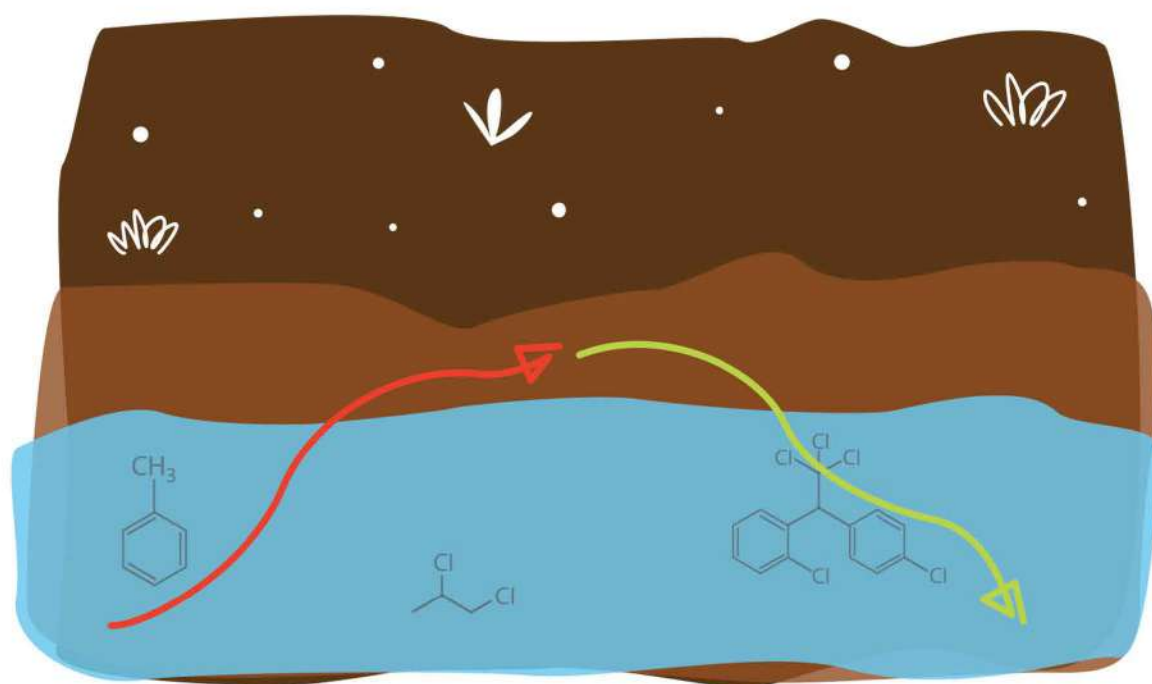


Linee guida per la valutazione delle tendenze ascendenti e d'inversione degli inquinanti nelle acque sotterranee (DM 6 luglio 2016)





ISPRA
Istituto Superiore per la Protezione
e la Ricerca Ambientale



**Sistema Nazionale
per la Protezione
dell'Ambiente**



Linee guida per la valutazione delle tendenze ascendenti e d'inversione degli inquinanti nelle acque sotterranee (DM 6 luglio 2016)

Informazioni legali

L'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA), le Agenzie Regionali per la Protezione dell'Ambiente (ARPA), le Agenzie Provinciali per la Protezione dell'Ambiente (APPA) e le persone che agiscono per loro conto non sono responsabili per l'uso che può essere fatto delle informazioni contenute in questo manuale.

ISPRA - Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale

Via Vitaliano Brancati, 48 – 00144 Roma

www.isprambiente.gov.it

ISPRA, Manuali e Linee Guida 161/2017

ISBN 978-88-448-0844-0

Riproduzione autorizzata citando la fonte

Elaborazione grafica

ISPRA

Grafica di copertina: Elena Porrazzo

Coordinamento pubblicazione on line:

Daria Mazzella

ISPRA – Area comunicazione

Luglio 2017

Autori

Elaborato dai membri del gruppo tecnico di lavoro (D.D. 4898/TRI/DI/N):

Maurizio Guerra (ISPRA - SNPA)

Elisabetta Preziosi (IRSA-CNR)

Stefano Ghergo (IRSA-CNR)

con la collaborazione degli esperti:

Nicoletta Calace (ISPRA – SNPA)

Nicolas Guyennon (IRSA-CNR)

Marco Marcaccio (ARPAE Emilia-Romagna – SNPA)

Stefano Menichetti (ARPA Toscana - SNPA)

Emanuele Romano (IRSA-CNR)

ABBREVIAZIONI	
CIS	Corpo idrico sotterraneo
DB	Data base
ds	dataset
LOD	Limite di rilevabilità (<i>Limit of detection</i>)
LOQ	Limite di quantificazione (<i>Limit of quantification</i>)
MC	Modello concettuale
MO	Monitoraggio Operativo
MS	Monitoraggio di Sorveglianza
SQA	Standard di qualità ambientale
VFN	Valore di fondo naturale
VS	Valori soglia
SC	Stazione di campionamento

INDICE

1. PREMESSA.....	4
2. RIFERIMENTI NORMATIVI.....	5
3. PROCEDURA PER LA VALUTAZIONE DELLE TENDENZE ASCENDENTI E DELLA INVERSIONE DELLE TENDENZE DEGLI INQUINANTI NELLE ACQUE SOTTERRANEE (PROCEDURA A).....	7
3.1 Aggiornamento del modello concettuale del CIS (Box A1).....	10
3.2 Pretrattamento dei dati (Box A2).....	10
3.2.1 <i> Criteri per il trattamento dei valori inferiori al limite di quantificazione</i>	10
3.2.2 <i> Criteri per l'omogeneizzazione dei dati</i>	10
3.3 Valutazione della idoneità del dataset (Box A3)	10
3.4 Valutazione della tendenza significativa e duratura all'aumento sulla singola SC (Box A4)	11
3.4.1 <i> Test parametrici e test non parametrici</i>	11
3.4.2 <i> Problemi legati alla numerosità del campione.....</i>	12
3.4.3 <i> Il test non-parametrico di Mann-Kendall)</i>	13
3.4.4 <i> Significatività del test di Mann-Kendall con un numero limitato di dati</i>	14
3.5 Valutazione della tendenza significativa e duratura all'aumento a scala di CIS (Box A5)	14
3.6 Stima del valore della tendenza (coefficiente angolare) delle singole SC (Box A6).....	15
3.7 Valutazione previsionale del superamento dei VS al termine dei cicli di pianificazione per le singole SC (Box A7).....	16
3.8 Valutazione previsionale del superamento dei VS al termine dei cicli di pianificazione a scala di CIS (Box A8).....	16
3.9 Valutazione dell'inversione di tendenza sulle singole SC (Box A9).....	17
3.10 Valutazione della inversione della tendenza a scala di CIS (Box A10).....	18
3.11 Rappresentazione della inversione della tendenza a scala di CIS.....	18
3.12 Valutazioni dei trend specifiche nel caso di inquinamenti puntuali	18
4. PROCEDURA PER L'IDENTIFICAZIONE DI TENDENZE ALL'AUMENTO DI SOSTANZE NEI CIS DEFINITI "NON A RISCHIO" (PROCEDURA B).....	20
5. BIBLIOGRAFIA.....	23
6. APPENDICE 1. SIGNIFICATIVITÀ DELLA STATISTICA DI MANN-KENDALL	24

1. PREMESSA

La presente linea guida si applica ai corpi idrici sotterranei (CIS) già identificati ai sensi dell'allegato 1 del Decreto legislativo 16 marzo 2009, n. 30 (D.lgs. 30/2009) di recepimento della Direttiva 2006/118/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio, del 12 dicembre 2006, sulla protezione delle acque sotterranee dall'inquinamento e dal deterioramento.

Essa è stata redatta in ottemperanza alle disposizioni dell'allegato 1 alla parte terza del Decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152 (D.lgs. 152/2006), come modificato dall'art. 1 del Decreto ministeriale 6 luglio 2016 "Recepimento della direttiva 2014/80/UE della commissione del 20 giugno 2014 che modifica l'allegato II della direttiva 2006/118/CE del Parlamento europeo e del Consiglio sulla protezione delle acque sotterranee dall'inquinamento e dal deterioramento". L'allegato 1 infatti stabilisce che: "Al fine di fornire gli elementi utili alla valutazione dello stato chimico dei corpi idrici sotterranei, sono rese disponibili le seguenti linee guida nazionali predisposte dagli istituti scientifici nazionali di riferimento:

- una linea guida recante la procedura da seguire per il calcolo dei valori di fondo entro il 31 dicembre 2016.
- una linea guida sulla metodologia per la valutazione delle tendenze ascendenti e d'inversione degli inquinanti nelle acque sotterranee entro il 30 giugno 2017".

In particolare queste linee guida individuano due procedure (Figura 1):

La procedura A, da applicarsi ai CIS già definiti a rischio, che a partire dai dati di monitoraggio operativo (MO) e di sorveglianza (MS) consente di verificare se le singole stazioni di campionamento (SC) e i CIS sono soggetti, per le sostanze individuate come critiche per lo stato chimico, a:

- una tendenza significativa e duratura all'aumento dell'inquinamento così come definita dal D.lgs. 30/09, ovvero "qualsiasi aumento significativo, dal punto di vista ambientale e statistico, della concentrazione di un inquinante, di un gruppo di inquinanti o di un indicatore di inquinamento delle acque sotterranee per il quale è individuata come necessaria l'inversione di tendenza in conformità all'articolo 5" (Art.2 comma 1 lettera e).
- l'inversione di tendenza a scala di SC e di CIS.

La procedura B da applicarsi ai CIS definiti "non a rischio", volta ad evidenziare potenziali tendenze in atto (basandosi sull'esame del modello concettuale e significatività delle pressioni antropiche e/o su analisi semplificata delle tendenze) che possono essere di supporto, insieme ad altre considerazioni, nel valutare l'opportunità di identificare il CIS in esame come a rischio. Questa procedura viene applicata anche per valutare eventuali tendenze delle sostanze che non risultano critiche per lo stato chimico dei CIS definiti "a rischio".

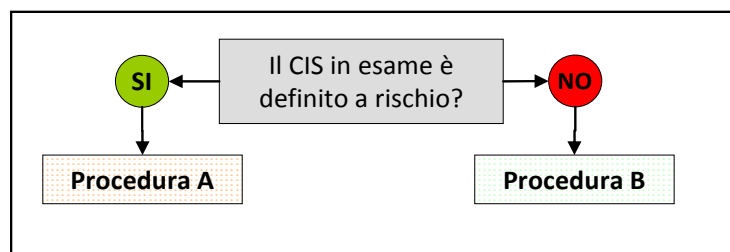


Figura 1. Parte iniziale dei diagrammi di flusso illustrati nel dettaglio nelle Figure 3 e 5 e relativi alle procedure da applicare rispettivamente ai CIS già definiti "a rischio" (procedura A, capitolo 3) e ai CIS "non a rischio" (procedura B, capitolo 4).

2. RIFERIMENTI NORMATIVI

I principali riferimenti normativi sono:

Direttiva 2000/60/CE del Parlamento europeo e del Consiglio del 23 ottobre 2000 che istituisce un quadro per l'azione comunitaria in materia di acque.

La necessità di identificare e correggere qualsiasi tendenza significativa e prolungata all'aumento della concentrazione di sostanze inquinanti nelle acque sotterranee viene evidenziata nella Direttiva 2000/60/CE già nelle considerazioni iniziali (punti 26 e 28 del considerando). La novità rilevante è l'aver individuato una strategia di gestione dei corpi idrici sotterranei che, tenendo conto dei tempi lunghi necessari alla formazione e ricambio naturale delle acque sotterranee medesime, anticipa la programmazione delle misure da adottare per conseguire un buono stato delle acque sotterranee e invertire le tendenze significative e durature all'aumento della concentrazione delle sostanze inquinanti, prima di raggiungere gli SQA o VS. Nello specifico sono rilevanti al tema i seguenti articoli e allegati:

art. 4 (Obiettivi ambientali) lett. b, punto iii);

art. 17 (Strategie per prevenire e controllare l'inquinamento delle acque sotterranee) c. 2, punto b; c. 5; Allegato V (Rilevamento delle tendenze riguardo agli inquinanti) punto 2.4.4 che recita: *“Per rilevare le eventuali tendenze antropiche ascendenti a lungo termine riguardo alla concentrazione degli inquinanti, e per invertirle, gli Stati membri si avvalgono dei dati ottenuti sia con il monitoraggio di sorveglianza che con quello operativo. È stabilito un anno o periodo di riferimento rispetto al quale calcolare le tendenze rilevate. Queste sono calcolate per un corpo idrico sotterraneo o, se del caso, per un gruppo di corpi idrici sotterranei. L'inversione di una tendenza deve essere statisticamente dimostrata e deve essere dichiarato il grado di attendibilità associato al rilevamento”*.

Documenti preparatori alla Direttiva 2006/118/CE: Proposta di Direttiva del Parlamento Europeo e del Consiglio sulla protezione delle acque sotterranee dall'inquinamento. Bruxelles, 19.9.2003, COM(2003) 550 definitivo:

Allegato IV - Individuazione e inversione di tendenze significative e durature all'aumento

Direttiva 2006/118/CE del parlamento europeo e del consiglio del 12 dicembre 2006 sulla protezione delle acque sotterranee dall'inquinamento e dal deterioramento:

Art. 1 (Scopo) punto 1, lett. b;

Art. 5 (Individuazione di tendenze significative e durature all'aumento e determinazione dei punti di partenza per le inversioni di tendenza);

Allegato IV, Parte A -Individuazione di tendenze significative e durature all'aumento;

Allegato IV, Parte B - Punti di partenza per l'inversione di tendenza.

Decreto legislativo 3 aprile 2006, n.152 (D.lgs. 152/2006) Allegato 1 alla parte terza come modificato dal **DM 6 luglio 2016 “Recepimento della direttiva 2014/80/UE della commissione del 20 giugno 2014 che modifica l'allegato II della direttiva 2006/118/CE del Parlamento europeo e del Consiglio sulla protezione delle acque sotterranee dall'inquinamento e dal deterioramento”**.

Decreto legislativo 16 marzo 2009, n.30 (D.lgs. 30/2009) “Attuazione della direttiva 2006/118/CE, relativa alla protezione delle acque sotterranee dall'inquinamento e dal deterioramento”:

Art.2 (Definizioni), c.1, lett. e) definisce una tendenza significativa e duratura all'aumento dell'inquinamento: *“qualsiasi aumento significativo, dal punto di vista ambientale e statistico, della concentrazione di un inquinante, di un gruppo di inquinanti o di un indicatore di inquinamento delle acque sotterranee per il quale è individuata come necessaria l'inversione di tendenza in conformità all'articolo 5”*;

Art. 5. (Individuazione di tendenze significative e durature all'aumento delle concentrazioni di inquinanti e determinazione dei punti di partenza per le inversioni di tendenza).

Allegato 4 - Monitoraggio dei corpi idrici sotterranei;

Allegato 6, parte A - individuazione di tendenze significative e durature all'aumento;
Allegato 6, parte B - punti di partenza per l'inversione di tendenza.

3. PROCEDURA PER LA VALUTAZIONE DELLE TENDENZE ASCENDENTI E DELLA INVERSIONE DELLE TENDENZE DEGLI INQUINANTI NELLE ACQUE SOTTERRANEE (PROCEDURA A)

Il D.lgs. 30/2009, allegato 6 parte A stabilisce che *“le autorità di bacino, le regioni e le province autonome di Trento e di Bolzano individuano le tendenze significative e durature all'aumento in tutti i corpi o gruppi di corpi idrici sotterranei caratterizzati come a rischio in base all'Allegato 1, Parte B, ”*. La procedura che segue deve quindi essere applicata a questi ultimi, per i quali il monitoraggio operativo, in relazione alle sostanze critiche per lo stato chimico, è stato avviato secondo quanto riportato dall'Allegato 1, par.4.2.2 alla parte terza del D.lgs. 152/06 con frequenza e tempistica adeguata per la valutazione della tendenza (lettera a) e considerando le fluttuazioni a breve termine incluse quelle stagionali (lettera d).

Il D.lgs. 30/2009 specifica che per *“tendenza significativa e duratura all'aumento dell'inquinamento”* si intende *“qualsiasi aumento significativo, dal punto di vista ambientale e statistico, della concentrazione di un inquinante, di un gruppo di inquinanti o di un indicatore di inquinamento delle acque sotterranee per il quale è individuata come necessaria l'inversione di tendenza in conformità all'articolo 5”* (Art.2, comma 1 lettera e).

Ai fini di questa linea guida, per aumento significativo dal punto di vista statistico di un inquinante, di un gruppo di inquinanti o di un indicatore di inquinamento, si intende una tendenza positiva dei valori di concentrazione, calcolata con un metodo statistico riconosciuto, che risulti significativa almeno al 90%. Nel seguito si descrive una procedura di analisi delle tendenze adeguata anche in presenza di un dataset limitato, basata sul metodo di Mann-Kendall per il calcolo della significatività statistica della tendenza ascendente e sul metodo di Sen per la stima della pendenza lineare.

Per significatività ambientale dell'aumento si intende una crescita dei valori nel tempo con un tasso tale da mettere a rischio il raggiungimento degli obiettivi ambientali per il corpo idrico sotterraneo in esame. Tale significatività può essere calcolata anche su un sottoinsieme di SC nell'ambito del medesimo CIS al fine di caratterizzare le tendenze in porzioni di CIS rilevanti in termini di rapporto con acque superficiali, con ecosistemi terrestri, aree protette, presenza di pennacchi di contaminazione, eccetera.

Le metodologie descritte nei paragrafi successivi permettono di valutare la significatività statistica delle tendenze delle concentrazioni di inquinanti, di gruppi di inquinanti e di indicatori di inquinamento nella serie temporali di singole SC e di stimare l'eventuale pendenza della tendenza ascendente per ogni singola SC.

La significatività ambientale viene successivamente determinata proiettando, per ciascuna SC per la quale risulta una tendenza all'aumento significativa statisticamente almeno al 90%, la linea di tendenza nel tempo (Figura 2) e verificando se il valore della concentrazione dell'inquinante o dell'indicatore di inquinamento predetto dalla linea di tendenza supera il valore soglia o lo standard di qualità alla prima e/o alla seconda scadenza sessennale del Piano di Gestione (ad esempio: 2021 e 2027).

Infine, per valutare se tale tendenza significativa e duratura all'aumento dell'inquinamento metta a rischio il raggiungimento del buono stato chimico del CIS, occorre valutare per lo scenario futuro (alla prima e/o alla seconda scadenza sessennale del Piano di Gestione) lo stato chimico previsto per quel corpo idrico limitatamente alla sostanza in esame. A tal fine verrà applicata una procedura sintetica di valutazione dello stato chimico delle acque sotterranee, tenuto conto di quanto definito all'Art.4, c. 2 del D.lgs. 30/2009, anche in assenza delle valutazioni ulteriori richieste al punto c) dell'Art. 4, c. 2 del D.lgs. 30/2009.

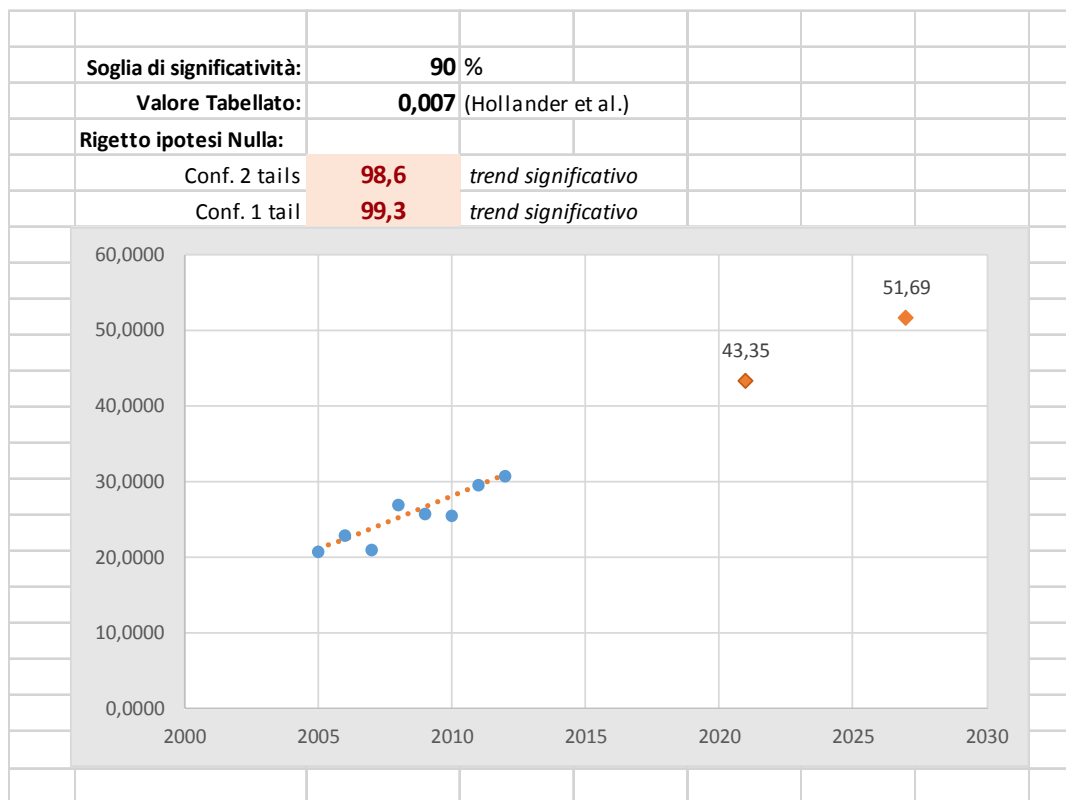


Figura 2 - Esempio di tendenza all'aumento della concentrazione dei nitrati, calcolata su una stazione di campionamento, che risulta significativa al 99,3% dal punto di vista statistico applicando il metodo di Mann Kendall

In Figura 3 è schematizzata la procedura A, volta a valutare, solo per i CIS definiti a rischio, la presenza di tendenze significative e durature all'aumento e dell'inversione delle tendenze delle concentrazioni degli inquinanti. L'analisi delle tendenze ascendenti e dell'inversione delle tendenze è valutata per ogni SC afferente al CIS in esame. Successivamente i risultati sono aggregati ai fini di una valutazione complessiva delle tendenze ascendenti e dell'inversione dei trend a scala di CIS.

Questa procedura si applica ai CIS già definiti a rischio che sono sottoposti sia al monitoraggio di sorveglianza che operativo per le sostanze critiche per il buono stato chimico, con una frequenza almeno triennale o nel caso di:

- i) un qualsiasi evento (es. variazioni conclamate delle pressioni agenti sul CIS) che può indurre/magnificare le tendenze significative e durature all'aumento;
- ii) ii) per la verifica dell'efficacia delle azioni intraprese (attenuazione delle tendenze in aumento, inversione delle tendenze).

La procedura si applicherà altresì a quei parametri che in base al MC e agli esiti del monitoraggio mostrano criticità al fine del mantenimento/raggiungimento del buono stato chimico.

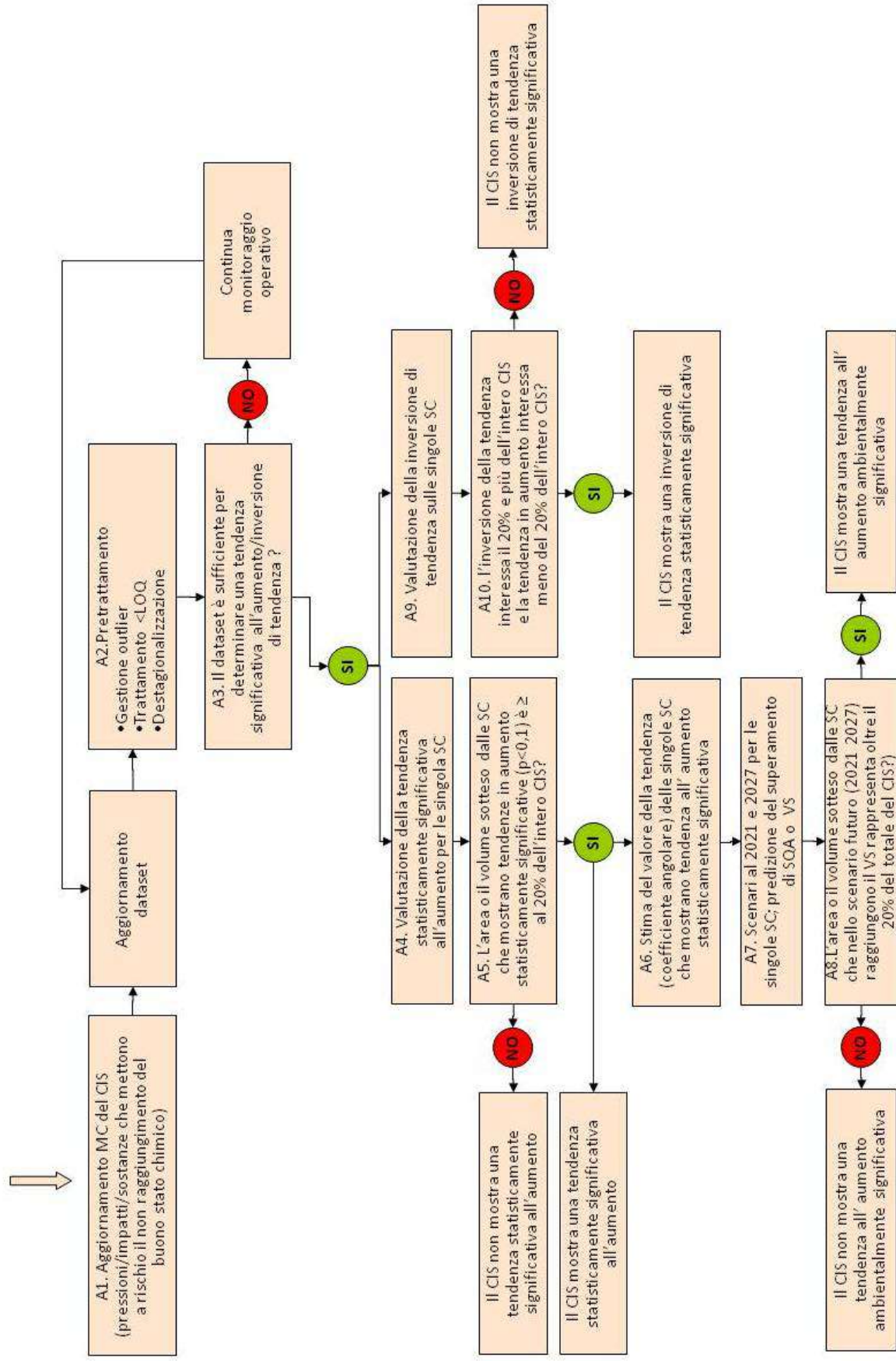


Figura 3. Schema della procedura per la valutazione delle tendenze ascendenti e d'inversione dei trend inquinanti per i CIS definiti a rischio

3.1 Aggiornamento del modello concettuale del CIS (Box A1)

La descrizione delle caratteristiche del CIS oggetto dello studio sono essenziali al fine della interpretazione dei dati. Dette informazioni costituiscono il modello concettuale inteso come interazione fra le caratteristiche chimico-fisiche ed idrogeologiche dei CIS e le pressioni antropiche agenti su di esso. Il percorso per lo sviluppo del MC è stato descritto nelle Linee Guida del SNPA-CNR relative alla determinazione dei valori di fondo naturali (Ghergo et al., 2017). In relazione all'interpretazione della evoluzione temporale del CIS si enfatizza il ruolo degli aspetti meteo climatici in relazione alla ricarica e quindi alle possibili variazioni stagionali dei parametri in studio.

3.2 Pretrattamento dei dati (Box A2)

Le tecniche statistiche di tipo non parametrico che saranno illustrate nei paragrafi seguenti, richiedono che i dati dei monitoraggi soddisfino alcuni criteri generali

3.2.1 Criteri per il trattamento dei valori inferiori al limite di quantificazione

L'allegato 6, parte A al D.lgs. 30/2009 riporta che *“per evitare distorsioni nell'individuazione di tendenze, tutte le misure al di sotto del limite di quantificazione sono fissate a metà del valore del limite di quantificazione”*. In base a tale indicazione, al fine di non introdurre dei trend fittizi, qualora all'interno di una serie temporale siano presenti osservazioni inferiori ai LOQ, ad esse sarà assegnato il valore pari ad $\frac{1}{2}$ LOQ fatto salvo che il LOQ sia conforme ai requisiti minimi di prestazione della metodica analitica come previsto dall'art.78 sexies del D.lgs. 152/06. Nel caso che nella serie temporale in esame siano presenti limiti di quantificazione differenti, per esempio a causa di modifiche nelle metodologie di analisi, sarà utilizzato il LOQ più elevato.

3.2.2 Criteri per l'omogeneizzazione dei dati

La frequenza di campionamento dei dati utilizzati deve essere quanto più possibile uniforme sul periodo da testare: una condizione tipicamente da evitare è l'utilizzo di una serie storica costituita da dati osservati con differenti frequenze di campionamento. La questione della omogeneizzazione della frequenza di campionamento è abbinata inoltre al problema di una possibile variazione significativa della concentrazione durante l'anno come effetto di possibili processi a scala stagionale sull'acquifero. È necessario quindi che la frequenza di campionamento sia tale o da ignorare il ciclo (un dato all'anno raccolto sempre nel medesimo periodo) o progettata per monitorarlo (tipicamente un dato per ogni stagione o ogni mese, eccetera).

Operativamente i dati devono essere quindi ricondotti ad un dataset il più possibile uniforme nel tempo e privo dei segnali stagionali. Ciò è possibile ottenerlo omogeneizzando i dati in modo da ottenere un valore rappresentativo per ogni anno di monitoraggio utilizzando, per gli anni con più osservazioni, valori medi o selezionando solo un dato per una determinata stagione.

In alternativa, in caso di dati con un'ampia copertura temporale e con osservazioni costantemente rilevate in più stagioni, potrebbe essere condotta l'analisi delle tendenze, operando una separazione del dataset totale in sotto-gruppi omogenei per stagione. Sarà cura dell'operatore individuare la stagione più rappresentativa e finalizzare i risultati finali in base a quella, anche nell'ottica di rappresentatività dell'intero CIS.

3.3 Valutazione della idoneità del dataset (Box A3)

Per quanto riguarda la consistenza dei *dataset* in termini di numero minimo di dati e la lunghezza minima e massima delle serie temporali si farà riferimento alle seguenti tabelle già indicate distintamente dalla COM(2003)-550¹. L'ultima misura dovrà essere non antecedente ai 3 anni

¹COM(2003) 550 final. Proposal for a Directive of the European Parliament and of the Council on the protection of groundwater against pollution

precedenti l'anno in cui si effettua la valutazione (ad esempio, se la valutazione si farà nel 2018 l'ultima misura non dovrà essere precedente il 2015).

E' possibile utilizzare l'approccio statistico descritto nei paragrafi seguenti anche nel caso di serie temporali con dati mancati, salvaguardando comunque il numero minimo di misure necessarie ed evitando di utilizzare quelle serie che presentino iati di lunghezza maggiore all'anno.

Tabella I. Consistenza del dataset, per singola SC per la determinazione delle tendenze significative e durature all'incremento

Frequenza di monitoraggio	Numero minimo di anni	Numero massimo di anni	Numero minimo di misure
Annuale	8	15	8

Tabella II. Consistenza del dataset, per singola SC per la individuazione dell'inversione di tendenza

Frequenza di monitoraggio	Numero minimo di anni	Numero massimo di anni	Numero minimo di misure
Annuale	14	30	14

3.4 Valutazione della tendenza significativa e duratura all'aumento sulla singola SC (Box A4)

3.4.1 Test parametrici e test non parametrici

Esistono differenti approcci di tipo statistico per l'individuazione e la stima di tendenze temporali di una determinata grandezza. In modo del tutto generale possiamo distinguere due famiglie di test statistici per verificare la significatività statistica di una tendenza osservata: i test *parametrici* e i test *non-parametrici*.

Un test è detto parametrico se la variazione stimata dal test stesso può essere specificata in termini di uno o più parametri. La regressione lineare è un esempio di test parametrico.

Esiste tuttavia un limite fondamentale nell'utilizzo di un test parametrico: è necessario che l'insieme campionario segua una determinata distribuzione. Di conseguenza è necessario che la numerosità del campione sia sufficiente per individuare la distribuzione di probabilità associata alla variabile di interesse.

In generale, i tradizionali test parametrici basati su una distribuzione normale non dovrebbero essere utilizzati:

1. se la distribuzione non è normale
2. se i dati sono affetti da stagionalità e la frequenza di campionamento è irregolare
3. se l'insieme campionario contiene *outlier*², dal momento che i test statistici di tipo parametrico ideati per distribuzioni normali sono molto sensibili ad *outlier* (Schertz *et al.*, 1991)
4. se l'insieme campionario presenta valori < LOQ

Considerate le forti limitazioni nell'utilizzo di test parametrici prima esposte, in particolare quando la disponibilità di dati è limitata, nella presente Linea Guida riteniamo opportuno proporre l'utilizzo di test di tipo non-parametrico, dal momento che:

² Gli *outlier* sono quei valori in un insieme di osservazioni che, sulla base di rappresentazioni grafiche o test statistici, si configurano come anomali o aberranti. L'individuazione dei potenziali *outlier* è condotta attraverso opportuni metodi grafici (box plot, curve di frequenza cumulata e non) o statistici (Rosner, Dixon, Walsh, test non parametrici, ecc.).

1. Non è necessario che l'insieme campionario della serie temporale della variabile di interesse segua una determinata distribuzione statistica;
2. I test non-parametrici sono in generale robusti in relazione ai dati mancanti, ai valori <LOQ e ad *outlier* (Gilbert, 1987). Statistiche basate sul ranking di osservazioni sono particolarmente comuni e assumono un ruolo centrale in molti approcci non parametrici (Mozejko, 2012). Sottolineiamo tuttavia che **ciò non implica che sia possibile effettuare tali test qualsiasi sia la numerosità della serie temporale in esame.**

Per tali motivi proponiamo l'utilizzo del *test non-parametrico di Mann-Kendall* per lo studio delle tendenze ascendenti di una serie temporale. È importante tuttavia ricordare che, indipendentemente della metodologia utilizzata (*test parametrici* o *test non-parametrici*), è necessario che le **osservazioni siano statisticamente indipendenti una dall'altra** (vedi par. 3.2.2)

3.4.2 Problemi legati alla numerosità del campione.

Nel caso in cui le informazioni disponibili siano limitate (cioè l'insieme campionario sia costituito da poche osservazioni, indicativamente < 40, Hollander et al. 1973), è importante capire quanti dati siano necessari per rilevare una tendenza. La risposta generalmente è “quanti più dati possibile”, dal momento che più dati sono a disposizione, meglio può essere identificata la struttura temporale della variabile in oggetto. In realtà è più corretto dire che il numero di dati necessario per l'identificazione di una tendenza dipende dal livello di “rumore”, cioè dall'effetto che i processi che non determinano la tendenza hanno sul valore della variabile osservata in relazione all'effetto del processo che determina la tendenza. Nell'esempio riportato in Figura 4 (sinistra) (Hyndman & Kostenko, 2007), cinque punti risultano intuitivamente sufficienti per non rigettare l'ipotesi che esista una tendenza, mentre nella stessa figura a destra il livello di “rumore” (sovrapposizione di altri processi sul processo che determina la tendenza) è tale che cinque dati non sono certamente sufficienti per non rigettare l'ipotesi che esista una tendenza.

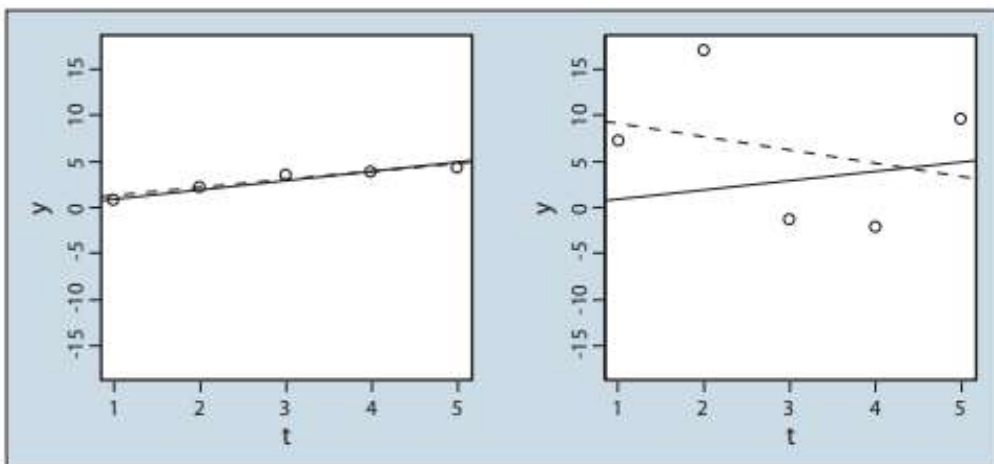


Figura 4. Effetto di una variazione casuale contenuta (sinistra) rispetto ad una variazione casuale significativa (destra). Da Hyndman & Kostenko, 2007)

Di conseguenza, in generale, piuttosto che tentare di rispondere alla domanda: “qual è il numero di dati sufficienti per identificare una tendenza?”, da un punto di vista statistico ed operativo, è più corretto rispondere alla domanda: “con quale confidenza il numero di dati a disposizione mi permette di rigettare l'ipotesi che non esista una tendenza?”

3.4.3 Il test non-parametrico di Mann-Kendall

Il test non-parametrico di Mann-Kendall (Mann, 1945; Kendall, 1975), al pari di altri test non parametrici, è basato sul concetto di “ranking”, cioè sulle caratteristiche di ordinamento della serie storica in esame. Intuitivamente: una serie storica che presenta una tendenza ascendente “perfetta” è caratterizzata dal fatto che considerata una osservazione qualsiasi effettuata al tempo \bar{t} , $x(\bar{t})$, tutte le osservazioni effettuate per $t > \bar{t}$ hanno valori superiori a $x(\bar{t})$ e tutte le osservazioni effettuate per $t < \bar{t}$ hanno valori inferiori a $x(\bar{t})$.

La statistica S è costruita in modo da quantificare quanto la serie storica in esame possa essere vicina ad una serie caratterizzata da una tendenza ascendente (o discendente) “perfetta”.

Essa è così costruita: sia $\{x_i\}_{i=1,\dots,n}$ la serie storica in esame costituita da n osservazioni. L’ipotesi nulla H_0 è l’assenza di tendenze, l’ipotesi alternativa H_1 è costituita dalla presenza di tendenze³. È importante, in particolare quando le osservazioni sono limitate, sottolineare il fatto che, per un dato valore di S, la confidenza con la quale si può rigettare l’ipotesi nulla (H_0) è maggiore se la direzione della tendenza da testare è conosciuta a priori (test ad una coda) rispetto alla condizione nella quale la direzione della tendenza da testare non è conosciuta a priori (test a due code):

$$S = \sum_{k=1}^{n-1} \sum_{j=k+1}^n \text{sgn}(x_i - x_j)$$

Con

$$\text{sgn}(x_i - x_j) = \begin{cases} +1 & \text{se } x_i > x_j \\ 0 & \text{se } x_i = x_j \\ -1 & \text{se } x_i < x_j \end{cases}$$

La statistica di Mann-Kendall S è dunque la somma degli indicatori $\text{sgn}(x_i - x_j)$ su tutte le $\frac{n(n-1)}{2}$ possibili combinazioni delle n osservazioni.

Se il numero di osservazioni della serie storica in esame è approssimativamente >40, è possibile utilizzare la distribuzione Z-score così definita:

$$Z = \begin{cases} \frac{S-1}{\sigma} & \text{se } S > 0 \\ 0 & \text{se } S = 0 \\ \frac{S+1}{\sigma} & \text{se } S < 0 \end{cases}$$

Dove σ^2 è la varianza della distribuzione S che può essere così calcolata:

$$\sigma^2 = \frac{\left\{ n(n-1)(2n+5) - \sum_{j=1}^p t_j(t_j-1)(2t_j+5) \right\}}{18}$$

Dove p rappresenta il numero di gruppi di “tied values”, ovvero di gruppi di valori uguali (caso S=0, che non permette l’assegnazione di unica posizione nella classifica dei valori), e t_j il numero di dati uguali del gruppo j.

³ Per eseguire un test statistico, è necessario definire l’ipotesi nulla H_0 e l’ipotesi alternativa H_1 ; si assume che l’ipotesi nulla sia vera e quindi si verifica se i dati osservati siano consistenti con tale ipotesi. Nel caso del test di Mann-Kendall, l’ipotesi nulla è che la serie storica in esame sia stazionaria (cioè che non esista un trend). Il test quindi verifica statisticamente la stazionarietà di una serie. Se tale ipotesi è rigettata, allora si assume come vera, con un determinato livello di incertezza dato dal p-value, l’ipotesi alternativa, cioè la presenza di un trend (Helsel & Hirsch, 1992).

La distribuzione Z-score può essere usata per testare l'ipotesi nulla (assenza di tendenze) per un certo livello di confidenza (ad esempio, per il test a due code, $Z > 1,645$, $1,96$, $2,575$ corrispondono ai livelli di confidenza del 90%, 95% e 99%, rispettivamente).

L'utilizzo del test di Mann-Kendall presenta alcuni vantaggi che possono essere riassunti come segue:

1. Può essere utilizzato anche nel caso di dati mancanti nella serie temporale
2. Non è necessario che i dati seguano una particolare distribuzione
3. Possono essere utilizzati anche i dati <LOQ dal momento che il metodo è basato sul *ranking*. È importante tuttavia sottolineare che il valore fittizio assegnato alle osservazioni al di sotto del limite di quantificazione non ha influenza sulla significatività della tendenza valutata con il test di Mann-Kendall (e quindi sull'eventuale rigetto dell'ipotesi nulla), ma ha influenza sul valore della pendenza stimata della tendenza (vedi par. 3.6)
4. È robusto rispetto alla presenza di eventuali outlier

3.4.4 Significatività del test di Mann-Kendall con un numero limitato di dati

Nel caso in cui la numerosità del campione in esame sia inferiore a indicativamente 40, non è possibile utilizzare la statistica dello Z-score per stimare la presenza di tendenze, dal momento che lo Z-score in questo caso non soddisfa la condizione di normalità.

Sono stati tuttavia calcolati i valori di probabilità (Kendall, 1975; Hollander et al., 1973) della statistica S per $n < 40$ (tabelle A1 e A2 in allegato, test ad una coda⁴). Tale tabella permette di rispondere alla domanda posta nel paragrafo precedente: “con quale confidenza il numero di dati a disposizione mi permette di rigettare l'ipotesi che non esista una tendenza?”

Esempio: si supponga di voler stimare la significatività di una tendenza di una serie storica avente numerosità pari a $n = 12$ e che il valore della statistica di Mann-Kendall sia $S = 26$. Il p-value associato riportato in tabella per il test ad una coda è di 0,043. Se la direzione della tendenza non è conosciuta a priori, l'ipotesi nulla (assenza di tendenze) può essere rigettata con una confidenza pari al 91% ($p\text{-value} = 0,086$). Viceversa, si supponga che il valore della statistica di Mann-Kendall S per una serie storica avente la medesima numerosità della serie storica precedente ($n = 12$) sia $S = 22$. L'ipotesi nulla (assenza di tendenze) può essere rigettata con una confidenza pari solo al 84% ($p\text{-value} = 0,076 * 2 = 0,152$).

3.5 Valutazione della tendenza significativa e duratura all'aumento a scala di CIS (Box A5)

Mutuando quanto previsto per la valutazione dello stato chimico (D.Lgs. 30/2009, art. 4(2)(c)(i)) un corpo idrico sarà dichiarato in stato di “tendenza significativa all'aumento dell'inquinamento dal

⁴ Un test di un'ipotesi statistica dove la regione di rigetto è in un solo lato della distribuzione dei campioni è chiamato test a una coda (one-tail test). Un test di un'ipotesi statistica dove la regione di rigetto è da ambo i lati della distribuzione è chiamato test a due code (two-tails test). Nel caso di serie storiche si utilizza il test a una coda nel caso in cui si voglia verificare la presenza di una tendenza solo in una direzione (positiva o negativa). Nel caso del test a due code, il valore di Alpha deve essere raddoppiato (ad es. se nel caso del test ad una coda H_0 può essere rigettata con 95% di confidenza, corrispondendo a un $\alpha = 1 - 0,95 = 0,05$, nelle medesime condizioni il test a due code avrà una confidenza di 90% ($\alpha = 2 * 0,05 = 0,1$)).

punto di vista statistico” soltanto dove tali condizioni siano espresse in un insieme di SC che rappresentino oltre il 20% dell'area o del volume totale del corpo idrico in esame.

In base alla disposizione nello spazio delle SC, agli aspetti idrogeologici e, più in generale al MC, ad ogni SC potrà essere assegnata una certa percentuale di pertinenza in termini areali o volumetrici del intero CIS in funzione del monitoraggio effettuato per la sostanza in esame. In mancanza di valutazioni specifiche si può considerare che date n SC afferenti al CIS e nelle quali viene determinata la sostanza oggetto della valutazione di tendenza, la percentuale in termini areali/volumetrici pertinenti a ciascuna SC sia 100/n.

3.6 Stima del valore della tendenza (coefficiente angolare) delle singole SC (Box A6)

Una volta stabilito (par. 3.5) che nel complesso il CIS in esame è caratterizzato da una tendenza significativa e duratura all'aumento delle concentrazioni dei contaminanti, si attiva la procedura per stimare il valore della tendenza in tutte le SC che hanno mostrato una tendenza significativa (dal punto di vista statistico). Questa stima è basata sul metodo di Sen.

Se è presente una tendenza lineare, il valore “reale” della tendenza (variazione nell'unità di tempo) può essere stimato mediante l'approccio non-parametrico di Sen (1968). La procedura da seguire è la seguente:

1. Tutte le possibili pendenze d_k sono calcolate per ogni coppia di valori (x_i, x_j) con $j > i$:

$$d_k = \frac{x_j - x_i}{j - i}$$

2. La pendenza della tendenza (*Sen's slope*) è quindi calcolata come la mediana di tutte le pendenze. In maniera analoga viene calcolata l'intercetta.

Una stima approssimativa dell'incertezza per un determinato livello di confidenza statistica può essere stimata utilizzando lo Z-score nel caso sia disponibile un numero minimo di 10 dati. Per una stima corretta un numero indicativamente >40 è necessario per assicurare l'ipotesi di normalità dello Z-score. Una volta identificato lo Z-score associate ad un determinate livello di confidenza (ad esempio 1,645 per un test a due code per un livello di confidenza pari al 90%), I quantili inferiore e superiore (rispettivamente Q_1 e Q_2) possono essere stimati come:

$$\begin{cases} Q_1 = \frac{N - C_\alpha}{2} \\ Q_2 = \frac{N + C_\alpha}{2} \end{cases}$$

Con
$$N = \frac{n(n-1)}{2}$$

e
$$C_\alpha = Z_\alpha * \sigma_s$$

dove σ_S è la radice quadrata della varianza della statistica di Mann-Kendall S e n la numerosità della serie storica. Il limite inferiore della pendenza della tendenza è quindi la pendenza corrispondente alla Q_1^{esima} posizione della distribuzione di d_k , e il limite superiore la pendenza della $(Q_2+1)^{\text{esima}}$ posizione della distribuzione di d_k .

È importante sottolineare il fatto che dal momento che è stata eliminata la stagionalità dei dati, secondo quanto descritto nel par. 3.4.2, il calcolo della pendenza viene effettuato su dati annuali e il valore della pendenza sarà espresso come una variazione della concentrazione per anno.

Esempio: si consideri una serie storica costituita da 12 valori con $\sigma_S=14$. Il numero totale di possibili combinazioni è $N=12*11/2=66$. Se non è possibile fare assunzioni sul segno della tendenza (test a due code), al 90% di confidenza (corrispondente ad uno Z-score di 1,645), $C\alpha=1,645*14=23.03$

Di conseguenza $Q_1=(66-23.03)/2=21.485$ e $Q_2+1=(66+23.03)/2+1=45.515$. Il limite inferiore della pendenza al 90% di confidenza è quindi ottenuto interpolando tra il 21° e il 22° valore dell'insieme ordinato delle pendenze d_k . Il limite superiore è analogamente ottenuto interpolando tra il 45° e il 46° valore dell'insieme ordinato delle pendenze d_k .

3.7 Valutazione previsionale del superamento dei VS al termine dei cicli di pianificazione per le singole SC (Box A7)

In ogni SC dei CIS per i quali è stata individuata una complessiva tendenza significativa e duratura all'aumento viene stimato il valore della tendenza (coefficiente angolare). Questo parametro è utilizzato per verificare se al termine di uno o due cicli di pianificazione, il CIS o una porzione di esso è potenzialmente destinato a raggiungere/superare gli SQA o i VS, ovvero se la tendenza riscontrata ha dei rilevanti impatti ambientali, cioè è significativa dal punto di vista ambientale. Facendo riferimento ad un modello lineare, la valutazione previsionale delle concentrazioni riscontrate al termine dei cicli 2015-2021 o 2021-2027 si basa sulla funzione

$$C(t) = C(0) + mt$$

Dove $C(t)$ è la concentrazione attesa al tempo t (anni 2021 e 2027), $C(0)$ è la concentrazione al tempo t_0 (fissato al 2015, cioè al termine del ciclo 2010-2015).

3.8 Valutazione previsionale del superamento dei VS al termine dei cicli di pianificazione a scala di CIS (Box A8)

Per valutare se la tendenza significativa e duratura all'aumento dell'inquinamento valutata sulle singole SC mette a rischio il corpo idrico, occorre valutare per lo scenario futuro (ad esempio al 2021 o al 2027, termine del primo e del secondo ciclo di pianificazione) lo stato chimico previsto per quel corpo idrico. A tale fine verrà applicata la procedura di valutazione dello stato chimico delle acque sotterranee definita all'Art.4, c. 2 del D.lgs. 30/2009, in base ai criteri già utilizzati per la valutazione dello stato chimico svolta sui dati del monitoraggio operativo, senza effettuare le valutazioni ulteriori richieste al punto c) dell'Art. 4, c. 2 del D.lgs. 30/2009.

Di seguito si fornisce un esempio della valutazione a scala di CIS.

In Figura 2 era stato mostrato un esempio di tendenza all'aumento della concentrazione dei nitrati, calcolata su una stazione di campionamento, che risulta significativa al 99,3% dal punto di vista statistico applicando il metodo di Mann Kendall come descritto precedentemente. Pertanto si procede all'esame della significatività ambientale. La proiezione della tendenza, calcolata col metodo di Sen, al 2021 e 2027 indica che tale tendenza, nella stazione di campionamento considerata, raggiungerebbe il punto di partenza per l'inversione della tendenza nel 2016, stabilito quando la concentrazione di inquinanti raggiunge il 75% dei valori parametrici degli standard di qualità o dei valori soglia delle acque sotterranee (Allegato 6 al D.lgs. 30/2009 parte B); nel caso dei nitrati, tale valore è pari a 37,5 mg/L. Inoltre la proiezione della linea di tendenza nel tempo mostra che, qualora la tendenza non venga invertita, lo standard di qualità per i nitrati (50 mg/L) risulta superato alla chiusura del Piano di Gestione del 2027.

La linea di tendenza al 2021/2027 indicherà i valori teorici di concentrazione della sostanza in esame a quelle date (scenari al 2021 e 2027). I valori così ottenuti definiscono quindi gli scenari di concentrazione per la sostanza in esame nella singola stazione di campionamento. Per valutare se tale tendenza significativa e duratura all'aumento dell'inquinamento mette a rischio il corpo idrico, occorre valutare per lo scenario al 2021 o al 2027 lo stato chimico previsto per quel corpo idrico. A tale fine si applica la procedura di valutazione dello stato chimico delle acque sotterranee definita all'Art.4 comma 2 del D.lgs. 30/2009, in base ai criteri già applicati per la valutazione dello stato chimico svolta sui dati del monitoraggio operativo.

Ad esempio (vedi tabella in basso), si supponga di avere, per il corpo idrico in esame, 10 SC, ognuna delle quali rappresenti 1/10 in volume del corpo idrico sotterraneo in esame, che stanno monitorando dal 2005 la concentrazione dei nitrati, sostanza per la quale si effettua la valutazione di tendenza all'aumento.

Si supponga che 3 delle 10 SC abbiano mostrato una tendenza significativa all'aumento uguale o superiore al 90% per i nitrati. Per queste tre si calcolano quindi le concentrazioni dei nitrati previste al 2021 e al 2027. I dati indicano una concentrazione attesa superiore al 75% dello standard per i nitrati al 2021, il che implica la necessità di avviare le misure per l'inversione della tendenza. Lo scenario indica che al 2027 lo standard di qualità delle acque sotterranee per i nitrati risulterebbe ecceduto in tre siti di monitoraggio che rappresentano più del 20% del volume del corpo idrico, e pertanto lo stato chimico previsto nel 2027 risulterebbe scarso, qualora non vengano invertite le tendenze all'aumento riscontrate.

Stazione	% volume rappresentato	Tendenza significativa	Concentrazione attesa 2021	Concentrazione attesa 2027
SC01	10	no	-	-
SC02	10	si	43,35	51,69
SC03	10	no	-	-
SC04	10	no	-	-
SC05	10	si	39,75	53,50
SC06	10	si	40,44	50,15
SC07	10	no	-	-
SC08	10	no	-	-
SC09	10	no	-	-
SC10	10	no	-	-

3.9 Valutazione dell'inversione di tendenza sulle singole SC (Box A9)

L'allegato 6, parte B (Punti di partenza per l'inversione di tendenza) al punto 3 stabilisce che *“le inversioni di tendenza sono comprovate, tenendo conto delle pertinenti disposizioni relative al monitoraggio di cui alla Parte A punto 2.”*

In un CIS definito a rischio, su cui sia stata valutata una tendenza all'aumento per una determinata sostanza, può essere necessario verificare se, a seguito di misure introdotte nel piano di gestione atte a ridurre gli impatti delle pressioni, queste siano state sufficienti a provocare l'inversione di tendenza all'aumento. Tale verifica è condotta attraverso il test di Pettitt (1979) applicato alle singole serie

storiche per le quali sia stata verificata una tendenza all'aumento significativa almeno al 90% secondo i criteri esposti in precedenza.

Tale punto di inversione identificato dal punto di vista statistico, non va confuso con il “*punto di partenza per l'inversione di tendenza*” di cui alla parte B dell'Allegato 6 al D.lgs. 30/2009, che rappresenta invece il momento in cui attuare misure atte a provocare l'inversione delle tendenze significative e durature all'aumento, stabilito quando la concentrazione degli inquinanti raggiunge il 75% dei valori parametrici degli standard di qualità o dei valori soglia delle acque sotterranee.

Si definisce “punto di inversione” (“*changing point*”) di una serie storica l'istante nel quale varia la distribuzione di probabilità di un processo stocastico. L'esistenza di un punto di inversione di una determinata distribuzione può essere statisticamente verificata mediante il test di Pettitt (1979).

L'ipotesi nulla del test di Pettitt è che la serie storica sia stazionaria; l'ipotesi alternativa è che esista un punto di inversione. La statistica di Pettitt K_T è così definita:

$$K_T = \max |U_{t,T}|$$

Dove

$$U_{t,T} = \sum_{i=1}^t \sum_{j=t+1}^T \text{sgn}(x_i - x_j)$$

Il punto di inversione della serie è ubicato in K_T , previa verifica che la statistica sia significativa. La significatività statistica di K_T al 90% ($p \leq 0,1$) può essere approssimata mediante la seguente espressione:

$$p \cong 2 \exp\left(\frac{-6K_T^2}{T^3 + T^2}\right)$$

Qualora l'ipotesi nulla del test di Pettitt (stazionarietà della serie) sia rigettata, la tendenza all'aumento preventivamente verificata per la SC viene considerata invertita.

3.10 Valutazione della inversione della tendenza a scala di CIS (Box A10)

Le inversioni di tendenza per il corpo idrico sono comprovate quando sussistono le seguenti condizioni:

- l'analisi dell'inversione effettuata come esposto sopra sulle singole SC è verificata dal punto di vista statistico per le singole SC (significatività almeno 90%)
- tali condizioni sono raggiunte in un insieme di SC che rappresentino oltre il 20% dell'area o del volume totale del corpo idrico in esame
- inoltre va verificato che non permanga né si sia instaurato uno stato di tendenza significativa all'aumento dell'inquinamento dal punto di vista statistico in un insieme di SC che rappresentino oltre il 20% dell'area o del volume totale del corpo idrico in esame.

3.11 Rappresentazione della inversione della tendenza a scala di CIS

Ai sensi dell'Allegato V, punto 2.4.5 della Direttiva 2000/60/CE, per i CIS dove sono in atto tendenze all'aumento di uno o più contaminanti e quelli nei quali vi è una inversione di tendenza saranno rappresentati in mappa rispettivamente da un punto nero e da un punto blu.

3.12 Valutazioni dei trend specifiche nel caso di inquinamenti puntuali

Le regioni, qualora necessario per determinare l'impatto dei pennacchi di inquinamento riscontrati nei corpi idrici sotterranei che possono compromettere il conseguimento degli obiettivi di qualità di cui agli articoli 76 e 77 del D.lgs. 152/2006 e, in particolare, i pennacchi risultanti da fonti puntuali e da

aree contaminate, svolgono controlli supplementari di valutazioni di tendenza per gli inquinanti individuati, al fine di verificare che i pennacchi non si espandano, non provochino un deterioramento dello stato chimico del corpo o del gruppo di corpi idrici sotterranei e non rappresentino un rischio per la salute umana e per l'ambiente. I risultati di tali valutazioni sono sintetizzati nei piani di gestione dei bacini idrografici e nei piani di tutela

Tali valutazioni possono essere condotte applicando, in tutti i punti di monitoraggio specifici, le medesime tecniche descritte ai paragrafi 3.3, 3.4 e 3.5. Le risultanze ovviamente forniranno indicazioni circa le tendenze temporali dell'area interessata all'inquinamento puntuale e dovranno essere integrate da valutazioni sull'eventuale incremento areale della zona interessata.

4. PROCEDURA PER L'IDENTIFICAZIONE DI TENDENZE ALL'AUMENTO DI SOSTANZE NEI CIS DEFINITI "NON A RISCHIO" (PROCEDURA B)

In Figura 5 è schematizzata la procedura B, volta a valutare la comparsa di tendenze all'aumento nei CIS definiti "non a rischio", anche al fine di supportare l'analisi di rischio nell'ambito della pianificazione di Distretto idrografico. Questa valutazione interesserà i parametri che, nel precedente sessennio di monitoraggio, hanno mostrato almeno una volta anche in una sola stazione, condizioni di criticità con il superamento della soglia del 75% dello SQA/VS. Tale procedura, oltre ad applicarsi ai corpi idrici definiti "non a rischio", viene applicata anche per valutare eventuali tendenze delle sostanze che non risultano critiche per lo stato chimico dei CIS definiti "a rischio".

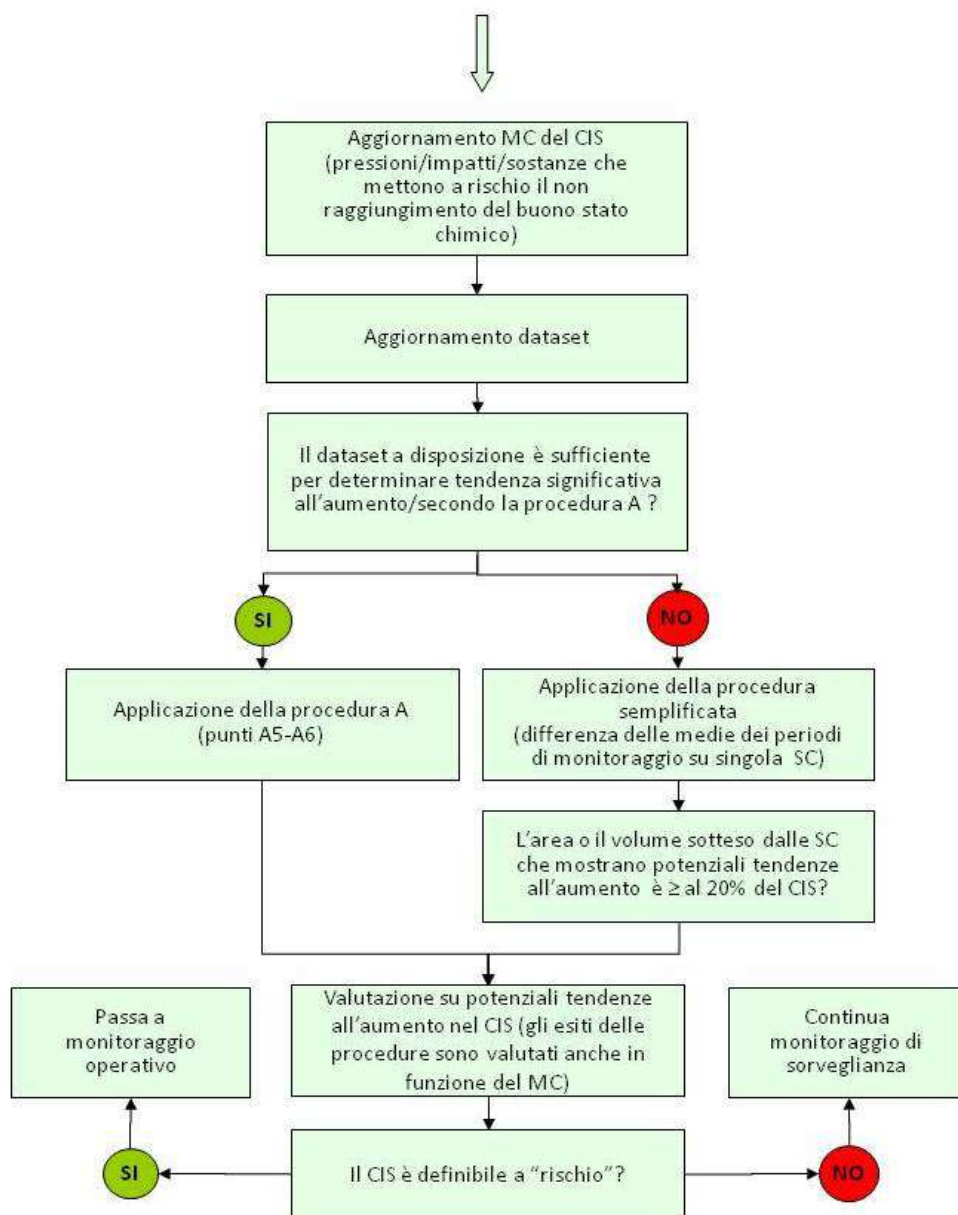


Figura 5.. Schema della procedura per l'identificazione dei CIS "non a rischio" con potenziali tendenze in atto.

La consistenza del *dataset* per la sostanza in esame determina se la valutazione può essere effettuata con la procedura A (Cap. 3)

La valutazione semplificata della tendenza all'aumento, qualora non ricorrano le condizioni per applicare la procedura A, può essere effettuata procedendo al calcolo della differenza, misurata in ogni SC tra la concentrazione media annuale del periodo di monitoraggio attuale e la concentrazione media annuale del periodo di monitoraggio precedente. Tale procedura semplificata risulta già applicata nell'ambito del "reporting" sullo stato di qualità e delle tendenze dell'ambiente acquatico e delle pratiche agricole al fine di ottemperare all'art.10 della Direttiva Nitrati (91/676/CEE) (*Status and trends of aquatic environment and agricultural practice-Development guide for Member States' reports*, 2011).

Se la differenza di concentrazione media è di segno positivo e maggiore della somma dei valori assoluti degli scarti tipo associati ai due valori medi che si confrontano, si potrà valutare la possibilità che il punto di monitoraggio rilevi una potenziale tendenza all'aumento (Figura 6)⁵

La valutazione delle tendenze dovrà essere condotta ogni 6 anni in fase di predisposizione/aggiornamento degli strumenti di pianificazione, anche ai fini di una conferma dei risultati della caratterizzazione derivante dall'analisi delle pressioni e degli impatti e conseguente previsione del solo monitoraggio di sorveglianza. Essa dovrà essere effettuata per ciascuna SC per la quale siano disponibili misure relative a due sessenni successivi e per il quale le misure siano effettuate su campioni prelevati alla stessa profondità.

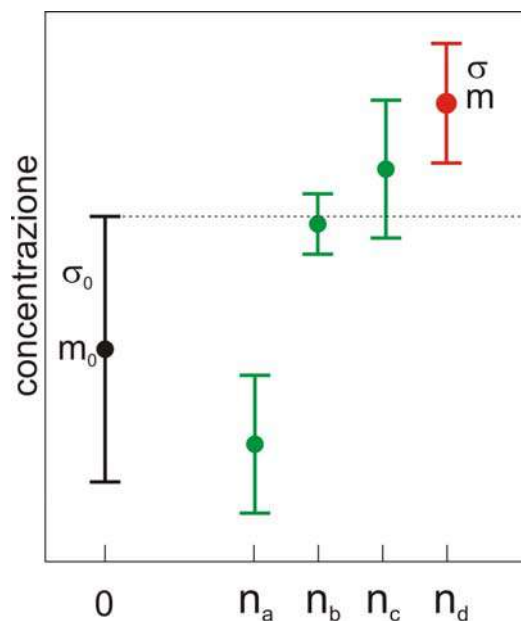


Figura 6. Dato il periodo di monitoraggio "0" caratterizzato da una media dei valori di concentrazione per una data sostanza m_0 e da un corrispondente scarto tipo σ_0 (in nero), nel successivo periodo di monitoraggio "n", caratterizzato da una media m e uno scarto tipo σ , possono verificarsi diversi casi (n_a , n_b , n_c , n_d). Il confronto fra i valori medi dei due periodi di monitoraggio darà evidenze di una potenziale tendenza all'aumento se la differenza $m-m_0$ sarà maggiore della somma dei valori assoluti degli scarti tipo $\sigma_0+\sigma$. Nel caso specifico solo il caso n_d mostra tale evenienza (in rosso).

⁵ In alcuni casi potrebbe risultare utile valutare anche la differenza tra la concentrazione massima del periodo di monitoraggio attuale e la concentrazione massima del precedente periodo di monitoraggio (Si veda il riferimento Nitrates' Directive (91/676/CEE)-Status and trends of aquatic environment and agricultural practice-Development guide for Member States' reports, 2011-ANNEX-Reporting templates and formats for Geographical information and Summary Tables on Water Quality). L'elaborazione dei valori massimi può fornire indicazioni della potenziale tendenza quando la massima semiampiezza dei dati annuali risulti maggiore dello scarto tipo associato al valore medio stimato per l'intero periodo di monitoraggio come media delle concentrazioni medie annuali.

Nei corpi idrici identificati “non a rischio” è previsto un monitoraggio di sorveglianza caratterizzato da frequenze di campionamento variabili, ma spesso minori di quella annua. Ne consegue che nei corpi idrici “non a rischio” le serie storiche di dati sono in genere meno costanti e robuste nel tempo per la determinazione delle tendenze dei contaminanti. Ciò vale anche per i corpi idrici “a rischio” per tutte le sostanze che non mettono a rischio lo stato chimico. Per tali motivi l’individuazione di potenziali tendenze in atto potrà essere valutata con tale metodo semplificato. La significatività ambientale del potenziale rischio dovrà essere valutata alla luce di una approfondita analisi delle risultanze e di un eventuale aggiornamento del modello concettuale.

5. BIBLIOGRAFIA

- Ghergo, S., Guerra, M., Marcaccio, M., Menichetti, S., Parrone, D., Preziosi, E. (2017) - Linea guida recante la procedura da seguire per il calcolo dei valori di fondo per i corpi idrici sotterranei (DM 6 luglio 2016), ISPRA, Manuali e Linee Guida, 155/2017
- Gilbert, R. O. (1987) - Statistical methods for environmental pollution monitoring. John Wiley & Sons.
- Helsel, D.R. & Hirsch, R.M. (1992) - Statistical Methods in Water Resources, Elsevier, ISBN 0-444-81463-9, Amsterdam
- Hollander, M., Wolfe, D. A., & Chicken, E. (2013) - Nonparametric statistical methods. 2nd Ed., John Wiley & Sons.
- Hyndman, R. J., & Kostenko, A. V. (2007) - Minimum sample size requirements for seasonal forecasting models. *Foresight*, 6(Spring), 12-15.
- Kendall, M. G. (1975) - Rank Correlation Methods, 4th ed. Charles Griffin, London.
- Mann, H. B. (1945) - Nonparametric tests against trend. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 245-259.
- Mozejko, J. (2012) - Detecting and Estimating Trends of Water Quality Parameters. Water quality monitoring and assessment. Edited by Kostas Voudouris and Dimitra Voutsas, ISBN 978-953-51-0486-5, 614 pages, Publisher: InTech, open access from <https://www.intechopen.com/books/water-quality-monitoring-and-assessment>, pp. 95-120.
- Pettitt, A.N. (1979) - A non-parametric approach to the change-point problem." *Appl. Statist.*, 28, 126-135.
- Schertz, T.L., Alexander, R.B., and Ohe, D.J, (1991) - The computer program Estimate TREND (ESTREND), a system for the detection of trends in water-quality data. U.S. Geological Survey Water-Resources Investigations Report 91-4040, 63 p.
- Sen, P.K. (1968) - Estimates of the regression coefficient based on Kendall's tau. *Journal of the American Statistical Association* 63:1379-1389

I principali riferimenti tecnici su cui si basa il documento sono costituiti da:

- J. Grath, A. Scheidleder, S. Uhlig, K. Weber, M. Kralik, T. Keimel, D. Gruber (2001) - The EU Water Framework Directive: statistical aspects of the identification of groundwater pollution trends, and aggregation of monitoring results. Final report, 2001.
- European Commission, 2009 – Guidance on Groundwater Status and Trend Assessment, Guidance Document No. 18. Technical Report N. 026 – 2009. ISBN 978-92-79-11374-1
entrambi prodotti nell'ambito della Common Implementation Strategy for the water framework directive (2000/60/EC).
- European Commission, 2011. - Status and trends of aquatic environment and agricultural practice - Development guide for Member States' reports under Nitrates' Directive (91/676/CEE).

6. APPENDICE 1. SIGNIFICATIVITÀ DELLA STATISTICA DI MANN-KENDALL

Tabella A1 – Significatività dell'ipotesi nulla (assenza di tendenze) per la statistica di Mann-Kendall S (test ad una coda) al variare della numerosità n del campione ($n = 1, \dots, 22$) (da Hollander et al., 1973). NB in rosso valori interpolati dai dati originali.

Sn	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
0	0,625	0,592	0,570	0,557	0,548	0,540	0,535	0,530	0,527	0,524	0,522	0,520	0,518	0,516	0,515	0,514	0,513	0,512	0,511
1	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,480	0,500
2	0,375	0,408	0,430	0,443	0,452	0,460	0,466	0,470	0,473	0,476	0,479	0,481	0,482	0,484	0,485	0,487	0,487	0,448	0,489
3	0,271	0,325	0,360	0,386	0,406	0,421	0,431	0,440	0,447	0,453	0,457	0,461	0,465	0,468	0,470	0,473	0,475	0,456	0,478
4	0,167	0,242	0,298	0,334	0,360	0,381	0,398	0,411	0,420	0,429	0,436	0,442	0,447	0,452	0,430	0,443	0,462	0,464	0,430
5	0,105	0,180	0,235	0,281	0,317	0,344	0,364	0,381	0,395	0,406	0,415	0,423	0,430	0,436	0,441	0,445	0,449	0,453	0,456
6	0,042	0,117	0,186	0,236	0,274	0,306	0,332	0,353	0,369	0,383	0,395	0,404	0,412	0,420	0,426	0,432	0,436	0,441	0,445
7		0,080	0,136	0,191	0,237	0,272	0,300	0,324	0,344	0,361	0,374	0,385	0,395	0,404	0,411	0,418	0,424	0,429	0,434
8		0,042	0,102	0,155	0,199	0,238	0,271	0,298	0,319	0,338	0,354	0,367	0,378	0,388	0,397	0,405	0,411	0,417	0,423
9		0,025	0,068	0,119	0,169	0,209	0,242	0,271	0,296	0,317	0,334	0,349	0,362	0,373	0,383	0,391	0,399	0,406	0,412
10		0,008	0,048	0,094	0,138	0,179	0,216	0,247	0,273	0,295	0,315	0,331	0,345	0,358	0,369	0,378	0,387	0,394	0,401
11			0,028	0,068	0,114	0,155	0,190	0,223	0,252	0,275	0,295	0,313	0,329	0,343	0,354	0,365	0,375	0,383	0,390
12			0,018	0,052	0,089	0,130	0,168	0,201	0,230	0,255	0,277	0,296	0,313	0,328	0,341	0,352	0,362	0,371	0,380
13			0,008	0,035	0,072	0,110	0,146	0,179	0,210	0,237	0,259	0,279	0,298	0,314	0,327	0,339	0,351	0,360	0,369
14			0,005	0,025	0,054	0,090	0,127	0,160	0,190	0,218	0,242	0,264	0,282	0,299	0,314	0,327	0,339	0,349	0,359
15			0,001	0,015	0,043	0,075	0,108	0,141	0,173	0,201	0,225	0,248	0,268	0,285	0,300	0,314	0,327	0,338	0,348
16			0,001	0,010	0,031	0,060	0,093	0,125	0,155	0,184	0,210	0,233	0,253	0,271	0,288	0,302	0,315	0,327	0,338
17				0,005	0,024	0,049	0,078	0,109	0,140	0,169	0,194	0,218	0,239	0,258	0,275	0,290	0,304	0,317	0,328
18				0,003	0,016	0,038	0,066	0,096	0,125	0,153	0,180	0,204	0,225	0,245	0,263	0,279	0,293	0,306	0,318
19				0,001	0,012	0,030	0,054	0,082	0,112	0,140	0,165	0,190	0,212	0,233	0,250	0,267	0,282	0,296	0,308
20				0,001	0,007	0,022	0,045	0,071	0,098	0,126	0,153	0,177	0,199	0,220	0,239	0,256	0,271	0,285	0,299
21				0,000	0,005	0,017	0,036	0,060	0,087	0,114	0,140	0,164	0,187	0,208	0,227	0,245	0,261	0,275	0,289
22					0,002	0,012	0,030	0,052	0,076	0,102	0,129	0,153	0,175	0,196	0,216	0,234	0,250	0,265	0,280
23					0,002	0,009	0,023	0,043	0,067	0,092	0,117	0,141	0,164	0,185	0,205	0,223	0,240	0,256	0,270
24					0,001	0,006	0,019	0,037	0,058	0,082	0,107	0,131	0,153	0,174	0,195	0,213	0,230	0,246	0,261
25					0,001	0,005	0,014	0,030	0,051	0,073	0,096	0,120	0,143	0,164	0,184	0,203	0,221	0,237	0,252
26					0,000	0,003	0,011	0,025	0,043	0,064	0,088	0,111	0,133	0,154	0,175	0,194	0,211	0,228	0,243
27						0,002	0,008	0,020	0,037	0,057	0,079	0,101	0,124	0,145	0,165	0,184	0,202	0,219	0,234
28						0,001	0,007	0,017	0,031	0,050	0,071	0,093	0,114	0,135	0,156	0,175	0,193	0,210	0,226
29						0,001	0,005	0,013	0,027	0,044	0,063	0,084	0,106	0,127	0,147	0,166	0,185	0,202	0,217
30						0,000	0,004	0,011	0,022	0,038	0,057	0,077	0,097	0,118	0,139	0,158	0,176	0,193	0,209
31							0,002	0,008	0,019	0,034	0,050	0,070	0,090	0,110	0,130	0,149	0,168	0,185	0,201
32							0,002	0,007	0,016	0,029	0,045	0,064	0,083	0,102	0,123	0,141	0,159	0,177	0,194
33							0,001	0,005	0,013	0,025	0,040	0,057	0,077	0,095	0,115	0,133	0,152	0,170	0,186
34							0,001	0,004	0,010	0,021	0,036	0,052	0,070	0,088	0,108	0,126	0,144	0,162	0,179
35							0,000	0,003	0,009	0,018	0,031	0,046	0,064	0,082	0,100	0,119	0,137	0,155	0,171
36								0,003	0,007	0,015	0,028	0,042	0,058	0,076	0,094	0,112	0,130	0,147	0,164
37								0,002	0,006	0,013	0,024	0,037	0,053	0,070	0,088	0,105	0,124	0,141	0,157
38								0,002	0,004	0,011	0,021	0,033	0,048	0,064	0,082	0,099	0,117	0,134	0,151
39								0,001	0,004	0,009	0,018	0,029	0,044	0,059	0,076	0,093	0,111	0,128	0,144
40								0,001	0,003	0,007	0,016	0,026	0,039	0,054	0,071	0,088	0,104	0,121	0,138
41								0,000	0,003	0,006	0,013	0,023	0,036	0,050	0,066	0,082	0,099	0,115	0,131
42									0,002	0,005	0,012	0,021	0,032	0,046	0,061	0,077	0,093	0,109	0,126
43									0,002	0,004	0,010	0,018	0,029	0,042	0,056	0,072	0,088	0,104	0,120
44									0,001	0,003	0,009	0,016	0,026	0,038	0,052	0,067	0,082	0,098	0,115
45									0,001	0,003	0,007	0,014	0,024	0,035	0,048	0,062	0,078	0,093	0,109
46									0,000	0,002	0,006	0,012	0,021	0,032	0,045	0,058	0,073	0,088	0,104
47										0,002	0,005	0,010	0,019	0,029	0,041	0,054	0,069	0,084	0,099
48										0,001	0,004	0,009	0,016	0,026	0,038	0,051	0,064	0,079	0,090
49										0,001	0,003	0,008	0,015	0,024	0,034	0,047	0,060	0,075	0,089
50										0,001	0,003	0,007	0,013	0,021	0,032	0,044	0,056	0,070	0,085
51										0,001	0,002	0,006	0,012	0,019	0,029	0,040	0,053	0,066	0,080
52										0,000	0,002	0,005	0,010	0,017	0,027	0,037	0,049	0,062	0,076
53											0,002	0,004	0,009	0,016	0,024	0,034	0,046	0,059	0,072
54											0,002	0,004	0,008	0,014	0,022	0,032	0,043	0,055	0,068

Sln	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
55											0,001	0,003	0,007	0,013	0,020	0,029	0,040	0,052	0,064
56											0,001	0,003	0,006	0,011	0,018	0,027	0,037	0,049	0,061
57											0,001	0,002	0,005	0,010	0,016	0,025	0,035	0,046	0,058
58											0,001	0,002	0,004	0,009	0,015	0,023	0,032	0,043	0,055
59											0,000	0,001	0,004	0,008	0,013	0,021	0,03	0,040	0,051
60												0,001	0,003	0,007	0,012	0,019	0,027	0,037	0,048
61												0,001	0,003	0,006	0,011	0,017	0,025	0,035	0,045
62												0,001	0,002	0,005	0,010	0,016	0,023	0,032	0,043
63												0,001	0,002	0,005	0,009	0,014	0,022	0,030	0,040
64												0,001	0,002	0,004	0,008	0,013	0,020	0,028	0,038
65												0,000	0,002	0,004	0,007	0,012	0,019	0,026	0,035
66													0,001	0,003	0,006	0,011	0,017	0,024	0,033
67													0,001	0,003	0,005	0,010	0,016	0,023	0,031
68													0,001	0,002	0,005	0,009	0,014	0,021	0,029
69													0,001	0,002	0,004	0,008	0,013	0,020	0,027
70													0,001	0,002	0,004	0,007	0,012	0,018	0,026
71													0,001	0,002	0,003	0,006	0,011	0,017	0,024
72													0,000	0,001	0,003	0,006	0,010	0,015	0,023
73														0,001	0,003	0,005	0,009	0,014	0,021
74														0,001	0,003	0,005	0,008	0,013	0,020
75														0,001	0,002	0,004	0,008	0,012	0,018
76														0,001	0,002	0,004	0,007	0,011	0,017
77														0,001	0,001	0,003	0,007	0,010	0,015
78														0,000	0,001	0,003	0,006	0,009	0,014
79															0,001	0,003	0,006	0,009	0,013
80															0,001	0,003	0,005	0,008	0,012
81															0,001	0,002	0,005	0,008	0,011
82															0,001	0,002	0,004	0,007	0,011
83															0,001	0,002	0,004	0,006	0,010
84															0,001	0,002	0,003	0,005	0,009
85															0,000	0,001	0,003	0,005	0,008
86																0,001	0,002	0,005	0,008
87																0,001	0,002	0,005	0,007
88																0,001	0,002	0,004	0,007
89																0,001	0,002	0,004	0,006
90																0,001	0,002	0,003	0,006
91																0,001	0,002	0,003	0,005
92																0,001	0,001	0,002	0,005
93																0,000	0,001	0,002	0,004
94																	0,001	0,002	0,004
95																	0,001	0,002	0,003
96																	0,001	0,002	0,003
97																	0,001	0,002	0,003
98																	0,001	0,001	0,003
99																	0,001	0,001	0,002
100																	0,000	0,001	0,002
101																		0,001	0,002
102																		0,001	0,002
103																		0,001	0,002
104																		0,001	0,002
105																		0,001	0,001
106																		0,001	0,001
107																		0,001	0,001
108																		0,000	0,001
109																			0,001
110																			0,001
111																			0,001
112																			0,001
113																			0,001
114																			0,001
115																			0,000

Tabella A2 – Significatività dell'ipotesi nulla (assenza di tendenze) per la statistica di Mann-Kendall S (test ad una coda) al variare della numerosità n del campione ($n = 23, \dots, 40$) (da Hollander et al., 1973). NB in rosso valori interpolati dai dati originali.

SIN	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
0	0,511	0,510	0,509	0,509	0,508	0,508	0,507	0,507	0,507	0,506	0,506	0,506	0,506	0,505	0,505	0,505	0,505	0,505
1	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500
2	0,490	0,490	0,491	0,492	0,492	0,492	0,493	0,493	0,494	0,494	0,494	0,494	0,495	0,495	0,495	0,495	0,495	0,495
3	0,479	0,481	0,482	0,483	0,484	0,485	0,486	0,486	0,487	0,488	0,488	0,488	0,489	0,490	0,490	0,490	0,490	0,491
4	0,469	0,471	0,472	0,474	0,476	0,477	0,478	0,479	0,480	0,481	0,482	0,483	0,484	0,484	0,484	0,485	0,486	0,486
5	0,458	0,461	0,463	0,465	0,467	0,469	0,471	0,472	0,473	0,475	0,476	0,477	0,478	0,479	0,479	0,480	0,481	0,482
6	0,448	0,451	0,454	0,457	0,459	0,461	0,463	0,465	0,467	0,468	0,469	0,471	0,472	0,473	0,474	0,475	0,477	0,477
7	0,438	0,442	0,445	0,448	0,451	0,454	0,456	0,458	0,460	0,462	0,463	0,465	0,466	0,468	0,469	0,470	0,472	0,473
8	0,428	0,432	0,436	0,440	0,443	0,446	0,448	0,451	0,453	0,455	0,457	0,459	0,461	0,462	0,464	0,465	0,467	0,468
9	0,417	0,423	0,427	0,431	0,434	0,438	0,441	0,444	0,446	0,449	0,451	0,453	0,455	0,457	0,459	0,460	0,462	0,464
10	0,407	0,413	0,418	0,423	0,426	0,430	0,434	0,437	0,440	0,442	0,445	0,448	0,450	0,452	0,453	0,455	0,457	0,459
11	0,397	0,404	0,409	0,414	0,418	0,423	0,427	0,430	0,433	0,436	0,439	0,442	0,444	0,447	0,448	0,450	0,452	0,454
12	0,387	0,394	0,400	0,406	0,410	0,415	0,419	0,423	0,427	0,430	0,433	0,436	0,439	0,441	0,443	0,445	0,448	0,449
13	0,377	0,385	0,391	0,397	0,402	0,408	0,412	0,416	0,420	0,424	0,427	0,430	0,433	0,436	0,438	0,440	0,443	0,445
14	0,367	0,375	0,382	0,389	0,394	0,400	0,405	0,409	0,414	0,417	0,421	0,424	0,428	0,430	0,433	0,436	0,438	0,440
15	0,357	0,366	0,373	0,380	0,386	0,393	0,398	0,402	0,407	0,411	0,415	0,418	0,422	0,425	0,428	0,431	0,433	0,436
16	0,348	0,356	0,364	0,372	0,379	0,385	0,390	0,396	0,401	0,405	0,409	0,413	0,417	0,420	0,423	0,426	0,429	0,431
17	0,338	0,347	0,356	0,363	0,371	0,378	0,383	0,389	0,394	0,399	0,403	0,407	0,411	0,415	0,418	0,421	0,424	0,427
18	0,329	0,338	0,347	0,355	0,363	0,370	0,376	0,382	0,388	0,392	0,397	0,402	0,406	0,409	0,413	0,416	0,419	0,422
19	0,319	0,329	0,339	0,347	0,355	0,363	0,369	0,375	0,381	0,386	0,391	0,396	0,400	0,404	0,408	0,411	0,414	0,418
20	0,310	0,320	0,330	0,339	0,348	0,355	0,362	0,369	0,375	0,380	0,385	0,390	0,395	0,399	0,403	0,406	0,410	0,413
21	0,301	0,312	0,322	0,331	0,340	0,348	0,355	0,362	0,368	0,374	0,379	0,384	0,389	0,394	0,398	0,401	0,405	0,409
22	0,292	0,303	0,314	0,324	0,333	0,341	0,348	0,356	0,362	0,368	0,373	0,379	0,384	0,388	0,393	0,397	0,401	0,404
23	0,283	0,295	0,306	0,316	0,325	0,334	0,341	0,349	0,355	0,362	0,368	0,373	0,378	0,383	0,388	0,392	0,396	0,400
24	0,274	0,286	0,297	0,308	0,318	0,326	0,334	0,343	0,349	0,356	0,362	0,368	0,373	0,378	0,383	0,387	0,392	0,395
25	0,265	0,278	0,290	0,300	0,310	0,319	0,328	0,336	0,343	0,350	0,356	0,362	0,368	0,373	0,378	0,382	0,387	0,391
26	0,257	0,270	0,282	0,293	0,303	0,312	0,321	0,330	0,337	0,344	0,350	0,357	0,363	0,368	0,373	0,378	0,382	0,386
27	0,248	0,262	0,274	0,285	0,296	0,305	0,315	0,323	0,331	0,338	0,345	0,351	0,357	0,363	0,368	0,373	0,377	0,382
28	0,240	0,254	0,266	0,278	0,289	0,298	0,308	0,317	0,325	0,332	0,339	0,346	0,352	0,358	0,363	0,368	0,373	0,377
29	0,232	0,246	0,259	0,270	0,281	0,292	0,302	0,310	0,318	0,326	0,334	0,340	0,347	0,353	0,358	0,363	0,368	0,373
30	0,224	0,238	0,251	0,263	0,275	0,285	0,295	0,304	0,312	0,320	0,328	0,335	0,342	0,347	0,353	0,359	0,364	0,369
31	0,216	0,231	0,244	0,256	0,268	0,279	0,289	0,298	0,306	0,315	0,323	0,329	0,336	0,343	0,349	0,354	0,359	0,365
32	0,209	0,223	0,237	0,249	0,261	0,272	0,282	0,292	0,301	0,309	0,317	0,324	0,331	0,338	0,344	0,350	0,355	0,360
33	0,201	0,216	0,230	0,242	0,254	0,266	0,276	0,286	0,295	0,304	0,312	0,319	0,326	0,333	0,339	0,345	0,350	0,356
34	0,194	0,209	0,222	0,236	0,248	0,259	0,270	0,280	0,289	0,298	0,306	0,314	0,321	0,328	0,334	0,341	0,346	0,351
35	0,187	0,202	0,216	0,229	0,241	0,253	0,264	0,274	0,283	0,293	0,301	0,308	0,316	0,323	0,330	0,336	0,341	0,347
36	0,180	0,195	0,209	0,223	0,235	0,246	0,257	0,268	0,278	0,287	0,295	0,303	0,311	0,318	0,325	0,332	0,337	0,343
37	0,173	0,188	0,203	0,216	0,228	0,240	0,252	0,262	0,272	0,282	0,290	0,298	0,306	0,313	0,320	0,327	0,333	0,339
38	0,167	0,181	0,196	0,210	0,222	0,234	0,246	0,257	0,267	0,276	0,285	0,293	0,301	0,308	0,315	0,323	0,329	0,334
39	0,160	0,175	0,190	0,203	0,216	0,228	0,240	0,251	0,261	0,271	0,280	0,288	0,296	0,304	0,311	0,318	0,324	0,330
40	0,154	0,169	0,183	0,197	0,210	0,222	0,234	0,245	0,256	0,265	0,274	0,283	0,291	0,299	0,306	0,314	0,320	0,326
41	0,147	0,163	0,177	0,191	0,204	0,217	0,229	0,239	0,250	0,260	0,269	0,278	0,286	0,295	0,302	0,309	0,315	0,322
42	0,141	0,156	0,171	0,185	0,198	0,211	0,223	0,234	0,245	0,255	0,264	0,273	0,282	0,290	0,297	0,305	0,311	0,318
43	0,135	0,151	0,165	0,179	0,192	0,206	0,218	0,228	0,239	0,250	0,259	0,268	0,277	0,285	0,293	0,300	0,307	0,314
44	0,130	0,145	0,159	0,174	0,187	0,200	0,212	0,223	0,234	0,244	0,254	0,264	0,272	0,280	0,288	0,296	0,303	0,309
45	0,124	0,140	0,154	0,168	0,181	0,195	0,207	0,218	0,229	0,239	0,249	0,259	0,267	0,276	0,284	0,291	0,298	0,305
46	0,119	0,134	0,148	0,163	0,176	0,189	0,201	0,213	0,224	0,234	0,244	0,254	0,263	0,271	0,279	0,287	0,294	0,301
47	0,114	0,129	0,143	0,157	0,170	0,184	0,196	0,208	0,219	0,229	0,240	0,249	0,258	0,267	0,275	0,283	0,290	0,297
48	0,109	0,123	0,138	0,152	0,165	0,178	0,191	0,203	0,214	0,224	0,235	0,245	0,254	0,262	0,271	0,279	0,286	0,293
49	0,104	0,118	0,133	0,147	0,160	0,173	0,186	0,198	0,209	0,220	0,230	0,240	0,249	0,258	0,267	0,274	0,282	0,289
50	0,099	0,113	0,128	0,142	0,155	0,168	0,181	0,189	0,204	0,215	0,225	0,236	0,245	0,254	0,262	0,270	0,278	0,285
51	0,094	0,109	0,123	0,137	0,150	0,163	0,176	0,180	0,199	0,211	0,221	0,231	0,240	0,250	0,258	0,266	0,274	0,281
52	0,090	0,104	0,118	0,132	0,146	0,158	0,171	0,179	0,195	0,206	0,216	0,227	0,236	0,245	0,254	0,262	0,270	0,277
53	0,086	0,100	0,114	0,127	0,141	0,154	0,167	0,178	0,190	0,202	0,212	0,222	0,232	0,241	0,250	0,258	0,266	0,274
54	0,082	0,095	0,109	0,123	0,137	0,149	0,162	0,174	0,186	0,197	0,207	0,218	0,228	0,237	0,245	0,254	0,262	0,270
55	0,078	0,091	0,105	0,118	0,132	0,145	0,158	0,169	0,181	0,193	0,203	0,213	0,223	0,233	0,241	0,250	0,258	0,266
56	0,074	0,087	0,101	0,114	0,128	0,140	0,153	0,165	0,177	0,188	0,199	0,209	0,219	0,228	0,237	0,246	0,254	0,262

SIN	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
57	0,070	0,083	0,097	0,110	0,123	0,136	0,149	0,160	0,172	0,184	0,195	0,205	0,215	0,224	0,233	0,242	0,250	0,259
58	0,067	0,079	0,093	0,106	0,119	0,131	0,144	0,156	0,168	0,179	0,190	0,201	0,211	0,220	0,229	0,238	0,247	0,255
59	0,063	0,076	0,089	0,102	0,115	0,127	0,140	0,152	0,164	0,175	0,186	0,196	0,206	0,216	0,226	0,234	0,243	0,251
60	0,060	0,072	0,085	0,098	0,111	0,123	0,136	0,148	0,160	0,171	0,182	0,192	0,202	0,212	0,222	0,231	0,239	0,247
61	0,057	0,069	0,082	0,094	0,107	0,119	0,132	0,144	0,155	0,167	0,178	0,188	0,198	0,208	0,218	0,227	0,235	0,244
62	0,054	0,066	0,078	0,091	0,103	0,115	0,128	0,140	0,151	0,163	0,174	0,184	0,195	0,204	0,214	0,223	0,232	0,240
63	0,051	0,063	0,075	0,087	0,099	0,112	0,124	0,136	0,147	0,159	0,170	0,180	0,191	0,201	0,210	0,219	0,228	0,237
64	0,049	0,059	0,071	0,084	0,096	0,108	0,120	0,132	0,144	0,155	0,166	0,177	0,187	0,197	0,206	0,216	0,225	0,233
65	0,046	0,057	0,068	0,080	0,092	0,105	0,116	0,128	0,140	0,151	0,162	0,173	0,183	0,193	0,203	0,212	0,221	0,230
66	0,044	0,054	0,065	0,077	0,089	0,101	0,112	0,125	0,136	0,147	0,158	0,169	0,180	0,189	0,199	0,209	0,218	0,226
67	0,041	0,051	0,062	0,073	0,085	0,098	0,109	0,121	0,132	0,144	0,155	0,165	0,176	0,186	0,196	0,205	0,214	0,223
68	0,039	0,048	0,059	0,070	0,082	0,094	0,105	0,118	0,129	0,140	0,151	0,162	0,172	0,182	0,192	0,202	0,211	0,219
69	0,036	0,046	0,057	0,067	0,079	0,091	0,102	0,114	0,125	0,137	0,148	0,158	0,168	0,179	0,189	0,198	0,207	0,216
70	0,034	0,044	0,054	0,065	0,076	0,087	0,099	0,111	0,122	0,133	0,144	0,155	0,165	0,175	0,185	0,195	0,204	0,212
71	0,032	0,042	0,052	0,062	0,073	0,084	0,096	0,107	0,118	0,130	0,141	0,151	0,161	0,172	0,182	0,191	0,200	0,209
72	0,030	0,039	0,049	0,060	0,070	0,081	0,092	0,104	0,115	0,126	0,137	0,148	0,158	0,168	0,178	0,188	0,197	0,205
73	0,028	0,037	0,047	0,057	0,067	0,078	0,089	0,100	0,112	0,123	0,134	0,144	0,154	0,165	0,175	0,184	0,193	0,202
74	0,027	0,035	0,044	0,055	0,065	0,075	0,086	0,097	0,109	0,119	0,130	0,141	0,151	0,161	0,171	0,181	0,190	0,199
75	0,025	0,033	0,042	0,052	0,062	0,073	0,083	0,094	0,105	0,116	0,127	0,137	0,148	0,158	0,168	0,177	0,187	0,196
76	0,024	0,031	0,040	0,050	0,060	0,070	0,080	0,091	0,102	0,113	0,124	0,134	0,145	0,155	0,165	0,174	0,184	0,192
77	0,022	0,030	0,038	0,047	0,057	0,068	0,078	0,088	0,099	0,110	0,121	0,131	0,141	0,152	0,162	0,171	0,180	0,189
78	0,021	0,028	0,036	0,045	0,055	0,065	0,075	0,086	0,096	0,107	0,117	0,128	0,138	0,148	0,158	0,168	0,177	0,186
79	0,019	0,027	0,034	0,043	0,052	0,063	0,073	0,083	0,093	0,104	0,114	0,125	0,135	0,145	0,155	0,165	0,174	0,183
80	0,018	0,025	0,032	0,041	0,050	0,060	0,070	0,080	0,091	0,101	0,111	0,122	0,132	0,142	0,152	0,162	0,171	0,180
81	0,017	0,024	0,031	0,039	0,048	0,058	0,068	0,077	0,088	0,098	0,109	0,119	0,129	0,139	0,149	0,158	0,168	0,177
82	0,016	0,022	0,029	0,037	0,046	0,055	0,065	0,075	0,085	0,095	0,106	0,116	0,126	0,136	0,146	0,155	0,165	0,174
83	0,015	0,021	0,028	0,035	0,044	0,053	0,063	0,072	0,082	0,093	0,103	0,113	0,123	0,133	0,143	0,152	0,162	0,171
84	0,014	0,019	0,026	0,034	0,042	0,051	0,060	0,070	0,080	0,090	0,100	0,110	0,120	0,130	0,140	0,150	0,159	0,168
85	0,013	0,018	0,025	0,032	0,040	0,049	0,058	0,067	0,077	0,088	0,098	0,107	0,117	0,127	0,137	0,147	0,156	0,165
86	0,012	0,017	0,023	0,031	0,038	0,047	0,056	0,065	0,075	0,085	0,095	0,105	0,115	0,124	0,134	0,144	0,153	0,162
87	0,010	0,016	0,022	0,029	0,036	0,045	0,054	0,063	0,072	0,083	0,093	0,102	0,112	0,122	0,132	0,141	0,150	0,159
88	0,010	0,015	0,021	0,028	0,035	0,043	0,052	0,061	0,070	0,080	0,090	0,100	0,110	0,119	0,129	0,138	0,148	0,156
89	0,009	0,014	0,020	0,026	0,033	0,041	0,050	0,059	0,068	0,078	0,088	0,097	0,107	0,117	0,126	0,135	0,145	0,154
90	0,009	0,013	0,018	0,025	0,032	0,039	0,048	0,057	0,066	0,075	0,085	0,095	0,104	0,114	0,123	0,133	0,142	0,151
91	0,008	0,012	0,017	0,023	0,030	0,038	0,046	0,054	0,063	0,073	0,083	0,092	0,101	0,111	0,121	0,130	0,139	0,149
92	0,008	0,011	0,016	0,022	0,029	0,036	0,044	0,053	0,061	0,070	0,080	0,090	0,099	0,108	0,118	0,128	0,137	0,146
93	0,007	0,011	0,015	0,021	0,027	0,035	0,043	0,051	0,059	0,068	0,078	0,087	0,096	0,106	0,116	0,125	0,134	0,143
94	0,007	0,010	0,014	0,020	0,026	0,033	0,041	0,049	0,057	0,066	0,075	0,085	0,094	0,103	0,113	0,123	0,132	0,140
95	0,006	0,010	0,014	0,019	0,025	0,032	0,039	0,047	0,055	0,064	0,073	0,082	0,092	0,101	0,111	0,120	0,129	0,138
96	0,006	0,009	0,013	0,018	0,024	0,030	0,037	0,045	0,054	0,062	0,071	0,080	0,090	0,099	0,108	0,118	0,127	0,135
97	0,005	0,008	0,012	0,017	0,022	0,029	0,036	0,043	0,052	0,060	0,069	0,078	0,087	0,097	0,106	0,115	0,124	0,133
98	0,005	0,007	0,011	0,016	0,021	0,027	0,034	0,042	0,050	0,058	0,067	0,076	0,085	0,094	0,103	0,113	0,122	0,130
99	0,004	0,007	0,011	0,015	0,020	0,026	0,033	0,040	0,048	0,056	0,065	0,074	0,083	0,092	0,101	0,110	0,119	0,128
100	0,004	0,006	0,010	0,014	0,019	0,025	0,031	0,039	0,047	0,054	0,063	0,072	0,081	0,089	0,098	0,108	0,117	0,125
101	0,004	0,006	0,010	0,013	0,018	0,024	0,030	0,037	0,045	0,053	0,061	0,070	0,078	0,087	0,096	0,105	0,114	0,123
102	0,004	0,006	0,009	0,013	0,017	0,023	0,029	0,036	0,043	0,051	0,059	0,068	0,076	0,085	0,094	0,103	0,112	0,121
103	0,003	0,006	0,009	0,012	0,016	0,022	0,028	0,034	0,041	0,050	0,057	0,066	0,074	0,083	0,092	0,101	0,109	0,119
104	0,003	0,005	0,008	0,011	0,016	0,021	0,026	0,033	0,040	0,048	0,055	0,064	0,072	0,081	0,090	0,099	0,107	0,116
105	0,003	0,005	0,008	0,010	0,015	0,020	0,025	0,032	0,038	0,046	0,054	0,062	0,070	0,079	0,088	0,096	0,105	0,114
106	0,003	0,004	0,007	0,010	0,014	0,019	0,024	0,031	0,037	0,044	0,052	0,060	0,068	0,077	0,085	0,094	0,103	0,111
107	0,002	0,004	0,007	0,009	0,013	0,018	0,023	0,029	0,036	0,043	0,051	0,058	0,066	0,075	0,083	0,092	0,101	0,109
108	0,002	0,003	0,006	0,009	0,013	0,017	0,022	0,028	0,035	0,041	0,049	0,057	0,065	0,073	0,081	0,090	0,099	0,107
109	0,002	0,003	0,006	0,008	0,012	0,016	0,021	0,027	0,033	0,040	0,048	0,055	0,063	0,071	0,079	0,088	0,096	0,105
110	0,002	0,003	0,005	0,008	0,011	0,015	0,020	0,026	0,032	0,039	0,046	0,054	0,061	0,069	0,077	0,086	0,094	0,103
111	0,001	0,003	0,005	0,007	0,010	0,015	0,019	0,025	0,031	0,038	0,045	0,052	0,059	0,068	0,076	0,084	0,092	0,101
112	0,001	0,003	0,004	0,007	0,010	0,014	0,018	0,024	0,030	0,036	0,043	0,051	0,058	0,066	0,074	0,082	0,090	0,099
113	0,001	0,003	0,004	0,006	0,009	0,013	0,018	0,023	0,028	0,035	0,042	0,049	0,056	0,064	0,072	0,080	0,088	0,097
114	0,001	0,002	0,004	0,006	0,009	0,012	0,017	0,022	0,027	0,033	0,040	0,048	0,055	0,062	0,070	0,078	0,086	0,095
115	0,001	0,002	0,004	0,005	0,008	0,012	0,016	0,021	0,026	0,032	0,039	0,046	0,053	0,061	0,069	0,076	0,084	0,093
116	0,001	0,002	0,003	0,005	0,008	0,011	0,015	0,020	0,025	0,031	0,037	0,045	0,052	0,059	0,067	0,075	0,083	0,091

SIN	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
117	0,001	0,002	0,003	0,005	0,007	0,011	0,015	0,019	0,024	0,030	0,036	0,043	0,050	0,058	0,065	0,073	0,081	0,089
118	0,001	0,001	0,003	0,005	0,007	0,010	0,014	0,018	0,023	0,029	0,035	0,042	0,049	0,056	0,063	0,071	0,079	0,087
119	0,001	0,001	0,003	0,004	0,006	0,010	0,013	0,017	0,022	0,028	0,034	0,040	0,047	0,055	0,062	0,069	0,077	0,085
120	0,001	0,001	0,002	0,004	0,006	0,009	0,012	0,017	0,021	0,027	0,032	0,039	0,046	0,053	0,060	0,068	0,076	0,083
121	0,000	0,001	0,002	0,004	0,006	0,009	0,012	0,016	0,020	0,026	0,031	0,038	0,044	0,052	0,059	0,066	0,074	0,082
122		0,001	0,002	0,004	0,006	0,008	0,011	0,015	0,020	0,025	0,030	0,037	0,043	0,050	0,057	0,065	0,072	0,080
123		0,001	0,002	0,003	0,005	0,008	0,011	0,014	0,019	0,024	0,029	0,035	0,042	0,049	0,056	0,063	0,070	0,078
124		0,001	0,002	0,003	0,005	0,007	0,010	0,014	0,018	0,023	0,028	0,034	0,041	0,047	0,054	0,062	0,069	0,076
125		0,001	0,002	0,003	0,004	0,007	0,010	0,013	0,017	0,022	0,027	0,033	0,039	0,046	0,053	0,060	0,067	0,075
126		0,001	0,001	0,003	0,004	0,006	0,009	0,013	0,017	0,021	0,026	0,032	0,038	0,044	0,051	0,059	0,066	0,073
127		0,001	0,001	0,002	0,004	0,006	0,009	0,012	0,016	0,020	0,025	0,031	0,037	0,043	0,050	0,057	0,064	0,072
128		0,001	0,001	0,002	0,004	0,006	0,008	0,012	0,015	0,019	0,024	0,030	0,036	0,042	0,048	0,056	0,063	0,070
129		0,001	0,001	0,002	0,003	0,006	0,008	0,011	0,014	0,019	0,024	0,029	0,034	0,041	0,047	0,054	0,061	0,069
130		0,000	0,001	0,002	0,003	0,005	0,007	0,011	0,014	0,018	0,023	0,028	0,033	0,039	0,046	0,053	0,060	0,067
131			0,001	0,002	0,003	0,005	0,007	0,010	0,013	0,017	0,022	0,027	0,032	0,038	0,045	0,051	0,058	0,066
132			0,001	0,002	0,003	0,004	0,007	0,010	0,013	0,016	0,021	0,026	0,031	0,037	0,043	0,050	0,057	0,064
133			0,001	0,001	0,003	0,004	0,007	0,009	0,012	0,016	0,020	0,025	0,030	0,036	0,042	0,049	0,055	0,063
134			0,001	0,001	0,003	0,004	0,006	0,009	0,012	0,015	0,019	0,024	0,029	0,035	0,041	0,048	0,054	0,061
135			0,001	0,001	0,002	0,004	0,006	0,008	0,011	0,015	0,019	0,023	0,028	0,034	0,040	0,046	0,053	0,060
136			0,001	0,001	0,002	0,003	0,005	0,008	0,011	0,014	0,018	0,023	0,027	0,033	0,039	0,045	0,052	0,058
137			0,001	0,001	0,002	0,003	0,005	0,007	0,010	0,014	0,018	0,022	0,026	0,032	0,038	0,044	0,050	0,057
138			0,000	0,001	0,002	0,003	0,005	0,007	0,010	0,013	0,017	0,021	0,026	0,031	0,037	0,043	0,049	0,055
139				0,001	0,002	0,003	0,005	0,006	0,009	0,013	0,016	0,020	0,025	0,030	0,036	0,041	0,048	0,054
140				0,001	0,002	0,003	0,004	0,006	0,009	0,012	0,015	0,020	0,024	0,029	0,034	0,040	0,047	0,053
141				0,001	0,001	0,003	0,004	0,006	0,008	0,012	0,015	0,019	0,023	0,028	0,033	0,039	0,045	0,052
142				0,001	0,001	0,002	0,004	0,006	0,008	0,011	0,014	0,018	0,023	0,027	0,032	0,038	0,044	0,050
143				0,001	0,001	0,002	0,004	0,005	0,007	0,011	0,014	0,017	0,022	0,026	0,032	0,037	0,043	0,049
144				0,001	0,001	0,002	0,003	0,005	0,007	0,010	0,013	0,017	0,021	0,025	0,031	0,036	0,042	0,048
145				0,001	0,001	0,002	0,003	0,005	0,007	0,010	0,013	0,016	0,020	0,025	0,030	0,035	0,041	0,047
146				0,001	0,001	0,002	0,003	0,005	0,007	0,009	0,012	0,016	0,020	0,024	0,029	0,034	0,040	0,046
147				0,000	0,001	0,002	0,003	0,004	0,006	0,009	0,012	0,015	0,019	0,023	0,028	0,033	0,039	0,045
148					0,001	0,002	0,003	0,004	0,006	0,008	0,011	0,015	0,018	0,022	0,027	0,032	0,038	0,043
149					0,001	0,002	0,003	0,004	0,006	0,008	0,011	0,014	0,017	0,022	0,026	0,031	0,037	0,042
150					0,001	0,001	0,002	0,004	0,006	0,007	0,010	0,014	0,017	0,021	0,025	0,030	0,036	0,041
151					0,001	0,001	0,002	0,003	0,005	0,007	0,010	0,013	0,016	0,021	0,025	0,029	0,035	0,040
152					0,001	0,001	0,002	0,003	0,005	0,007	0,009	0,013	0,016	0,020	0,024	0,029	0,034	0,039
153					0,001	0,001	0,002	0,003	0,004	0,007	0,009	0,012	0,015	0,019	0,023	0,028	0,033	0,038
154					0,001	0,001	0,002	0,003	0,004	0,006	0,008	0,012	0,015	0,018	0,022	0,027	0,032	0,037
155					0,000	0,001	0,002	0,003	0,004	0,006	0,008	0,011	0,014	0,018	0,022	0,026	0,031	0,036
156						0,001	0,002	0,003	0,004	0,006	0,008	0,011	0,014	0,017	0,021	0,026	0,030	0,035
157						0,001	0,002	0,002	0,004	0,006	0,008	0,010	0,013	0,017	0,021	0,025	0,029	0,035
158						0,001	0,001	0,002	0,004	0,005	0,007	0,010	0,013	0,016	0,020	0,024	0,029	0,034
159						0,001	0,001	0,002	0,003	0,005	0,007	0,009	0,012	0,016	0,019	0,023	0,028	0,033
160						0,001	0,001	0,002	0,003	0,005	0,006	0,009	0,012	0,015	0,018	0,023	0,027	0,032
161						0,001	0,001	0,002	0,003	0,005	0,006	0,008	0,011	0,015	0,018	0,022	0,026	0,031
162						0,001	0,001	0,002	0,003	0,004	0,006	0,008	0,011	0,014	0,017	0,022	0,026	0,030
163						0,001	0,001	0,002	0,003	0,004	0,006	0,008	0,010	0,014	0,017	0,021	0,025	0,030
164						0,000	0,001	0,002	0,003	0,004	0,005	0,008	0,010	0,013	0,016	0,020	0,024	0,029
165							0,001	0,001	0,002	0,004	0,005	0,007	0,010	0,013	0,016	0,019	0,023	0,028
166							0,001	0,001	0,002	0,003	0,005	0,007	0,010	0,012	0,015	0,019	0,023	0,027
167							0,001	0,001	0,002	0,003	0,005	0,007	0,009	0,012	0,015	0,018	0,022	0,027
168							0,001	0,001	0,002	0,003	0,004	0,007	0,009	0,011	0,014	0,018	0,022	0,026
169							0,001	0,001	0,002	0,003	0,004	0,006	0,008	0,011	0,014	0,017	0,021	0,025
170							0,001	0,001	0,002	0,003	0,004	0,006	0,008	0,010	0,013	0,017	0,021	0,024
171							0,001	0,001	0,002	0,003	0,004	0,005	0,007	0,010	0,013	0,016	0,020	0,024
172							0,001	0,001	0,002	0,002	0,004	0,005	0,007	0,010	0,012	0,016	0,019	0,023
173							0,001	0,001	0,001	0,002	0,004	0,005	0,007	0,010	0,012	0,015	0,018	0,023
174							0,000	0,001	0,001	0,002	0,003	0,005	0,007	0,009	0,011	0,015	0,018	0,022
175								0,001	0,001	0,002	0,003	0,005	0,006	0,009	0,011	0,014	0,017	0,021
176								0,001	0,001	0,002	0,003	0,005	0,006	0,008	0,011	0,014	0,017	0,020

SIN	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
177								0,001	0,001	0,002	0,003	0,004	0,006	0,008	0,011	0,013	0,016	0,020
178								0,001	0,001	0,002	0,003	0,004	0,006	0,008	0,010	0,013	0,016	0,019
179								0,001	0,001	0,002	0,003	0,004	0,005	0,008	0,010	0,012	0,015	0,019
180								0,001	0,001	0,002	0,002	0,004	0,005	0,007	0,009	0,012	0,015	0,018
181								0,000	0,001	0,002	0,002	0,003	0,005	0,007	0,009	0,011	0,014	0,018
182									0,001	0,001	0,002	0,003	0,005	0,006	0,009	0,011	0,014	0,017
183									0,001	0,001	0,002	0,003	0,005	0,006	0,009	0,011	0,014	0,017
184									0,001	0,001	0,002	0,003	0,005	0,006	0,008	0,011	0,014	0,016
185									0,001	0,001	0,002	0,003	0,004	0,006	0,008	0,010	0,013	0,016
186									0,001	0,001	0,002	0,003	0,004	0,006	0,007	0,010	0,013	0,015
187									0,001	0,001	0,002	0,003	0,004	0,006	0,007	0,009	0,012	0,015
188									0,001	0,001	0,002	0,003	0,004	0,005	0,007	0,009	0,012	0,014
189									0,001	0,001	0,002	0,002	0,003	0,005	0,007	0,009	0,011	0,014
190									0,001	0,001	0,001	0,002	0,003	0,005	0,006	0,009	0,011	0,014
191									0,000	0,001	0,001	0,002	0,003	0,005	0,006	0,008	0,010	0,014
192										0,001	0,001	0,002	0,003	0,004	0,006	0,008	0,010	0,013
193										0,001	0,001	0,002	0,003	0,004	0,006	0,008	0,010	0,013
194										0,001	0,001	0,002	0,003	0,004	0,005	0,008	0,010	0,012
195										0,001	0,001	0,002	0,003	0,004	0,005	0,007	0,009	0,012
196										0,001	0,001	0,002	0,003	0,004	0,005	0,007	0,009	0,011
197										0,001	0,001	0,002	0,002	0,004	0,005	0,007	0,009	0,011
198										0,001	0,001	0,002	0,002	0,003	0,005	0,007	0,009	0,011
199										0,001	0,001	0,001	0,002	0,003	0,005	0,006	0,008	0,011
200										0,000	0,001	0,001	0,002	0,003	0,004	0,006	0,008	0,010
201											0,001	0,001	0,002	0,003	0,004	0,006	0,007	0,010
202											0,001	0,001	0,002	0,003	0,004	0,006	0,007	0,009
203											0,001	0,001	0,002	0,003	0,004	0,005	0,007	0,009
204											0,001	0,001	0,002	0,003	0,004	0,005	0,007	0,009
205											0,001	0,001	0,002	0,003	0,004	0,005	0,006	0,009
206											0,001	0,001	0,002	0,002	0,003	0,005	0,006	0,008
207											0,001	0,001	0,001	0,002	0,003	0,004	0,006	0,008
208											0,001	0,001	0,001	0,002	0,003	0,004	0,006	0,008
209											0,001	0,001	0,001	0,002	0,003	0,004	0,006	0,008
210											0,000	0,001	0,001	0,002	0,003	0,004	0,006	0,007
211												0,001	0,001	0,002	0,003	0,004	0,005	0,007
212												0,001	0,001	0,002	0,003	0,004	0,005	0,007
213												0,001	0,001	0,002	0,003	0,004	0,005	0,007
214												0,001	0,001	0,002	0,002	0,004	0,005	0,006
215												0,001	0,001	0,002	0,002	0,003	0,004	0,006
216												0,001	0,001	0,001	0,002	0,003	0,004	0,006
217												0,001	0,001	0,001	0,002	0,003	0,004	0,006
218												0,001	0,001	0,001	0,002	0,003	0,004	0,005
219												0,000	0,001	0,001	0,002	0,003	0,004	0,005
220													0,001	0,001	0,002	0,003	0,004	0,005
221													0,001	0,001	0,002	0,003	0,004	0,005
222													0,001	0,001	0,002	0,003	0,004	0,005
223													0,001	0,001	0,002	0,002	0,003	0,005
224													0,001	0,001	0,002	0,002	0,003	0,004
225													0,001	0,001	0,002	0,002	0,003	0,004
226													0,001	0,001	0,001	0,002	0,003	0,004
227													0,001	0,001	0,001	0,002	0,003	0,004
228													0,001	0,001	0,001	0,002	0,003	0,004
229													0,000	0,001	0,001	0,002	0,003	0,004
230														0,001	0,001	0,002	0,003	0,004
231														0,001	0,001	0,002	0,002	0,004
232														0,001	0,001	0,002	0,002	0,003
233														0,001	0,001	0,002	0,002	0,003
234														0,001	0,001	0,002	0,002	0,003
235														0,001	0,001	0,001	0,002	0,003

SIN	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
236														0,001	0,001	0,001	0,002	0,003
237														0,001	0,001	0,001	0,002	0,003
238														0,000	0,001	0,001	0,002	0,003
239															0,001	0,001	0,002	0,003
240															0,001	0,001	0,002	0,002
241															0,001	0,001	0,002	0,002
242															0,001	0,001	0,002	0,002
243															0,001	0,001	0,001	0,002
244															0,001	0,001	0,001	0,002
245															0,001	0,001	0,001	0,002
246															0,001	0,001	0,001	0,002
247															0,001	0,001	0,001	0,002
248															0,000	0,001	0,001	0,002
249																0,001	0,001	0,002
250																0,001	0,001	0,002
251																0,001	0,001	0,002
252																0,001	0,001	0,002
253																0,001	0,001	0,002
254																0,001	0,001	0,001
255																0,001	0,001	0,001
256																0,001	0,001	0,001
257																0,001	0,001	0,001
258																0,001	0,001	0,001
259																0,000	0,001	0,001
260																	0,001	0,001
261																	0,001	0,001
262																	0,001	0,001
263																	0,001	0,001
264																	0,001	0,001
265																	0,001	0,001
266																	0,001	0,001
267																	0,001	0,001
268																	0,001	0,001
269																	0,000	0,001
270																		0,001
271																		0,001
272																		0,001
273																		0,001
274																		0,001
275																		0,001
276																		0,001
277																		0,001
278																		0,001
279																		0,001
280																		0,000

