

## RELAZIONI TRA VARIAZIONI CLIMATICHE, RISORSE IDRICHE E PRODUZIONI IN CAPITANATA NELL'ULTIMO DECENNIO

M. Rinaldi<sup>1</sup>, P. Soldo<sup>2</sup>, G. Tucci<sup>2</sup>, G. Rana<sup>1</sup>

(1) *Istituto Sperimentale Agronomico – Bari* [michele\\_rinaldi@libero.it](mailto:michele_rinaldi@libero.it)

(2) *Cons. per la Bonifica della Capitanata di Foggia, C.so Roma, 2 71100 Foggia* [p.soldo@isnet.it](mailto:p.soldo@isnet.it)

### Riassunto

La situazione delle riserve idriche in Puglia è ormai un'emergenza reale. Nel presente lavoro viene analizzato l'andamento temporale di pioggia e temperatura in Capitanata negli ultimi 40 anni. Tale andamento è correlato alle riserve idriche dell'invaso di Occhito, il più importante del comprensorio in oggetto, alle superfici irrigue e alle produzioni agricole della zona. L'analisi delle variabili climatiche è stata preceduta da un controllo di qualità dei dati, secondo le metodologie standard suggerite dall'WMO. La temperatura (la minima in particolare) ha mostrato un aumento di circa 1 °C negli ultimi 40 anni, con incrementi maggiori negli ultimi 20. Per la pioggia si è calcolata una riduzione media di circa 4 mm per anno. L'entità dell'acqua invasata nella diga di Occhito è stata variabile nel corso degli anni, particolarmente carente nei periodi 1988-1990 e 2000-2001. Andamento climatico e diminuzione delle riserve idriche sono state accompagnate da variazioni delle produzioni agricole, sia in termini di specie coltivate, che di superfici investite. In particolare, si è notata una riduzione delle superfici a pomodoro da industria (da 32 a 26 mila ettari negli ultimi 3 anni). Per quanto riguarda le colture ortive, queste hanno presentato una certa costanza nelle superfici investite, anche per la disponibilità di altre fonti di approvvigionamento idrico.

### Abstract

*The critical situation of the available water reserves in Apulia region (Italia) has become by now a real emergency. In the present work the behaviour of rain and temperature in Capitanata Plain in the last 40 years is analyzed. The climatic course was correlated to the water reserves of Occhito's dam, the main water storage in this district, and to irrigated crops and to agricultural products. The analysis of the climatic parameters above mentioned was preceded by a control of quality of the historical series, according to the standard methodologies suggested by the WMO. The temperature (in particular, the minimum one) showed an increasing of around 1 °C in the last 50 years, with a greater increase in the last 20*

*years. For the rainfall, an average reduction was calculated of around 4 mm for year.*

*The water level in the Occhito's dam was variable during the years, with situations of serious lack in the periods 1988-1990 and 2000-2001.*

*Climatic course and diminution of the water reserves were accompanied by modifications of the agricultural productions, either in terms of cultivated crops or of cropped area. Particularly, a reduction of the area (from 32 to 26 thousand hectares in the last 3 years) of processing tomato was noticed. About the horticultural crops, they maintained a certain constancy in the cropped area, also for the availability of other water sources.*

## **Introduzione**

La Capitanata è la zona agricola più importante della Puglia, con circa 400.000 ha di territorio pianeggiante, e una delle più importanti dell'intero Sud d'Italia per cui la disponibilità d'acqua per l'agricoltura è un fattore determinante per l'economia di un'importante fetta di popolazione.

La situazione altamente critica delle riserve idriche disponibili per la corrente stagione irrigua in Puglia è ormai un fatto incontrovertibile. Gli invasi sono a livelli allarmanti e rispecchiano una situazione generale, comune all'area del Mediterraneo, sottoposta a clima semi-arido. Le relazioni tra ciclo idrologico e clima hanno profonde ripercussioni sull'economia e la società (Hamdy e Lacirignola, 1999) e vanno dunque esaminate in dettaglio per meglio comprendere il fenomeno e stabilire le linee di condotta per il futuro (IPCC, 1996).

In questo lavoro si analizzeranno gli andamenti climatici in Capitanata negli ultimi anni, con particolare riferimento alla temperatura dell'aria (T) e alla precipitazione (P), grandezze chiave per l'agricoltura produttiva. Tali andamenti saranno correlati alle riserve idriche dell'invaso di Occhito, il più importante del comprensorio in oggetto (gestito dal Consorzio per la Bonifica della Capitanata di Foggia), alle superfici irrigue e alle produzioni agricole della zona. Il tutto sarà affrontato nel quadro della problematica relativa all'aumento della temperatura e alla diversa distribuzione annuale delle piogge, conseguenza del "Climate Change" globale (Brunetti et al., 2000; Folland et al., 1990).

## **Materiali e metodi**

In figura 1 è riportato il Comprensorio del Consorzio per la Bonifica della Capitanata (CBC), con l'indicazione dell'ubicazione delle stazioni agrometeorologiche di cui si analizzano in dettaglio gli andamenti di temperatura dell'aria e precipitazione. Tali stazioni, scelte per la loro ubicazione rispetto all'invaso di Occhito, di cui si analizzerà il livello, sono qui di seguito dettagliate:

1. Stazione agrometeorologica meccanica di Foggia, dell'azienda sperimentale dell'Istituto Sperimentale Agronomico di Bari, gli strumenti di misura sono un termografo bimetallico SIAP e un pluviografo a vaschette basculanti SIAP. L'affidabilità dei dati è confermata dal confronto effettuato nel periodo 1995-2000 tra le misure meccaniche e le misure realizzate con strumenti automatici (termoresistenza al platino PT100 in schermo aspirato per la temperatura, pluviometro a vaschette oscillanti ARG100, collegati ad un sistema d'acquisizione dati automatico Campbell CR7X). I dati presi in considerazione sono medie (per T) e somme (per P) a livello mensile, nel periodo 1951-2001
2. Stazione agrometeorologica meccanica di Foggia, dell'Istituto Sperimentale per la Cerealicoltura, per la sola pioggia, misurata con la stessa tipologia di pluviografo, nel periodo 1955-1994
3. Stazione agrometeorologica d'Apricena, gestita dal CBC: in questo caso la T è stata misurata con un sensore della ditta C.S.I.A tipo LM35Z, con campo di misura  $-40 +60^{\circ}\text{C}$  e precisione  $0.3^{\circ}\text{C}$  alimentato a 12V, mentre la pioggia con un sensore automatico Campbell a lettura minima 0.2 mm, acquisiti in automatico da un sistema elettronico. I dati sono relativi al periodo 1989-2001
4. Stazione agrometeorologica di Lucera, gestita dal CBC e con le stesse caratteristiche delle due precedenti
5. Stazione agrometeorologica di Trinitapoli, gestita dal CBC e con le stesse caratteristiche delle precedenti.
6. Stazione pluviometrica di Occhito, gestita dal CBFC, dotata di un pluviometro meccanico SIAP. I dati sono relativi al periodo 1960-1999.

Dapprima si analizzeranno i dati relativi alla stazione di Foggia, la più completa, poi, dopo un opportuno studio comparativo, i risultati ottenuti si generalizzeranno all'intero comprensorio della Capitanata.

L'invaso d'Occhito, realizzato sul fiume Fortore, ha una capacità totale d'accumulo di 333 milioni di mc, di cui 250 milioni utili e fa parte del complesso degli impianti per l'irrigazione di un comprensorio irriguo di 143 mila ettari ricadenti nel perimetro del Consorzio per la Bonifica della Capitanata. I dati del livello medio annuale dell'invaso d'Occhito sono relativi al periodo 1983-2001.

Le informazioni statistiche relative alle superfici irrigue coltivate e alle produzioni d'alcune colture per il periodo 1991-2001, ci sono state fornite dalla Regione Puglia (Assessorato all'Agricoltura e Foreste, Uff. Analisi Economico-Statistiche in Campo Agro-alimentare).

Tutti i dati climatici analizzati in questo lavoro sono stati sottoposti ad un controllo qualità, così come indicato da SIAN (1990), dal WMO (1981; 1983a; 1983b; 1983c) e da Fritschen and Gay (1979).

## **Risultati**

### *Temperatura*

In figura 2 sono riportati i valori medi annuali della temperatura minima dell'aria di Foggia nel corso di 51 anni, dal 1951 al 2001, sotto forma di anomalie (differenza tra il valore medio nel periodo considerato e valore dell'anno). Dalla figura è evidente l'incremento di temperatura minima avvenuto nel corso degli ultimi 50 anni, più evidente nel periodo 1980-2000, in cui l'aumento è di circa 1 °C. Tale andamento è piuttosto consolidato (coefficiente di correlazione lineare  $r=0.481$ ) e in linea con i risultati ottenuti da Maugieri e Nanni (1998) in alcuni siti dell'intera penisola.

Una prima scorsa allo sviluppo temporale di questi valori farebbe presagire un andamento ciclico della temperatura, con ciclicità più evidente per serie di dati affetti da variabilità inferiore, come per esempio quelli medi mensili di temperatura.

In figura 3 sono riportati i dati medi mensili del mese di luglio della temperatura minima di Foggia per lo stesso periodo: si notano minimi e massimi all'interno di un ciclo che parrebbe avere una durata di circa 10 anni. Il pensiero corre subito al ciclo solare, in cui si registra un andamento ciclico del numero di macchie solari di durata all'incirca di undici anni. L'aumento di macchie solari è collegabile ad un aumento dell'attività solare, e tale iperattività è stata invocata da molti autori quale responsabile dell'apparente ciclicità della temperatura misurata al suolo (tra i tanti: Wilson, 1998; Benner, 1999) anche nel caso dell'Italia (Brunetti et al., comunicazione personale). Nel nostro caso, un confronto tra numero di macchie solari e temperatura minima del mese di Luglio (figura 3), porterebbe a conclusioni opposte, visto che ad un aumento dell'attività solare sembrerebbe corrispondere una diminuzione della temperatura. Conclusioni contraddittorie analoghe alle nostre sono state raggiunte anche da molti ricercatori (tra i tanti: Friis-Christensen and Lassen, 1991; Tol, 1994), per cui la correlazione tra ciclo solare undecennale e temperatura dell'aria ci sembra al momento difficile da sostenere.

Il confronto tra temperature minime del mese di gennaio misurate a Foggia e valori ottenuti nelle stazioni 3, 4 e 5 è mostrato in figura 4. Dalla figura è evidente che gli andamenti sono sostanzialmente simili anche se con valori

assoluti abbastanza diversi, ad indicare un territorio notevolmente disomogeneo dal punto di vista climatico.

### ***Pioggia***

In figura 5 sono riportati i valori annuali di pioggia per Foggia, dal 1951 al 2001, sotto forma di anomalie (differenza tra il valore medio nel periodo considerato e valore dell'anno). Anche nel caso delle precipitazioni è evidente un decremento di circa 200 mm avvenuto nel corso degli scorsi 50 anni, più evidente negli ultimi 20. La diminuzione risulta piuttosto evidente ( $r=0.438$ ) e conferma il trend negativo nei mesi estivi per il Centro-Sud d'Italia riportato da Buffoni et al. (1999).

L'andamento dei dati pluviometrici della stazione 1 è assolutamente conforme a quello della stazione 2, distante pochi chilometri dalla precedente (figura 6). Tale trend è confermato anche dalle misure pluviometriche effettuate in prossimità della diga di Occhito (Stazione 6), infatti anche in questo sito c'è una tendenza consolidata alla diminuzione di circa 4 mm all'anno ( $r=0.328$ ), pur rimanendo alquanto diversi i valori assoluti (nel periodo 1960-1999: Foggia 18997 mm, Occhito 16192 mm).

### ***Conseguenze sul livello dell'invaso di Occhito e sulle produzioni***

La relazione tra andamento pluviometrico annuale e riserve idriche della Capitanata è abbastanza evidente, come mostrato in figura 7, in cui sono riportate le piogge annuali di Foggia e di Occhito ed il livello (in m<sup>3</sup> d'acqua mediamente presenti nell'invaso durante l'anno solare).

D'altra parte le superfici investite a colture irrigue d'alto reddito sono strettamente connesse alle riserve idriche a disposizione per l'irrigazione. Per analizzare questa relazione, invero piuttosto complessa, abbiamo considerato dapprima la superficie coltivata e le produzioni del pomodoro da industria, uno dei prodotti di punta fondamentali per l'economia del foggiano. In figura 8, infatti, è riportato l'andamento, nel tempo, del contenuto medio di acqua nell'invaso di Occhito e la superficie coltivata a pomodoro, che mostra un sostanziale sincronismo tra le due variabili. Tale relazione si perde quando si vanno ad esaminare le produzioni di pomodoro (figura 9) e ciò è dovuto al fatto che nella produzione finale di pomodoro entrano in gioco vari fattori: in primo luogo quello meteorologico locale (alte o basse temperature, vento caldo, umidità, grandine), poi quello fitosanitario (batteriosi, peronospora, scottatura dei frutti, virosi) e, infine, quello legato a problemi durante le fasi di raccolta e di commercializzazione.

La relazione tra livello dell'invaso e aree irrigue coltivate è ancor più evidente qualora si consideri l'intera superficie investita a ortaggi (figura 10). Questo dipende dal fatto che per il pomodoro la decisione riguardo la

superficie da coltivare dev'essere presa tra novembre e dicembre, periodo di semina dei cereali, momento in cui il livello dell'invaso non consente una previsione di disponibilità a 6-9 mesi. Nel caso delle colture orticole, invece, la brevità del ciclo colturale consente ordinamenti colturali più dinamici e, pertanto, le decisioni possono essere prese con una certa tempestività, non appena si ha la sicurezza sulla disponibilità o meno dell'acqua.

## **Conclusioni**

In questo lavoro è stata accertata la relazione tra andamento climatico e riserve idriche della Capitanata, il cui livello ha ripercussioni dirette sulle produzioni agricole (specie coltivate, superfici investite, aspetti quali-quantitativi della produzione).

D'altra parte la presenza in Capitanata di numerosi pozzi a falda freatica - se ne stimano, tra regolarmente denunciati (fonte Ufficio Genio Civile FG) e non, circa 45.000 - e la conseguente realizzazione d'invasi di varia capacità (da 500 a 20.000 m<sup>3</sup>), per sopperire alla ridotta e spesso incostante portata di tali pozzi, fanno sì che una consistente quota di superficie coltivata a pomodoro sia indipendente dall'erogazione di acqua da parte del Consorzio. Al contrario, negli anni in cui l'erogazione è stata garantita, gli agricoltori hanno incrementato le superfici a pomodoro nei loro ordinamenti colturali, fino ad arrivare per l'intera provincia di Foggia a 32 mila ettari (1999). Resta, comunque, evidente il calo delle superfici investite a pomodoro in Capitanata negli ultimi anni, proprio per la minore disponibilità di acqua, sia negli invasi che nel sottosuolo, per le ridotte precipitazioni e per l'accresciuta domanda evaporativa dell'ambiente legata alle modificazioni climatiche. In conclusione l'aumento della temperatura e la diminuzione delle precipitazioni devono spingere ad un 'uso sempre più razionale delle risorse idriche.

## **Bibliografia**

- Benner, C.T., 1999. Central England temperature: long term variability and teleconnections. *Int. J. Climatol.*, 19, 391-403.
- Brunetti, M., Maugeri, M., Nanni, T., 2000. Variations of temperature and precipitation in Italy from 1866 to 1995. *Theor. Appl. Climatol.*, 65, 165-174.
- Buffoni, L., Maugeri, M., Nanni, T., 1999. Precipitation in Italy from 1833 to 1996. *Theor. Appl. Climatol.*, 63, 33-40.
- Folland, C.K., Karl, T.R., Vinnikov, K.Y., 1990. Observed climate variations and change. In: Houghton J.K., Jenkins G.J., Ephraim J.J. (eds.) *Climate Change: the IPCC scientific assessment*. Cambridge University press, 135-170.

- Friis-Christensen, E. and K. Lassen 1991. Length of the solar cycle, an indication of solar activity closely associated with climate. *Science* **254**, 698-700.
- Fritschen, L.J., Gay, L.W., 1979. Environmental instrumentation. Springer-Verlag, NY, pp 215.
- Hamdy, A., Lacirignola, C., 1999. Mediterranean water resources: major challenges towards the 21<sup>st</sup> century. CIHEAM-IAM Bari, Italy, March 1999, 570 pp.
- IPCC, 1996. Climate change. The IPCC second assessment report. Houghton J.T., Meira Filho L.G., Callander B.A., Harris N., Kattemberg A., Maskell K., (eds.). N.Y.: Cambridge University press, 572 pp.
- Maugieri, M., Nanni, T., 1998. Surface air temperature variations in Italy: recent trends and an update to 1993. *Theor. Appl. Climat.*, **61**, 191-196.
- SIAN (Sistema Informativo Agricolo Nazionale), 1990. Analisi climatologica e progettazione della rete agrometeorologica nazionale. Ministero dell'Agricoltura e delle Foreste, Direzione Generale della Produzione Agricola, aprile 1990.
- Tol, R.S.J. 1994. Greenhouse statistics - time series analysis. *Theor. and Appl. Climatol.*, **49**, 91-102.
- Wilson, R.M., 1998. Evidence of solar-cycle forcing and secular variation in the Armagh observatory temperature record (1844-1992). *J. Geophys. Res.*, **103**(1), 159-171.
- WMO, 1981. Guide to agricultural meteorological practices, no. 134. Geneva, Switzerland.
- WMO, 1983a. Document no. 8. Guide to meteorological instruments and methods of observation. Secretariat of World Meteorological Practices, Geneva, Switzerland.
- WMO, 1983b. Document no. 49. Technical regulation Volume I, General meteorological standards and recommended practices. Secretariat of World Meteorological Organisation, Geneva, Switzerland.
- WMO, 1983c. Document no. 100, Guide to climatological practices. Secretariat of World Meteorological Practices, Geneva, Switzerland.

Figura 1. Cartina della Capitanata con ubicazione delle stazioni (1=Foggia Istituto Sperimentale Agronomico; 2=Foggia Istituto Sperimentale per la Cerealicoltura; 3=Apricena; 4=Lucera; 5=Trinitapoli; 6=Occhito).

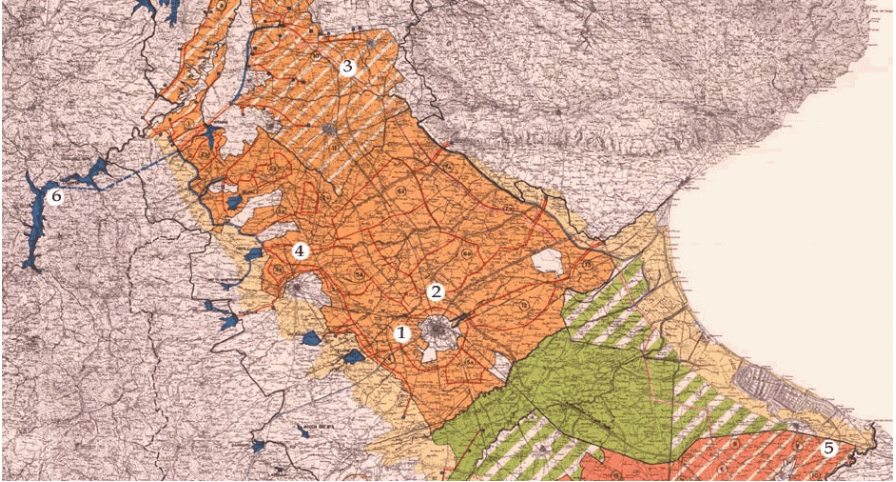


Figura 2 - Anomalie della temperatura minima misurata a Foggia (stazione 1), medie annuali nel periodo 1952-2001.

$$y=0.0245x-48.87 \quad (r=0.481)$$

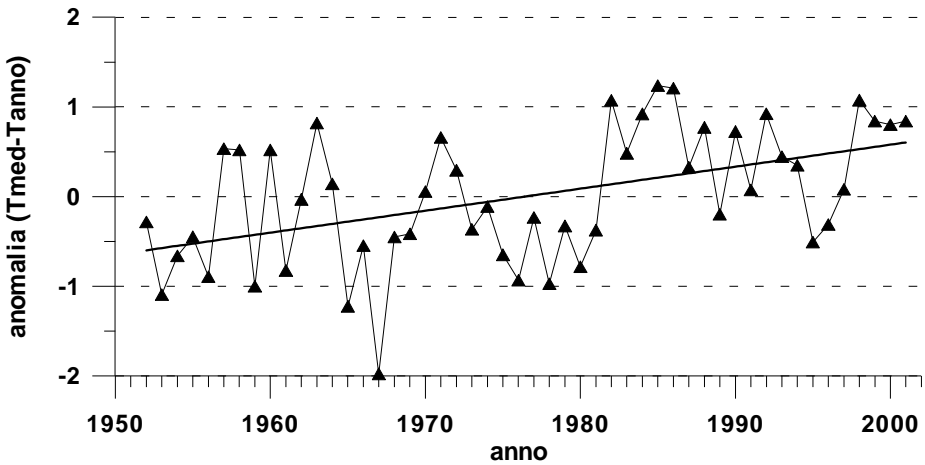




Figura 3. - Temperatura minima del mese di luglio a Foggia (stazione 1) e numero di macchie solari nel periodo 1952-2000.

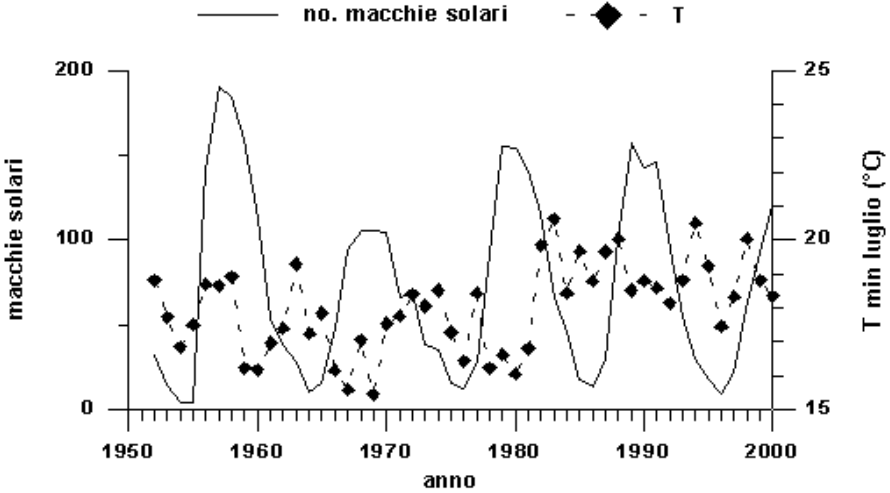


Figura 4 - Temperatura minima del mese di gennaio nel tempo, per le stazioni di Foggia (stazione 1), Apricena (stazione 3), Lucera (stazione 4) e Trinitapoli (stazione 5).

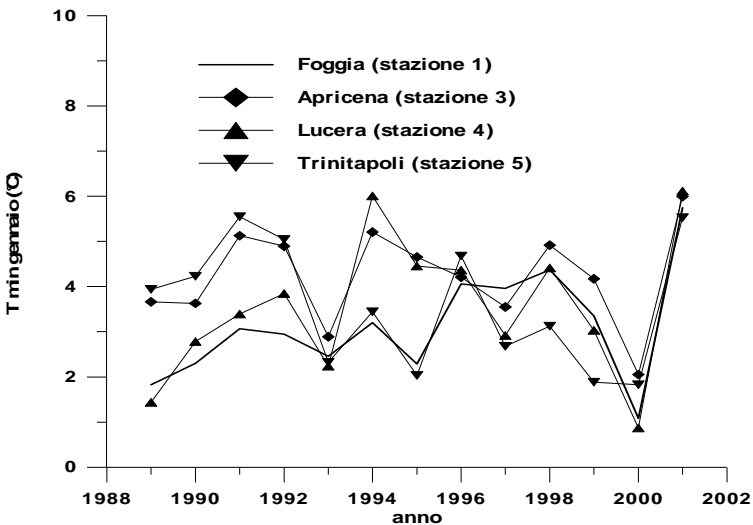


Figura 5 - Anomalie della pioggia annuale misurata a Foggia (stazione 1) nel periodo 1952-2001.

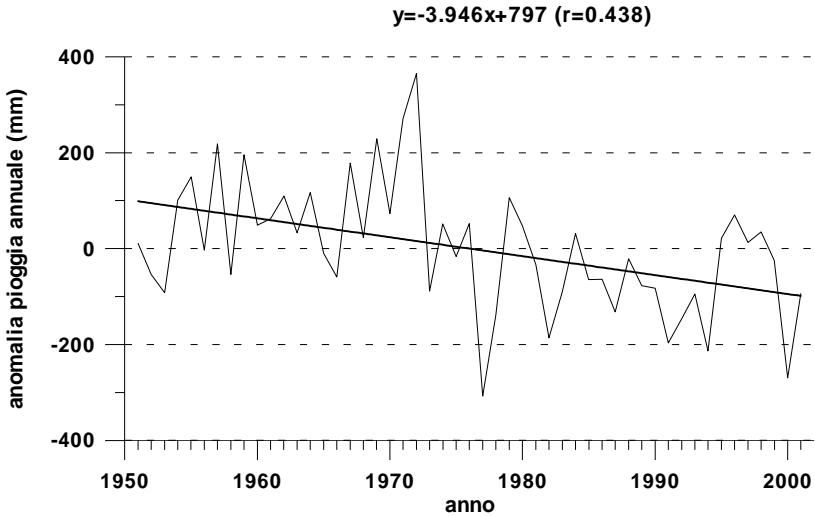


Figura 6 - Pioggia annuale nel tempo per le stazioni di Foggia (stazione 1), Foggia (stazione 2) e Occhito (stazione 6).

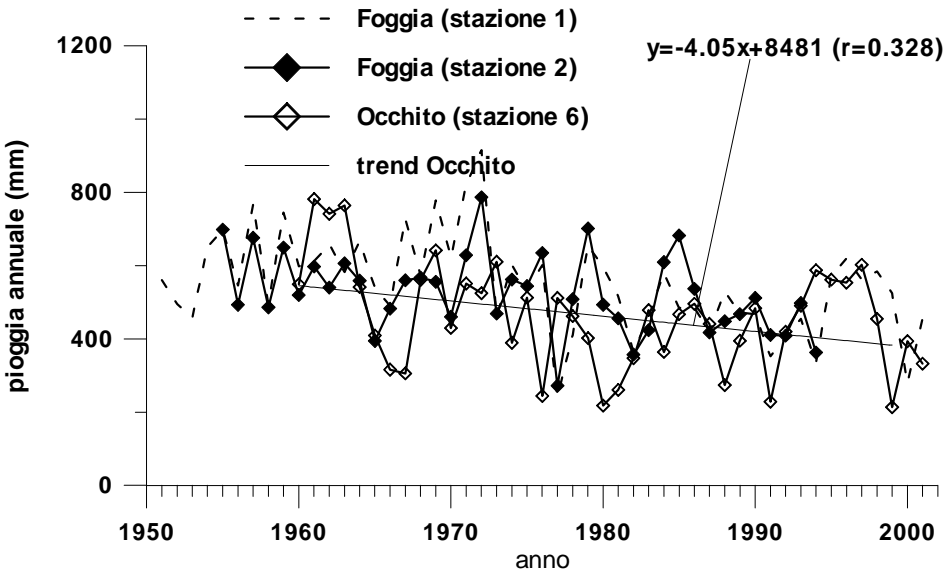


Figura 7 - Pioggia annuale a Foggia (stazione 1) e Occhito (stazione 6) con andamento nel tempo del livello medio annuale (in milioni di  $m^3$ ) dell'invaso di Occhito.

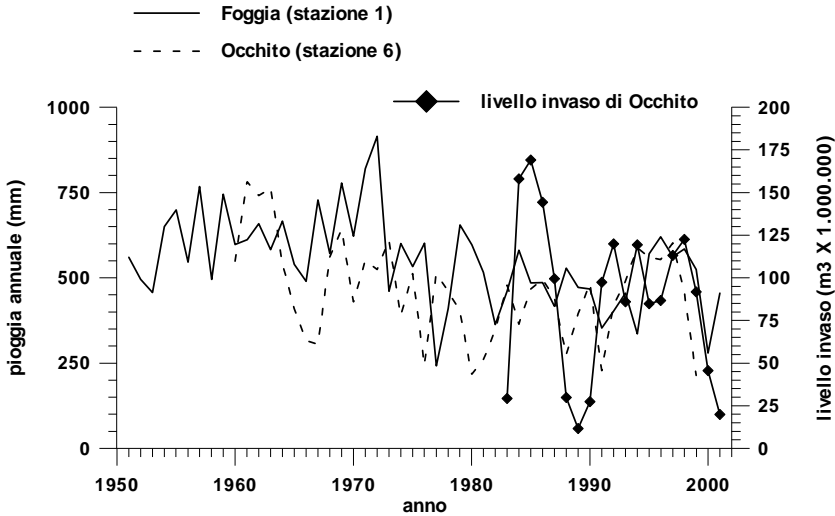


Figura 8 - Livello della diga di Occhito nel tempo e superfici coltivate a pomodoro da industria in Capitanata.

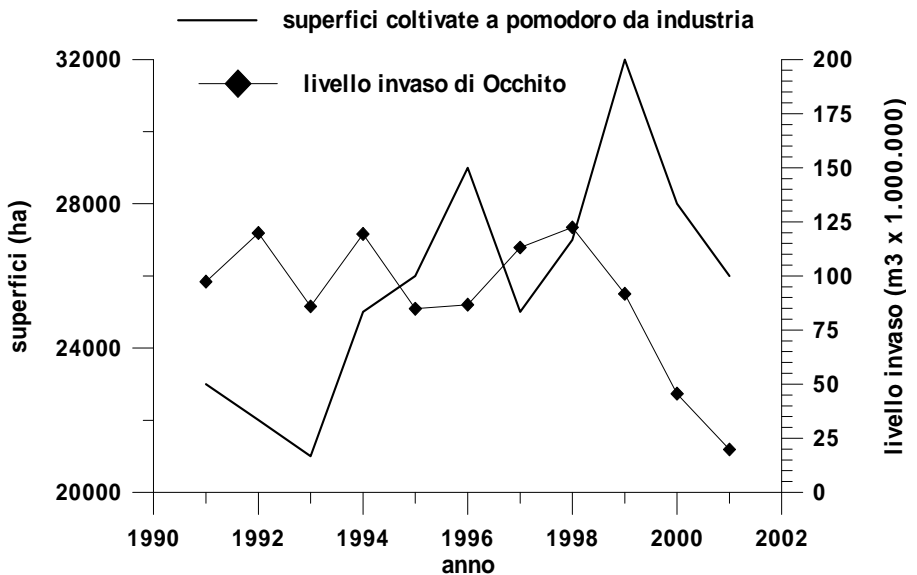


Figura 9 - Livello della diga di Occhito nel tempo e produzioni (in q/ha) di pomodoro da industria in Capitanata.

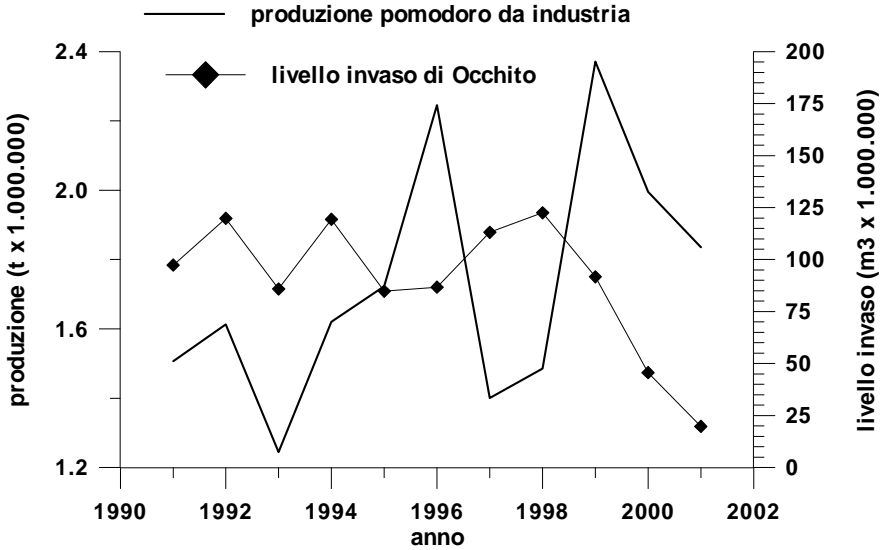


Figura 10 - Livello della diga di Occhito nel tempo e superfici coltivate a ortaggi in Capitanata.

