

REGIONE ABRUZZO

COMUNE DI PESCARA



"DEVIAZIONE DEL PORTO CANALE DI PESCARA" (CUP D24B16000260001)
"COMPLETAMENTO DEI NUOVI MOLI GUARDIANI" (CUP D21C18000210001)
FASE A: REALIZZAZIONE DEL MOLO NORD

FASE B: INTERVENTI DI DEVIAZIONE DEL PORTO CANALE (CUP J24E21001210006)

FASE C: INTERVENTI DI COMPLETAMENTO

PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA

Titolo elaborato :

STUDIO NUMERICO DELL'IDRODINAMICA DELL'INTERFERENZA CON IL PONTE DEL MARE

Progettazione:

Dott. Ing. Giuseppe Nicola BERNABEO
Dott. Geol. Mattia IPPOLITO
Dott. Arch. Lorenzo DI GIROLAMO

Supporto alla progettazione:

AGiS Ingegneria

Via Sabotino, 46
00195 ROMA



Via Monte Zebio 40
00195 ROMA

Studi specialistici Idraulico-Marittimo:

Prof. Ing. Paolo DE GIROLAMO
Prof. Ing. Marcello DI RISIO (UNIVAQ – UNIVERSITÀ DELL'AQUILA)

Responsabile Unico Del Procedimento:

Dott. Ing. Tommaso IMPICCIATORE

Scala:

Dimensioni foglio:

Elaborato:

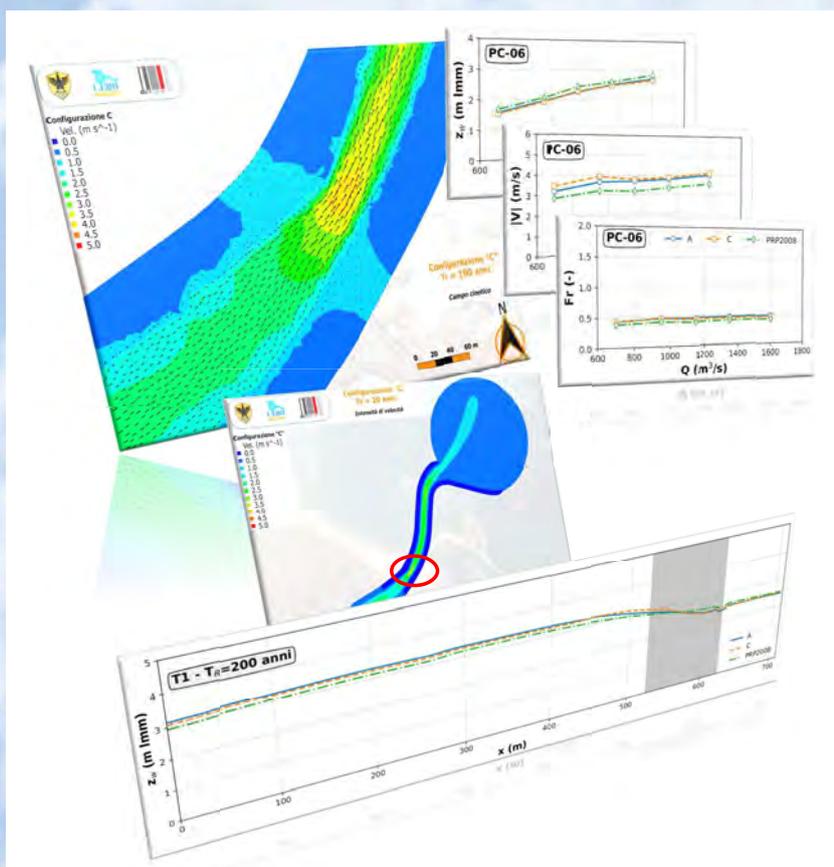
MC-20-215-A

Data	Rev.	DESCRIZIONE	Disegnato:	Controllato:	Validato:
Maggio 2024	0	EMISSIONE			

Contratto di Ricerca LIAM CT-29

Deviazione del Porto Canale di Pescara

Studio numerico dell'idrodinamica dell'interferenza con il Ponte del Mare
Versione R04



Liam - LABORATORIO DI IDRAULICA AMBIENTALE E MARITTIMA

DICEAA - DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, EDILE ARCHITETTURA E AMBIENTALE

UNIVAQ – UNIVERSITÀ DELL'AQUILA

SEGUICI SU TWITTER @LIAM_AQ

Committente

Azienda Regionale Aree Produttive (ARAP)

Gruppo di Lavoro

Responsabile Scientifico: Prof. Ing. Marcello Di Risio, Ph.D.

Coordinatore Scientifico: Dott. Ing. Davide Paquali, Ph.D.

Collaboratori Scientifici: Dott. Ing. Piera Fischione

Dott. Ing. Daniele Celli, Ph.D.



<i>Revisione</i>	<i>Data</i>
R01	15 Settembre 2019
R02	16 Settembre 2019
R03	20 Gennaio 2020
R04	6 Marzo 2020

Indice

1	Premesse	1
2	Finalità dello studio e metodologia	3
2.1	Approccio dello studio	3
2.2	Metodologia	4
2.2.1	Strumenti numerici	4
2.2.2	Analisi dei risultati	7
2.2.3	Analisi comparativa	7
3	Definizione degli scenari	11
3.1	Implementazione dei domini di calcolo	11
3.1.1	Caratteristiche generali delle configurazioni	11
3.1.2	Fonte dei dati batimetrici	14
3.1.3	Discretizzazione dei domini di calcolo	15
3.2	Condizioni al contorno e parametri di simulazione	15
3.2.1	Fonte dei dati	15
3.2.2	Selezione del tempo di ritorno	20
3.2.3	Portate defluenti e livelli idrici di valle	20
3.2.4	Condizione ai contorni laterali	21
3.2.5	Scabrezza idraulica	21
4	Risultati numerici ed osservazioni conclusive	23
4.1	Considerazioni generali	23
4.2	Osservazioni qualitative dei risultati numerici	24
4.3	Osservazioni conclusive sui risultati dell'analisi comparativa	25
5	Bibliografia	32

A Risultati Numerici: dettagli grafici	34
A.1 Griglie di calcolo	35
A.2 Campi di velocità	42
A.3 Livelli idrici	73
A.4 Distribuzione spaziale del numero di Froude	134
A.5 Analisi comparativa	165

Elenco delle figure

1-1	Schema del problema.	2
2-1	Localizzazione delle sezioni di estrazione dei risultati numerici per l'analisi comparativa. L'area ombreggiata si riferisce al dominio di calcolo (descritto nel capitolo 4).	9
2-2	Localizzazione dei punti in cui sono estratti i risultati numerici per l'analisi comparativa. L'area ombreggiata si riferisce al dominio di calcolo (descritto nel capitolo 4).	9
2-3	Localizzazione delle sezioni di estrazione dei risultati numerici per l'analisi comparativa. L'area ombreggiata si riferisce al dominio di calcolo (descritto nel capitolo 4).	10
3-1	Schema della configurazione di riferimento (PRP2008).	12
3-2	Caratteristiche schematiche delle configurazioni considerate.	13
3-3	Estensione del dominio di calcolo.	14
3-4	Dettaglio delle griglie di calcolo in corrispondenza della zona di interesse. Le tabelle nei grafici sintetizzano i parametri che caratterizzano le griglie numeriche.	16
3-5	Configurazione "PRP2008". Distribuzione batimetrica (<i>bed elevation</i> , m lmm).	17
3-6	Configurazione "A". Distribuzione batimetrica (<i>bed elevation</i> , m lmm).	18
3-7	Configurazione "C". Distribuzione batimetrica (<i>bed elevation</i> , m lmm).	19
A-1	Configurazione PRP2008. Distribuzione spaziale della quota del fondo.	36
A-2	Configurazione PRP2008. Distribuzione spaziale della quota del fondo. Dettaglio della zona di interesse.	37
A-3	Configurazione A. Discretizzazione della configurazione del fondo.	38
A-4	Configurazione A. Distribuzione spaziale della quota del fondo. Dettaglio della zona di interesse.	39
A-5	Configurazione C. Distribuzione spaziale della quota del fondo.	40
A-6	Configurazione C. Distribuzione spaziale della quota del fondo. Dettaglio della zona di interesse.	41
A-7	Configurazione PRP2008. Distribuzione spaziale dell'intensità di velocità ($T_R = 20$ anni).	43
A-8	Configurazione A. Distribuzione spaziale dell'intensità di velocità ($T_R = 20$ anni).	44
A-9	Configurazione C. Distribuzione spaziale dell'intensità di velocità ($T_R = 20$ anni).	45
A-10	Configurazione PRP2008. Distribuzione spaziale dell'intensità di velocità ($T_R = 20$ anni). Dettaglio della zona di interesse.	46
A-11	Configurazione A. Distribuzione spaziale dell'intensità di velocità ($T_R = 20$ anni). Dettaglio della zona di interesse.	47
A-12	Configurazione C. Distribuzione spaziale dell'intensità di velocità ($T_R = 20$ anni). Dettaglio della zona di interesse.	48
A-13	Configurazione PRP2008. Distribuzione spaziale dell'intensità di velocità ($T_R = 50$ anni).	49
A-14	Configurazione A. Distribuzione spaziale dell'intensità di velocità ($T_R = 50$ anni).	50

A-15 Configurazione C. Distribuzione spaziale dell'intensità di velocità ($T_R = 50$ anni).	51
A-16 Configurazione PRP2008. Distribuzione spaziale dell'intensità di velocità ($T_R = 50$ anni). Dettaglio della zona di interesse.	52
A-17 Configurazione A. Distribuzione spaziale dell'intensità di velocità ($T_R = 50$ anni). Dettaglio della zona di interesse.	53
A-18 Configurazione C. Distribuzione spaziale dell'intensità di velocità ($T_R = 50$ anni). Dettaglio della zona di interesse.	54
A-19 Configurazione PRP2008. Distribuzione spaziale dell'intensità di velocità ($T_R = 100$ anni).	55
A-20 Configurazione A. Distribuzione spaziale dell'intensità di velocità ($T_R = 100$ anni).	56
A-21 Configurazione C. Distribuzione spaziale dell'intensità di velocità ($T_R = 100$ anni).	57
A-22 Configurazione PRP2008. Distribuzione spaziale dell'intensità di velocità ($T_R = 100$ anni). Dettaglio della zona di interesse.	58
A-23 Configurazione A. Distribuzione spaziale dell'intensità di velocità ($T_R = 100$ anni). Dettaglio della zona di interesse.	59
A-24 Configurazione C. Distribuzione spaziale dell'intensità di velocità ($T_R = 100$ anni). Dettaglio della zona di interesse.	60
A-25 Configurazione PRP2008. Distribuzione spaziale dell'intensità di velocità ($T_R = 200$ anni).	61
A-26 Configurazione A. Distribuzione spaziale dell'intensità di velocità ($T_R = 200$ anni).	62
A-27 Configurazione C. Distribuzione spaziale dell'intensità di velocità ($T_R = 200$ anni).	63
A-28 Configurazione PRP2008. Distribuzione spaziale dell'intensità di velocità ($T_R = 200$ anni). Dettaglio della zona di interesse.	64
A-29 Configurazione A. Distribuzione spaziale dell'intensità di velocità ($T_R = 200$ anni). Dettaglio della zona di interesse.	65
A-30 Configurazione C. Distribuzione spaziale dell'intensità di velocità ($T_R = 200$ anni). Dettaglio della zona di interesse.	66
A-31 Configurazione PRP2008. Distribuzione spaziale dell'intensità di velocità ($T_R = 500$ anni).	67
A-32 Configurazione A. Distribuzione spaziale dell'intensità di velocità ($T_R = 500$ anni).	68
A-33 Configurazione C. Distribuzione spaziale dell'intensità di velocità ($T_R = 500$ anni).	69
A-34 Configurazione PRP2008. Distribuzione spaziale dell'intensità di velocità ($T_R = 500$ anni). Dettaglio della zona di interesse.	70
A-35 Configurazione A. Distribuzione spaziale dell'intensità di velocità ($T_R = 500$ anni). Dettaglio della zona di interesse.	71
A-36 Configurazione C. Distribuzione spaziale dell'intensità di velocità ($T_R = 500$ anni). Dettaglio della zona di interesse.	72
A-37 Configurazione PRP2008. Quota raggiunta dalla superficie libera ($T_R = 20$ anni).	74
A-38 Configurazione A. Quota raggiunta dalla superficie libera ($T_R = 20$ anni).	75
A-39 Configurazione C. Quota raggiunta dalla superficie libera ($T_R = 20$ anni).	76

A-40 Configurazione PRP2008. Quota raggiunta dalla superficie libera ($T_R = 20$ anni). Dettaglio della zona di interesse.	77
A-41 Configurazione A. Quota raggiunta dalla superficie libera ($T_R = 20$ anni). Dettaglio della zona di interesse.	78
A-42 Configurazione C. Quota raggiunta dalla superficie libera ($T_R = 20$ anni). Dettaglio della zona di interesse.	79
A-43 Configurazione PRP2008. Quota raggiunta dalla superficie libera ($T_R = 50$ anni).	80
A-44 Configurazione A. Quota raggiunta dalla superficie libera ($T_R = 50$ anni).	81
A-45 Configurazione C. Quota raggiunta dalla superficie libera ($T_R = 50$ anni).	82
A-46 Configurazione PRP2008. Quota raggiunta dalla superficie libera ($T_R = 50$ anni). Dettaglio della zona di interesse.	83
A-47 Configurazione A. Quota raggiunta dalla superficie libera ($T_R = 50$ anni). Dettaglio della zona di interesse.	84
A-48 Configurazione C. Quota raggiunta dalla superficie libera ($T_R = 50$ anni). Dettaglio della zona di interesse.	85
A-49 Configurazione PRP2008. Quota raggiunta dalla superficie libera ($T_R = 100$ anni).	86
A-50 Configurazione A. Quota raggiunta dalla superficie libera ($T_R = 100$ anni).	87
A-51 Configurazione C. Quota raggiunta dalla superficie libera ($T_R = 100$ anni).	88
A-52 Configurazione PRP2008. Quota raggiunta dalla superficie libera ($T_R = 100$ anni). Dettaglio della zona di interesse.	89
A-53 Configurazione A. Quota raggiunta dalla superficie libera ($T_R = 100$ anni). Dettaglio della zona di interesse.	90
A-54 Configurazione C. Quota raggiunta dalla superficie libera ($T_R = 100$ anni). Dettaglio della zona di interesse.	91
A-55 Configurazione PRP2008. Quota raggiunta dalla superficie libera ($T_R = 200$ anni).	92
A-56 Configurazione A. Quota raggiunta dalla superficie libera ($T_R = 200$ anni).	93
A-57 Configurazione C. Quota raggiunta dalla superficie libera ($T_R = 200$ anni).	94
A-58 Configurazione PRP2008. Quota raggiunta dalla superficie libera ($T_R = 200$ anni). Dettaglio della zona di interesse.	95
A-59 Configurazione A. Quota raggiunta dalla superficie libera ($T_R = 200$ anni). Dettaglio della zona di interesse.	96
A-60 Configurazione C. Quota raggiunta dalla superficie libera ($T_R = 200$ anni). Dettaglio della zona di interesse.	97
A-61 Configurazione PRP2008. Quota raggiunta dalla superficie libera ($T_R = 500$ anni).	98
A-62 Configurazione A. Quota raggiunta dalla superficie libera ($T_R = 500$ anni).	99
A-63 Configurazione C. Quota raggiunta dalla superficie libera ($T_R = 500$ anni).	100

A-64 Configurazione PRP2008. Quota raggiunta dalla superficie libera ($T_R = 500$ anni). Dettaglio della zona di interesse.	101
A-65 Configurazione A. Quota raggiunta dalla superficie libera ($T_R = 500$ anni). Dettaglio della zona di interesse.	102
A-66 Configurazione C. Quota raggiunta dalla superficie libera ($T_R = 500$ anni). Dettaglio della zona di interesse.	103
A-67 Configurazione PRP2008. Distribuzione spaziale del tirante idrico ($T_R = 20$ anni).	104
A-68 Configurazione A. Distribuzione spaziale del tirante idrico ($T_R = 20$ anni).	105
A-69 Configurazione C. Distribuzione spaziale del tirante idrico ($T_R = 20$ anni).	106
A-70 Configurazione PRP2008. Distribuzione spaziale del tirante idrico ($T_R = 20$ anni). Dettaglio della zona di interesse.	107
A-71 Configurazione A. Distribuzione spaziale del tirante idrico ($T_R = 20$ anni). Dettaglio della zona di interesse.	108
A-72 Configurazione C. Distribuzione spaziale del tirante idrico ($T_R = 20$ anni). Dettaglio della zona di interesse.	109
A-73 Configurazione PRP2008. Distribuzione spaziale del tirante idrico ($T_R = 50$ anni).	110
A-74 Configurazione A. Distribuzione spaziale del tirante idrico ($T_R = 50$ anni).	111
A-75 Configurazione C. Distribuzione spaziale del tirante idrico ($T_R = 50$ anni).	112
A-76 Configurazione PRP2008. Distribuzione spaziale del tirante idrico ($T_R = 50$ anni). Dettaglio della zona di interesse.	113
A-77 Configurazione A. Distribuzione spaziale del tirante idrico ($T_R = 50$ anni). Dettaglio della zona di interesse.	114
A-78 Configurazione C. Distribuzione spaziale del tirante idrico ($T_R = 50$ anni). Dettaglio della zona di interesse.	115
A-79 Configurazione PRP2008. Distribuzione spaziale del tirante idrico ($T_R = 100$ anni).	116
A-80 Configurazione A. Distribuzione spaziale del tirante idrico ($T_R = 100$ anni).	117
A-81 Configurazione C. Distribuzione spaziale del tirante idrico ($T_R = 100$ anni).	118
A-82 Configurazione PRP2008. Distribuzione spaziale del tirante idrico ($T_R = 100$ anni). Dettaglio della zona di interesse.	119
A-83 Configurazione A. Distribuzione spaziale del tirante idrico ($T_R = 100$ anni). Dettaglio della zona di interesse.	120
A-84 Configurazione C. Distribuzione spaziale del tirante idrico ($T_R = 100$ anni). Dettaglio della zona di interesse.	121
A-85 Configurazione PRP2008. Distribuzione spaziale del tirante idrico ($T_R = 200$ anni).	122
A-86 Configurazione A. Distribuzione spaziale del tirante idrico ($T_R = 200$ anni).	123
A-87 Configurazione C. Distribuzione spaziale del tirante idrico ($T_R = 200$ anni).	124

A-88 Configurazione PRP2008. Distribuzione spaziale del tirante idrico ($T_R = 200$ anni). Dettaglio della zona di interesse.	125
A-89 Configurazione A. Distribuzione spaziale del tirante idrico ($T_R = 200$ anni). Dettaglio della zona di interesse.	126
A-90 Configurazione C. Distribuzione spaziale del tirante idrico ($T_R = 200$ anni). Dettaglio della zona di interesse.	127
A-91 Configurazione PRP2008. Distribuzione spaziale del tirante idrico ($T_R = 500$ anni).	128
A-92 Configurazione A. Distribuzione spaziale del tirante idrico ($T_R = 500$ anni).	129
A-93 Configurazione C. Distribuzione spaziale del tirante idrico ($T_R = 500$ anni).	130
A-94 Configurazione PRP2008. Distribuzione spaziale del tirante idrico ($T_R = 500$ anni). Dettaglio della zona di interesse.	131
A-95 Configurazione A. Distribuzione spaziale del tirante idrico ($T_R = 500$ anni). Dettaglio della zona di interesse.	132
A-96 Configurazione C. Distribuzione spaziale del tirante idrico ($T_R = 500$ anni). Dettaglio della zona di interesse.	133
A-97 Configurazione PRP2008. Distribuzione spaziale del numero di Froude ($T_R = 20$ anni).	135
A-98 Configurazione A. Distribuzione spaziale del numero di Froude ($T_R = 20$ anni).	136
A-99 Configurazione C. Distribuzione spaziale del numero di Froude ($T_R = 20$ anni).	137
A-100 Configurazione PRP2008. Distribuzione spaziale del numero di Froude ($T_R = 20$ anni). Dettaglio della zona di interesse.	138
A-101 Configurazione A. Distribuzione spaziale del numero di Froude ($T_R = 20$ anni). Detta- glio della zona di interesse.	139
A-102 Configurazione C. Distribuzione spaziale del numero di Froude ($T_R = 20$ anni). Detta- glio della zona di interesse.	140
A-103 Configurazione PRP2008. Distribuzione spaziale del numero di Froude ($T_R = 50$ anni).	141
A-104 Configurazione A. Distribuzione spaziale del numero di Froude ($T_R = 50$ anni).	142
A-105 Configurazione C. Distribuzione spaziale del numero di Froude ($T_R = 50$ anni).	143
A-106 Configurazione PRP2008. Distribuzione spaziale del numero di Froude ($T_R = 50$ anni). Dettaglio della zona di interesse.	144
A-107 Configurazione A. Distribuzione spaziale del numero di Froude ($T_R = 50$ anni). Detta- glio della zona di interesse.	145
A-108 Configurazione C. Distribuzione spaziale del numero di Froude ($T_R = 50$ anni). Detta- glio della zona di interesse.	146
A-109 Configurazione PRP2008. Distribuzione spaziale del numero di Froude ($T_R = 100$ anni).	147
A-110 Configurazione A. Distribuzione spaziale del numero di Froude ($T_R = 100$ anni).	148
A-111 Configurazione C. Distribuzione spaziale del numero di Froude ($T_R = 100$ anni).	149

A-11	Configurazione PRP2008. Distribuzione spaziale del numero di Froude ($T_R = 100$ anni). Dettaglio della zona di interesse.	150
A-11	Configurazione A. Distribuzione spaziale del numero di Froude ($T_R = 100$ anni). Detta- glio della zona di interesse.	151
A-11	Configurazione C. Distribuzione spaziale del numero di Froude ($T_R = 100$ anni). Det- taglio della zona di interesse.	152
A-11	Configurazione PRP2008. Distribuzione spaziale del numero di Froude ($T_R = 200$ anni).	153
A-11	Configurazione A. Distribuzione spaziale del numero di Froude ($T_R = 200$ anni).	154
A-11	Configurazione C. Distribuzione spaziale del numero di Froude ($T_R = 200$ anni).	155
A-11	Configurazione PRP2008. Distribuzione spaziale del numero di Froude ($T_R = 200$ anni). Dettaglio della zona di interesse.	156
A-11	Configurazione A. Distribuzione spaziale del numero di Froude ($T_R = 200$ anni). Detta- glio della zona di interesse.	157
A-12	Configurazione C. Distribuzione spaziale del numero di Froude ($T_R = 200$ anni). Det- taglio della zona di interesse.	158
A-12	Configurazione PRP2008. Distribuzione spaziale del numero di Froude ($T_R = 500$ anni).	159
A-12	Configurazione A. Distribuzione spaziale del numero di Froude ($T_R = 500$ anni).	160
A-12	Configurazione C. Distribuzione spaziale del numero di Froude ($T_R = 500$ anni).	161
A-12	Configurazione PRP2008. Distribuzione spaziale del numero di Froude ($T_R = 500$ anni). Dettaglio della zona di interesse.	162
A-12	Configurazione A. Distribuzione spaziale del numero di Froude ($T_R = 500$ anni). Detta- glio della zona di interesse.	163
A-12	Configurazione C. Distribuzione spaziale del numero di Froude ($T_R = 500$ anni). Det- taglio della zona di interesse.	164
A-12	Intensità di velocità estratta nei punti in corrispondenza della sponda sinistra della zo- na di interesse (punti "PS" in Figura 2-2) al variare della portata defluente (e quindi del tempo di ritorno).	166
A-12	Intensità di velocità estratta nei punti in corrispondenza della sponda destra della zona di interesse (punti "PD" in Figura 2-2) al variare della portata defluente (e quindi del tempo di ritorno).	167
A-12	Intensità di velocità estratta nei punti in corrispondenza della sezione centrale della zona di interesse (punti "PC" in Figura 2-2) al variare della portata defluente (e quindi del tempo di ritorno).	168
A-13	Intensità di velocità estratta nei punti in corrispondenza della sezione centrale a monte della zona di interesse (punti "PM" in Figura 2-3) al variare della portata defluente (e quindi del tempo di ritorno).	169

A-13 Quota della superficie libera estratta nei punti in corrispondenza della sponda sinistra della zona di interesse (punti "PS" in Figura 2-2) al variare della portata defluente (e quindi del tempo di ritorno). 170

A-13 Quota della superficie libera estratta nei punti in corrispondenza della sponda destra della zona di interesse (punti "PD" in Figura 2-2) al variare della portata defluente (e quindi del tempo di ritorno). 171

A-13 Quota della superficie libera estratta nei punti in corrispondenza della sezione centrale della zona di interesse (punti "PC" in Figura 2-2) al variare della portata defluente (e quindi del tempo di ritorno). 172

A-13 Quota della superficie libera estratta nei punti in corrispondenza della sezione centrale a monte della zona di interesse (punti "PM" in Figura 2-3) al variare della portata defluente (e quindi del tempo di ritorno). 173

A-13 Numero di Froude valutato sulla base dei risultati numerici estratti nei punti in corrispondenza della sponda sinistra della zona di interesse (punti "PS" in Figura 2-2) al variare della portata defluente (e quindi del tempo di ritorno). 174

A-13 Numero di Froude valutato sulla base dei risultati numerici estratti nei punti in corrispondenza della sponda destra della zona di interesse (punti "PD" in Figura 2-2) al variare della portata defluente (e quindi del tempo di ritorno). 175

A-13 Numero di Froude valutato sulla base dei risultati numerici estratti nei punti in corrispondenza della sezione centrale della zona di interesse (punti "PC" in Figura 2-2) al variare della portata defluente (e quindi del tempo di ritorno). 176

A-13 Numero di Froude valutato sulla base dei risultati numerici estratti nei punti in corrispondenza della sezione centrale a monte della zona di interesse (punti "PM" in Figura 2-3) al variare della portata defluente (e quindi del tempo di ritorno). 177

A-13 Intensità di velocità estratta in corrispondenza della sezione M1 poste a monte della zona di interesse (si veda Figura 2-1) al variare della portata defluente (e quindi del tempo di ritorno). 178

A-14 Intensità di velocità estratta in corrispondenza della sezione M2 poste a monte della zona di interesse (si veda Figura 2-1) al variare della portata defluente (e quindi del tempo di ritorno). 179

A-14 Intensità di velocità estratta in corrispondenza della sezione M3 poste a monte della zona di interesse (si veda Figura 2-1) al variare della portata defluente (e quindi del tempo di ritorno). 180

A-14 Intensità di velocità estratta in corrispondenza della sezione I1 poste presso la zona di interesse (si veda Figura 2-1) al variare della portata defluente (e quindi del tempo di ritorno). 181

A-143	Intensità di velocità estratta in corrispondenza della sezione I2 poste presso la zona di interesse (si veda Figura 2-1) al variare della portata defluente (e quindi del tempo di ritorno).	182
A-144	Intensità di velocità estratta in corrispondenza della sezione I3 poste presso la zona di interesse (si veda Figura 2-1) al variare della portata defluente (e quindi del tempo di ritorno).	183
A-145	Intensità di velocità estratta in corrispondenza della sezione I4 poste presso la zona di interesse (si veda Figura 2-1) al variare della portata defluente (e quindi del tempo di ritorno).	184
A-146	Intensità di velocità estratta in corrispondenza della sezione T1 che corre lungo il talweg del Fiume (si veda Figura 2-1) al variare della portata defluente (e quindi del tempo di ritorno). L'area ombreggiata indica la zona di interesse.	185
A-147	Quota della superficie libera estratta in corrispondenza della sezione M1 poste a monte della zona di interesse (si veda Figura 2-1) al variare della portata defluente (e quindi del tempo di ritorno).	186
A-148	Quota della superficie libera estratta in corrispondenza della sezione M2 poste a monte della zona di interesse (si veda Figura 2-1) al variare della portata defluente (e quindi del tempo di ritorno).	187
A-149	Quota della superficie libera estratta in corrispondenza della sezione M3 poste a monte della zona di interesse (si veda Figura 2-1) al variare della portata defluente (e quindi del tempo di ritorno).	188
A-150	Quota della superficie libera estratta in corrispondenza della sezione I1 poste presso la zona di interesse (si veda Figura 2-1) al variare della portata defluente (e quindi del tempo di ritorno).	189
A-151	Quota della superficie libera estratta in corrispondenza della sezione I2 poste presso la zona di interesse (si veda Figura 2-1) al variare della portata defluente (e quindi del tempo di ritorno).	190
A-152	Quota della superficie libera estratta in corrispondenza della sezione I3 poste presso la zona di interesse (si veda Figura 2-1) al variare della portata defluente (e quindi del tempo di ritorno).	191
A-153	Quota della superficie libera estratta in corrispondenza della sezione I4 poste presso la zona di interesse (si veda Figura 2-1) al variare della portata defluente (e quindi del tempo di ritorno).	192
A-154	Quota della superficie libera estratta in corrispondenza della sezione T1 che corre lungo il talweg del Fiume (si veda Figura 2-1) al variare della portata defluente (e quindi del tempo di ritorno). L'area ombreggiata indica la zona di interesse.	193

A-15	Numero di Froude valutato sulla base dei risultati numerici estratti in corrispondenza della sezione M1 poste a monte della zona di interesse (si veda Figura 2-1) al variare della portata defluente (e quindi del tempo di ritorno).	194
A-15	Numero di Froude valutato sulla base dei risultati numerici estratti in corrispondenza della sezione M2 poste a monte della zona di interesse (si veda Figura 2-1) al variare della portata defluente (e quindi del tempo di ritorno).	195
A-15	Numero di Froude valutato sulla base dei risultati numerici estratti in corrispondenza della sezione M3 poste a monte della zona di interesse (si veda Figura 2-1) al variare della portata defluente (e quindi del tempo di ritorno).	196
A-15	Numero di Froude valutato sulla base dei risultati numerici estratti in corrispondenza della sezione I1 poste presso la zona di interesse (si veda Figura 2-1) al variare della portata defluente (e quindi del tempo di ritorno).	197
A-15	Numero di Froude valutato sulla base dei risultati numerici estratti in corrispondenza della sezione I2 poste presso la zona di interesse (si veda Figura 2-1) al variare della portata defluente (e quindi del tempo di ritorno).	198
A-16	Numero di Froude valutato sulla base dei risultati numerici estratti in corrispondenza della sezione I3 poste presso la zona di interesse (si veda Figura 2-1) al variare della portata defluente (e quindi del tempo di ritorno).	199
A-16	Numero di Froude valutato sulla base dei risultati numerici estratti in corrispondenza della sezione I4 poste presso la zona di interesse (si veda Figura 2-1) al variare della portata defluente (e quindi del tempo di ritorno).	200
A-16	Numero di Froude valutato sulla base dei risultati numerici estratti in corrispondenza della sezione T1 che corre lungo il talweg del Fiume (si veda Figura 2-1) al variare della portata defluente (e quindi del tempo di ritorno). L'area ombreggiata indica la zona di interesse.	201

Elenco delle tabelle

3-1	Valori numerici delle portate (Q), del livello di marea astronomica (η_a), del livello della marea meteorologica (η_m) e del livello totale (η_{tot}) al variare del tempo di ritorno (T_r). I valori di portata tra parentesi sono quelli effettivamente utilizzati per le simulazioni, risultato dell'approssimazione del risultato statistico.	21
4-2	Risultati numerici estratti nei punti in corrispondenza della sponda sinistra della zona di interesse (punti "PS" in Figura 2-2).	28
4-3	Risultati numerici estratti nei punti in corrispondenza della sponda destra della zona di interesse (punti "PD" in Figura 2-2).	29
4-4	Risultati numerici estratti nei punti in corrispondenza della sezione centrale del Fiume nella zona di interesse (punti "PC" in Figura 2-2).	30
4-5	Risultati numerici estratti nei punti a monte della zona di interesse (punti "PM" in Figura 2-2).	31

1 Premesse

L'oggetto dello studio è costituito dall'analisi idrodinamica e morfodinamica di una configurazione fluviale schematizzata in Figura 1-1. Nello schema si riconosce una zona di monte (ZM) caratterizzata da una larghezza variabile (B_{ZM}) che termina in corrispondenza di una zona di interesse (ZI) in cui l'asta fluviale subisce una curva planimetrica e un restringimento che vede una variazione della larghezza dell'alveo (B_{ZI}). Procedendo verso valle, si riconosce una zona di valle (ZV) caratterizzata da una larghezza (B_{ZV}) e da un andamento planimetrico non rettilineo. A valle dell'intero dominio di interesse si colloca il corpo idrico a capacità infinita (ZF) in cui l'asta fluviale sfocia in mare. L'intero tratto in esame è delimitato dal contorno di monte (CM), dal contorno idrico alla foce (CV) e dai contorni in sponda destra (CD) e in sponda sinistra (CS). In corrispondenza del contorno di monte è definita la portata in ingresso nel dominio di interesse. In corrispondenza del contorno di valle è definito un livello costante (z_v) volto a rappresentare il livello idrico marino. Si evidenzia che lo studio non è finalizzato alla riproduzione dettagliata dei fenomeni di esondazione. Tuttavia, il dominio di calcolo comprende una superficie "fuori alveo" delimitata da contorni che permettono l'uscita della portata esondata dal dominio di interesse.

L'obiettivo dello studio è quello di valutare gli effetti, sia sull'idrodinamica, sia sulla morfodinamica, dei parametri che definiscono la configurazione della zona di interesse (es. la larghezza dell'alveo, la profondità, l'andamento planimetrico, etc...).

Più nel dettaglio, lo studio mira a quantificare, con un approccio comparativo tra diverse configurazioni:

- l'entità delle *variazioni di profondità idrica e di velocità del deflusso* in corrispondenza della sezione di interesse e nel tratto immediatamente a monte;
- l'entità delle *modifiche batimetriche* in corrispondenza della zona di interesse.

Da un punto di vista qualitativo, le caratteristiche della geometria analizzata rappresenta la configurazione di progetto della "Deviazione del Porto Canale di Pescara" previsto dal "Masterplan Abruzzo" (intervento PSRA/07). Durante la prima fase progettuale dell'intervento, è emersa la problemati-

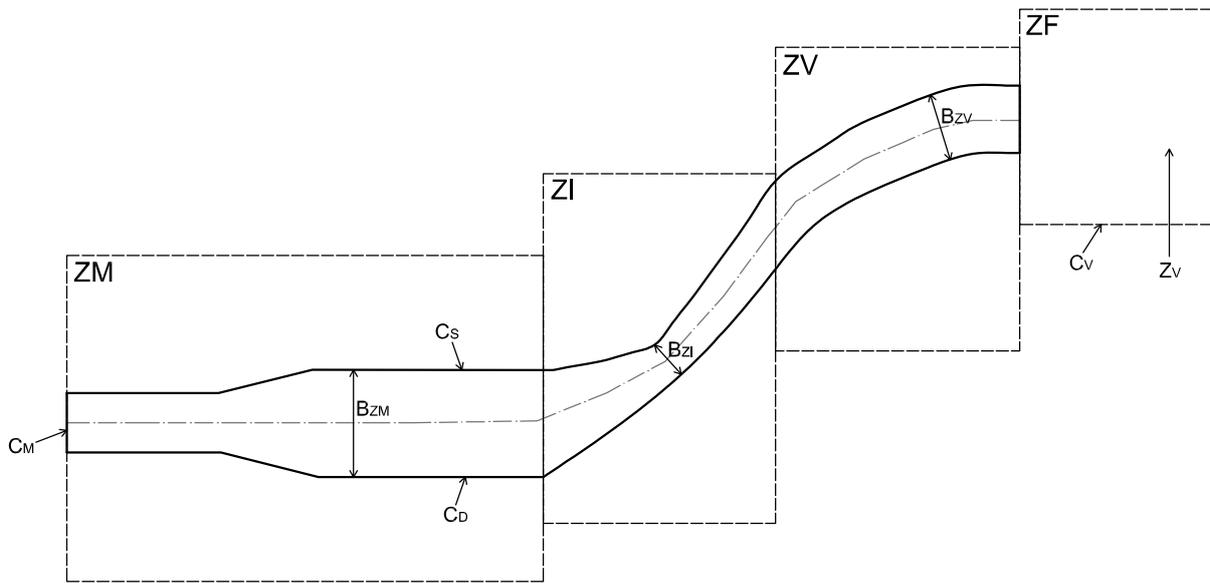


Figura 1-1: Schema del problema.

ca relativa all'interferenza della configurazione planimetrica di progetto del fiume con il ponte ciclopedonale denominato "Ponte del Mare" realizzato, in concomitanza con la presentazione del Piano Regolatore Portuale (PRP2008) del Porto di Pescara, in corrispondenza della zona di interesse (ZI) di Figura 1-1. I risultati dello Studio, pertanto, possono essere utili da un punto di vista quantitativo per la definizione di dettaglio della configurazione della deviazione del Fiume.

Questa relazione ha l'obiettivo di illustrare i risultati dell'indagine idrodinamica con approccio numerico bidimensionale. In particolare:

- il **Capitolo 2** descrive l'approccio metodologico dello studio, fornendo alcuni dettagli sugli strumenti numerici utilizzati e illustrando le tecniche di analisi e di sintesi dei risultati;
- il **Capitolo 3** descrive gli scenari di simulazione, illustrando nel dettaglio i domini di calcolo considerati e le condizioni al contorno;
- il **Capitolo 4** illustra i risultati ottenuti, sia per le singole configurazioni considerate, sia nell'ambito dell'analisi comparativa;
- l'**Appendice A** riporta il dettaglio grafico dei risultati numerici.

2 Finalità dello studio e metodologia

2.1 Approccio dello studio

Il problema in esame è particolarmente complesso, poichè non può essere analizzato con l'utilizzo di tecniche standard. Infatti si sottolinea come, in questo caso, sia importante rappresentare la variazione delle caratteristiche idrodinamiche (es. l'intensità di velocità) lungo la direzione trasversale e, in misura minore, lungo la direzione verticale al fine di riprodurre l'influenza dei parametri che caratterizzano la curva planimetrica. Pertanto, non è possibile accettare l'ipotesi di monodimensionalità del moto ed è necessario ricorrere a modellazioni in grado di rappresentarne la bidimensionalità (nel piano orizzontale).

Ciò premesso, e alla luce degli obiettivi dello studio secondo quanto descritto nelle Premesse (precedente Capitolo 1), la riproduzione dell'idrodinamica secondo un approccio bidimensionale è utile alla quantificazione degli effetti idrodinamici della variazione dei parametri geometrici della foce fluviale. In particolare, con riferimento allo schema di Figura 1-1 del precedente Capitolo 1, lo studio è finalizzato a quantificare l'influenza dei seguenti parametri:

- larghezza dell'alveo (B_{ZI}) in corrispondenza della curva planimetrica che caratterizza la zona di interesse (ZI);
- quota del fondo dell'alveo (z_{ZI}) in corrispondenza della curva planimetrica che caratterizza la zona di interesse (ZI);
- configurazione della curva planimetrica che caratterizza la zona di interesse (ZI).

La valutazione dell'influenza della configurazione della zona di interesse può essere effettuata ricorrendo ad un approccio comparativo che, identificata una configurazione di riferimento, quantifica le differenze (in termini idrodinamici e al variare della portata defluente) indotti dalla variazione dei parametri che caratterizzano le configurazioni considerate.

La geometria del Fiume prevista nel 2008 dal Piano Regolatore Portuale del Porto di Pescara (nel seguito indicata come "Configurazione PRP2008") è stata considerata quale configurazione di rife-

rimento. Vengono inoltre considerate due configurazioni alternative (denominate "Configurazione A" e "Configurazione C", in accordo con la nomenclatura utilizzata nell'ambito del Progetto di Fattibilità Tecnica ed Economica della "Deviazione del Porto Canale di Pescara" previsto dal "Masterplan Abruzzo", intervento PSRA/07), che si differenziano dalla prima per la geometria planimetrica della curva e per le relative larghezza e profondità in corrispondenza della zona di interesse.

Seppur superfluo, si sottolinea che questo studio non ha l'obiettivo di valutare l'efficacia della configurazione prevista dal PRP2008 (peraltro già ampiamente indagata con numerosi studi a supporto della soluzione adottata e approvata), nè tantomeno quella di rappresentare uno studio idraulico finalizzato alla valutazione della pericolosità idraulica della città di Pescara. Invece, come anticipato, lo scopo è quello di effettuare un'analisi comparativa in grado di valutare quantitativamente l'influenza della geometria della zona di interesse sulle caratteristiche idrodinamiche.

I dettagli delle configurazioni considerate sono riportate nel Capitolo 3. Nel seguito di questo capitolo si riportano, invece, alcuni dettagli degli strumenti numerici utilizzati e delle tecniche di analisi (e sintesi) dei risultati.

2.2 Metodologia

2.2.1 Strumenti numerici

Aspetti generali

Per il raggiungimento degli obiettivi dello studio e nel rispetto dell'approccio metodologico discusso al paragrafo precedente, è stato selezionato il modello numerico BASEplain, appartenente all'insieme di modelli denominato BASEMENT (*Basic Simulation Environment for Computation of Environmental Flow and Natural Hazard Simulation*) sviluppato dal Laboratorio di Idraulica, Idrologia e Glaciologia (Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie – VAW) del Politecnico Federale Svizzero (Eidgenössische Technische Hochschule – ETH) di Zurigo.

In estrema sintesi, BASEMENT è un insieme di modelli (BASEchain, BASEplain, BASEsub) votato alla riproduzione numerica del deflusso delle acque in regime stazionario (portata costante) o transitorio (idrogrammi di piena) e alla conseguente modifica morfodinamica dovuta al trasporto solido di fondo e in sospensione, sia con approccio monodimensionale, sia con approccio bidimensionale.

In ambito idrodinamico, il modulo numerico bidimensionale (BASEplain) risolve le equazioni non lineari delle acque basse. Pertanto, è trascurata la deviazione della distribuzione della pressione da quella idrostatica e le componenti verticali delle velocità sono trascurate. Gli effetti della turbolenza possono essere riprodotti soltanto tramite la definizione di una viscosità cosiddetta "di vortice" che ha l'obiettivo di introdurre un'ulteriore resistenza al moto indotta dalle fluttuazioni (turbolente).

Le equazioni che governano il problema

Le equazioni risolte dal modello sono valide nel caso in cui le accelerazioni verticali siano ragionevolmente trascurabili (da cui dipende che la pressione è distribuita idrostaticamente e che il

profilo verticale delle velocità orizzontale è ragionevolmente costante) e che la pendenza sia ragionevolmente piccola. A questo si aggiunge l'ipotesi che leggi di resistenza al moto valide per moto stazionario siano valide anche per moto transitorio.

Più nel dettaglio, il sistema di equazioni differenziali alle derivate parziali che governano il fenomeno sono le seguenti:

$$\frac{\partial h}{\partial t} + \frac{\partial(Uh)}{\partial x} + \frac{\partial(Vh)}{\partial y} = 0 \quad (1)$$

$$\frac{\partial U}{\partial t} + U \frac{\partial U}{\partial x} + V \frac{\partial U}{\partial y} + g \frac{\partial h}{\partial x} = -g \frac{\partial z_b}{\partial x} + \frac{1}{\rho h} \left\{ -\tau_{bx} + \frac{\partial[h(\tau_{xx} + D_{xx})]}{\partial x} + \frac{\partial[h(\tau_{xy} + D_{xy})]}{\partial y} \right\} \quad (2)$$

$$\frac{\partial V}{\partial t} + U \frac{\partial V}{\partial x} + V \frac{\partial V}{\partial y} + g \frac{\partial h}{\partial y} = -g \frac{\partial z_b}{\partial y} + \frac{1}{\rho h} \left\{ -\tau_{by} + \frac{\partial[h(\tau_{yx} + D_{yx})]}{\partial x} + \frac{\partial[h(\tau_{yy} + D_{yy})]}{\partial y} \right\} \quad (3)$$

L'equazione (1) costituisce l'equazione di conservazione della massa. Le equazioni (2)–(3) esprimono la conservazione della quantità di moto nel piano orizzontale. L'equazione della conservazione di quantità di moto lungo la direzione verticale è costituita dall'ipotesi di pressione distribuita idrostaticamente utilizzata per scrivere le (2)–(3).

Nel sistema di equazioni differenziali alle derivate parziali (1)–(3) i simboli rappresentano le seguenti grandezze:

- x, y : le coordinate spaziali (m);
- t : il tempo (s);
- U, V : le componenti del vettore locale di velocità mediata sulla profondità (m/s);
- g : l'accelerazione di gravità (m/s^2);
- h : la profondità idrica (m);
- z_b : l'elevazione del fondo (m);
- ρ : la densità dell'acqua (kg/m^3);
- τ_{bx}, τ_{by} : le componenti del vettore locale di tensione tangenziale al fondo (N/m^2);
- $\tau_{xx}, \tau_{yy}, \tau_{xy}(= \tau_{yx})$: le componenti del tensore degli sforzi viscosi e turbolenti mediati sulla profondità (N/m^2);
- $D_{xx}, D_{yy}, D_{xy}(= D_{yx})$: le componenti del tensore di trasferimento laterale di quantità di moto (N/m^2).

La soluzione è costituita dalla distribuzione spazio-temporale del vettore locale di velocità mediata sulla profondità (U , V) e della relativa profondità idrica (h).

Ipotesi di chiusura e condizioni al contorno

Al fine di poter risolvere (numericamente) il sistema (1)–(3), sono necessarie alcune ipotesi di chiusura volte alla quantificazione della tensione tangenziale al fondo, del tensore degli sforzi e di trasferimento di quantità di moto. La tensione tangenziale al fondo può essere espressa introducendo il coefficiente di resistenza c_f :

$$\vec{\tau}_b = \rho \frac{|\vec{v}|}{c_f^2} \vec{v} \quad (4)$$

nella quale \vec{v} è il vettore locale di velocità mediata sulla profondità di componenti $\{U, V\}$, e $\vec{\tau}_b$ è il vettore di tensione tangenziale al fondo di componenti $\{\tau_{bx}, \tau_{by}\}$. Il coefficiente di resistenza c_f può essere espresso con una delle tante formulazioni di letteratura. A titolo di esempio, esso può essere espresso in funzione del coefficiente di Gauckler-Strickler (o, analogamente, di Manning).

Gli sforzi viscosi e turbolenti vengono espressi tramite i coefficienti di viscosità molecolare (ν_m) e di vortice (ν_t) che permettono di esplicitare le componenti del tensore degli sforzi:

$$\tau_{xx} = 2\rho\nu \frac{\partial U}{\partial x} \quad \tau_{yy} = 2\rho\nu \frac{\partial V}{\partial y} \quad \tau_{xy} = \tau_{yx} = \rho\nu \left(\frac{\partial V}{\partial x} + \frac{\partial U}{\partial y} \right) \quad (5)$$

nella quale $\nu = \nu_m + \nu_t$.

Le condizioni al contorno (laterale) necessarie alla risoluzione del sistema di equazioni differenziali che governano il problema sono sostanzialmente finalizzate a riprodurre l'impermeabilità dei contorni oppure l'ingresso/uscita della portata nel/dal dominio di calcolo. La descrizione rigorosa delle condizioni al contorno va oltre la finalità di questo documento, rimandando a *Vetsch et al. (2018)* per i dettagli teorici.

La risoluzione numerica

Il sistema di equazioni che governano il problema è risolto utilizzando una griglia non strutturata. Essa, in linea generale, è costituita da elementi piani non sovrapposti, di forma tipicamente triangolare, che permette di rappresentare l'intero dominio di interesse anche nel caso geometrie complesse. Ogni elemento è definito dalle coordinate dei nodi (tre nel caso di elementi triangolari) in corrispondenza dei quali è nota l'elevazione del terreno. In corrispondenza di un punto interno al singolo elemento (tipicamente il centro) è calcolata la soluzione; in corrispondenza dello spigolo in comune tra due elementi adiacenti sono definiti i flussi.

Da un punto di vista numerico, le equazioni (di conservazione della massa e della quantità di moto) sono risolte tramite il metodo dei volumi finiti: le equazioni sono integrate su ogni elemento che costituisce la griglia, la soluzione è assunta di forma nota (per ogni elemento) e i valori nodali sono determinati imponendo che essi soddisfino l'equazione che governa il problema minimizzando l'errore (pesato) dovuto all'assunzione della forma della soluzione. Nel caso del metodo dei volumi finiti,

L'errore viene pesato con una funzione unitaria (differentemente dal metodo degli "elementi finiti"). L'integrazione temporale è ottenuta con il metodo esplicito di Eulero, che permette di calcolare il valore futuro della soluzione sulla base della sola soluzione al tempo presente.

2.2.2 Analisi dei risultati

I risultati dell'applicazione del modello numerico descritto al paragrafo precedente consistono nella distribuzione spaziale del vettore locale di velocità (integrata sulla profondità) e della relativa profondità in corrispondenza di ogni elemento (triangolare) che costituisce la griglia di calcolo nell'ambito dell'approccio numerico ai volumi finiti.

Alla luce degli obiettivi dello Studio (descritti al precedente Capitolo 2), i risultati di ogni scenario di simulazione sono finalizzati a rappresentare le caratteristiche salienti del campo idrodinamico in corrispondenza della zona di interesse e in relazione alla portata defluente e alle condizioni al contorno (di valle), associate a diversi tempi di ritorno (compresi tra 20 e 500 anni).

Pertanto, per ognuna delle configurazioni e dei tempi di ritorno considerati, i risultati numerici sono sintetizzati graficamente al fine di cogliere le caratteristiche salienti del fenomeno, rimandando all'analisi comparativa la valutazione quantitativa. In particolare, vengono mostrati:

- la distribuzione spaziale dell'intensità delle velocità;
- il campo vettoriale delle velocità;
- la distribuzione spaziale delle profondità idriche;
- la distribuzione spaziale delle quote raggiunte dalla superficie libera;
- la distribuzione spaziale del numero di Froude locale.

I risultati sono discussi nel Capitolo 4 e sono riportati nelle appendici A.1, A.2, A.3 e A.4 .

2.2.3 Analisi comparativa

Con l'obiettivo di raggiungere lo scopo dello studio, cioè di valutare gli effetti idrodinamici della configurazione della zona di interesse, i risultati numerici sono oggetto di un'analisi comparativa. In questo ambito, le caratteristiche quantitative dei campi idrodinamici ottenuti per le configurazioni "A" e "C" sono confrontati con quelli ottenuti per la configurazione "PRP2008" di riferimento.

In particolare, con riferimento agli schemi di Figura 2-1, 2-2 e 2-3, sono confrontati i valori di:

- intensità di velocità;
- quota della superficie libera;
- numero di Froude;

in corrispondenza di:

- sezioni trasversali al deflusso a monte della zona di interesse (indicati con la sigla "M" nello schema di Figura 2-1);
- sezioni trasversali al deflusso in corrispondenza della zona di interesse (indicati con la sigla "I" nello schema di Figura 2-1);
- sezione longitudinale al deflusso che corre lungo il talweg (indicata con la sigla "T1" nello schema di Figura 2-1);
- punti posti in corrispondenza della zona di interesse (indicati con la sigla "PS" – sponda sinistra – "PD" – sponda destra – e "PC" – al centro – nello schema di Figura 2-2);
- punti posti a monte della zona di interesse (indicati con la sigla "PM" nello schema di Figura 2-3).

In particolare, sono state selezionate tre sezioni poste a monte della zona di interesse ("M1", "M2" e "M3" in Figura 2-1) con l'obiettivo di quantificare l'influenza della configurazione della curva in corrispondenza della zona di monte. Le quattro sezioni "I1", "I2", "I3" e "I4" di Figura 2-1 mirano all'analisi comparativa in diretta corrispondenza della zona di interesse. La sezione che corre lungo il talweg ("T1" in Figura 2-1) ha l'obiettivo di osservare le caratteristiche salienti del deflusso (in analogia con un modello monodimensionale). Con la stessa strategia, i punti sono stati selezionati in corrispondenza della sponda destra e sponda sinistra (e nella sezione di mezzeria) nella zona di interesse con l'obiettivo di fornire informazioni di dettaglio.

I risultati dell'analisi comparativa sono discussi nel Capitolo 4 e sono riportati nell'appendice A.5.

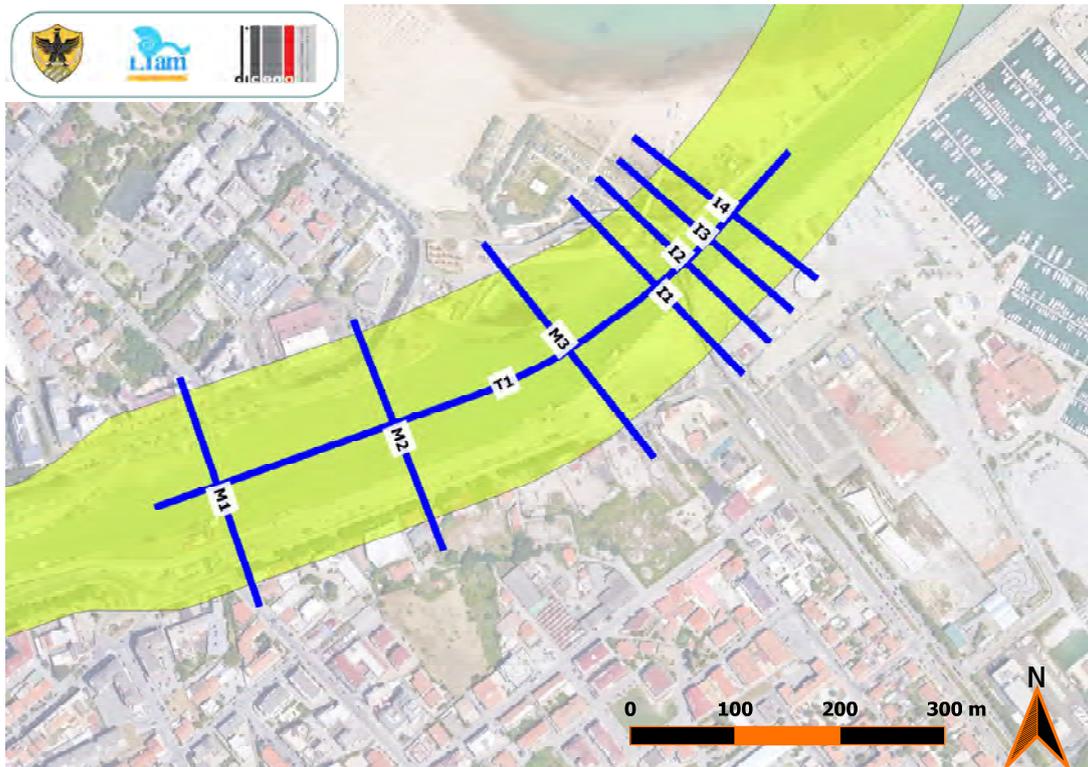


Figura 2-1: Localizzazione delle sezioni di estrazione dei risultati numerici per l'analisi comparativa. L'area ombreggiata si riferisce al dominio di calcolo (descritto nel capitolo 4).

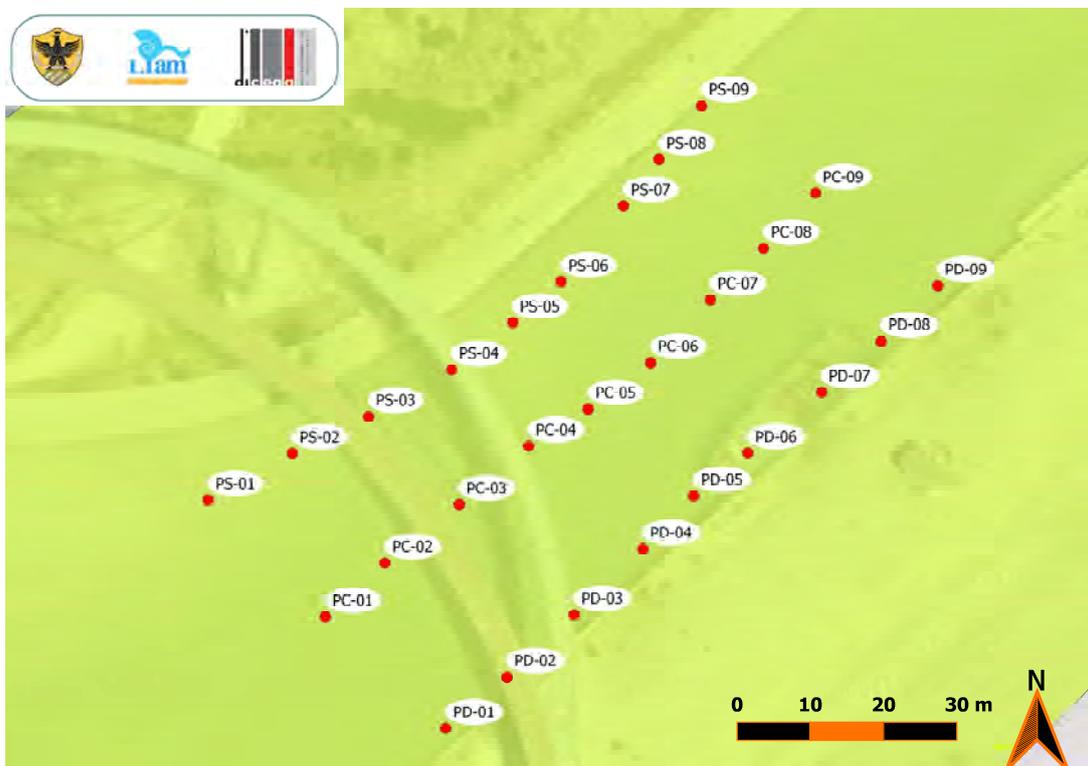


Figura 2-2: Localizzazione dei punti in cui sono estratti i risultati numerici per l'analisi comparativa. L'area ombreggiata si riferisce al dominio di calcolo (descritto nel capitolo 4).



Figura 2-3: Localizzazione delle sezioni di estrazione dei risultati numerici per l'analisi comparativa. L'area ombreggiata si riferisce al dominio di calcolo (descritto nel capitolo 4).

3 Definizione degli scenari

3.1 Implementazione dei domini di calcolo

3.1.1 Caratteristiche generali delle configurazioni

Come diffusamente anticipato, lo studio è finalizzato a quantificare l'influenza idrodinamica della configurazione geometrica della zona di interesse dello schema di Figura 1-1. E' stato altresì anticipato che tale geometria può essere considerata rappresentativa della configurazione di progetto della "Deviazione del Porto Canale di Pescara" previsto dal "Masterplan Abruzzo" (intervento PSRA/07), in particolare per quanto concerne la risoluzione dell'interferenza tra la previsione progettuale e il "Ponte del Mare". Pertanto, nel seguito, per semplificare la lettura del documento, si farà esplicito riferimento alla situazione pratica del progetto di Deviazione del Porto Canale di Pescara.

Nell'ambito dell'approccio comparativo dello studio, la configurazione prevista dal PRP2008 è stata considerata di riferimento. Rispetto all'attuale geometria della Foce del Pescara, essa prevede la deviazione del tratto terminale con conseguente separazione fra Foce fluviale e Porto Commerciale (in destra idraulica della configurazione di progetto). La sezione terminale dell'asta fluviale trova localizzazione in corrispondenza dell'attuale opera foranea, con una profondità che raggiunge i 10 m circa. La deviazione si raccorda con l'attuale percorso del fiume in corrispondenza della sezione di valle dell'attuale darsena del Porto Canale, a partire dalla quale l'alveo devia verso la sinistra idraulica con larghezza della sezione decrescente dai 95 m sino ai 60 m in corrispondenza del "Ponte del Mare". La sezione, procedendo verso la Foce, si allarga gradualmente sino a raggiungere un'estensione trasversale al deflusso pari a 65 m. Il fondo alveo degrada procedendo verso valle, partendo dalla quota -4 m lmm in corrispondenza della sezione di monte della deviazione e del Ponte del Mare, sino alla quota -6 m lmm in corrispondenza della sezione terminale, passando per la quota -5 m lmm in corrispondenza del tratto a valle del Ponte del Mare. La Figura 3-1 riporta uno schema della geometria (e dei simboli utilizzati nel seguito di questo studio) estratto dal Progetto di Fattibilità Tecnica ed Economica dell'intervento.

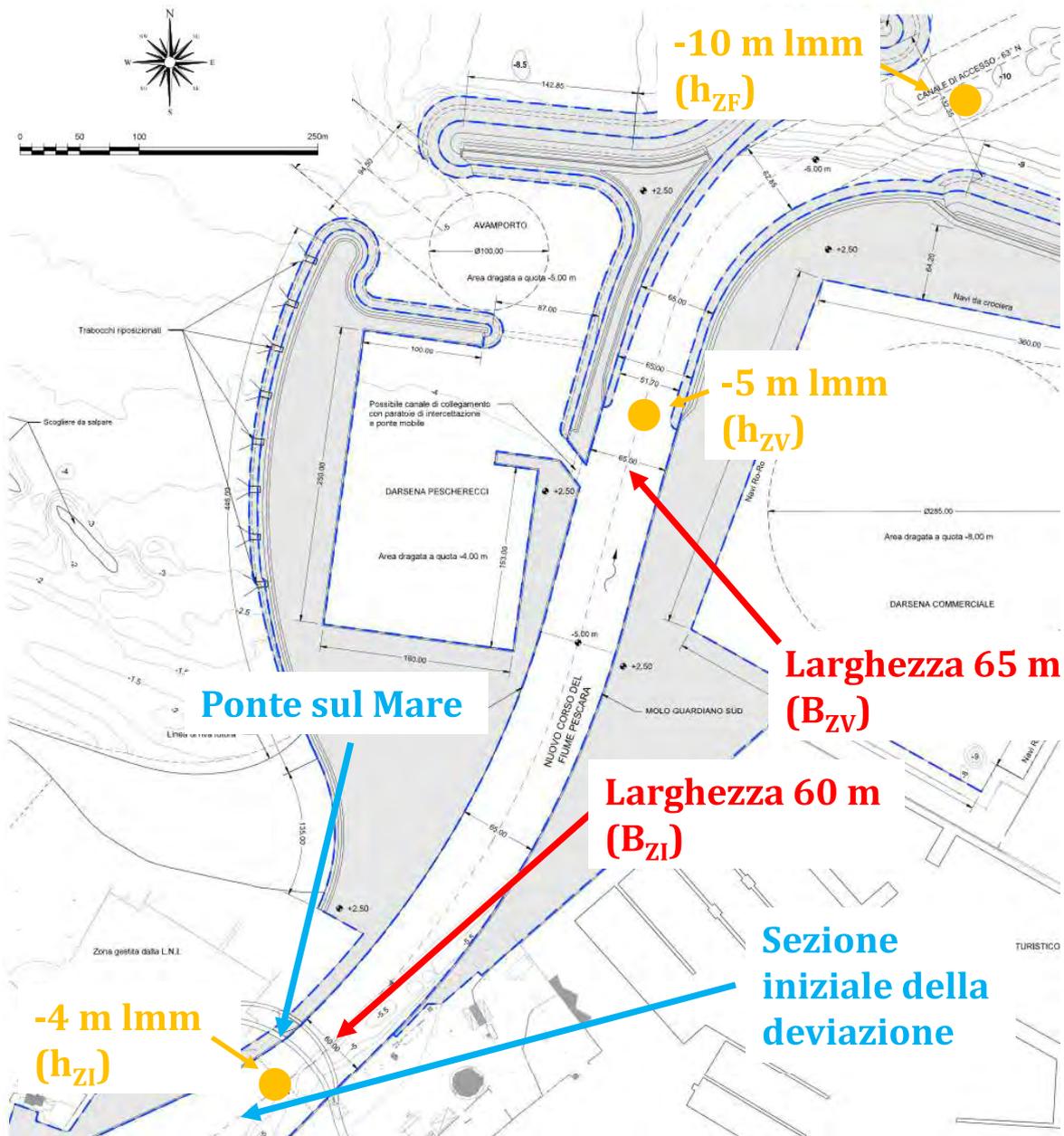


Figura 3-1: Schema della configurazione di riferimento (PRP2008).

Le ulteriori configurazioni testate si differenziano per la geometria in corrispondenza della zona di interesse, sia in termini di larghezza (e configurazione planimetrica) della sezione, sia in termini di profondità e scabrezza idraulica.

In particolare, la configurazione "A" vede una sezione di larghezza pari a 55 m in corrispondenza dell'area di interferenza con la fondazione del Ponte del Mare, ove si prevede una protezione del fondo alveo con massi naturali (100-500 kg). Le quote del fondo alveo, rispetto alla configurazione PRP2008 rimangono invariate.

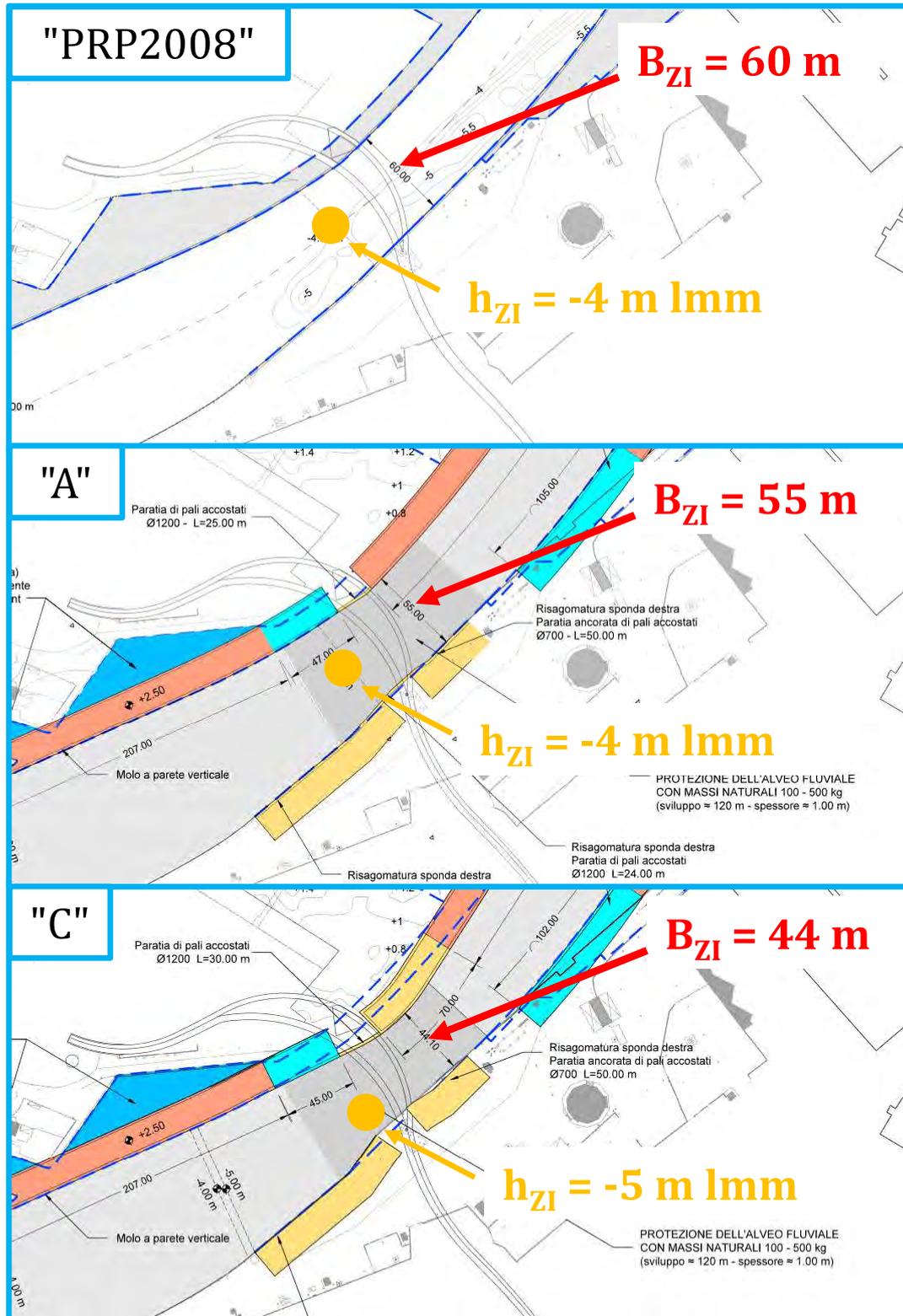


Figura 3-2: Caratteristiche schematiche delle configurazioni considerate.

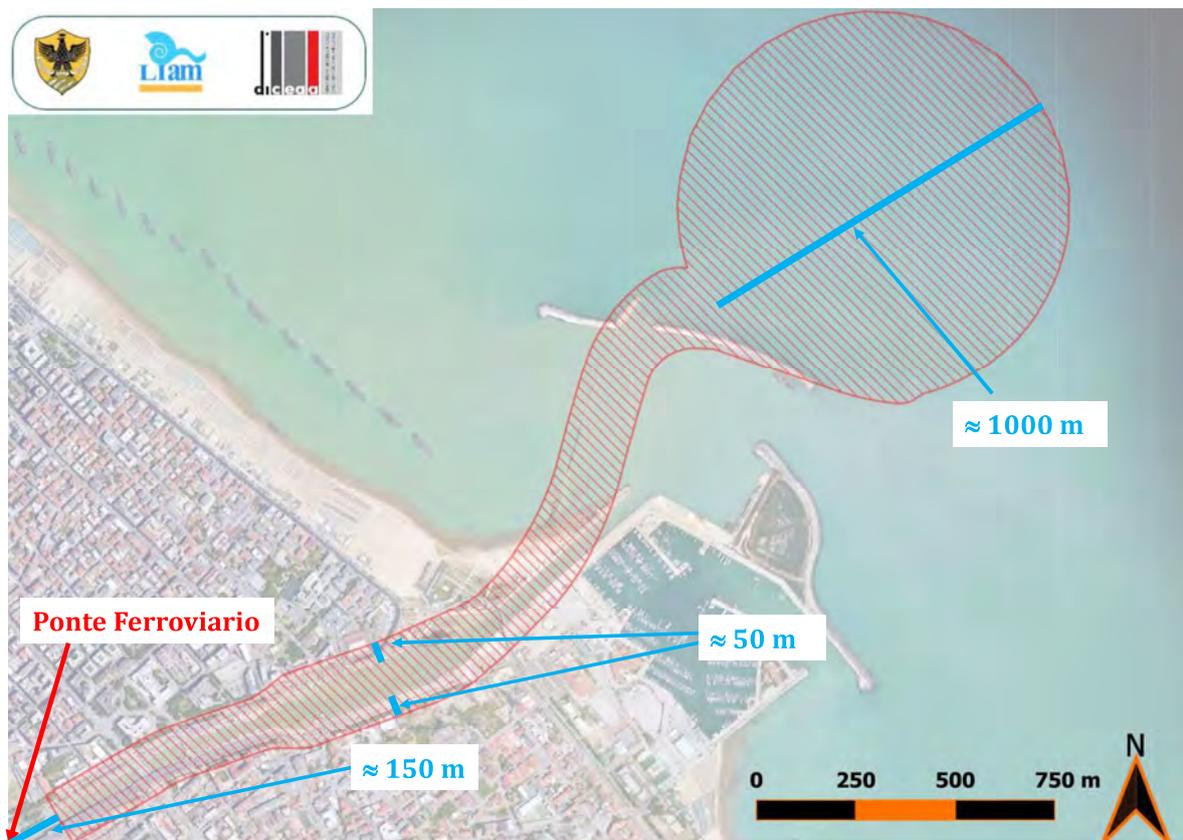


Figura 3-3: Estensione del dominio di calcolo.

La configurazione "C" prevede un'ulteriore riduzione della sezione in corrispondenza della zona di interesse sino al valore pari a 44 m con il fondo alveo depresso sino alla quota -5 m lmm.

La Figura 3-2 schematizza le caratteristiche salienti di tutte le configurazioni considerate.

Ai fini di una corretta riproduzione dell'idrodinamica nella zona di interesse (e in quella posta immediatamente a monte), il dominio di calcolo deve estendersi a sufficienza per minimizzare gli effetti dei contorni. Sulla base di questa osservazione, il dominio di calcolo è stato delimitato a monte dalla sezione posta ad una distanza di circa 150 m dal ponte ferroviario. Analogamente, la porzione di valle, atta a riprodurre l'effetto del mare, è stata estesa per una distanza pari a circa 1000.0 m. In ultimo, il dominio occupa una fascia laterale all'alveo del Fiume per una distanza (per ciascun lato) pari a circa 50 m. Si fa osservare che l'estensione del dominio di calcolo rimane invariato per tutte le configurazioni considerate.

La Figura 3-3 riporta sinteticamente la geometria dell'estensione del dominio di calcolo.

3.1.2 Fonte dei dati batimetrici

L'implementazione dei domini di calcolo richiede la conoscenza delle profondità in corrispondenza dell'intero dominio di calcolo.

Per quanto riguarda l'alveo fluviale, dal contorno di monte, sino alla zona di interesse, e l'area posta a largo, le profondità sono state desunte dal rilievo batimetrico dell'alveo fluviale fornito da ARAP ed eseguito da ARTA Abruzzo per nel maggio 2017.

Per quanto riguarda le aree oggetto del Progetto, si è fatto diretto riferimento alla configurazione progettuale.

Infine, per quanto riguarda le aree all'esterno di quella di intervento e non comprese nel rilievo batimetrico, si è fatto riferimento alle informazioni altimetriche desunte dal rilievo Lidar effettuato dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, nell'ambito della prima fase (2008-2009) del Piano Straordinario di Telerilevamento Ambientale (PST-A)

3.1.3 Discretizzazione dei domini di calcolo

Le informazioni batimetriche (descritte nel paragrafo precedente) sono state utilizzate per la definizione delle profondità in corrispondenza dei nodi di una griglia non strutturata costituita da maglie triangolari. Per ognuna delle configurazioni considerate, è stata costruita una griglia numerica dedicata che copre l'estensione riportata in Figura 3-3.

La Figura 3-4 riporta graficamente il dettaglio delle griglie in corrispondenza della zona di interesse. Nei grafici, sono stati utilizzati colori diversi per differenziare le aree del dominio caratterizzate da scabrezze idrauliche diverse (si veda il successivo paragrafo). In particolare, si riconosce l'area relativa all'alveo fluviale, alla zona protetta in corrispondenza della zona di interesse e, infine, alle aree potenzialmente interessate dal deflusso, ma tipicamente asciutte in condizioni di normale deflusso. La Figura 3-4 contiene, inoltre, informazioni relative al numero di nodi e di elementi che costituiscono le intere griglie e le dimensioni caratteristiche degli elementi. In corrispondenza dell'alveo, gli elementi hanno un'area massima pari a 30 m^2 ; in corrispondenza delle aree laterali pari a 50 m^2 e, infine, in corrispondenza dell'area a largo pari a 75 m^2 .

Le Figure 3-5, 3-6 e 3-7 mostrano la distribuzione spaziale delle quote del terreno utilizzate per le simulazioni numeriche per ognuna delle configurazioni considerate.

3.2 Condizioni al contorno e parametri di simulazione

3.2.1 Fonte dei dati

Sono numerosi gli studi a supporto del PRP2008 e del progetto delle vasche di laminazione a monte dell'area di studio. A questi si aggiungono studi a scala pianificatoria. I risultati di queste analisi permettono di definire le condizioni al contorno in termini di portate defluenti e dei livelli idrici al contorno di valle. In particolare, sono presi a riferimento i seguenti studi:

- Redazione del Piano Stralcio Difesa Alluvioni (PSDA)- Studio idrologico per la valutazione delle piene, Regione Abruzzo, 2008;

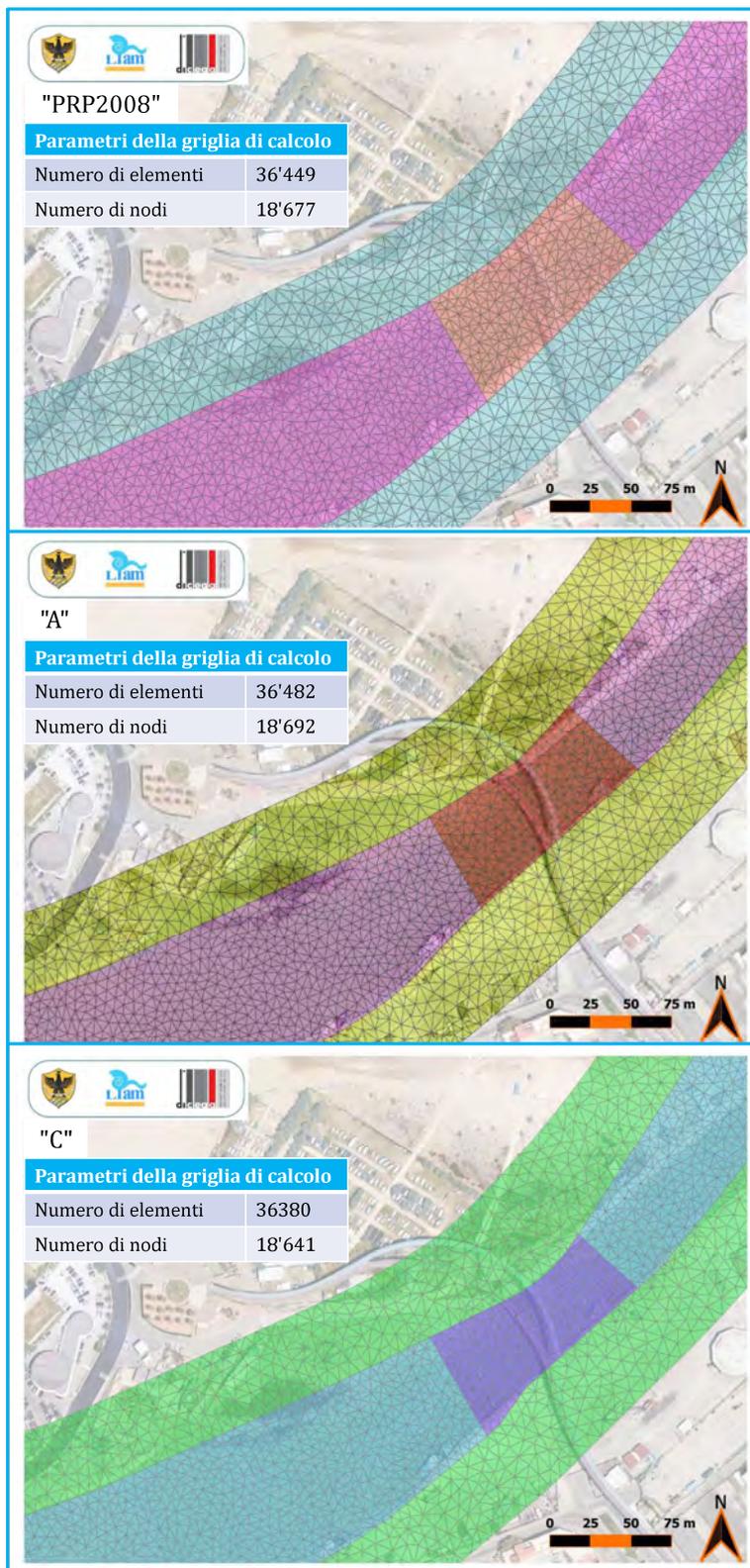


Figura 3-4: Dettaglio delle griglie di calcolo in corrispondenza della zona di interesse. Le tabelle nei grafici sintetizzano i parametri che caratterizzano le griglie numeriche.



Figura 3-5: Configurazione "PRP2008". Distribuzione batimetrica (*bed elevation*, m lmm).



Figura 3-6: Configurazione "A". Distribuzione batimetrica (*bed elevation*, m lmm).



Figura 3-7: Configurazione "C". Distribuzione batimetrica (*bed elevation*, m lmm).

- Attività di approfondimento tecnico svolta nell'ambito delle verifiche di sicurezza idraulica nel tratto terminale del fiume Pescara, Commissario liquidatore dell'Autorità dei bacini di rilievo regionale abruzzesi ed interregionale del fiume Sangro, 2015;
- Verifica di compatibilità idraulica della proposta di PRP della città di Pescara, DHI S.r.l., 2015;
- Approfondimenti e implementazioni degli studi idraulici e di morfodinamica fluviale e costiera a corredo del P.R.P. di Pescara, Beta Studio s.r.l., 2016;
- Intervento di riduzione del rischio idraulico nel Bacino Idrografico del Fiume Aterno – Pescara. Opere di laminazione delle piene del fiume Pescara. Beta Studio s.r.l., 2016;
- Progetto di Fattibilità Tecnica ed Economica della Deviazione del Porto Canale di Pescara. Studio Meteomarino. ARAP, 2017.

3.2.2 Selezione del tempo di ritorno

L'influenza dei parametri geometrici della zona di interesse sull'idrodinamica del deflusso fluviale è stata effettuata in relazione ad eventi non frequenti. In accordo con il dettato delle norme di attuazione del Piano Stralcio Difesa Alluvioni della Regione Abruzzo le portate considerate per le simulazioni numeriche sono associate a tempi di ritorno pari a 20, 50, 100, 200 e 500 anni (per un totale di cinque scenari di simulazione per ognuna delle configurazioni considerate). Si osserva che gli stessi tempi di ritorno sono stati considerati anche per la definizione della condizione al contorno di valle, costituita dalla marea meteorologica, ipotizzando ragionevolmente che in concomitanza di portate eccezionali si abbiano anche condizioni atmosferiche tali da indurre un sovrizzo del livello medio marino di equal eccezionalità statistica.

3.2.3 Portate defluenti e livelli idrici di valle

La Tabella 3-1 contiene i valori numerici delle portate (Q), del livello di marea astronomica (η_a), del livello della marea meteorologica (η_m) e del livello totale (η_{tot}) al variare del tempo di ritorno (T_r).

I valori di portata considerati sono quelli relativi alla presenza delle vasche di laminazione. I valori di portata contrassegnati da un asterisco (*), poichè non presenti negli studi relativi alle vasche di laminazione, sono stati desunti applicando il coefficiente riduttivo medio relativo agli altri tempi di ritorno.

Il livello di marea astronomica considerato corrisponde alla media delle alte maree sizigiali (*Mean High Water Spring*, MHWS).

Il livello di marea meteorologica non contiene il contributo dovuto al moto ondoso, ritenendo ragionevolmente trascurabile l'influenza del fenomeno di frangimento a profondità così elevate (pari

T_r (anni)	20	50	100	200	500
Q (m^3/s)	701* (700)	941 (950)	1138 (1200)	1330 (1350)	1572* (1600)
η_a (m)	0.15				
η_m (m)	0.73	0.80	0.86	0.95**	1.04
η_{tot} (m)	0.88	0.95	1.01	1.10	1.19

Tabella 3-1: Valori numerici delle portate (Q), del livello di marea astronomica (η_a), del livello della marea meteorologica (η_m) e del livello totale (η_{tot}) al variare del tempo di ritorno (T_r). I valori di portata tra parentesi sono quelli effettivamente utilizzati per le simulazioni, risultato dell'approssimazione del risultato statistico.

a circa 10 m in corrispondenza dell'area di foce). Il valore della marea meteorologica contrassegnato da due asterischi (**) è stato desunto per interpolazione lineare tra i dati disponibili, non essendo dichiarato esplicitamente nello studio a supporto del Progetto della Deviazione del Porto Canale di Pescara.

3.2.4 Condizione ai contorni laterali

In corrispondenza dei contorni laterali sono state applicate due tipologie di condizioni. Nel tratto di monte è stata imposta la condizione di impermeabilità. Nel tratto dell'allargamento è stata imposta la condizione che permette alla portata di abbandonare il dominio. In corrispondenza della deviazione, e fino alla foce, è stata imposta la condizione di impermeabilità.

La condizione al contorno laterale per il tratto a valle dell'allargamento è stata selezionata per fornire valori a favore di sicurezza, potenzialmente utili per il progetto della soluzione dell'interferenza della deviazione con le pile del Ponte sul Mare.

Si coglie l'occasione nuovamente per sottolineare che questo studio non è finalizzato a valutare l'inondazione delle aree limitrofe al dominio di calcolo. Pertanto, non è stata riprodotta il processo di esondazione, ma soltanto la fuoriuscita di una parte della portata defluente dai contorni laterali in corrispondenza dell'allargamento.

3.2.5 Scabrezza idraulica

I valori della scabrezza idraulica sono stati desunti da dati di letteratura (e.g. ven Te Chow, 1959). In particolare, è stato utilizzato un valore del coefficiente di Manning pari a:

- $0.035 s^{1/3}/m$ per l'alveo (coefficiente di Gauckler-Strikler circa pari a $30 m/s^{1/3}$);

- $0.040 \text{ s}^{1/3}/m$ per le aree golenali (coefficiente di Gauckler-Strikler circa pari a $25 \text{ m/s}^{1/3}$);
- $0.050 \text{ s}^{1/3}/m$ per la porzione di alveo in corrispondenza della zona di interesse protetto con massi naturali (coefficiente di Gauckler-Strikler pari a $20 \text{ m/s}^{1/3}$).

4 Risultati numerici ed osservazioni conclusive

4

4.1 Considerazioni generali

Questo capitolo ha l'obiettivo di discutere i risultati ottenuti per ognuna delle configurazioni considerate e per ognuno degli scenari di simulazione. Inoltre, è discussa l'analisi comparativa.

Per comodità di lettura, si riporta quanto già descritto nel Capitolo 2. I risultati numerici delle singole configurazioni sono sintetizzati graficamente al fine di cogliere le caratteristiche salienti del fenomeno, rimandando all'analisi comparativa la valutazione quantitativa. In particolare, vengono mostrati:

- la distribuzione spaziale dell'intensità delle velocità;
- il campo vettoriale delle velocità;
- la distribuzione spaziale delle profondità idriche;
- la distribuzione spaziale delle quote raggiunte dalla superficie libera;
- la distribuzione spaziale del numero di Froude locale.

Per quanto riguarda l'analisi comparativa, si confrontano i i valori di:

- intensità di velocità;
- quota della superficie libera;
- numero di Froude;

in corrispondenza di:

- sezioni trasversali al deflusso a monte della zona di interesse;
- sezioni trasversali al deflusso in corrispondenza della zona di interesse;

- sezione longitudinale al deflusso che corre lungo il talweg;
- punti posti in corrispondenza della zona di interesse;
- punti posti a monte della zona di interesse.

Nel seguito si commentano e discutono i risultati con l'ausilio di alcuni grafici selezionati. Si rimanda all'appendice A per tutti i risultati numerici.

4.2 Osservazioni qualitative dei risultati numerici

In linea generale, il deflusso idrico nel dominio di calcolo presenta le seguenti caratteristiche generali.

- Già per la portata con tempo di ritorno pari a 20 anni, la sezione idraulica a monte dell'allargamento risulta insufficiente a contenere il deflusso. Tale aspetto, seppur non inquadrabile nelle finalità di questo studio, trova riscontro negli studi precedenti che valutano la capacità idraulica della sezione (ristretta) a monte dell'allargamento tra i $500 \text{ m}^3/\text{s}$ e i $750 \text{ m}^3/\text{s}$.
- Per portate superiori, e fino a tempi di ritorno pari a 500 anni, l'insufficienza idraulica si estende verso valle fino ad interessare l'area dell'allargamento a monte della zona di interesse.
- La zona a valle della zona di interesse risulta idraulicamente sufficiente al deflusso delle portate anche con tempi di ritorno molto elevati (anche pari a 500 anni).
- Il deflusso avviene in regime sostanzialmente monodimensionale nell'allargamento (a monte della zona di interesse) con una superficie libera sostanzialmente orizzontale.
- In corrispondenza della zona di interesse, la superficie libera è inclinata a causa dell'andamento curvilineo delle sponde. La differenza di quota della superficie libera tra il lato interno e il lato esterno raggiunge mediamente i 0.15 m.
- Il deflusso si verifica con un numero di Froude (locale) generalmente sempre inferiore all'unità. In linea di principio, tale osservazione implica che la modifica della geometria della zona di interesse non influenza significativamente le caratteristiche idrodinamiche del deflusso a valle. D'altra parte, può essere fonte di disturbo per il deflusso a monte.
- Le zone caratterizzate dal più alto numero di Froude si concentrano in corrispondenza delle sponde, ove il deflusso viene convogliato nell'alveo principale, ed in corrispondenza della sezione di monte dell'allargamento.
- Le velocità raggiungono valori elevati in corrispondenza della sezione di monte dell'allargamento con valori compresi tra circa 4 m/s (tempo di ritorno 20 anni) e circa 6.0 m/s (tempo di ritorno 500 anni).

- Le velocità in corrispondenza della deviazione (oggetto di questo studio) raggiungono valori compresi tra circa 3 m/s (tempo di ritorno 20 anni) e circa 4.0 m/s (tempo di ritorno 500 anni).

4.3 Osservazioni conclusive sui risultati dell'analisi comparativa

Come diffusamente sottolineato, la filosofia di questo studio è di tipo comparativo. Pertanto, i risultati ottenuti sono stati restituiti graficamente al fine di comparare le caratteristiche del deflusso tra le diverse configurazioni considerate (così come riportato in Appendice A.5). Inoltre, le Tabelle 4-2-4-5 riportano in formato tabellare i valori estratti in corrispondenza dei punti mostrati in Figura 2-2 e 2-3.

Sulla base di quanto ottenuto, è possibile tracciare alcune osservazioni.

- Considerando i punti posti in sinistra idraulica in corrispondenza della zona di interesse, le velocità del deflusso aumentano lievemente rispetto alla configurazione di riferimento (PRP2008) nel caso della configurazione "A", mentre aumentano nel caso della configurazione "C". Questa apparente contraddizione è dovuta alla diversa distanza dalla sponda (sinistra) nelle diverse configurazioni. Pertanto, il confronto diretto, ma puntuale, delle velocità in corrispondenza della sponda sinistra vanno interpretate alla luce di questa considerazione. Rimane l'utilità dei risultati che forniscono il valore della velocità in corrispondenza della sponda per la configurazione "C".
- Considerando i punti posti in destra idraulica in corrispondenza della zona di interesse, le velocità del deflusso rimangono sostanzialmente invariate rispetto alla configurazione di riferimento (PRP2008).
- Nei punti posti al centro della sezione, in corrispondenza della zona di interesse, le velocità del deflusso aumentano rispetto alla configurazione "PRP2008", sia per la configurazione "A", sia per la configurazione "C". La variazione massima si osserva per la configurazione "C", in corrispondenza del punto denominato "PC-06" (variazione pari a 0.72 m/s).
- Nella zona di interesse, la velocità più alta si osserva nella zona centrale per la configurazione "C". In particolare, essa si verifica in corrispondenza del punto "PC-06" e raggiunge il valore di 4.10 m/s. Tale valore è del tutto simile a quello osservato per la configurazione "A" (3.99 m/s) e superiore a quello della configurazione "PRP2008" (pari a 3.54 m/s).
- In corrispondenza dei punti a monte, la velocità rimane sostanzialmente invariata.
- In termini di livelli raggiunti dalla superficie libera, nella zona di interesse si osserva una diminuzione in sponda sinistra e un aumento in sponda destra a causa della modifica dell'andamento planimetrico della deviazione rispetto alla configurazione di riferimento.

- Nella zona centrale dell'area di interesse, i livelli idrici sono mediamente inferiori rispetto a quelli della configurazione di riferimento.
- L'analisi delle sezioni trasversali in corrispondenza della zona di interesse permettono di trarre ulteriori osservazioni sulle velocità della corrente:
 - in corrispondenza della sezione I1, le velocità calcolate per la configurazione "C" sono inferiori rispetto a quelle relative alla configurazione di riferimento; al contrario, quelle calcolate per la configurazione "A" sono superiori;
 - procedendo verso valle (sezioni I2, I3 e I4) anche le velocità calcolate per la configurazione "C" sono superiori rispetto a quelle relative alla configurazione "PRP2008";
- L'analisi delle sezioni trasversali nella zona a monte non evidenzia modifiche sostanziali, nè in termini di velocità, nè in termini di quote raggiunte dalla superficie libera. Fa eccezione la sezione "M1" in cui si osserva un'influenza sulla simmetria del deflusso.
- L'analisi della sezione longitudinale (T1) permette di approfondire alcuni aspetti relativi all'influenza della modifica della geometria della zona di interesse:
 - la velocità subisce un incremento in corrispondenza dell'area di interesse (peraltro come già osservato). Tuttavia, solo per la configurazione "C", si osserva un'inversione procedendo verso monte: la velocità del deflusso è inferiore a quella stimata per la configurazione di riferimento per un'estensione di circa 200 m.
 - per tempi di ritorno superiori ai 20 anni, la velocità massima nella zona di interesse non cambia sensibilmente e può essere stimata approssimativamente in 4 m/s.
 - a monte della zona di interesse, i livelli sono mediamente sempre lievemente superiori a quelli ottenuti per la configurazione "PRP2008". Per tempi di ritorno fino a 100 anni, la configurazione "A" e la configurazione "C" hanno un'influenza sostanzialmente coincidente, con un aumento del livello idrico (rispetto alla configurazione "PRP2008") mediamente pari a circa 0.14 m. Per tempi di ritorno superiori (e fino a 500 anni) l'aumento del livello idrico ottenuto per la configurazione "A", pari mediamente a 0.17 m, è superiore a quello calcolato per la configurazione "C", pari a 0.10 m.
- Come evidenziato, entrambe le configurazioni analizzate ("A" e "C") inducono un lieve aumento del livello idrico a monte della zona di interesse rispetto alla configurazione di riferimento prevista dal PRP, limitata ad un valor medio di 0.17 m per la configurazione "A" e a 0.10 m per la configurazione "C". Studi precedenti (es. Autorità dei bacini di rilievo regionale abruzzese ed interregionali del fiume Sangro e Genio Civile di Pescara, 2015; DHI, 2015; Beta Studio, 2016), commissionati da diversi enti (es. Autorità di Bacino e Città di Pescara), hanno concluso che la configurazione di PRP determina la riduzione della pericolosità idraulica delle aree in

prossimità dell'asta fluviale. A puro titolo di esempio, il più recente studio afferma che “*l'effetto positivo delle opere di PRP è evidente nel primo chilometro dalla foce e si attenua andando verso monte*” e “*lo scenario che prevede tutte le opere in progetto determina un miglioramento in termini di livelli idrici compreso tra 40 e 100 cm nel tratto a valle del ponte ferroviario*”. Continuando a sottolineare che la filosofia di questo studio è di tipo comparativo, quindi non direttamente finalizzato alla valutazione della pericolosità idraulica, si osserva come le differenze stimate in termini di aumento del livello idrico siano inferiori alle diminuzioni associate alla configurazione di PRP, così come stimato da studi precedenti.

	Q (m ³ /s)	Tr (anni)	VEL (m/s)				QUOTA (m lmm)				FROUDE (-)						
			PRP2008		A C		PRP2008		A C		PRP2008		A C				
			PRP2008	A	C	Δ_{A-PRP}	Δ_{C-PRP}	PRP2008	A	C	Δ_{A-PRP}	Δ_{C-PRP}	PRP2008	A	C	Δ_{A-PRP}	Δ_{C-PRP}
PS-01	700	20	1.80	1.79	1.28	-0.01	-0.52	1.87	1.83	2.08	0.05	0.20	0.25	0.24	0.14	-0.01	-0.11
	950	50	2.14	2.36	2.11	0.22	-0.03	2.31	2.38	2.49	0.07	0.17	0.29	0.31	0.22	0.02	-0.07
	1150	100	2.37	2.55	2.27	0.18	-0.10	2.66	2.61	2.74	-0.05	0.09	0.31	0.33	0.42	0.01	0.10
	1350	200	2.56	2.77	2.43	0.21	-0.13	2.83	2.83	2.92	-0.01	0.09	0.33	0.35	0.40	0.02	0.07
	1600	500	2.71	2.98	2.60	0.27	-0.11	3.10	3.06	3.14	-0.04	0.19	0.34	0.37	0.40	0.02	0.06
PS-02	700	20	2.01	2.20	1.08	0.19	-0.93	1.82	1.81	2.00	-0.01	0.19	0.28	0.30	0.13	0.02	-0.15
	950	50	2.34	2.53	2.27	0.19	-0.07	2.24	2.39	2.56	0.15	0.32	0.31	0.33	0.27	0.01	-0.04
	1150	100	2.60	2.69	2.43	0.08	-0.17	2.58	2.63	2.82	0.05	0.23	0.34	0.34	0.29	0.00	-0.05
	1350	200	2.81	2.94	2.59	0.13	-0.22	2.73	2.84	2.99	0.10	0.26	0.36	0.37	0.30	0.00	-0.06
	1600	500	2.96	3.17	2.75	0.21	-0.21	2.99	3.05	3.20	0.07	0.22	0.37	0.39	0.32	0.02	-0.06
PS-03	700	20	2.46	2.40	1.07	-0.06	-1.38	1.78	1.76	1.99	-0.02	0.21	0.34	0.33	0.13	-0.01	-0.21
	950	50	2.77	2.77	2.15	0.00	-0.62	2.19	2.31	2.51	0.12	0.32	0.37	0.36	0.25	-0.01	-0.12
	1150	100	2.82	2.85	2.36	0.03	-0.46	2.55	2.59	2.76	0.04	0.21	0.36	0.36	0.32	0.00	-0.04
	1350	200	3.06	3.13	2.59	0.06	-0.47	2.69	2.78	2.92	0.09	0.23	0.39	0.39	0.34	0.00	-0.05
	1600	500	3.23	3.39	2.80	0.16	-0.43	2.94	2.98	3.12	0.05	0.18	0.40	0.42	0.36	0.02	-0.04
PS-04	700	20	2.66	3.02	1.48	0.36	-1.18	1.72	1.53	1.79	-0.19	0.07	0.37	0.42	0.18	0.06	-0.19
	950	50	3.01	3.44	2.25	0.43	-0.77	2.10	1.98	2.19	-0.12	0.09	0.40	0.46	0.25	0.06	-0.15
	1150	100	2.98	3.38	2.75	0.40	-0.23	2.49	2.37	2.42	-0.13	-0.08	0.38	0.44	0.59	0.06	0.21
	1350	200	3.24	3.64	3.18	0.40	-0.06	2.62	2.55	2.53	-0.06	-0.09	0.41	0.47	0.59	0.05	0.18
	1600	500	3.42	3.95	3.50	0.53	0.08	2.86	2.72	2.67	-0.14	-0.19	0.43	0.50	0.59	0.07	0.16
PS-05	700	20	2.76	2.99	1.12	0.23	-1.64	1.68	1.54	1.79	-0.14	0.11	0.38	0.42	0.14	0.04	-0.24
	950	50	3.13	3.50	1.68	0.37	-1.45	2.05	1.90	2.11	-0.14	0.07	0.41	0.47	0.19	0.06	-0.22
	1150	100	3.08	3.55	2.33	0.47	-0.76	2.44	2.25	2.38	-0.18	-0.05	0.39	0.47	0.24	0.07	-0.16
	1350	200	3.31	3.72	2.94	0.41	-0.37	2.57	2.49	2.52	-0.08	-0.05	0.42	0.48	0.75	0.06	0.33
	1600	500	3.50	4.00	3.38	0.50	-0.11	2.81	2.67	2.64	-0.14	-0.17	0.43	0.51	0.75	0.07	0.32
PS-06	700	20	2.75	2.95	1.45	0.21	-1.30	1.68	1.52	1.50	-0.17	-0.19	0.37	0.41	0.19	0.04	-0.18
	950	50	3.12	3.40	1.81	0.29	-1.31	2.05	1.88	1.79	-0.17	-0.26	0.41	0.46	0.23	0.05	-0.18
	1150	100	3.13	3.55	2.25	0.42	-0.87	2.43	2.16	2.17	-0.27	-0.26	0.40	0.47	0.27	0.07	-0.13
	1350	200	3.29	3.72	2.94	0.42	-0.36	2.58	2.41	2.37	-0.16	-0.21	0.41	0.48	0.45	0.07	0.04
	1600	500	3.49	4.01	3.54	0.52	0.05	2.81	2.61	2.50	-0.20	-0.31	0.43	0.51	0.51	0.08	0.08
PS-07	700	20	2.64	2.89	1.54	0.25	-1.11	1.68	1.45	1.53	-0.22	-0.15	0.36	0.41	0.20	0.05	-0.16
	950	50	3.00	3.30	1.78	0.30	-1.22	2.04	1.81	1.84	-0.23	-0.20	0.39	0.45	0.22	0.06	-0.17
	1150	100	3.10	3.44	1.91	0.34	-1.19	2.39	2.07	2.10	-0.31	-0.29	0.39	0.46	0.24	0.06	-0.16
	1350	200	3.20	3.54	2.40	0.34	-0.80	2.58	2.37	2.33	-0.21	-0.24	0.40	0.46	0.29	0.06	-0.11
	1600	500	3.42	3.86	3.19	0.44	-0.23	2.79	2.57	2.55	-0.22	-0.25	0.42	0.49	0.38	0.07	-0.04
PS-08	700	20	2.45	2.62	1.21	0.17	-1.24	1.65	1.49	1.60	-0.17	-0.05	0.33	0.36	0.16	0.03	-0.18
	950	50	2.79	3.02	1.45	0.23	-1.34	2.02	1.83	1.90	-0.19	-0.11	0.37	0.41	0.18	0.04	-0.19
	1150	100	2.93	3.18	1.63	0.25	-1.30	2.35	2.07	2.14	-0.29	-0.21	0.37	0.42	0.20	0.04	-0.18
	1350	200	3.09	3.29	1.91	0.20	-1.18	2.56	2.36	2.32	-0.19	-0.24	0.39	0.42	0.23	0.03	-0.16
	1600	500	3.32	3.60	2.64	0.28	-0.68	2.77	2.62	2.54	-0.15	-0.23	0.41	0.45	0.36	0.04	-0.05
PS-09	700	20	2.34	2.36	1.39	0.02	-0.95	1.58	1.53	1.61	-0.05	0.02	0.31	0.32	0.18	0.00	-0.14
	950	50	2.67	2.71	1.69	0.04	-0.98	1.96	1.89	1.93	-0.06	-0.03	0.35	0.35	0.21	0.01	-0.14
	1150	100	2.83	2.86	1.83	0.03	-1.00	2.28	2.13	2.19	-0.15	-0.09	0.36	0.37	0.22	0.01	-0.14
	1350	200	3.00	3.05	2.01	0.04	-0.99	2.50	2.38	2.34	-0.12	-0.16	0.37	0.38	0.23	0.01	-0.14
	1600	500	3.25	3.42	2.70	0.17	-0.54	2.71	2.63	2.50	-0.08	-0.21	0.40	0.42	0.38	0.02	-0.02

Tabella 4-2: Risultati numerici estratti nei punti in corrispondenza della sponda sinistra della zona di interesse (punti "PS" in Figura 2-2).

	Q (m ³ /s)	Tr (anni)	VEL (m/s)				QUOTA (m Imm)				FROUDE (-)										
			PRP2008		A		C		PRP2008		A		C		PRP2008		A		C		
			PRP2008	A	C	Δ_{A-PRP}	Δ_{C-PRP}	PRP2008	A	C	Δ_{A-PRP}	Δ_{C-PRP}	PRP2008	A	C	Δ_{A-PRP}	Δ_{C-PRP}	PRP2008	A	C	
PD-01	700	20	1.37	0.63	1.19	-0.73	-0.18	0.25	1.90	2.15	2.09	0.25	0.19	0.19	0.08	0.14	-0.11	-0.05	0.19	0.08	0.14
	950	50	1.82	1.59	2.15	-0.23	0.33	0.14	2.35	2.49	2.54	0.14	0.18	0.24	0.15	0.21	-0.09	-0.03	0.30	0.55	0.47
	1150	100	2.35	1.92	2.34	-0.43	-0.01	0.03	2.68	2.70	2.78	0.03	0.11	0.30	0.55	0.47	0.24	0.17	0.32	0.51	0.46
	1350	200	2.55	2.14	2.53	-0.41	-0.02	0.07	2.84	2.92	2.96	0.07	0.11	0.32	0.51	0.46	0.18	0.14	0.34	0.50	0.46
	1600	500	2.70	2.36	2.71	-0.34	0.02	0.03	3.11	3.14	3.17	0.03	0.06	0.34	0.50	0.46	0.16	0.12	0.34	0.50	0.46
PD-02	700	20	1.30	0.73	1.03	-0.57	-0.27	0.30	1.88	2.17	2.06	0.30	0.19	0.18	0.09	0.13	-0.09	-0.05	0.18	0.09	0.13
	950	50	1.69	1.69	2.11	0.01	0.43	0.14	2.30	2.44	2.52	0.14	0.22	0.22	0.14	0.24	-0.09	0.01	0.31	0.86	0.39
	1150	100	2.42	2.15	2.34	-0.27	-0.07	-0.01	2.66	2.65	2.76	-0.01	0.10	0.31	0.86	0.39	0.55	0.08	0.34	0.73	0.40
	1350	200	2.62	2.40	2.53	-0.22	-0.10	0.03	2.82	2.84	2.93	0.03	0.11	0.34	0.73	0.40	0.39	0.06	0.34	0.50	0.46
	1600	500	2.78	2.63	2.72	-0.15	-0.06	-0.02	3.08	3.06	3.13	-0.02	0.05	0.35	0.68	0.41	0.33	0.06	0.35	0.68	0.41
PD-03	700	20	1.21	0.82	1.07	-0.39	-0.14	0.23	1.78	2.01	1.91	0.23	0.13	0.17	0.11	0.14	-0.06	-0.03	0.17	0.11	0.14
	950	50	1.54	1.48	2.27	-0.06	0.72	0.16	2.18	2.34	2.44	0.16	0.26	0.21	0.17	0.27	-0.04	0.06	0.33	0.60	0.38
	1150	100	2.50	2.23	2.66	-0.27	0.16	0.02	2.58	2.60	2.67	0.02	0.09	0.33	0.60	0.38	0.27	0.05	0.35	0.57	0.39
	1350	200	2.71	2.53	2.84	-0.19	0.12	0.06	2.72	2.78	2.83	0.06	0.11	0.35	0.57	0.39	0.21	0.04	0.37	0.55	0.40
	1600	500	2.88	2.75	3.03	-0.13	0.15	0.02	2.98	3.00	3.03	0.02	0.05	0.37	0.55	0.40	0.18	0.04	0.37	0.55	0.40
PD-04	700	20	1.40	0.97	1.16	-0.43	-0.24	0.00	1.83	1.83	1.88	0.00	0.05	0.20	0.14	0.15	-0.06	-0.05	0.20	0.14	0.15
	950	50	1.80	1.34	1.93	-0.46	0.13	-0.09	2.22	2.14	2.30	-0.09	0.08	0.25	0.17	0.22	-0.08	-0.03	0.25	0.17	0.22
	1150	100	2.62	2.31	2.84	-0.30	0.23	-0.14	2.60	2.46	2.55	-0.14	-0.05	0.35	0.26	0.69	-0.09	0.34	0.37	0.68	0.61
	1350	200	2.84	2.88	3.07	0.04	0.23	-0.09	2.74	2.65	2.69	-0.09	-0.05	0.37	0.68	0.61	0.31	0.23	0.37	0.68	0.61
	1600	500	3.01	3.14	3.29	0.13	0.27	0.15	2.99	2.84	2.87	-0.15	-0.12	0.39	0.61	0.58	0.22	0.19	0.39	0.61	0.58
PD-05	700	20	1.21	1.48	1.13	0.27	-0.07	-0.01	1.73	1.73	1.86	-0.01	0.13	0.17	0.21	0.14	0.04	-0.03	0.17	0.21	0.14
	950	50	1.70	1.89	1.61	0.18	-0.09	0.03	2.15	2.11	2.18	-0.03	0.04	0.23	0.26	0.19	0.02	-0.05	0.23	0.26	0.19
	1150	100	2.67	2.57	2.63	-0.10	-0.04	0.00	2.49	2.48	2.50	0.00	0.01	0.36	0.34	0.56	-0.02	0.21	0.36	0.34	0.56
	1350	200	2.93	3.08	2.99	0.15	0.06	0.09	2.62	2.71	2.61	0.09	-0.01	0.39	0.40	0.58	0.01	0.19	0.39	0.40	0.58
	1600	500	3.10	3.22	3.25	0.11	0.15	-0.06	2.87	2.81	2.77	-0.06	-0.09	0.40	0.41	0.58	0.01	0.17	0.40	0.41	0.58
PD-06	700	20	0.94	1.10	1.21	0.16	0.27	0.04	1.67	1.71	1.68	0.04	0.01	0.14	0.16	0.16	0.02	0.02	0.14	0.16	0.16
	950	50	1.30	1.53	1.56	0.23	0.25	0.03	2.06	2.08	1.98	0.03	-0.08	0.18	0.21	0.19	0.03	0.01	0.18	0.21	0.19
	1150	100	2.37	2.09	2.56	-0.27	0.20	-0.19	2.49	2.30	2.35	-0.19	-0.14	0.32	0.28	0.29	-0.05	-0.03	0.32	0.28	0.29
	1350	200	2.73	2.91	3.13	0.18	0.40	-0.17	2.62	2.45	2.50	-0.17	-0.12	0.37	0.55	0.63	0.18	0.26	0.37	0.55	0.63
	1600	500	2.93	3.22	3.37	0.29	0.45	-0.19	2.86	2.68	2.68	-0.19	-0.19	0.38	0.54	0.58	0.15	0.20	0.38	0.54	0.58
PD-07	700	20	0.76	0.96	1.15	0.19	0.38	0.09	1.65	1.74	1.56	0.09	-0.09	0.11	0.14	0.16	0.02	0.05	0.11	0.14	0.16
	950	50	0.95	1.31	1.51	0.35	0.55	0.07	1.99	2.06	1.89	0.07	-0.09	0.14	0.18	0.21	0.04	0.07	0.14	0.18	0.21
	1150	100	1.85	1.72	2.21	-0.13	0.36	-0.08	2.36	2.28	2.22	-0.08	-0.14	0.26	0.22	0.30	-0.04	0.04	0.26	0.22	0.30
	1350	200	2.59	2.69	3.10	0.09	0.51	0.02	2.55	2.57	2.47	0.02	-0.07	0.36	0.54	0.42	0.18	0.06	0.36	0.54	0.42
	1600	500	2.78	2.93	3.39	0.15	0.62	-0.02	2.78	2.76	2.65	-0.02	-0.13	0.37	0.51	0.45	0.14	0.08	0.37	0.51	0.45
PD-08	700	20	0.75	0.53	0.92	-0.22	0.17	0.18	1.80	1.62	1.83	-0.18	0.04	0.11	0.08	0.11	-0.04	0.00	0.11	0.08	0.11
	950	50	0.95	0.79	1.33	-0.16	0.38	-0.17	2.13	1.95	2.14	-0.17	0.01	0.14	0.11	0.15	-0.03	0.01	0.14	0.11	0.15
	1150	100	1.50	1.14	1.86	-0.37	0.36	-0.23	2.41	2.18	2.37	-0.23	-0.04	0.21	0.15	0.20	-0.06	0.00	0.21	0.15	0.20
	1350	200	2.29	2.30	2.59	0.01	0.30	-0.20	2.63	2.44	2.57	-0.20	-0.07	0.36	0.42	0.51	0.06	0.14	0.36	0.42	0.51
	1600	500	2.45	2.63	2.96	0.18	0.51	-0.17	2.86	2.69	2.76	-0.17	-0.10	0.36	0.41	0.51	0.05	0.15	0.36	0.41	0.51
PD-09	700	20	0.75	0.55	0.76	-0.20	0.01	-0.13	2.12	1.99	1.79	-0.13	-0.33	0.09	0.07	0.09	-0.02	0.01	0.09	0.07	0.09
	950	50	1.00	0.76	0.99	-0.24	-0.02	-0.12	2.30	2.18	2.08	-0.12	-0.22	0.11	0.09	0.12	-0.02	0.01	0.11	0.09	0.12
	1150	100	1.48	1.08	1.39	-0.41	-0.09	-0.14	2.46	2.31	2.31	-0.14	-0.15	0.13	0.11	0.16	-0.02	0.03	0.13	0.11	0.16
	1350	200	2.02	1.88	2.44	-0.14	0.42	-0.11	2.63	2.51	2.58	-0.11	-0.04	0.85	0.16	0.26	-0.69	-0.59	0.85	0.16	0.26
	1600	500	2.21	2.12	2.81	-0.09	0.61	-0.10	2.85	2.74	2.77	-0.10	-0.08	0.64	0.59	0.50	-0.05	-0.13	0.64	0.59	0.50

Tabella 4-3: Risultati numerici estratti nei punti in corrispondenza della sponda destra della zona di interesse (punti "PD" in Figura 2-2).

	Q (m ³ /s)	Tr (anni)	VEL (m/s)				QUOTA (m lmm)				FROUDE (-)						
			PRP2008		Δ _{A-PRP}		PRP2008		Δ _{A-PRP}		PRP2008		Δ _{A-PRP}				
			A	C	A	C	A	C	A	C	A	C	A	C			
PC-01	700	20	2.51	2.82	2.42	0.31	-0.09	1.89	1.88	2.01	-0.01	0.12	0.33	0.37	0.29	0.04	-0.04
	950	50	2.69	2.81	2.44	0.12	-0.26	2.33	2.43	2.54	0.10	0.21	0.34	0.35	0.28	0.01	-0.06
	1150	100	2.70	2.91	2.57	0.21	-0.13	2.66	2.67	2.80	0.01	0.13	0.33	0.36	0.29	0.03	-0.04
	1350	200	2.91	3.12	2.76	0.21	-0.15	2.83	2.89	2.98	0.06	0.15	0.36	0.38	0.31	0.02	-0.04
	1600	500	3.04	3.32	2.93	0.28	-0.11	3.09	3.12	3.20	0.02	0.10	0.36	0.40	0.33	0.03	-0.04
PC-02	700	20	2.59	2.97	2.53	0.37	-0.06	1.85	1.81	1.95	-0.04	0.10	0.34	0.39	0.31	0.05	-0.04
	950	50	2.82	2.99	2.53	0.16	-0.29	2.28	2.37	2.49	0.08	0.21	0.36	0.38	0.30	0.02	-0.06
	1150	100	2.79	3.03	2.68	0.24	-0.11	2.63	2.62	2.75	-0.01	0.12	0.35	0.38	0.31	0.03	-0.04
	1350	200	3.01	3.25	2.88	0.24	-0.13	2.78	2.83	2.92	0.04	0.14	0.37	0.40	0.33	0.03	-0.04
	1600	500	3.15	3.47	3.07	0.32	-0.08	3.04	3.05	3.13	0.00	0.08	0.38	0.42	0.34	0.04	-0.04
PC-03	700	20	2.70	3.13	2.90	0.43	0.20	1.80	1.73	1.83	-0.07	0.03	0.36	0.42	0.35	0.06	0.00
	950	50	2.99	3.26	2.91	0.26	-0.08	2.21	2.25	2.37	0.04	0.16	0.38	0.42	0.34	0.03	-0.04
	1150	100	2.92	3.20	3.04	0.28	0.12	2.58	2.54	2.63	-0.03	0.05	0.36	0.40	0.35	0.04	-0.01
	1350	200	3.15	3.43	3.26	0.28	0.11	2.72	2.74	2.78	0.02	0.06	0.39	0.42	0.37	0.03	-0.01
	1600	500	3.31	3.67	3.47	0.36	0.16	2.97	2.95	2.97	-0.03	0.00	0.40	0.44	0.39	0.04	-0.01
PC-04	700	20	2.80	3.30	3.20	0.50	0.40	1.75	1.64	1.66	-0.11	-0.09	0.37	0.44	0.40	0.07	0.02
	950	50	3.14	3.62	3.36	0.49	0.23	2.14	2.09	2.18	-0.05	0.04	0.40	0.47	0.40	0.07	0.00
	1150	100	3.04	3.46	3.37	0.42	0.33	2.52	2.43	2.48	-0.09	-0.05	0.38	0.44	0.39	0.06	0.01
	1350	200	3.27	3.66	3.59	0.39	0.32	2.66	2.63	2.62	-0.03	-0.04	0.40	0.45	0.42	0.05	0.01
	1600	500	3.45	3.91	3.84	0.47	0.39	2.91	2.82	2.79	-0.09	-0.12	0.42	0.48	0.44	0.06	0.02
PC-05	700	20	2.82	3.28	3.45	0.46	0.63	1.72	1.61	1.58	-0.11	-0.14	0.38	0.44	0.43	0.07	0.05
	950	50	3.17	3.72	3.80	0.56	0.64	2.10	2.01	2.02	-0.09	-0.09	0.41	0.49	0.46	0.08	0.05
	1150	100	3.10	3.60	3.65	0.50	0.55	2.48	2.35	2.37	-0.14	-0.11	0.39	0.46	0.43	0.07	0.04
	1350	200	3.32	3.75	3.80	0.43	0.49	2.63	2.57	2.53	-0.06	-0.09	0.41	0.47	0.44	0.06	0.03
	1600	500	3.50	3.99	4.05	0.49	0.55	2.86	2.76	2.70	-0.11	-0.17	0.43	0.49	0.47	0.06	0.04
PC-06	700	20	2.84	3.19	3.45	0.35	0.61	1.69	1.58	1.53	-0.11	-0.15	0.38	0.43	0.43	0.05	0.05
	950	50	3.21	3.65	3.93	0.43	0.72	2.06	1.97	1.92	-0.10	-0.14	0.42	0.48	0.48	0.06	0.06
	1150	100	3.18	3.69	3.78	0.51	0.60	2.44	2.26	2.29	-0.18	-0.15	0.40	0.47	0.45	0.07	0.05
	1350	200	3.35	3.79	3.88	0.44	0.53	2.60	2.50	2.48	-0.10	-0.12	0.42	0.47	0.45	0.06	0.04
	1600	500	3.54	3.99	4.10	0.45	0.56	2.83	2.70	2.65	-0.13	-0.19	0.43	0.49	0.47	0.06	0.04
PC-07	700	20	2.85	3.22	3.26	0.37	0.41	1.67	1.54	1.55	-0.13	-0.12	0.38	0.44	0.41	0.05	0.02
	950	50	3.25	3.69	3.81	0.44	0.56	2.03	1.91	1.90	-0.12	-0.12	0.42	0.48	0.46	0.06	0.04
	1150	100	3.28	3.80	3.83	0.52	0.55	2.39	2.19	2.23	-0.20	-0.16	0.41	0.49	0.45	0.07	0.04
	1350	200	3.37	3.83	3.87	0.46	0.50	2.58	2.45	2.44	-0.12	-0.14	0.42	0.48	0.45	0.06	0.03
	1600	500	3.58	3.99	4.03	0.41	0.45	2.80	2.66	2.63	-0.14	-0.17	0.44	0.49	0.47	0.05	0.03
PC-08	700	20	2.78	3.10	3.05	0.32	0.27	1.66	1.56	1.57	-0.10	-0.09	0.37	0.41	0.38	0.04	0.01
	950	50	3.19	3.58	3.56	0.40	0.38	2.02	1.94	1.93	-0.08	-0.09	0.41	0.46	0.43	0.05	0.02
	1150	100	3.29	3.74	3.68	0.45	0.39	2.37	2.20	2.23	-0.17	-0.14	0.41	0.47	0.44	0.06	0.02
	1350	200	3.33	3.73	3.74	0.41	0.42	2.57	2.48	2.44	-0.10	-0.13	0.41	0.46	0.44	0.05	0.03
	1600	500	3.54	3.85	3.88	0.31	0.34	2.79	2.71	2.65	-0.08	-0.14	0.43	0.47	0.45	0.04	0.02
PC-09	700	20	2.82	3.07	2.91	0.25	0.08	1.58	1.47	1.59	-0.11	0.01	0.36	0.40	0.36	0.04	0.00
	950	50	3.21	3.56	3.40	0.35	0.19	1.94	1.83	1.95	-0.10	0.02	0.40	0.45	0.41	0.05	0.01
	1150	100	3.32	3.73	3.53	0.41	0.21	2.28	2.08	2.25	-0.19	-0.03	0.41	0.47	0.42	0.06	0.01
	1350	200	3.34	3.70	3.59	0.36	0.26	2.49	2.39	2.46	-0.11	-0.03	0.40	0.45	0.42	0.05	0.02
	1600	500	3.55	3.78	3.71	0.23	0.16	2.71	2.64	2.68	-0.08	-0.03	0.42	0.46	0.43	0.03	0.01

Tabella 4-4: Risultati numerici estratti nei punti in corrispondenza della sezione centrale del Fiume nella zona di interesse (punti "PC" in Figura 2-2).

	Q (m ³ /s)	Tr (anni)	VEL (m/s)				QUOTA (m Imm)				FROUDE (-)					
			PRP2008		C		PRP2008		C		PRP2008		C			
			A	C	Δ _{A-PRP}	Δ _{C-PRP}	A	C	Δ _{A-PRP}	Δ _{C-PRP}	A	C	Δ _{A-PRP}	Δ _{C-PRP}		
PM-01	700	20	2,48	2,35	2,27	-0,13	-0,20	2,22	2,32	2,31	0,10	0,10	0,35	0,32	-0,02	-0,03
	950	50	3,11	2,85	2,83	-0,25	-0,27	2,58	2,77	2,74	0,18	0,16	0,43	0,38	-0,04	-0,04
	1150	100	3,58	3,18	3,23	-0,40	-0,35	2,82	2,96	2,96	0,13	0,14	0,48	0,42	-0,06	-0,05
	1350	200	4,00	3,50	3,62	-0,49	-0,37	2,97	3,18	3,11	0,21	0,14	0,53	0,45	-0,07	-0,06
	1600	500	4,42	3,94	4,08	-0,48	-0,34	3,17	3,38	3,26	0,21	0,09	0,57	0,50	-0,07	-0,05
PM-02	700	20	2,09	1,97	1,96	-0,11	-0,13	2,24	2,33	2,32	0,10	0,09	0,29	0,28	-0,02	-0,02
	950	50	2,50	2,36	2,35	-0,15	-0,15	2,66	2,81	2,79	0,15	0,13	0,34	0,31	-0,02	-0,02
	1150	100	2,86	2,62	2,65	-0,24	-0,21	2,92	3,03	3,03	0,10	0,11	0,38	0,34	-0,03	-0,03
	1350	200	3,21	2,89	2,96	-0,32	-0,26	3,08	3,26	3,21	0,18	0,13	0,42	0,37	-0,04	-0,04
	1600	500	3,61	3,24	3,32	-0,37	-0,30	3,30	3,49	3,40	0,19	0,11	0,46	0,41	-0,05	-0,04
PM-03	700	20	1,95	1,79	1,81	-0,16	-0,14	2,22	2,33	2,31	0,11	0,09	0,27	0,25	-0,03	-0,03
	950	50	2,25	2,07	2,11	-0,18	-0,15	2,66	2,83	2,79	0,17	0,13	0,30	0,28	-0,03	-0,02
	1150	100	2,51	2,28	2,33	-0,24	-0,19	2,95	3,06	3,05	0,11	0,11	0,33	0,30	-0,03	-0,03
	1350	200	2,80	2,49	2,56	-0,31	-0,24	3,12	3,31	3,25	0,19	0,12	0,36	0,32	-0,04	-0,03
	1600	500	3,12	2,76	2,84	-0,36	-0,28	3,36	3,56	3,47	0,20	0,10	0,40	0,35	-0,05	-0,04
PM-04	700	20	1,86	1,71	1,75	-0,15	-0,11	2,19	2,31	2,29	0,12	0,09	0,26	0,24	-0,02	-0,02
	950	50	2,11	1,94	1,98	-0,17	-0,12	2,64	2,81	2,77	0,17	0,13	0,28	0,26	-0,03	-0,02
	1150	100	2,30	2,10	2,15	-0,20	-0,15	2,94	3,06	3,04	0,11	0,10	0,30	0,27	-0,03	-0,02
	1350	200	2,53	2,27	2,33	-0,25	-0,19	3,13	3,32	3,25	0,19	0,12	0,33	0,29	-0,04	-0,03
	1600	500	2,78	2,49	2,55	-0,29	-0,23	3,39	3,58	3,48	0,19	0,09	0,35	0,31	-0,04	-0,03
PM-05	700	20	1,69	1,61	1,59	-0,08	-0,10	2,19	2,29	2,28	0,11	0,09	0,23	0,21	-0,01	-0,01
	950	50	1,89	1,79	1,78	-0,10	-0,11	2,64	2,80	2,77	0,16	0,13	0,24	0,23	-0,02	-0,02
	1150	100	2,06	1,93	1,93	-0,14	-0,14	2,95	3,05	3,05	0,11	0,10	0,26	0,24	-0,02	-0,02
	1350	200	2,26	2,09	2,09	-0,17	-0,17	3,14	3,32	3,26	0,17	0,11	0,28	0,25	-0,03	-0,03
	1600	500	2,46	2,27	2,27	-0,19	-0,19	3,41	3,58	3,49	0,17	0,09	0,30	0,27	-0,03	-0,03
PM-06	700	20	1,49	1,49	1,44	0,00	-0,05	2,21	2,30	2,30	0,09	0,09	0,19	0,19	0,00	0,00
	950	50	1,66	1,65	1,59	-0,01	-0,07	2,68	2,82	2,80	0,14	0,12	0,20	0,20	0,00	-0,01
	1150	100	1,81	1,75	1,71	-0,05	-0,09	2,99	3,08	3,08	0,09	0,09	0,22	0,21	-0,01	-0,01
	1350	200	1,97	1,91	1,86	-0,06	-0,11	3,19	3,35	3,29	0,15	0,10	0,23	0,22	-0,01	-0,02
	1600	500	2,14	2,07	2,02	-0,07	-0,12	3,47	3,62	3,54	0,15	0,06	0,25	0,24	-0,01	-0,01
PM-07	700	20	1,46	1,44	1,44	-0,02	-0,02	2,20	2,30	2,28	0,10	0,09	0,19	0,18	0,00	0,00
	950	50	1,62	1,59	1,56	-0,03	-0,06	2,66	2,81	2,79	0,15	0,13	0,20	0,19	-0,01	-0,01
	1150	100	1,75	1,69	1,67	-0,06	-0,08	2,98	3,07	3,07	0,09	0,09	0,21	0,20	-0,01	-0,01
	1350	200	1,89	1,82	1,79	-0,06	-0,10	3,19	3,34	3,29	0,15	0,10	0,23	0,22	-0,01	-0,01
	1600	500	2,03	1,97	1,93	-0,05	-0,09	3,47	3,62	3,53	0,15	0,06	0,24	0,23	-0,01	-0,01
PM-08	700	20	1,59	1,55	1,55	-0,04	-0,04	2,16	2,26	2,25	0,10	0,09	0,21	0,20	-0,01	-0,01
	950	50	1,70	1,65	1,65	-0,05	-0,05	2,63	2,79	2,76	0,15	0,12	0,21	0,20	-0,01	-0,01
	1150	100	1,82	1,74	1,75	-0,08	-0,07	2,95	3,04	3,04	0,10	0,09	0,22	0,21	-0,01	-0,01
	1350	200	1,95	1,88	1,88	-0,08	-0,08	3,15	3,31	3,25	0,16	0,10	0,23	0,22	-0,01	-0,01
	1600	500	2,07	2,01	2,01	-0,05	-0,06	3,44	3,59	3,50	0,15	0,06	0,24	0,23	-0,01	-0,01
PM-09	700	20	1,91	1,86	1,60	-0,05	-0,32	2,08	2,19	2,23	0,11	0,15	0,25	0,24	-0,01	-0,06
	950	50	1,94	1,93	1,61	-0,01	-0,34	2,57	2,72	2,75	0,15	0,18	0,24	0,24	0,00	-0,06
	1150	100	2,08	2,04	1,71	-0,04	-0,36	2,88	2,97	3,03	0,10	0,15	0,25	0,25	-0,01	-0,06
	1350	200	2,22	2,18	1,84	-0,04	-0,38	3,07	3,23	3,24	0,15	0,17	0,27	0,26	-0,01	-0,06
	1600	500	2,33	2,32	1,97	0,00	-0,36	3,35	3,49	3,48	0,14	0,13	0,27	0,27	0,00	-0,06

Tabella 4-5: Risultati numerici estratti nei punti a monte della zona di interesse (punti "PM" in Figura 2-2).

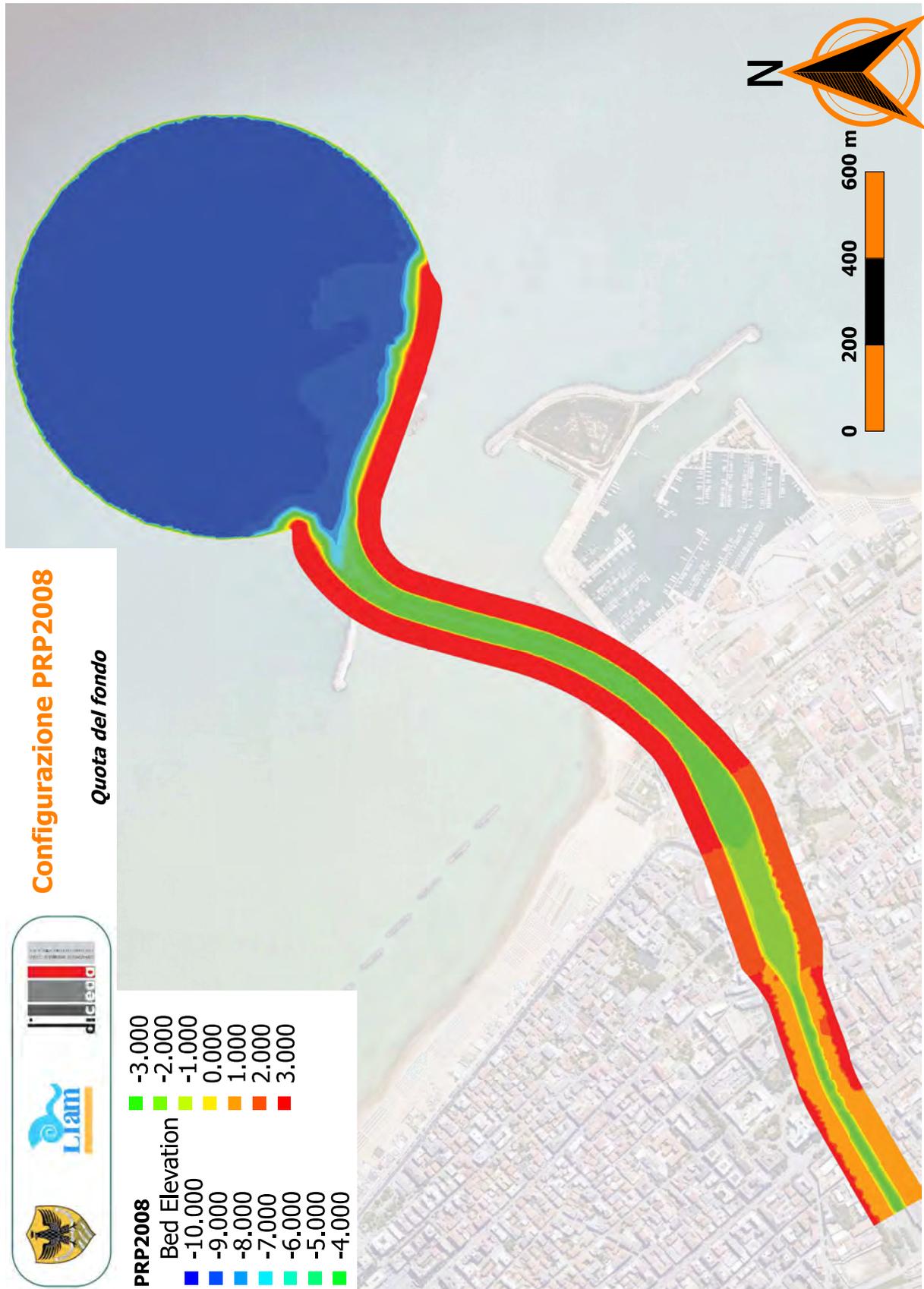
5 Bibliografia

- Vetsch D., Siviglia A., Caponi F., Ehrbar D., Gerke E., Kammerer S., Koch A., Peter S., Vanzo D., Vonwiller L., Facchini M., Gerber M., Volz C., Farshi D., Mueller R., Rousselot P., Veprek R., Faeh R. System Manuals of BASEMENT, Version 2.8. Laboratory of Hydraulics, Glaciology and Hydrology (VAW). ETH Zurich. 2018.
- Redazione del Piano Stralcio Difesa Alluvioni (PSDA)- Studio idrologico per la valutazione delle piene, Regione Abruzzo, 2008.
- Attività di approfondimento tecnico svolta nell'ambito delle verifiche di sicurezza idraulica nel tratto terminale del fiume Pescara, Commissario liquidatore dell'Autorità dei bacini di rilievo regionale abruzzesi ed interregionale del fiume Sangro, 2015.
- Verifica di compatibilità idraulica della proposta di PRP della città di Pescara, DHI S.r.l., 2015;
- Approfondimenti e implementazioni degli studi idraulici e di morfodinamica fluviale e costiera a corredo del P.R.P. di Pescara, Beta Studio s.r.l., 2016.
- Intervento di riduzione del rischio idraulico nel Bacino Idrografico del Fiume Aterno – Pescara. Opere di laminazione delle piene del fiume Pescara. Beta Studio s.r.l., 2016.
- Progetto di Fattibilità Tecnica ed Economica della Deviazione del Porto Canale di Pescara. Studio Meteomarino. ARAP, 2017.
- Rapporto tecnico sulla piena del fiume Pescara verificatasi dall'1 al 6 dicembre 2013 – Osservazioni preliminari. Rev. 2 del 26 febbraio 2014 (ARTA Abruzzo, Febbraio 2014).
- Autorità dei bacini di rilievo regionale abruzzesi ed interregionali del fiume Sangro e Genio Civile di Pescara, "Attività di approfondimento tecnico svolta nell'ambito delle verifiche di sicurezza idraulica nel tratto terminale del fiume Pescara" (12 maggio 2015 prot. RA/125629 e 03 luglio 2015 prot. RA/177196)

- DHI S.r.l.: "Verifica di compatibilità idraulica della proposta di P.R.P. della città di Pescara" (2015);
- Beta Studio s.r.l.: "Approfondimenti e implementazioni degli studi idraulici e di morfodinamica fluviale e costiera a corredo del P.R.P. di Pescara" (27 giugno 2016).

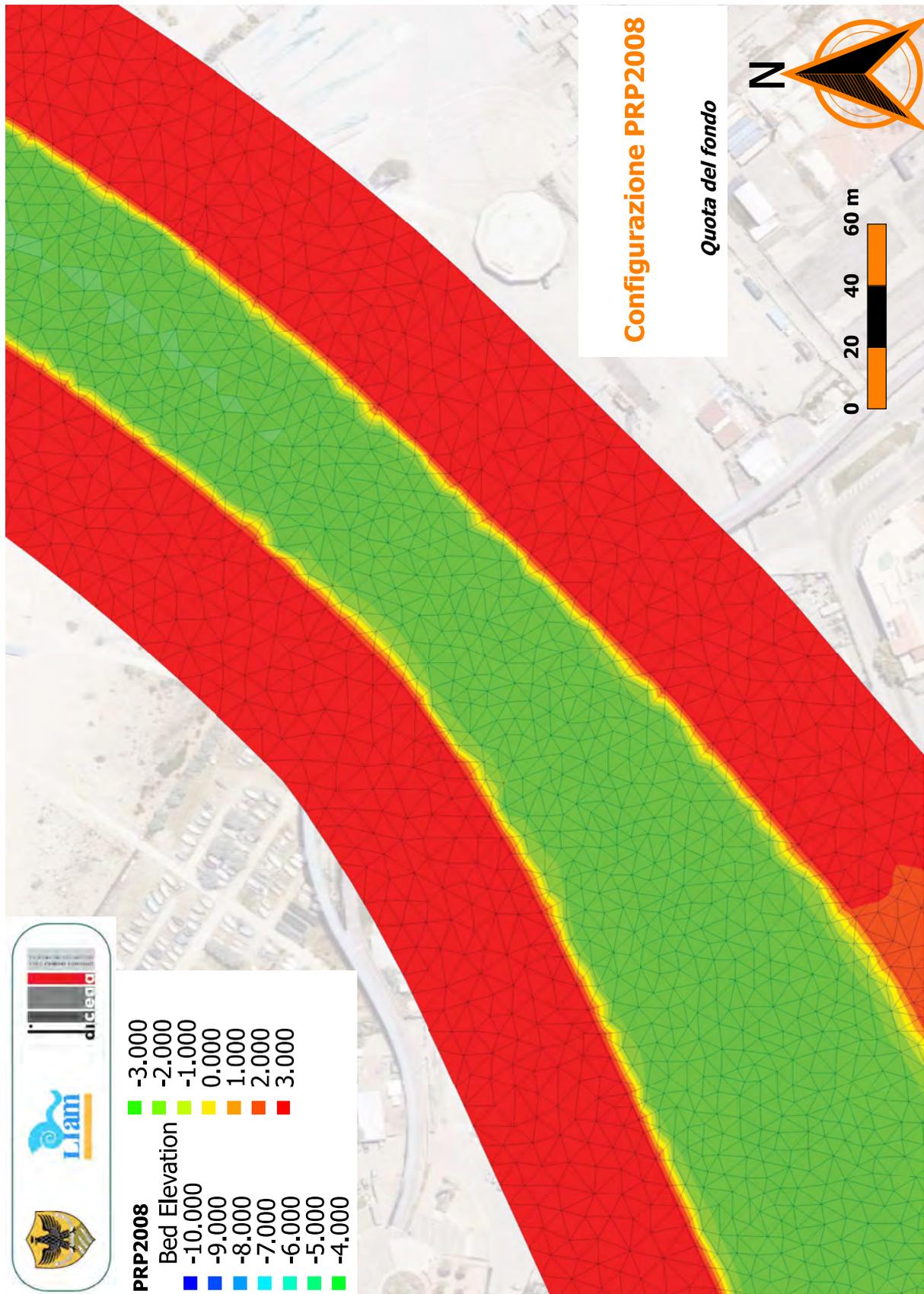
A Risultati Numerici: dettagli grafici

A.1 Griglie di calcolo



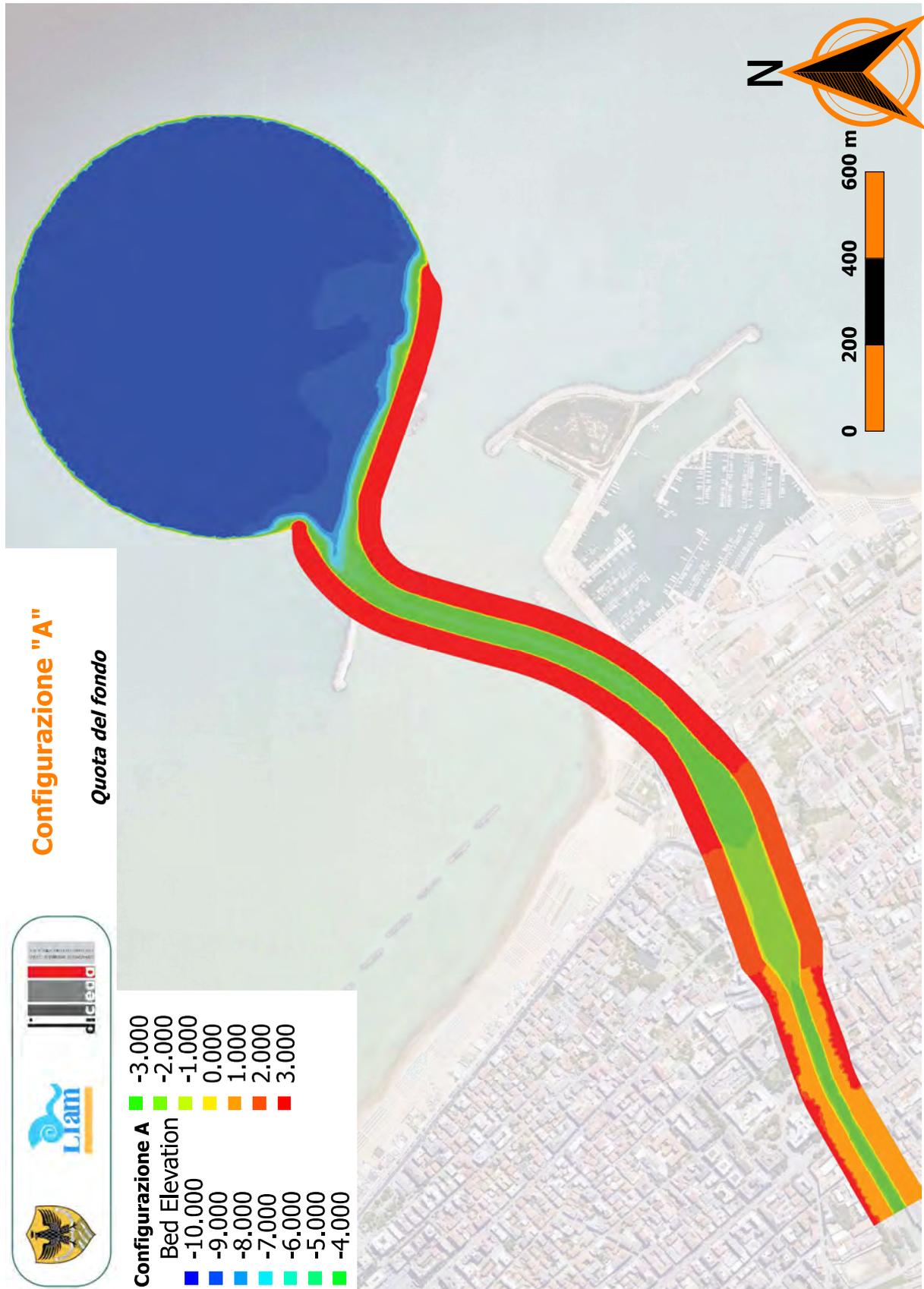
A.1

Figura A-1: Configurazione PRP2008. Distribuzione spaziale della quota del fondo.



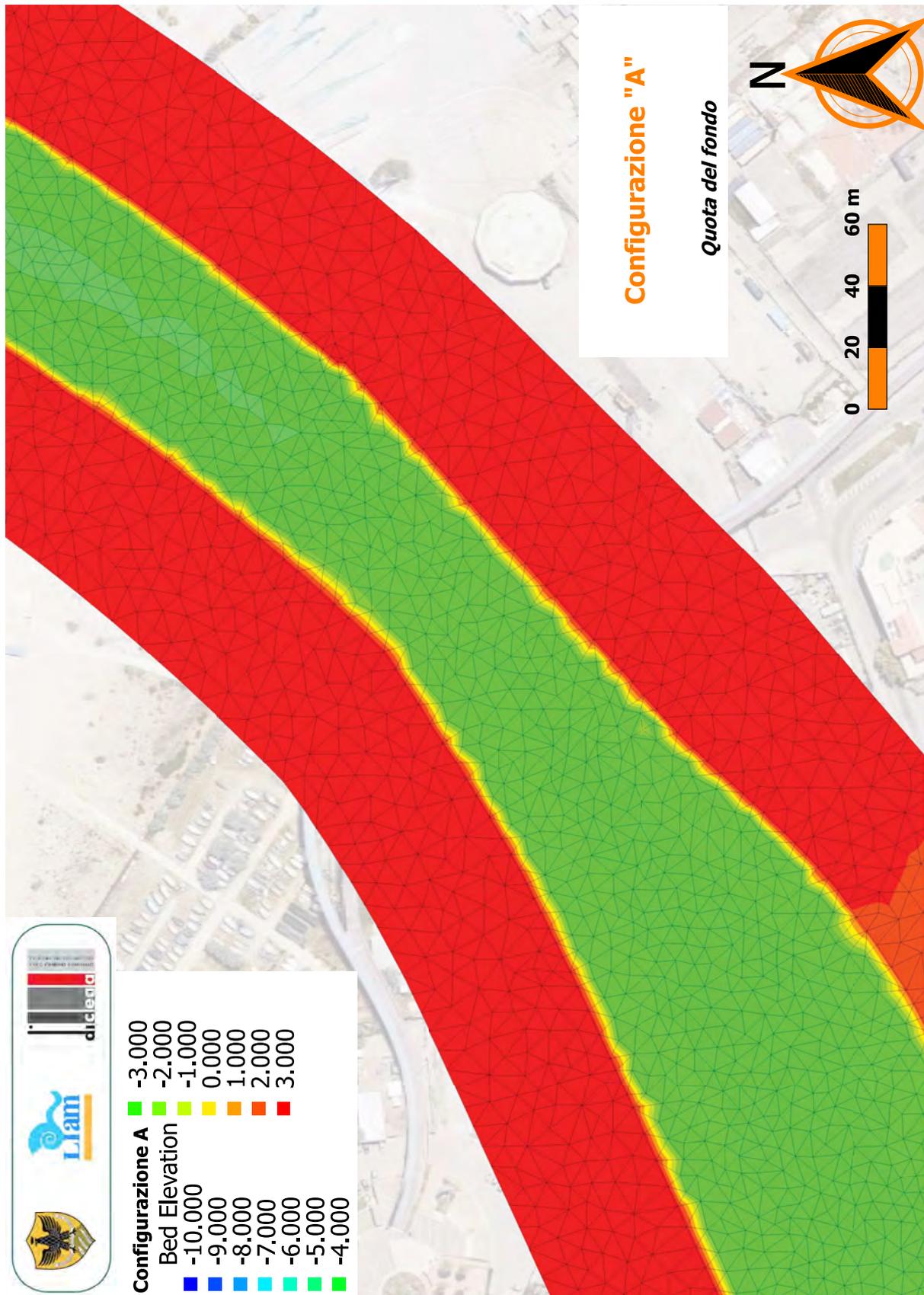
A.1

Figura A-2: Configurazione PRP2008. Distribuzione spaziale della quota del fondo. Dettaglio della zona di interesse.



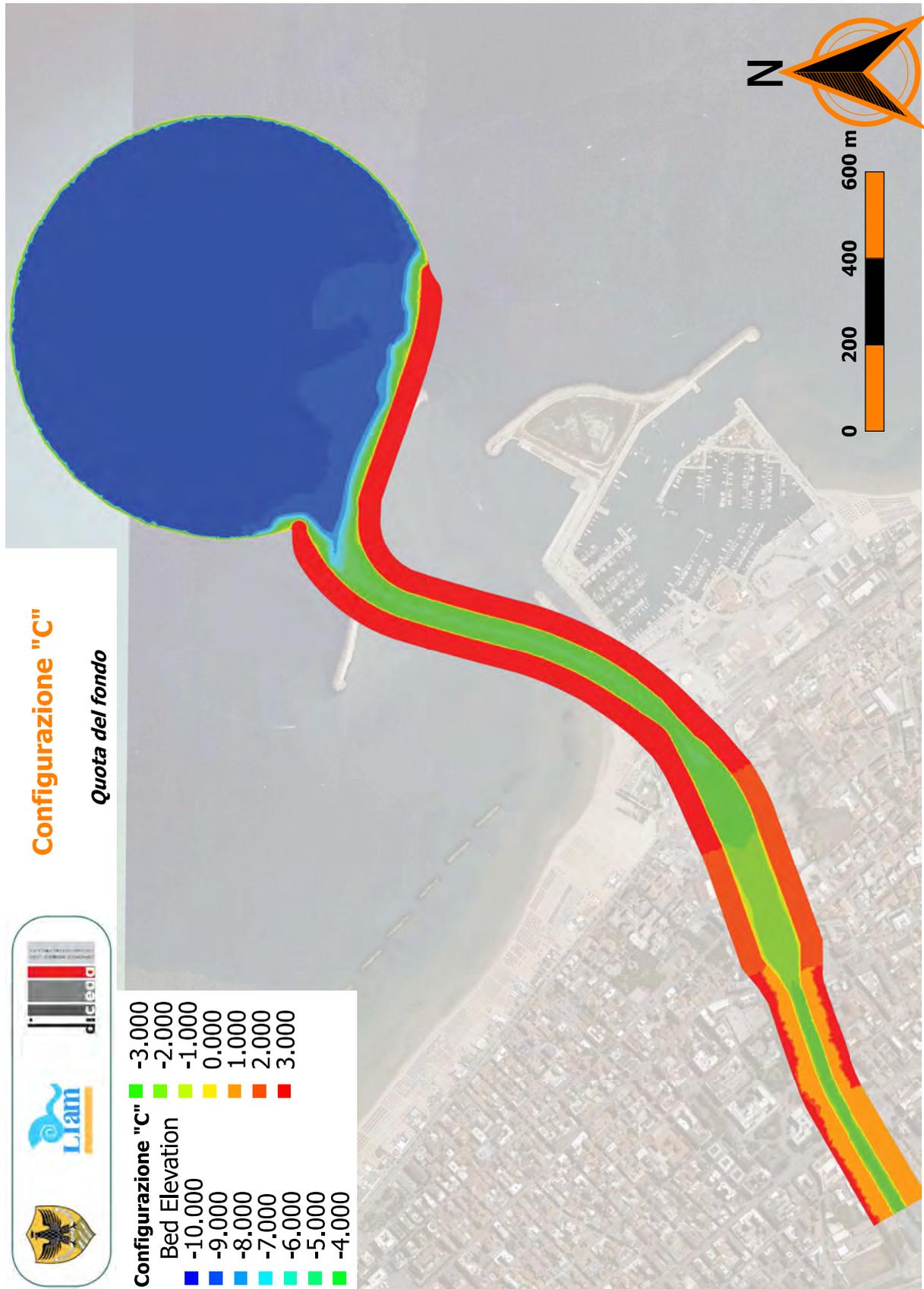
A.1

Figura A-3: Configurazione A. Discretizzazione della configurazione del fondo.



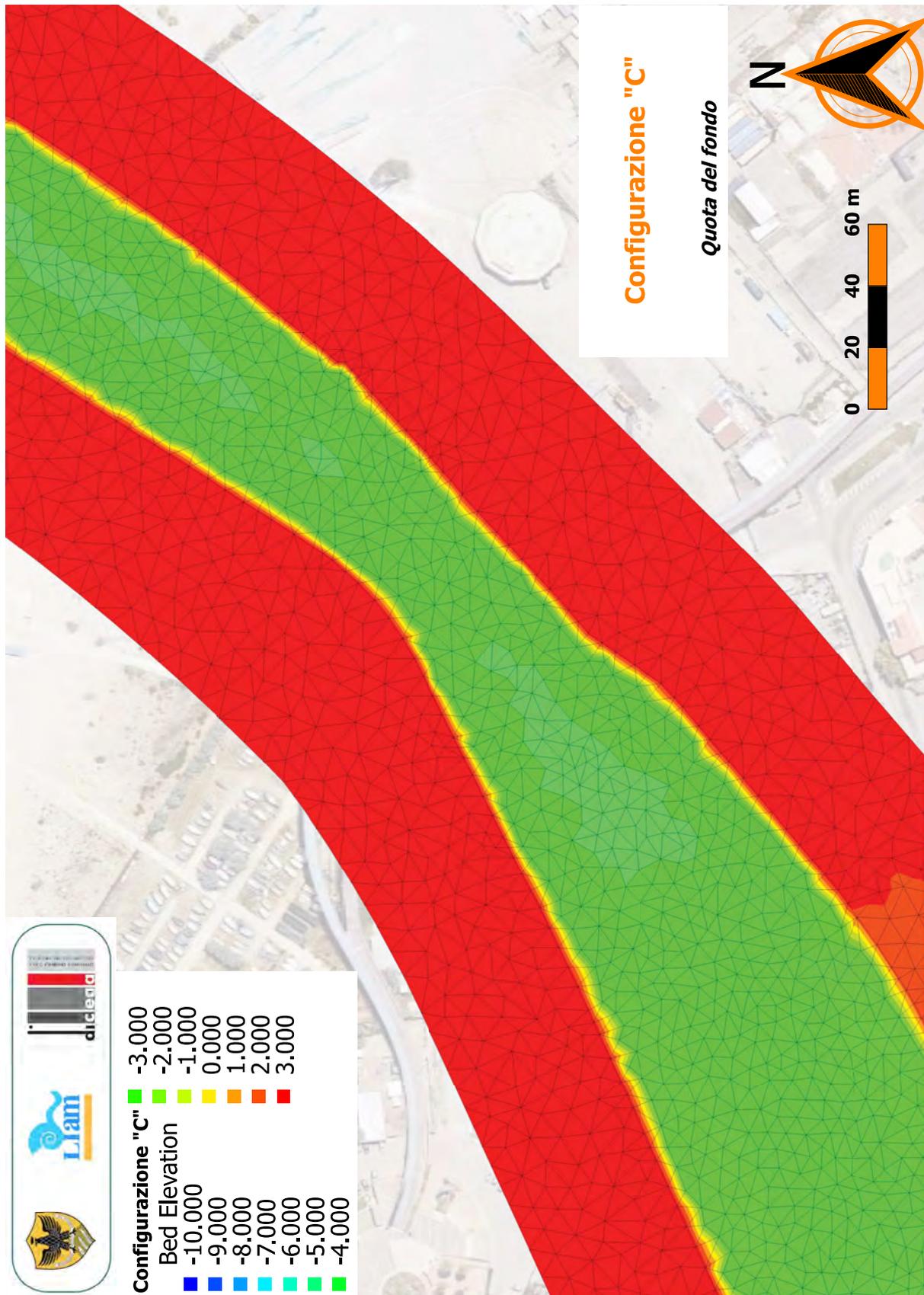
A.1

Figura A-4: Configurazione A. Distribuzione spaziale della quota del fondo. Dettaglio della zona di interesse.



A.1

Figura A-5: Configurazione C. Distribuzione spaziale della quota del fondo.



A.1

Figura A-6: Configurazione C. Distribuzione spaziale della quota del fondo. Dettaglio della zona di interesse.

A.2 Campi di velocità



A.2

Figura A-7: Configurazione PRP2008. Distribuzione spaziale dell'intensità di velocità ($T_R = 20$ anni).



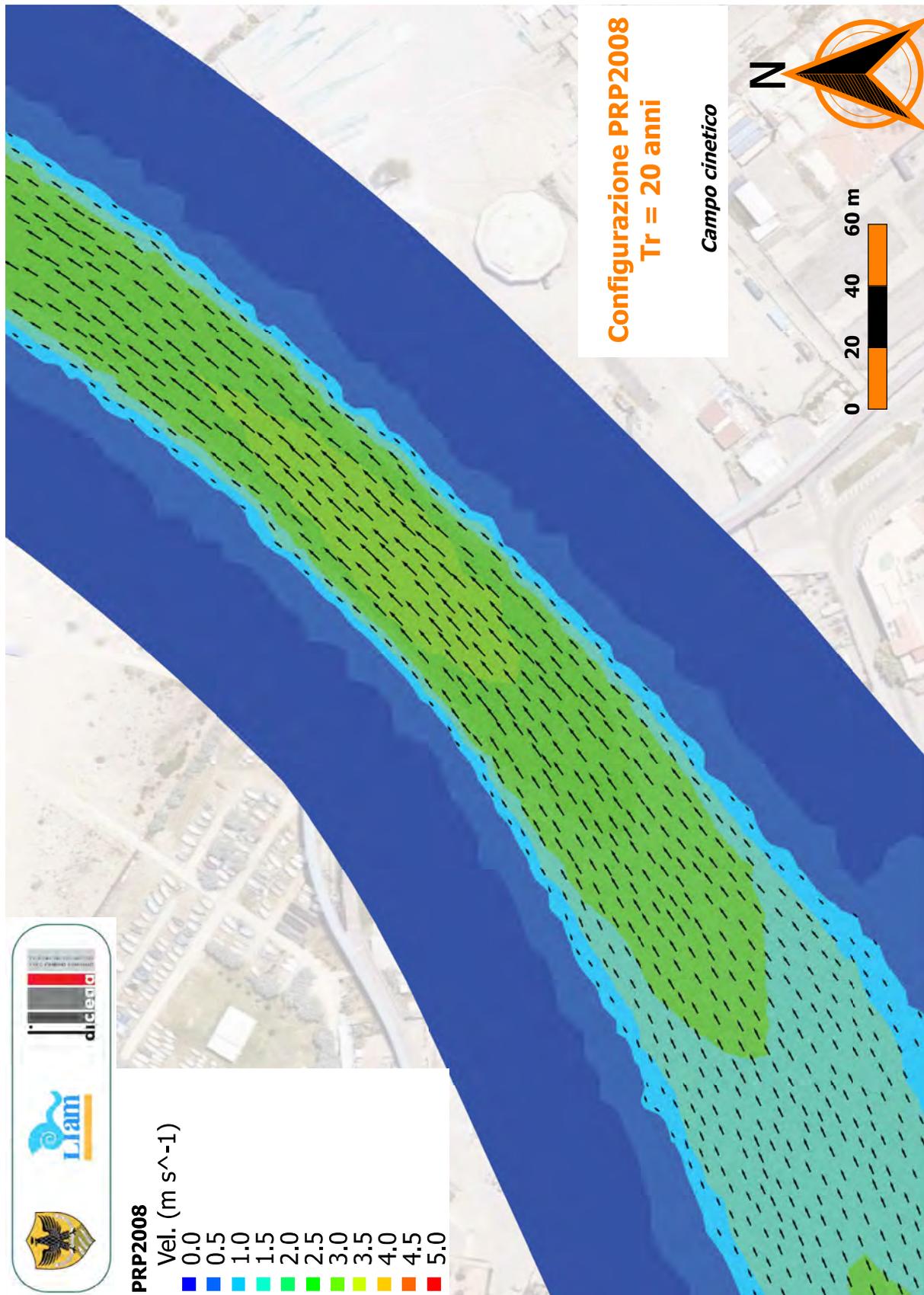
A.2

Figura A-8: Configurazione A. Distribuzione spaziale dell'intensità di velocità ($T_R = 20$ anni).



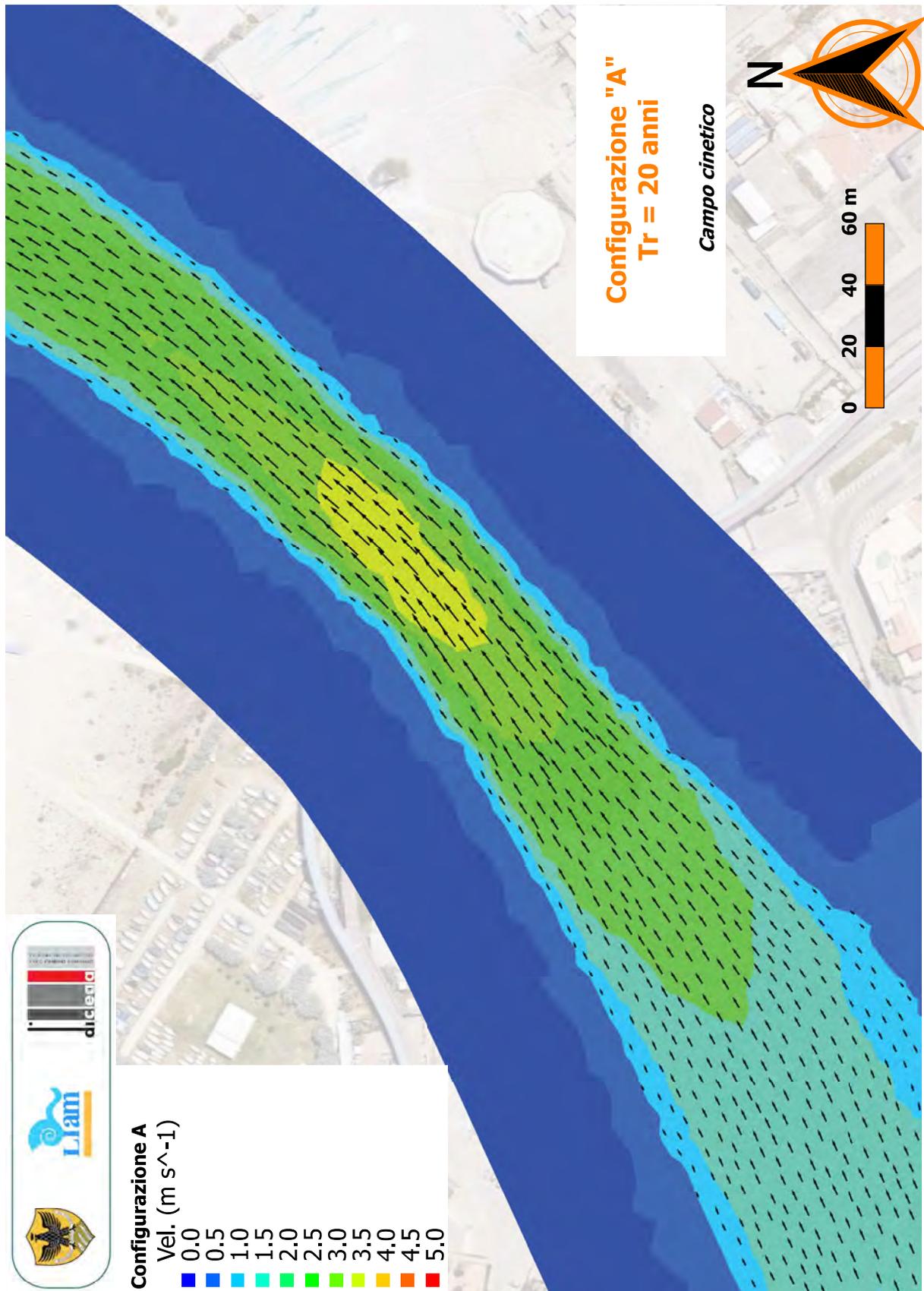
A.2

Figura A-9: Configurazione C. Distribuzione spaziale dell'intensità di velocità ($T_R = 20$ anni).



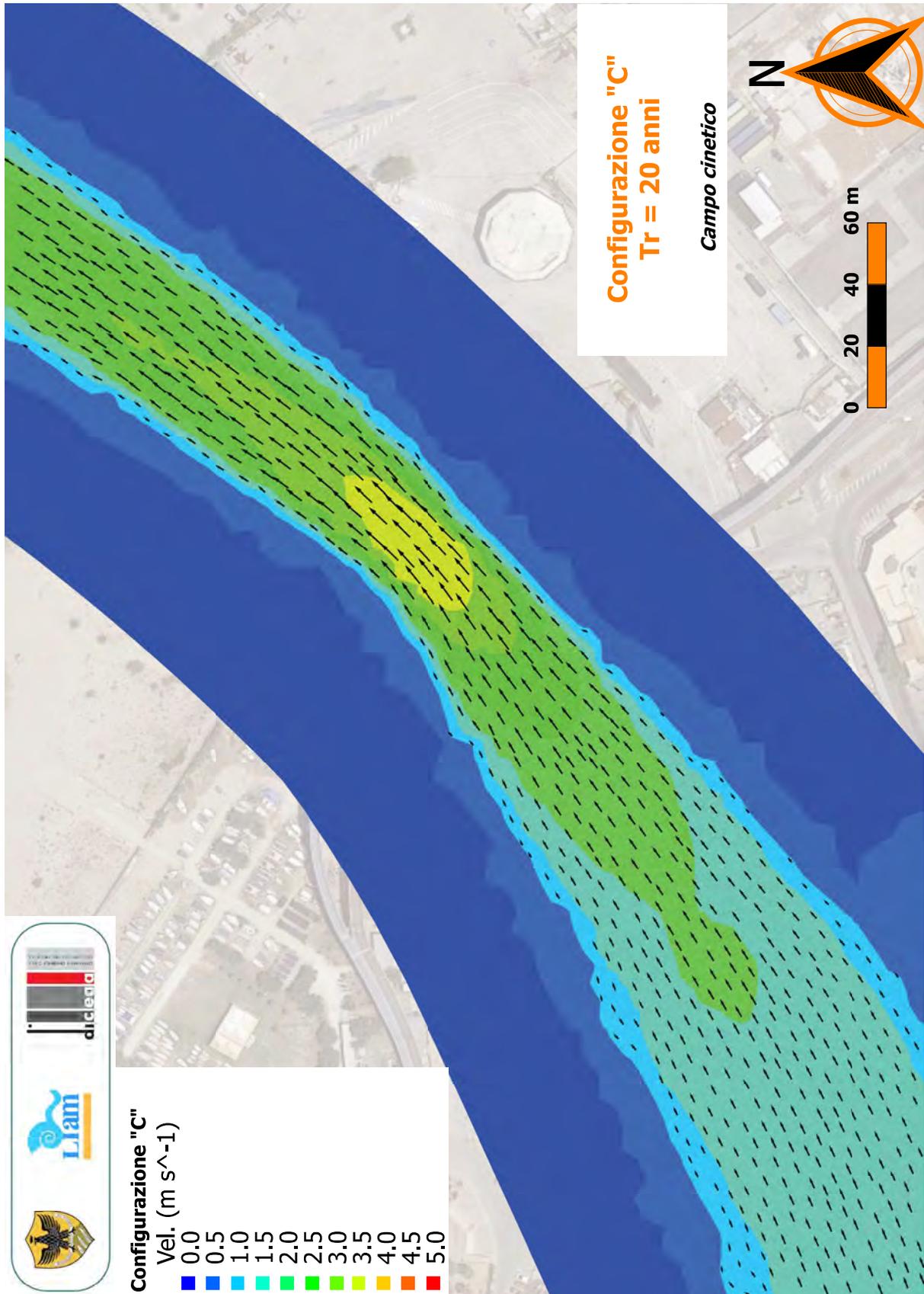
A.2

Figura A-10: Configurazione PRP2008. Distribuzione spaziale dell'intensità di velocità ($T_R = 20$ anni). Dettaglio della zona di interesse.



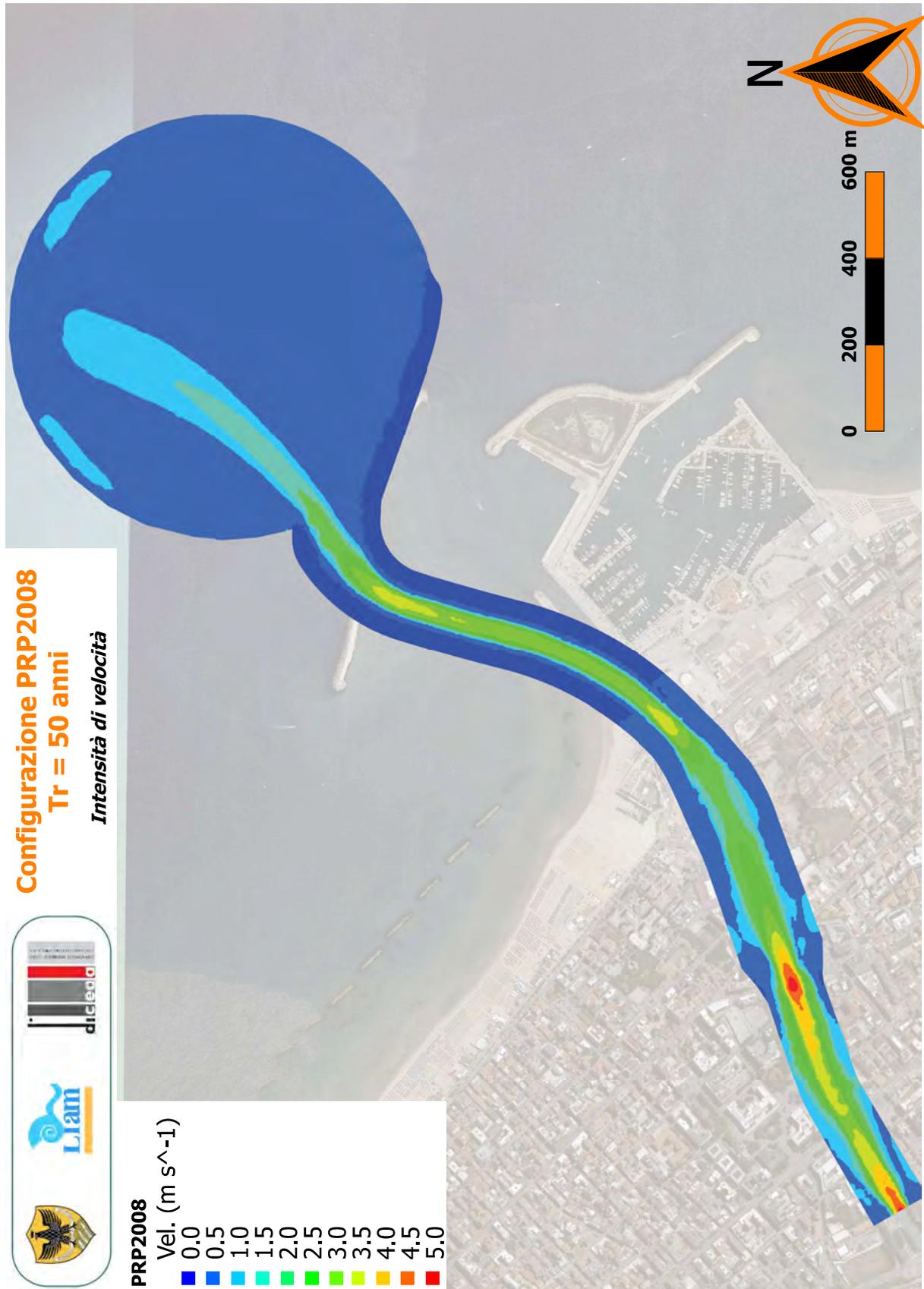
A.2

Figura A-11: Configurazione A. Distribuzione spaziale dell'intensità di velocità ($T_R = 20$ anni). Dettaglio della zona di interesse.



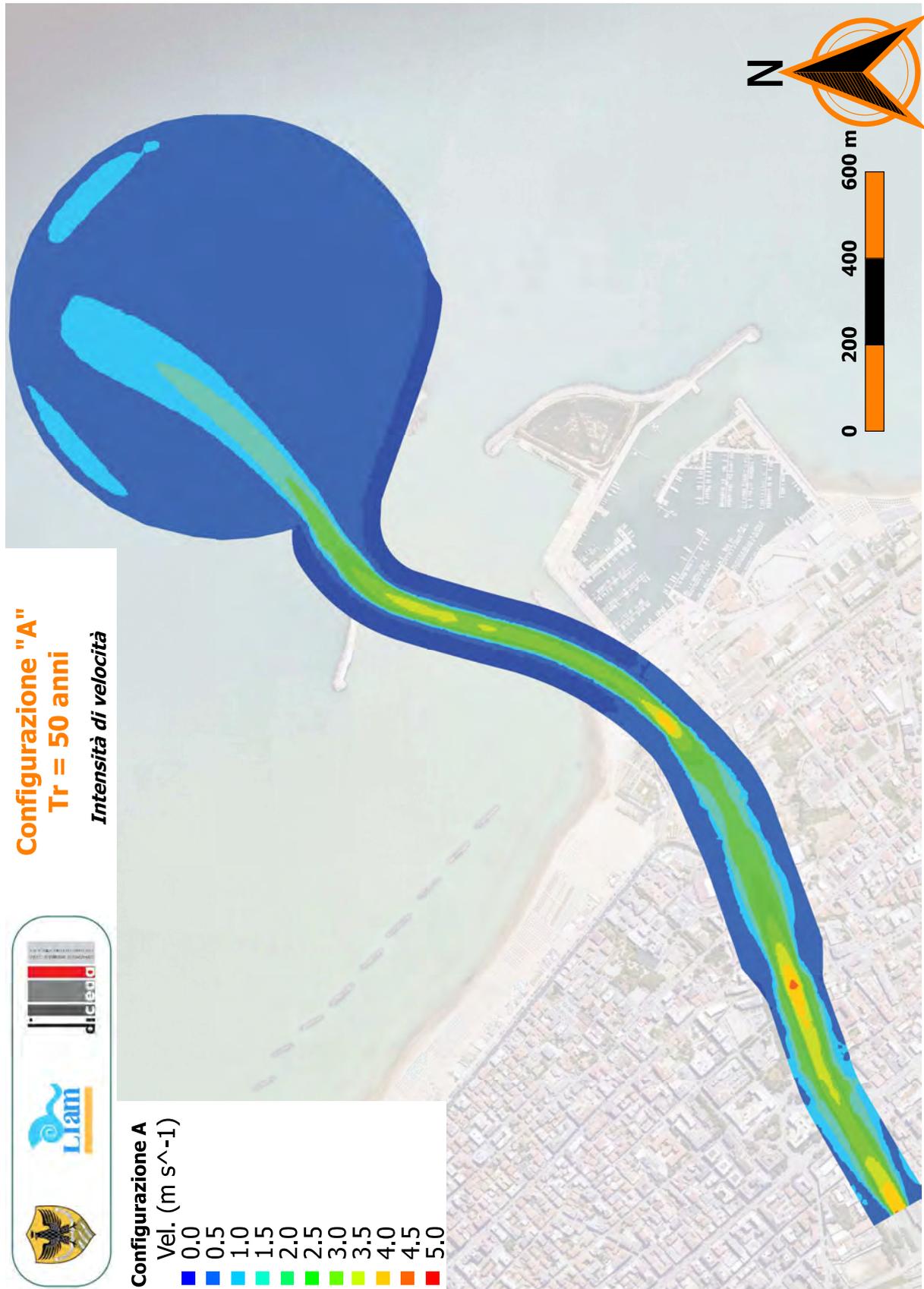
A.2

Figura A-12: Configurazione C. Distribuzione spaziale dell'intensità di velocità ($T_R = 20$ anni). Dettaglio della zona di interesse.



A.2

Figura A-13: Configurazione PRP2008. Distribuzione spaziale dell'intensità di velocità ($T_R = 50$ anni).



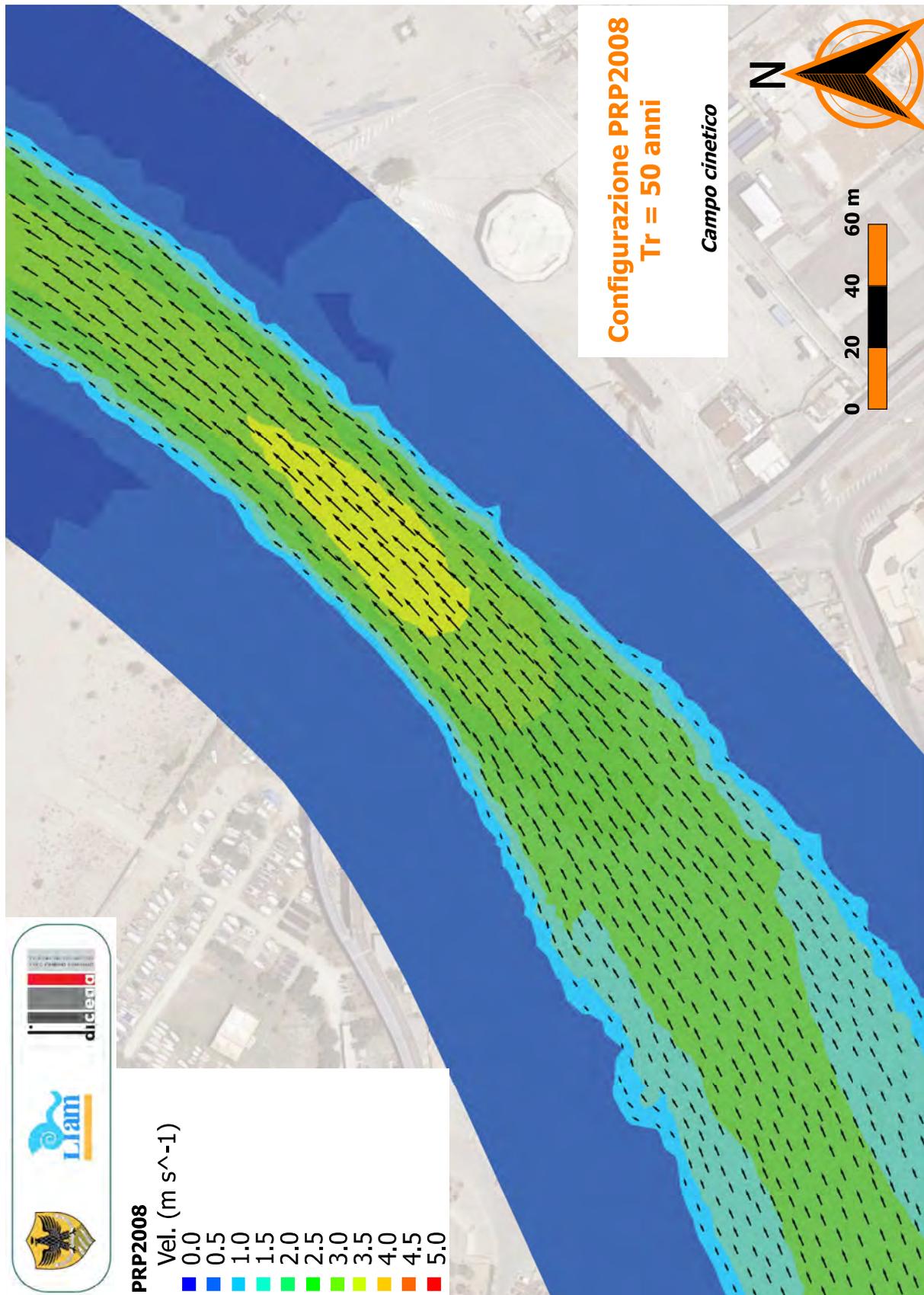
A.2

Figura A-14: Configurazione A. Distribuzione spaziale dell'intensità di velocità ($T_R = 50$ anni).



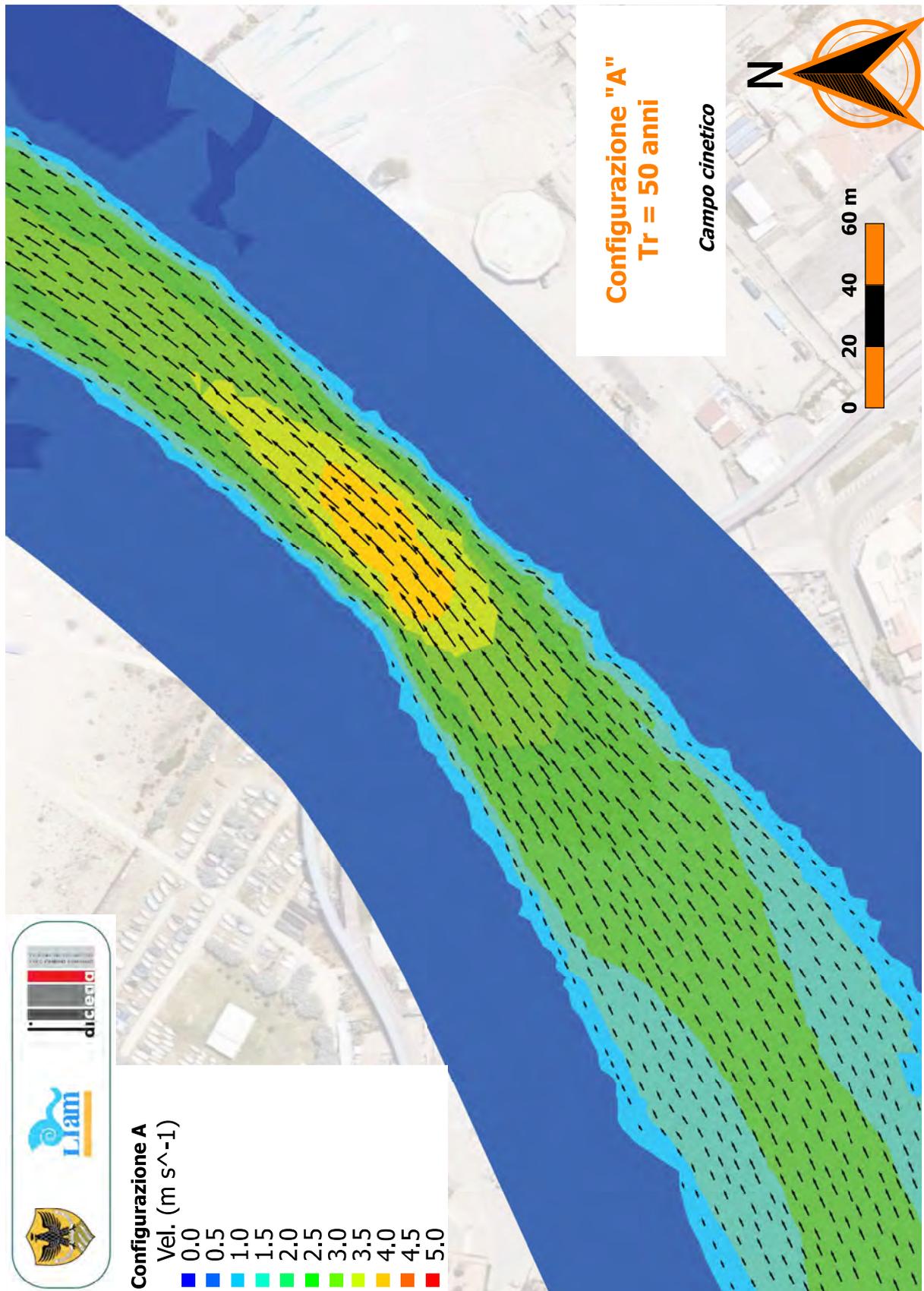
A.2

Figura A-15: Configurazione C. Distribuzione spaziale dell'intensità di velocità ($T_R = 50$ anni).



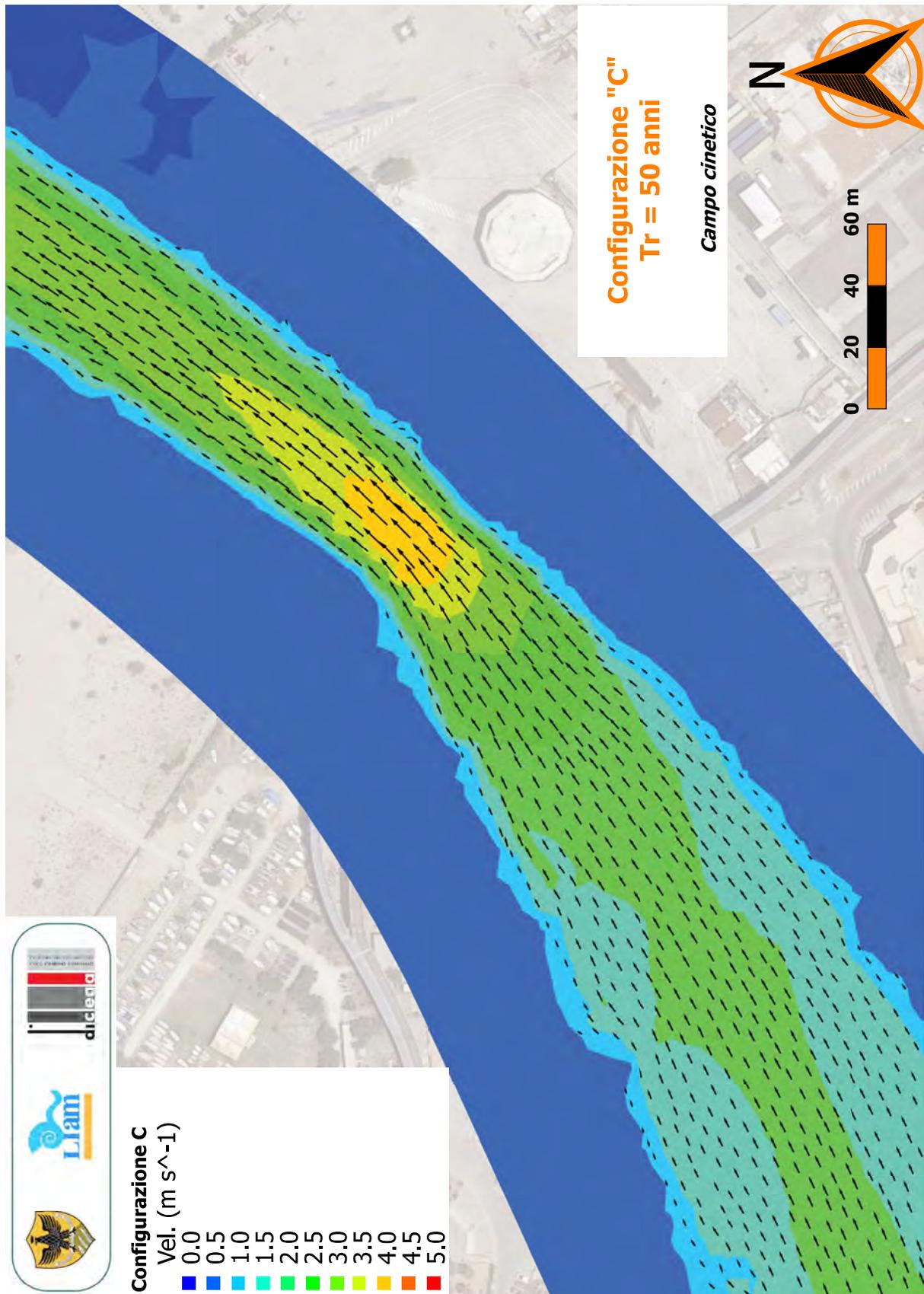
A.2

Figura A-16: Configurazione PRP2008. Distribuzione spaziale dell'intensità di velocità ($T_R = 50$ anni). Dettaglio della zona di interesse.



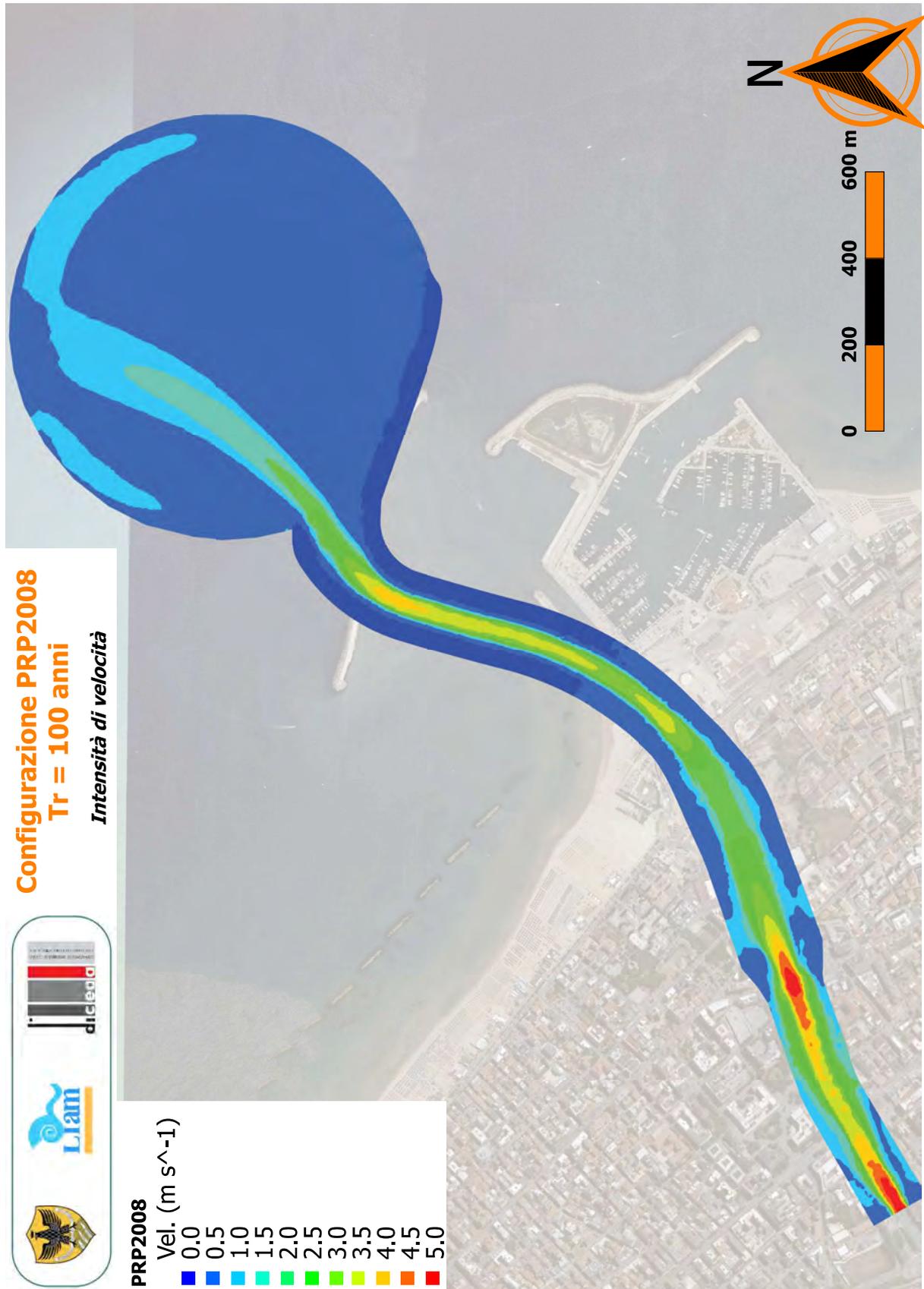
A.2

Figura A-17: Configurazione A. Distribuzione spaziale dell'intensità di velocità ($T_R = 50$ anni). Dettaglio della zona di interesse.



A.2

Figura A-18: Configurazione C. Distribuzione spaziale dell'intensità di velocità ($T_R = 50$ anni). Dettaglio della zona di interesse.



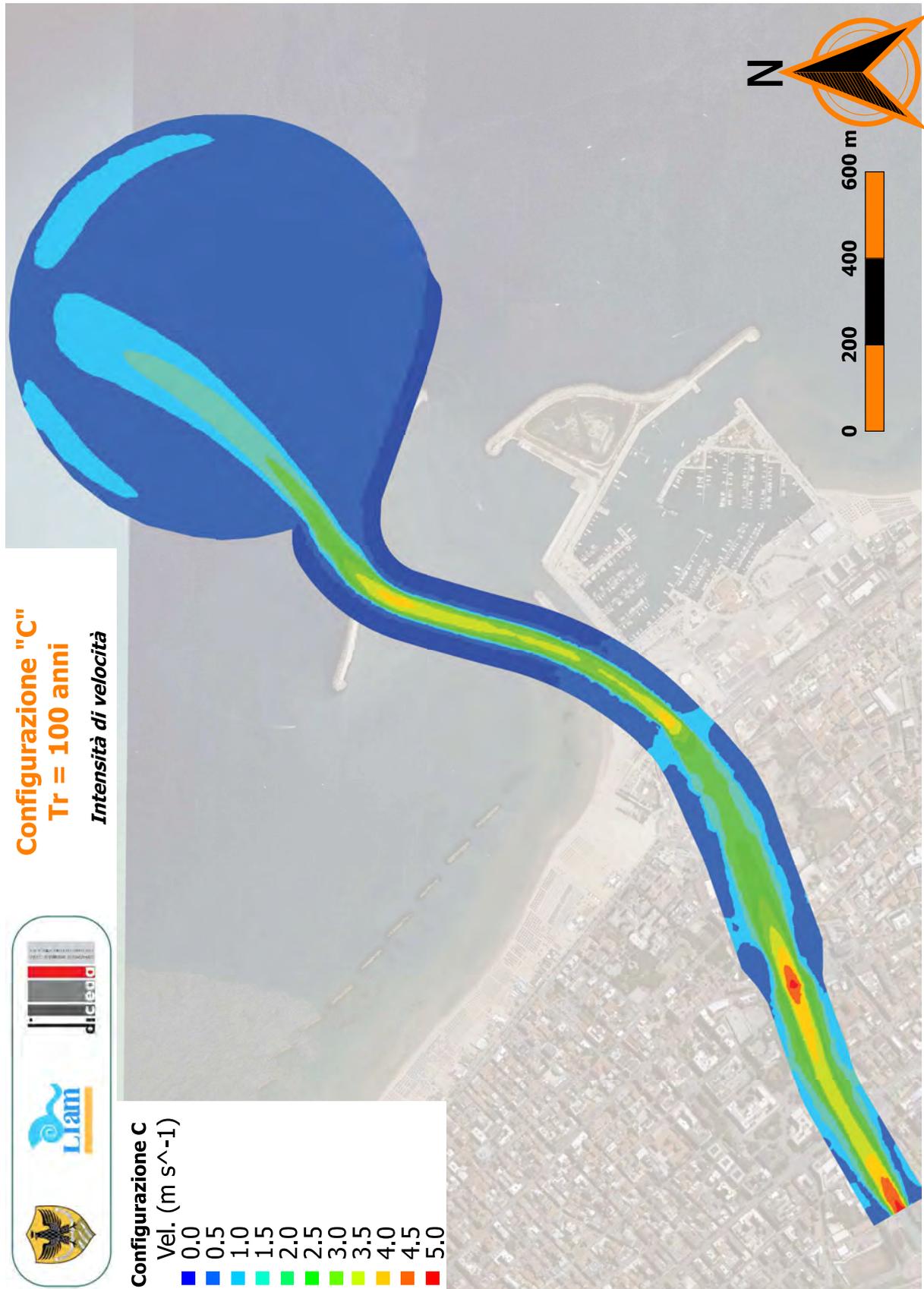
A.2

Figura A-19: Configurazione PRP2008. Distribuzione spaziale dell'intensità di velocità ($T_R = 100$ anni).



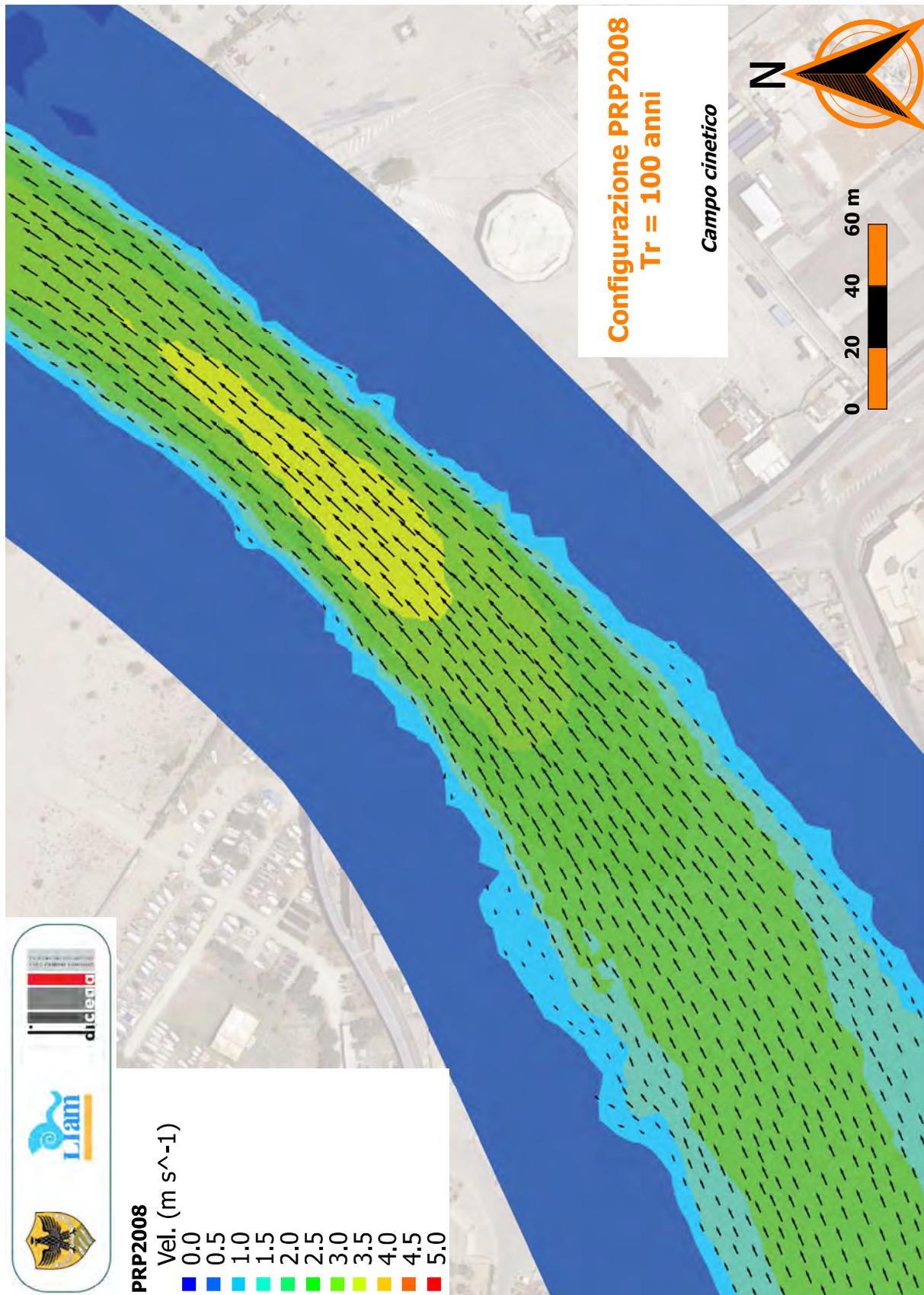
A.2

Figura A-20: Configurazione A. Distribuzione spaziale dell'intensità di velocità ($T_R = 100$ anni).



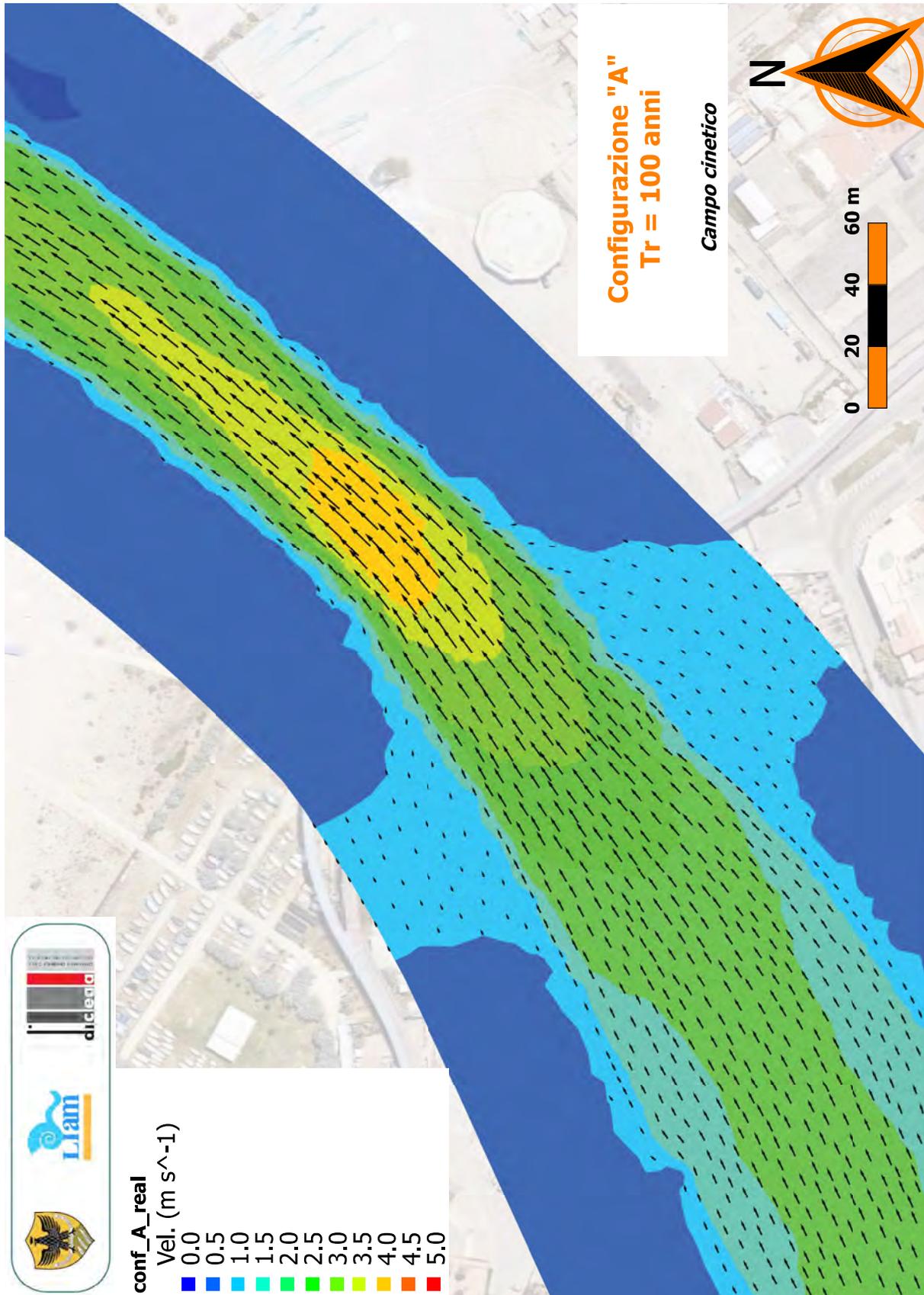
A.2

Figura A-21: Configurazione C. Distribuzione spaziale dell'intensità di velocità ($T_R = 100$ anni).



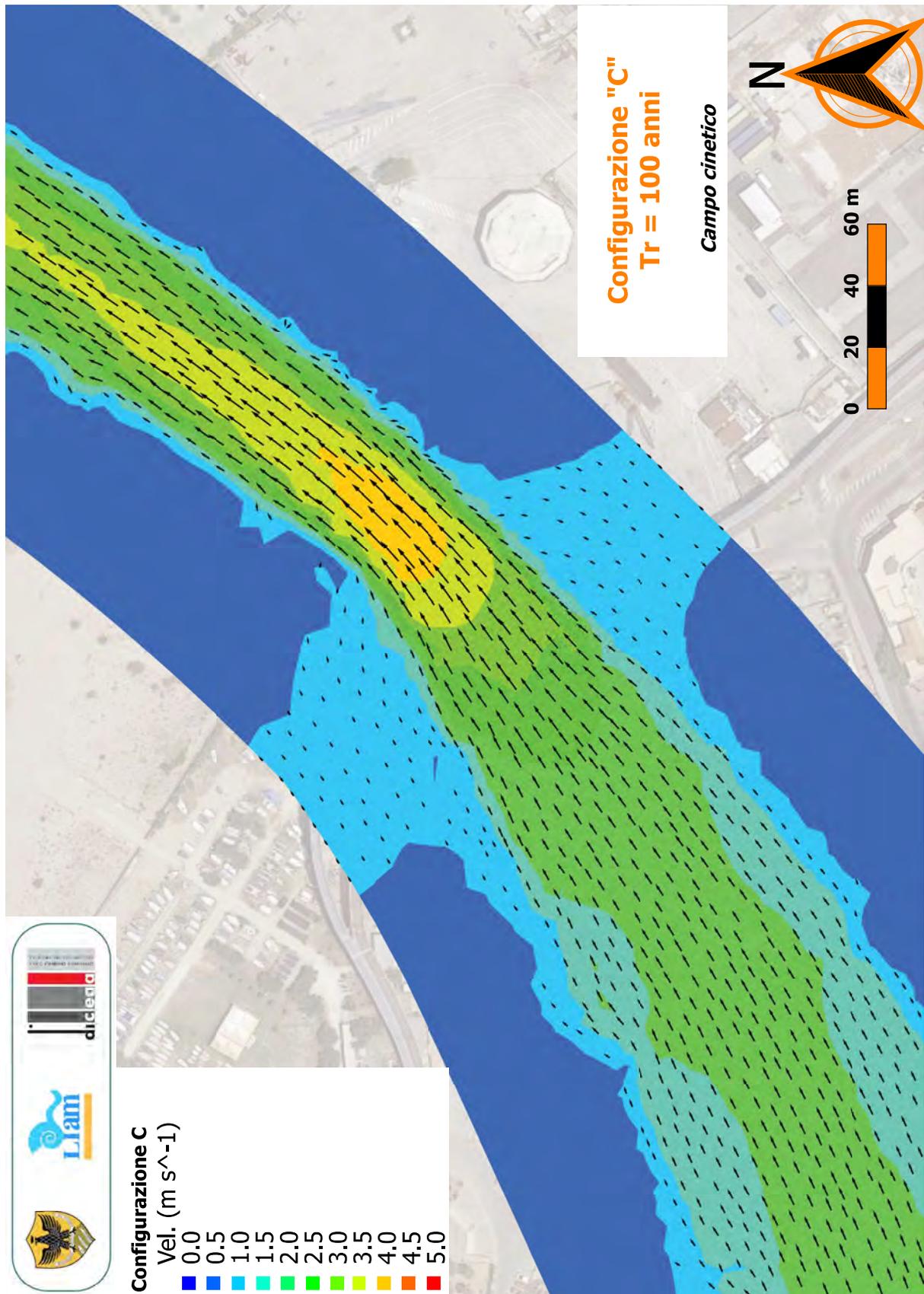
A.2

Figura A-22: Configurazione PRP2008. Distribuzione spaziale dell'intensità di velocità ($T_R = 100$ anni). Dettaglio della zona di interesse.



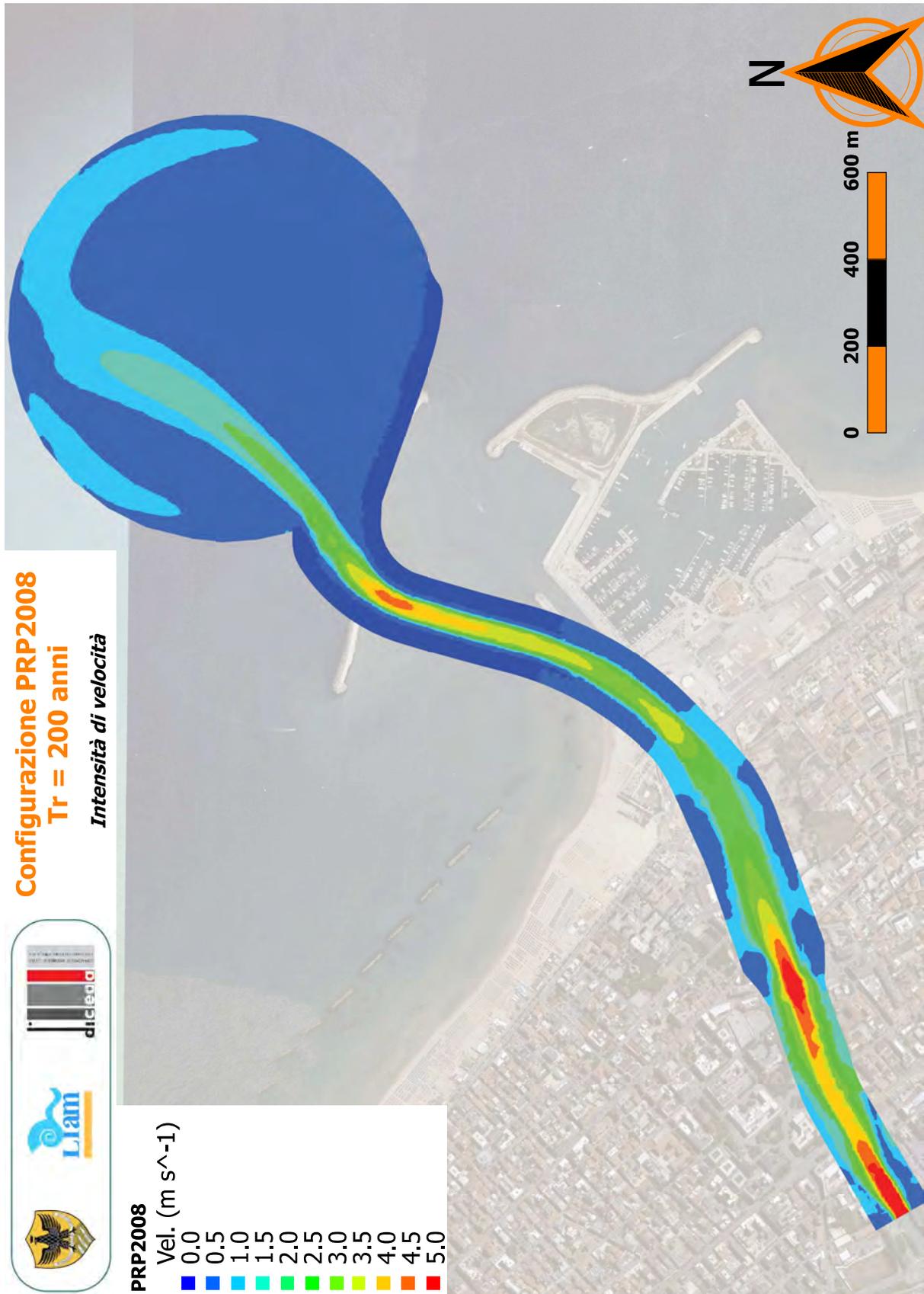
A.2

Figura A-23: Configurazione A. Distribuzione spaziale dell'intensità di velocità ($T_R = 100$ anni). Dettaglio della zona di interesse.



A.2

Figura A-24: Configurazione C. Distribuzione spaziale dell'intensità di velocità ($T_R = 100$ anni). Dettaglio della zona di interesse.



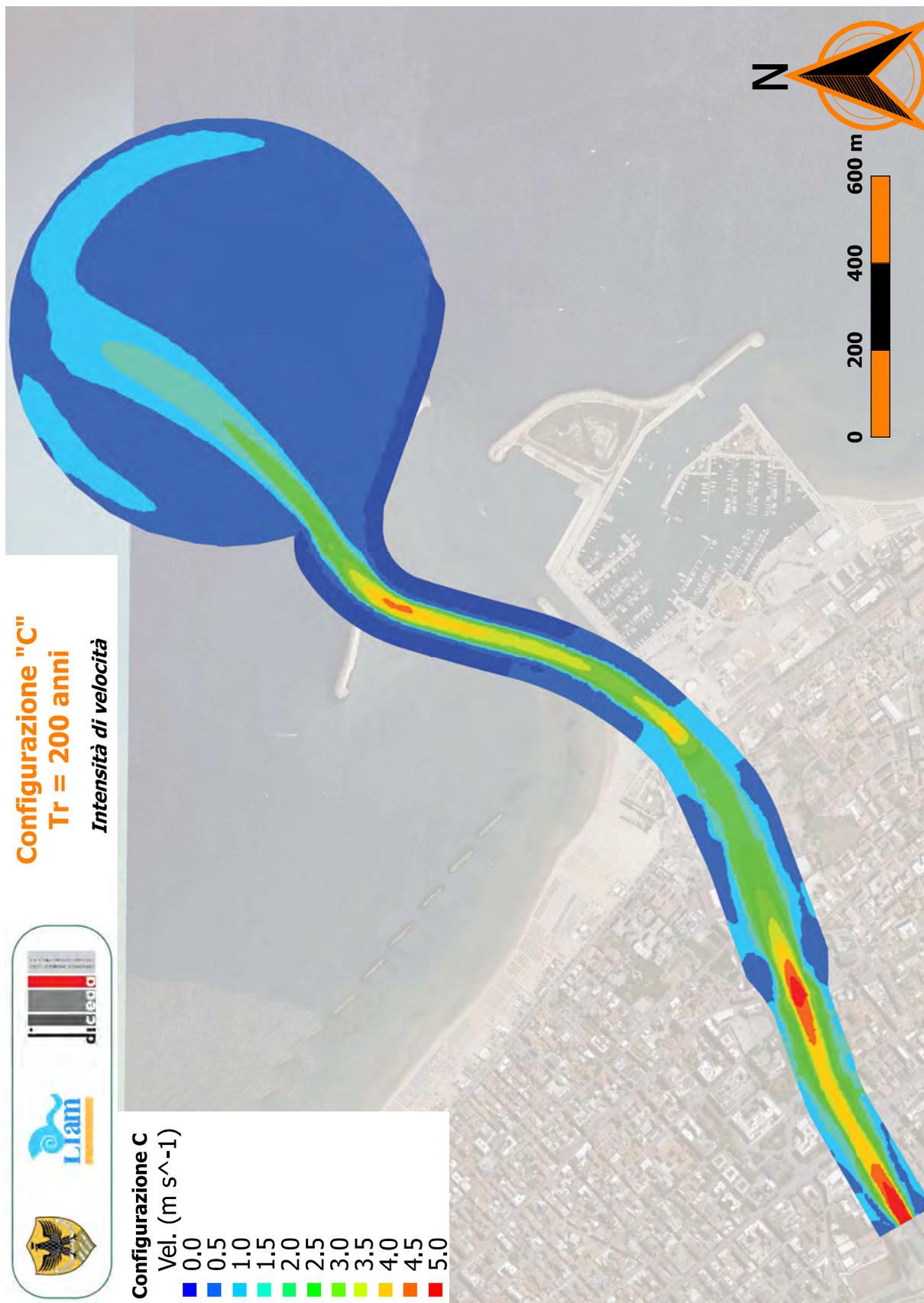
A.2

Figura A-25: Configurazione PRP2008. Distribuzione spaziale dell'intensità di velocità ($T_R = 200$ anni).



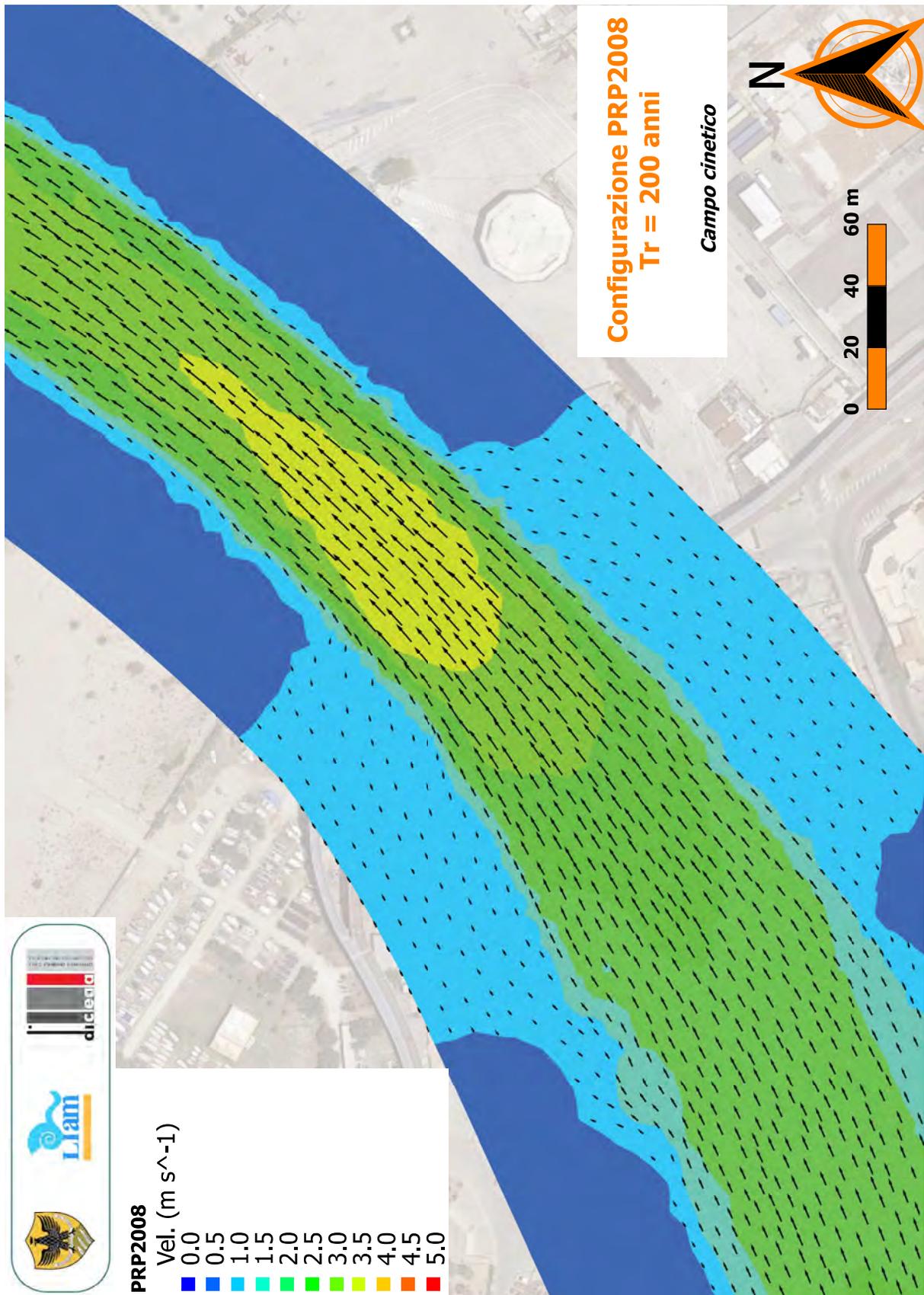
A.2

Figura A-26: Configurazione A. Distribuzione spaziale dell'intensità di velocità ($T_R = 200$ anni).



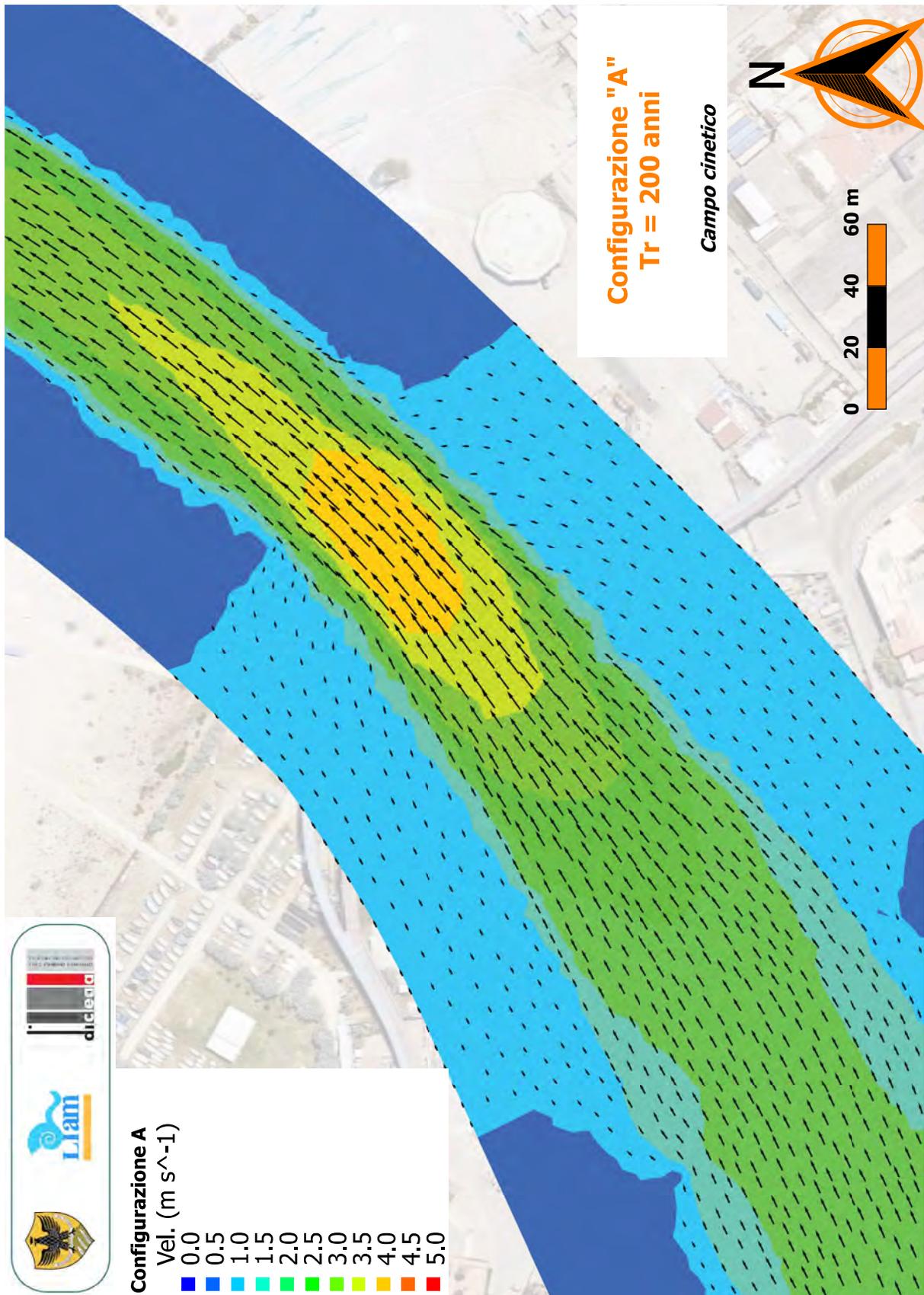
A.2

Figura A-27: Configurazione C. Distribuzione spaziale dell'intensità di velocità ($T_R = 200$ anni).



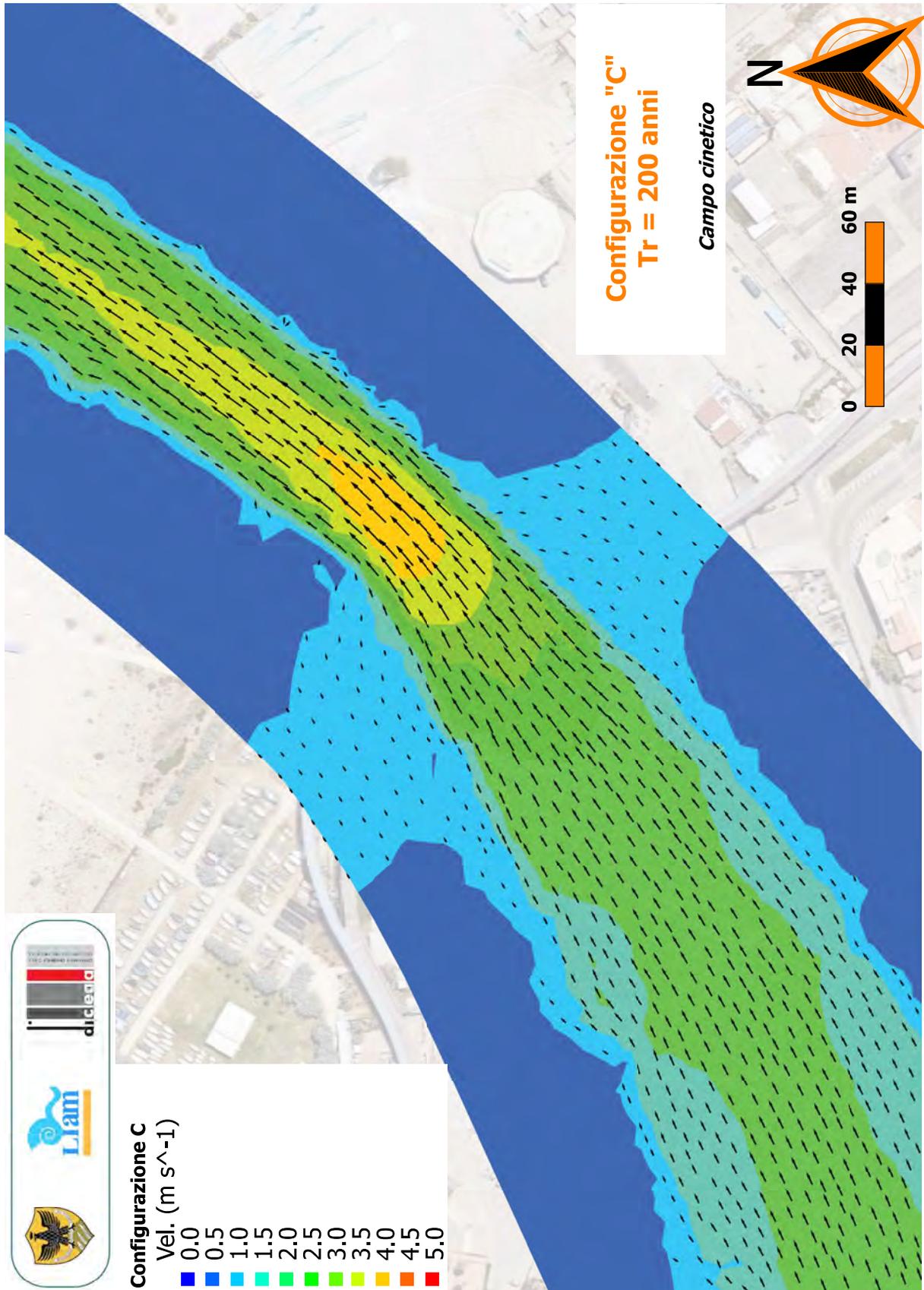
A.2

Figura A-28: Configurazione PRP2008. Distribuzione spaziale dell'intensità di velocità ($T_R = 200$ anni). Dettaglio della zona di interesse.



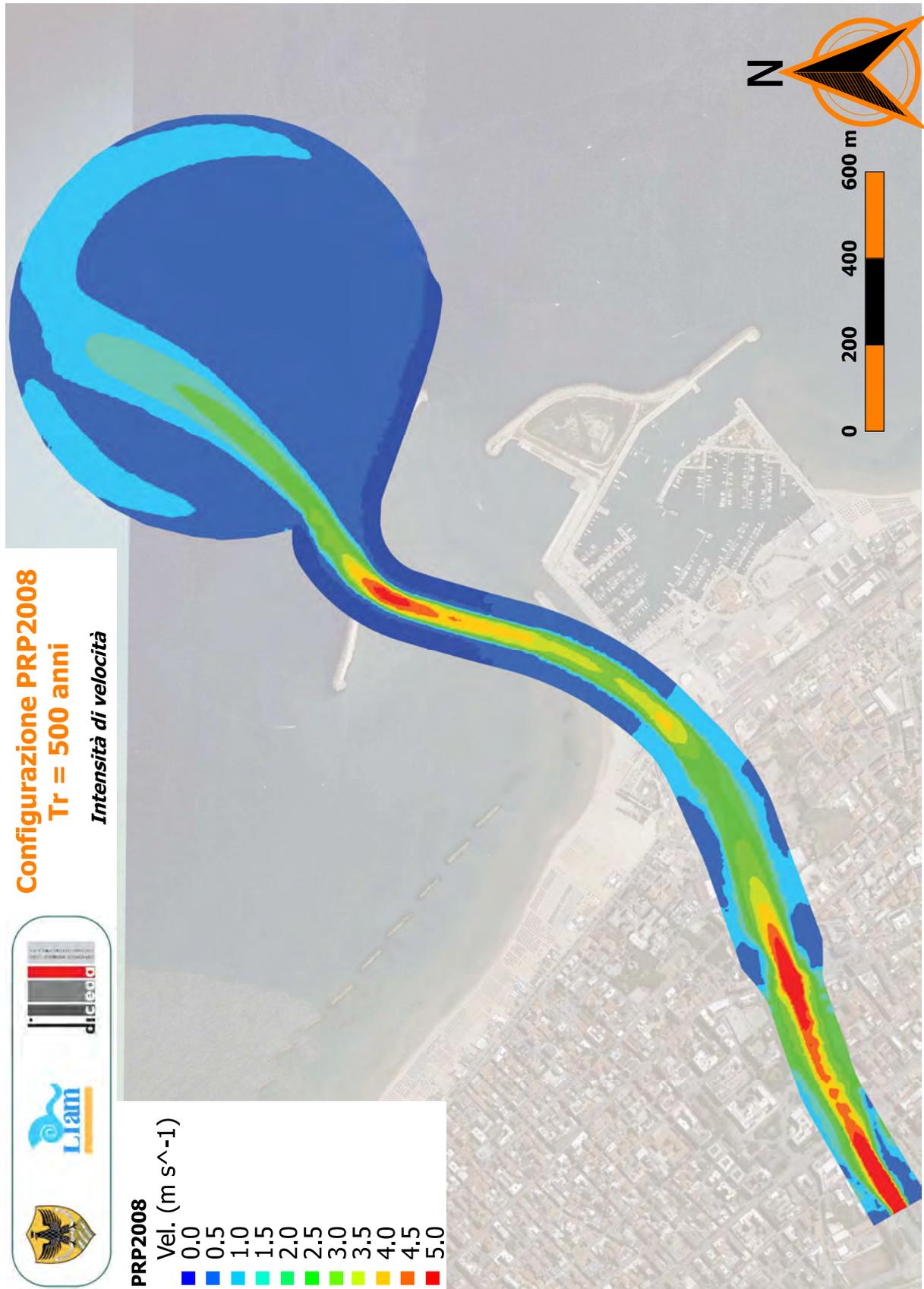
A.2

Figura A-29: Configurazione A. Distribuzione spaziale dell'intensità di velocità ($T_R = 200$ anni). Dettaglio della zona di interesse.



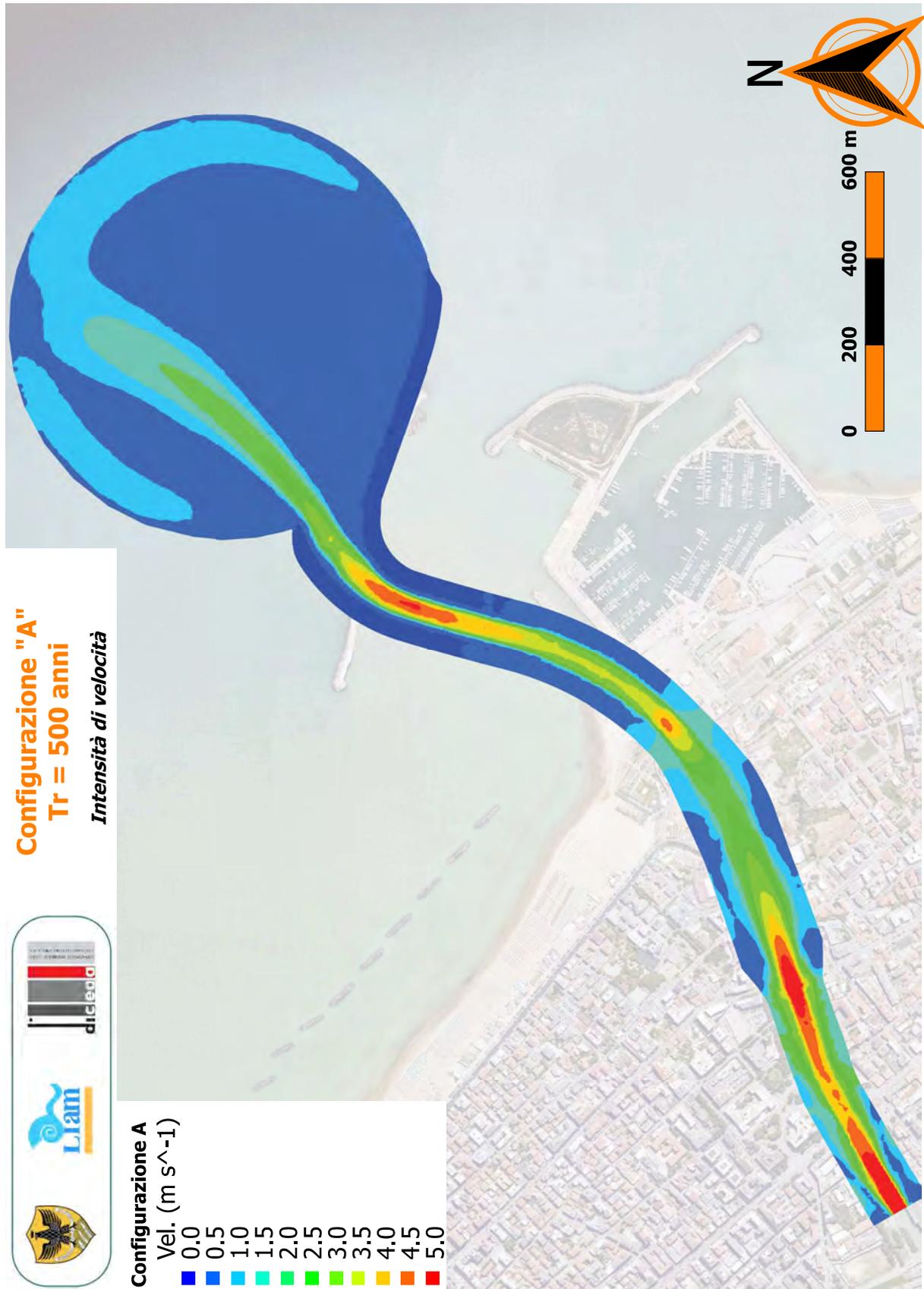
A.2

Figura A-30: Configurazione C. Distribuzione spaziale dell'intensità di velocità ($T_R = 200$ anni). Dettaglio della zona di interesse.



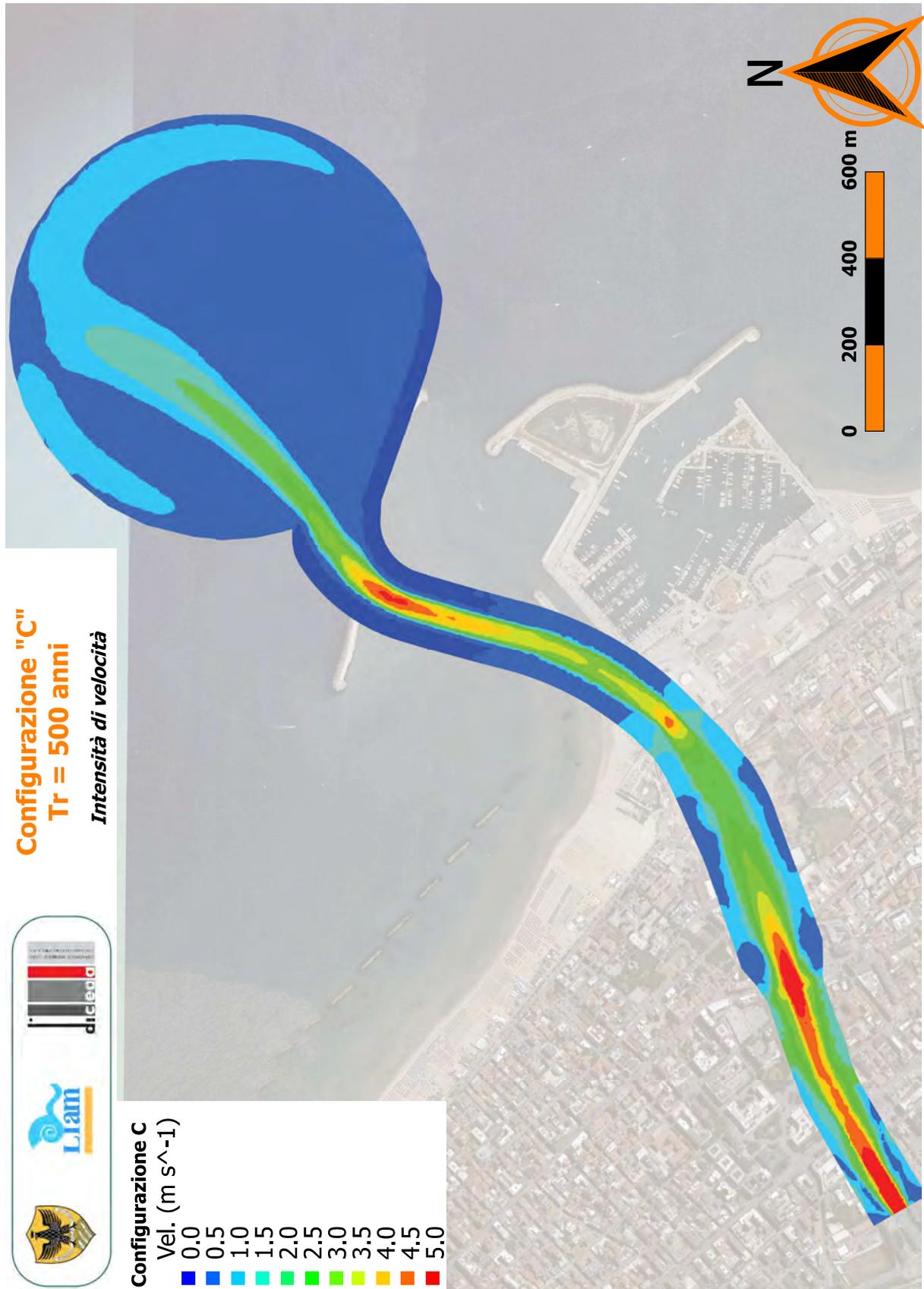
A.2

Figura A-31: Configurazione PRP2008. Distribuzione spaziale dell'intensità di velocità ($T_R = 500$ anni).



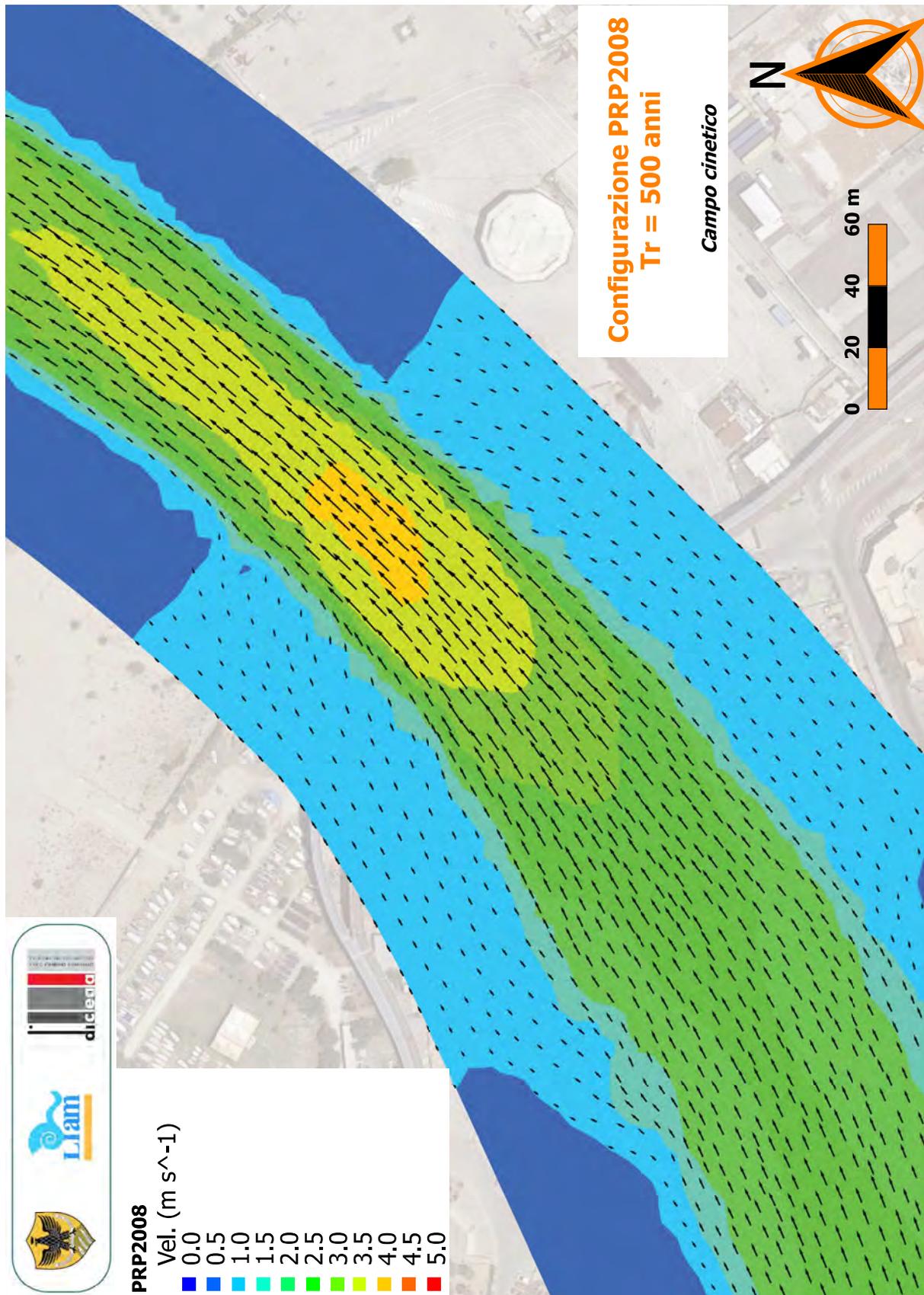
A.2

Figura A-32: Configurazione A. Distribuzione spaziale dell'intensità di velocità ($T_R = 500$ anni).



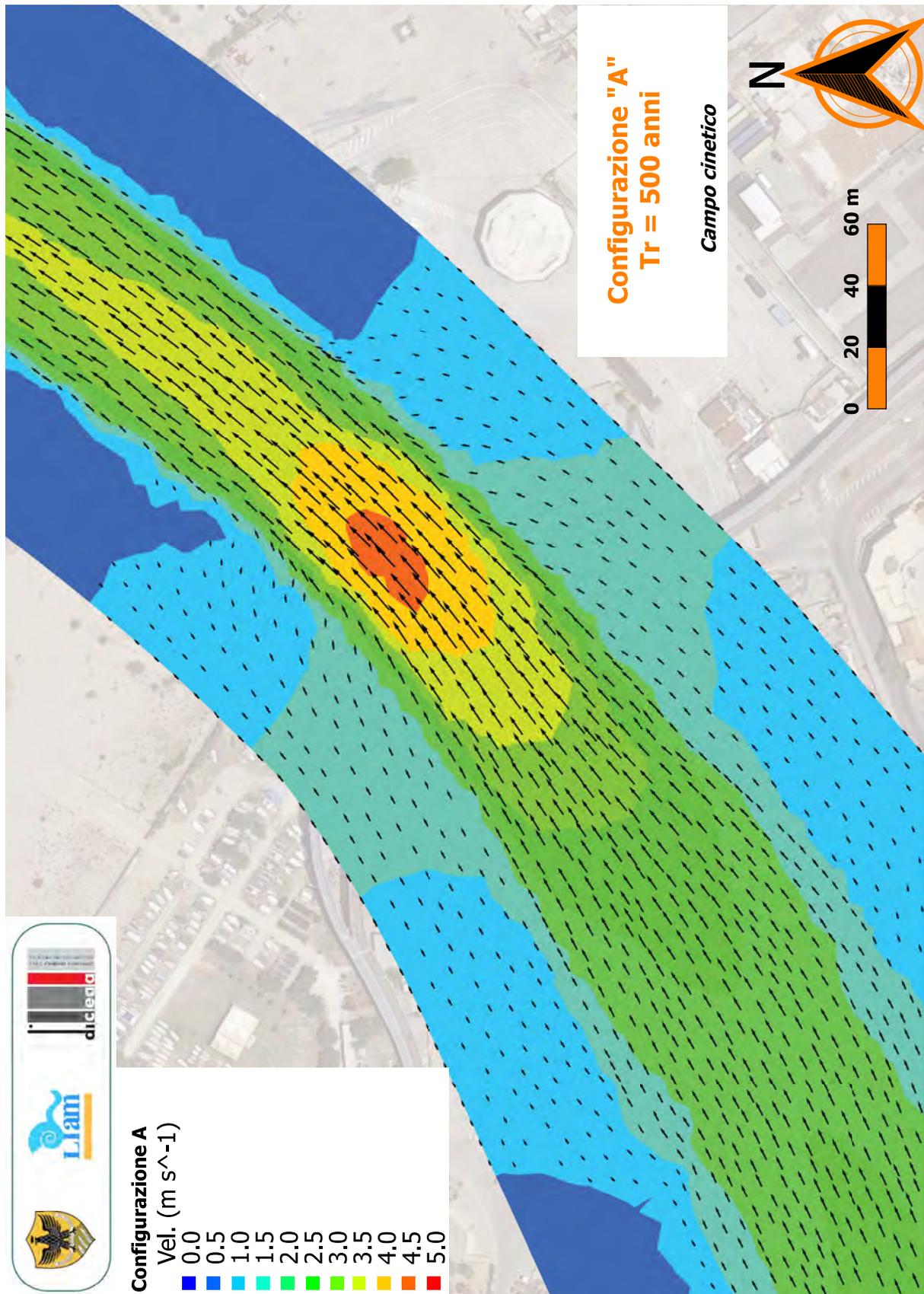
A.2

Figura A-33: Configurazione C. Distribuzione spaziale dell'intensità di velocità ($T_R = 500$ anni).



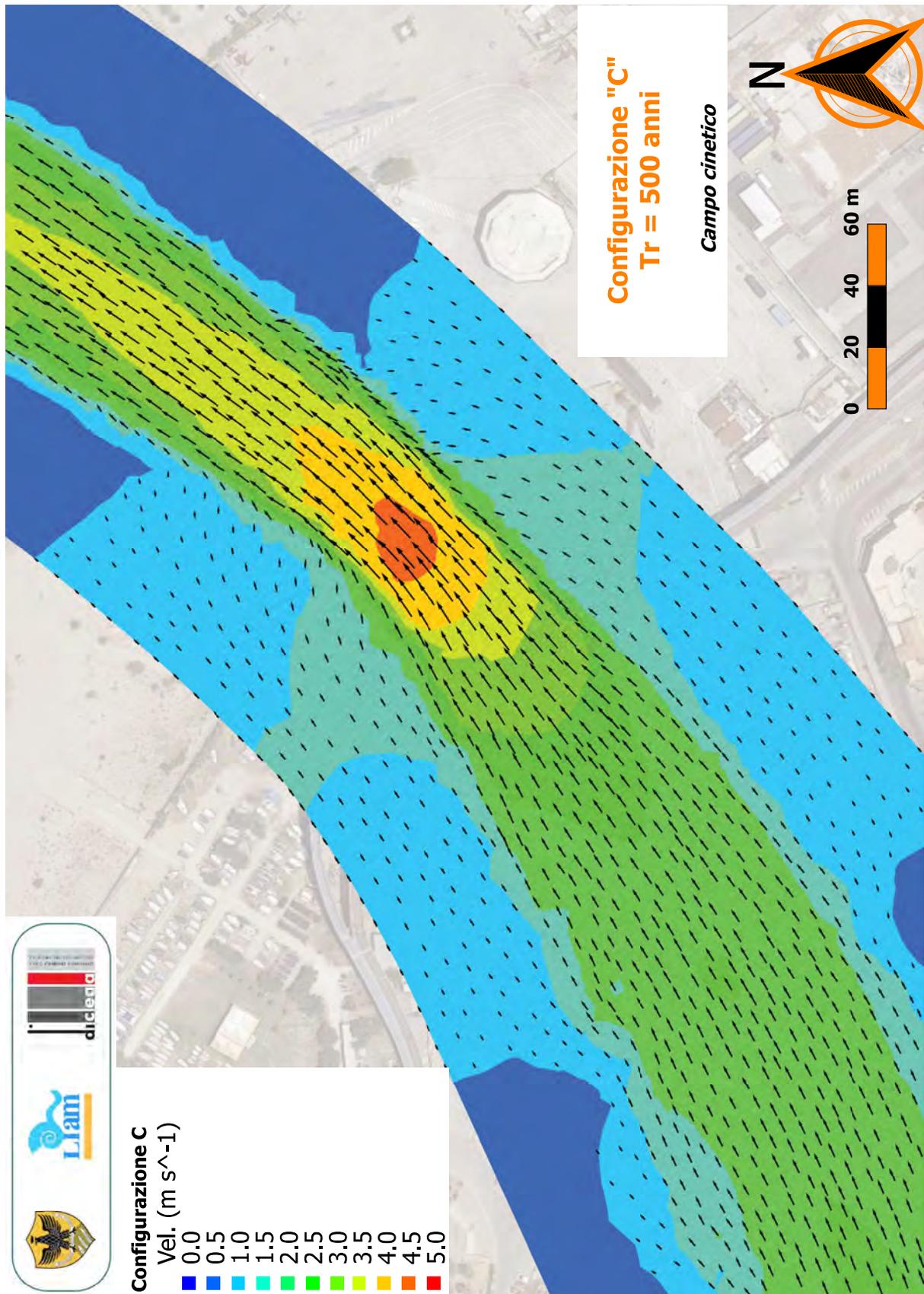
A.2

Figura A-34: Configurazione PRP2008. Distribuzione spaziale dell'intensità di velocità ($T_R = 500$ anni). Dettaglio della zona di interesse.



A.2

Figura A-35: Configurazione A. Distribuzione spaziale dell'intensità di velocità ($T_R = 500$ anni). Dettaglio della zona di interesse.



A.2

Figura A-36: Configurazione C. Distribuzione spaziale dell'intensità di velocità ($T_R = 500$ anni). Dettaglio della zona di interesse.

A.3 Livelli idrici



A.3

Figura A-37: Configurazione PRP2008. Quota raggiunta dalla superficie libera ($T_R = 20$ anni).



A.3

Figura A-38: Configurazione A. Quota raggiunta dalla superficie libera ($T_R = 20$ anni).



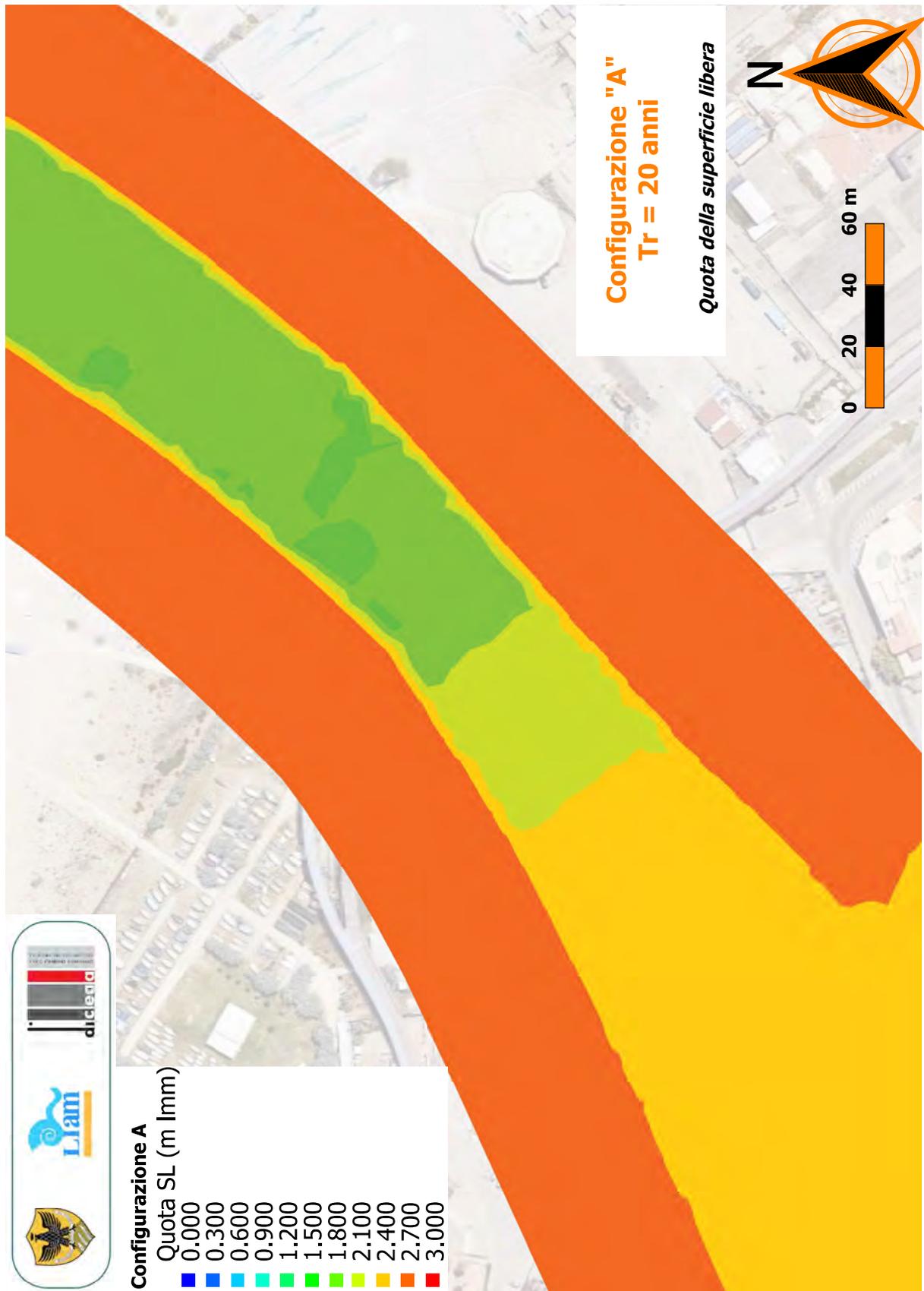
A.3

Figura A-39: Configurazione C. Quota raggiunta dalla superficie libera ($T_R = 20$ anni).



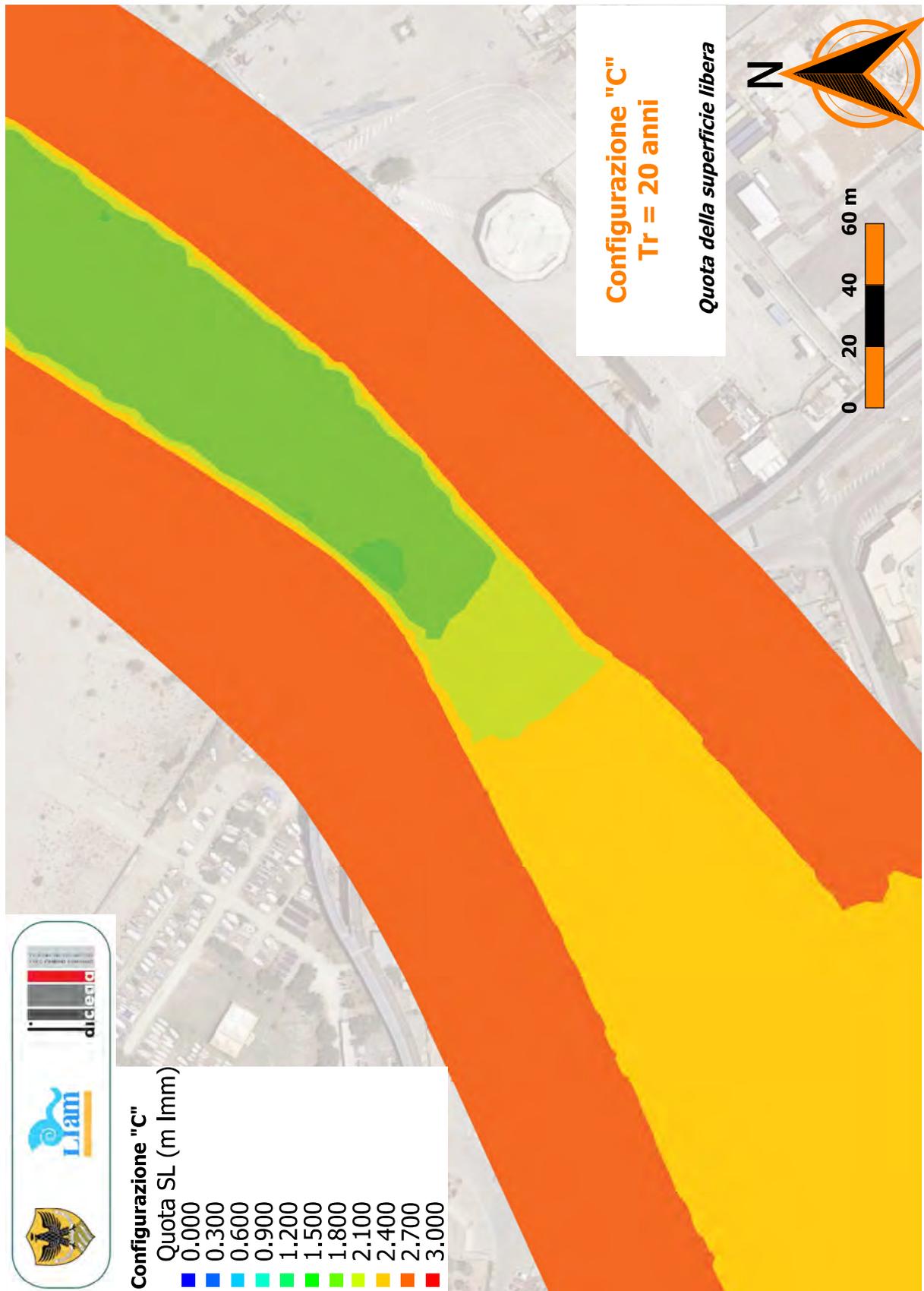
A.3

Figura A-40: Configurazione PRP2008. Quota raggiunta dalla superficie libera ($T_R = 20$ anni). Dettaglio della zona di interesse.



A.3

Figura A-41: Configurazione A. Quota raggiunta dalla superficie libera ($T_R = 20$ anni). Dettaglio della zona di interesse.



A.3

Figura A-42: Configurazione C. Quota raggiunta dalla superficie libera ($T_R = 20$ anni). Dettaglio della zona di interesse.



A.3

Figura A-43: Configurazione PRP2008. Quota raggiunta dalla superficie libera ($T_R = 50$ anni).



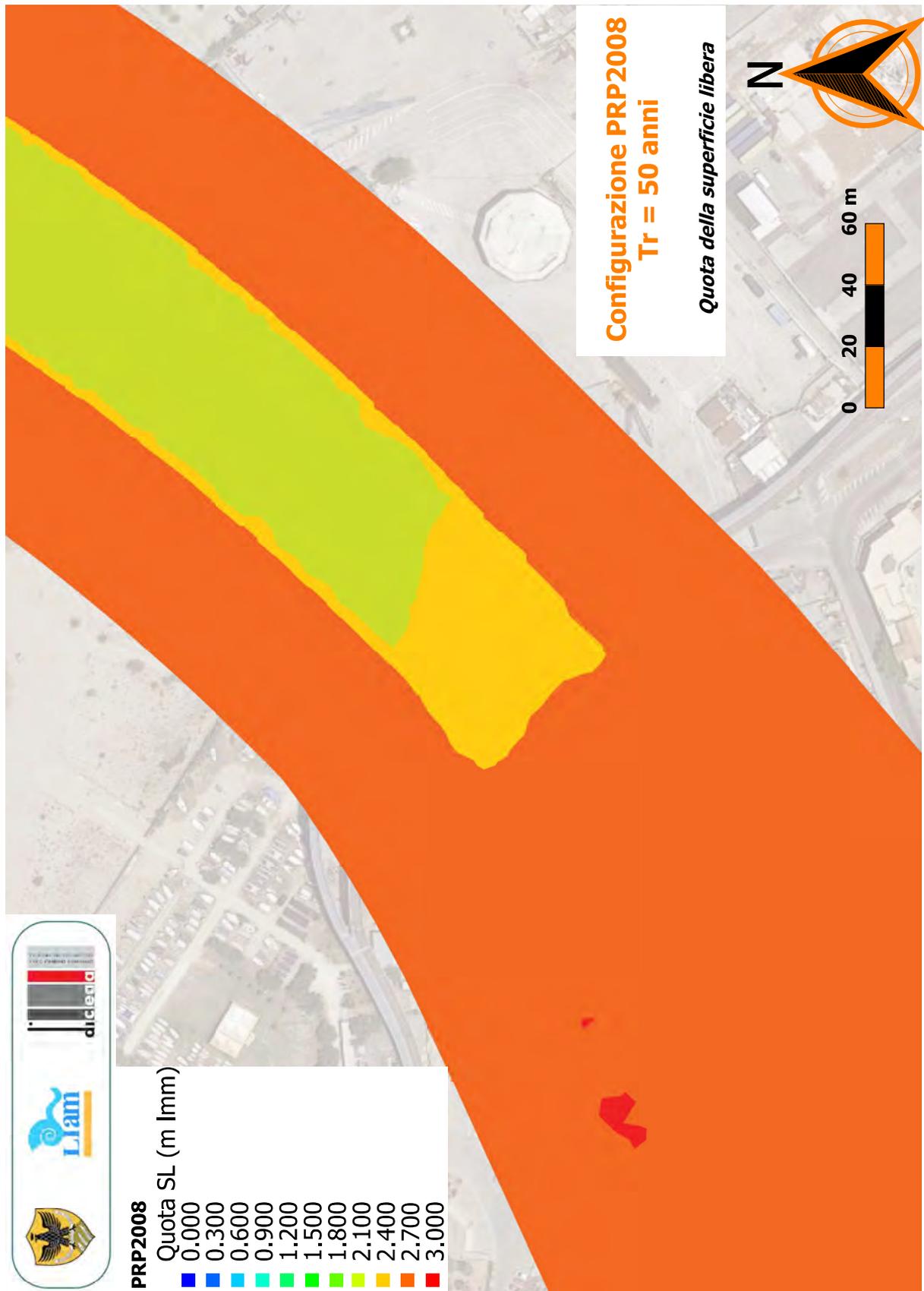
A.3

Figura A-44: Configurazione A. Quota raggiunta dalla superficie libera ($T_R = 50$ anni).



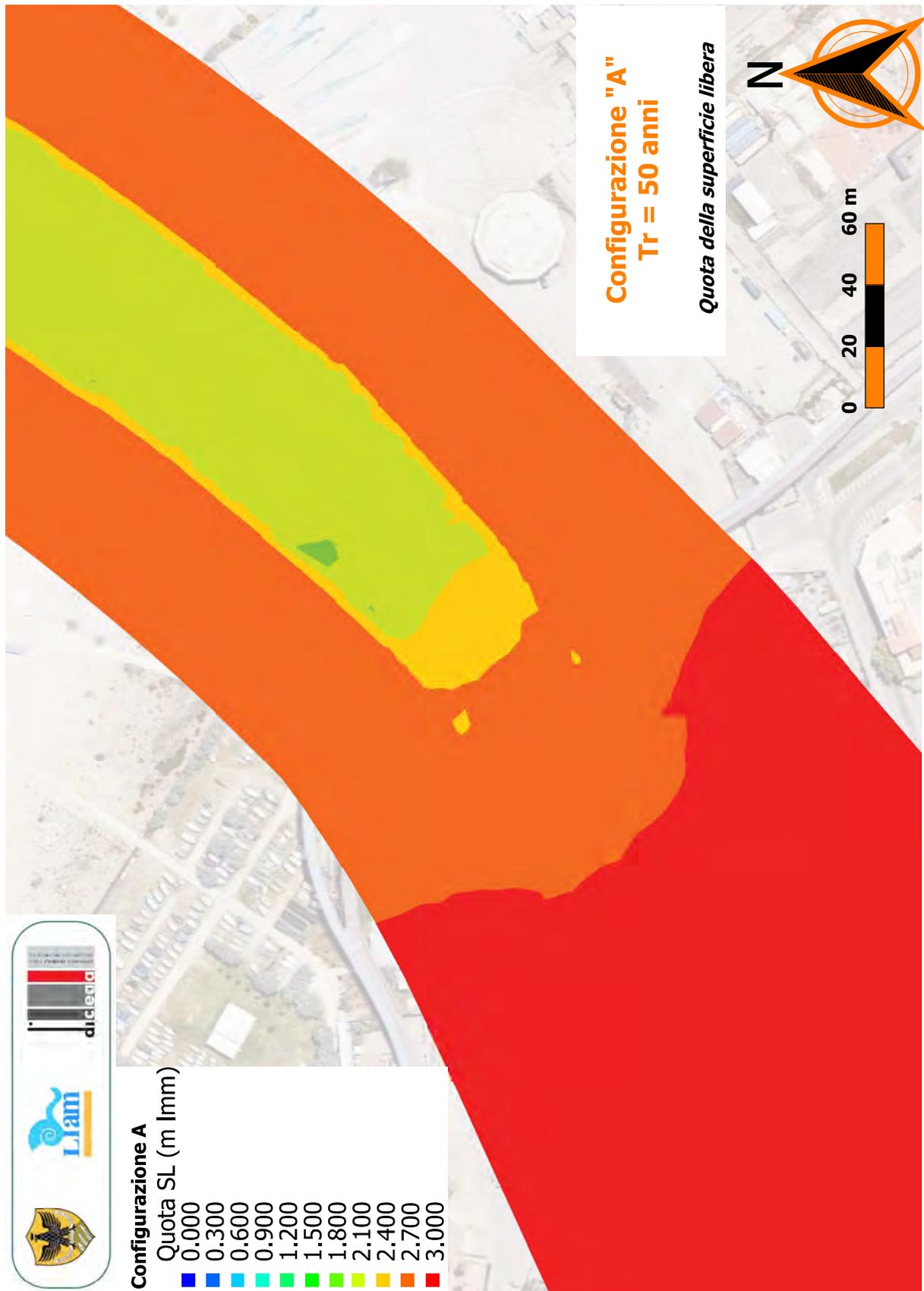
A.3

Figura A-45: Configurazione C. Quota raggiunta dalla superficie libera ($T_R = 50$ anni).



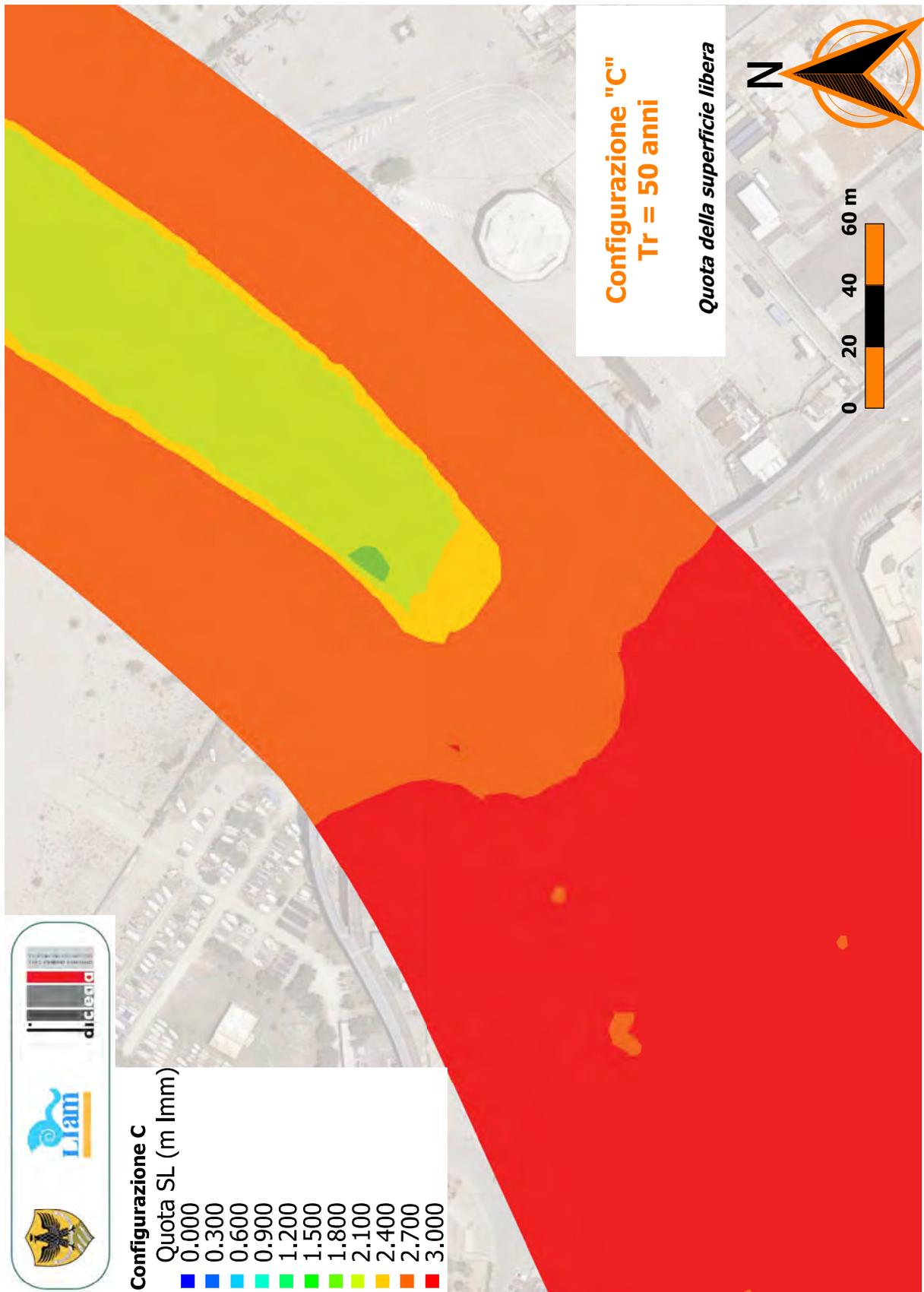
A.3

Figura A-46: Configurazione PRP2008. Quota raggiunta dalla superficie libera ($T_R = 50$ anni). Dettaglio della zona di interesse.



A.3

Figura A-47: Configurazione A. Quota raggiunta dalla superficie libera ($T_R = 50$ anni). Dettaglio della zona di interesse.



A.3

Figura A-48: Configurazione C. Quota raggiunta dalla superficie libera ($T_R = 50$ anni). Dettaglio della zona di interesse.



A.3

Figura A-49: Configurazione PRP2008. Quota raggiunta dalla superficie libera ($T_R = 100$ anni).



A.3

Figura A-50: Configurazione A. Quota raggiunta dalla superficie libera ($T_R = 100$ anni).



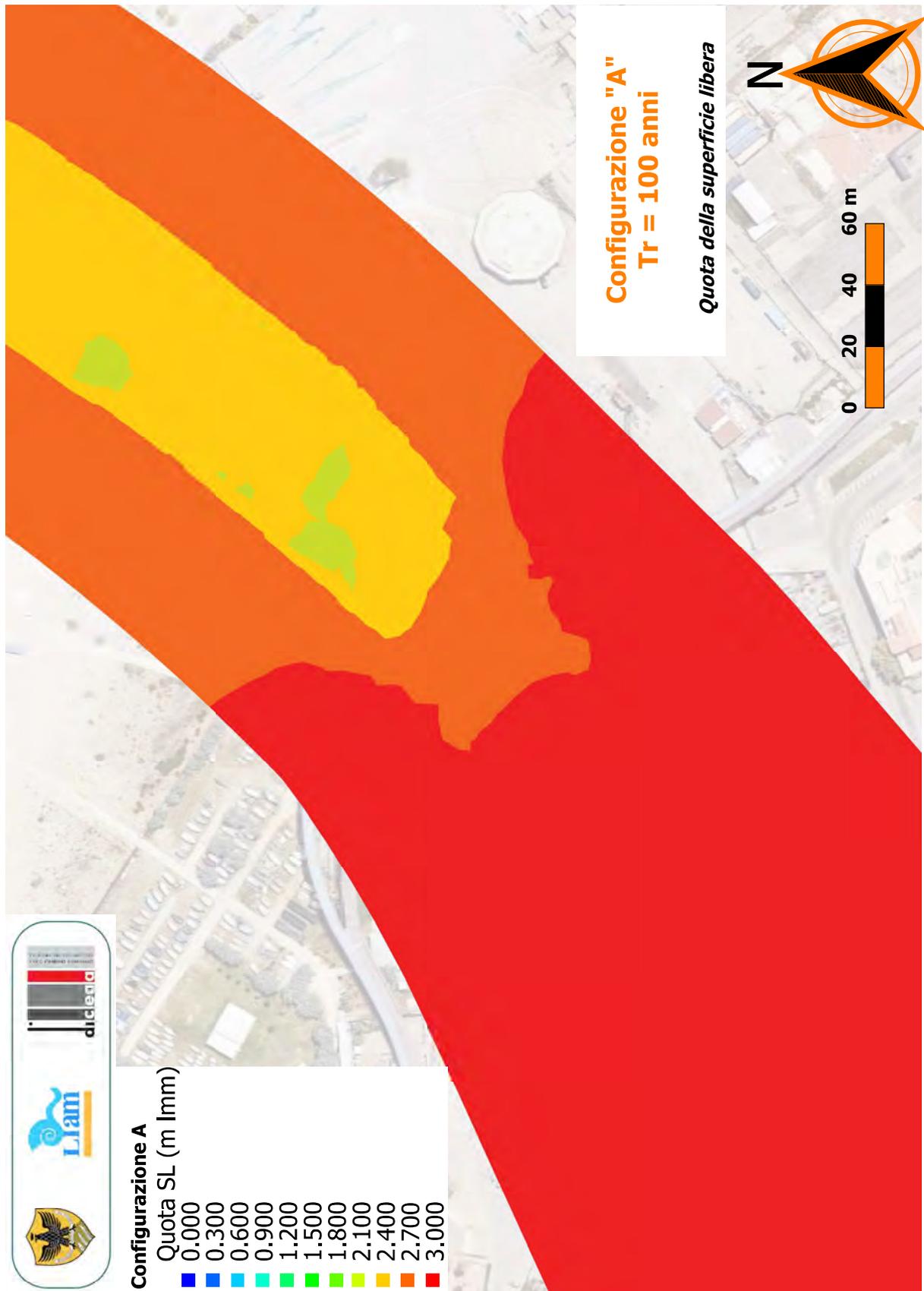
A.3

Figura A-51: Configurazione C. Quota raggiunta dalla superficie libera ($T_R = 100$ anni).



A.3

Figura A-52: Configurazione PRP2008. Quota raggiunta dalla superficie libera ($T_R = 100$ anni). Dettaglio della zona di interesse.



A.3

Figura A-53: Configurazione A. Quota raggiunta dalla superficie libera ($T_R = 100$ anni). Dettaglio della zona di interesse.



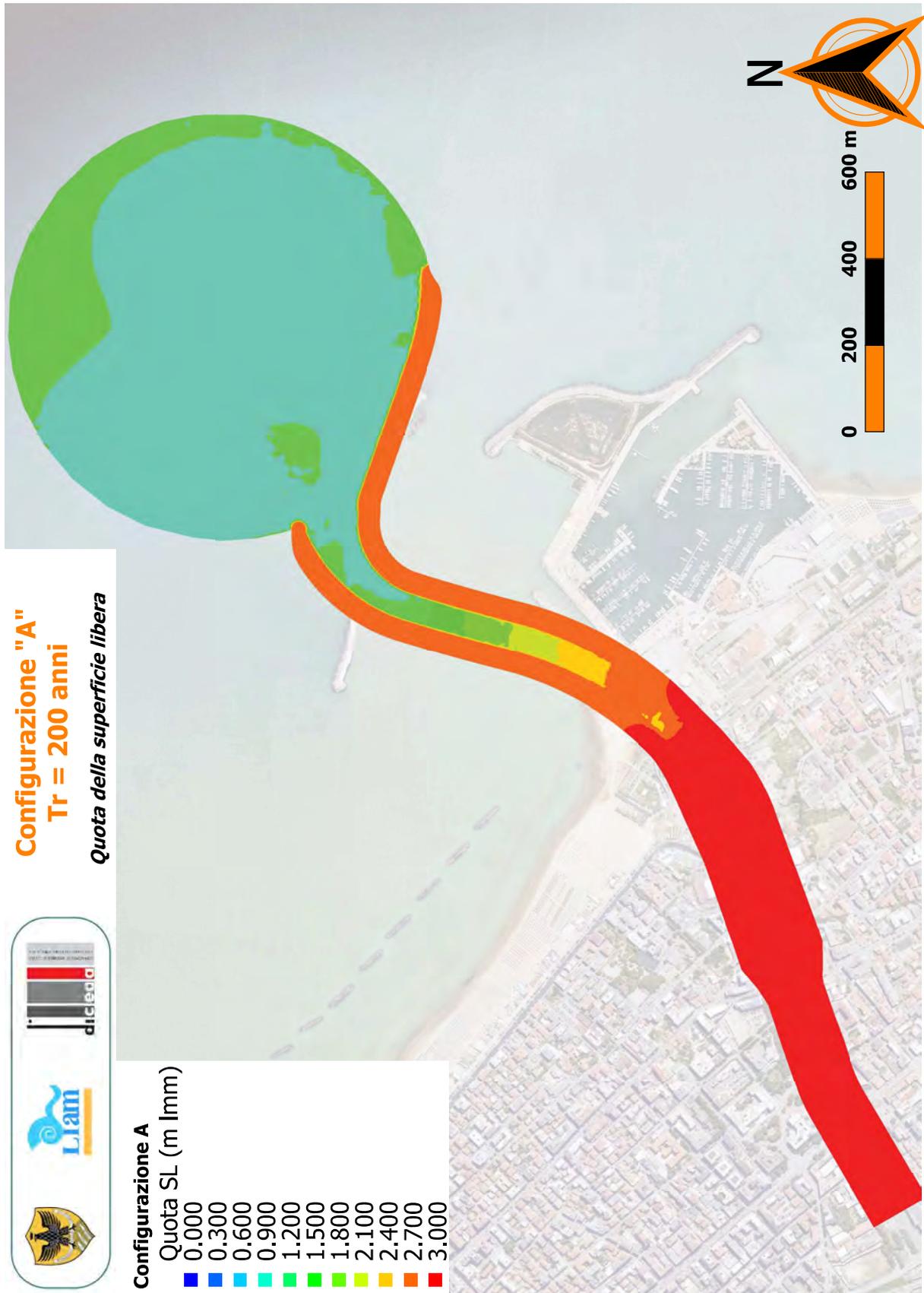
A.3

Figura A-54: Configurazione C. Quota raggiunta dalla superficie libera ($T_R = 100$ anni). Dettaglio della zona di interesse.



A.3

Figura A-55: Configurazione PRP2008. Quota raggiunta dalla superficie libera ($T_R = 200$ anni).



A.3

Figura A-56: Configurazione A. Quota raggiunta dalla superficie libera ($T_R = 200$ anni).



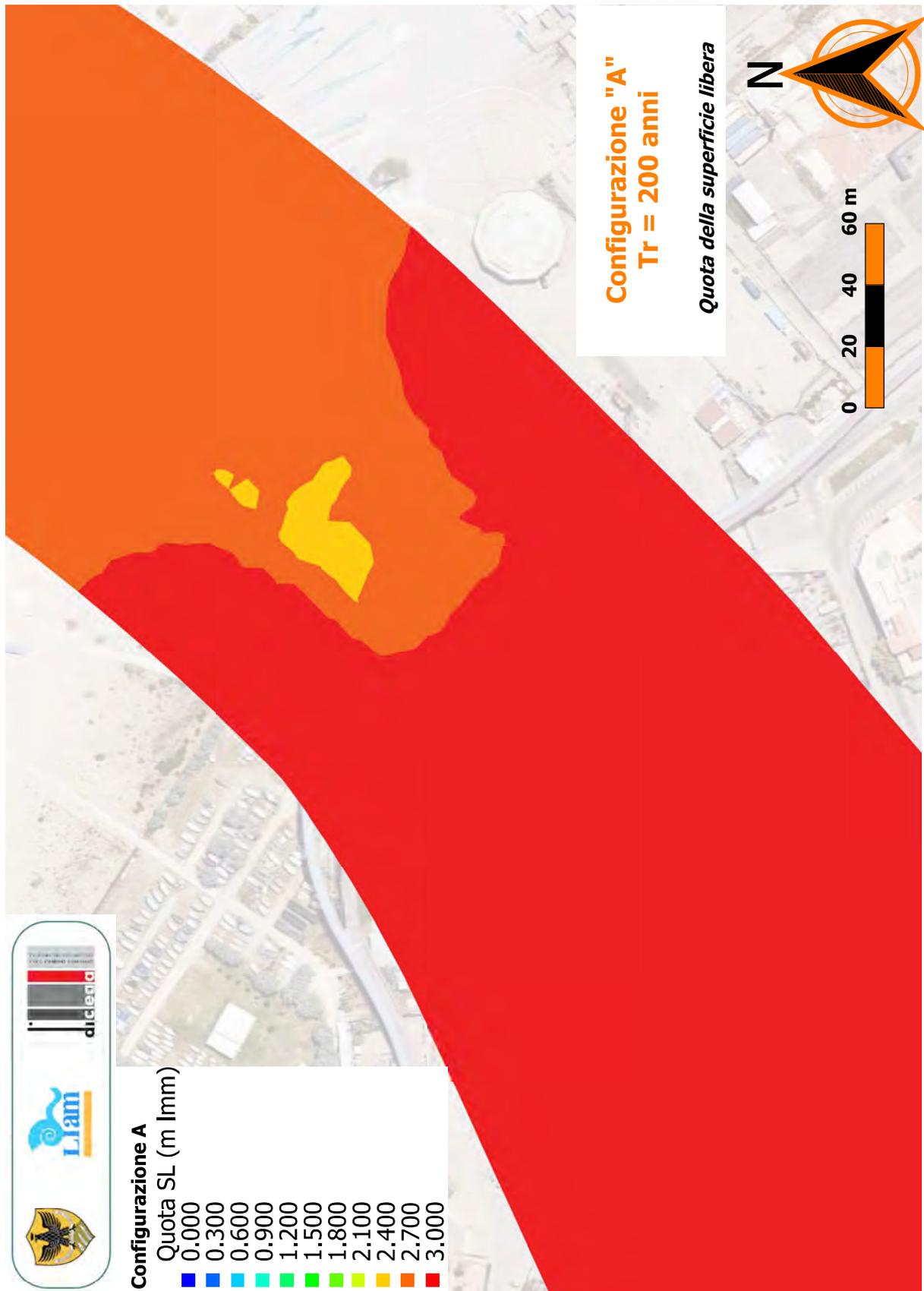
A.3

Figura A-57: Configurazione C. Quota raggiunta dalla superficie libera ($T_R = 200$ anni).



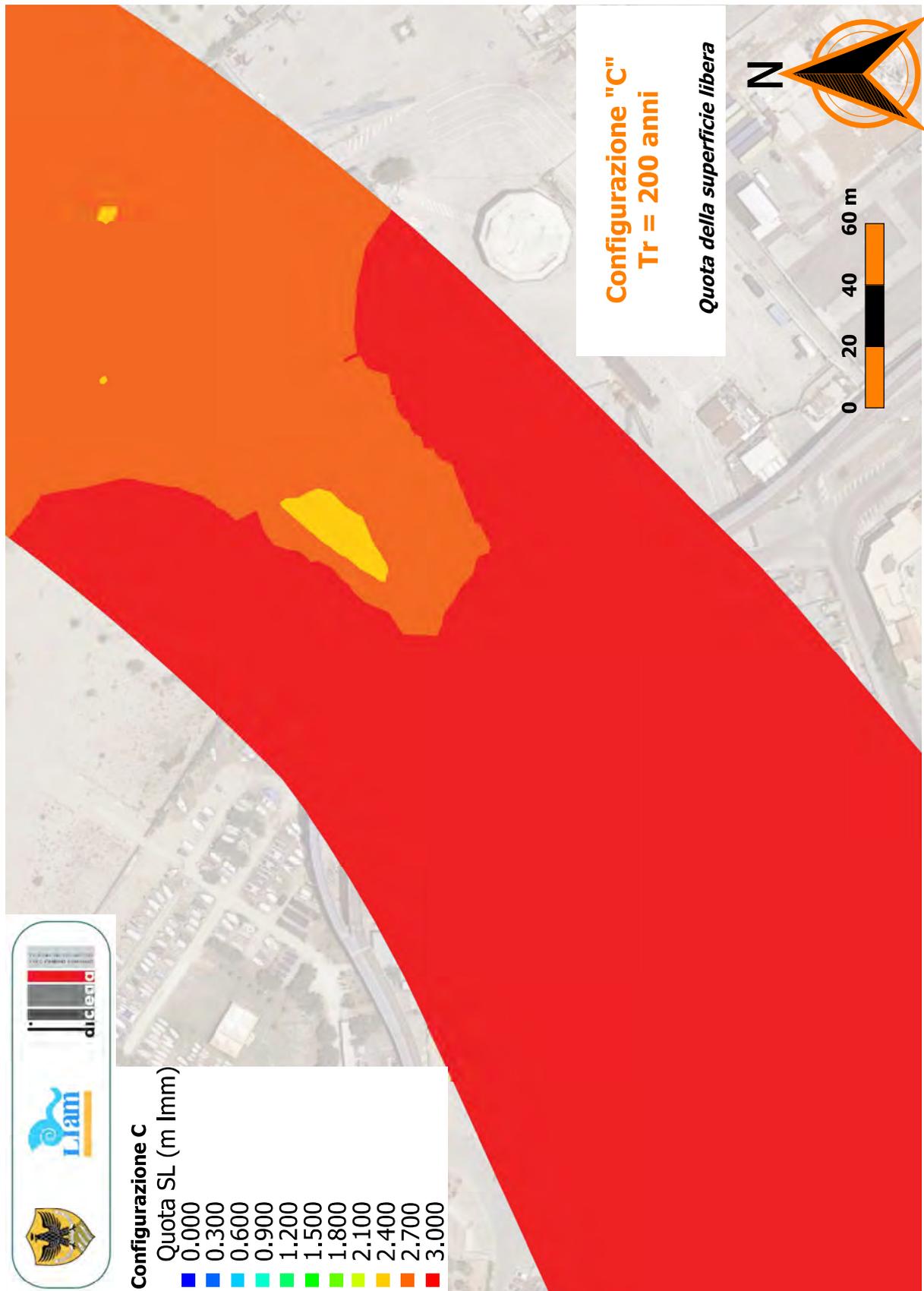
A.3

Figura A-58: Configurazione PRP2008. Quota raggiunta dalla superficie libera ($T_R = 200$ anni). Dettaglio della zona di interesse.



A.3

Figura A-59: Configurazione A. Quota raggiunta dalla superficie libera ($T_R = 200$ anni). Dettaglio della zona di interesse.



A.3

Figura A-60: Configurazione C. Quota raggiunta dalla superficie libera ($T_R = 200$ anni). Dettaglio della zona di interesse.



A.3

Figura A-61: Configurazione PRP2008. Quota raggiunta dalla superficie libera ($T_R = 500$ anni).



A.3

Figura A-62: Configurazione A. Quota raggiunta dalla superficie libera ($T_R = 500$ anni).



A.3

Figura A-63: Configurazione C. Quota raggiunta dalla superficie libera ($T_R = 500$ anni).



A.3

Figura A-64: Configurazione PRP2008. Quota raggiunta dalla superficie libera ($T_R = 500$ anni). Dettaglio della zona di interesse.



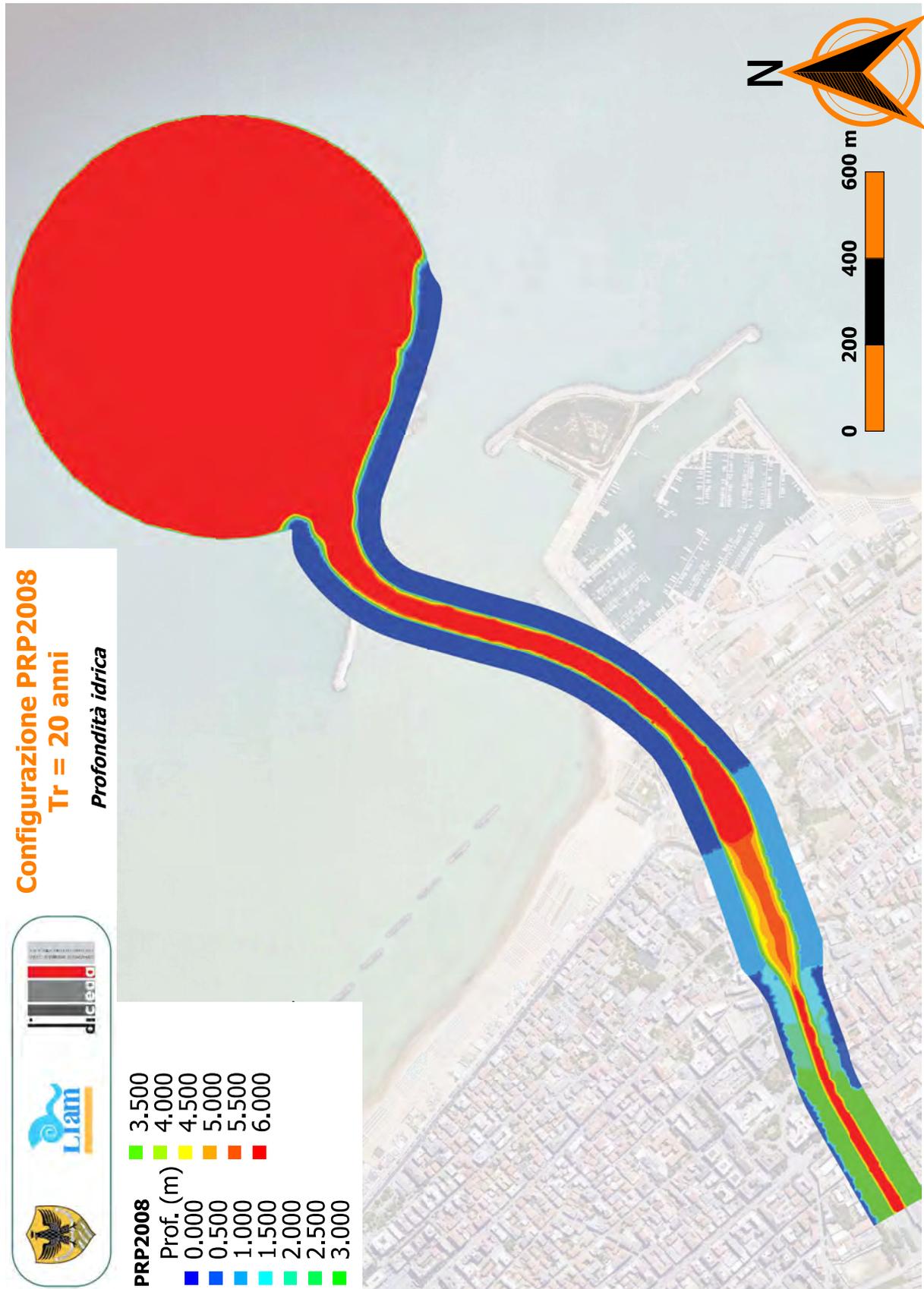
A.3

Figura A-65: Configurazione A. Quota raggiunta dalla superficie libera ($T_R = 500$ anni). Dettaglio della zona di interesse.



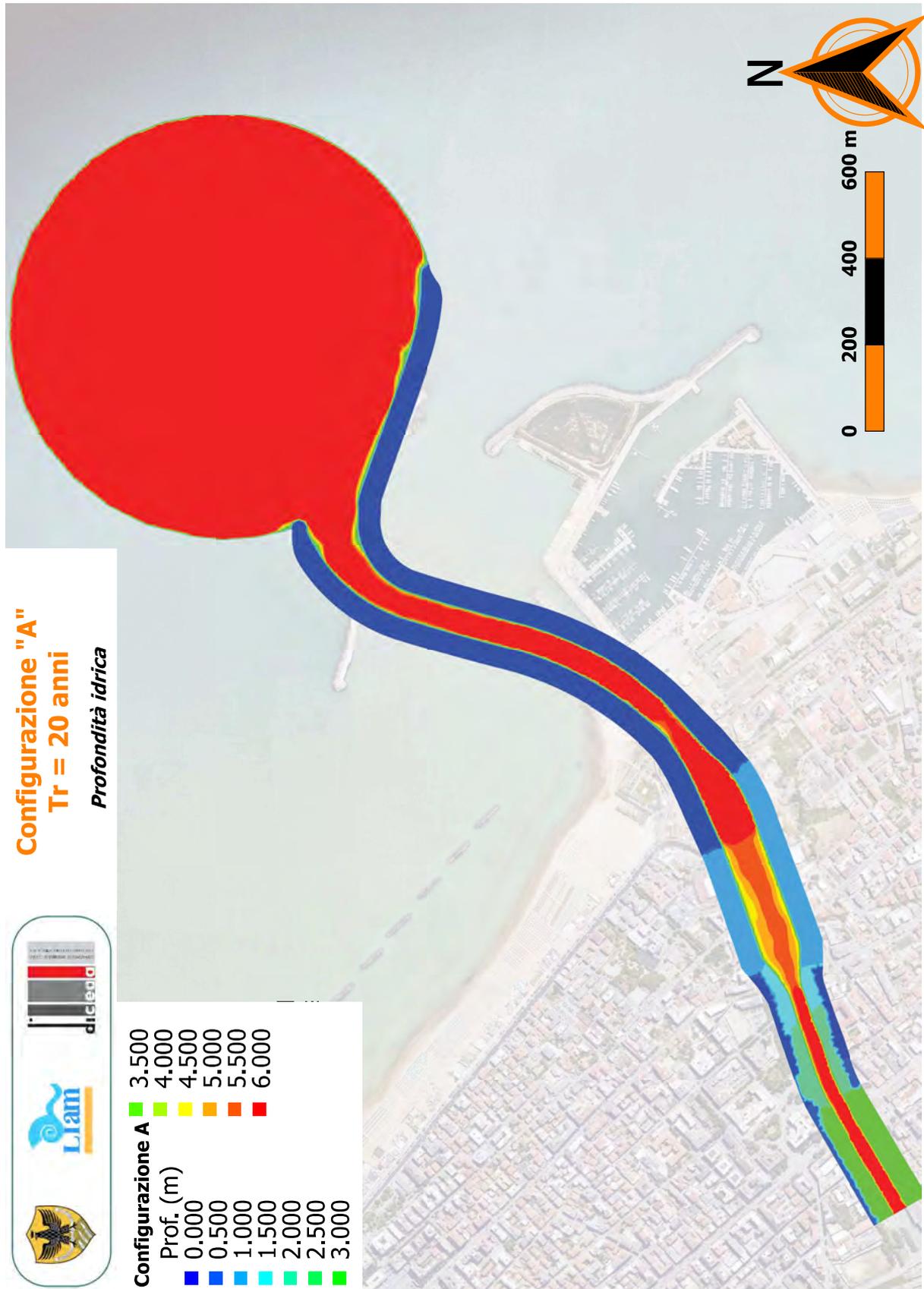
A.3

Figura A-66: Configurazione C. Quota raggiunta dalla superficie libera ($T_R = 500$ anni). Dettaglio della zona di interesse.



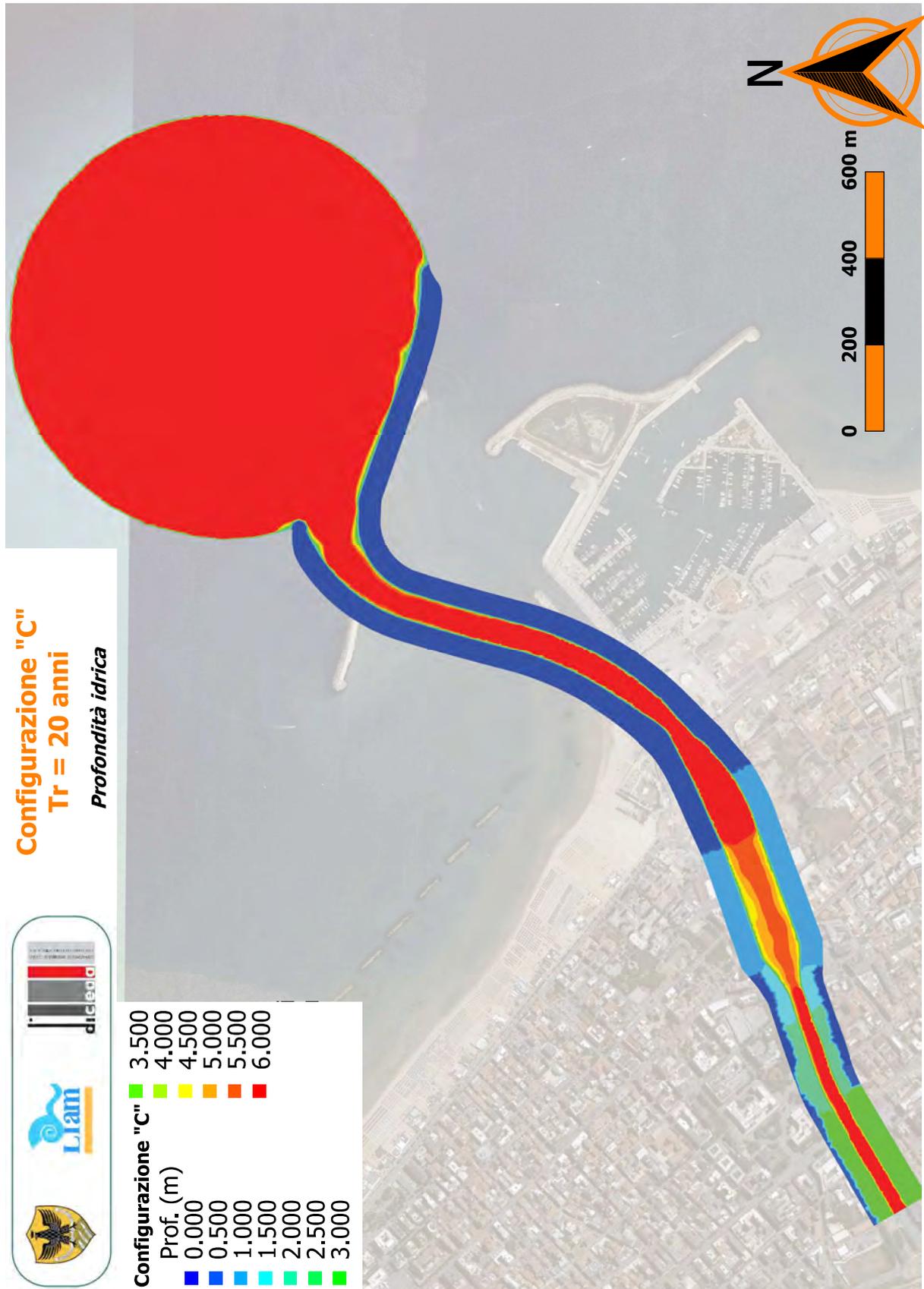
A.3

Figura A-67: Configurazione PRP2008. Distribuzione spaziale del tirante idrico ($T_R = 20$ anni).



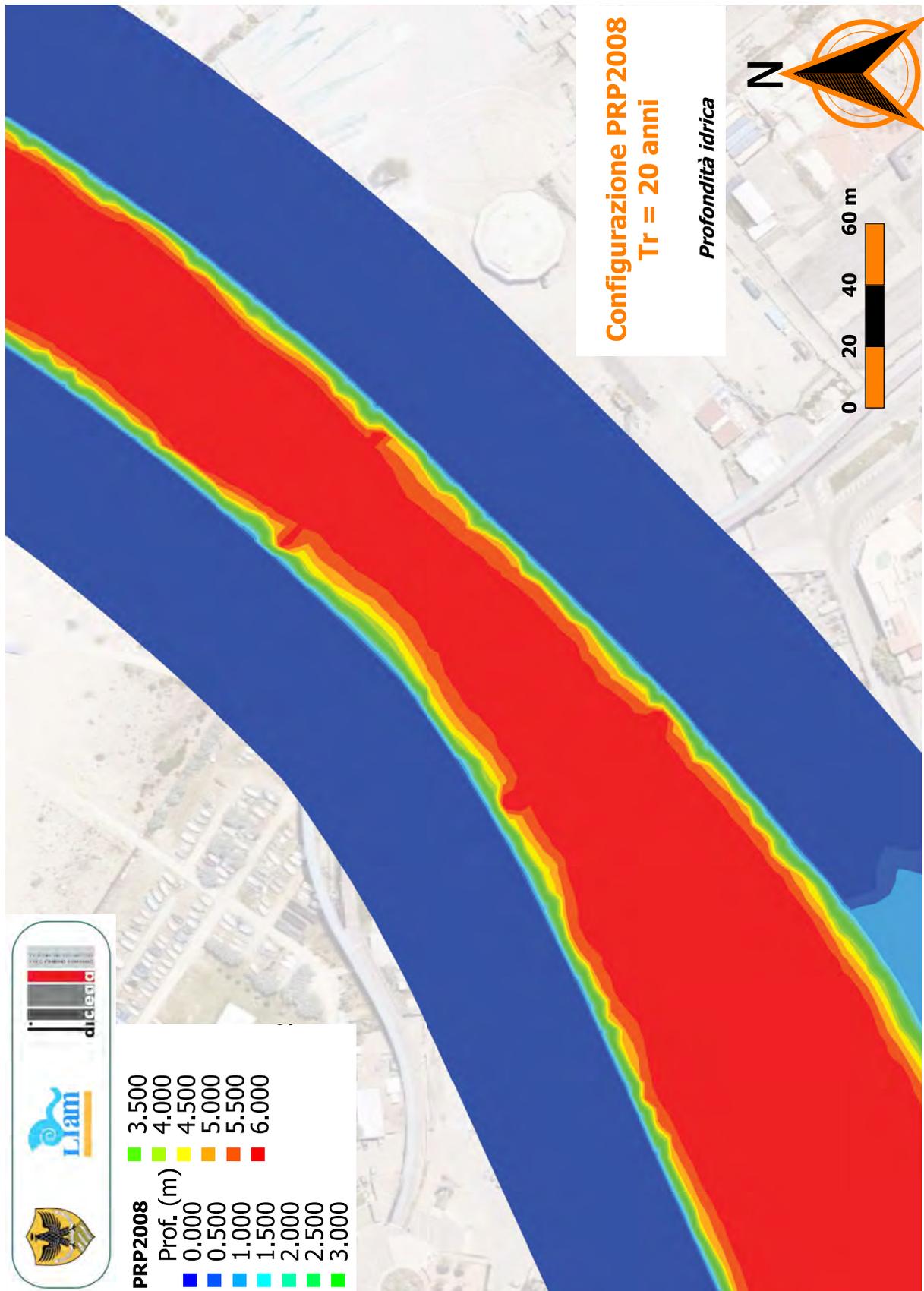
A.3

Figura A-68: Configurazione A. Distribuzione spaziale del tirante idrico ($T_R = 20$ anni).



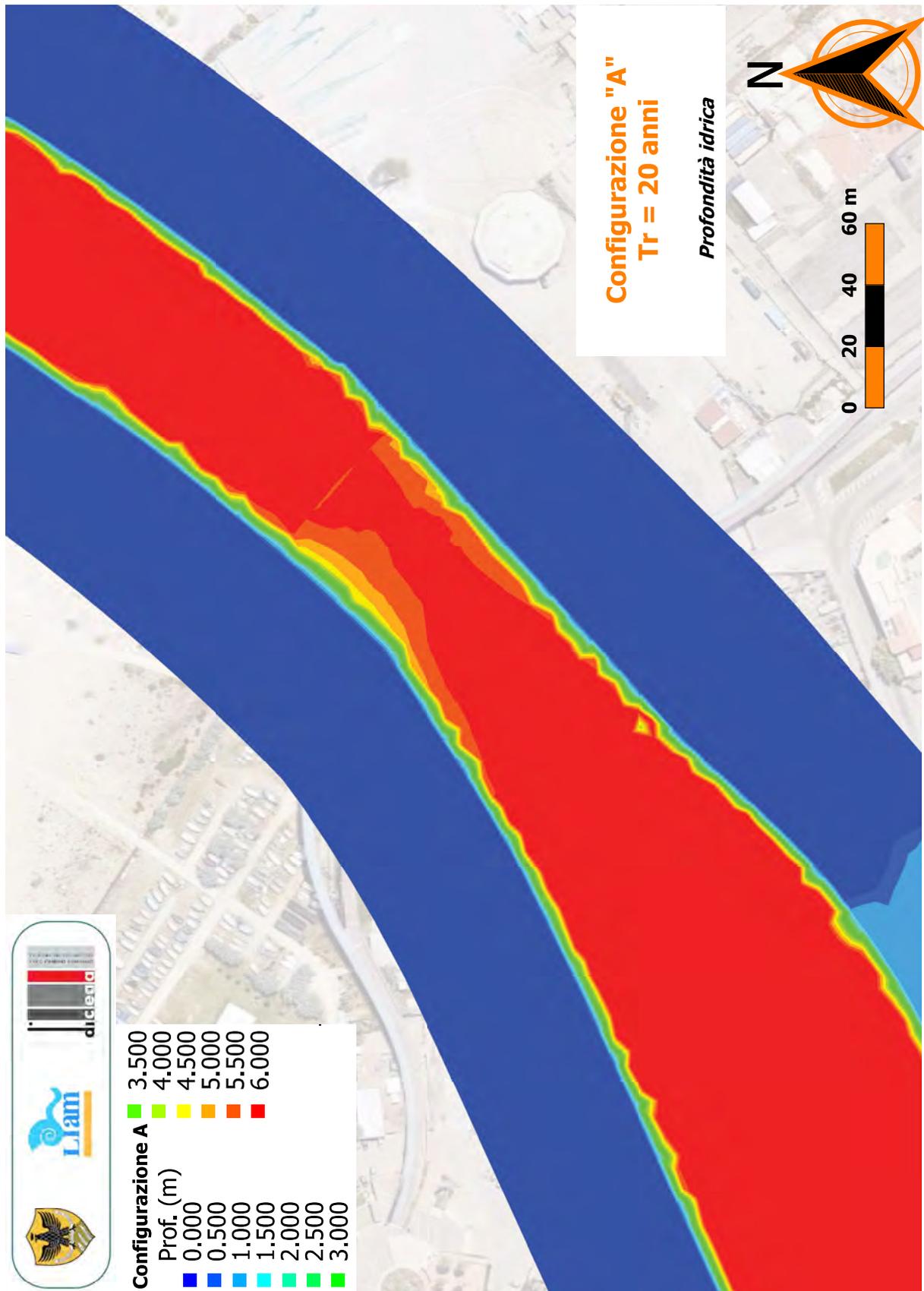
A.3

Figura A-69: Configurazione C. Distribuzione spaziale del tirante idrico ($T_R = 20$ anni).



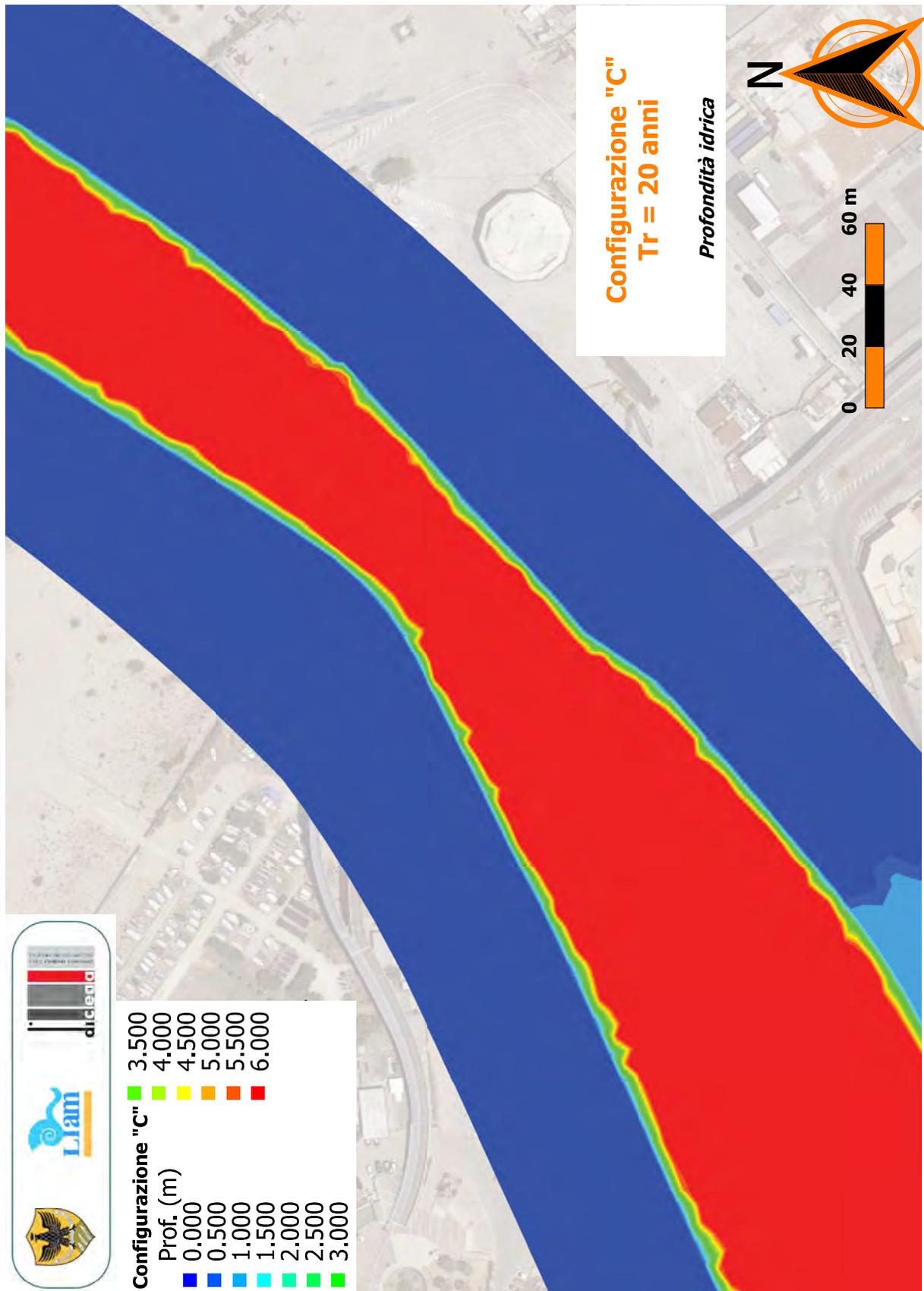
A.3

Figura A-70: Configurazione PRP2008. Distribuzione spaziale del tirante idrico ($T_R = 20$ anni). Dettaglio della zona di interesse.



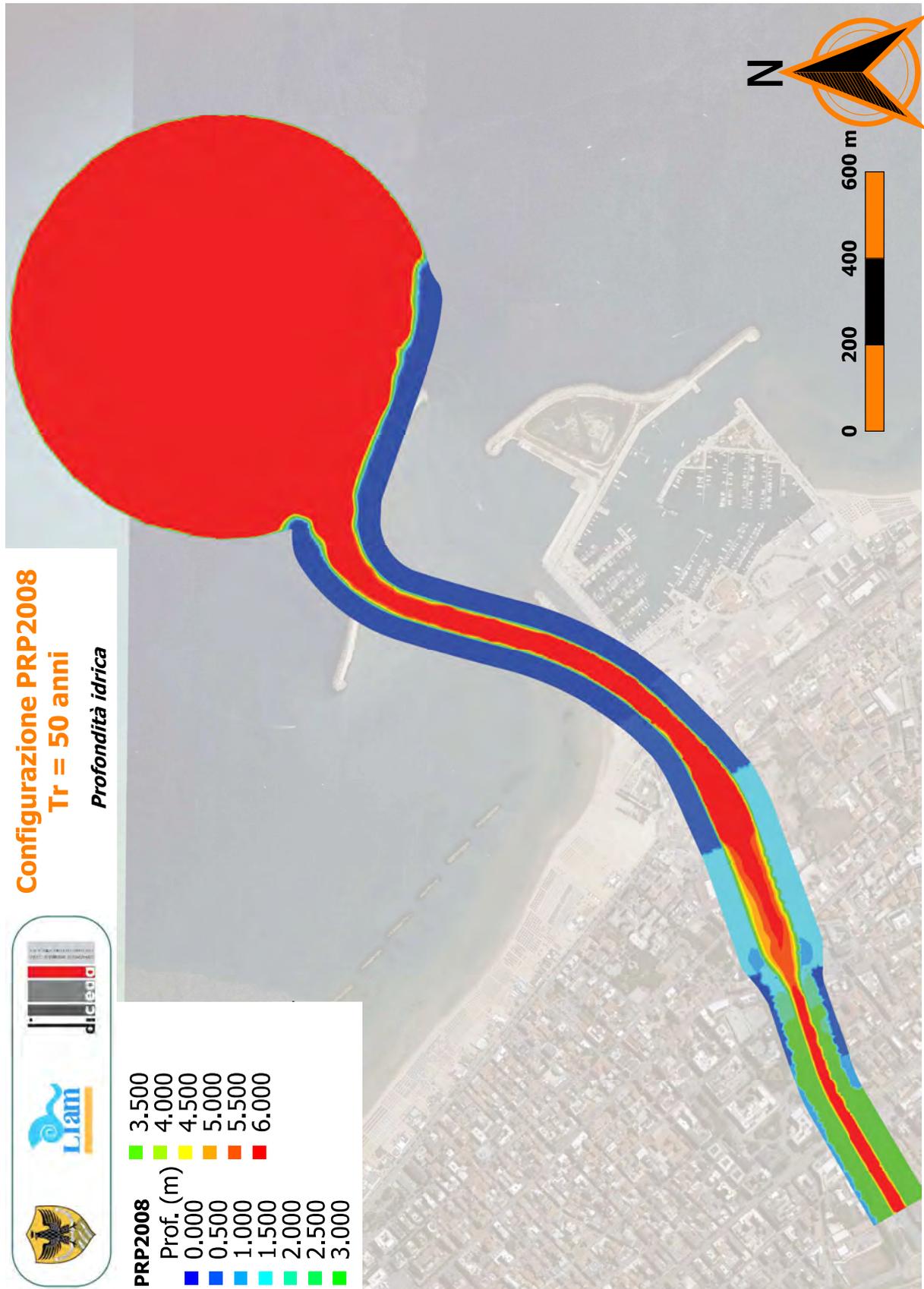
A.3

Figura A-71: Configurazione A. Distribuzione spaziale del tirante idrico ($T_R = 20$ anni). Dettaglio della zona di interesse.



A.3

Figura A-72: Configurazione C. Distribuzione spaziale del tirante idrico ($T_R = 20$ anni). Dettaglio della zona di interesse.



A.3

Figura A-73: Configurazione PRP2008. Distribuzione spaziale del tirante idrico ($T_R = 50$ anni).

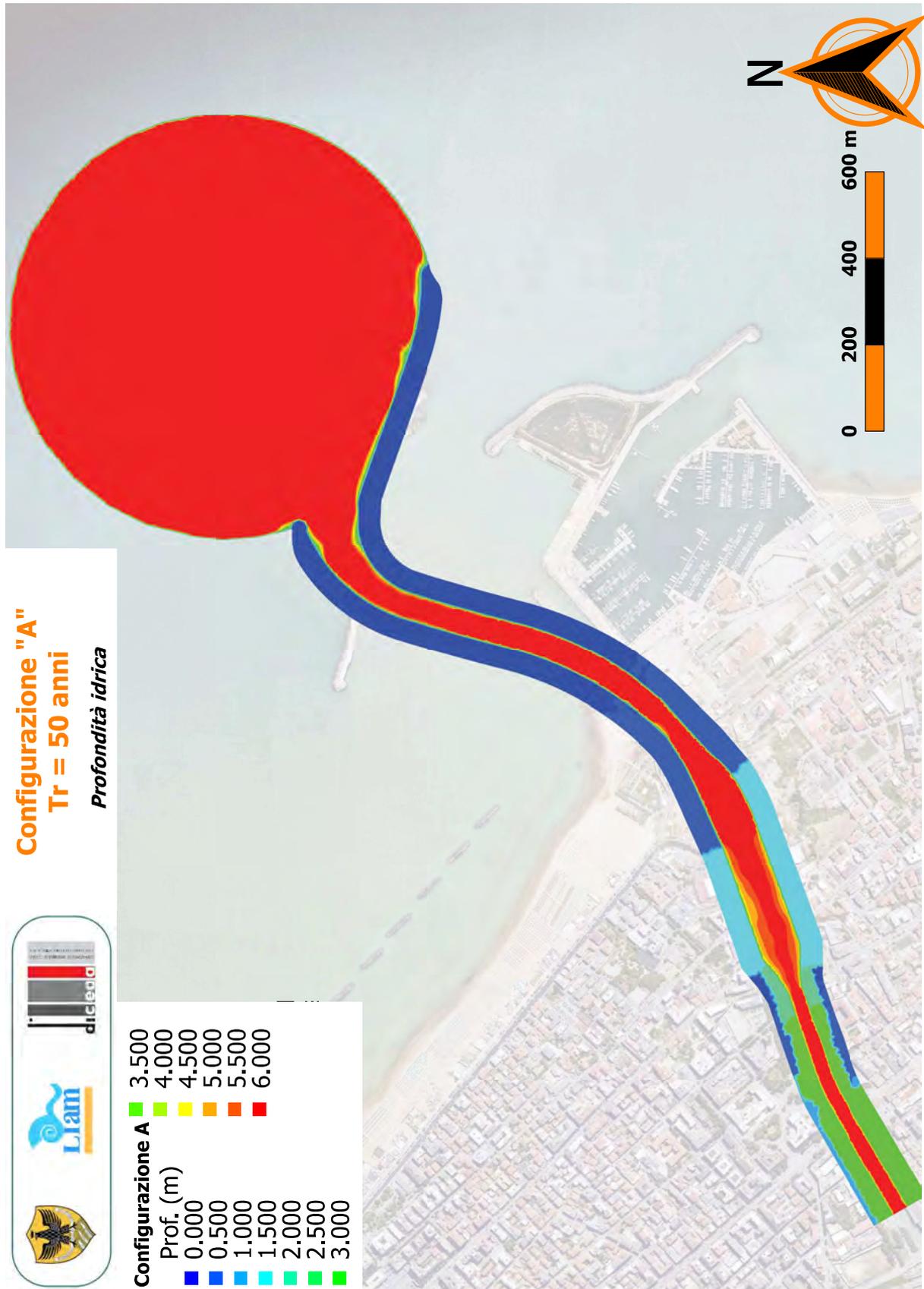


Figura A-74: Configurazione A. Distribuzione spaziale del tirante idrico ($T_R = 50$ anni).

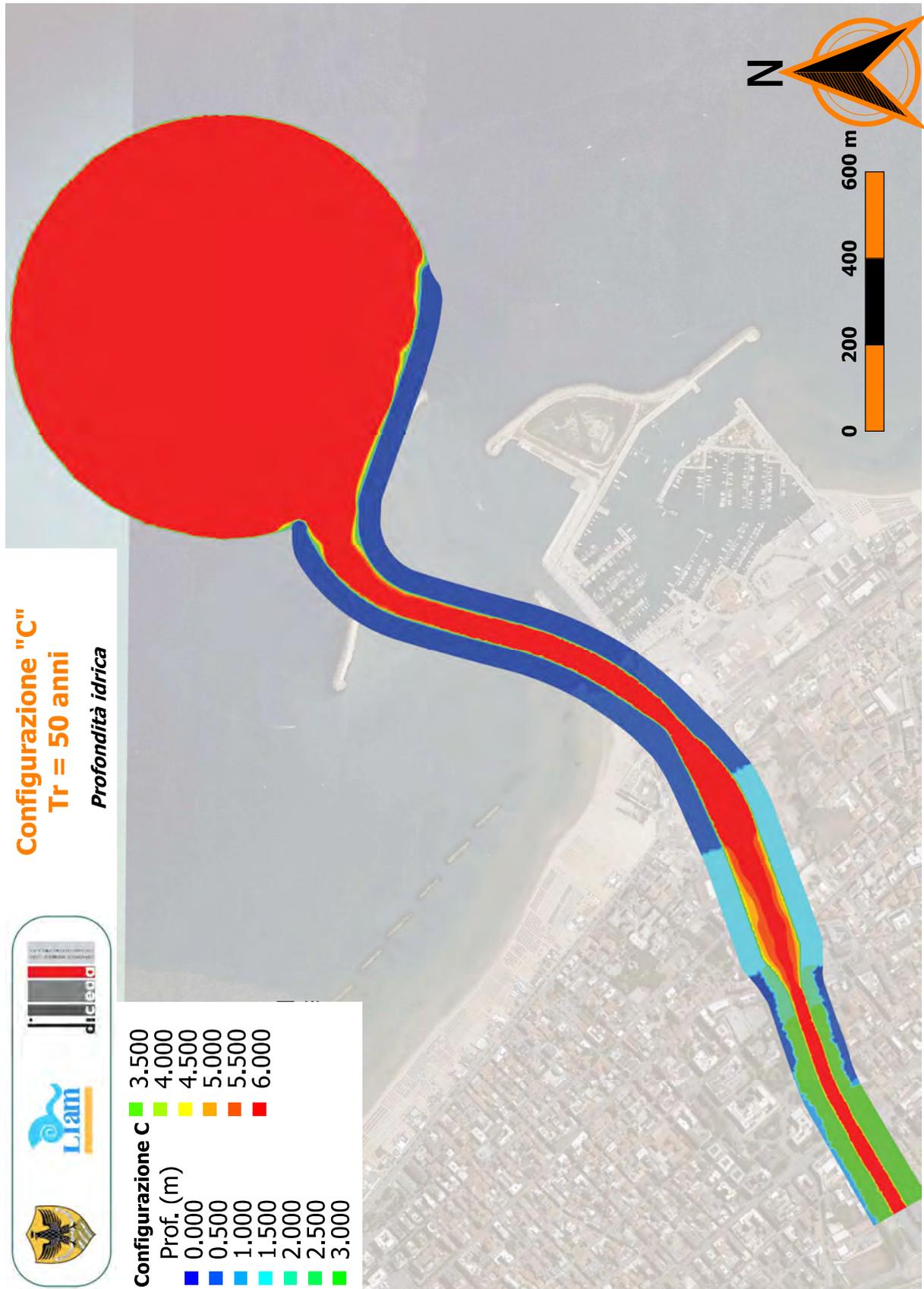
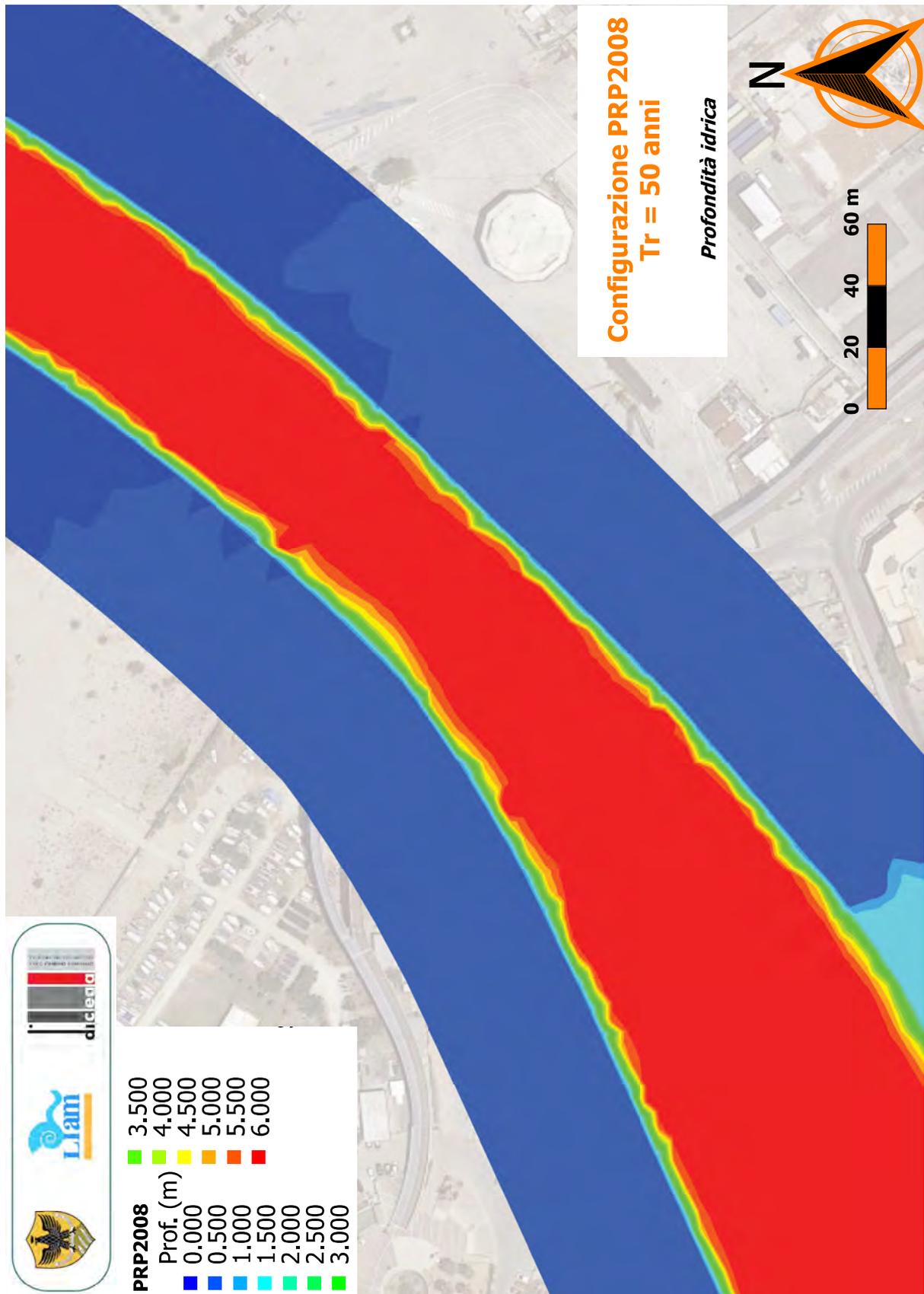
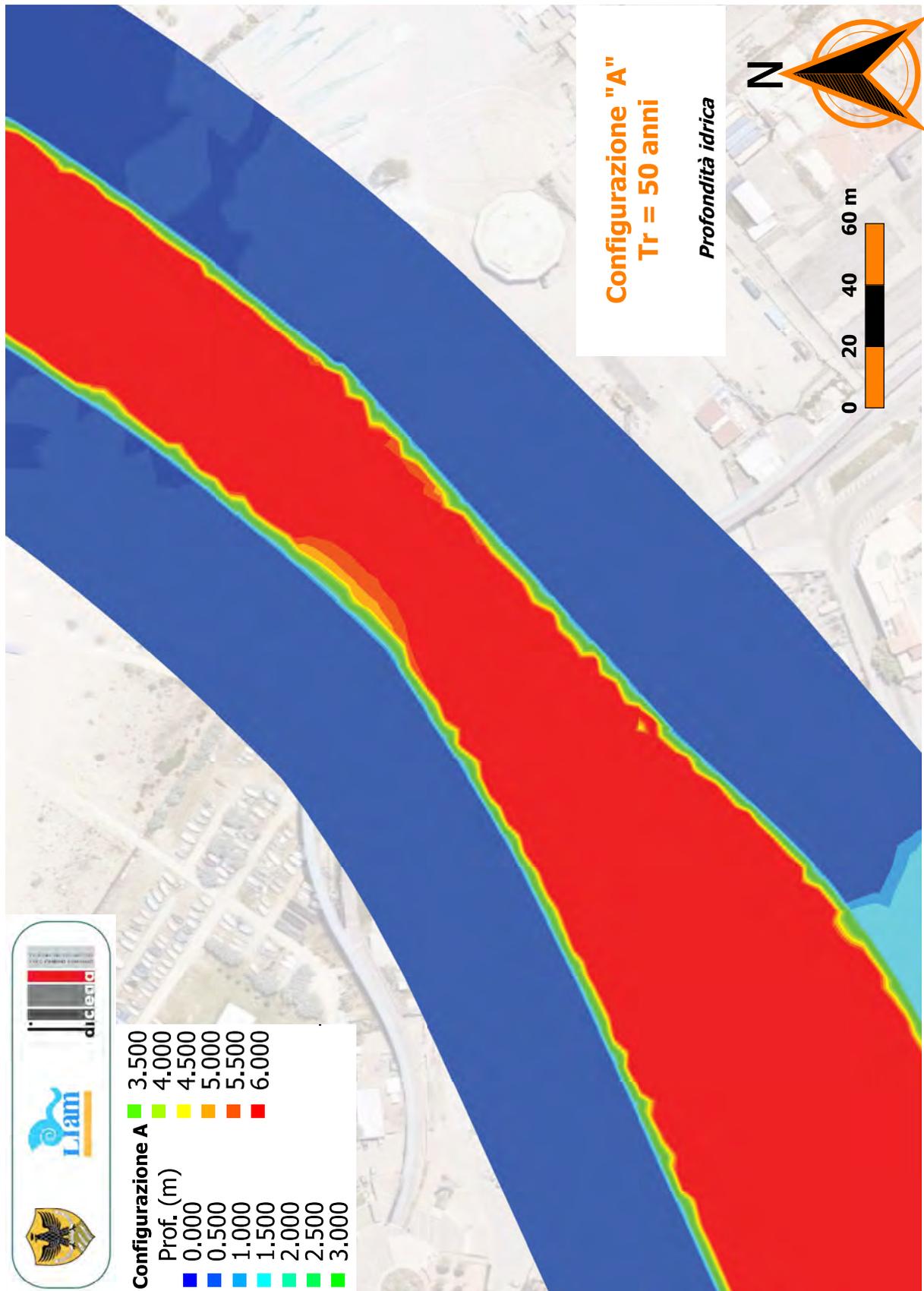


Figura A-75: Configurazione C. Distribuzione spaziale del tirante idrico ($T_R = 50$ anni).



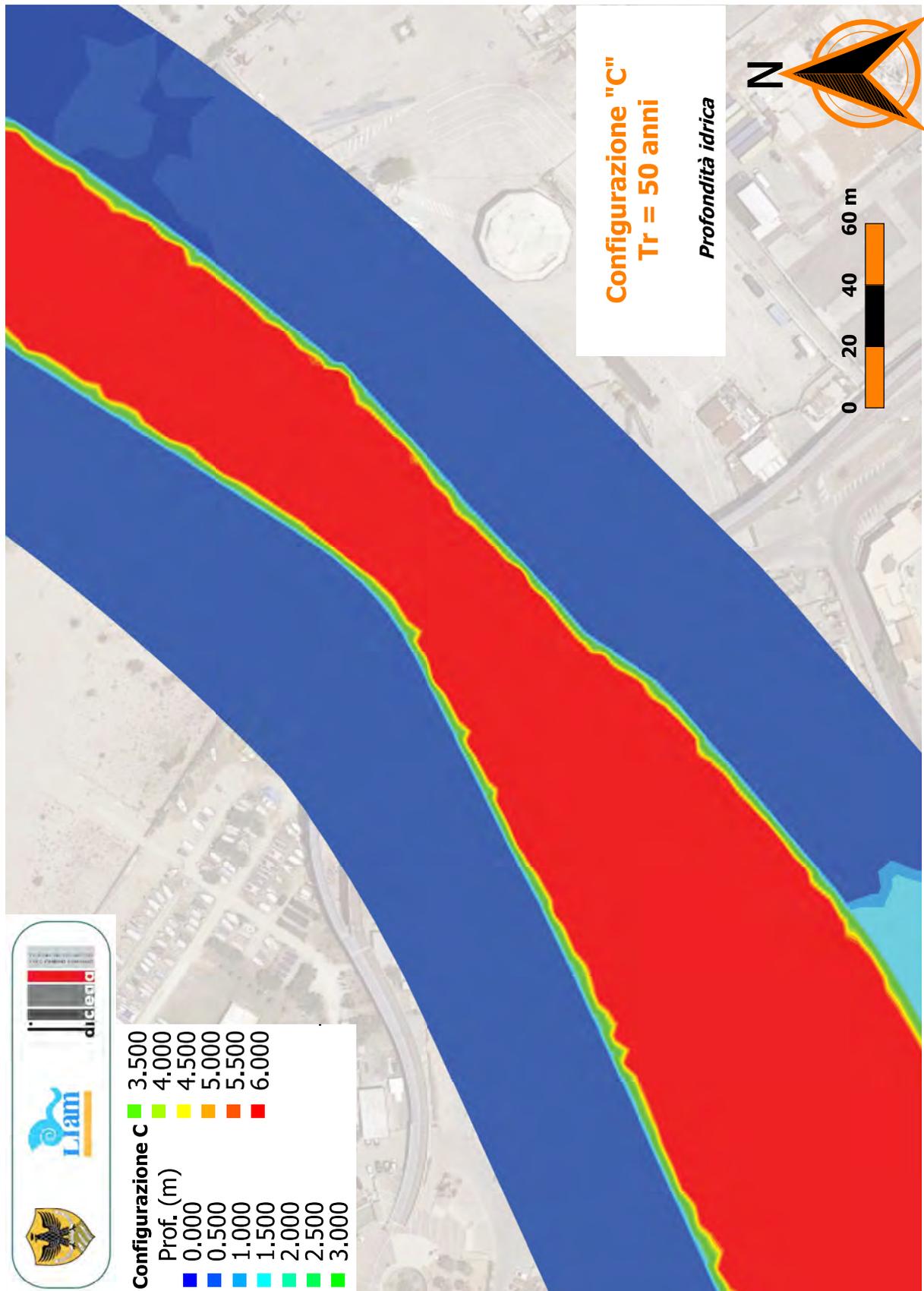
A.3

Figura A-76: Configurazione PRP2008. Distribuzione spaziale del tirante idrico ($T_R = 50$ anni). Dettaglio della zona di interesse.



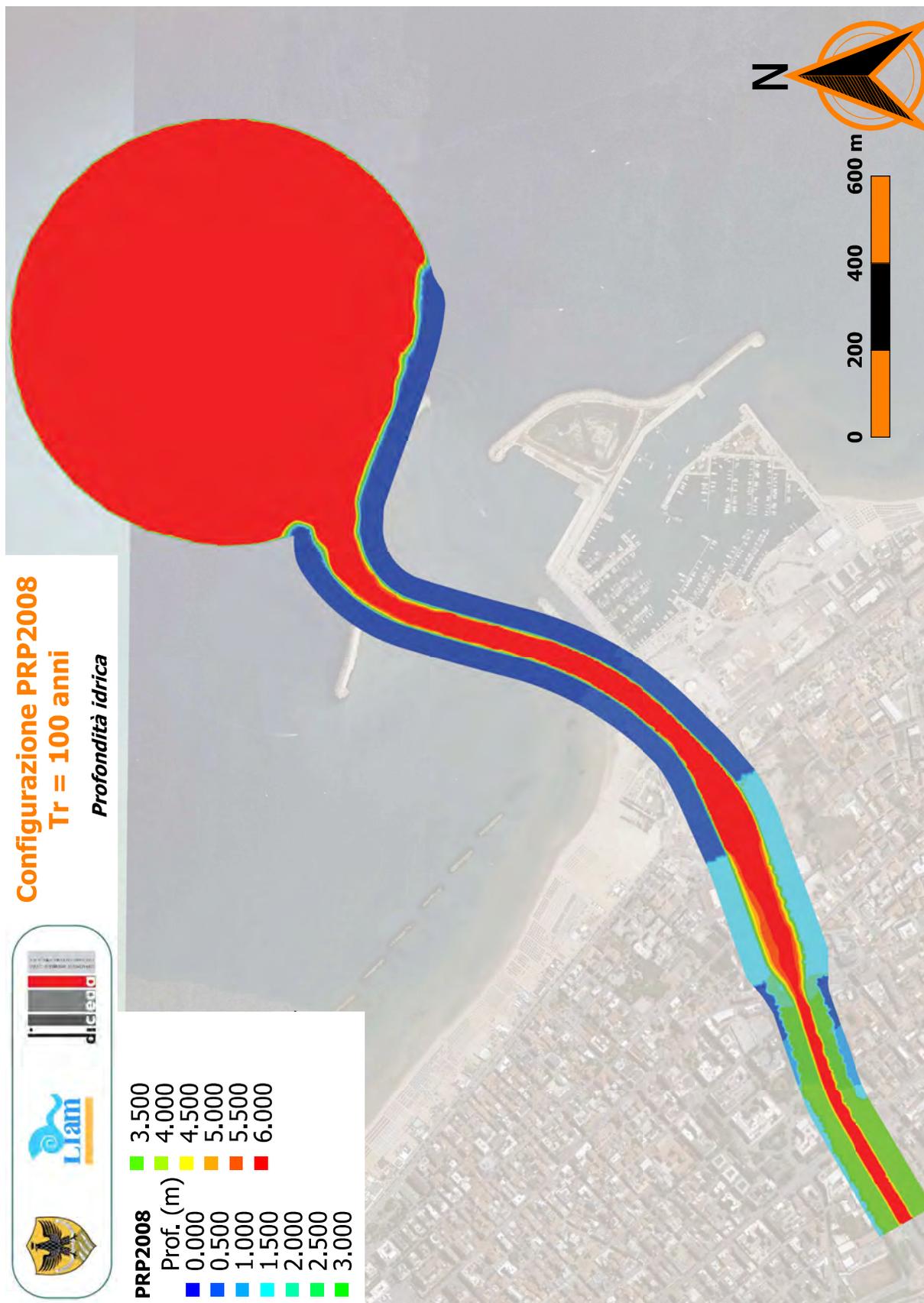
A.3

Figura A-77: Configurazione A. Distribuzione spaziale del tirante idrico ($T_R = 50$ anni). Dettaglio della zona di interesse.



A.3

Figura A-78: Configurazione C. Distribuzione spaziale del tirante idrico ($T_R = 50$ anni). Dettaglio della zona di interesse.



A.3

Figura A-79: Configurazione PRP2008. Distribuzione spaziale del tirante idrico ($T_R = 100$ anni).

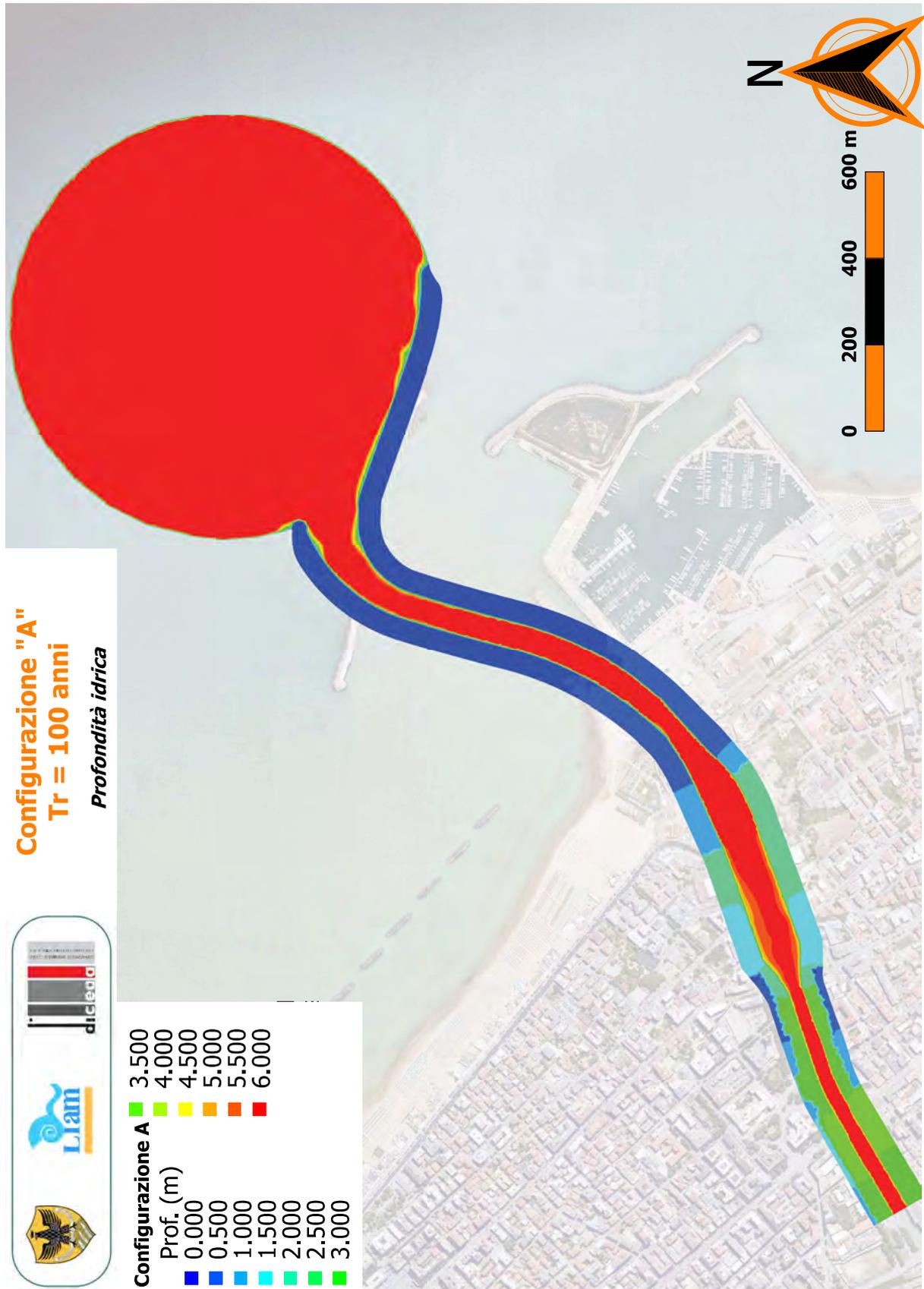
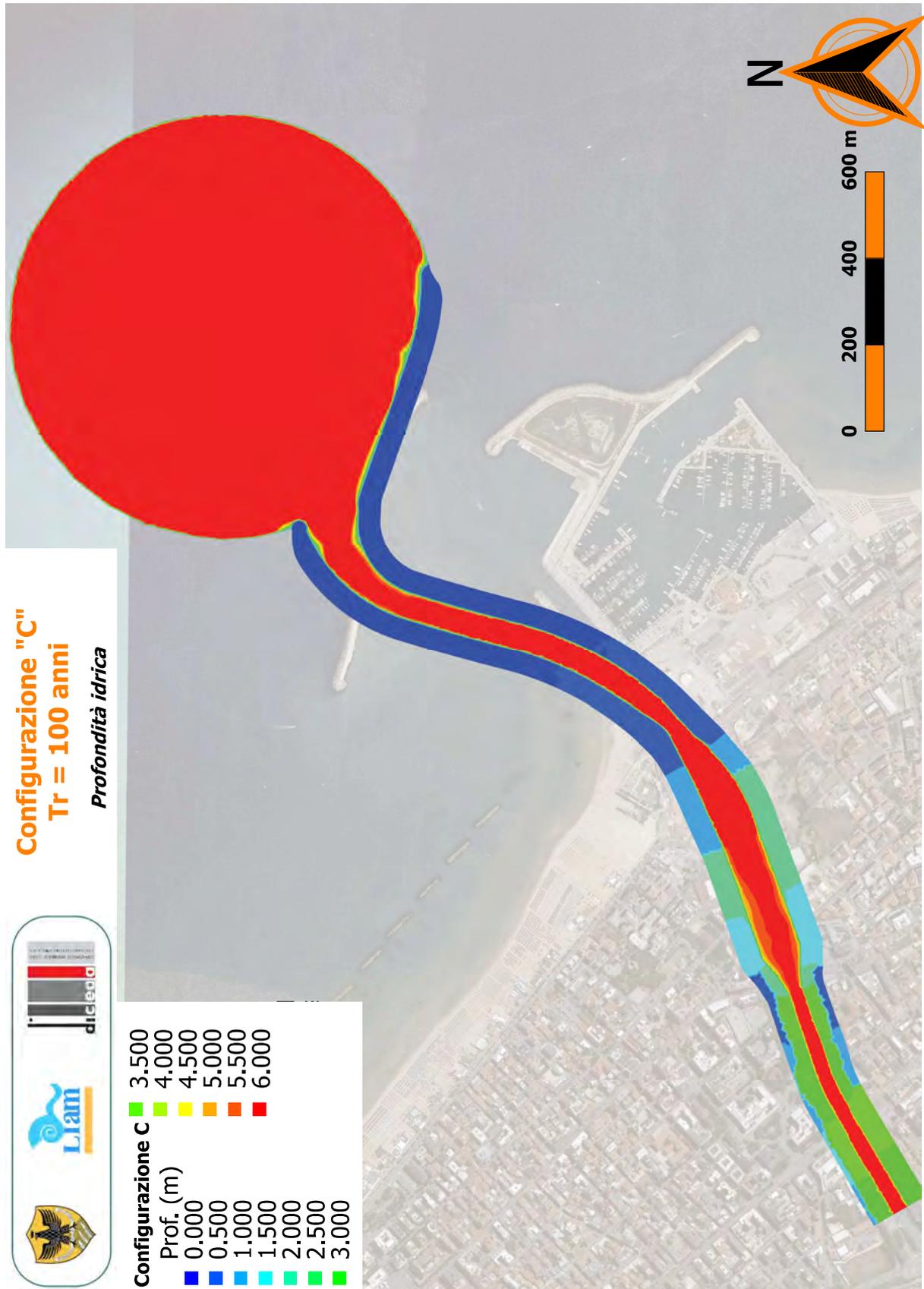
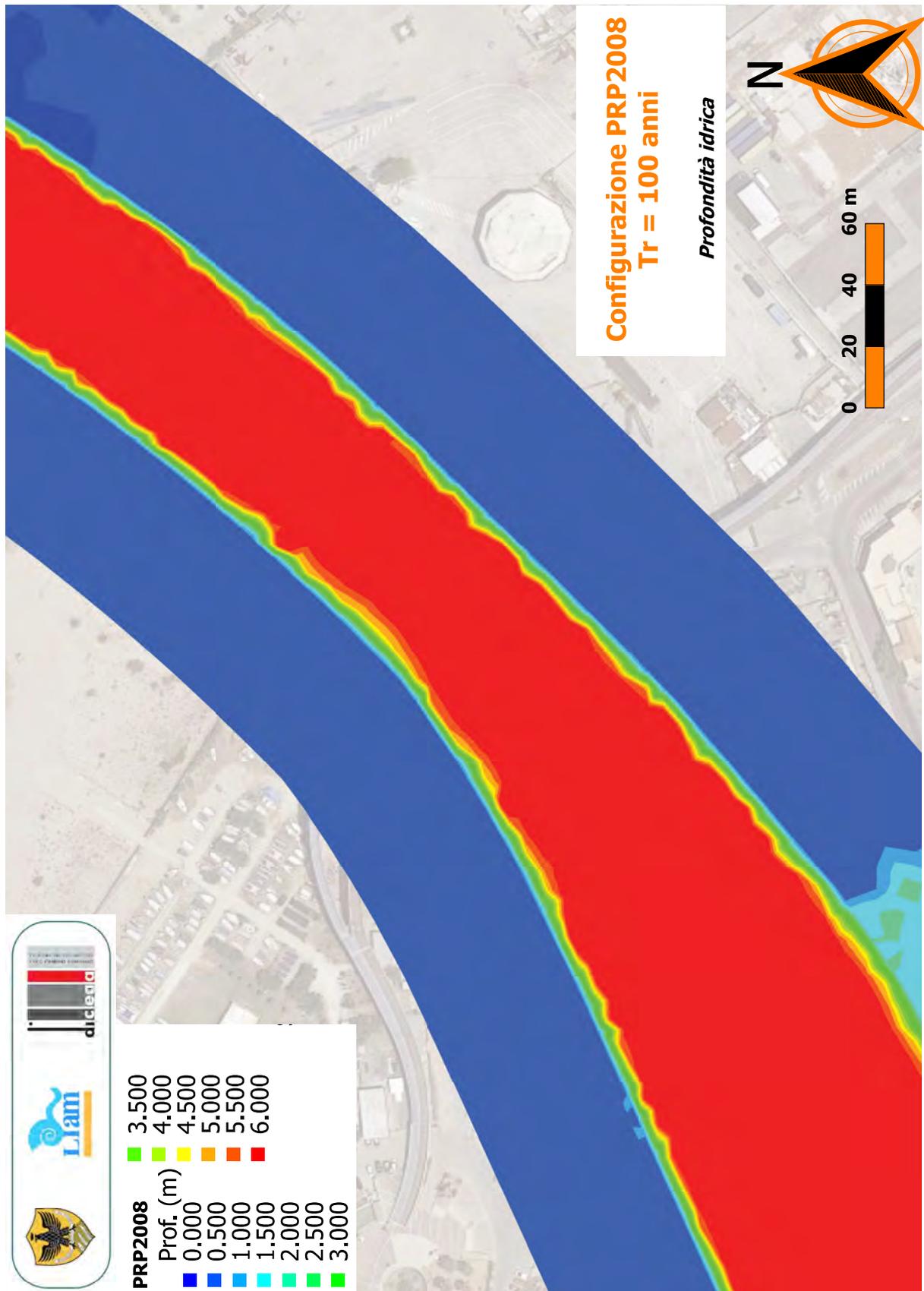


Figura A-80: Configurazione A. Distribuzione spaziale del tirante idrico ($T_R = 100$ anni).



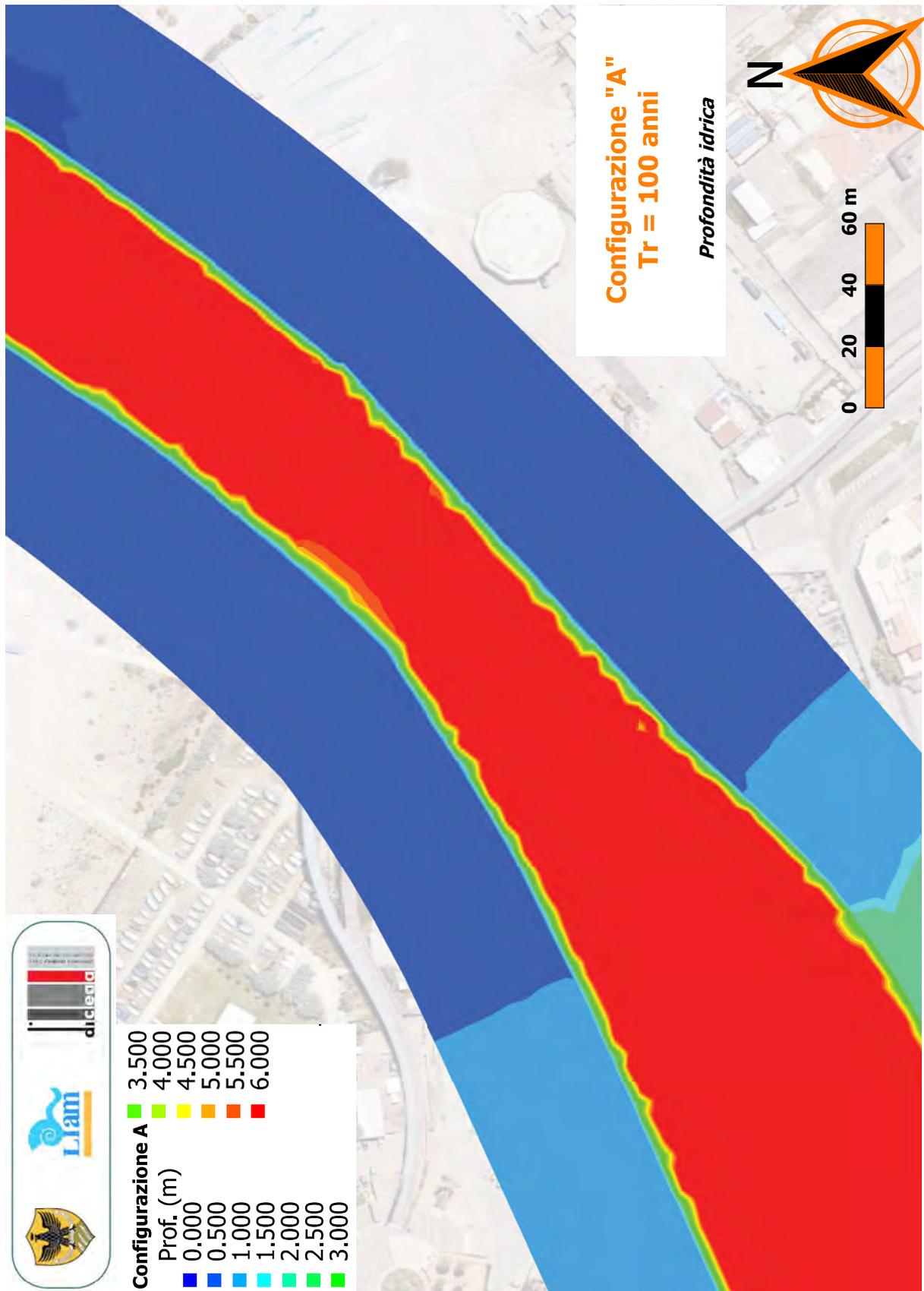
A.3

Figura A-81: Configurazione C. Distribuzione spaziale del tirante idrico ($T_R = 100$ anni).



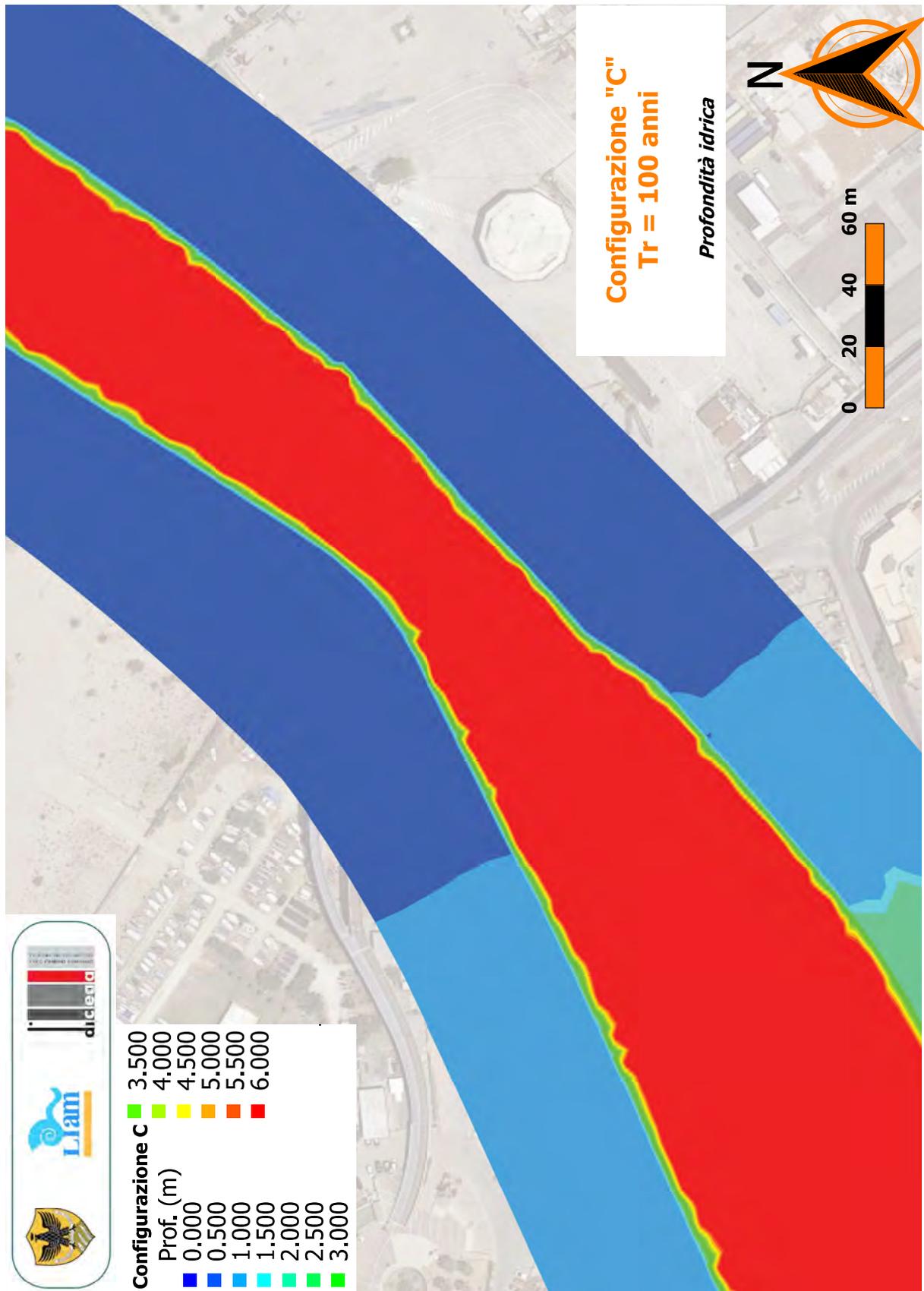
A.3

Figura A-82: Configurazione PRP2008. Distribuzione spaziale del tirante idrico ($T_R = 100$ anni). Dettaglio della zona di interesse.



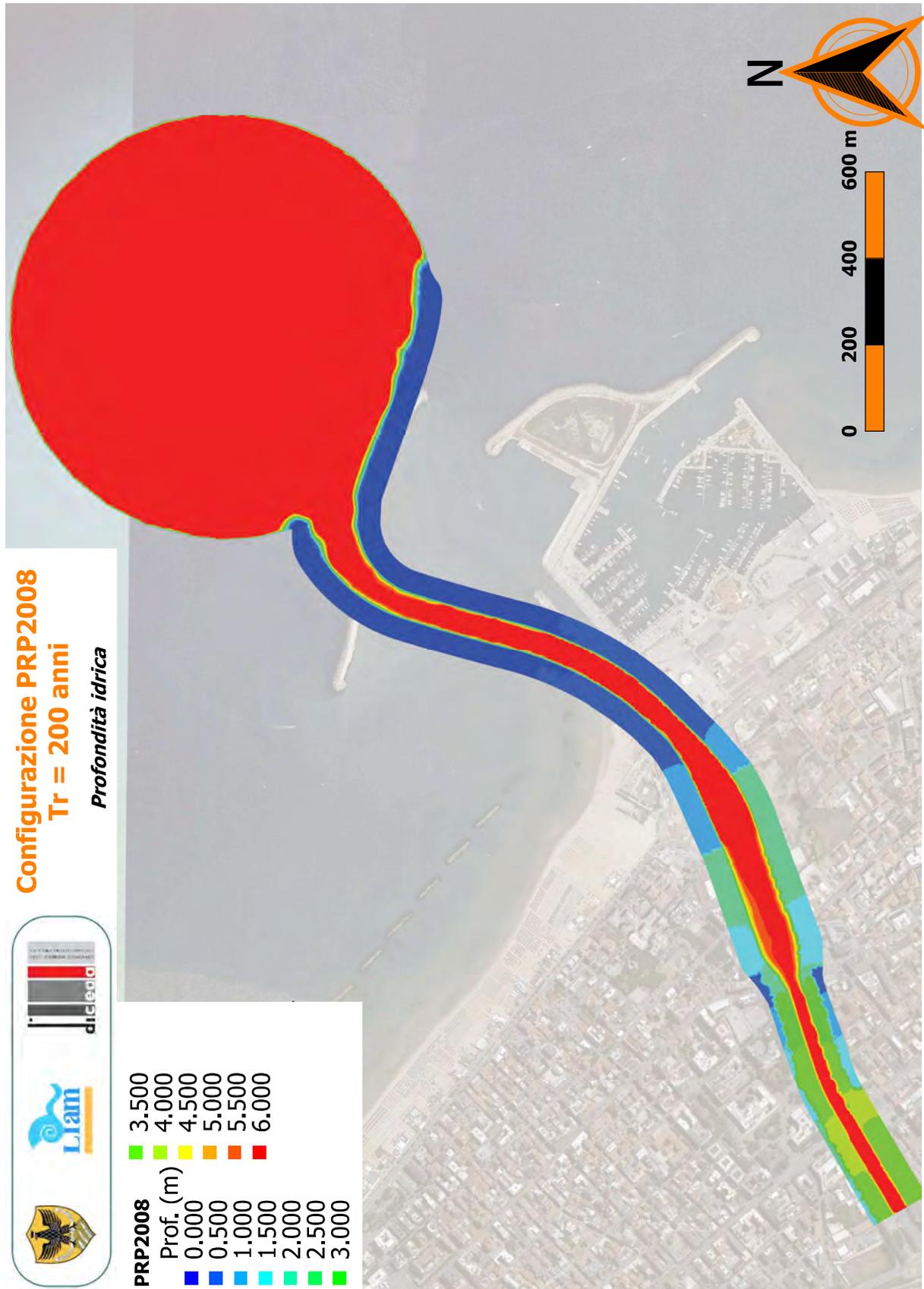
A.3

Figura A-83: Configurazione A. Distribuzione spaziale del tirante idrico ($T_R = 100$ anni). Dettaglio della zona di interesse.



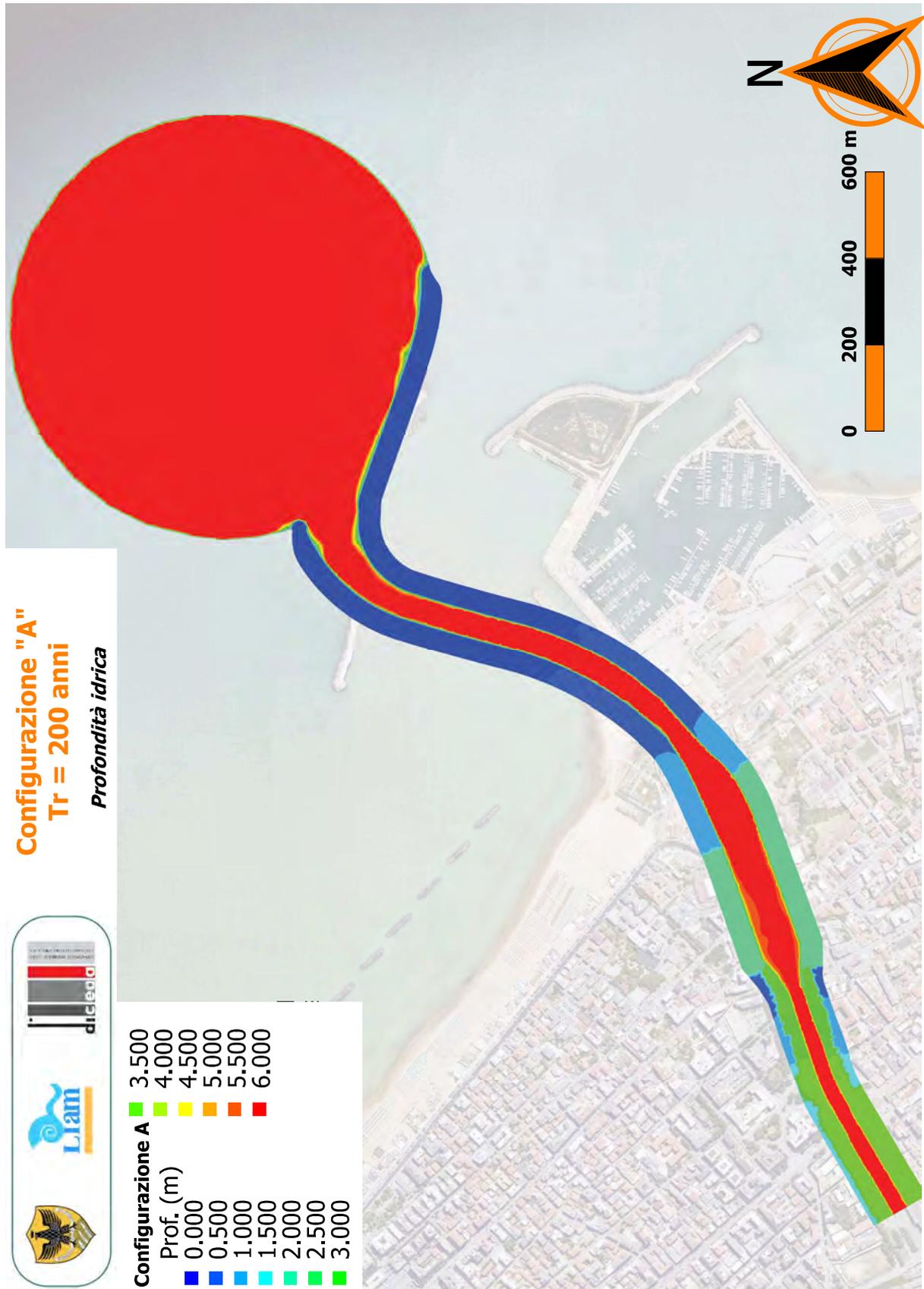
A.3

Figura A-84: Configurazione C. Distribuzione spaziale del tirante idrico ($T_R = 100$ anni). Dettaglio della zona di interesse.



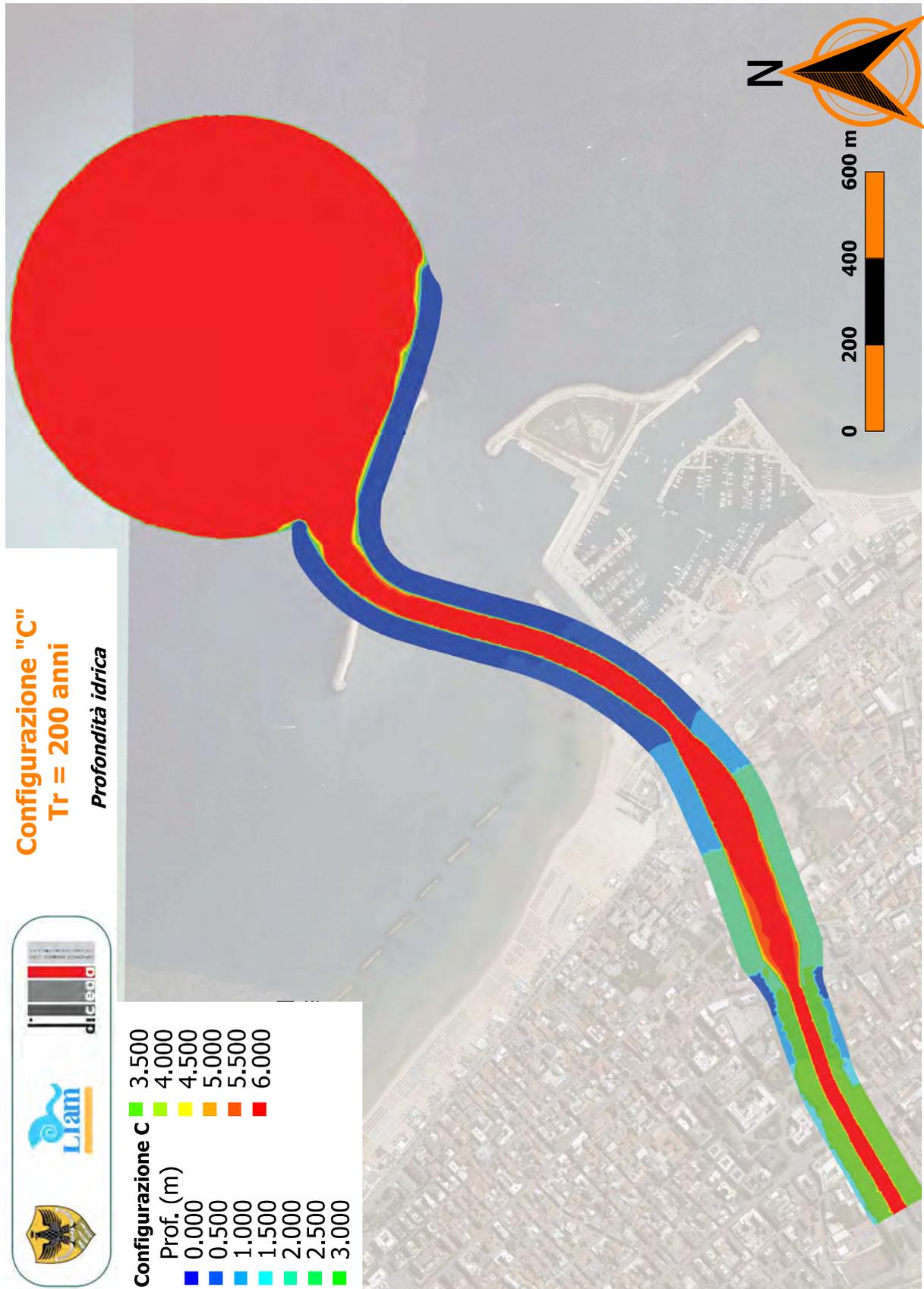
A.3

Figura A-85: Configurazione PRP2008. Distribuzione spaziale del tirante idrico ($T_R = 200$ anni).



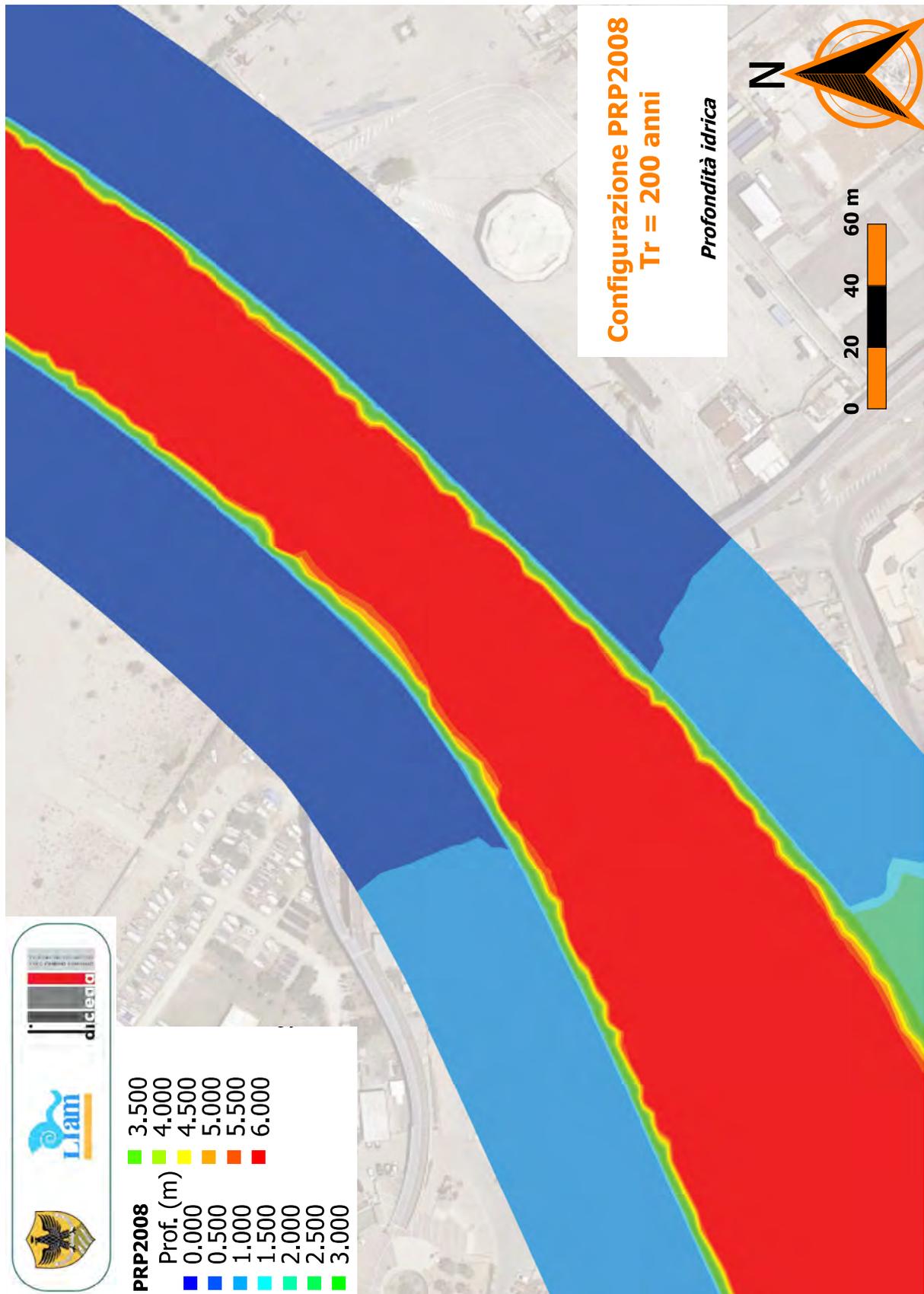
A.3

Figura A-86: Configurazione A. Distribuzione spaziale del tirante idrico ($T_R = 200$ anni).



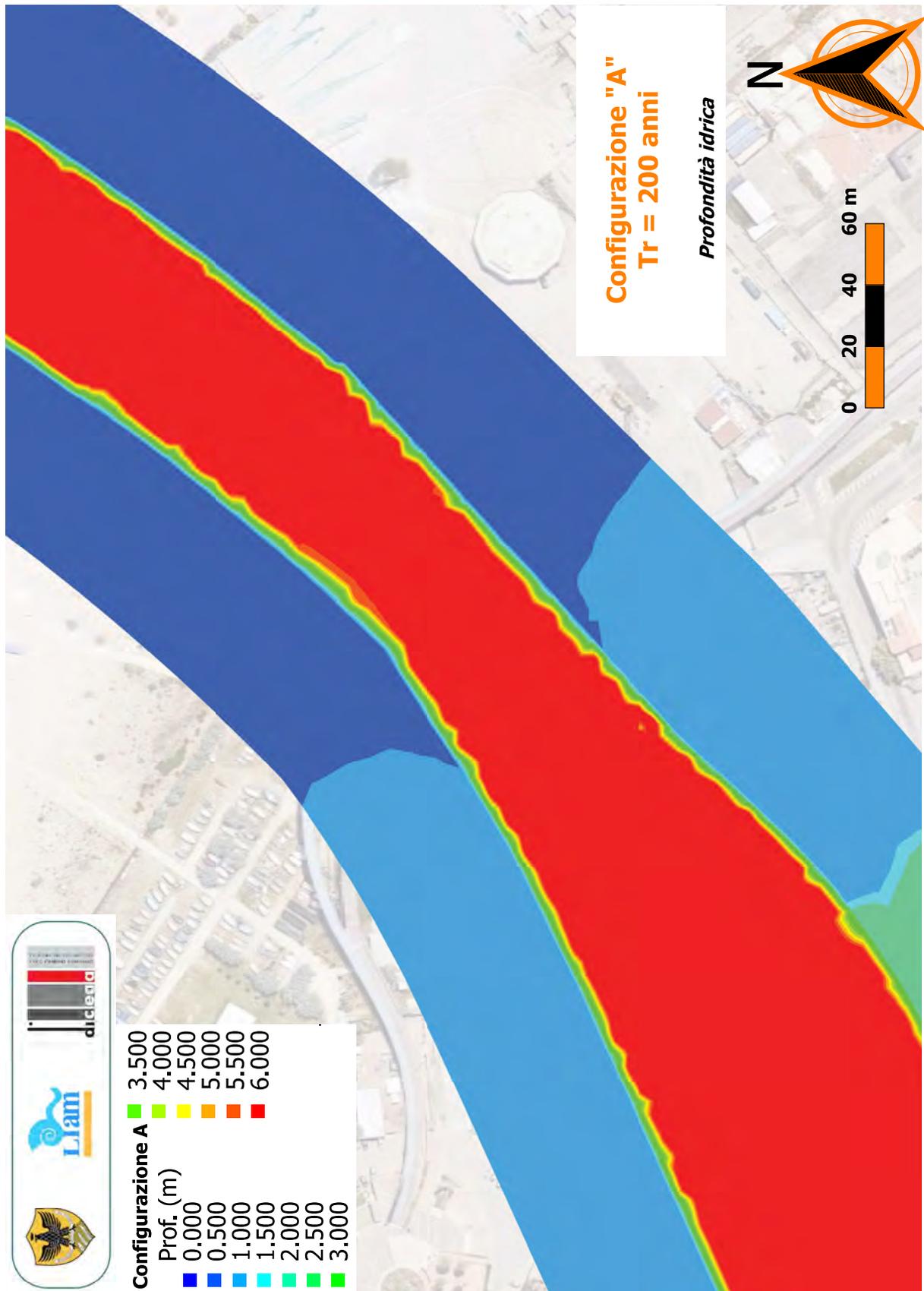
A.3

Figura A-87: Configurazione C. Distribuzione spaziale del tirante idrico ($T_R = 200$ anni).



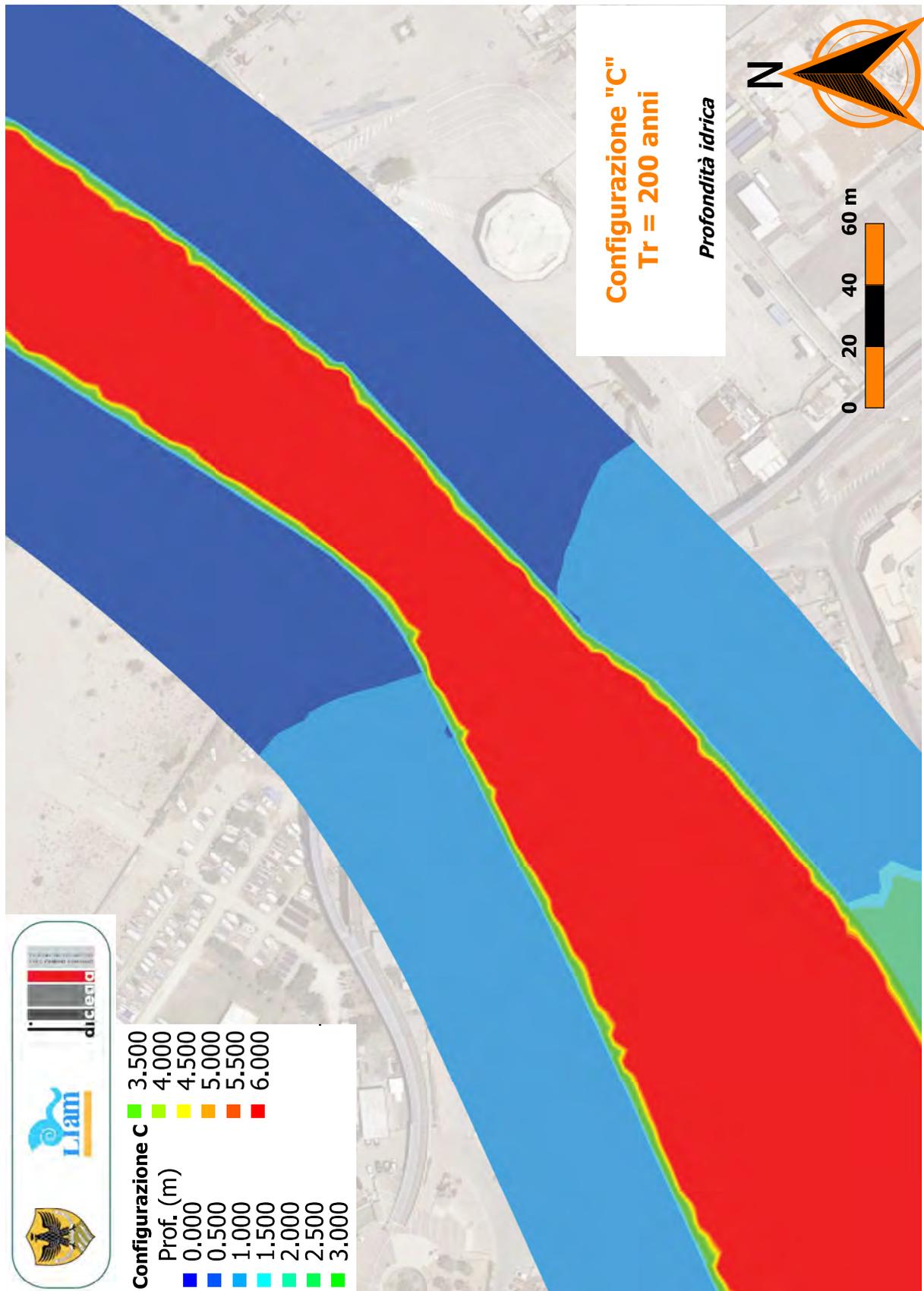
A.3

Figura A-88: Configurazione PRP2008. Distribuzione spaziale del tirante idrico ($T_R = 200$ anni). Dettaglio della zona di interesse.



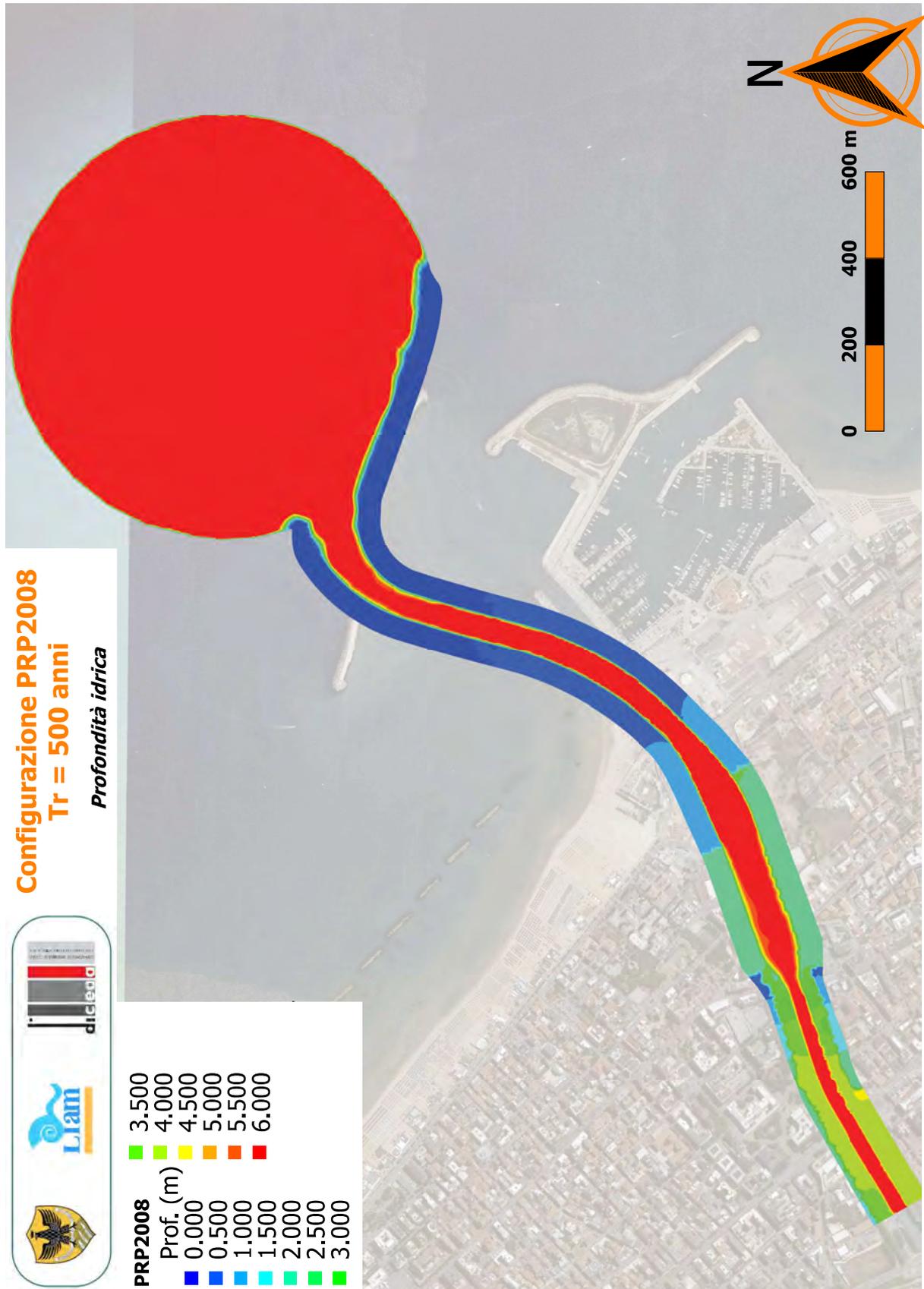
A.3

Figura A-89: Configurazione A. Distribuzione spaziale del tirante idrico ($T_R = 200$ anni). Dettaglio della zona di interesse.



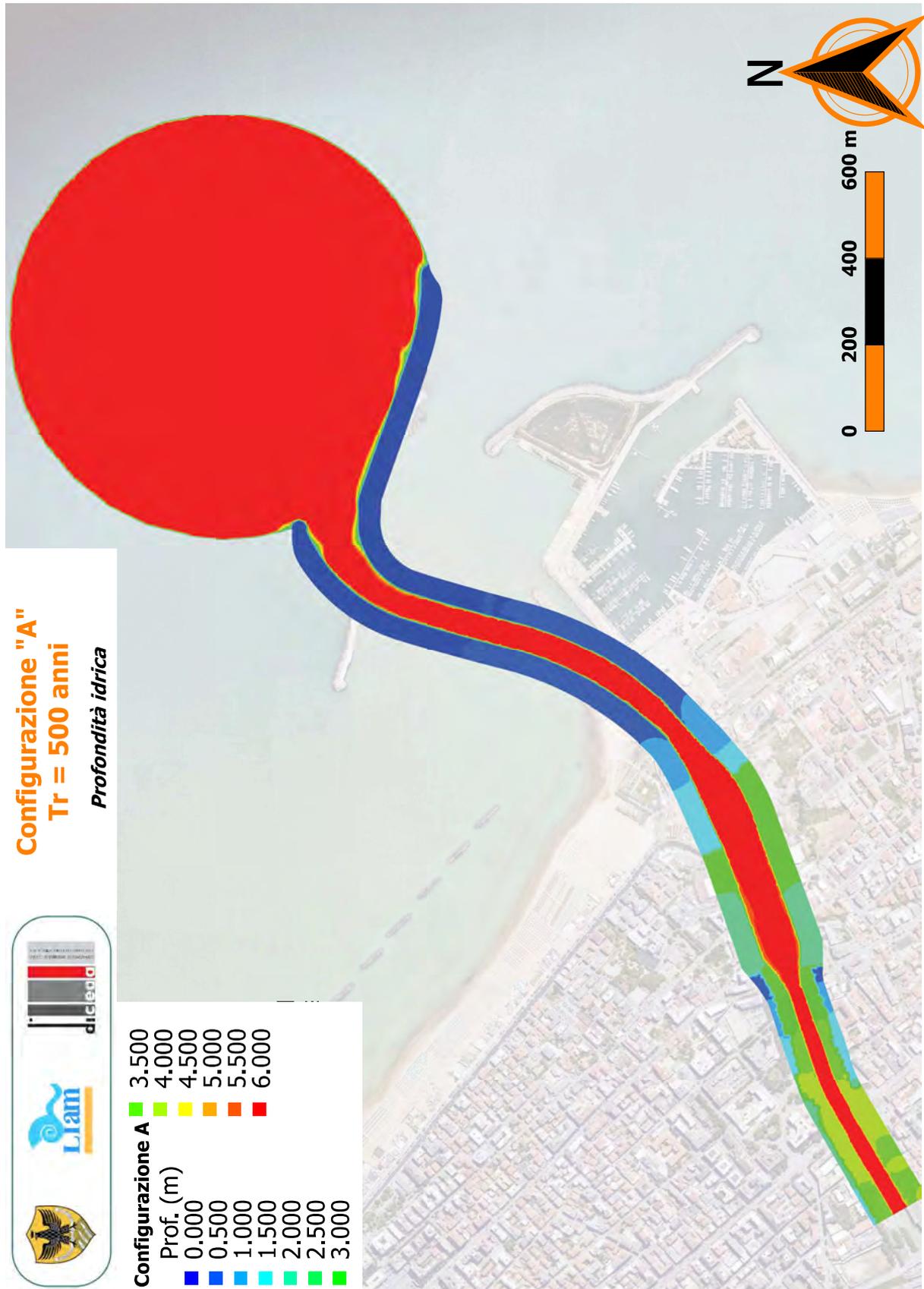
A.3

Figura A-90: Configurazione C. Distribuzione spaziale del tirante idrico ($T_R = 200$ anni). Dettaglio della zona di interesse.



A.3

Figura A-91: Configurazione PRP2008. Distribuzione spaziale del tirante idrico ($T_R = 500$ anni).



A.3

Figura A-92: Configurazione A. Distribuzione spaziale del tirante idrico ($T_R = 500$ anni).

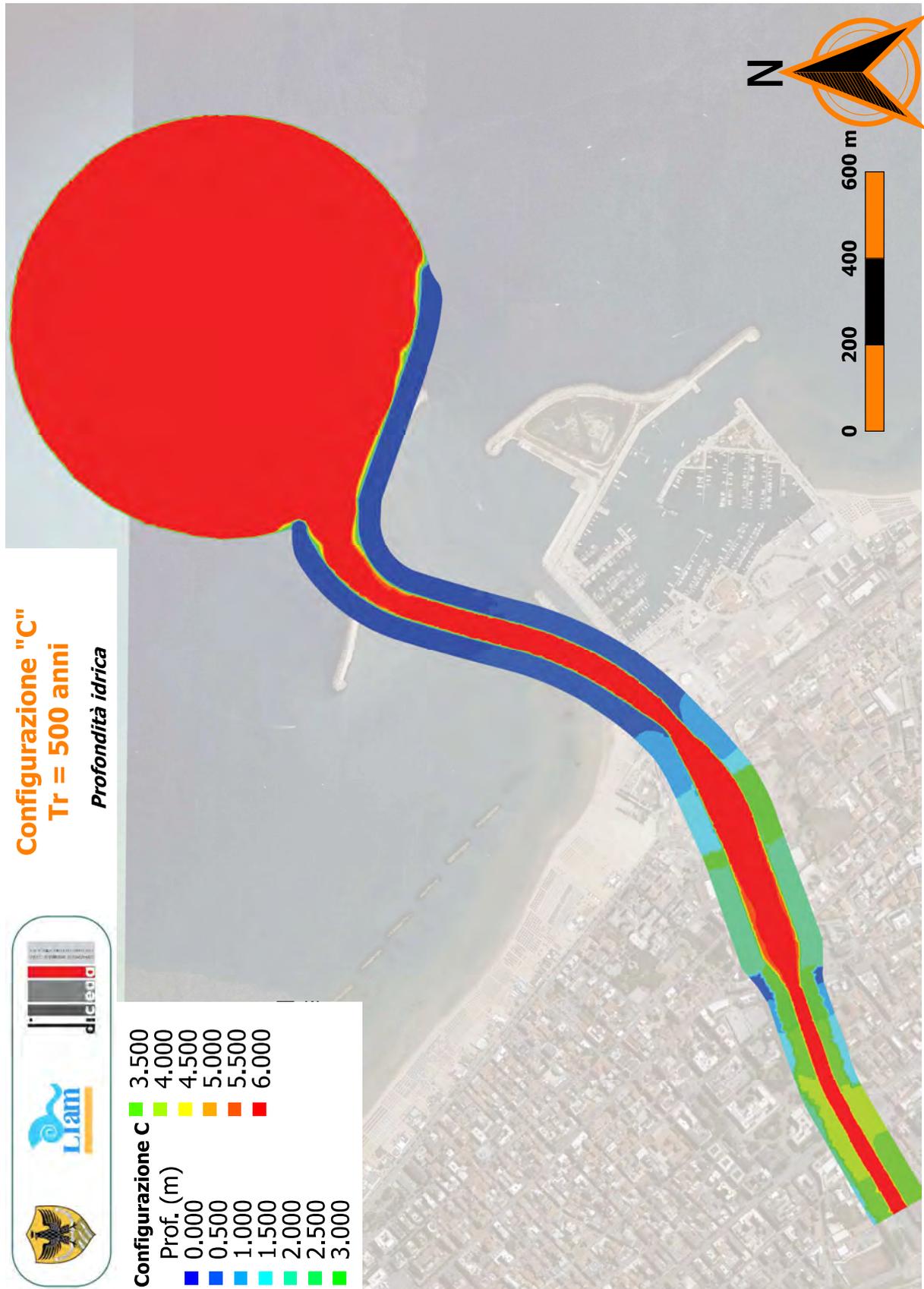
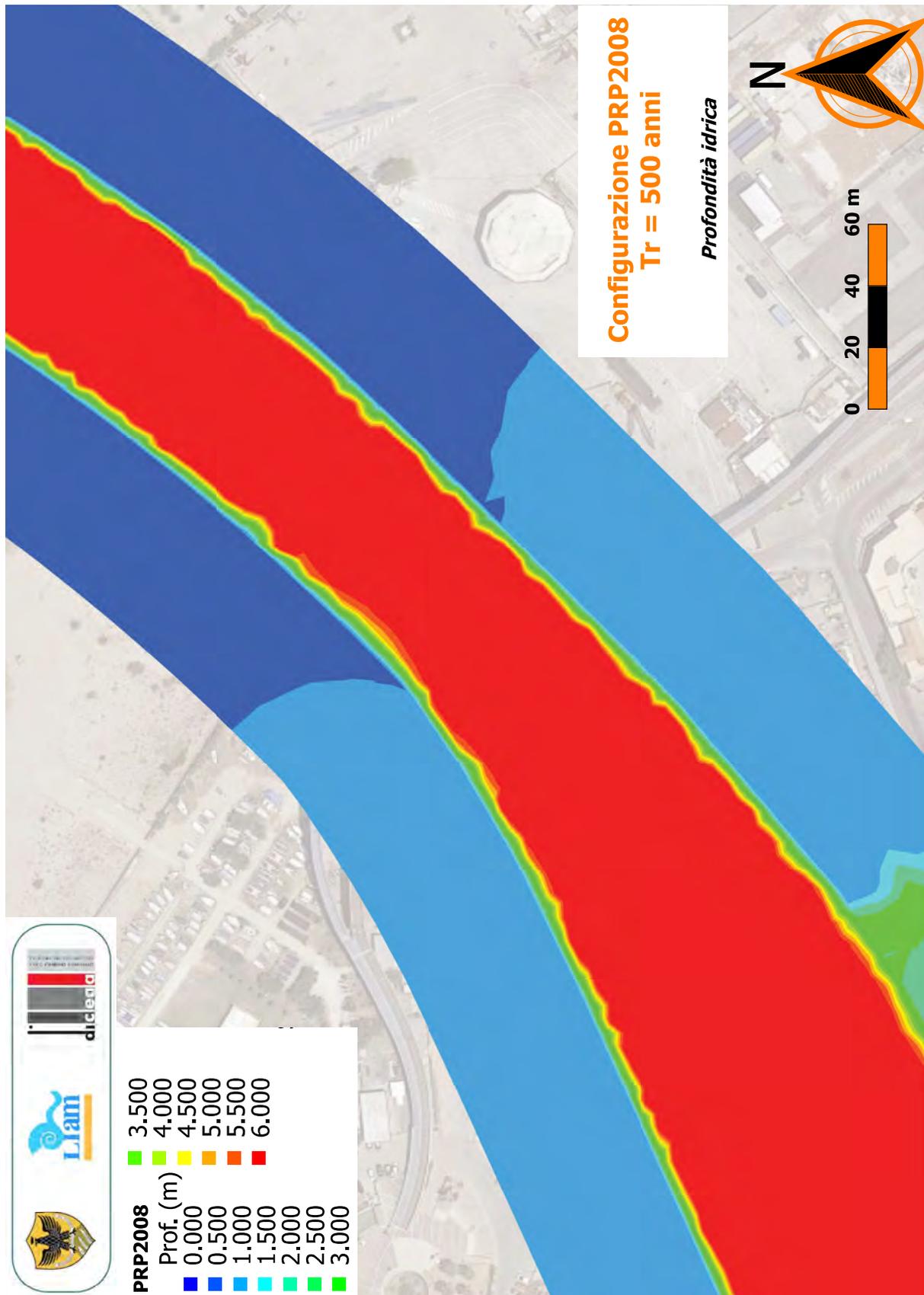
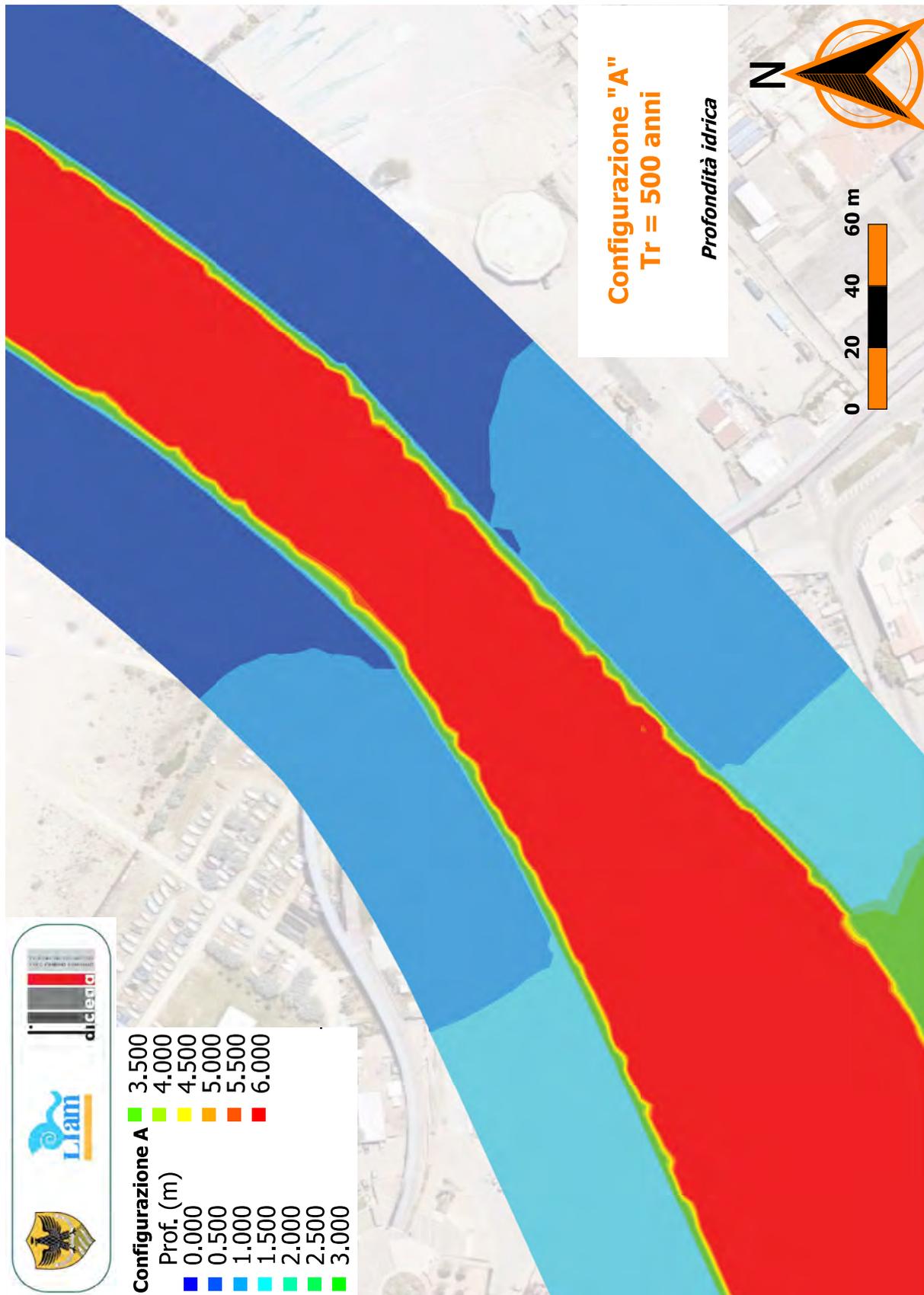


Figura A-93: Configurazione C. Distribuzione spaziale del tirante idrico ($T_R = 500$ anni).



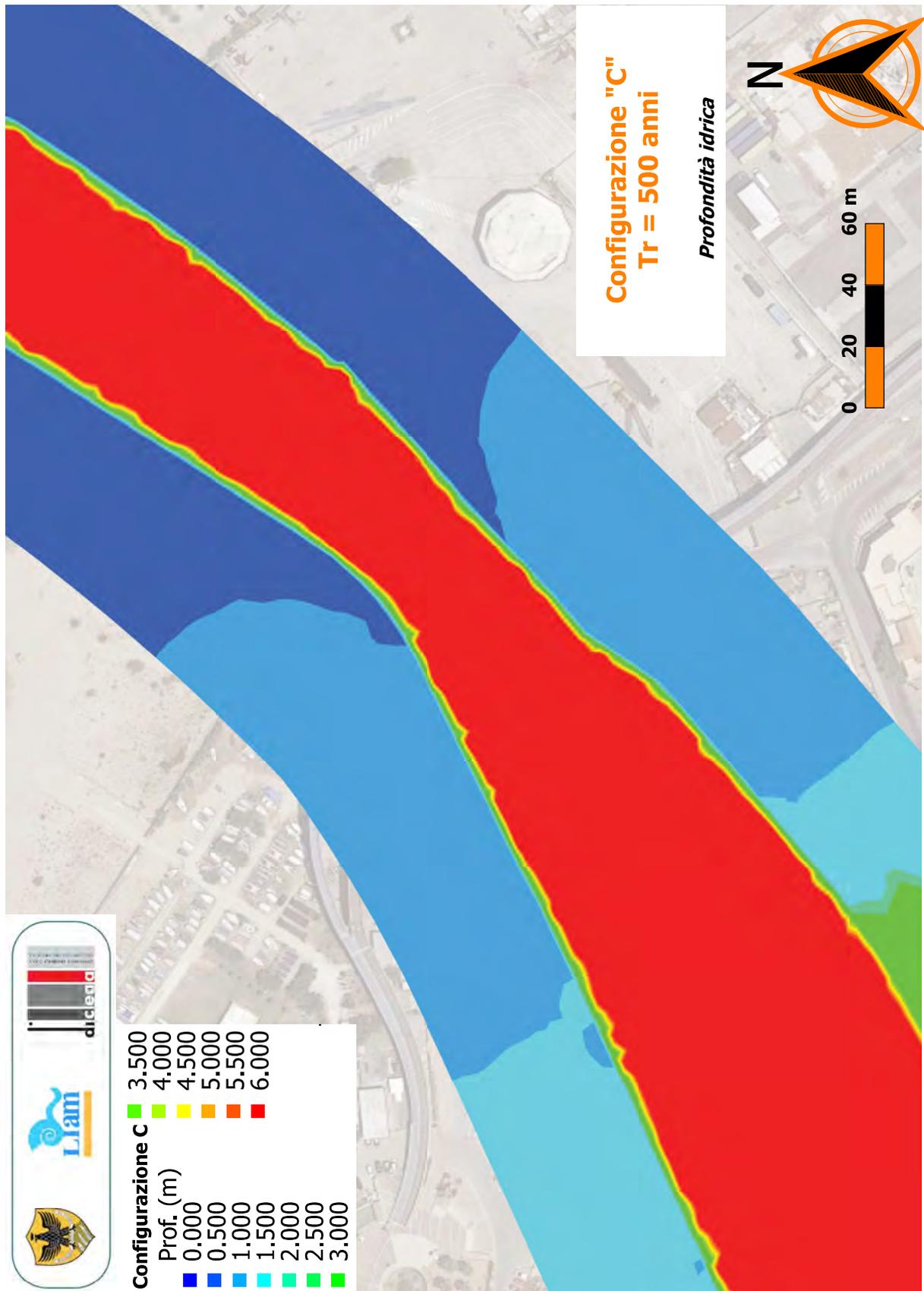
A.3

Figura A-94: Configurazione PRP2008. Distribuzione spaziale del tirante idrico ($T_R = 500$ anni). Dettaglio della zona di interesse.



A.3

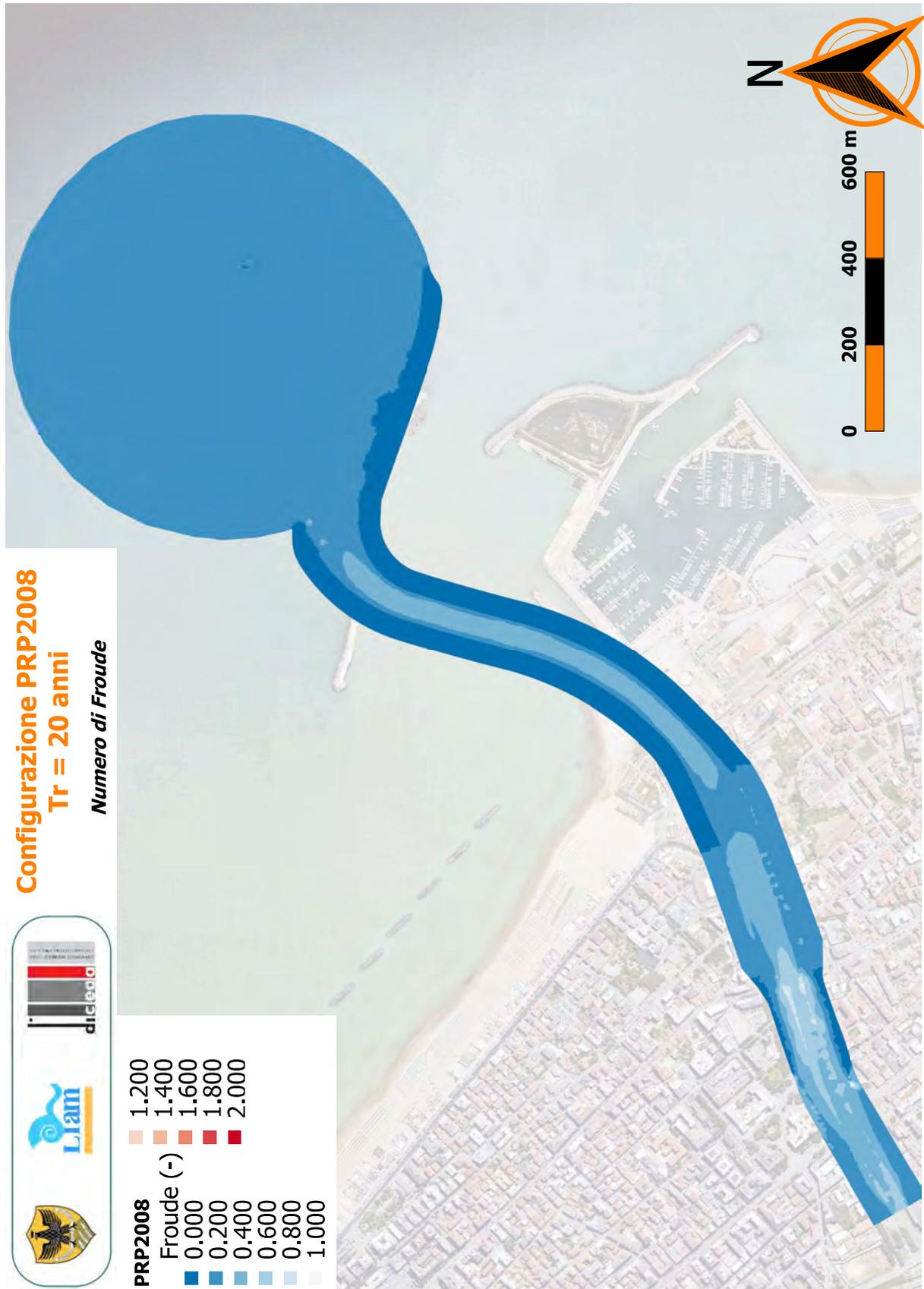
Figura A-95: Configurazione A. Distribuzione spaziale del tirante idrico ($T_R = 500$ anni). Dettaglio della zona di interesse.



A.3

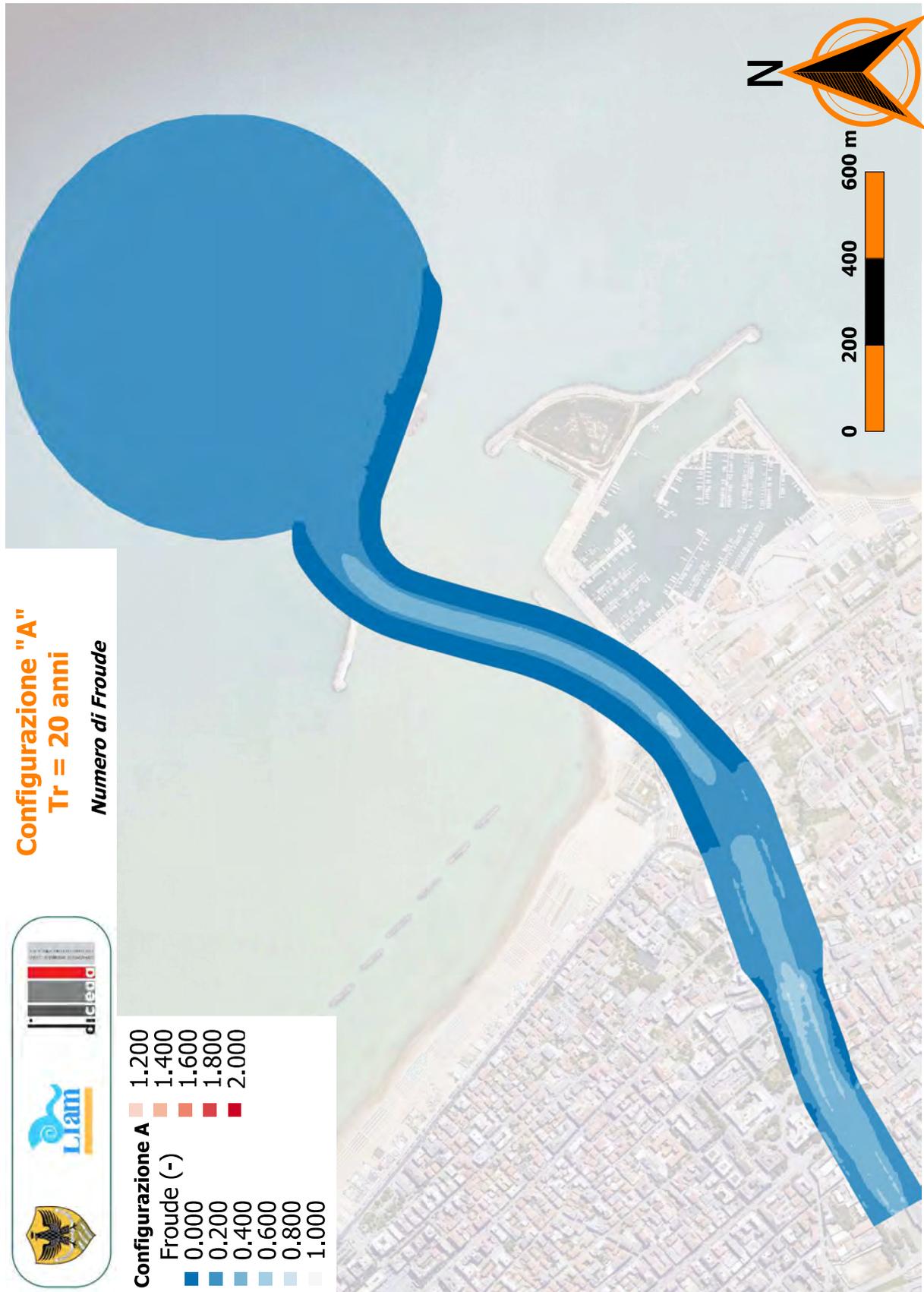
Figura A-96: Configurazione C. Distribuzione spaziale del tirante idrico ($T_R = 500$ anni). Dettaglio della zona di interesse.

A.4 Distribuzione spaziale del numero di Froude



A.4

Figura A-97: Configurazione PRP2008. Distribuzione spaziale del numero di Froude ($T_R = 20$ anni).



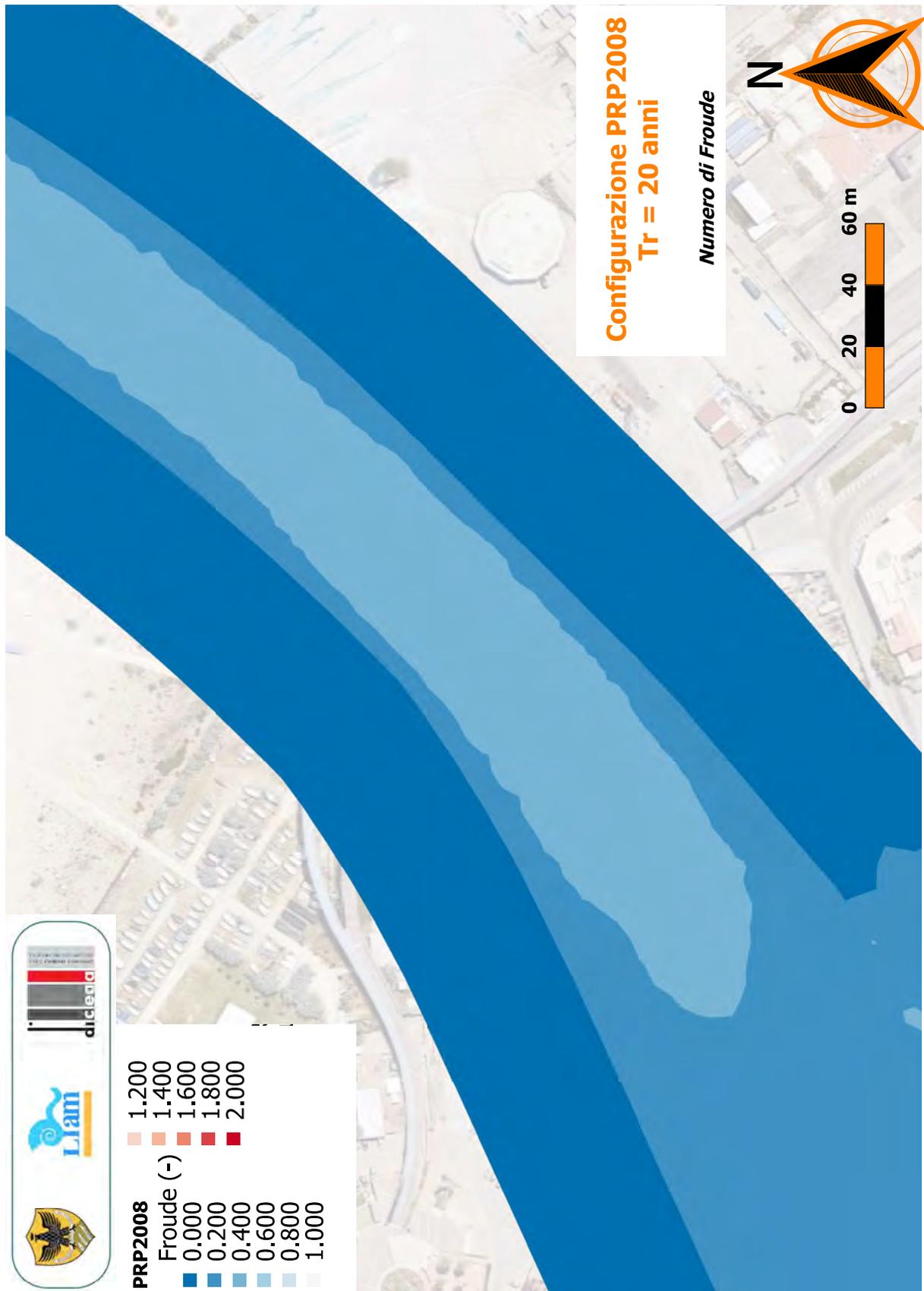
A.4

Figura A-98: Configurazione A. Distribuzione spaziale del numero di Froude ($T_R = 20$ anni).



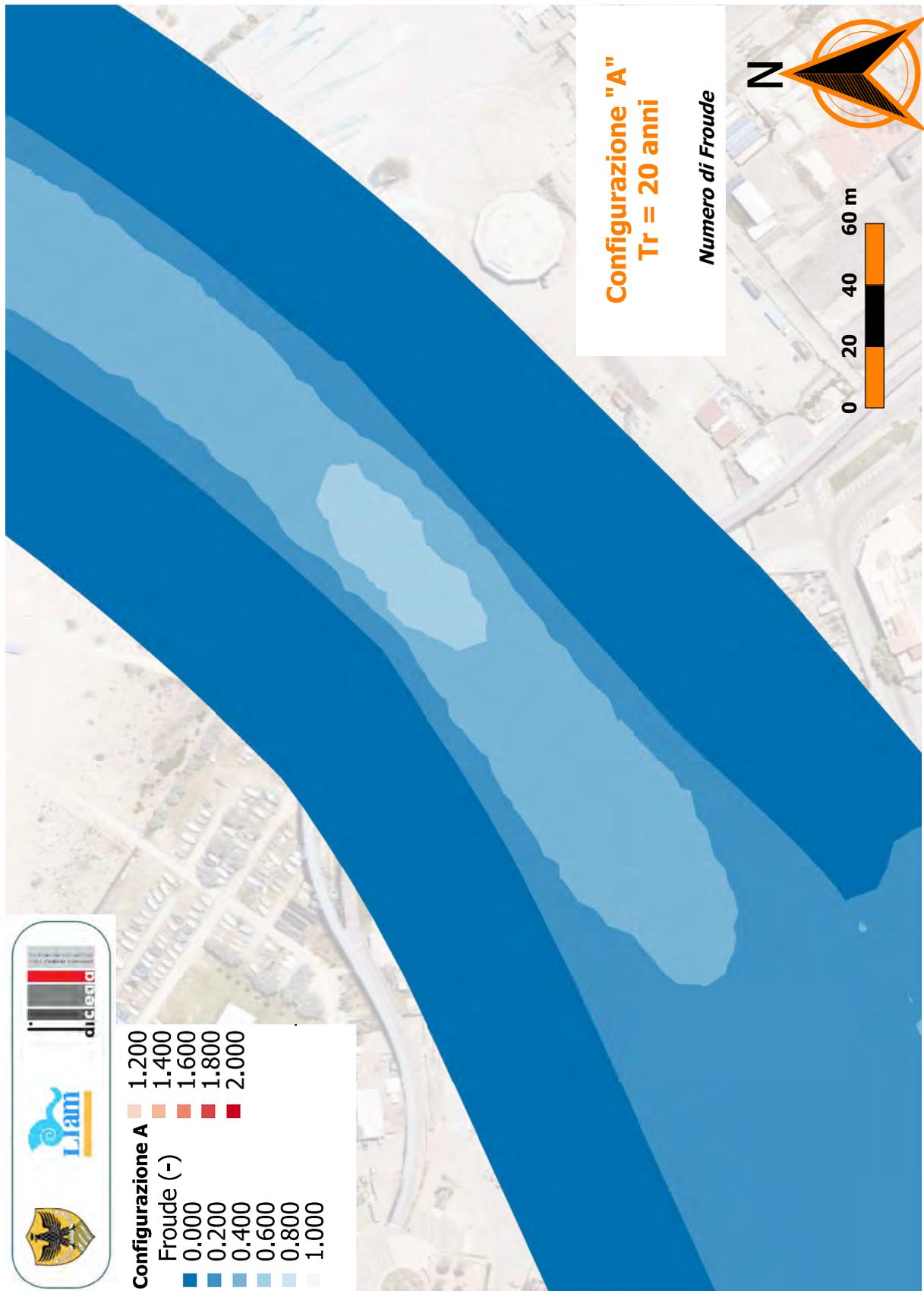
A.4

Figura A-99: Configurazione C. Distribuzione spaziale del numero di Froude ($T_R = 20$ anni).



A.4

Figura A-100: Configurazione PRP2008. Distribuzione spaziale del numero di Froude ($T_R = 20$ anni). Dettaglio della zona di interesse.



A.4

Figura A-101: Configurazione A. Distribuzione spaziale del numero di Froude ($T_R = 20$ anni). Dettaglio della zona di interesse.



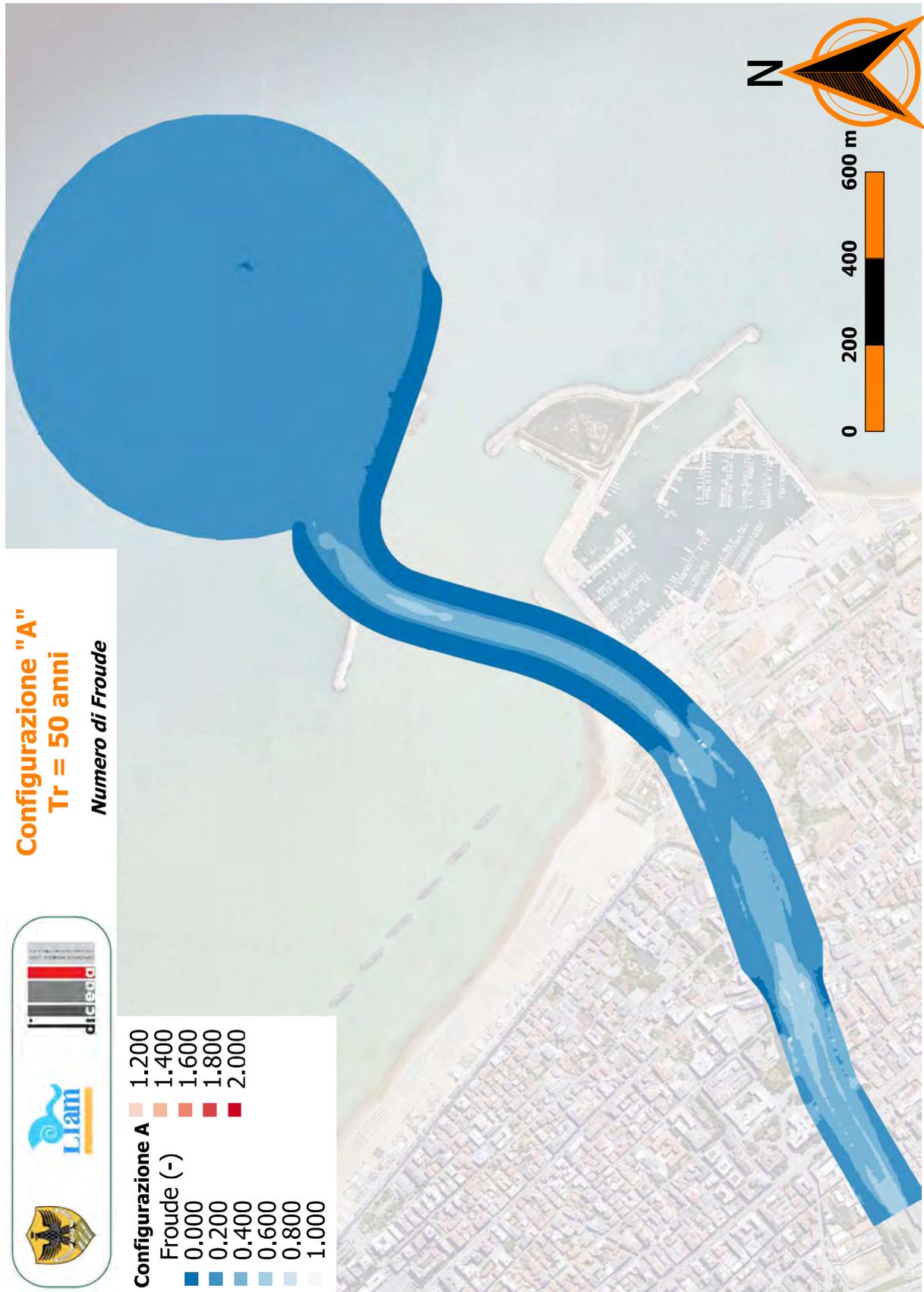
A.4

Figura A-102: Configurazione C. Distribuzione spaziale del numero di Froude ($T_R = 20$ anni). Dettaglio della zona di interesse.



A.4

Figura A-103: Configurazione PRP2008. Distribuzione spaziale del numero di Froude ($T_R = 50$ anni).



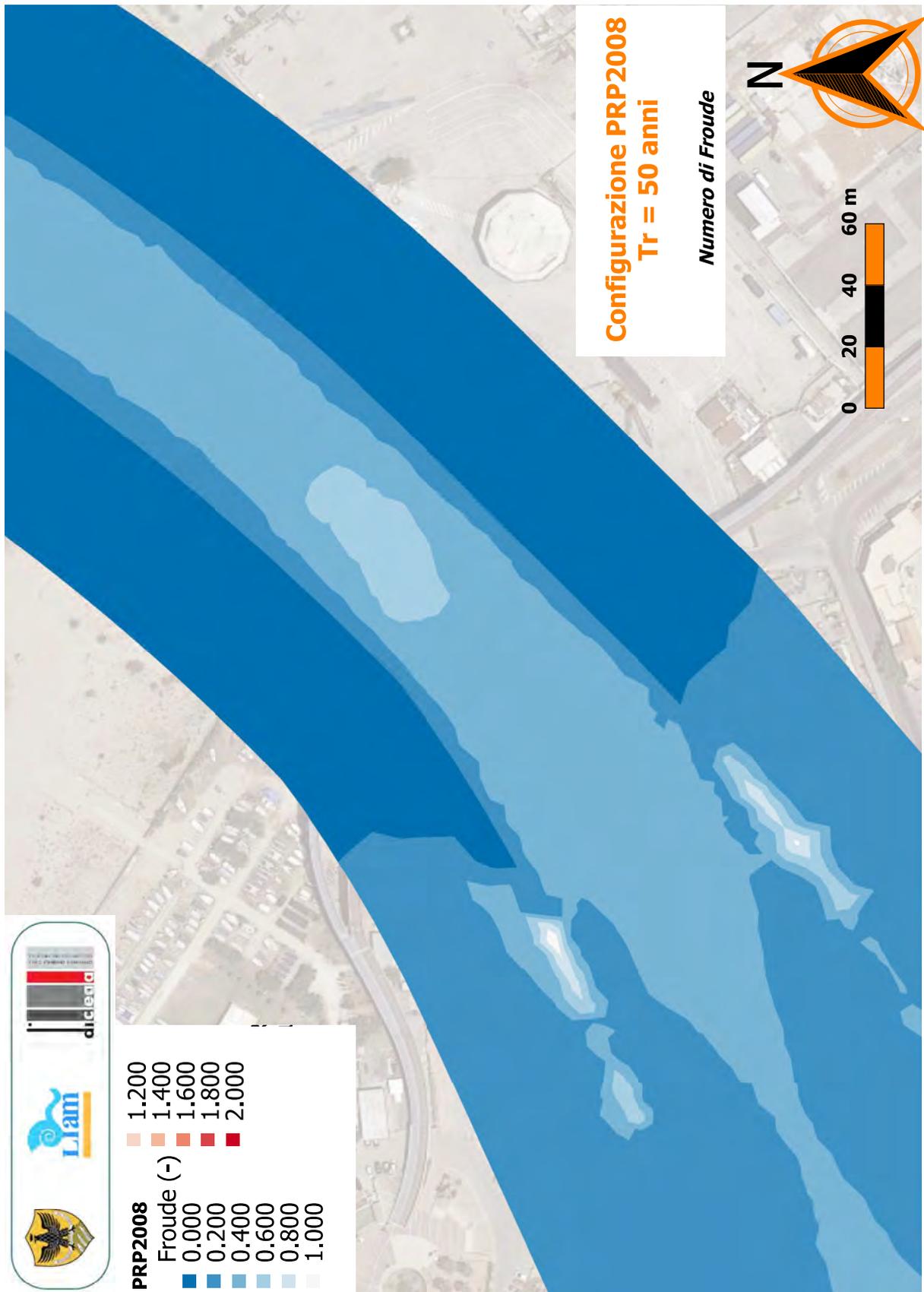
A.4

Figura A-104: Configurazione A. Distribuzione spaziale del numero di Froude ($T_R = 50$ anni).



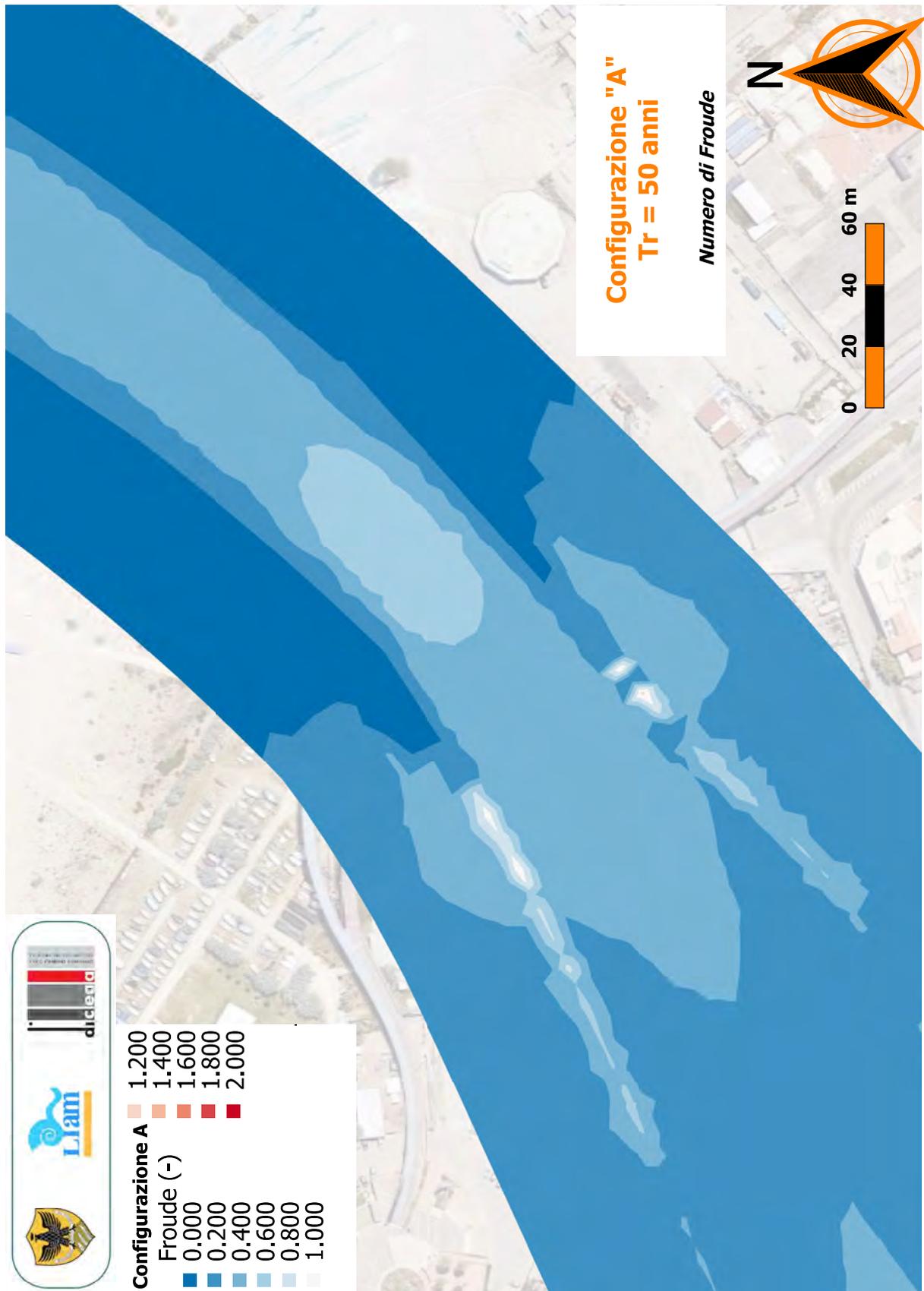
A.4

Figura A-105: Configurazione C. Distribuzione spaziale del numero di Froude ($T_R = 50$ anni).



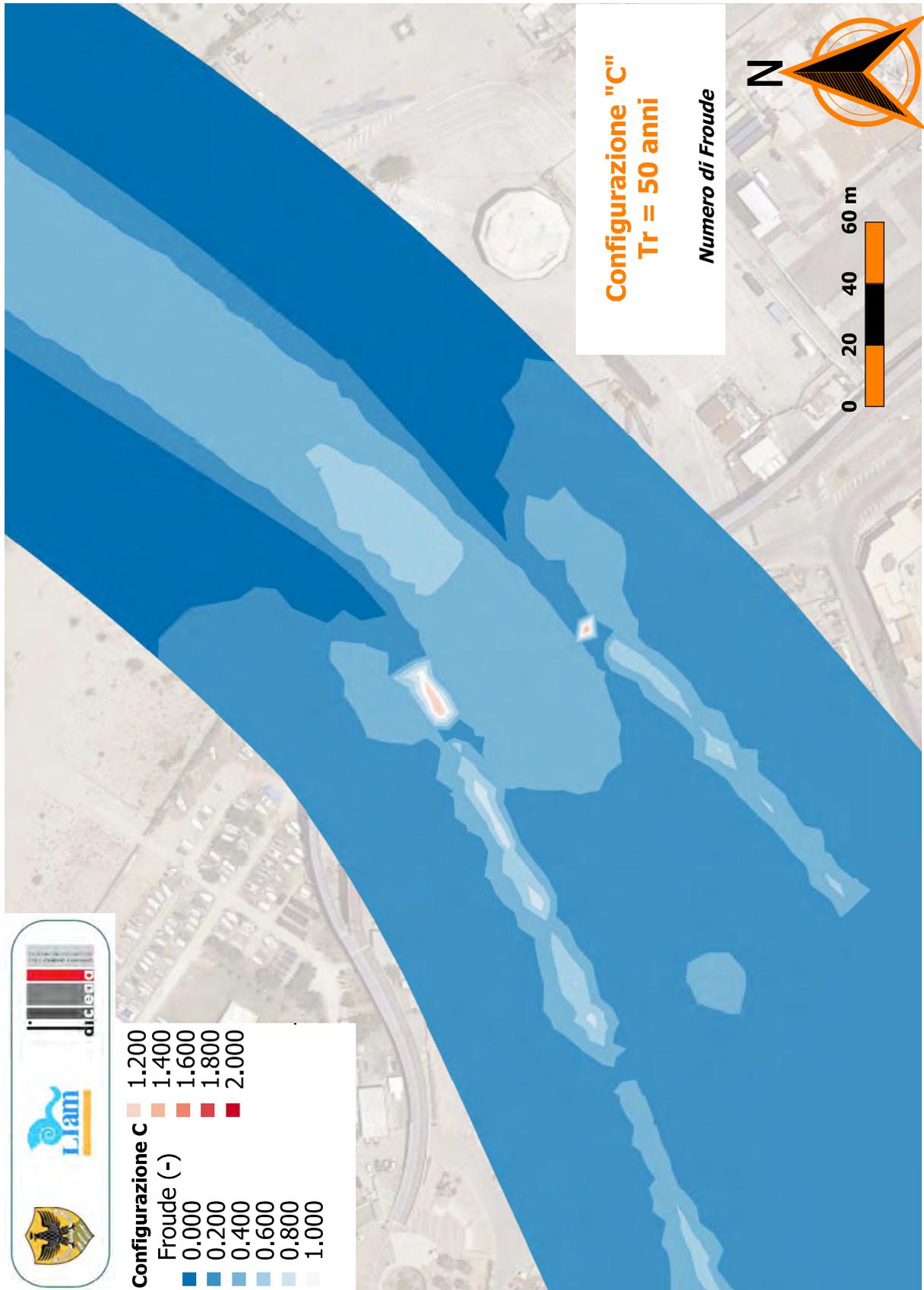
A.4

Figura A-106: Configurazione PRP2008. Distribuzione spaziale del numero di Froude ($T_R = 50$ anni). Dettaglio della zona di interesse.



A.4

Figura A-107: Configurazione A. Distribuzione spaziale del numero di Froude ($T_R = 50$ anni). Dettaglio della zona di interesse.



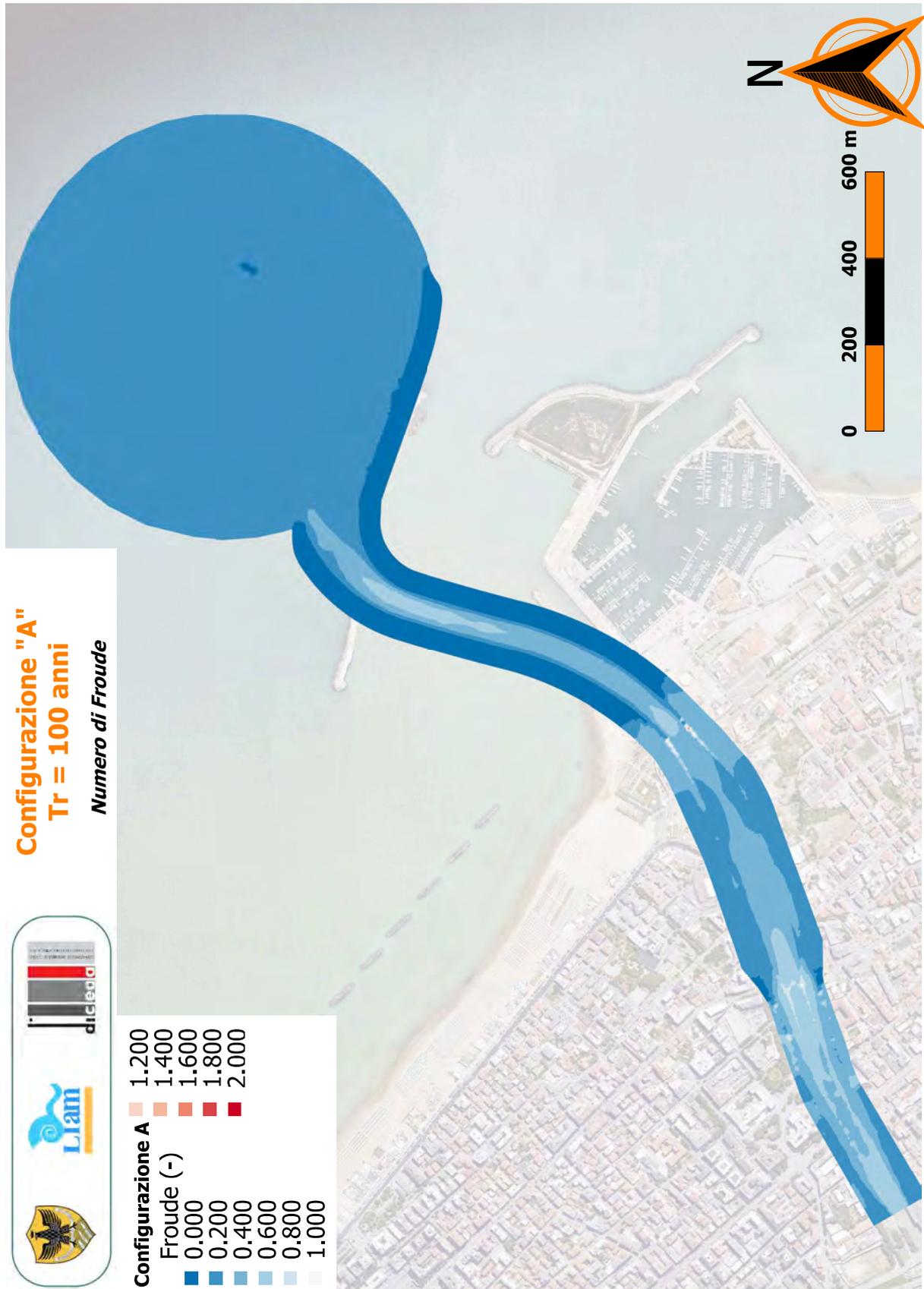
A.4

Figura A-108: Configurazione C. Distribuzione spaziale del numero di Froude ($T_R = 50$ anni). Dettaglio della zona di interesse.



A.4

Figura A-109: Configurazione PRP2008. Distribuzione spaziale del numero di Froude ($T_R = 100$ anni).

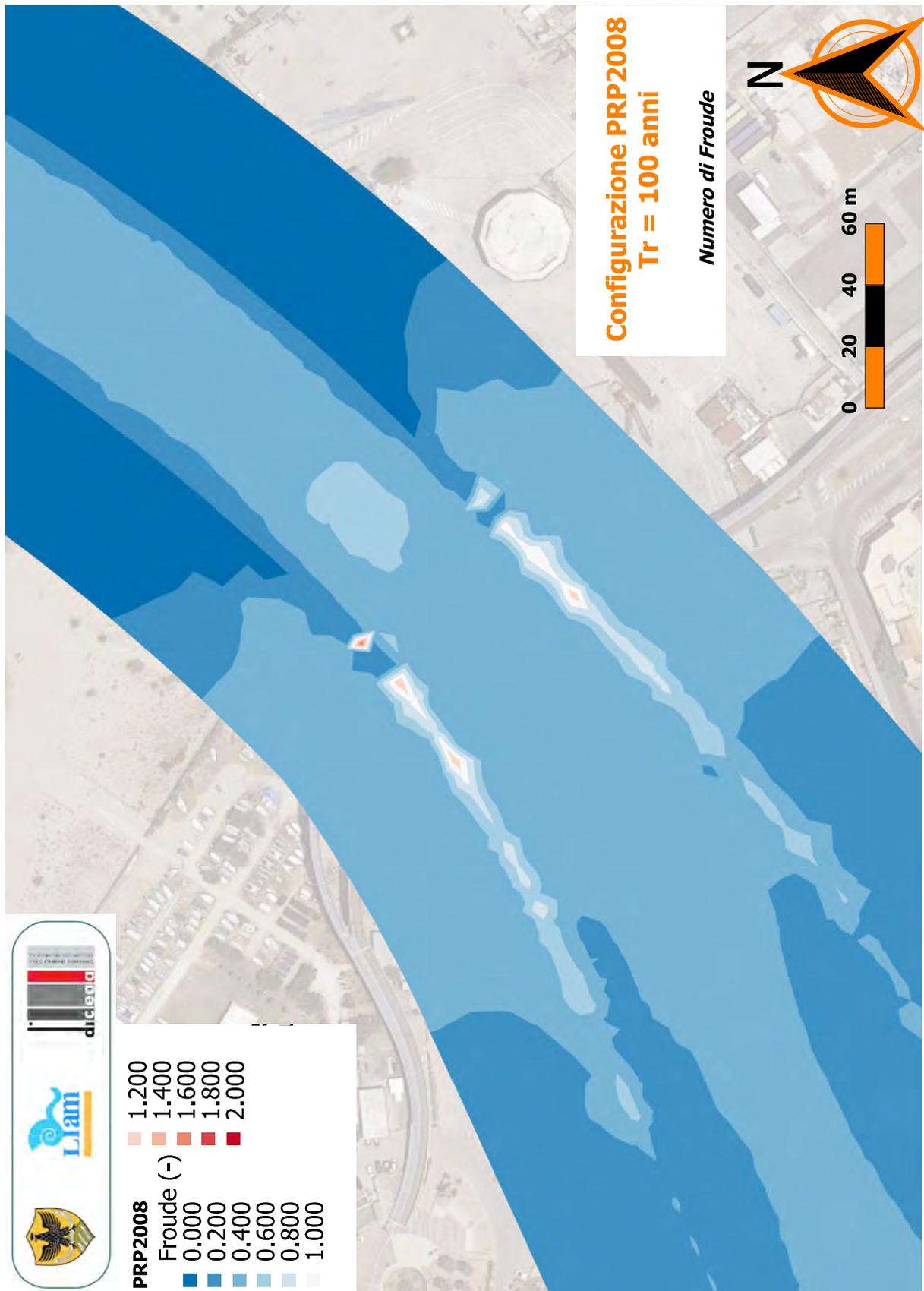


A.4

Figura A-110: Configurazione A. Distribuzione spaziale del numero di Froude ($T_R = 100$ anni).

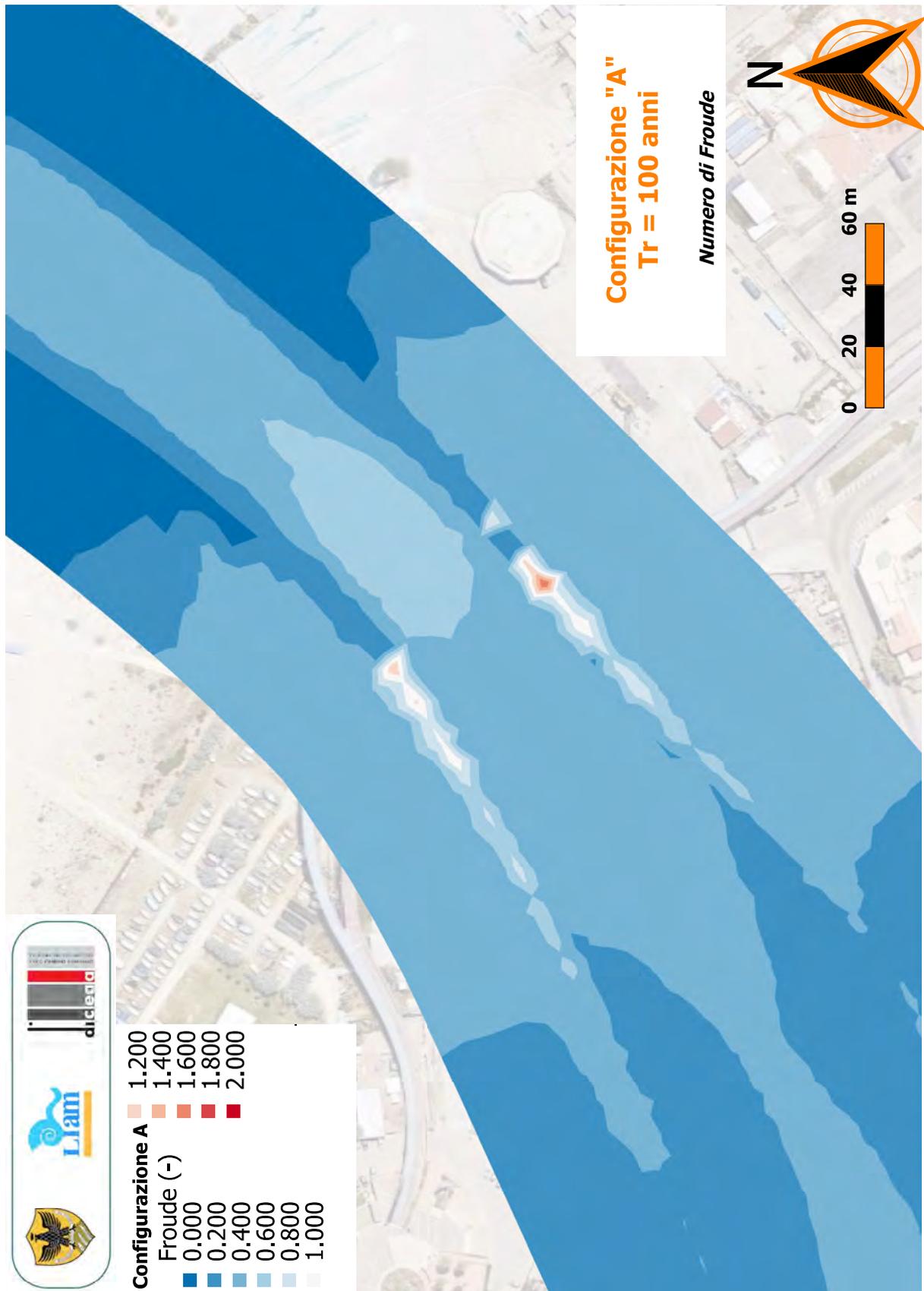


Figura A-111: Configurazione C. Distribuzione spaziale del numero di Froude ($T_R = 100$ anni).



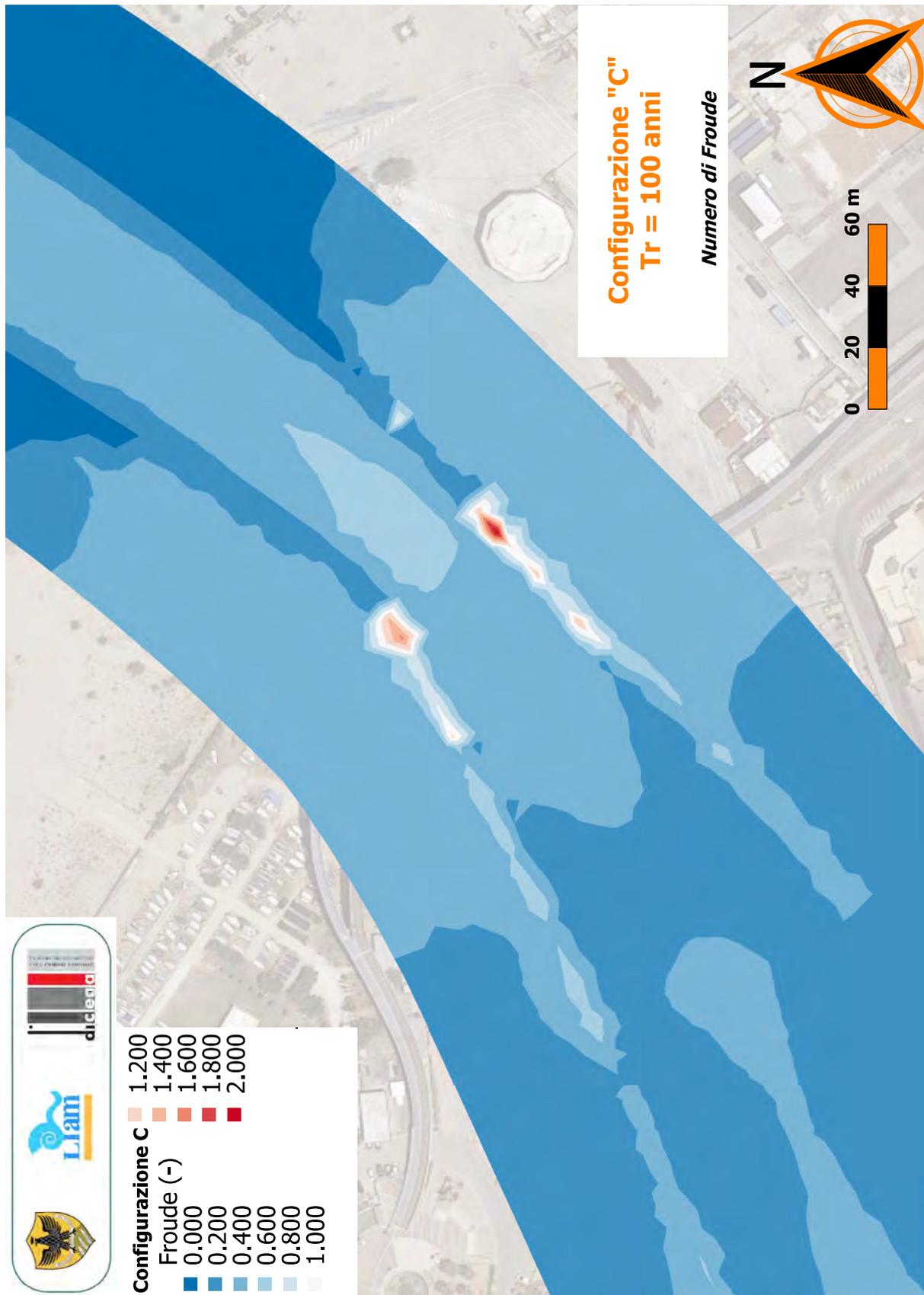
A.4

Figura A-112: Configurazione PRP2008. Distribuzione spaziale del numero di Froude ($T_R = 100$ anni). Dettaglio della zona di interesse.



A.4

Figura A-113: Configurazione A. Distribuzione spaziale del numero di Froude ($T_R = 100$ anni). Dettaglio della zona di interesse.



A.4

Figura A-114: Configurazione C. Distribuzione spaziale del numero di Froude ($T_R = 100$ anni). Dettaglio della zona di interesse.



A.4

Figura A-115: Configurazione PRP2008. Distribuzione spaziale del numero di Froude ($T_R = 200$ anni).



A.4

Figura A-116: Configurazione A. Distribuzione spaziale del numero di Froude ($T_R = 200$ anni).



Figura A-117: Configurazione C. Distribuzione spaziale del numero di Froude ($T_R = 200$ anni).

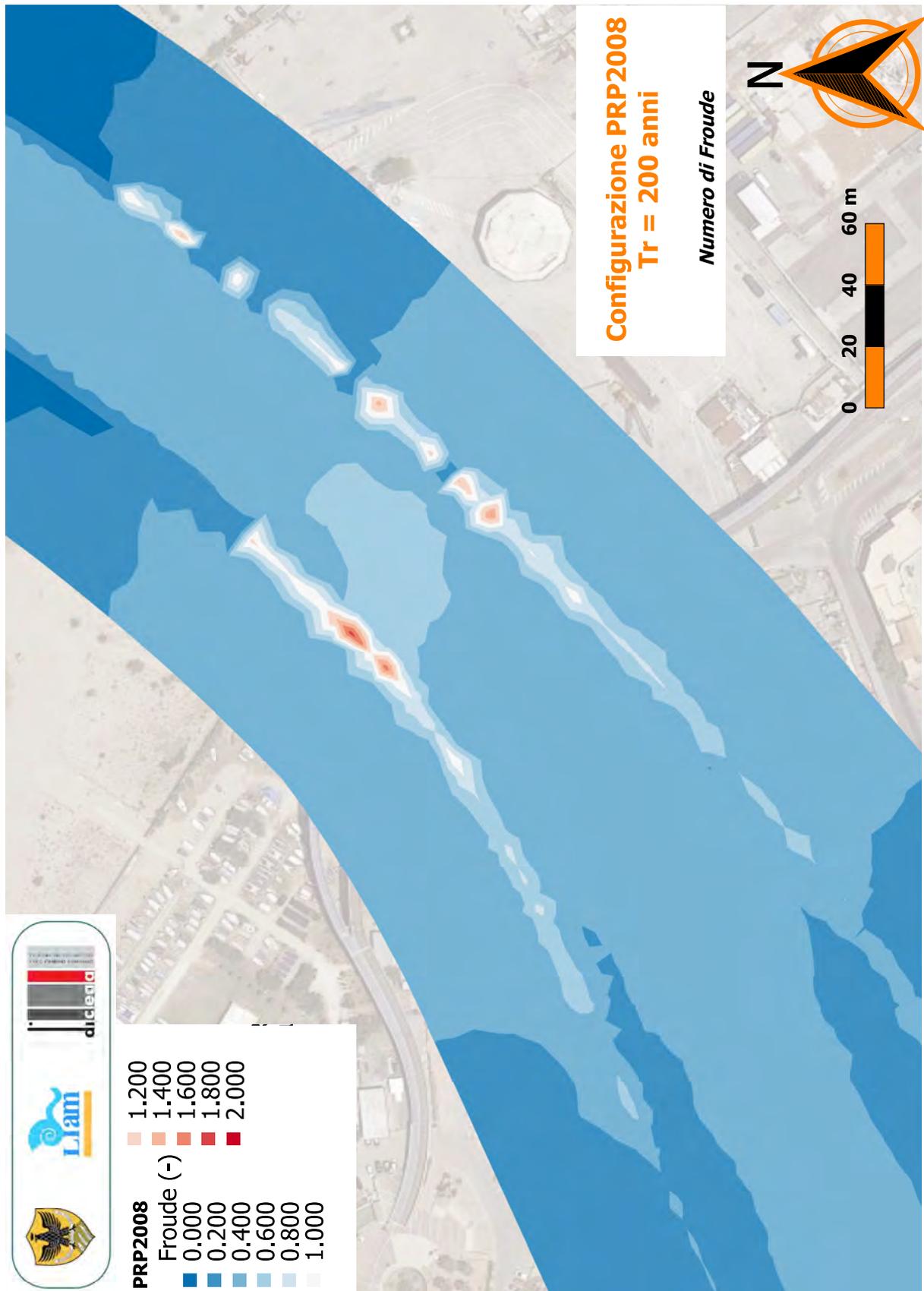
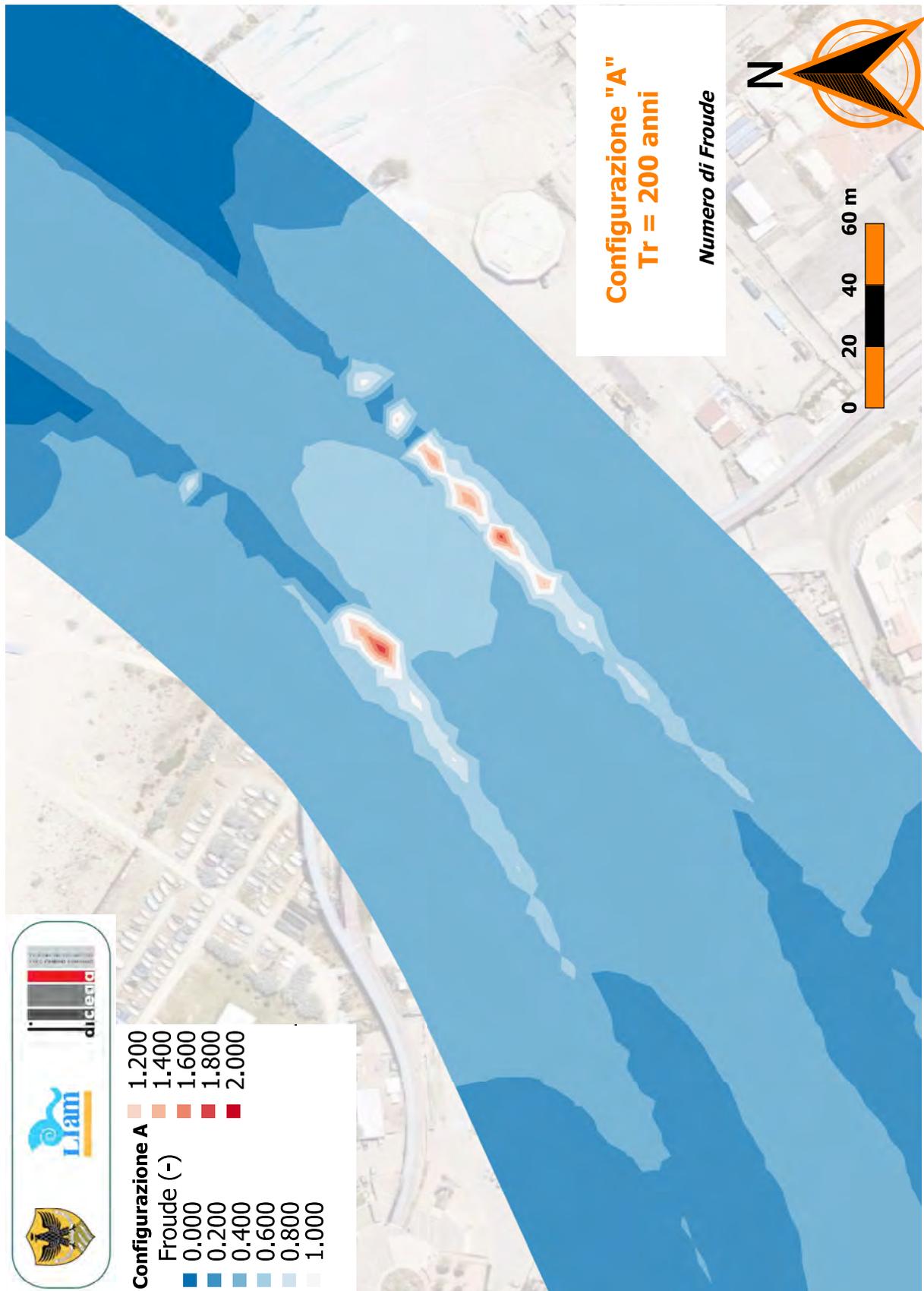
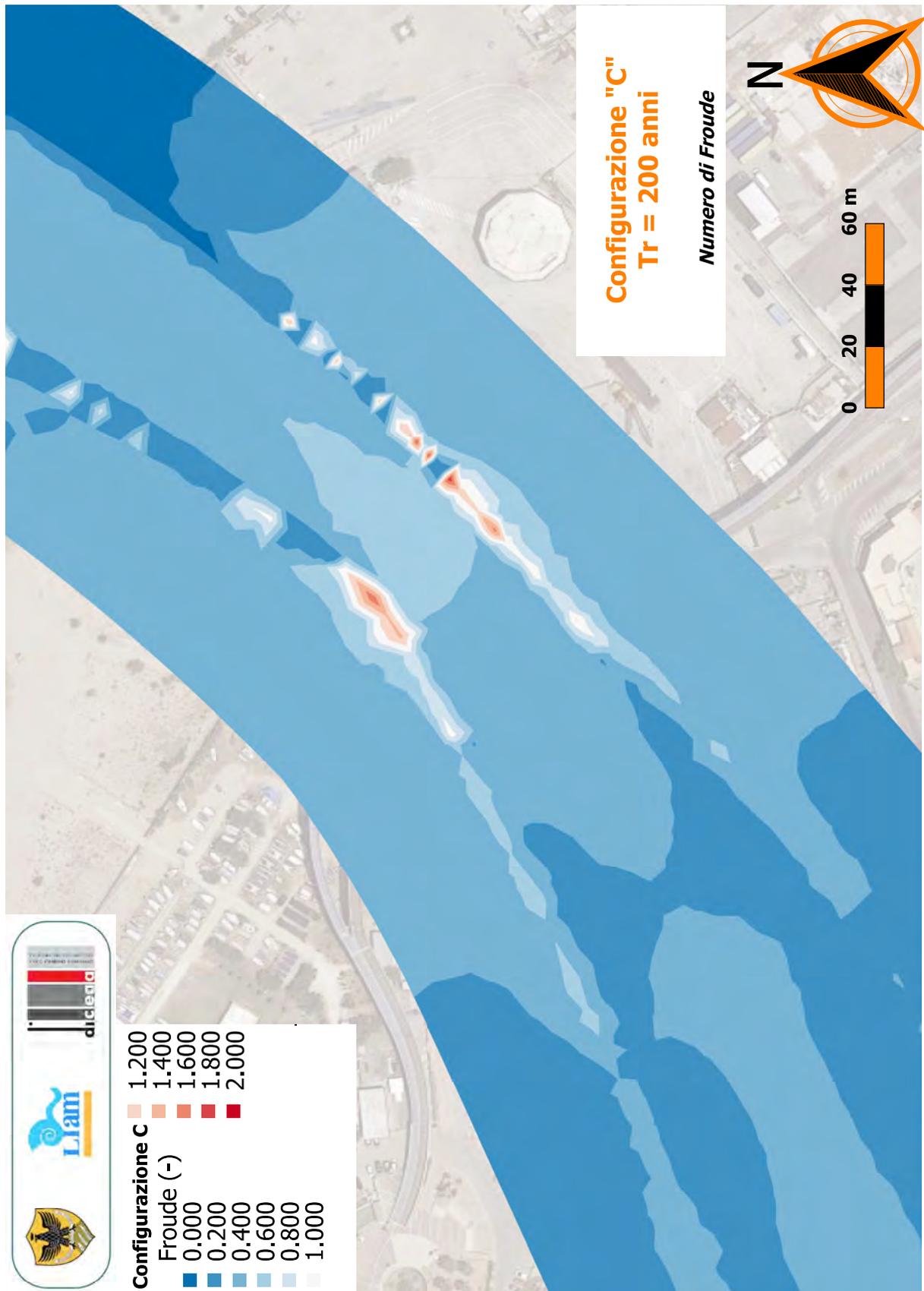


Figura A-118: Configurazione PRP2008. Distribuzione spaziale del numero di Froude ($T_R = 200$ anni). Dettaglio della zona di interesse.



A.4

Figura A-119: Configurazione A. Distribuzione spaziale del numero di Froude ($T_R = 200$ anni). Dettaglio della zona di interesse.



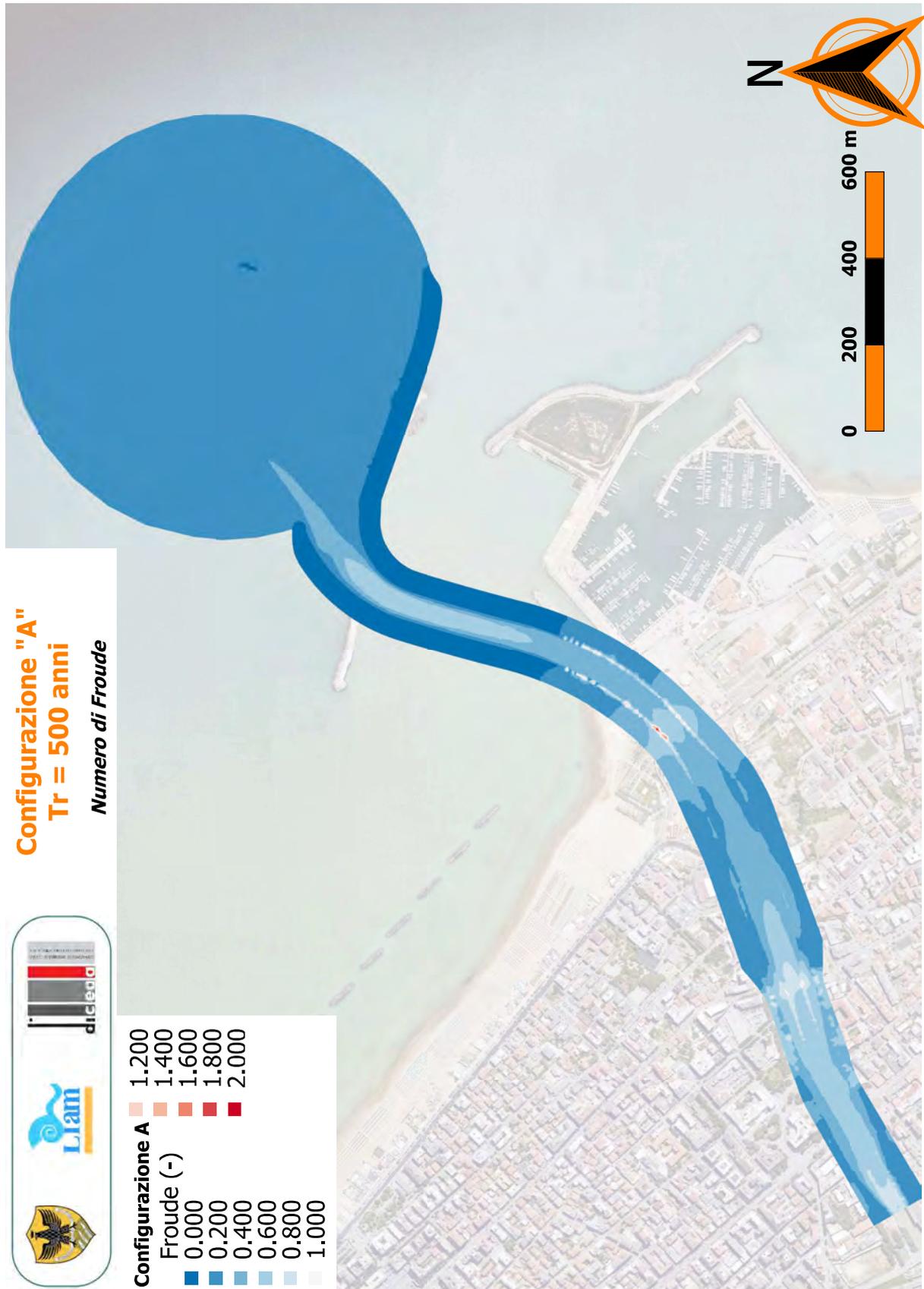
A.4

Figura A-120: Configurazione C. Distribuzione spaziale del numero di Froude ($T_R = 200$ anni). Dettaglio della zona di interesse.



A.4

Figura A-121: Configurazione PRP2008. Distribuzione spaziale del numero di Froude ($T_R = 500$ anni).



A.4

Figura A-122: Configurazione A. Distribuzione spaziale del numero di Froude ($T_R = 500$ anni).

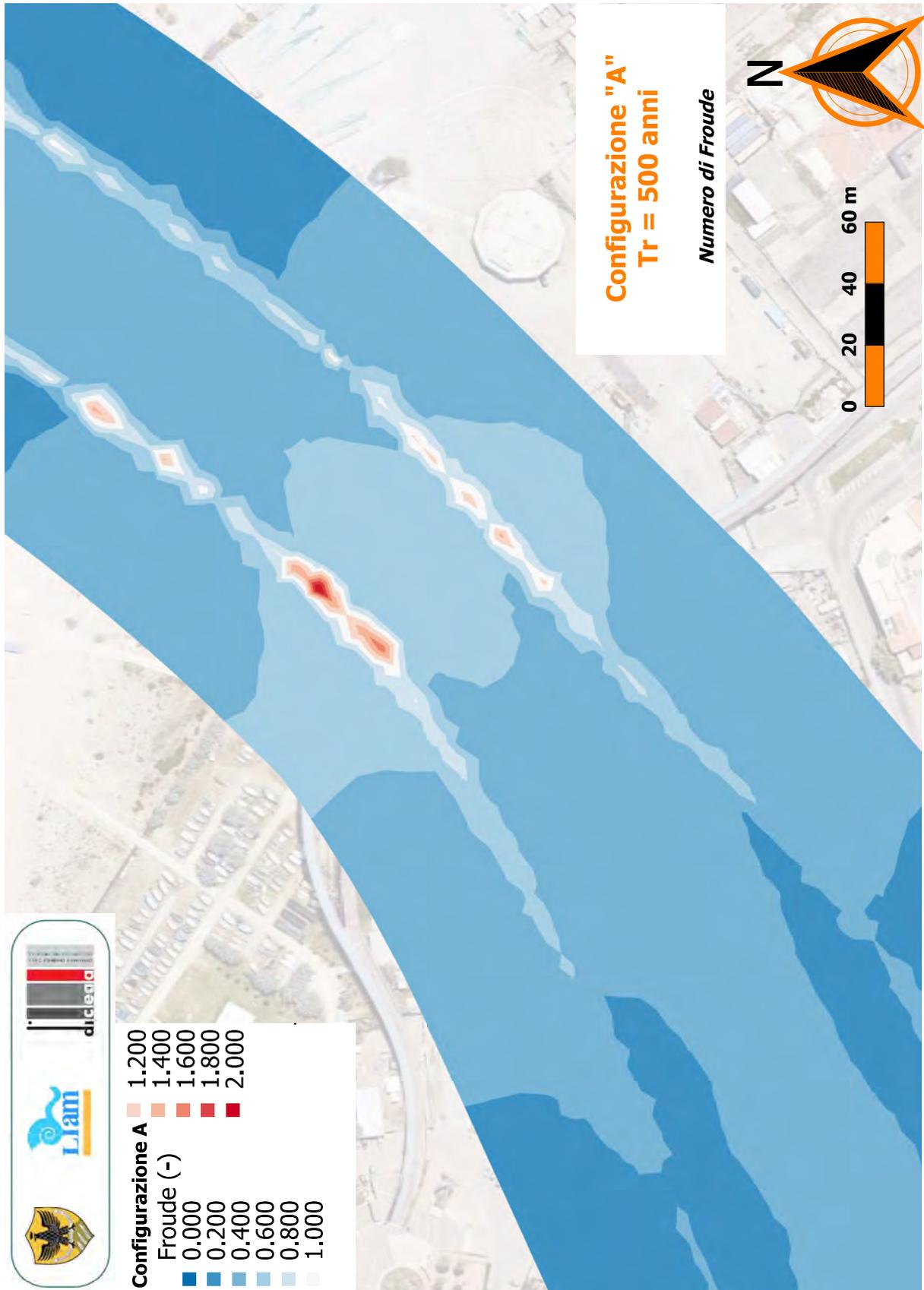


A.4

Figura A-123: Configurazione C. Distribuzione spaziale del numero di Froude ($T_R = 500$ anni).

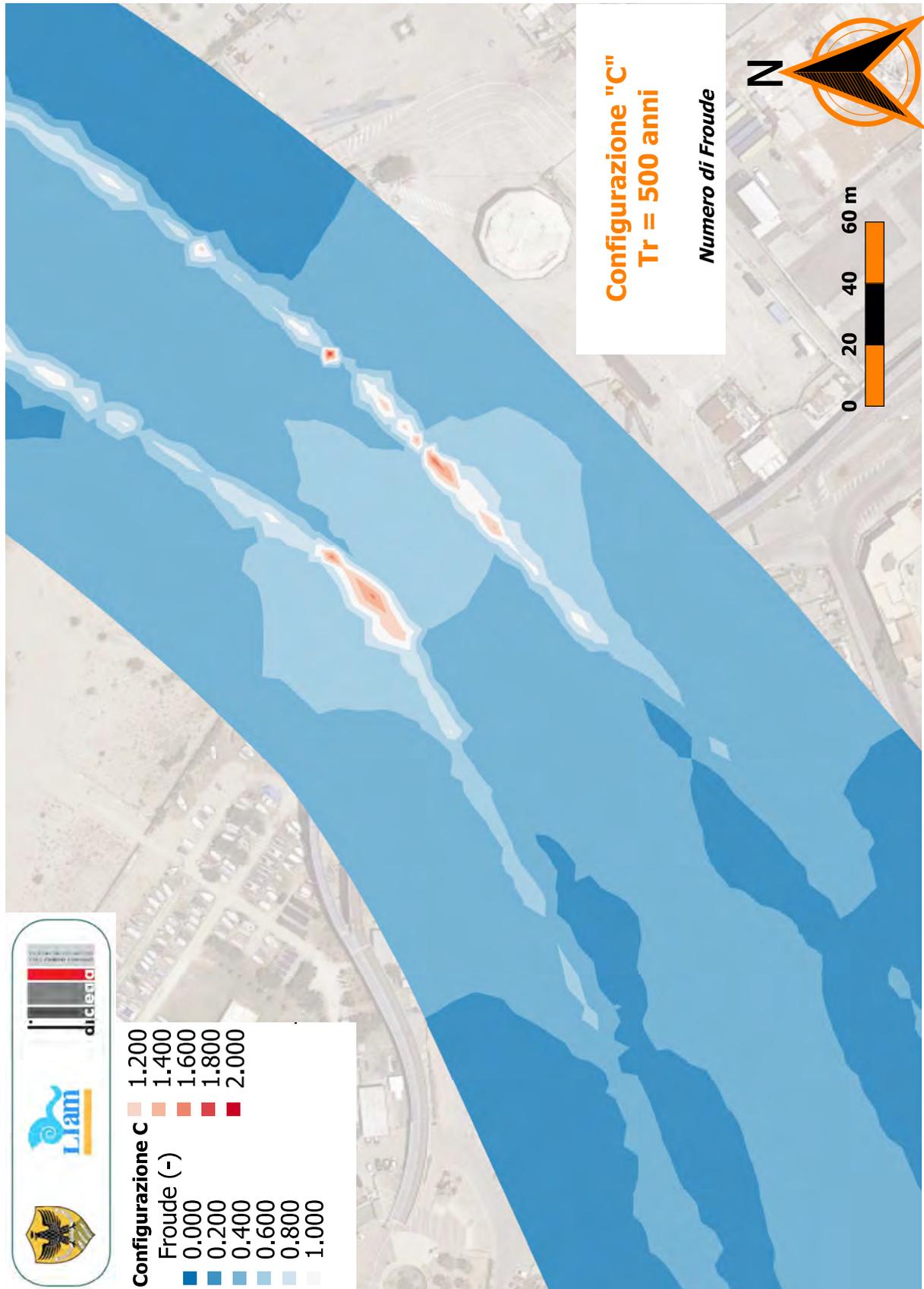


Figura A-124: Configurazione PRP2008. Distribuzione spaziale del numero di Froude ($T_R = 500$ anni). Dettaglio della zona di interesse.



A.4

Figura A-125: Configurazione A. Distribuzione spaziale del numero di Froude ($T_R = 500$ anni). Dettaglio della zona di interesse.



A.4

Figura A-126: Configurazione C. Distribuzione spaziale del numero di Froude ($T_R = 500$ anni). Dettaglio della zona di interesse.

A.5 Analisi comparativa

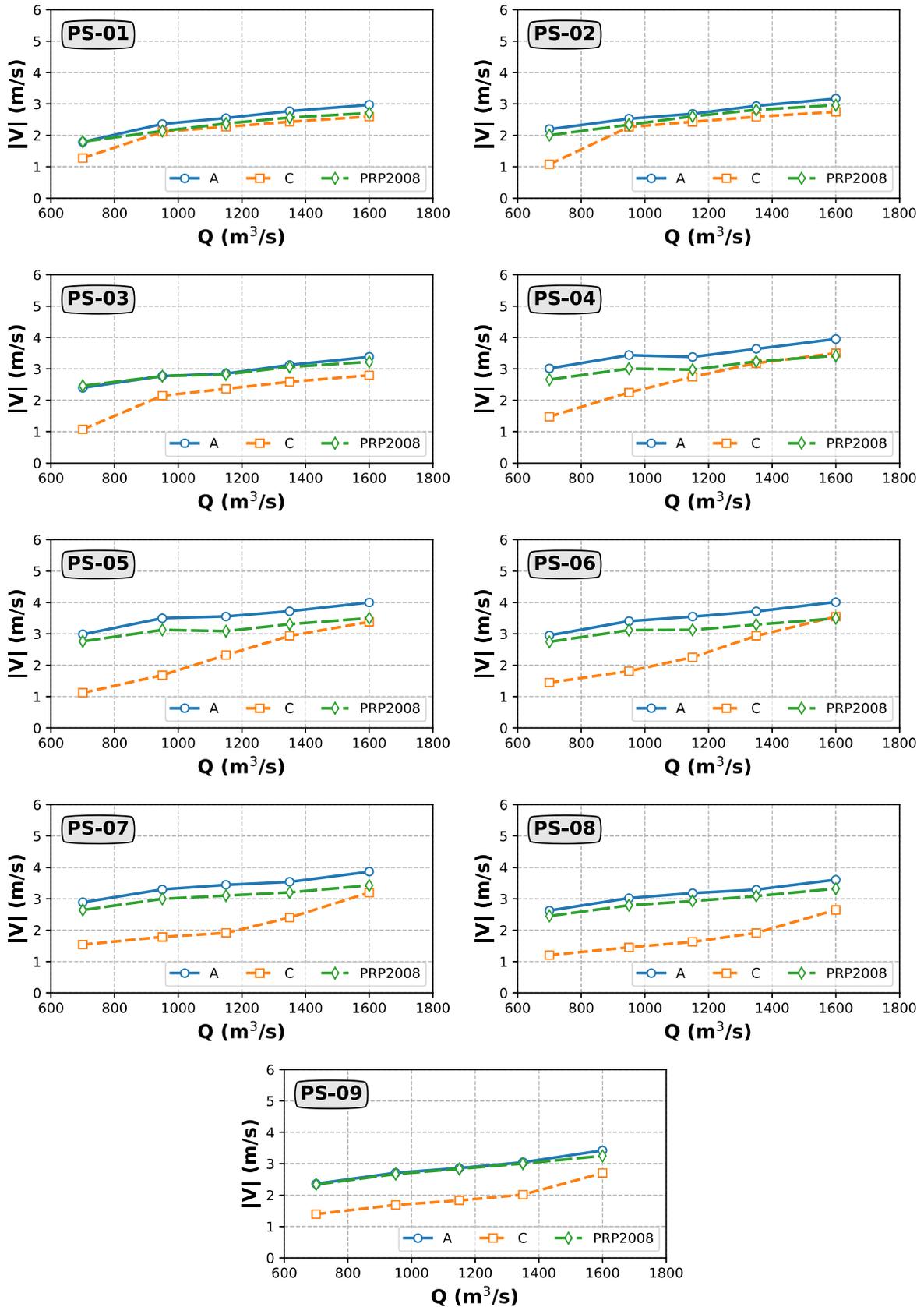


Figura A-127: Intensità di velocità estratta nei punti in corrispondenza della sponda sinistra della zona di interesse (punti "PS" in Figura 2-2) al variare della portata defluente (e quindi del tempo di ritorno).

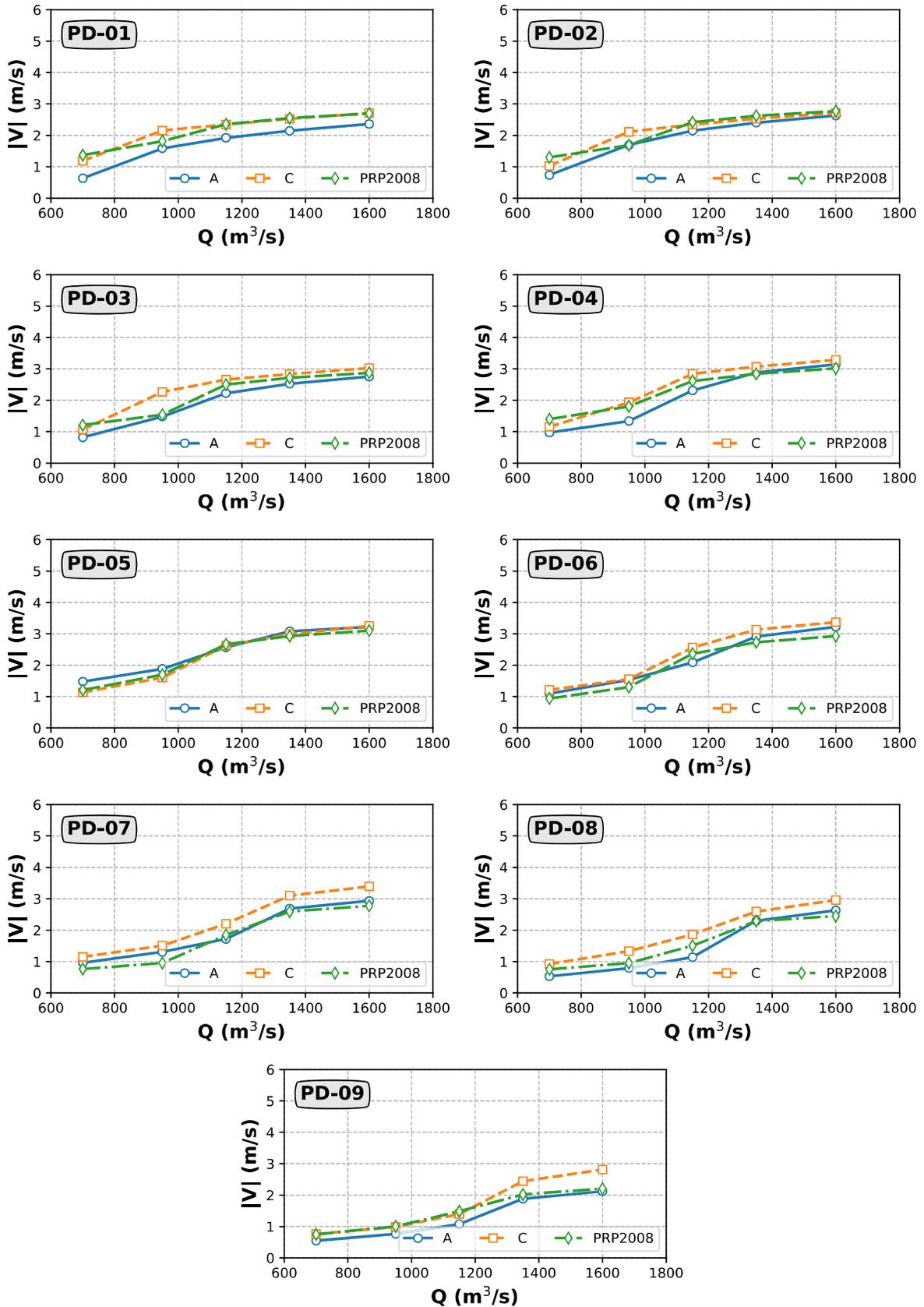


Figura A-128: Intensità di velocità estratta nei punti in corrispondenza della sponda destra della zona di interesse (punti "PD" in Figura 2-2) al variare della portata defluente (e quindi del tempo di ritorno).

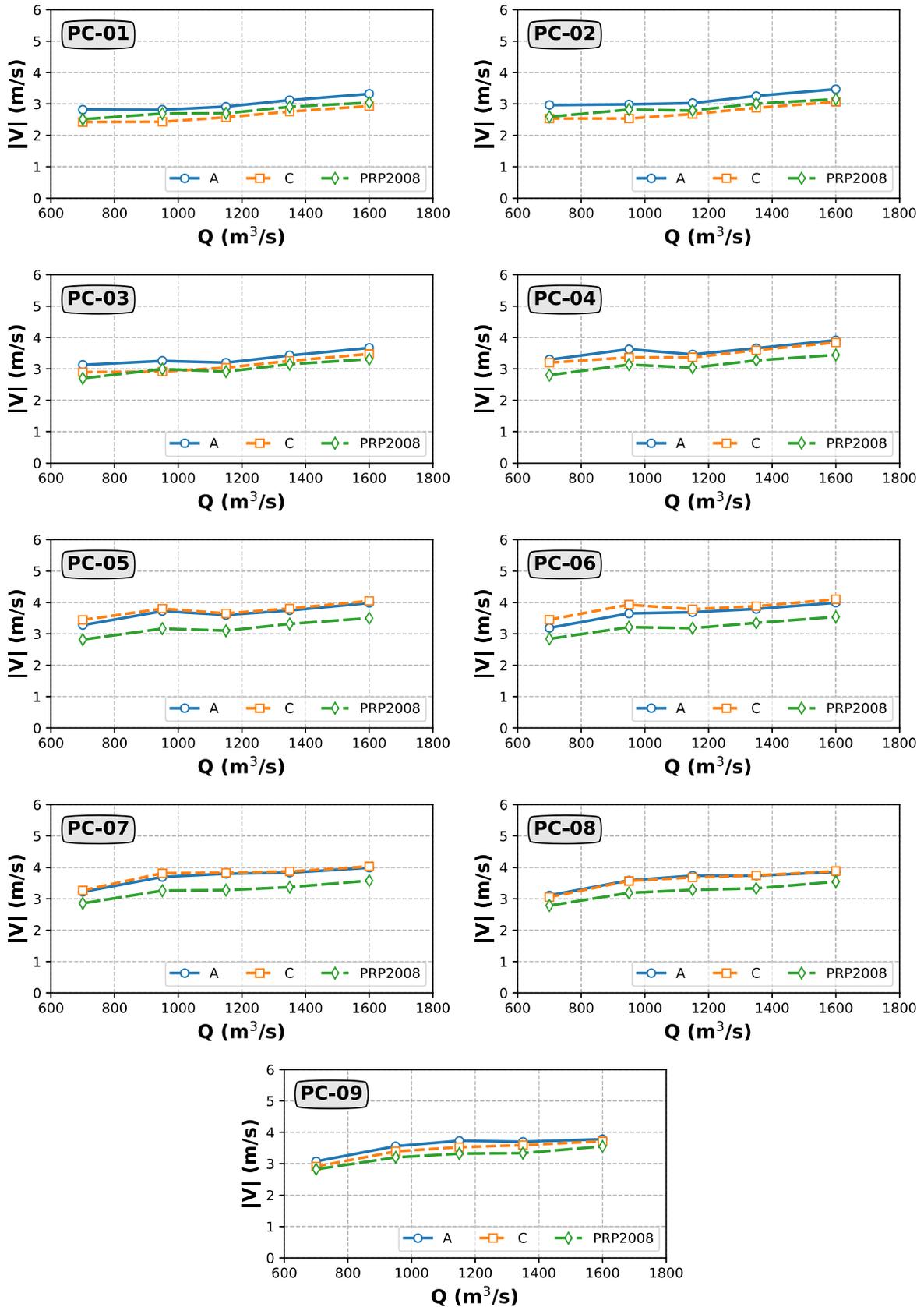


Figura A-129: Intensità di velocità estratta nei punti in corrispondenza della sezione centrale della zona di interesse (punti "PC" in Figura 2-2) al variare della portata defluente (e quindi del tempo di ritorno).

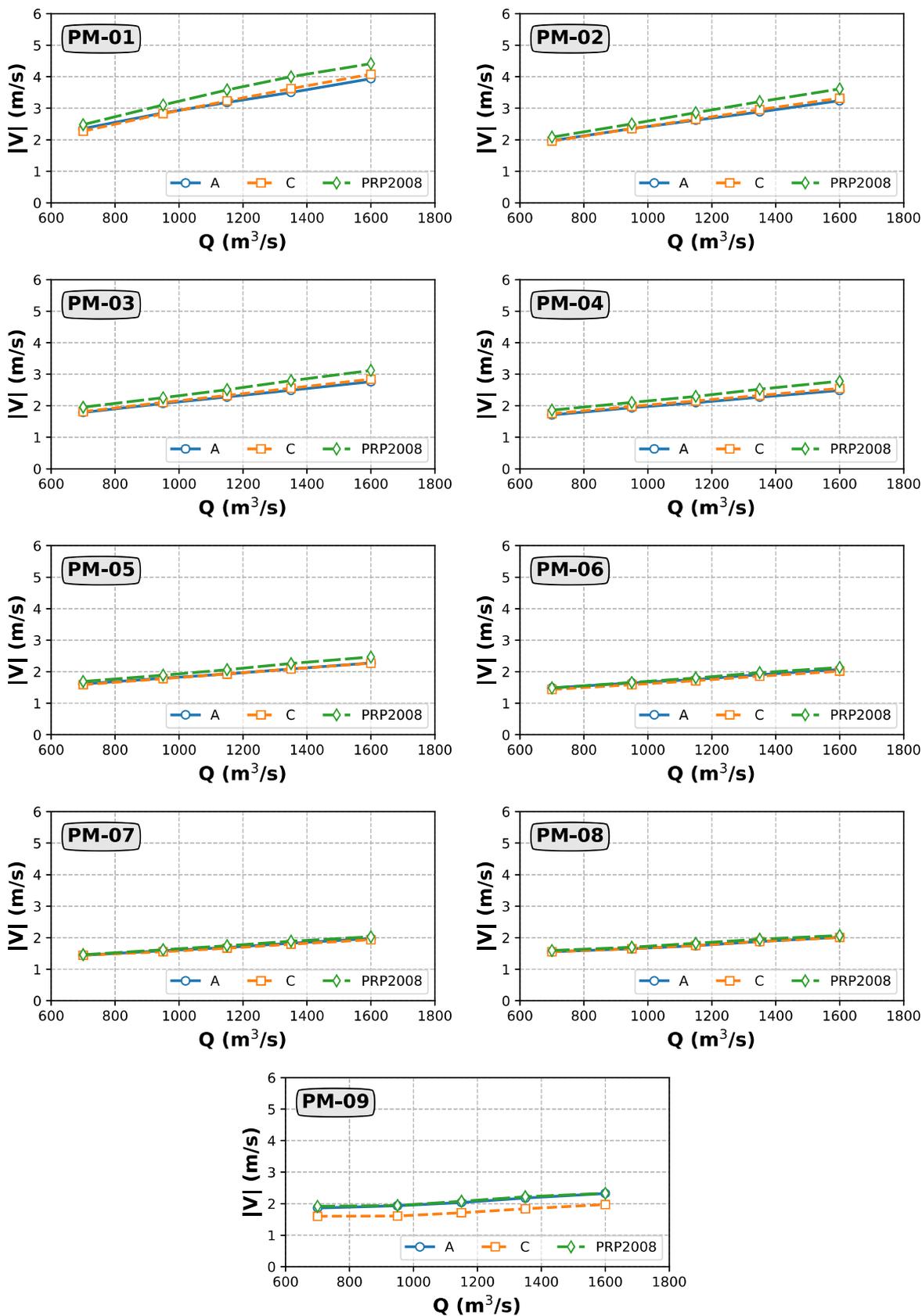


Figura A-130: Intensità di velocità estratta nei punti in corrispondenza della sezione centrale a monte della zona di interesse (punti "PM" in Figura 2-3) al variare della portata defluente (e quindi del tempo di ritorno).

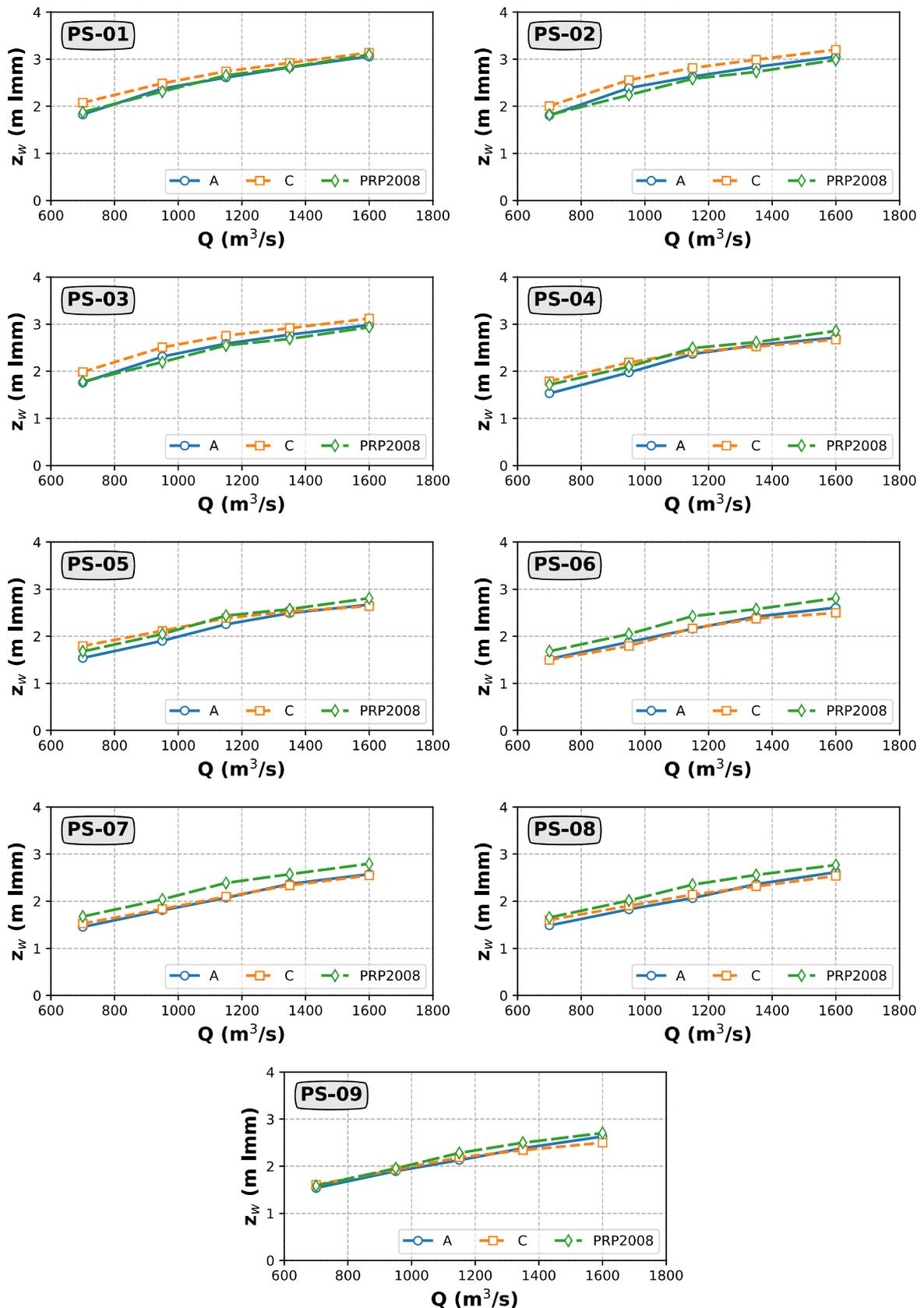


Figura A-131: Quota della superficie libera estratta nei punti in corrispondenza della sponda sinistra della zona di interesse (punti "PS" in Figura 2-2) al variare della portata defluente (e quindi del tempo di ritorno).

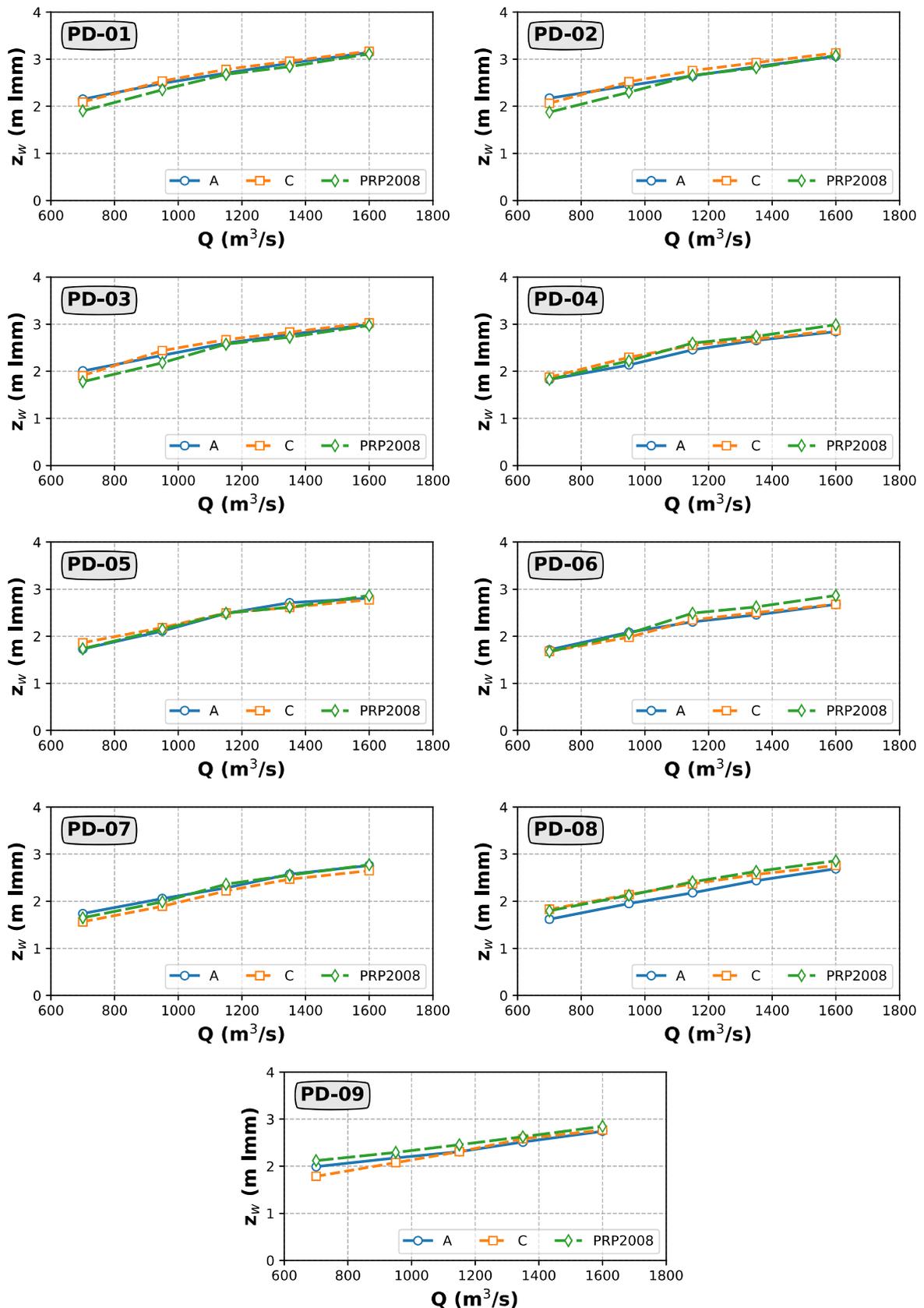


Figura A-132: Quota della superficie libera estratta nei punti in corrispondenza della sponda destra della zona di interesse (punti "PD" in Figura 2-2) al variare della portata defluente (e quindi del tempo di ritorno).

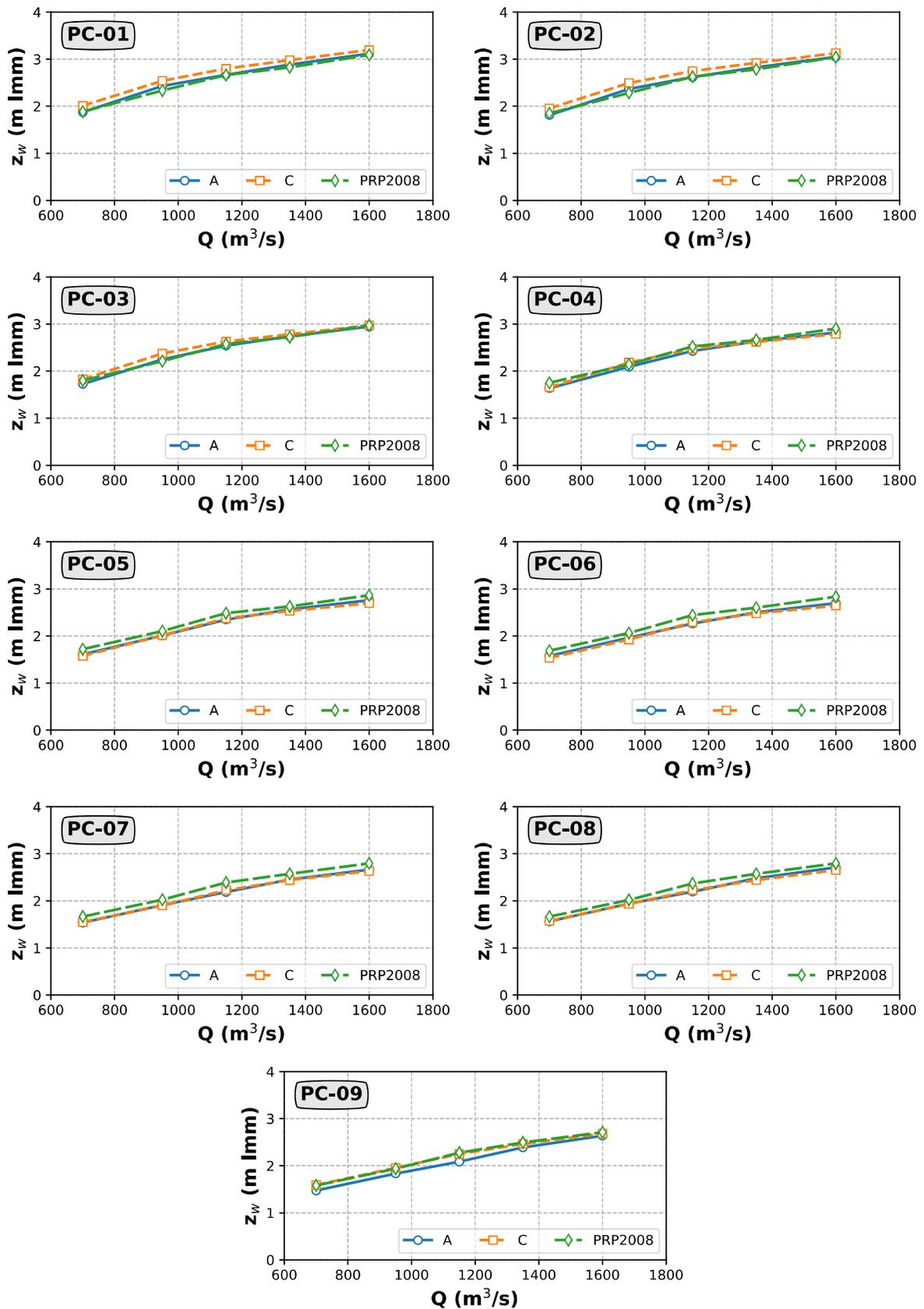


Figura A-133: Quota della superficie libera estratta nei punti in corrispondenza della sezione centrale della zona di interesse (punti "PC" in Figura 2-2) al variare della portata defluente (e quindi del tempo di ritorno).

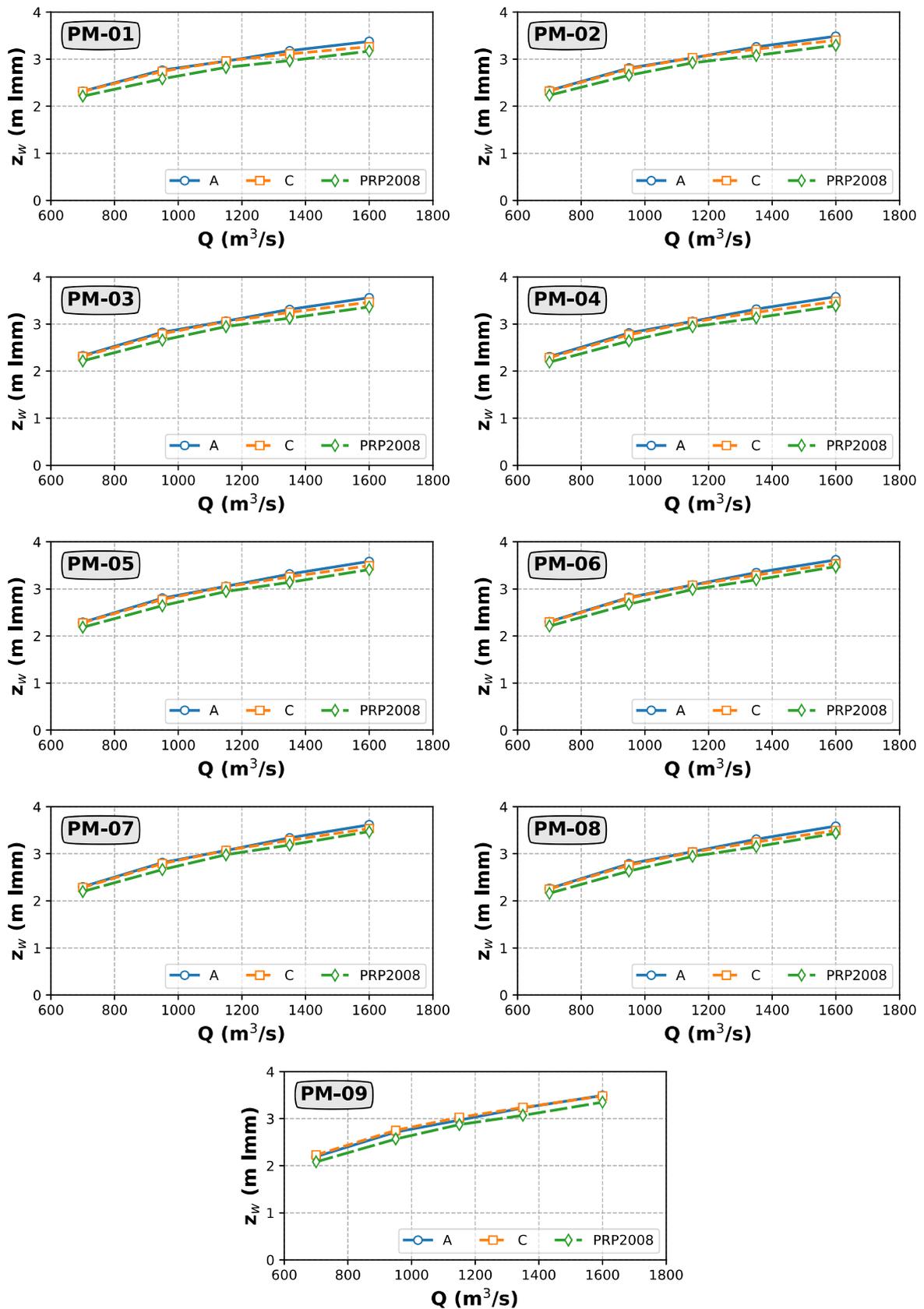


Figura A-134: Quota della superficie libera estratta nei punti in corrispondenza della sezione centrale a monte della zona di interesse (punti "PM" in Figura 2-3) al variare della portata defluente (e quindi del tempo di ritorno).

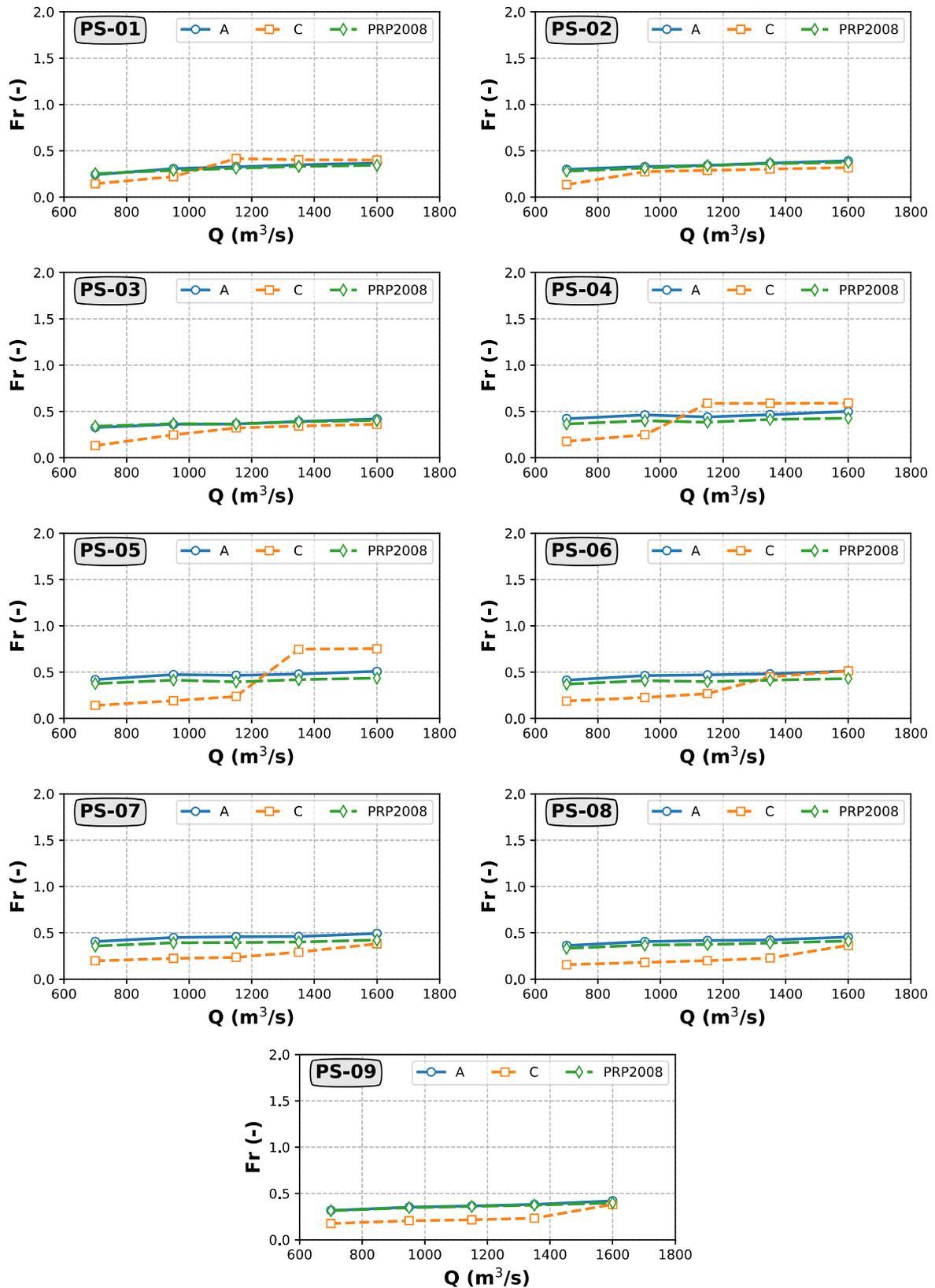


Figura A-135: Numero di Froude valutato sulla base dei risultati numerici estratti nei punti in corrispondenza della sponda sinistra della zona di interesse (punti "PS" in Figura 2-2) al variare della portata defluente (e quindi del tempo di ritorno).

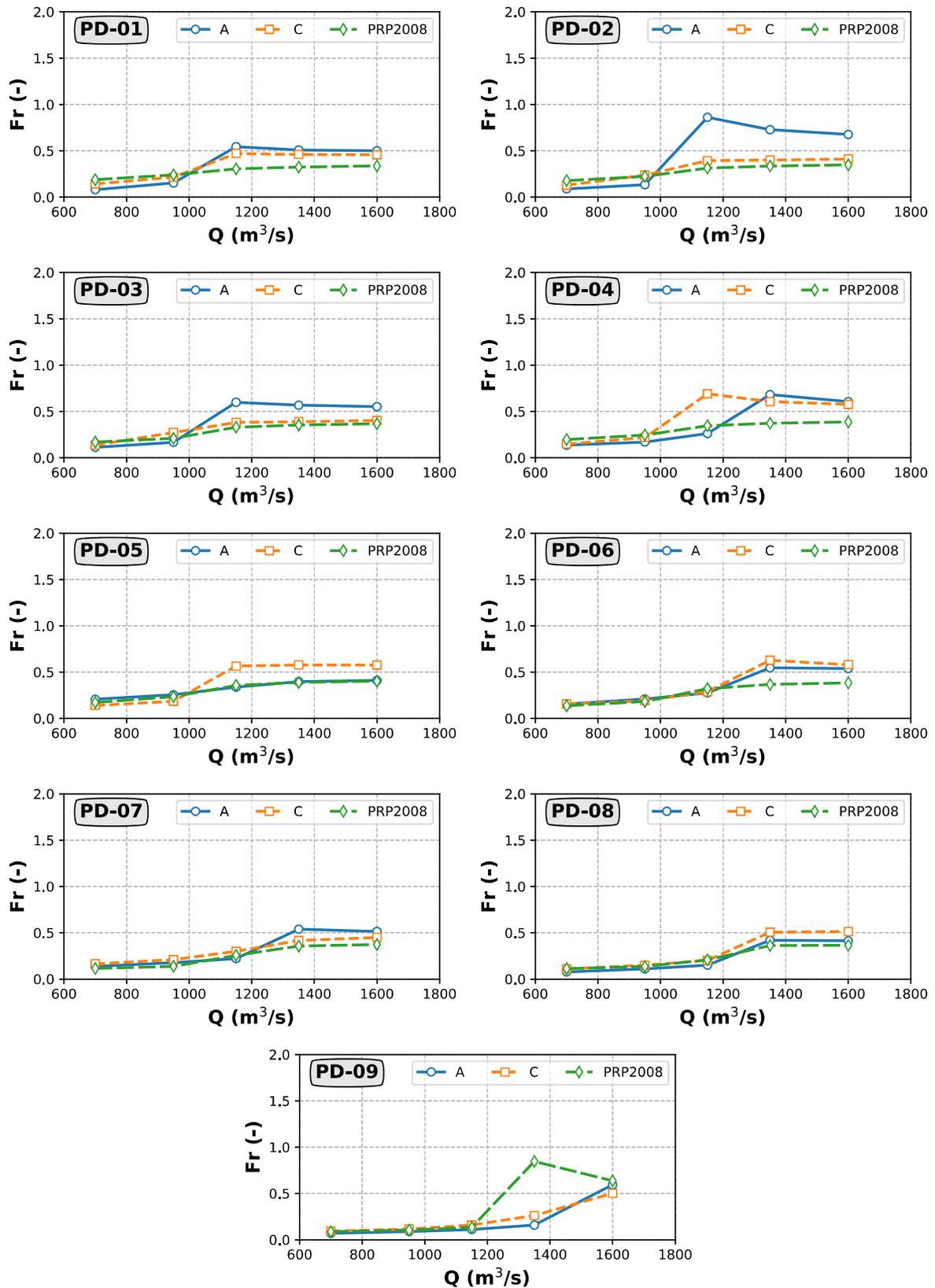


Figura A-136: Numero di Froude valutato sulla base dei risultati numerici estratti nei punti in corrispondenza della sponda destra della zona di interesse (punti "PD" in Figura 2-2) al variare della portata defluente (e quindi del tempo di ritorno).

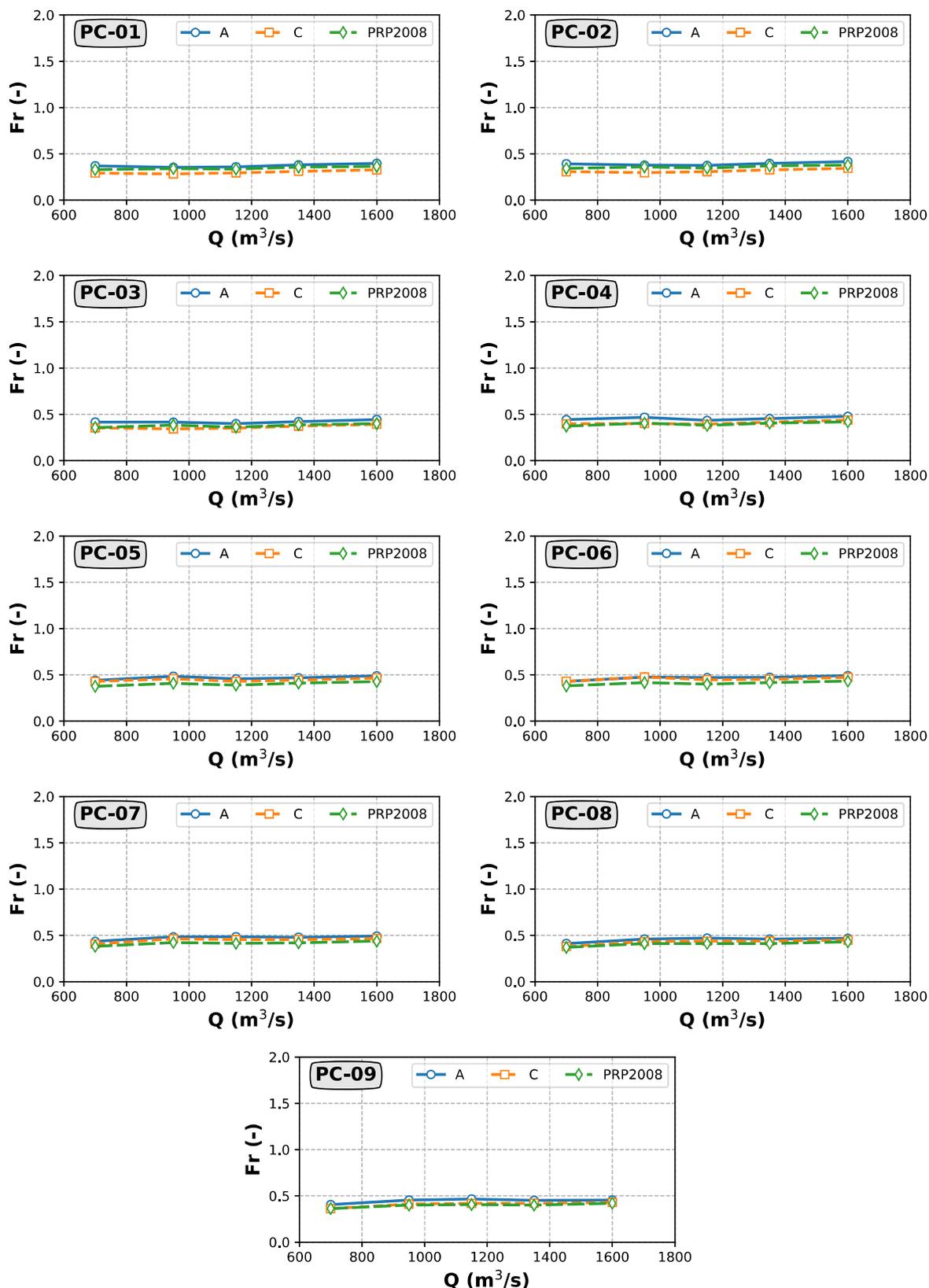


Figura A-137: Numero di Froude valutato sulla base dei risultati numerici estratti nei punti in corrispondenza della sezione centrale della zona di interesse (punti "PC" in Figura 2-2) al variare della portata defluente (e quindi del tempo di ritorno).

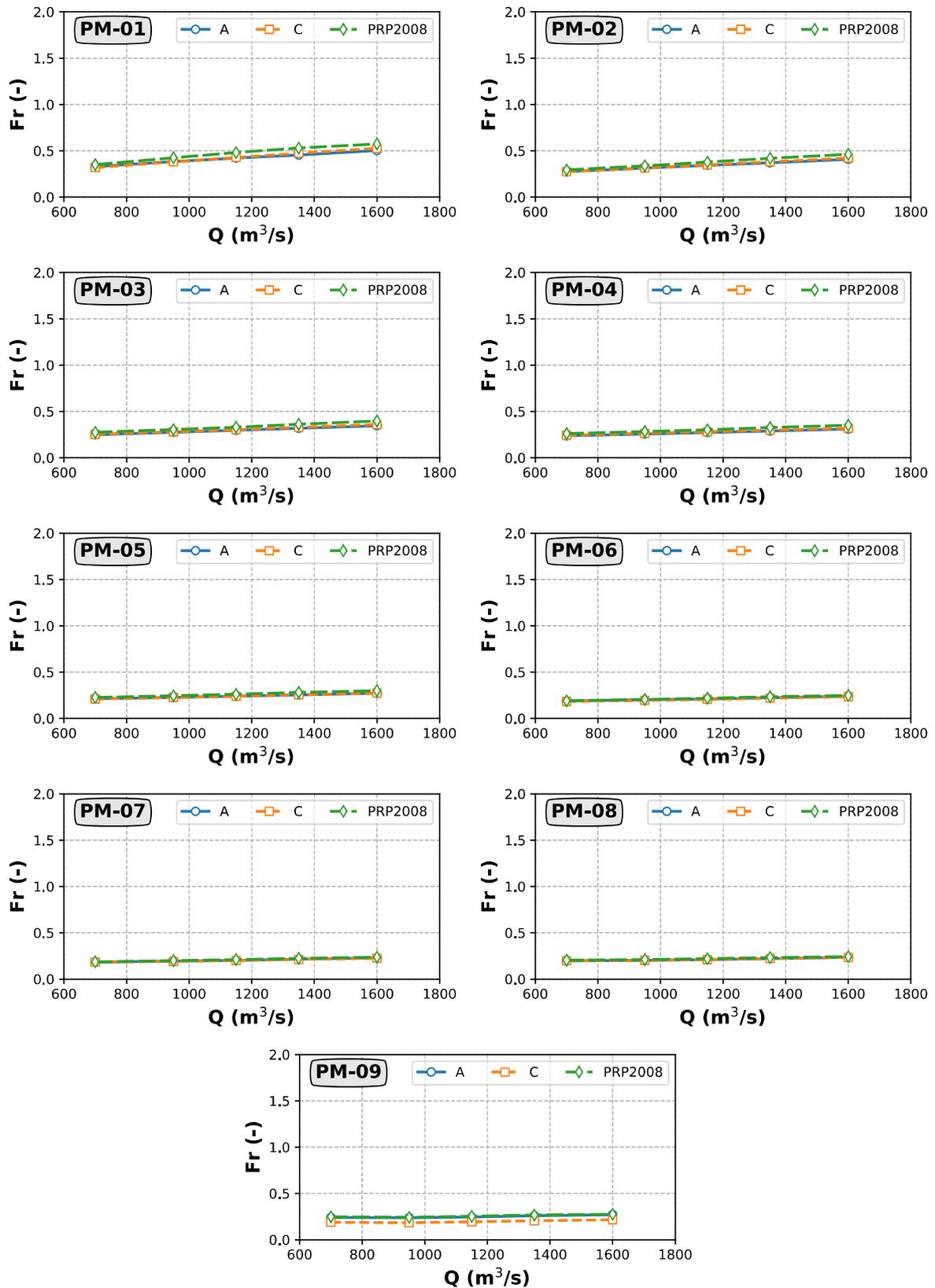


Figura A-138: Numero di Froude valutato sulla base dei risultati numerici estratti nei punti in corrispondenza della sezione centrale a monte della zona di interesse (punti "PM" in Figura 2-3) al variare della portata defluente (e quindi del tempo di ritorno).

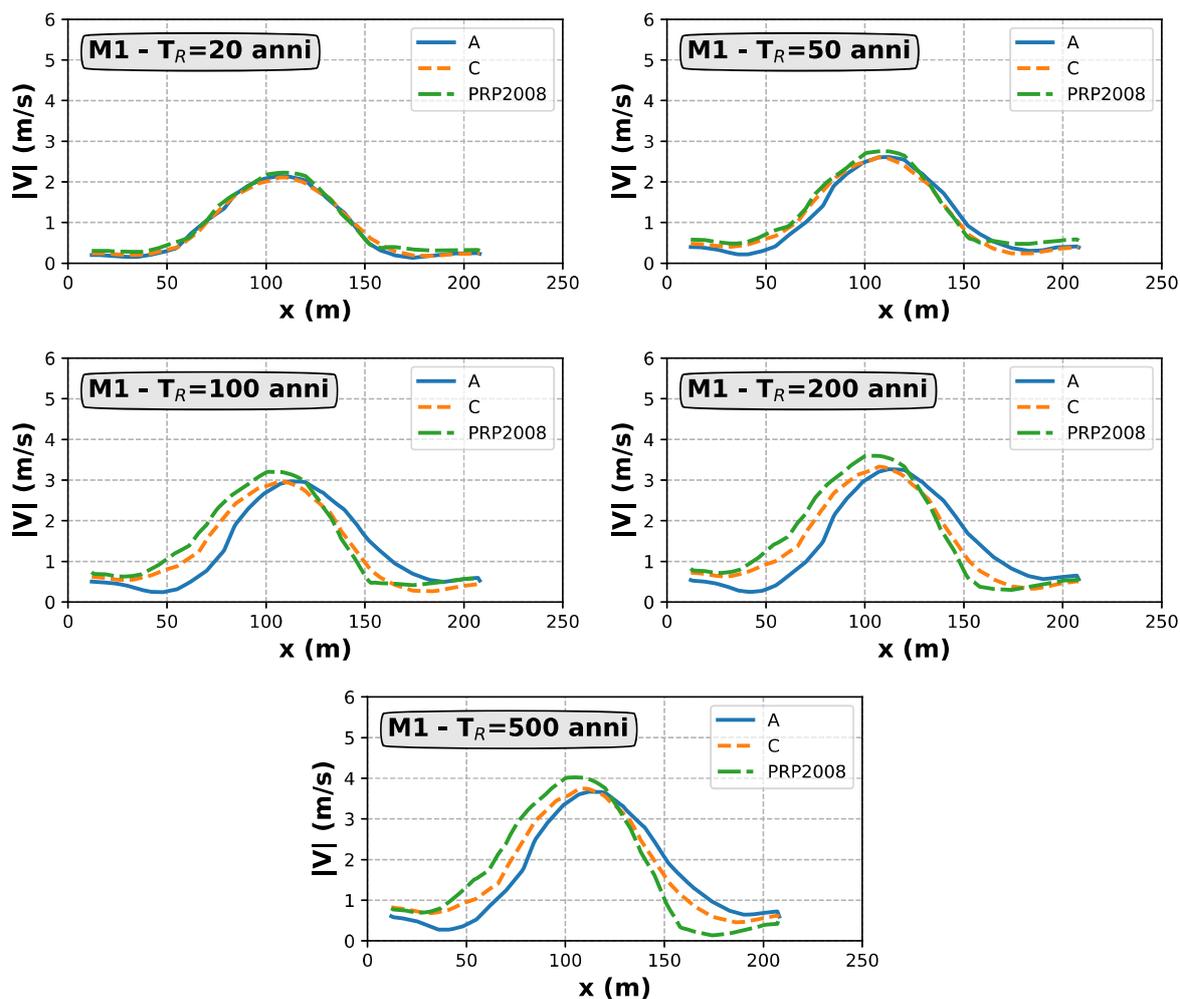


Figura A-139: Intensità di velocità estratta in corrispondenza della sezione M1 poste a monte della zona di interesse (si veda Figura 2-1) al variare della portata defluente (e quindi del tempo di ritorno).

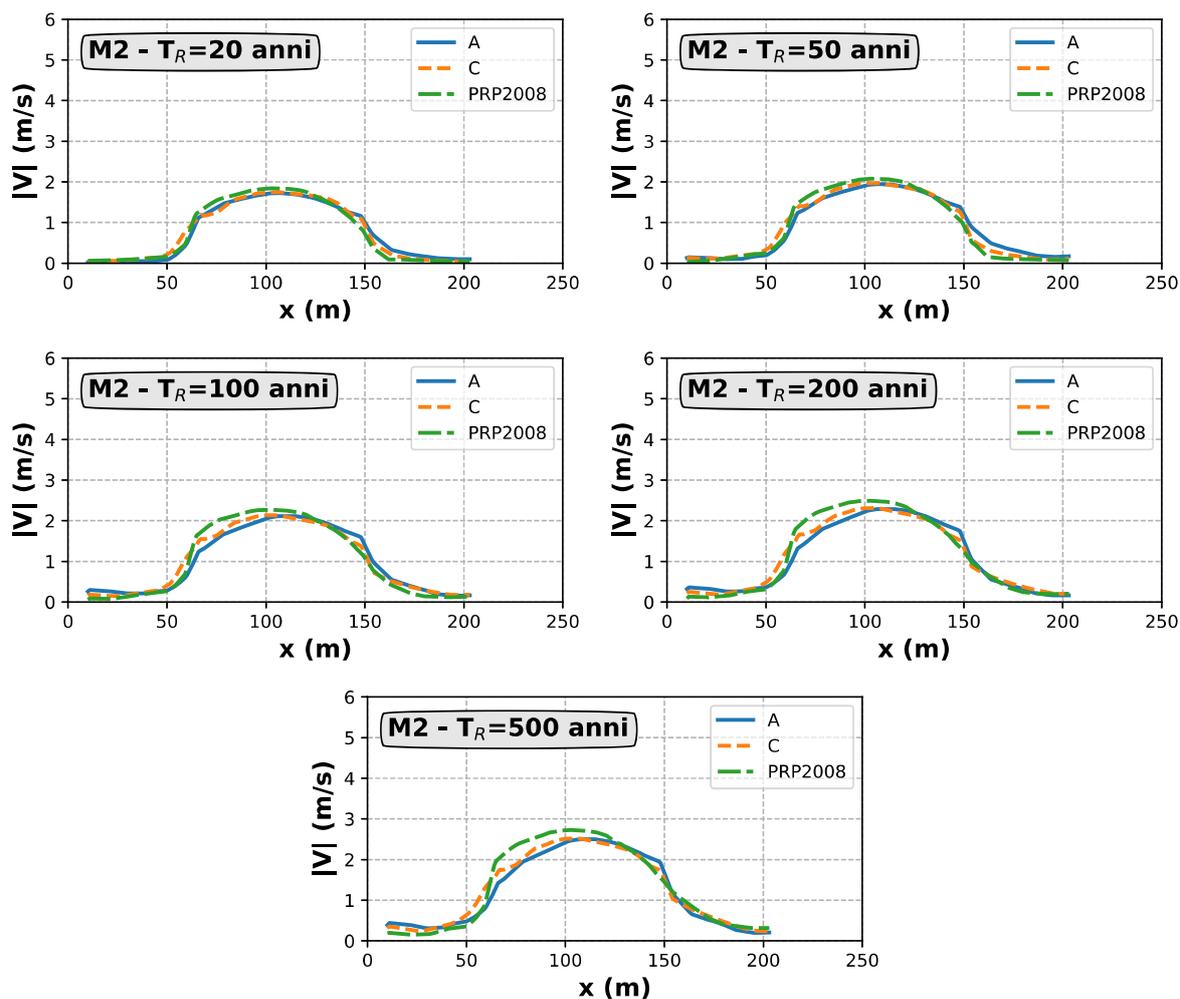


Figura A-140: Intensità di velocità estratta in corrispondenza della sezione M2 poste a monte della zona di interesse (si veda Figura 2-1) al variare della portata defluente (e quindi del tempo di ritorno).

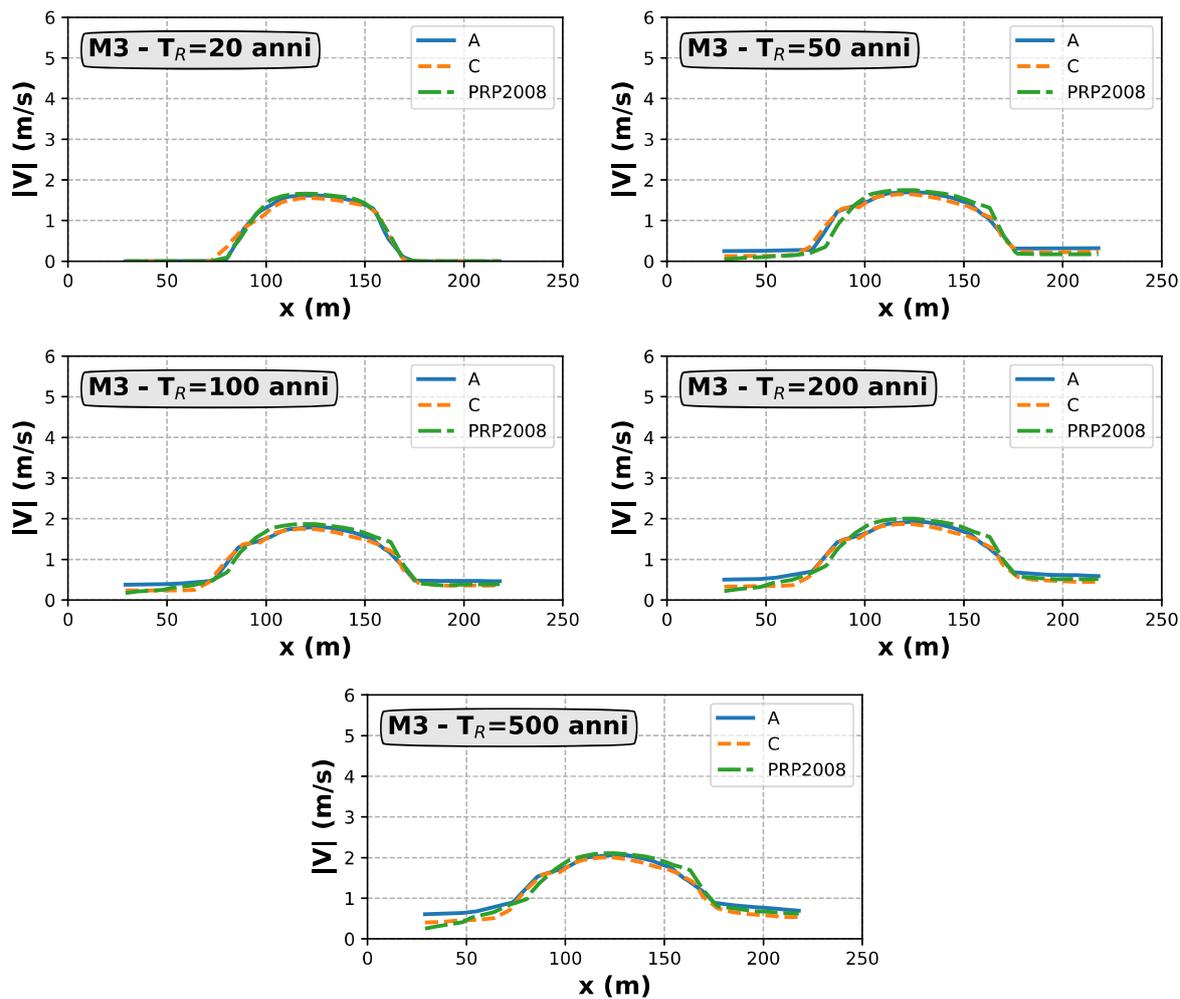


Figura A-141: Intensità di velocità estratta in corrispondenza della sezione M3 poste a monte della zona di interesse (si veda Figura 2-1) al variare della portata defluente (e quindi del tempo di ritorno).

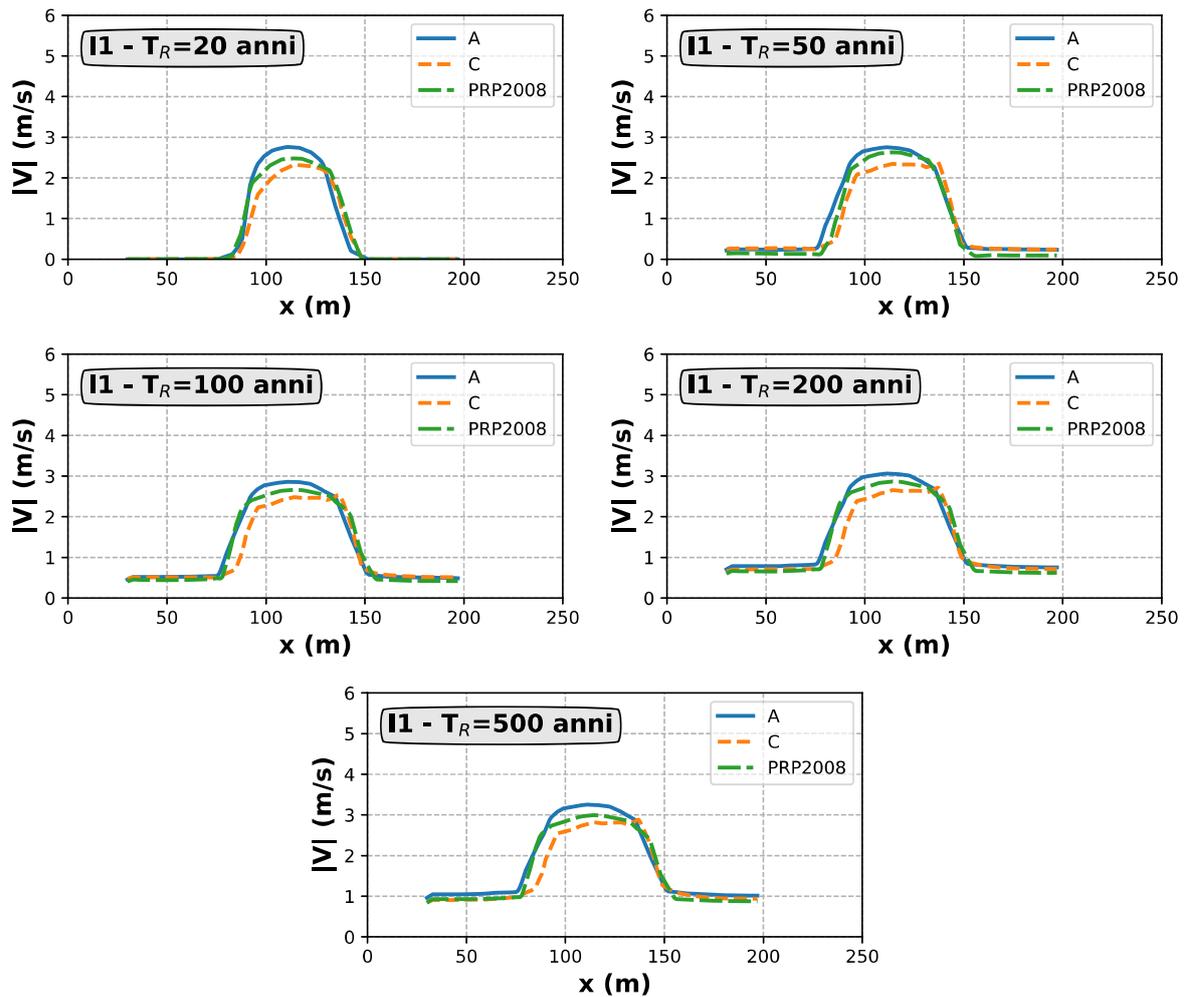


Figura A-142: Intensità di velocità estratta in corrispondenza della sezione I1 poste presso la zona di interesse (si veda Figura 2-1) al variare della portata defluente (e quindi del tempo di ritorno).

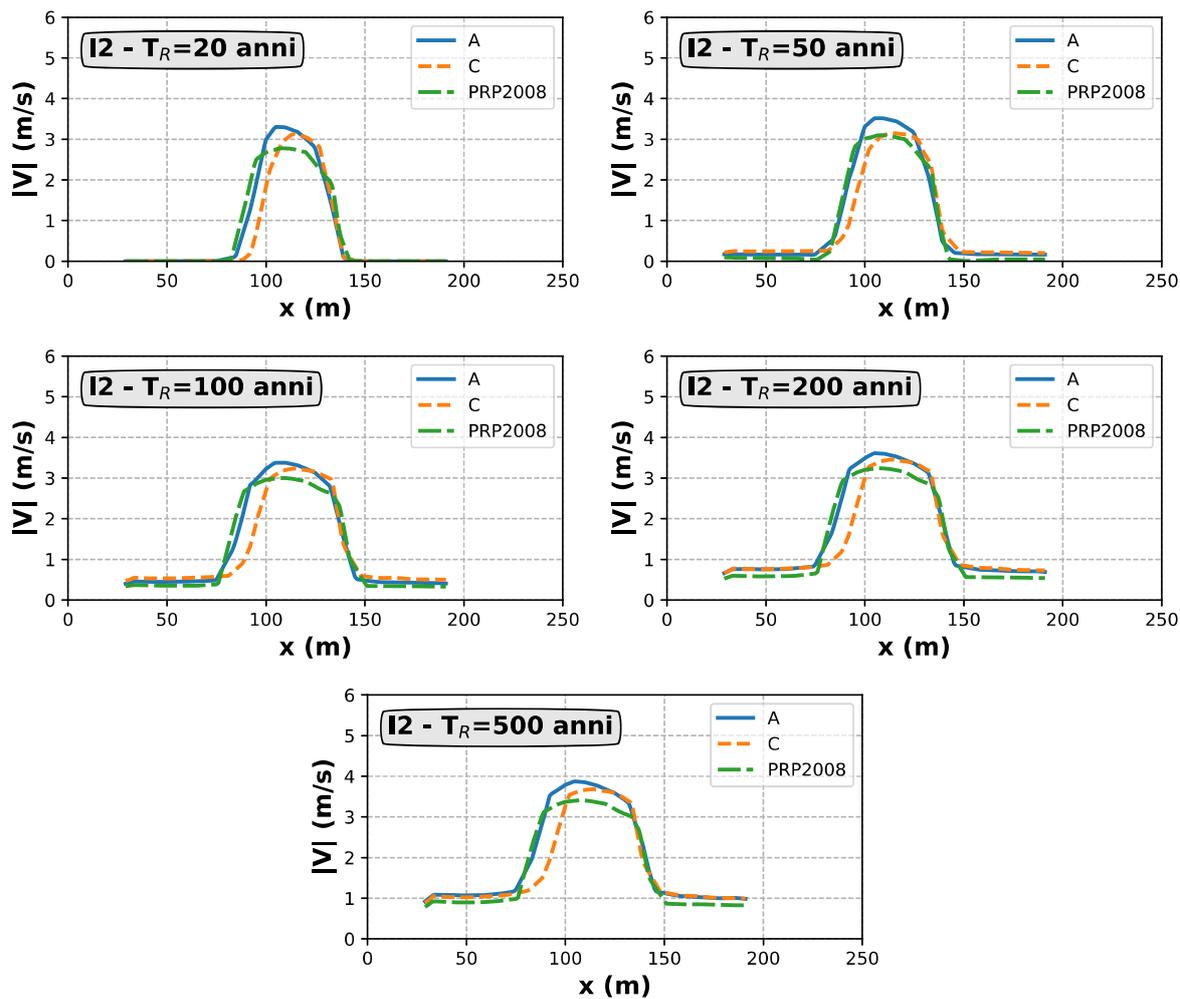


Figura A-143: Intensità di velocità estratta in corrispondenza della sezione I2 poste presso la zona di interesse (si veda Figura 2-1) al variare della portata defluente (e quindi del tempo di ritorno).

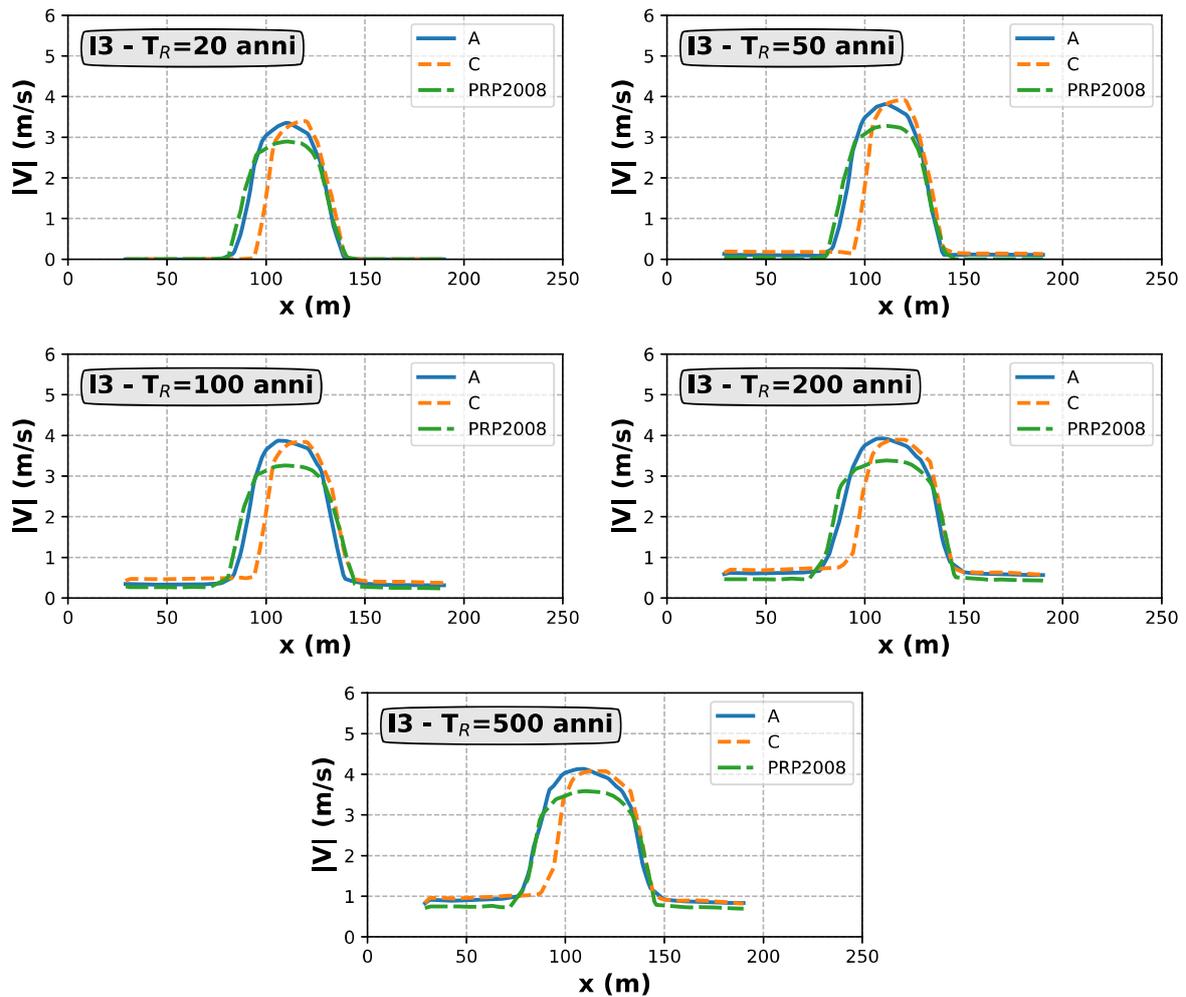


Figura A-144: Intensità di velocità estratta in corrispondenza della sezione I3 poste presso la zona di interesse (si veda Figura 2-1) al variare della portata defluente (e quindi del tempo di ritorno).

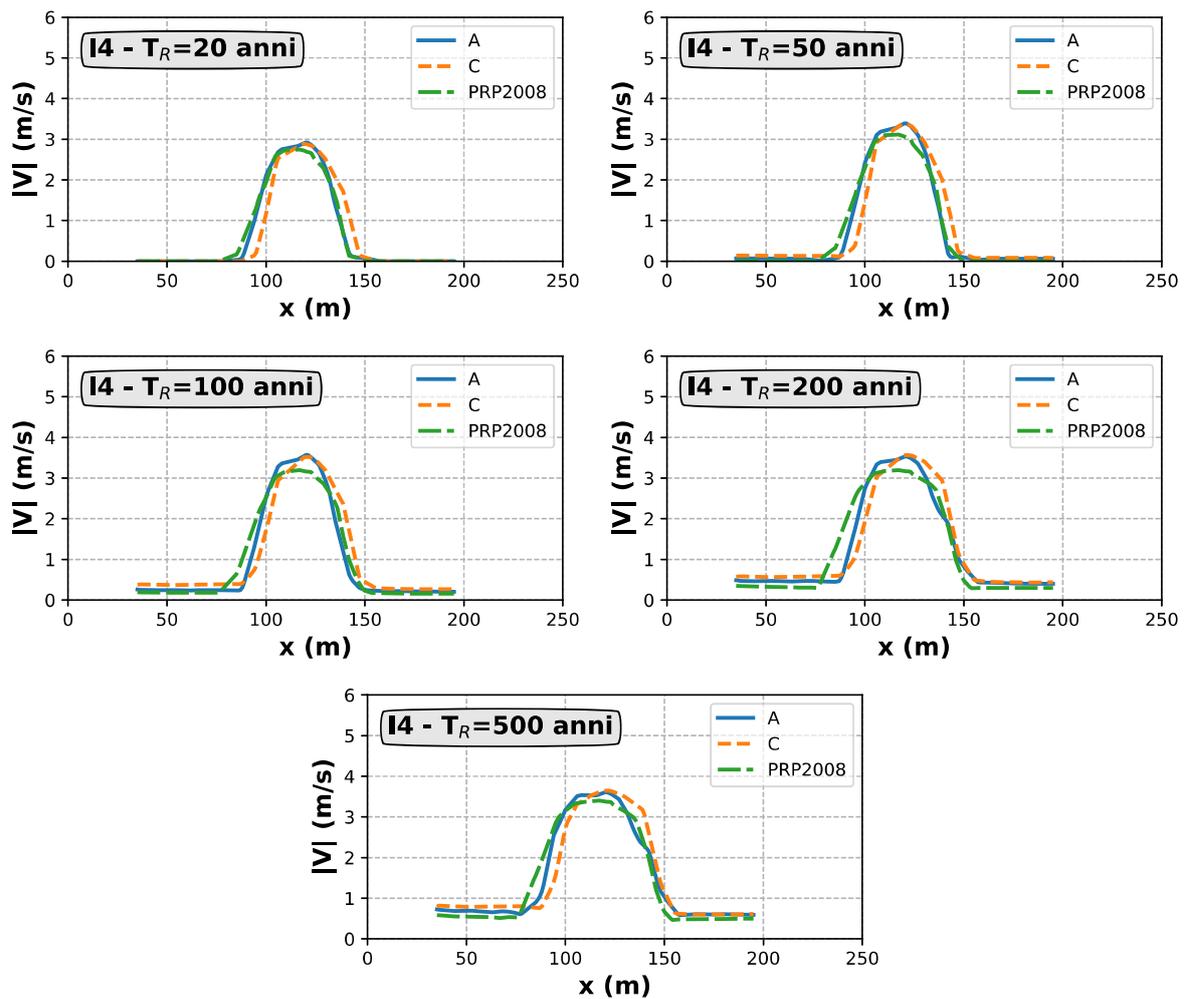


Figura A-145: Intensità di velocità estratta in corrispondenza della sezione I4 poste presso la zona di interesse (si veda Figura 2-1) al variare della portata defluente (e quindi del tempo di ritorno).

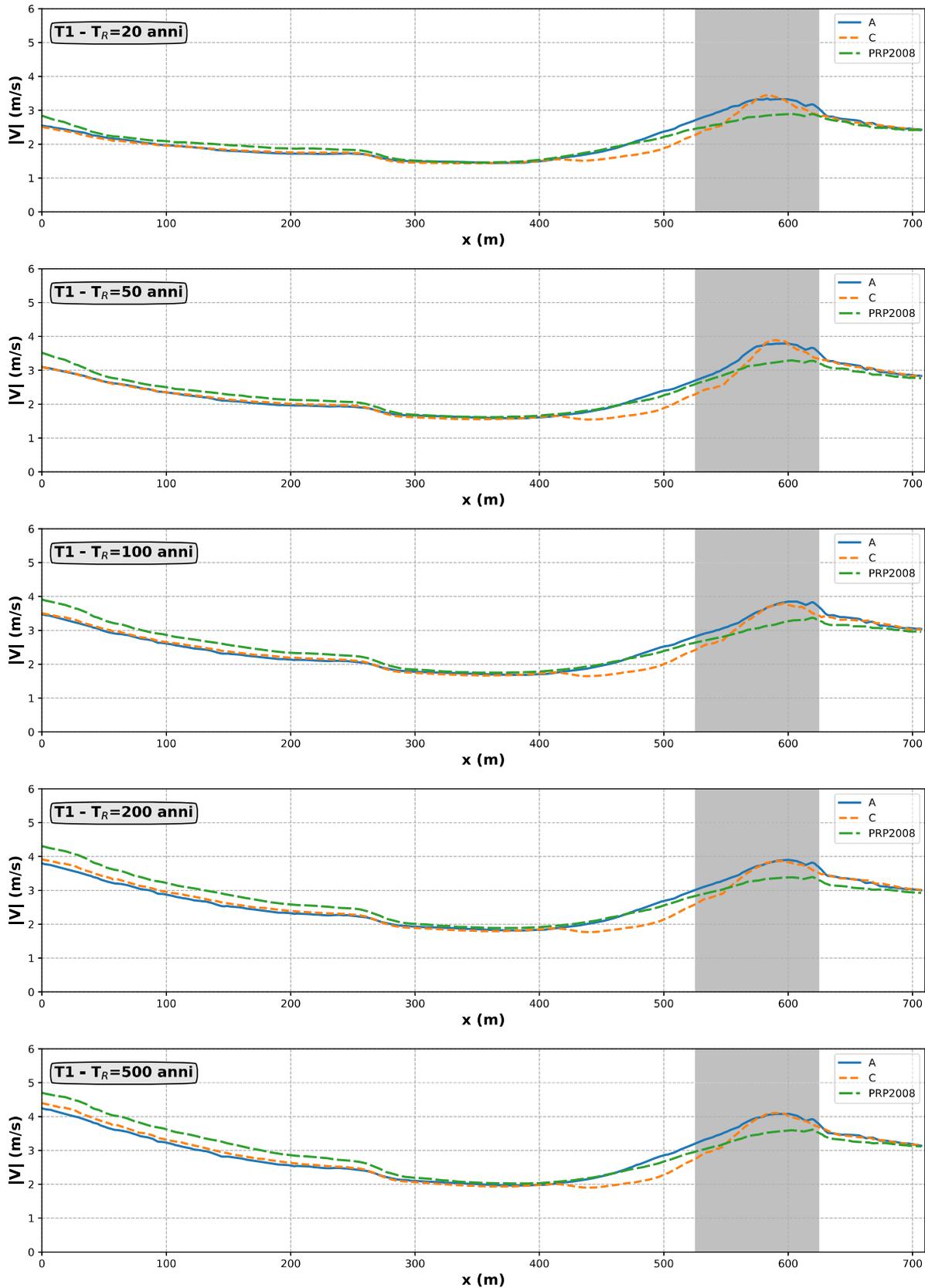


Figura A-146: Intensità di velocità estratta in corrispondenza della sezione T1 che corre lungo il talweg del Fiume (si veda Figura 2-1) al variare della portata defluente (e quindi del tempo di ritorno). L'area ombreggiata indica la zona di interesse.

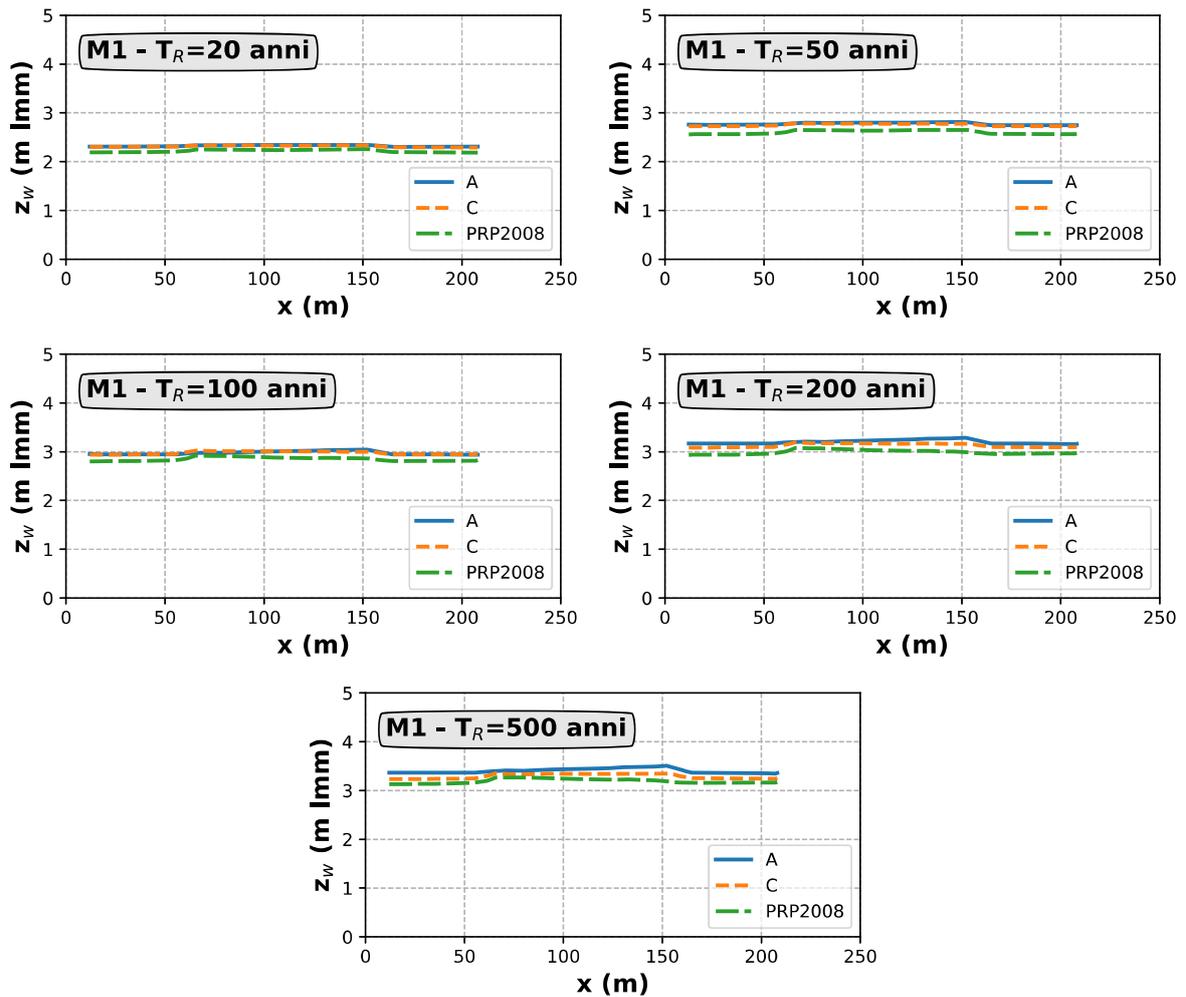


Figura A-147: Quota della superficie libera estratta in corrispondenza della sezione M1 poste a monte della zona di interesse (si veda Figura 2-1) al variare della portata defluente (e quindi del tempo di ritorno).

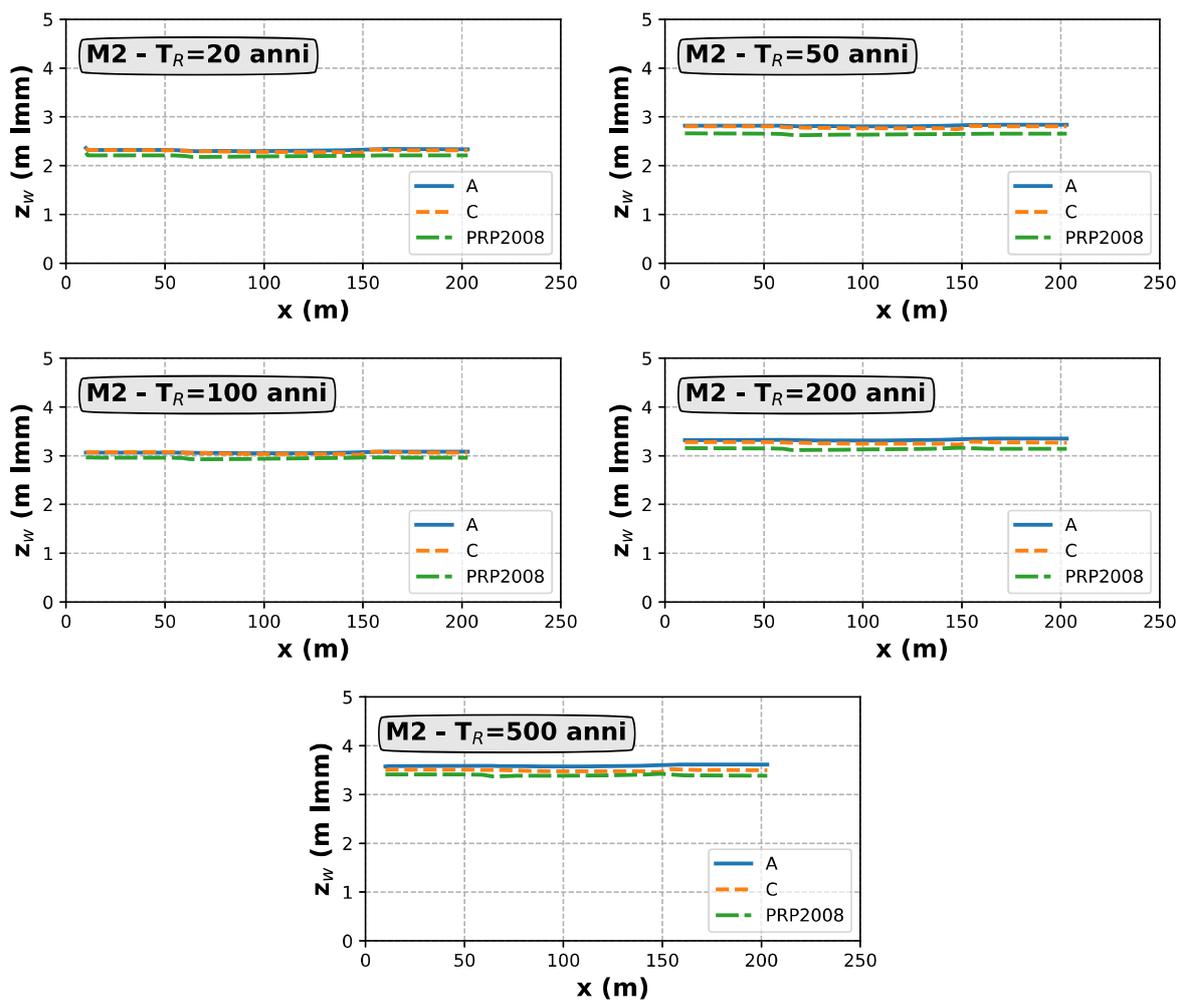


Figura A-148: Quota della superficie libera estratta in corrispondenza della sezione M2 poste a monte della zona di interesse (si veda Figura 2-1) al variare della portata defluente (e quindi del tempo di ritorno).

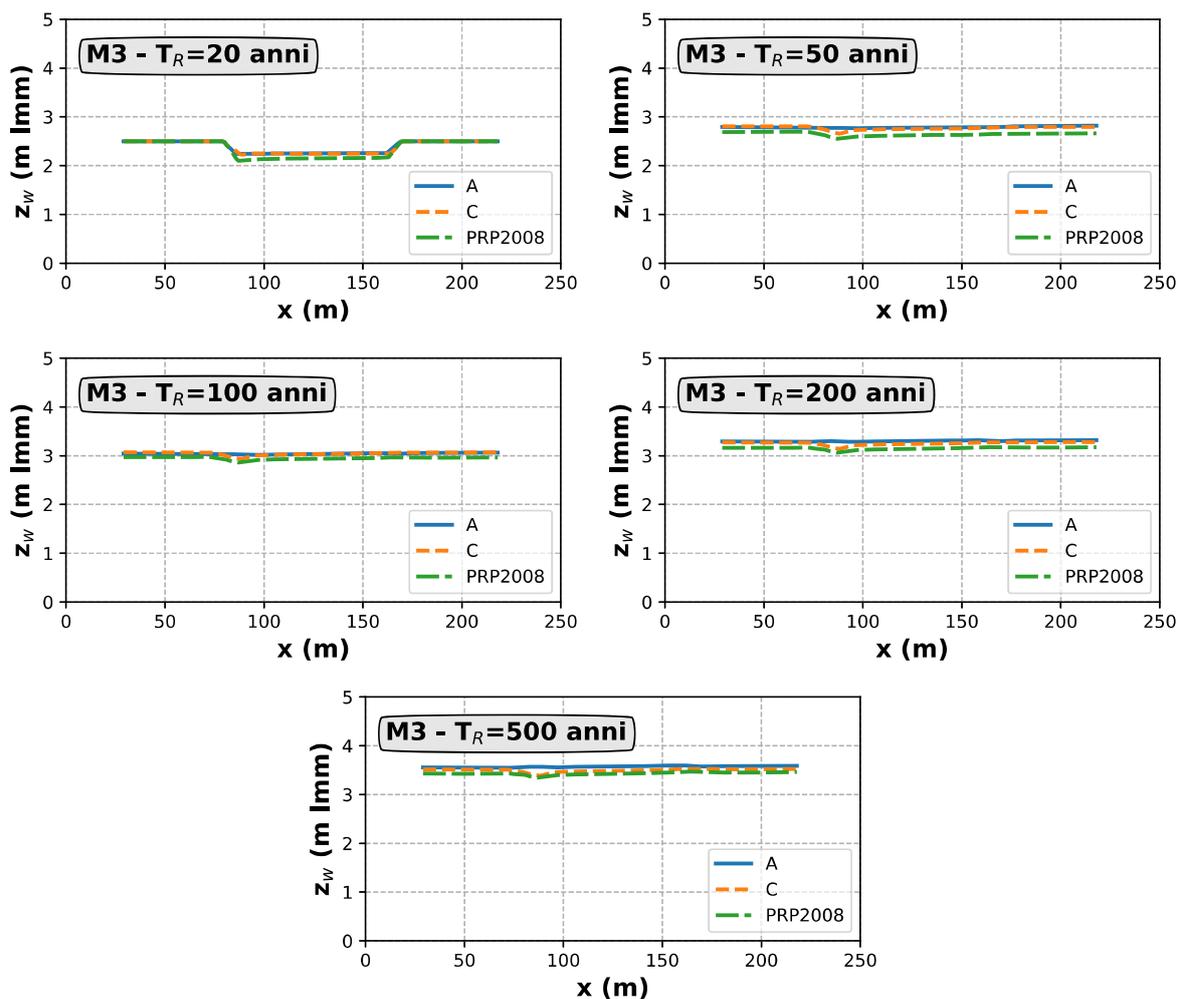


Figura A-149: Quota della superficie libera estratta in corrispondenza della sezione M3 poste a monte della zona di interesse (si veda Figura 2-1) al variare della portata defluente (e quindi del tempo di ritorno).

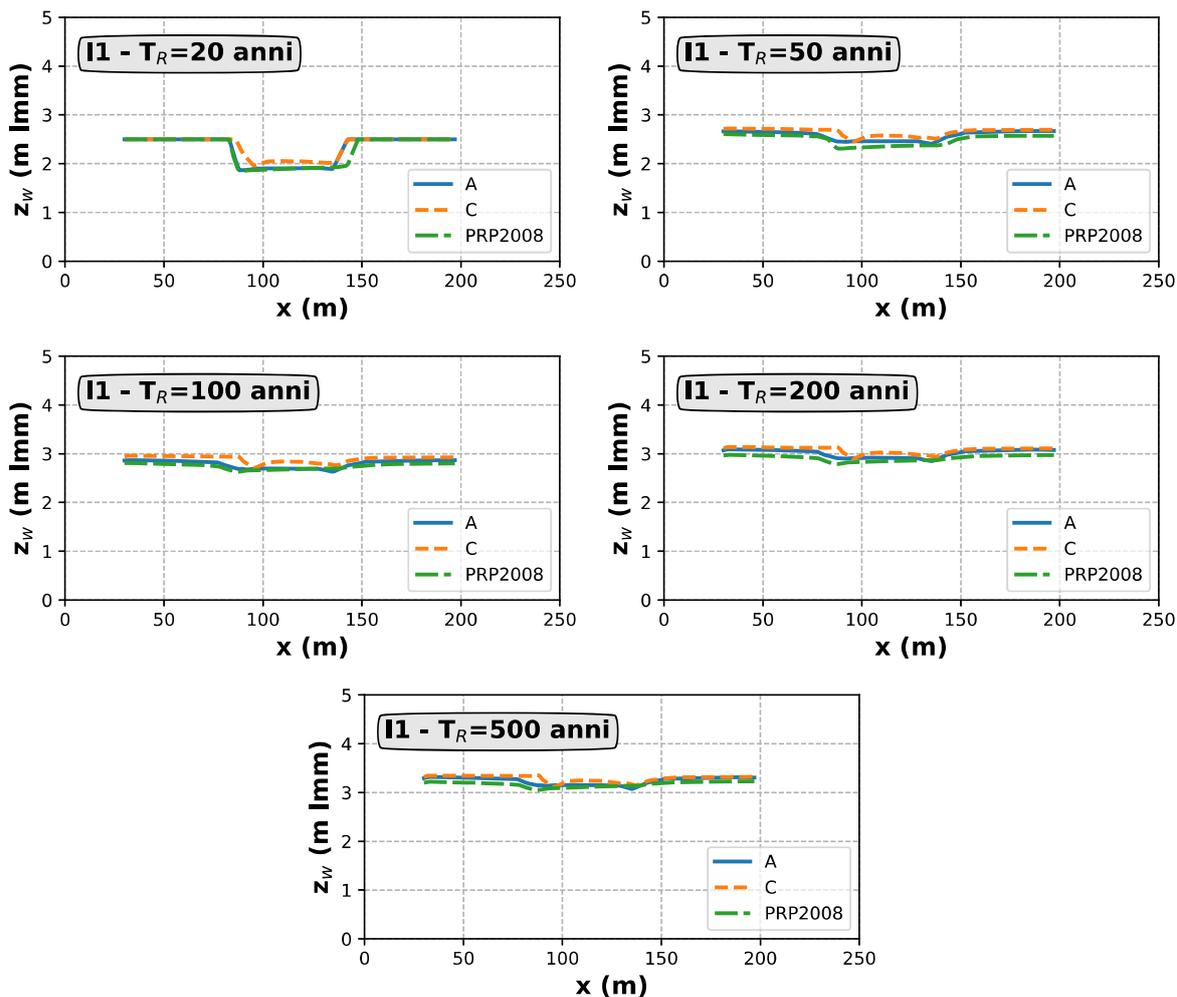


Figura A-150: Quota della superficie libera estratta in corrispondenza della sezione I1 poste presso la zona di interesse (si veda Figura 2-1) al variare della portata defluente (e quindi del tempo di ritorno).

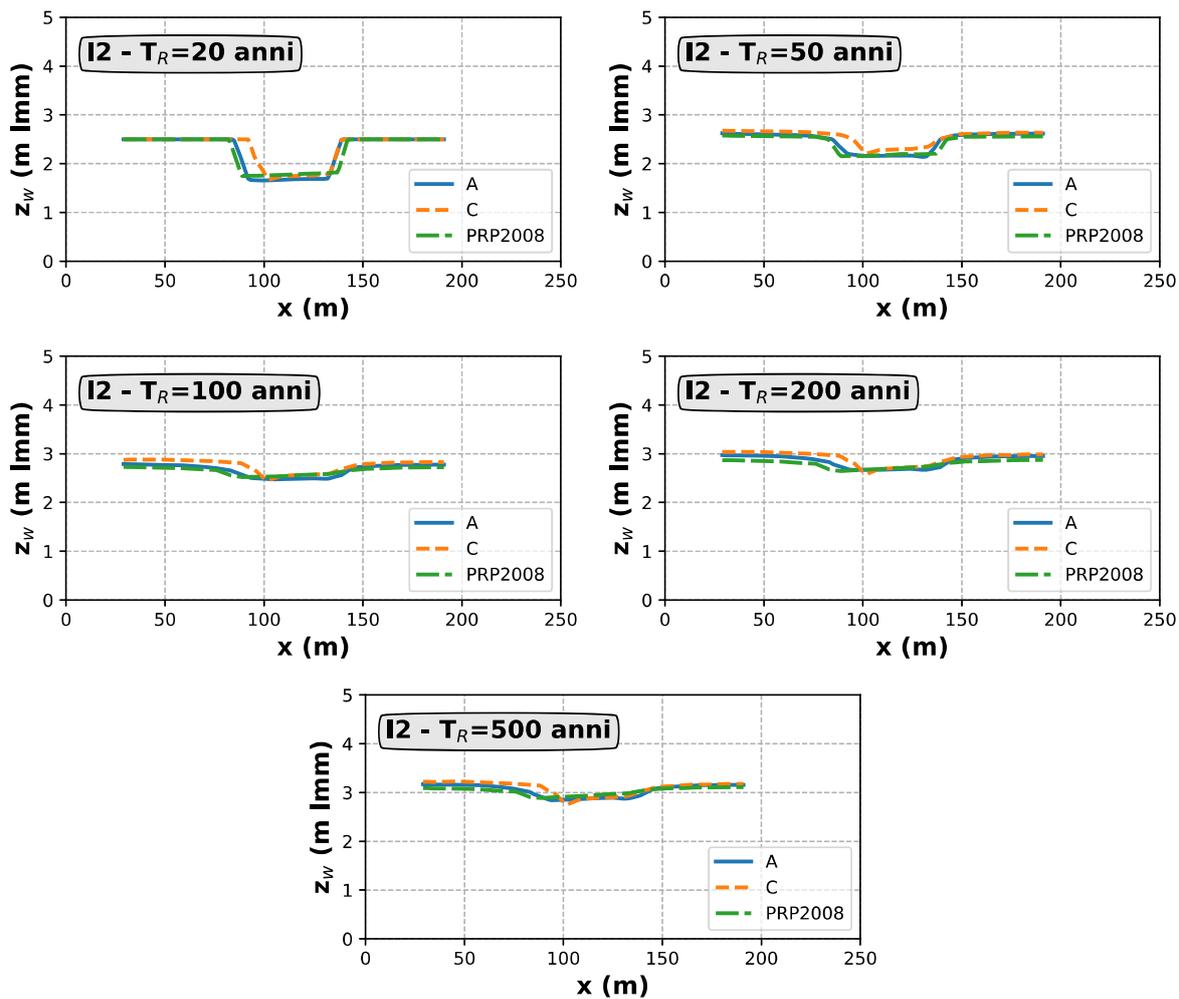


Figura A-151: Quota della superficie libera estratta in corrispondenza della sezione I2 poste presso la zona di interesse (si veda Figura 2-1) al variare della portata defluente (e quindi del tempo di ritorno).

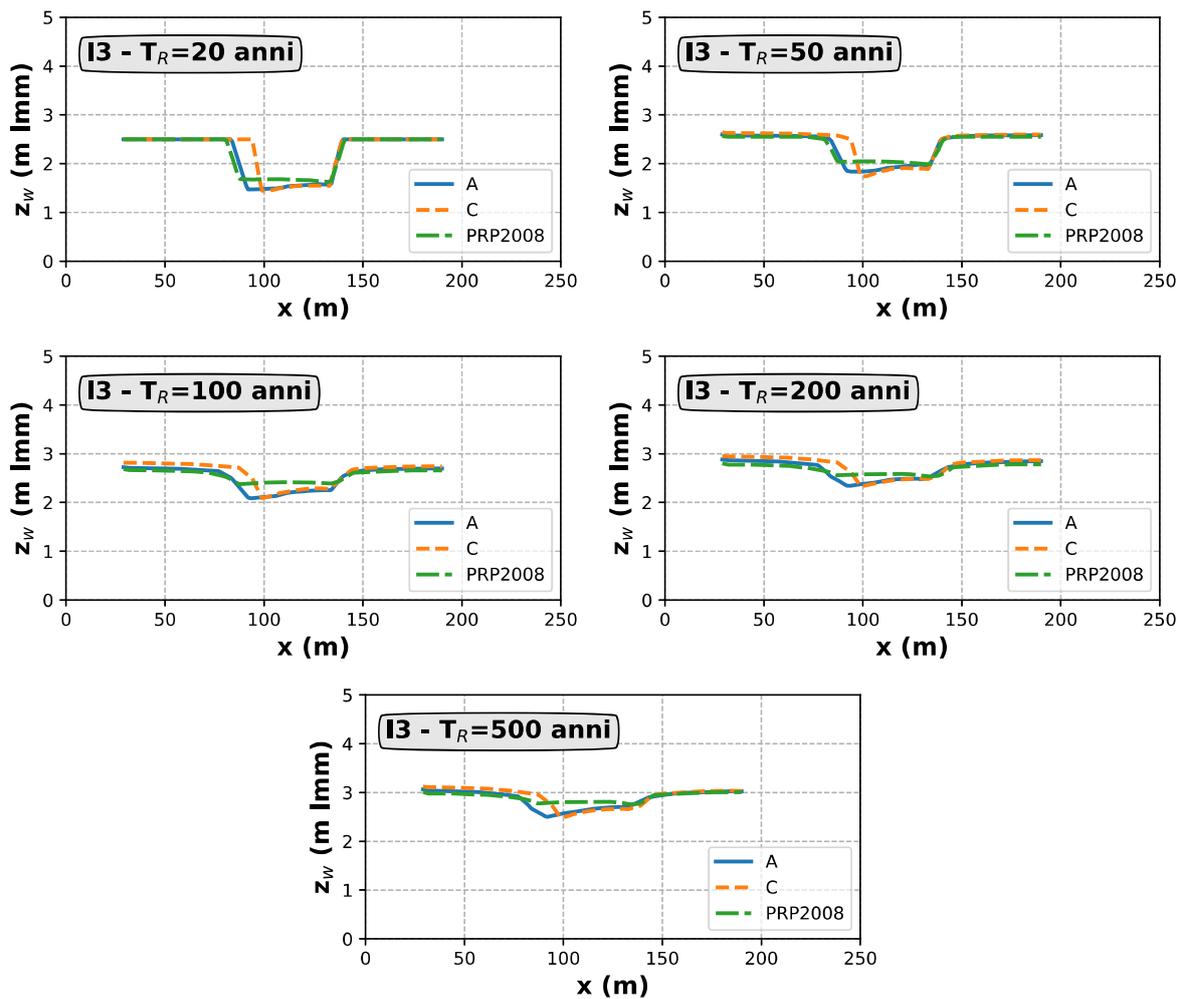


Figura A-152: Quota della superficie libera estratta in corrispondenza della sezione I3 poste presso la zona di interesse (si veda Figura 2-1) al variare della portata defluente (e quindi del tempo di ritorno).

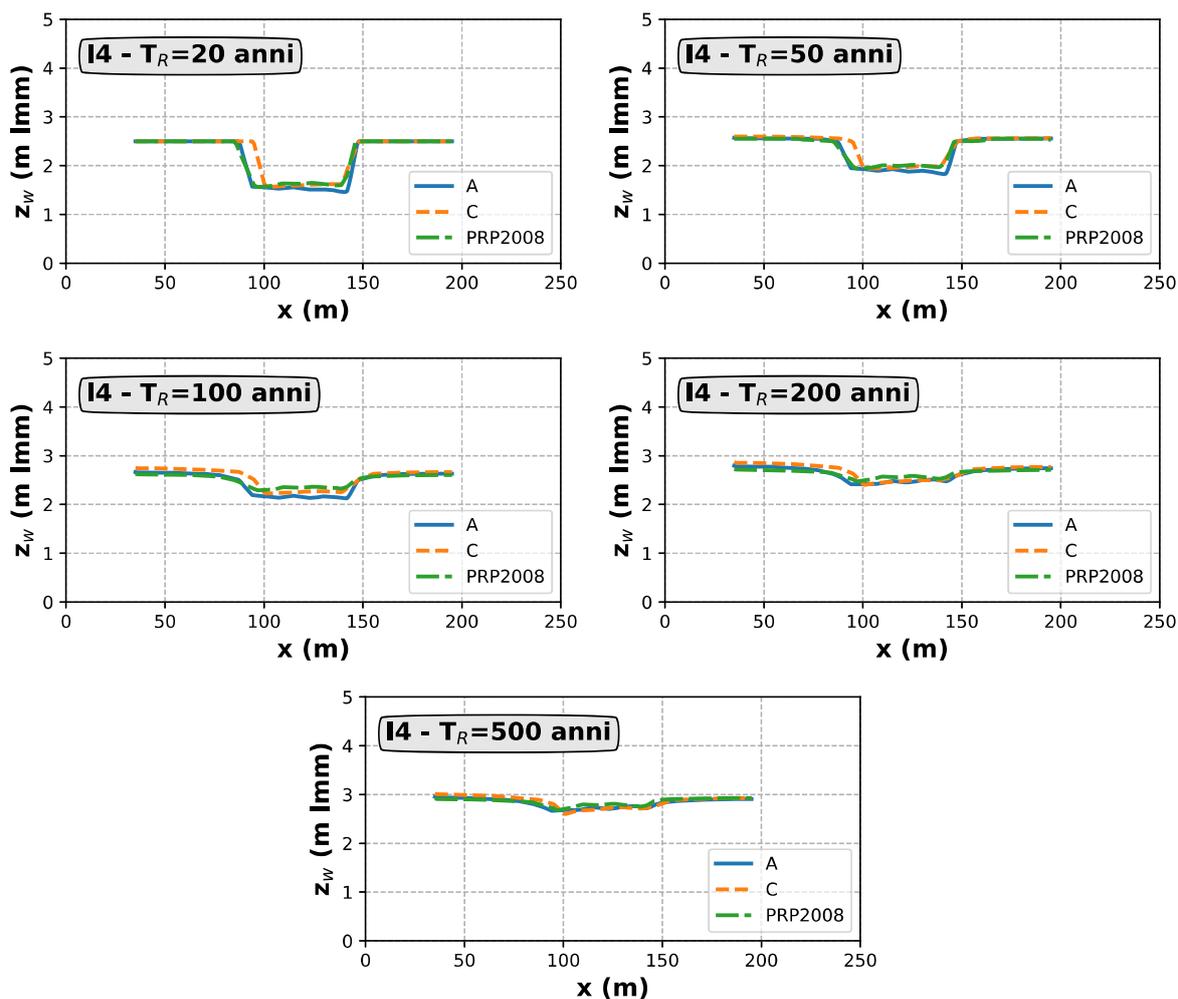


Figura A-153: Quota della superficie libera estratta in corrispondenza della sezione I4 poste presso la zona di interesse (si veda Figura 2-1) al variare della portata defluente (e quindi del tempo di ritorno).

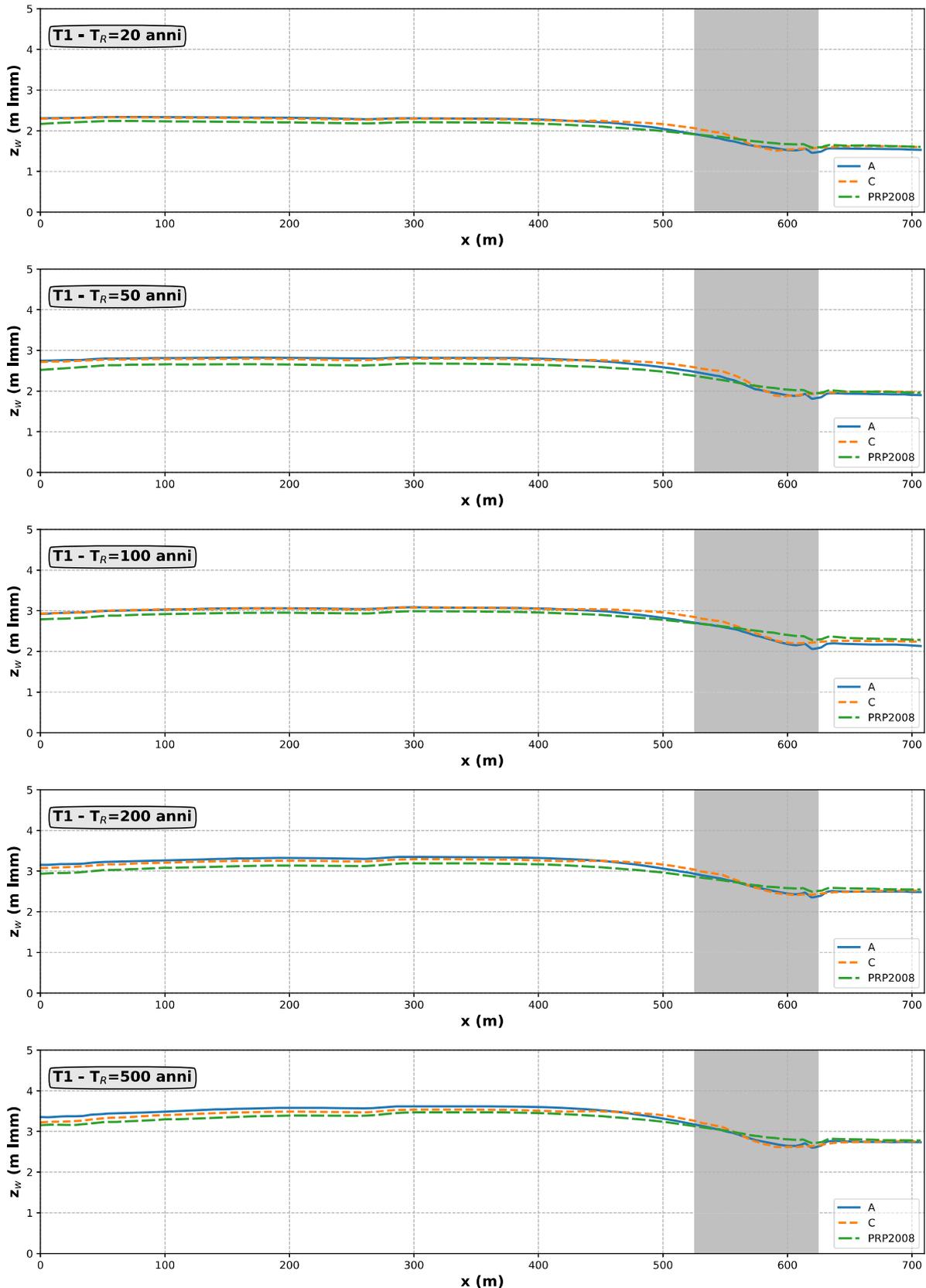


Figura A-154: Quota della superficie libera estratta in corrispondenza della sezione T1 che corre lungo il talweg del Fiume (si veda Figura 2-1) al variare della portata defluente (e quindi del tempo di ritorno). L'area ombreggiata indica la zona di interesse.

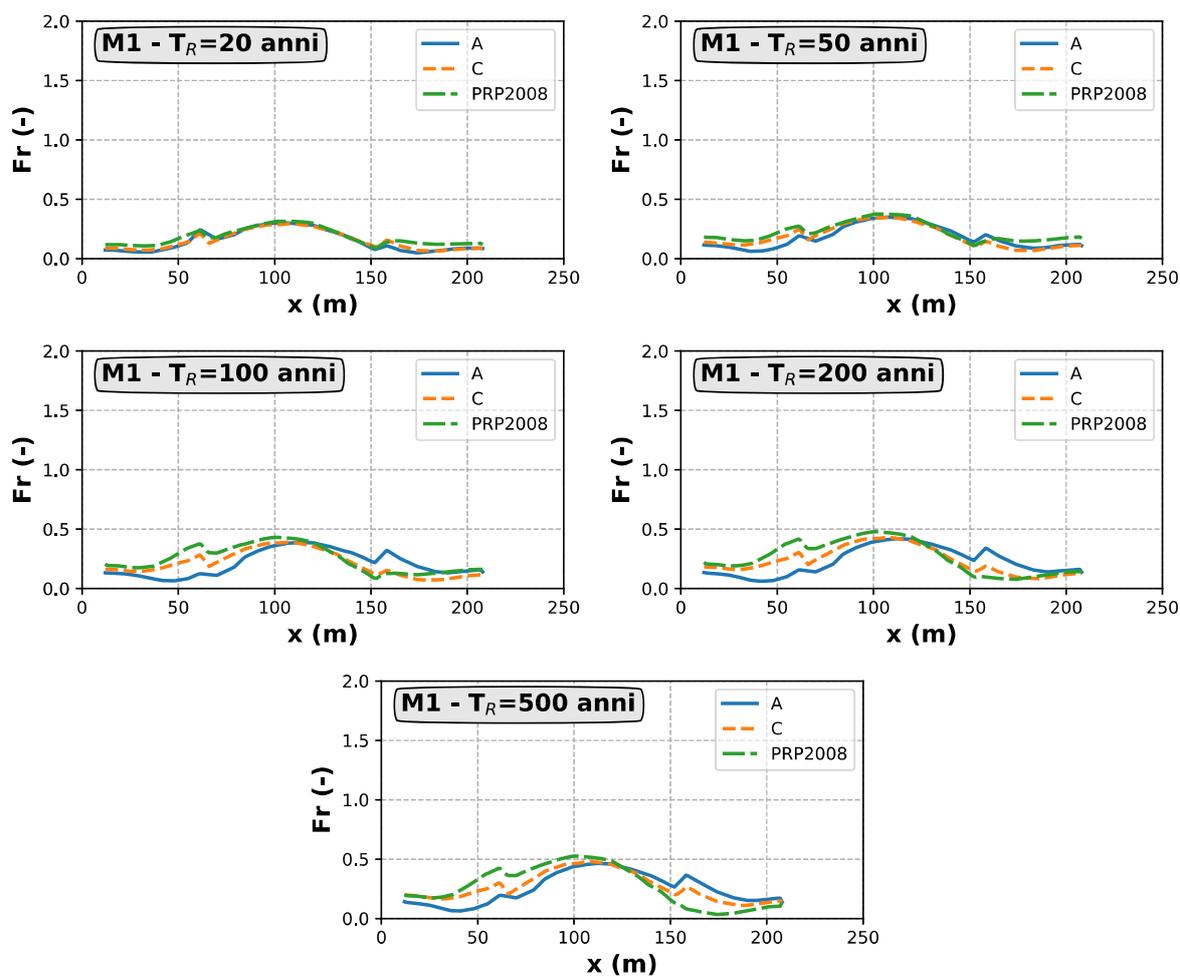


Figura A-155: Numero di Froude valutato sulla base dei risultati numerici estratti in corrispondenza della sezione M1 poste a monte della zona di interesse (si veda Figura 2-1) al variare della portata defluente (e quindi del tempo di ritorno).

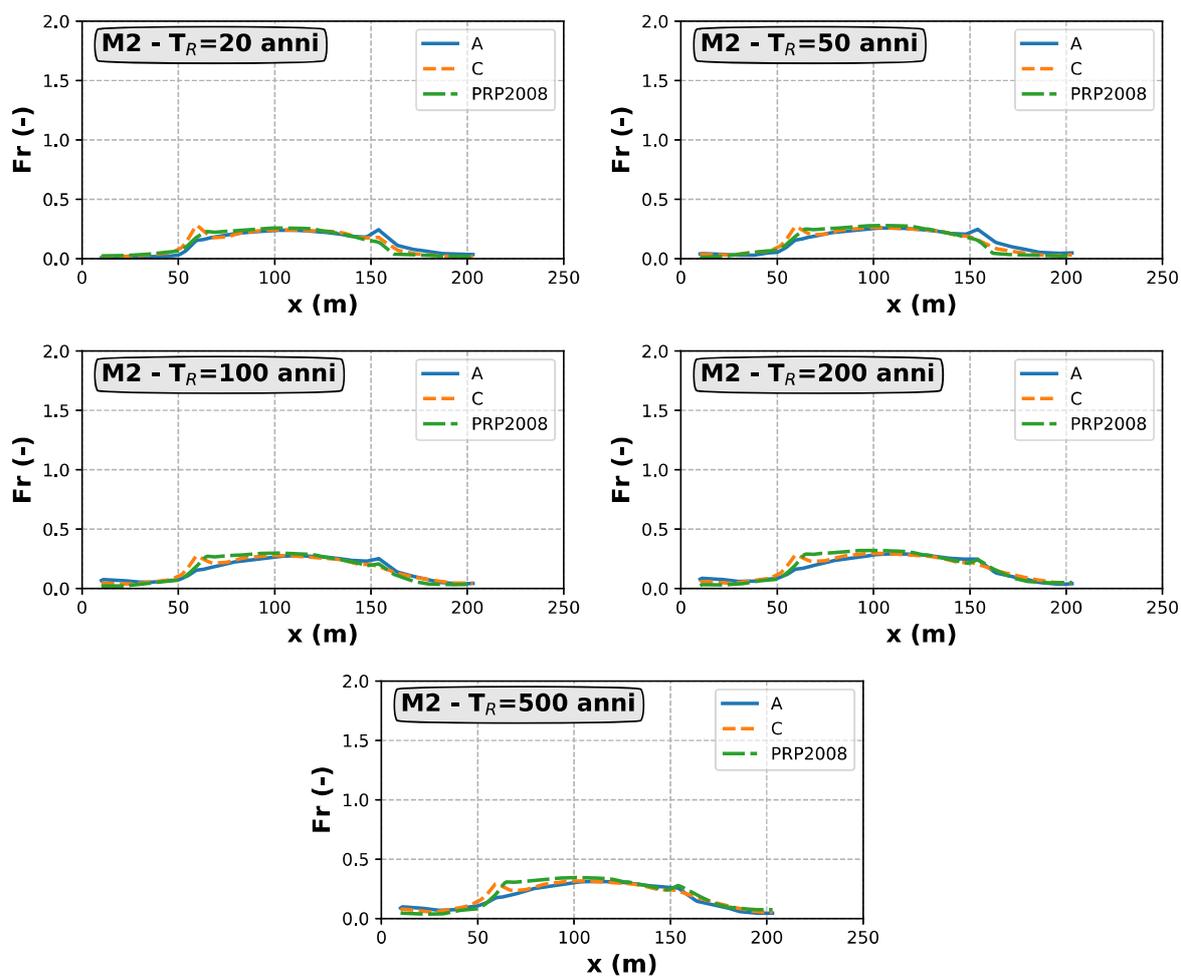


Figura A-156: Numero di Froude valutato sulla base dei risultati numerici estratti in corrispondenza della sezione M2 poste a monte della zona di interesse (si veda Figura 2-1) al variare della portata defluente (e quindi del tempo di ritorno).

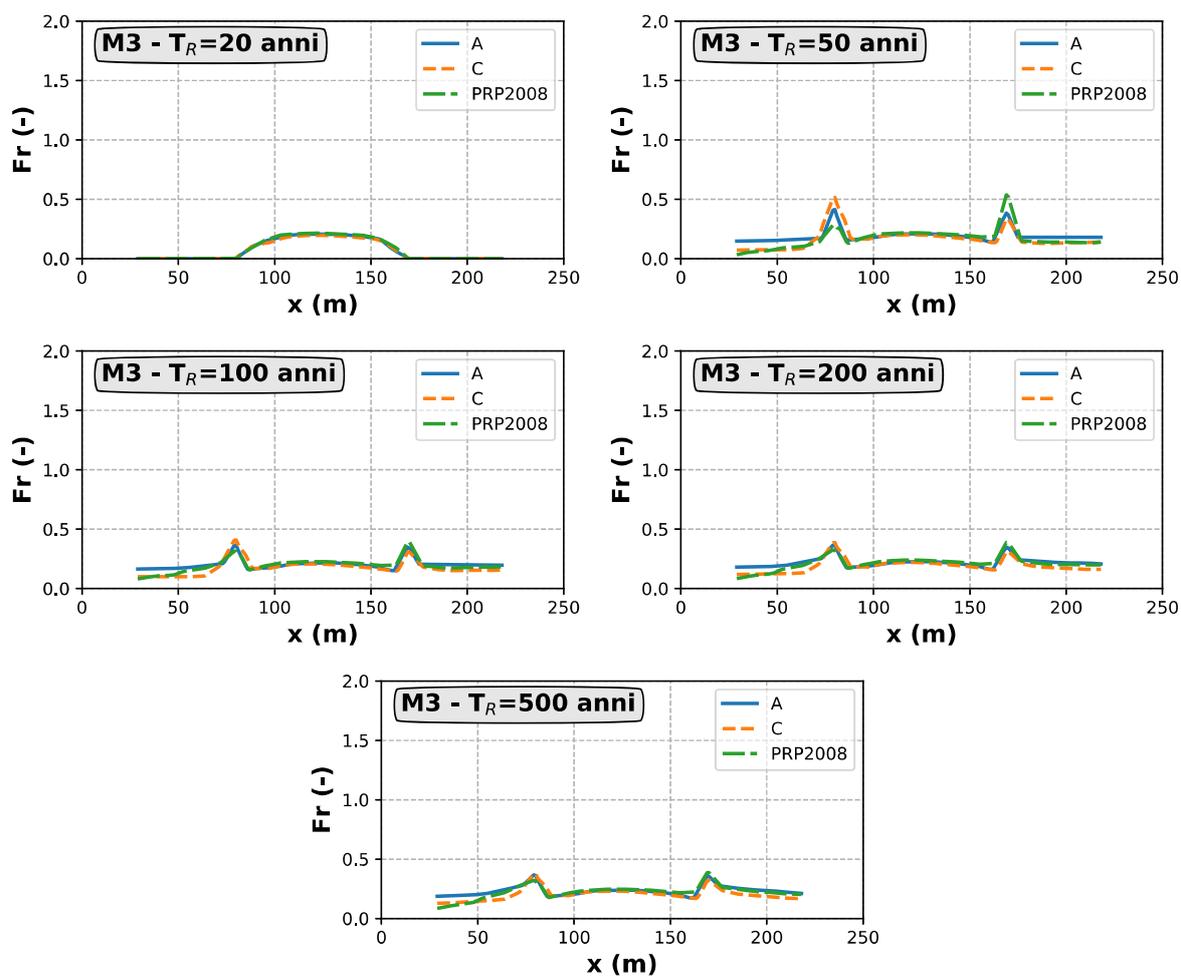


Figura A-157: Numero di Froude valutato sulla base dei risultati numerici estratti in corrispondenza della sezione M3 poste a monte della zona di interesse (si veda Figura 2-1) al variare della portata defluente (e quindi del tempo di ritorno).

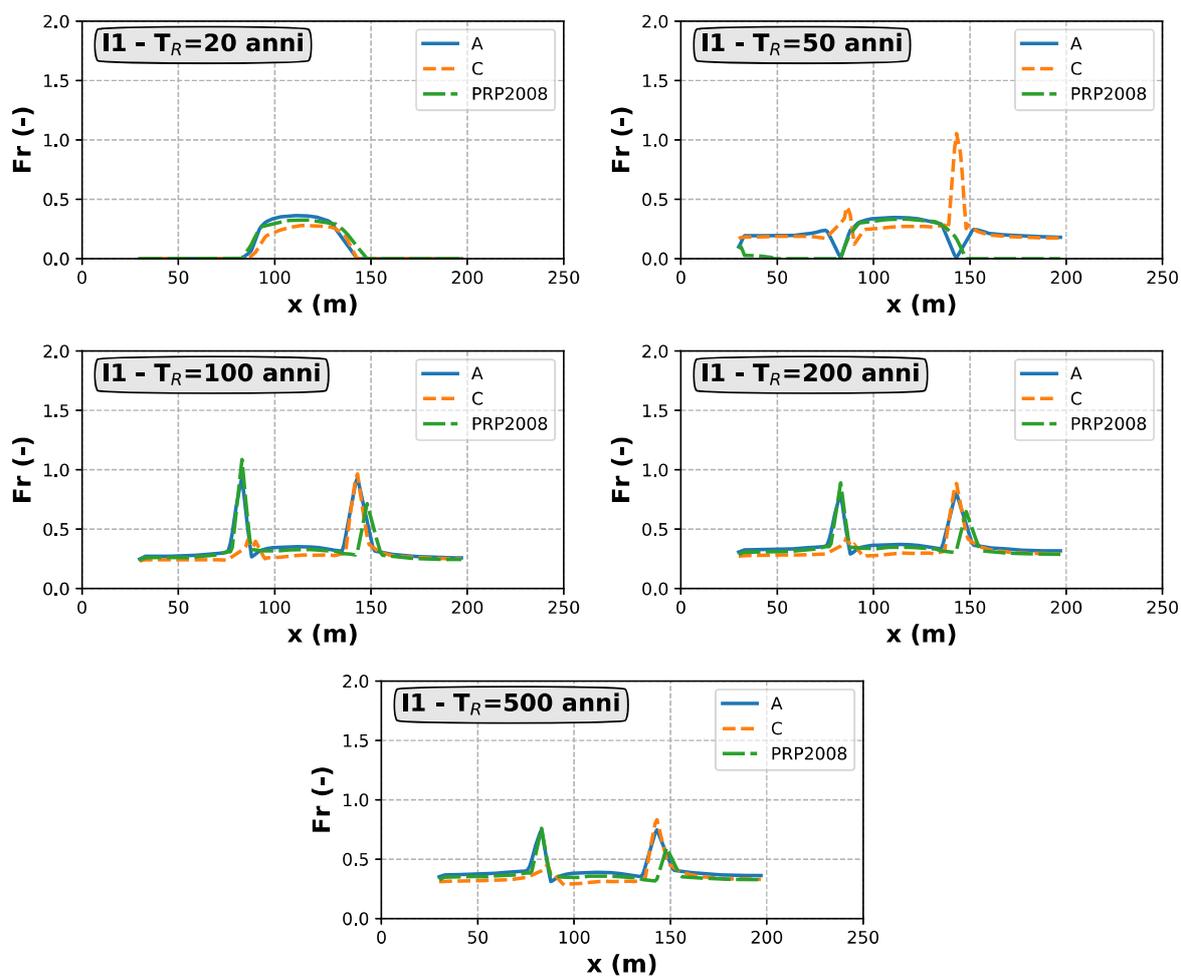


Figura A-158: Numero di Froude valutato sulla base dei risultati numerici estratti in corrispondenza della sezione I1 poste presso la zona di interesse (si veda Figura 2-1) al variare della portata defluente (e quindi del tempo di ritorno).

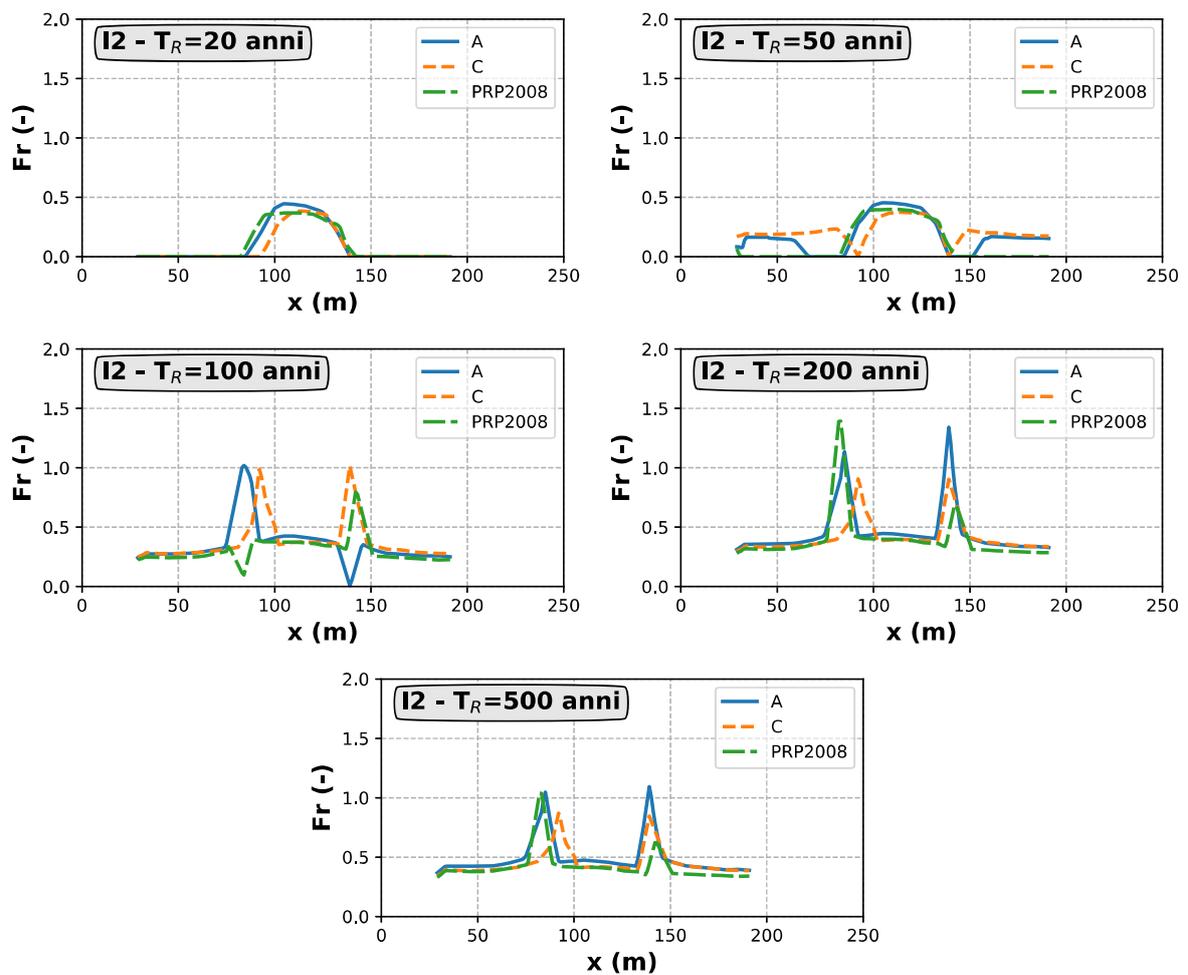


Figura A-159: Numero di Froude valutato sulla base dei risultati numerici estratti in corrispondenza della sezione I2 poste presso la zona di interesse (si veda Figura 2-1) al variare della portata defluente (e quindi del tempo di ritorno).

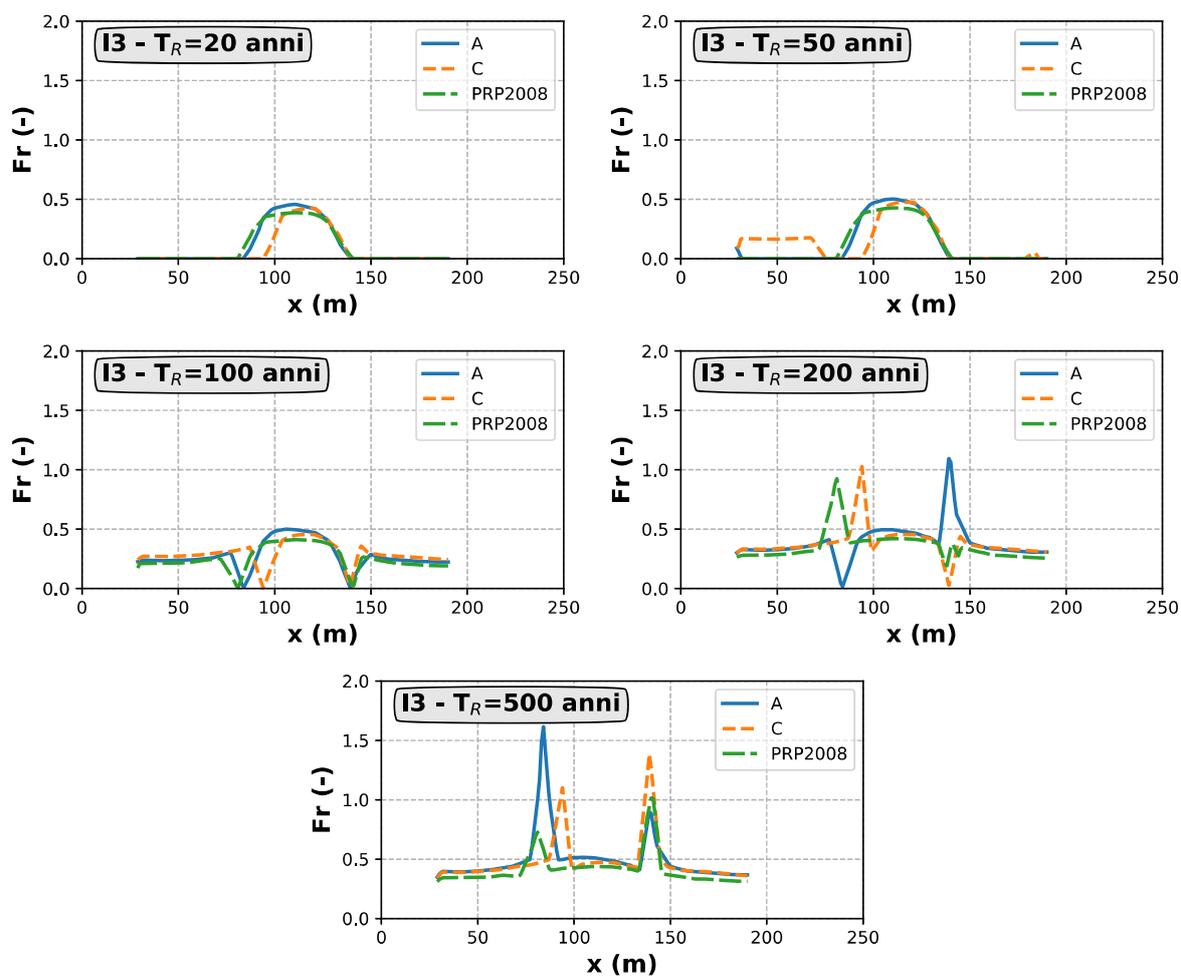


Figura A-160: Numero di Froude valutato sulla base dei risultati numerici estratti in corrispondenza della sezione I3 poste presso la zona di interesse (si veda Figura 2-1) al variare della portata defluente (e quindi del tempo di ritorno).

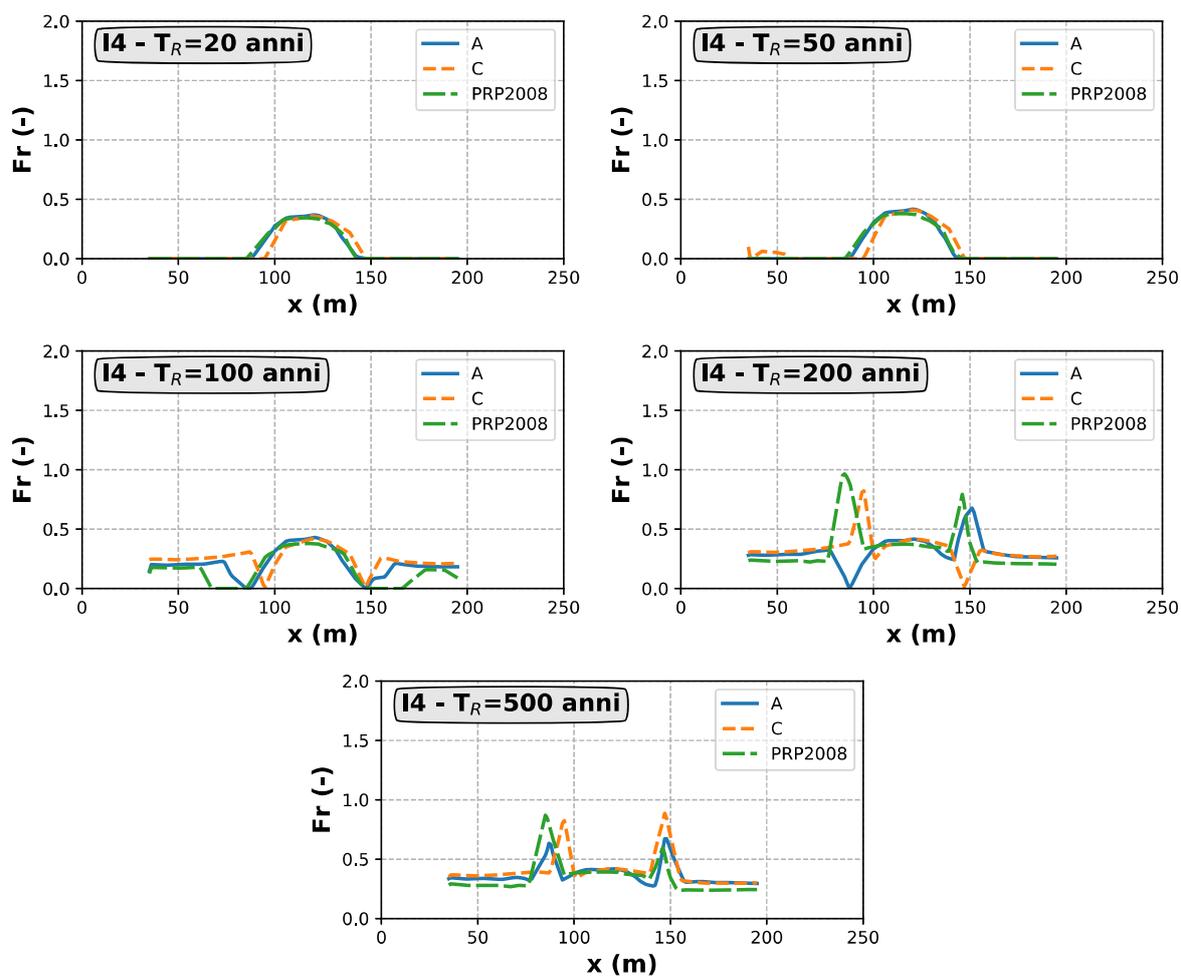


Figura A-161: Numero di Froude valutato sulla base dei risultati numerici estratti in corrispondenza della sezione I4 poste presso la zona di interesse (si veda Figura 2-1) al variare della portata defluente (e quindi del tempo di ritorno).

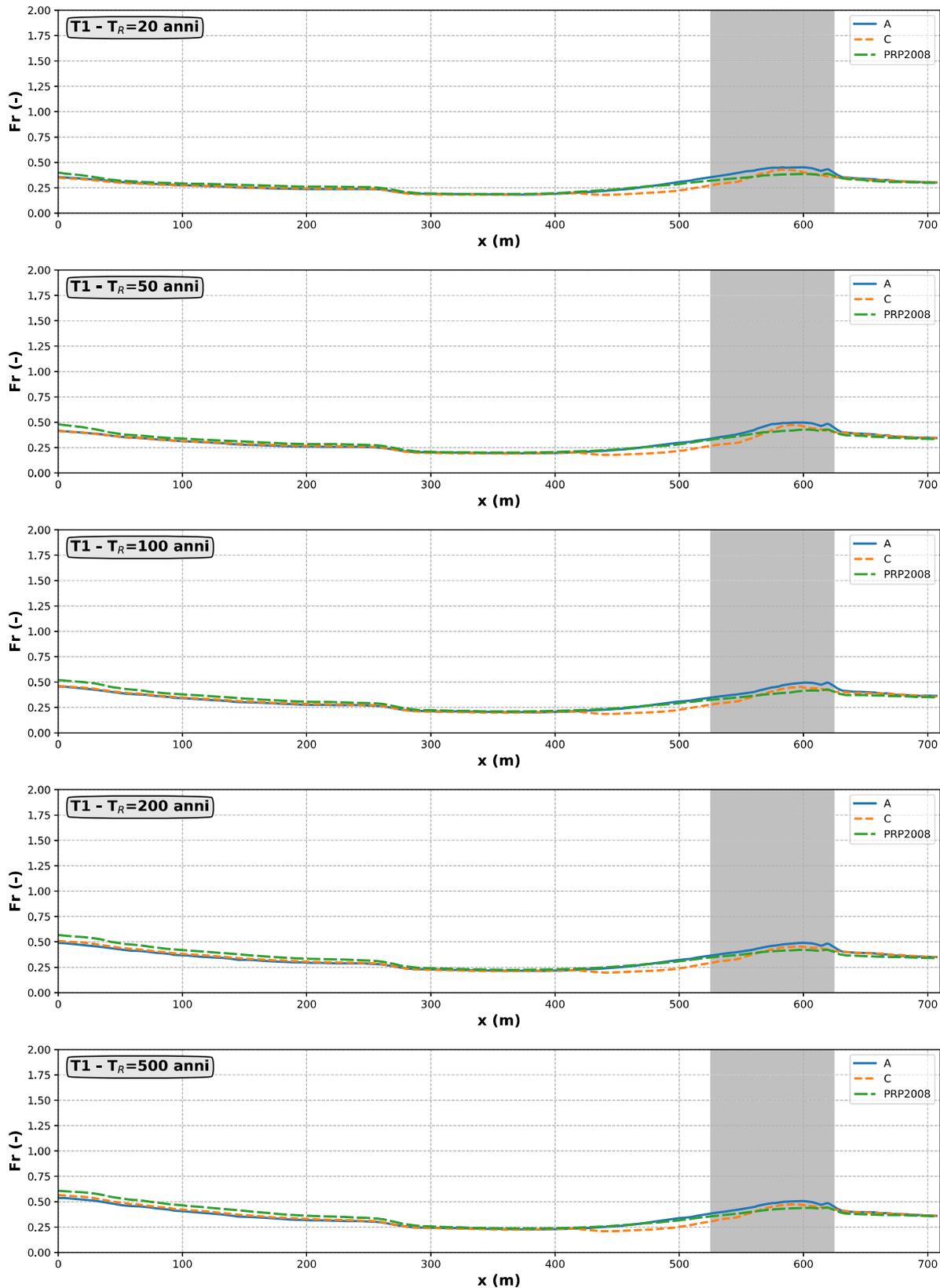


Figura A-162: Numero di Froude valutato sulla base dei risultati numerici estratti in corrispondenza della sezione T1 che corre lungo il talweg del Fiume (si veda Figura 2-1) al variare della portata defluente (e quindi del tempo di ritorno). L'area ombreggiata indica la zona di interesse.

