

037 – Bacino Idrografico del Fiume Eleuterio

PROF. ING.
GABRIELE FRENI

[COMPANY NAME] | [Company address]

Indice

1	<i>Premessa</i>	2
2	<i>Sintesi dell'inquadramento morfologico e territoriale.....</i>	3
3	<i>Valutazione delle variabili climatiche e di consumo di suolo</i>	11
4	<i>Valutazione della suscettibilità dei bacini alle piene lampo.....</i>	21
5	<i>Valutazione della suscettibilità delle piene ai trend climatici</i>	33
6	<i>Modifiche alle misure di piano</i>	35
	6.1	Aggiornamento della valutazione dei punteggi tecnici alle misure inserite nel piano in relazione alla valutazione del cambiamento climatico.....35
	6.2	Proposta di nuove misure per la mitigazione delle piene lampo e dell'impatto del cambiamento climatico.....35

1 Premessa

L'appendice alla relazione fornisce, per ciascun bacino o area territoriale omogenea, l'inquadramento morfologico utile alla valutazione del rischio di piene lampo attraverso l'applicazione della metodologia geomorfologica Arno (Brugioni et al., 2010)¹. Per una più ampia discussione sulle caratteristiche morfologiche e sull'inquadramento geografico ed amministrativo del bacino, si rimanda alla relazione generale del Piano di Gestione del Rischio Alluvioni.

In particolare, successivamente alla delimitazione di tutti i sottobacini con superficie superiore ai 2 kmq e, in generale, inferiore ai 15 kmq, si è proceduto alla valutazione degli indicatori morfologici utili alla stima del rischio di piene lampo: l'area del sottobacino ed il tempo di lag. E' stata quindi analizzata la variabile indice idrologica (il tempo di ritorno delle piogge intense di durata pari ad un'ora e volume pari a 50mm) che è stata considerata un'adeguata "proxy" della frequenza con cui si manifestano eventi meteorici brevi ed intensi che possono determinare piene lampo. Infine, come ulteriore fattore predisponente, si è adoperato il grado di consumo di suolo per ciascun sottobacino espresso come il rapporto tra l'area consumata e l'area totale. Questi ultimi due indicatori, essendo soggetti a variabilità nel tempo per variazioni climatiche o per intervento antropico, sono stati valutati nelle condizioni attuali e nello scenario di medio periodo al 2050. Per ciascun fattore sono state determinate 4 classi attribuendo un punteggio da 1 a 4 dove i valori più bassi rappresentano una condizione di minore suscettibilità al fenomeno delle piene lampo. E' stata poi effettuata una media aritmetica dei punteggi per ciascun bacino reputando che i fattori siano equipollenti nella determinazione del rischio di piene lampo.

Per i tratti fluviali caratterizzati da bacini drenati di maggiori dimensioni, si è proceduto ad una seconda analisi di valutazione dell'impatto del cambiamento climatico valutando il tempo di corrivazione (in analogia alla metodologia Arno) per il bacino drenato da ciascuna asta fluviale e assumendo come variabile di riferimento la variazione media areale (allo scenario 2050) delle altezze di pioggia di massima intensità annua e durata più prossima al tempo di corrivazione.

A seguito delle valutazioni analitiche, un apposito paragrafo evidenzia l'opportunità di integrare le misure previste dal piano con azioni specifiche volte alla mitigazione del rischio di piene lampo e dell'impatto del cambiamento climatico.

¹ M. Brugioni, B. Mazzanti and S. Franceschini (2010). How meaningful is flash flood risk mapping? - Arno River Basin Authority. WG F Thematic Workshop on Implementation of the Floods Directive 2007/60/EC "FLASH FLOODS AND PLUVIAL FLOODING", 26th – 28th May 2010, Cagliari, Italy.

2 Sintesi dell'inquadramento morfologico e territoriale

Il bacino idrografico del Fiume Eleuterio ricade nel settore nord-occidentale della Sicilia, in cui sono presenti due gruppi montuosi prevalenti: il gruppo montuoso di Belmonte Mezzagno e quello della Rocca Busambra, intervallati da altre emergenze montuose e collinari (es. la Rocca di Marineo, e le pendici boschive del Bosco del Cappelliere -Ficuzza). La morfologia, aspra ed accidentata, con spuntoni e prismi di roccia emergenti dalla superficie e rotture di pendenza frequenti e brusche, è indice di una notevole resistenza selettiva all'azione degli agenti esogeni.

L'idrografia superficiale è estremamente semplice, perché i corsi d'acqua si sono impostati quasi esclusivamente lungo linee di faglia. I torrenti, poco significativi per la loro portata, a meno di eventi piovosi eccezionali, sono per lo più delle semplici linee di impluvio, ad eccezione del V.ne del Fico e del V.ne Cucchi che si sono impostati lungo la faglia in direzione Altofonte, ed il Torrente Landro che, in periodo invernale, alimenta l'Eleuterio. L'estrema scarsità dei deflussi superficiali non ha permesso, tranne che in sporadici casi di piena, un'apprezzabile erosione di sponda delle valli, impostate in rocce rigide, per cui non si manifestano evidenti fenomeni di dissesto.

Il bacino imbrifero del F. Eleuterio ha la forma di un poligono irregolare allungato in senso N-S. È delimitato ad Ovest dal bacino imbrifero del F. Oreto ed a Est dal bacino del F. Milicia. Il Fiume Eleuterio ha un andamento abbastanza regolare, con direzione prevalente SSW-NNE. Gli affluenti principali sono il T.te Landro- Rigano, e il T.te Marvotta – Acqua di Masi, suoi tributari di sinistra che drenano l'area occidentale del bacino imbrifero, confluendo nell'asta principale nel tratto mediano del bacino, il primo poco a Sud del centro abitato di Misilmeri ed il secondo nei pressi del paese di Marineo. Lungo il corso del Fiume Eleuterio è stato realizzato un invaso, denominato Lago Scanzano, che raccoglie i deflussi più meridionali (in questo caso montani) del bacino. L'invaso artificiale, oltre a consentire l'accumulo di risorse idriche per usi irrigui e di approvvigionamento ad uso civile, ha la funzione di laminare le piene a protezione dei terreni a valle dello stesso.

Ai corsi d'acqua citati si aggiunge una rete idrografica minore, data da torrenti e fossi, con un regime idrologico marcatamente torrentizio, e deflussi naturali, nei periodi asciutti.

Le quote più elevate si hanno al margine meridionale del bacino, con la presenza dell'imponente massiccio della Rocca Busambra (1613 m s.l.m.), e al margine occidentale, dove si sviluppano le pendici rocciose del Monte Rossella (1029m s.l.m.), Pizzo vento (859 m s.l.m.), Serri di Rebuttone (814 m s.l.m.), Pizzo Neviera (858 m s.l.m.), Pizzo Cervo (946 m s.l.m.) e, a Nord, Montagna Grande (Masto Nardo, 645 m s.l.m.).

La Tavola 1 inquadra territorialmente il bacino e ne fornisce alcune caratteristiche salienti. La Tavola 2 fornisce il dato relativo all'altimetria sulla base del Modello Digitale delle Elevazioni recentemente predisposto dal Dipartimento dei Servizi Tecnici Nazionali e avente risoluzione spaziale pari a 10 m.

- Le successive Tavole 3, 4 e 5 definiscono le funzioni di:
- Lunghezza dei percorsi di drenaggio dalla displuviale alla foce
- Flow Accumulation ovvero la superficie del bacino drenato da ciascun elemento del reticolo idrografico delineato

- Le pendenze dei versanti

L'insieme di questi elementi morfologici ha consentito di individuare i sottobacini drenati da ciascuna porzione del reticolo idrografico ed aventi superficie inferiori ai 15 km². Complessivamente sono stati individuati 59 sottobacini su cui si è proceduto, nel paragrafo successivo a stimare i fattori predisponenti al rischio di piene lampo catalogando i sottobacini in 4 classi di Suscettibilità.

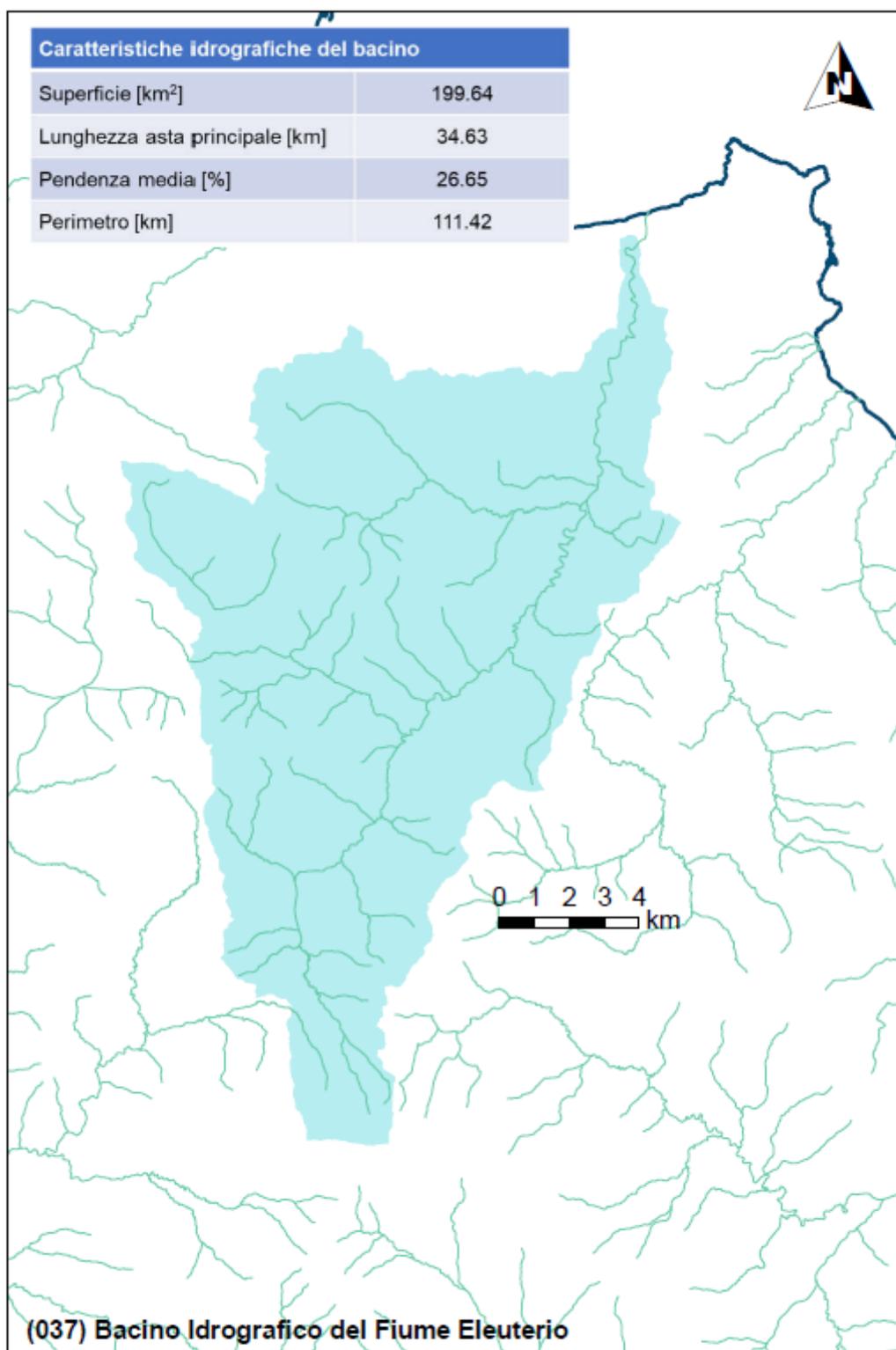


Figura 1 Inquadramento Territoriale del bacino

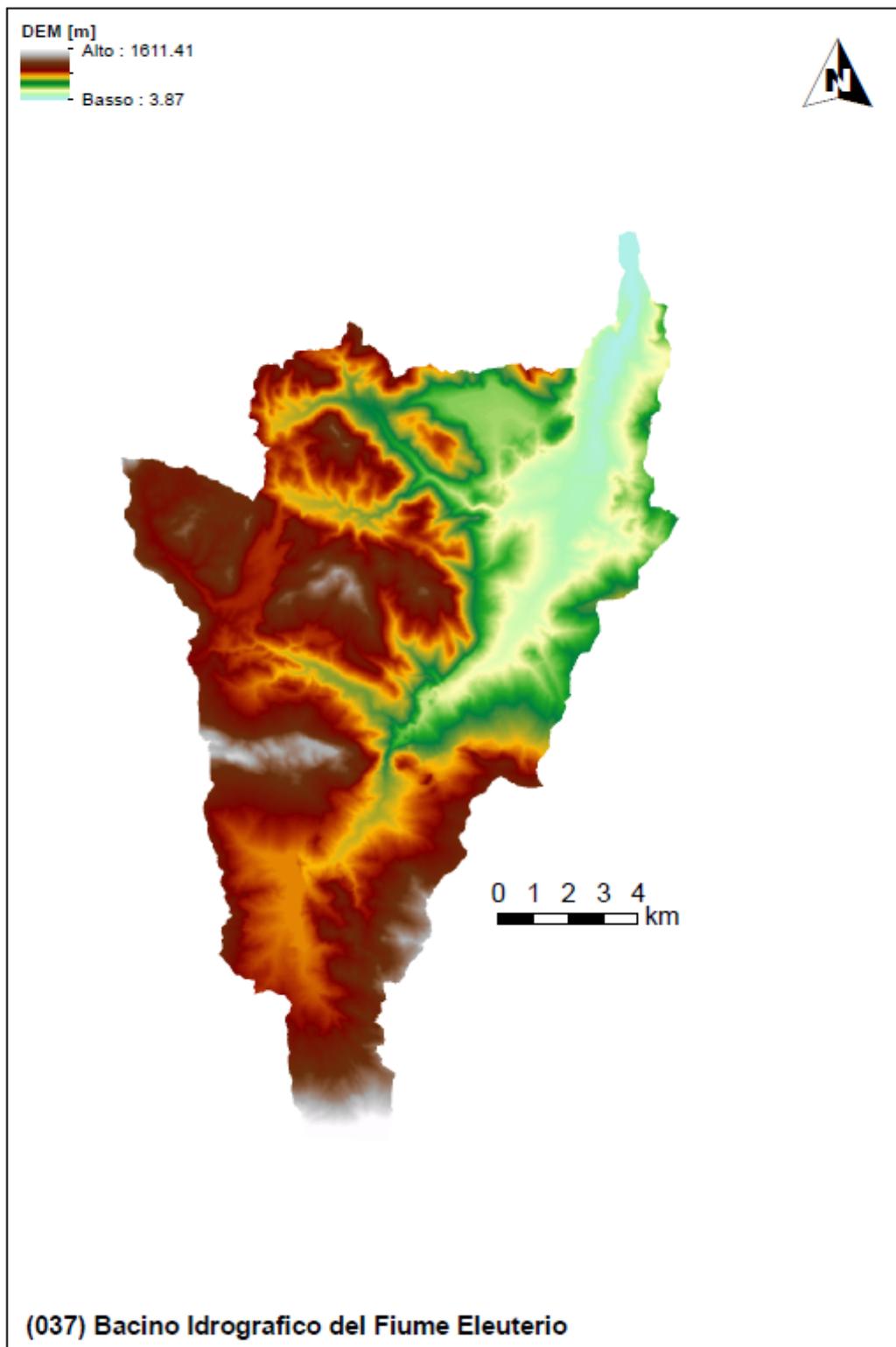


Figura 2 Modello digitale delle elevazioni con risoluzione spaziale pari a 10 m

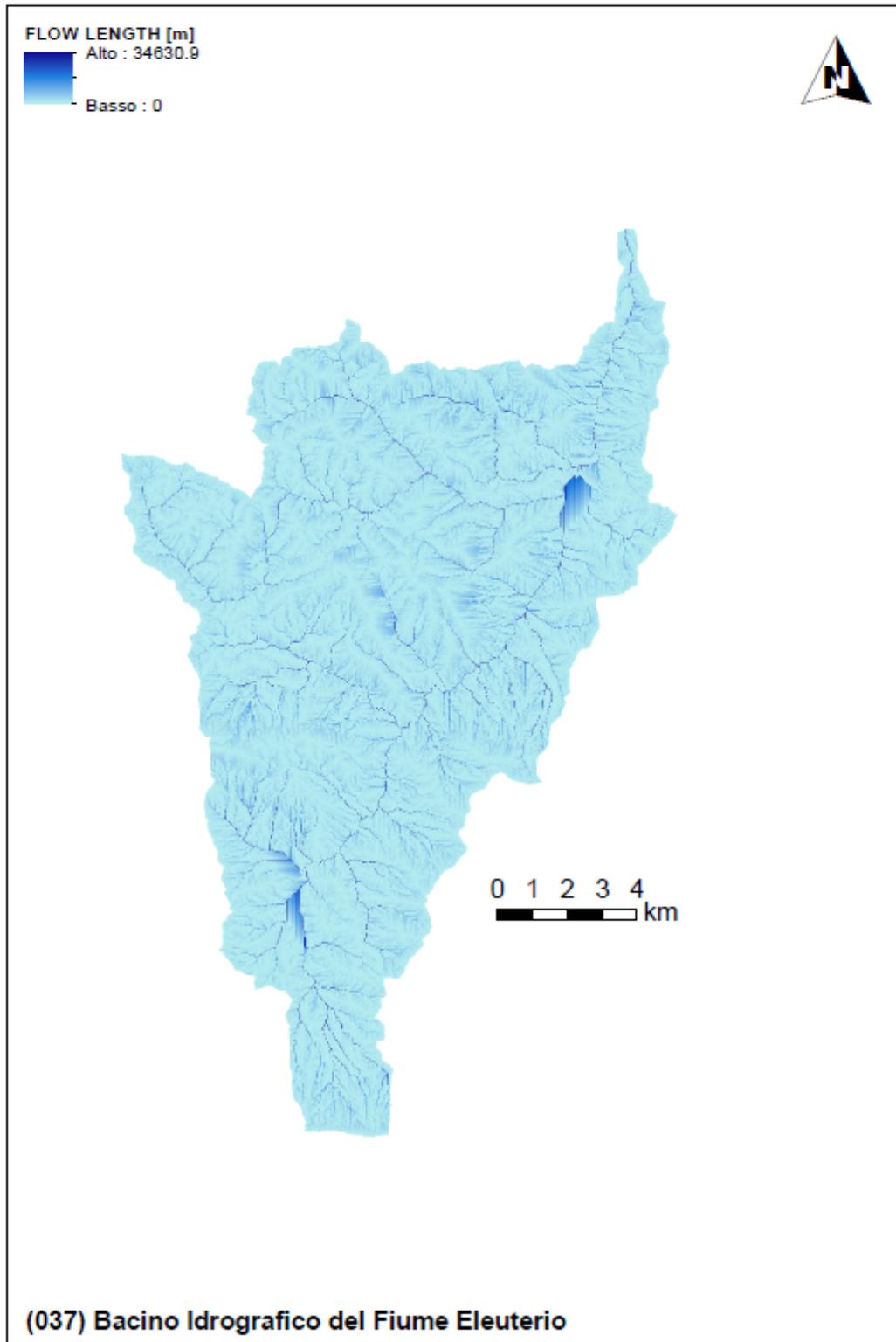


Figura 3 Lunghezze dei percorsi di drenaggio sulla base del modello digitale delle elevazioni



Figura 4 Funzione Flow Accumulation del bacino

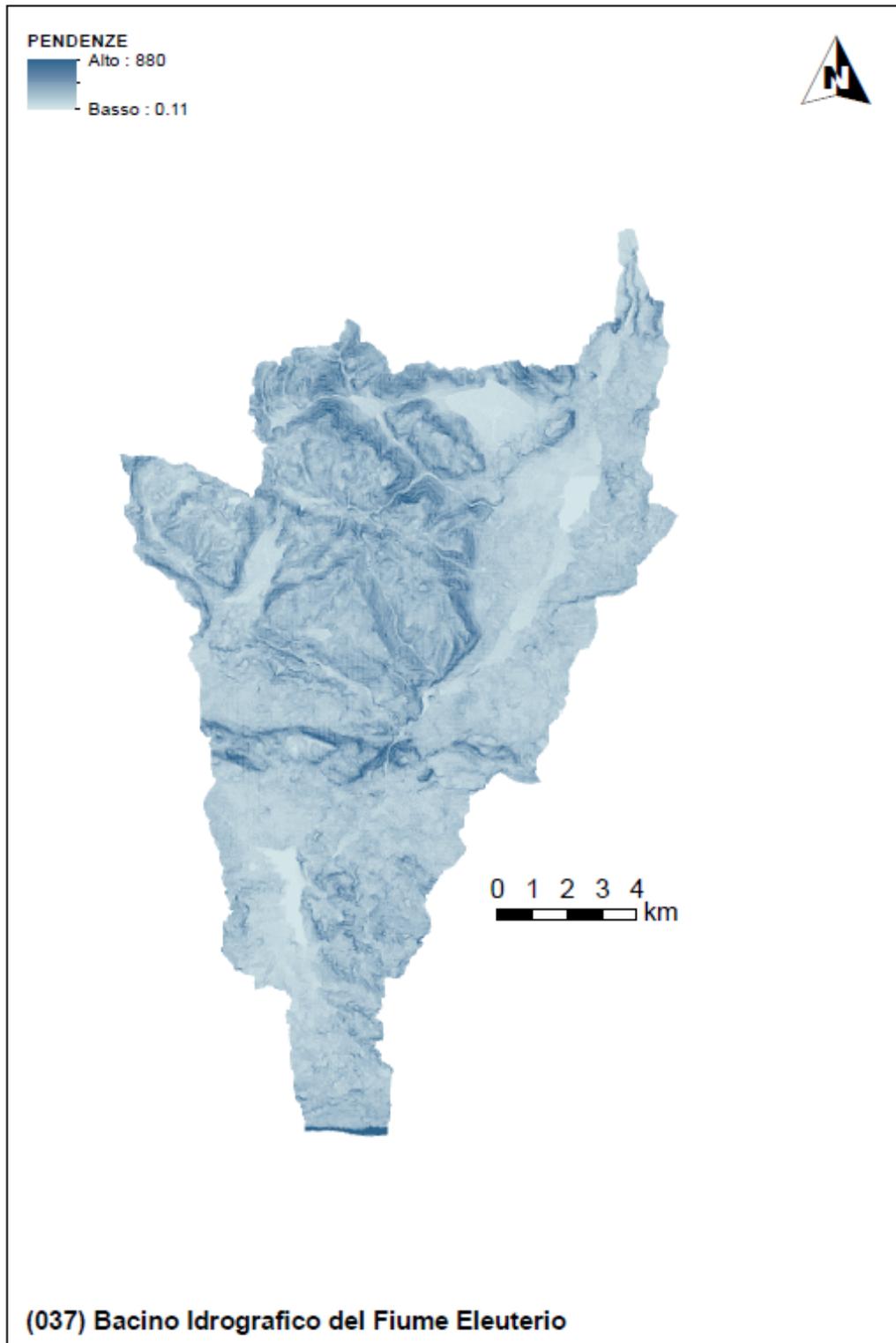


Figura 5 Carta delle pendenze [%] sulla base del modello digitale delle elevazioni con risoluzione spaziale pari a 10 m

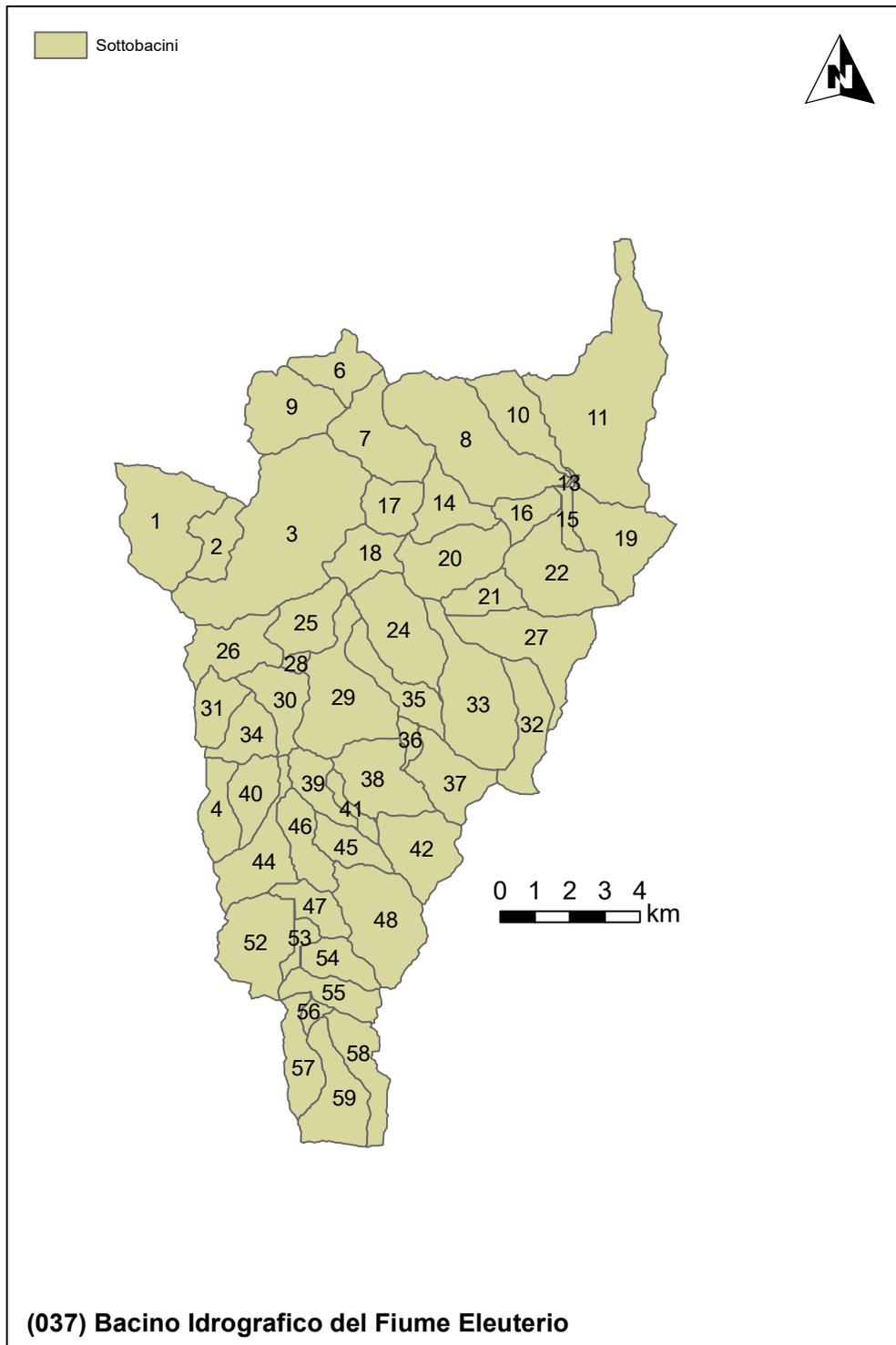


Figura 6 Delimitazione dei sottobacini sulla base delle caratteristiche morfologiche e della densità di drenaggio

3 Valutazione delle variabili climatiche e di consumo di suolo

Come ampiamente discusso nella relazione generale, l'analisi climatica è stata sviluppata in due fasi:

- L'analisi del trend sul tempo di ritorno della variabile indice (altezza di pioggia pari a 50 mm in un'ora) stimato attraverso l'applicazione della GEV a subset di dati di dimensioni progressivamente crescenti inglobando gli ultimi dati registrati disponibili;
- L'analisi del trend climatico sulle serie di piogge di massima intensità annuale e fissata durata.

La prima analisi è stata effettuata perché funzionale alla stima del rischio di piene lampo e dell'evoluzione di tale rischio nello scenario di cambiamento climatico di medio termine (2050).

Nello scenario attuale, i tempi di ritorno risultano intermedi (in generale superiori a 20 anni sebbene alcune aree montane del bacino facciano eccezione). Data la sua variabilità, il fattore è quindi determinante nell'individuazione delle aree a maggiore suscettività alla piene lampo nello scenario attuale. Si evidenziano significative variazioni nello scenario climatico di medio termine e ciò determina aggravamenti del quadro della suscettibilità del bacino alle piene improvvise con alcune aree in cui i tempi di ritorno scendono significativamente sotto i 20 anni.

La seconda analisi è stata effettuata perché funzionale alla stima dell'impatto climatico sulle altre piene che possono interessare il reticolo idrografico (per bacini superiori a 2 km²).

I trend riscontrati nei dati sono sempre significativi (con livello di significatività pari a 0.05) e positivi con entità talvolta anche rilevante. Fanno eccezione piccole aree del bacino in cui non si registrano trend statisticamente significativi ma che influenzano poco l'analisi complessiva del bacino

L'analisi climatica finalizzata alla valutazione del rischio di piene lampo è stata anche integrata con la valutazione del consumo di suolo ad oggi (dati 2019) e, sulla base della tendenza media del periodo 2012 – 2019, allo scenario di medio termine (2050). La tendenza media del periodo 2012 – 2019 è stata proiettata al fine di valutare l'area che, bacino per bacino, presumibilmente sarà consumata al 2050.

I dati mostrano un consumo di suolo significativo nei sottobacini in cui sono presenti aree urbane con anche superiore al 20% del suolo del bacino già consumato. Ovviamente i sottobacini montani evidenziano valori assai modesti e legati alla natura montuosa e sostanzialmente rurale delle aree considerate.

Il trend di consumo del suolo mostra sempre un andamento positivo con ratei di crescita annui maggiori nelle aree già maggiormente urbanizzate. Lo scenario al 2050 mostra una crescita massima del 3% rispetto al 2020 che rappresenta un valore comunque modesto sebbene positivo e da legare al livello di urbanizzazione già raggiunto.

Le seguenti tavole riportano i risultati delle elaborazioni sul bacino che saranno poi utilizzate per le successive valutazioni.

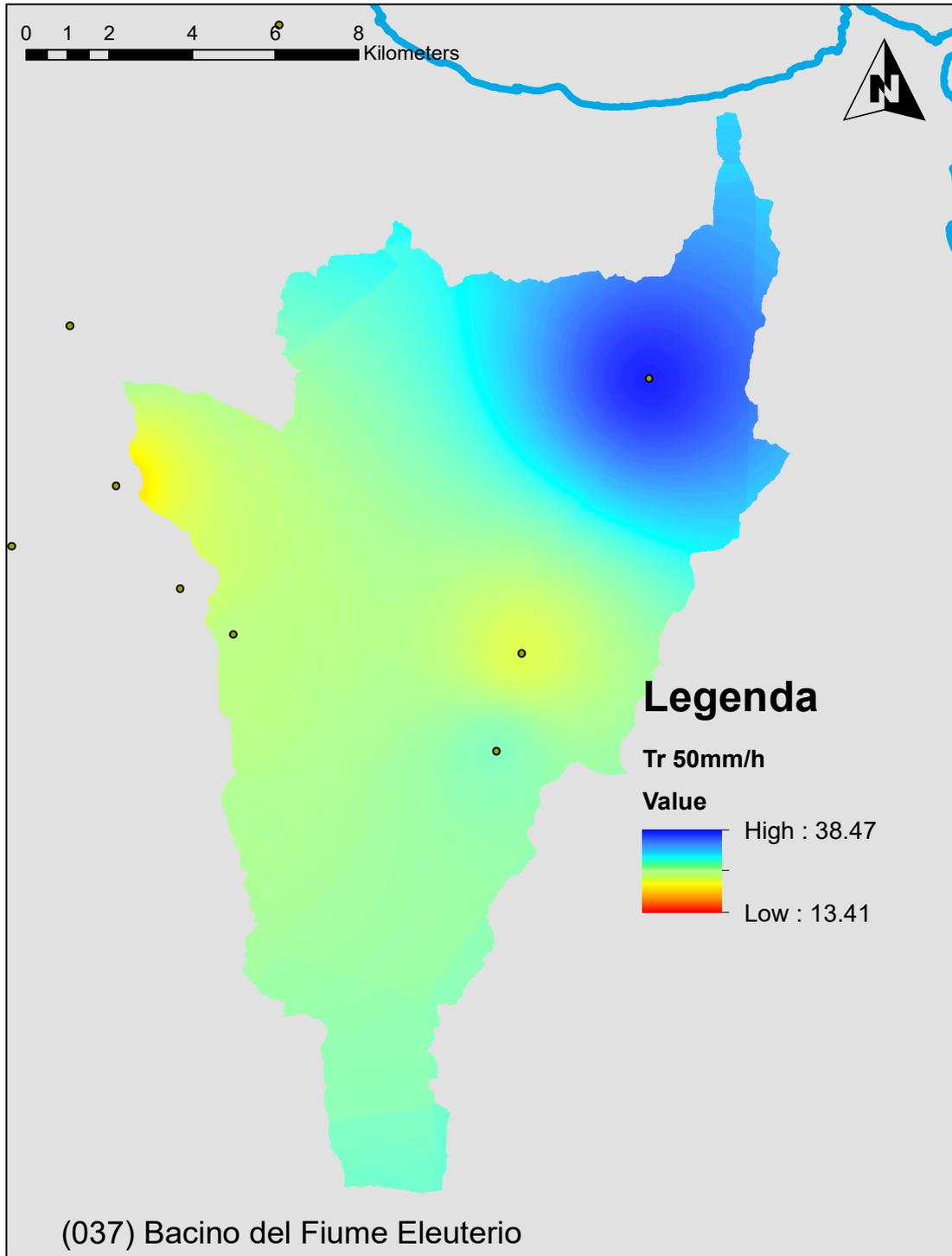


Figura 7 Tempo di ritorno della pioggia indice per il rischio di piene lampo nello scenario attuale (anni)

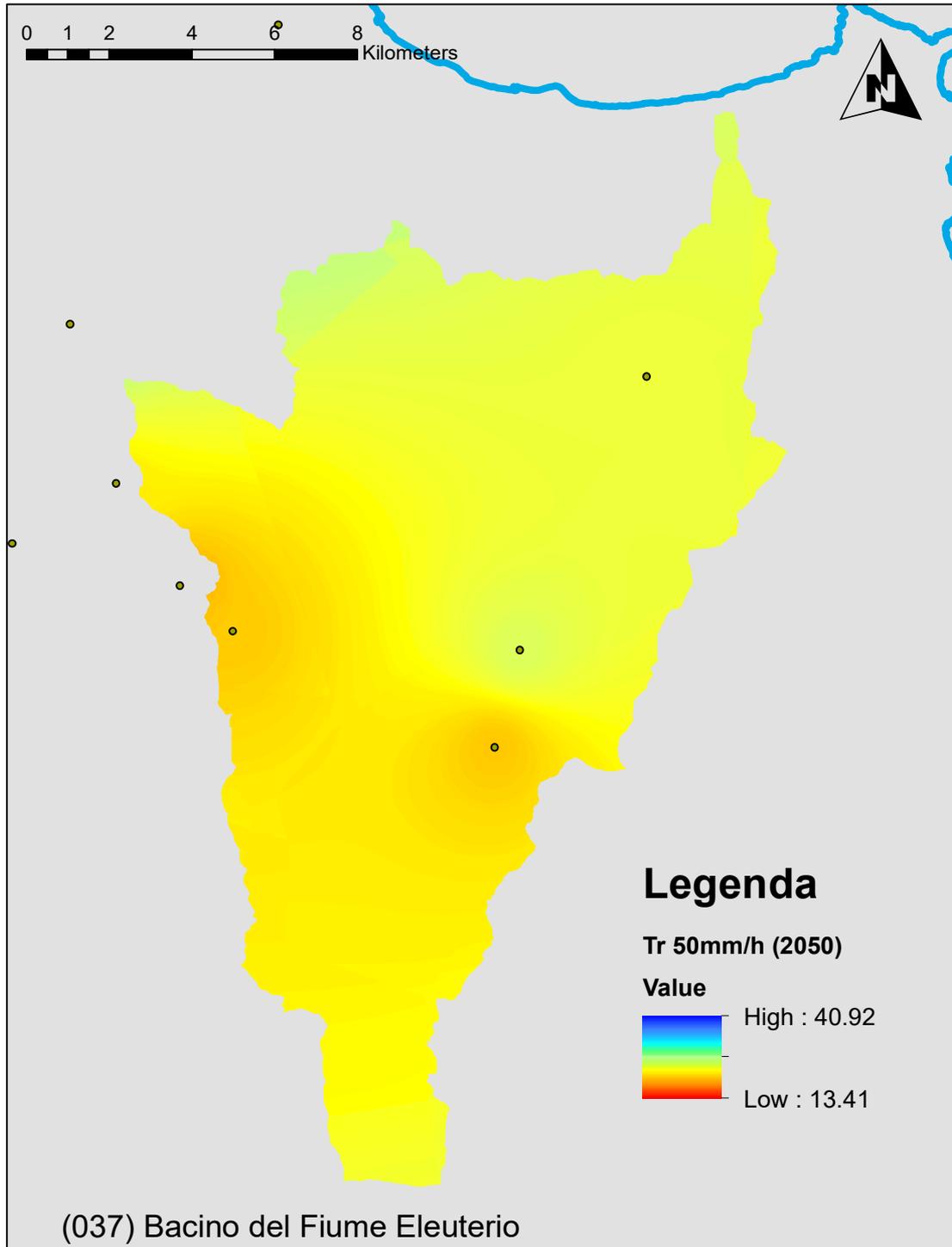


Figura 8 Tempo di ritorno della pioggia indice per il rischio di piene lampo nello scenario di medio termine al 2050 (anni)

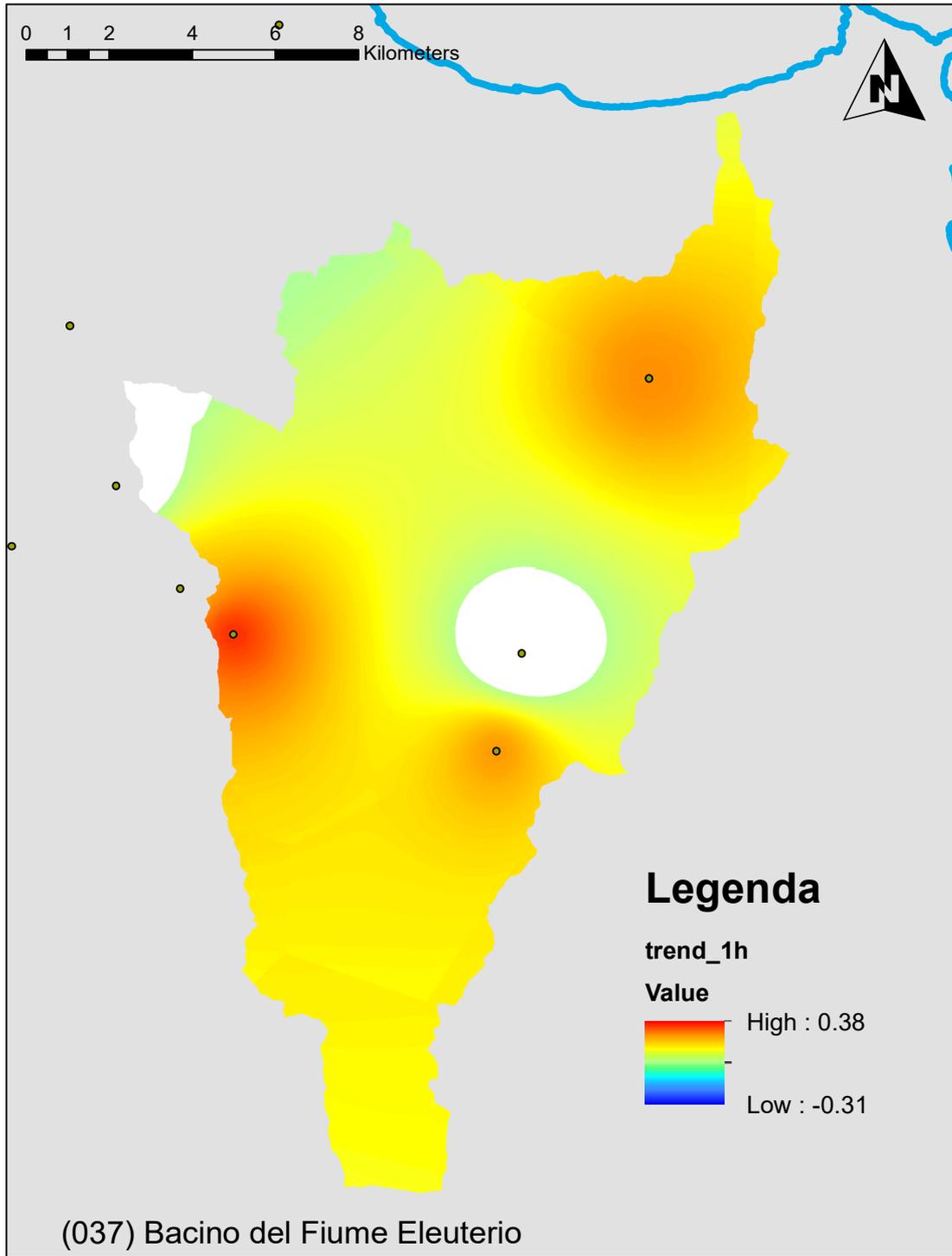


Figura 9 Trend climatico sulle piogge intense di fissata durata pari ad 1 h (mm/anno)

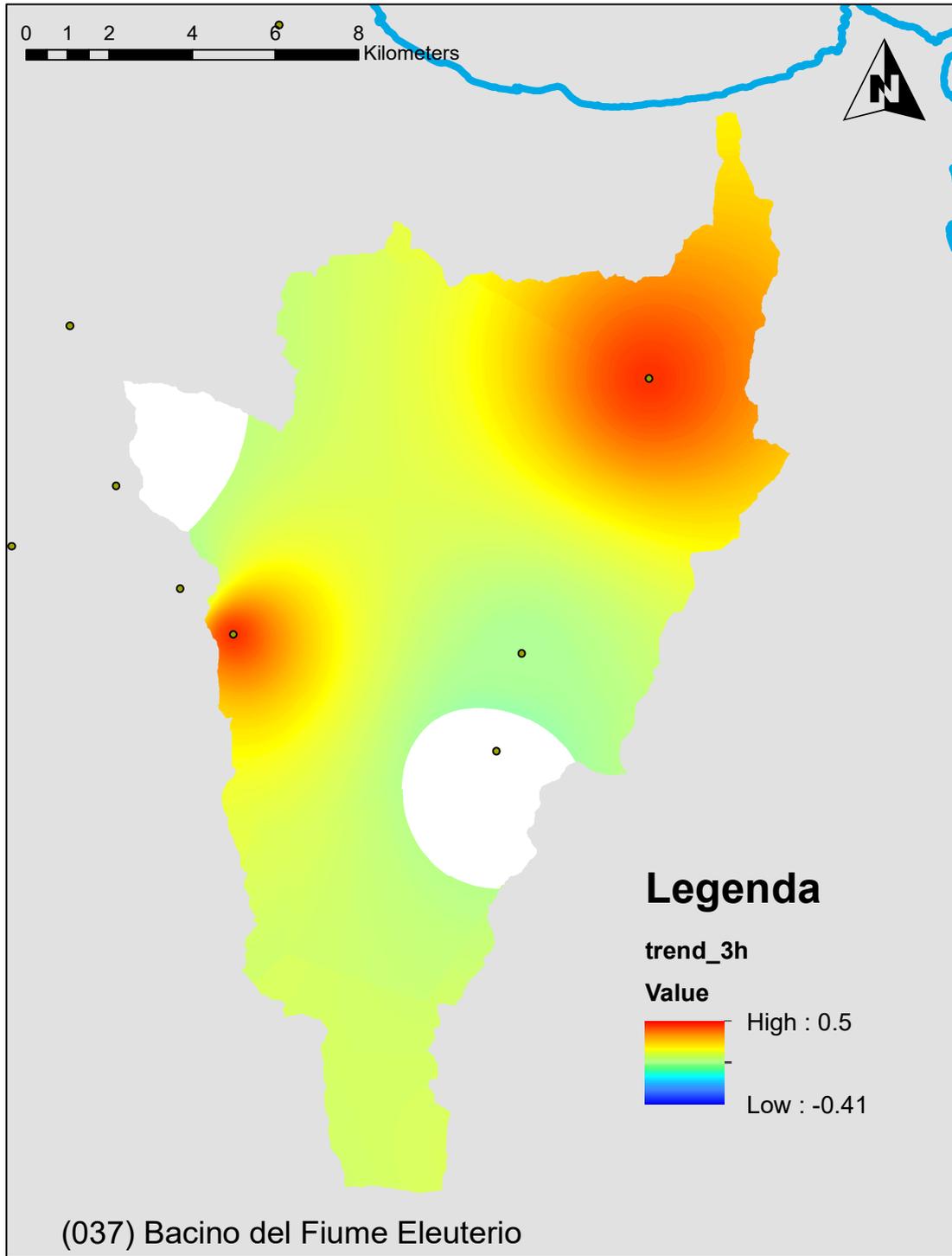


Figura 10 Trend climatico sulle piogge intense di fissata durata pari ad 3 h (mm/anno)

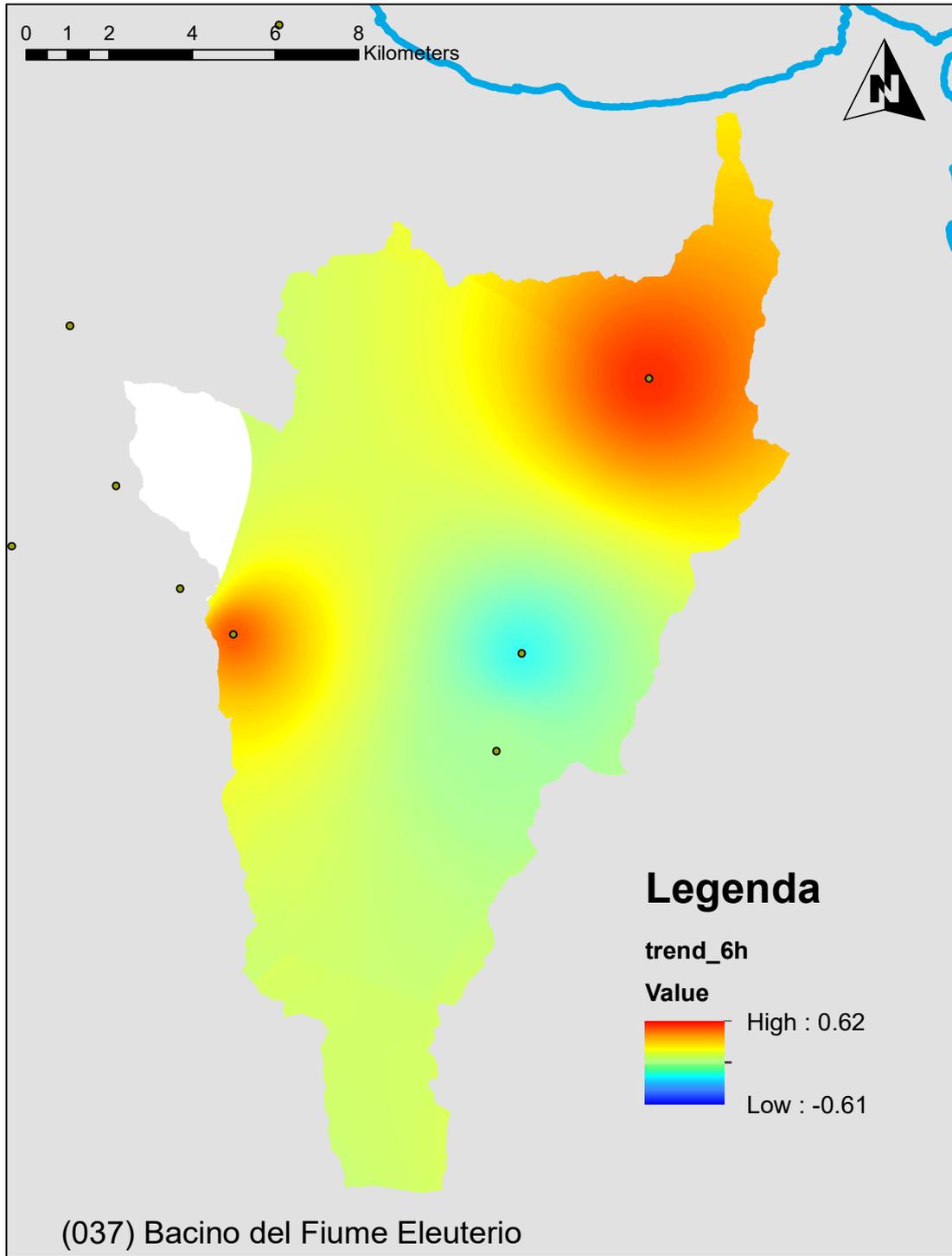


Figura 11 Trend climatico sulle piogge intense di fissata durata pari ad 6 h (mm/anno)

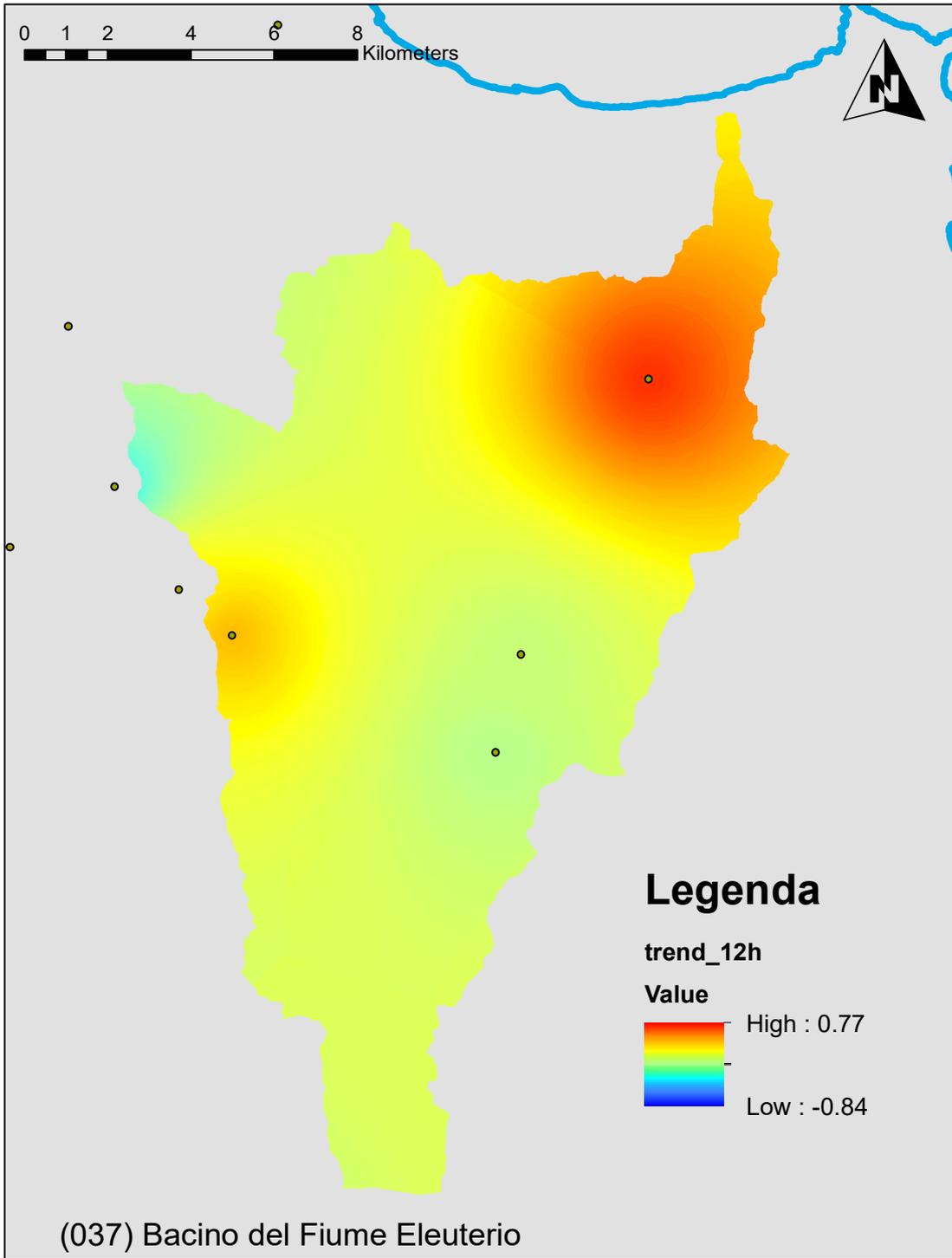


Figura 12 Trend climatico sulle piogge intense di fissata durata pari ad 12 h (mm/anno)

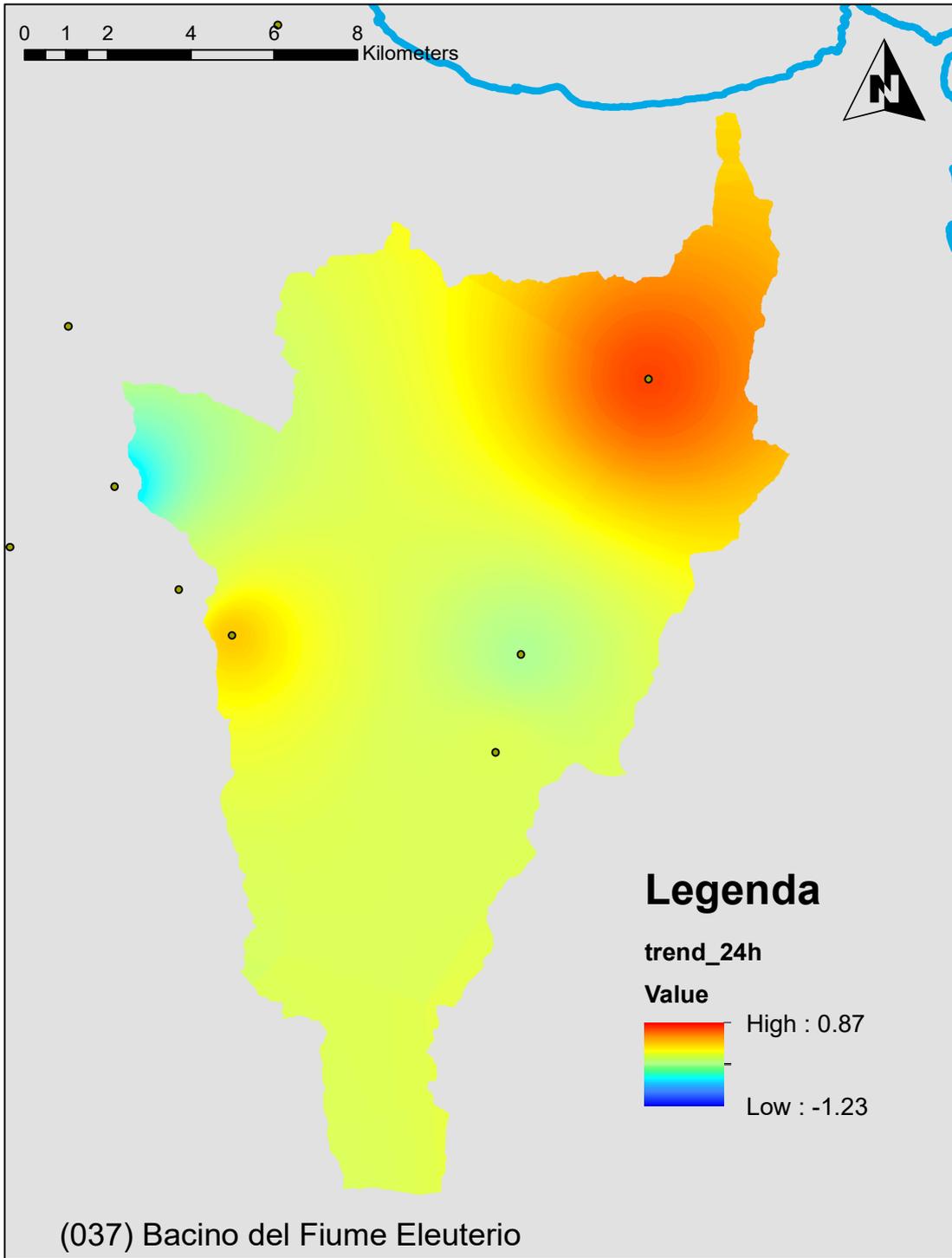


Figura 13 Trend climatico sulle piogge intense di fissata durata pari ad 24 h (mm/anno)

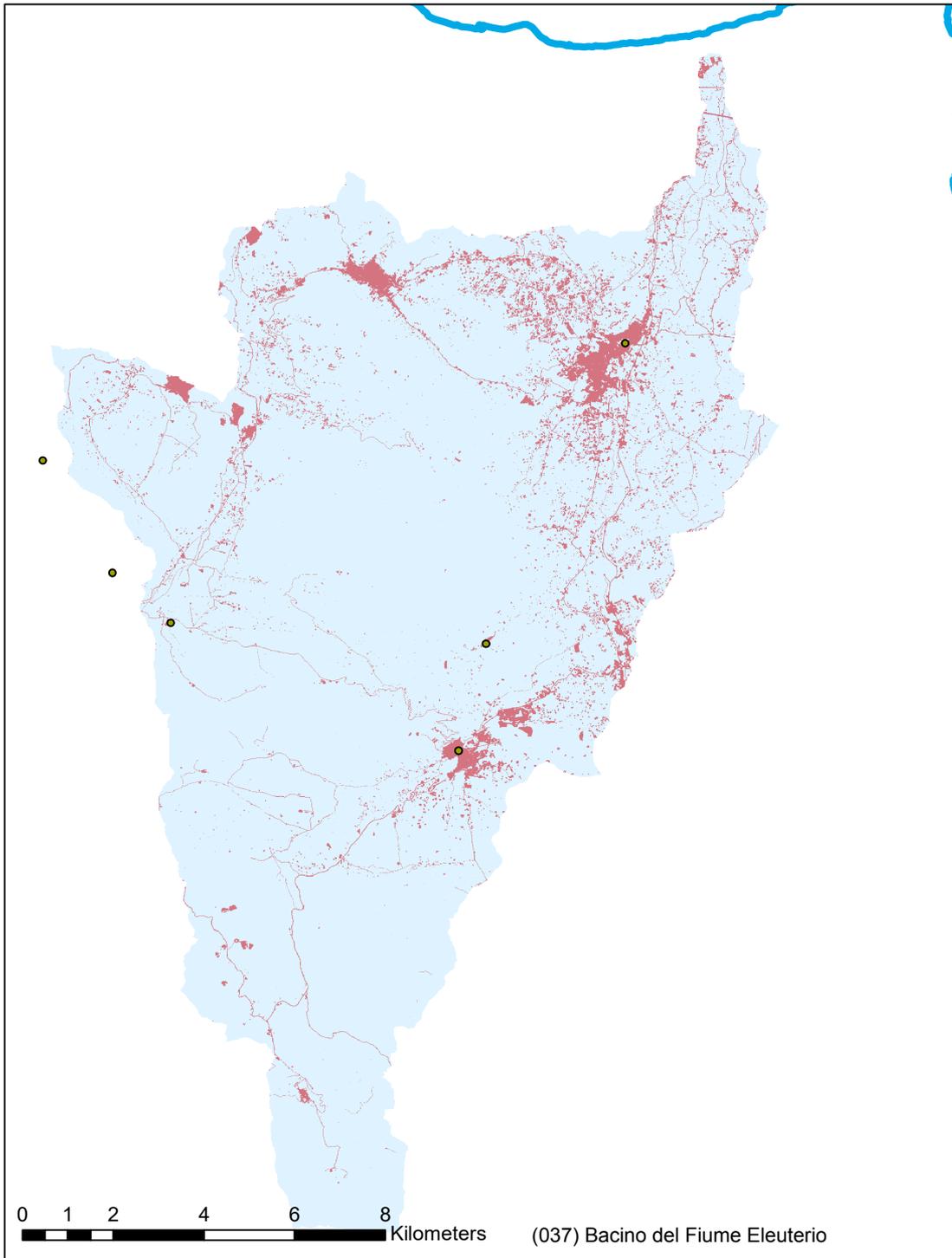


Figura 14 Suolo consumato al 2019 (-)

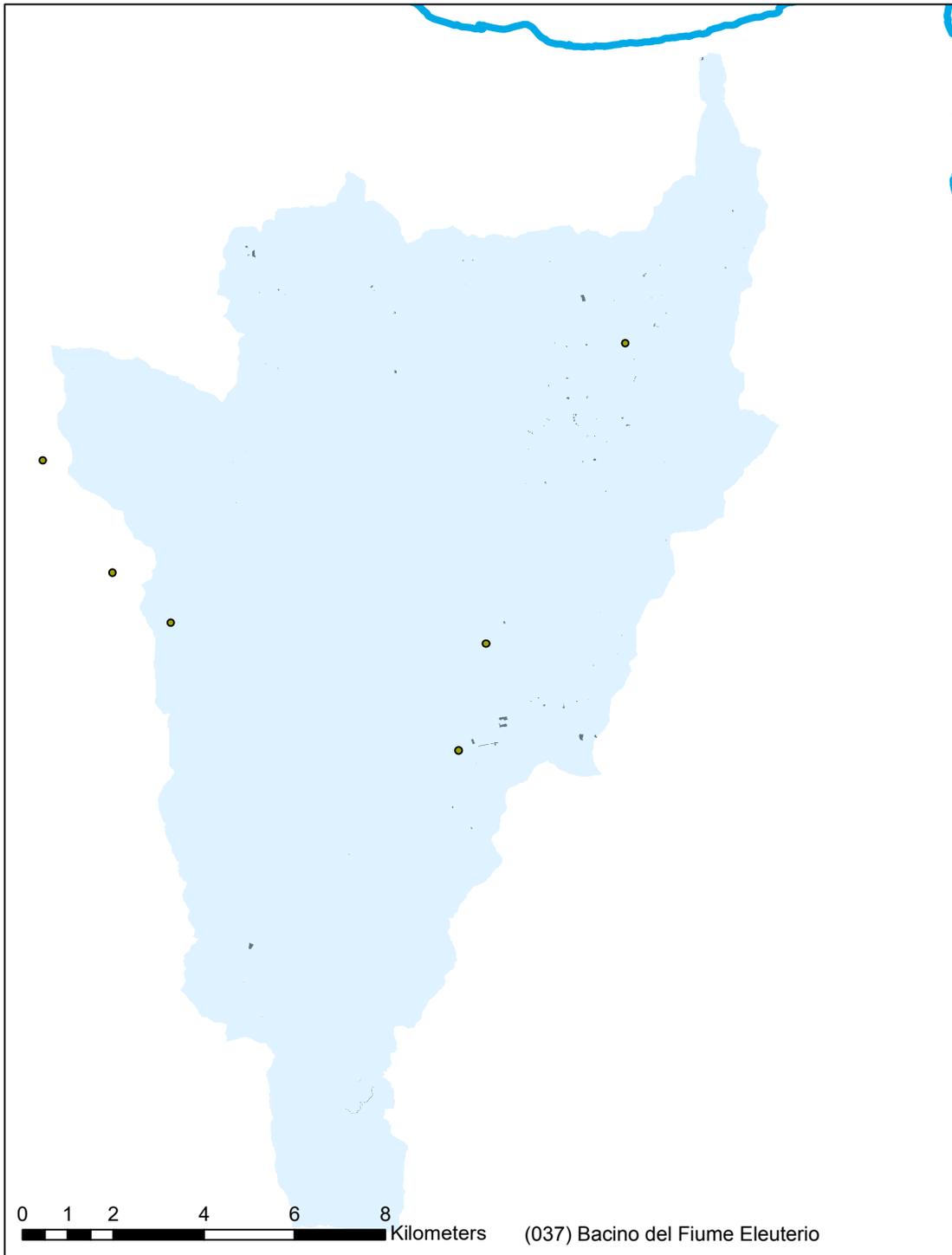


Figura 15 Variazione del suolo consumato tra il 2012 ed il 2019: in verde le aree che sono state ripristinate alla condizione naturale; in nero le aree che sono state consumate nel periodo di riferimento (-)

4 Valutazione della suscettibilità dei bacini alle piene lampo

Sulla base della metodologia Arno (*Brugioni et al.*, 2010), sono stati individuati 4 fattori predisponenti e ciascun fattore suddiviso in 4 classi di suscettibilità.

L'area dei sottobacini

- Minore di 3 km² – Classe 4 (Suscettibilità Molto Elevata)
- Da 3 a 5 km² – Classe 3 (Suscettibilità Elevata)
- Da 5 a 7 km² – Classe 2 (Suscettibilità Moderata)
- Maggiore di 7 km² – Classe 1 (Suscettibilità Bassa)

Il tempo di Lag del sottobacino valutato sulla base delle formulazioni proposte da Brugioni et al. (2010)

- Minore di 0.6 h – Classe 4 (Suscettibilità Molto Elevata)
- Da 0.6 h a 1.2 h – Classe 3 (Suscettibilità Elevata)
- Da 1.2 h a 2 h – Classe 2 (Suscettibilità Moderata)
- Maggiore di 2 h – Classe 1 (Suscettibilità Bassa)

Il tempo di ritorno della pioggia intensa indice (50 mm in un'ora)

- Minore di 20 anni – Classe 4 (Suscettibilità Molto Elevata)
- Da 20 a 23.5 anni – Classe 3 (Suscettibilità Elevata)
- Da 23.5 a 27 anni – Classe 2 (Suscettibilità Moderata)
- Maggiore di 27 anni – Classe 1 (Suscettibilità Bassa)

Grado di consumo del suolo

- Maggiore del 30% – Classe 4 (Suscettibilità Molto Elevata)
- Da 20% al 30% – Classe 3 (Suscettibilità Elevata)
- Da 10% al 20% – Classe 2 (Suscettibilità Moderata)
- Minore del 10% – Classe 1 (Suscettibilità Bassa)

Le tavole relative ai 4 fattori sono stati riportate nel seguito. La figura 11 riporta la media pesata dei 4 fattori attribuendo ciascun bacino ad una differente classe di suscettibilità.

Il valore del tempo di lag è funzione del tempo di corrivazione che è a sua volta è stato calcolato con le molteplici formulazioni proposte in letteratura e che di seguito sono riportate.

$$\text{Giandotti} = (4 \cdot A^{0.5} + 1.5 \cdot L) / (0.8 \cdot (Q_{\text{med}} - Q_{\text{min}})^{0.5})$$

$$\text{Kirpick} = 0.000325 \cdot (L \cdot 1000)^{0.77} \cdot i_b^{-0.385}$$

$$\text{Johnstone and Cross} = (3.258 \cdot (D_{\text{max}} / i_b)^{0.5}) / 60$$

$$\text{California Culvert Practice} = ((11.9 \cdot (L \cdot 0.621371)^3) / ((Q_{\text{max}} - Q_{\text{min}}) \cdot 3.28084))^{0.385}$$

$$\text{NRCS SCS} = (((1000 / \text{CN}) - 9)^{0.7} \cdot (D_{\text{max}} \cdot 1000)^{0.8}) / (441 \cdot (i_b \cdot 100)^{0.5})$$

$$\text{Pezzoli} = 0.055 \cdot L / i_a^{0.5}$$

$$\text{Puglisi} = 6 \cdot \text{LunghezzaAsta}^{2/3} \cdot (Q_{\text{max}} - Q_{\text{min}})^{-1/3}$$

$$\text{Ventura} = 0.1272 \cdot (A / i_a)^{0.5}$$

$$\text{Tournon} = ((0.396 \cdot L) / (i_a)^{0.5}) \cdot ((A / L^2) \cdot (i_a) / i_b)^{0.5} \cdot 0.72$$

$$\text{Pasini} = 0.108 \cdot ((A \cdot L)^{1/3}) / (i_a)^{0.5}$$

$$\text{Viparelli} = L / (3.5 \cdot 1.5)$$

Dove:

- A [Km²], Area del bacino idrografico
- L [Km], Lunghezza dell'asta principale
- Q_{max} [m], Quota massima del bacino idrografico
- Q_{med} [m], Quota media del bacino idrografico
- Q_{min} [m], Quota minima del bacino idrografico
- CN [0-100], Curve Number
- D_{max} [Km], Distanza massima tra lo spartiacque e la sezione di chiusura
- i_b [m/m], Pendenza media del bacino idrografico
- i_a [m/m], Pendenza media dell'asta principale
- V, Velocità media di deflusso all'interno dei canali, i valori suggeriti dell'autore sono compresi tra [1;1.5] m/s, nell'applicazione online si assume il limite superiore.
- P[Km], Perimetro del bacino idrografico

I fattori relativi alla variabile climatica ed al consumo di suolo sono stati rivalutati anche sulla base dello scenario al 2050 adottando i trend stimati nella relazione generale offrendo così anche un quadro evolutivo della situazione nel corso del prossimo trentennio (Figure 20, 21 e 22).

La Tabella 1 mostra gli indicatori numerici dei 4 criteri per ciascun sottobacino che conducono alla divisione in classi rappresentata nelle figure.

L'analisi del bacino mostra che i fattori morfologici indirizzano l'attenzione verso alcuni sottobacini tributari delle aste principali e che sono caratterizzati da maggiori pendenze e piccole lunghezze dei percorsi di deflusso. I fattori climatici non sembrano essere discriminanti tra i sottobacini ma posizionano comunque l'intero bacino nella massima classe di suscettibilità con tempi di ritorno delle piogge indice che risultano particolarmente bassi. Il consumo di suolo, sia al 2020 che al 2050, per la maggior parte dei sottobacini è in classe 1, ma ve ne sono alcuni anche nelle classi 2 e 3, uno in classe 4. Nello scenario di suscettività al 2020, l'analisi complessivamente non individua alcun sottobacino in classe 4 per il quale il rischio di piene lampo è molto elevato e per cui è opportuno procedere alla definizione di misure specifiche. Nello scenario al 2050, il livello di suscettività aumenta per la gran parte dei sottobacini, 3 si spostano in classe 4.

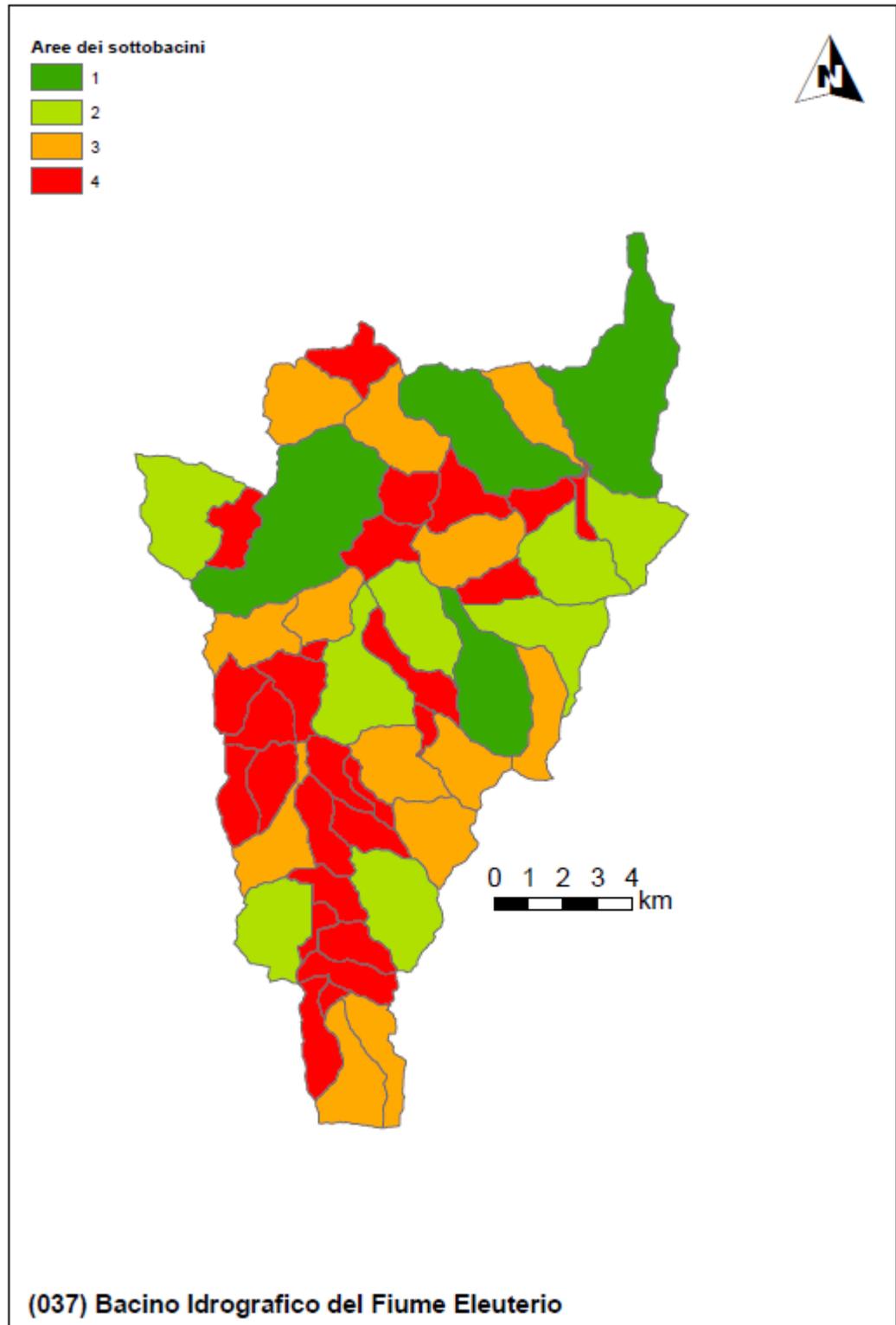


Figura 16 Fattore predisponente alle piene lampo legato all'area del sottobacino drenato

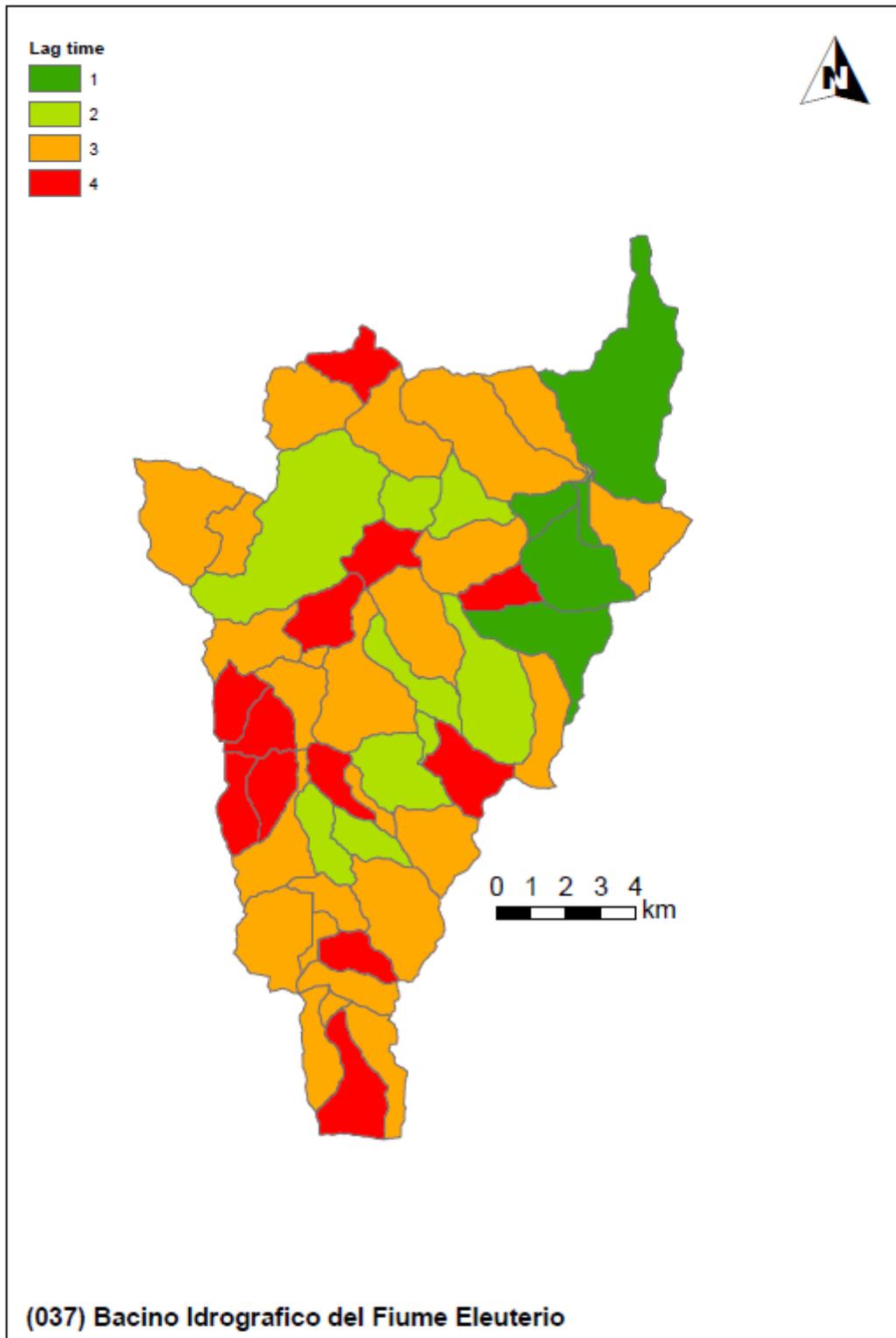


Figura 17 Fattore predisponente legato al tempo di lag del sottobacino drenato

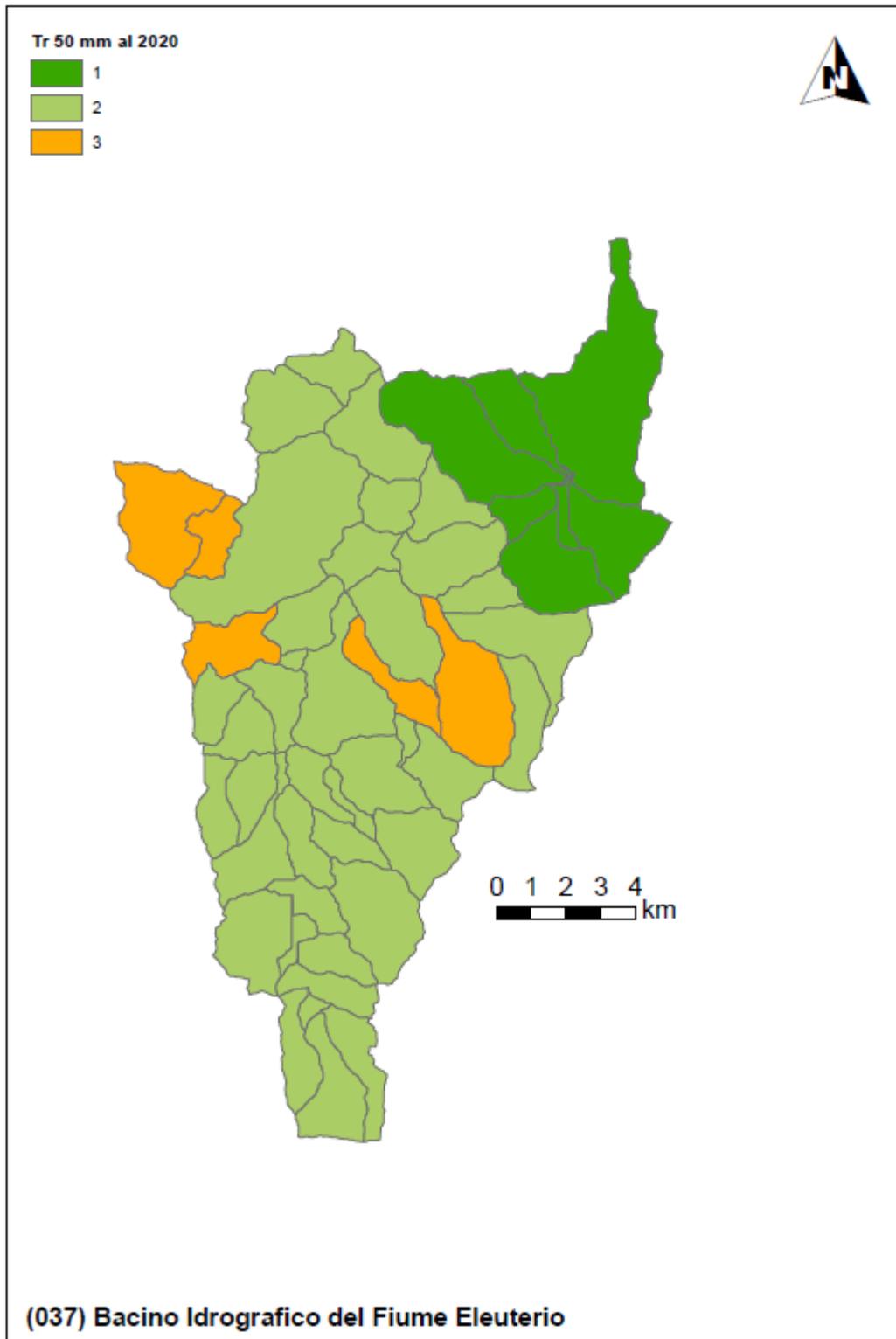


Figura 18 Fattore predisponente legato al tempo di ritorno della pioggia indice (Scenario Attuale)

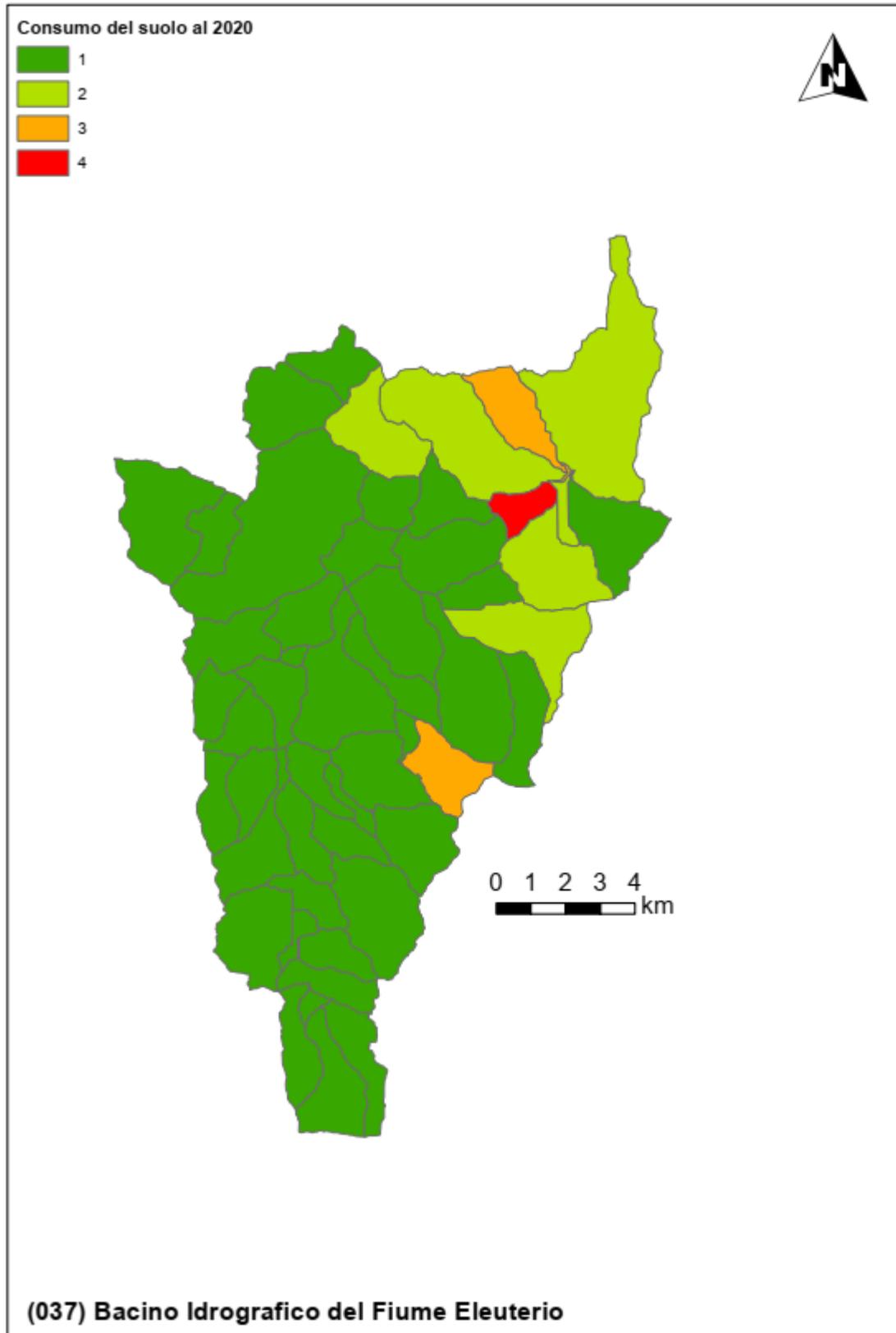


Figura 19 Fattore predisponente legato al consumo di suolo (Scenario Attuale)

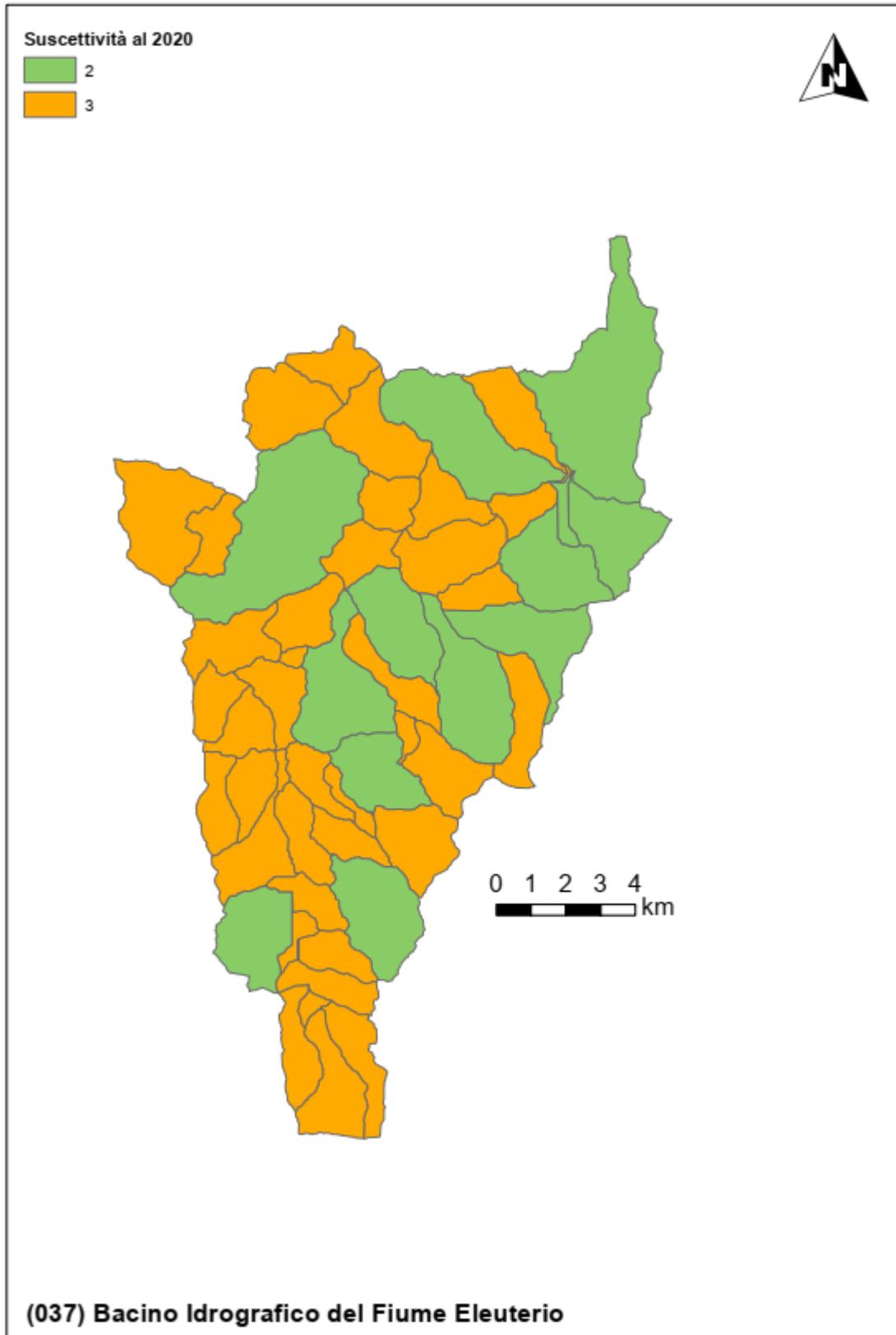


Figura 20 Sintesi della suscettibilità alle piene lampo (Scenario Attuale)

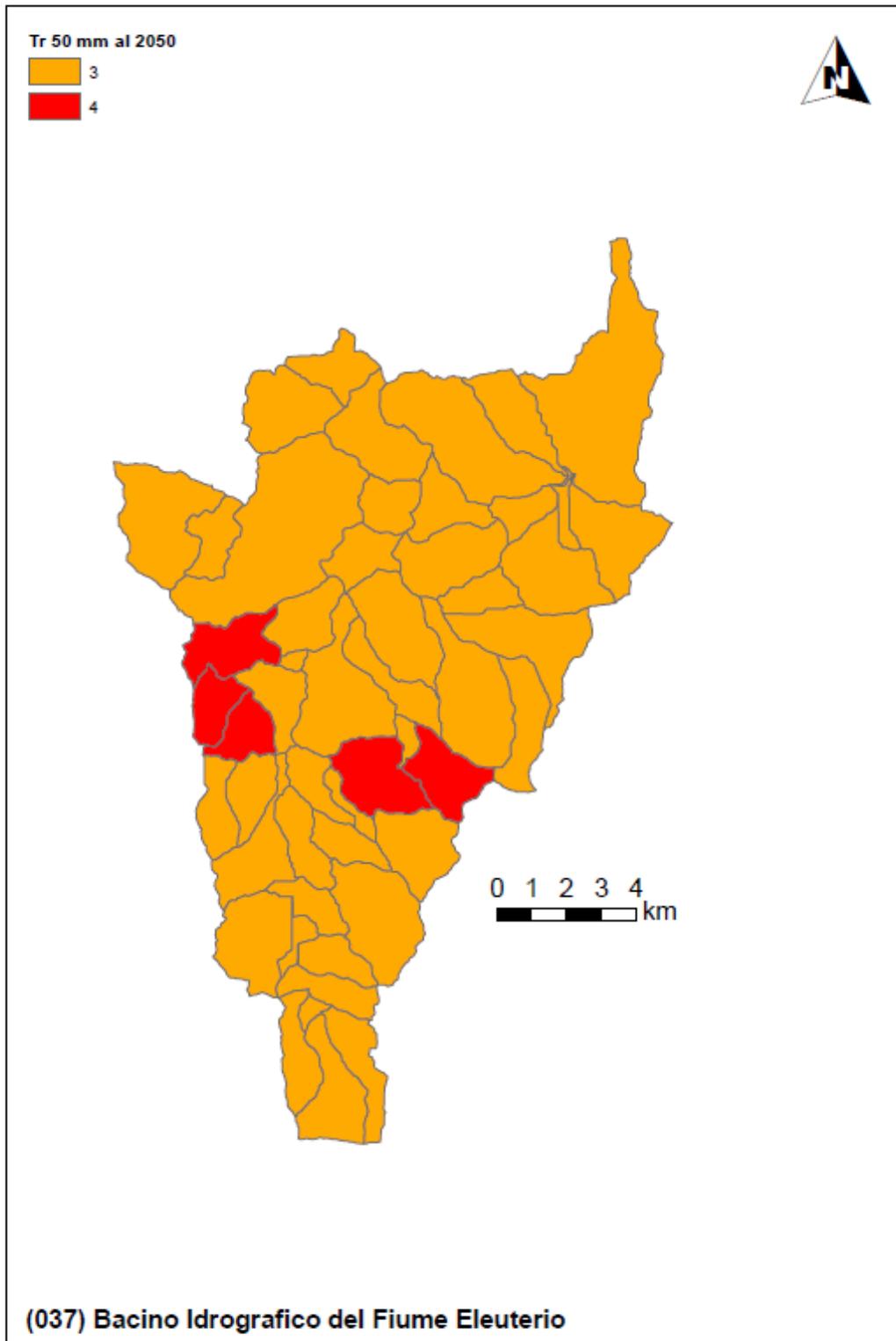


Figura 21 Fattore predisponente legato al tempo di ritorno della pioggia indice (Scenario al 2050).

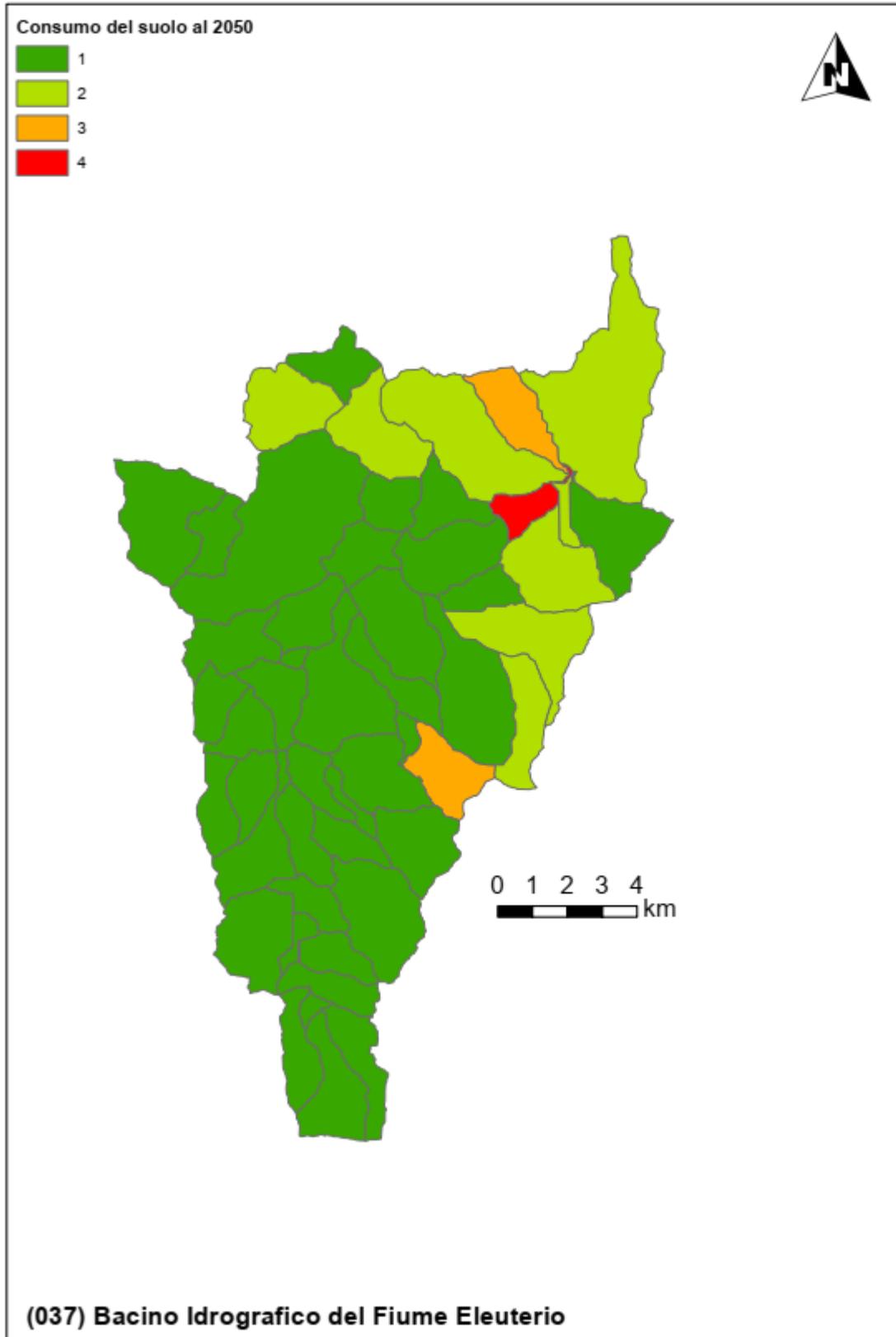


Figura 22 Fattore predisponente legato al consumo di suolo (Scenario al 2050)

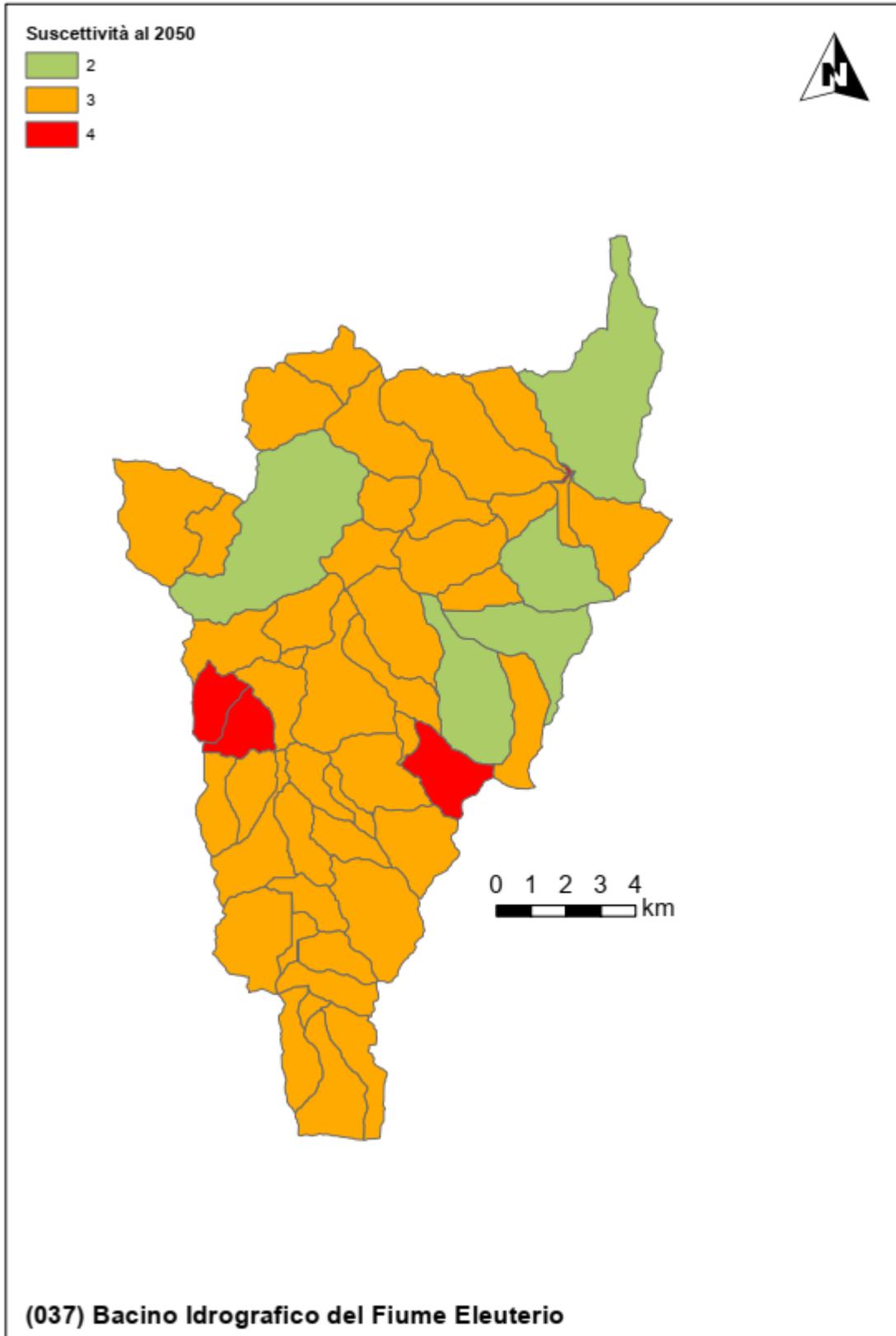


Figura 23 Sintesi della suscettibilità alle piene lampo (Scenario al 2050)

Tabella 1 Indicatori numerici relativi ai criteri di valutazione della suscettibilità alle piene lampo (Brugioni et al., 2010)

(037) Bacino Idrografico del Fiume Eleuterio

Valori, rispettivamente, dell'area, lag time, tempo di ritorno corrispondente alla pioggia di 50mm in 1 ora al 2020 e con proiezione al 2050 e consumo del suolo al 2020 e 2050 per ciascuno dei sottobacini.

IDs	Area [kmq]	Lag time [h]	Tempo di ritorno 50mm/1h al 2020 [anni]	Tempo di ritorno 50mm/1h al 2050 [anni]	Consumo del suolo 2020 [%]	Consumo del suolo 2050 [%]
1	6.99	0.93	22.76	21.11	7.16	7.17
2	2.41	0.67	23.36	20.74	2.99	2.99
3	15.88	1.58	24.05	20.91	6.00	6.02
4	2.47	0.56	23.87	20.28	0.93	0.93
6	2.66	0.55	25.88	22.71	4.95	4.95
7	4.95	0.89	25.84	21.90	12.81	13.03
8	9.65	1.04	28.05	21.83	18.72	18.92
9	4.84	0.72	50.47	45.02	9.73	10.55
10	3.73	0.71	29.40	21.77	23.92	24.95
11	14.81	3.09	28.97	21.81	10.42	10.65
12	0.00	22.87	61.01	43.36	0.00	0.00
13	0.07	1.81	30.54	21.68	29.09	30.09
14	2.91	1.62	26.65	21.63	2.93	3.07
15	0.75	3.77	29.33	21.69	10.51	11.06
16	1.72	2.71	58.17	43.34	31.50	33.36
17	2.37	1.48	25.42	21.54	0.57	0.97
18	2.66	0.50	122.50	106.11	0.93	0.93
19	5.06	0.85	112.99	86.70	6.06	6.06
20	4.89	0.67	25.58	21.55	3.01	3.20
21	2.04	0.49	24.92	21.66	5.87	5.87
22	5.70	2.73	27.01	21.67	10.55	11.05
24	5.55	0.67	23.67	21.53	0.08	0.08
25	3.14	0.60	23.79	20.51	0.53	0.53
26	3.77	0.66	23.48	19.63	4.97	4.97
27	5.90	2.04	49.09	43.33	11.69	11.73
28	0.36	0.69	23.69	20.24	2.10	2.10
29	6.93	0.97	23.83	20.66	1.34	1.34
30	2.80	0.66	71.12	60.19	1.57	1.57
31	2.27	0.52	23.58	19.59	2.21	2.21
32	3.58	0.69	24.00	21.25	9.95	11.40
33	7.26	1.73	23.32	21.67	7.48	8.70
34	2.39	0.55	23.68	19.93	0.51	0.51
35	2.94	1.45	23.39	21.43	0.95	0.95
36	0.64	1.46	24.15	20.34	3.55	3.55
37	3.59	0.58	49.12	39.66	21.28	22.58
38	4.50	1.30	24.41	19.99	5.02	5.02
39	2.07	0.57	24.04	20.26	1.51	1.51
40	2.55	0.58	23.86	20.23	1.56	1.56
41	0.88	1.14	72.78	60.57	2.88	2.88

42	4.28	0.67	24.49	20.10	3.76	3.94
44	4.03	0.81	24.01	20.35	1.63	1.63
45	2.03	1.39	24.26	20.27	3.73	3.79
46	2.68	1.28	24.10	20.34	3.57	3.57
47	1.91	1.15	24.23	20.49	1.49	1.49
48	6.32	0.77	24.43	20.51	0.26	0.26
52	5.06	0.89	24.25	20.55	2.54	3.29
53	0.79	1.17	24.30	20.58	2.94	2.94
54	2.10	0.57	24.39	20.64	1.13	1.13
55	2.32	0.93	24.54	20.69	2.16	2.16
56	0.47	0.95	24.56	20.72	1.94	1.94
57	2.74	0.68	24.72	20.88	1.18	1.18
58	3.09	0.62	24.87	21.00	0.30	1.13
59	4.18	0.45	24.98	21.14	2.21	2.21

5 Valutazione della suscettibilità delle piene ai trend climatici

Per quanto riguarda i tratti fluviali i cui bacini sono caratterizzati da tempi di corrivazione superiore all'ora si è proceduto ad un'ulteriore analisi dell'impatto dei trend climatici sul rischio. Per questi casi, l'utilizzo della variabile idrologica proposta dal metodo Arno (Brugioni et al., 2010) non risulta congrua rispetto ai tempi di corrivazione del bacino e, di conseguenza, in questi casi si è preferito stimare il trend climatico medio per durate prossime al tempo di corrivazione. Quest'ultimo è stato stimato attraverso le formulazioni proposte dal metodo Arno calcolando il valore medio delle sole formule empiriche che risultano compatibili con le caratteristiche morfologiche del bacino.

Nel caso in cui il tempo di corrivazione del bacino sia intermedio rispetto a due durate di cui si dispone dell'analisi idrologica, il trend è stato valutato tramite interpolazione tramite legge di potenza.

La seguente figura mostra, nello scenario climatico di medio termine (2050), e per ciascuna sezione di chiusura (individuata con inter-distanza minima pari a 10 m) la variazione percentuale media delle piogge intense per durate assimilabili al tempo di corrivazione dell'area drenata.

L'analisi mostra un trend globalmente positivo sulle piogge intense e, di conseguenza, è prevedibile che le portate di piena debbano crescere seguendo il possibile sviluppo dell'attuale trend climatico. In termini quantitativi, l'impatto può definirsi moderato o elevato nel tratto terminale del reticolo idrografico e modesto in buona parte della porzione intermedia del bacino; il trend risulta trascurabile nei tratti montani potendosi approssimare a zero.

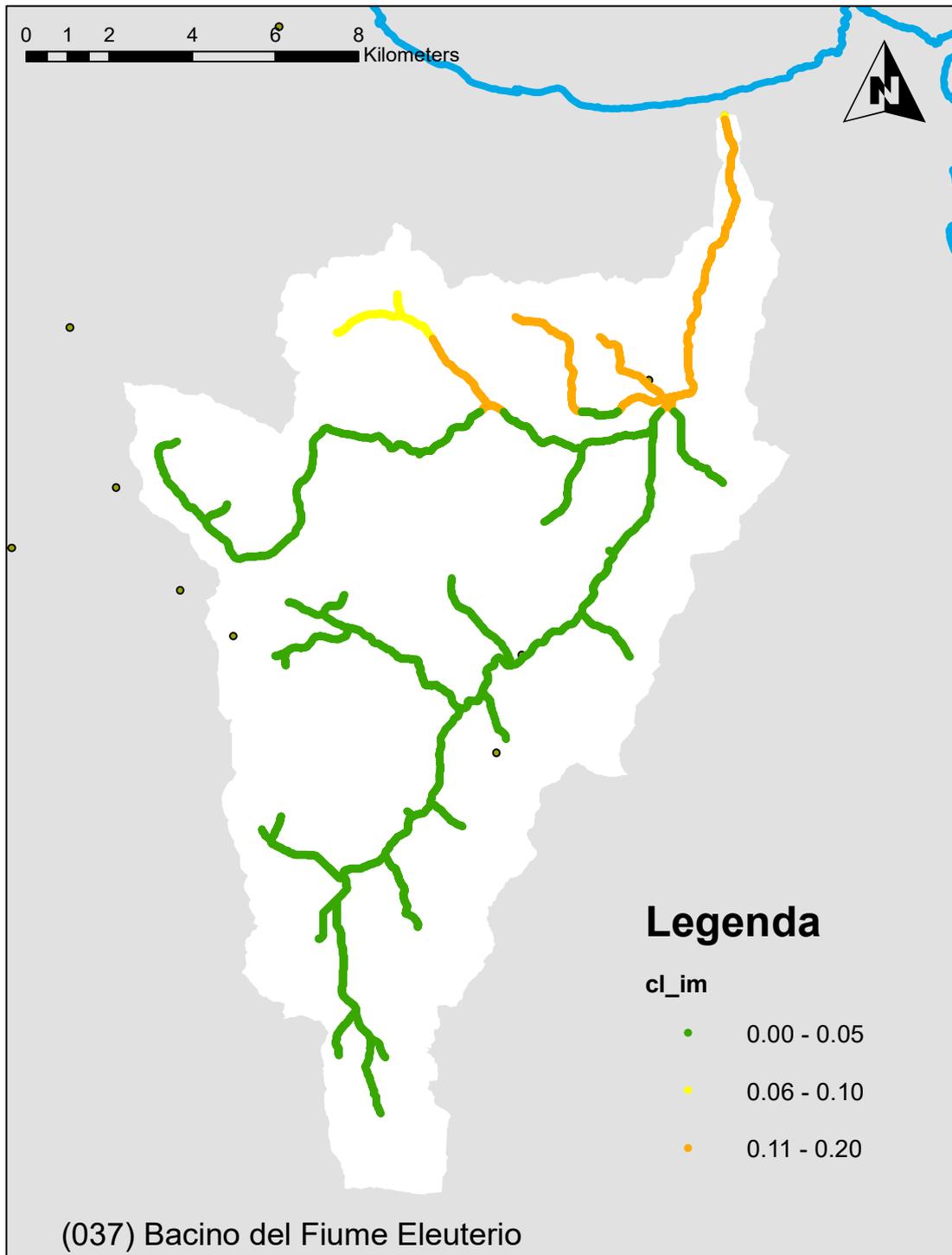


Figura 24 Variazione climatica nel periodo 2020 – 2050 per i picchi annuali di pioggia di massima intensità e durata pari al tempo di corrivazione dell'area drenata

6 Modifiche alle misure di piano

6.1 Aggiornamento della valutazione dei punteggi tecnici alle misure inserite nel piano in relazione alla valutazione del cambiamento climatico

L'analisi della suscettibilità del bacino alle piene lampo evidenzia già allo stato attuale un rischio elevato (ma non molto elevato) in diversi sottobacini, alcuni caratterizzati anche da significativi livelli di copertura del suolo. Tale condizione, sebbene l'analisi evidenzi trend climatici statisticamente significativi ed una progressiva crescita del consumo di suolo, sembra soggetta a moderate variazioni che portano 4 bacini ad un ulteriore aggravamento dei rischi, raggiungendo il livello massimo.

Il quadro d'impatto del cambiamento climatico sui bacini a maggiore tempo di corrivazione evidenzia trend climatici significativi e positivi con una moderata crescita della media delle piogge di massima intensità e durate paragonabili con i tempi di corrivazione delle aree drenate.

Le misure previste dal piano già prevedono interventi non strutturali per la prevenzione del rischio alluvioni e misure di preparazione e protezione tra cui il monitoraggio delle variabili climatiche, i sistemi di allerta e la segnalazione delle aree fluviali a maggiore rischio.

Alla luce dell'analisi svolta e dell'aggiornamento dei punteggi tecnici previsti dal Piano, si ritiene in questa sede di confermare il quadro delle misure adottate.

6.2 Proposta di nuove misure per la mitigazione delle piene lampo e dell'impatto del cambiamento climatico

L'analisi della suscettibilità del bacino alle piene lampo suggerisce di **concentrare lo sviluppo di sistemi di monitoraggio, allertamento e segnalazione del pericolo nei bacini a suscettibilità molto elevata** ed evidenziati dallo scenario a medio termine. Ad essi è opportuno aggiungere il sottobacino corrispondente all'area urbana di Misilmeri perché, seppur con suscettività elevata (livello 3 su 4), è caratterizzato da un elevato consumo di suolo con tendenza ad ulteriore crescita. In considerazione di quest'ultimo elemento, la misura andrebbe attuata già da subito in riferimento allo scenario attuale sebbene i massimi livelli di suscettività si raggiungano solo nello scenario di medio termine (Figura 25)

Tali interventi andranno tarati sulla previsione di eventi di breve e brevissima durata che maggiormente influiscono sul rischio di piene lampo.

In considerazione del fatto che la variazione climatica sulle piogge intense risulta talvolta elevata nello scenario 2050 **si ritiene di proporre in questa sede l'applicazione di norme specifiche per la rivalutazione della pericolosità e del rischio idraulico e per la progettazione delle opere di mitigazione e salvaguardia.** In particolar modo si suggerisce di **vincolare il parere sulla rimodulazione delle aree a pericolosità idraulica all'esame di specifiche analisi idrologiche-idrauliche che prevedano esplicitamente scenari di cambiamento climatico.** Nel caso specifico, la misura dovrebbe essere applicata nella gradazione più bassa unicamente nei casi in cui si intervenga su elementi critici del reticolo fluviale (attraversamenti, tratti tombati, ecc.). **La figura 26 mostra le aree in cui applicare la misura proposta.**

Si rimanda comunque al successivo ciclo di aggiornamento del Piano per la rivalutazione dei trend climatici, alla luce dei nuovi dati che saranno disponibili, e l'eventuale imposizione di specifici vincoli.

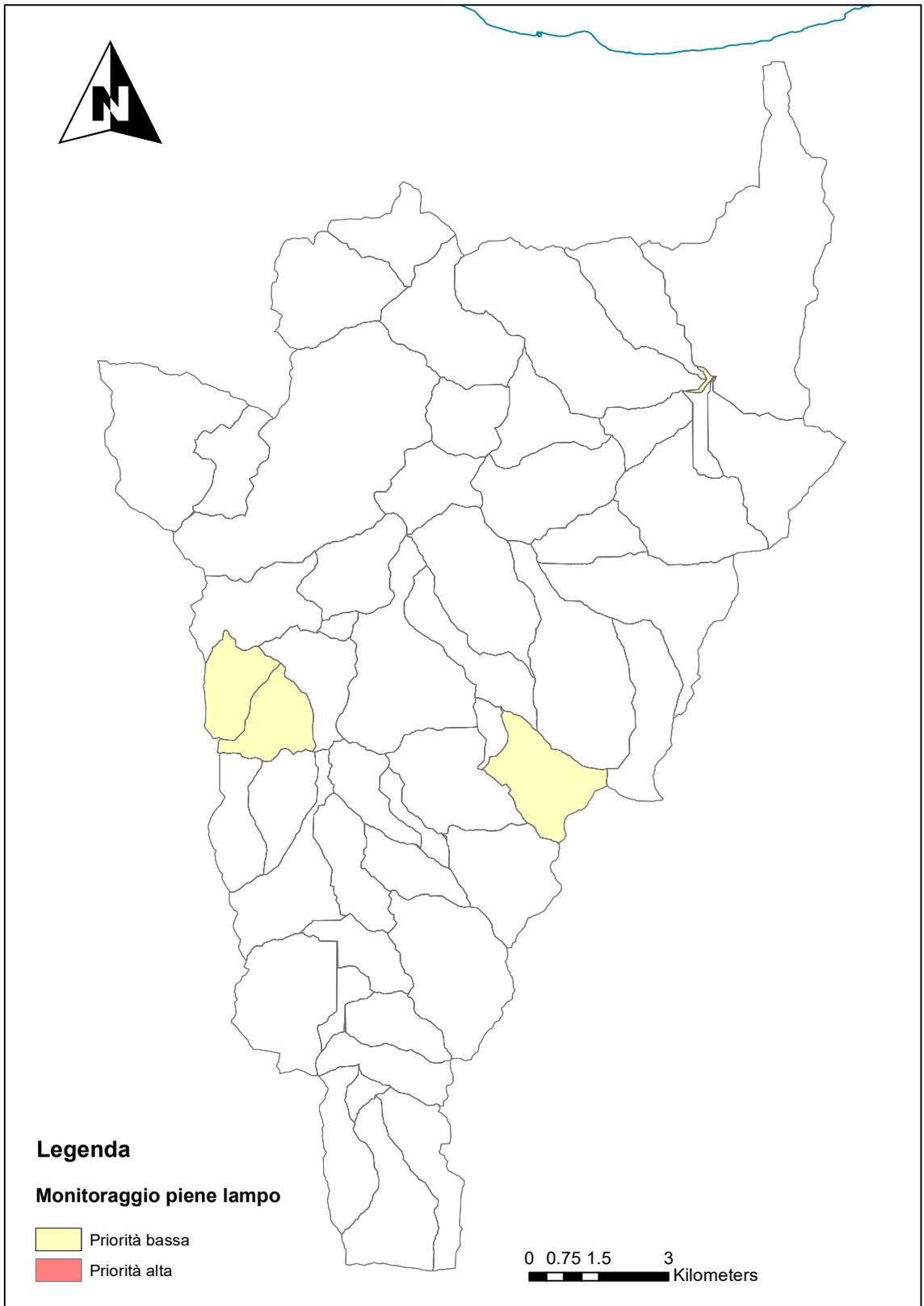


Figura 25 Aree su cui applicare gli interventi di monitoraggio delle piene lampo

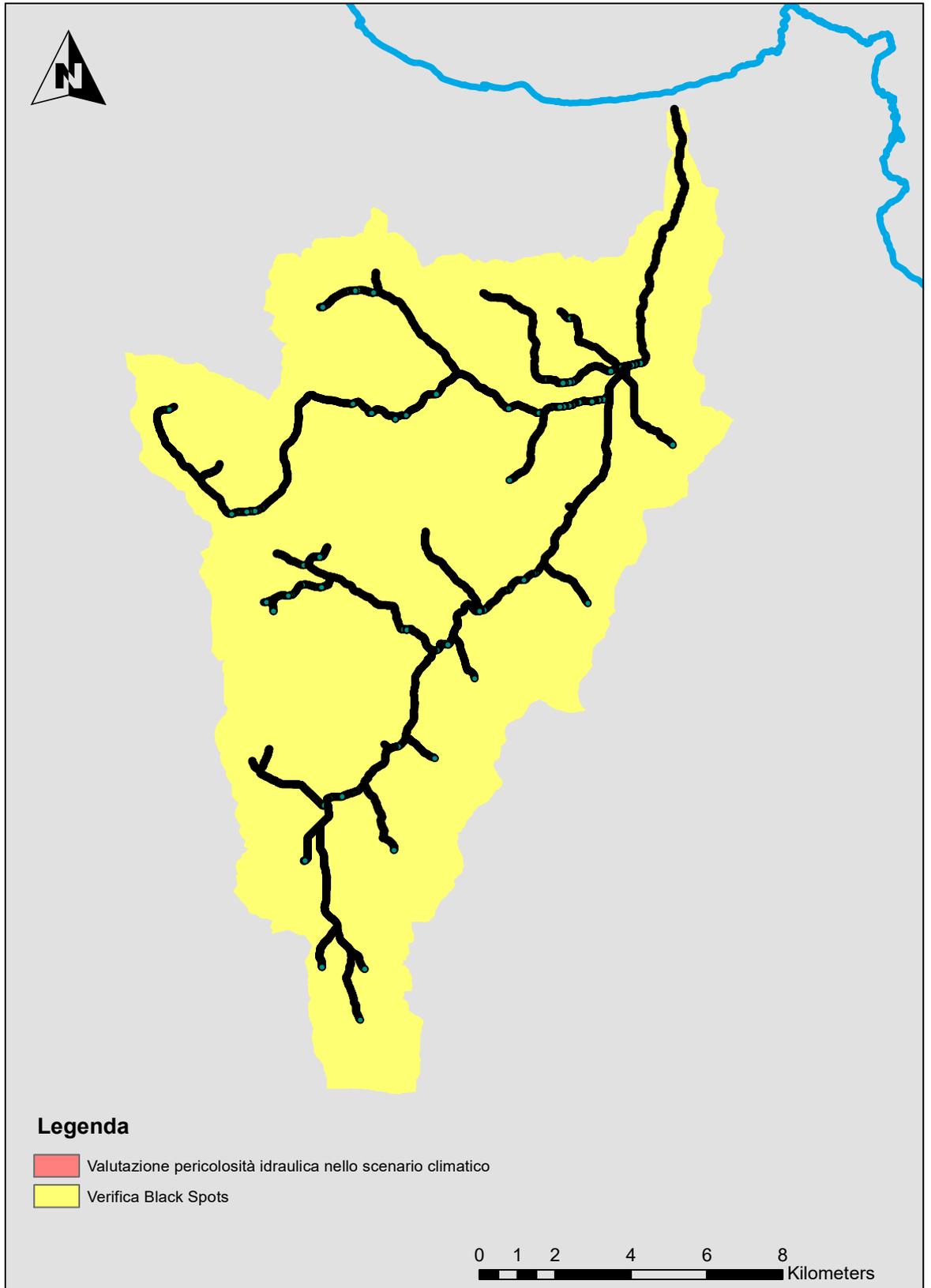


Figura 26 Aree su cui applicare gli interventi di integrazione degli scenari climatici nelle analisi di compatibilità idraulica