



Funded by
the European Union



ERASMUS+
2025-1- TR01-KA220-HED-00000362153

**INCREASING KNOWLEDGE AND AWARENESS WITH APPROPRIATE CHANGES IN THE
UNIVERSITY CURRICULUM TO ENSURE SUSTAINABILITY OF REDUCING THE WATER
FOOTPRINT RESULTING FROM MARITIME ACTIVITIES**

WP2: LECTURE NOTES
IEA - ITALY
Sep-Oct 2026

Lesson 2 - Water and Its Importance



**KARADENİZ
TEKNİK ÜNİVERSİTESİ**
KARADENİZ TECHNICAL UNIVERSITY
1955



**University of
Zagreb**



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΚΡΗΤΗΣ
UNIVERSITY OF CRETE**



**ASS. ISTITUTO
ECOAMBIENTALE**



Funded by
the European Union



ERASMUS+
2025-1- TR01-KA220-HED-00000362153

Accrescere le conoscenze e la consapevolezza attraverso opportune modifiche ai programmi di studio universitari, per garantire la sostenibilità della riduzione dell'impronta idrica derivante dalle attività marittime

WP2: LECTURE NOTES
IEA - ITALY
Sep-Oct 2026

Lesson 2 - L'acqua e la sua importanza : risorse idriche, ciclo idrologico e riscaldamento globale



KARADENİZ
TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
KARADENİZ TECHNICAL UNIVERSITY
1955



University of
Zagreb



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΚΡΗΤΗΣ
UNIVERSITY OF CRETE



ASS. ISTITUTO
ECOAMBIENTALE



Funded by
the European Union



LEZIONE 2:

L'acqua e la sua importanza: risorse idriche, ciclo idrologico e riscaldamento globale



Funded by
the European Union



Risorse idriche; Il ciclo idrologico e il riscaldamento globale

I. L'acqua e la sua importanza

L'acqua è una componente indispensabile per la sostenibilità della vita sulla Terra, formando le basi dei processi biologici, chimici e fisici. La sua influenza si estende su un ampio spettro, che va dalle attività cellulari degli organismi viventi ai sistemi climatici globali. L'acqua non è semplicemente una sostanza necessaria per la sopravvivenza; è un elemento fondamentale che regola il funzionamento naturale e l'equilibrio della Terra (Bengtsson et al., 2014).

Il volume totale dell'acqua sulla Terra è di circa 1,5 miliardi di km³, la stragrande maggioranza della quale (più del 97%) si trova negli oceani come acqua salata. Le risorse di acqua dolce, al contrario, sono estremamente limitate e sono in gran parte sequestrate all'interno dei ghiacciai (in particolare nei cerchi artico e antartico) e delle riserve di acque sotterranee (Bengtsson et al., 2014).

Quando si esamina numericamente, la scarsità e la natura critica delle risorse d'acqua dolce diventano chiaramente evidenti (Figura 1).





Figura 1: Distribuzione delle risorse idriche



L'acqua è anche una componente vitale del ciclo energetico. Facilita il trasferimento di energia all'interno **dell'atmosfera attraverso i processi di** evaporazione e **condensazione**. Inoltre, questi processi giocano un ruolo decisivo nel clima globale. Tra i gas classificati come gas serra, **il vapore dell'acqua è uno dei più potenti, svolgendo un ruolo significativo nella regolazione della temperatura. In una prospettiva numerica, il vapore acqueo rappresenta circa il 50%** dell'effetto serra naturale della Terra (Bengtsson et al., 2014).

Inoltre, un'altra caratteristica fondamentale dell'acqua è il suo ruolo di principale fornitore di habitat per gli ecosistemi. Come è noto, le regioni con la più alta biodiversità tra gli ecosistemi globali sono gli habitat presenti nelle **acque dolci e salate** (mari e oceani). Inoltre, questi habitat acquatici formano la base delle catene alimentari. Dal punto di vista delle attività umane, l'acqua è una risorsa indispensabile per la vita quotidiana, l'agricoltura, l'industria e la produzione di energia (Davie & Quinn, 2019).





1. Risorse idriche

Le risorse idriche comprendono tutti i corpi idrici presenti nei sistemi naturali che hanno un potenziale per l'uso umano. Quando l'acqua salata (mari e oceani) è esclusa dalla considerazione come risorsa diretta, le risorse idriche sono comunemente classificate come acque superficiali, falde freatiche, acqua atmosferica e acqua immagazzinata in forma congelata come ghiacciai e neve.



Funded by
the European Union



1.1. Acque superficiali

Le acque superficiali comprendono corpi idrici direttamente osservabili come fiumi, laghi, dighe e serbatoi. Come una delle componenti più dinamiche del ciclo idrologico, le acque superficiali sono in uno stato di flusso costante a causa dei processi di precipitazione, deflusso ed evaporazione. Le acque superficiali sono di fondamentale importanza, in particolare per l'approvvigionamento di acqua potabile, l'irrigazione e la produzione di energia idroelettrica (Dingman, 2015).





1.2. Acque sotterranee

L'acqua di fondo è formata dall'accumulo di acqua all'interno dei pori e delle fratture del suolo e delle formazioni rocciose. Le acque sotterranee servono come aree di stoccaggio naturale a lungo termine. In particolare nelle regioni prive di acqua superficiale e durante i periodi aridi, fornisce una risorsa più affidabile rispetto alle acque superficiali. Il movimento delle acque sotterranee è regolato dalle proprietà fisiche dell'ambiente sotterraneo (Brutsaert, 2005).





1.3. Acqua atmosferica

Il vapore acqueo presente nell'atmosfera è una componente vitale del ciclo idrologico. Sebbene il volume totale di acqua nell'atmosfera sia molto piccolo rispetto al totale globale, svolge un ruolo fondamentale nella formazione dei processi delle precipitazioni (Bengtsson et al., 2014).



1.4. Ghiacciai e neve

Una parte significativa dell'acqua dolce globale è conservata all'interno di ghiacciai e di un manto nevoso permanente (soprattutto sulle cime delle montagne ad alta quota). Le acque glaciali e di scioglimento delle nevi controllano la distribuzione stagionale dell'acqua nelle regioni montuose e polari e sostengono i sistemi fluviali e i bacini attraverso processi di fusione (Arnell, 2014)





2. Ciclo idrologico (ciclo dell'acqua)

Il ciclo idrologico (ciclo dell'acqua) è un sistema chiuso ma dinamico che garantisce la circolazione continua dell'acqua tra l'atmosfera, la superficie terrestre e il sottosuolo (Figura 1). Questo ciclo è direttamente collegato sia all' equilibrio di massa che all'equilibrio energetico dell'acqua, che si verifica su varie scale spaziali e temporali.

In sostanza, mentre il ciclo dell'acqua mantiene la quantità totale di acqua sulla Terra, ne determina la distribuzione spaziale e temporale. Il ciclo dell'acqua non è semplicemente un sistema di circolazione dell'acqua; è anche uno dei componenti più importanti del trasferimento di energia attraverso la superficie terrestre (Brutsaert, 2005).



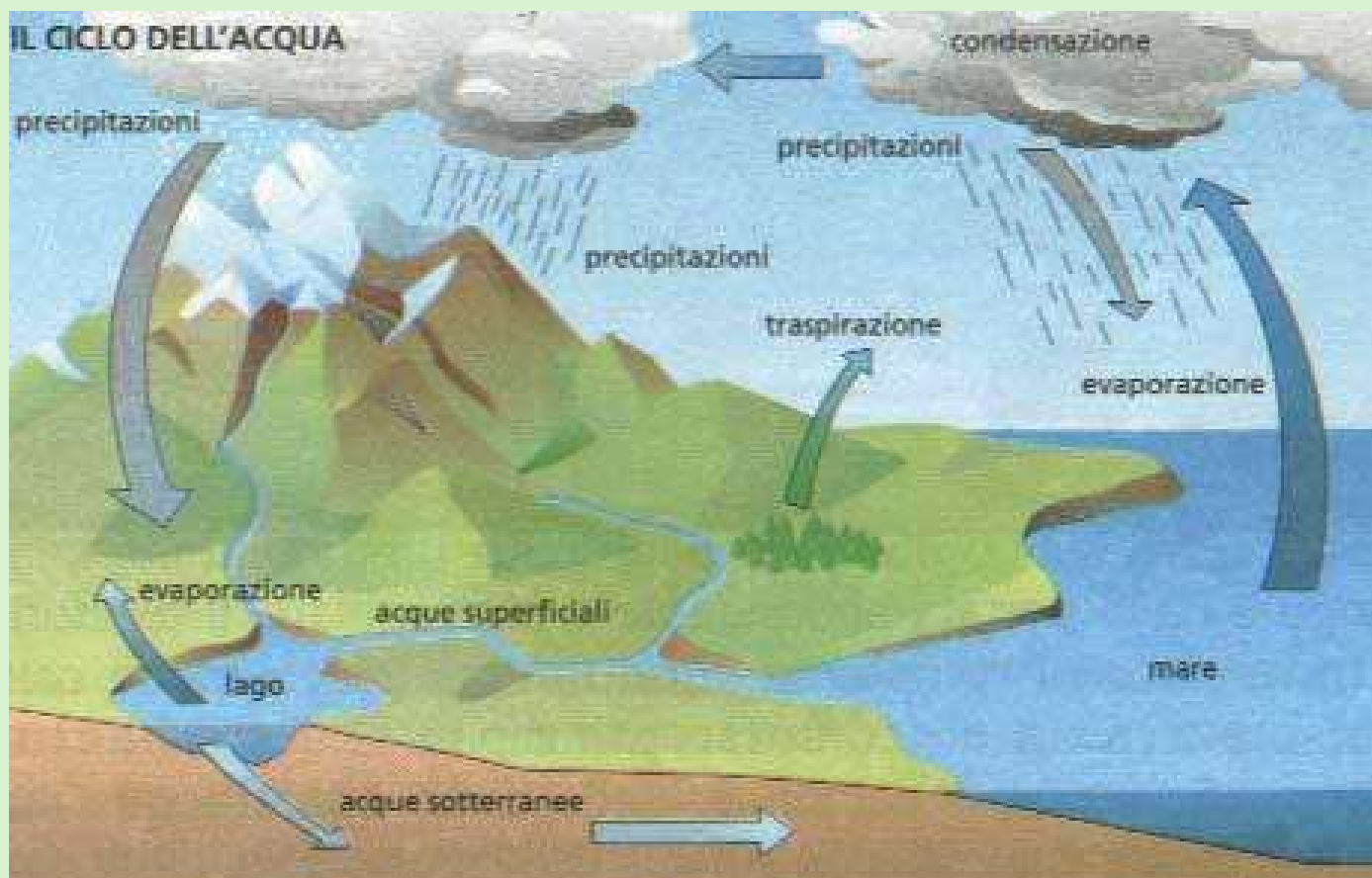


Figura 2: Ciclo dell'acqua



2.1. Evaporazione

Evaporazione è il processo con cui l'acqua sulla superficie terrestre si trasforma in vapore e entra nell'atmosfera a causa dell'energia solare. La perdita d'acqua da parte degli organismi viventi si chiama traspirazione. Questi due processi combinati sono spesso espressi come evapotraspirazione (Davie & Quinn, 2019).



Funded by
the European Union



2.2. Condensazione

La condensazione è il processo in cui il vapore acqueo nell'atmosfera si raffredda e si trasforma nuovamente in goccioline liquide. Questo processo costituisce la base della formazione delle nuvole.





Funded by
the European Union



2.3. Precipitazioni

La precipitazione è il ritorno dell'acqua condensata sulla superficie terrestre sotto forma di pioggia, neve o grandine. È l'input più significativo del ciclo idrologico e garantisce il rifornimento delle risorse idriche.





Funded by
the European Union



2.4. Runoff

Il runoff è la porzione di precipitazione o scioglimento della neve/ghiaccio che non viene assorbita dal suolo e scorre sulla superficie terrestre per unirsi ai sistemi fluviali.



2.5. Infiltrazione e ricarica delle acque sotterranee

Infiltrazione è il movimento verso il basso delle precipitazioni dalla superficie del suolo nel terreno. Questo processo varia a seconda della struttura del suolo e dei livelli di saturazione. Una parte dell'acqua infiltrata ricarica le riserve di acque sotterranee (falde acquifere). Per l'uso umano, questo processo è di grande importanza per quanto riguarda lo stoccaggio naturale dell'acqua e la disponibilità a lungo termine.



3. Riscaldamento globale ed effetti sui sistemi idrici

Il riscaldamento globale può essere definito brevemente come l'aumento a lungo termine della temperatura media della superficie terrestre derivante dall'aumento dei gas serra atmosferici (in particolare CO₂, CH₄ e N₂O). Questo processo, al di là della naturale variabilità del clima, è in gran parte accelerato dalle attività umane. L'uso dei combustibili fossili, la deforestazione e le attività industriali aumentano le concentrazioni di gas serra, interrompendo il bilancio energetico e causando un maggiore accumulo di calore nell'atmosfera (Bengtsson et al., 2014).

Il riscaldamento globale dovrebbe essere visto non solo come un aumento delle temperature atmosferiche, ma come un processo che altera fundamentalmente il funzionamento del ciclo idrologico. L'aumento delle temperature influisce direttamente sui processi di cambiamento di fase dell'acqua, cambiando sia la quantità che la distribuzione temporale dei meccanismi di evaporazione, precipitazione e deflusso (Arnell, 2014). Mentre l'aumento del vapore acqueo nell'atmosfera porta alla cattura di una maggiore energia termica, comporta anche eventi più frequenti di precipitazioni intense e, contemporaneamente, periodi di siccità più gravi.



Funded by
the European Union



Su scala globale, uno degli impatti più importanti del cambiamento climatico è la ridistribuzione spaziale dei regimi delle precipitazioni. Gli effetti attesi più evidenti includono un aumento delle precipitazioni nelle regioni umide e una diminuzione nelle regioni aride e semi-aride. Ciò porta a una distribuzione geografica più iniqua delle risorse idriche esistenti e crea significative disparità regionali nell'accesso all'acqua (Miller & Yates, 2006). Soprattutto nelle regioni dipendenti dall'agricoltura, questi cambiamenti esercitano una pressione diretta sulla sicurezza alimentare e la sostenibilità economica.

Un'altra importante conseguenza dell'aumento della temperatura è l'aumento dei tassi di evaporazione.

L'aumento dell'evaporazione porta al rapido esaurimento dei serbatoi di acqua superficiale, a una riduzione dell'umidità del suolo e ad un aumento dello stress idrico nelle piante. Ciò rappresenta una grave minaccia per la sostenibilità delle risorse idriche, soprattutto nelle regioni semi-aride. Allo stesso tempo, l'aumento dell'evaporazione fa sì che una parte delle precipitazioni ritorni nell'atmosfera prima di poter contribuire al deflusso o alla ricarica delle acque sotterranee, alterando così il bilancio idrico del bacino (Davie & Quinn, 2019).





Uno degli impatti significativi del riscaldamento globale sui sistemi idrologici è il cambiamento delle dinamiche della neve e del ghiaccio. Una riduzione della copertura nevosa e periodi di scioglimento più precoci, in particolare nelle regioni montuose, causano cambiamenti significativi nei regimi di flusso dei fiumi. I flussi indotti dallo scioglimento delle nevi, che tradizionalmente si verificano in primavera e in estate, si stanno spostando verso periodi precedenti, interrompendo la distribuzione annuale dell'acqua e complicando la gestione idrica.

Gli effetti del riscaldamento globale non si limitano ai ghiacciai montani. Anche le grandi masse di ghiaccio nelle regioni polari sono direttamente interessate. Tuttavia, a differenza dei ghiacciai montani, l'impatto dei ghiacciai polari sul sistema idrologico è principalmente attraverso l'innalzamento del livello del mare e il bilancio idrico globale piuttosto che l'alimentazione dei fiumi. Lo scioglimento del ghiaccio polare introduce vaste quantità di acqua dolce negli oceani, causando l'aumento dei livelli del mare globale. Questo porta all'intrusione dell'acqua salata nei sistemi freatici costieri, alle inondazioni delle aree costiere e alla perdita di terreni. Inoltre, questo scioglimento altera la salinità e la densità degli oceani, potenzialmente influenzando i regimi globali delle correnti oceaniche.





Il cambiamento climatico aumenta la frequenza e la gravità degli eventi idrologici estremi. Eventi di precipitazione più intensi aumentano il rischio di inondazioni, mentre la prolungata mancanza di precipitazioni porta a siccità più frequenti e gravi. Questo esercita una pressione significativa sulle infrastrutture urbane, le operazioni delle dighe e i sistemi di gestione dell'acqua (Miller & Yates, 2006).

Infine, l'impatto del riscaldamento globale sulla qualità dell'acqua è sostanziale. L'aumento delle temperature accelera le attività biologiche negli ambienti acquatici, aumentando il consumo di ossigeno e portando a livelli inferiori di ossigeno disciolto. Inoltre, le condizioni di basso flusso rendono più difficile la diluizione degli inquinanti, con conseguente degrado della qualità dell'acqua. Ciò crea rischi significativi per l'approvvigionamento di acqua potabile, la salute degli ecosistemi e la biodiversità acquatica (Miller & Yates, 2006).



Funded by
the European Union



Quiz sull'acqua e la sua importanza : risorse idriche, ciclo idrologico e riscaldamento globale



Funded by
the European Union



1. Quale percentuale dell'acqua totale presente sulla Terra è rappresentata da acqua dolce, facilmente accessibile per l'uomo?

- A) Circa il 97%
- B) Circa il 2,5%
- C) Meno dell'1%
- D) Circa il 50%





Funded by
the European Union



2. Quale tra i seguenti processi NON fa parte del ciclo idrologico?

- A) Evaporazione
- B) Condensazione
- C) Fotosintesi clorofilliana
- D) Precipitazione





Funded by
the European Union



3. Qual è l'effetto principale del riscaldamento globale sul ciclo dell'acqua?

- A) Rende il ciclo più lento e costante
- B) Riduce la quantità di vapore acqueo nell'atmosfera
- C) Accelera il ciclo, intensificando eventi estremi come siccità e alluvioni
- D) Trasforma l'acqua salata in acqua dolce nei mari





Funded by
the European Union



4. Da cosa è composta principalmente la criosfera, la riserva d'acqua dolce più grande del pianeta?

- A) Fiumi e laghi sotterranei
- B) Ghiacciai, calotte polari e nevi perenni
- C) Nubi e vapore atmosferico
- D) Mari interni e bacini artificiali





Funded by
the European Union



5. Che cosa si intende per "acqua virtuale"?

- A) L'acqua utilizzata per irrigare le colture idroponiche in serra.
- B) Il volume di acqua dolce utilizzato per produrre un bene o un servizio, non visibile nel prodotto finale.
- C) L'acqua presente sotto forma di vapore acqueo nell'atmosfera terrestre.
- D) Una simulazione digitale dei flussi idrici mondiali effettuata al computer.





6. Quale delle seguenti definizioni descrive correttamente l'acqua grigia nell'ambito dell'impronta idrica?

- A) Il volume di acqua piovana evaporata o incorporata nei prodotti agricoli.
- B) Il volume di acqua dolce prelevata da fiumi, laghi e falde acquifere.
- C) Il volume di acqua inquinata a seguito di un processo produttivo, necessaria per diluire gli inquinanti.
- D) L'acqua di scarico domestica proveniente esclusivamente da lavatrici e lavastoviglie.





Funded by
the European Union



7. Quale tra i seguenti alimenti richiede il maggior consumo di acqua virtuale per la sua produzione (circa 15.000 litri per singolo chilo)?

- A) La carne di manzo
- B) Il riso
- C) Le mele
- D) Il pane di frumento





Funded by
the European Union



8. Oltre al settore alimentare, quale comparto industriale ha un'impronta idrica estremamente elevata?

- A) L'industria del vetro
- B) Il settore tessile e dell'abbigliamento
- C) L'industria metallurgica
- D) La produzione di software e tecnologia





9. Quale forza motrice primaria alimenta l'intero ciclo dell'acqua, permettendo l'evaporazione e il movimento delle masse d'aria?

- A) La forza di gravità terrestre
- B) L'energia termica del Sole
- C) Il magnetismo terrestre
- D) Le correnti oceaniche profonde





Funded by
the European Union



10. Attraverso quale processo combinato le piante rilasciano vapore acqueo nell'atmosfera dopo aver assorbito acqua dal terreno?

- A) Sublimazione
- B) Evapotraspirazione
- C) Condensazione capillare
- D) Infiltrazione inversa





Funded by
the European Union



11. Che cosa avviene durante il processo di sublimazione nel ciclo idrologico?

- A) L'acqua passa direttamente dallo stato solido (ghiaccio) allo stato gassoso (vapore)
- B) Il vapore acqueo si trasforma direttamente in pioggia acida
- C) L'acqua penetra in profondità nelle rocce porose della Terra
- D) L'acqua salata si deposita sul fondo degli oceani





Funded by
the European Union



12. Come viene definito il processo per cui l'acqua piovana penetra nel terreno andando ad alimentare le falde acquifere sotterranee?

- A) Dilavamento superficiale
- B) Infiltrazione o percolazione
- C) Fusione idrica
- D) Trascrezione scolante





13. In che modo gli oceani agiscono come principali regolatori termici del clima globale?

- A) Riflettono tutta la luce solare nello spazio come uno specchio.
- B) Assorbono enormi quantità di calore solare, distribuendolo sul pianeta tramite le correnti marine.
- C) Congelano l'acqua in eccesso ai tropici per rinfrescare l'atmosfera.
- D) Bloccano il vento impedendo la formazione di tempeste sulla terraferma.



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΚΡΗΤΗΣ
UNIVERSITY OF CRETE



ASS. ISTITUTO
ECOAMBIENTALE



14. Oltre a regolare il calore, quale importantissima funzione svolgono gli oceani nei confronti dei gas responsabili dell'effetto serra?

- A) Rilasciano metano per stabilizzare la temperatura dell'aria.
- B) Assorbono circa un quarto della CO₂ emessa dalle attività umane, fungendo da immenso "pozzo di carbonio".
- C) Convertono l'anidride carbonica in ossigeno puro attraverso la pressione delle profondità.
- D) Impediscono all'azoto atmosferico di disciogliersi nell'acqua piovana.





15. Qual è l'effetto della deforestazione sul ciclo del carbonio e sul riscaldamento globale?

- A) Riduce l'effetto serra perché il terreno nudo riflette più luce solare.
- B) Libera enormi quantità di CO₂ immagazzinata negli alberi e riduce la capacità del pianeta di assorbire i gas serra futuri.
- C) Aumenta la produzione di ossigeno globale grazie alla crescita di nuove erbe infestanti.
- D) Neutralizza le emissioni di gas serra prodotte dalle industrie e dalle automobili.





Funded by
the European Union



RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

1. Bengtsson, L., Bonnet, R.M., Calisto, M., Destouni, G., Gurney, R., Johannessen, J., Kerr, Y., Lahoz, W.A., Rast, M. (2014). Il ciclo idrologico della Terra. Springer. ISBN: 978-94-017-8789-5
2. Davie, T., Quinn, N.W. (2019). Fondamenti di idrologia. Routledge (3. Baskı). ISBN: 9780415858700
3. Dingman, S.L. (2015). Idrologia fisica. Waveland Press, Inc. (3. Baskı). ISBN: 978-1-4786-1118-9
4. Brutsaert, W. (2005). Idrologia: un'introduzione. Cambridge University Press. ISBN: 978-0-521-82479-8
5. Arnell, N. (2014). Idrologia e cambiamento ambientale globale. Routledge. ISBN: 978-0-582-36984-9
6. Miller, K., Yates, D. (2006). Cambiamento climatico e risorse idriche: un primo piano per i fornitori di acqua municipali. Awwa Research Foundation & UCAR.

