

# **ANÁBASI**

**ANAlisi statistica di BAs e delle  
Serie storiche di dati Idrologici**  
macro Excel a supporto delle Linee Guida ISPRA

## **MANUALE D'USO**

**versione 1.6 beta - maggio 2023**

---

L'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA) e le persone che agiscono per conto dell'Istituto non sono responsabili per l'uso che può essere fatto delle informazioni contenute in questo manuale e dei risultati delle elaborazioni forniti dalla macro ANABASI.

**ISPRA** - Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale  
Via Vitaliano Brancati, 48 – 00144 Roma  
[www.isprambiente.gov.it](http://www.isprambiente.gov.it)

ISPRA, Manuali e Linee Guida .....  
ISBN .....

Riproduzione autorizzata citando la fonte

**Elaborazione grafica**  
ISPRA

**Grafica di copertina:** .....  
Foto di copertina: .....

**Coordinamento editoriale:**

**ISPRA** – Settore Editoria

*Maggio 2023*

---

**Autori**

Giovanni Braca, Martina Bussettini, Barbara Lastoria, Stefano Mariani

ISPRA – Dipartimento per il monitoraggio e la tutela dell'ambiente e per la conservazione della biodiversità

Area per l'idrologia, l'idrodinamica e l'idromorfologia, lo stato e la dinamica evolutiva degli ecosistemi delle acque interne superficiali

**Corresponding author**

Giovanni Braca email: [giovanni.braca@isprambiente.it](mailto:giovanni.braca@isprambiente.it)

**Ringraziamenti**

Si ringrazia il personale degli Enti che hanno effettuato i test di funzionamento della macro

---

# Indice

<b>1. INTRODUZIONE</b>	<b>1</b>
<b>2. INFORMAZIONI BASE</b>	<b>2</b>
2.1.1 Defizione di macro	2
2.1.2 Requisiti del sistema	2
2.1.3 Installazione	2
2.1.4 Limitazioni	4
2.1.5 Convenzioni tipografiche	4
<b>3. DESCRIZIONE GENERALE</b>	<b>5</b>
<b>3.1 Struttura</b>	<b>5</b>
<b>3.2 Fogli principali</b>	<b>5</b>
3.2.1 Foglio <Home>	5
3.2.2 Foglio <Input>	7
3.2.2.1 Sezione "Anagrafica e metadato"	7
3.2.2.2 Sezione "Analisi (frequenza)"	7
3.2.2.3 Sezione "Serie temporale"	7
3.2.2.4 Sezione "Caratteristiche"	8
3.2.2.5 Sezione "Grafico"	8
3.2.2.6 Sezione "Legenda"	8
3.2.2.7 Barra degli strumenti	8
3.2.3 Elaborazioni e analisi implementate	9
<b>3.3 Fogli dei risultati</b>	<b>10</b>
3.3.1 Struttura generale dei fogli dei risultati	10
3.3.2 Foglio <Statistiche_base>	14
3.3.3 Foglio <ACF>	15
3.3.4 Foglio <Componenti_stagionali>	16
3.3.5 Foglio <ACF_SerieDes>	17
3.3.6 Foglio <Normalità>	18
3.3.7 Foglio <Normalità_SerieDes>	18
3.3.8 Foglio <Change_points>	19
3.3.9 Foglio <Change_Points_SerieDes>	19
3.3.10 Foglio <Trend>	20
3.3.11 Foglio <Trend_SerieDes>	20
3.3.12 Foglio <Memoria_lunga>	21
3.3.13 Foglio <Memoria_lunga_SerieDes>	21
3.3.14 Foglio <Distribution_fitting>	22
3.3.15 Foglio <Valori_estremi_EV1>	23
3.3.16 Foglio <Valori_estremi_GEV>	24
3.3.17 Foglio <Soglia_POT_GPD>	26
3.3.18 Foglio <Serie_POT_GPD>	27
3.3.19 Foglio <SPI>	29
<b>3.4 Fogli di supporto</b>	<b>31</b>
3.4.1 Foglio <Opzioni>	31
3.4.2 Foglio <Risorse WEB>	34
3.4.3 Foglio <Procedura>	34
3.4.4 Foglio <Help>	34
<b>4. OPERAZIONI</b>	<b>35</b>

---

<b>4.1</b>	<b>Formato dei dati</b>	<b>35</b>
4.1.1	Istante temporale	35
4.1.2	Valore della grandezza	35
4.1.3	Qualità	35
4.1.4	Classe	36
<b>4.2</b>	<b>Inserimento dati</b>	<b>36</b>
<b>4.3</b>	<b>Tipologia della serie</b>	<b>37</b>
<b>4.4</b>	<b>Verifiche dei dati</b>	<b>38</b>
<b>4.5</b>	<b>Scelta delle elaborazioni da eseguire</b>	<b>39</b>
<b>5.</b>	<b>FUTURE IMPLEMENTAZIONI</b>	<b>41</b>

---

## Elenco delle figure

Figura 2.1 – Schema di funzionamento di una macro. ....	2
Figura 2.2 – Passo 1 della procedura inserimento percorsi attendibili di Microsoft Office.....	3
Figura 2.3 – Passo 2 della procedura inserimento percorsi attendibili di Microsoft Office.....	3
Figura 2.4 – Passo 5 della procedura inserimento percorsi attendibili di Microsoft Office.....	3
Figura 3.1 – Struttura del file Anabasi.xlsm contenente la macro ANABASI.....	5
Figura 3.2 – Finestra di Welcome. ....	6
Figura 3.3 – Foglio <Home>. ....	6
Figura 3.4 – Foglio <Input>. ....	7
Figura 3.5 – Nome dell'elaborazione nella barra di stato di Excel. ....	9
Figura 3.6 – Messaggio generato al termine dell'elaborazione.....	10
Figura 3.7 – Esempio foglio di risultati.....	11
Figura 3.8 – Esempio foglio di supporto. ....	31
Figura 3.9 – Foglio <Opzioni>. ....	32
Figura 3.10 – Messaggio di errore di Excel se si inseriscono dati esterni all'intervallo di convalida. ....	34
Figura 4.1 – Copia della serie da un qualunque foglio di Excel. ....	36
Figura 4.2 – Messaggio generato se si preme il tasto Incolla&Verifica con appunti vuoti. ....	37
Figura 4.3 – Finestra per la scelta della tipologia della grandezza idrologica da analizzare. ....	37
Figura 4.4 – Verifiche cui è sottoposta la serie storica prima di essere incollata. ....	38
Figura 4.5 – Serie che non ha superato alcune verifiche. ....	38
Figura 4.6 – Messaggio generato quando la serie non supera le verifiche.....	39
Figura 4.7 – Richiesta cancellazione anagrafica e metadato.....	39
Figura 4.8 – Scelta delle analisi da eseguire nella sezione Analisi del foglio <Input>.....	39
Figura 4.9 – Segnalazione di scelta non congruente per l'analisi delle componenti stagionali.....	40
Figura 4.10 – Segnalazione di scelta non congruente per l'analisi dell'ACF della serie destagionalizzata.....	40
Figura 4.11 – Segnalazione di scelta non congruente per l'analisi del chanhe point.....	40
Figura 4.12 – Segnalazione di scelta non congruente per l'analisi delle serie POT.....	40

---

## Elenco delle tabelle

Tabella 4.1 – <i>Formati di inserimento delle date nel campo “Istante”</i> .....	35
--	----



---

## Sommario

Nel documento sono riportate le istruzioni per l'uso delle procedure implementate nella macro ANABASI.

To be done

**Parole chiave:** *serie storica, dati idrologici, metadato idrologico, qualità della serie, analisi univariata, valori estremi, non-stazionarietà, tempo di ritorno.*

## Abstract

In this document ANABASI macro use instructions are reported.

To be done

**Keywords:** *time series, hydrological data, hydrologic metadata, time series quality, extreme value statistics, univariate analysis, non stationarity, return period.*

---

## 1. Introduzione

La procedura *ANÁBASI* acronimo di “*ANAlisi statistica di BAsi delle Serie storiche di dati Idrologici*” costituisce lo strumento operativo sviluppato per supportare l’utente nell’applicazione delle “Linee Guida per l’analisi e l’elaborazione di base delle serie storiche di dati idrologici” elaborate dall’ISPRA e scaricabili dal seguente link: [http://www.isprambiente.gov.it/files/pubblicazioni/manuali-lineeguida/MLG\\_84\\_2013.pdf](http://www.isprambiente.gov.it/files/pubblicazioni/manuali-lineeguida/MLG_84_2013.pdf).

La procedura *ANÁBASI* non costituisce un software di statistica, di cui è ricco il panorama commerciale e *open source*, ma è uno strumento semplice e rapido per supportare l’operatore nell’applicazione delle procedure proposte nelle Linee Guida.

La procedura utilizza una serie di “macro” implementate nel software MS Excel 2007 mediante il linguaggio *Visual Basic for Application* (VBA), di cui lo stesso è dotato, ed è organizzata secondo la sua nota struttura a “fogli di lavoro”.

La scelta di utilizzare fogli elettronici per implementare le procedure proposte nelle Linee Guida è stata dettata principalmente dalle seguenti ragioni di ordine pratico:

- 1) generale facilità di utilizzo e automazione;
- 2) familiarità degli operatori con questa tipologia di software;
- 3) estrema diffusione del software presso gli operatori di settore;
- 4) possibilità di sfruttare le capacità grafiche e di calcolo già presenti nel software.

Nel foglio principale denominato <Input> attraverso una semplice operazione di “Copia & Incolla” viene inserita la serie storica dei dati idrologici e, contemporaneamente all’operazione di “incollaggio”, ne viene effettuata la verifica della completezza e della validità secondo gli intervalli di convalida definiti dall’utente in un apposito foglio. I risultati numerici e grafici dell’elaborazione sono memorizzati e visualizzati ciascuno in un foglio separato.

Il presente manuale non riporta la teoria statistica delle procedure in esso implementate ma solo l’organizzazione e le funzionalità del programma.

---

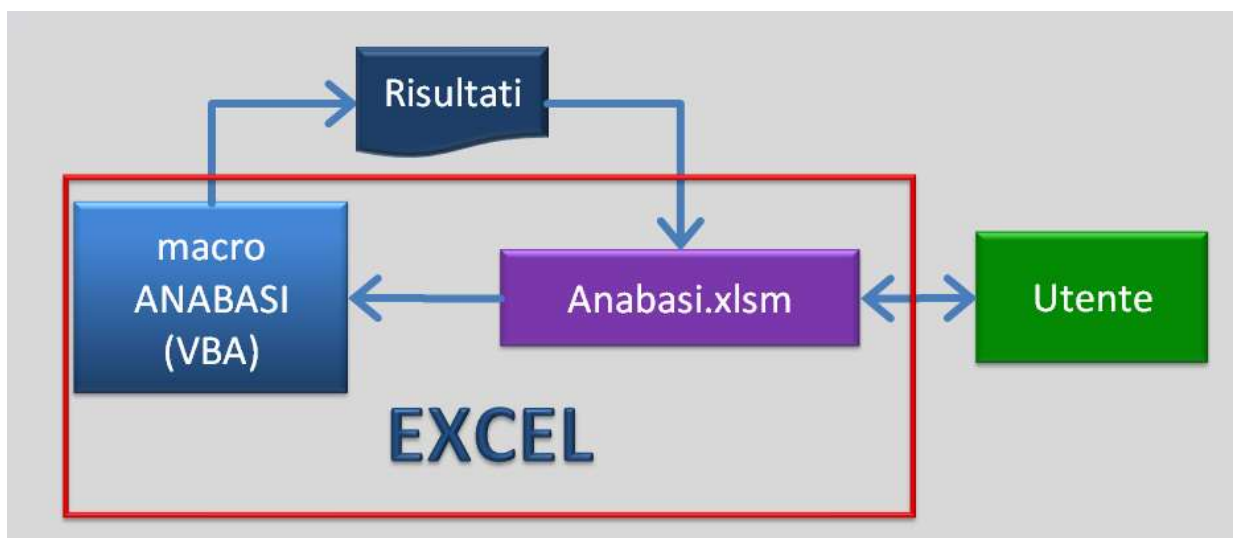
## 2. Informazioni base

### 2.1.1 Defizione di macro

Per meglio comprendere il funzionamento della procedura è opportuno premettere alcune brevi informazioni su cos'è e come funziona una *macro*.

Una macro è una procedura inglobata in un programma (es. Excel, Word, ArcGIS, ecc.) che automatizza una serie di azioni che può essere registrata ovvero scritta in un linguaggio di programmazione (es. VBA, Python, ecc.).

Molti programmi prevedono la possibilità di sviluppare procedure *ad hoc* per effettuare una serie di azioni. Nel caso specifico, a un file di Excel è stato associato un programma scritto nel linguaggio di programmazione VBA che, avviato dall'interno dello stesso file di Excel, attiva in sequenza una serie di azioni che producono risultati interni al file stesso di Excel. In altre parole, il software Excel funziona prevalentemente da interfaccia tra utente e macro (Figura 2.1)



**Figura 2.1** – Schema di funzionamento di una macro.

Con riferimento allo schema in Figura 2.1 con ANABASI ci riferiremo indifferentemente sia al foglio elettronico propriamente detto di Excel sia alla macro in esso contenuta.

### 2.1.2 Requisiti del sistema

Il funzionamento della macro ANABASI non richiede particolari requisiti hardware rispetto ai requisiti minimi già richiesti per il funzionamento di Excel 2007.

### 2.1.3 Installazione

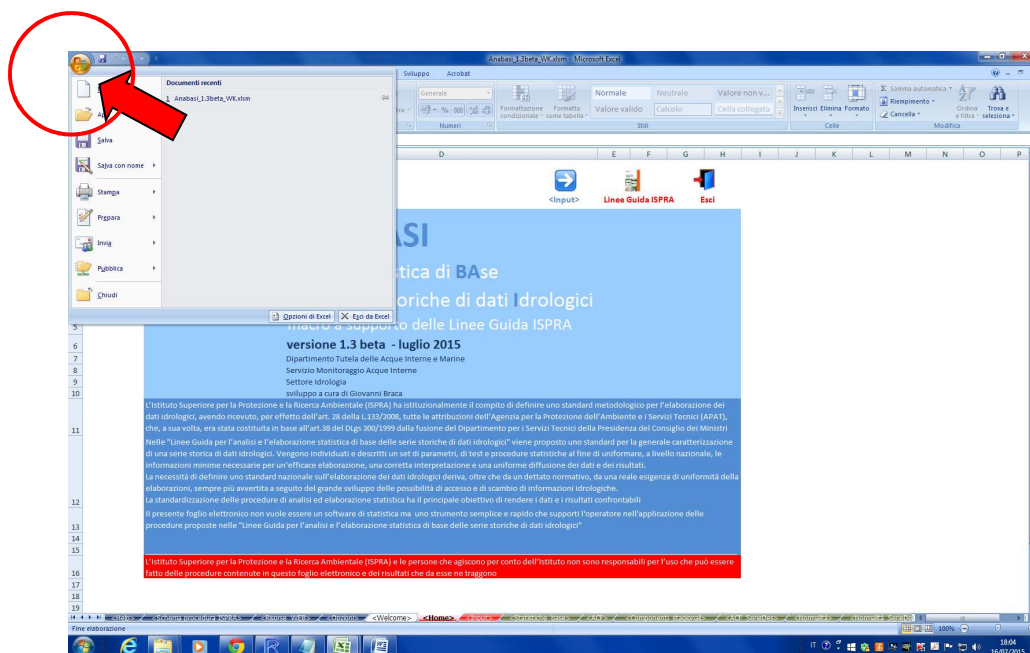
Il file *Anabasi.xlsm* contenente la macro ANABASI (l'ultima lettera dell'estensione *xlsm* indica il fatto che si tratta di un file Excel contenente *macro*) non richiede alcuna installazione ma va posto in una generica cartella e aperto come un qualunque file di Excel 2007 (con estensione *xlsx*) mediante doppio click sul nome del file ovvero dal comando *Apri* all'interno di Excel.

Tuttavia, poiché il file *Anabasi.xlsm* contiene una macro, essa deve essere attivata di volta in volta dall'utente. Ciò viene effettuato per evitare l'esecuzione di codici non sicuri e pericolosi.

Tuttavia per evitare che ogni volta che si apre il file *Anabasi.xlsm* viene richiesto di attivare la macro si può inserire il *path* del file contenente la macro nell'elenco dei cosiddetti "*percorsi attendibili*".

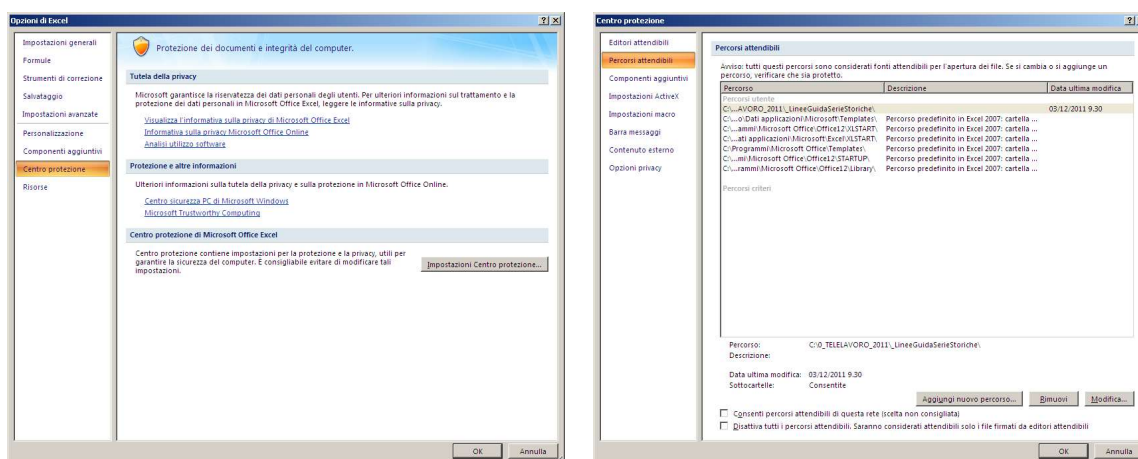
Di seguito si riporta la procedura per definire un *percorso attendibile* (riportata nella pagina WEB <http://office.microsoft.com/it-it/training/creare-un-percorso-attendibile-RZ010291746.aspx?section=5>

1) Fare clic sul pulsante *Microsoft Office* (in alto a sinistra) e quindi su *Opzioni di Excel* (in basso a destra) ), così come riportato in Figura 2.2.



**Figura 2.2** – Passo 1 della procedura inserimento percorsi attendibili di Microsoft Office.

2) Fare clic su *Centro protezione*, su *Impostazioni Centro protezione* e quindi su *Percorsi attendibili* così come riportato in Figura 2.3.



**Figura 2.3** – Passo 2 della procedura inserimento percorsi attendibili di Microsoft Office.

3) Se si desidera creare un percorso attendibile non locale, selezionare la casella di controllo *Consenti percorsi attendibili di questa rete* (scelta non consigliata).

4) Fare clic su *Aggiungi nuovo percorso*. IMPORTANTE: È consigliabile non specificare l'intera cartella *Documenti* come percorso attendibile. In caso contrario, la cartella potrebbe più facilmente essere oggetto di attacchi da parte di hacker con conseguente aumento dei rischi per la protezione. Creare invece una sottocartella in *Documenti* e impostare solo tale cartella come percorso attendibile.

5) Nella casella *Percorso* digitare il nome della cartella da utilizzare come percorso attendibile oppure fare clic su *Sfoglia* per individuare la cartella.




**Figura 2.4** – Passo 5 della procedura inserimento percorsi attendibili di Microsoft Office.

6) Se si desidera includere le sottocartelle come percorsi attendibili, selezionare la casella di controllo *Considera attendibili anche le sottocartelle di questo percorso*.

7) Nella casella *Descrizione* digitare lo scopo del percorso attendibile.

8) Fare clic su *OK*.

Il nome del file *Anabasi.xlsm* può essere modificato dall'utente.

Una delle prime operazioni da fare appena scaricato e copiato il file nell'apposita cartella, è inserire nel foglio <Opzioni> il *path* del file in formato PDF delle Linee Guida e il *path* del visualizzatore di file PDF e quindi salvare il file *Anabasi.xlsm* con il tasto  *Salva* per rendere operative tali modifiche.

Per un *bug* in via di soluzione alla chiusura di Excel potrebbe essere richiesta la password del progetto ANABASI. In questo caso premere ANNULLA alcune volte finché la finestra non scompare.

#### 2.1.4 Limitazioni

La macro ANABASI non funziona con la versione Excel 2003 e precedenti.

La macro è stata sviluppata nel linguaggio VBA in ambiente MS Excel 2007 con sistema operativo Windows XP e Windows 7.

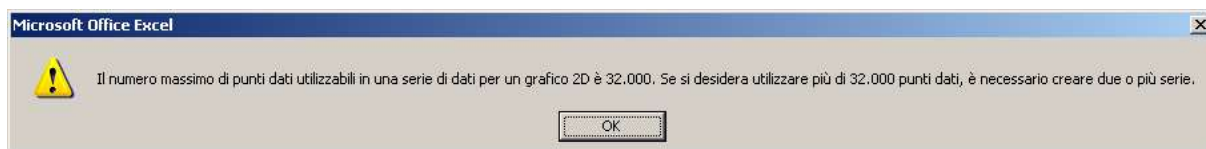
Allo stato attuale dei test, non è assicurato il corretto funzionamento di ANABASI nelle versioni successive di Excel (Excel 2010 e Excel 2013) e su sistemi operativi successivi a Windows 7 (Windows 8).

Nella versione attuale ANABASI non gestisce serie storiche che hanno inizio prima del 1 gennaio 1900 poiché il sistema di gestione delle date di tutte le versioni di Excel ha inizio da quella data.

Inoltre, a causa del noto *bug* nella gestione delle date che si ritrova in tutte le versioni di Excel, l'anno 1900 è erroneamente considerato bisestile, pertanto è consigliabile non utilizzare date precedenti al 1 marzo 1900.

In attesa di risolvere, nelle future versioni di ANABASI, la gestione delle date precedenti al 1 gennaio 1900 è possibile analizzare le serie spostando fittiziamente in avanti le date delle serie.

I grafici 2D di Excel possono visualizzare non più di 32.000 dati.



Tale soglia è stata ampliata (via software) a 96.000 dati ma solo per i grafici *time plot* al fine di poter visualizzare tutta la serie storica. Tale circostanza, in realtà, si verifica frequentemente per le serie a scala oraria (circa 4 anni di dati orari) mentre più raramente per le serie a scala giornaliera (circa 87 anni di dati giornalieri) e superiore.

Nel seguente manuale si fa riferimento al file di Excel *Anabasi.xlsm* contenente la macro, ma esso può essere rinominato a piacimento.

#### 2.1.5 Convenzioni tipografiche

I comandi sono riportati in corsivo sottolineato *NomeComando*.

Il nome dei fogli è riportato in corsivo all'interno dei simboli <... >: <NomeFoglio>.

---

## 3. Descrizione generale

### 3.1 Struttura

Il file *Anabasi.xlsm* è, come tutti i file di tipo *spreadsheet*, strutturato in fogli elettronici ciascuno dei quali viene indicato con un nome compreso tra i simboli <...> riportato sulla linguetta posta in basso in ciascun foglio. Per rendere più immediata la caratterizzazione e la scelta di ciascun foglio elettronico, le linguette sono colorate in maniera diversa a secondo della tipologia di foglio:

- linguetta rossa: fogli principali <Home> e <Input>;
- linguetta verde: fogli dei risultati;
- linguetta azzurra: fogli di supporto;
- linguetta bianca: fogli *dummy* (o anche temporanei).

I **fogli di supporto** sono accessibili con il *click* sulla linguetta corrispondente ovvero dai tasti posti sulla sinistra nella barra dei comandi del foglio <Input>.

I **fogli dei risultati** sono invece accessibili oltre che con il *click* sulla linguetta corrispondente anche mediante il tasto ➡ posto in corrispondenza di ciascuna analisi statistica da effettuare nell'elenco della sezione “*Analisi (frequenza)*” nel foglio <Input>.

In ciascun foglio di risultati, inoltre, è possibile ritornare al foglio <Input> tramite il tasto ⬅ posto in alto a sinistra.

Da tutti i fogli è possibile accedere alle Linee Guida se il corrispondente percorso del relativo file PDF è stato inserito nel campo corrispondente del foglio <Opzioni>.

La struttura del foglio elettronico è rappresentata in Figura 3.1.

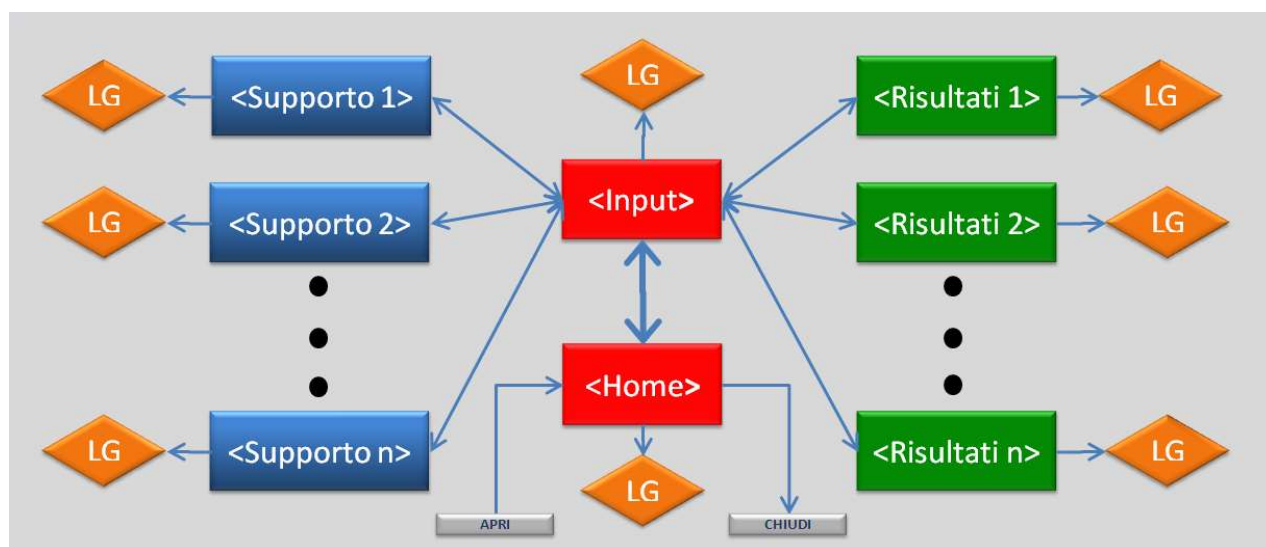


Figura 3.1 – Struttura del file *Anabasi.xlsm* contenente la macro ANABASI.

### 3.2 Fogli principali

#### 3.2.1 Foglio <Home>

Quando si apre il file *Anabasi.xlsm*, dopo la visualizzazione della finestra di *Welcome*,







Figura 3.2 – Finestra di Welcome.

si accede al foglio <Home> nel quale è riportata una breve presentazione della procedura e degli autori e con l'indicazione della e-mail del *corrisponding author* per poter comunicare eventuali osservazioni o malfunzionamenti.



Figura 3.3 – Foglio <Home>.

Dal foglio <Home> tramite il tasto  si accede al foglio <Input>.

Tramite il tasto  si può, invece, aprire il file in formato PDF delle Linee Guida.

Con il tasto  si chiude il file Excel *Anabasi.xlsm* ma rimane attivo Excel.





- $H$ =altezza idrometrica;
- $V$ =vento;
- $Z$ =generica.

nonché la frequenza della serie (calcolata automaticamente all'atto dell'incollaggio):

- $a$ =annuale;
- $m$ =mensile;
- $g$ =giornaliera;
- $h$ =oraria.

#### 3.2.2.4 Sezione “Caratteristiche”

In questa sezione sono riportate le principali caratteristiche quantitative della serie che sono calcolate automaticamente all'atto dell'incollaggio.

#### 3.2.2.5 Sezione “Grafico”

In questa sezione è riportato, all'atto dell'incollaggio, il grafico temporale della serie. Ciò permette di averne una immediata visualizzazione del corretto inserimento della serie temporale.

#### 3.2.2.6 Sezione “Legenda”

In questa sezione è riportata la legenda del foglio <Input>. I campi colorati in giallo non sono modificabili, mentre lo sono quelli in bianco e arancione. Il campo in arancione, come detto, è riportato in tutti i fogli dei risultati.

#### 3.2.2.7 Barra degli strumenti

La barra degli strumenti è costituita da due parti:

i primi 5 tasti a sinistra, con i nomi tra i simboli <>, hanno la funzione di accedere ai fogli di supporto:



si accede al foglio <Home>;



si accede al foglio <Opzioni>;



si accede al foglio <Risorse WEB>;



si accede al foglio <Schema>;



si accede al foglio <Help>.

I tasti a destra, i cui nomi non sono compresi nel simbolo <>, hanno la funzione di effettuare operazioni:



Salva: salva il file *Anabasi.xlsm*;



Calcola: avvia il calcolo di tutte le analisi statistiche prescelte;



Esporta: genera un report sintetico (funzionalità da implementare);



Incolla&Verifica: incolla e verifica la serie storica;

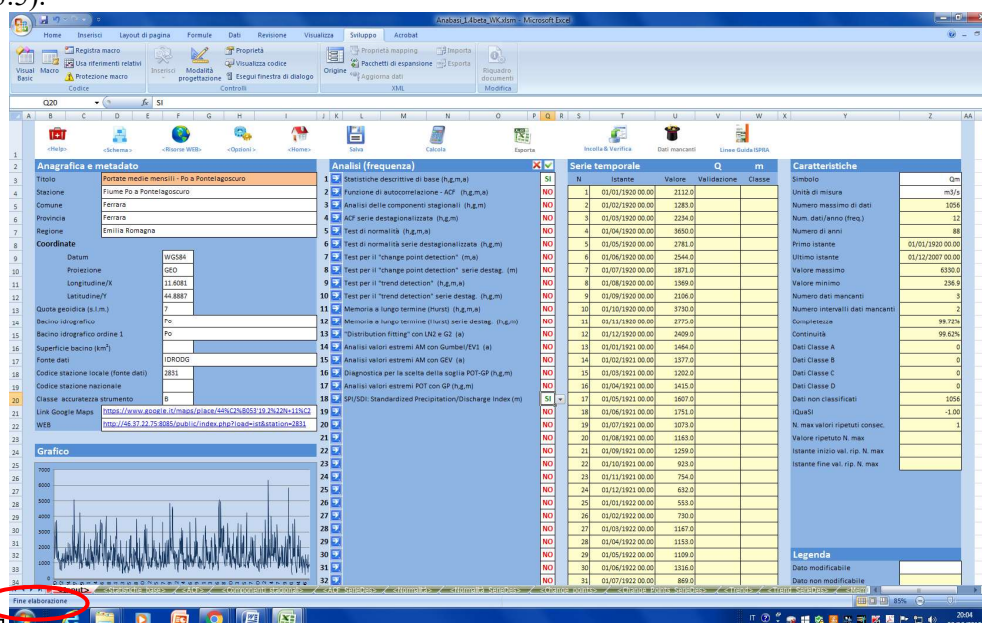


Dati mancanti: genera i dati mancanti sulla base di un modello stocastico (funzionalità da implementare);



Linee Guida ISPRA: apre il file PDF delle Linee Guida.

Durante l'esecuzione delle elaborazioni statistiche, che può richiedere anche molto tempo in funzione della lunghezza della serie, sulla **barra di stato di Excel**, in basso a sinistra, è riportato il nome dell'analisi che si sta effettuando, in maniera che si possa seguire lo svolgimento delle elaborazioni (Figura 3.5).



barra di stato di Excel

Figura 3.5 – Nome dell'elaborazione nella barra di stato di Excel.

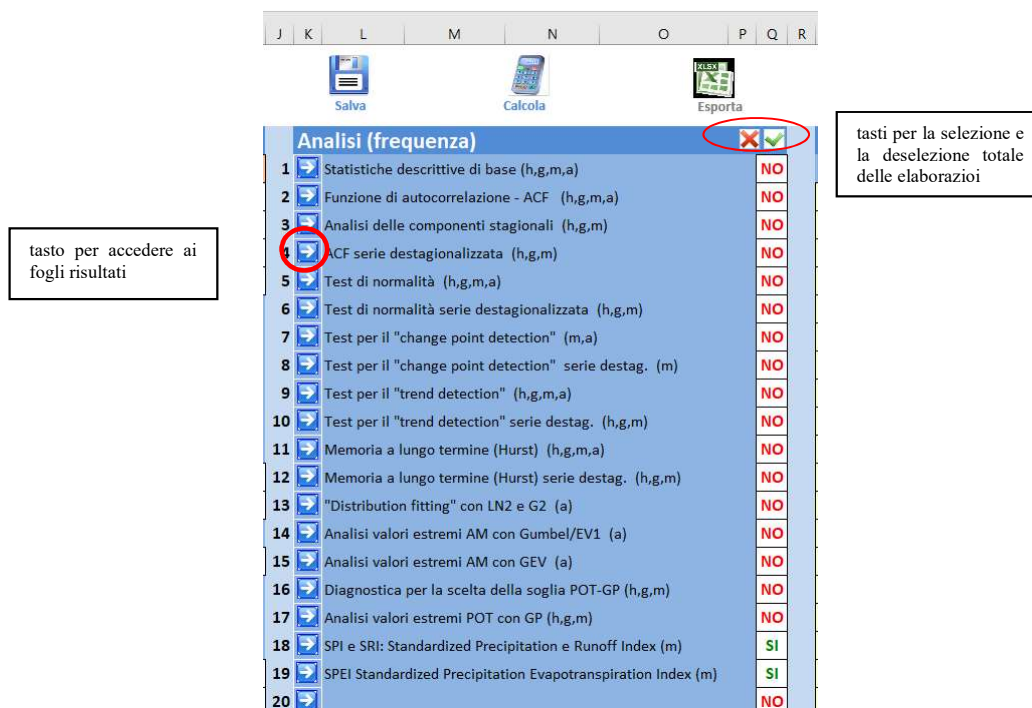
### 3.2.3 Elaborazioni e analisi implementate

Nella presente versione di ANABASI sono implementate 19 analisi ed elaborazioni a cui corrispondono altrettanti fogli in cui sono riportati i risultati.

Le elaborazioni da effettuare sono selezionate tramite una ListBox SI/NO. E' anche possibile selezionare o deselezionare, in un'unica soluzione, tutte le analisi attraverso i tasti riportati in alto a destra della sezione

Il tasto  a sinistra

rispondente foglio dei risultati.



Al termine dell'elaborazioni viene generato il messaggio:



Figura 3.6 – Messaggio generato al termine dell'elaborazione.

Le elaborazioni sulle serie destagionalizzate vengono effettuate solo se è stata effettuata, nel medesimo calcolo, l'analisi delle componenti stagionali.

### 3.3 Fogli dei risultati

#### 3.3.1 Struttura generale dei fogli dei risultati

Ciascun foglio dei risultati delle analisi è strutturato in quattro riquadri, oltre al resto del foglio:

1. il primo, in alto a sinistra, contiene il tasto per ritornare al foglio <Input> e il tasto per accedere alle Linee Guida. Quando si accede alle Linee Guida dai fogli di risultati, il file delle Linee Guida viene aperto in corrispondenza dell'argomento statistico inerente al foglio dei risultati da cui si accede;
2. il secondo, lateralmente sulla sinistra, contiene una breve descrizione-promemoria di quanto riportato nel foglio;
3. il terzo, in alto, contiene il titolo della serie storica e l'indicazione che trattasi di un calcolo aggiornato, che cioè si riferisce alla serie storica attualmente presente nel foglio <Input>, oppure no. Qualora si tratti di un calcolo aggiornato viene riportata la dicitura in verde: **"CALCOLO AGGIORNATO"**. Quando il calcolo non è stato effettuato viene riportata la dicitura in rosso: **"CALCOLO NON AGGIORNATO"**. Date le caratteristiche di Excel e di come è strutturato il file *Anabasi.xlsm* tale indicazione è necessaria poiché nei vari fogli potrebbero coesistere elaborazioni statistiche che si riferiscono a serie diverse o alla medesima serie ma effettuate in momenti diversi. All'apertura del file *Anabasi.xlsm* tale indicazione viene posta per tutti i fogli dei

risultati con la dicitura in grigio “CALCOLO NON ANCORA EFFETTUATO” per indicare che le elaborazioni presenti nei fogli dei risultati potrebbero non essere riferite alla serie presente;

4. il quarto riquadro centrale contiene i risultati numerici e grafici più significativi delle elaborazioni statistiche. I grafici riportati in questo riquadro sono costruiti a partire dai valori numerici riportati, senza alcuna formattazione, nel resto del foglio al di fuori degli stessi riquadri e che possono essere di interesse per l’utente più esperto e per una verifica quantitativa dei risultati.

I grafici riportati nei fogli risultati sono formattati con uno stile essenziale che produce grafici simili a quelli prodotti con il software statistico open source R (<http://www.r-project.org/>).

Il titolo di ciascun grafico riporta il titolo della serie inserito nella sezione “Anagrafica e Metadato” del foglio <Input> nel campo “Titolo” colorato in arancione.

Tuttavia è possibile modificare i grafici secondo le proprie preferenze usando gli strumenti di Excel.

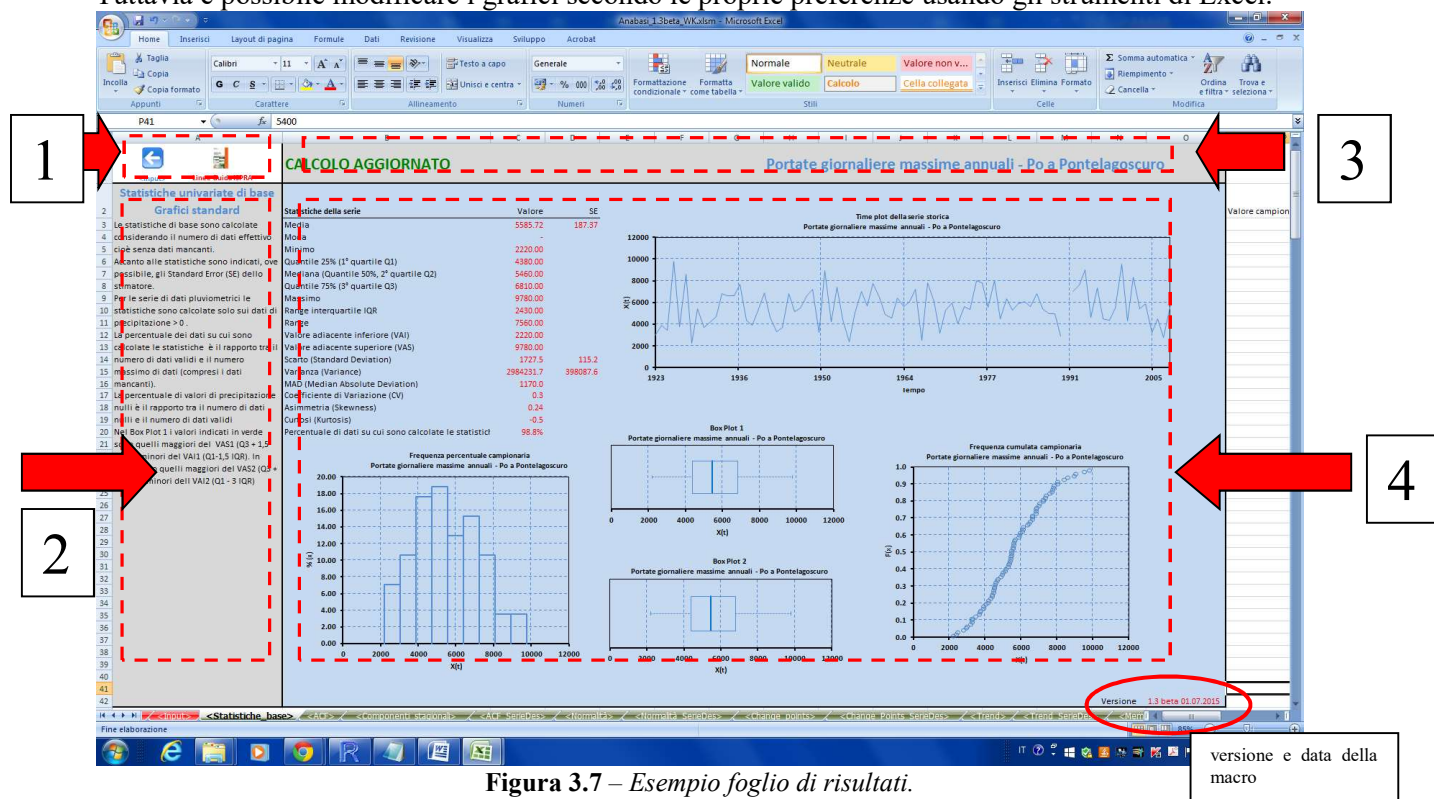
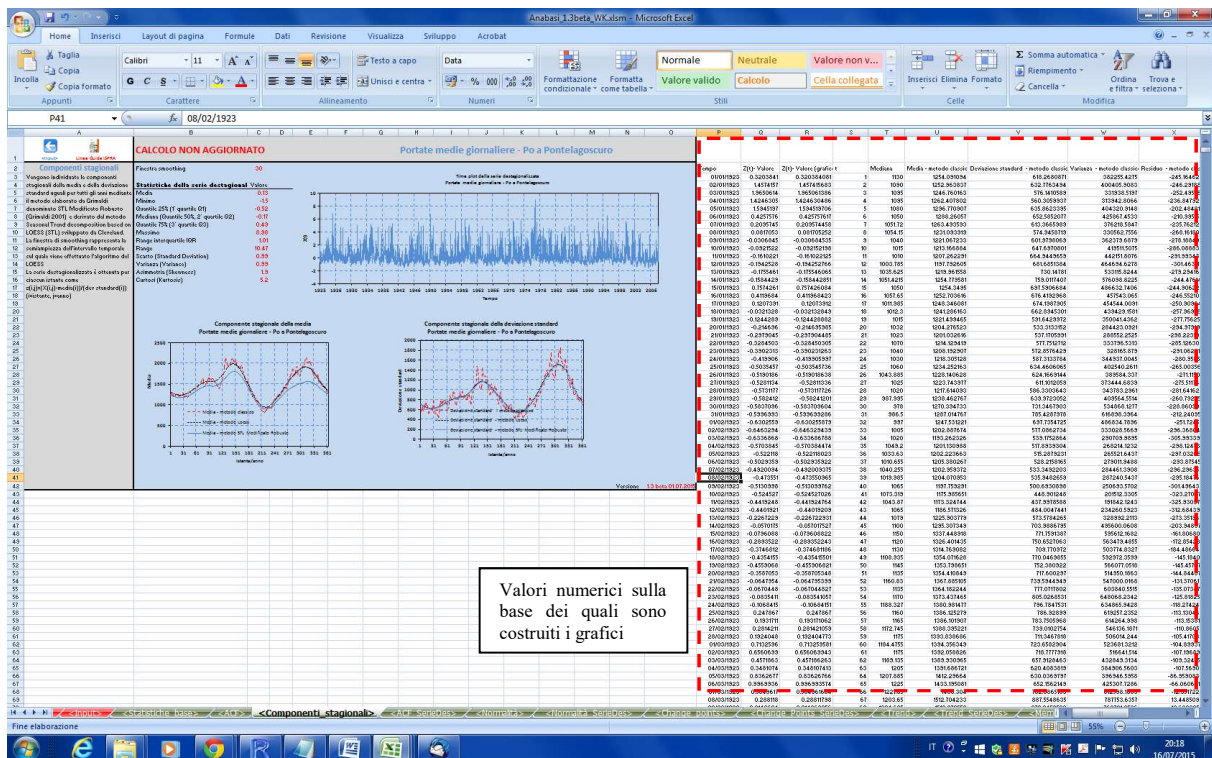


Figura 3.7 – Esempio foglio di risultati.

In basso a destra del 4° riquadro è riportata la versione e la data della macro.





In questa versione di ANABASI sono presenti i seguenti fogli di risultati:

- **<Statistiche\_base>**: nel quale sono riportate le principali statistiche e grafici standard della serie;
- **<ACF>**: nel quale è riportata la funzione di autocorrelazione (ACF) e i test di Ljung-Box e Box-Pierce per la serie;
- **<Componenti\_stagionali>**: nel quale sono riportati i grafici delle componenti stagionali e della serie destagionalizzata;
- **<ACF\_SerieDes>**: nel quale è riportata la funzione di autocorrelazione (ACF) e i test di Ljung-Box e Box-Pierce per la serie destagionalizzata;
- **<Normalità>**: nel quale viene effettuata una verifica di normalità dei dati attraverso i grafici Q-QN e dei test di Jarque e Bera per la serie originale e per la serie trasformata secondo la trasformazione di Box e Cox;
- **<Normalità\_SerieDes>**: nel quale è effettuata l'analisi di normalità della serie destagionalizzata;
- **<Change\_points>**: nel quale viene effettuata l'analisi del "change points detection" mediante i test di CSUM e Pettitt per la serie originaria;
- **<Change\_Points\_SerieDes>**: nel quale viene effettuata l'analisi del "change points detection" mediante i test di CSUM e Pettitt per la serie destagionalizzata;
- **<Trend>**: nel quale viene effettuata l'analisi del "trends detection" mediante i test di CUSUM e Pettitt per la serie originaria;
- **<Trend\_SerieDes>**: nel quale viene effettuata l'analisi del "trends detection" mediante i test di CUSUM e Pettitt per la serie destagionalizzata;
- **<Memoria\_lunga>**: nel quale viene effettuata l'analisi di lunga memoria mediante il calcolo del parametro di Hurst per la serie originaria;
- **<Memoria\_lunga\_SerieDes>**: nel quale viene effettuata l'analisi di lunga memoria mediante il calcolo del parametro di Hurst per la serie destagionalizzata;
- **<Distribution\_fitting>**: nel quale viene effettuata l'analisi "distribution fitting" con le distribuzioni di probabilità Log-Normale a 2 parametri e Gamma a due parametri e test di bontà di adattamento Kolmogorov-Smirnov;
- **<Valori\_estremi\_EVI>**: nel quale viene effettuata l'analisi dei valori estremi massimi annuali con la distribuzione di Gumbel (AM-EV1);
- **<Valori\_estremi\_GEV>**: nel quale viene effettuata l'analisi dei valori estremi massimi annuali con la distribuzione generalizzata del massimo valore GEV (AM-GEV)

- 
- *<Soglia\_POT\_GPD>*: nel quale viene effettuata l'analisi finalizzata alla scelta della soglia per analisi POT-GPD mediante il grafico *Mean Residual Life* e i grafici di stabilità dei parametri della GPD
  - *<Serie\_POT\_GPD>*: nel quale viene effettuata l'analisi dei valori estremi massimi annuali con la distribuzione generalizzata di Pareto per la serie sopra soglia POT (POT-GPD)
  - *<SPI>*: nel quale viene effettuato il calcolo dello Standardized Precipitation Index (SPI) e lo Standardized Runoff Index (SRI)

### 3.3.2 Foglio <Statistiche\_base>

Le statistiche di base sono calcolate considerando il numero di dati effettivo cioè senza dati mancanti. Accanto alle statistiche sono indicati, ove possibile, gli Standard Error (SE) dello stimatore.

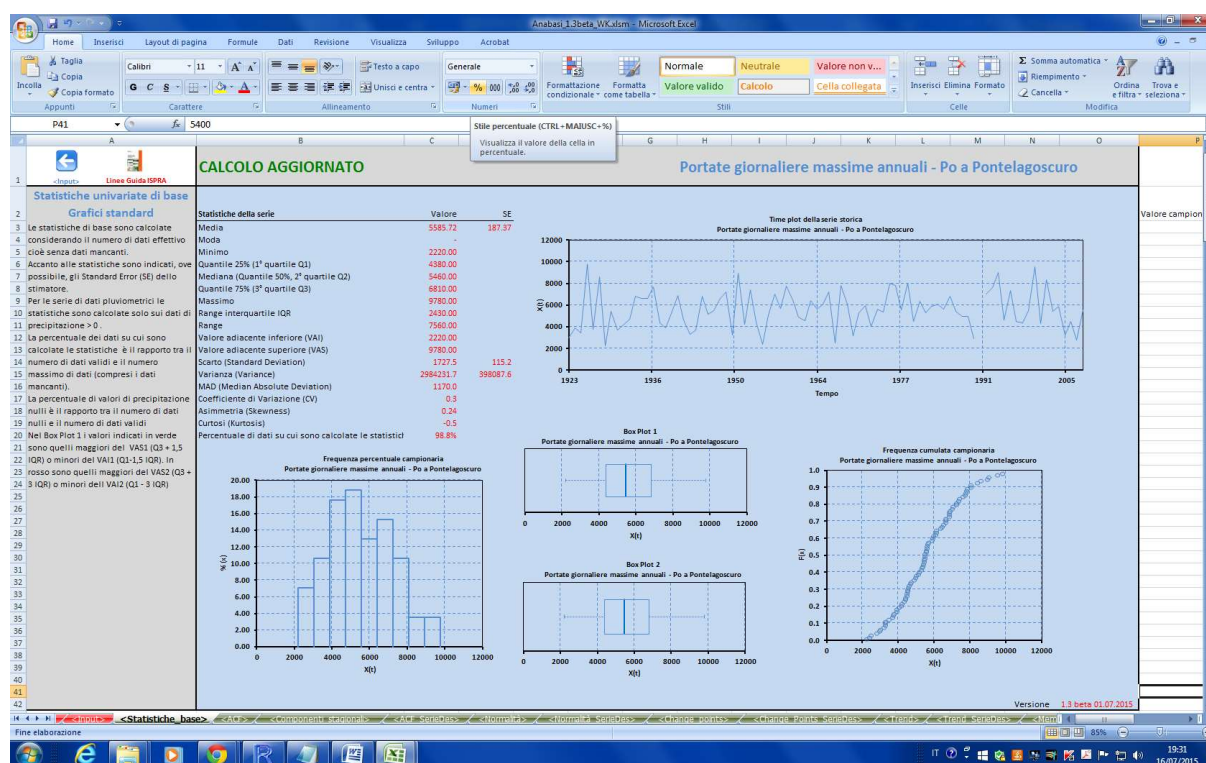
Per le serie di dati pluviometrici le statistiche sono calcolate solo sui dati di precipitazione > 0.

La percentuale dei dati su cui sono calcolate le statistiche è il rapporto tra il numero di dati validi e il numero massimo di dati (compresi i dati mancanti).

La percentuale di valori di precipitazione nulli è il rapporto tra il numero di dati nulli e il numero di dati validi

Nel Box Plot 1 i valori indicati in verde sono quelli maggiori del VAS1 ( $Q3 + 1,5 \text{ IQR}$ ) o minori del VAI1 ( $Q1 - 1,5 \text{ IQR}$ ). In rosso sono quelli maggiori del VAS2 ( $Q3 + 3 \text{ IQR}$ ) o minori del VAI2 ( $Q1 - 3 \text{ IQR}$ ).

Nel Box Plot 2 è invece riportato l'intero range dei dati con l'indicazione del Q1 e Q2 e del Q3.



### 3.3.3 Foglio <ACF>

Viene calcolata la funzione di autocorrelazione ACF (Auto Correlation Function) della serie che esprime in sintesi il legame lineare tra ciascun dato e quelli che li precedono o in altri termini la non correlazione lineare dei dati da quelli precedenti.

Il test di Ljung-Box e Box-Pierce vengono effettuati per testare la correlazione della ACF nei primi N Lag.

L'ipotesi nulla  $H_0$  è che l'ACF non sia significativamente diversa da zero cioè che la serie storica non presenta significativa autocorrelazione.

1) Quando l'ipotesi nulla  **$H_0$  non è rigettabile** la serie non è significativamente autocorrelata tra i lag testati

2) Quando l'ipotesi nulla  **$H_0$  è rigettabile** la serie è significativamente autocorrelata tra i lag testati

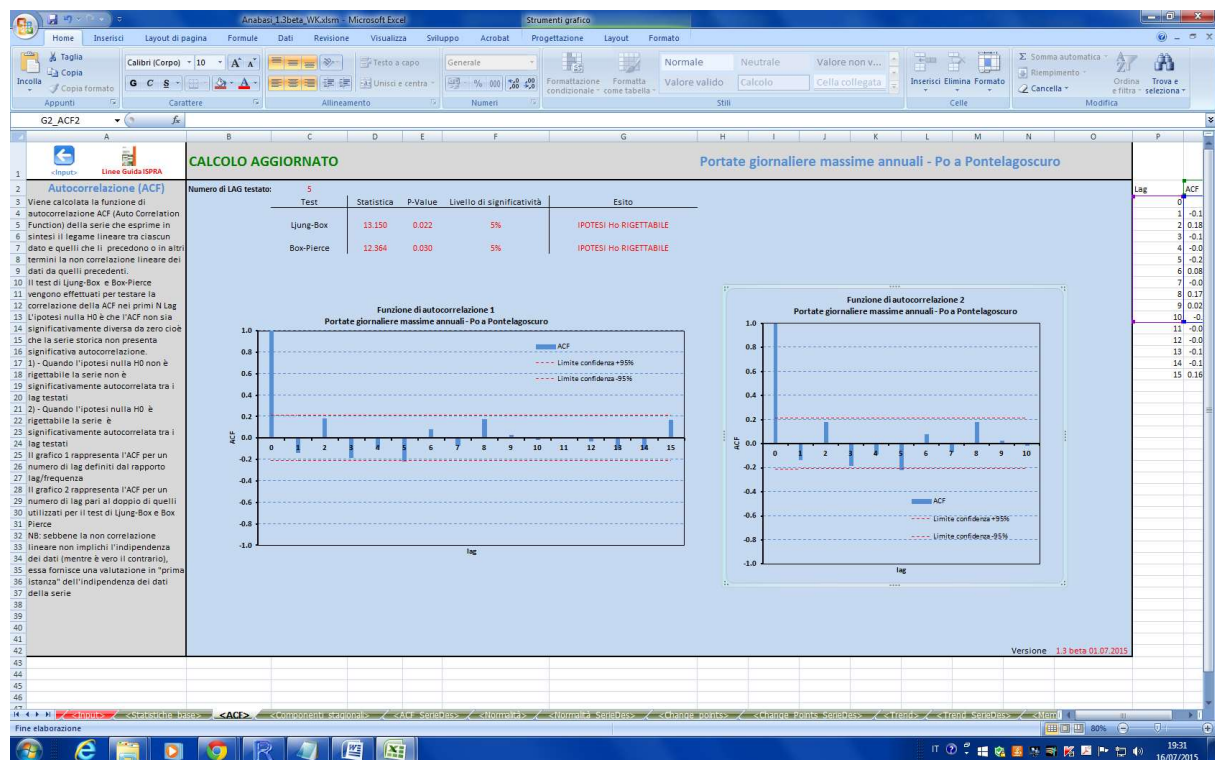
Il grafico 1 rappresenta l'ACF per un numero di lag definiti dal rapporto lag/frequenza

Il grafico 2 rappresenta l'ACF per un numero di lag pari al doppio di quelli utilizzati per il test di Ljung-Box e Box Pierce.

Il numero di lag da testare è fissato nel foglio <Opzioni>

Nei grafici è riportata la fascia di confidenza al 95%.

NB: sebbene la non correlazione lineare non implichi l'indipendenza dei dati (mentre è vero il contrario), essa fornisce una valutazione in "prima istanza" dell'indipendenza dei dati della serie





### 3.3.4 Foglio <Componenti\_stagionali>

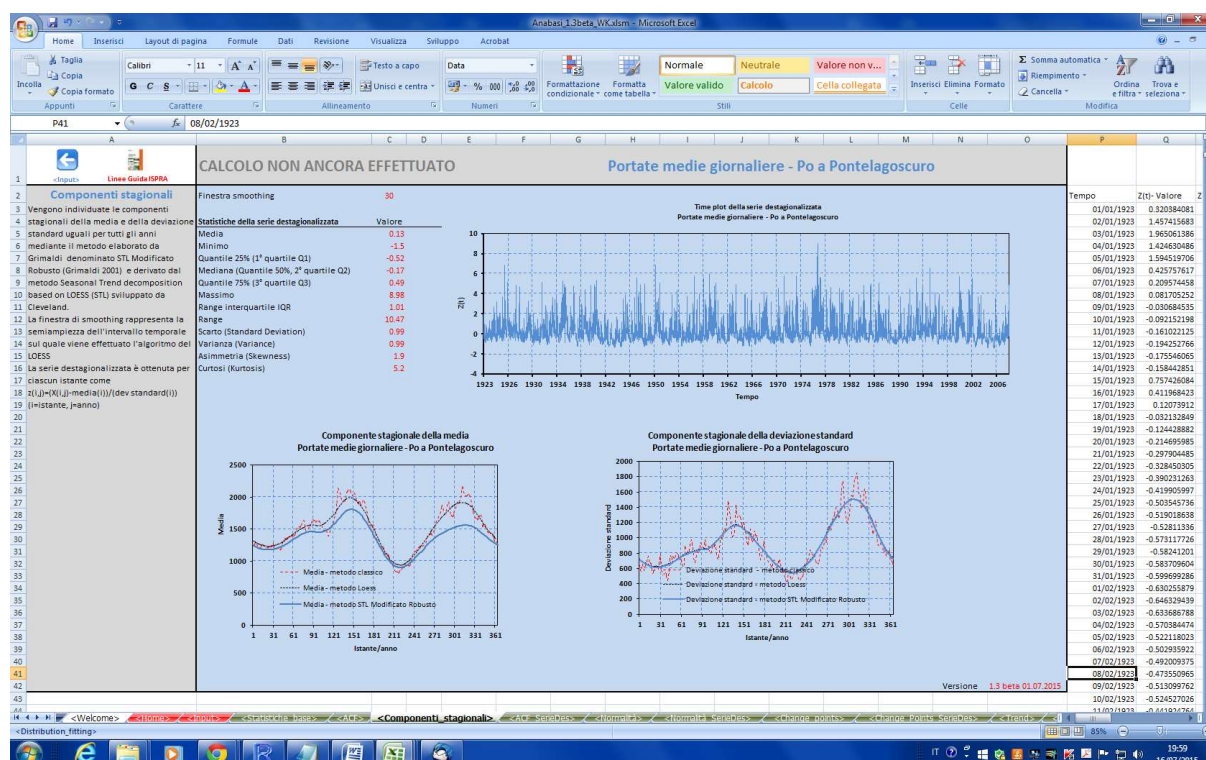
Vengono individuate le componenti stagionali della media e della deviazione standard uguali per tutti gli anni mediante il metodo elaborato da Grimaldi denominato STL Modificato Robusto (Grimaldi S., 2001, Modelli parametrici lineari per serie idrologiche giornaliere, Quaderni di Statistica, Vol 3, 2001) e derivato dal metodo Seasonal Trend decomposition based on LOESS (STL) sviluppato da Cleveland (Cleveland R.B., Cleveland W.S., Mcrae J.E., Terpenning I., 1990, STL: A Seasonal- Trend Decomposition Procedure Based on Loess, Journal of Official Statistics, Vol. 6, No. 1. (1990), pp. 3-73).

La finestra di smoothing rappresenta la semiampiezza dell'intervallo temporale sul quale viene effettuato l'algoritmo del LOESS ed è fissata nel foglio <Opzioni>.

Vengono riportati, per confronto, anche le componenti stagionali della media e della deviazione standard individuate con l'algoritmo LOESS e con il metodo classico.

La serie destagionalizzata è ottenuta per ciascun istante come:

$$z(i,j)=(X(i,j)-media(i))/(dev\ standard(i))\ dove\ i=istante,\ j=anno$$

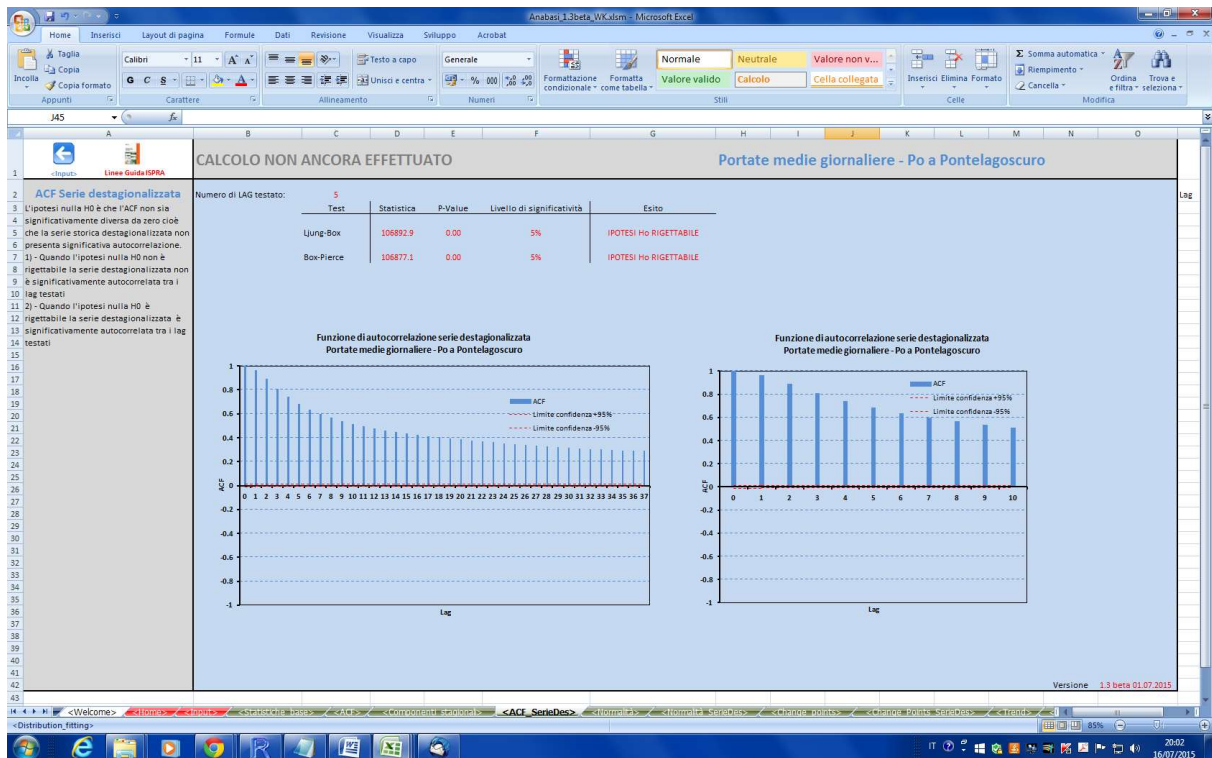


### 3.3.5 Foglio <ACF\_SerieDes>

Viene calcolata la ACF per la serie destagionalizzata.

L'ipotesi nulla  $H_0$  è che l'ACF non sia significativamente diversa da zero cioè che la serie storica destagionalizzata non presenta significativa autocorrelazione.

- 1) Quando l'ipotesi nulla  **$H_0$  non è rigettabile** la serie destagionalizzata non è significativamente autocorrelata tra i lag testati
- 2) Quando l'ipotesi nulla  **$H_0$  è rigettabile** la serie destagionalizzata è significativamente autocorrelata tra i lag testati



### 3.3.6 Foglio <Normalità>

Poichè molte procedure statistiche si basano sull'assunzione di "normalità" dei dati (es. test di Pearson per il trend) è utile verificare se i dati possano essere considerati appartenenti ad una popolazione normale.

Nel caso non lo siano lo possono diventare tramite una trasformazione come quella di Box e Cox:  $(Z=(X^\lambda-1)/\lambda)$ .

Poiché la trasformazione di Box e Cox può essere effettuata solo su dati positivi, in caso di dati minori o uguali a zero ne viene effettuata una traslazione positiva di una quantità pari a:  $ABS(Min) + (Max-Min)/100$

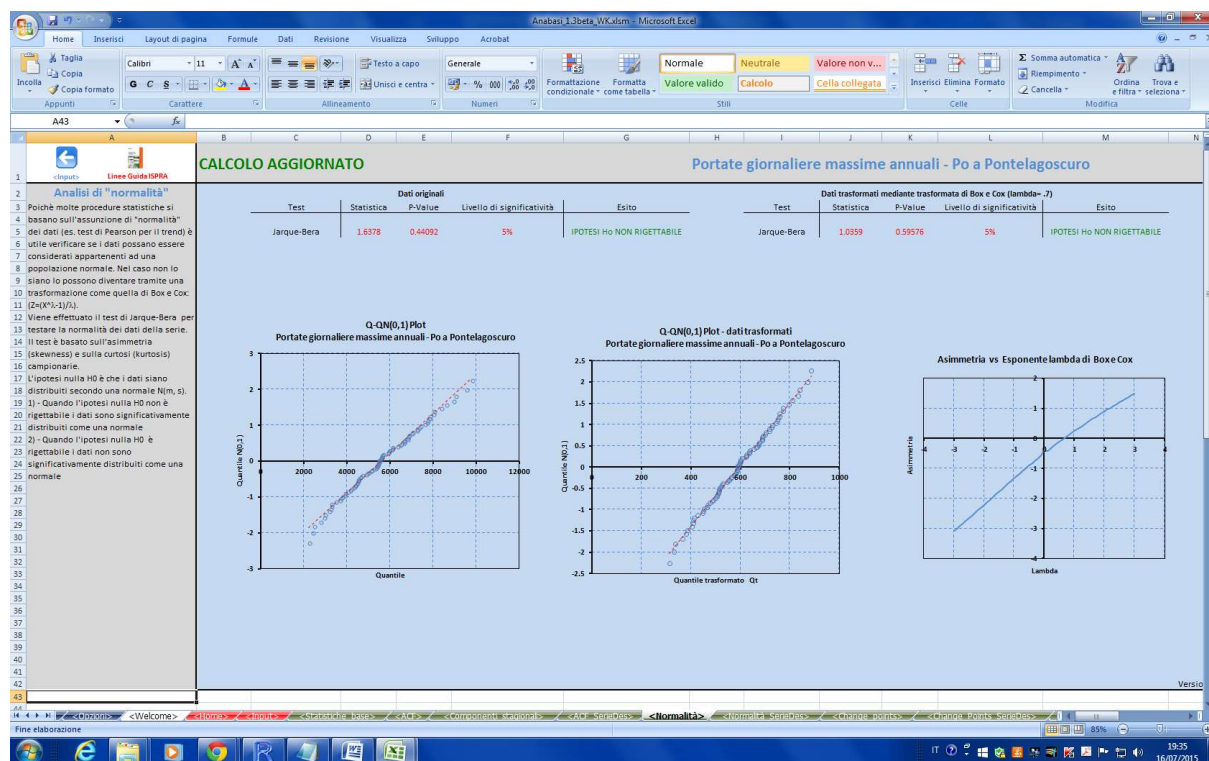
Il parametro  $\lambda$  è fissato nel foglio <Opzioni>

Viene effettuato il test di Jarque-Bera per testare la normalità dei dati della serie. Il test è basato sull'asimmetria (skewness) e sulla curtosi (kurtosis) campionarie.

L'ipotesi nulla  $H_0$  è che i dati siano distribuiti secondo una normale  $N(m, s)$ .

- 1) Quando l'ipotesi nulla  **$H_0$  non è rigettabile** i dati sono significativamente distribuiti come una normale
- 2) Quando l'ipotesi nulla  **$H_0$  è rigettabile** i dati non sono significativamente distribuiti come una normale

Per individuare il corretto valore del parametro  $\lambda$  è riportato il grafico dell'asimmetria dei dati in funzione del parametro  $\lambda$ : il valore di  $\lambda$  è quello che produce un'asimmetria nulla.



### 3.3.7 Foglio <Normalità\_SerieDes>

Si effettua la medesima elaborazione per la serie destagionalizzata se è stata effettuata l'analisi delle componenti stagionali.

### 3.3.8 Foglio <Change\_points>

L'applicazione dei test per il "change point detection" richiedono che i dati non siano correlati nel tempo. Vengono effettuati i test del CUSUM (CUmulative SUM) e di Pettitt per verificare la presenza di change points nella serie.

La distribuzione della variabile *Sdiff* viene determinata numericamente mediante la tecnica del bootstrap con un numero di campionamenti da fissare nel foglio <Opzioni>.

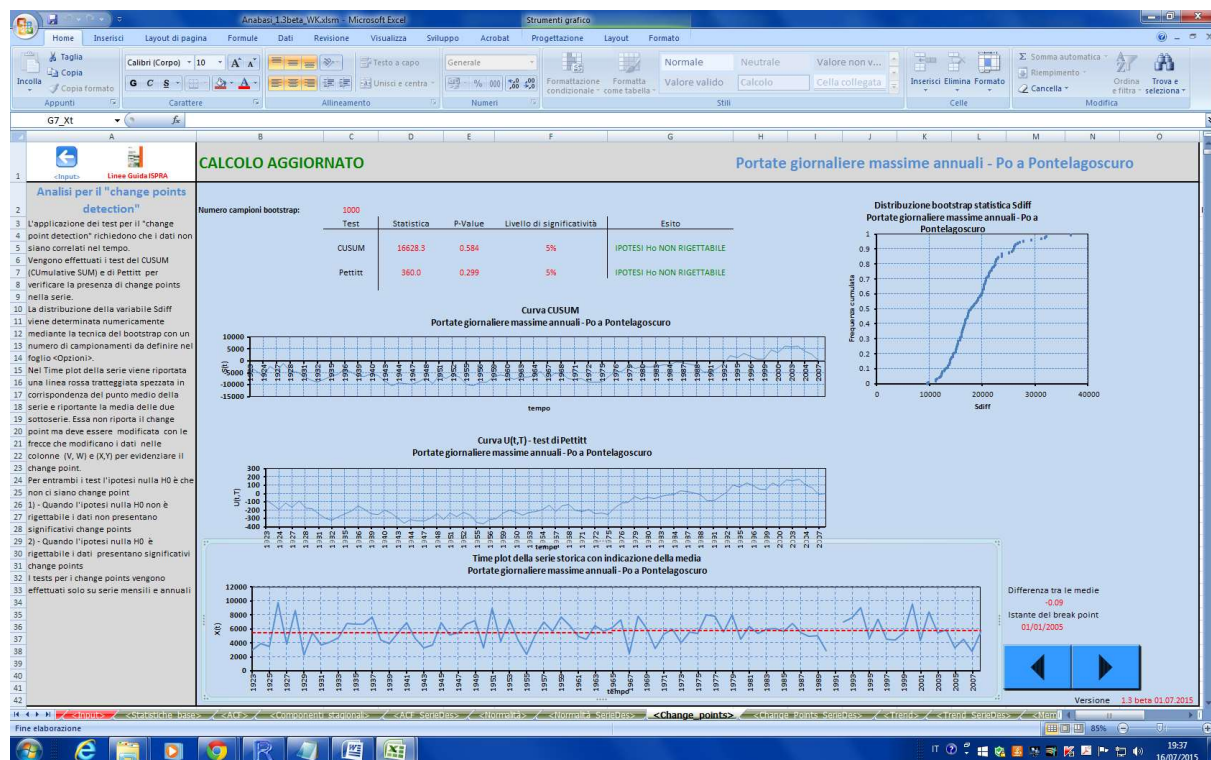
Nel *time plot* della serie viene riportata una linea rossa tratteggiata spezzata in corrispondenza del punto medio della serie. Ciascuna parte in cui è divisa la linea rossa ha il valore della media della corrispondente sottoserie.

Il change point effettivo (ove esistente), poiché deriva da una interpretazione soggettiva dei diagrammi del CUSUM e della funzione U, va posizionato sul grafico manualmente scorrendo con le frecce in basso a destra. Un ulteriore ausilio per il posizionamento del change point viene fornito dal valore della differenza tra le medie delle due sottoserie riportata nella cella sopra lo strumento per lo scorrimento. Le frecce modificano i dati nelle colonne (V, W) e (X,Y) per evidenziare il change point.

Per entrambi i test l'ipotesi nulla  $H_0$  è che non ci siano change point

- 1) Quando l'ipotesi nulla  **$H_0$  non è rigettabile** i dati non presentano significativi change points
- 2) Quando l'ipotesi nulla  **$H_0$  è rigettabile** i dati presentano significativi change points

I tests per i change points vengono effettuati solo su serie mensili e annuali



### 3.3.9 Foglio <Change\_Points\_SerieDes>

Si effettua la medesima elaborazione per la serie destagionalizzata se è stata effettuata l'analisi delle componenti stagionali.



### 3.3.10 Foglio <Trend>

I tests di Mann-Kendall, Pearson e Spearman sono utilizzati per testare la presenza di trend monotoni nella serie. Si basano sull'ipotesi di indipendenza dei dati

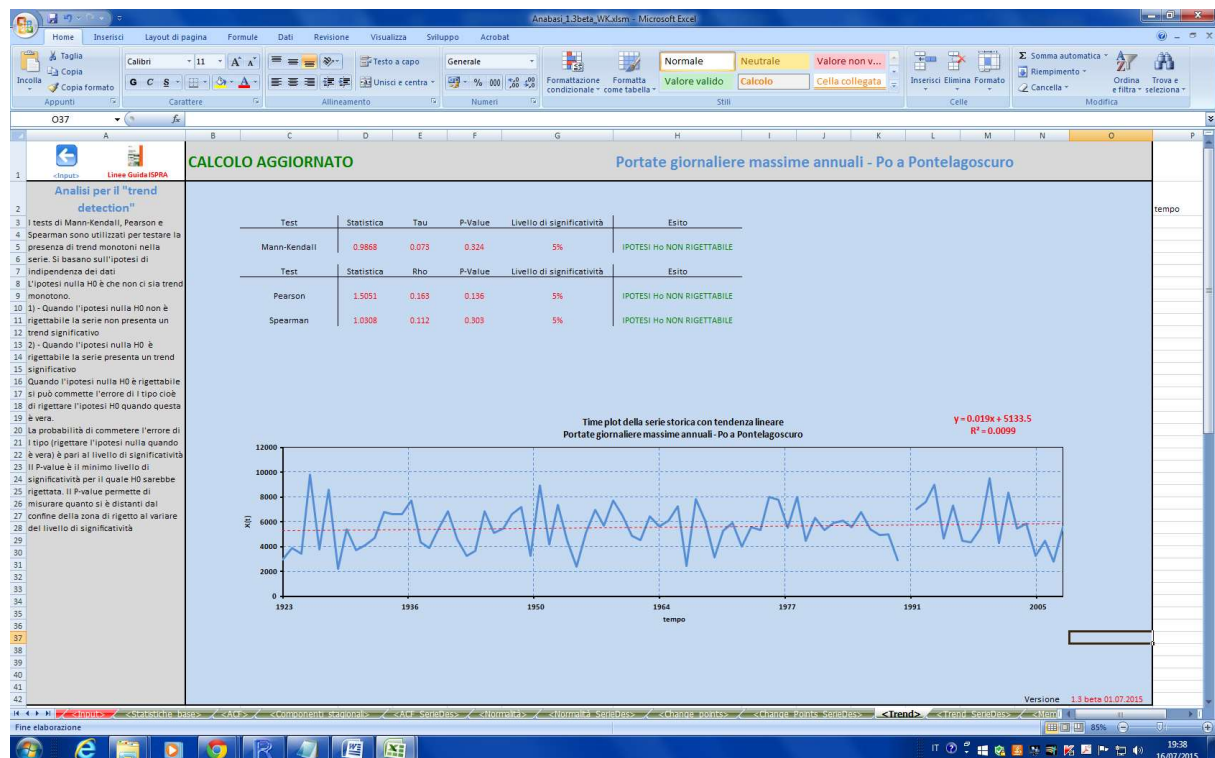
L'ipotesi nulla  $H_0$  è che non ci sia trend monotono.

- 1) Quando l'ipotesi nulla  **$H_0$  non è rigettabile** la serie non presenta un trend significativo;
- 2) Quando l'ipotesi nulla  **$H_0$  è rigettabile** la serie presenta un trend significativo.

Quando l'ipotesi nulla  $H_0$  è rigettabile si può commettere l'errore di I tipo cioè di rigettare l'ipotesi  $H_0$  quando questa è vera.

La probabilità di commettere l'errore di I tipo (rigettare l'ipotesi nulla quando è vera) è pari al livello di significatività

Il P-value è il minimo livello di significatività per il quale  $H_0$  sarebbe rigettata. Il P-value permette di misurare quanto si è distanti dal confine della zona di rigetto al variare del livello di significatività



### 3.3.11 Foglio <Trend\_SerieDes>

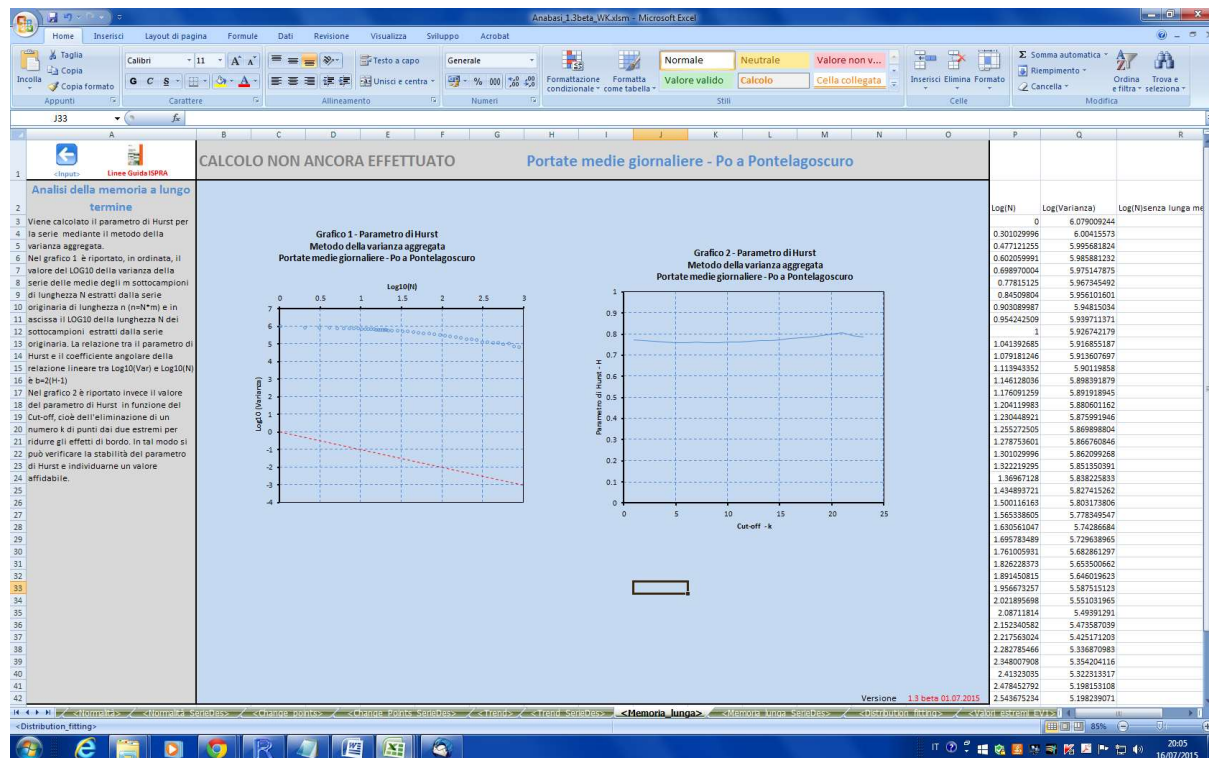
Si effettua la medesima elaborazione per la serie destagionalizzata se è stata effettuata l'analisi delle componenti stagionali.

### 3.3.12 Foglio <Memoria\_lunga>

Viene calcolato il parametro di Hurst per la serie mediante il metodo della varianza aggregata.

Nel grafico 1 è riportato, in ordinata, il valore del LOG10 della varianza della serie delle medie degli  $m$  sottocampioni di lunghezza  $N$  estratti dalla serie originaria di lunghezza  $n$  ( $n=N*m$ ) e in ascissa il LOG10 della lunghezza  $N$  dei sottocampioni estratti dalla serie originaria. La relazione tra il parametro di Hurst e il coefficiente angolare della relazione lineare tra  $\text{Log10}(\text{Var})$  e  $\text{Log10}(N)$  è  $b=2(H-1)$ .

Nel grafico 2 è riportato invece il valore del parametro di Hurst in funzione del Cut-off, cioè dell'eliminazione di un numero  $k$  di punti dai due estremi per ridurre gli effetti di bordo. In tal modo si può verificare la stabilità del parametro di Hurst e individuarne un valore affidabile.



### 3.3.13 Foglio <Memoria\_lunga\_SerieDes>

Si effettua la medesima elaborazione per la serie destagionalizzata se è stata effettuata l'analisi delle componenti stagionali.

### 3.3.14 Foglio <Distribution\_fitting>

L'analisi "distribution fitting" viene effettuata per descrivere statisticamente il comportamento di una serie di dati. Mediante questa analisi si individuano la probabilità o la frequenza di un assegnato valore della grandezza idrologica. Date le caratteristiche delle distribuzioni tale elaborazione è effettuata solo per variabili positive

Si utilizzano, tra i tanti modelli probabilistici proposti in letteratura, la distribuzione LogNormale a 2 parametri (detta anche di Galton-Gibrat, LN2) e la distribuzione Gamma a 2 parametri (G2).

Le espressioni per la densità di probabilità (PDF) utilizzate sono rispettivamente:

#### 1) LogNormale

$$f(x, \mu, \sigma) = \frac{1}{x\sigma\sqrt{2\pi}} \exp\left[-\frac{(\ln(x) - \mu)^2}{2\sigma^2}\right]$$

con:

$x$  variabile  $> 0$

$\mu$  parametro di posizione

$\sigma$  parametro di scala

#### 2) Gamma

$$f(x, \alpha, \beta) = \frac{1}{\beta^\alpha \Gamma(\alpha)} x^{\alpha-1} \exp\left(-\frac{x}{\beta}\right)$$

con:

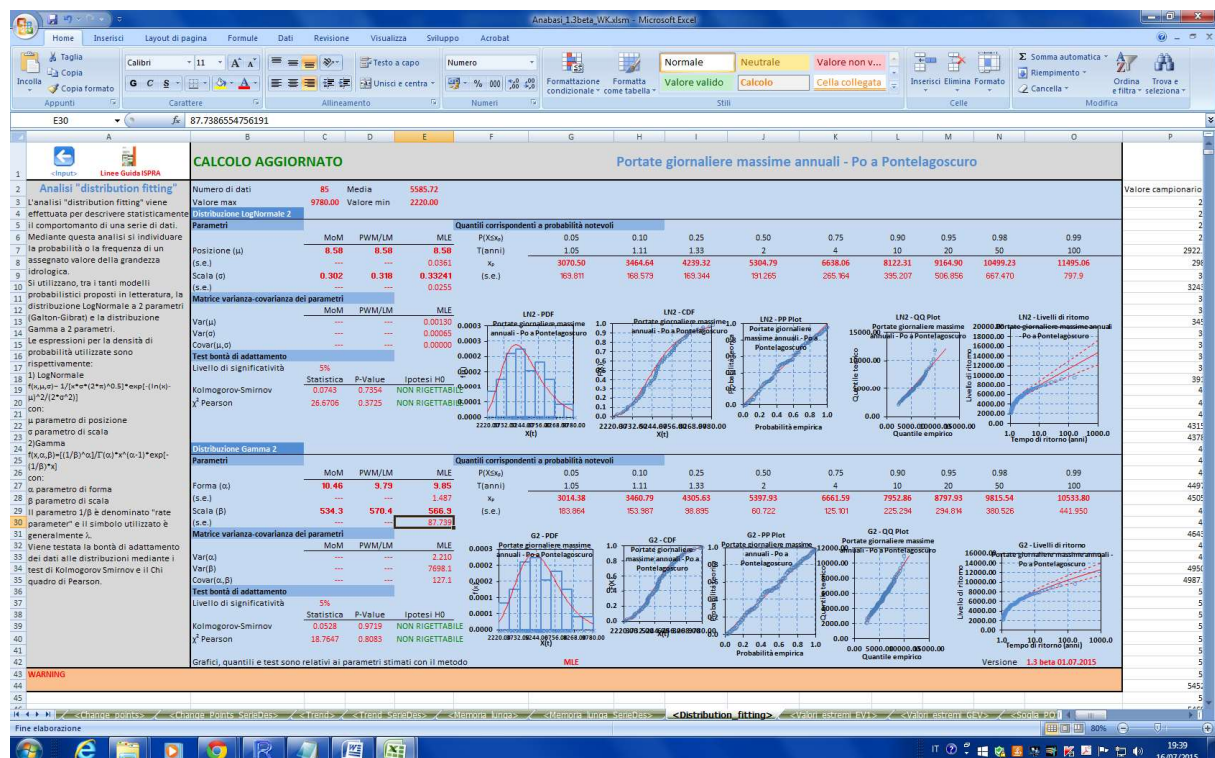
$x$  variabile  $> 0$

$\alpha$  parametro di forma  $> 0$

$\beta$  parametro di scala  $> 0$

Il parametro  $1/\beta$  è denominato "rate parameter" e il simbolo utilizzato è generalmente  $\lambda$ .

Viene testata la bontà di adattamento dei dati alle distribuzioni mediante i test di Kolmogorov Smirnov e il Chi quadro di Pearson.



### 3.3.15 Foglio <Valori\_estremi\_EV1>

Vengono stimati i valori estremi con assegnati periodi di ritorno mediante la distribuzione EV1 (Extreme Value I) o di Gumbel

L'espressione generale della CDF della EV1:

$$F(x, \mu, \sigma) = \exp \left[ - \exp \left( - \frac{x - \mu}{\sigma} \right) \right]$$

con:

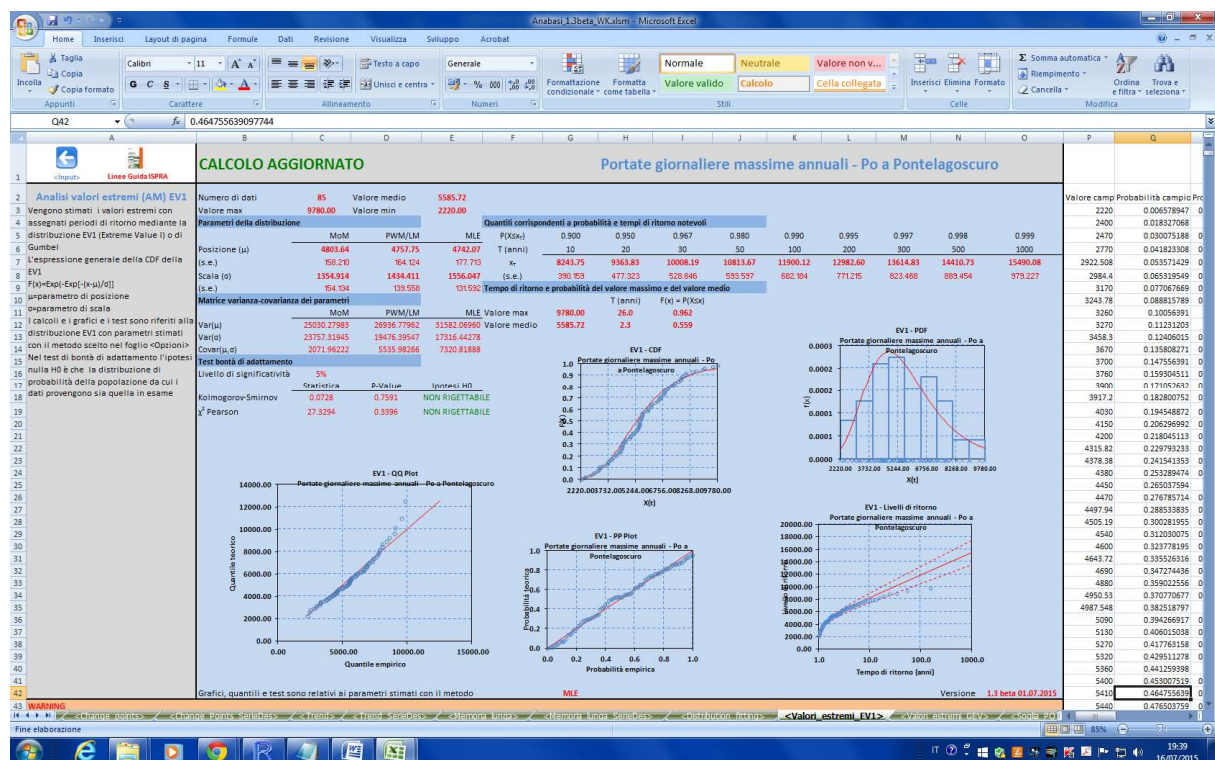
$x$  variabile  $(-\infty + \infty)$

$\mu$  parametro di posizione

$\sigma$  parametro di scala  $> 0$

I calcoli e i grafici e i test sono riferiti alla distribuzione EV1 con parametri stimati con il metodo scelto nel foglio <Opzioni> tra il MoM, PWM/LM e ML

Nel test di bontà di adattamento l'ipotesi nulla  $H_0$  è che la distribuzione di probabilità della popolazione da cui i dati provengono sia quella in esame





---

### 3.3.16 Foglio <Valori\_estremi\_GEV>

Vengono stimati i valori estremi con assegnati periodi di ritorno mediante la distribuzione generalizzata del valore estremo (GEV). L'espressione generale della CDF della GEV e i simboli sono quelli riportati in Coles (An Introduction to Statistical Modeling of Extreme Values, Springer, 2001) e su Wikipedia ([https://en.wikipedia.org/wiki/Generalized\\_extreme\\_value\\_distribution](https://en.wikipedia.org/wiki/Generalized_extreme_value_distribution)) :

$$F(x, \mu, \sigma, \xi) = \exp \left\{ - \left[ 1 + \xi \left( \frac{x - \mu}{\sigma} \right) \right]^{-\frac{1}{\xi}} \right\}$$

$\mu$  parametro di posizione

$\sigma$  parametro di scala  $> 0$

$\xi$  parametro di forma

Deve essere:  $\left[ 1 + \xi \left( \frac{x - \mu}{\sigma} \right) \right] > 0$

Se:

$\xi = 0$  : distribuzione di Gumbel (EV1) (normal tailed)  $\rightarrow x (-\infty + \infty)$

$\xi > 0$  : distribuzione di Frechet (EV2) (heavy tailed)  $\rightarrow x > \mu - \frac{\sigma}{\xi}$  (lim. inf.)

$\xi < 0$  : distribuzione di Weibull (EV3) (short tailed)  $\rightarrow x < \mu - \frac{\sigma}{\xi}$  (lim. sup.)

La stima dei parametri e la matrice var-covar mediante il metodo della ML è effettuata con la subroutine MLEGEV (Hosking, J. R. M., Algorithm AS 215: Maximum-likelihood estimation of the parameter of the generalized extreme-value distribution, Appl. Stat., 34, 301–310, 1985). La stima della matrice var-covar mediante il metodo LM/PWM, è effettuata con l'approssimazione asintotica di Hosking (Hosking, J. R. M., J. R. Wallis, and E. F. Wood, 1985, Estimation of the generalized extreme-value distribution by the method of probability weighted moments, Technometrics, 27(3), 251–261) che vale per il parametro di forma  $-0.4 < \xi < 0.4$ . La stima della matrice var-covar mediante il metodo MoM, è effettuata invece con l'approssimazione asintotica riportata in Madsen et al. 1997 (Madsen H., Rasmussen P.F., Rosbjerg D., 1997, Comparison of annual maximum series and partial duration series methods for modeling extreme hydrologic events. 1. At site modeling, Water Resources Research, vol. 33, no.4, pp 747-757) che vale per il parametro di forma  $-0.4 < \xi < 0.1$ .

I calcoli e i grafici e i test sono riferiti alla distribuzione GEV con parametri stimati con il metodo scelto nel foglio <Opzioni> tra il MoM, PWM/LM e ML

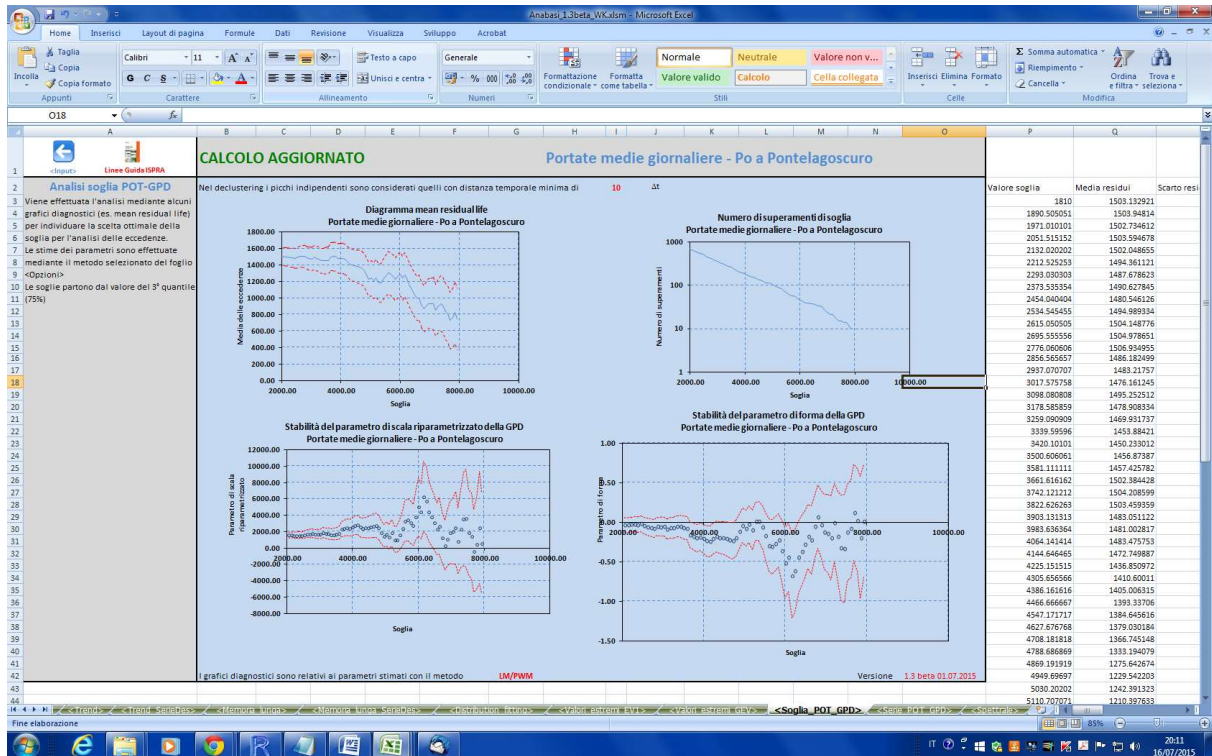


### 3.3.17 Foglio <Soglia\_POT\_GPD>

Viene effettuata l'analisi mediante alcuni grafici diagnostici (es. mean residual life) per individuare la scelta ottimale della soglia per l'analisi delle eccedenze.

Le stime dei parametri sono effettuate mediante il metodo selezionato del foglio <Opzioni>.

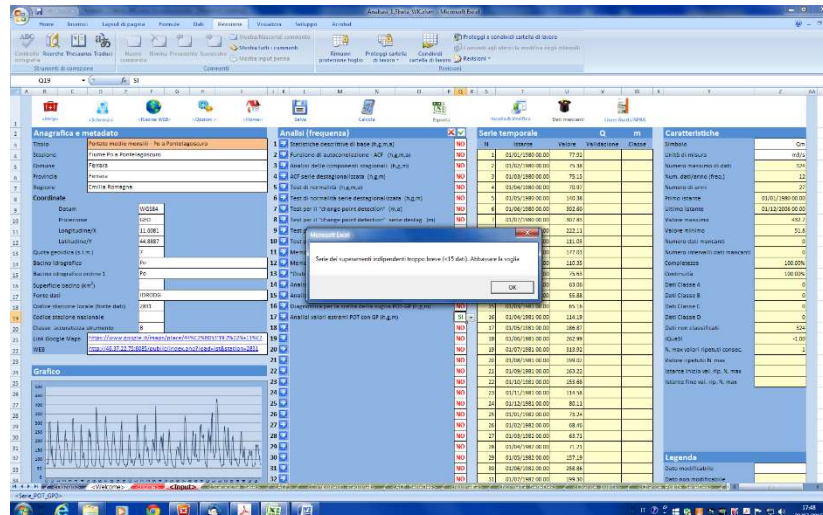
Le soglie partono dal valore del 3° quantile Q3 (75%).



### 3.3.18 Foglio <Serie\_POT\_GPD>

Fissata una soglia si considera la serie costituita dai valori sopra soglia indipendenti (superamenti) e dalle relative eccedenze (valore-soglia). Vengono stimati i valori estremi con assegnati periodi di ritorno mediante la distribuzione GPD (Generalized Pareto Distribution).

Tuttavia quando la soglia scelta è tale che si selezionano meno di 15 valori l'elaborazione non viene effettuata ma si richiede di abbassare la soglia.



L'espressione della CDF della GPD è

$$F(x, \mu, \sigma, \xi) = 1 - \left[ 1 + \xi \left( \frac{x - \mu}{\sigma} \right) \right]^{-\frac{1}{\xi}}$$

$\mu$  parametro di posizione

$\sigma$  parametro di scala  $> 0$

$\xi$  parametro di forma

Deve essere:  $\left[ 1 + \xi \left( \frac{x - \mu}{\sigma} \right) \right] > 0$

Se:

$\xi = 0$ : distribuzione esponenziale (medium tailed)  $\rightarrow x(-\infty + \infty)$

$$F(x, \mu, \sigma, 0) = 1 - \exp\left(-\frac{x - \mu}{\sigma}\right) \text{ con } x \geq \mu$$

$\xi > 0$ : distribuzione Pareto (long tailed) ( $x \geq \mu$ )

$\xi < 0$ : distribuzione Pareto II tipo (short tailed)  $\mu \leq x \leq \mu - \sigma / \xi$

$\xi = -1$ : distribuzione uniforme in  $\mu \leq x \leq \mu + \sigma$

I calcoli e i grafici sono riferiti alla distribuzione GPD con parametri stimati con il metodo scelto nel foglio <Opzioni>.

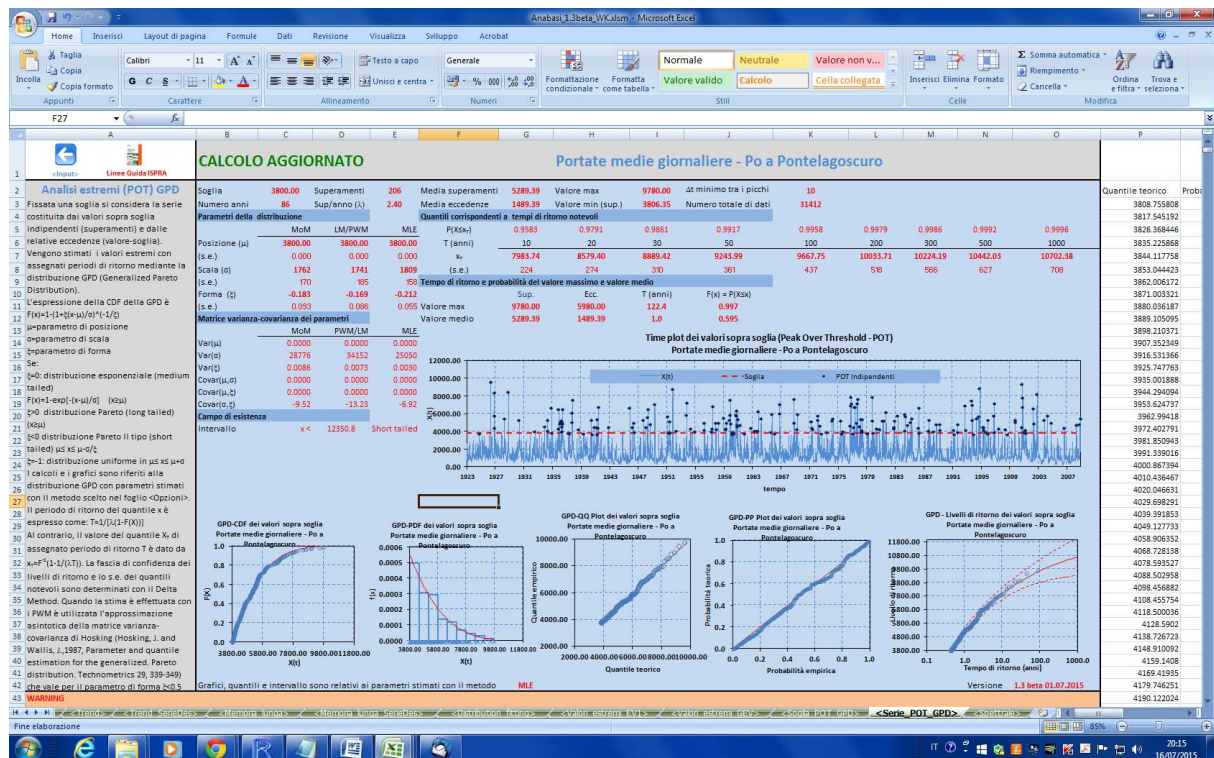
Il periodo di ritorno del quantile  $x$  è espresso come:  $T = \frac{1}{\lambda[1 - F(x_T)]}$ . Al contrario, il valore del

quantile  $x_T$  di assegnato periodo di ritorno  $T$  è dato da  $x_T = F^{-1}\left(1 - \frac{1}{\lambda T}\right)$ .

La fascia di confidenza dei livelli di ritorno e lo s.e. dei quantili notevoli sono determinati con il Delta Method. Quando la stima è effettuata con i PWM è utilizzata l'approssimazione asintotica della matrice varianza-covarianza di Hosking (Hosking, J. and Wallis, J., 1987, Parameter and quantile estimation for



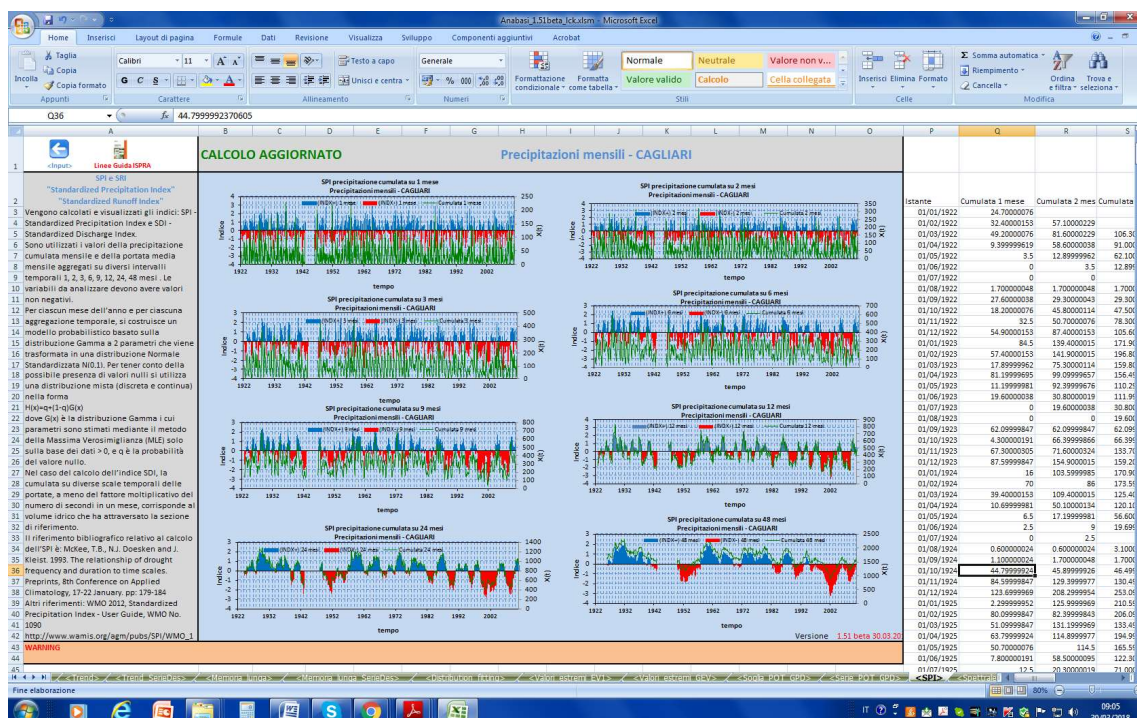
the generalized. Pareto distribution. Technometrics 29, 339-349) che vale per il parametro di forma  $\xi < 0.5$



### 3.3.19 Foglio <SPI>

Vengono calcolati e visualizzati gli indici: SPI - Standardized Precipitation Index e SRI - Standardized Runoff Index.

Sono utilizzati i valori della precipitazione cumulata mensile e della portata media mensile elaborati (cumulati o mediati) su diversi intervalli temporali 1, 2, 3, 6, 9, 12, 24, 48 mesi. Le variabili da analizzare devono avere valori non negativi.



Per ciascun mese dell'anno e per ciascuna aggregazione temporale, si costruisce un modello probabilistico basato sulla distribuzione Gamma a 2 parametri che viene trasformata in una distribuzione Normale Standardizzata  $N(0,1)$ .

I 2 parametri della distribuzione Gamma sono stimati mediante il metodo della Massima Verosimiglianza (MLE).

Per tener conto della possibile presenza di valori nulli si utilizza una distribuzione mista (discreta e continua) nella forma

$$H(x) = q + (1 - q)G(x)$$

dove  $G(x)$  è la distribuzione Gamma i cui 2 parametri sono stimati mediante il metodo della Massima Verosimiglianza (MLE) solo sulla base dei dati  $> 0$ , e  $q$  è la probabilità del valore nullo.

Nel caso del calcolo dell'indice SRI, la cumulata su diverse scale temporali delle portate, a meno del fattore moltiplicativo del numero di secondi in un mese, corrisponde al volume idrico che ha attraversato la sezione di riferimento.

I riferimenti bibliografici relativi al calcolo dell'SPI sono:

- McKee, T.B., N.J. Doesken and J. Kleist. 1993. The relationship of drought frequency and duration to time scales. Preprints, 8th Conference on Applied Climatology, 17-22 January. pp: 179-184
- WMO 2012, Standardized Precipitation Index - User Guide, WMO No. 1090 [http://www.wamis.org/agm/pubs/SPI/WMO\\_1090\\_EN.pdf](http://www.wamis.org/agm/pubs/SPI/WMO_1090_EN.pdf)

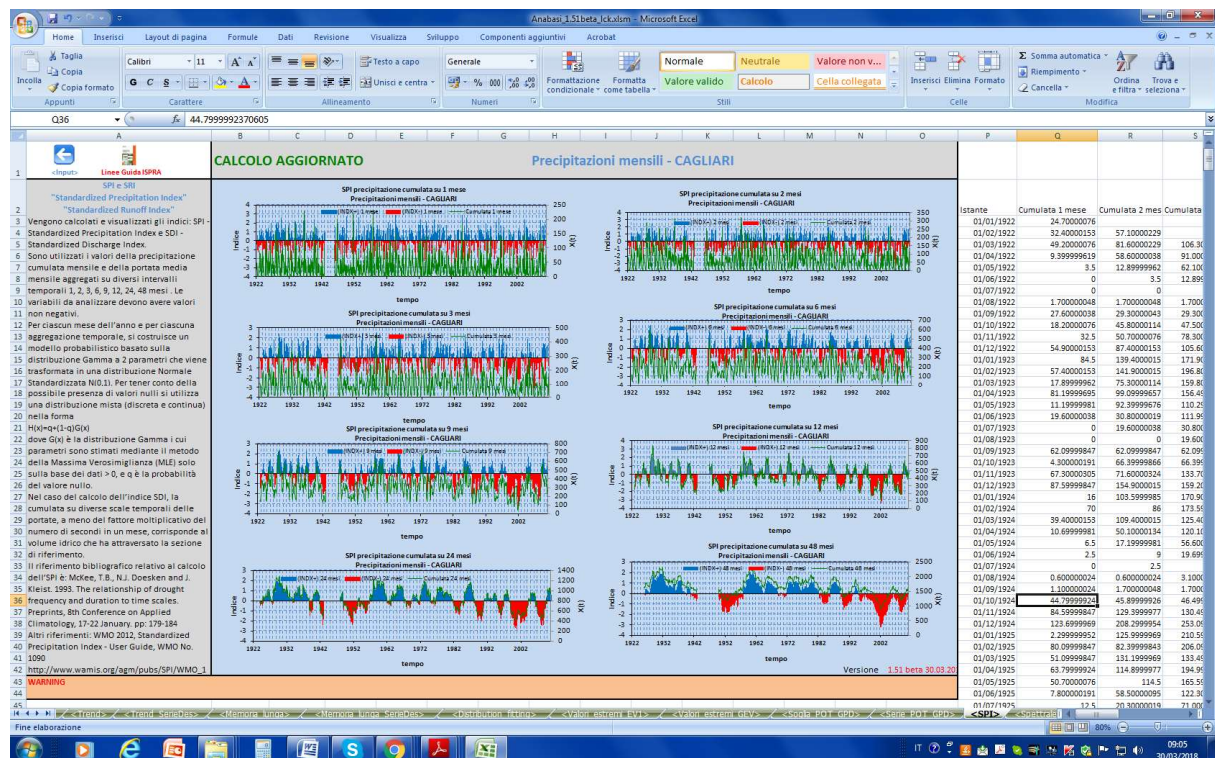
L'indice può essere generalizzato ad altre grandezze idrologiche purchè non negative.

Nell'intervallo di colonne del foglio AY:BH sono riportate le stime dei parametri della distribuzione di probabilità utilizzata per ciascun mese e per ciascun intervallo di aggregazione.



### 3.3.20 Foglio <SPEI>

Vengono calcolati e visualizzati gli indici: SPEI - Standardized Precipitation Evapotranspiration Index. Sono utilizzati i valori della differenza tra la precipitazione e l'evapotraspirazione potenziale mensile cumulata su diversi intervalli temporali 1, 2, 3, 6, 9, 12, 24, 48 mesi.



Per ciascun mese dell'anno e per ciascuna aggregazione temporale, si costruisce un modello probabilistico basato sulla distribuzione Log Logistica a 3 parametri (LL3) che viene trasformata in una distribuzione Normale Standardizzata  $N(0,1)$ .

I 3 parametri della distribuzione LL3 sono stimati mediante il metodo dei momenti pesati in probabilità (PWM).



I riferimenti bibliografici relativi al calcolo dell'SPEI sono:

- Vicente-Serrano S.M., Santiago Beguería, Juan I. López-Moreno, (2010): A Multiscalar drought index sensitive to global warming: The Standardized Precipitation Evapotranspiration Index – SPEI. *Journal of Climate* 23: 1696-1718
- Ahmad, M. I., C. D. Sinclair, and A. Werritty, 1988: Log-logistic flood frequency analysis. *J. Hydrol.*, 98, 205–224

Nell'intervallo di colonne del foglio AY:BH sono riportate le stime dei parametri della distribuzione in probabilità utilizzata per ciascun mese e per ciascun intervallo di aggregazione

## 3.4 Fogli di supporto

Ciascun foglio di supporto è strutturato, come i fogli dei risultati, in quattro riquadri, oltre al resto del foglio:

1. il primo, in alto a sinistra, contiene il tasto  per ritornare al foglio <Input> e il tasto  per accedere alle Linee Guida. In questo caso, a differenza dei fogli dei risultati, si accede dalla prima pagina delle LG.
2. il secondo, lateralmente sulla sinistra, contiene una breve descrizione-promemoria di quanto riportato nel foglio;
3. il terzo, in alto, contiene il titolo del foglio;
4. il quarto riquadro centrale contiene le informazioni di supporto alle elaborazioni statistiche.

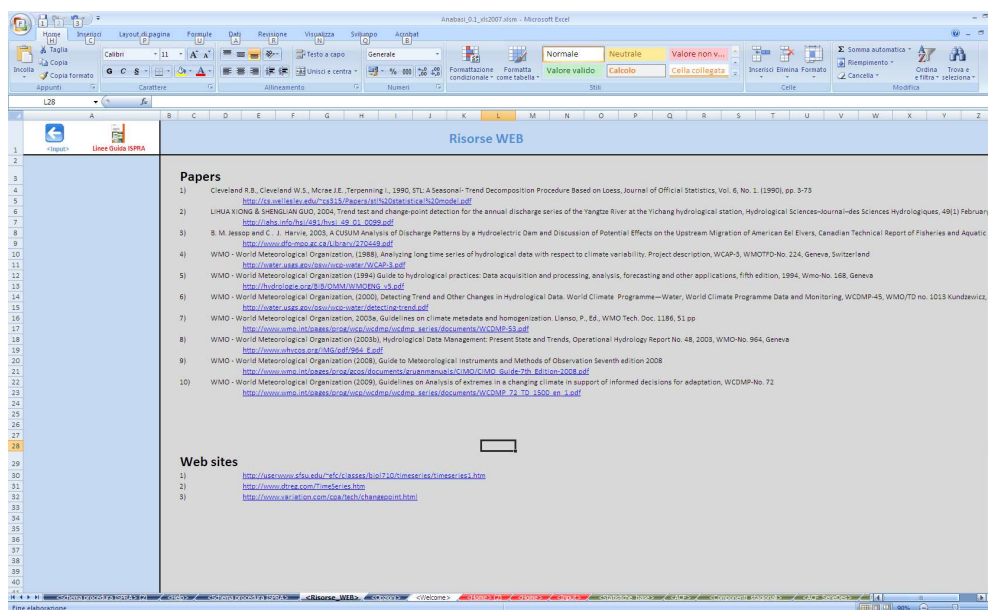


Figura 3.8 – Esempio foglio di supporto.

In questa versione di ANABASI sono presenti i seguenti fogli di supporto:

- <Opzioni>: nel quale sono riportati i parametri opzionali per il funzionamento del foglio ANABASI e per alcune elaborazioni statistiche
- <Risorsa WEB>: nel quale sono riportati i link di alcuni lavori di riferimento per le analisi statistiche proposte e di alcuni siti web per ulteriori approfondimenti
- <Procedura>: nel quale è riportata lo schema a blocchi della procedura proposta
- <Help>: nel quale sono riportati alcuni suggerimenti per il corretto funzionamento del foglio ANABASI.

Data l'importanza che il foglio <Opzioni> ha per il funzionamento della macro ANABASI se ne riporta di seguito una descrizione dettagliata.

### 3.4.1 Foglio <Opzioni>

Il foglio <Opzioni> contiene le informazioni generali necessarie al funzionamento della macro ANABASI nonché dei parametri variabili richiesti per l'effettuazione di alcune elaborazioni statistiche.



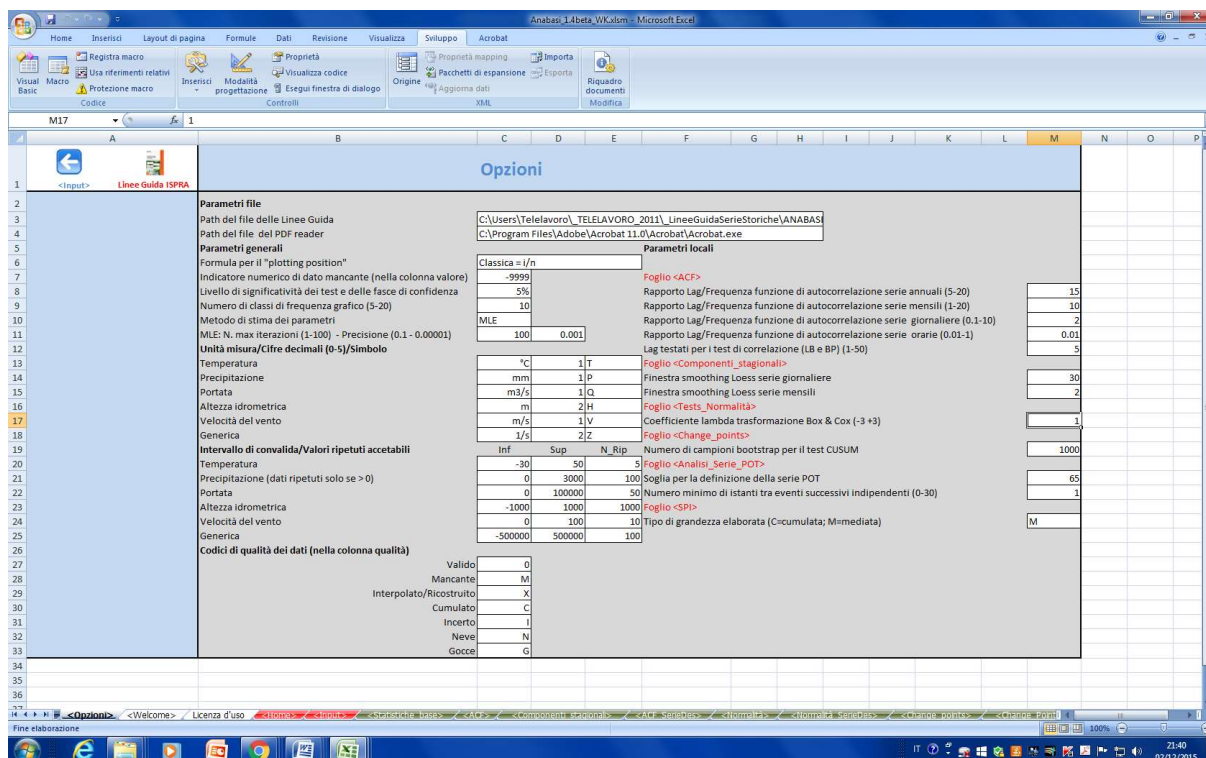


Figura 3.9 – Foglio <Opzioni>.

I parametri da inserire sono:

#### Parametri file

- *Path del file delle Linee guida:* percorso del file delle Linee Guida (es. C:\\_LineeGuidaSerieStoriche\ANABASI\MLG\_84\_2013.pdf)
- *Path del file del PDF reader:* percorso del programma di lettura dei file in formato PDF (es. C:\Programmi\Adobe\Acrobat 9.0\Acrobat\Acrobat.exe)

#### Parametri generali

- *Formula per il plotting position:* Classica =  $i/n$ , Weibull =  $i/(n+1)$ , Hazen =  $(i-0.5)/n$ , Hoskings =  $(i-0.35)/n$ , Gringorten =  $(i-0.44)/(n+0.12)$ , Cunnane =  $(i-0.40)/(n+0.2)$ .
- *Indicatore numerico di dato mancante (nella colonna valore):* è l'indicatore da assegnare nella colonna valore per indicare un dato mancante. In genere è posto pari a -9999
- *Livello di significatività dei test:* in tutti i test statistici effettuati è il valore della probabilità di commettere l'errore di I tipo, cioè di rigetterà l'ipotesi nulla  $H_0$  quando è vera. I valori consentiti sono quelli generalmente utilizzati 1%, 5% e 10%.
- *Numero di classi di frequenza grafico (5-20):* è il numeri di barre negli istogrammi rappresentanti la frequenza percentuale campionaria. I valori ammessi sono tra 5e 20
- *Metodo di stima dei parametri.* E' possibile scegliere tra i più diffusi metodi di stima: Metodo dei Momenti MoM, Metodo dei Momenti Pesati in Probabilità PWM/LM, Metodo della Massima Verosimiglianza MLE.
- *MLE: N. max iterazioni (1-100) - Precisione (0.1 - 0.00001):*

#### Unità di misura/Cifre decimali/Simbolo

nel primo campo tramite una *list box* si inserisce l'unità di misura della grandezza idrologica; nel secondo campo il numero di cifre decimali con cui verranno rappresentati i valori della serie; nel terzo campo viene indicato il simbolo.

- Temperatura;
- Precipitazione;
- Portata;
- Altezza idrometrica;
- Velocità del vento;
- Generica.

#### Intervalli di convalida e valori ripetuti accettabili

---

Gli intervalli di convalida sono utilizzati all'atto dell'incollaggio della serie storica per una delle verifiche. Qualora solo uno dei dati è esterno all'intervallo di convalida la serie non viene incollata nel foglio <Input>.

- *Intervallo convalida dati temperatura*: estremo inferiore e superiore del range di variabilità accettabile per la temperatura;
- *Intervallo convalida dati precipitazione*: estremo inferiore e superiore del range di variabilità accettabile per la precipitazione;
- *Intervallo convalida dati portata*: estremo inferiore e superiore del range di variabilità accettabile per la portata;
- *Intervallo convalida dati altezza idrometrica*: estremo inferiore e superiore del range di variabilità accettabile per l'altezza idrometrica;
- *Intervallo convalida dati di vento*: estremo inferiore e superiore del range di variabilità accettabile per il vento;
- *Intervallo convalida dati generici*: estremo inferiore e superiore del range di variabilità accettabile per la generica grandezza idrologica;
- Nella colonna *N\_rip* vengono inseriti, per ciascuna tipologia di grandezza idrologica, il numero massimo accettabile di dati consecutivi di uguale valore.

**Codici di qualità dei dati (nella colonna qualità):**

- *Valido*;
- *Mancante*;
- *Interpolato/Ricostruito*;
- *Cumulato*;
- *Incerto*.

**Parametri locali**

I parametri locali hanno influenza solo in alcune elaborazioni statistiche. Questi parametri sono di seguito riportati in funzione dei fogli elettronici in cui tali elaborazioni sono prodotte:

**Foglio <ACF> e <ACF\_Des>**

- *Rapporto Lag/Frequenza funzione di autocorrelazione serie annuali (5-20)*: è il numero di lag da elaborare e visualizzare per la funzione di autocorrelazione annuale rispetto alla frequenza che nel caso annuale è uguale a 1 (tra 5 e 20 lag);
- *Rapporto Lag/Frequenza funzione di autocorrelazione serie mensili (1-20)*: è il numero di lag da elaborare e visualizzare per la funzione di autocorrelazione mensile rispetto alla frequenza che in questo caso è uguale a 12 (tra 12 e 240 lag);
- *Rapporto Lag/Frequenza funzione di autocorrelazione serie giornaliere (0.1-10)*: è il numero di lag da elaborare e visualizzare per la funzione di autocorrelazione giornaliera rispetto alla frequenza che in questo caso è uguale a 365 (tra 36 e 3650 lag)
- *Rapporto Lag/Frequenza funzione di autocorrelazione serie orarie (0.01-1)*: è il numero di lag da elaborare e visualizzare per la funzione di autocorrelazione oraria rispetto alla frequenza che in questo caso è uguale a 8760 (tra 88 e 8760 lag )
- *Lag testati/Frequenza per i test di correlazione (LB e BP) (0.1-10)*: è il rapporto tra il numero di lag della ACF rispetto alla frequenza della serie testati nei test di Ljung Box e Box Pierce. Es.

**Foglio <Componenti stagionali>**

- *Finestra smoothing Loess serie giornaliere*: è il numero di giorni richiesto dall'algoritmo Loess su cui effettuare la media pesata dei valori
- *Finestra smoothing Loess serie mensili*: è il numero di mesi richiesto dall'algoritmo Loess su cui effettuare la media pesata dei valori

**Foglio <Normalità> e <Normalità\_SerieDes>**

- *Coefficiente lambda trasformazione Box & Cox (-3 +3)*: è l'esponente della trasformazione di Box e Cox

**Foglio <Change\_points> e <Change\_Points\_SerieDes>**

- *Numero di campioni bootstrap per il test CUSUM*: è il numero di campioni di bootstrap che devono essere generati per definire empiricamente la distribuzione della statistica Sdiff

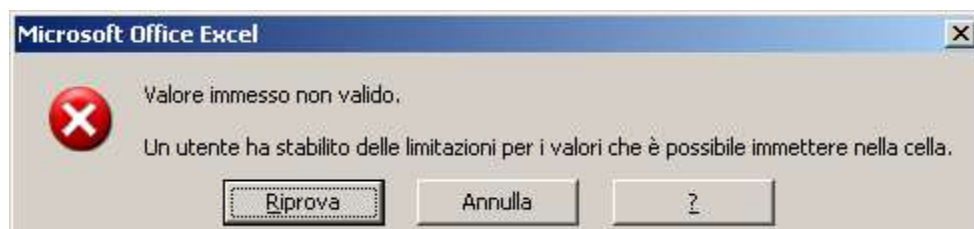
**Foglio <Analisi\_Serie\_POT>**

- *Soglia per la definizione della serie POT*: è il valore della grandezza idrologica mediante il quale vengono selezionati i valori maggiori o uguali ad esso
- *Numero minimo di istanti tra eventi successivi indipendenti (0-30)*: è il numero di istanti temporali utilizzati nel criterio di declustering per garantire l'indipendenza di una serie POT.

**Foglio <SPI>**

- 
- *Tipo di grandezza elaborata (C=cumulata; M=mediata)*: è selezionato il tipo di grandezza elaborata sulla quale viene effettuato il calcolo dell'indice normalizzato. Se viene scelto *Cumulata* (generalmente per le precipitazioni) la grandezza è sommata sul relativo intervallo temporale; se si sceglie *Mediata* (generalmente per le portate) la grandezza è mediata sul relativo intervallo temporale.

Nel foglio <Opzioni> i valori indicati tra parentesi costituiscono l'intervallo di convalida del parametro. Se si immette un valore esterno a tale intervallo si genera il messaggio di Excel



**Figura 3.10** – Messaggio di errore di Excel se si inseriscono dati esterni all'intervallo di convalida.

#### 3.4.2 Foglio <Risorse WEB>

To be done

#### 3.4.3 Foglio <Procedura>

To be done

#### 3.4.4 Foglio <Help>

To be done

---

## 4. Operazioni

### 4.1 Formato dei dati

Nella macro ANABASI il dato idrologico è costituito da 4 informazioni di cui le prime 2 obbligatorie e le altre 2 opzionali:

1. istante temporale;
2. valore della grandezza;
3. validazione;
4. qualità.

#### 4.1.1 Istante temporale

L'istante temporale deve essere fornito, in generale, nel formato data di Excel contenente anno, mese, giorno, ora e minuti:

*gg/mm/aaaa hh.mm*

Tuttavia per i dati ad aggregazione almeno giornaliera non è necessario il formato riportante l'ora e i minuti.

In particolare, come riportato in Tabella 4.1, il valore del dato idrologico si attribuisce per i dati annuali al primo giorno dell'anno e all'ora 0.00, per i dati mensili al primo giorno del mese e all'ora 0.00, per i dati giornalieri all'ora 0.00 e così via

**Tabella 4.1** – *Formati di inserimento delle date nel campo "Istante".*

Aggregazione o elaborazione	Formato
<i>Annuale</i>	<i>01/01/aaaa 0.00</i>
<i>Mensile</i>	<i>01/mm/aaaa 0.00</i>
<i>Giornaliera</i>	<i>gg/mm/aaaa 0.00</i>
<i>Oraria</i>	<i>gg/mm/aaaa hh.00</i>

I dati derivati da un processo di aggregazione (precipitazione cumulata, ecc.) ovvero di elaborazione su un intervallo (es. media, max, min ecc.), vengono attribuiti all'istante iniziale dell'intervallo stesso.

Così, per esempio, la precipitazione annuale associata all'istante *01/01/2012 0.00* è la precipitazione cumulata per l'intero anno 2012; la temperatura media mensile associata all'istante *01/04/2013 0.00* è la temperatura media del mese di aprile del 2013 e così via.

In questa versione, ANABASI può trattare dati solo con intervalli temporali elencati nella Tabella 4.1. Nelle successive versioni saranno implementate anche altri intervalli temporali come quelli settimanali, decadali, trimestrali ecc.

La determinazione dell'intervallo temporale della serie dei dati idrologici è effettuata automaticamente sulla base degli istanti temporali tra i primi due dati della serie storica.

#### 4.1.2 Valore della grandezza

Il valore della grandezza deve essere un valore numerico che esprime la grandezza nell'unità di misura opportuna. Il valore deve essere compreso nell'intervallo di convalida definito nel foglio <Opzioni>.

Il dato mancante viene definito mediante un codice numerico da assegnare nel foglio <Opzioni>. Generalmente esso viene posto pari a -9999.

#### 4.1.3 Qualità

La qualità del dato è un codice alfanumerico che riprende, in generale, la codifica del dato presente negli Annali Idrologici del Servizio Idrografico e in particolare per la precipitazione .

Così, ad esempio, possiamo indicare con

- 0: valido;

- M: mancante;
- I: incerto;
- X: interpolato;
- Z: cumulato;
- G: gocce;
- N: neve.

Nel foglio <Opzioni> è possibile definire i diversi codici. In questa versione di ANABASI non viene effettuata nessuna elaborazione sui codici di qualità.

#### 4.1.4 Classe

La classe del dato è invece un codice alfanumerico che assume i valori A, B, C, e D e viene utilizzato per definire la qualità complessiva della serie. Esso è funzione della tipologia dello strumento e delle modalità di rilevamento della grandezza, così come illustrato nelle Linee Guida:

- A: dato rilevato con strumentazione di accuratezza elevata e nelle condizioni ottimali;
- B: dato rilevato con strumentazione di accuratezza media;
- C: dato rilevato con strumentazione di accuratezza bassa o dedotto indirettamente da un'altra grandezza mediante una relazione matematica (es. portata dedotta dall'altezza idrometrica mediante la scala delle portate, precipitazione areale dedotta dal radar meteo mediante la relazione riflettività-precipitazione, ecc.);
- D: dato mancante o ricostruito mediante modellazione matematica.

Nella sezione “Caratteristiche” del foglio <Input> sulla base dei valori nel campo “Qualità” viene riportato l'indice *iQuaSI* calcolato secondo lo schema riportato nelle Linee Guida.

## 4.2 Inserimento dati

I dati sono inseriti mediante una semplice operazione di “Copia & Incolla” da una serie proveniente da un altro file di Excel.

La serie dei dati idrologici da analizzare può essere predisposta in un altro foglio dello stesso file *Anabasi.xlsm* ovvero (scelta consigliata), in un diverso file di Excel. Qualora si dispone di una serie storica all'interno di un altro programma *spreadsheet* (es. Calc di OpenOffice) ovvero in DBMS (es. MS Access) è necessario prima incollare in un qualunque foglio di Excel la serie copiata da un'altra origine e poi copiare nuovamente la serie negli appunti e quindi effettuare il *Copia&Incolla* dal tasto <Incolla&Verifica> degli strumenti di ANABASI.

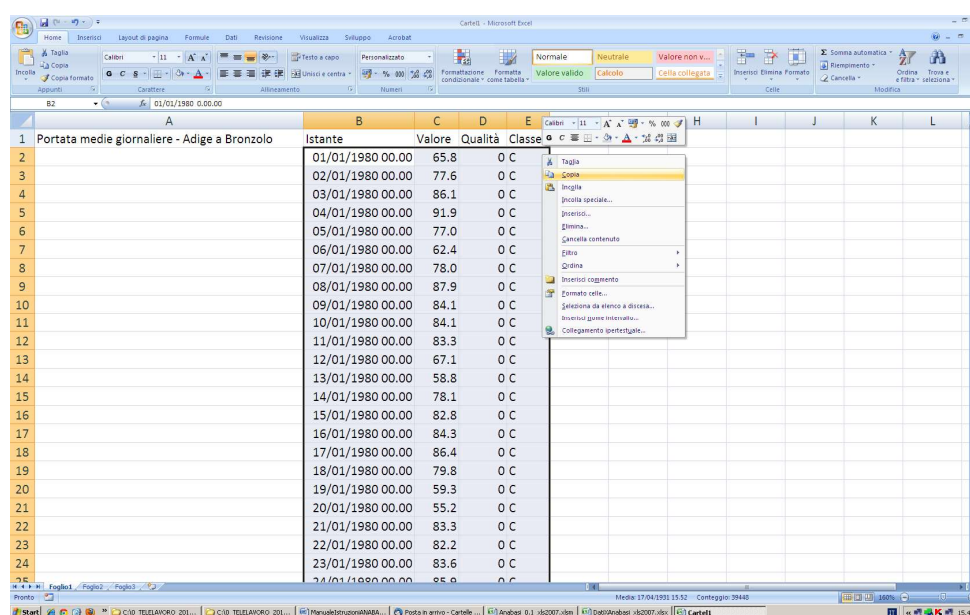



Figura 4.1 – Copia della serie da un qualunque foglio di Excel.



Le colonne contenente la serie devono essere selezionate e copiate **senza intestazione**.

Devono obbligatoriamente essere copiate le prime due colonne e cioè quelle relative al campo “*Istante*” e al campo “*Valore*” della serie nell’ordine in cui si trovano nel foglio <Input>. Le altre due colonne, quelle relative al campo “*Qualità*” e al campo “*Classe*” possono essere copiate opzionalmente.

La copia va fatta in un’unica soluzione. Non è possibile copiare prima 2 colonne e poi aggiungere le altre due

Dopo aver selezionato e copiato le (2,3 o 4) colonne senza intestazione che costituiscono la serie si deve ritornare direttamente al foglio <Input> di ANABASI e premere il tasto  Incolla&Verifica. Se prima di incollare la serie si effettua un’altra operazione, Excel perde la memoria degli appunti e si deve, quindi, ricopiare la selezione. Qualora si preme il tasto Incolla&Verifica senza che negli appunti vi sia una serie viene generato il messaggio:



**Figura 4.2** – Messaggio generato se si preme il tasto Incolla&Verifica con appunti vuoti.

Quando una serie presenta dati mancanti bisogna fare molta attenzione che il codice che identifica il dato mancante nella serie che si vuol analizzare sia quello definito nel foglio <Opzioni>. In caso contrario il sistema legge il valore come un dato.

Il dato mancante viene visualizzato nella sezione Grafico con intervalli vuoti. Ciò significa che il dato mancante è stato inserito correttamente.

Una volta incollata, la serie non è modificabile. Le modifiche vanno effettuate in un altro foglio di Excel e quindi copiata e incollata nuovamente con il comando <Incolla&Verifica>. In questo modo la serie è nuovamente sottoposta alle verifiche di conformità e di convalida.

### 4.3 Tipologia della serie

All’atto dell’incollaggio della serie compare una finestra dove viene richiesto di selezionare la tipologia della serie. Tale operazione è effettuata essenzialmente per definire la convalida secondo gli intervalli specifici per ciascuna tipologia di grandezza idrologica e indicati nel foglio <Opzioni>.



**Figura 4.3** – Finestra per la scelta della tipologia della grandezza idrologica da analizzare.

Quando una serie non rientra tra quelle elencate specificamente, viene considerata come serie “Generica” (es. pressione atmosferica, umidità relativa, eliofania, radiazione solare, ecc.) e indicata con il simbolo Z.

## 4.4 Verifiche dei dati

All’atto dell’incollaggio la serie viene sottoposta ad alcune verifiche al fine di ridurre gli errori nell’elaborazione.

Essa sarà definitivamente incollata nel foglio <Input> e pronta per essere analizzata soltanto se tutte le verifiche sono soddisfatte. Se anche solo una delle verifiche non è soddisfatta essa non sarà incollata.

Le verifiche cui viene sottoposta la serie sono:

- 1) Verifica delle date: viene verificato che il campo “Istante” sia costituito da valori data
- 2) Verifica valori: viene verificato che il campo “Valore” sia costituito da valori numerici
- 3) Verifica numero dei dati: viene verificato che il numero dei dati siano quello atteso
- 4) Verifica date ripetute: viene verificato che non vi siano date ripetute
- 5) Verifica intervalli temporali diversi: viene verificato che i dati siano campionati ad intervalli regolari
- 6) Verifica valori ripetuti: viene verificato che non vi siano un numero di dati ripetuto maggiore di quello indicato nel foglio <Opzioni>
- 7) Convalida dei valori: viene verificato che i valori della serie ricadano all’intero dell’intervallo di convalida
- 8) Verifica lunghezza: viene verificato che i dati abbiano una lunghezza di almeno 5 anni di dati validi per qualunque frequenza. Si esclude la possibilità di effettuare statistiche idrologiche con un numero di dati validi corrispondenti a 5 anni.



Figura 4.4 – Verifiche cui è sottoposta la serie storica prima di essere incollata.



Figura 4.5 – Serie che non ha superato alcune verifiche.

Quando la serie non supera tutte le verifiche non viene incollata, viene mostrata una finestra con l'indicazione di quali siano le verifiche non superate (Figura 4.5), a chiusura della quale viene generato un messaggio di errore (Figura 4.6).



**Figura 4.6** – Messaggio generato quando la serie non supera le verifiche.

Superate le verifiche e prima del definitivo incollaggio della serie viene richiesto di cancellare o meno l'anagrafica della serie.



**Figura 4.7** – Richiesta cancellazione anagrafica e metadato



Tale opzione è stata prevista tenuto conto che per una serie costituita soltanto da una diversa aggregazione del dato già presente nel foglio <Input> l'anagrafica rimane la stessa (a meno del titolo nel campo arancione). Diversamente quando si incolla una serie relativa ad una nuova grandezza o a un'altra stazione di rilevamento, l'anagrafica va cancellata e inserita una nuova.

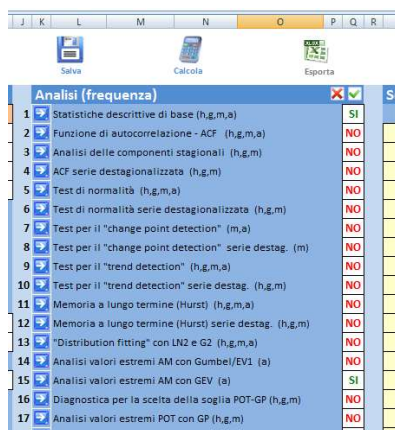
## 4.5 Scelta delle elaborazioni da eseguire

Incollata la serie dopo aver superato tutte le verifiche, si possono inserire (se si è scelto di cancellare) ovvero modificare (se si è scelto di non cancellare) i dati nella sezione “Anagrafica e Metadato” del foglio <Input>.

Nella sezione “Analisi (frequenza)” sono invece elencate le elaborazioni che possono essere effettuate sulla serie inserita nella sezione “Serie temporale”. Per ciascuna elaborazione è indicata tra parentesi l'aggregazione per la quale è possibile effettuare l'analisi. Non tutte le analisi possono essere effettuate per tutti gli intervalli di aggregazione.

La scelta dell'analisi da sviluppare è effettuata mediante la “List Box” contenente SI e NO.

Con i tasti   possono essere selezionate e deselezionate in un'unica soluzione tutte le elaborazioni presenti nell'elenco.



**Figura 4.8** – Scelta delle analisi da eseguire nella sezione Analisi del foglio <Input>

---

Se si seleziona un'elaborazione per un'aggregazione temporale non congruente, questa viene segnalata (vedi figure seguenti) all'atto dell'elaborazione e quindi non effettuata.



**Figura 4.9** – *Segnalazione di scelta non congruente per l'analisi delle componenti stagionali*



**Figura 4.10** – *Segnalazione di scelta non congruente per l'analisi dell'ACF della serie destagionalizzata*



**Figura 4.11** – *Segnalazione di scelta non congruente per l'analisi del chanhe point*



**Figura 4.12** – *Segnalazione di scelta non congruente per l'analisi delle serie POT*

---

## 5. Future implementazioni

Nelle successive versioni di ANABASI è prevista l'implementazione delle seguenti analisi statistiche di base:

- *curve IDF (intensity duration frequency)* o linee segnalatrici di possibilità pluviometrica



