



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Dipartimento federale dell'ambiente,
dei trasporti, dell'energia e delle comunicazioni DATEC
Ufficio federale dell'ambiente UFAM

STATISTICA SULLE MAGRE

RAPPORTO DELLA STAZIONE

Maggia - Locarno, Solduno

Ulteriori spiegazioni: [guida](#)
Contatto: hydrologie@bafu.admin.ch

Indice

| | | |
|-----------------|---|-----------|
| 1 | Base di dati | 2 |
| 2 | Risultati delle procedure parametriche | 6 |
| 2.1 | Portata di magra | 7 |
| 2.1.1 | L'approccio "Block Minimum" (BLOCK) | 7 |
| 2.1.2 | L'approccio "Peaks Over Threshold" (POT) | 9 |
| 2.1.3 | Confronto dei risultati | 12 |
| 2.2 | Durata di magra | 13 |
| 2.3 | Volume deficitario | 16 |
| 3 | Bibliografia | 19 |
| Allegato | | 20 |
| A | Determinazione del valore di soglia per la delimitazione dei valori estremi | 20 |
| A.1 | Portata di magra | 20 |
| A.2 | Durata di magra | 21 |
| A.3 | Volume deficitario | 21 |
| B | Glossario | 22 |

1 Base di dati

Per le analisi statistiche dei valori estremi sono disponibili i seguenti dati relativi alle portate:

| Dati disponibili | dal | al |
|----------------------------|------------|------------|
| Medie giornaliere digitali | 01.01.1970 | 07.08.1978 |
| | 01.01.1985 | 31.12.2019 |

Un limnigrafo è stato messo in funzione il 01 Dezember 1969. Tra il 7 agosto 1978 e il 1° gennaio 1985 la stazione era fuori servizio a causa dell'evento estremo di piena del 7 agosto 1978, che ha modificato il profilo del fiume e ha reso impossibile continuare le misurazioni. La nuova stazione ha potuto essere messa in servizio soltanto il 1° gennaio 1985.

I dati relativi alle portate possono essere contraddistinti come segue:

| Andamento della portata | Descrizione |
|--------------------------------|---|
| Regime di portata | Non classificabile in modo univoco: Deflussi superiori in estate e autunno, deflussi inferiori in inverno. |
| Effetto della stagionalità | Leggermente riconoscibile osservando i minimi mensili di M7Q, in particolare tra aprile e giugno (figura 2). |
| Influsso | Influsso di diversi laghi e centrali idroelettriche, ma già presenti prima dell'inizio del periodo di osservazione, quindi nei dati non si individua alcuna ripercussione. All'interno del bacino idrografico non sono noti influssi sul regime delle portate per l'intero periodo di osservazione 1970 - 2018. |

In base all'apparizione temporale dei periodi di magra (cfr. figura 1), per la stazione Maggia - Locarno, Solduno viene scelto maggio come mese iniziale dell'anno di magra. Un anno di magra dura quindi dal 01.05 fino al 30.04.

I valori minimi mensili di M7Q non presentano una forte variazione stagionale con una variazione leggera solamente tra aprile e giugno (figura 2). Durante l'intero periodo di osservazione non vi sono particolari cambiamenti dei minimi mensili di M7Q (figura 3). Anche nel caso della durata degli eventi di magra (figura 4) e del volume deficitario (figura 5) non vi sono particolari variazioni durante il periodo di osservazione.

Gli NM7Q vengono determinati in base ai valori medi giornalieri delle portate degli anni di magra e si trovano nell'intervallo tra 0.76 e 5.48 m³/s (figura 6).

L'analisi dei punti di rottura ha individuato un punto di rottura significativo per gli NM7Q nel 1987 (intervallo di confidenza 1971-1991). I dati sono utilizzati soltanto a partire dal 1985, dopo che l'alveo del fiume aveva subito una modifica notevole in seguito a una piena. Il periodo analizzato dura quindi dal 01.05.1985 al 30.04.2019. Questo rispecchia gli anni di magra della stazione Maggia - Locarno, Solduno dal 1985 al 2018.

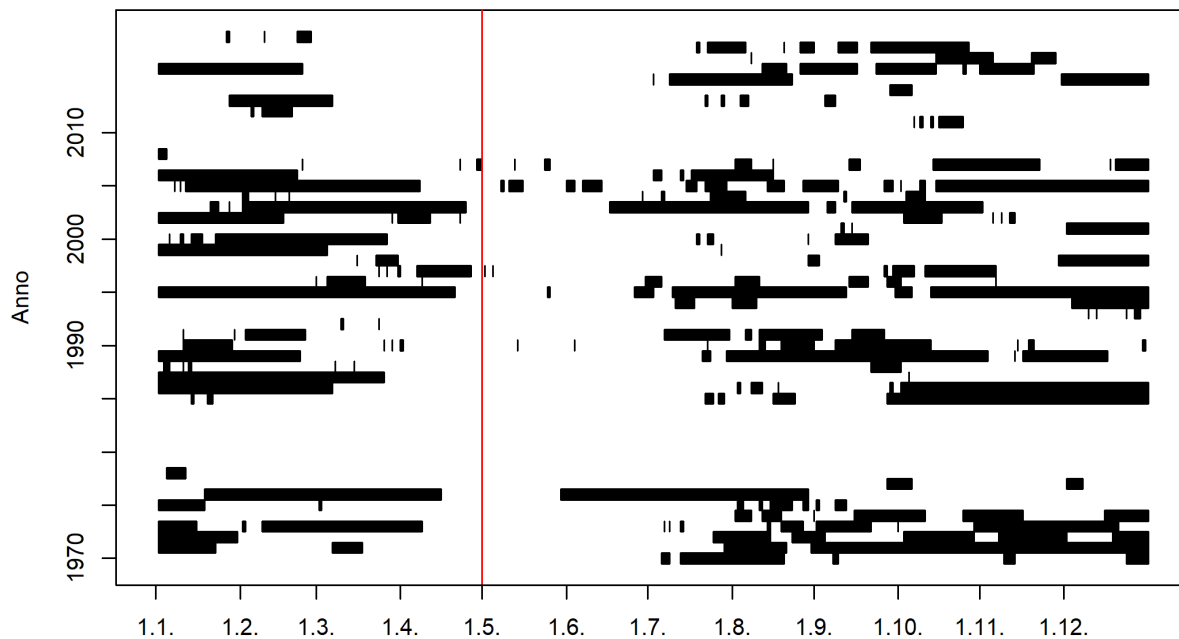


Figura 1: Apparizione temporale dei periodi di magra durante l'anno (01.05.1970 - 30.04.2019) e mese iniziale dell'anno di magra (linea rossa)¹

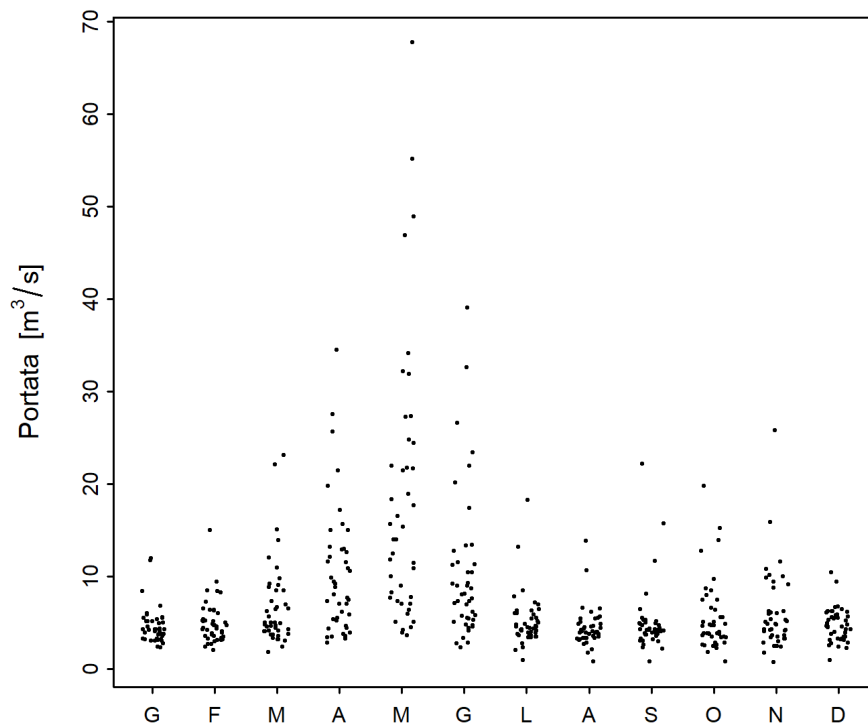


Figura 2: Sviluppo stagionale del minimo mensile di M7Q [m^3/s] (01.05.1970 - 30.04.2019)

¹Il mese iniziale dell'anno di magra viene scelto considerando solamente i dati del periodo di analisi.

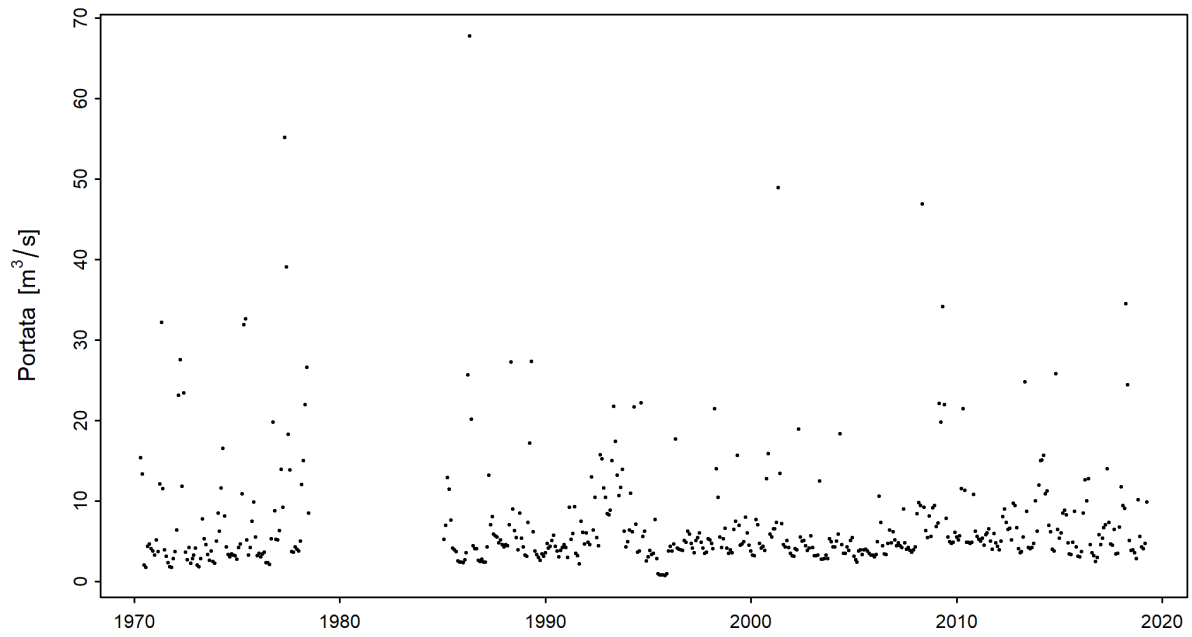


Figura 3: Serie temporale del minimo mensile di M7Q [m³/s] (01.05.1970 - 30.04.2019)

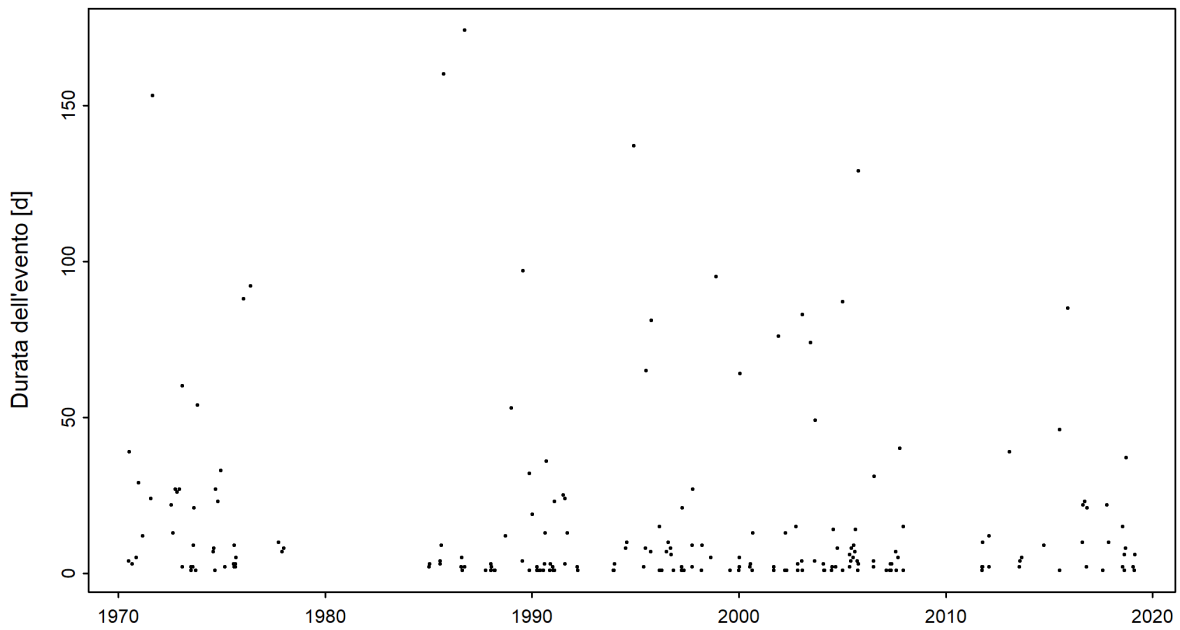


Figura 4: Serie temporale della durata di magra [d] (01.05.1970 - 30.04.2019)

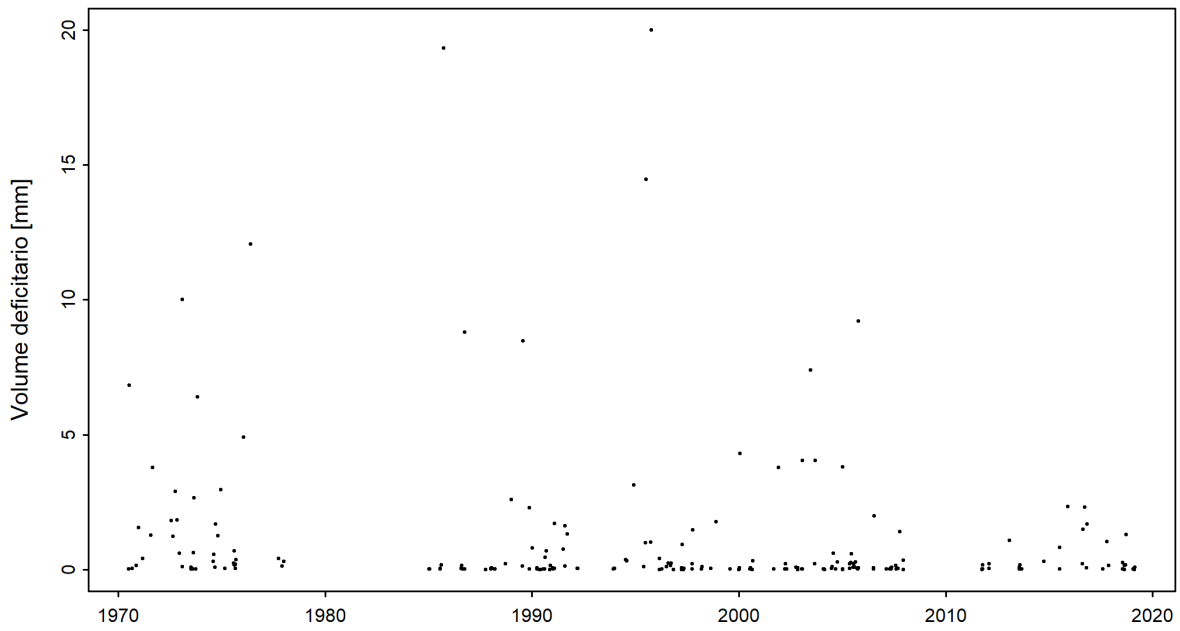


Figura 5: Serie temporale del volume deficitario [mm] (01.05.1970 - 30.04.2019)

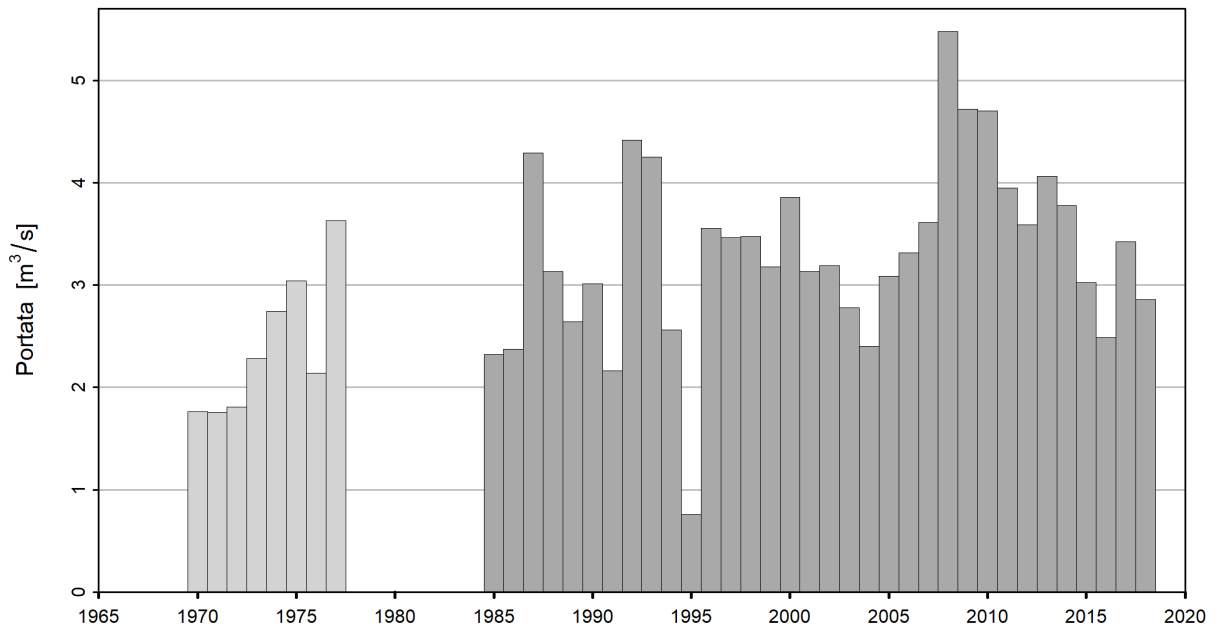


Figura 6: Serie temporale di NM7Q [m^3/s] (01.05.1970 - 30.04.2019), grigio chiaro: NM7Q non utilizzati, grigio scuro: NM7Q utilizzati

2 Risultati delle procedure parametriche

Con l'ausilio di due procedure parametriche (approcci BLOCK e POT) sono stimate le probabilità di magra NQ_T . Le probabilità di durata di magra ND_T e le probabilità dei volumi deficitari DV_T vengono stimate con l'approccio POT.

I due approcci si distinguono nel metodo con il quale vengono identificati i valori estremi. Si basano sui seguenti parametri e dati iniziali del modello:

| Procedura parametrica | Parametro | Dati iniziali del modello |
|----------------------------|--|---|
| Block Minimum (BLOCK) | μ Parametro di posizione | NM7Q |
| | σ Parametro di scala | |
| | κ Parametro di forma | |
| Peaks Over Threshold (POT) | λ Tasso di incidenza | M7Q / Durata di magra / Volume deficitario |
| | σ Parametro di scala ² | |
| | κ Parametro di forma | |

Per entrambi gli approcci parametrici viene calcolato il caso stazionario. Ciò significa che si suppone che tutti i parametri della funzione di ripartizione rimangano costanti sull'arco dell'intero periodo di analisi. Se tuttavia la storia della stazione lascia supporre una variazione temporale, i parametri della funzione di ripartizione corrispondente possono essere modellizzati in funzione del tempo. Vengono utilizzate le seguenti varianti di modello, riportate nelle tabelle 1 e 2:

Tabella 1: Varianti di modello dell'approccio BLOCK. μ parametro di posizione (mu), σ parametro di scala (sigma), κ parametro di forma (kappa).

| Varianti di modello BLOCK | | | |
|---------------------------|--|---|---------------------|
| Nome | Descrizione | Parametro (t: anno) | Numero di parametri |
| stat | Variante stazionaria | μ, σ, κ | 3 |
| mul | Trend lineare di μ | $\mu = a_1 + a_2 * t, \sigma, \kappa$ | 4 |
| muq | Trend quadratico di μ | $\mu = a_1 + a_2 * t + a_3 * t^2, \sigma, \kappa$ | 5 |
| sigl | Trend lineare di σ | $\mu, \sigma = b_1 + b_2 * t, \kappa$ | 4 |
| musigl | Trend lineare di μ e σ | $\mu = a_1 + a_2 * t, \sigma = b_1 + b_2 * t, \kappa$ | 5 |
| mujump | Cambiamento non continuo di μ al tempo t_0 | $\mu = a_1 + a_2 * i, \sigma, \kappa,$ $i = 0$ per $t < t_0, i = 1$ per $t \geq t_0$ | 4 |

Tabella 2: Varianti di modello dell'approccio POT. σ parametro di posizione (sigma), κ parametro di forma (kappa).

| Varianti di modello POT | | | |
|-------------------------|---|--|---------------------|
| Nome | Descrizione | Parametro (t: anno) | Numero di parametri |
| stat | Variante stazionaria | σ, κ | 2 |
| sigl | Trend lineare di σ | $\sigma = b_1 + b_2 * t, \kappa$ | 3 |
| sigjump | Cambiamento non continuo di σ al tempo t_0 | $\sigma = b_1 + b_2 * i, \kappa,$ $i = 0$ per $t < t_0, i = 1$ per $t \geq t_0$ | 3 |

La qualità delle varianti di modello viene valutata graficamente mediante un probability plot e un quantile plot (cfr. p. es. figura 7 e [guida](#) capitolo 4.3). Meglio i dati sono posizionati lungo la diagonale unitaria, più si può supporre che le ipotesi del modello siano corrette. Sulla base di uno schema della procedura si decide quale modello non stazionario utilizzare in futuro (cfr. fig. 8 al capitolo 3.3 della [guida](#)). Di seguito sono indicate le procedure con i risultati migliori.

²Il parametro di scala σ dell'approccio POT non è numericamente identico al σ dell'approccio BLOCK.

2.1 Portata di magra

2.1.1 L'approccio "Block Minimum" (BLOCK)

L'approccio "Block Minimum" (BLOCK) definisce il valore minimo all'interno di un intervallo di tempo (block: nel caso in esame un anno) come valore estremo.

L'NM7Q più piccolo del periodo di analisi è $0.76 \text{ m}^3/\text{s}$ (03.11.1995).

Per il periodo di analisi (1985-2018), in base alla statistica di devianza, appare un miglioramento significativo del modello nell'utilizzo della variante non stazionaria mujump2007. L'anno t_0 Nella valutazione delle condizioni idrologiche non appare nessun cambiamento netto nei valori, solamente durante alcuni anni dopo il 2007 vi è un momentaneo rialzo dei valori. Considerando i plot diagnostici, quelli della variante non stazionaria mostrano alcuni leggeri miglioramenti, in particolare nel settore sinistro. Tenendo quindi conto di queste osservazioni e in particolare della statistica di devianza, viene presentata la variante di modello non stazionaria mujump2007 invece di quella stazionaria.

Numero di valori utilizzati e parametri del modello stimati:

| Numero di valori n | Tempo t_0 | Parametro di posizione $\hat{\mu}$ | | Parametro di scala $\hat{\sigma}$ | Parametro di forma $\hat{\kappa}$ |
|-----------------------|-------------|------------------------------------|-------|--------------------------------------|--------------------------------------|
| | | a_1 | a_2 | | |
| 34 | 2007 | -3.36 | -0.8 | 0.78 | -0.1907 |

La qualità del modello viene valutata graficamente in base ai plot diagnostici rappresentati in figura 7.

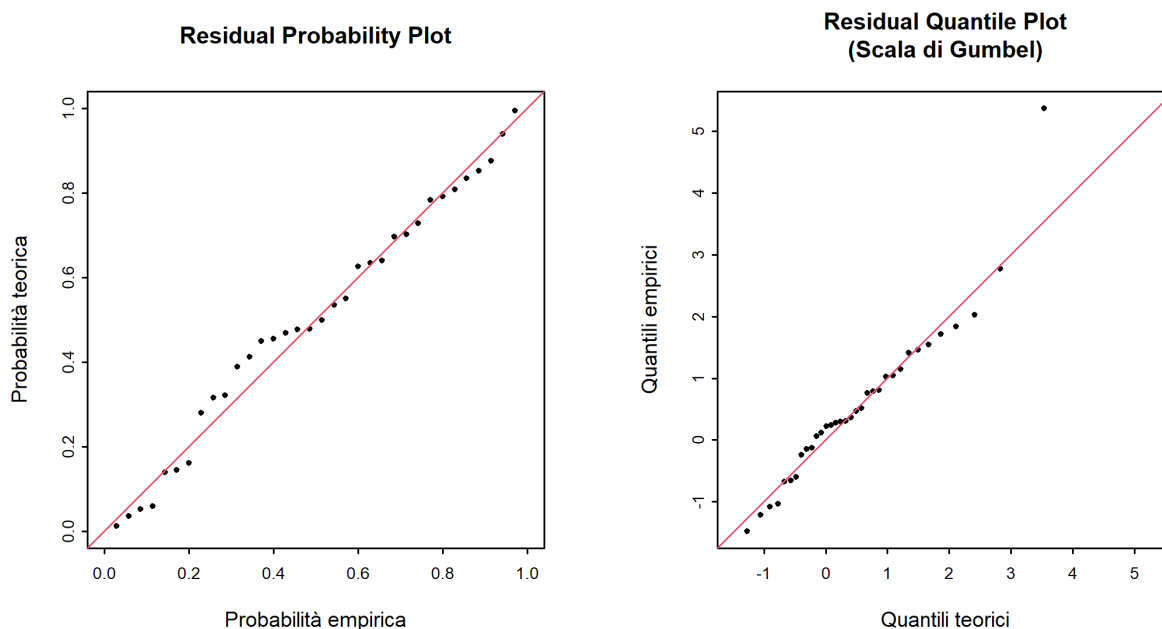


Figura 7: Plot diagnostici della variante di modello "mujump2007" dell'approccio BLOCK (01.05.1985 - 30.04.2019)

Valutazione dei plot diagnostici (figura 7):

| Criteria | Valutazione ³ | Osservazioni |
|------------------------------|--------------------------|---|
| Adattamento settore sinistro | medio-buono | - |
| Adattamento settore centrale | medio-buono | - |
| Adattamento settore destro | scarso-medio | Il valore più piccolo viene sovrastimato. |

La seguente tabella contiene le quantità di portata per diversi periodi di ritorno calcolate per l'anno più attuale (2018) e con il modello non stazionario mujump2007 dell'approccio BLOCK per il periodo di analisi 01.05.1985 - 30.04.2019 (incl. intervallo di confidenza calcolato con il metodo delta):

| NQ_T (NM7Q) | Limite di confidenza inferiore [m^3/s] | Portata [m^3/s] | Limite di confidenza superiore [m^3/s] |
|------------------|---|---------------------|---|
| NQ_2 | 3.41 | 3.88 | 4.36 |
| NQ_{10} | 2.18 | 2.74 | 3.29 |
| NQ_{30} | 1.56 | 2.22 | 2.89 |
| NQ_{100} | 0.94 | 1.78 | 2.63 |
| NQ_{300} | 0.41 | 1.46 | 2.51 |

² $\hat{\mu} = a_1 + a_2 * i, i = 0$ per $t < t_0, i = 1$ für $t \geq t_0$ (cfr. tabella 1)

³Cfr. [guida](#) capitolo 4.3

2.1.2 L'approccio "Peaks Over Threshold" (POT)

Per l'approccio "Peaks over Threshold" (POT) vengono analizzati gli M7Q dal 01.05.1985. Come valore di soglia u_{80} per la delimitazione degli eventi di magra, viene scelto il quantile 80% della curva di durata delle portate (Q_{80} risp. Q_{292}). Tutti i giorni, quando la media giornaliera della portata si trova al di sotto del valore di soglia u_{80} di $4.49 \text{ m}^3/\text{s}$, vi è una magra.

Attraverso un processo di declustering si garantisce che due eventi di magra vengano valutati come indipendenti, quando il volume in eccedenza fra i due eventi riesce ad egualizzare il volume deficitario precedente (cfr. [guida](#) capitolo 1.3).

I valori che si trovano al di sotto di un valore di soglia u più basso, valgono come eventi estremi nell'analisi dell'M7Q con l'approccio POT. Il valore di soglia u viene determinato con un processo iterativo in base a diversi criteri (cfr. allegato A.1 e [guida](#) capitolo 4.1). Nella figura 8 viene mostrato l'M7Q, i valori di soglia determinati u_{80} e u , così come gli eventi estremi definiti in base al valore di soglia u (cerchi rossi).

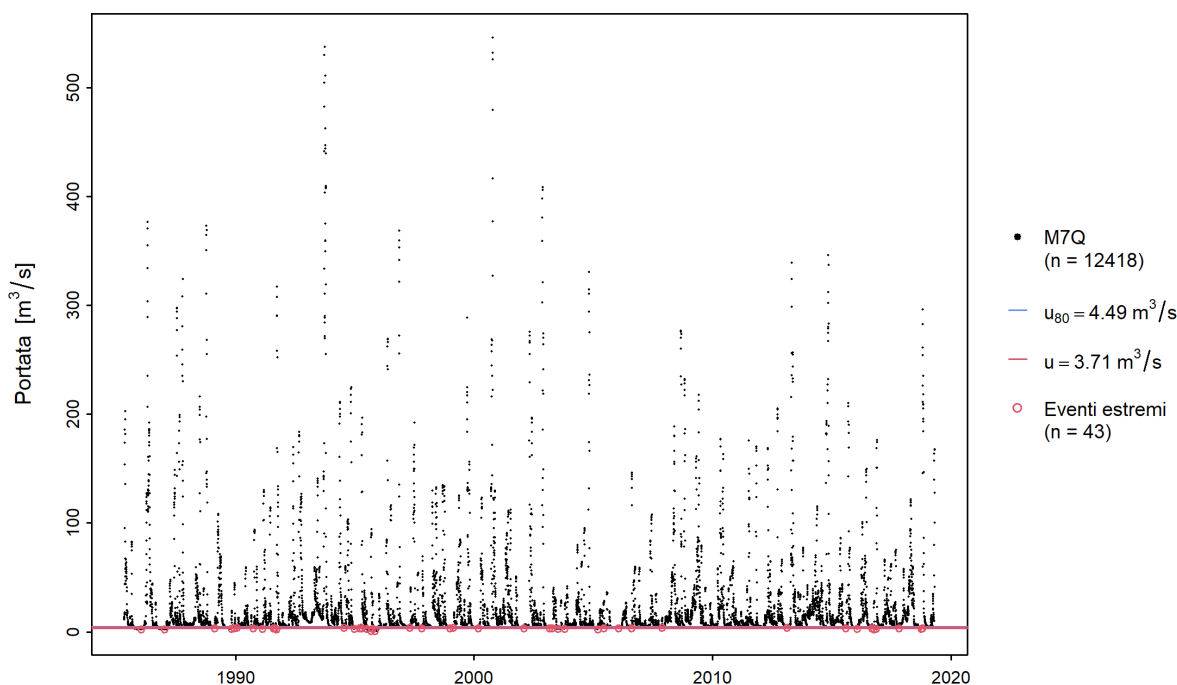


Figura 8: Scelta degli eventi estremi utilizzati per l'approccio POT

Per il periodo di analisi (1985-2018) non appare nessuna differenza significativa tra le varianti di modello stazionarie e non stazionarie. Per questo motivo vengono presentati qui i risultati del modello stazionario.

Numero di valori utilizzati e parametri del modello stimati:

| Valore di soglia u | Numero di valori n | Tasso di incidenza $\hat{\lambda}$ | Parametro di scala $\hat{\sigma}$ | Parametro di forma $\hat{\kappa}$ |
|-----------------------------|----------------------|------------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| $3.71 \text{ m}^3/\text{s}$ | 43 | 1.26 | 0.8 | -0.12 |

La qualità del modello viene valutata graficamente in base ai plot diagnostici rappresentati in figura 9.

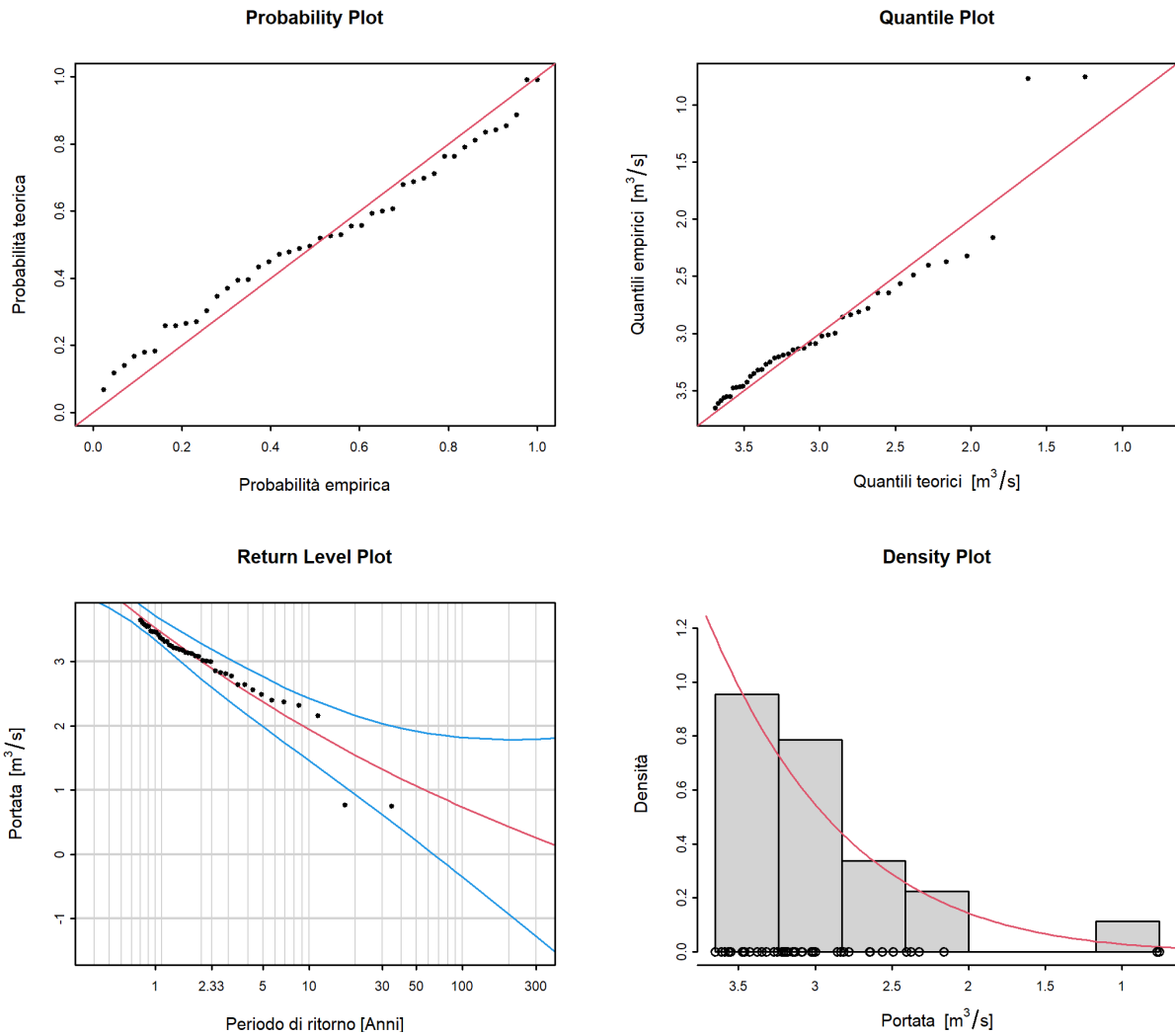


Figura 9: Plot diagnostici della variante di modello "stat" dell'approccio POT (01.05.1985 - 30.04.2019)

Valutazione dei plot diagnostici (figura 9):

| Criteria | Valutazione ⁴ | Osservazioni |
|------------------------------|--------------------------|--|
| Adattamento settore sinistro | medio-buono | - |
| Adattamento settore centrale | medio-buono | - |
| Adattamento settore destro | scarso-medio | I due valori più piccoli vengono sottostimati. |
| Intervallo di confidenza | ridotto-medio | Un valore non viene catturato dall'intervallo di confidenza. |

⁴Cfr. [guida](#) capitolo 4.3

La seguente tabella contiene le quantità di portata per diversi periodi di ritorno calcolate con il modello stazionario dell'approccio POT per il periodo di analisi 01.05.1985 - 30.04.2019 (incl. intervallo di confidenza calcolato con il metodo delta):

| NQ_T (M7Q) | Limite di confidenza inferiore [m³/s] | Portata [m³/s] | Limite di confidenza superiore [m³/s] |
|---------------------------------|---|----------------------------------|---|
| NQ ₂ | 2.69 | 3.00 | 3.32 |
| NQ ₁₀ | 1.39 | 1.94 | 2.50 |
| NQ ₃₀ | 0.52 | 1.33 | 2.13 |
| NQ ₁₀₀ | <0 | 0.73 | 1.98 |
| NQ ₃₀₀ | <0 | 0.26 | 2.01 |

2.1.3 Confronto dei risultati

Il confronto dei diversi approcci di modello mostra i seguenti fatti: Nella figura 10 e nella rispettiva tabella sono riassunti i risultati degli approcci BLOCK e POT. Vengono mostrati i risultati delle varianti di modello che si adattano al meglio ai dati. I risultati della variante stazionaria dell'approccio BLOCK per l'anno più attuale sono pubblicati sul foglio dei risultati della statistica delle magre della rispettiva stazione sulla pagina web dell'UFAM. Il confronto dei diversi approcci di modello mostra i seguenti fatti:

Differenze dei risultati dell' NQ_T calcolato dai due approcci parametrici:

I risultati della variante mujump dell'approccio BLOCK sono sempre ampiamente maggiori rispetto all'approccio POT. Per i periodi di ritorno maggiori NQ_{100} e NQ_{300} questa differenza è maggiore.

Differenze dei risultati degli intervalli di confidenza calcolati dai due approcci parametrici:

L'intervallo di confidenza dei risultati è ridotto per entrambi gli approcci per l' NQ_2 . Per l'approccio POT è particolarmente piccolo. In seguito, per periodi di ritorno maggiori, l'intervallo di confidenza aumenta di molto per entrambi gli approcci e risulta maggiore per l'approccio POT. Da notare che quando il limite inferiore dell'intervallo di confidenza è stimato al di sotto di zero, questo viene rappresentato sul grafico come zero. Questo accade per l' NQ_{100} e per l' NQ_{300} dell'approccio POT.

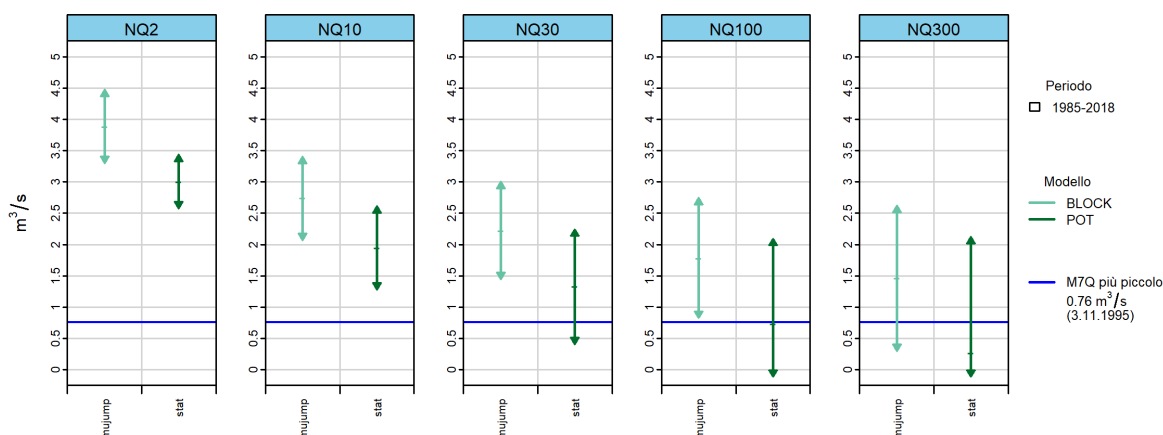


Figura 10: NQ_T [m^3/s] incl. intervallo di confidenza 95%, calcolato con la variante di modello più adatta degli approcci BLOCK e POT

La seguente tabella contiene la valutazione della qualità del modello per il periodo di analisi 1985-2018:

| Approccio | Qualità modello plot diagnostici | | | Osservazioni |
|--------------|----------------------------------|-------------|--------------|--|
| | Sinistra | Centro | Destra | |
| BLOCK mujump | medio-buono | medio-buono | scarso-medio | Il valore più piccolo viene sovrastimato. |
| POT stat | medio-buono | medio-buono | scarso-medio | I due valori più piccoli vengono sottostimati. |

2.2 Durata di magra

Tutti i giorni, quando la media giornaliera della portata si trova al di sotto del valore di soglia u_{80} (quantile 80% della curva di durata delle portate) di $4.49 \text{ m}^3/\text{s}$, vi è un evento di magra. Dopo un processo di declustering (cfr. capitolo 2.1.2 e [guida](#) capitolo 1.3) si determina la durata dei singoli eventi di magra.

Le durate di magra che superano il valore di soglia u valgono in questa analisi come eventi estremi. Il valore di soglia u viene determinato con un processo iterativo in base a diversi criteri (cfr. allegato A e [guida](#) capitolo 4.1). La figura 11 mostra la durata di magra e il valore di soglia u determinato, così come gli eventi estremi scelti in base al valore di soglia u (cerchi rossi).

L'evento di magra più lungo è durato 179 giorni nel periodo (26.09.1986 - 23.03.1987).

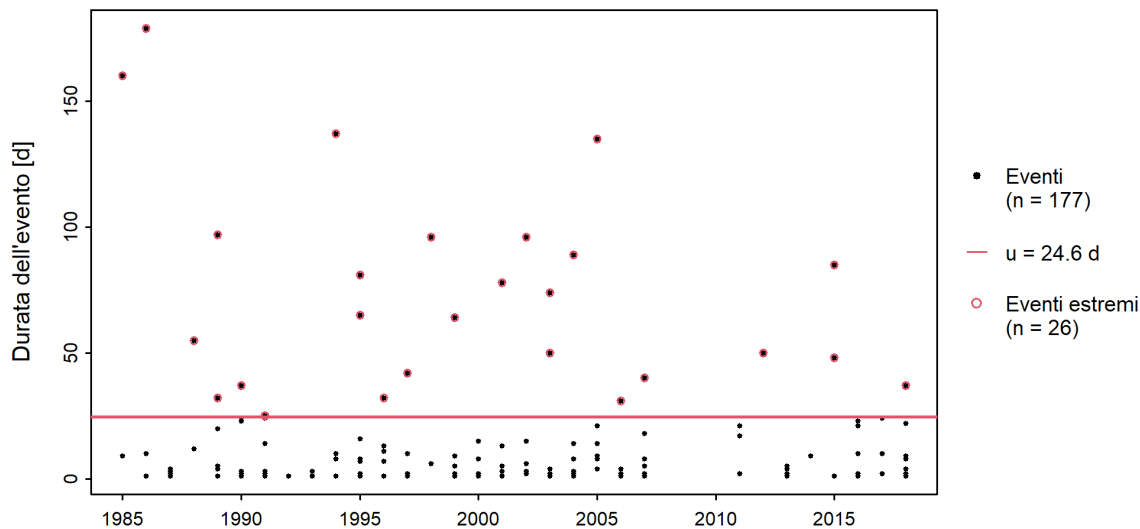


Figura 11: Scelta degli eventi estremi di durata di magra utilizzati per l'approccio POT

Per il periodo di analisi (1985-2018) non appare nessuna differenza significativa tra le varianti di modello stazionarie e non stazionarie. Per questo motivo vengono presentati qui i risultati del modello stazionario.

Numero di valori utilizzati e parametri del modello stimati:

| Valore di soglia u | Numero di valori n | Tasso di incidenza $\hat{\lambda}$ | Parametro di scala $\hat{\sigma}$ | Parametro di forma $\hat{\kappa}$ |
|----------------------|----------------------|------------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| 24.6 giorni | 26 | 0.76 | 64.44 | -0.3 |

La qualità del modello viene valutata graficamente in base ai plot diagnostici rappresentati in figura 12.

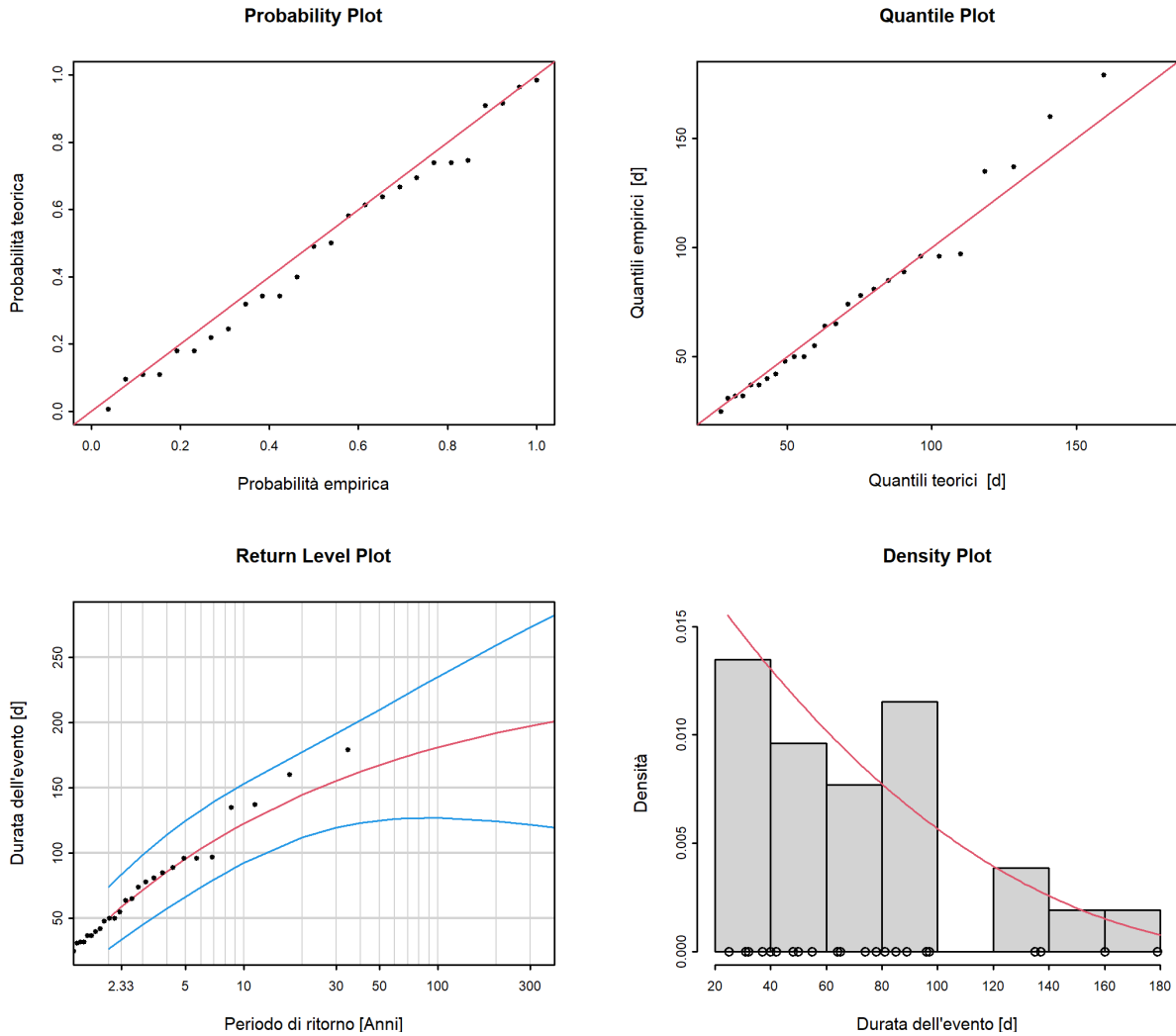


Figura 12: Plot diagnostici della variante di modello "stat" dell'approccio POT (01.05.1985 - 30.04.2019)

Valutazione dei plot diagnostici (figura 12):

| Criteria | Valutazione ⁵ | Osservazioni |
|------------------------------|--------------------------|---|
| Adattamento settore sinistro | medio-buono | - |
| Adattamento settore centrale | medio-buono | - |
| Adattamento settore destro | medio-buono | I valori più grandi vengono sottostimati. |
| Intervallo di confidenza | medio-ampio | - |

⁵Cfr. [guida](#) capitolo 4.3

La seguente tabella contiene le durate di magra per diversi periodi di ritorno calcolate con il modello stazionario dell'approccio POT per il periodo di analisi 01.05.1985 - 30.04.2019 (incl. intervallo di confidenza calcolato con il metodo delta):

| ND_T | Limite di confidenza inferiore [d] | Durata [d] | Limite di confidenza superiore [d] |
|-----------------------|---|-------------------|---|
| ND ₂ | 23 | 50 | 77 |
| ND ₁₀ | 88 | 123 | 157 |
| ND ₃₀ | 114 | 155 | 197 |
| ND ₁₀₀ | 119 | 181 | 243 |
| ND ₃₀₀ | 111 | 197 | 284 |

2.3 Volume deficitario

Tutti i giorni, quando la media giornaliera della portata si trova al di sotto del valore di soglia u_{80} (quantile 80% della curva di durata delle portate) di $4.49 \text{ m}^3/\text{s}$, vi è un evento di magra. Dopo un processo di declustering (cfr. capitolo 2.1.2 e [guida](#) capitolo 1.3) si determina il volume deficitario dei singoli eventi di magra.

I volumi deficitari che superano il valore di soglia u valgono in questa analisi come eventi estremi. Il valore di soglia u viene determinato con un processo iterativo in base a diversi criteri (cfr. allegato A e [guida](#) capitolo 4.3). La figura 11 mostra i volumi deficitari e il valore di soglia u determinato, così come gli eventi estremi scelti in base al valore di soglia u (cerchi rossi).

Per un migliore confronto dei volumi deficitari stimati delle diverse stazioni viene scelta l'unità di misura altezza di deflusso $h_A[\text{mm}]$ in analogia al metodo 121 del DWA(DVWK) (1992). Questa è definita come segue:

$$h_A[\text{mm}] = \frac{V[\text{m}^3]}{A_E[\text{km}^2] * 1000} \quad (1)$$

dove A_E è l'area del bacino idrografico e V il volume deficitario in m^3 .

L'area del bacino idrografico di questa stazione è 927 km^2 .

Il volume deficitario più grande è di 20.89 mm (26.09.1985 - 04.03.1986).

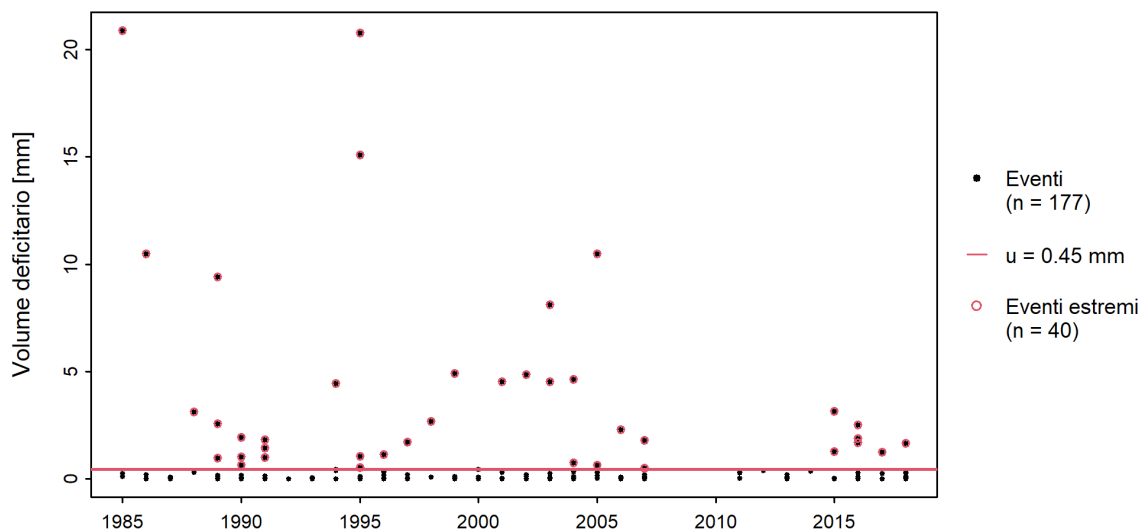


Figura 13: Scelta degli eventi estremi di volume deficitario utilizzati per l'approccio POT

Per il periodo di analisi (1985-2018) non appare nessuna differenza significativa tra le varianti di modello stazionarie e non stazionarie. Per questo motivo vengono presentati qui i risultati del modello stazionario.

Numero di valori utilizzati e parametri del modello stimati:

| Valore di soglia u | Numero di valori n | Tasso di incidenza $\hat{\lambda}$ | Parametro di scala $\hat{\sigma}$ | Parametro di forma $\hat{\kappa}$ |
|----------------------|----------------------|------------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| 0.45 mm | 40 | 1.18 | 2.23 | 0.43 |

La qualità del modello viene valutata graficamente in base ai plot diagnostici rappresentati in figura 14.

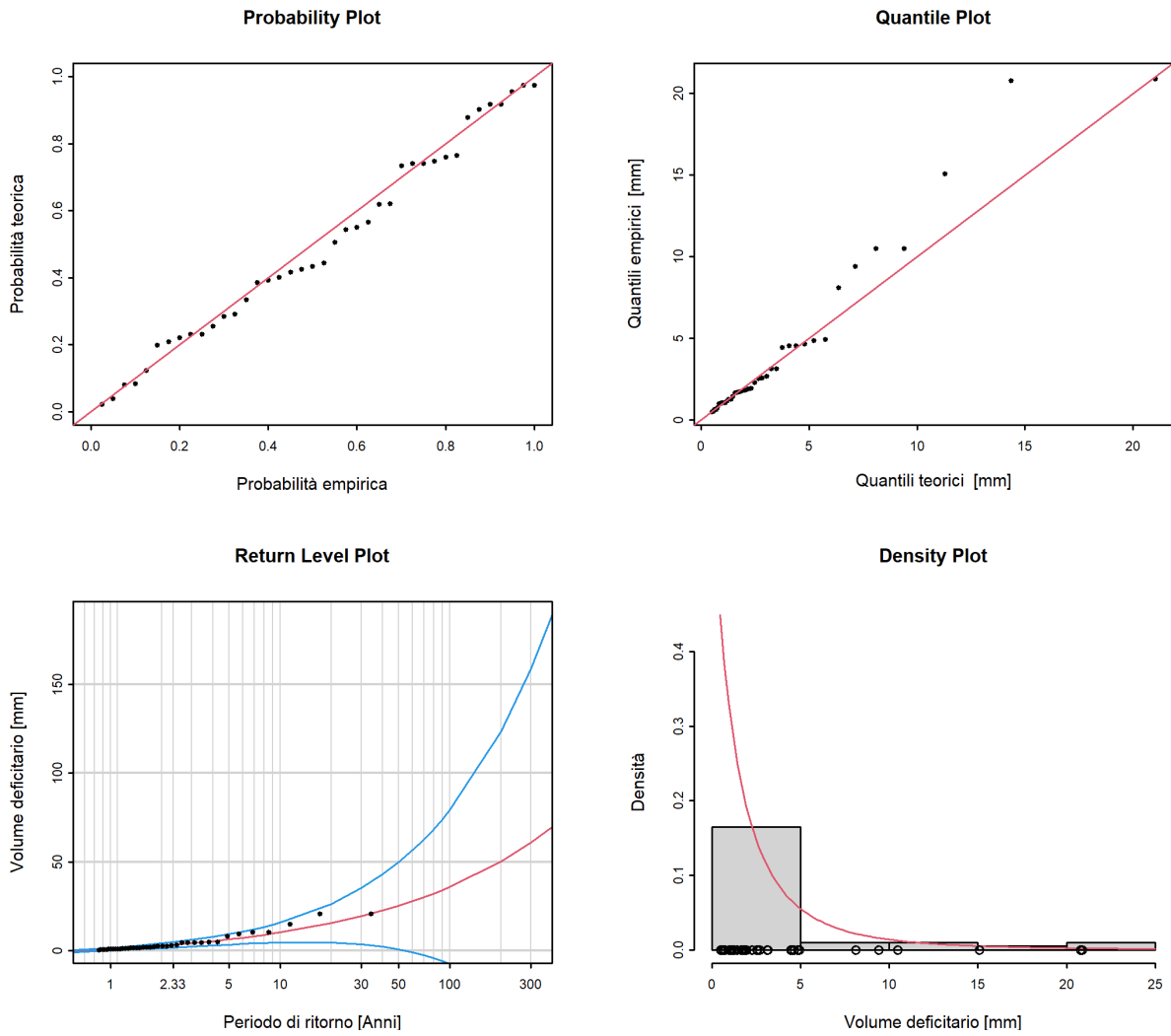


Figura 14: Plot diagnostici della variante di modello "stat" dell'approccio POT (01.05.1985 - 30.04.2019)

Valutazione dei plot diagnostici (figura 14):

| Criteria | Valutazione ⁶ | Osservazioni |
|------------------------------|--------------------------|--|
| Adattamento settore sinistro | buono | - |
| Adattamento settore centrale | scarso-medio | Alcuni valori vengono sottostimati. |
| Adattamento settore destro | scarso-medio | Un valore viene fortemente sottostimato. |
| Intervallo di confidenza | ridotto-ampio | - |

⁶Cfr. [guida](#) capitolo 4.3

La seguente tabella contiene i volumi deficitari per diversi periodi di ritorno calcolati con il modello stazionario dell'approccio POT per il periodo di analisi 01.05.1985 - 30.04.2019 (incl. intervallo di confidenza calcolato con il metodo delta):

| DV_T | Limite di confidenza inferiore [mm] | Volume deficitario [mm] | Limite di confidenza superiore [mm] |
|------------|-------------------------------------|-------------------------|-------------------------------------|
| DV_2 | 1 | 3 | 4 |
| DV_{10} | 4 | 10 | 17 |
| DV_{30} | 1 | 19 | 37 |
| DV_{100} | <0 | 36 | 85 |
| DV_{300} | <0 | 61 | 173 |

3 Bibliografia

BAFU (2023). Leitfaden zu den Stationsberichten der Niedrigwasserstatistik. BAFU, Bern.

Baumgartner, E., Boldi, M.-O., Kan, C., Schick, S. (2013). Hochwasserstatistik am BAFU - Diskussion eines neuen Methodensets. Wasser Energie Luft, Heft 2/2013. Baden.

Coles, S. (2001). An Introduction to Statistical Modeling of Extreme Values. Springer. London.

DWA (2022). DVWA-Regelwerk. Merkblatt DWA-M 541. Statistische Analyse von Niedrigwasserkenngößen.

DWA/DVWK (Hrsg.) (1983). DVWK-R 120 - Niedrigwasseranalyse. Teil 1. Statistische Untersuchung des Niedrigwasser-Abflusses. Deutscher Verband für Wasserwirtschaft und Kulturbau a.V., Hamburg/Berlin.

DWA/DVWK (Hrsg.) (1992). DVWK-R 121 - Niedrigwasseranalyse. Teil 2. Statistische Untersuchung der Unterschreitungsdauer und des Abflussdefizits. Deutscher Verband für Wasserwirtschaft und Kulturbau a.V., Hamburg/Berlin.

Hisdal, H., Tallaksen, L.M., Clausen, B., Peters, E., Gustard, A. (2004). Hydrological Drought Characteristics. Developments in Water Science 49, S. 139-198.

Allegato

A Determinazione del valore di soglia per la delimitazione dei valori estremi

Per determinare il valore di soglia u , che viene usato per delimitare i valori estremi dell'approccio POT, si procede in maniera iterativa. Vengono considerati il "mean residual life plot", il "fitrange plot", così come il numero di eventi estremi che risultano dalla scelta del valore di soglia.

A.1 Portata di magra

Il valore di soglia u determinato è $3.71 \text{ m}^3/\text{s}$. In base al mean residual life plot (cfr. figura 15), il valore di soglia era stato scelto più basso. Considerando il fitrange plot e la dimensione del campione n , u è stato però adattato. Così si è raggiunta una dimensione del campione di 43 elementi.

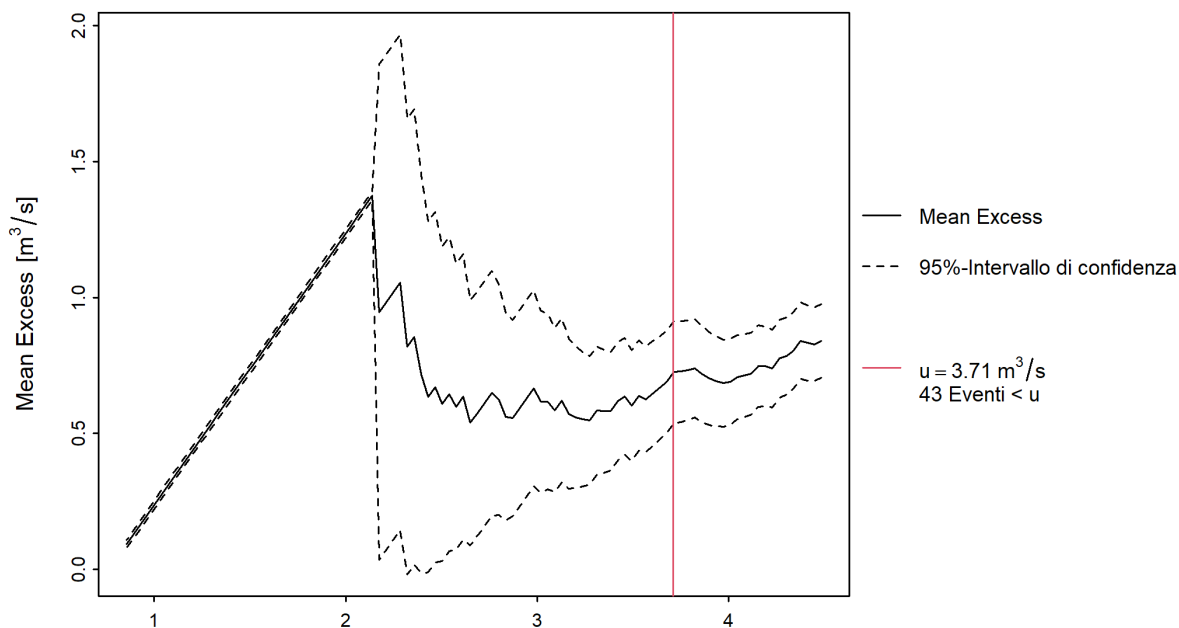


Figura 15: "mean residual life plot" per la portata di magra

A.2 Durata di magra

Il valore di soglia u determinato è 24.6 giorni. In base al mean residual life plot (cfr. figura 16), il valore di soglia era stato scelto più basso. Considerando il fitrange plot, u è stato però adattato. Così si è raggiunta una dimensione del campione di 26 elementi.

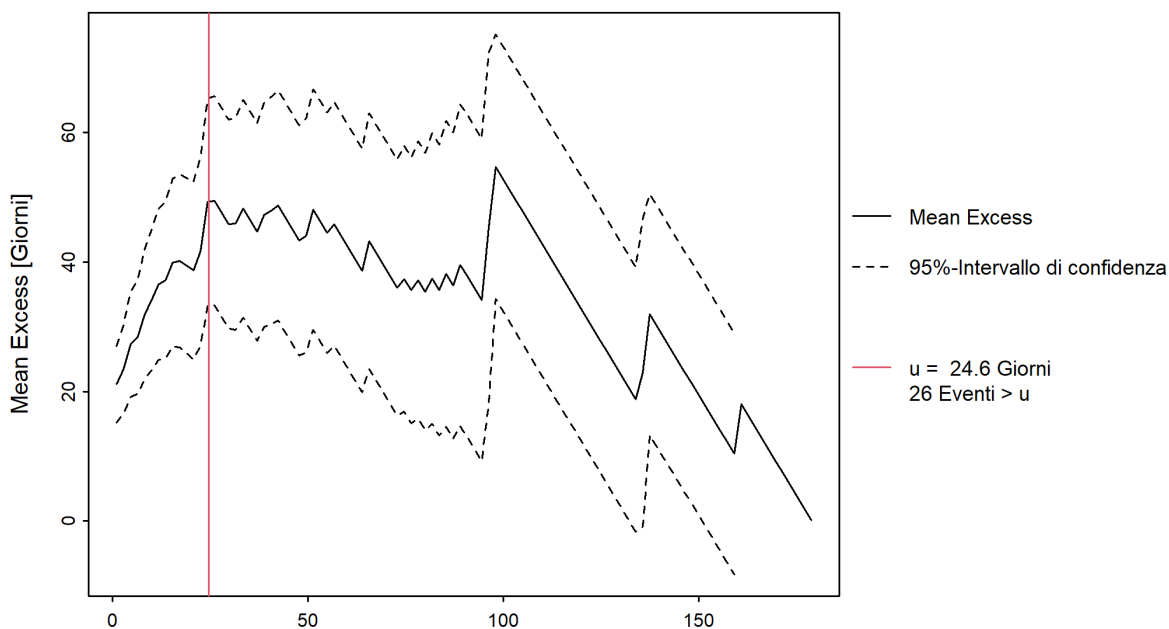


Figura 16: "mean residual life plot" per la durata di magra

A.3 Volume deficitario

Il valore di soglia u determinato è 0.45 mm. In base al mean residual life plot (cfr. figura 17), il valore di soglia era stato scelto più alto. Considerando il fitrange plot e la dimensione del campione n , u è stato però adattato. Così si è raggiunta una dimensione del campione di 40 elementi.

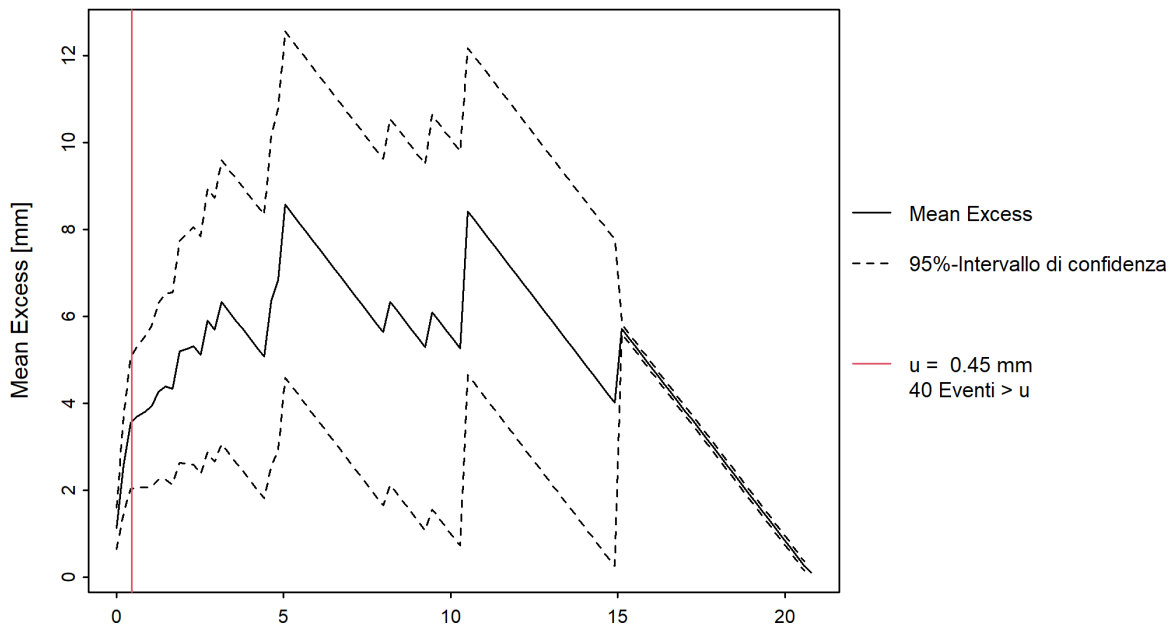


Figura 17: "mean residual life plot" per il volume deficitario

B Glossario

| | |
|--|--|
| DV (Volume deficitario) | La differenza fra la portata di un giorno di magra e il valore di soglia u_{80} viene definita deficit di portata. La somma di tutti i deficit di portata durante una durata di magra formano il volume deficitario. Per un migliore confronto dei volumi deficitari stimati delle diverse stazioni viene scelta l'unità di misura altezza di deflusso $h_A[mm]$. |
| DV_T | Volume deficitario DV_T determinato mediante una funzione di ripartizione per un determinato periodo di ritorno T. Il DV_T è un valore stimato che può situarsi al di sopra o al di sotto del valore reale del volume deficitario con un periodo di ritorno statistico pari a T anni. I DV_T calcolati mediante le procedure parametriche valgono per l'intero periodo (caso stazionario) risp. per l'anno di riferimento del rapporto (caso non stazionario). |
| Funzione di ripartizione | Descrive la popolazione statistica delle portate di magra (risp. durata di magra / volume deficitario) in un bacino idrografico. La funzione di ripartizione indica le probabilità che una portata di magra NQ (risp. durata di magra ND / volume deficitario VD) venga raggiunta o meno in un anno. |
| Ripartizione empirica della frequenza | Può essere determinata a partire dal campione scelto. |
| Ripartizione teorica della probabilità | A partire dal campione scelto si riferisce alla popolazione statistica. Vi sono molteplici funzioni di ripartizione teoriche che soddisfano i presupposti per l'utilizzo nella statistica delle magre, ma nessuna che garantisca i risultati migliori per tutti i campioni. |
| Giorno di magra | Un giorno quando la portata scende al di sotto del valore di soglia u_{80} , è un giorno di magra. |
| Intervallo di confidenza | Gli intervalli di confidenza descrivono l'incertezza dell'output di un modello statistico. Considerano i difetti del modello stesso, ma non altre incertezze (ad es. errori nella misurazione). |
| M7Q | Valori medi della portata su sette giorni. |
| Metodo della massima verosimiglianza | Denominazione di una procedura che stima i parametri di una funzione di ripartizione a partire dalle informazioni relative a un campione. |
| Metodo delta | L'UFAM utilizza il metodo delta per calcolare gli intervalli di confidenza nei return level plot. Il metodo si basa su uno sviluppo di Taylor della funzione NQ_T (risp. ND_T / DV_T) e su una distribuzione asintotica normale (per dettagli tecnici cfr. Coles 2001, pag. 33). |
| ND (Durata di magra) | La durata di magra viene definita in base ai periodi di magra come segue: con il metodo "pooling together" vengono identificati i periodi di magra dipendenti e vengono uniti. Inoltre, i volumi deficitari e in eccedenza vengono considerati. Se il volume in eccedenza tra due periodi di magra non riesce a compensare i volumi deficitari di questi periodi di magra, allora i due periodi di magra vengono identificati come eventi dipendenti e vengono uniti in un'unica durata di magra (per dettagli sul metodo "pooling together" cfr. guida capitolo 1.3). |

| | |
|----------------------------------|--|
| ND _T | Durata di magra ND _T determinata mediante una funzione di ripartizione per un determinato periodo di ritorno T. L'ND _T è un valore stimato che può situarsi al di sopra o al di sotto del valore reale della durata di magra con un periodo di ritorno statistico pari a T anni. Gli ND _T calcolati mediante le procedure parametriche valgono per l'intero periodo (caso stazionario) risp. per l'anno di riferimento del rapporto (caso non stazionario). |
| NM7Q | La grandezza NM7Q dà la portata media più piccola su 7 giorni consecutivi all'interno dell'anno di magra. Come data viene indicato il quarto giorno dei giorni considerati (es. NM7Q dal 1° maggio = media dal 28 aprile - 4 maggio). |
| Non stazionarietà | I modelli non stazionari vengono utilizzati per descrivere un andamento delle portate soggetto a variazioni nel tempo. Tali cambiamenti possono essere ricondotti alla sostituzione di strumenti o metodi di misurazione, al dislocamento della stazione, a cambiamenti nel corso d'acqua o a influssi antropogeni. Nel caso di questi ultimi, solitamente i cambiamenti non possono essere attribuiti a un singolo intervento, ma sono costituiti dalla sovrapposizione di diverse misure attinenti all'economia delle acque. Se si ipotizza che i dati subiscano variazioni nel tempo, i parametri della funzione di ripartizione corrispondente vengono modellizzati in funzione del tempo. Ciò comporta un cambiamento nel tempo anche degli NQ _T (risp. ND _T / DV _T) calcolati. |
| NQ _T | Portata di magra NQ _T determinata mediante una funzione di ripartizione per un determinato periodo di ritorno T. L'NQ _T è un valore stimato che può situarsi al di sopra o al di sotto del valore reale della portata di magra con un periodo di ritorno statistico pari a T anni. Gli NQ _T calcolati mediante le procedure parametriche valgono per l'intero periodo (caso stazionario) risp. per l'anno di riferimento del rapporto (caso non stazionario). |
| Parametro di ripartizione | |
| κ Parametro di forma (kappa) | Il parametro di forma κ è direttamente correlato alla cosiddetta "heaviness of tail" della distribuzione. Con "tail" si intende il settore che presenta outlier verso l'alto (risp. per gli M7Q il settore con outlier verso il basso). Se κ è elevato, si suppone che questi outlier siano molti. Se invece i valori di κ sono negativi, si suppone che per i valori estremi esista un limite massimo (risp. per M7Q un limite minimo). |
| μ Parametro di posizione (mu) | Nell'approccio BLOCK descrive la posizione media degli elementi del campione (qui: NM7Q) in riferimento alla scala di misurazione (qui: m ³ /s o l/s). |
| σ Parametro di scala (sigma) | Grandezza per la varianza di una funzione di ripartizione. |
| λ Tasso di incidenza (lambda) | Nell'approccio POT il tasso di incidenza λ corrisponde al numero medio di superamenti al di sotto del valore di soglia u (risp. superamenti al di sopra per M7Q) in un intervallo di tempo pari a un anno. |
| Periodo di analisi | Periodo temporale limitato all'origine di un campione delle portate di magra considerato rappresentativo per la popolazione statistica. Si parte dal presupposto che il campione rispecchia il più possibile le caratteristiche della popolazione statistica. |
| Periodo di magra | Il periodo di magra è il periodo che inizia il giorno in cui la portata scende al di sotto del valore di soglia u ₈₀ , e che dura fino al giorno prima che il valore di soglia u ₈₀ viene nuovamente superato. |

| | |
|--|--|
| Probability Plot (P-P-Plot) | Strumento grafico esplorativo nel quale le funzioni di ripartizione di due variabili statistiche vengono riportate una di fronte all'altra per compararne le distribuzioni. Qui: somma delle frequenze empiriche vs. funzione di ripartizione cumulata teorica. Meglio i dati sono posizionati lungo la diagonale unitaria, più si può supporre che le ipotesi del modello siano corrette (contiene le stesse informazioni del Q-Q plot, raffigurate su una scala diversa). |
| Procedure parametriche | Un obiettivo fondamentale della statistica è ricavare, mediante i dati relativi a un campione, informazioni non ancora note sulla popolazione statistica. A tal fine si prestano ad esempio procedure parametriche che suppongono che la popolazione statistica abbia una determinata distribuzione delle probabilità, la quale viene determinata in modo univoco attraverso uno o più parametri. Entrambe le procedure considerate si basano sulla distribuzione generale degli estremi (BLOCK), rispettivamente sulla distribuzione generale di Pareto (POT), in quanto queste distribuzioni sono quelle che riflettono meglio la natura dei dati (Block Minimum risp. dati a partire da un determinato valore soglia) (cfr. Coles 2001). |
| "Block-Minimum" (BLOCK) | L'approccio "Block Minimum" (BLOCK) definisce il valore minimo di portata all'interno di un intervallo di tempo (block, nel caso in esame un anno) come valore estremo (cfr. guida capitolo 3.1 o Coles 2001, capitolo 3.1). |
| Peaks-Over-Threshold (POT) | Nell'approccio "Peaks-Over-Threshold" i valori sono considerati eventi estremi se superano un valore di soglia u_{80} (nel caso di M7Q se scendono al di sotto di un valore u_{80}). Il trattamento dei dati avviene al netto dei cluster (cfr. guida capitolo 3.2, o Coles 2001, capitolo 4.2). |
| Qualità, anche capacità di adattamento o adattamento | Misura della differenza tra un modello statistico (valori teorici) e una serie di osservazioni o misurazioni (dati empirici). |
| Quantile Plot (Q-Q-Plot) | Strumento grafico esplorativo nel quale i quantili di due variabili statistiche vengono riportati uno di fronte all'altro per compararne le distribuzioni. Qui: valori di portata osservati (risp. durata di magra / volume deficitario) vs. dati relativi alle portate calcolati per mezzo di un modello. Se i quantili empirici e teorici corrispondono approssimativamente, nel grafico i valori si trovano vicino alle diagonali (contiene le stesse informazioni del P-P plot, rappresentate su una scala diversa). N.B.: i quantili teorici vengono calcolati a partire dalla funzione inversa della funzione di ripartizione. Per un raffronto ottico diretto con il probability plot corrispondente, gli assi del quantile plot sono pertanto invertiti. |
| Stazionarietà | Se presso una stazione di misurazione si osserva che l'andamento delle portate durante il periodo di analisi non subisce variazioni di rilievo, si raccomanda di utilizzare un modello stazionario. Nel caso stazionario, si suppone che tutti i parametri della funzione di ripartizione rimangano costanti durante l'intero periodo di analisi. |
| Statistica della devianza | La statistica della devianza consente di studiare la capacità di adattamento di un modello a un determinato set di dati. |