



ISAFOM
Consiglio Nazionale delle Ricerche
Istituto per i Sistemi Agricoli e Forestali del
Mediterraneo -ISAFOM
Unità Operativa di Rende (CS)



Agenzia Lucana
di Sviluppo e di Innovazione in Agricoltura

RELAZIONE SULL'ATTIVITÀ SVOLTA DAL

DR. MATTEO STELLUTI

NELL'AMBITO DELLA CONVENZIONE PER CONTRIBUTO DI RICERCA
TRA L'ALSIA E CNR-ISAFOM PER LA

“CARATTERIZZAZIONE AGROCLIMATICA DELLA BASILICATA CON LA
PRODUZIONE DI CARTE TEMATICHE OTTENUTE DALLO STUDIO DELLA
VARIABILITÀ SPAZIALE E L'INTERPOLAZIONE DEI DATI CLIMATICI
SECONDO LE MODERNE TECNICHE DI ELABORAZIONE
GEOSTATISTICHE”.

SETTEMBRE 2009

INTRODUZIONE

Con questo lavoro si intende fornire un primo quadro di riferimento per la caratterizzazione pluviometrica della regione Basilicata, utilizzando i dati di precipitazione di serie storiche sufficientemente lunghe. La fonte principale dei dati è rappresentata dagli annali pubblicati dal Servizio Idrografico e Mareografico di Catanzaro e Bari e dai dati rilevati dalla rete del Servizio Agrometeorologico Lucano dell'ALSIA.

Lo studio climatologico qui presentato è stato condotto tenendo conto di una duplice esigenza: da un lato l'indagine si è rivolta alle singole stazioni per le quali, sulla base dei dati di precipitazione, si sono prodotte elaborazioni finalizzate alla descrizione del territorio "per punti"; dall'altro, tramite rappresentazioni cartografiche, si è cercato di fornire una visione di sintesi degli andamenti pluviometrici della regione Basilicata.

1. DATI E CONTROLLI PRELIMINARI

La fonte principale dei dati pluviometrici, come già accennato, è rappresentata dagli annali pubblicati dal Servizio Idrografico e Mareografico di Catanzaro e Bari e dai dati rilevati dalla rete del Servizio Agrometeorologico Lucano dell'ALSIA.

Sono stati acquisiti i dati pluviometrici di 68 stazioni distribuite sul territorio lucano come indicato in figura 1, le cui serie storiche coprono differenti intervalli di tempo nel periodo che va dal 1971 al 2001. Nella tabella 1 è riportato l'elenco completo delle stazioni, con l'indicazione della loro localizzazione geografica e della quota. A ciascuna stazione è stato assegnato un "codice" numerico al fine di rendere più facile la gestione delle informazioni in fase di rappresentazione e di calcolo. I dati pluviometrici disponibili per ogni stazione sono rappresentati nella figura 2, da cui si osserva che: quasi tutte le stazioni presentano delle lacune nelle serie di dati; soltanto due stazioni hanno almeno 30 anni di dati completi (Cersosimo e Nova Siri); sono 26, invece, le stazioni con più 15 anni di dati totalmente mancanti o con anni con un numero di dati mensili mancanti maggiore o uguale a 6.

Le stazioni possono essere perciò distinte in due gruppi:

- stazioni che per il trentennio 1971 – 2001 presentano almeno 24 anni di dati (completi o con meno di sei dati mensili mancanti), che di seguito indicheremo "lunghe" (30 sulle 68 totali): 1, 2, 3, 5, 6, 8, 9, 12, 14, 21, 24, 26, 28, 32, 34, 36, 41, 42, 43, 45, 48, 50, 54, 55, 56, 58, 62, 64, 65, 66, 67.
- stazioni che presentano meno di 24 anni di dati (completi o con meno di sei dati mensili mancanti), che di seguito indicheremo "corte" (37 sulle 68 totali): 4, 7, 10, 11, 13, 15, 16, 17,

18, 19, 20, 22, 23, 25, 27, 29, 30, 31, 33, 35, 37, 38, 39, 40, 44, 46, 49, 51, 52, 53, 57, 59, 60, 61, 63, 68.

La stazione “corta” 47 (Policoro) è stata esclusa perché presenta dati poco congruenti con le limitrofe.

INTEGRAZIONE DELLE SERIE STORICHE PLUVIOMETRICHE

Le stazioni pluviometriche “lunghe” sono distribuite in maniera abbastanza omogenea sul territorio lucano (figura 3). In tali stazioni i dati mensili mancanti nel trentennio 1971–2001 sono stati ricostruiti con un metodo di interpolazione (Caliandro e Stelluti, 2001) che si ispira sia al metodo della distanza inversa (Isaaks e Srivastava, 1989) che a quello del rapporto tra le medie pluriennali (Ray et al., 1958). Si ha, infatti:

- Metodo della distanza inversa:

$$\hat{v} = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{1}{d_i} v_i}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{d_i}}$$

- Metodo del rapporto tra le medie pluriennali

$$\hat{v} = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{\bar{P}_x}{\bar{P}_i} v_i}{n}$$

- Metodo utilizzato in questo lavoro

$$\hat{v} = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{1}{d_i} \cdot \frac{\bar{P}_x}{\bar{P}_i} v_i}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{d_i} \cdot \frac{\bar{P}_x}{\bar{P}_i}}$$

dove:

- \hat{v} = valore mensile mancante da stimare nella stazione “corta” x;
- v_i = valore mensile disponibile nell’i-esima stazione “lunga” limitrofa;
- n = numero delle stazioni limitrofe con valore mensile disponibile;
- d_i = distanza dell’i-esima stazione dalla stazione x;
- \bar{P}_x = valore medio mensile pluriennale dei dati disponibili nella stazione x;
- \bar{P}_i = valore medio mensile pluriennale nell’i-esima stazione (Il valore medio si riferisce ad un numero di anni pari a quello della stazione x e/o viceversa).

Al fine di utilizzare solo stazioni limitrofe che presentassero un alto grado di correlazione con i dati della stazione da integrare, si è applicato il test non parametrico del “T” di Kendall (Doorenbos,1983), che consente di valutare il grado di concordanza tra i dati della stazione x e le limitrofe.

Con la stessa metodologia sono stati ricostruiti i dati pluviometrici mancanti delle 37 stazioni “corte”. Così operando sono stati ottenuti i dati pluviometrici completi, mensili ed annui, riferibili al periodo 1971–2001, di 67 stazioni (Database allegato).

Si sono quindi calcolati, per ogni stazione, le piovosità medie mensili per il procedere alla loro spazializzazione sul territorio lucano.

SPAZIALIZZAZIONE DEI DATI PLUVIOMETRICI

Per la spazializzazione dei dati di precipitazione media mensile si è utilizzata una versione semplificata del kriging multivariato, il cokriging co-locato, fra ciascun parametro meteorologico (variabile primaria) e la quota (variabile ausiliaria). Questa tecnica è vantaggiosamente impiegata quando la variabile da stimare è nota su un campionamento sparso, mentre quella ausiliaria è disponibile a ciascun nodo di una griglia ad un livello di risoluzione molto maggiore. Di questa versione esistono diverse soluzioni, quella in particolare impiegata in questa analisi consiste nello stimare la variabile primaria (parametro meteorologico) ai nodi del DEM e nell'utilizzare la sola informazione ausiliaria localizzata nel nodo di griglia in cui si produce la stima (da cui il termine “co-locato”). L'effettivo contributo della variabile secondaria alla stima di cokriging deriverebbe dal semivariogramma incrociato fra le due variabili, calcolato secondo un modello lineare di coregionalizzazione (Goovaerts, 2000) e utilizzando tutte le coppie di osservazioni in cui entrambe le variabili sono misurate.

Data l'elevata risoluzione del DEM (fornito dal Ministero dell'Ambiente con una risoluzione di 75 m x 75 m ed una accuratezza dell'ordine del metro – figura 4) rispetto alla densità delle stazioni meteorologiche utilizzate nell'analisi, si è ritenuta non significativa la perdita di informazione derivante dall'impiego di questa versione semplificata del cokriging rispetto all'utilizzo di tutta l'informazione disponibile, fra variabile primaria e secondaria, all'interno di un dato intorno di interpolazione.

Preliminarmente si è proceduto al calcolo delle statistiche di base dei dati di precipitazione mensile utilizzati nell'analisi. Tutte le distribuzioni hanno presentato delle accentuate eccentricità positive (con numerosi valori superiori alla media). Anche il secondo parametro di forma (curtosi) ha confermato un generale sensibile scostamento delle distribuzioni sperimentali da quella teorica

gaussiana o normale. Per tale motivo tutte le variabili sono state preventivamente normalizzate.

La tecnica di interpolazione spaziale del cokriging co-locato è valida soltanto in presenza di una correlazione significativa ($> 0,5\%$) tra ciascun parametro meteorologico (variabile primaria) e la quota (variabile ausiliaria); nel caso in studio si sono avuti alti valori dei coefficienti di correlazione tra le precipitazioni mensili e la quota; precisamente i valori di pioggia sono risultati correlati positivamente, cioè tendono ad aumentare con la quota.

I variogrammi diretti dei singoli parametri climatici e quelli incrociati fra il singolo parametro climatico e la quota sono risultati tutti abbastanza ben strutturati.

Dopo aver valutato la bontà dell'adattamento dei singoli modelli di variogrammi con un test di cross-validation, si sono ottenute le mappe spaziali delle piogge mensili (figure da 5 a 16). Per completezza si sono calcolati, per ogni punto della griglia di interpolazione, i limiti fiduciali 95%, ottenendo le mappe spaziali dei limiti inferiori (pioggia stimata - $1,96 * \text{errore standard}$) (figure da 17 a 28) e dei limiti superiori (pioggia stimata + $1,96 * \text{errore standard}$) (figure da 29 a 40).

BIBLIOGRAFIA

- CALIANDRO, A., STELLUTI, M., 2001. *Delimitazione di aree climatiche omogenee*. Interreg II Italia-Albania, Asse 6, Misura 6.2, Sottomisura 6.2.C "Introduzione di innovazioni tecnologiche nei processi produttivi". Stampato in proprio, allestimento: Tecnomack, Bari.
- DOORENBOS J., 1983. *Agro-meteorological field stations*. FAO, Irrigation and Drainage Paper 25.
- GOOVAERTS, P., 2000. *Geostatistical approaches for incorporating elevation into the spatial interpolation of rainfall*. Journal of Hydrology, 228, 113–129.
- ISAAKS E.H., SRIVASTAVA R.M., 1989. *An introduction to applied geostatistics*. Oxford University Press, New York.
- RAY K. L. JR., MAX A. K., JOSEPH L. K. P., 1958. *Hydrology fo engineers*. McGraw-Hill Book Company, Inc., New York – Toronto – London.

Tabella 1: Elenco delle stazioni pluviometriche prese in considerazione e relative quote e coordinate geografiche.

Codice	Stazione	Quota (m)	Longitudine			Latitudine		
1	Agromonte C.C.	500	16°	4'	24"	40°	4'	0"
2	Aliano	497	16°	15'	24"	40°	17'	1"
3	Armento	640	16°	5'	24"	40°	17'	1"
4	Bernalda	127	16°	42'	24"	40°	24'	1"
5	Calciano	450	16°	13'	24"	40°	35'	0"
6	Calvello	700	15°	52'	24"	40°	28'	0"
7	Calvera	605	16°	10'	1"	40°	8'	1"
8	Cancellara	620	15°	56'	24"	40°	44'	0"
9	Carbone	685	16°	6'	24"	40°	7'	1"
10	Castelsaraceno	950	16°	0'	24"	40°	9'	1"
11	Castronuovo S. Andrea	660	16°	12'	31"	40°	11'	0"
12	Cersosimo	563	16°	22'	24"	40°	2'	1"
13	Cogliandrino	700	15°	57'	24"	40°	6'	0"
14	Cognato	557	16°	9'	24"	40°	34'	0"
15	Corleto Perticara	746	16°	2'	8"	40°	23'	0"
16	Ferrandina	496	16°	28'	8"	40°	29'	0"
17	FrancaVilla in Sinni	421	16°	12'	8"	40°	5'	0"
18	Gorgoglione	800	16°	9'	8"	40°	24'	1"
19	Grancia	747	15°	57'	24"	40°	37'	0"
20	Grassano	577	16°	18'	24"	40°	38'	0"
21	Grottole	481	16°	24'	24"	40°	36'	0"
22	Grumento Nova	585	15°	55'	15"	40°	17'	0"
23	Irsina	533	16°	15'	38"	40°	44'	1"
24	Lagonegro	666	15°	47'	24"	40°	7'	0"
25	Laurenzana	850	15°	58'	8"	40°	28'	0"
26	Lauria Inferiore	630	15°	51'	24"	40°	2'	1"
27	Malabocca C.C.	175	16°	30'	8"	40°	19'	0"
28	Maratea	300	15°	44'	24"	39°	59'	0"
29	Marsico Nuovo	850	15°	45'	6"	40°	25'	0"
30	Marsicovetere	1039	15°	49'	8"	40°	22'	0"
31	Matera	450	16°	35'	43"	40°	39'	1"
32	Melfi	531	15°	39'	0"	41°	0'	0"
33	Metaponto	3	16°	49'	8"	40°	22'	0"
34	Mezzana di Lucania	918	16°	11'	24"	39°	58'	0"
35	Miglionico	466	16°	30'	8"	40°	34'	0"
36	Missanello	566	16°	11'	24"	40°	16'	1"
37	Moliterno	879	15°	52'	8"	40°	14'	0"
38	Montalbano Jonico	292	16°	34'	8"	40°	16'	1"
39	Montemurro	710	15°	59'	8"	40°	17'	1"
40	Montescaglioso	364	16°	40'	8"	40°	34'	0"
41	Noepoli	676	16°	21'	24"	40°	5'	1"
42	Nova Siri	300	16°	33'	24"	40°	8'	1"
43	Nova Siri Scalo	2	16°	39'	24"	40°	7'	1"
44	Palazzo San Gervasio	483	16°	0'	24"	40°	55'	1"
45	Pisticci	364	16°	34'	24"	40°	23'	0"
46	Poggiorsini	461	16°	16'	24"	40°	54'	1"
47	Policoro	31	16°	42'	24"	40°	13'	0"
48	Potenza	811	15°	48'	6"	40°	38'	0"
49	Rivello	450	15°	45'	8"	40°	5'	0"
50	Roccanova	654	16°	13'	24"	40°	13'	0"
51	Salandra	598	16°	19'	8"	40°	30'	1"
52	San Basilio	67	16°	42'	8"	40°	19'	0"
53	San Giorgio Lucano	416	16°	24'	24"	40°	7'	0"
54	San Martino d'Agri	661	16°	4'	24"	40°	14'	0"
55	San Mauro Forte	565	16°	16'	24"	40°	29'	0"
56	San Severino Lucano	884	16°	9'	24"	40°	0'	1"
57	Sciffra	780	15°	47'	19"	40°	34'	0"
58	Senise	330	16°	18'	24"	40°	8'	1"
59	Stigliano	908	16°	14'	51"	40°	24'	1"
60	Teana	800	16°	9'	8"	40°	7'	1"
61	Terranova di Pollino	930	16°	18'	8"	39°	59'	0"
62	Tolve	568	16°	2'	24"	40°	42'	0"
63	Torre Accio	140	16°	40'	29"	40°	24'	0"
64	Tramutola	654	15°	45'	53"	40°	1'	0"
65	Trecchina	500	15°	48'	24"	40°	0'	1"
66	Tursi	348	16°	29'	24"	40°	15'	0"
67	Valsinni	250	16°	27'	24"	40°	9'	1"
68	Viggiano	1023	15°	53'	8"	40°	20'	0"

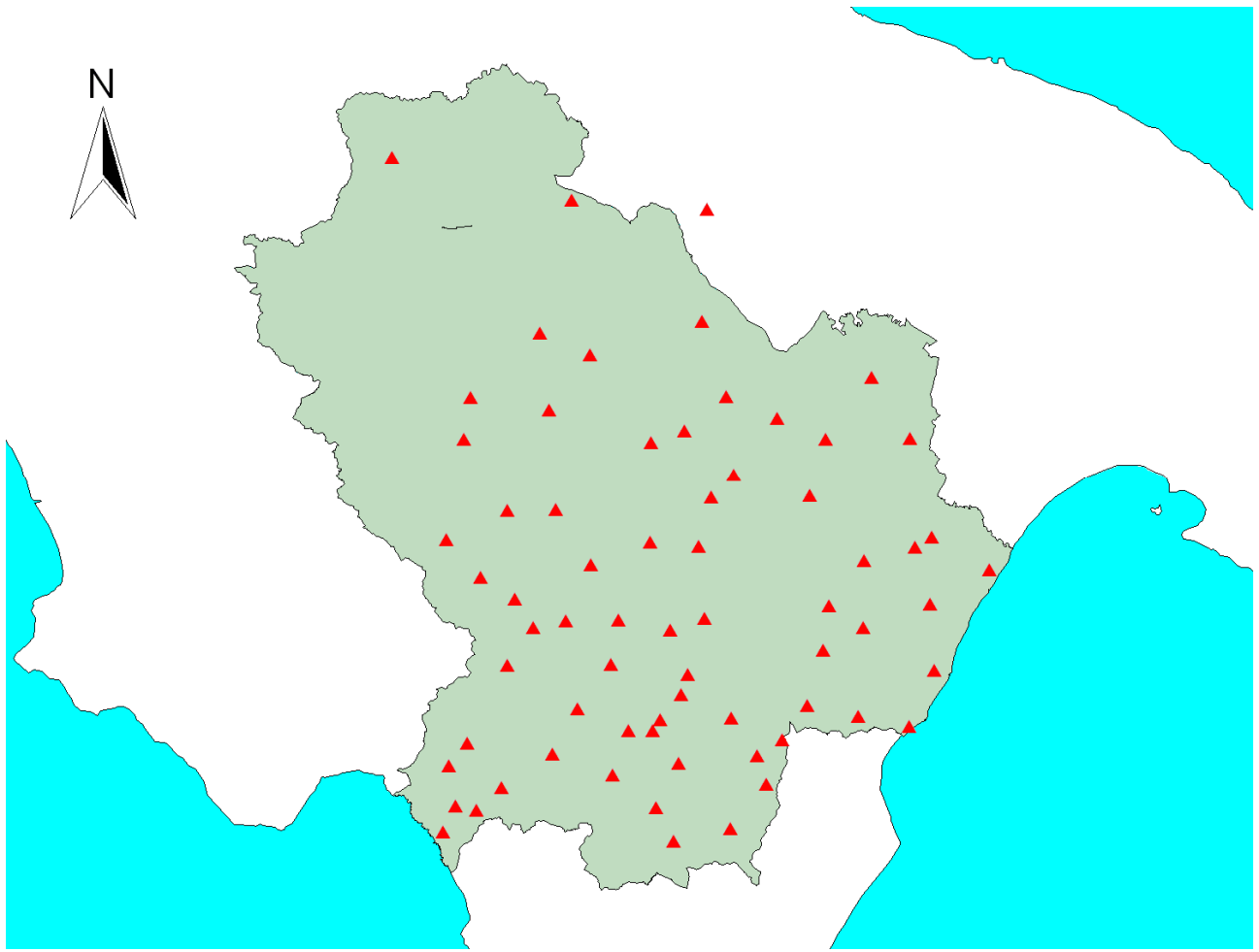


Figura 1: Ubicazione delle stazioni pluviometriche.

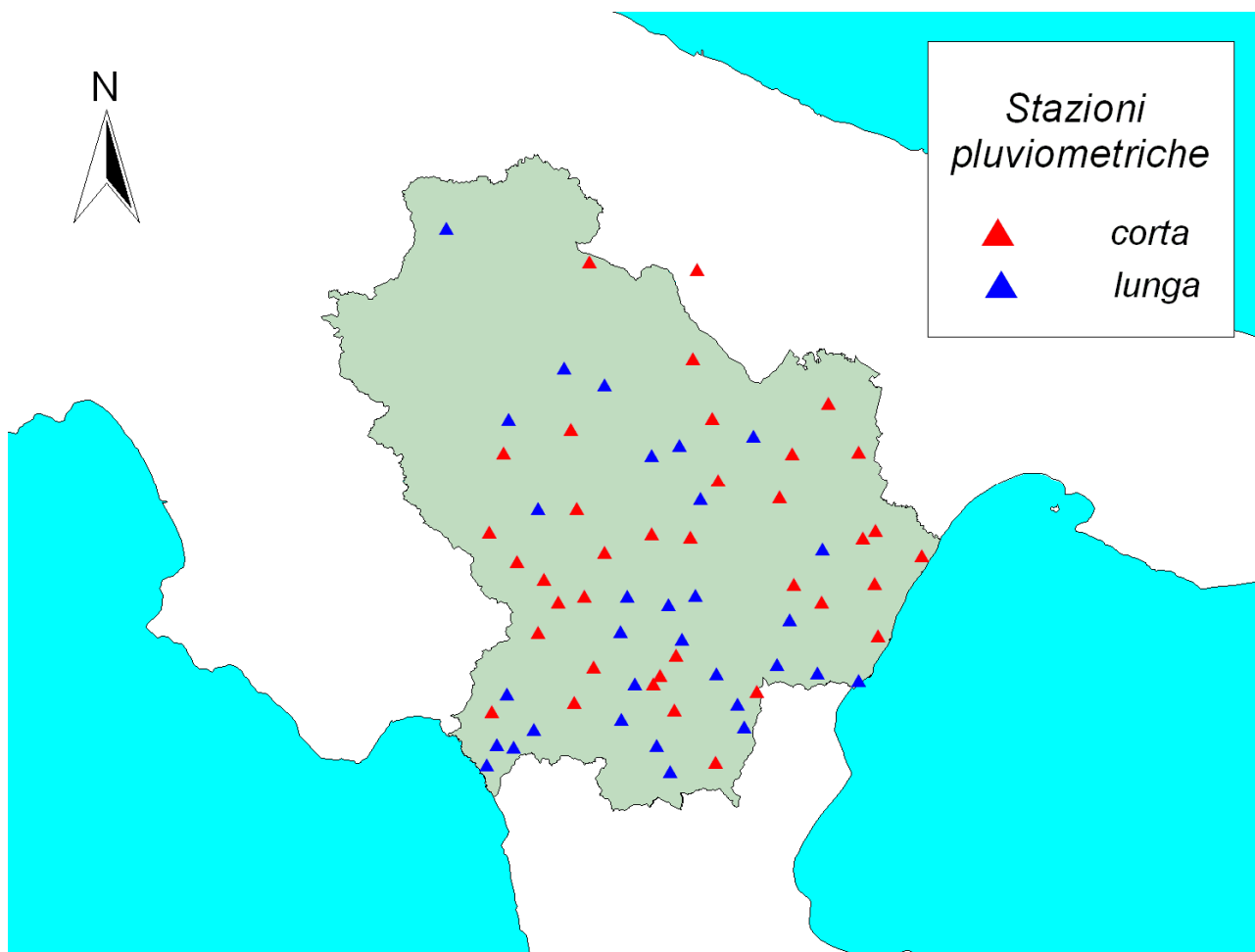


Figura 3: Ubicazione delle stazioni pluviometriche con serie storiche “lunghe” e “corte”.

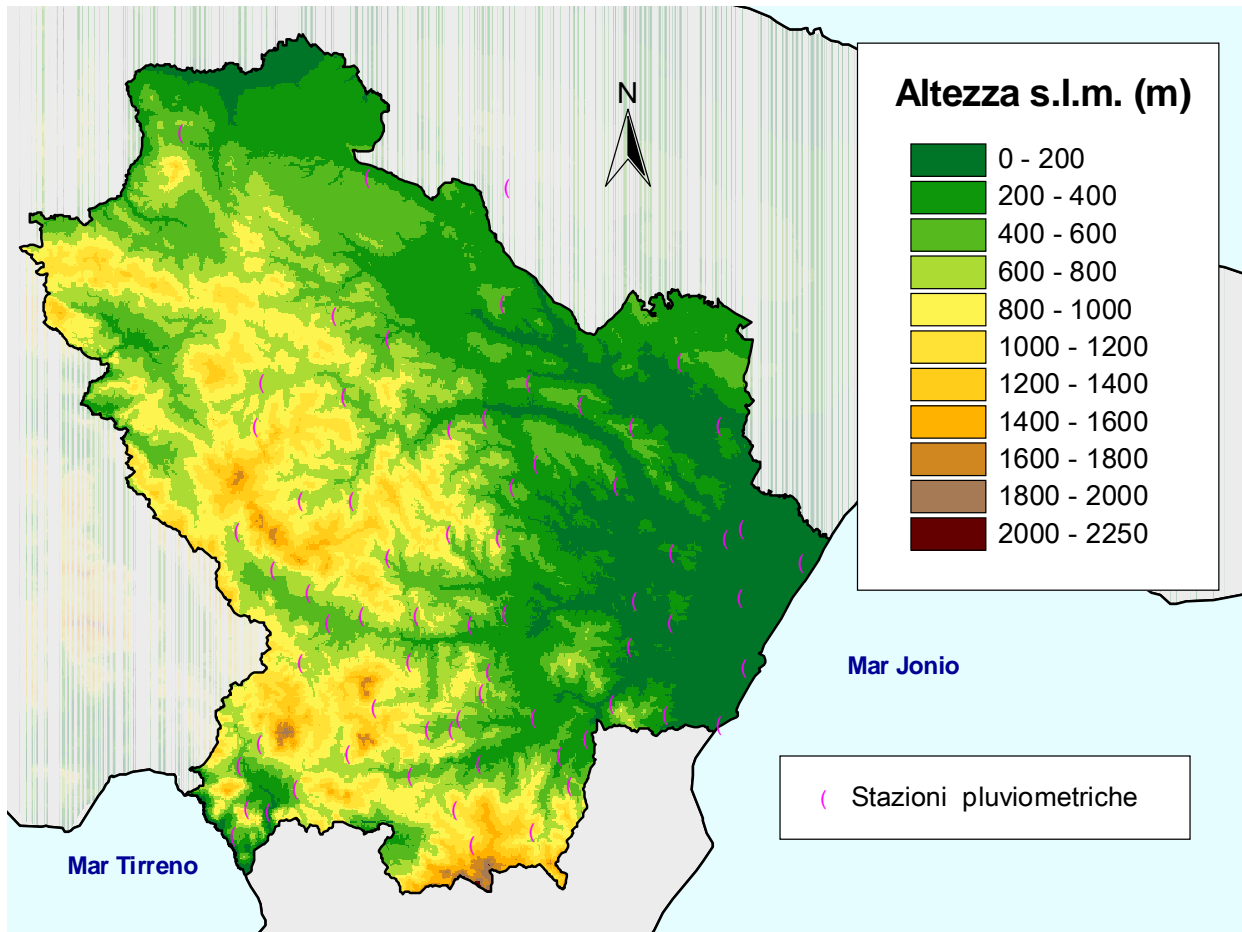


Figura 4: Modello digitale del terreno utilizzato con la tecnica di interpolazione spaziale del cokriging collocato.

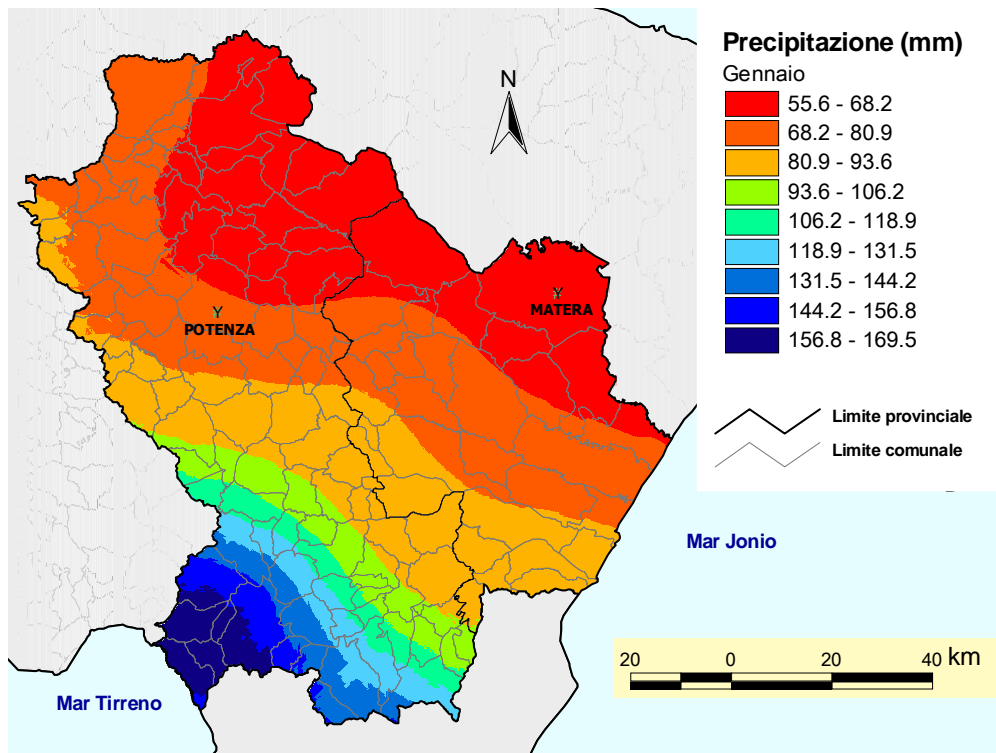


Figura 5: Mappa spaziale delle precipitazioni di gennaio ottenuta con la tecnica del cokriging co-localato.

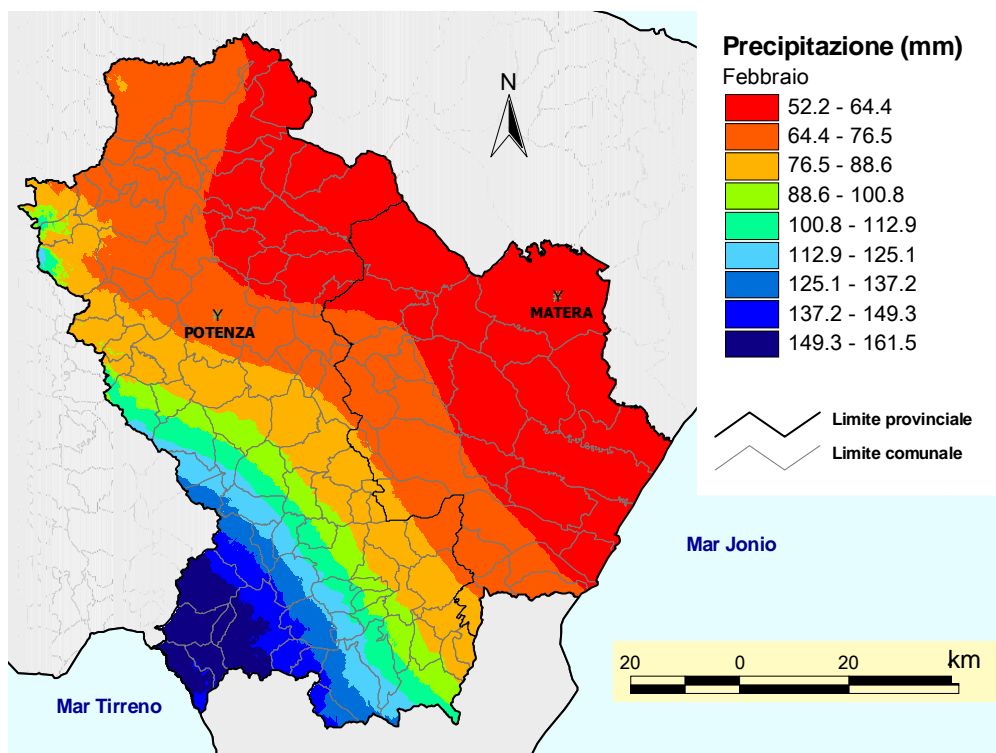


Figura 6: Mappa spaziale delle precipitazioni di febbraio ottenuta con la tecnica del cokriging co-localato.

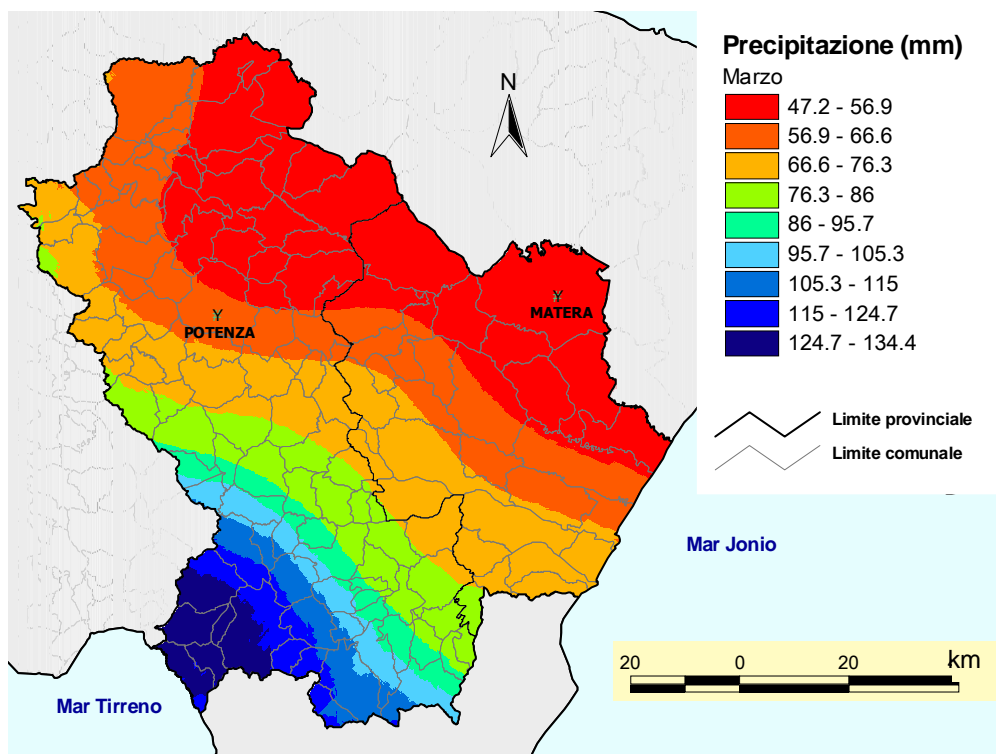


Figura 7: Mappa spaziale delle precipitazioni di marzo ottenuta con la tecnica del cokriging co-localato.

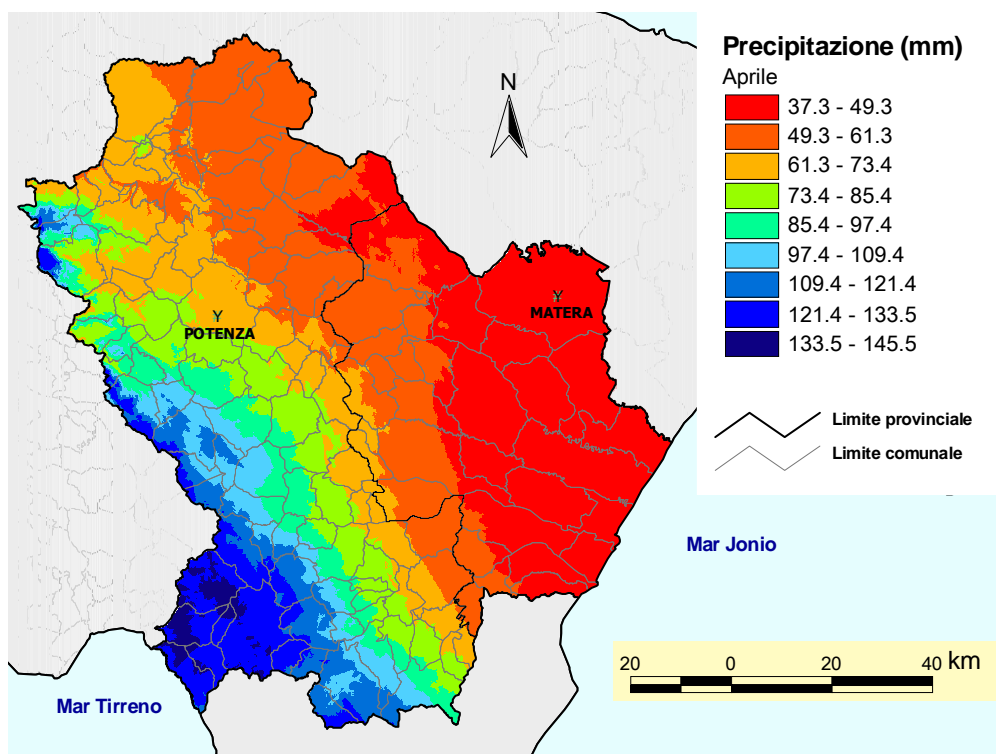


Figura 8: Mappa spaziale delle precipitazioni di aprile ottenuta con la tecnica del cokriging co-localato.

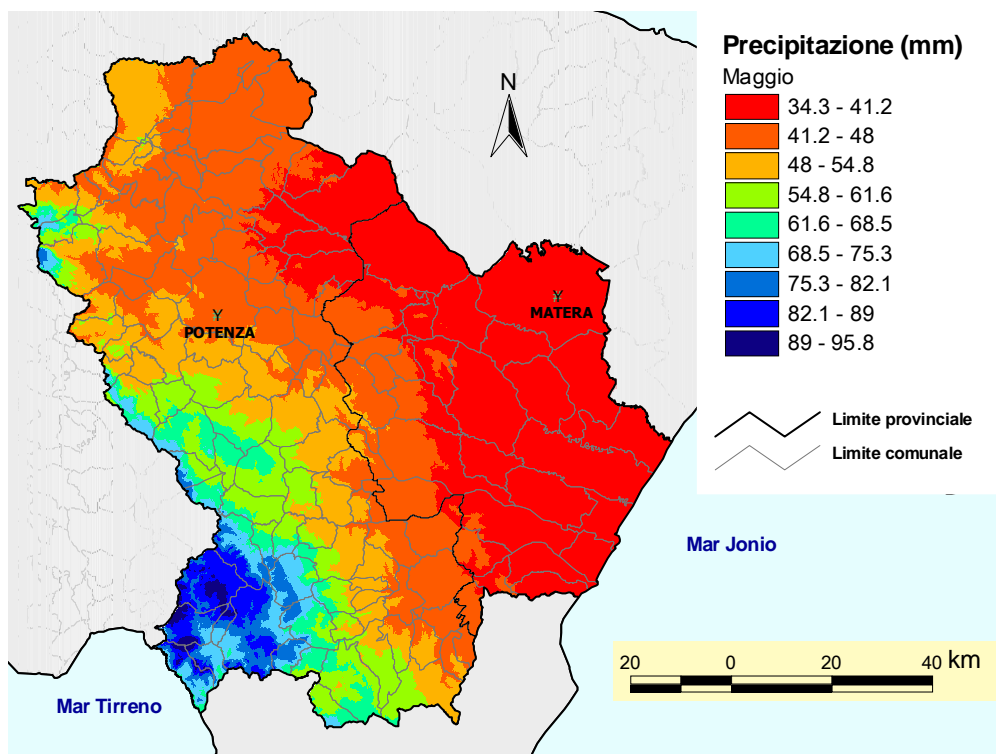


Figura 9: Mappa spaziale delle precipitazioni di maggio ottenuta con la tecnica del cokriging co-locato.

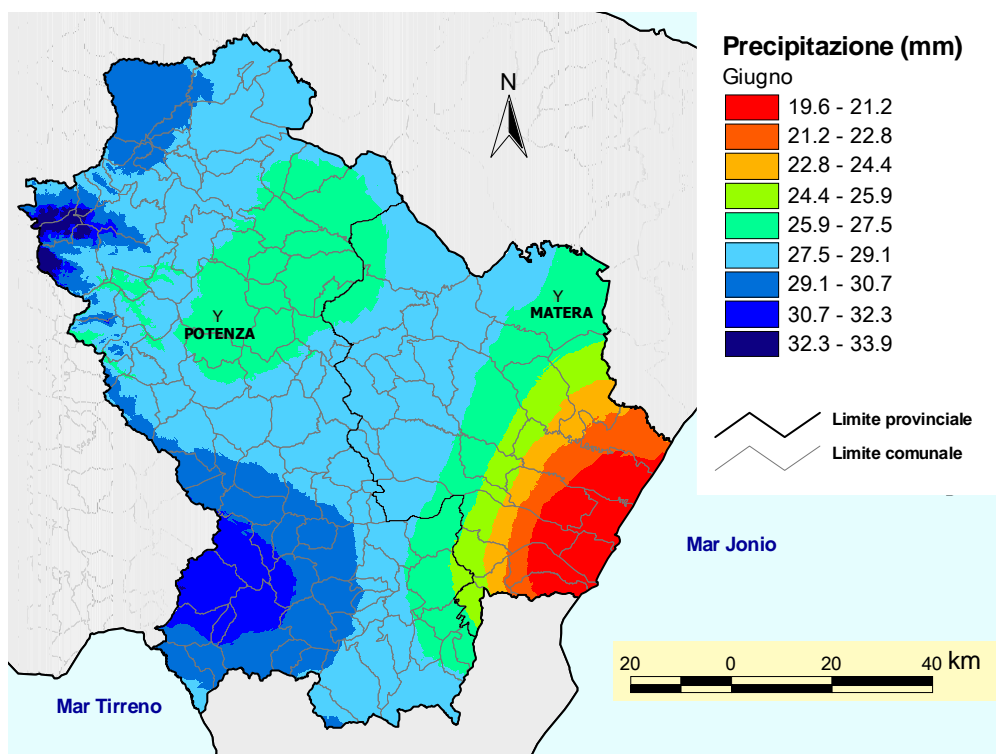


Figura 10: Mappa spaziale delle precipitazioni di giugno ottenuta con la tecnica del cokriging co-locato.

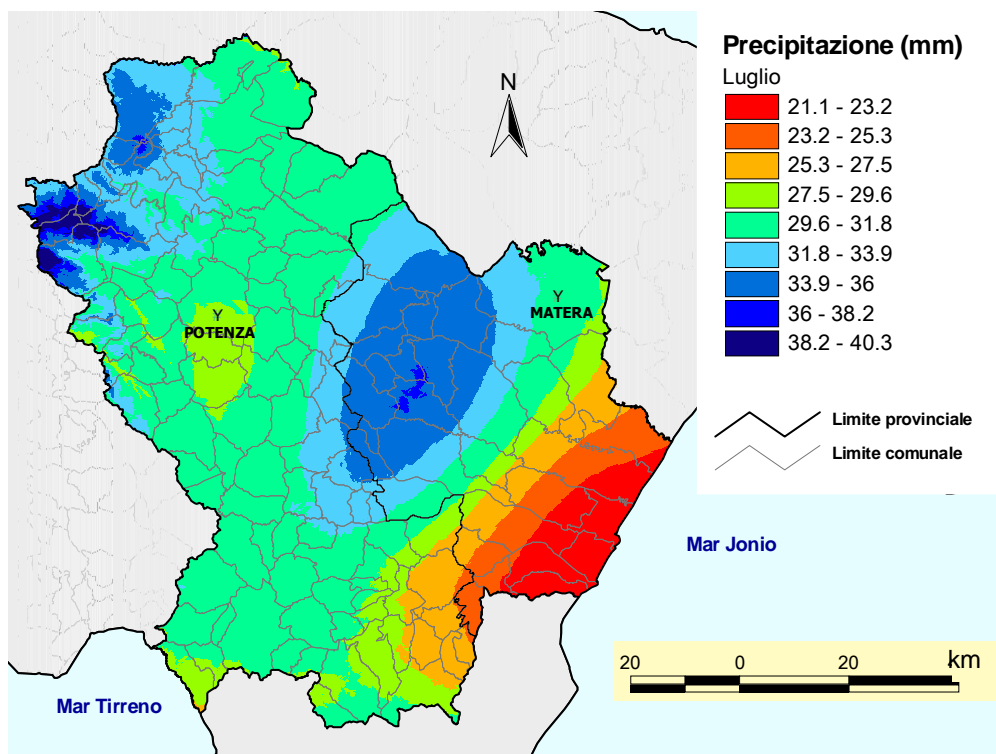


Figura 11: Mappa spaziale delle precipitazioni di luglio ottenuta con la tecnica del cokriging co-localato.

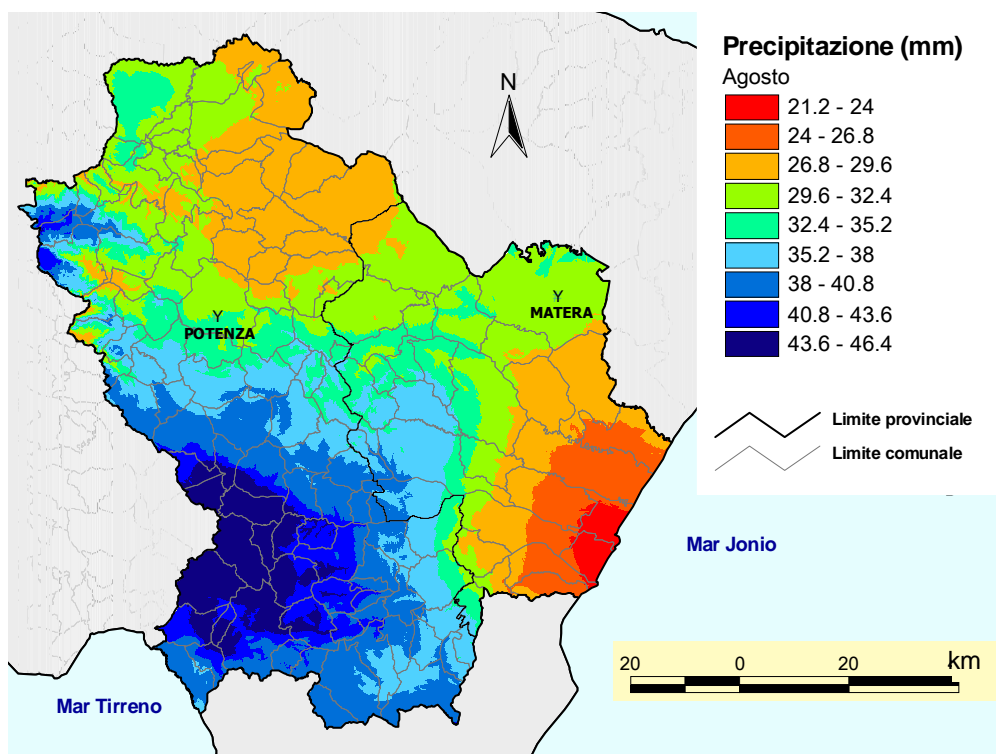


Figura 12: Mappa spaziale delle precipitazioni di agosto ottenuta con la tecnica del cokriging co-localato.

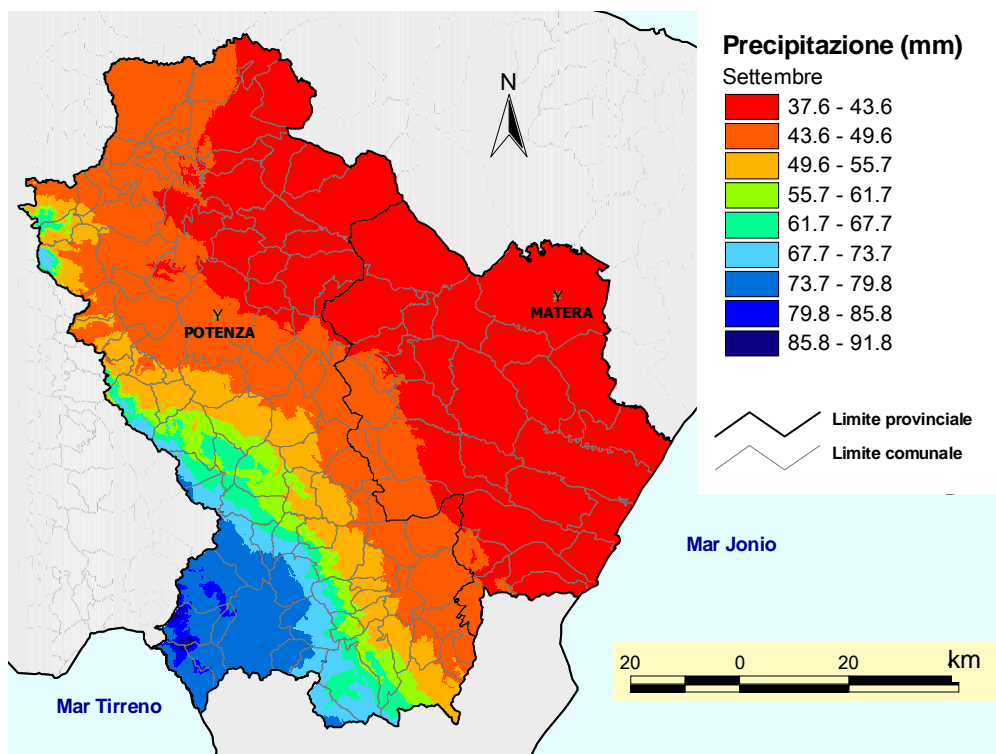


Figura 13: Mappa spaziale delle precipitazioni di settembre ottenuta con la tecnica del cokriging co-localato.

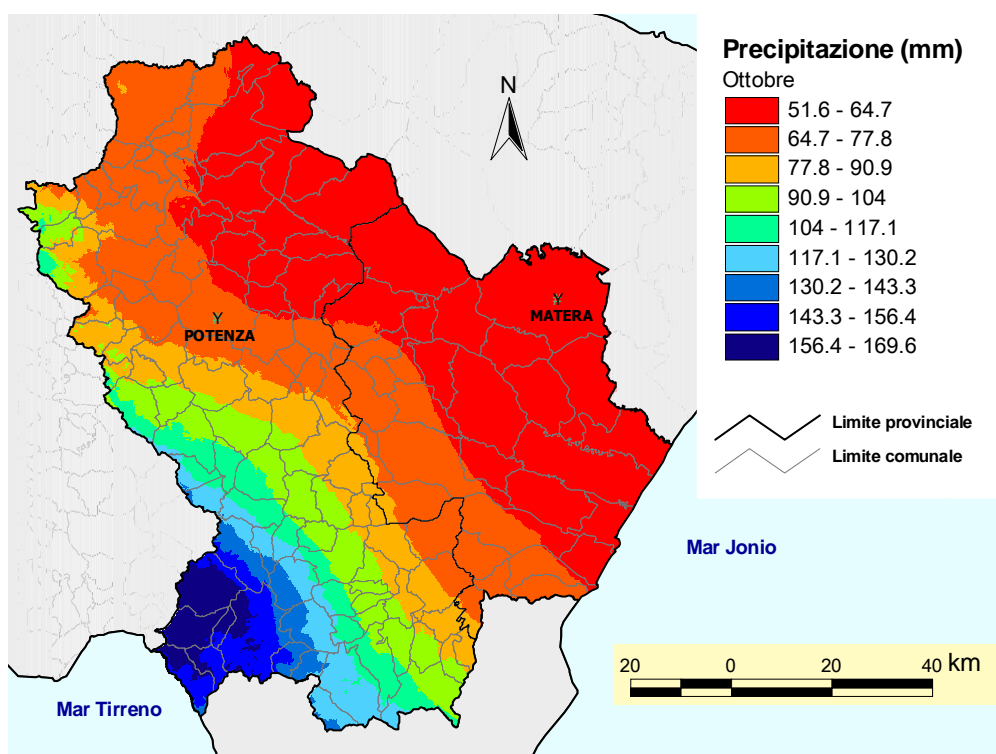


Figura 14: Mappa spaziale delle precipitazioni di ottobre ottenuta con la tecnica del cokriging co-localato.

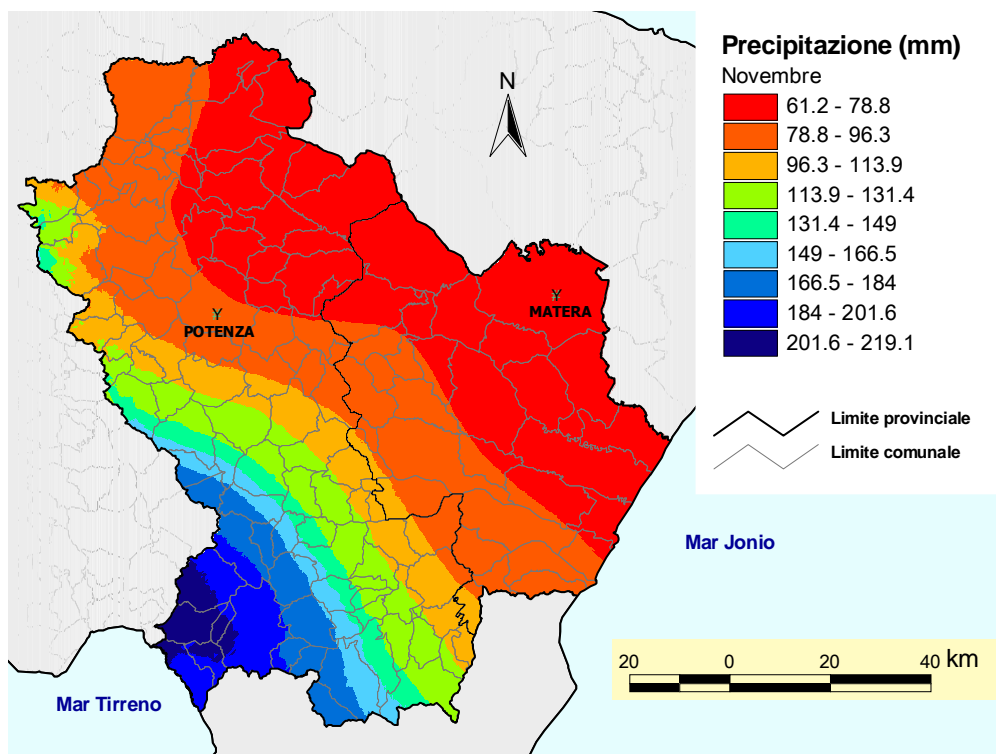


Figura 15: Mappa spaziale delle precipitazioni di novembre ottenuta con la tecnica del cokriging co-localato.

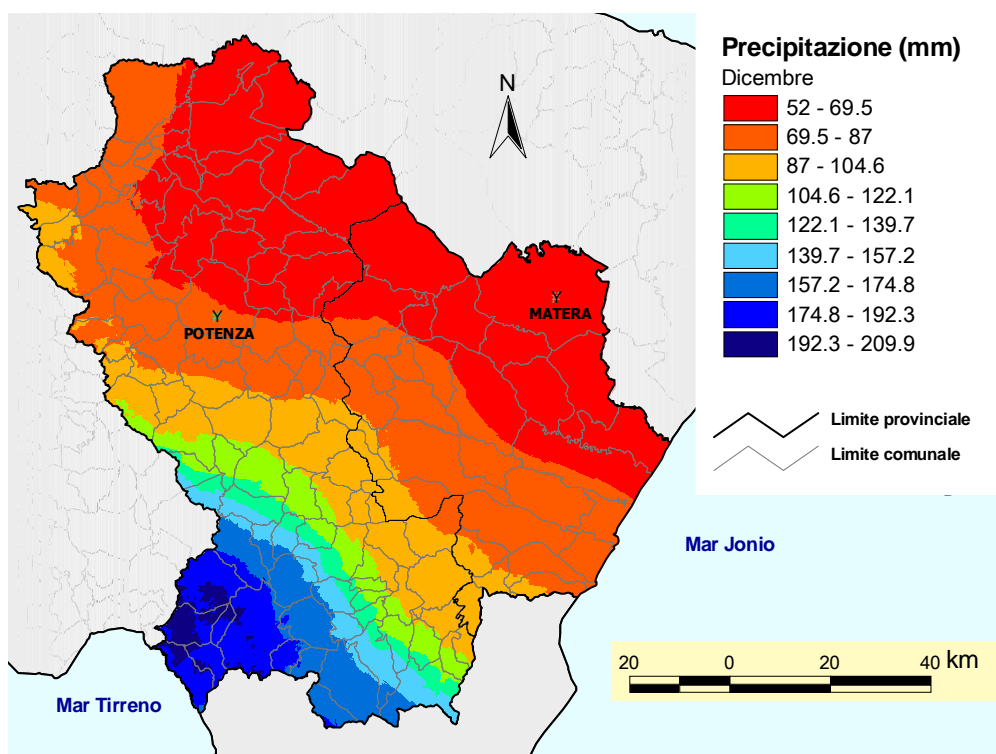


Figura 16: Mappa spaziale delle precipitazioni di dicembre ottenuta con la tecnica del cokriging co-localato.