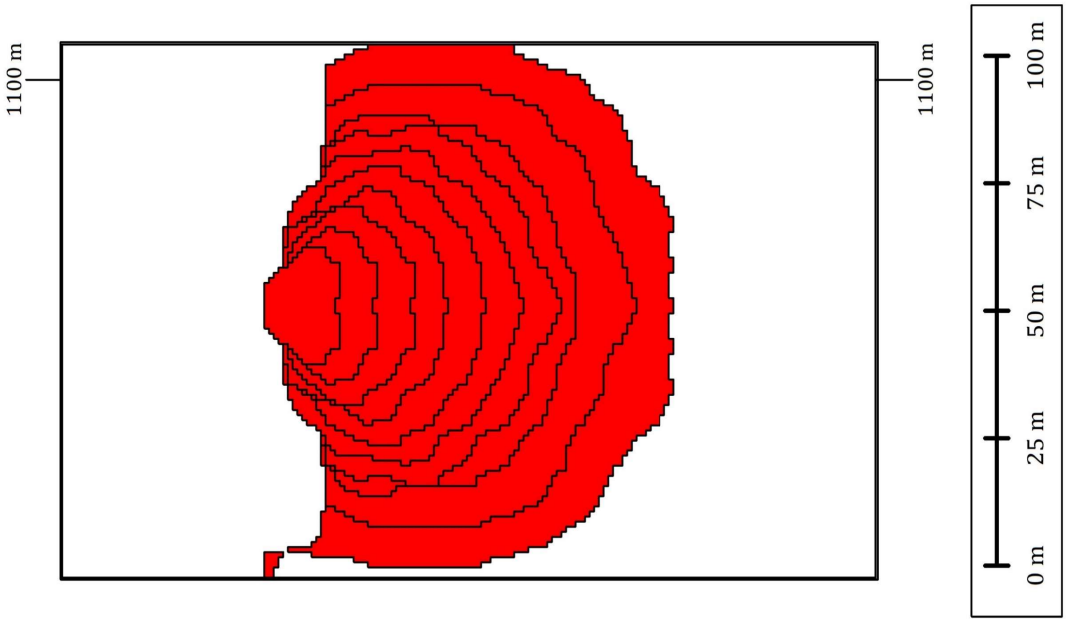




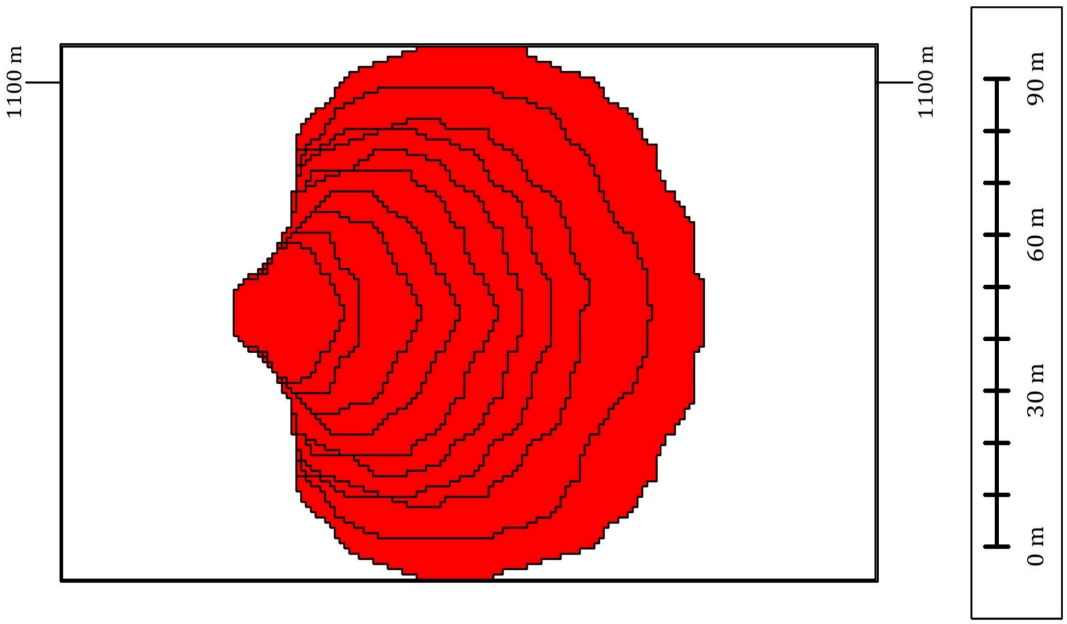
Características de las balsas sintéticas. BALSAS TIPO

COMPORTAMIENTO HIDRÁULICO DEL CONJUNTO DE BALSAS DE H=05.00 m. TRAS EL COLAPSO. VARIACIÓN DEL ÁREA DE MÁXIMA PELIGROSIDAD EN f(i,n) EN LA ZONA INMEDIATA A LA BALSA. "BUFFER"(P0.25%/n0.075/n0.100)

En las figuras se muestran los máximos alcances de cada una de las balsas, superponiendo las 10 áreas, siendo la máxima la BT10 y la mínima la BT01.



PENDIENTE (i%) =0.25
RUGOSIDAD MANNING (n)=0.100

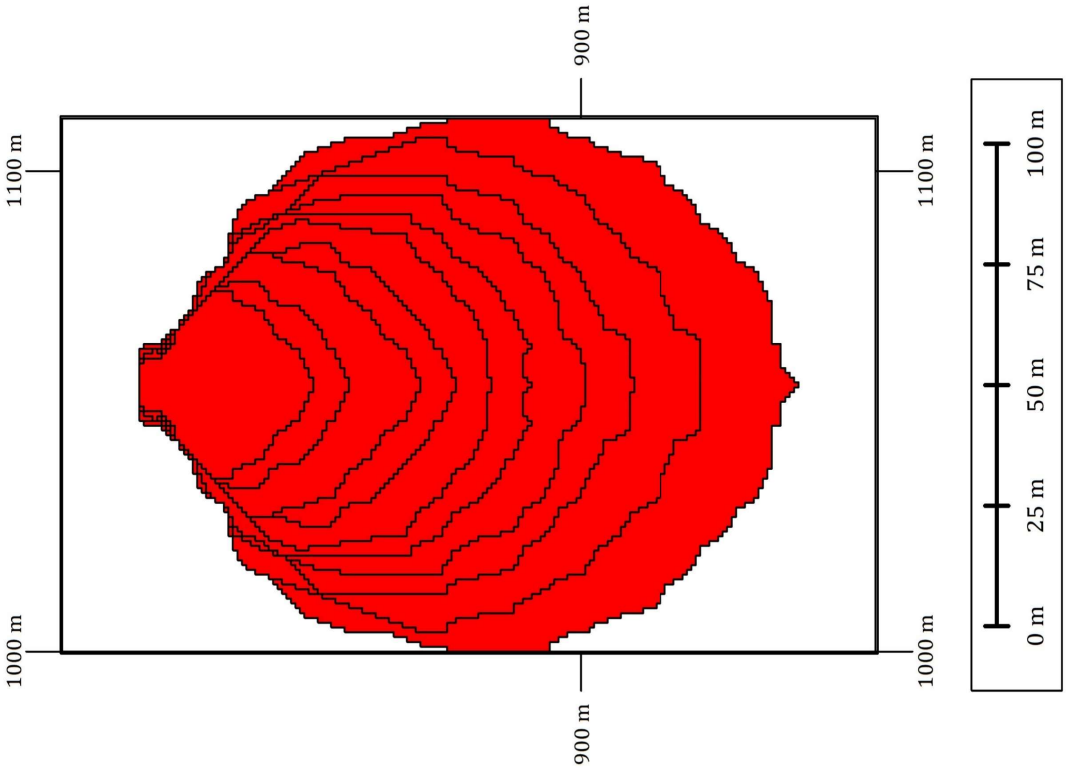


PENDIENTE (i%) =0.25
RUGOSIDAD MANNING (n)=0.075

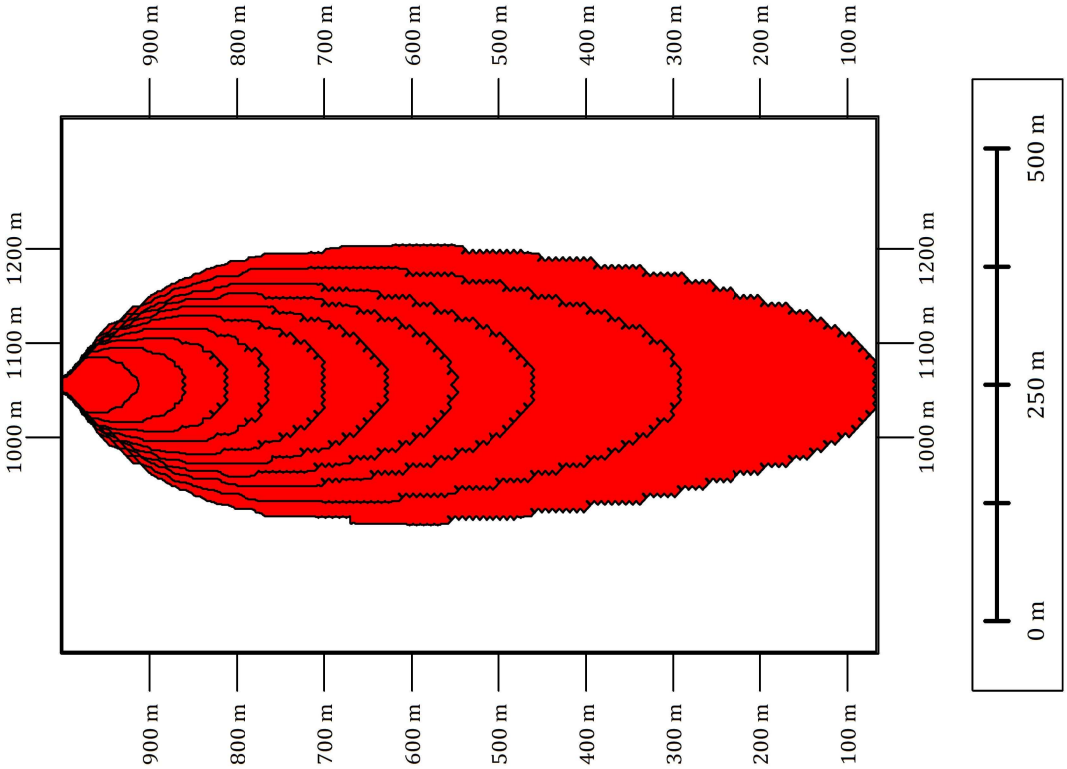
Características de las balsas sintéticas. BALSAS TIPO

COMPORTAMIENTO HIDRÁULICO DEL CONJUNTO DE BALSAS DE H=05.00 m. TRAS EL COLAPSO. VARIACIÓN DEL ÁREA DE MÁXIMA PELIGROSIDAD EN f(i,n) EN LA ZONA INMEDIATA A LA BALSA. "BUFFER"(P0.50%/n0.025/n0.050)

En las figuras se muestran los máximos alcances de cada una de las balsas, superponiendo las 10 áreas, siendo la máxima la BT10 y la mínima la BT01.



PENDIENTE (i%) =0.50
RUGOSIDAD MANNING (n)=0.050

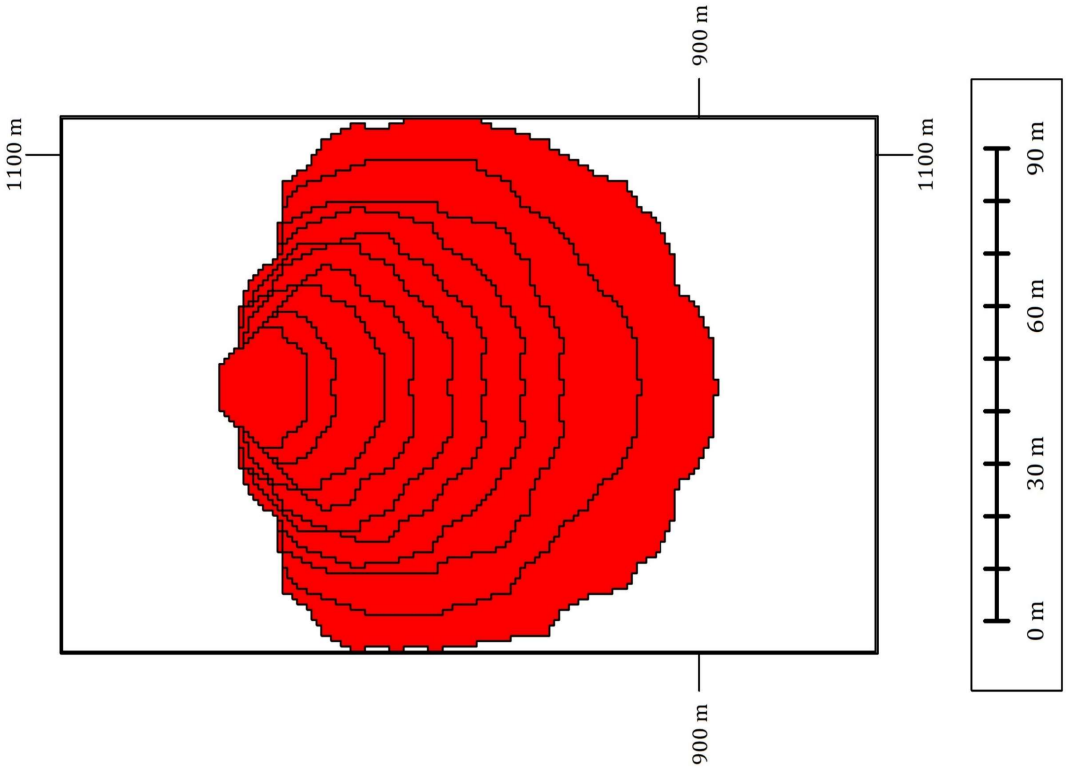


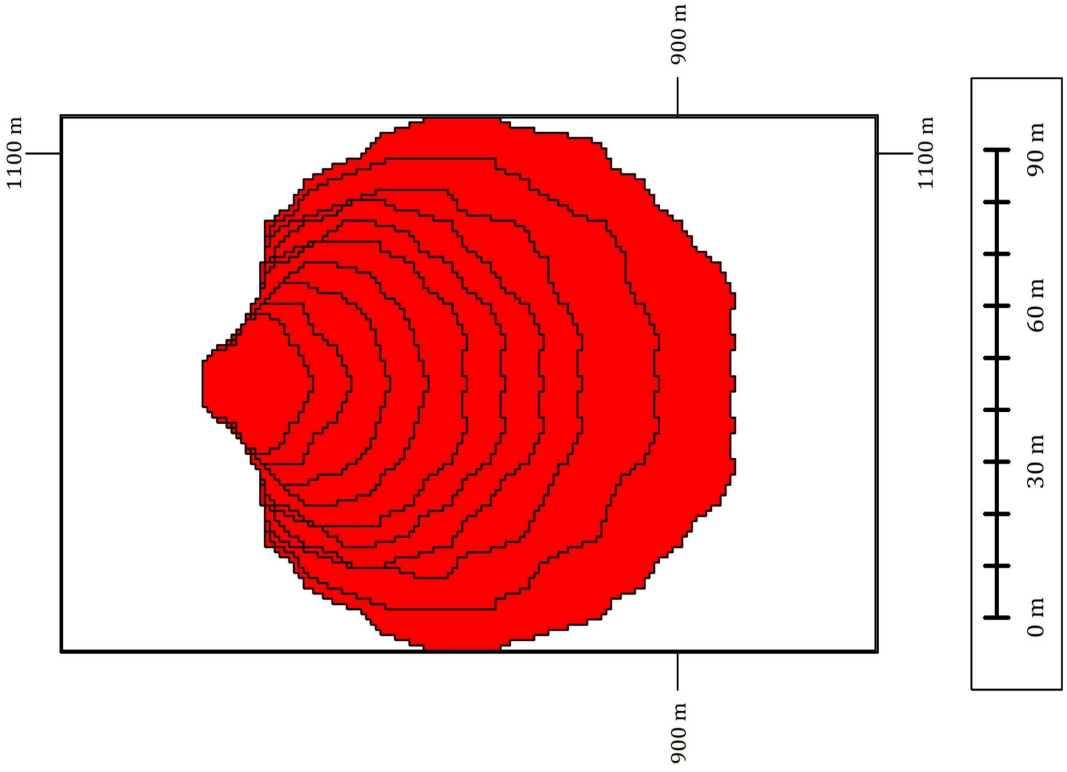
PENDIENTE (i%) =0.50
RUGOSIDAD MANNING (n)=0.025

Características de las balsas sintéticas. BALSAS TIPO

COMPORTAMIENTO HIDRÁULICO DEL CONJUNTO DE BALSAS DE H=05.00 m. TRAS EL COLAPSO. VARIACIÓN DEL ÁREA DE MÁXIMA PELIGROSIDAD EN f(i,n) EN LA ZONA INMEDIATA A LA BALSA. "BUFFER"(P0.50%/n0.075/n0.100)

En las figuras se muestran los máximos alcances de cada una de las balsas, superponiendo las 10 áreas, siendo la máxima la BT10 y la mínima la BT01.

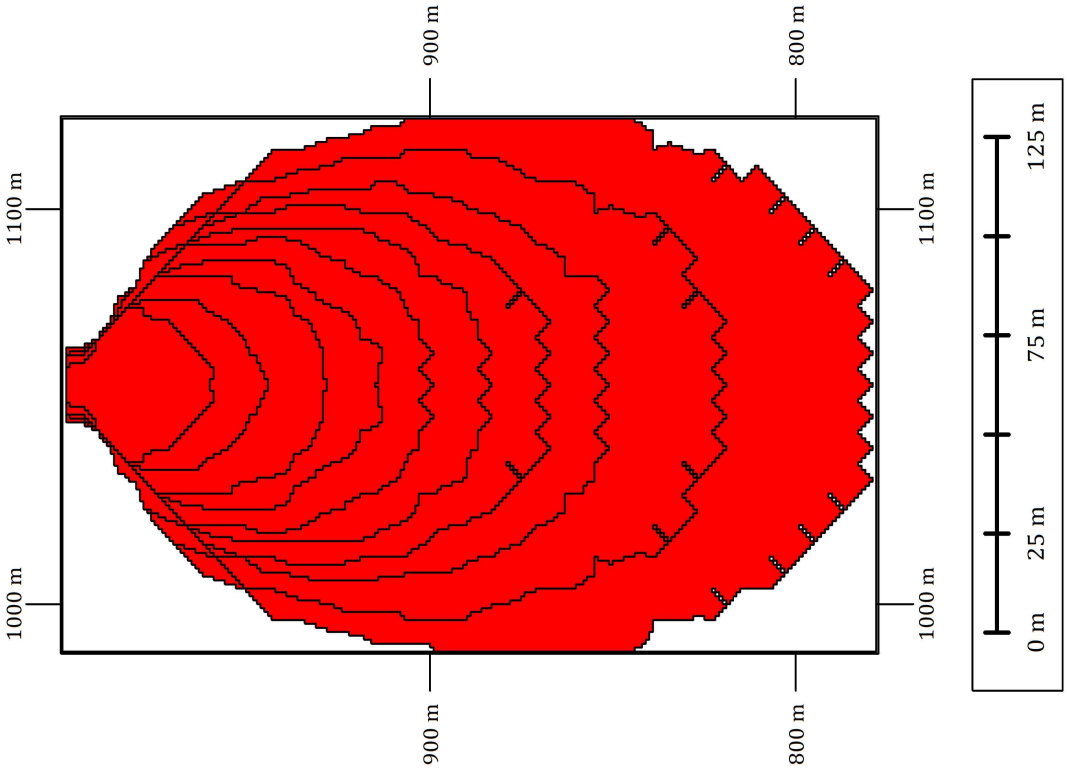


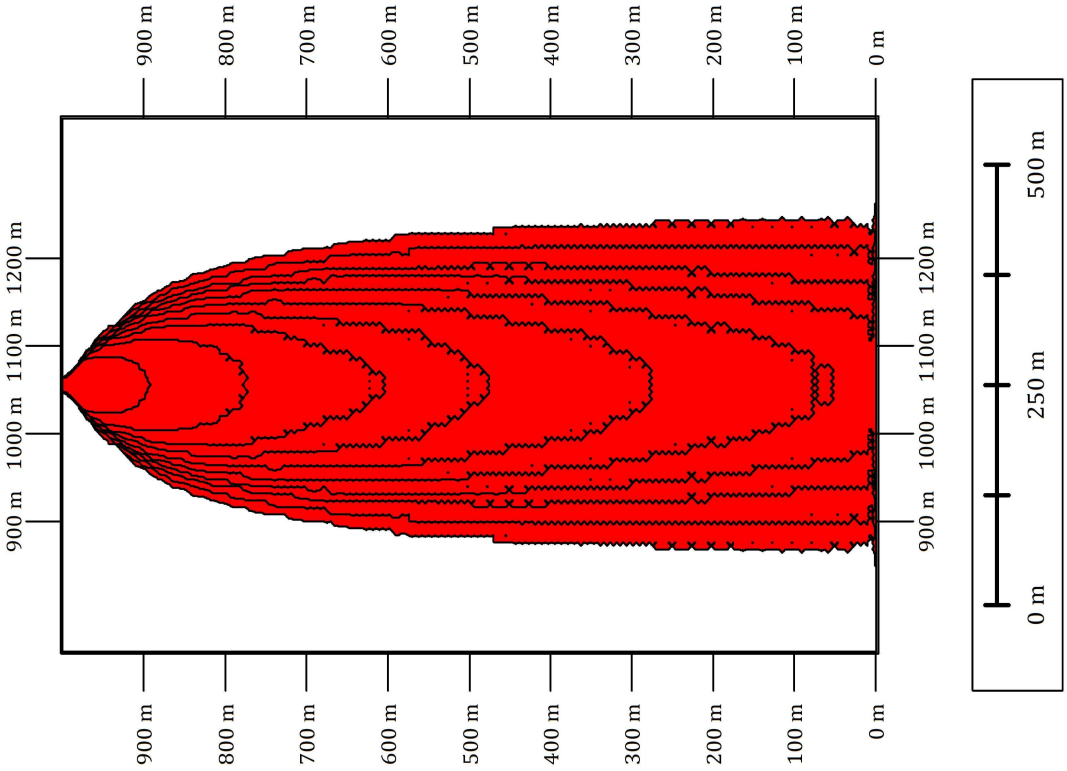


Características de las balsas sintéticas. BALSAS TIPO

COMPORTAMIENTO HIDRÁULICO DEL CONJUNTO DE BALSAS DE H=05.00 m. TRAS EL COLAPSO. VARIACIÓN DEL ÁREA DE MÁXIMA PELIGROSIDAD EN f(i,n) EN LA ZONA INMEDIATA A LA BALSA. "BUFFER"(P0.75%/n0.025/n0.050)

En las figuras se muestran los máximos alcances de cada una de las balsas, superponiendo las 10 áreas, siendo la máxima la BT10 y la mínima la BT01.

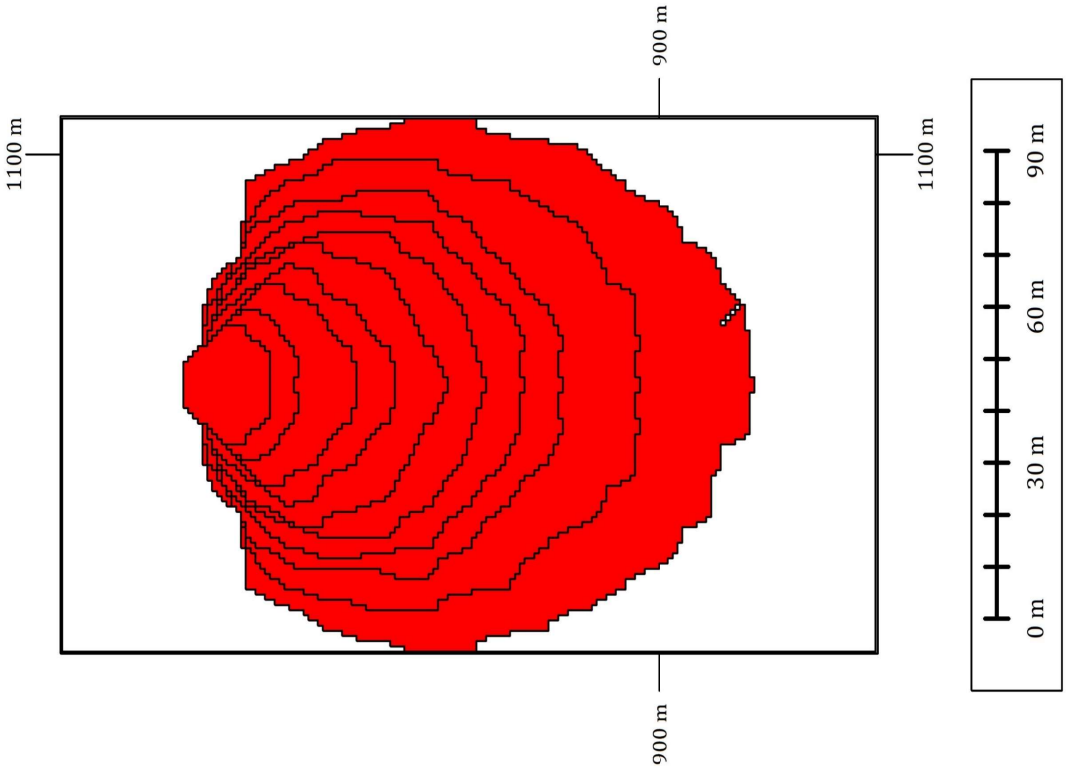


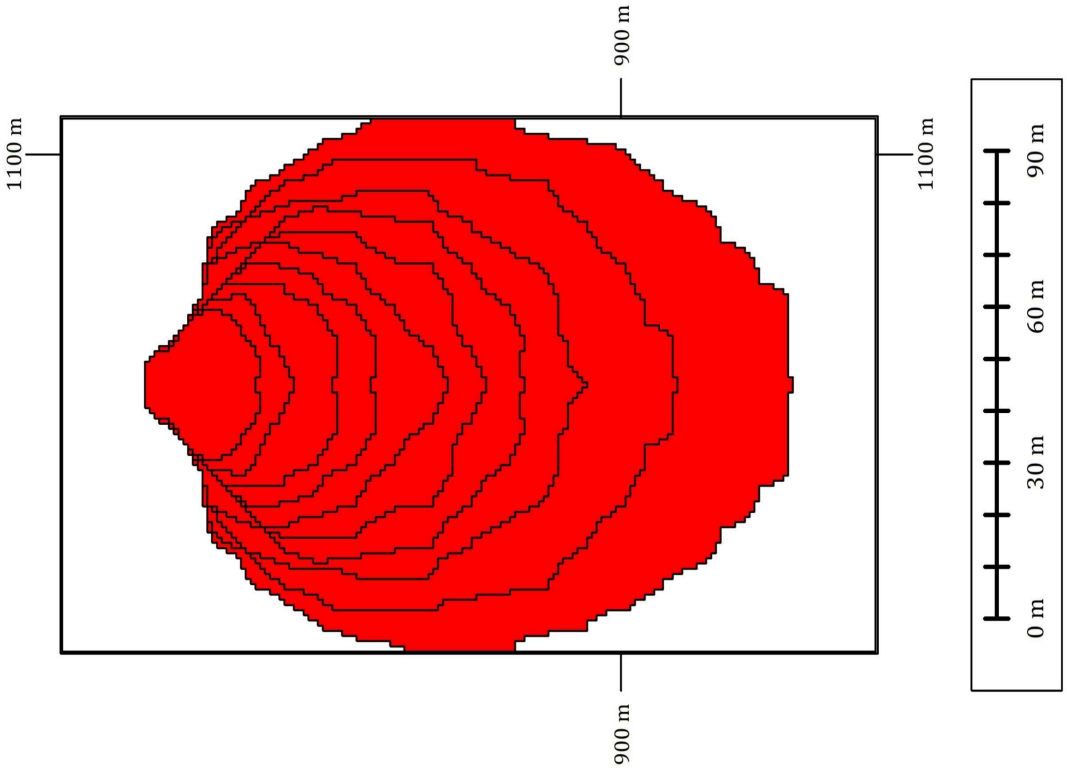


Características de las balsas sintéticas. BALSAS TIPO

COMPORTAMIENTO HIDRÁULICO DEL CONJUNTO DE BALSAS DE H=05.00 m. TRAS EL COLAPSO. VARIACIÓN DEL ÁREA DE MÁXIMA PELIGROSIDAD EN f(i,n) EN LA ZONA INMEDIATA A LA BALSA. "BUFFER"(P0.75%/n0.075/n0.100)

En las figuras se muestran los máximos alcances de cada una de las balsas, superponiendo las 10 áreas, siendo la máxima la BT10 y la mínima la BT01.

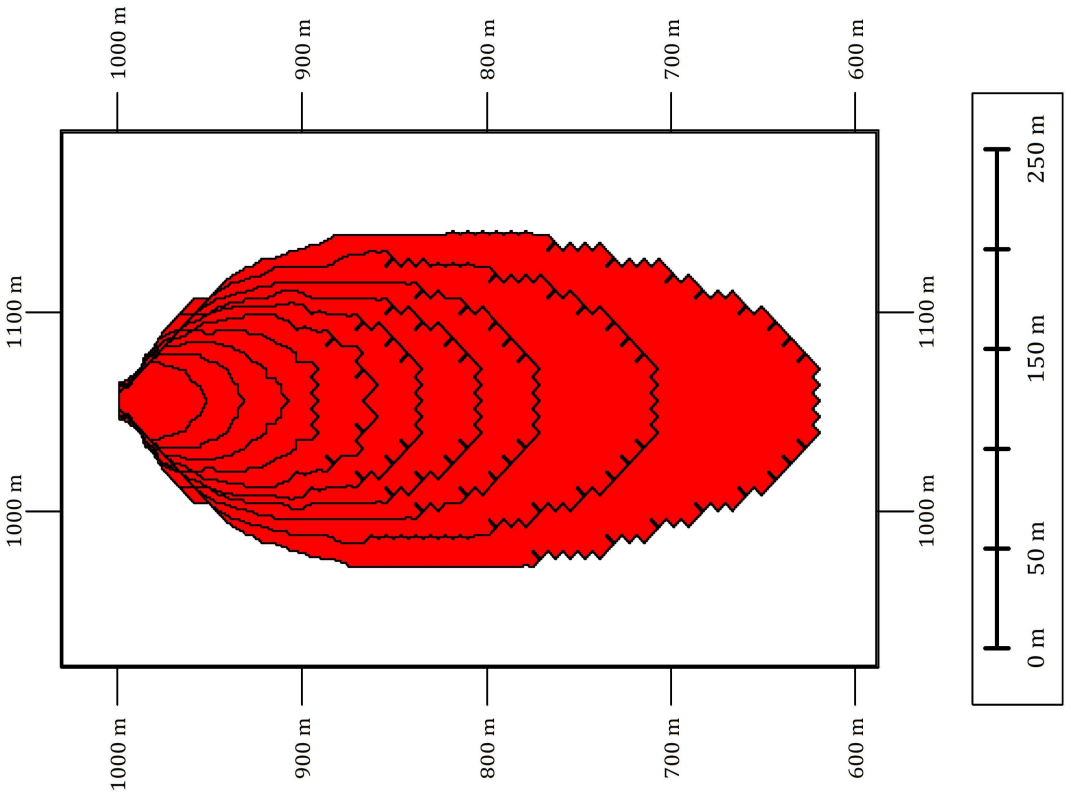


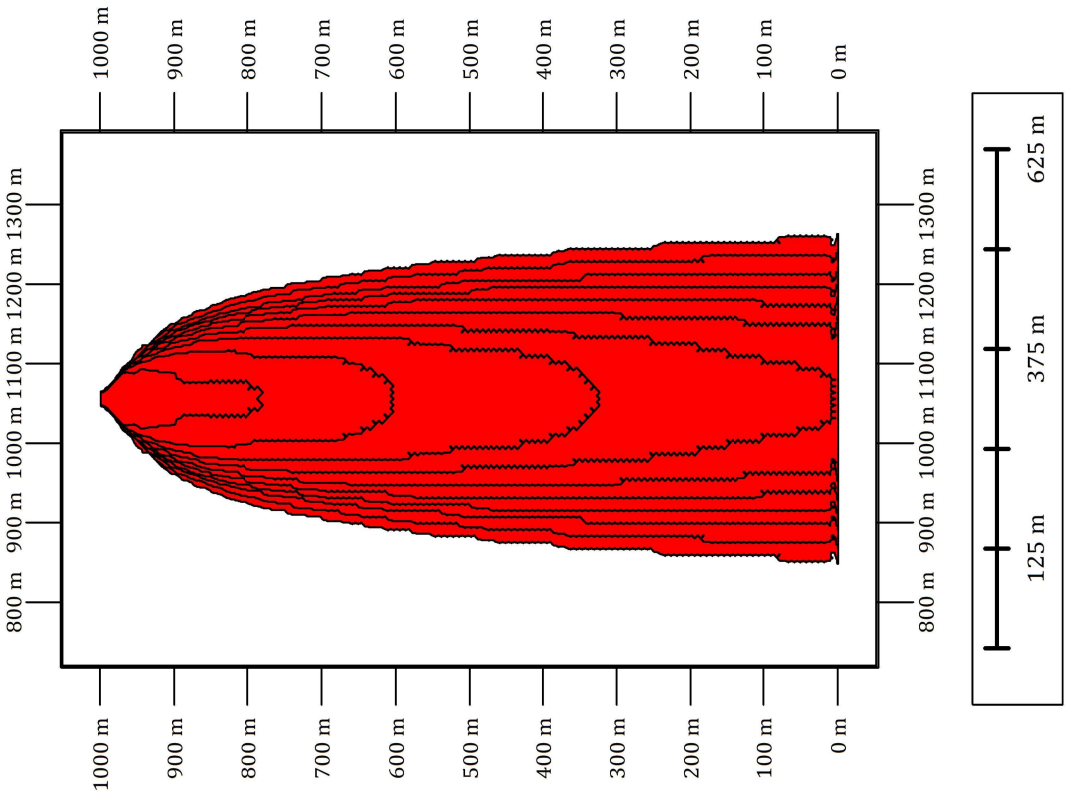


Características de las balsas sintéticas. BALSAS TIPO

COMPORTAMIENTO HIDRÁULICO DEL CONJUNTO DE BALSAS DE H=05.00 m. TRAS EL COLAPSO. VARIACIÓN DEL ÁREA DE MÁXIMA PELIGROSIDAD EN f(i,n) EN LA ZONA INMEDIATA A LA BALSA. "BUFFER"(P1.00%/n0.025/n0.050)

En las figuras se muestran los máximos alcances de cada una de las balsas, superponiendo las 10 áreas, siendo la máxima la BT10 y la mínima la BT01.

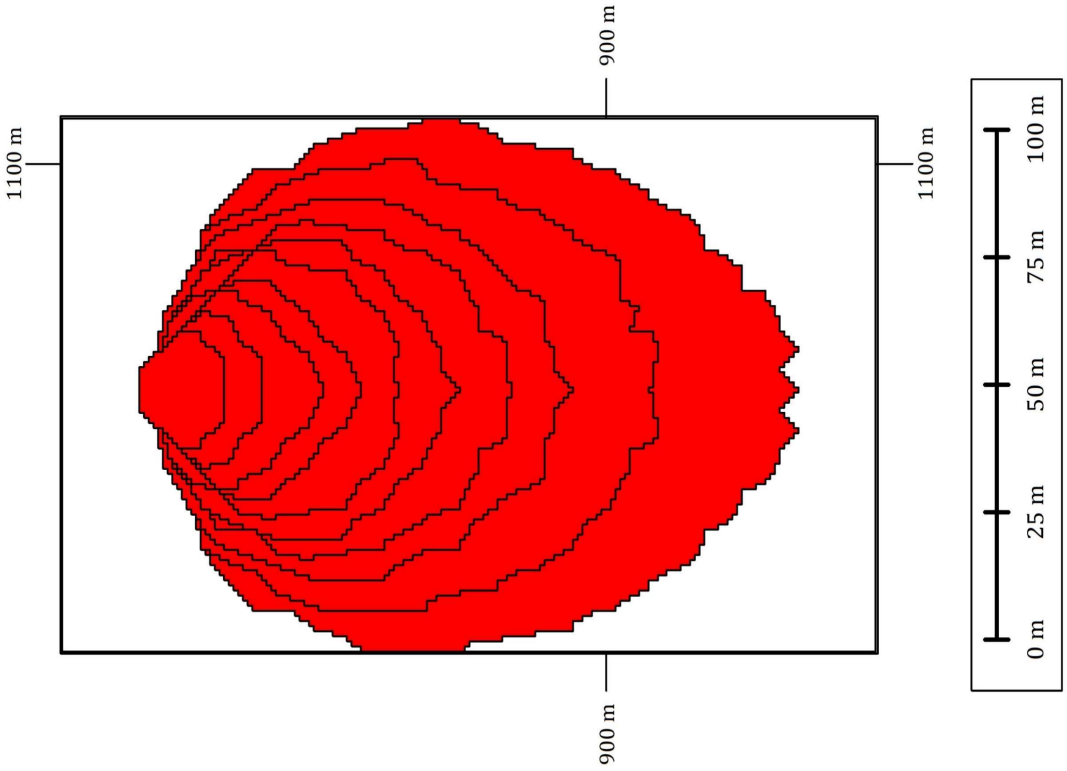


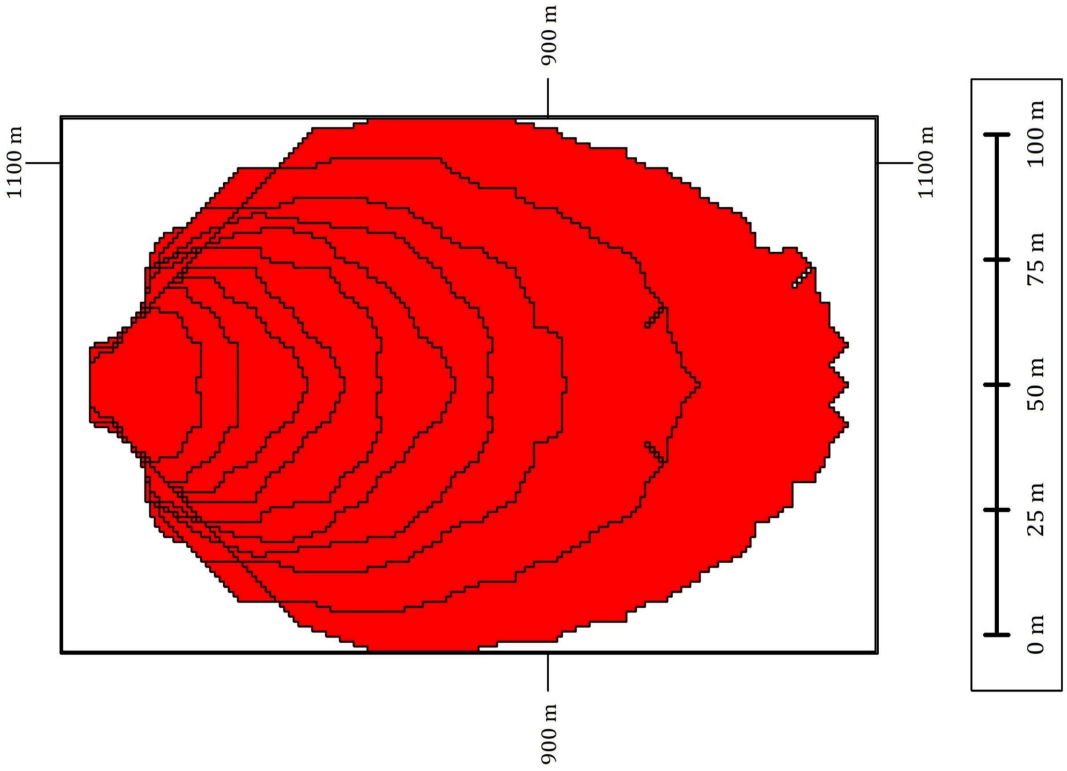


Características de las balsas sintéticas. BALSAS TIPO

COMPORTAMIENTO HIDRÁULICO DEL CONJUNTO DE BALSAS DE H=05.00 m. TRAS EL COLAPSO. VARIACIÓN DEL ÁREA DE MÁXIMA PELIGROSIDAD EN f(i,n) EN LA ZONA INMEDIATA A LA BALSA. "BUFFER"(P1.00%/n0.075/n0.100)

En las figuras se muestran los máximos alcances de cada una de las balsas, superponiendo las 10 áreas, siendo la máxima la BT10 y la mínima la BT01.

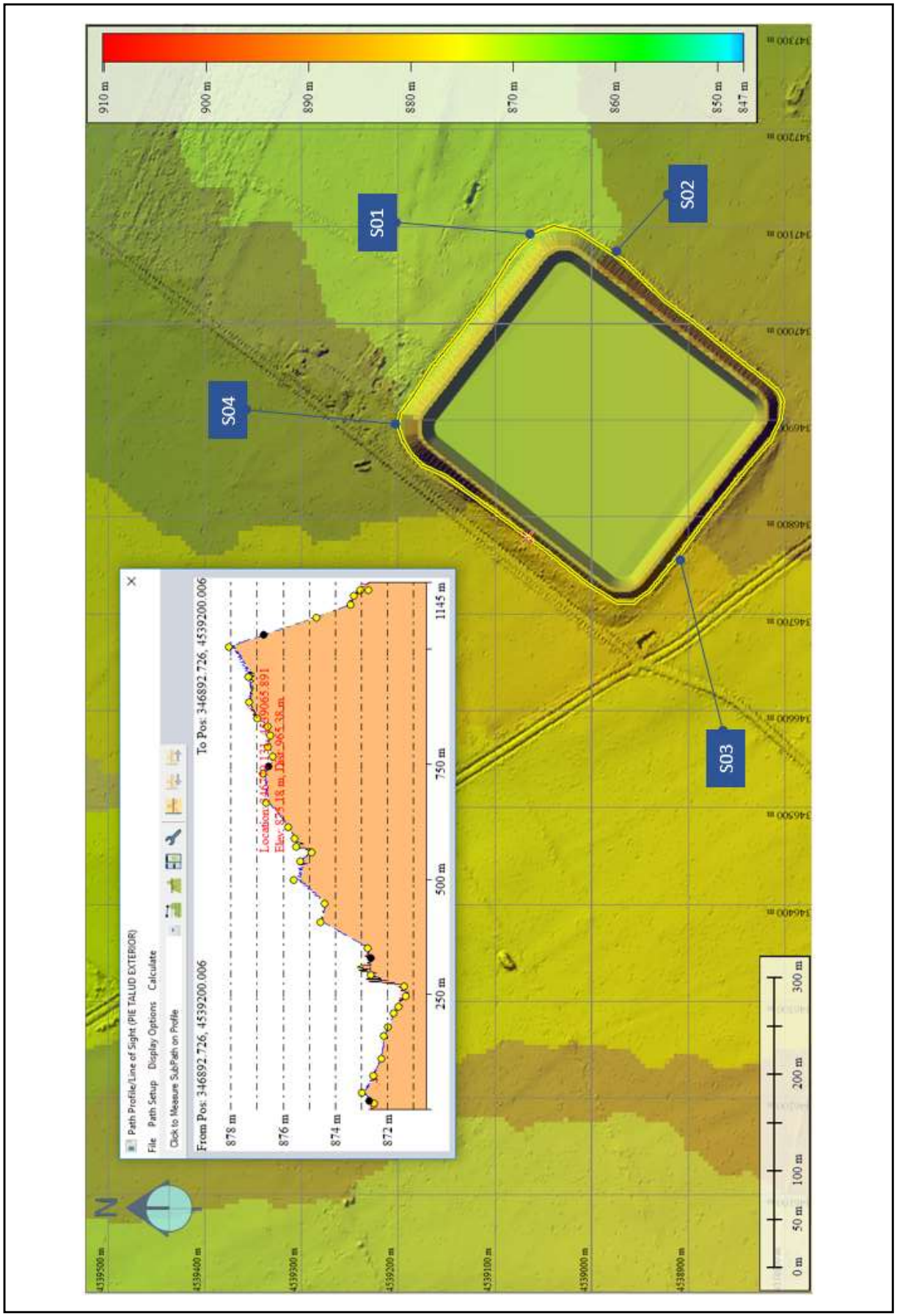




APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA: BALSA DE LAS PORTERAS y BALSA DE MACÍAS PICAVEA

APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA. BALSA DE LAS PORTERAS

SECTORIZACIÓN DEL DIQUE DE CIERRE.
SITUACIÓN DE LAS BRECHAS
MDT 1X1
UMBRAL DE CORRIENTE NIVEL 5



APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA. BALSA DE LAS PORTERAS

ESTIMACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE BRECHA. SECTOR 01 ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE FÓRMULAS EMPÍRICAS

ESTIMACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE BRECHA

PROYECTO:	BALSA DE LAS PORTERAS										
SECTOR:	SEC01										
ALTURA	6,4										
	CARACTERÍSTICA*		MÉTODO	FROEHLICH 95a			FROEHLICH 08		GUÍA TÉCNICA	MACDONALD & LANGRIDGE-MONOPOLIS 84	VTG
	MODO DE FALLO (S=SIFONAMIENTO;D=DESBORDAMIENTO)		Mf	S	D		S	D	S	S	S
	CARGA DE AGUA MOVILIZABLE	Hw	m	6,4	6,4		6,4	6,4	6,4	6,4	6,4
	VOLUMEN ALMACENADO EN Hw EN EL COLAPSO	Vw	m3	354109	354109		354109	354109	354109	354109	354109
	SUPERFICIE OCUPADA EN Hw	As	m2	68195	68195		68195	68195	68195	68195	68195
	RESGUARDO	r	m	1	1		1	1	1	1	1
	ALTURA DE BRECHA COMPLETA	Hb	m	8,6	8,6		8,6	8,6	8,6	8,6	8,6
	FACTOR CORRECTOR POR MODO DE FALLO	Ko	-	1	1,4		1	1,3			
	TALUD DE LA BRECHA	Zb	Z(H):1(V)	0,9	1,4		0,7	1	1	0,5	1
**	TALUD DEL DIQUE AGUAS ARRIBA	Z_1	Z(H):1(V)							2,5	
**	TALUD DEL DIQUE AGUAS ABAJO	Z_2	Z(H):1(V)							2,5	
**	SUMA DE TALUDES DEL DIQUE	Z_3	Z_1+Z_2							5	
**	ANCHO CORONACIÓN DEL DIQUE	C	m							5	
**	VOLUMEN EROSIONABLE DEL DIQUE	Ve	m3							2013,2	
	TIPOLOGÍA DEL DIQUE		Td	Pequeña Presa Clasificable			Pequeña Presa Clasificable		Pequeña Presa Clasificable	Pequeña Presa Clasificable	Pequeña Presa Clasificable
	COTA SOLERA BRECHA	Cs	m	871,4	871,4		871,4	871,4	871,4	871,4	871,4
	COTA CORONACIÓN	Cc	m	880	880		880	880	880	880	880
	ESTIMACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE LA BRECHA										
***	ANCHO MEDIO	Bavg	m	16,2	22,7	17,56		22,8	26,4	10,0	22,1
***	ANCHO EN SOLERA	Bb	m	8,5	10,6	11,5		14,2	17,8	5,7	13,5
	ANCHO EN CORONACIÓN	Bc	m			23,58		31,43	35,02	14,30	30,70
	TIEMPO DE FORMACIÓN	Tf	h	0,3	0,3	0,39		0,4	0,332	0,285	0,096
	FACTOR DE ALMACENAMIENTO	Sl	-	55,3	55,3	55,3		55,3	55,3	55,3	55,3
	ESTIMACIÓN DEL CAUDAL PUNTA FROEHLIC 95b										
	CAUDAL MÁXIMO PREVISTO	Qp	m3/s	262,93	262,93	262,93		262,93	262,93	262,93	262,93

APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA. BALSA DE LAS PORTERAS

ESTIMACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE BRECHA. SECTOR 01 ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE FÓRMULAS EMPÍRICAS. VALIDACIÓN DE RESULTADOS

ESTIMACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE BRECHA

PROYECTO:	BALSA DE LAS PORTERAS
SECTOR:	SEC01
ALTURA	6,4

ANÁLISIS Y VALIDACIÓN DE RESULTADOS

Dada la importancia del tiempo de formación de la brecha en la generación del pico del hidrograma, es relevante poder validar los resultados. Para ello utilizaremos un estimador de la progresión de la erosión. Se considera adecuado aquel que define un desarrollo lineal, por lo que se utilizará la razón de erosión (ER) definida por la relación entre el ancho medio de brecha y el tiempo de formación. Diversos autores han indicado los intervalos de fiabilidad relacionando dicho parámetro con la altura de agua movilizable, (Hw), quedando estos entre 1.6 y 21. Por otro lado, el agua almacenada puede condicionar el desarrollo completo de la brecha, por lo que se apunta como indicador de la validez de los resultados, la relación entre el ancho medio respecto de la altura de brecha (Bavg/Hb). En este caso si el indicador ofrece un valor inferior a 0.6, no se puede afirmar que se complete la brecha, quedando como apertura una geometría cuadrangular de ancho D.

COMPROBACIÓN DEL DESARROLLO DE BRECHA (completa vs parcial)	(Bavg/Hb)	1,88	2,64	2,04	2,65	3,07	1,16	2,57
Se considera desarrollada si (Bavg/Hb)>0.60	(Bavg/Tf)	50,63	70,89	45,26	58,84	79,55	35,03	30,70
RAZÓN DE EROSIÓN (ER)								
COMPROBACIÓN DEL PROGRESO DE LA BRECHA (lineal vs no lineal)	(ER/Hw)	7,91	11,08	7,07	9,19	12,43	5,47	4,80
Se puede considerar razonable la ratio de erosión si 1.6<(ER/Hw)<21								
COMPROBACIÓN BOWLES T de formación (h)	T=2*Vw/Qp	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75
Si tiempo de formación de brecha es menor que la comprobación de Bowles se adopta		2,34	2,34	1,93	1,93	2,25	2,62	7,79
RAZÓN DE TIEMPOS (Tbowles/Tf)								

* *DIQUE DE CIERRE DE MATERIALES SUELTOS HOMOGÉNEO, ASUMIENDO MÁXIMO ALMACENAMIENTO EN LA FASE DE COLAPSO*

** *A utilizar en el método de MACDONALD & LANGRIDGE-MONOPOLIS 84 (MLM84)*

*** *Wb en el método de MACDONALD & LANGRIDGE-MONOPOLIS 84 (MLM84)*

ESQUEMAS

Fuente: GUIDELINES FOR DAM BREACH ANALYSIS, STATE OF COLORADO-DEPARTMENT OF NATURAL RESOURCES-DIVISION OF WATER RESOURCES. 10/02/2010

APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA. BALSA DE LAS PORTERAS

ESTIMACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE BRECHA. SECTOR 02 ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE FÓRMULAS EMPÍRICAS

ESTIMACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE BRECHA

PROYECTO:	BALSA DE LAS PORTERAS											
SECTOR:	SEC02											
ALTURA	6											
CARACTERÍSTICA*		MÉTODO		FROEHLICH 95a			FROEHLICH 08		GUÍA TÉCNICA	MACDONALD & LANGRIDGE-MONOPOLIS 84	VTG	
MODO DE FALLO (S=SIFONAMIENTO;D=DESBORDAMIENTO)		Mf		S	D		S	D	S	S	S	
CARGA DE AGUA MOVILIZABLE		Hw	m	6	6		6	6	6	6	6	
VOLUMEN ALMACENADO EN Hw EN EL COLAPSO		Vw	m3	338169	338169		338169	338169	338169	338169	338169	
SUPERFICIE OCUPADA EN Hw		As	m2	68195	68195		68195	68195	68195	68195	68195	
RESGUARDO		r	m	1	1		1	1	1	1	1	
ALTURA DE BRECHA COMPLETA		Hb	m	7,4	7,4		7,4	7,4	7,4	7,4	7,4	
FACTOR CORRECTOR POR MODO DE FALLO		Ko	-	1	1,4		1	1,3				
TALUD DE LA BRECHA		Zb	Z(H):1(V)	0,9	1,4		0,7	1	1	0,5	1	
**	TALUD DEL DIQUE AGUAS ARRIBA	Z_1	Z(H):1(V)							2,5		
	TALUD DEL DIQUE AGUAS ABAJO	Z_2	Z(H):1(V)							2,5		
	SUMA DE TALUDES DEL DIQUE	Z_3	Z_1+Z_2							5		
	ANCHO CORONACIÓN DEL DIQUE	C	m							5		
	VOLUMEN EROSIONABLE DEL DIQUE	Ve	m3							1849,0		
TIPOLOGIA DEL DIQUE		Td		Pequeña Presa Clasificable			Pequeña Presa Clasificable		Pequeña Presa Clasificable	Pequeña Presa Clasificable	Pequeña Presa Clasificable	
COTA SOLERA BRECHA		Cs	m	872,6	872,6		872,6	872,6	872,6	872,6	872,6	
COTA CORONACIÓN		Cc	m	880	880		880	880	880	880	880	
ESTIMACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE LA BRECHA												
***	ANCHO MEDIO	Bavg	m	15,5	21,7		17,20	22,4	25,2	11,6	21,1	
	ANCHO EN SOLERA	Bb	m	8,8	11,3		12,0	15,0	17,8	7,9	13,7	
	ANCHO EN CORONACIÓN	Bc	m				22,38	29,76	32,55	15,30	28,50	
	TIEMPO DE FORMACIÓN	Tf	h	0,4	0,4		0,44	0,4	0,377	0,277	0,090	
	FACTOR DE ALMACENAMIENTO	Sl	-	56,4	56,4		56,4	56,4	56,4	56,4	56,4	
ESTIMACIÓN DEL CAUDAL PUNTA FROEHLIC 95b												
CAUDAL MÁXIMO PREVISTO		Qp	m3/s	239,44	239,44		239,44	239,44	239,44	239,44	239,44	

ESTIMACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE BRECHA

PROYECTO:	**BALSA DE LAS PORTERAS**
SECTOR:	**SEC02**
ALTURA	**6**

ANÁLISIS Y VALIDACIÓN DE RESULTADOS

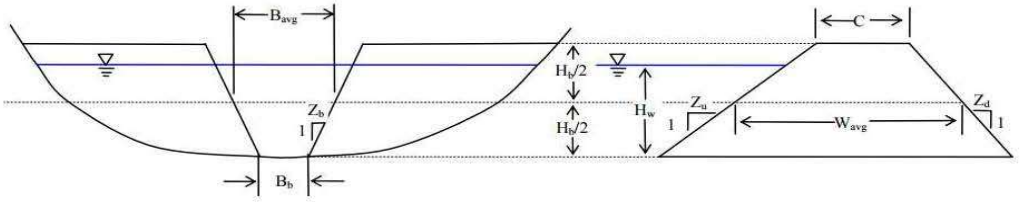
Dada la importancia del tiempo de formación de la brecha en la generación del pico del hidrograma, es relevante poder validar los resultados. Para ello utilizaremos un estimador de la progresión de la erosión. Se considera adecuado aquel que define un desarrollo lineal, por lo que se utilizará la razón de erosión (ER) definida por la relación entre el ancho medio de brecha y el tiempo de formación. Diversos autores han indicado los intervalos de fiabilidad relacionando dicho parámetro con la altura de agua movilizable, (Hw), quedando estos entre 1.6 y 21. Por otro lado, el agua almacenada puede condicionar el desarrollo completo de la brecha, por lo que se apunta como indicador de la validez de los resultados, la relación entre el ancho medio respecto de la altura de brecha (Bavg/Hb). En este caso si el indicador ofrece un valor inferior a 0.6, no se puede afirmar que se complete la brecha, quedando como apertura una geometría cuadrangular de ancho D.

COMPROBACIÓN DEL DESARROLLO DE BRECHA (completa vs parcial) Se considera desarrollada si (Bavg/Hb)>0.60	(Bavg/Hb)	2,10	2,93	2,32	3,02	3,40	1,57	2,85
RAZÓN DE EROSIÓN (ER)	(Bavg/Tf)	43,40	60,76	39,04	50,75	66,69	41,93	28,50
COMPROBACIÓN DEL PROGRESO DE LA BRECHA (lineal vs no lineal) Se puede considerar razonable la ratio de erosión si 1.6<(ER/Hw)<21	(ER/Hw)	7,23	10,13	6,51	8,46	11,11	6,99	4,75
COMPROBACIÓN BOWLES T de formación (h) Si tiempo de formación de brecha es menor que la comprobación de Bowles se adopta	T=2*Vw/Qp	0,78	0,78	0,78	0,78	0,78	0,78	0,78
RAZÓN DE TIEMPOS (Tbowles/Tf)		2,20	2,20	1,78	1,78	2,08	2,84	8,72

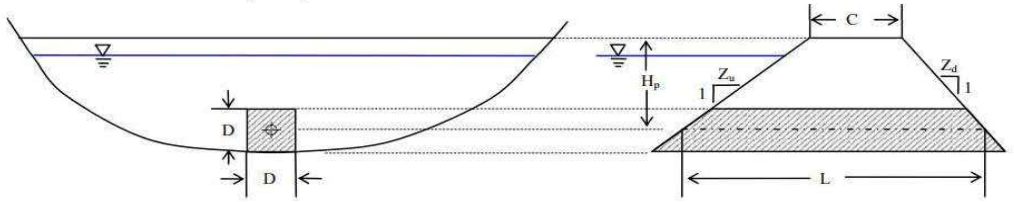
* *DIQUE DE CIERRE DE MATERIALES SUELTOS HOMOGÉNEO, ASUMIENDO MÁXIMO ALMACENAMIENTO EN LA FASE DE COLAPSO*
** *A utlizar en el método de MACDONALD & LANGRIDGE-MONOPOLIS 84 (MLM84)*
*** *Wb en el método de MACDONALD & LANGRIDGE-MONOPOLIS 84 (MLM84)*

ESQUEMAS

Variables de formación de la brecha completa



Variables de formación de la brecha incompleta



Fuente: GUIDELINES FOR DAM BREACH ANALYSIS, STATE OF COLORADO-DEPARTMENT OF NATURAL RESOURCES-DIVISION OF WATER RESOURCES, 10/02/2010

APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA. BALSA DE LAS PORTERAS

ESTIMACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE BRECHA. SECTOR 03 ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE FÓRMULAS EMPÍRICAS

ESTIMACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE BRECHA

PROYECTO:	BALSA DE LAS PORTERAS
SECTOR:	SEC03
ALTURA	2,6

	CARACTERÍSTICA*	MÉTODO		FROEHLICH 95a		FROEHLICH 08		GUÍA TÉCNICA	MACDONALD & LANGRIDGE-MONOPOLIS 84	VTG
		Mf		S	D	S	D	S	S	S
	MODO DE FALLO (S=SIFONAMIENTO;D=DESBORDAMIENTO)									
	CARGA DE AGUA MOVILIZABLE	Hw	m	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6
	VOLUMEN ALMACENADO EN Hw EN EL COLAPSO	Vw	m3	167456,8	167456,8	167456,8	167456,8	167456,8	167456,8	167456,8
	SUPERFICIE OCUPADA EN Hw	As	m2	68195	68195	68195	68195	68195	68195	68195
	RESGUARDO	r	m	1	1	1	1	1	1	1
	ALTURA DE BRECHA COMPLETA	Hb	m	3,6	3,6	3,6	3,6	3,6	3,6	3,6
	FACTOR CORRECTOR POR MODO DE FALLO	Ko	-	1	1,4	1	1,3			
	TALUD DE LA BRECHA	Zb	Z(H):1(V)	0,9	1,4	0,7	1	1	0,5	1
**	TALUD DEL DIQUE AGUAS ARRIBA	Z_1	Z(H):1(V)						2,5	
	TALUD DEL DIQUE AGUAS ABAJO	Z_2	Z(H):1(V)						2,5	
	SUMA DE TALUDES DEL DIQUE	Z_3	Z_1+Z_2						5	
	ANCHO CORONACIÓN DEL DIQUE	C	m						5	
	VOLUMEN EROSIONABLE DEL DIQUE	Ve	m3						566,2	
	TIPOLOGIA DEL DIQUE	Td		Pequeña Presa Clasificable		Pequeña Presa Clasificable		Pequeña Presa Clasificable	Pequeña Presa Clasificable	Pequeña Presa Clasificable
	COTA SOLERA BRECHA	Cs	m	876,4	876,4	876,4	876,4	876,4	876,4	876,4
	COTA CORONACIÓN	Cc	m	880	880	880	880	880	880	880
	ESTIMACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE LA BRECHA									
	ANCHO MEDIO	Bavg	m	10,8	15,1	13,34	17,3	17,6	11,6	12,6
***	ANCHO EN SOLERA	Bb	m	7,6	10,1	10,8	13,7	14,0	9,8	9,0
	ANCHO EN CORONACIÓN	Bc	m			15,86	20,95	21,22	13,42	16,20
	TIEMPO DE FORMACIÓN	Tf	h	0,5	0,5	0,64	0,6	0,546	0,180	0,039
	FACTOR DE ALMACENAMIENTO	Sl	-	64,4	64,4	64,4	64,4	64,4	64,4	64,4
	ESTIMACIÓN DEL CAUDAL PUNTA FROEHLIC 95b									
	CAUDAL MÁXIMO PREVISTO	Qp	m3/s	68,99	68,99	68,99	68,99	68,99	68,99	68,99

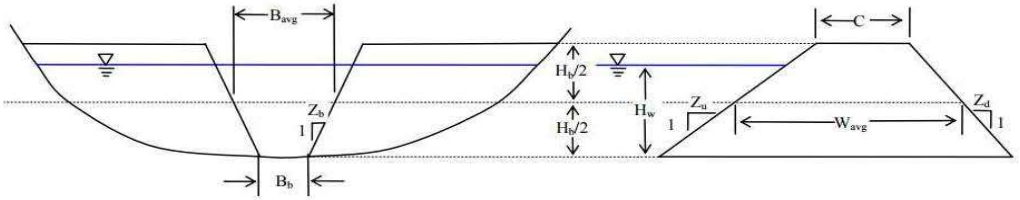
APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA. BALSA DE LAS PORTERAS

ESTIMACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE BRECHA. SECTOR 03 ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE FÓRMULAS EMPÍRICAS. VALIDACIÓN DE RESULTADOS

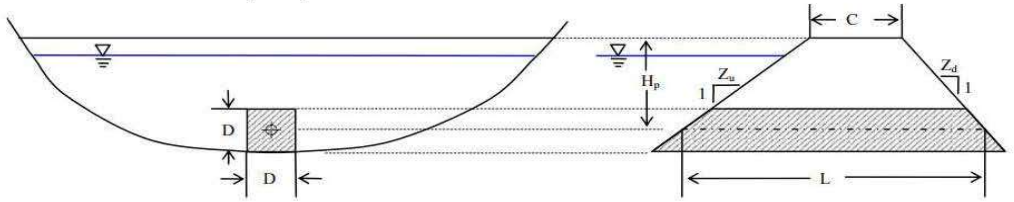
ESTIMACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE BRECHA								
PROYECTO:	**BALSA DE LAS PORTERAS**							
SECTOR:	**SEC03**							
ALTURA	**2,6**							
ANÁLISIS Y VALIDACIÓN DE RESULTADOS								
Dada la importancia del tiempo de formación de la brecha en la generación del pico del hidrograma, es relevante poder validar los resultados. Para ello utilizaremos un estimador de la progresión de la erosión. Se considera adecuado aquel que define un desarrollo lineal, por lo que se utilizará la razón de erosión (ER) definida por la relación entre el ancho medio de brecha y el tiempo de formación. Diversos autores han indicado los intervalos de fiabilidad relacionando dicho parámetro con la altura de agua movilizable, (Hw), quedando estos entre 1.6 y 21. Por otro lado, el agua almacenada puede condicionar el desarrollo completo de la brecha, por lo que se apunta como indicador de la validez de los resultados, la relación entre el ancho medio respecto de la altura de brecha (Bavg/Hb). En este caso si el indicador ofrece un valor inferior a 0.6, no se puede afirmar que se complete la brecha, quedando como apertura una geometría cuadrangular de ancho D.								
COMPROBACIÓN DEL DESARROLLO DE BRECHA (completa vs parcial) Se considera desarrollada si (Bavg/Hb)>0.60	(Bavg/Hb)	3,00	4,20	3,71	4,82	4,90	3,23	3,50
RAZÓN DE EROSIÓN (ER)	(Bavg/Tf)	22,94	32,11	20,94	27,22	32,30	64,60	16,20
COMPROBACIÓN DEL PROGRESO DE LA BRECHA (lineal vs no lineal) Se puede considerar razonable la ratio de erosión si 1.6<(ER/Hw)<21	(ER/Hw)	8,82	12,35	8,05	10,47	12,42	24,85	6,23
COMPROBACIÓN BOWLES T de formación (h) Si tiempo de formación de brecha es menor que la comprobación de Bowles se adopta	T=2*Vw/Qp	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35
RAZÓN DE TIEMPOS (Tbowles/Tf)		2,86	2,86	2,12	2,12	2,47	7,50	34,57
* *DIQUE DE CIERRE DE MATERIALES SUELTOS HOMOGÉNEO, ASUMIENDO MÁXIMO ALMACENAMIENTO EN LA FASE DE COLAPSO*								
** *A utlizar en el método de MACDONALD & LANGRIDGE-MONOPOLIS 84 (MLM84)*								
*** *Wb en el método de MACDONALD & LANGRIDGE-MONOPOLIS 84 (MLM84)*								

ESQUEMAS

Variables de formación de la brecha completa



Variables de formación de la brecha incompleta



Fuente: GUIDELINES FOR DAM BREACH ANALYSIS, STATE OF COLORADO-DEPARTMENT OF NATURAL RESOURCES-DIVISION OF WATER RESOURCES, 10/02/2010

APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA. BALSA DE LAS PORTERAS

ESTIMACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE BRECHA. SECTOR 04 ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE FÓRMULAS EMPÍRICAS

ESTIMACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE BRECHA

PROYECTO:				**BALSA DE LAS PORTERAS**								
SECTOR:				**SEC04**								
ALTURA				**6,4**								
CARACTERÍSTICA*			MÉTODO	FROEHLICH 95a			FROEHLICH 08			GUÍA TÉCNICA	MACDONALD & LANGRIDGE-MONOPOLIS 84	VTG
MODO DE FALLO (S=SIFONAMIENTO;D=DESBORDAMIENTO)			Mf	S	D		S	D		S	S	S
CARGA DE AGUA MOVILIZABLE		Hw	m	6,4	6,4		6,4	6,4		6,4	6,4	6,4
VOLUMEN ALMACENADO EN Hw EN EL COLAPSO		Vw	m3	354109	354109		354109	354109		354109	354109	354109
SUPERFICIE OCUPADA EN Hw		As	m2	68195	68195		68195	68195		68195	68195	68195
RESGUARDO		r	m	1	1		1	1		1	1	1
ALTURA DE BRECHA COMPLETA		Hb	m	7,4	7,4		7,4	7,4		7,4	7,4	7,4
FACTOR CORRECTOR POR MODO DE FALLO		Ko	-	1	1,4		1	1,3				
TALUD DE LA BRECHA		Zb	Z(H):1(V)	0,9	1,4		0,7	1		1	0,5	1
**	TALUD DEL DIQUE AGUAS ARRIBA	Z_1	Z(H):1(V)								2,5	
	TALUD DEL DIQUE AGUAS ABAJO	Z_2	Z(H):1(V)								2,5	
	SUMA DE TALUDES DEL DIQUE	Z_3	Z_1+Z_2								5	
	ANCHO CORONACIÓN DEL DIQUE	C	m								5	
	VOLUMEN EROSIONABLE DEL DIQUE	Ve	m3								2013,2	
TIPOLOGIA DEL DIQUE			Td	Pequeña Presa Clasificable			Pequeña Presa Clasificable			Pequeña Presa Clasificable	Pequeña Presa Clasificable	Pequeña Presa Clasificable
COTA SOLERA BRECHA		Cs	m	872,6	872,6		872,6	872,6		872,6	872,6	872,6
COTA CORONACIÓN		Cc	m	880	880		880	880		880	880	880
ESTIMACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE LA BRECHA												
ANCHO MEDIO			Bavg	m	15,7	22,0		17,45	22,7		25,4	12,5	22,1
***	ANCHO EN SOLERA		Bb	m	9,1	11,7		12,3	15,3		18,0	8,8	14,7
ANCHO EN CORONACIÓN			Bc	m				22,63	30,09		32,85	16,25	29,50
TIEMPO DE FORMACIÓN			Tf	h	0,4	0,4		0,45	0,5		0,386	0,285	0,096
FACTOR DE ALMACENAMIENTO			Sl	-	55,3	55,3		55,3	55,3		55,3	55,3	55,3
ESTIMACIÓN DEL CAUDAL PUNTA FROEHLIC 95b													
CAUDAL MÁXIMO PREVISTO			Qp	m3/s	262,93	262,93		262,93	262,93		262,93	262,93	262,93

ESTIMACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE BRECHA

PROYECTO:	**BALSA DE LAS PORTERAS**
SECTOR:	**SEC04**
ALTURA	**2,6**

ANÁLISIS Y VALIDACIÓN DE RESULTADOS

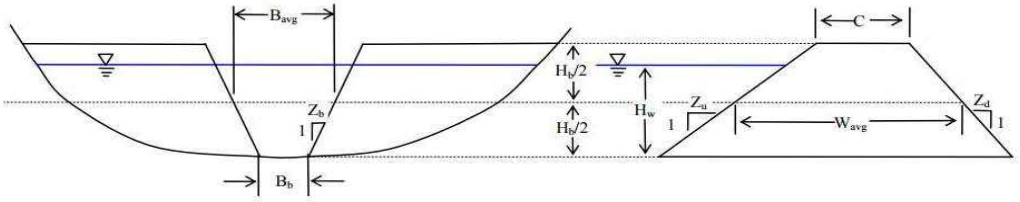
Dada la importancia del tiempo de formación de la brecha en la generación del pico del hidrograma, es relevante poder validar los resultados. Para ello utilizaremos un estimador de la progresión de la erosión. Se considera adecuado aquel que define un desarrollo lineal, por lo que se utilizará la razón de erosión (ER) definida por la relación entre el ancho medio de brecha y el tiempo de formación. Diversos autores han indicado los intervalos de fiabilidad relacionando dicho parámetro con la altura de agua movilizable, (Hw), quedando estos entre 1.6 y 21. Por otro lado, el agua almacenada puede condicionar el desarrollo completo de la brecha, por lo que se apunta como indicador de la validez de los resultados, la relación entre el ancho medio respecto de la altura de brecha (Bavg/Hb). En este caso si el indicador ofrece un valor inferior a 0.6, no se puede afirmar que se complete la brecha, quedando como apertura una geometría cuadrangular de ancho D.

COMPROBACIÓN DEL DESARROLLO DE BRECHA (completa vs parcial) Se considera desarrollada si (Bavg/Hb)>0.60	(Bavg/Hb)	2,13	2,98	2,36	3,07	3,44	1,70	2,99
RAZÓN DE EROSIÓN (ER)	(Bavg/Tf)	42,98	60,18	38,71	50,33	65,92	43,96	29,50
COMPROBACIÓN DEL PROGRESO DE LA BRECHA (lineal vs no lineal) Se puede considerar razonable la ratio de erosión si 1.6<(ER/Hw)<21	(ER/Hw)	6,72	9,40	6,05	7,86	10,30	6,87	4,61
COMPROBACIÓN BOWLES T de formación (h) Si tiempo de formación de brecha es menor que la comprobación de Bowles se adopta	T=2*Vw/Qp	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75
RAZÓN DE TIEMPOS (Tbowles/Tf)		2,04	2,04	1,66	1,66	1,94	2,62	7,79

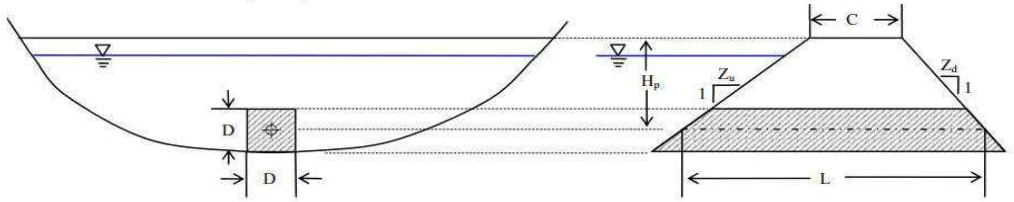
* *DIQUE DE CIERRE DE MATERIALES SUELTOS HOMOGÉNEO, ASUMIENDO MÁXIMO ALMACENAMIENTO EN LA FASE DE COLAPSO*
** *A utlizar en el método de MACDONALD & LANGRIDGE-MONOPOLIS 84 (MLM84)*
*** *Wb en el método de MACDONALD & LANGRIDGE-MONOPOLIS 84 (MLM84)*

ESQUEMAS

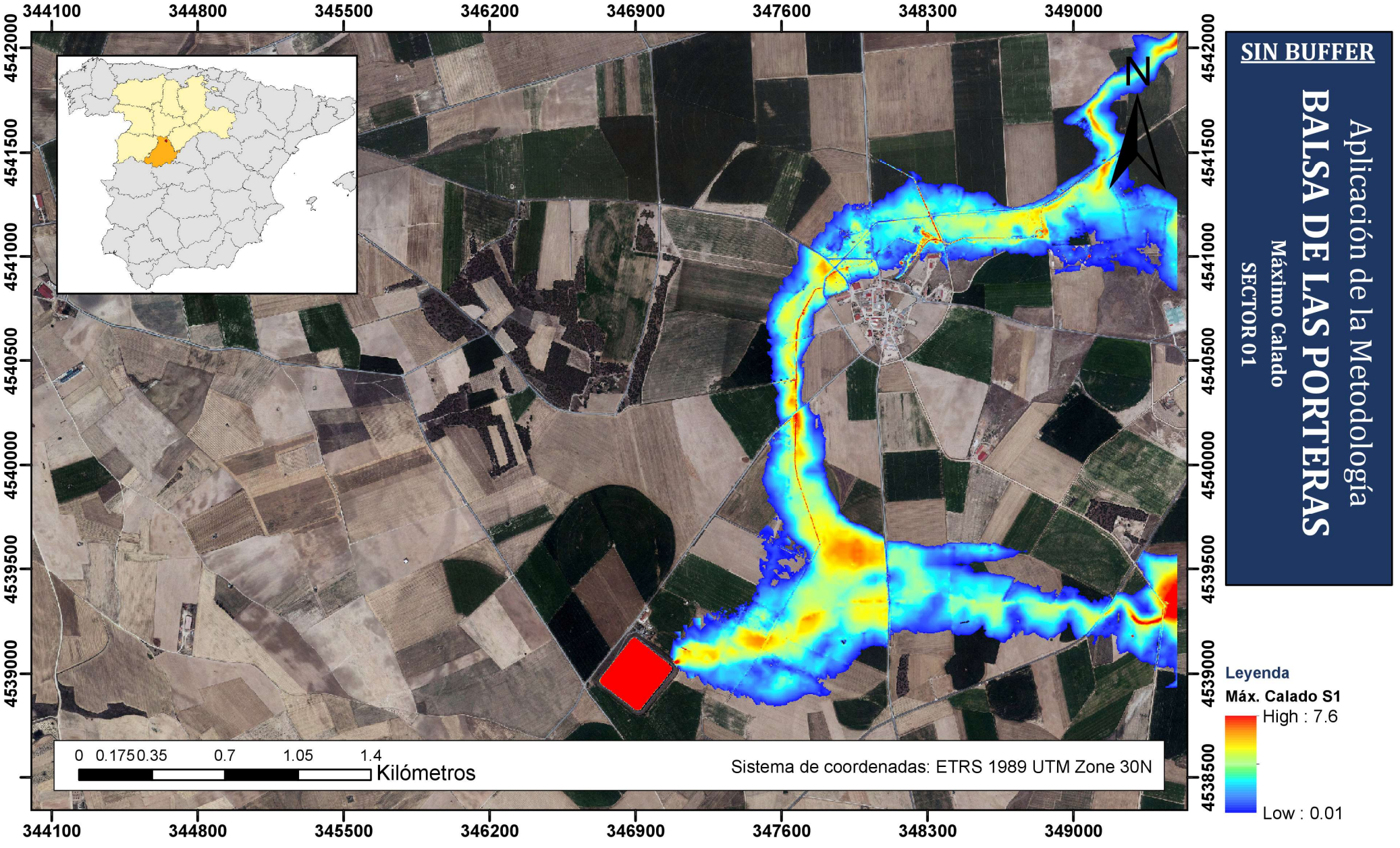
Variables de formación de la brecha completa

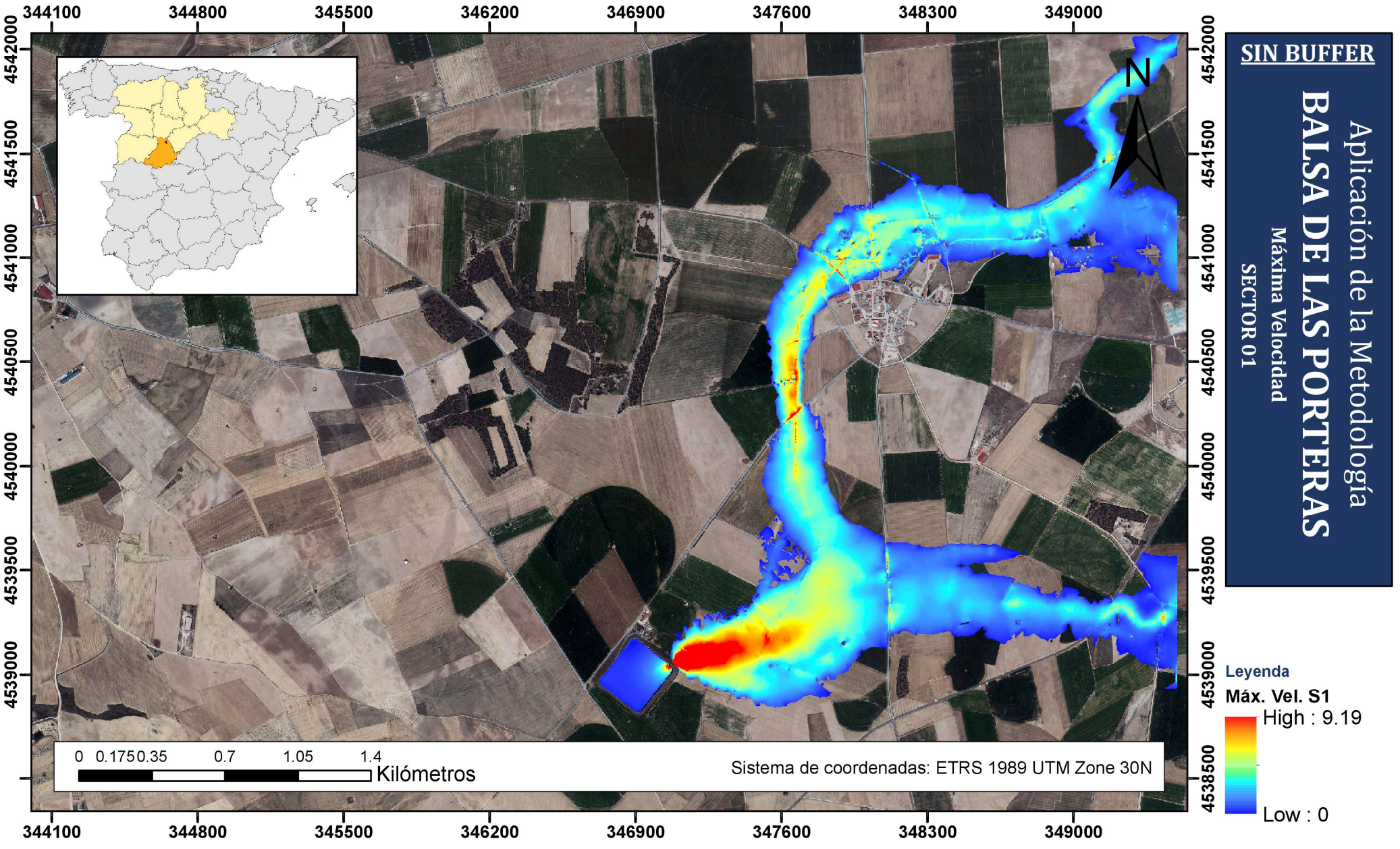


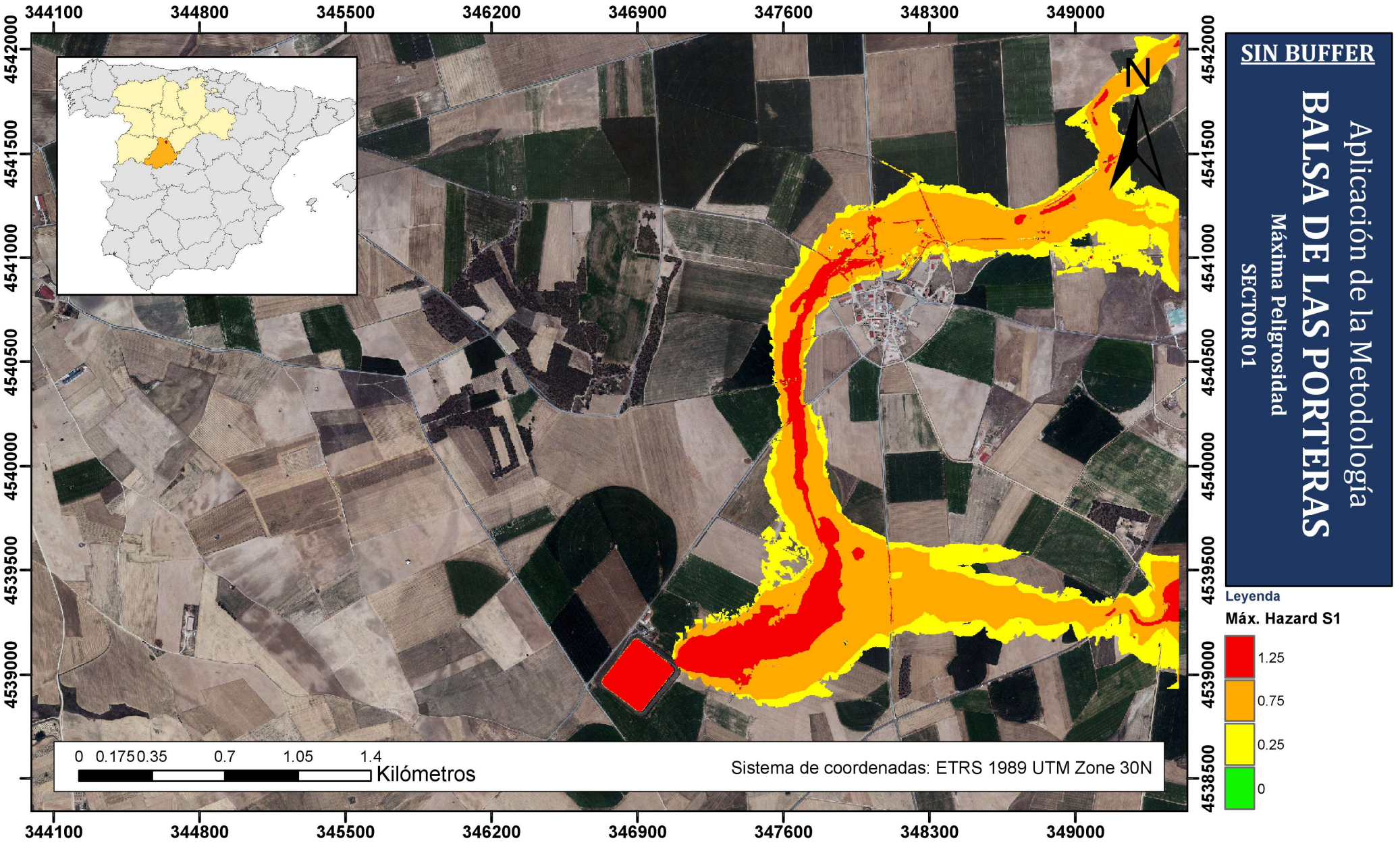
Variables de formación de la brecha incompleta

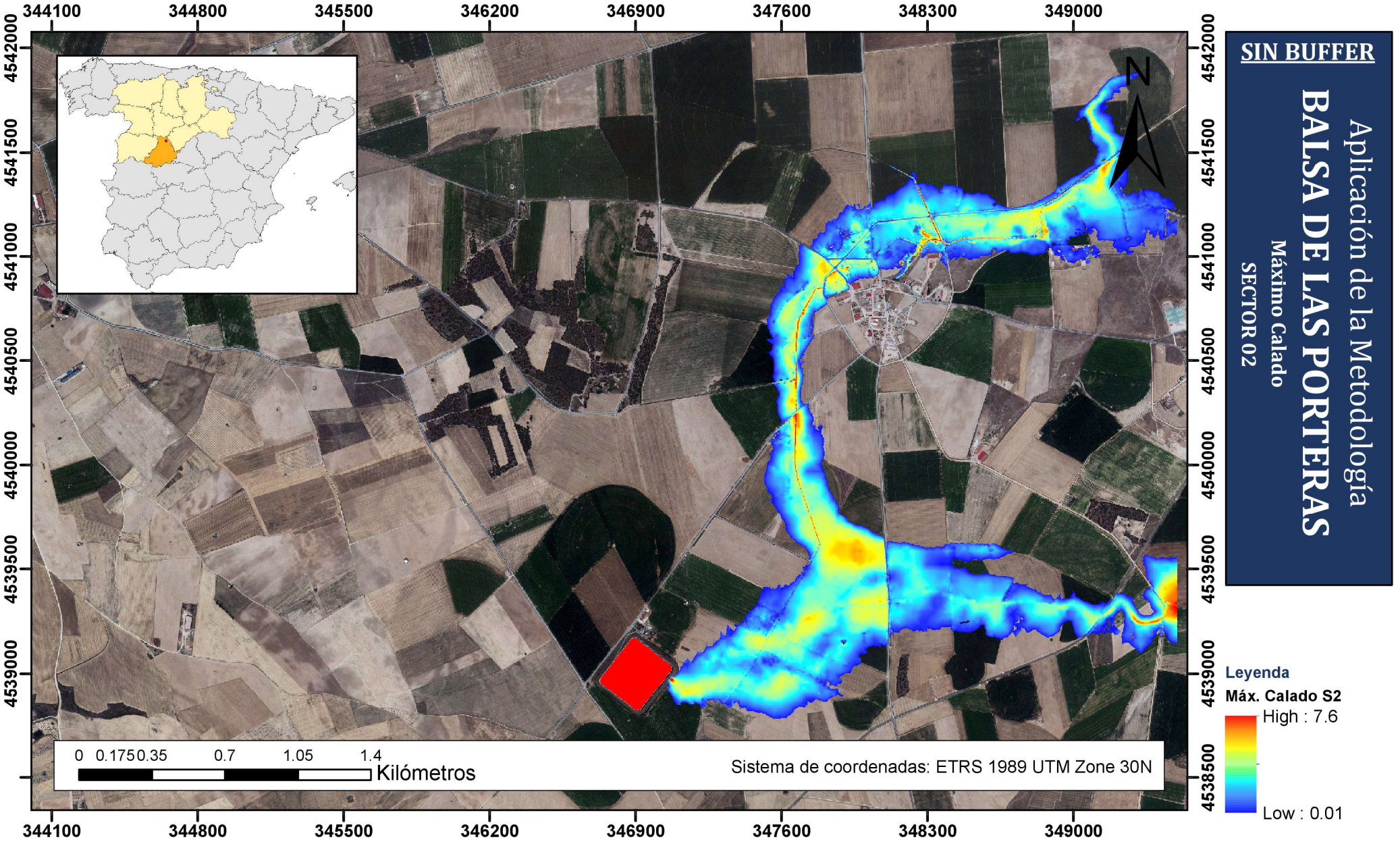


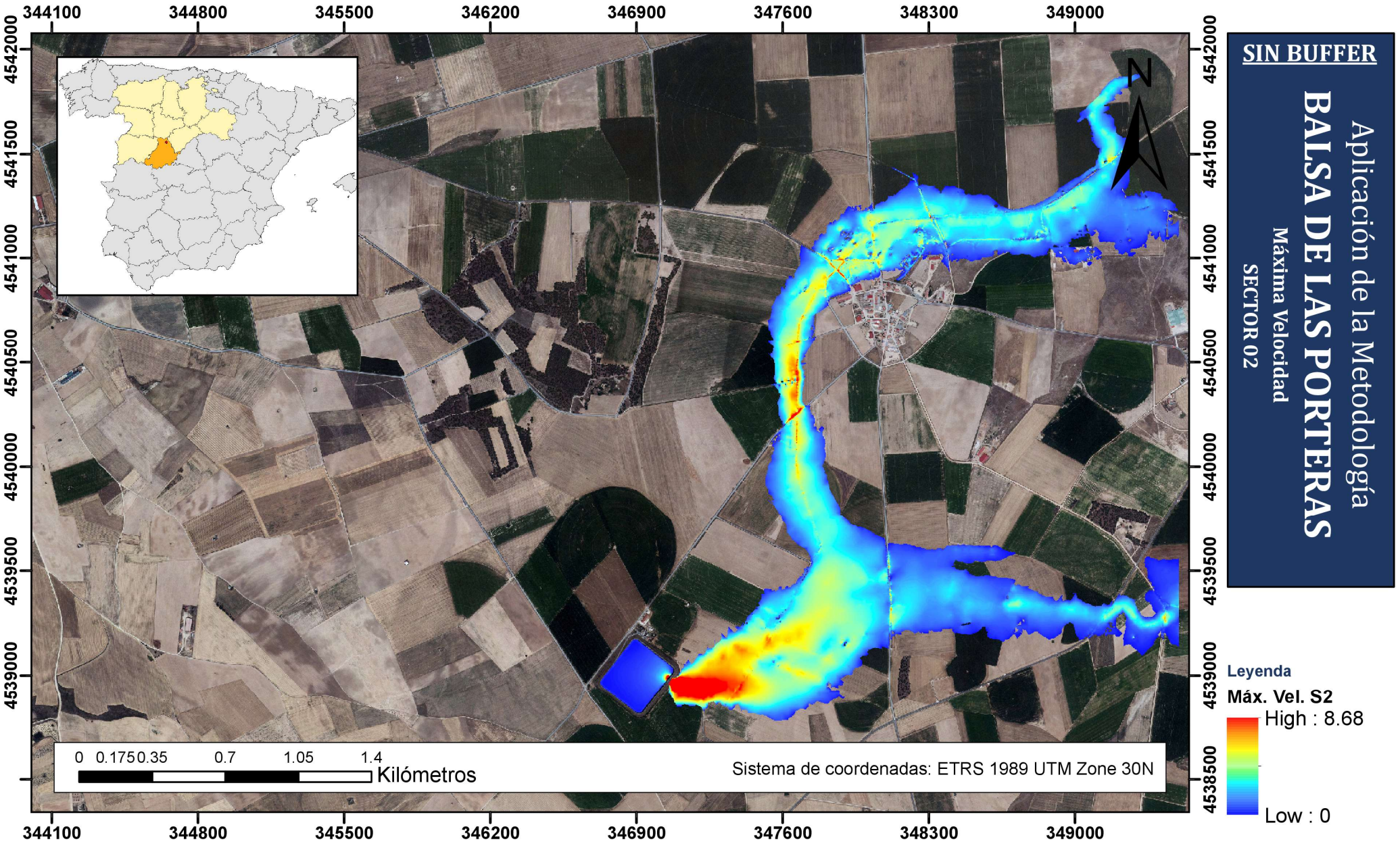
Fuente: GUIDELINES FOR DAM BREACH ANALYSIS, STATE OF COLORADO-DEPARTMENT OF NATURAL RESOURCES-DIVISION OF WATER RESOURCES, 10/02/2010

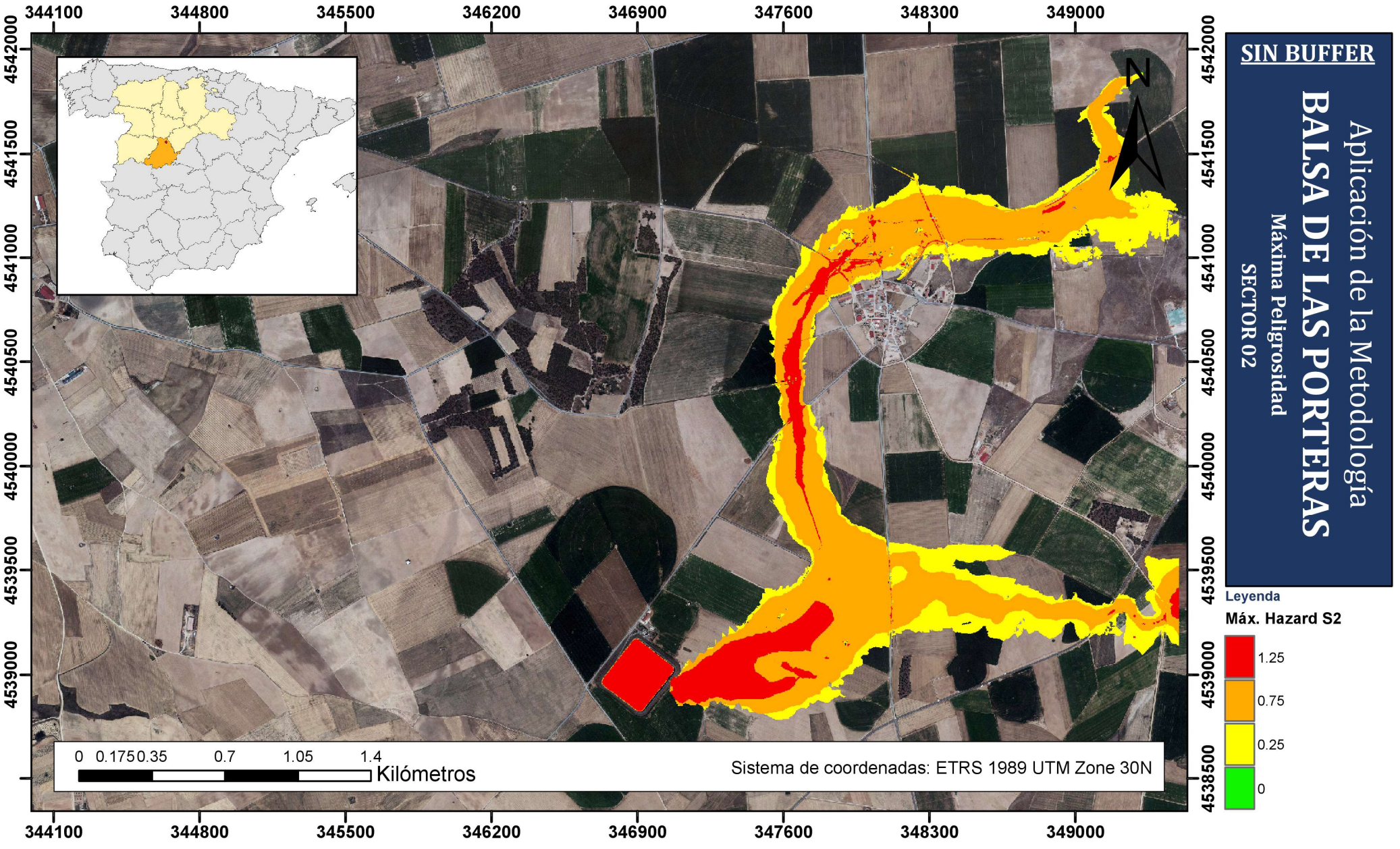

344100
344800
345500
346200
346900
347600
348300
349000
4542000
4541500
4541000
4540500
4540000
4539500
4539000
4538500
N
SIN BUFFER
Aplicación de la Metodología
BALSA DE LAS PORTERAS
Máximo Calado
SECTOR 01
Leyenda
Máx. Calado S1
High : 7.6
Low : 0.01
0 0.175 0.35 0.7 1.05 1.4
Kilómetros
Sistema de coordenadas: ETRS 1989 UTM Zone 30N

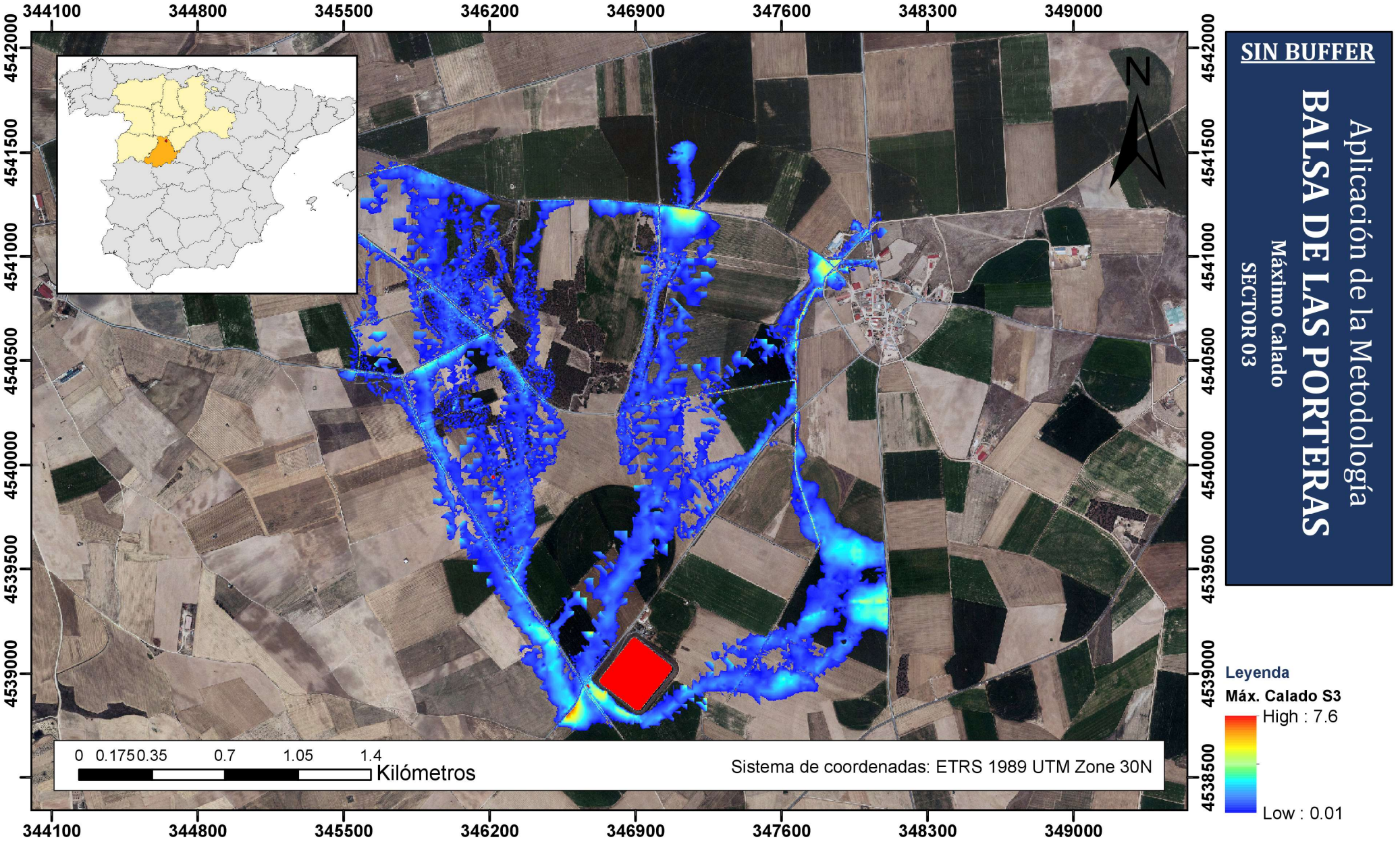

SIN BUFFER
Aplicación de la Metodología
BALSA DE LAS PORTERAS
Máxima Velocidad
SECTOR 01
N
Leyenda
Máx. Vel. S1
High : 9.19
Low : 0
0 0.175 0.35 0.7 1.05 1.4
Kilómetros
Sistema de coordenadas: ETRS 1989 UTM Zone 30N
344100
344800
345500
346200
346900
347600
348300
349000
4542000
4541500
4541000
4540500
4540000
4539500
4539000
4538500

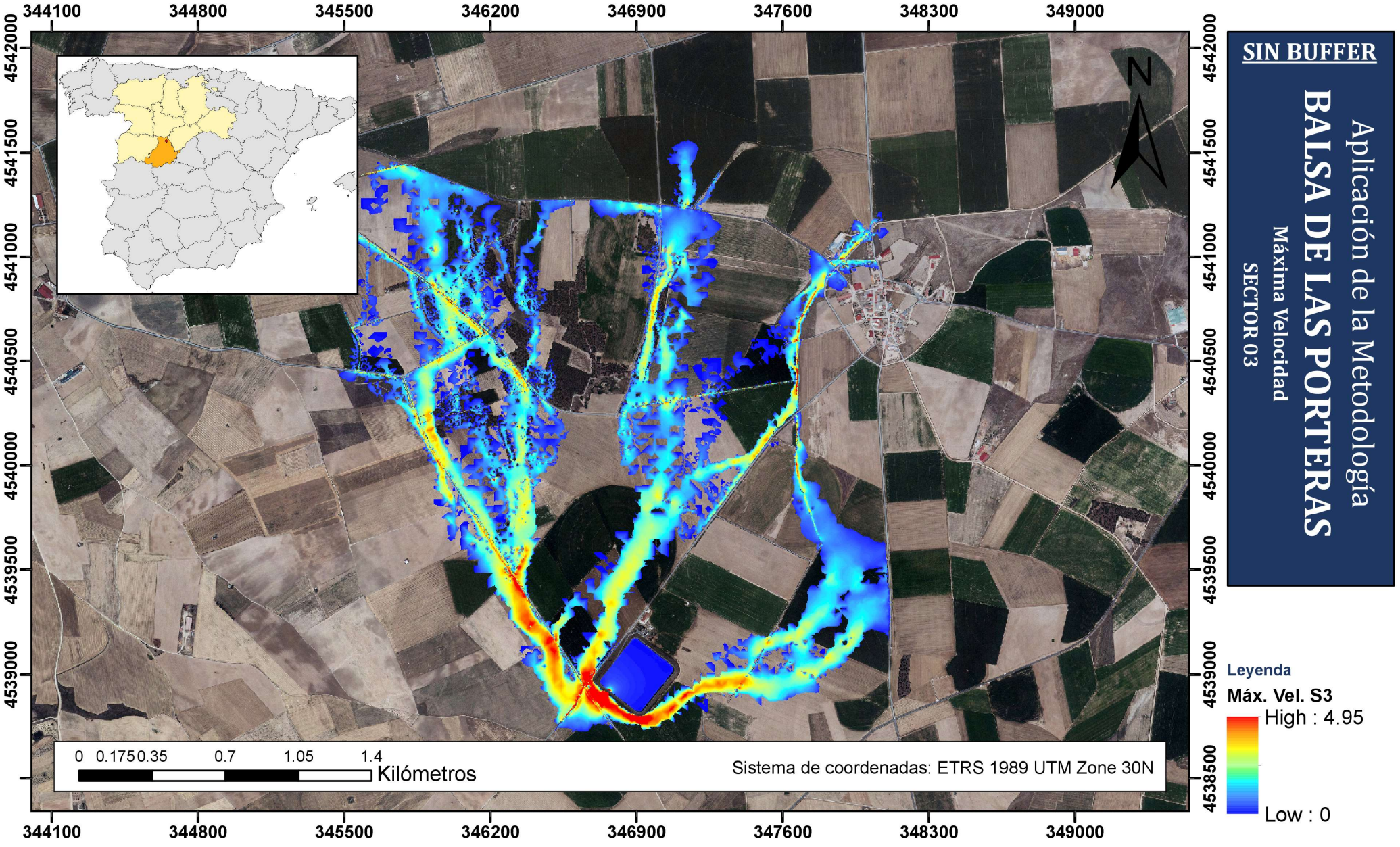

344100
344800
345500
346200
346900
347600
348300
349000
4542000
4541500
4541000
4540500
4540000
4539500
4539000
4538500
N
SIN BUFFER
Aplicación de la Metodología
BALSA DE LAS PORTERAS
Máxima Peligrosidad
SECTOR 01
Leyenda
Máx. Hazard S1
1.25
0.75
0.25
0
0 0.175 0.35 0.7 1.05 1.4
Kilómetros
Sistema de coordenadas: ETRS 1989 UTM Zone 30N

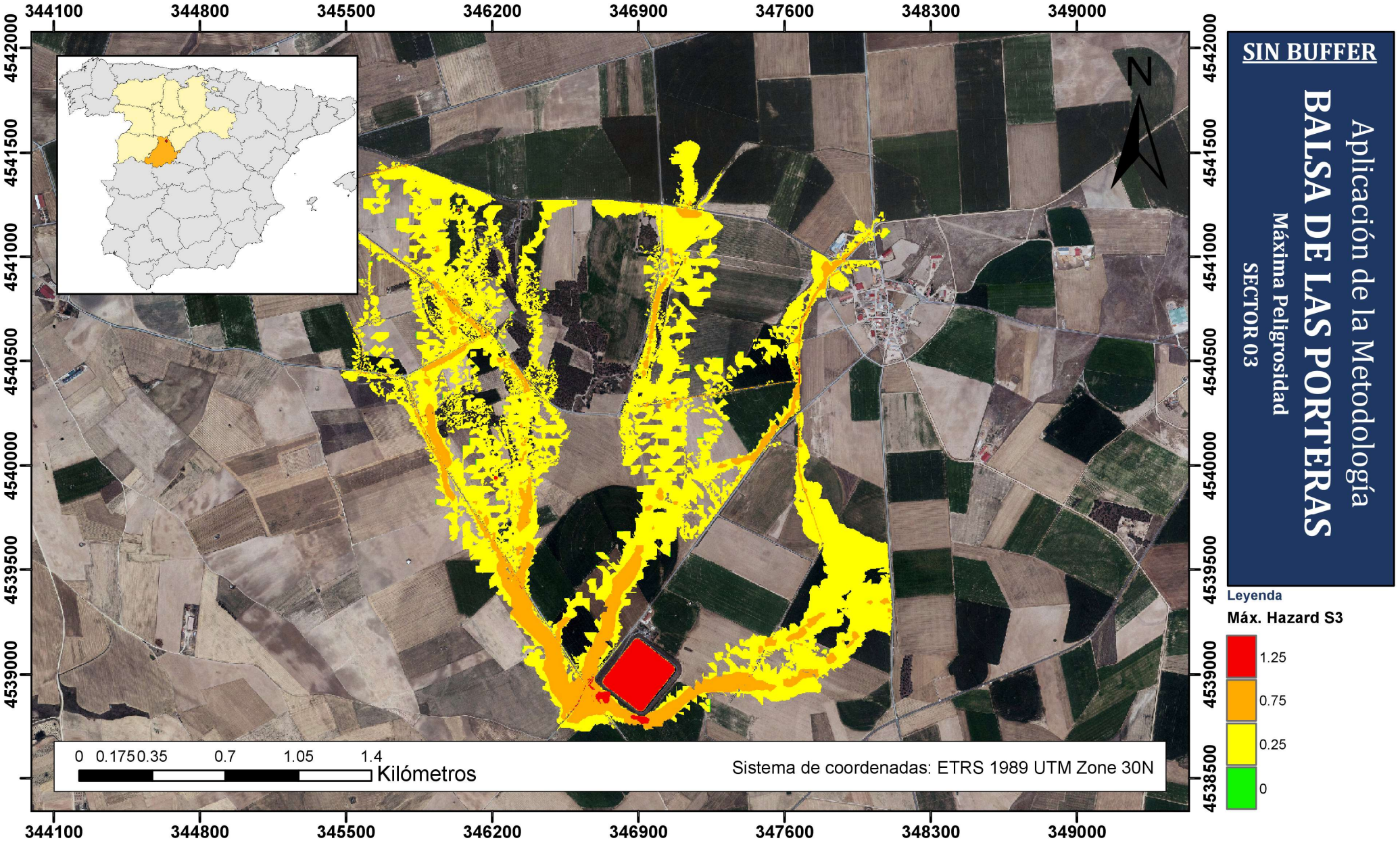

SIN BUFFER
Aplicación de la Metodología
BALSA DE LAS PORTERAS
Máximo Calado
SECTOR 02
Leyenda
Máx. Calado S2
High : 7.6
Low : 0.01
N
344100
344800
345500
346200
346900
347600
348300
349000
4542000
4541500
4541000
4540500
4540000
4539500
4539000
4538500
0 0.175 0.35 0.7 1.05 1.4
Kilómetros
Sistema de coordenadas: ETRS 1989 UTM Zone 30N

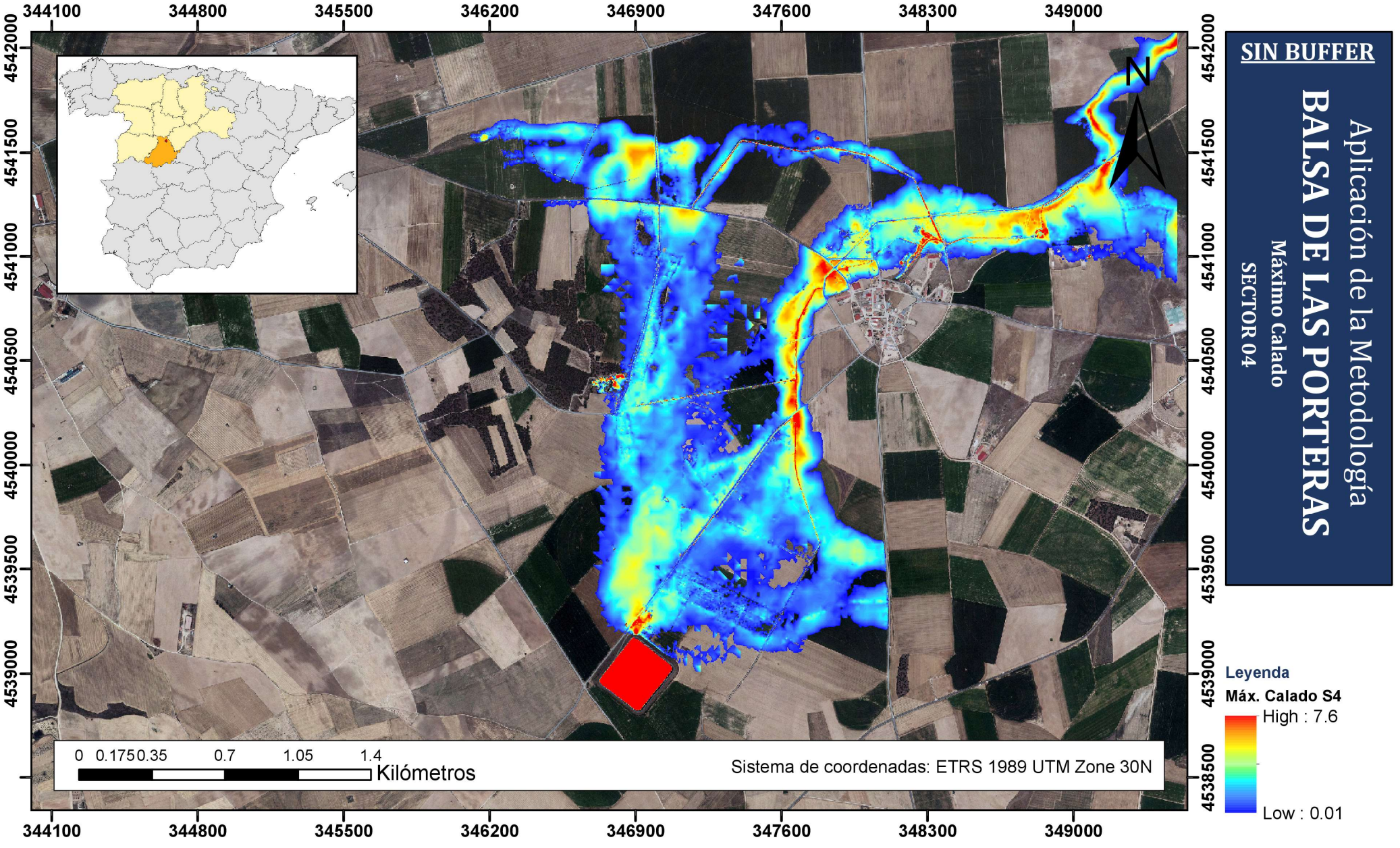

SIN BUFFER
Aplicación de la Metodología
BALSA DE LAS PORTERAS
Máxima Velocidad
SECTOR 02
N
Leyenda
Máx. Vel. S2
High : 8.68
Low : 0
0 0.175 0.35 0.7 1.05 1.4
Kilómetros
Sistema de coordenadas: ETRS 1989 UTM Zone 30N
344100
344800
345500
346200
346900
347600
348300
349000
4542000
4541500
4541000
4540500
4540000
4539500
4539000
4538500

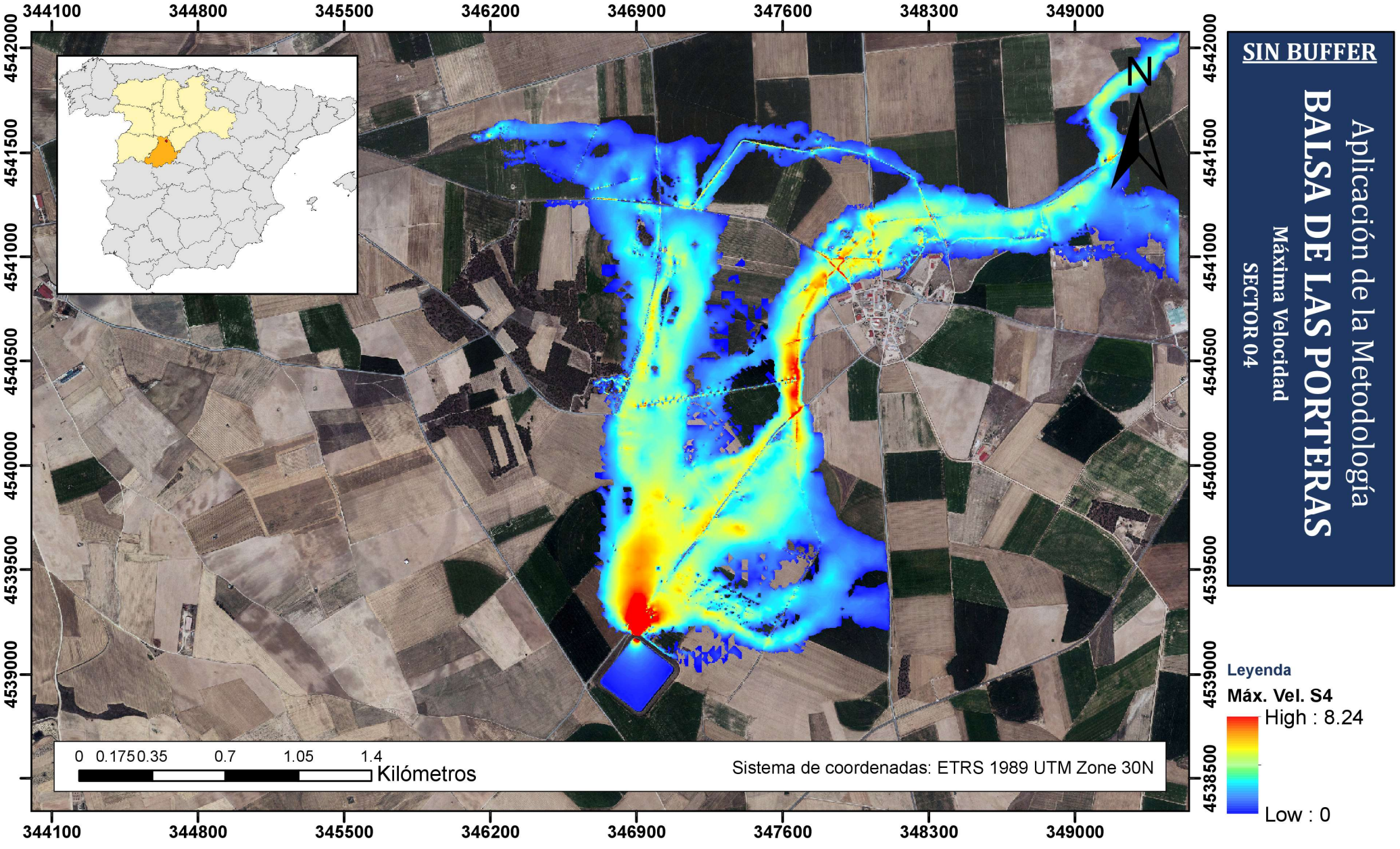

SIN BUFFER
Aplicación de la Metodología
BALSA DE LAS PORTERAS
Máxima Peligrosidad
SECTOR 02
Leyenda
Máx. Hazard S2
1.25
0.75
0.25
0
N
344100
344800
345500
346200
346900
347600
348300
349000
4542000
4541500
4541000
4540500
4540000
4539500
4539000
4538500
0 0.175 0.35 0.7 1.05 1.4
Kilómetros
Sistema de coordenadas: ETRS 1989 UTM Zone 30N

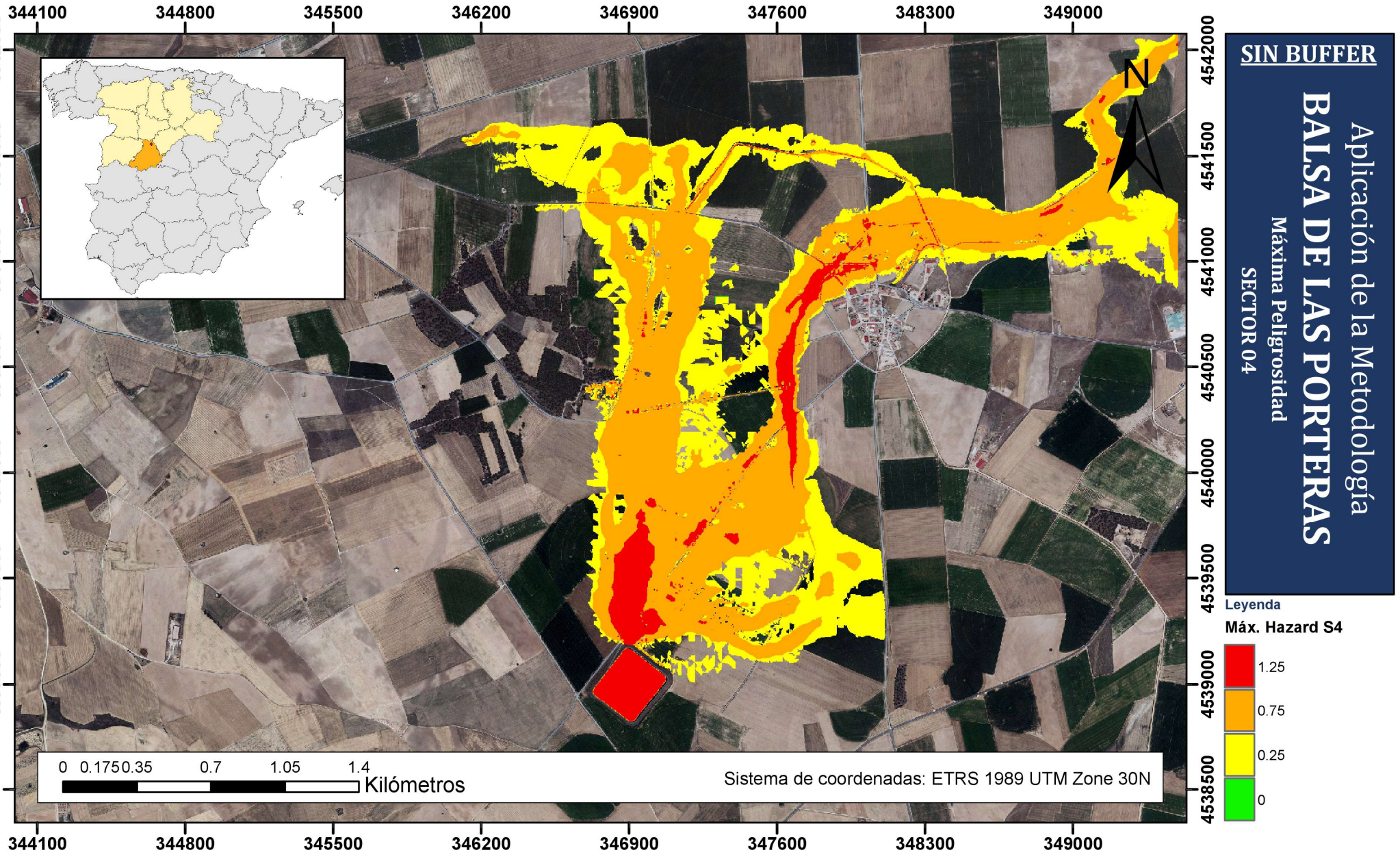

SIN BUFFER
Aplicación de la Metodología
BALSA DE LAS PORTERAS
Máximo Calado
SECTOR 03
N
Leyenda
Máx. Calado S3
High : 7.6
Low : 0.01
0 0.175 0.35 0.7 1.05 1.4
Kilómetros
Sistema de coordenadas: ETRS 1989 UTM Zone 30N
344100
344800
345500
346200
346900
347600
348300
349000
4542000
4541500
4541000
4540500
4540000
4539500
4539000
4538500

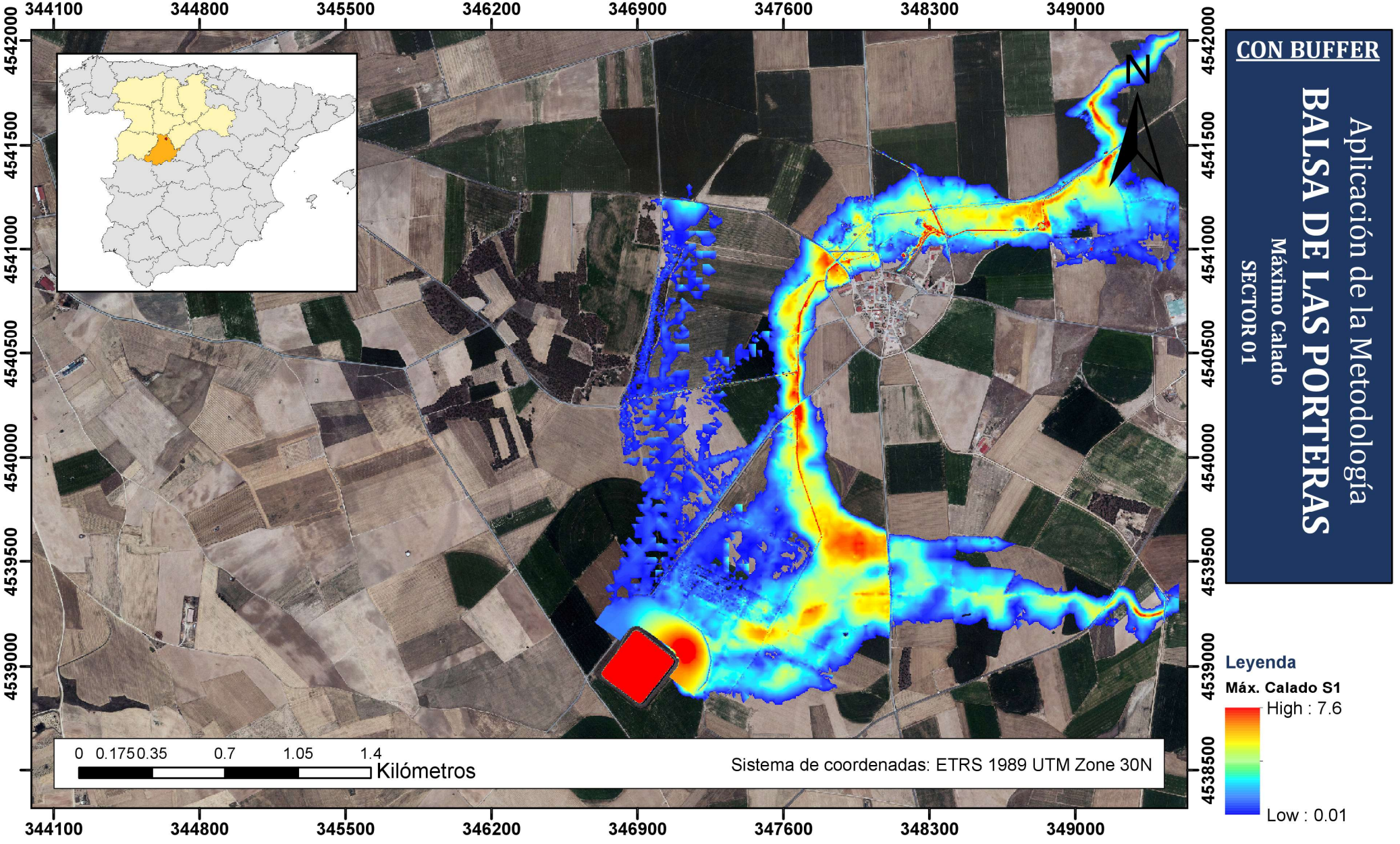

SIN BUFFER
Aplicación de la Metodología
BALSA DE LAS PORTERAS
Máxima Velocidad
SECTOR 03
N
Leyenda
Máx. Vel. S3
High : 4.95
Low : 0
0 0.175 0.35 0.7 1.05 1.4
Kilómetros
Sistema de coordenadas: ETRS 1989 UTM Zone 30N
344100
344800
345500
346200
346900
347600
348300
349000
4542000
4541500
4541000
4540500
4540000
4539500
4539000
4538500

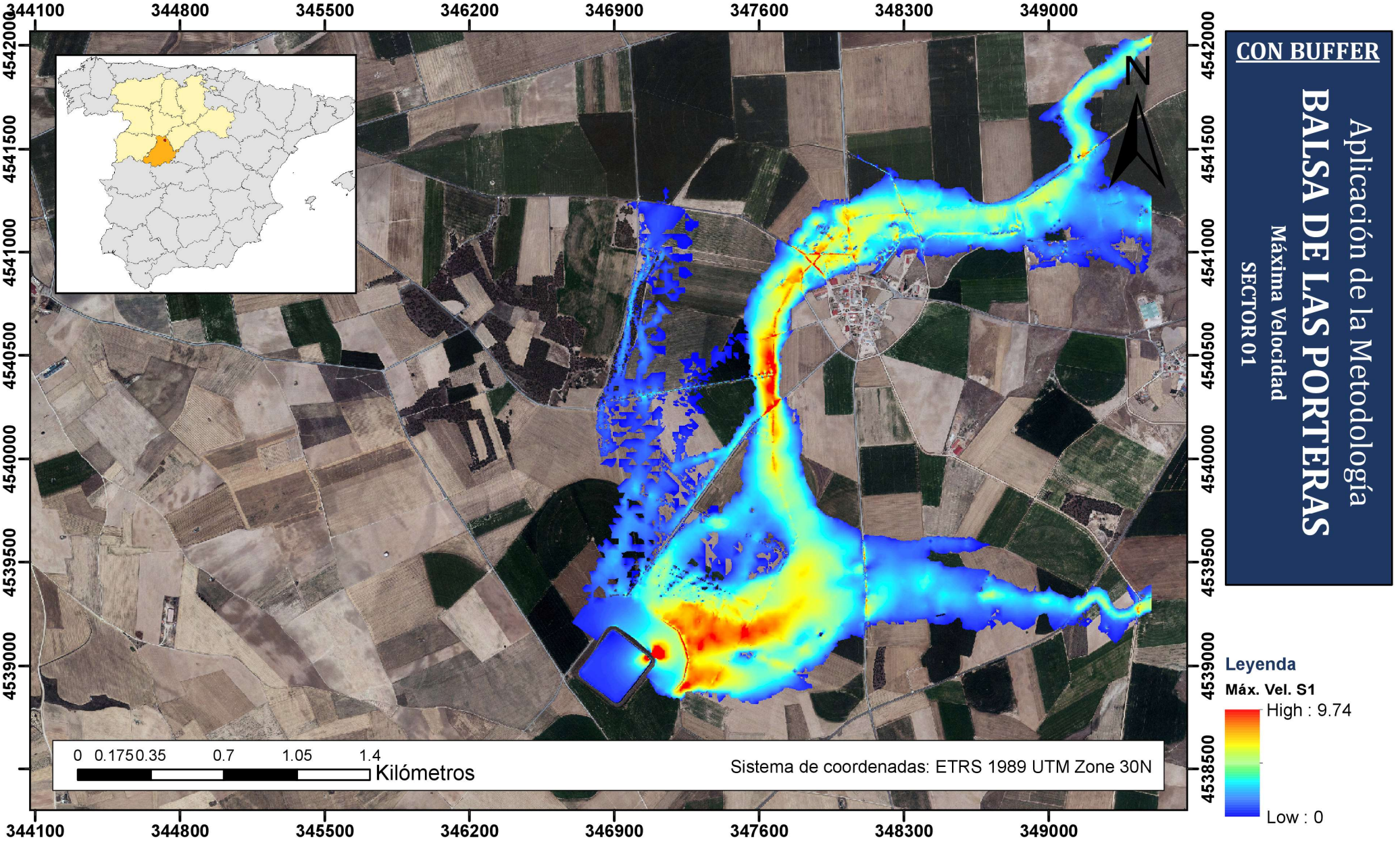

SIN BUFFER
Aplicación de la Metodología
BALSA DE LAS PORTERAS
Máxima Peligrosidad
SECTOR 03
Leyenda
Máx. Hazard S3
1.25
0.75
0.25
0
N
344100
344800
345500
346200
346900
347600
348300
349000
4542000
4541500
4541000
4540500
4540000
4539500
4539000
4538500
0 0.175 0.35 0.7 1.05 1.4
Kilómetros
Sistema de coordenadas: ETRS 1989 UTM Zone 30N

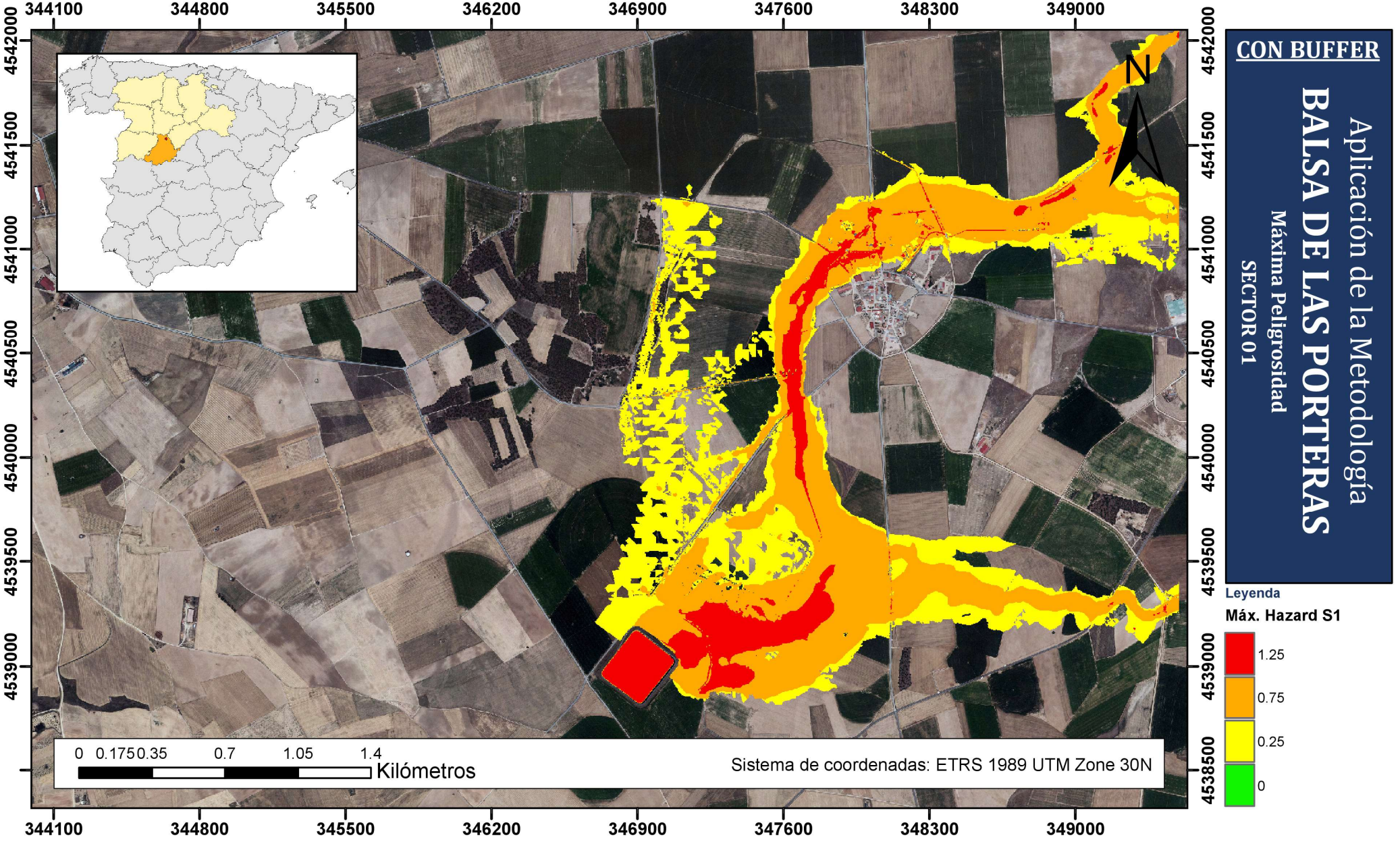

SIN BUFFER
Aplicación de la Metodología
BALSA DE LAS PORTERAS
Máximo Calado
SECTOR 04
N
Leyenda
Máx. Calado S4
High : 7.6
Low : 0.01
0 0.175 0.35 0.7 1.05 1.4
Kilómetros
Sistema de coordenadas: ETRS 1989 UTM Zone 30N
344100
344800
345500
346200
346900
347600
348300
349000
4542000
4541500
4541000
4540500
4540000
4539500
4539000
4538500

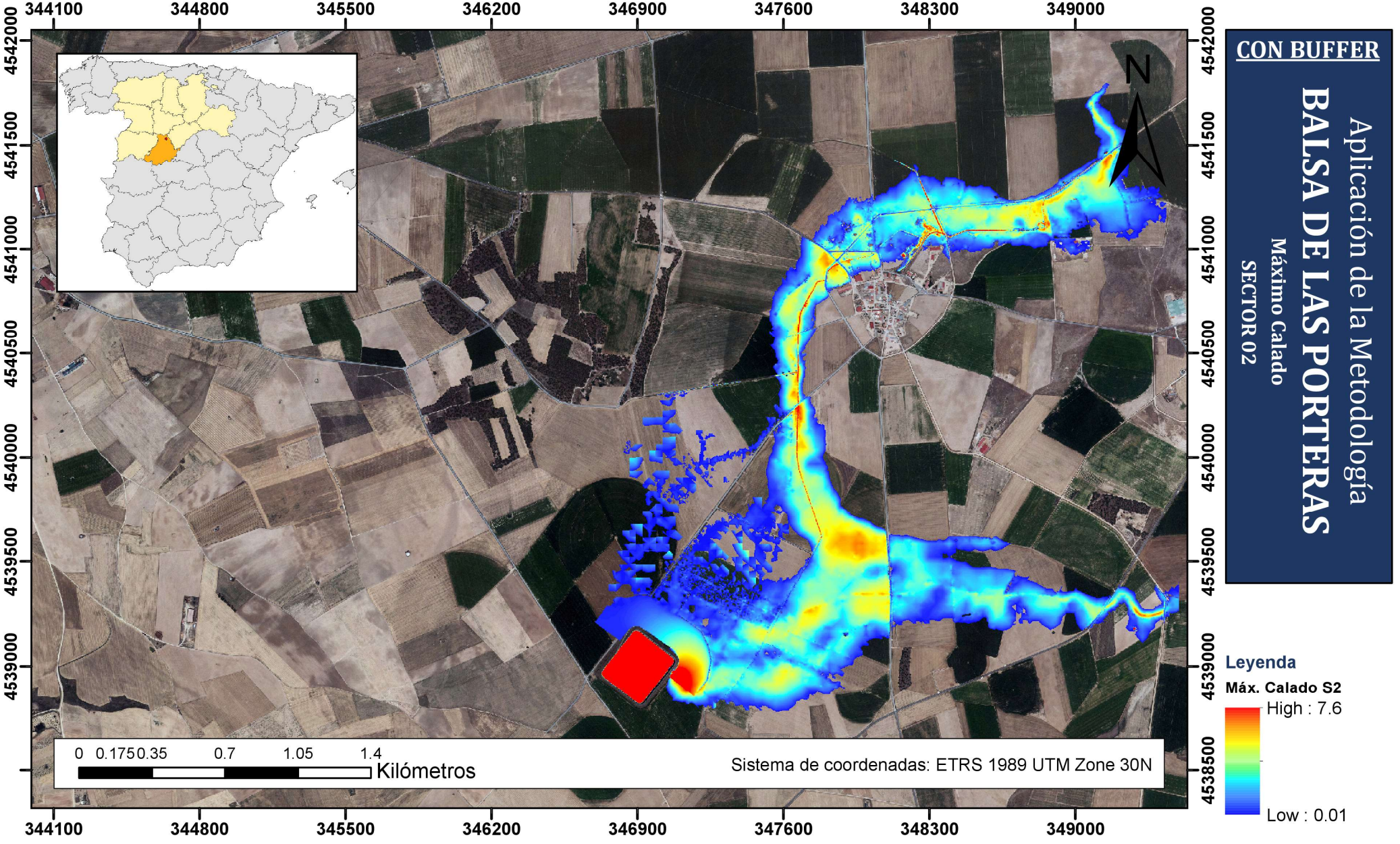

SIN BUFFER
Aplicación de la Metodología
BALSA DE LAS PORTERAS
Máxima Velocidad
SECTOR 04
N
Leyenda
Máx. Vel. S4
High : 8.24
Low : 0
0 0.175 0.35 0.7 1.05 1.4
Kilómetros
Sistema de coordenadas: ETRS 1989 UTM Zone 30N
344100
344800
345500
346200
346900
347600
348300
349000
4542000
4541500
4541000
4540500
4540000
4539500
4539000
4538500

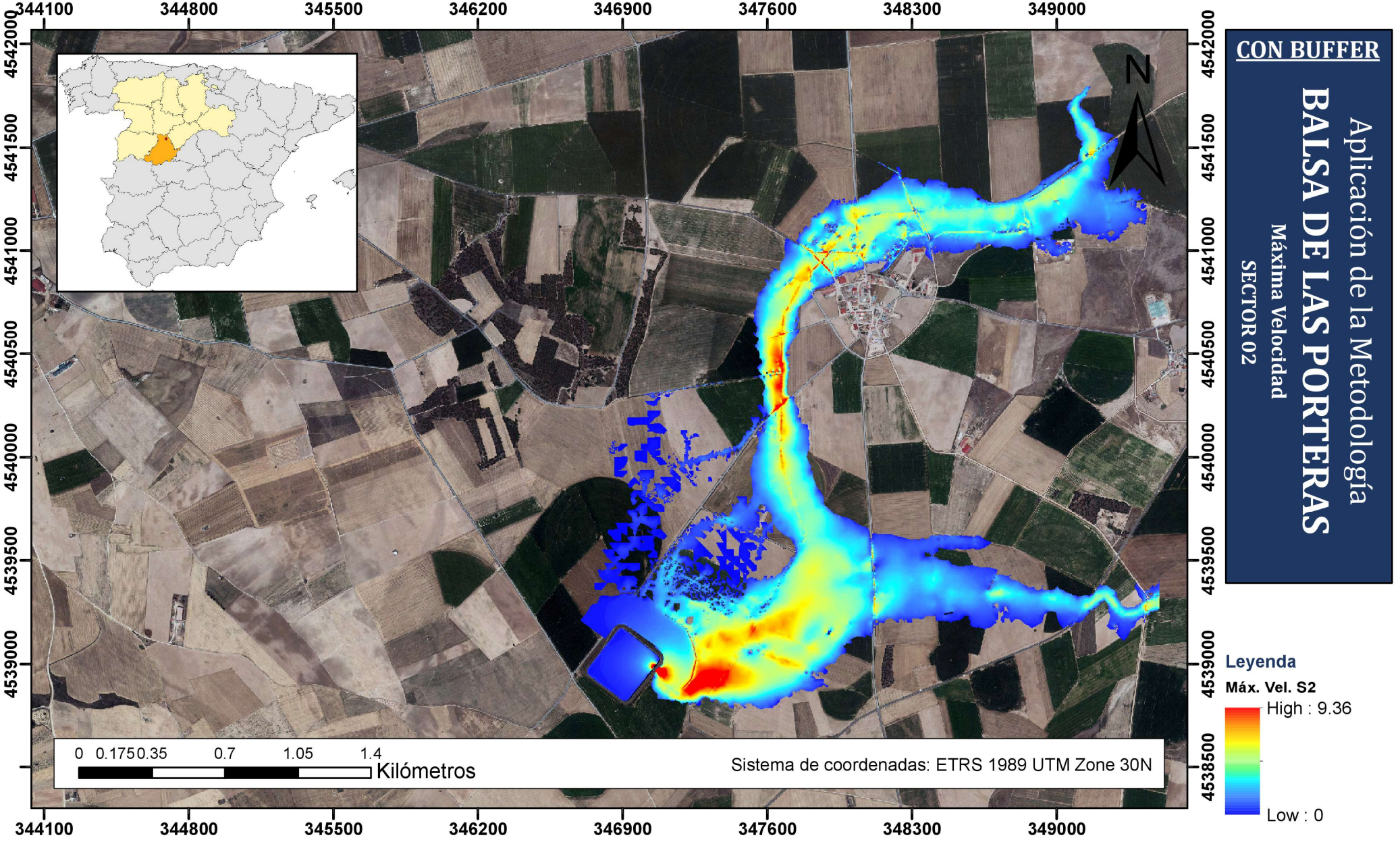

SIN BUFFER
Aplicación de la Metodología
BALSA DE LAS PORTERAS
Máxima Peligrosidad
SECTOR 04
Leyenda
Máx. Hazard S4
1.25
0.75
0.25
0
N
344100
344800
345500
346200
346900
347600
348300
349000
4542000
4541500
4541000
4540500
4540000
4539500
4539000
4538500
0 0.175 0.35 0.7 1.05 1.4
Kilómetros
Sistema de coordenadas: ETRS 1989 UTM Zone 30N

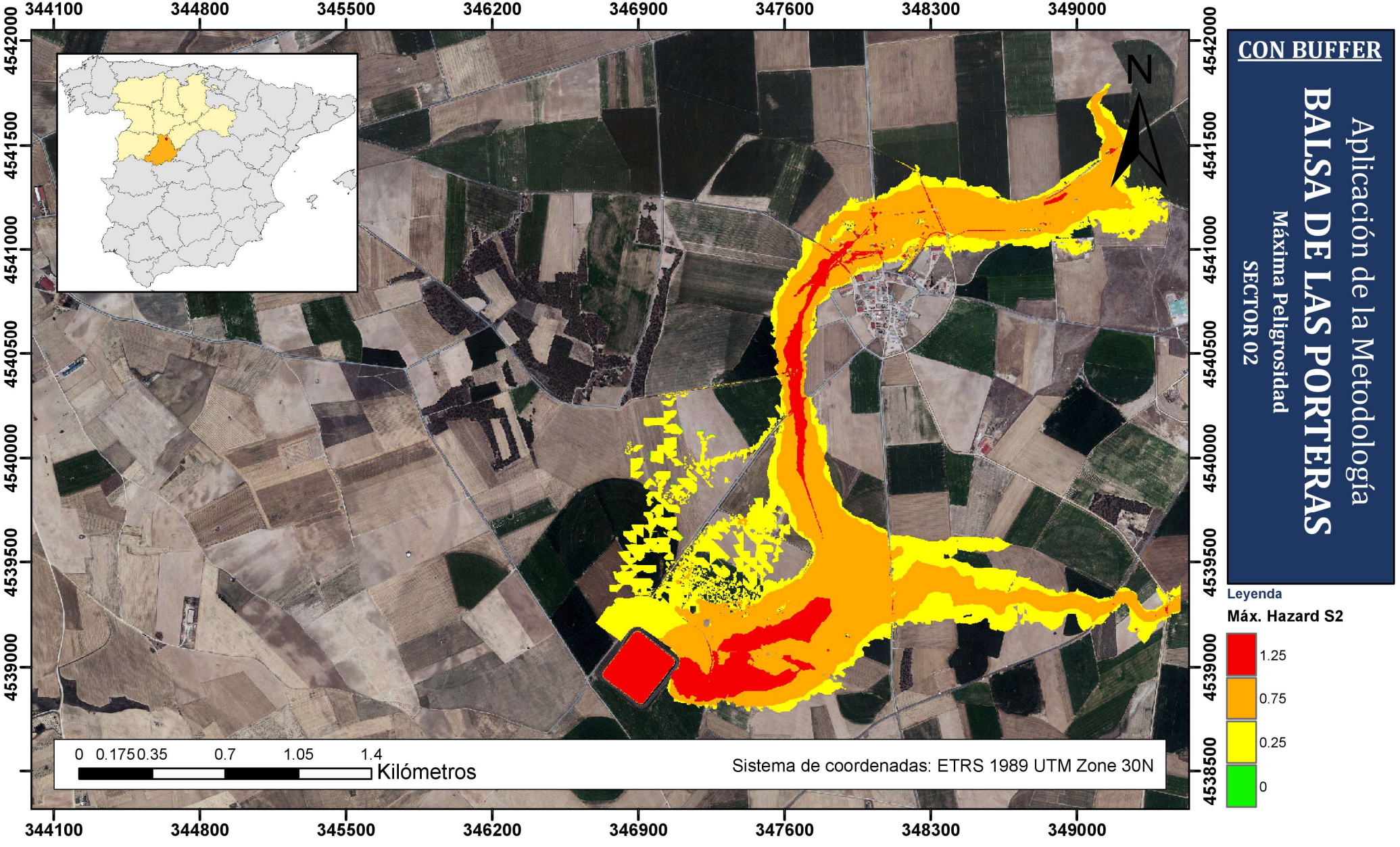

CON BUFFER
Aplicación de la Metodología
BALSA DE LAS PORTERAS
Máximo Calado
SECTOR 01
N
Leyenda
Máx. Calado S1
High : 7.6
Low : 0.01
0 0.175 0.35 0.7 1.05 1.4
Kilómetros
Sistema de coordenadas: ETRS 1989 UTM Zone 30N
344100
344800
345500
346200
346900
347600
348300
349000
4542000
4541500
4541000
4540500
4540000
4539500
4539000
4538500

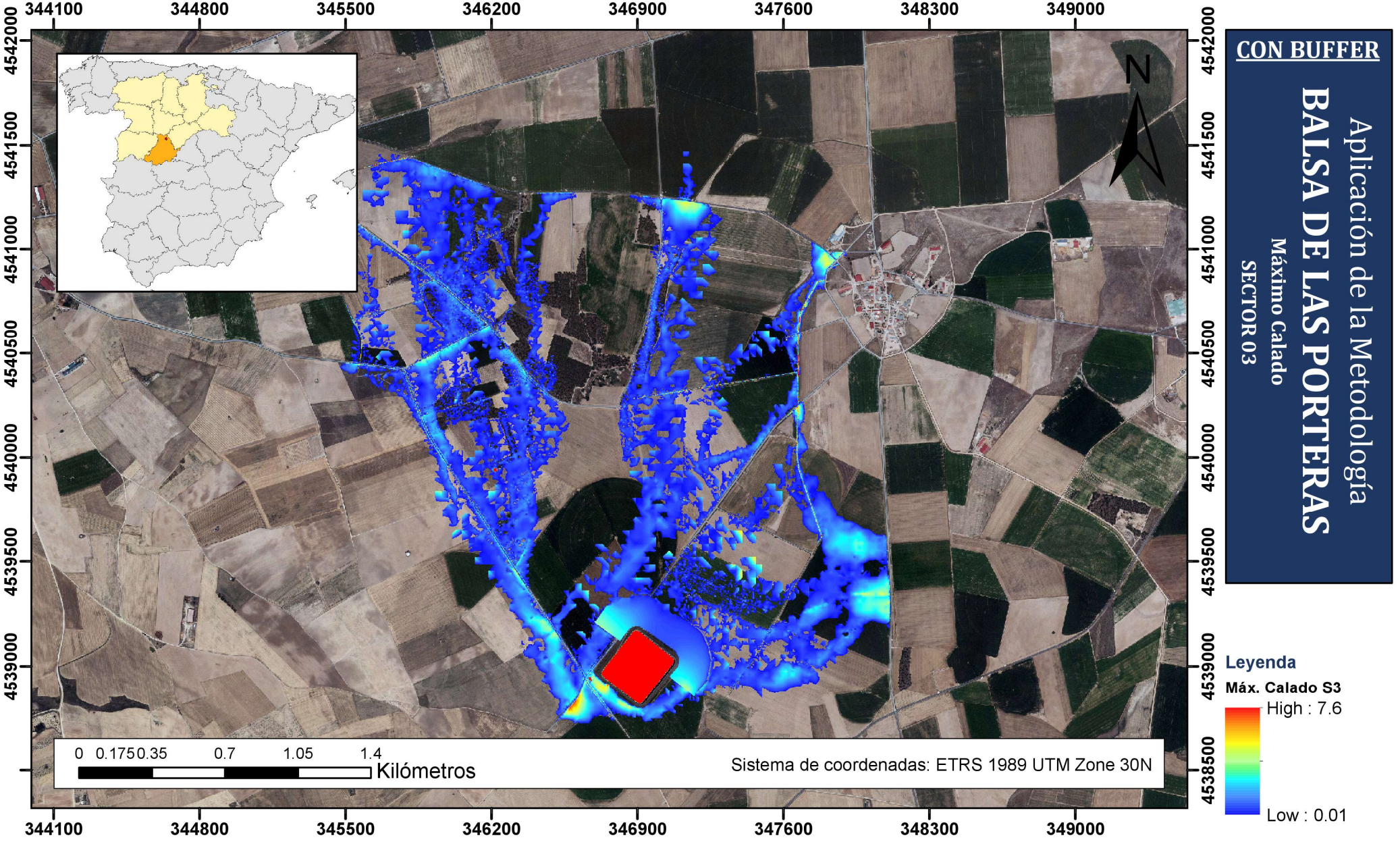

CON BUFFER
Aplicación de la Metodología
BALSA DE LAS PORTERAS
Máxima Velocidad
SECTOR 01
N
Leyenda
Máx. Vel. S1
High : 9.74
Low : 0
0 0.175 0.35 0.7 1.05 1.4
Kilómetros
Sistema de coordenadas: ETRS 1989 UTM Zone 30N
344100
344800
345500
346200
346900
347600
348300
349000
4542000
4541500
4541000
4540500
4540000
4539500
4539000
4538500

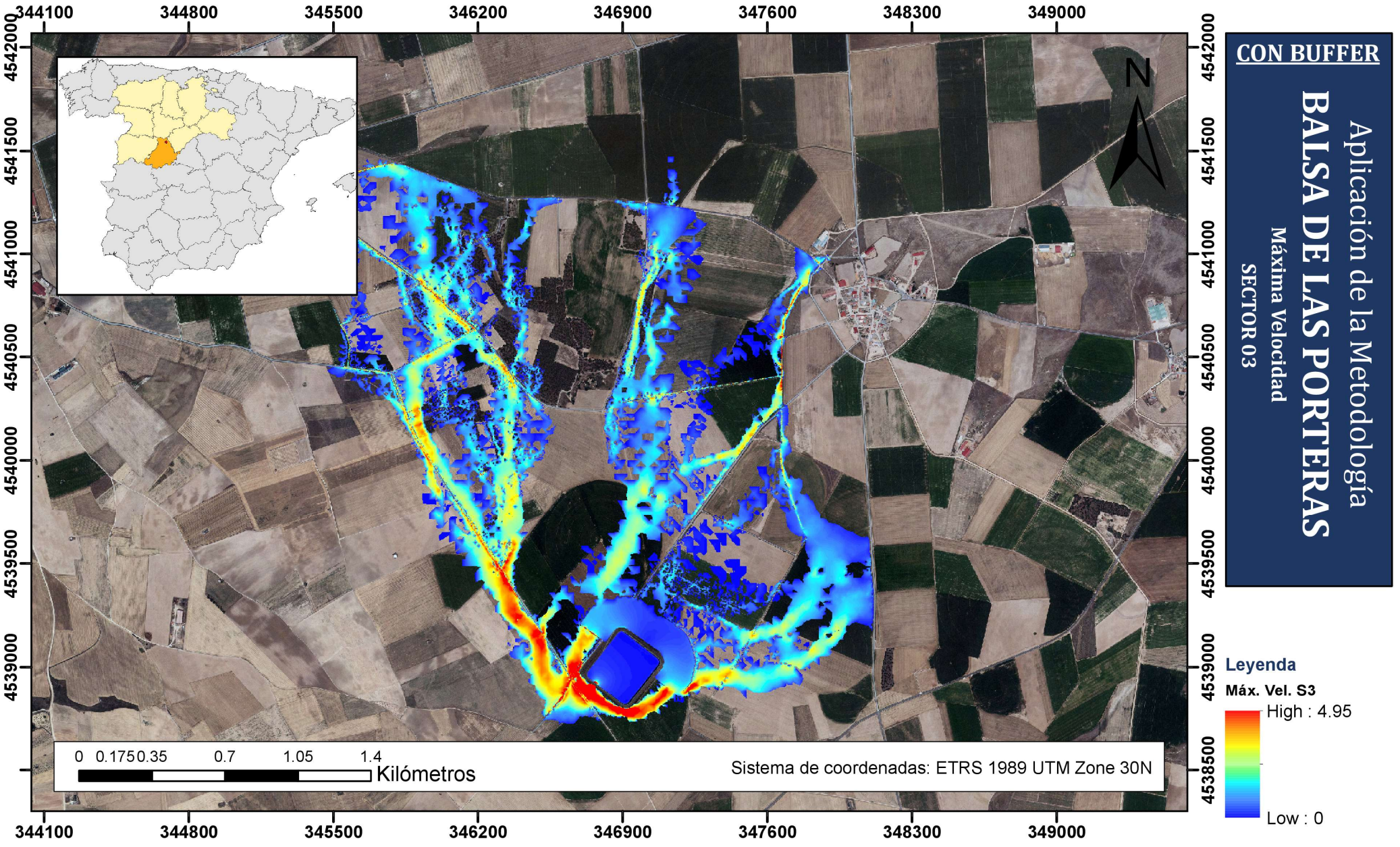

344100
344800
345500
346200
346900
347600
348300
349000
4542000
4541500
4541000
4540500
4540000
4539500
4539000
4538500
N
CON BUFFER
Aplicación de la Metodología
BALSA DE LAS PORTERAS
Máxima Peligrosidad
SECTOR 01
Leyenda
Máx. Hazard S1
1.25
0.75
0.25
0
0 0.175 0.35 0.7 1.05 1.4
Kilómetros
Sistema de coordenadas: ETRS 1989 UTM Zone 30N

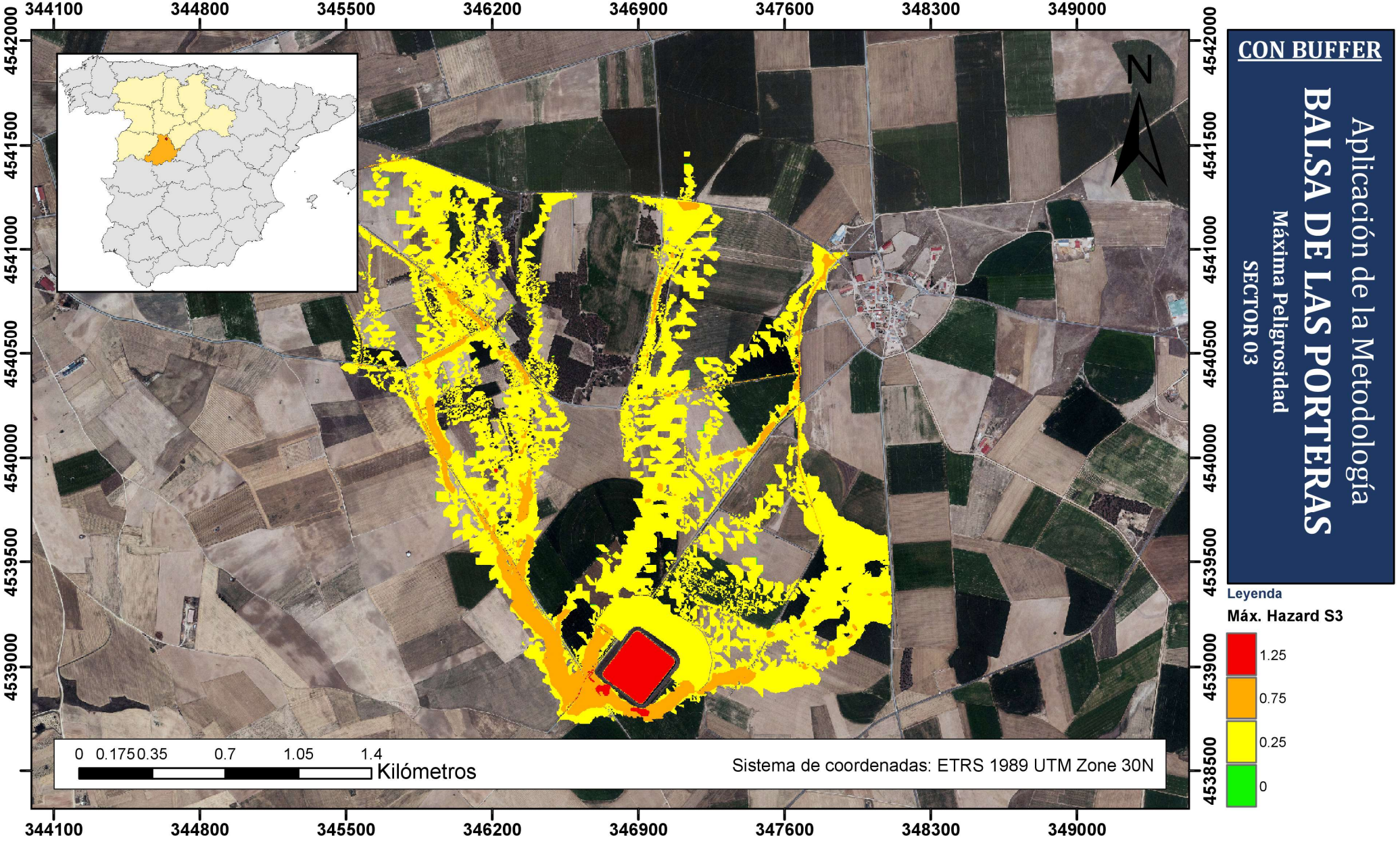

CON BUFFER
Aplicación de la Metodología
BALSA DE LAS PORTERAS
Máximo Calado
SECTOR 02
N
Leyenda
Máx. Calado S2
High : 7.6
Low : 0.01
0 0.175 0.35 0.7 1.05 1.4
Kilómetros
Sistema de coordenadas: ETRS 1989 UTM Zone 30N
344100
344800
345500
346200
346900
347600
348300
349000
4542000
4541500
4541000
4540500
4540000
4539500
4539000
4538500

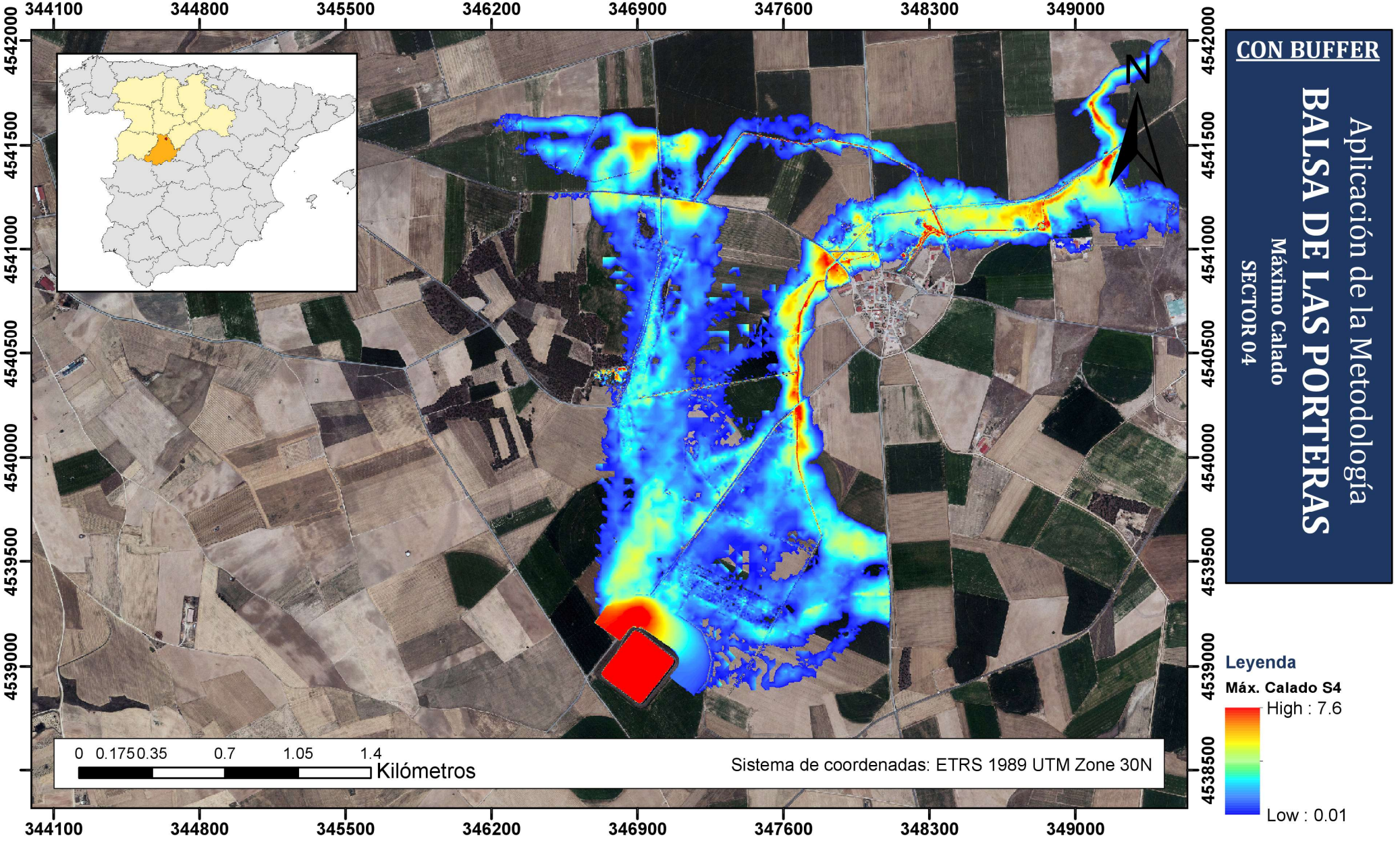

344100
344800
345500
346200
346900
347600
348300
349000
4542000
4541500
4541000
4540500
4540000
4539500
4539000
4538500
N
CON BUFFER
Aplicación de la Metodología
BALSA DE LAS PORTERAS
Máxima Velocidad
SECTOR 02
Leyenda
Máx. Vel. S2
High : 9.36
Low : 0
0 0.175 0.35 0.7 1.05 1.4
Kilómetros
Sistema de coordenadas: ETRS 1989 UTM Zone 30N

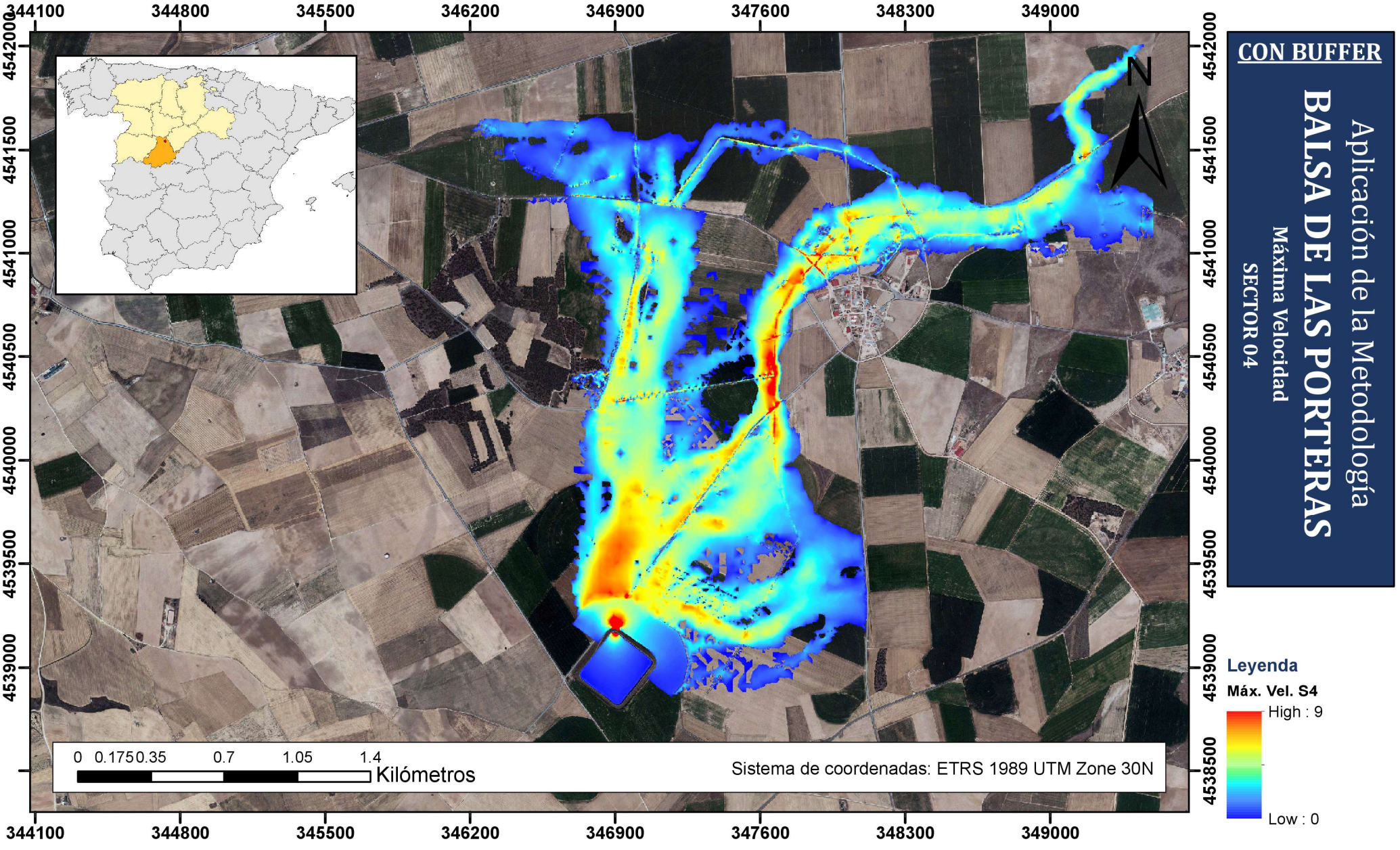

344100
344800
345500
346200
346900
347600
348300
349000
4542000
4541500
4541000
4540500
4540000
4539500
4539000
4538500
N
CON BUFFER
Aplicación de la Metodología
BALSA DE LAS PORTERAS
Máxima Peligrosidad
SECTOR 02
Leyenda
Máx. Hazard S2
1.25
0.75
0.25
0
0 0.175 0.35 0.7 1.05 1.4
Kilómetros
Sistema de coordenadas: ETRS 1989 UTM Zone 30N

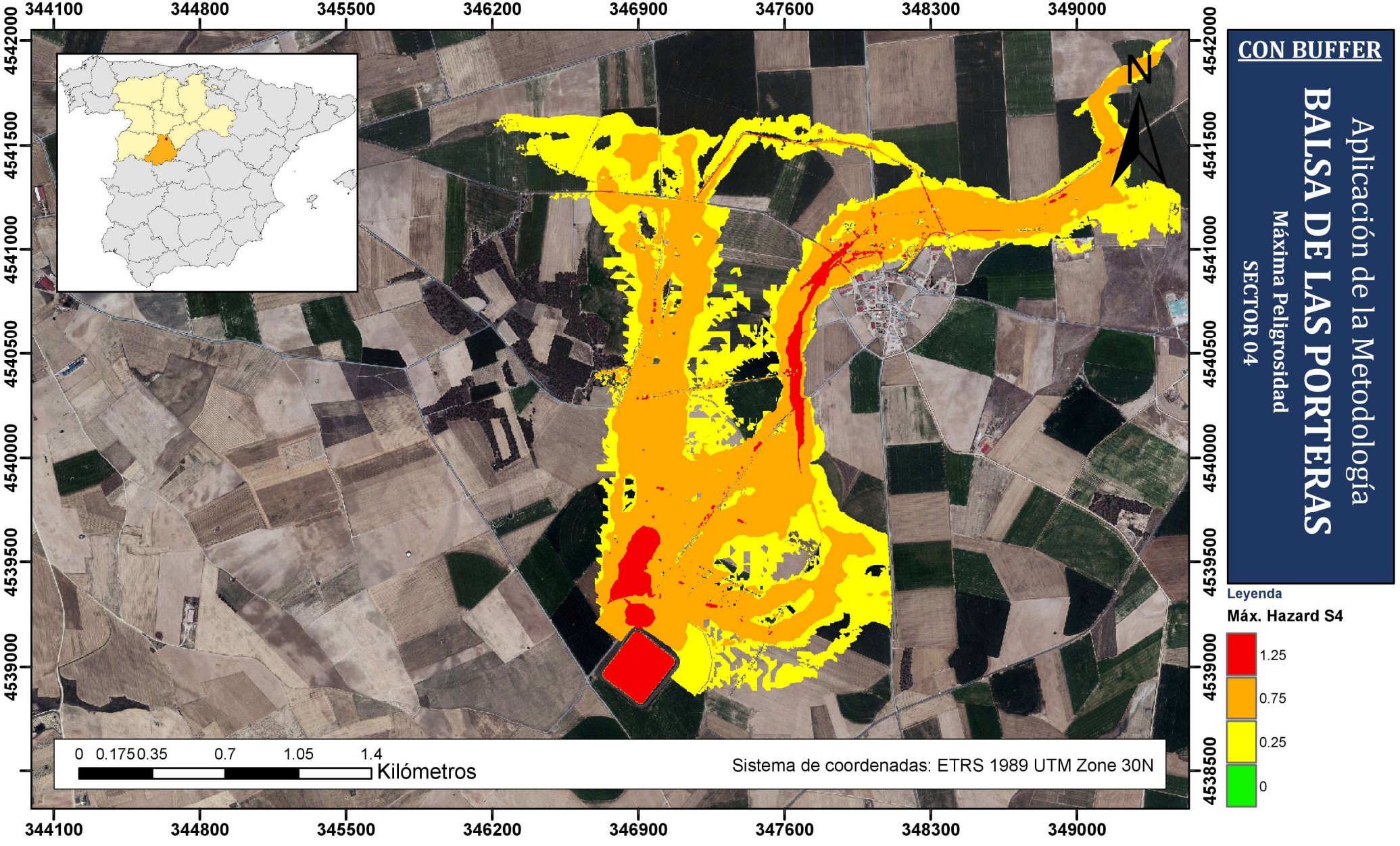

CON BUFFER
Aplicación de la Metodología
BALSA DE LAS PORTERAS
Máximo Calado
SECTOR 03
N
Leyenda
Máx. Calado S3
High : 7.6
Low : 0.01
0 0.175 0.35 0.7 1.05 1.4
Kilómetros
Sistema de coordenadas: ETRS 1989 UTM Zone 30N
344100
344800
345500
346200
346900
347600
348300
349000
4542000
4541500
4541000
4540500
4540000
4539500
4539000
4538500


344100
344800
345500
346200
346900
347600
348300
349000
4542000
4541500
4541000
4540500
4540000
4539500
4539000
4538500
N
CON BUFFER
Aplicación de la Metodología
BALSA DE LAS PORTERAS
Máxima Velocidad
SECTOR 03
Leyenda
Máx. Vel. S3
High : 4.95
Low : 0
0 0.175 0.35 0.7 1.05 1.4
Kilómetros
Sistema de coordenadas: ETRS 1989 UTM Zone 30N


344100
344800
345500
346200
346900
347600
348300
349000
4542000
4541500
4541000
4540500
4540000
4539500
4539000
4538500
N
CON BUFFER
Aplicación de la Metodología
BALSA DE LAS PORTERAS
Máxima Peligrosidad
SECTOR 03
Leyenda
Máx. Hazard S3
1.25
0.75
0.25
0
0 0.175 0.35 0.7 1.05 1.4
Kilómetros
Sistema de coordenadas: ETRS 1989 UTM Zone 30N

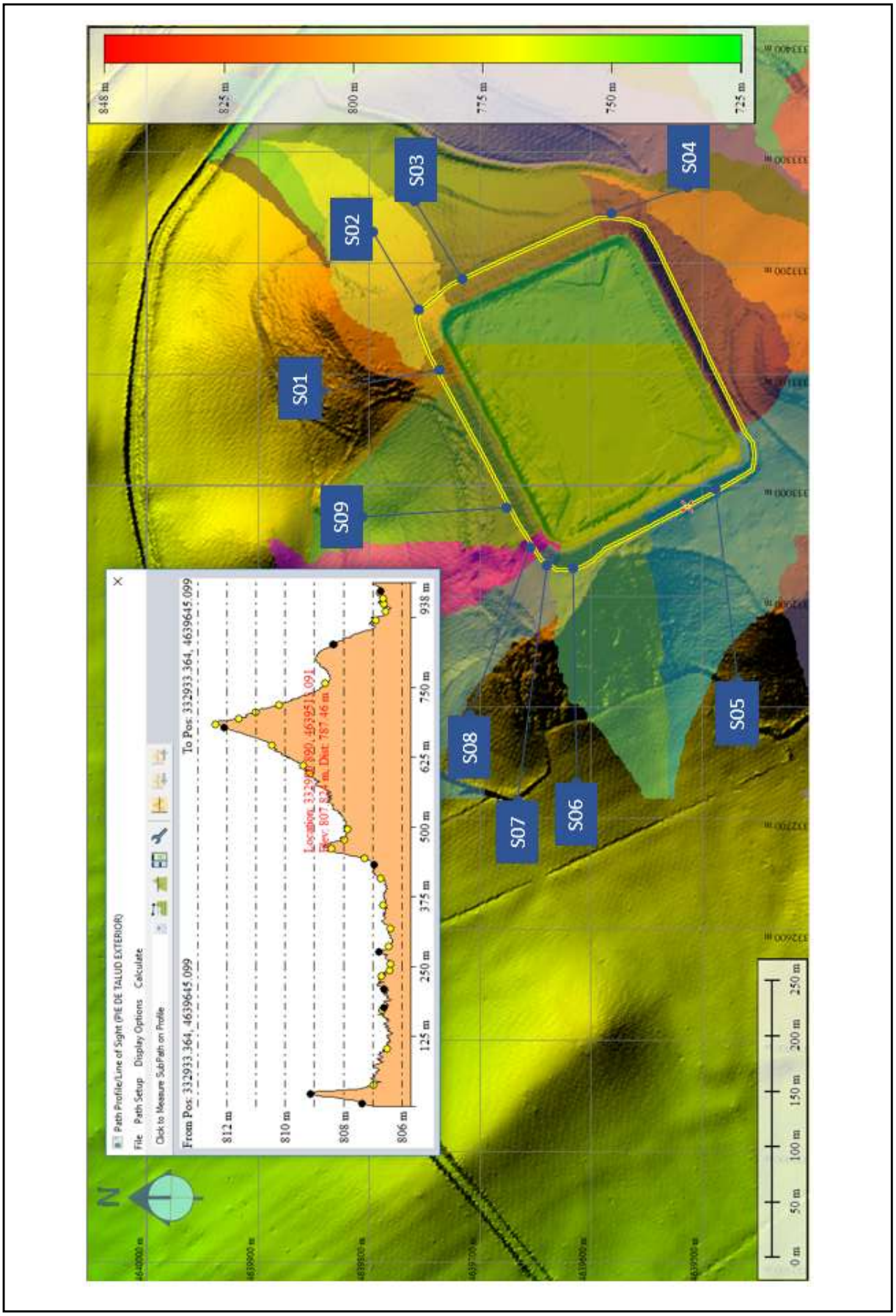

CON BUFFER
Aplicación de la Metodología
BALSA DE LAS PORTERAS
Máximo Calado
SECTOR 04
N
Leyenda
Máx. Calado S4
High : 7.6
Low : 0.01
0 0.175 0.35 0.7 1.05 1.4
Kilómetros
Sistema de coordenadas: ETRS 1989 UTM Zone 30N
344100
344800
345500
346200
346900
347600
348300
349000
4542000
4541500
4541000
4540500
4540000
4539500
4539000
4538500


CON BUFFER
Aplicación de la Metodología
BALSA DE LAS PORTERAS
Máxima Velocidad
SECTOR 04
N
Leyenda
Máx. Vel. S4
High : 9
Low : 0
0 0.175 0.35 0.7 1.05 1.4
Kilómetros
Sistema de coordenadas: ETRS 1989 UTM Zone 30N
344100
344800
345500
346200
346900
347600
348300
349000
4542000
4541500
4541000
4540500
4540000
4539500
4539000
4538500


344100
344800
345500
346200
346900
347600
348300
349000
4542000
4541500
4541000
4540500
4540000
4539500
4539000
4538500
N
0 0.175 0.35 0.7 1.05 1.4
Kilómetros
Sistema de coordenadas: ETRS 1989 UTM Zone 30N
CON BUFFER
Aplicación de la Metodología
BALSA DE LAS PORTERAS
Máxima Peligrosidad
SECTOR 04
Leyenda
Máx. Hazard S4
1.25
0.75
0.25
0

APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA. BALSA DE MACIAS PICAVEA

SECTORIZACIÓN DEL DIQUE DE CIERRE.
SITUACIÓN DE LAS BRECHAS
MDT 1X1
UMBRAL DE CORRIENTE NIVEL 5



APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA. BALSA DE MACIAS PICAVEA

ESTIMACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE BRECHA. SECTORES 01 y 06 ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE FÓRMULAS EMPÍRICAS

ESTIMACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE BRECHA

PROYECTO:	BALSA DE MACIAS PICAVEA										
SECTOR:	SEC01 y SEC06										
ALTURA	5,5										
CARACTERÍSTICA*		MÉTODO		FROEHLICH 95a			FROEHLICH 08		GUÍA TÉCNICA	MACDONALD & LANGRIDGE-MONOPOLIS 84	VTG
MODO DE FALLO (S=SIFONAMIENTO;D=DESBORDAMIENTO)		Mf		S	D		S	D	S	S	S
CARGA DE AGUA MOVILIZABLE		Hw	m	5,5	5,5		5,5	5,5	5,5	5,5	5,5
VOLUMEN ALMACENADO EN Hw EN EL COLAPSO		Vw	m3	194356,1	194356,1		194356,1	194356,1	194356,1	194356,1	194356,1
SUPERFICIE OCUPADA EN Hw		As	m2	29325	29325		29325	29325	29325	29325	29325
RESGUARDO		r	m	1	1		1	1	1	1	1
ALTURA DE BRECHA COMPLETA		Hb	m	5,5	5,5		5,5	5,5	5,5	5,5	5,5
FACTOR CORRECTOR POR MODO DE FALLO		Ko	-	1	1,4		1	1,3			
TALUD DE LA BRECHA		Zb	Z(H):1(V)	0,9	1,4		0,7	1	1	0,5	1
**	TALUD DEL DIQUE AGUAS ARRIBA	Z_1	Z(H):1(V)							2,5	
	TALUD DEL DIQUE AGUAS ABAJO	Z_2	Z(H):1(V)							2,5	
	SUMA DE TALUDES DEL DIQUE	Z_3	Z_1+Z_2							5	
	ANCHO CORONACIÓN DEL DIQUE	C	m							5	
	VOLUMEN EROSIONABLE DEL DIQUE	Ve	m3							1129,6	
TIPOLOGIA DEL DIQUE		Td		Pequeña Presa Clasificable			Pequeña Presa Clasificable		Pequeña Presa Clasificable	Pequeña Presa Clasificable	Pequeña Presa Clasificable
COTA SOLERA BRECHA		Cs	m	806,5	806,5		806,5	806,5	806,5	806,5	806,5
COTA CORONACIÓN		Cc	m	813	813		813	813	813	813	813
ESTIMACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE LA BRECHA											
***	ANCHO MEDIO	Bavg	m	12,3	17,2		14,23	18,5	20,3	12,1	19,85
	ANCHO EN SOLERA	Bb	m	7,3	9,5		10,4	13,0	14,8	8,9	14,4
	ANCHO EN CORONACIÓN	Bc	m				19,48	26,00	27,84	15,38	27,35
	TIEMPO DE FORMACIÓN	Tf	h	0,3	0,3		0,45	0,4	0,385	0,231	0,083
	FACTOR DE ALMACENAMIENTO	Sl	-	35,3	35,3		35,3	35,3	35,3	35,3	35,3
ESTIMACIÓN DEL CAUDAL PUNTA FROEHLIC 95b											
CAUDAL MÁXIMO PREVISTO		Qp	m3/s	182,55	182,55		182,55	182,55	182,55	182,55	182,55

APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA. BALSA DE MACIAS PICAVEA

ESTIMACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE BRECHA. SECTORES 01 y 06 ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE FÓRMULAS EMPÍRICAS. VALIDACIÓN DE RESULTADOS

ESTIMACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE BRECHA

PROYECTO:	BALSA DE MACIAS PICAVEA
SECTOR:	SEC01_y_SEC06
ALTURA	5,5

ANÁLISIS Y VALIDACIÓN DE RESULTADOS

Dada la importancia del tiempo de formación de la brecha en la generación del pico del hidrograma, es relevante poder validar los resultados. Para ello utilizaremos un estimador de la progresión de la erosión. Se considera adecuado aquel que define un desarrollo lineal, por lo que se utilizará la razón de erosión (ER) definida por la relación entre el ancho medio de brecha y el tiempo de formación. Diversos autores han indicado los intervalos de fiabilidad relacionando dicho parámetro con la altura de agua movilizable, (Hw), quedando estos entre 1.6 y 2.1. Por otro lado, el agua almacenada puede condicionar el desarrollo completo de la brecha, por lo que se apunta como indicador de la validez de los resultados, la relación entre el ancho medio respecto de la altura de bredca (Bavg/Hb). En este caso si el indicador ofrece un valor inferior a 0.6, no se puede afirmar que se complete la brecha, quedando como apertura una geometría cuadrangular de ancho D.

COMPROBACIÓN DEL DESARROLLO DE BRECHA (completa vs parcial) Se considera desarrollada si (Bavg/Hb)>0.60	(Bavg/Hb)	2,23	3,12	2,59	3,36	3,70	2,20	3,61
RAZÓN DE EROSIÓN (ER)	(Bavg/Tf)	35,28	49,39	31,68	41,18	52,86	52,43	27,35
COMPROBACIÓN DEL PROGRESO DE LA BRECHA (lineal vs no lineal) Se puede considerar razonable la ratio de erosión si 1.6<(ER/Hw)<2.1	(ER/Hw)	6,41	8,98	5,76	7,49	9,61	9,53	4,97
COMPROBACIÓN BOWLES T de formación (h) Si tiempo de formación de brecha es menor que la comprobación de Bowles se adopta	T=2*Vw/Qp	0,59	0,59	0,59	0,59	0,59	0,59	0,59
RAZÓN DE TIEMPOS (Tbowles/Tf)		1,70	1,70	1,32	1,32	1,54	2,56	7,17

* *DIQUE DE CIERRE DE MATERIALES SUELTOS HOMOGÉNEO, ASUMIENDO MÁXIMO ALMACENAMIENTO EN LA FASE DE COLAPSO*

** *A utilizar en el método de MACDONALD & LANGRIDGE-MONOPOLIS 84 (MLM84)*

*** *Wb en el método de MACDONALD & LANGRIDGE-MONOPOLIS 84 (MLM84)*

ESQUEMAS

Fuente: GUIDELINES FOR DAM BREACH ANALYSIS. STATE OF COLORADO-DEPARTMENT OF NATURAL RESOURCES-DIVISION OF WATER RESOURCES. 10/02/2010

APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA. BALSA DE MACIAS PICAVEA

ESTIMACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE BRECHA. SECTORES 02, 03 y 09 ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE FÓRMULAS EMPÍRICAS

ESTIMACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE BRECHA									
PROYECTO:	**BALSA DE MACIAS PICAVEA**								
SECTOR:	**SEC02, SEC03 y SEC09**								
ALTURA	**5,6**								
CARACTERÍSTICA*		MÉTODO		FROEHLICH 95a		FROEHLICH 08		GUÍA TÉCNICA	MACDONALD & LANGRIDGE-MONOPOLIS 84	VTG
	MODO DE FALLO (S=SIFONAMIENTO;D=DESBORDAMIENTO)	Mf		S	D	S	D	S	S	S
	CARGA DE AGUA MOVILIZABLE	Hw	m	5,6	5,6	5,6	5,6	5,6	5,6	5,6
	VOLUMEN ALMACENADO EN Hw EN EL COLAPSO	Vw	m3	197262,8	197262,8	197262,8	197262,8	197262,8	197262,8	197262,8
	SUPERFICIE OCUPADA EN Hw	As	m2	29119,2	29119,2	29119,2	29119,2	29119,2	29119,2	29119,2
	RESGUARDO	r	m	1	1	1	1	1	1	1
	ALTURA DE BRECHA COMPLETA	Hb	m	5,6	5,6	5,6	5,6	5,6	5,6	5,6
	FACTOR CORRECTOR POR MODO DE FALLO	Ko	-	1	1,4	1	1,3			
	TALUD DE LA BRECHA	Zb	Z(H):1(V)	0,9	1,4	0,7	1	1	0,5	1
**	TALUD DEL DIQUE AGUAS ARRIBA	Z_1	Z(H):1(V)						2,5	
	TALUD DEL DIQUE AGUAS ABAJO	Z_2	Z(H):1(V)						2,5	
	SUMA DE TALUDES DEL DIQUE	Z_3	Z_1+Z_2						5	
	ANCHO CORONACIÓN DEL DIQUE	C	m						5	
	VOLUMEN EROSIONABLE DEL DIQUE	Ve	m3						1158,5	
	TIPOLOGIA DEL DIQUE	Td		Pequeña Presa Clasificable		Pequeña Presa Clasificable		Pequeña Presa Clasificable	Pequeña Presa Clasificable	Pequeña Presa Clasificable
	COTA SOLERA BRECHA	Cs	m	806,4	806,4	806,4	806,4	806,4	806,4	806,4
	COTA CORONACIÓN	Cc	m	813	813	813	813	813	813	813
ESTIMACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE LA BRECHA										
	ANCHO MEDIO	Bavg	m	12,4	17,3	14,31	18,6	20,5	12,1	20,1
***	ANCHO EN SOLERA	Bb	m	7,3	9,5	10,4	13,0	14,9	8,8	14,5
	ANCHO EN CORONACIÓN	Bc	m			19,63	26,21	28,10	15,38	27,70
	TIEMPO DE FORMACIÓN	Tf	h	0,3	0,3	0,44	0,4	0,381	0,233	0,084
	FACTOR DE ALMACENAMIENTO	SI	-	35,2	35,2	35,2	35,2	35,2	35,2	35,2
ESTIMACIÓN DEL CAUDAL PUNTA FROEHLIC 95b										
	CAUDAL MÁXIMO PREVISTO	Qp	m3/s	187,49	187,49	187,49	187,49	187,49	187,49	187,49

APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA. BALSA DE MACIAS PICAVEA

ESTIMACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE BRECHA. SECTORES 02, 03 y 09 ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE FÓRMULAS EMPÍRICAS. VALIDACIÓN DE RESULTADOS

ESTIMACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE BRECHA

PROYECTO:	**BALSA DE MACIAS PICAVEA**
SECTOR:	**SEC02, SEC03 y SEC09**
ALTURA	**5,6**

ANÁLISIS Y VALIDACIÓN DE RESULTADOS

Dada la importancia del tiempo de formación de la brecha en la generación del pico del hidrograma, es relevante poder validar los resultados. Para ello utilizaremos un estimador de la progresión de la erosión. Se considera adecuado aquel que define un desarrollo lineal, por lo que se utilizará la razón de erosión (ER) definida por la relación entre el ancho medio de brecha y el tiempo de formación. Diversos autores han indicado los intervalos de fiabilidad relacionando dicho parámetro con la altura de agua movilizable, (Hw), quedando estos entre 1.6 y 21. Por otro lado, el agua almacenada puede condicionar el desarrollo completo de la brecha, por lo que se apunta como indicador de la validez de los resultados, la relación entre el ancho medio respecto de la altura de brecha (Bavg/Hb). En este caso si el indicador ofrece un valor inferior a 0.6, no se puede afirmar que se complete la brecha, quedando como apertura una geometría cuadrangular de ancho D.

COMPROBACIÓN DEL DESARROLLO DE BRECHA (completa vs parcial) Se considera desarrollada si (Bavg/Hb)>0.60	(Bavg/Hb)	2,21	3,09	2,56	3,32	3,66	2,16	3,59
RAZÓN DE EROSIÓN (ER)	(Bavg/Tf)	35,87	50,22	32,19	41,85	53,86	51,74	27,70
COMPROBACIÓN DEL PROGRESO DE LA BRECHA (lineal vs no lineal) Se puede considerar razonable la ratio de erosión si 1.6<(ER/Hw)<21	(ER/Hw)	6,41	8,97	5,75	7,47	9,62	9,24	4,95
COMPROBACIÓN BOWLES T de formación (h) Si tiempo de formación de brecha es menor que la comprobación de Bowles se adopta	T=2*Vw/Qp	0,58	0,58	0,58	0,58	0,58	0,58	0,58
RAZÓN DE TIEMPOS (Tbowles/Tf)		1,69	1,69	1,31	1,31	1,54	2,50	6,96

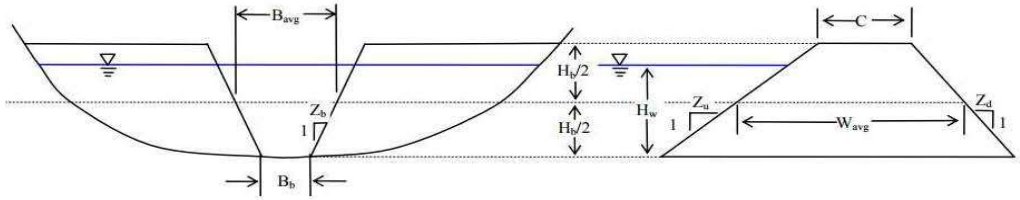
* *DIQUE DE CIERRE DE MATERIALES SUELTOS HOMOGÉNEO, ASUMIENDO MÁXIMO ALMACENAMIENTO EN LA FASE DE COLAPSO*

** *A utlizar en el método de MACDONALD & LANGRIDGE-MONOPOLIS 84 (MLM84)*

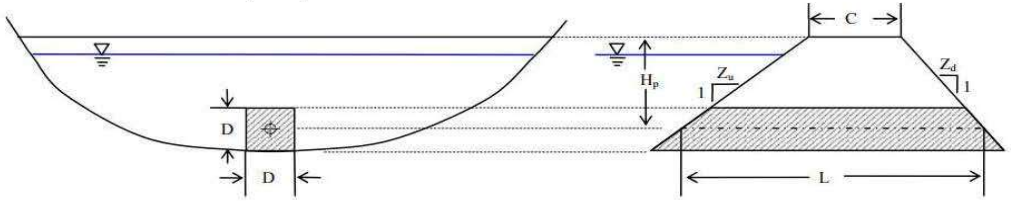
*** *Wb en el método de MACDONALD & LANGRIDGE-MONOPOLIS 84 (MLM84)*

ESQUEMAS

Variables de formación de la brecha completa



Variables de formación de la brecha incompleta



Fuente: GUIDELINES FOR DAM BREACH ANALYSIS, STATE OF COLORADO-DEPARTMENT OF NATURAL RESOURCES-DIVISION OF WATER RESOURCES, 10/02/2010

APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA. BALSA DE MACIAS PICAVEA

ESTIMACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE BRECHA. SECTOR 04 ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE FÓRMULAS EMPÍRICAS

ESTIMACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE BRECHA

PROYECTO:			**BALSA DE MACIAS PICAVEA**								
SECTOR:			**SEC04**								
ALTURA			**4,5**								
CARACTERÍSTICA*		MÉTODO	FROEHLICH 95a			FROEHLICH 08		GUÍA TÉCNICA	MACDONALD & LANGRIDGE-MONOPOLIS 84	VTG	
MODO DE FALLO (S=SIFONAMIENTO;D=DESBORDAMIENTO)		Mf	S	D		S	D	S	S	S	
CARGA DE AGUA MOVILIZABLE	Hw	m	4,5	4,5		4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	
VOLUMEN ALMACENADO EN Hw EN EL COLAPSO	Vw	m3	197262,8	197262,8		197262,8	197262,8	197262,8	197262,8	197262,8	
SUPERFICIE OCUPADA EN Hw	As	m2	29119,2	29119,2		29119,2	29119,2	29119,2	29119,2	29119,2	
RESGUARDO	r	m	1	1		1	1	1	1	1	
ALTURA DE BRECHA COMPLETA	Hb	m	4,5	4,5		4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	
FACTOR CORRECTOR POR MODO DE FALLO	Ko	-	1	1,4		1	1,3				
TALUD DE LA BRECHA	Zb	Z(H):1(V)	0,9	1,4		0,7	1	1	0,5	1	
** TALUD DEL DIQUE AGUAS ARRIBA	Z_1	Z(H):1(V)							2,5		
** TALUD DEL DIQUE AGUAS ABAJO	Z_2	Z(H):1(V)							2,5		
** SUMA DE TALUDES DEL DIQUE	Z_3	Z_1+Z_2							5		
** ANCHO CORONACIÓN DEL DIQUE	C	m							5		
** VOLUMEN EROSIONABLE DEL DIQUE	Ve	m3							979,2		
TIPOLOGIA DEL DIQUE		Td	Pequeña Presa Clasificable			Pequeña Presa Clasificable		Pequeña Presa Clasificable	Pequeña Presa Clasificable	Pequeña Presa Clasificable	
COTA SOLERA BRECHA	Cs	m	807,5	807,5		807,5	807,5	807,5	807,5	807,5	
COTA CORONACIÓN	Cc	m	813	813		813	813	813	813	813	
ESTIMACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE LA BRECHA											
*** ANCHO MEDIO		Bavg	m	11,9	16,6	14,19	18,4	19,4	14,4	17,35	
*** ANCHO EN SOLERA		Bb	m	7,8	10,3	11,0	13,9	14,9	11,7	12,9	
ANCHO EN CORONACIÓN		Bc	m			18,74	24,94	25,91	17,16	23,85	
TIEMPO DE FORMACIÓN		Tf	h	0,4	0,4	0,55	0,6	0,474	0,220	0,068	
FACTOR DE ALMACENAMIENTO		Sl	-	43,8	43,8	43,8	43,8	43,8	43,8	43,8	
ESTIMACIÓN DEL CAUDAL PUNTA FROEHLIC 95b											
CAUDAL MÁXIMO PREVISTO		Qp	m3/s	142,96	142,96	142,96	142,96	142,96	142,96	142,96	

ESTIMACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE BRECHA

PROYECTO:	**BALSA DE MACIAS PICAVEA**
SECTOR:	**SEC04**
ALTURA	**4,5**

ANÁLISIS Y VALIDACIÓN DE RESULTADOS

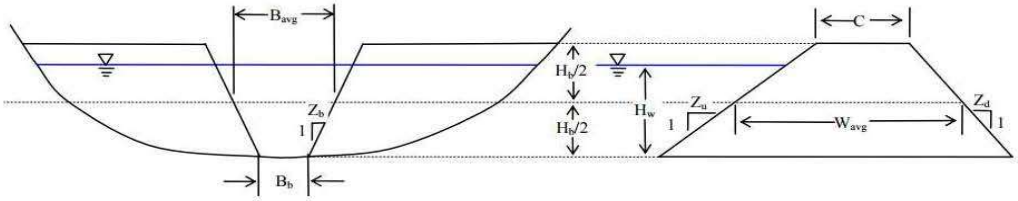
Dada la importancia del tiempo de formación de la brecha en la generación del pico del hidrograma, es relevante poder validar los resultados. Para ello utilizaremos un estimador de la progresión de la erosión. Se considera adecuado aquel que define un desarrollo lineal, por lo que se utilizará la razón de erosión (ER) definida por la relación entre el ancho medio de brecha y el tiempo de formación. Diversos autores han indicado los intervalos de fiabilidad relacionando dicho parámetro con la altura de agua movilizable, (Hw), quedando estos entre 1.6 y 21. Por otro lado, el agua almacenada puede condicionar el desarrollo completo de la brecha, por lo que se apunta como indicador de la validez de los resultados, la relación entre el ancho medio respecto de la altura de brecha (Bavg/Hb). En este caso si el indicador ofrece un valor inferior a 0.6, no se puede afirmar que se complete la brecha, quedando como apertura una geometría cuadrangular de ancho D.

COMPROBACIÓN DEL DESARROLLO DE BRECHA (completa vs parcial) Se considera desarrollada si (Bavg/Hb)>0.60	(Bavg/Hb)	2,64	3,69	3,15	4,10	4,31	3,20	3,86
RAZÓN DE EROSIÓN (ER)	(Bavg/Tf)	28,26	39,57	25,64	33,33	40,98	65,63	23,85
COMPROBACIÓN DEL PROGRESO DE LA BRECHA (lineal vs no lineal) Se puede considerar razonable la ratio de erosión si 1.6<(ER/Hw)<21	(ER/Hw)	6,28	8,79	5,70	7,41	9,11	14,59	5,30
COMPROBACIÓN BOWLES T de formación (h) Si tiempo de formación de brecha es menor que la comprobación de Bowles se adopta	T=2*Vw/Qp	0,77	0,77	0,77	0,77	0,77	0,77	0,77
RAZÓN DE TIEMPOS (Tbowles/Tf)		1,82	1,82	1,39	1,39	1,62	3,49	11,36

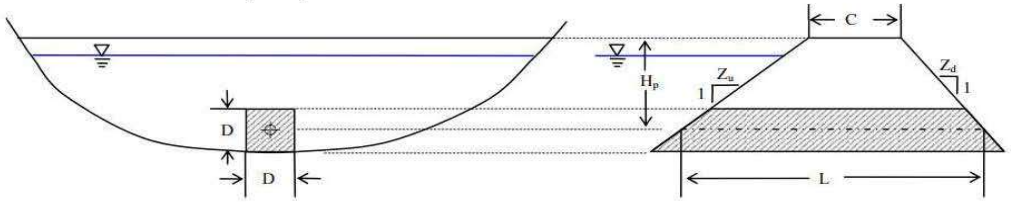
* *DIQUE DE CIERRE DE MATERIALES SUELTOS HOMOGÉNEO, ASUMIENDO MÁXIMO ALMACENAMIENTO EN LA FASE DE COLAPSO*
** *A utlizar en el método de MACDONALD & LANGRIDGE-MONOPOLIS 84 (MLM84)*
*** *Wb en el método de MACDONALD & LANGRIDGE-MONOPOLIS 84 (MLM84)*

ESQUEMAS

Variables de formación de la brecha completa



Variables de formación de la brecha incompleta



Fuente: GUIDELINES FOR DAM BREACH ANALYSIS, STATE OF COLORADO-DEPARTMENT OF NATURAL RESOURCES-DIVISION OF WATER RESOURCES, 10/02/2010

APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA. BALSA DE MACIAS PICAVEA

ESTIMACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE BRECHA. SECTOR 05 ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE FÓRMULAS EMPÍRICAS

ESTIMACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE BRECHA

PROYECTO:			**BALSA DE MACIAS PICAVEA**								
SECTOR:			**SEC05**								
ALTURA			**3,5**								
CARACTERÍSTICA*		MÉTODO	FROEHLICH 95a			FROEHLICH 08		GUÍA TÉCNICA	MACDONALD & LANGRIDGE-MONOPOLIS 84	VTG	
MODO DE FALLO (S=SIFONAMIENTO;D=DESBORDAMIENTO)		Mf	S	D		S	D	S	S	S	
CARGA DE AGUA MOVILIZABLE	Hw	m	4,5	4,5		4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	
VOLUMEN ALMACENADO EN Hw EN EL COLAPSO	Vw	m3	197262,8	197262,8		197262,8	197262,8	197262,8	197262,8	197262,8	
SUPERFICIE OCUPADA EN Hw	As	m2	29119,2	29119,2		29119,2	29119,2	29119,2	29119,2	29119,2	
RESGUARDO	r	m	1	1		1	1	1	1	1	
ALTURA DE BRECHA COMPLETA	Hb	m	4,5	4,5		4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	
FACTOR CORRECTOR POR MODO DE FALLO	Ko	-	1	1,4		1	1,3				
TALUD DE LA BRECHA	Zb	Z(H):1(V)	0,9	1,4		0,7	1	1	0,5	1	
** TALUD DEL DIQUE AGUAS ARRIBA	Z_1	Z(H):1(V)							2,5		
** TALUD DEL DIQUE AGUAS ABAJO	Z_2	Z(H):1(V)							2,5		
** SUMA DE TALUDES DEL DIQUE	Z_3	Z_1+Z_2							5		
** ANCHO CORONACIÓN DEL DIQUE	C	m							5		
** VOLUMEN EROSIONABLE DEL DIQUE	Ve	m3							979,2		
TIPOLOGIA DEL DIQUE		Tdi	Pequeña Presa Clasificable			Pequeña Presa Clasificable		Pequeña Presa Clasificable	Pequeña Presa Clasificable	Pequeña Presa Clasificable	
COTA SOLERA BRECHA	Cs	m	807,5	807,5		807,5	807,5	807,5	807,5	807,5	
COTA CORONACIÓN	Cc	m	813	813		813	813	813	813	813	
ESTIMACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE LA BRECHA											
ANCHO MEDIO		Bavg	m	11,9	16,6	14,19	18,4	19,4	14,4	17,35	
*** ANCHO EN SOLERA		Bb	m	7,8	10,3	11,0	13,9	14,9	11,7	12,9	
ANCHO EN CORONACIÓN		Bc	m			18,74	24,94	25,91	17,16	23,85	
TIEMPO DE FORMACIÓN		Tf	h	0,4	0,4	0,55	0,6	0,474	0,220	0,068	
FACTOR DE ALMACENAMIENTO		Sl	-	43,8	43,8	43,8	43,8	43,8	43,8	43,8	
ESTIMACIÓN DEL CAUDAL PUNTA FROEHLIC 95b											
CAUDAL MÁXIMO PREVISTO		Qp	m3/s	142,96	142,96	142,96	142,96	142,96	142,96	142,96	

APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA. BALSA DE MACIAS PICAVEA

ESTIMACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE BRECHA. SECTOR 05 ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE FÓRMULAS EMPÍRICAS. VALIDACIÓN DE RESULTADOS

ESTIMACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE BRECHA

PROYECTO:	BALSA DE MACIAS PICAVEA
SECTOR:	SEC04
ALTURA	4,5

ANÁLISIS Y VALIDACIÓN DE RESULTADOS

Dada la importancia del tiempo de formación de la brecha en la generación del pico del hidrograma, es relevante poder validar los resultados. Para ello utilizaremos un estimador de la progresión de la erosión. Se considera adecuado aquel que define un desarrollo lineal, por lo que se utilizará la razón de erosión (ER) definida por la relación entre el ancho medio de brecha y el tiempo de formación. Diversos autores han indicado los intervalos de fiabilidad relacionando dicho parámetro con la altura de agua movilizable, (Hw), quedando estos entre 1.6 y 21. Por otro lado, el agua almacenada puede condicionar el desarrollo completo de la brecha, por lo que se apunta como indicador de la validez de los resultados, la relación entre el ancho medio respecto de la altura de brecha (Bavg/Hb). En este caso si el indicador ofrece un valor inferior a 0.6, no se puede afirmar que se complete la brecha, quedando como apertura una geometría cuadrangular de ancho D.

COMPROBACIÓN DEL DESARROLLO DE BRECHA (completa vs parcial)	(Bavg/Hb)	2,64	3,69	3,15	4,10	4,31	3,20	3,86
Se considera desarrollada si (Bavg/Hb)>0.60								
	(Bavg/Tf)	28,26	39,57	25,64	33,33	40,98	65,63	23,85
RAZÓN DE EROSIÓN (ER)								
COMPROBACIÓN DEL PROGRESO DE LA BRECHA (lineal vs no lineal)	(ER/Hw)	6,28	8,79	5,70	7,41	9,11	14,59	5,30
Se puede considerar razonable la ratio de erosión si 1.6<(ER/Hw)<21								
COMPROBACIÓN BOWLES T de formación (h)	T=2*Vw/Qp	0,77	0,77	0,77	0,77	0,77	0,77	0,77
Si tiempo de formación de brecha es menor que la comprobación de Bowles se adopta								
RAZÓN DE TIEMPOS (Tbowles/Tf)		1,82	1,82	1,39	1,39	1,62	3,49	11,36

* *DIQUE DE CIERRE DE MATERIALES SUELTOS HOMOGÉNEO, ASUMIENDO MÁXIMO ALMACENAMIENTO EN LA FASE DE COLAPSO*

** *A utilizar en el método de MACDONALD & LANGRIDGE-MONOPOLIS 84 (MLM84)*

*** *Wb en el método de MACDONALD & LANGRIDGE-MONOPOLIS 84 (MLM84)*

ESQUEMAS

Fuente: GUIDELINES FOR DAM BREACH ANALYSIS. STATE OF COLORADO-DEPARTMENT OF NATURAL RESOURCES-DIVISION OF WATER RESOURCES. 10/02/2010

APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA. BALSA DE MACIAS PICAVEA

ESTIMACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE BRECHA. SECTOR 07 ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE FÓRMULAS EMPÍRICAS

ESTIMACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE BRECHA

PROYECTO:	BALSA DE MACIAS PICAVEA										
SECTOR:	SEC07										
ALTURA	5,3										
CARACTERÍSTICA*		MÉTODO		FROEHLICH 95a			FROEHLICH 08		GUÍA TÉCNICA	MACDONALD & LANGRIDGE-MONOPOLIS 84	VTG
MODO DE FALLO (S=SIFONAMIENTO;D=DESBORDAMIENTO)		Mf		S	D		S	D	S	S	S
CARGA DE AGUA MOVILIZABLE		Hw	m	5,3	5,3		5,3	5,3	5,3	5,3	5,3
VOLUMEN ALMACENADO EN Hw EN EL COLAPSO		Vw	m3	186960	186960		186960	186960	186960	186960	186960
SUPERFICIE OCUPADA EN Hw		As	m2	29740,9	29740,9		29740,9	29740,9	29740,9	29740,9	29740,9
RESGUARDO		r	m	1	1		1	1	1	1	1
ALTURA DE BRECHA COMPLETA		Hb	m	5,3	5,3		5,3	5,3	5,3	5,3	5,3
FACTOR CORRECTOR POR MODO DE FALLO		Ko	-	1	1,4		1	1,3			
TALUD DE LA BRECHA		Zb	Z(H):1(V)	0,9	1,4		0,7	1	1	0,5	1
**	TALUD DEL DIQUE AGUAS ARRIBA	Z_1	Z(H):1(V)							2,5	
	TALUD DEL DIQUE AGUAS ABAJO	Z_2	Z(H):1(V)							2,5	
	SUMA DE TALUDES DEL DIQUE	Z_3	Z_1+Z_2							5	
	ANCHO CORONACIÓN DEL DIQUE	C	m							5	
	VOLUMEN EROSIONABLE DEL DIQUE	Ve	m3							1065,6	
TIPOLOGIA DEL DIQUE		Td		Pequeña Presa Clasificable			Pequeña Presa Clasificable		Pequeña Presa Clasificable	Pequeña Presa Clasificable	Pequeña Presa Clasificable
COTA SOLERA BRECHA		Cs	m	806,7	806,7		806,7	806,7	806,7	806,7	806,7
COTA CORONACIÓN		Cc	m	813	813		813	813	813	813	813
ESTIMACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE LA BRECHA											
ANCHO MEDIO		Bavg	m	12,0	16,9		14,04	18,2	20,0	12,2	19,35
***	ANCHO EN SOLERA	Bb	m	7,3	9,4		10,3	12,9	14,7	9,0	14,1
ANCHO EN CORONACIÓN		Bc	m				19,15	25,55	27,25	15,31	26,65
TIEMPO DE FORMACIÓN		Tf	h	0,4	0,4		0,46	0,5	0,392	0,226	0,080
FACTOR DE ALMACENAMIENTO		Sl	-	35,3	35,3		35,3	35,3	35,3	35,3	35,3
ESTIMACIÓN DEL CAUDAL PUNTA FROEHLIC 95b											
CAUDAL MÁXIMO PREVISTO		Qp	m3/s	172,37	172,37		172,37	172,37	172,37	172,37	172,37

APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA. BALSA DE MACIAS PICAVEA

ESTIMACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE BRECHA. SECTOR 07 ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE FÓRMULAS EMPÍRICAS. VALIDACIÓN DE RESULTADOS

ESTIMACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE BRECHA

PROYECTO:	BALSA DE MACIAS PICAVEA
SECTOR:	SEC07
ALTURA	5,3

ANÁLISIS Y VALIDACIÓN DE RESULTADOS

Dada la importancia del tiempo de formación de la brecha en la generación del pico del hidrograma, es relevante poder validar los resultados. Para ello utilizaremos un estimador de la progresión de la erosión. Se considera adecuado aquel que define un desarrollo lineal, por lo que se utilizará la razón de erosión (ER) definida por la relación entre el ancho medio de brecha y el tiempo de formación. Diversos autores han indicado los intervalos de fiabilidad relacionando dicho parámetro con la altura de agua movilizable, (Hw), quedando estos entre 1.6 y 2.1. Por otro lado, el agua almacenada puede condicionar el desarrollo completo de la brecha, por lo que se apunta como indicador de la validez de los resultados, la relación entre el ancho medio respecto de la altura de brecha (Bavg/Hb). En este caso si el indicador ofrece un valor inferior a 0.6, no se puede afirmar que se complete la brecha, quedando como apertura una geometría cuadrangular de ancho D.

COMPROBACIÓN DEL DESARROLLO DE BRECHA (completa vs parcial) Se considera desarrollada si (Bavg/Hb)>0.60	(Bavg/Hb)	2,27	3,18	2,65	3,44	3,76	2,29	3,65
	(Bavg/Tf)	34,16	47,83	30,69	39,90	50,96	53,70	26,65
RAZÓN DE EROSIÓN (ER) **COMPROBACIÓN DEL PROGRESO DE LA BRECHA (lineal vs no lineal)** Se puede considerar razonable la ratio de erosión si 1.6<(ER/Hw)<2.1	(ER/Hw)	6,45	9,02	5,79	7,53	9,61	10,13	5,03
COMPROBACIÓN BOWLES T de formación (h) Si tiempo de formación de brecha es menor que la comprobación de Bowles se adopta	T=2*Vw/Qp	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60
RAZÓN DE TIEMPOS (Tbowles/Tf)		1,71	1,71	1,32	1,32	1,54	2,66	7,58

* *DIQUE DE CIERRE DE MATERIALES SUELTOS HOMOGÉNEO, ASUMIENDO MÁXIMO ALMACENAMIENTO EN LA FASE DE COLAPSO*

** *A utilizar en el método de MACDONALD & LANGRIDGE-MONOPOLIS 84 (MLM84)*

*** *Wb en el método de MACDONALD & LANGRIDGE-MONOPOLIS 84 (MLM84)*

ESQUEMAS

Fuente: GUIDELINES FOR DAM BREACH ANALYSIS, STATE OF COLORADO-DEPARTMENT OF NATURAL RESOURCES-DIVISION OF WATER RESOURCES, 10/02/2010

APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA. BALSA DE MACIAS PICAVEA

ESTIMACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE BRECHA. SECTOR 08 ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE FÓRMULAS EMPÍRICAS

ESTIMACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE BRECHA

PROYECTO:			BALSA DE MACIAS PICAVEA								
SECTOR:			SEC08								
ALTURA			4,7								
CARACTERÍSTICA*		MÉTODO	FROEHLICH 95a			FROEHLICH 08		GUÍA TÉCNICA	MACDONALD & LANGRIDGE-MONOPOLIS 84	VTG	
MODO DE FALLO (S=SIFONAMIENTO;D=DESBORDAMIENTO)		Mf	S	D		S	D	S	S	S	
CARGA DE AGUA MOVILIZABLE		Hw m	4,7	4,7		4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	
VOLUMEN ALMACENADO EN Hw EN EL COLAPSO		Vw m3	171773	171773		171773	171773	171773	171773	171773	
SUPERFICIE OCUPADA EN Hw		As m2	31001,8	31001,8		31001,8	31001,8	31001,8	31001,8	31001,8	
RESGUARDO		r m	1	1		1	1	1	1	1	
ALTURA DE BRECHA COMPLETA		Hb m	4,7	4,7		4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	
FACTOR CORRECTOR POR MODO DE FALLO		Ko -	1	1,4		1	1,3				
TALUD DE LA BRECHA		Zb Z(H):1(V)	0,9	1,4		0,7	1	1	0,5	1	
**	TALUD DEL DIQUE AGUAS ARRIBA	Z_1 Z(H):1(V)							2,5		
	TALUD DEL DIQUE AGUAS ABAJO	Z_2 Z(H):1(V)							2,5		
	SUMA DE TALUDES DEL DIQUE	Z_3 Z_1+Z_2							5		
	ANCHO CORONACIÓN DEL DIQUE	C m							5		
	VOLUMEN EROSIONABLE DEL DIQUE	Ve m3							910,3		
TIPOLOGIA DEL DIQUE		Td	Pequeña Presa Clasificable			Pequeña Presa Clasificable		Pequeña Presa Clasificable	Pequeña Presa Clasificable	Pequeña Presa Clasificable	
COTA SOLERA BRECHA		Cs m	807,3	807,3		807,3	807,3	807,3	807,3	807,3	
COTA CORONACIÓN		Cc m	813	813		813	813	813	813	813	
ESTIMACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE LA BRECHA											
ANCHO MEDIO		Bavg m	11,5	16,0		13,60	17,7	19,0	12,6	17,85	
***	ANCHO EN SOLERA	Bb m	7,2	9,5		10,3	13,0	14,3	9,8	13,2	
ANCHO EN CORONACIÓN		Bc m				18,29	24,38	25,66	15,46	24,55	
TIEMPO DE FORMACIÓN		Tf h	0,4	0,4		0,49	0,5	0,423	0,214	0,071	
FACTOR DE ALMACENAMIENTO		SI -	36,5	36,5		36,5	36,5	36,5	36,5	36,5	
ESTIMACIÓN DEL CAUDAL PUNTA FROEHLIC 95b											
CAUDAL MÁXIMO PREVISTO		Qp m3/s	144,84	144,84		144,84	144,84	144,84	144,84	144,84	

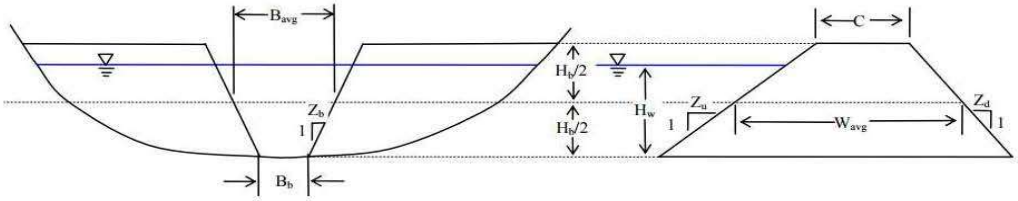
APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA. BALSA DE MACIAS PICAVEA

ESTIMACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE BRECHA. SECTOR 08 ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE FÓRMULAS EMPÍRICAS. VALIDACIÓN DE RESULTADOS

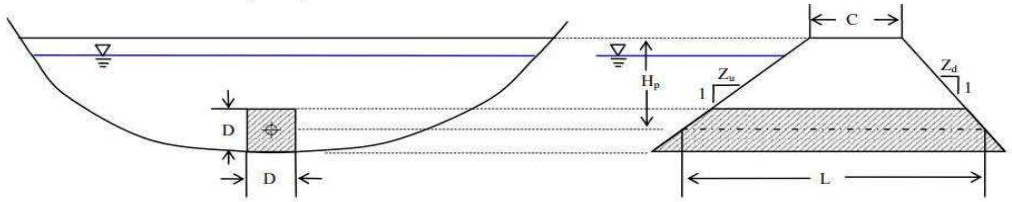
ESTIMACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE BRECHA								
PROYECTO:	**BALSA DE MACIAS PICAVEA**							
SECTOR:	**SEC08**							
ALTURA	**4,7**							
ANÁLISIS Y VALIDACIÓN DE RESULTADOS								
Dada la importancia del tiempo de formación de la brecha en la generación del pico del hidrograma, es relevante poder validar los resultados. Para ello utilizaremos un estimador de la progresión de la erosión. Se considera adecuado aquel que define un desarrollo lineal, por lo que se utilizará la razón de erosión (ER) definida por la relación entre el ancho medio de brecha y el tiempo de formación. Diversos autores han indicado los intervalos de fiabilidad relacionando dicho parámetro con la altura de agua movilizable, (Hw), quedando estos entre 1.6 y 21. Por otro lado, el agua almacenada puede condicionar el desarrollo completo de la brecha, por lo que se apunta como indicador de la validez de los resultados, la relación entre el ancho medio respecto de la altura de brecha (Bavg/Hb). En este caso si el indicador ofrece un valor inferior a 0.6, no se puede afirmar que se complete la brecha, quedando como apertura una geometría cuadrangular de ancho D.								
COMPROBACIÓN DEL DESARROLLO DE BRECHA (completa vs parcial) Se considera desarrollada si (Bavg/Hb)>0.60	(Bavg/Hb)	2,44	3,41	2,89	3,76	4,03	2,68	3,80
RAZÓN DE EROSIÓN (ER)	(Bavg/Tf)	30,51	42,71	27,50	35,76	44,79	58,99	24,55
COMPROBACIÓN DEL PROGRESO DE LA BRECHA (lineal vs no lineal) Se puede considerar razonable la ratio de erosión si 1.6<(ER/Hw)<21	(ER/Hw)	6,49	9,09	5,85	7,61	9,53	12,55	5,22
COMPROBACIÓN BOWLES T de formación (h) Si tiempo de formación de brecha es menor que la comprobación de Bowles se adopta	T=2*Vw/Qp	0,66	0,66	0,66	0,66	0,66	0,66	0,66
RAZÓN DE TIEMPOS (Tbowles/Tf)		1,76	1,76	1,33	1,33	1,56	3,08	9,35
* *DIQUE DE CIERRE DE MATERIALES SUELTOS HOMOGÉNEO, ASUMIENDO MÁXIMO ALMACENAMIENTO EN LA FASE DE COLAPSO*								
** *A utlizar en el método de MACDONALD & LANGRIDGE-MONOPOLIS 84 (MLM84)*								
*** *Wb en el método de MACDONALD & LANGRIDGE-MONOPOLIS 84 (MLM84)*								

ESQUEMAS

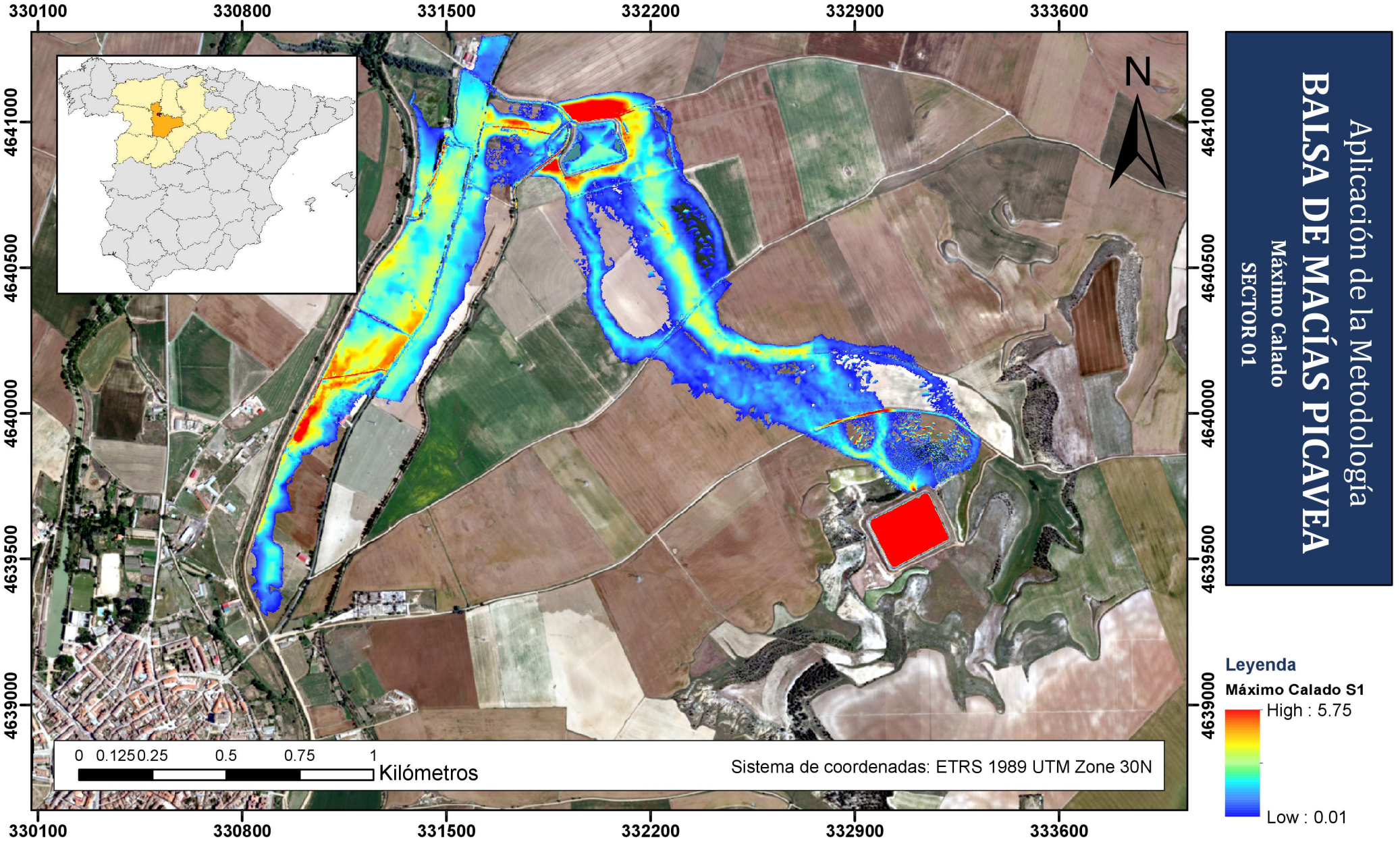
Variables de formación de la brecha completa

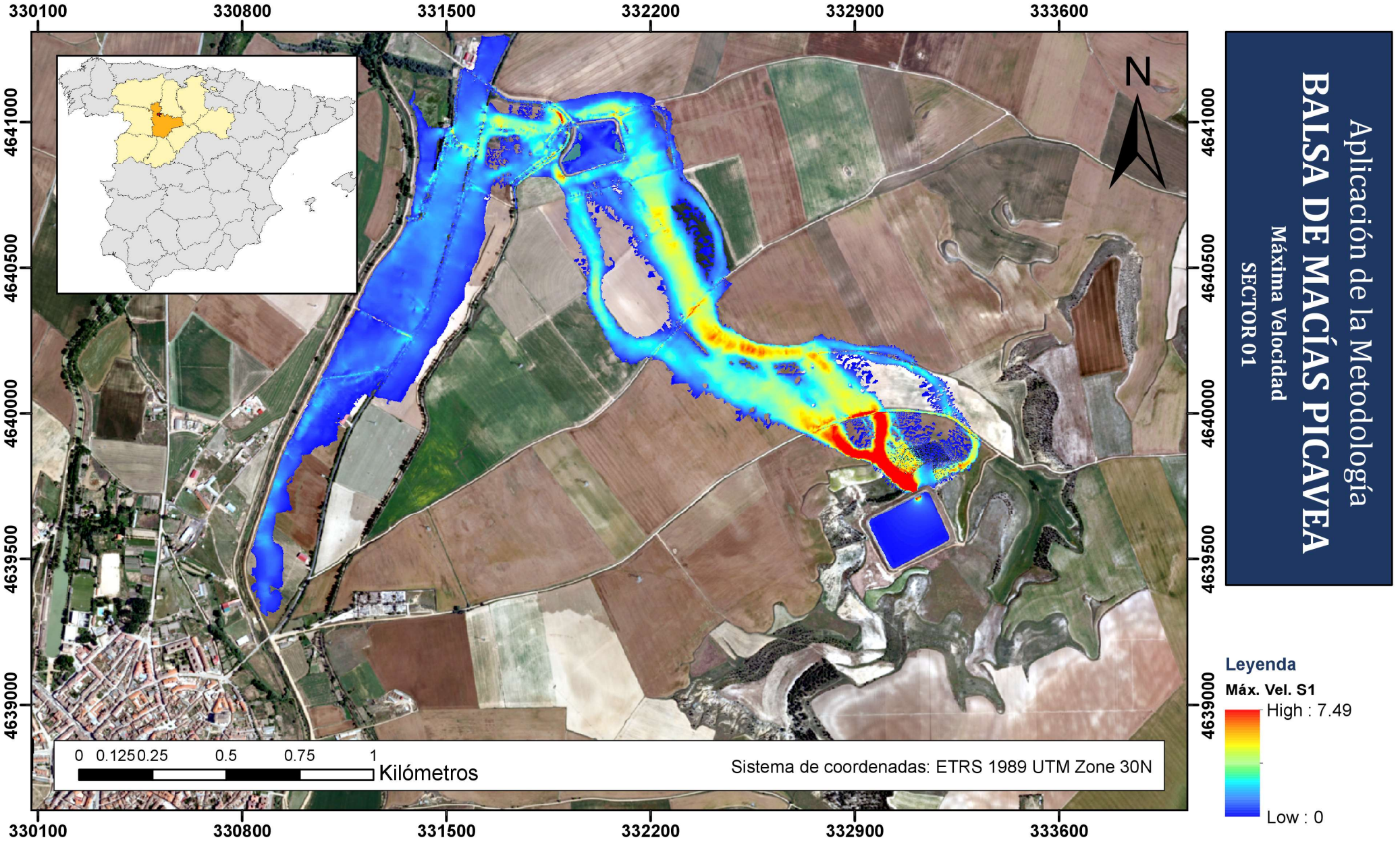


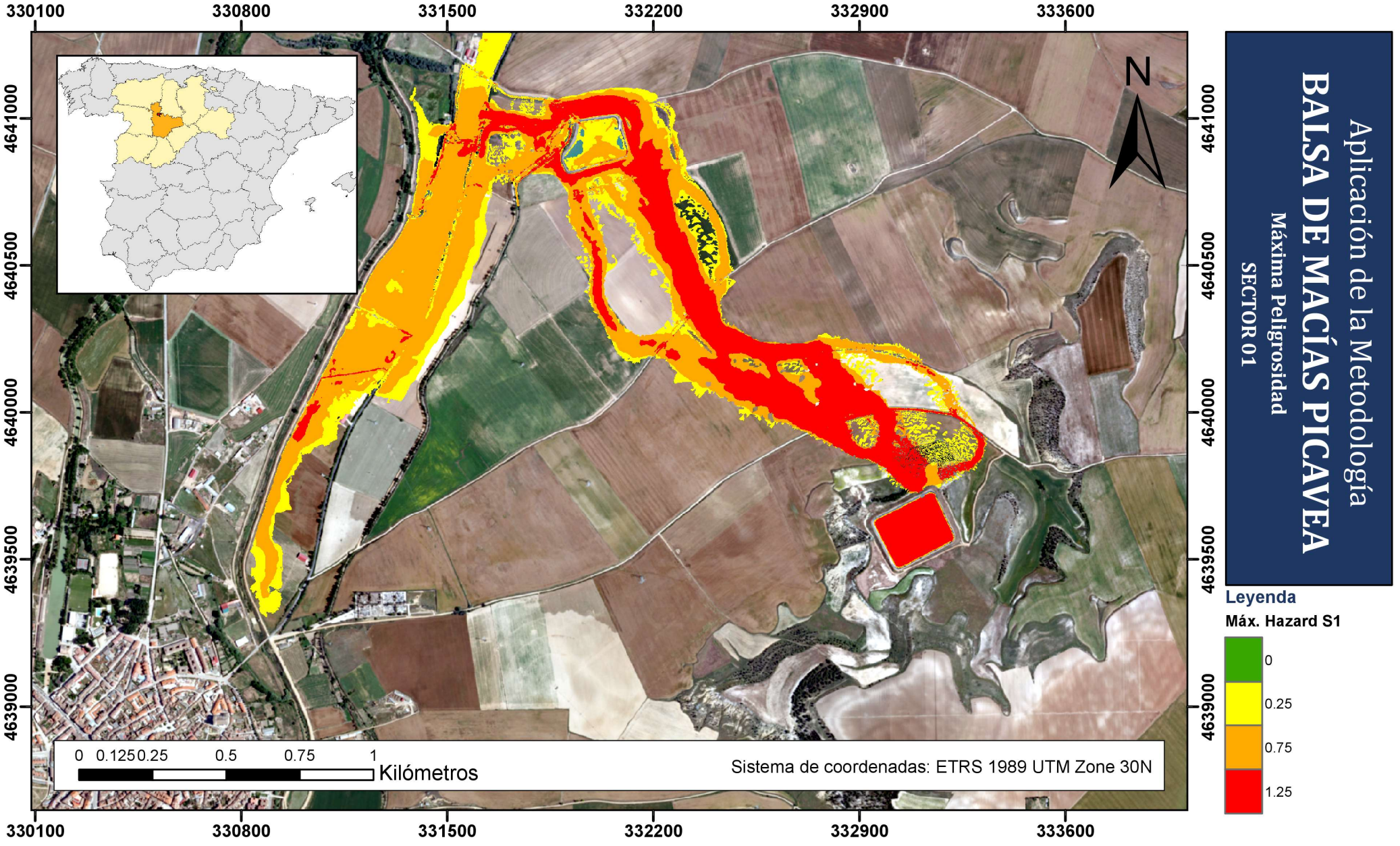
Variables de formación de la brecha incompleta

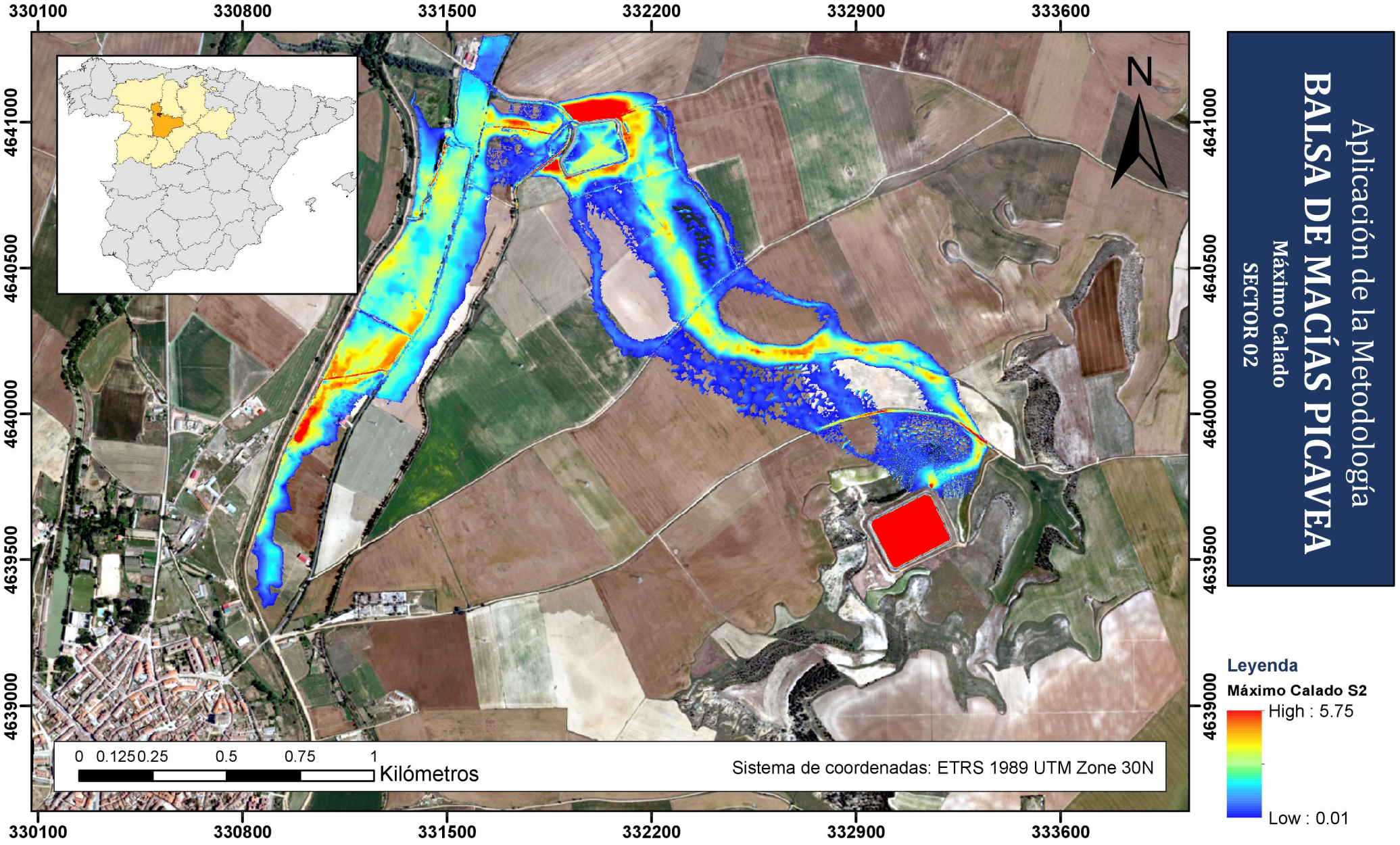


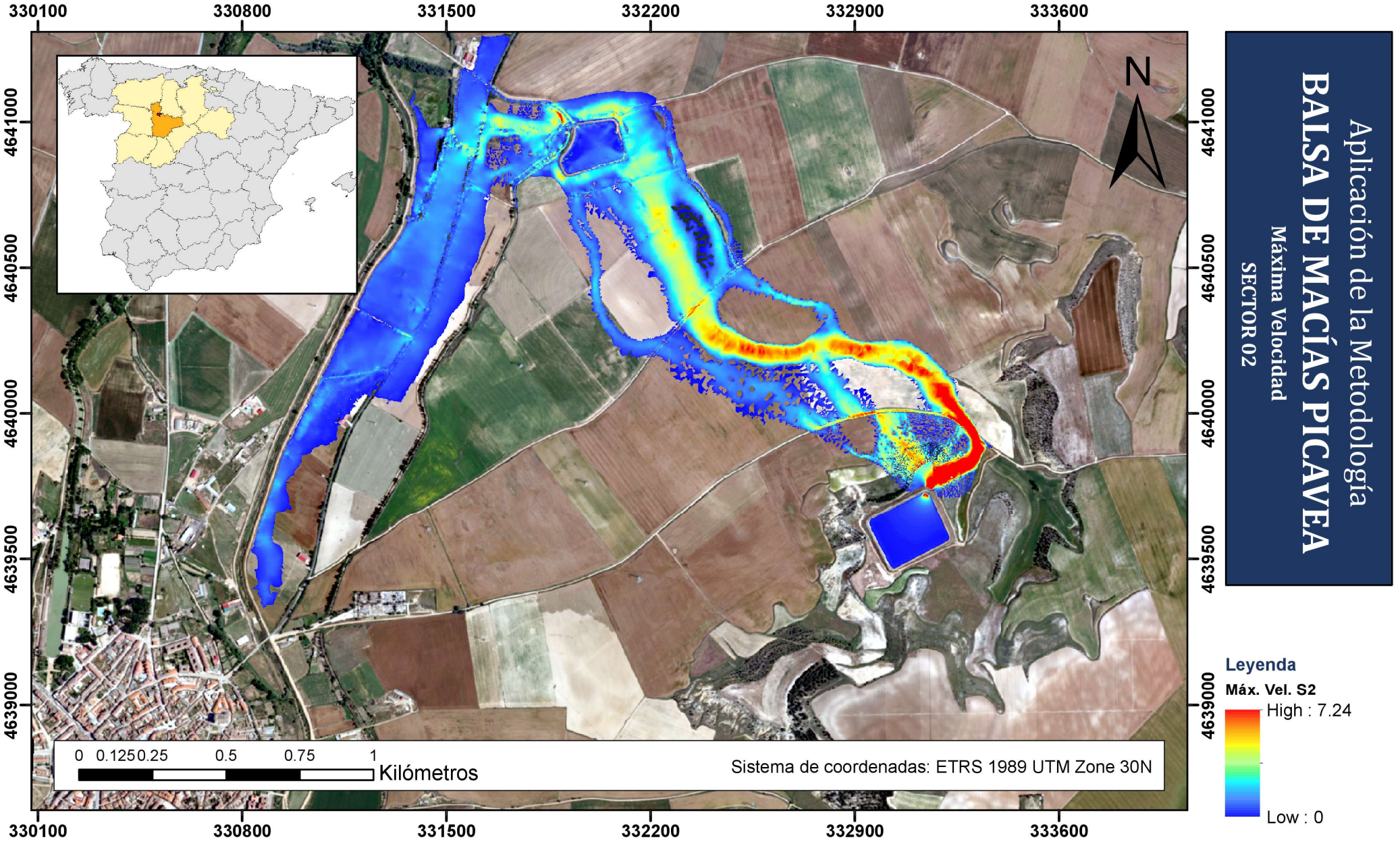
Fuente: GUIDELINES FOR DAM BREACH ANALYSIS, STATE OF COLORADO-DEPARTMENT OF NATURAL RESOURCES-DIVISION OF WATER RESOURCES, 10/02/2010

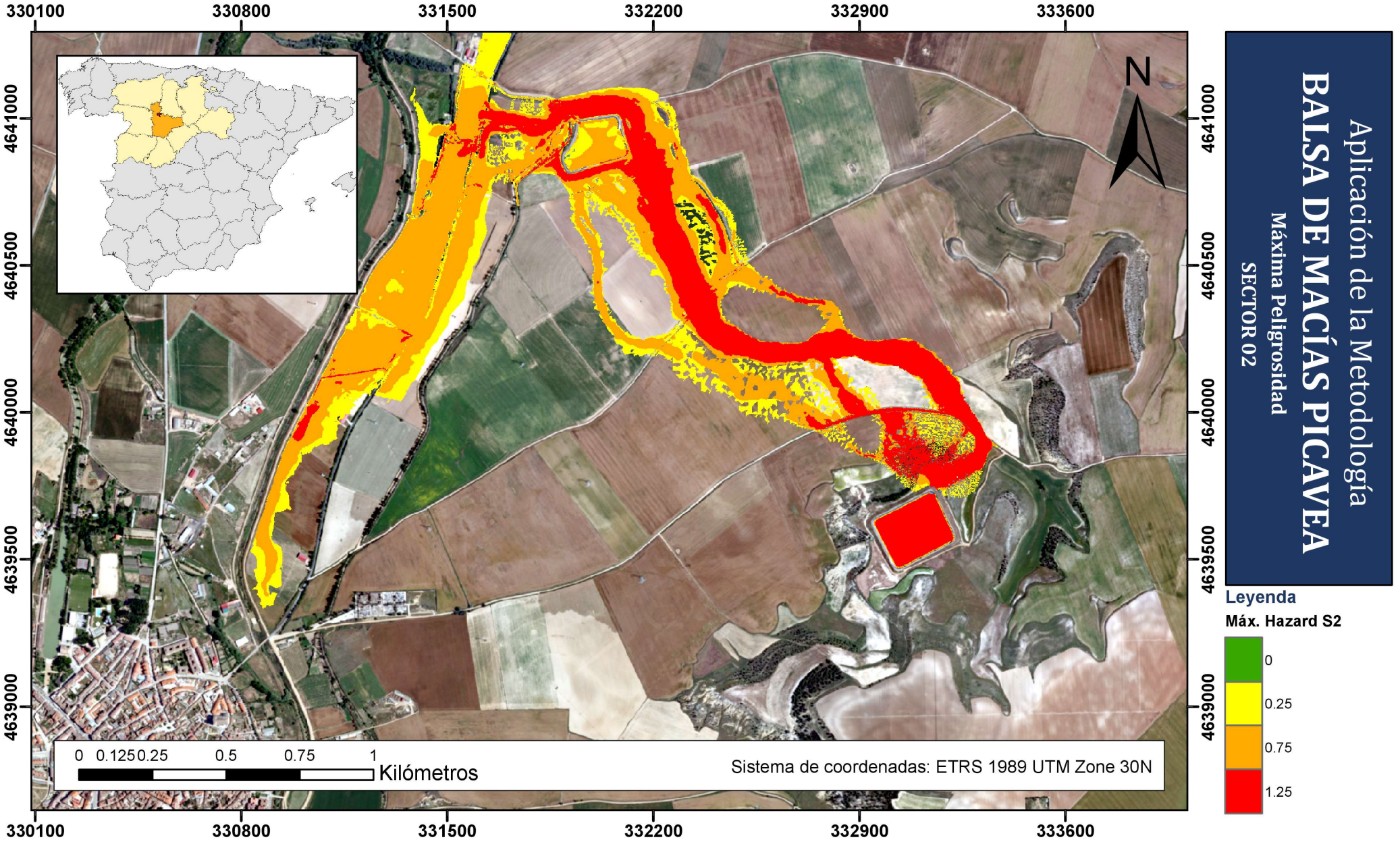

330100
330800
331500
332200
332900
333600
4641000
4640500
4640000
4639500
4639000
N
0 0.125 0.25 0.5 0.75 1
Kilómetros
Sistema de coordenadas: ETRS 1989 UTM Zone 30N
Aplicación de la Metodología
BALSA DE MACÍAS PICAVEA
Máximo Calado
SECTOR 01
Leyenda
Máximo Calado S1
High : 5.75
Low : 0.01

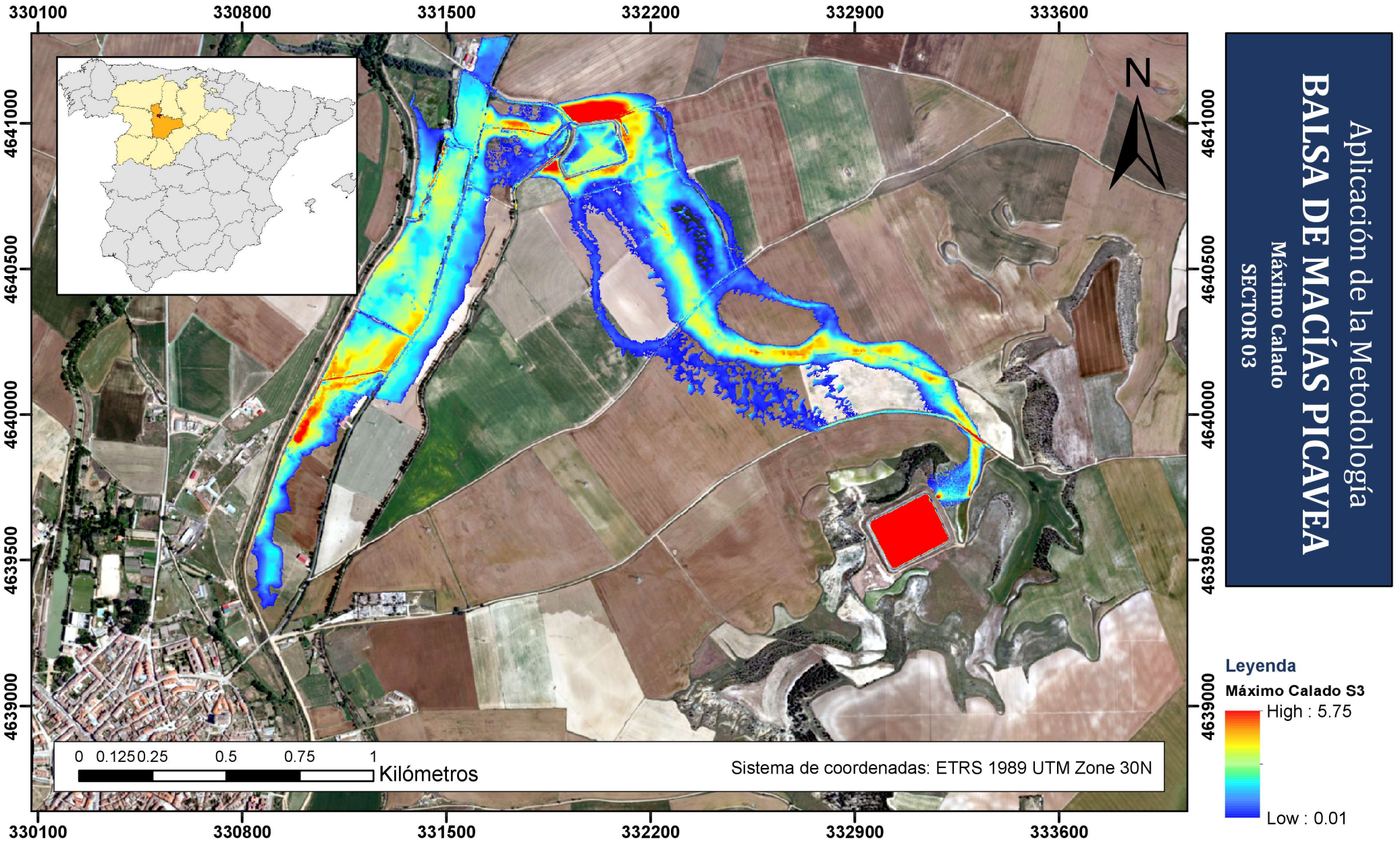

330100
330800
331500
332200
332900
333600
4641000
4640500
4640000
4639500
4639000
N
0 0.125 0.25 0.5 0.75 1
Kilómetros
Sistema de coordenadas: ETRS 1989 UTM Zone 30N
Aplicación de la Metodología
BALSA DE MACÍAS PICAVEA
Máxima Velocidad
SECTOR 01
Leyenda
Máx. Vel. S1
High : 7.49
Low : 0

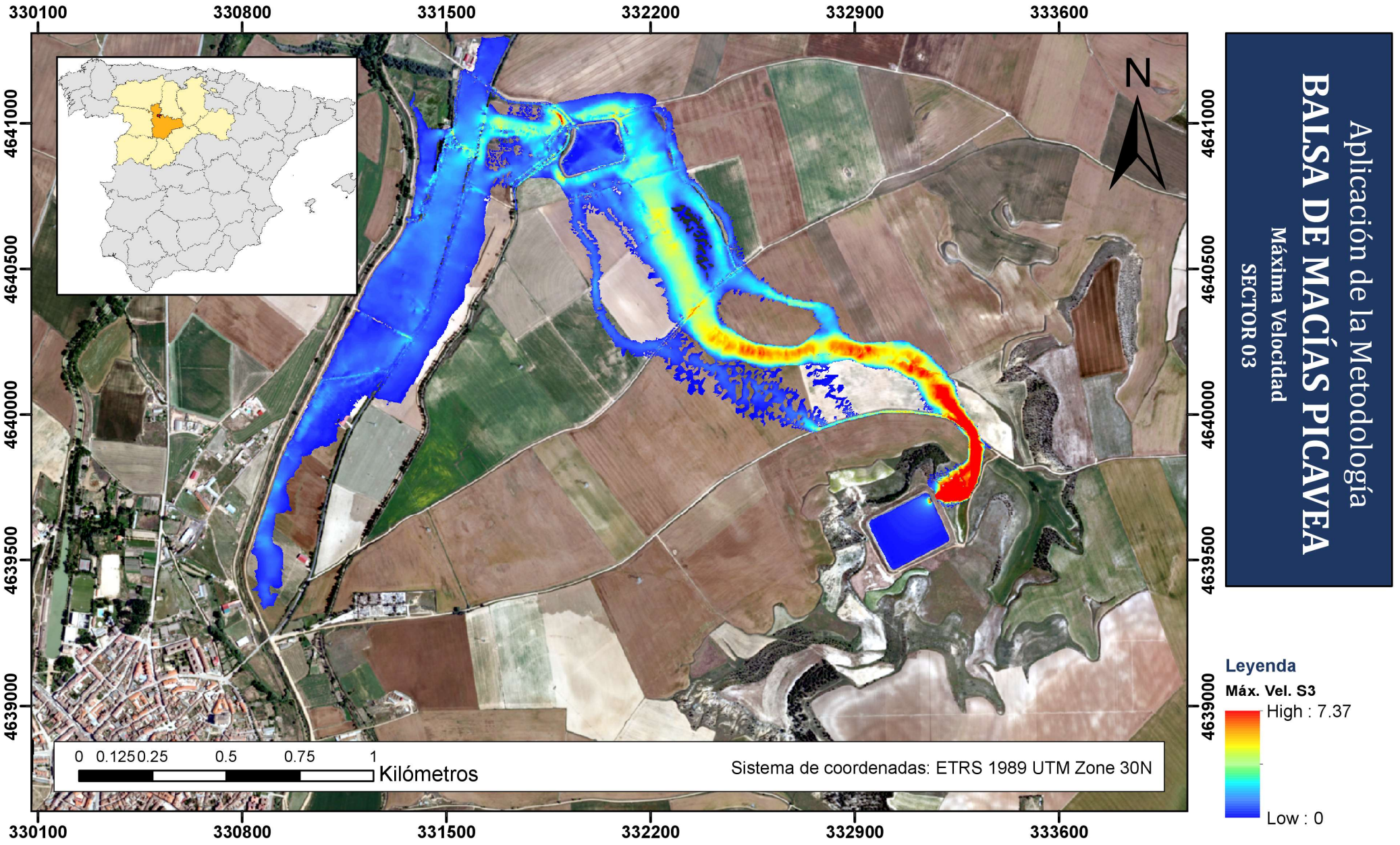

330100
330800
331500
332200
332900
333600
4641000
4640500
4640000
4639500
4639000
N
0 0.125 0.25 0.5 0.75 1
Kilómetros
Sistema de coordenadas: ETRS 1989 UTM Zone 30N
Aplicación de la Metodología
BALSA DE MACÍAS PICAVEA
Máxima Peligrosidad
SECTOR 01
Leyenda
Máx. Hazard S1
0
0.25
0.75
1.25

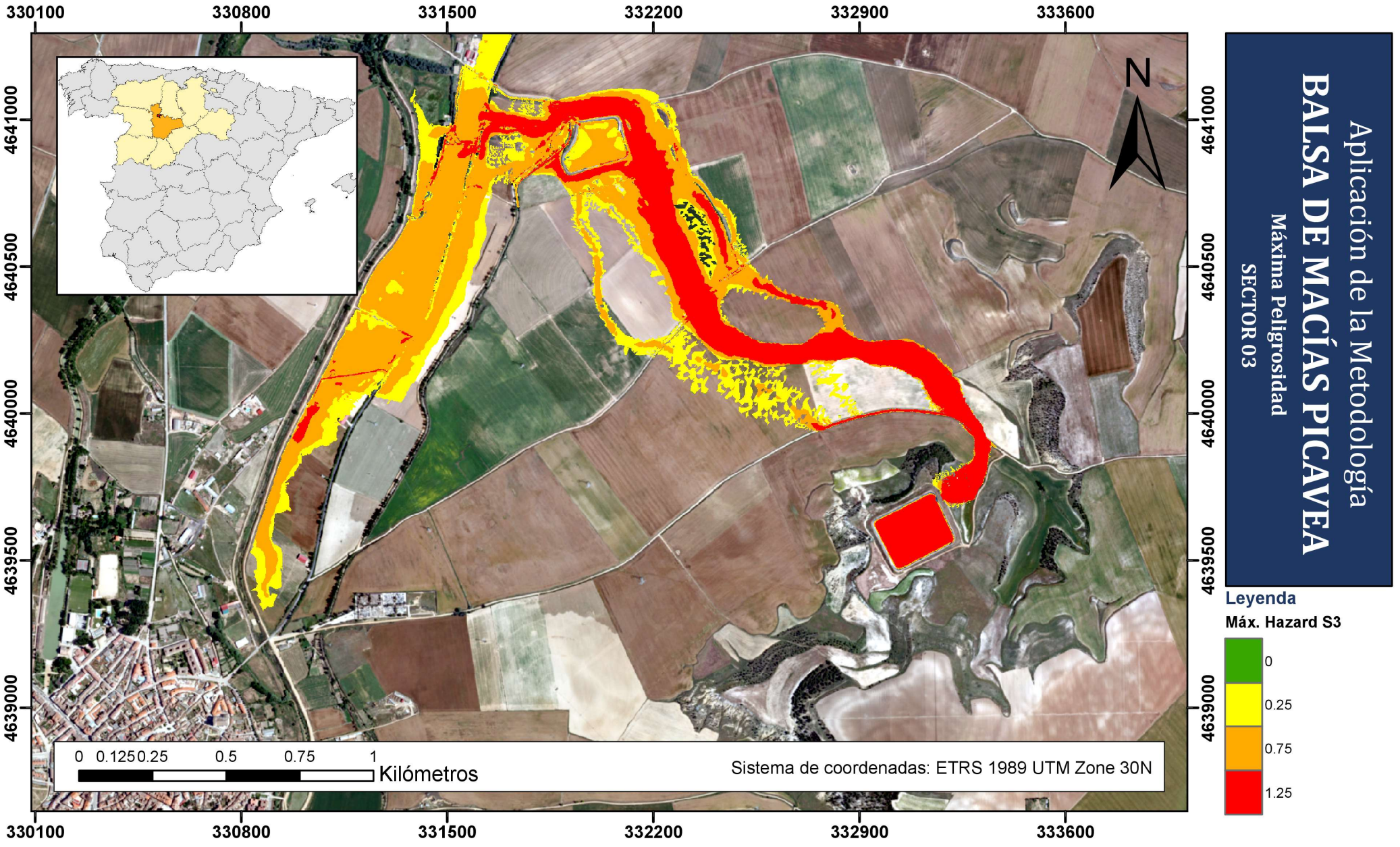

330100
330800
331500
332200
332900
333600
4641000
4640500
4640000
4639500
4639000
N
0 0.125 0.25 0.5 0.75 1
Kilómetros
Sistema de coordenadas: ETRS 1989 UTM Zone 30N
Aplicación de la Metodología
BALSA DE MACÍAS PICAVEA
Máximo Calado
SECTOR 02
Leyenda
Máximo Calado S2
High : 5.75
Low : 0.01

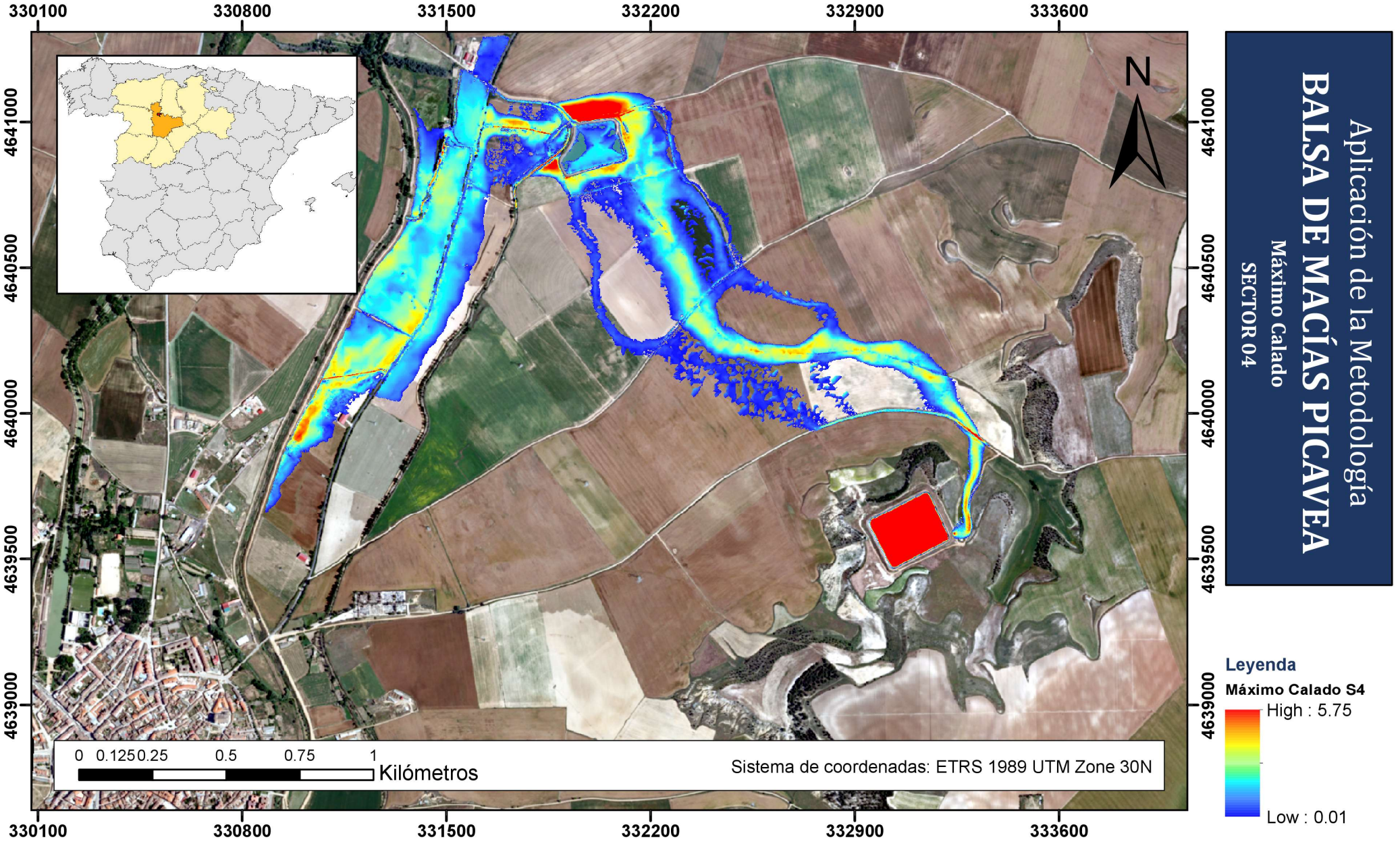

330100
330800
331500
332200
332900
333600
4641000
4640500
4640000
4639500
4639000
N
0 0.125 0.25 0.5 0.75 1
Kilómetros
Sistema de coordenadas: ETRS 1989 UTM Zone 30N
Aplicación de la Metodología
BALSA DE MACÍAS PICAVEA
Máxima Velocidad
SECTOR 02
Leyenda
Máx. Vel. S2
High : 7.24
Low : 0

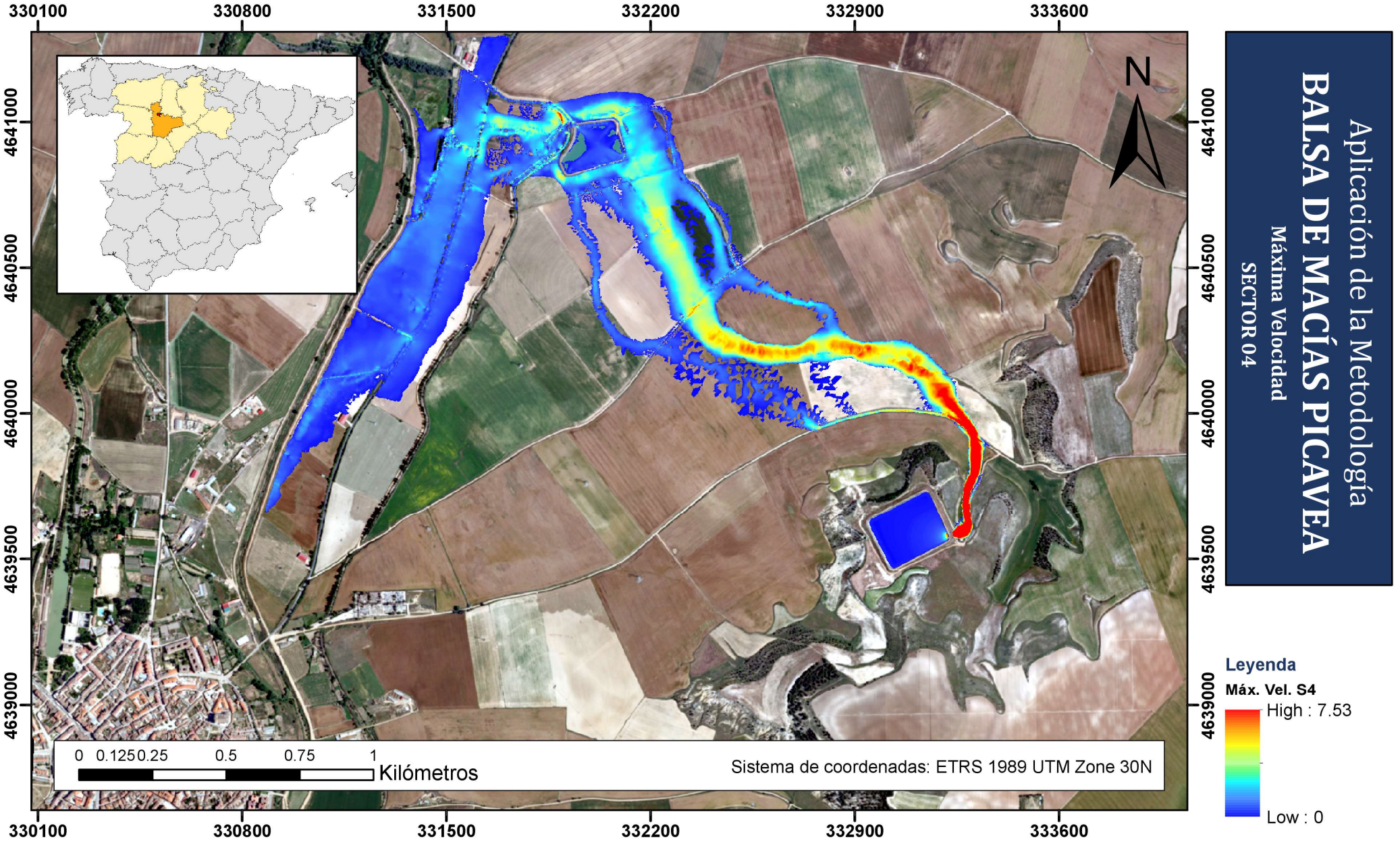

330100
330800
331500
332200
332900
333600
4641000
4640500
4640000
4639500
4639000
N
0 0.125 0.25 0.5 0.75 1
Kilómetros
Sistema de coordenadas: ETRS 1989 UTM Zone 30N
Aplicación de la Metodología
BALSA DE MACÍAS PICAVEA
Máxima Peligrosidad
SECTOR 02
Leyenda
Máx. Hazard S2
0
0.25
0.75
1.25

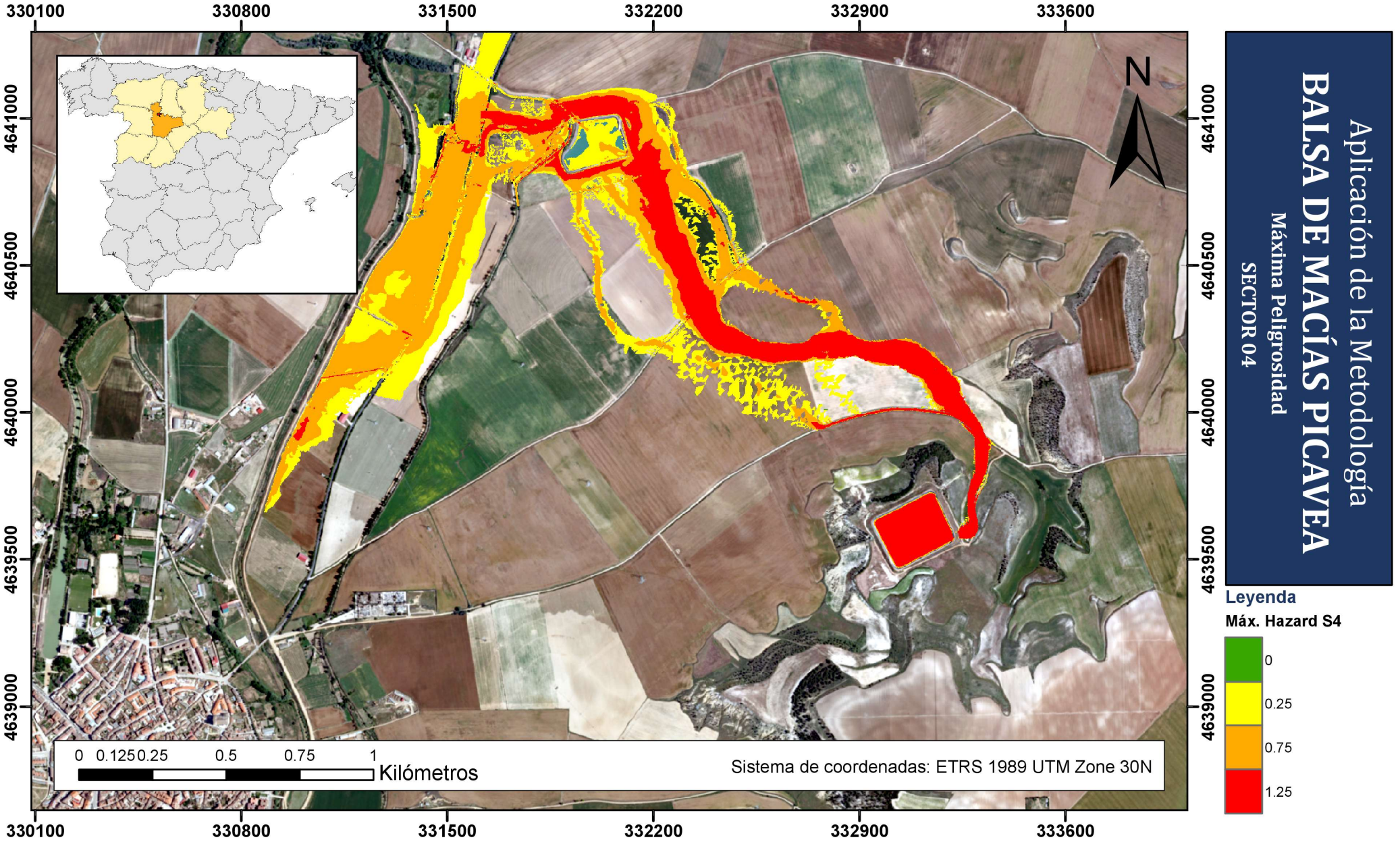

330100
330800
331500
332200
332900
333600
4641000
4640500
4640000
4639500
4639000
N
0 0.125 0.25 0.5 0.75 1
Kilómetros
Sistema de coordenadas: ETRS 1989 UTM Zone 30N
Aplicación de la Metodología
BALSA DE MACÍAS PICAVEA
Máximo Calado
SECTOR 03
Leyenda
Máximo Calado S3
High : 5.75
Low : 0.01

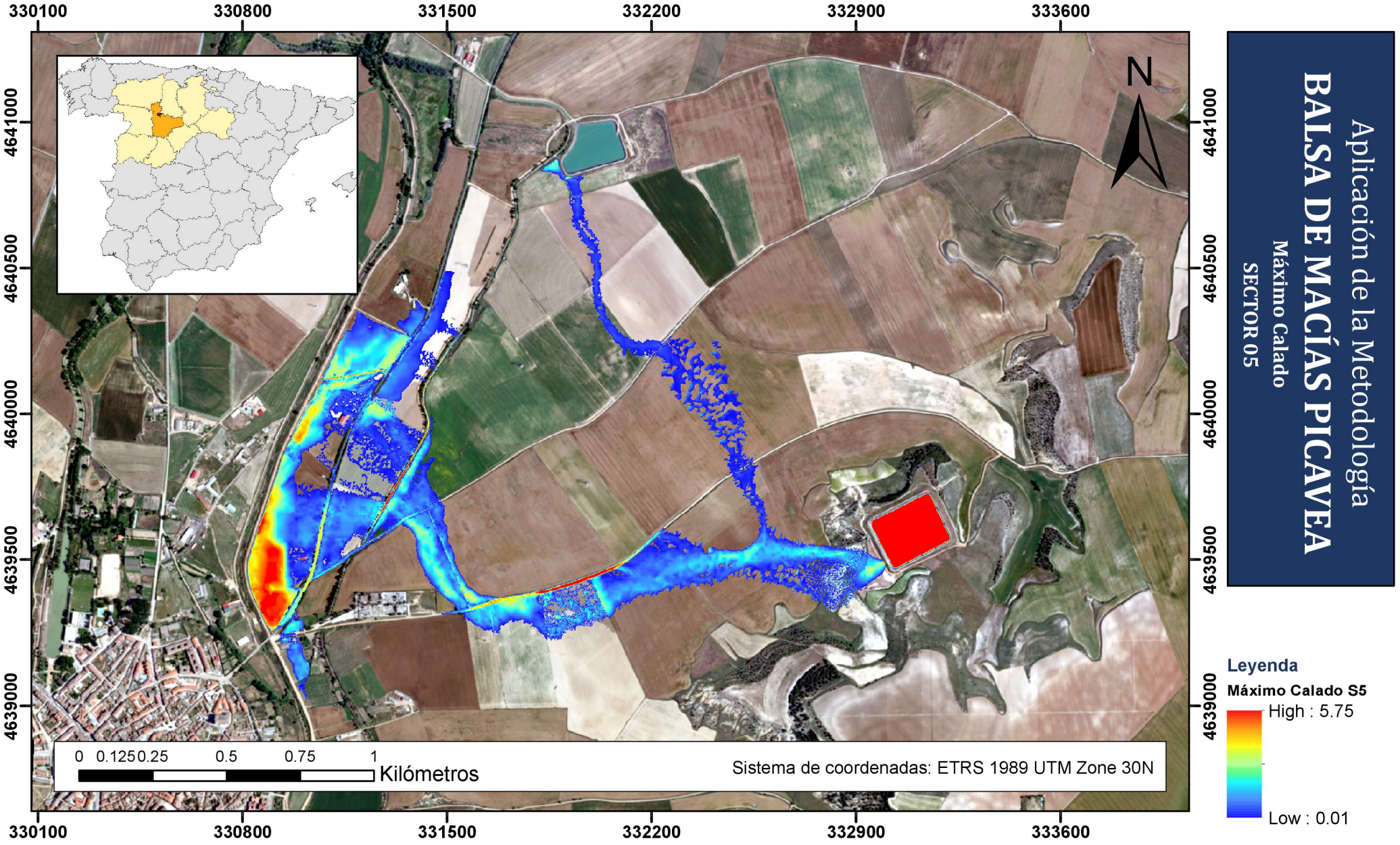

330100
330800
331500
332200
332900
333600
4641000
4640500
4640000
4639500
4639000
N
0 0.125 0.25 0.5 0.75 1
Kilómetros
Sistema de coordenadas: ETRS 1989 UTM Zone 30N
Aplicación de la Metodología
BALSA DE MACÍAS PICAVEA
Máxima Velocidad
SECTOR 03
Leyenda
Máx. Vel. S3
High : 7.37
Low : 0

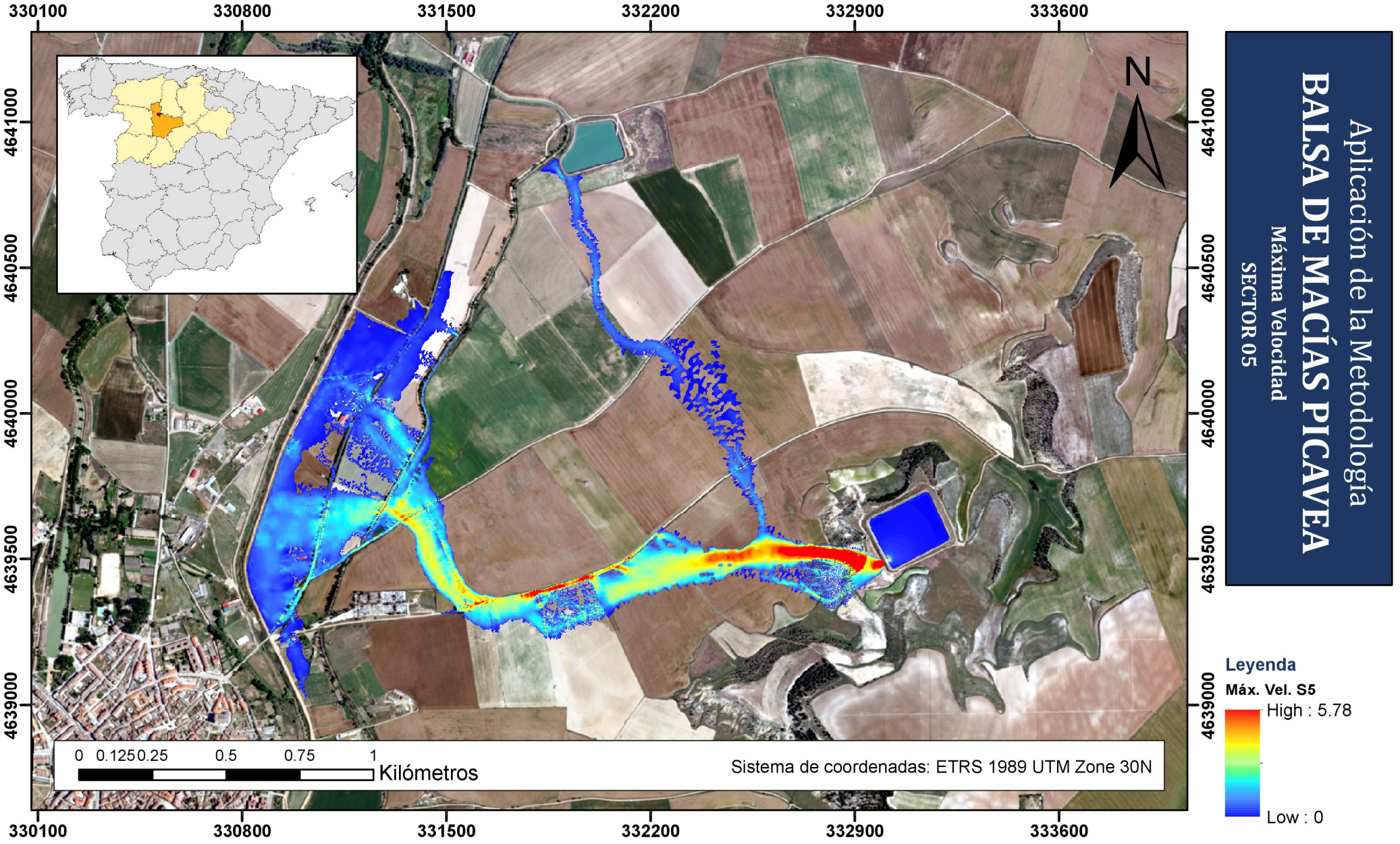

330100
330800
331500
332200
332900
333600
4641000
4640500
4640000
4639500
4639000
N
0 0.125 0.25 0.5 0.75 1
Kilómetros
Sistema de coordenadas: ETRS 1989 UTM Zone 30N
Aplicación de la Metodología
BALSA DE MACÍAS PICAVEA
Máxima Peligrosidad
SECTOR 03
Leyenda
Máx. Hazard S3
0
0.25
0.75
1.25

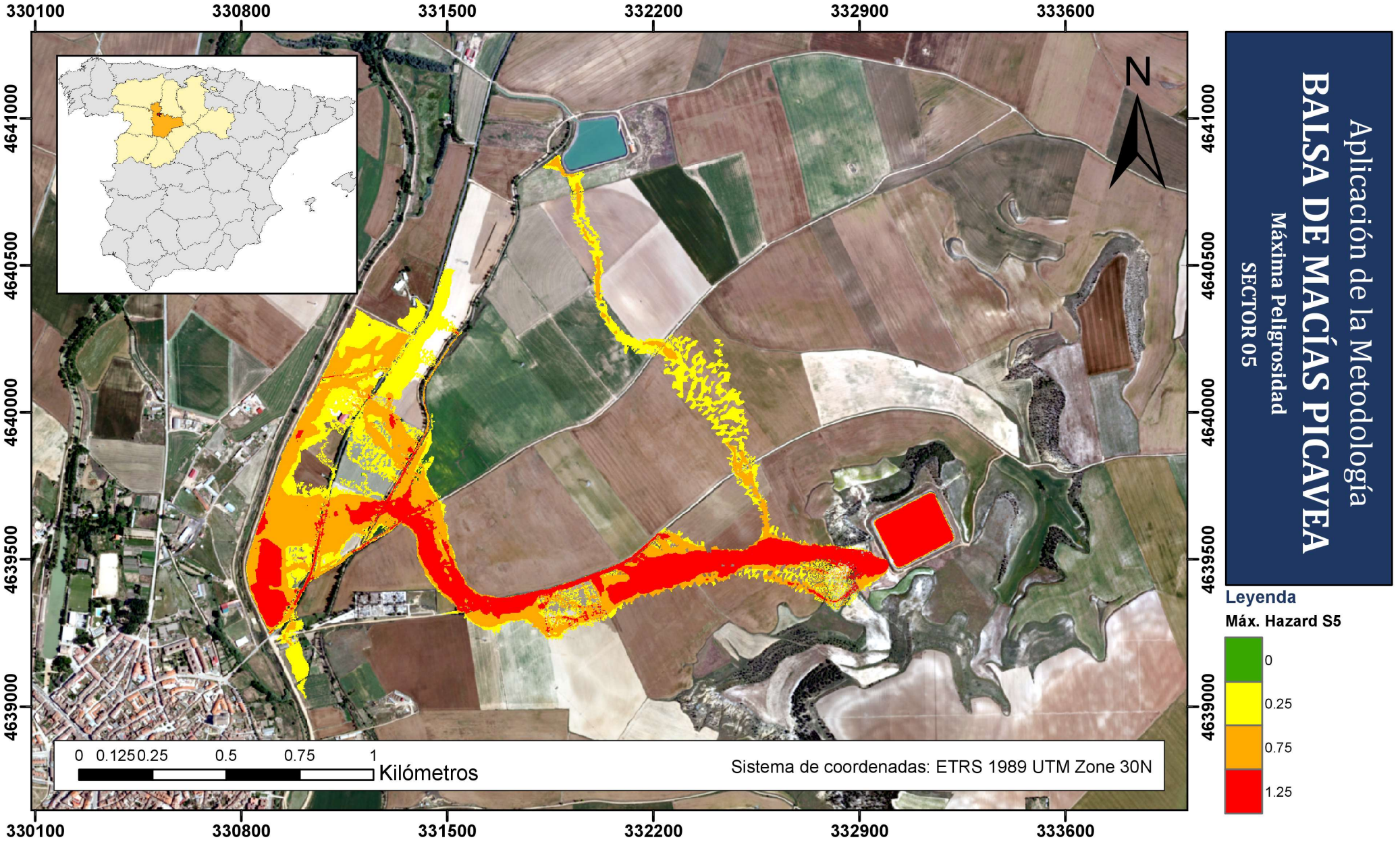

330100
330800
331500
332200
332900
333600
4641000
4640500
4640000
4639500
4639000
N
0 0.125 0.25 0.5 0.75 1
Kilómetros
Sistema de coordenadas: ETRS 1989 UTM Zone 30N
Aplicación de la Metodología
BALSA DE MACÍAS PICAVEA
Máximo Calado
SECTOR 04
Leyenda
Máximo Calado S4
High : 5.75
Low : 0.01

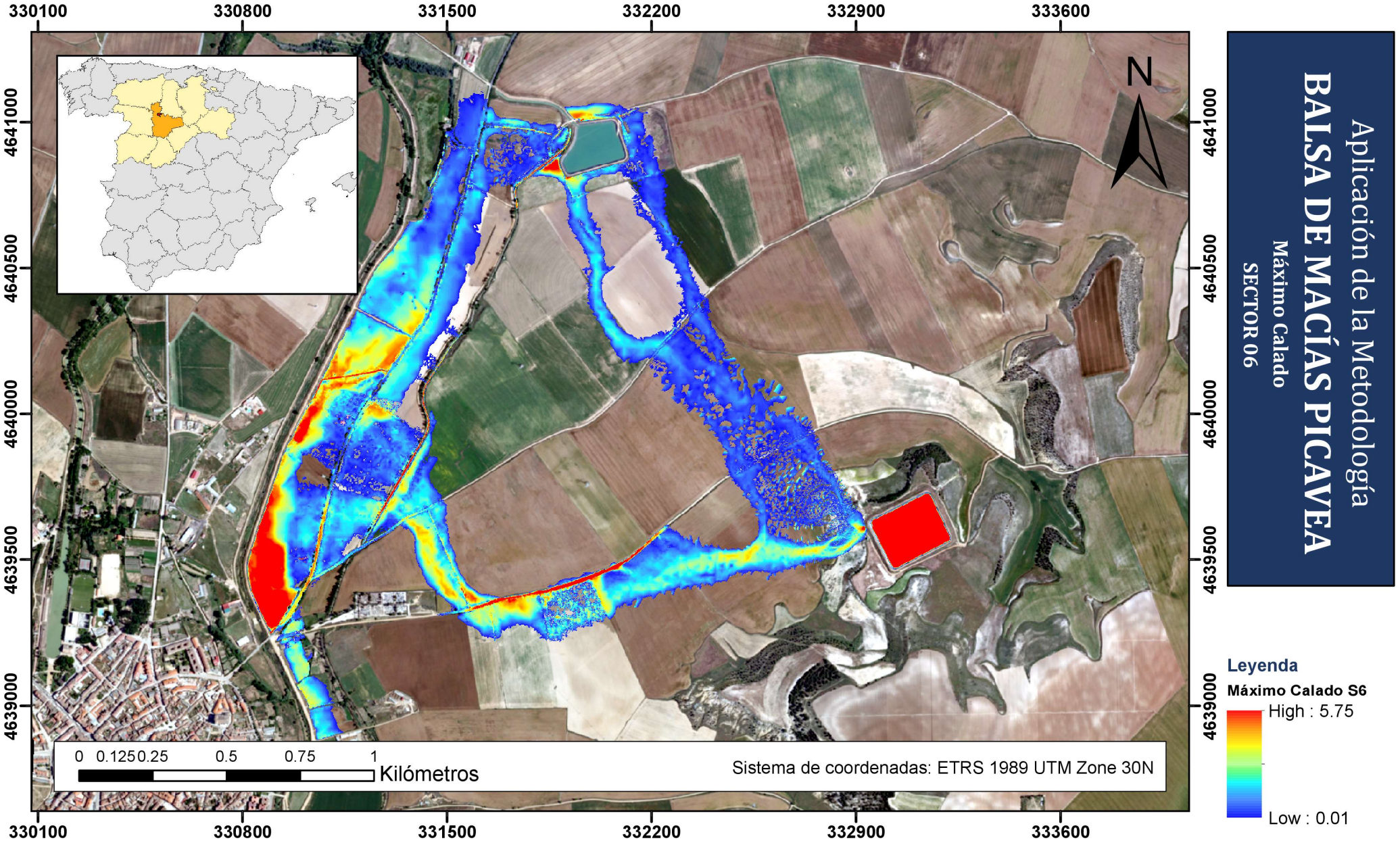

330100
330800
331500
332200
332900
333600
4641000
4640500
4640000
4639500
4639000
N
0 0.125 0.25 0.5 0.75 1
Kilómetros
Sistema de coordenadas: ETRS 1989 UTM Zone 30N
Aplicación de la Metodología
BALSA DE MACÍAS PICAVEA
Máxima Velocidad
SECTOR 04
Leyenda
Máx. Vel. S4
High : 7.53
Low : 0

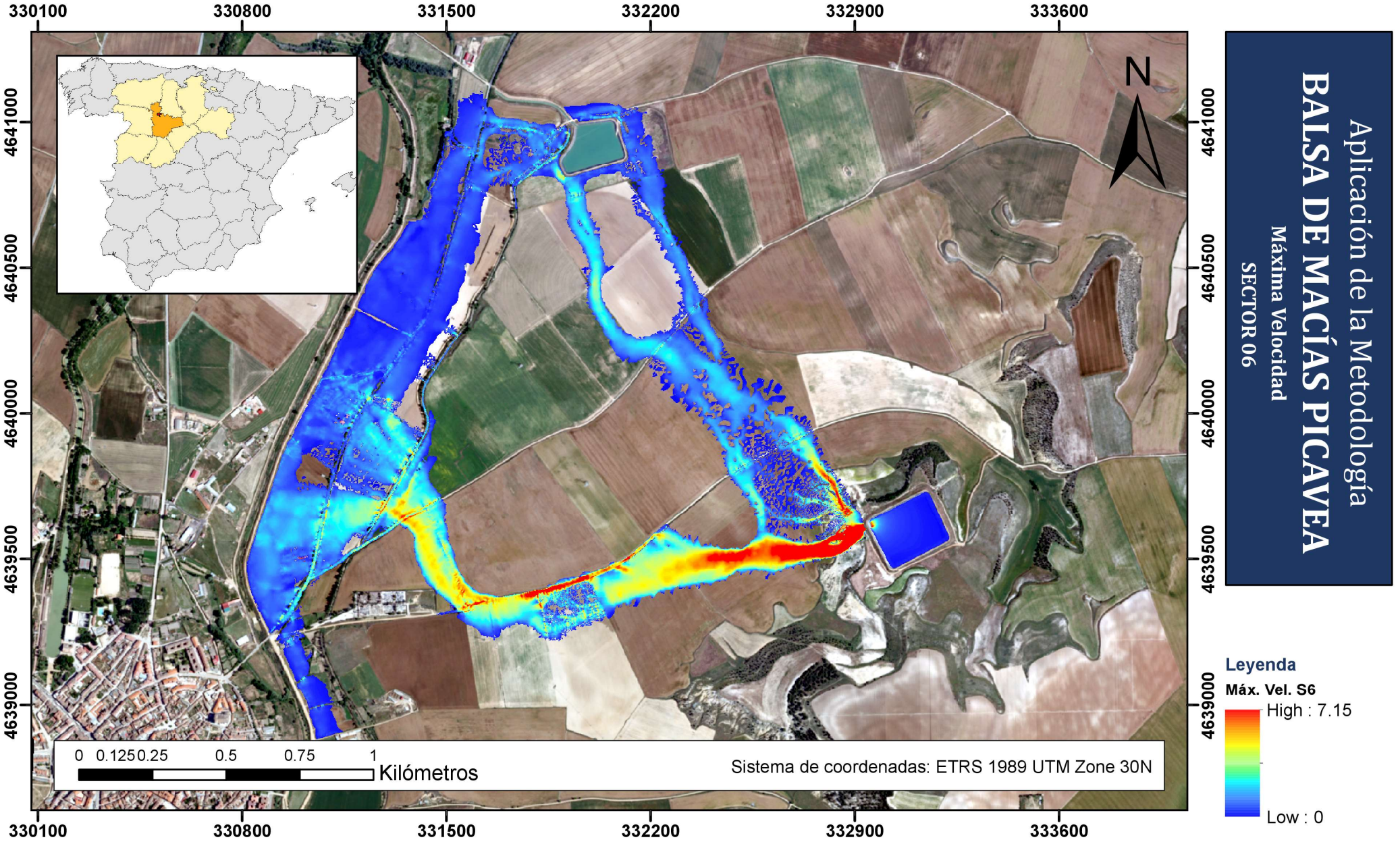

330100
330800
331500
332200
332900
333600
4641000
4640500
4640000
4639500
4639000
N
0 0.125 0.25 0.5 0.75 1
Kilómetros
Sistema de coordenadas: ETRS 1989 UTM Zone 30N
Aplicación de la Metodología
BALSA DE MACÍAS PICAVEA
Máxima Peligrosidad
SECTOR 04
Leyenda
Máx. Hazard S4
0
0.25
0.75
1.25

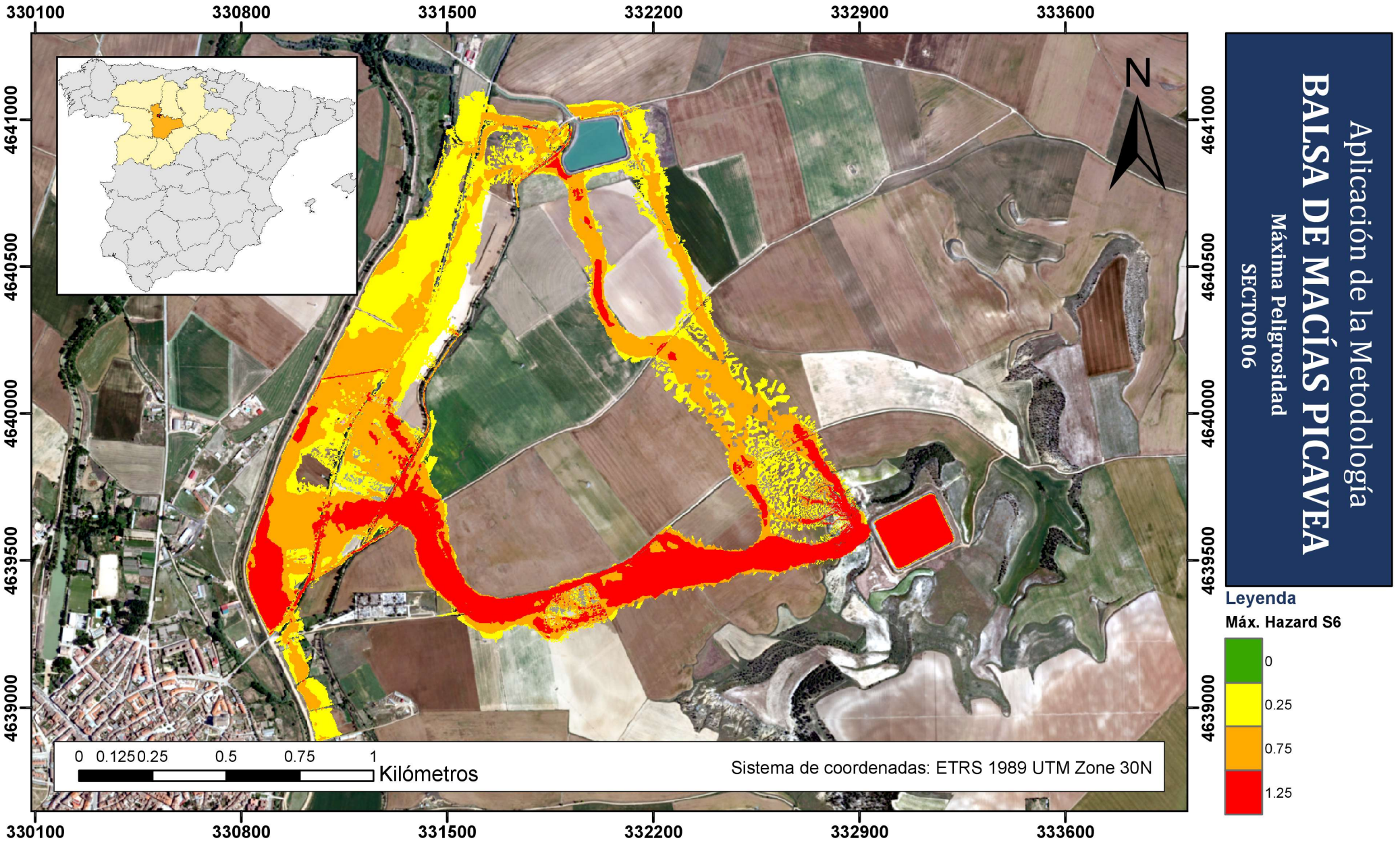

330100
330800
331500
332200
332900
333600
4641000
4640500
4640000
4639500
4639000
N
0 0.125 0.25 0.5 0.75 1
Kilómetros
Sistema de coordenadas: ETRS 1989 UTM Zone 30N
Aplicación de la Metodología
BALSA DE MACÍAS PICAVEA
Máximo Calado
SECTOR 05
Leyenda
Máximo Calado S5
High : 5.75
Low : 0.01

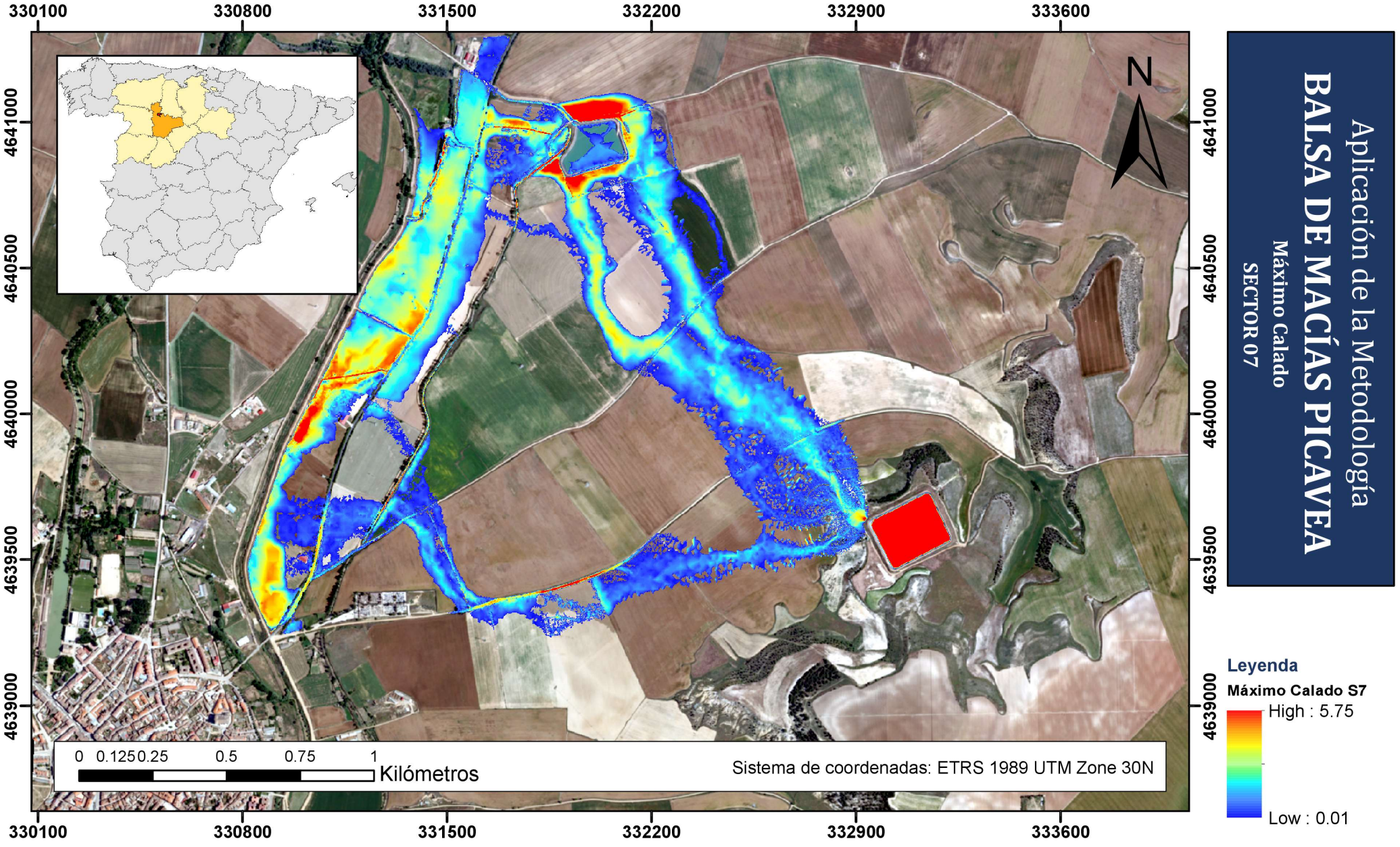

330100
330800
331500
332200
332900
333600
4641000
4640500
4640000
4639500
4639000
N
0 0.125 0.25 0.5 0.75 1
Kilómetros
Sistema de coordenadas: ETRS 1989 UTM Zone 30N
Aplicación de la Metodología
BALSA DE MACÍAS PICAVEA
Máxima Velocidad
SECTOR 05
Leyenda
Máx. Vel. S5
High : 5.78
Low : 0

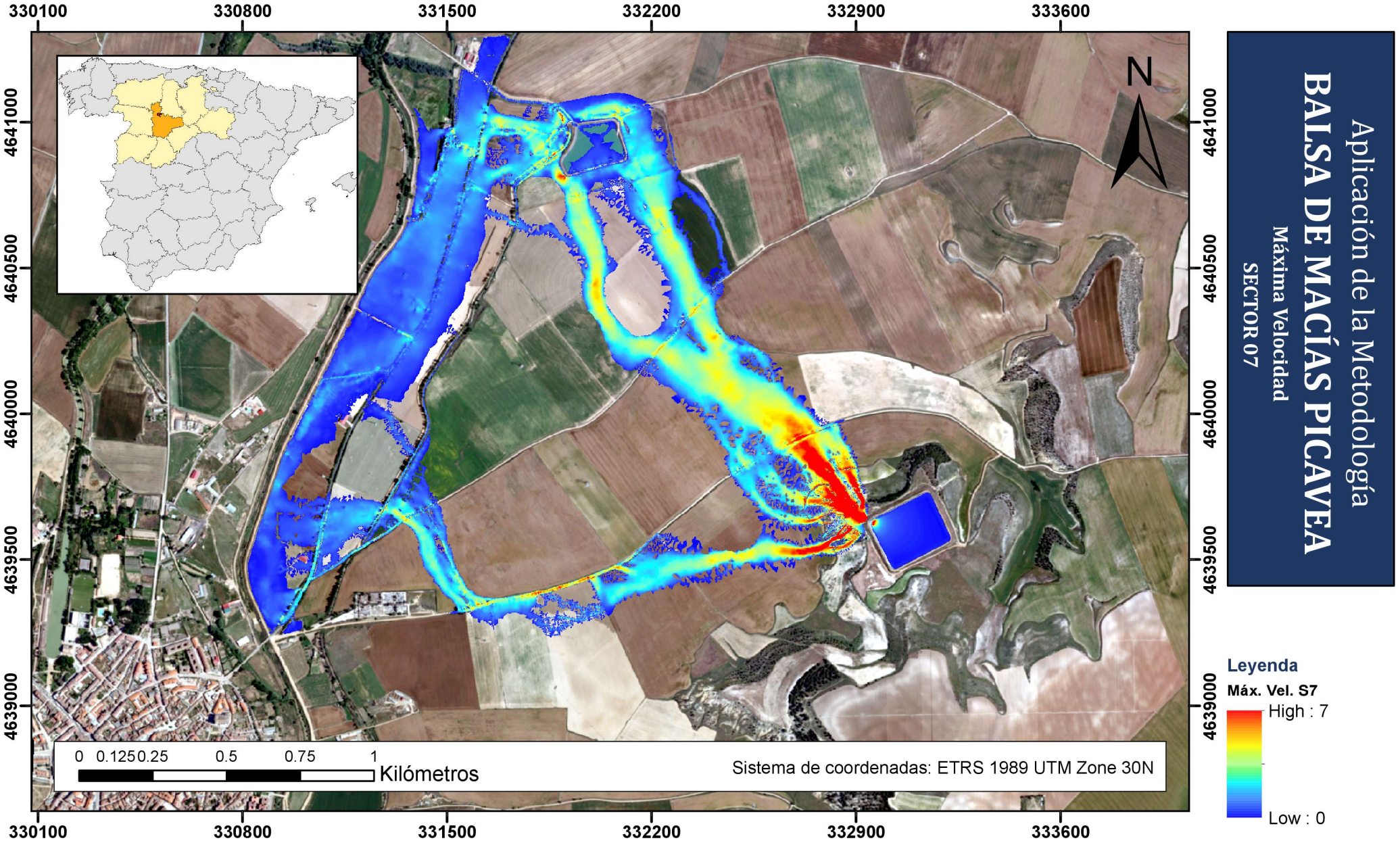

330100
330800
331500
332200
332900
333600
4641000
4640500
4640000
4639500
4639000
N
0 0.125 0.25 0.5 0.75 1
Kilómetros
Sistema de coordenadas: ETRS 1989 UTM Zone 30N
Aplicación de la Metodología
BALSA DE MACÍAS PICAVEA
Máxima Peligrosidad
SECTOR 05
Leyenda
Máx. Hazard S5
0
0.25
0.75
1.25

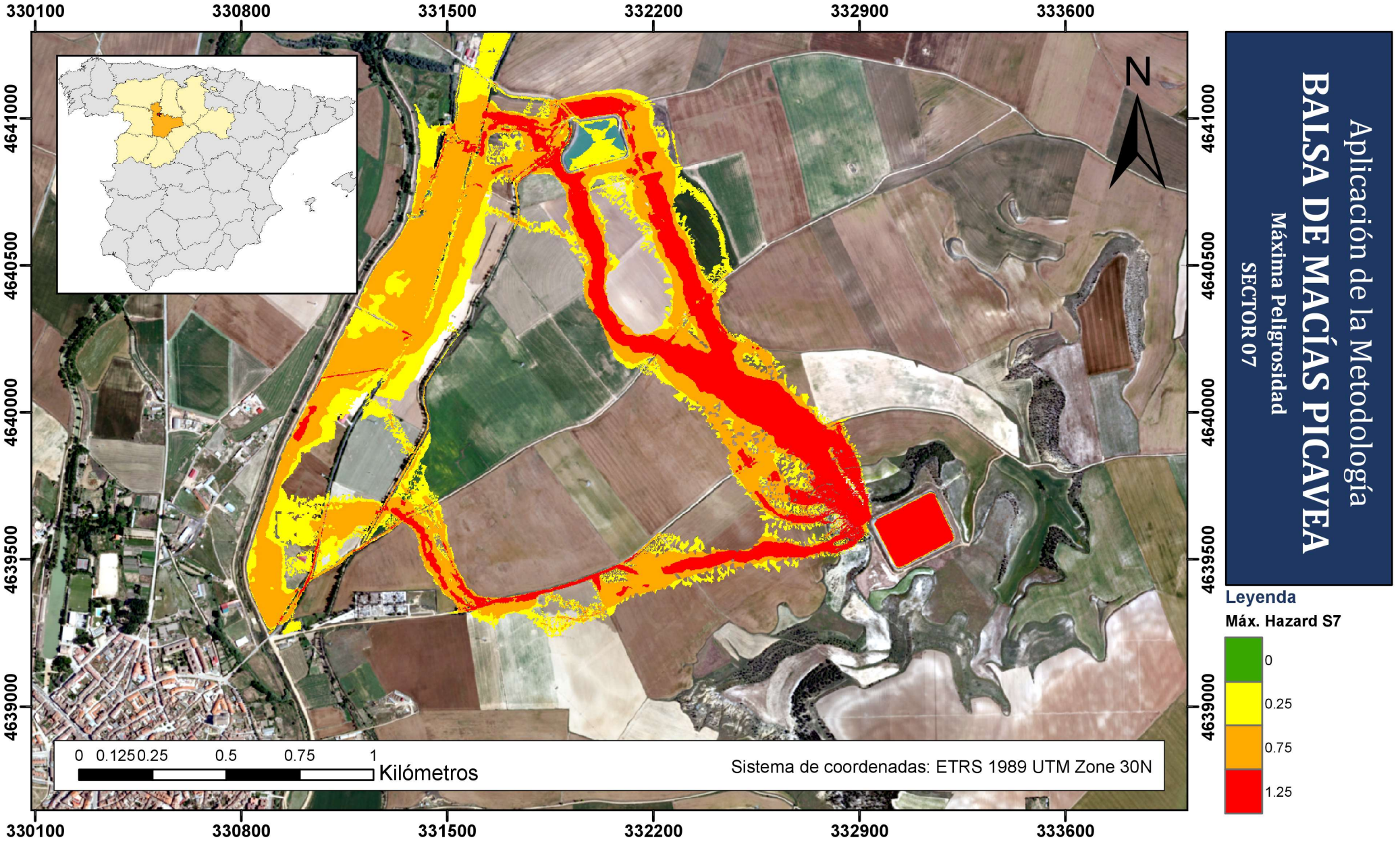

330100
330800
331500
332200
332900
333600
4641000
4640500
4640000
4639500
4639000
N
0 0.125 0.25 0.5 0.75 1
Kilómetros
Sistema de coordenadas: ETRS 1989 UTM Zone 30N
Aplicación de la Metodología
BALSA DE MACÍAS PICAVEA
Máximo Calado
SECTOR 06
Leyenda
Máximo Calado S6
High : 5.75
Low : 0.01

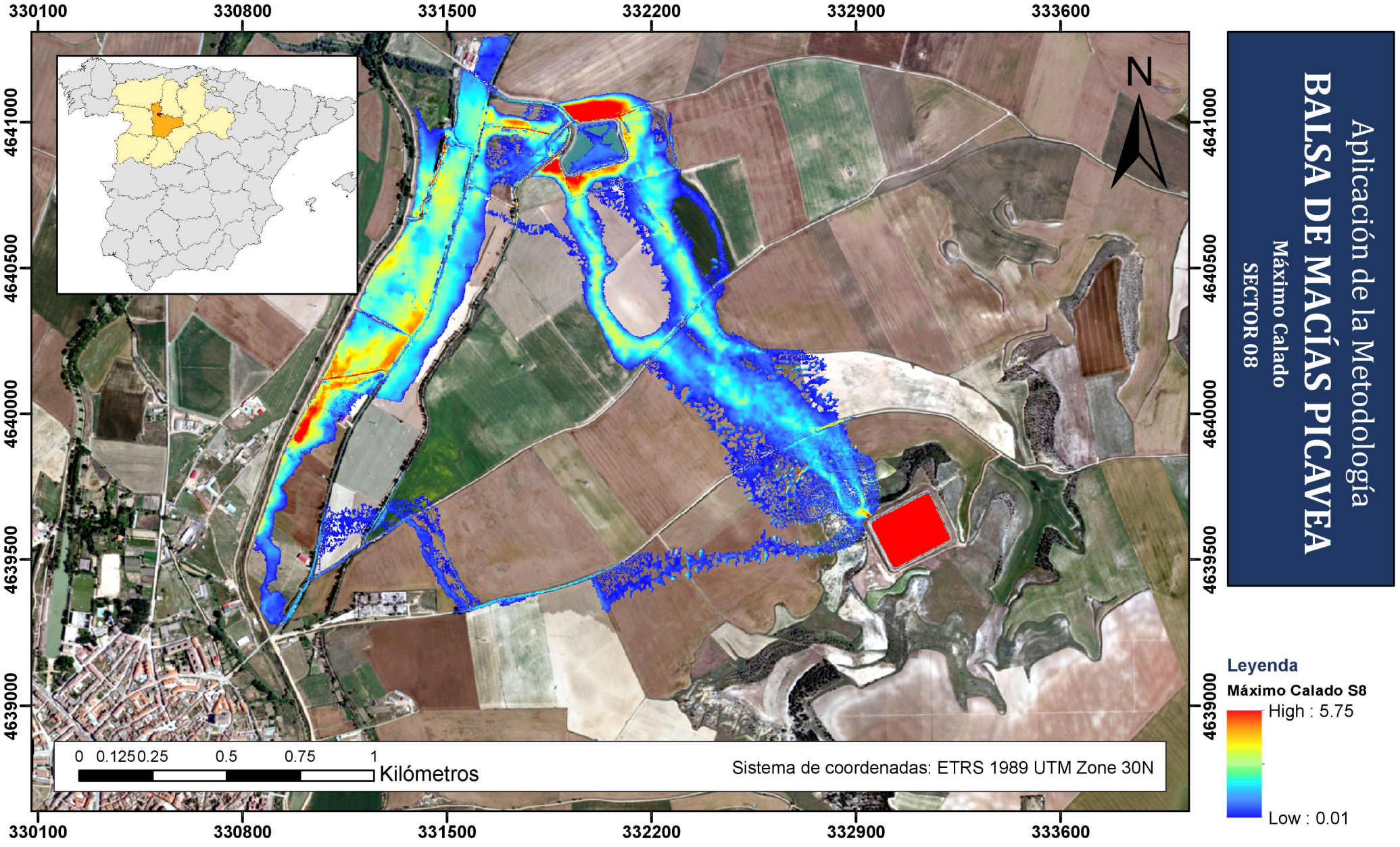

330100
330800
331500
332200
332900
333600
4641000
4640500
4640000
4639500
4639000
N
0 0.125 0.25 0.5 0.75 1
Kilómetros
Sistema de coordenadas: ETRS 1989 UTM Zone 30N
Aplicación de la Metodología
BALSA DE MACÍAS PICAVEA
Máxima Velocidad
SECTOR 06
Leyenda
Máx. Vel. S6
High : 7.15
Low : 0

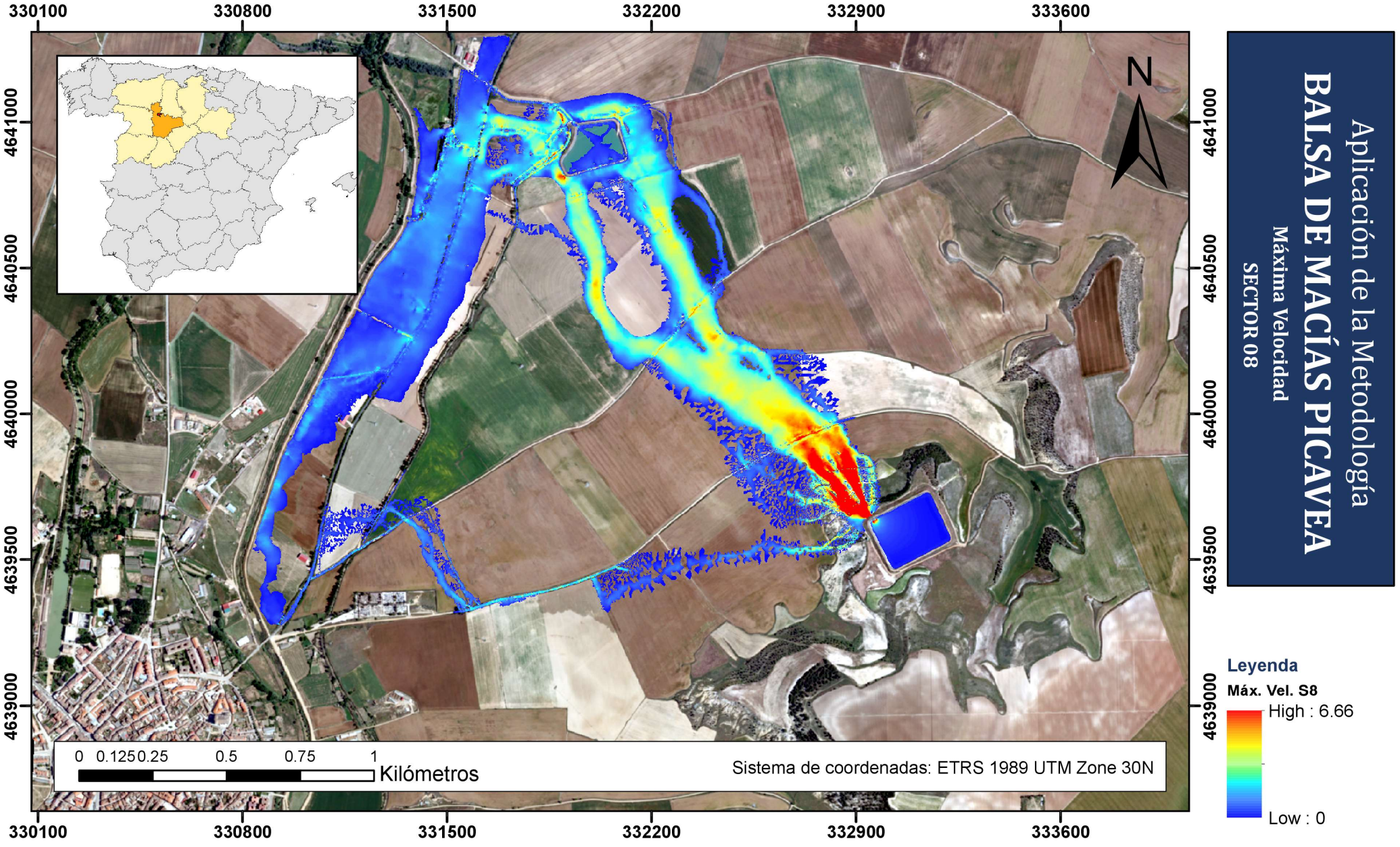

330100
330800
331500
332200
332900
333600
4641000
4640500
4640000
4639500
4639000
N
0 0.125 0.25 0.5 0.75 1
Kilómetros
Sistema de coordenadas: ETRS 1989 UTM Zone 30N
Aplicación de la Metodología
BALSA DE MACÍAS PICAVEA
Máxima Peligrosidad
SECTOR 06
Leyenda
Máx. Hazard S6
0
0.25
0.75
1.25

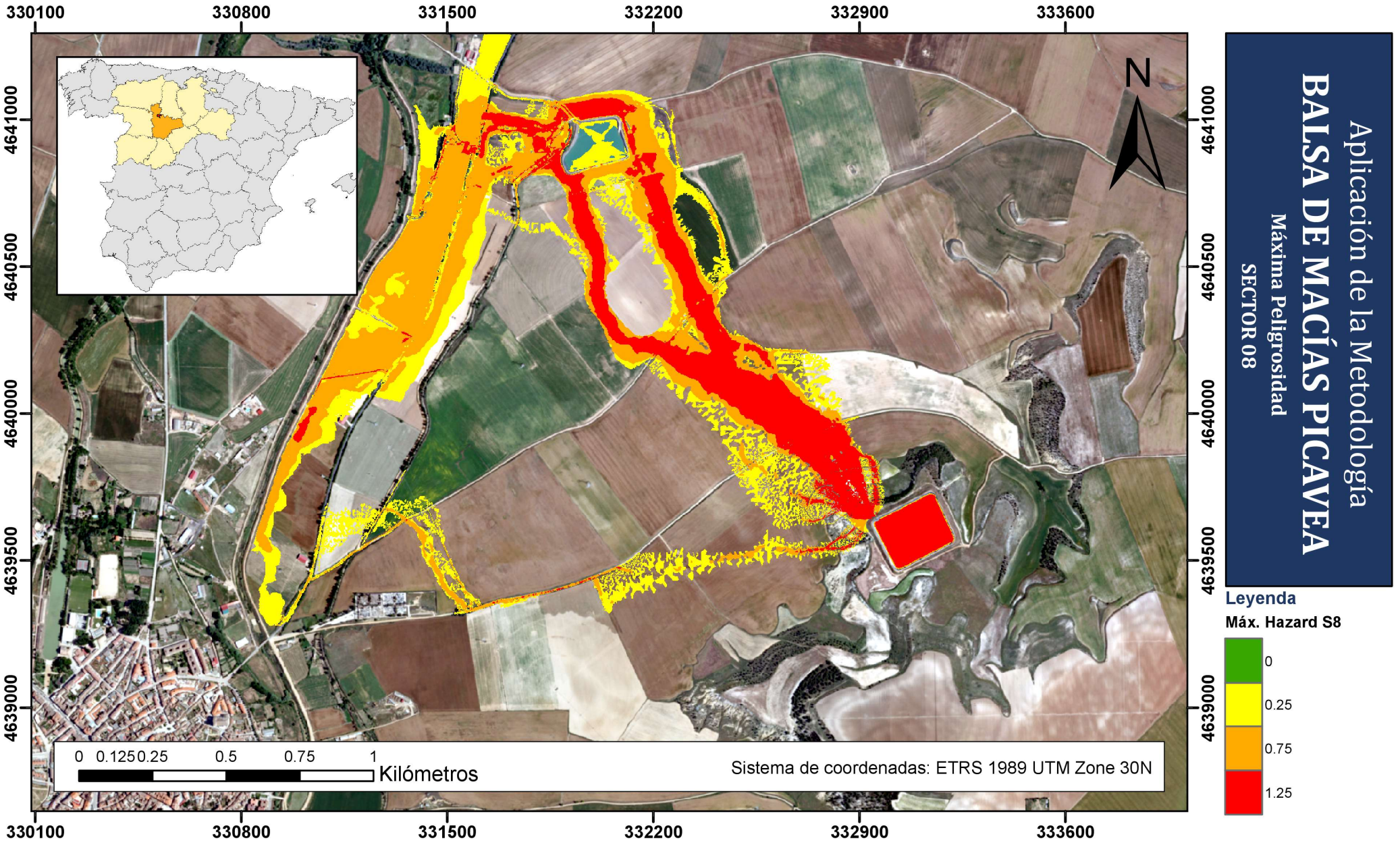

330100
330800
331500
332200
332900
333600
4641000
4640500
4640000
4639500
4639000
N
0 0.125 0.25 0.5 0.75 1
Kilómetros
Sistema de coordenadas: ETRS 1989 UTM Zone 30N
Aplicación de la Metodología
BALSA DE MACÍAS PICAVEA
Máximo Calado
SECTOR 07
Leyenda
Máximo Calado S7
High : 5.75
Low : 0.01

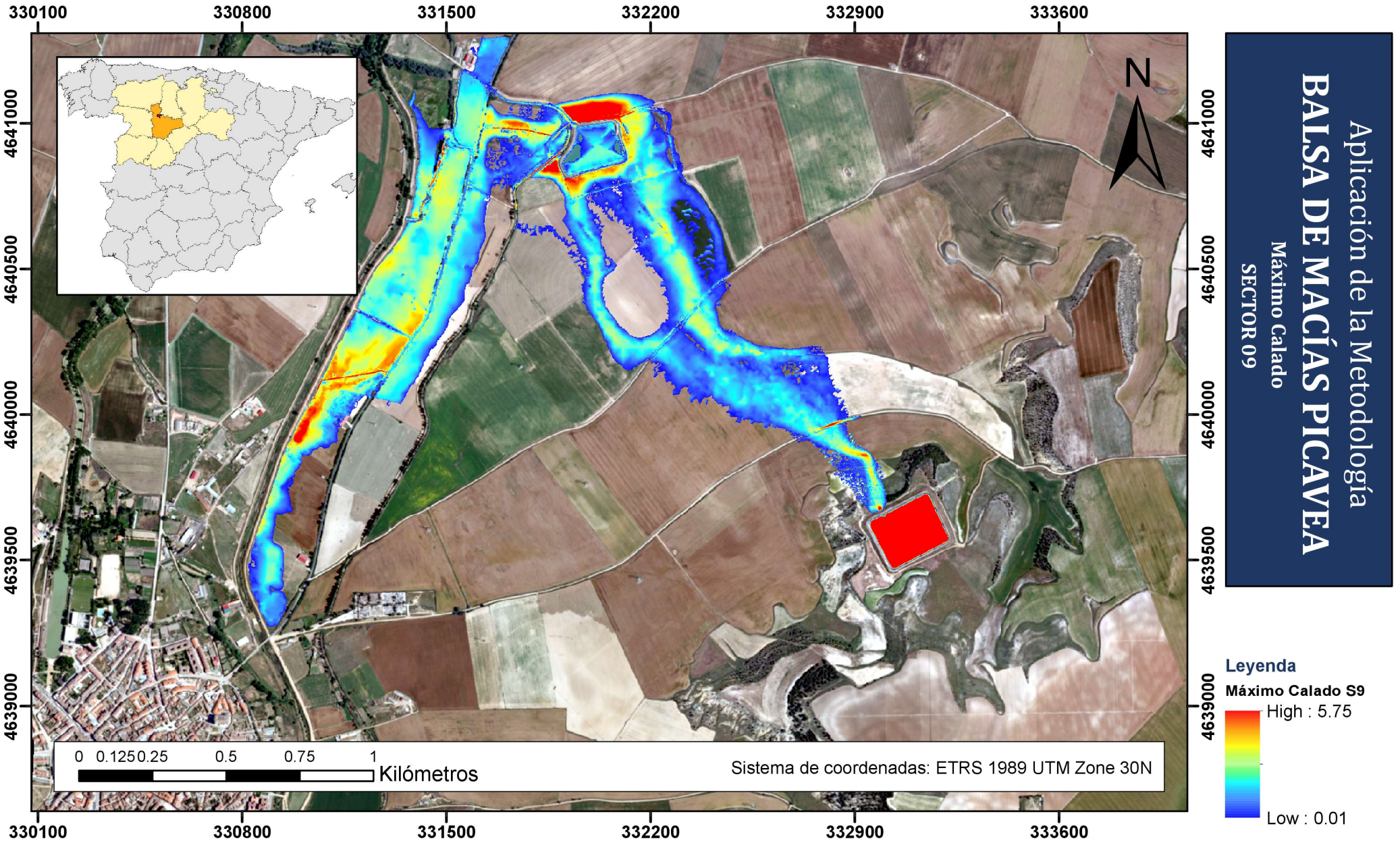

330100
330800
331500
332200
332900
333600
4641000
4640500
4640000
4639500
4639000
N
0 0.125 0.25 0.5 0.75 1
Kilómetros
Sistema de coordenadas: ETRS 1989 UTM Zone 30N
Aplicación de la Metodología
BALSA DE MACÍAS PICAVEA
Máxima Velocidad
SECTOR 07
Leyenda
Máx. Vel. S7
High : 7
Low : 0

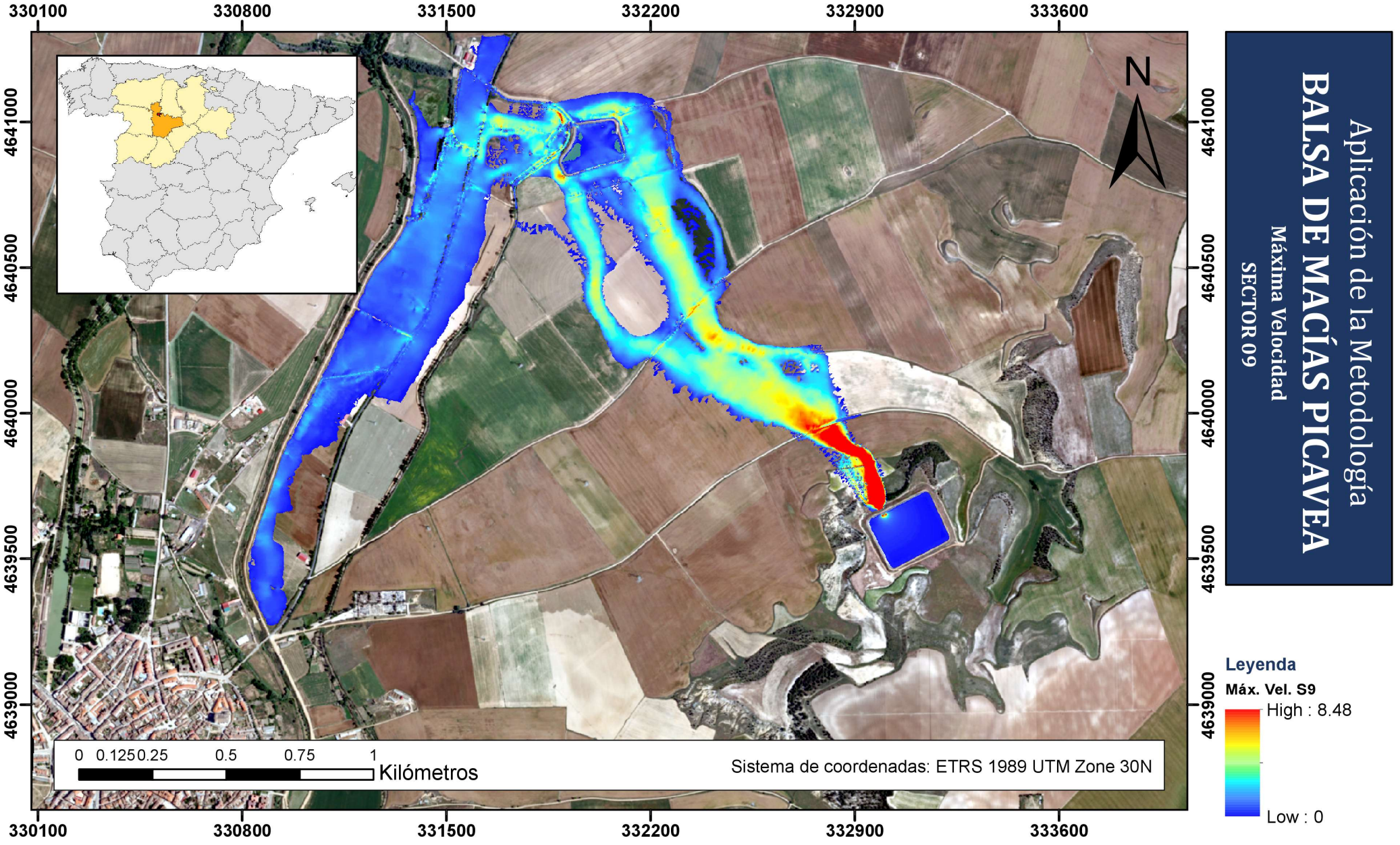

330100
330800
331500
332200
332900
333600
4641000
4640500
4640000
4639500
4639000
N
0 0.125 0.25 0.5 0.75 1
Kilómetros
Sistema de coordenadas: ETRS 1989 UTM Zone 30N
Aplicación de la Metodología
BALSA DE MACÍAS PICAVEA
Máxima Peligrosidad
SECTOR 07
Leyenda
Máx. Hazard S7
0
0.25
0.75
1.25

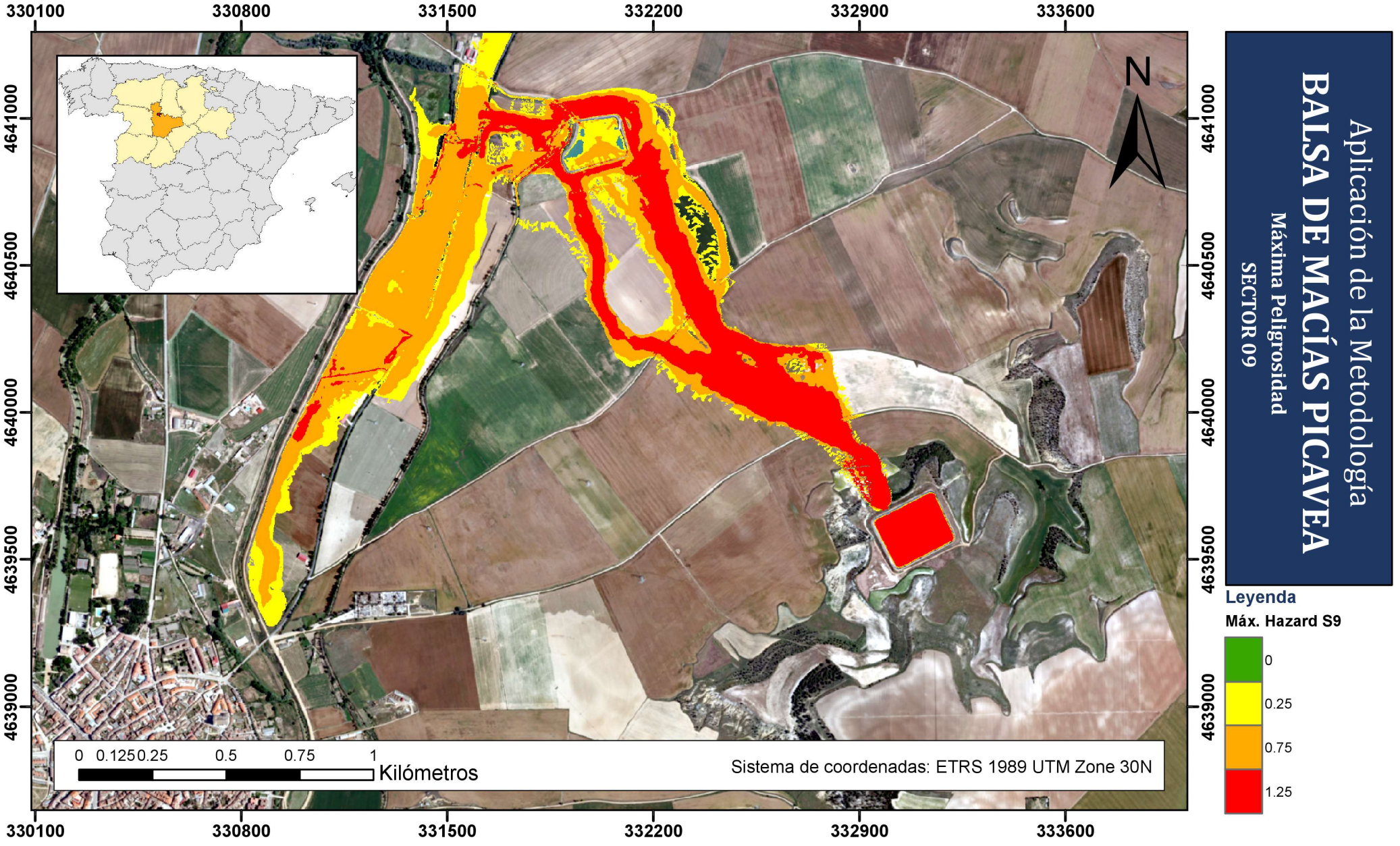

330100
330800
331500
332200
332900
333600
4641000
4640500
4640000
4639500
4639000
N
0 0.125 0.25 0.5 0.75 1
Kilómetros
Sistema de coordenadas: ETRS 1989 UTM Zone 30N
Aplicación de la Metodología
BALSA DE MACÍAS PICAVEA
Máximo Calado
SECTOR 08
Leyenda
Máximo Calado S8
High : 5.75
Low : 0.01

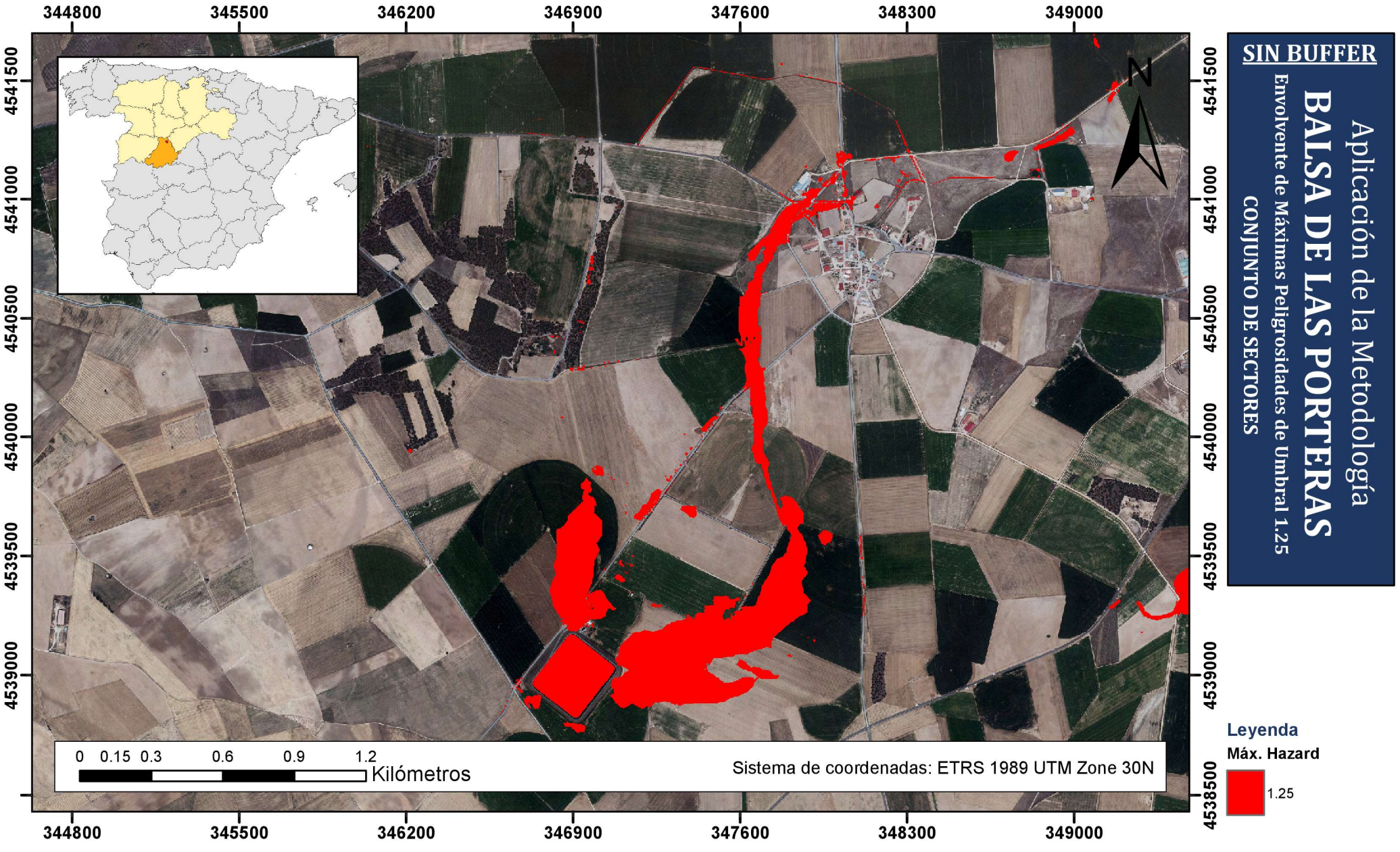

330100
330800
331500
332200
332900
333600
4641000
4640500
4640000
4639500
4639000
N
0 0.125 0.25 0.5 0.75 1
Kilómetros
Sistema de coordenadas: ETRS 1989 UTM Zone 30N
Aplicación de la Metodología
BALSA DE MACÍAS PICAVEA
Máxima Velocidad
SECTOR 08
Leyenda
Máx. Vel. S8
High : 6.66
Low : 0

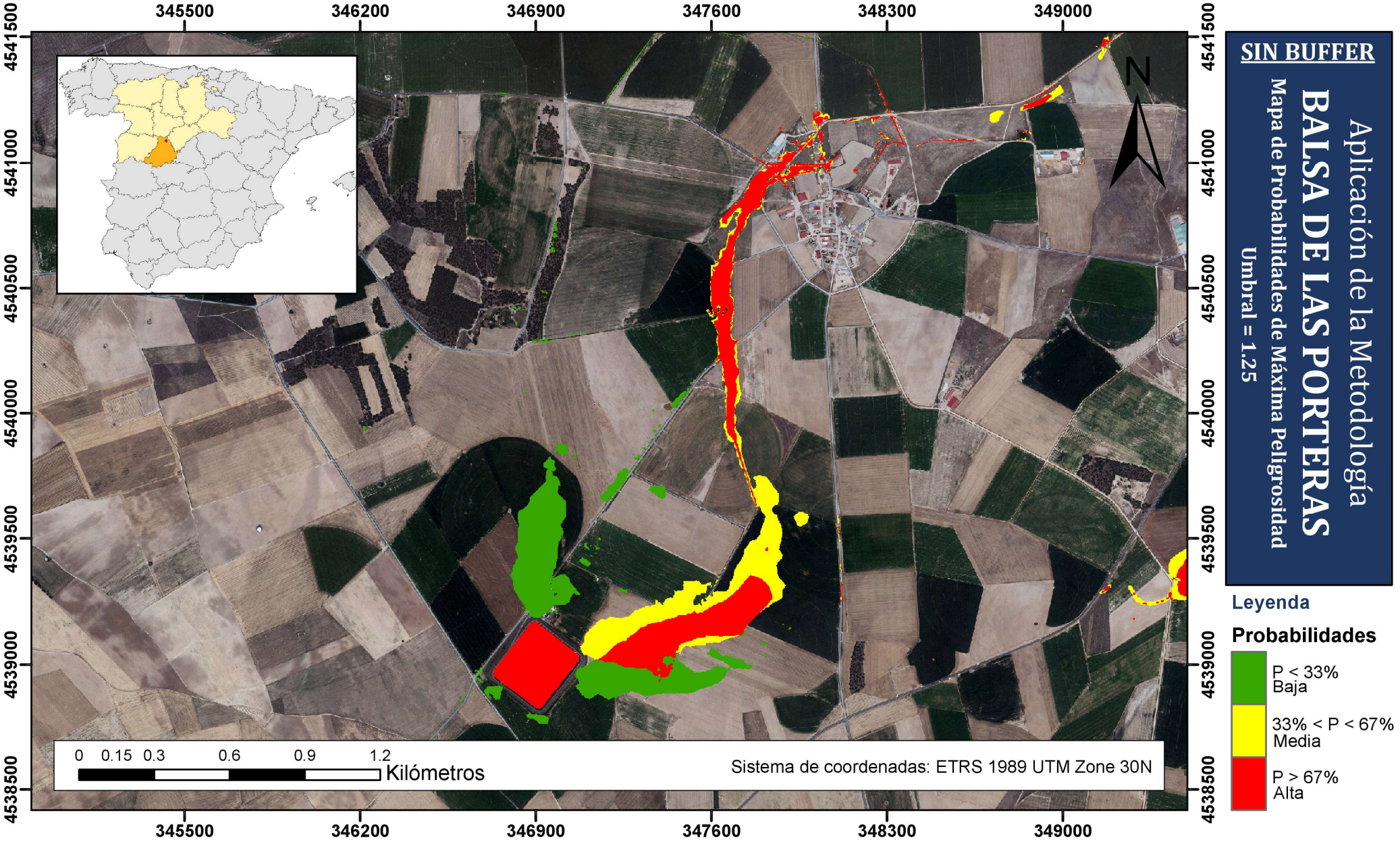

330100
330800
331500
332200
332900
333600
4641000
4640500
4640000
4639500
4639000
N
0 0.125 0.25 0.5 0.75 1
Kilómetros
Sistema de coordenadas: ETRS 1989 UTM Zone 30N
Aplicación de la Metodología
BALSA DE MACÍAS PICAVEA
Máxima Peligrosidad
SECTOR 08
Leyenda
Máx. Hazard S8
0
0.25
0.75
1.25


330100
330800
331500
332200
332900
333600
4641000
4640500
4640000
4639500
4639000
N
0 0.125 0.25 0.5 0.75 1
Kilómetros
Sistema de coordenadas: ETRS 1989 UTM Zone 30N
Aplicación de la Metodología
BALSA DE MACÍAS PICAVEA
Máximo Calado
SECTOR 09
Leyenda
Máximo Calado S9
High : 5.75
Low : 0.01


330100
330800
331500
332200
332900
333600
4641000
4640500
4640000
4639500
4639000
N
0 0.125 0.25 0.5 0.75 1
Kilómetros
Sistema de coordenadas: ETRS 1989 UTM Zone 30N
Aplicación de la Metodología
BALSA DE MACÍAS PICAVEA
Máxima Velocidad
SECTOR 09
Leyenda
Máx. Vel. S9
High : 8.48
Low : 0


330100
330800
331500
332200
332900
333600
4641000
4640500
4640000
4639500
4639000
N
0 0.125 0.25 0.5 0.75 1
Kilómetros
Sistema de coordenadas: ETRS 1989 UTM Zone 30N
Aplicación de la Metodología
BALSA DE MACÍAS PICAVEA
Máxima Peligrosidad
SECTOR 09
Leyenda
Máx. Hazard S9
0
0.25
0.75
1.25


344800
345500
346200
346900
347600
348300
349000
4541500
4541000
4540500
4540000
4539500
4539000
4538500
N
0 0.15 0.3 0.6 0.9 1.2
Kilómetros
Sistema de coordenadas: ETRS 1989 UTM Zone 30N
SIN BUFFER
Aplicación de la Metodología
BALSA DE LAS PORTERAS
Envolvente de Máximas Peligrosidades de Umbral 1.25
CONJUNTO DE SECTORES
Leyenda
Máx. Hazard
1.25


345500
346200
346900
347600
348300
349000
4541500
4541000
4540500
4540000
4539500
4539000
4538500
N
SIN BUFFER
Aplicación de la Metodología
BALSA DE LAS PORTERAS
Mapa de Probabilidades de Máxima Peligrosidad
Umbral = 1.25
Leyenda
Probabilidades
P < 33%
Baja
33% < P < 67%
Media
P > 67%
Alta
0 0.15 0.3 0.6 0.9 1.2
Kilómetros
Sistema de coordenadas: ETRS 1989 UTM Zone 30N

CON BUFFER

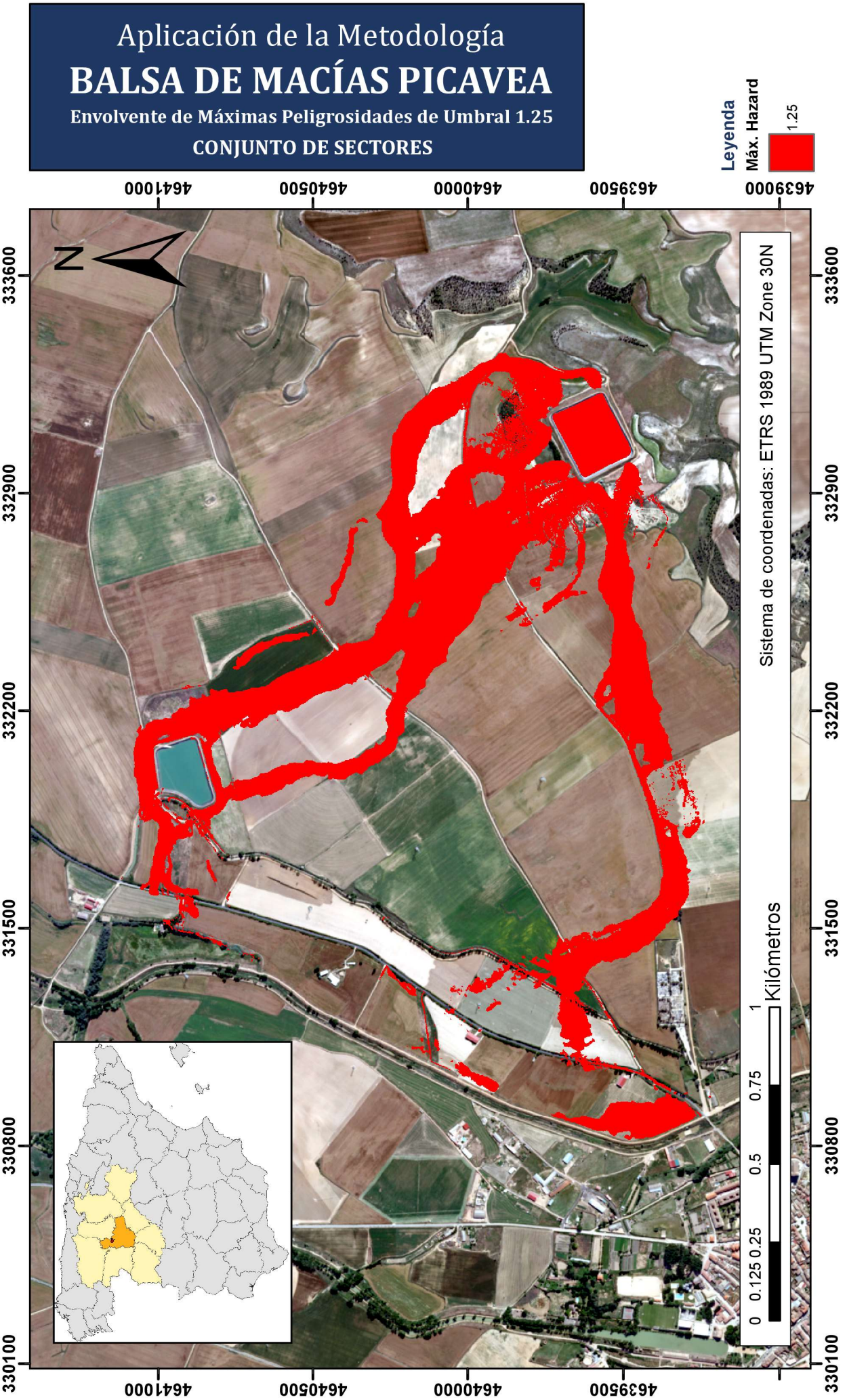
Aplicación de la Metodología

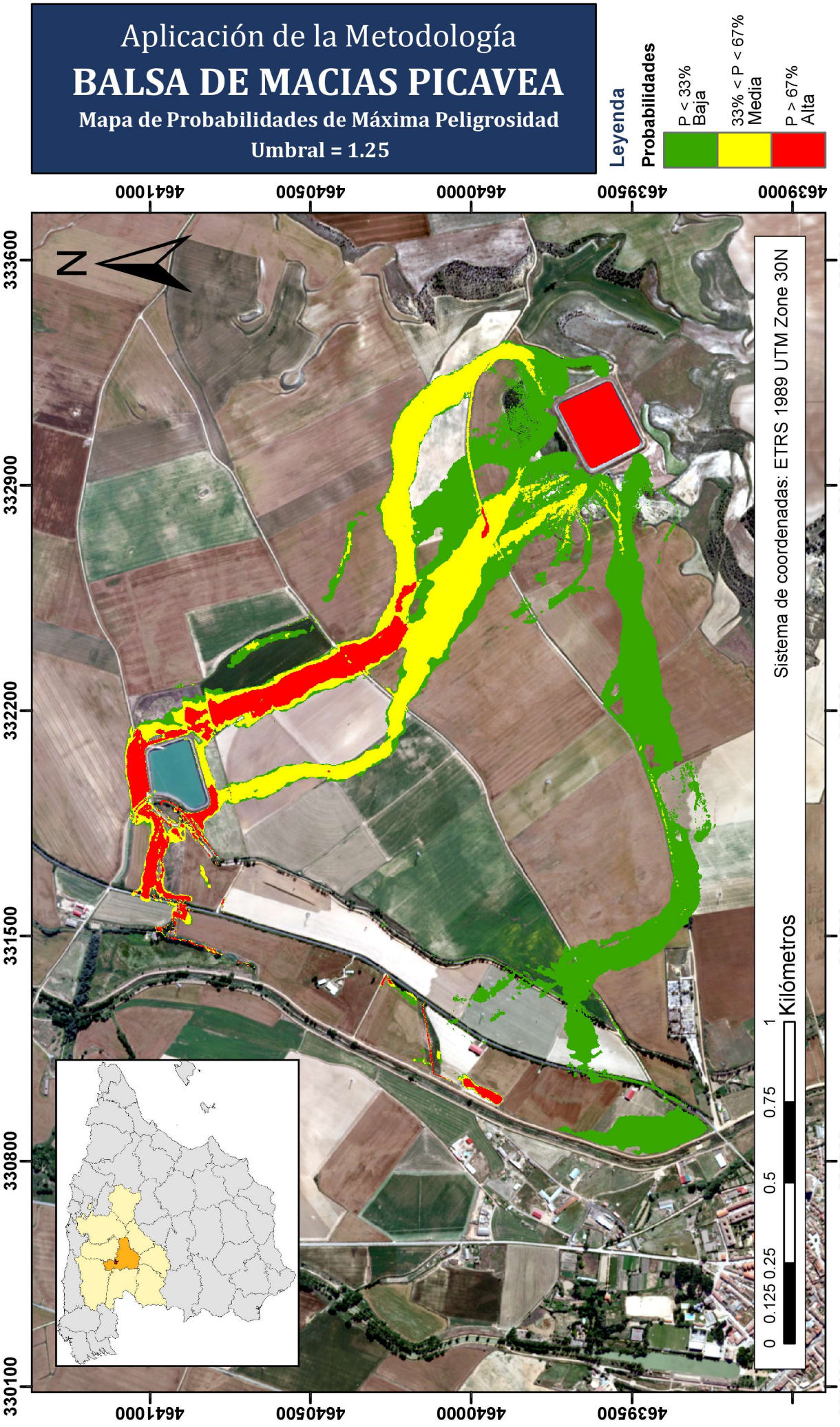
BALSA DE LAS PORTERAS

Envolvente de Máximas Peligrosidades de Umbral 1.25

CONJUNTO DE SECTORES

345500
346200
346900
347600
348300
349000
4541500
4541000
4540500
4540000
4539500
4539000
4538500
N
0 0.15 0.3 0.6 0.9 1.2
Kilómetros
Sistema de coordenadas: ETRS 1989 UTM Zone 30N
CON BUFFER
Aplicación de la Metodología
BALSA DE LAS PORTERAS
Mapa de Probabilidades de Máxima Peligrosidad
Umbral = 1.25
Leyenda
Probabilidades
P < 33%
Baja
33% < P < 67%
Media
P > 67%
Alta


Aplicación de la Metodología
BALSA DE MACÍAS PICAVEA
Envolvente de Máximas Peligrosidades de Umbral 1.25
CONJUNTO DE SECTORES
Leyenda
Máx. Hazard
1.25
N
4641000
4640500
4640000
4639500
4639000
333600
332900
332200
331500
330800
330100
Sistema de coordenadas: ETRS 1989 UTM Zone 30N
Kilómetros
0
0.125
0.25
0.5
0.75
1


Aplicación de la Metodología
BALSA DE MACIAS PICAVEA
Mapa de Probabilidades de Máxima Peligrosidad
Umbral = 1.25
Leyenda
Probabilidades
P < 33%
Baja
33% < P < 67%
Media
P > 67%
Alta
N
4641000
4640500
4640000
4639500
4639000
333600
332900
332200
331500
330800
330100
Sistema de coordenadas: ETRS 1989 UTM Zone 30N
0 0.125 0.25 0.5 0.75 1
Kilómetros