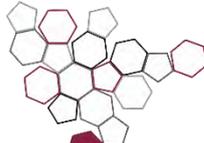


ARPAM

AGENZIA REGIONALE
PER LA PROTEZIONE AMBIENTALE
DELLE MARCHE



Sistema Nazionale
per la Protezione
dell'Ambiente

Relazione sulla qualità dei
**CORPI IDRICI
SOTTERRANEI**
della regione Marche

TRIENNIO 2021-2023

GIUGNO 2025



ARPA MARCHE

Agenzia Regionale per la Protezione Ambientale delle Marche
Via Luigi Ruggeri n. 5, ANCONA
dg.arpam@ambiente.marche.it

RELAZIONE TRIENNALE 2021-2023 SULLA QUALITÀ DEI CORPI IDRICI SOTTERRANEI DELLA REGIONE MARCHE

Autori:

U.O. Coordinamento Controlli e Monitoraggi, Reporting, Vas e Progetti di Ricerca e Sviluppo

Progetto grafico:

Staff Direzione Generale, Comunicazione

Data pubblicazione: **GIUGNO 2025**

FONTE ED ELABORAZIONE DEI DATI:

Tabelle, mappe e grafici della presente pubblicazione, tranne dove diversamente indicato, hanno come fonte Arpa Marche.

ARPA Marche e le persone che agiscono per suo conto non sono responsabili per l'uso improprio delle informazioni contenute in questo volume.

È consentita la riproduzione di testi, tabelle, grafici e in generale del contenuto del report, con la citazione della fonte.

Sommario

INTRODUZIONE	2
CORPI IDRICI SOTTERRANEI	3
Caratteristiche del sistema idrico sotterraneo degli Acquiferi Alluvionali (AV)	6
Caratteristiche del sistema idrico sotterraneo degli Acquiferi Calcari (CA).....	7
Complesso idrogeologico del massiccio (Sinemuriano-Pliensbachiano).....	7
Complesso idrogeologico della maiolica (Titoniano superiore p.p. – Aptiano p.p.).....	8
Complesso idrogeologico della scaglia (Cenomaniano p.p. – Priaboniano).....	9
Caratteristiche del sistema idrico sotterraneo degli Acquiferi Locali (LOC)	10
Complesso idrogeologico della formazione marnoso-arenacea e dei bacini torbiditici intra- appenninici (Miocene).....	10
Complesso idrogeologico della formazione gessoso-solfifera (Messiniano)	10
Complesso idrogeologico della colata della Val Marecchia (cretaceo superiore – miocene inferiore-medio)	11
RETE DI MONITORAGGIO DELLE ACQUE SOTTERRANEE	12
Parametri chimici	18
ANALISI DELLE PRESSIONI NELLE ACQUE SOTTERRANEE	23
MONITORAGGIO STATO CHIMICO (SCAS)	26
MONITORAGGIO STATO QUANTITATIVO (SQUAS).....	27
AFFIDABILITÀ DEL DATO	27
RISULTATI DEL MONITORAGGIO 2021-2023	33
Classificazione stato chimico dei corpi idrici sotterranei (CIS)	34
Valutazione dello stato chimico puntuale	34
Valutazione dello stato chimico dei corpi idrici sotterranei (CIS)	35
FOCUS SUI PRINCIPALI CONTAMINANTI RICONTRATI NELLE ACQUE SOTTERRANEE	38
Nitrati.....	38
Fitofarmaci.....	40
Composti perfluorurati (PFAS)	42
Composti organici volatili (VOC).....	44
Cromo VI.....	45
Nichel	45

Allegati:

- Allegato_1_Stazioni_Monitoraggio_2021_2023
- Allegato_2_Analisi_Trend_2009_2023_Portate
- Allegato_3_Analisi_Trend_2009_2023_Soggiacenza
- Allegato_4_Stato_Chimico_Puntuale_2021_2023
- Allegato_5_Stato_Chimico_CIS_2021_2023
- Allegato_6_Schede_monografiche_classificazione_CIS_triennio_2021_2023

INTRODUZIONE

Il presente documento illustra lo stato di qualità dei corpi idrici sotterranei relativo al ciclo triennale 2021-2023. Tale valutazione sarà integrata con i dati del successivo triennio, al fine di ottenere un quadro complessivo per il sessennio 2021-2026, utile all'aggiornamento dei Piani di Gestione Distrettuali.

Il monitoraggio delle acque sotterranee è stato effettuato in conformità con quanto previsto dalla Direttiva 2000/60/CE (Direttiva Quadro sulle Acque - DQA), recepita in Italia con il D. Lgs. n. 152/2006 e successive modifiche e integrazioni. Per quanto riguarda specificamente le acque sotterranee, si fa riferimento anche alla Direttiva 2006/118/CE, recepita con il D. Lgs. 30/2009 e successivamente aggiornata con il Decreto del 6 luglio 2016. Quest'ultimo ha modificato il D. Lgs. 152/2006, stabilendo criteri e riferimenti per la classificazione dello stato dei corpi idrici sotterranei.

I contenuti principali del documento riguardano la classificazione dello stato di qualità dei singoli corpi idrici sotterranei, sia a livello puntuale (singole stazioni di monitoraggio) sia a livello areale (intero corpo idrico) ed approfondimenti specifici sui principali contaminanti rilevati, con particolare attenzione a quelli maggiormente diffusi.

CORPI IDRICI SOTTERRANEI

Con DGR 1858/23 la Regione Marche ha provveduto ad individuare i principali Corpi Idrici Sotterranei (CIS) regionali. Si tratta di 40 corpi idrici, suddivisi in tre tipologie di complessi idrogeologici come di seguito indicati:

- 19 CIS relativi al sistema idrico sotterraneo degli Acquiferi delle Alluvioni Vallive (AV);
- 15 CIS relativi al sistema idrico sotterraneo degli Acquiferi Calcari (CA);
- 6 CIS relativi al sistema idrico sotterraneo degli Acquiferi Locali (LOC).

La Tabella 1 riporta l'elenco dei corpi idrici sotterranei, mentre la Figura 1 illustra la rappresentazione spaziale su cartografia GIS degli stessi.

Distretto	Codice CIS	Tipo CIS	Denominazione
ITB2018	IT085100IR-AV2-VA	AV	Depositi Vallate App. Marecchia-Conca
ITB2018	IT11C_AV_TAVOLLO	AV	Alluvioni Vallive del Torrente Tavollo e dei suoi tributari
ITB2018	IT11C_LOC_BMT	LOC	Depositi arenacei e arenaceo-pelitici dei bacini minori (Tavoletto)
ITB2018	IT11C_LOC_CMC	LOC	Alloctono della Colata della Val Marecchia (Carpegna)
ITE2018	IT11C_AV_FOG	AV	Alluvioni Vallive del Fiume Foglia e dei suoi tributari
ITE2018	IT11C_AV_ARZ	AV	Alluvioni vallive del Torrente Arzilla
ITE2018	IT11C_AV_MET	AV	Alluvioni Vallive del Fiume Metauro
ITE2018	IT11C_AV_CAN	AV	Alluvioni Vallive del Fiume Candigliano e dei suoi tributari
ITE2018	IT11C_AV_CES	AV	Alluvioni Vallive del Fiume Cesano e dei suoi tributari
ITE2018	IT11C_AV_MIS	AV	Alluvioni Vallive del Fiume Misa e dei suoi tributari
ITE2018	IT11C_AV_ESI	AV	Alluvioni Vallive del Fiume Esino e dei suoi tributari
ITE2018	IT11C_AV_ASP	AV	Alluvioni Vallive del Fiume Aspio
ITE2018	IT11C_AV_MUS	AV	Alluvioni Vallive del Fiume Musone e dei suoi tributari
ITE2018	IT11E_AV_POT	AV	Alluvioni Vallive del Fiume Potenza e dei suoi tributari
ITE2018	IT11E_AV_CHI	AV	Alluvioni Vallive del Fiume Chienti e dei suoi tributari
ITE2018	IT11E_AV_TEN	AV	Alluvioni Vallive del Fiume Tenna
ITE2018	IT11E_AV_ETV	AV	Alluvioni Vallive del Fiume Ete Vivo
ITE2018	IT11E_AV_ASO	AV	Alluvioni Vallive del Fiume Aso
ITE2018	IT11E_AV_MEN	AV	Alluvioni Vallive del Torrente Menocchia
ITE2018	IT11E_AV_TES	AV	Alluvioni Vallive del Fiume Tesino
ITE2018	IT11E_AV_TRO	AV	Alluvioni Vallive del Fiume Tronto
ITE2018	IT11_CA_MAGGIO_M	CA	Unità di Monte Maggio - Marche
ITE2018	IT11_CA_UM_NORD	CA	Sistema Umbro-Marchigiano settentrionale
ITE2018	IT11_CA_UM_SUD_M	CA	Sistema Umbro-Marchigiano Meridionale - Marche
ITE2018	IT11_CA_NES	CA	Sistema Fiume Nera - Monti Sibillini
ITE2018	IT11_CA_DOM	CA	Sistema della Dorsale Marchigiana
ITE2018	IT11C_CA_NAR	CA	Unità di Naro
ITE2018	IT11C_CA_ACQ	CA	Unità di Acqualagna
ITE2018	IT11C_CA_BEL	CA	Unità di Bellisio Solfare

Distretto	Codice CIS	Tipo CIS	Denominazione
ITE2018	IT11C_CA_SAS	CA	Unità di Sassoferrato
ITE2018	IT11C_CA_FRA	CA	Unità di Frasassi
ITE2018	IT11C_CA_PIE	CA	Unità di Monte Pietralata-Monte Paganuccio
ITE2018	IT11C_CA_CES	CA	Unità dei Monti della Cesana
ITE2018	IT11_CA_CIN	CA	Unità di Cingoli
ITE2018	IT11C_CA_CON	CA	Unità di Monte Conero
ITE2018	IT11C_LOC_BMU	LOC	Depositi arenacei e arenaceo-pelitici dei bacini minori (Urbino)
ITE2018	IT11C_LOC_DVP	LOC	Depositi detritici di versante (Pergola)
ITE2018	IT11C_LOC_MAM	LOC	Depositi terrigeni della Formazione Marnoso-Arenacea (Mercatello sul Metauro)
ITE2018	IT11E_LOC_LAG	LOC	Depositi terrigeni del bacino della Laga e della Montagna dei Fiori
ITE2018	IT10_CA_CUCCO	CA	Monte Cucco

Tabella 1: Elenco dei corpi idrici sotterranei della regione Marche (DGR 1858/23).

ITB = Autorità di Bacino Distrettuale del Po; ITE = Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Centrale; AV = corpi idrici sotterranei delle alluvioni vallive; LOC = corpi idrici sotterranei degli acquiferi locali; CA = corpi idrici sotterranei dei calcari.

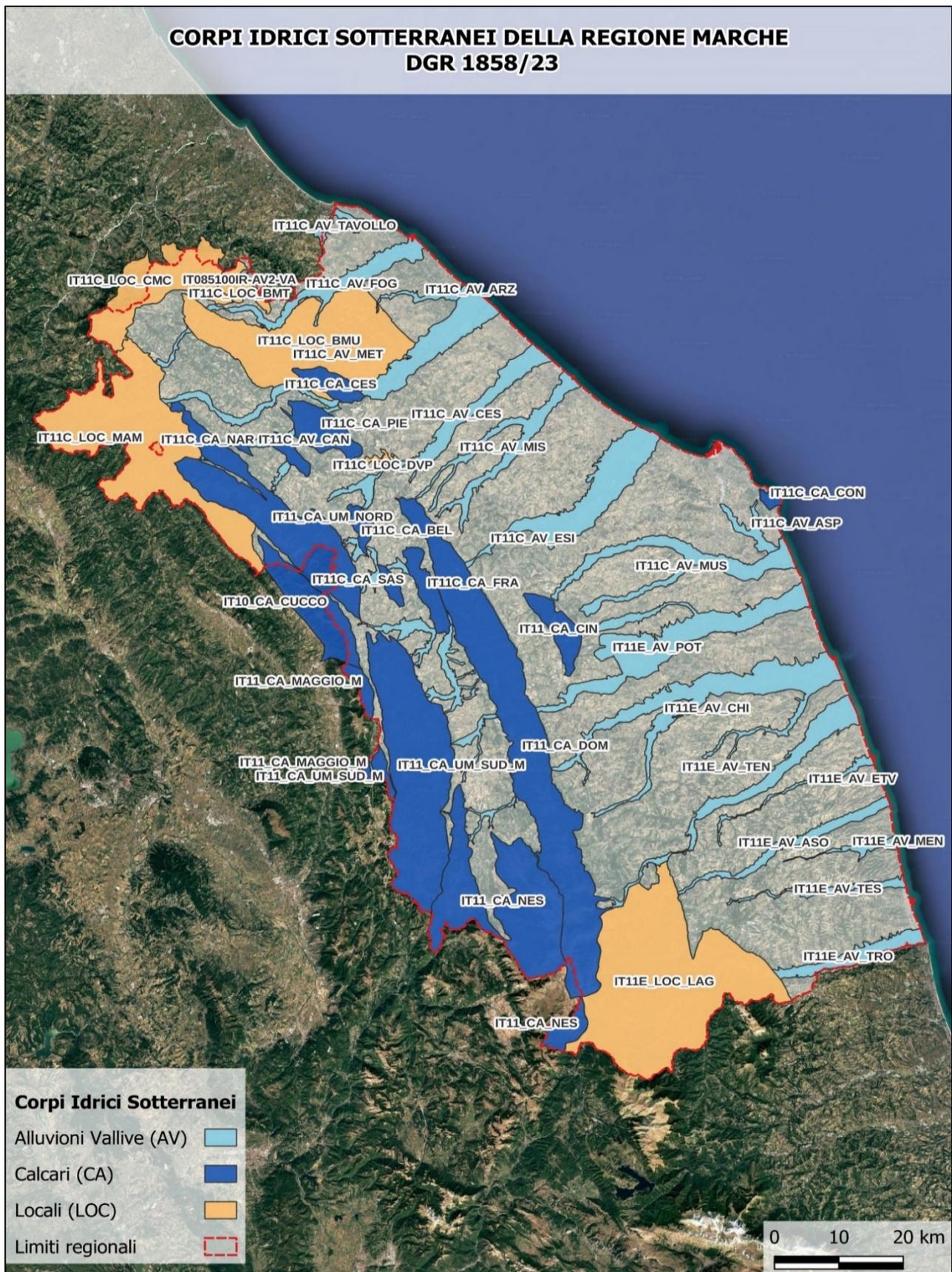


Figura 1: Corpi idrici sotterranei della regione Marche (DGR 1858/23).

CARATTERISTICHE DEL SISTEMA IDRICO SOTTERRANEO DEGLI ACQUIFERI ALLUVIONALI (AV)

Le pianure alluvionali, nelle loro porzioni alta, media e bassa, presentano caratteristiche idrogeologiche simili. Nella parte alta predominano depositi ghiaiosi, spesso affioranti, con coperture limoso-argillose o limoso-sabbiose generalmente poco spesse. Lo spessore dei depositi alluvionali varia tra 10 e 20 metri.

Le lenti di materiali fini presenti nella parte alta delle pianure non ostacolano la continuità idraulica tra i corpi ghiaiosi, conferendo all'acquifero di subalveo caratteristiche di monostrato.

Nella fascia intermedia, i depositi alluvionali raggiungono i massimi spessori, superando localmente i 50 m in prossimità dell'alveo fluviale. Anche in questa zona, i corpi ghiaiosi (10-20 m) mantengono una buona continuità idraulica, confermando la struttura monostratificata dell'acquifero.

La parte bassa delle pianure presenta una maggiore variabilità:

- in alcune pianure maggiori (es. Esino, Potenza, Cesano) estesi e potenti corpi di depositi fini separano i corpi ghiaioso-sabbiosi, conferendo agli acquiferi caratteristiche di multistrato;
- nelle pianure minori (es. Musone, Aso, Tenna), prevalgono condizioni di monostrato, sebbene siano presenti lenti fini che separano verticalmente i corpi ghiaiosi.

Nella zona terminale, le coperture sono sempre presenti, con spessori superiori ai 10 m, costituite prevalentemente da limi e limi argilloso-sabbiosi. Gli acquiferi poggiano su un acquiclude formato da argille marnose plio-pleistoceniche. Il substrato mostra un'inclinazione trasversale verso l'asta fluviale, dove si concentrano i maggiori spessori dei depositi alluvionali.

I dati disponibili sui parametri idrodinamici dei depositi alluvionali, riferiti principalmente ai litotipi ghiaioso-sabbiosi, risultano limitati e circoscritti a specifiche aree degli acquiferi. Le prove di portata indicano valori di trasmissività compresi tra $1,7 \times 10^{-2}$ e $2,5 \times 10^{-2}$ m²/s, mentre la permeabilità varia da 5×10^{-2} a 2×10^{-3} m/s.

Test con traccianti hanno fornito valori di porosità dinamica compresi tra 2% e 7%, e una velocità effettiva variabile tra 66 e 135 m/giorno, con una media di circa $3,8 \times 10^{-4}$ m/s.

Le coperture argilloso-limose e limoso-argillose mostrano una permeabilità compresa tra 2×10^{-4} e 8×10^{-8} m/s.

Nella parte alta delle pianure, dove le coperture contengono ciottoli o ghiaie a matrice limoso-sabbiosa, la permeabilità varia tra $1,5 \times 10^{-4}$ e $5,5 \times 10^{-5}$ m/s.

Fonte: Piano di Tutela delle Acque (PTA), Delibera DACR n.145 del 26/01/2010 - Regione Marche.

CARATTERISTICHE DEL SISTEMA IDRICO SOTTERRANEO DEGLI ACQUIFERI CALCARI (CA)

Le caratteristiche idrogeologiche a cui far riferimento sono quelle dei complessi idrogeologici sotto descritti:

COMPLESSO IDROGEOLOGICO DEL MASSICCIO (SINEMURIANO-PLIENSBACHIANO)

È il complesso idrogeologico più potente e profondo della sequenza umbro-marchigiana ed è costituito da calcari micritici di piattaforma carbonatica, talvolta dolomitizzati, organizzati in banchi spessi e caratterizzati da un'elevata fratturazione.

In presenza di successioni condensate e lacunose, come nel caso della Formazione del Bugarone impostata direttamente sul Calcare Massiccio, si instaurano condizioni favorevoli al contatto idraulico tra i calcari del Calcare Massiccio e quelli della Maiolica. Questo contatto determina la formazione di un unico complesso idrogeologico, comprendente i calcari del Massiccio, della Corniola e della Maiolica, delimitato superiormente dall'acquicluda rappresentato dalle Marne a Fucoidi.

Tali condizioni si riscontrano frequentemente in corrispondenza degli alti strutturali giurassici. Il Calcare Massiccio, in particolare, si presenta intensamente fratturato e interessato da fenomeni carsici, prevalentemente ipogei. Tra gli esempi più significativi si annoverano le aree del Monte Cucco, di Frasassi, della Gola della Rossa, del Monte Catria e del Monte Nerone.

La morfologia carsica si sviluppa in piani orizzontali sovrapposti, collegati da pozzi verticali che si impostano lungo le cerniere delle pieghe, in corrispondenza degli affioramenti dei calcari del Massiccio e della Corniola. L'elevato grado di fratturazione e il carsismo conferiscono al Calcare Massiccio un'elevata permeabilità, favorendo una doppia circolazione idrica: rapida attraverso fratture e condotti carsici, più lenta lungo le microfratture della roccia.

Il complesso del Calcare Massiccio rappresenta il livello di base delle dorsali carbonatiche dell'Appennino umbro-marchigiano, sede del flusso idrico regionale profondo. L'acquifero di base è generalmente drenato da sorgenti lineari, localizzate nei tratti in cui i fiumi attraversano il complesso carbonatico. In corrispondenza di tali sorgenti si osservano incrementi di portata accompagnati da un arricchimento in solfati, calcio e magnesio.

Le sorgenti puntuali alimentate dallo stesso acquifero sono rare, ma possono raggiungere portate superiori a 200 l/s. Queste sorgenti si distinguono per la costanza del regime idrico, la presenza di carsismo e fratturazione (macro e micro), un chimismo stabile, temperature relativamente elevate e basse escursioni termiche.

Il complesso alimenta anche sorgenti in quota, localizzate in corrispondenza di rilievi strutturali giurassici, dove si sviluppano acquiferi sospesi rispetto a quello di base. Il coefficiente di esaurimento delle sorgenti puntuali varia tra 3×10^{-3} e $9 \times 10^{-4} \text{ g}^{-1}$, mentre il tempo di rinnovamento può superare i 10 anni (tasso di rinnovamento risulta spesso inferiore al 10%).

La facies idrochimica delle acque è di tipo bicarbonato-calcico, con una salinità compresa tra 0,3 e 0,5 g/l, e presenta arricchimenti significativi in solfati, cloruri e magnesio. La vulnerabilità dell'acquifero è molto elevata, principalmente a causa delle caratteristiche idrogeologiche delle aree di emergenza: la presenza di macrofessure e fenomeni carsici favorisce una circolazione rapida, che consente alle acque meteoriche di raggiungere rapidamente le sorgenti.

Nonostante l'elevata vulnerabilità, la pericolosità potenziale di inquinamento è generalmente bassa, grazie alla scarsa densità di insediamenti abitativi e alla prevalenza di attività zootecniche estensive. Tuttavia, un rischio specifico riguarda le sorgenti localizzate in prossimità degli alvei fluviali, dove può verificarsi una contaminazione da parte delle acque superficiali, spesso influenzate da scarichi civili e produttivi provenienti da centri abitati e insediamenti a monte.

COMPLESSO IDROGEOLOGICO DELLA MAIOLICA (TITONIANO SUPERIORE P.P. - APTIANO P.P.)

Il complesso è costituito prevalentemente da calcari micritici pelagici, con intercalazioni di calcareniti e calciruditi. È delimitato da litotipi a bassa permeabilità: alla base dell'acquiclude dei Calcari e Marne del Sentino, della Formazione del Bosso e dei Calcari Diasprini; al tetto dalle Marne a Fucoidi.

Affiora estesamente lungo la dorsale umbro-marchigiana, mentre nella porzione marchigiana è presente principalmente nell'area della Gola della Rossa. Tra le dorsali minori, affioramenti del complesso della Maiolica si riscontrano esclusivamente nella struttura di Valmontagnana.

Anche il complesso della Maiolica presenta forme carsiche ipogee, sebbene meno sviluppate rispetto a quelle del Calcare Massiccio. Tuttavia, il carsismo, sviluppatosi prevalentemente lungo i giunti di stratificazione (come nelle aree di Monte Cucco e Monte Catria-Monte Nerone), gioca un ruolo significativo nella circolazione idrica. Anche in questo caso si osserva una doppia modalità di flusso: rapido attraverso fratture e condotti carsici, più lento lungo le microfratture, con segnale stagionale sempre presente.

Le emergenze idriche sono spesso connesse a piccole falde sospese, sostenute inferiormente da livelli meno fratturati dello stesso complesso o da litotipi a bassa permeabilità. In presenza di successioni giurassiche lacunose o ridotte, può instaurarsi un contatto idraulico diretto con il sottostante complesso del Calcare Massiccio, che contribuisce così all'alimentazione delle sorgenti emergenti dalla Maiolica.

I parametri idrodinamici di queste sorgenti sono simili a quelli osservati nel complesso della Scaglia: il coefficiente di esaurimento varia tra 1×10^{-2} e $5 \times 10^{-3} \text{ g}^{-1}$; i tassi di rinnovamento si attestano tra il 70% e il 95%; i tempi di rinnovamento variano da 1,1 a 1,5 anni; l'infiltrazione efficace è compresa tra 550 e 650 mm/anno. La facies idrochimica è bicarbonato-calcica, con un tenore salino generalmente inferiore a 0,3 g/l.

La vulnerabilità delle sorgenti è elevata, a causa della rapida infiltrazione delle acque meteoriche attraverso macrofratture e condotti carsici. Tuttavia, il rischio potenziale di inquinamento risulta basso.

COMPLESSO IDROGEOLOGICO DELLA SCAGLIA (CENOMANIANO P.P. - PRIABONIANO)

Il complesso è costituito dai litotipi pelagici della Scaglia Bianca, Rossa e Variegata, poggianti sulle Marne a Fucoidi e sovrastati da formazioni a bassa permeabilità come la Scaglia Cinerea, il Bisciario e lo Schlier. La permeabilità è prevalentemente legata alla porosità secondaria, dovuta alla fratturazione e alla presenza di interstrati, sebbene anche il carsismo rivesta un ruolo significativo.

Questo complesso alimenta il maggior numero di sorgenti delle dorsali carbonatiche, caratterizzate da portate massime generalmente inferiori a 10 l/s, e solo raramente superiori a 50 l/s. Le sorgenti a portata più ridotta sono associate a bacini di limitata estensione, nei quali si osserva una marcata stagionalità sia del regime termico che del chimismo.

In alcuni casi, l'estensione del bacino di alimentazione è tale da attenuare la stagionalità del segnale idrico; in altri, la presenza di riserve significative e tempi di circolazione elevati contribuisce a una maggiore stabilità del regime sorgentizio. Il complesso è caratterizzato da una doppia circolazione idrica: una componente rapida, legata a fratture e condotti carsici, e una più lenta, associata alla microfratturazione.

La facies idrochimica è bicarbonato-calcica, con un tenore salino compreso tra 0,3 e 0,5 g/l. I parametri idrodinamici delle sorgenti sono analoghi a quelli del complesso della Maiolica: il coefficiente di esaurimento varia tra 1×10^{-2} e $5 \times 10^{-3} \text{ g}^{-1}$; i tassi di rinnovamento si attestano tra il 70% e il 95%; i tempi di rinnovamento variano da 1,1 a 1,5 anni; l'infiltrazione efficace è compresa tra 550 e 650 mm/anno.

La vulnerabilità degli acquiferi e delle sorgenti della Scaglia è molto elevata, determinata principalmente dalle caratteristiche idrogeologiche e morfologiche delle aree di emergenza, più che dai parametri idrodinamici del bacino. La presenza di macrofessure e condotti carsici nelle zone prossime all'emergenza favorisce un rapido trasferimento delle acque meteoriche, attraverso la zona insatura, fino alle sorgenti.

Nonostante l'elevata vulnerabilità, la pericolosità potenziale di inquinamento è generalmente bassa, grazie alla scarsa densità di insediamenti abitativi e alla prevalenza di attività zootecniche estensive.

Fonte: Piano di Tutela delle Acque (PTA) della Regione Marche (Delibera DACR n. 145 del 26/01/2010).

CARATTERISTICHE DEL SISTEMA IDRICO SOTTERRANEO DEGLI ACQUIFERI LOCALI (LOC)

Le caratteristiche idrogeologiche a cui far riferimento sono quelle dei complessi idrogeologici sotto descritti:

COMPLESSO IDROGEOLOGICO DELLA FORMAZIONE MARNOSO-ARENACEA E DEI BACINI TORBIDITICI INTRA-APPENNINICI (MIOCENE)

Il complesso è costituito da depositi terrigeni appartenenti alla Formazione Marnoso-Arenacea e ai bacini intra-appenninici minori. Si tratta di una sequenza litologica prevalentemente argilloso-marnosa, con intercalazioni di arenarie e conglomerati.

La circolazione idrica è limitata alle unità più permeabili, in particolare quelle arenacee e conglomeratiche. Quando questi livelli presentano spessori significativi, possono ospitare falde perenni che alimentano il reticolo idrografico e le principali sorgenti.

Le emergenze idriche associate ai corpi arenacei sono numerose, presentano un regime annuale e portate minime generalmente inferiori a 1 l/s.

COMPLESSO IDROGEOLOGICO DELLA FORMAZIONE GESSOSO-SOLFIFERA (MESSINIANO)

Il complesso è costituito da gessi, arenarie gessose, gessareniti e argille bituminose. Da queste formazioni emergono sorgenti caratterizzate da una facies idrochimica solfato-calcica, con arricchimenti in bicarbonato, magnesio e stronzio, e con un tenore salino che può superare i 3 g/l. La ricarica degli acquiferi gessosi avviene principalmente per infiltrazione delle acque meteoriche e per apporto delle acque vadose provenienti dai corpi arenacei pre- e post-evaporitici in contatto con i gessi. La circolazione idrica superficiale, non dispersiva e confinata in circuiti brevi, è strettamente legata al ciclo idrologico. Le sorgenti associate a questo complesso possono raggiungere portate massime superiori a 3 l/min.

COMPLESSO IDROGEOLOGICO DELLA COLATA DELLA VAL MARECCHIA (CRETACEO SUPERIORE - MIOCENE INFERIORE-MEDIO)

Questo complesso interessa l'intera vallata del fiume Marecchia e parte del bacino del fiume Foglia. È costituito da un'unità caotica argillosa contenente blocchi calcarei, arenacei e marnosi di dimensioni variabili, appartenenti a diverse formazioni, tra cui la Formazione di San Marino, la Formazione di Monte Fumaiolo, le Arenarie di Monte Senario e la Serie Pietraforte-Alberese.

Dal punto di vista idrogeologico, le litofacies più significative sono quelle calcaree della Serie Pietraforte-Alberese e della Formazione di San Marino, il cui principale affioramento è rappresentato dal Monte Carpegna (1.415 m s.l.m.). Queste formazioni costituiscono acquiferi isolati, privi di connessioni idrauliche profonde, caratterizzati da buona permeabilità primaria e secondaria. Le loro potenzialità idriche dipendono esclusivamente dalla pioggia efficace, dall'estensione dell'affioramento e dal grado di permeabilità dei calcari.

Al contrario, gli affioramenti di conglomerati, sabbie, gessi e arenarie (come le Arenarie di Monte Senario), intercalati nel complesso caotico argilloso, sono scarsamente produttivi e danno origine a piccoli acquiferi con acque fortemente mineralizzate, non idonee all'uso potabile.

Dai blocchi di Calcare Alberese emergono numerose sorgenti. Nel bacino del fiume Marecchia si stima un contributo sorgentizio per uso potabile di circa $Q_{min} \approx 20$ l/s; nel bacino del Conca-Tavollo $Q_{min} \approx 10$ l/s, mentre nel bacino del fiume Foglia si registrano portate massime di circa $Q_{max} \approx 22$ l/s. Queste sorgenti rappresentano le principali risorse idriche effettivamente utilizzabili, attualmente quasi interamente destinate all'uso potabile.

Le perforazioni profonde nel Calcare Alberese hanno evidenziato portate modeste (circa 1 l/s) e una qualità delle acque limitata, a causa dell'elevato contenuto di sodio.

I blocchi di Calcare di San Marino, che presentano caratteristiche idrogeologiche simili a quelle del Calcare Alberese, affiorano in modo meno esteso. Tuttavia, da essi emergono sorgenti con portate anche superiori a $Q_{max} \approx 40$ l/s, come nel caso della sorgente Senatello, caratterizzata da forti escursioni stagionali durante i periodi di magra.

Fonte: Piano di Tutela delle Acque (PTA) della Regione Marche (Delibera DACR n. 145 del 26/01/2010).

RETE DI MONITORAGGIO DELLE ACQUE SOTTERRANEE

La Rete di Monitoraggio delle acque sotterranee è composta da stazioni di monitoraggio che comprendono pozzi, piezometri e sorgenti. Essa si articola in due tipologie principali: rete per il monitoraggio di sorveglianza e rete per il monitoraggio operativo. La modalità di monitoraggio si differenzia in base alla categoria di rischio attribuita a ciascun corpo idrico ed alle finalità del monitoraggio.

Il **monitoraggio di sorveglianza** viene condotto su tutti i corpi idrici, sia a rischio che non a rischio, con l'obiettivo di integrare e validare la caratterizzazione iniziale, identificare il rischio di mancato raggiungimento del buono stato chimico e acquisire dati utili alla valutazione delle tendenze a lungo termine, sia delle condizioni naturali che delle concentrazioni di inquinanti di origine antropica.

Il **monitoraggio operativo**, attivato esclusivamente nei corpi idrici classificati a rischio, viene svolto in tutti gli anni compresi tra due cicli consecutivi di monitoraggio di sorveglianza. Esso ha lo scopo di valutare lo stato chimico dei corpi idrici significativi (CIS) e di individuare eventuali tendenze significative nelle concentrazioni degli inquinanti.

La pianificazione temporale delle attività previste per ciascuna tipologia è riportata nella seguente cronotabella:

PIANO DI MONITORAGGIO ACQUE SOTTERRANEE 2021-2023				
		2021	2022	2023
MONITORAGGIO STATO CHIMICO	OPERATIVO			
	SORVEGLIANZA			

Entrambi i programmi hanno durata annuale e prevedono due campagne di campionamento: una in primavera e una in autunno. Le due tipologie si differenziano non solo per il numero di corpi idrici monitorati, ma anche per la tipologia ed il numero di parametri analizzati.

Nel triennio 2021-2023 sono state monitorate 210 stazioni, di cui 128 pozzi e 82 sorgenti. L'elenco completo delle stazioni, con le relative coordinate geografiche espresse nel sistema Gauss-Boaga, è riportato nella tabella seguente.

La localizzazione spaziale delle stazioni, identificate tramite l'attributo ID_Mappa, è rappresentata nella cartografia allegata (Allegato_1_Stazioni_Monitoraggio_2021_2023).

Codice stazione	ID_Mappa	Tipo	CIS	GB_X	GB_Y	2021	2022	2023
ITPU-06250	1	Sorgente	IT11_CA_UM_NORD	2319167	4822757		X	X
ITPU-07150	2	Pozzo	IT11C_AV_ARZ	2346460	4853335	X	X	X
IT11AN-122017	3	Pozzo	IT11C_AV_ASP	2399862	4820794	X	X	X
IT11AN-122018	4	Pozzo	IT11C_AV_ASP	2407212	4815389	X	X	X
ITAN-07004	5	Pozzo	IT11C_AV_ASP	2404551	4820741	X	X	X
ITAN-07009	6	Pozzo	IT11C_AV_ASP	2405341	4817765	X	X	X
ITAN-12086	7	Pozzo	IT11C_AV_ASP	2408497	4814545	X	X	X
ITAN-12121	8	Pozzo	IT11C_AV_ASP	2403573	4817158	X	X	X
ITPU-07194	9	Pozzo	IT11C_AV_CAN	2334671	4834340		X	X
ITAN-07126	10	Pozzo	IT11C_AV_CES	2366349	4840799	X	X	X
ITAN-07129	11	Pozzo	IT11C_AV_CES	2359217	4836001	X	X	X
ITPU-07011	12	Pozzo	IT11C_AV_CES	2353143	4828534	X	X	X
ITPU-07380	13	Pozzo	IT11C_AV_CES	2370547	4847510	X	X	X
ITPU-07381	14	Pozzo	IT11C_AV_CES	2363244	4838962	X	X	X
IT-PU-07265	15	Pozzo	IT085100IR-AV2-VA	2318157	4860159	X	X	X
IT11AN-07314	16	Pozzo	IT11C_AV_ESI	2385761	4830138	X	X	X
IT11AN-122015	17	Pozzo	IT11C_AV_ESI	2387379	4831490	X		
IT11AN-122019	19	Pozzo	IT11C_AV_ESI	2382507	4823091	X	X	X
ITAN-06105	20	Sorgente	IT11C_AV_ESI	2346921	4801537	X	X	X
ITAN-07052	21	Pozzo	IT11C_AV_ESI	2387787	4832591	X	X	X
ITAN-07055	22	Pozzo	IT11C_AV_ESI	2387496	4831358		X	X
ITAN-07077	23	Pozzo	IT11C_AV_ESI	2385796	4825339	X	X	X
ITAN-07112	24	Pozzo	IT11C_AV_ESI	2343137	4815350	X	X	X
ITAN-07169	25	Pozzo	IT11C_AV_ESI	2356482	4797919	X	X	X
ITAN-07247	26	Pozzo	IT11C_AV_ESI	2357654	4801430	X	X	X
ITAN-07261	27	Pozzo	IT11C_AV_ESI	2362390	4813839	X	X	X
ITAN-07262	28	Pozzo	IT11C_AV_ESI	2365854	4816439	X	X	X
ITAN-12059	29	Pozzo	IT11C_AV_ESI	2381242	4824374	X	X	X
ITAN-12067	30	Pozzo	IT11C_AV_ESI	2384846	4829386	X	X	X
ITAN-12074	31	Pozzo	IT11C_AV_ESI	2386244	4833141	X	X	X
ITAN-12075	32	Pozzo	IT11C_AV_ESI	2376073	4817227	X	X	X
ITAN-12083	33	Pozzo	IT11C_AV_ESI	2377316	4818333	X	X	X
ITAN-12114	34	Pozzo	IT11C_AV_ESI	2371200	4817305	X	X	X
ITAN-12124	35	Pozzo	IT11C_AV_ESI	2352110	4801708	X	X	X
ITMC-06129	36	Sorgente	IT11C_AV_ESI	2362221	4792841			
ITMC-07193	37	Pozzo	IT11C_AV_ESI	2353935	4788909	X		
ITPU-07000	38	Pozzo	IT11C_AV_FOG	2349282	4862312	X	X	X
ITPU-07085	39	Pozzo	IT11C_AV_FOG	2326096	4853874	X	X	X
ITPU-07130	40	Pozzo	IT11C_AV_FOG	2349367	4863871	X	X	X
ITPU-07154	41	Pozzo	IT11C_AV_FOG	2339316	4857894	X	X	X

Codice stazione	ID_Mappa	Tipo	CIS	GB_X	GB_Y	2021	2022	2023
ITPU-07270	42	Pozzo	IT11C_AV_FOG	2320685	4853918	X	X	X
ITPU-07048	43	Pozzo	IT11C_AV_MET	2353178	4846067	X	X	X
ITPU-07063	44	Pozzo	IT11C_AV_MET	2364443	4852991	X	X	X
ITPU-07118	45	Pozzo	IT11C_AV_MET	2360329	4852706	X	X	X
ITPU-07192	46	Pozzo	IT11C_AV_MET	2325336	4834967	X	X	X
ITPU-07204	47	Pozzo	IT11C_AV_MET	2346464	4835944	X	X	X
ITPU-07434	48	Pozzo	IT11C_AV_MET	2350631	4844246	X	X	X
ITPU-07435	49	Pozzo	IT11C_AV_MET	2345688	4840354	X	X	X
IT11AN-122014	50	Pozzo	IT11C_AV_MIS	2375360	4842020	X	X	X
ITAN-07101	51	Pozzo	IT11C_AV_MIS	2367310	4829869	X	X	X
ITAN-07136	52	Pozzo	IT11C_AV_MIS	2369751	4833206	X	X	X
ITAN-07147	53	Pozzo	IT11C_AV_MIS	2371396	4835334	X	X	X
ITAN-07150	54	Pozzo	IT11C_AV_MIS	2360569	4823254	X	X	X
ITAN-07246	55	Pozzo	IT11C_AV_MIS	2364523	4826627	X	X	X
ITAN-12064	56	Pozzo	IT11C_AV_MIS	2364811	4833563	X	X	X
ITAN-12065	57	Pozzo	IT11C_AV_MIS	2361055	4830129	X	X	X
ITAN-12116	58	Pozzo	IT11C_AV_MIS	2373065	4837852	X	X	X
ITAN-07012	59	Pozzo	IT11C_AV_MUS	2393395	4813892	X	X	X
ITAN-07029	60	Pozzo	IT11C_AV_MUS	2399022	4811437	X	X	X
ITAN-12061	61	Pozzo	IT11C_AV_MUS	2406595	4811862	X	X	X
ITAN-12115	62	Pozzo	IT11C_AV_MUS	2383810	4814228	X	X	X
ITAN-12120	63	Pozzo	IT11C_AV_MUS	2389534	4815398	X	X	X
ITPU-07217	64	Pozzo	IT11C_AV_TAVOLLO	2340072	4869080	X	X	X
IT-PU-07050	65	Pozzo	IT085100IR-AV2-VA	2324901	4858105	X	X	X
IT-PU-07050	66	Pozzo	IT085100IR-AV2-VA	2324901	4858105	X	X	X
ITPU-07007	67	Pozzo	IT11C_CA_ACQ	2332856	4832653		X	X
ITPU-07143	68	Pozzo	IT11C_CA_BEL	2351412	4825555	X	X	X
ITPU-06133	69	Sorgente	IT11C_CA_CES	2340164	4839270	X	X	X
ITPU-06227	70	Sorgente	IT11C_CA_CES	2334067	4842652	X	X	X
ITPU-06228	71	Sorgente	IT11C_CA_CES	2333625	4843541	X	X	X
ITMC-06004	72	Sorgente	IT11_CA_CIN	2371807	4805339	X		
ITAN-07010	73	Pozzo	IT11C_CA_CON	2405549	4822044	X	X	X
ITPU-06160	74	Sorgente	IT10_CA_CUCCO	2328578	4815833		X	X
ITAN-06109	75	Sorgente	IT10_CA_CUCCO	2340067	4804501	X	X	X
IT11AN-06243	76	Sorgente	IT11_CA_DOM	2357105	4808047	X	X	X
ITAN-06053	77	Sorgente	IT11_CA_DOM	2351321	4818636	X		
ITAN-06054	78	Sorgente	IT11_CA_DOM	2349925	4821233	X	X	X
ITAN-06098	79	Sorgente	IT11_CA_DOM	2354758	4812797	X	X	X
ITAN-06115	80	Sorgente	IT11_CA_DOM	2359964	4805841	X		
ITAN-06137	81	Sorgente	IT11_CA_DOM	2361440	4803327	X	X	X

Codice stazione	ID_Mappa	Tipo	CIS	GB_X	GB_Y	2021	2022	2023
ITAN-06143	82	Sorgente	IT11_CA_DOM	2358941	4803797	X		
ITAN-06162	83	Sorgente	IT11_CA_DOM	2357708	4803323	X		
ITAN-06167	84	Sorgente	IT11_CA_DOM	2359236	4811951	X	X	X
ITAN-07118	85	Pozzo	IT11_CA_DOM	2353302	4820728	X		
ITAN-07227	86	Pozzo	IT11_CA_DOM	2359568	4810480	X		
ITAN-07244	87	Pozzo	IT11_CA_DOM	2355232	4818011	X		
ITMC-07373	88	Pozzo	IT11_CA_DOM	2360214	4798291	X		
IT11AN-061269	89	Sorgente	IT11C_CA_FRA	2352081	4811264			X
ITAN-06188	90	Sorgente	IT11C_CA_FRA	2353448	4807370	X		
ITAN-06241	91	Sorgente	IT11C_CA_FRA	2352276	4814483	X		
ITAN-06119	92	Sorgente	IT11_CA_MAGGIO_M	2342021	4795071	X		
ITPU-06245	93	Sorgente	IT11C_CA_NAR	2324750	4830324		X	X
ITPU-06007	94	Sorgente	IT11C_CA_PIE	2335487	4835426		X	X
ITPU-06132	95	Sorgente	IT11C_CA_PIE	2340123	4835632	X	X	X
ITPU-06521	96	Sorgente	IT11C_CA_PIE	2337571	4831739		X	X
ITPU-06622	97	Sorgente	IT11C_CA_PIE	2339536	4835153	X	X	X
ITAN-06099	98	Sorgente	IT11C_CA_SAS	2349436	4808695	X		
ITAN-06102	99	Sorgente	IT11_CA_UM_SUD_M	2346846	4794787	X	X	X
ITAN-06103	100	Sorgente	IT11_CA_UM_SUD_M	2346440	4796795	X	X	
ITAN-06194	101	Sorgente	IT11_CA_UM_SUD_M	2350887	4794256	X		
ITMC-06123	102	Sorgente	IT11_CA_UM_SUD_M	2355467	4787944			
ITAN-06014	103	Sorgente	IT11_CA_UM_NORD	2340094	4811744	X		
ITAN-06015	104	Sorgente	IT11_CA_UM_NORD	2340947	4810488	X		
ITAN-06038	105	Sorgente	IT11_CA_UM_NORD	2343320	4807430	X		
ITAN-06242	106	Sorgente	IT11_CA_UM_NORD	2340433	4807504	X		
ITAN-07109	107	Pozzo	IT11_CA_UM_NORD	2340704	4809502	X		
ITPU-06017	108	Sorgente	IT11_CA_UM_NORD	2335637	4817790	X	X	X
ITPU-06028	109	Sorgente	IT11_CA_UM_NORD	2314825	4838349	X	X	X
ITPU-06082	110	Sorgente	IT11_CA_UM_NORD	2336306	4815396	X	X	X
ITPU-06083	111	Sorgente	IT11_CA_UM_NORD	2339866	4816854	X		
ITPU-06161	112	Sorgente	IT11_CA_UM_NORD	2329495	4815695		X	X
ITPU-06222	113	Sorgente	IT11_CA_UM_NORD	2320861	4832535	X	X	X
ITPU-06233	114	Sorgente	IT11_CA_UM_NORD	2319009	4830839		X	X
ITPU-06239	115	Sorgente	IT11_CA_UM_NORD	2330805	4815460		X	X
ITPU-06242	116	Sorgente	IT11_CA_UM_NORD	2332086	4821050		X	X
ITPU-07197	117	Pozzo	IT11_CA_UM_NORD	2328890	4819798		X	X
ITPU-07347	118	Pozzo	IT11_CA_UM_NORD	2321115	4823272		X	X
ITPU-06263	119	Sorgente	IT11C_LOC_BMU	2341531	4850334	X	X	X
ITPU-07105	120	Pozzo	IT11C_LOC_BMU	2340812	4842386	X	X	X
ITPU-07161	121	Pozzo	IT11C_LOC_BMU	2342679	4850267	X	X	X

Codice stazione	ID_Mappa	Tipo	CIS	GB_X	GB_Y	2021	2022	2023
ITPU-06080	122	Sorgente	IT11C_LOC_CMC	2304062	4852434	X	X	X
IT-PU-06124	123	Sorgente	IT11C_LOC_CMC	2312869	4856729	X	X	X
IT-PU-06349	124	Sorgente	IT11C_LOC_CMC	2317922	4861680	X	X	X
IT-PU-06367	125	Sorgente	IT11C_LOC_CMC	2306540	4855381	X	X	X
ITPU-07323	126	Pozzo	IT11C_LOC_CMC	2313186	4844753	X	X	X
ITPU-06621	127	Sorgente	IT11C_LOC_DVP	2346537	4828839	X	X	X
ITPU-06061	128	Sorgente	IT11C_LOC_MAM	2305995	4826345		X	X
ITPU-06063	129	Sorgente	IT11C_LOC_MAM	2306214	4826148		X	X
ITPU-06220	130	Sorgente	IT11C_LOC_MAM	2299736	4830912	X	X	X
ITPU-06237	131	Sorgente	IT11C_LOC_MAM	2315800	4830775		X	X
ITPU-06241	132	Sorgente	IT11C_LOC_MAM	2320752	4818244		X	X
ITPU-06458	133	Sorgente	IT11C_LOC_MAM	2302043	4837325	X	X	X
ITPU-06503	134	Sorgente	IT11C_LOC_MAM	2320253	4821904		X	X
ITPU-07038	135	Pozzo	IT11C_LOC_MAM	2310208	4837983	X	X	X
ITPU-07340	136	Pozzo	IT11C_LOC_MAM	2310916	4826097		X	X
IT11AP-07030	137	Pozzo	IT11E_AV_ASO	2410628	4766231	X	X	X
IT11AP-07176	138	Pozzo	IT11E_AV_ASO	2401399	4760600	X	X	X
IT11AP-07218	139	Pozzo	IT11E_AV_ASO	2425759	4772811	X		
IT11AP-07220	140	Pozzo	IT11E_AV_ASO	2411124	4766765	X	X	X
IT11AP-07223	141	Pozzo	IT11E_AV_ASO	2422803	4771587	X	X	X
IT11AP-07226	142	Pozzo	IT11E_AV_ASO	2415104	4767999	X	X	X
IT11AP-122006	143	Pozzo	IT11E_AV_ASO	2412346	4766252	X	X	X
IT11MC-06333	144	Sorgente	IT11E_AV_CHI	2372035	4777704	X	X	X
IT11MC-07005	145	Pozzo	IT11E_AV_CHI	2410698	4792649	X	X	X
IT11MC-07018	146	Pozzo	IT11E_AV_CHI	2415499	4793987	X		X
IT11MC-07035	147	Pozzo	IT11E_AV_CHI	2397328	4791669	X	X	X
IT11MC-07083	148	Pozzo	IT11E_AV_CHI	2395435	4791553	X	X	X
IT11MC-07106	149	Pozzo	IT11E_AV_CHI	2377330	4780160	X	X	X
IT11MC-07118	150	Pozzo	IT11E_AV_CHI	2375169	4778303	X	X	X
IT11MC-07196	151	Pozzo	IT11E_AV_CHI	2380329	4785010	X	X	X
IT11MC-07232	152	Pozzo	IT11E_AV_CHI	2405248	4791716	X	X	X
IT11MC-12067	153	Pozzo	IT11E_AV_CHI	2392350	4787246	X	X	X
IT11MC-12075	154	Pozzo	IT11E_AV_CHI	2390894	4788991	X	X	X
IT11MC-12366	155	Pozzo	IT11E_AV_CHI	2406321	4792184	X	X	X
IT11AP-07636	156	Pozzo	IT11E_AV_ETV	2421584	4779002	X	X	X
IT11AP-07653	157	Pozzo	IT11E_AV_ETV	2417219	4776956	X	X	X
IT11AP-122008	158	Pozzo	IT11E_AV_ETV	2419691	4778215	X		
IT11AP-122009	159	Pozzo	IT11E_AV_ETV	2406844	4773082	X		
IT11AP-07105	160	Pozzo	IT11E_AV_MEN	2421580	4765187	X	X	X
IT11MC-06336	161	Sorgente	IT11E_AV_POT	2369219	4787975			

Codice stazione	ID_Mappa	Tipo	CIS	GB_X	GB_Y	2021	2022	2023
IT11MC-07065	162	Pozzo	IT11E_AV_POT	2390853	4796760	X	X	X
IT11MC-07086	163	Pozzo	IT11E_AV_POT	2380615	4791420	X	X	X
IT11MC-07144	164	Pozzo	IT11E_AV_POT	2402648	4801677	X	X	X
IT11MC-07155	165	Pozzo	IT11E_AV_POT	2406728	4803552	X	X	X
IT11MC-07160	166	Pozzo	IT11E_AV_POT	2405936	4803684	X	X	X
IT11MC-07183	167	Pozzo	IT11E_AV_POT	2408251	4805622	X	X	X
IT11MC-12352	168	Pozzo	IT11E_AV_POT	2389504	4804127	X	X	X
IT11MC-12360	169	Pozzo	IT11E_AV_POT	2385288	4794764	X	X	X
IT11MC-12362	170	Pozzo	IT11E_AV_POT	2383594	4800197	X	X	X
IT11MC-12364	171	Pozzo	IT11E_AV_POT	2399197	4802375	X	X	X
IT11MC-12746	172	Pozzo	IT11E_AV_POT	2383483	4792515	X	X	X
IT11AP-07044	173	Pozzo	IT11E_AV_TEN	2415099	4783429	X	X	X
IT11AP-07235	174	Pozzo	IT11E_AV_TEN	2405611	4775372	X		
IT11AP-07247	175	Pozzo	IT11E_AV_TEN	2411855	4781410	X	X	X
IT11AP-07440	176	Pozzo	IT11E_AV_TEN	2397532	4772364	X	X	X
IT11AP-07441	177	Pozzo	IT11E_AV_TEN	2420508	4787756	X	X	X
IT11AP-07203	178	Pozzo	IT11E_AV_TES	2426818	4759429	X	X	X
IT11AP-07214	179	Pozzo	IT11E_AV_TES	2415660	4758456	X	X	X
IT11AP-07118	180	Pozzo	IT11E_AV_TRO	2417179	4747088	X	X	X
IT11AP-07158	181	Pozzo	IT11E_AV_TRO	2430380	4750966	X	X	X
IT11AP-07184	182	Pozzo	IT11E_AV_TRO	2415056	4745629	X	X	X
IT11AP-07188	183	Pozzo	IT11E_AV_TRO	2425343	4749213	X	X	X
IT11AP-07212	184	Pozzo	IT11E_AV_TRO	2425361	4748843	X	X	X
IT11AP-07233	185	Pozzo	IT11E_AV_TRO	2419632	4746487	X	X	X
IT11AP-06133	186	Sorgente	IT11_CA_DOM	2378460	4748789	X	X	X
IT11MC-06230	187	Sorgente	IT11_CA_DOM	2371180	4782392			
IT11MC-07185	188	Pozzo	IT11_CA_DOM	2370880	4787972	X		
IT11AN-06123	189	Sorgente	IT11_CA_MAGGIO_M	2345043	4789312	X		
IT11MC-06102	190	Sorgente	IT11_CA_MAGGIO_M	2344520	4778879		X	X
IT11AP-06103	191	Sorgente	IT11_CA_NES	2375097	4733207	X	X	X
IT11MC-06103	192	Sorgente	IT11_CA_UM_SUD_M	2350580	4784660			
IT11MC-06110	193	Sorgente	IT11_CA_UM_SUD_M	2348905	4777188			
IT11MC-06113	194	Sorgente	IT11_CA_UM_SUD_M	2347582	4786738			
IT11MC-06120	195	Sorgente	IT11_CA_UM_SUD_M	2353330	4781839			
IT11MC-06167	196	Sorgente	IT11_CA_UM_SUD_M	2353448	4777691			
IT11AP-06077	197	Sorgente	IT11E_LOC_LAG	2380929	4735636	X	X	X
IT11AP-06083	198	Sorgente	IT11E_LOC_LAG	2378138	4735116	X	X	X
IT11AP-06086	199	Sorgente	IT11E_LOC_LAG	2390589	4733076	X	X	X
IT11AP-06100	200	Sorgente	IT11E_LOC_LAG	2380545	4743793	X	X	X
IT11AP-06104	201	Sorgente	IT11E_LOC_LAG	2404986	4742227	X	X	X

Codice stazione	ID_Mappa	Tipo	CIS	GB_X	GB_Y	2021	2022	2023
IT11AP-06109	202	Sorgente	IT11E_LOC_LAG	2381058	4748704	X	X	X
IT11AP-06128	203	Sorgente	IT11E_LOC_LAG	2388542	4751242	X	X	X
IT11AP-06131	204	Sorgente	IT11E_LOC_LAG	2398632	4748438	X	X	X
IT11AP-06134	205	Sorgente	IT11E_LOC_LAG	2390430	4757022	X	X	X
IT11AP-06135	206	Sorgente	IT11E_LOC_LAG	2393314	4741917	X	X	X
IT11AP-06136	207	Sorgente	IT11E_LOC_LAG	2390974	4746908	X	X	X
IT11AP-06137	208	Sorgente	IT11E_LOC_LAG	2387712	4735670	X	X	X
IT11AP-07192	209	Pozzo	IT11E_LOC_LAG	2404944	4746408	X	X	X
IT11AP-122007	210	Pozzo	ZVN	2425292	4763158		X	X

Tabella 2: Elenco delle stazioni di monitoraggio campionate nel triennio 2021-2023 (ARPAM).

Codice stazione: codice stazione; ID mappa: riferimento numerico della stazione indicato sulla mappa (Allegato 1); Tipo: tipologia di stazione; CIS: corpo idrico sotterraneo; GB_X: coordinate X Gauss-Boaga; GB_Y: coordinate Y Gauss-Boaga; 2021-2022-2023: anno in cui la stazione è stata campionata.

PARAMETRI CHIMICI

I parametri indagati, gli Standard di Qualità Ambientali (SQA) ed i relativi valori soglia (VS) sono definiti nelle Tabelle 2 e 3 della Parte A dell'Allegato 3 del D. Lgs. 30/2009, che recepisce la Direttiva 2006/118/CE sulla protezione delle acque sotterranee dall'inquinamento e dal deterioramento. Tali tabelle sono state successivamente aggiornate con il Decreto del Ministero dell'Ambiente del 6 luglio 2016, che modifica l'Allegato II della Direttiva europea.

Per quanto riguarda le sostanze emergenti, in particolare i composti perfluoroalchilici (PFAS), l'analisi è stata effettuata esclusivamente nei punti in cui, nel triennio precedente (2018-2020), era stata riscontrata la loro presenza analitica.

I parametri nitrobenzeni, PCB e diossine-furani non sono stati determinati, in quanto le precedenti campagne di monitoraggio non hanno evidenziato la presenza di tali sostanze in alcuna stazione.

Segue una tabella riassuntiva dei parametri indagati e dei relativi valori soglia.

Tabella 3: Parametri chimici indagati nei monitoraggi di tipo operativo (2021 - 2023) e sorveglianza (2022).

MONITORAGGIO STATO CHIMICO				
PARAMETRI ANALITICI	Operativo	Sorveglianza	Numero Chemical Abstracts Service (CAS)	Valore soglia (VS) µg/L
ELEMENTI IN TRACCIA				
Antimonio	X	X	7440-36-0	5
Arsenico	X	X	7440-38-2	10
Boro	X	X	7440-42-8	1000
Cadmio	X	X	7440-43-9	5
Cromo Totale	X	X	7440-47-3	50
Cromo VI	X	X	-	5
Mercurio	X	X	7439-97-6	1
Nichel	X	X	7440-02-0	20
Piombo	X	X	7439-92-1	10
Selenio	X	X	7782-49-2	10
Vanadio	X	X	7440-62-2	50
COMPOSTI E IONI INORGANICI				
Cianuro libero	X	X	57-12-5	50
Fluoruro	X	X	16984-48-8	1500
Nitrito	X	X	14797-65-0	500
Nitrati	X	X	14797-55-8	50 mg/L
Solfato	X	X	18785-72-3	250 (mg L ⁻¹)
Cloruro	X	X	16887-00-6	250 (mg L ⁻¹)
Ammoniaca (ione ammonio)	X	X	14798-03-9	500
COMPOSTI ORGANICI AROMATICI				

MONITORAGGIO STATO CHIMICO				
PARAMETRI ANALITICI	Operativo	Sorveglianza	Numero Chemical Abstracts Service (CAS)	Valore soglia (VS) µg/L
Benzene	X	X	71-43-2	1
Etilbenzene	X	X	100-41-4	50
Toluene	X	X	108-88-3	15
Para-xilene	X	X	106-42-3	10
POLICLICI AROMATICI				
Benzo(a)pirene	X		50-32-8	0,01
Benzo(b)fluorantene	X		205-99-2	0,1
Benzo(k)fluorantene	X		207-08-9	0,05
Benzo(g,h,i,)perilene	X		191-24-2	0,01
Dibenzo(a,h)antracene	X		53-70-3	0,01
Indeno(1,2,3-c,d)pirene	X		193-39-5	0,1
ALIFATICI CLORURATI				
Triclorometano	X	X	67-66-3	0,15
Cloruro di Vinile	X	X	75-01-4	0,5
1,2 Dicloroetano	X	X	107-06-2	3
Tricloroetilene + Tetracloroetilene	X	X	(79-01-6) +(127-18-4)	10
Esaclorobutadiene	X	X	87-68-3	0,15
1,2 Dicloroetilene	X	X	540-59-0	60
ALIFATICI ALOGENATI CANCEROGENI				
Dibromoclorometano	X	X	124-48-1	0,13
Bromodiclorometano	X	X	75-27-4	0,17
NITROBENZENI (da non determinare analiticamente)				

MONITORAGGIO STATO CHIMICO				
PARAMETRI ANALITICI	Operativo	Sorveglianza	Numero Chemical Abstracts Service (CAS)	Valore soglia (VS) µg/L
Nitrobenzene		X	98-95-3	3,5
CLOROBENZENI				
Clorobenzene	X	X	108-90-7	40
1,4 Diclorobenzene	X	X	106-46-7	0,5
1,2,4 Triclorobenzene	X	X	120-82-1	190
Triclorobenzeni	X	X	12002-48-1	-
Pentaclorobenzene	X		608-93-5	5
Esaclorobenzene	X	X	118-74-1	0,01
PESTICIDI (l'elenco completo dei pesticidi sarà allineato a quello del monitoraggio delle acque superficiali (ISPRA Manuali e linee guida 152/2017))				
Aldrin	X		309-00-2	0,03
O]esaclorocicloesano	X		319-85-7	0,1
	X			
DDT totale ****	X		non applicabile	0,1
p,p'-DDT	X		50-29-3	-
Dieldrin	X		60-57-1	0,03
Sommatoria (aldrin, dieldrin, endrin, isodrin)	X		(309-00-2), (60-57-1),	-
	X		(72-20-8), (465-73-6)	
Sostanze attive nei pesticidi, compresi i loro pertinenti metaboliti, prodotti di degradazione e di reazione.	X		-	0,1µg/L - 0,5µg/L (totale) **
DIOSSINE E FURANI (da non determinare analiticamente)				
Sommatoria PCDD, PCDF		X	non applicabile	4x10 ⁻⁶

MONITORAGGIO STATO CHIMICO				
PARAMETRI ANALITICI	Operativo	Sorveglianza	Numero Chemical Abstracts Service (CAS)	Valore soglia (VS) µg/L
ALTRE SOSTANZE				
PCB***** (da non determinare analiticamente)		X	non applicabile	0,01
Idrocarburi totali (espressi come n-esano)	X		non applicabile	350
Conducibilità (µS _{cm} -1 a 20°C) - acqua non aggressiva	X		non applicabile	2500
COMPOSTI PERFLUORURATI (solo nelle stazioni in cui è stata riscontrata la presenza dei PFAS; l'elenco completo dei composti perfluorurati sarà allineato a quello del monitoraggio delle acque superficiali)				
Acido perfluoropentanoico (PFPeA)	X	X	2706-90-3	3
Acido perfluoroesanoico (PFHxA)	X	X	307-24-4	1
Acido perfluorobutansolfonico (PFBS)	X	X	375-73-5	3
Acido perfluorooctanoico (PFOA)	X	X	335-67-1	0,5
Acido perfluorooctansolfonico (PFOS)	X	X	1763-23-1	0,03

ANALISI DELLE PRESSIONI NELLE ACQUE SOTTERRANEE

L'analisi delle pressioni, prevista dalla Direttiva Quadro Acque 2000/60/CE, rappresenta uno strumento operativo fondamentale per la caratterizzazione ambientale e per l'attribuzione del livello di rischio a ciascun corpo idrico sotterraneo. In questo contesto, il rischio è definito come la probabilità di non raggiungere o di non mantenere lo stato chimico "buono" entro il 2027, in conformità con gli obiettivi della Direttiva 2000/60/CE.

Nel 2020 l'Agenzia, in applicazione della Linea Guida SNPA n. 177/2018, ha raccolto informazioni ed elaborato indicatori di pressione per i corpi idrici sotterranei, con riferimento ai seguenti gruppi:

- Gruppo 1: pressioni puntuali
- Gruppo 2: pressioni diffuse
- Gruppo 8: pressioni antropiche sconosciute
- Gruppo 9: inquinamento storico

Sono stati elaborati 23 indicatori di pressione, che considerano 18 diverse tipologie di pressioni antropiche presenti sul territorio. L'analisi delle pressioni ha lo scopo di:

- Identificare le pressioni significative, ovvero quelle che possono compromettere il raggiungimento o il mantenimento degli obiettivi di qualità ambientale;
- Orientare la progettazione del programma di monitoraggio, integrando le risultanze dei monitoraggi pregressi.

Nelle tabelle seguenti sono riportate le pressioni considerate per i corpi idrici sotterranei, con l'indicazione della loro significatività.

CIS	1.5 Siti contaminati	1.6 Discariche	2.1 Uso urbano	2.2 Uso agricolo	3.1 Agricolo (Irriguo+zootecnico/areakmq)
IT11C_AV_ARZ	NO	NO	NO	SI	NO
IT11C_AV_ASP	NO	NO	SI	SI	NO
IT11C_AV_CAN	NO	NO	SI	NO	NO
IT11C_AV_CES	SI	NO	NO	SI	NO
IT11C_AV_ESI	SI	NO	SI	SI	NO
IT11C_AV_FOG	SI	NO	SI	NO	SI
IT11C_AV_MET	SI	NO	SI	SI	SI
IT11C_AV_MIS	SI	NO	NO	SI	NO
IT11C_AV_MUS	SI	NO	NO	SI	NO

IT11C_AV_TAVOLLO	NO	NO	SI	SI	SI
IT085100IR-AV2-VA	NO	NO	NO	SI	NO
IT11E_AV_ASO	NO	NO	NO	SI	NO
IT11E_AV_CHI	SI	SI	SI	SI	NO
IT11E_AV_ETV	NO	NO	NO	SI	NO
IT11E_AV_MEN	NO	NO	NO	SI	NO
IT11E_AV_POT	SI	NO	NO	SI	NO
IT11E_AV_TEN	SI	NO	SI	SI	NO
IT11E_AV_TES	NO	NO	SI	SI	SI
IT11E_AV_TRO	SI	NO	SI	NO	NO

Tabella 4: Analisi delle pressioni sui corpi idrici sotterranei degli acquiferi delle Alluvioni Vallive (AV).

CIS	1.5 Siti contaminati	1.6 Discariche	2.1 Uso urbano	2.2 Uso agricolo	3.1 Agricolo (Irriguo+zootecnico/areakmq)
IT11C_CA_ACQ	NO	NO	NO	NO	NO
IT11C_CA_BEL	NO	NO	NO	NO	NO
IT11C_CA_CES	NO	NO	NO	NO	NO
IT11C_CA_CON	NO	NO	NO	NO	NO
IT10_CA_CUCCO	NO	NO	NO	NO	NO
IT11_CA_DOM	SI	NO	NO	NO	NO
IT11C_CA_FRA	NO	NO	NO	NO	NO
IT11C_CA_NAR	NO	NO	NO	NO	NO
IT11C_CA_PIE	NO	NO	NO	NO	NO
IT11C_CA_SAS	NO	NO	NO	NO	NO
IT11_CA_UM_SUD_M	NO	NO	NO	NO	NO
IT11_CA_UM_NORD	NO	NO	NO	NO	NO
IT11_CA_CIN	NO	NO	NO	NO	NO
IT11_CA_MAGGIO_M	NO	NO	NO	NO	NO
IT11_CA_NES	NO	NO	NO	NO	NO

Tabella 5: Analisi delle pressioni sui corpi idrici sotterranei degli Acquiferi Calcari (CA).

CIS	1.5 Siti contaminati	1.6 Discariche	2.1 Uso urbano	2.2 Uso agricolo	3.1 Agricolo (Irriguo+zootecnico/area kmq)
IT11C_LOC_BMT	NO	SI	NO	SI	NO
IT11C_LOC_BMU	NO	NO	NO	SI	NO
IT11C_LOC_CMC	SI	NO	NO	SI	NO
IT11C_LOC_DVP	NO	NO	NO	SI	NO
IT11C_LOC_MAM	NO	NO	NO	NO	NO
IT11E_LOC_LAG	SI	SI	NO	NO	NO

Tabella 6: Analisi delle pressioni sui corpi idrici sotterranei degli Acquiferi Locali (LOC).

I livelli di confidenza sono stati stimati sulla base del livello di completezza, copertura territoriale e di aggiornamento, oltre che in considerazione della complessità degli indicatori utilizzati (medio-bassa).

Pressione	Indicatore	Grado di affidabilità dell'indicatore	Basi informative utilizzate e applicazione metodologia di calcolo	Livello di confidenza del calcolo/robustezza		
				Completezza dei dati	Copertura territoriale	Livello di aggiornamento
1.5 Puntuali - siti contaminati/siti industriali abbandonati	Valutazione congiunta di: 1) rapporto percentuale tra la somma delle superfici dei siti sovrastanti il GWB e i kmq del GWB; 2) presenza di almeno un sito ≥ 1000 mq con matrice contaminata acque sotterranee.	Medio-basso	Sistema informativo regionale siti inquinati (SIRSI); utilizzato l'elenco di siti sia potenzialmente contaminati che contaminati in procedura ordinaria, esclusi i distributori di carburante. Calcolato solo l'indicatore 2 poiché nell'Anagrafe manca l'informazione sistematica dell'estensione della superficie dei siti	Basso	Basso	Alto
1.6 Puntuali - discariche	Valutazione congiunta di: 1) rapporto tra la somma dei volumi delle discariche sovrastanti il GWB e i kmq del GWB; 2) presenza di almeno una discarica per inerti o urbani ≥ 0.3 Mmc o per speciali ≥ 0.05 Mmc con matrice contaminata acque sotterranee	Medio-basso	Catasto rifiuti regionale. Calcolato solo l'indicatore 2 poiché nel catasto manca l'informazione dei volumi	Basso	Basso	Alto
2.1 Diffuse - dilavamento superfici urbane	Estensione percentuale delle aree ad uso urbano dei suoli rispetto all'estensione del GWB.	Medio-basso	CORINE 2018 - categorie di uso del suolo 1.1, 1.2 e 1.3 (rif. Tab. 3.6 pag. 69 LG Analisi pressioni).	Alto	Alto	Alto

Pressione	Indicatore	Grado di affidabilità dell'indicatore	Basi informative utilizzate e applicazione metodologia di calcolo	Livello di confidenza del calcolo/robustezza		
				Completezza dei dati	Copertura territoriale	Livello di aggiornamento
2.2 Diffuse - agricoltura	Indicatore 1: Estensione percentuale delle aree ad uso agricolo dei suoli rispetto all'estensione del GWB.	Medio-basso	CORINE 2018 - categorie di uso del suolo 2.1, 2.2, 2.3 e 2.4 (rif. Tab. 3.6 pag. 69 LG Analisi pressioni).	Alto	Alto	Alto
3.1 Prelievi/diversioni - uso agricolo	Rapporto tra il numero di captazioni irrigue da acque sotterranee presenti sul GWB e la superficie del GWB espressa in kmq	Medio-basso	Dati regionali db "Denuncia Pozzi", captazioni di tipo Irriguo e Zootecnico	Basso	Basso	Basso

Tabella 7: Livelli di confidenza delle pressioni risultate significative per i CIS.

MONITORAGGIO STATO CHIMICO (SCAS)

Lo stato chimico delle acque sotterranee descrive la qualità di un corpo idrico sotterraneo in relazione alle concentrazioni di specifiche categorie di inquinanti, sia di origine naturale che antropica. La valutazione avviene confrontando tali concentrazioni con gli Standard di Qualità Ambientale (SQA) e i Valori Soglia (VS) stabiliti nelle Tabelle 2 e 3 dell'Allegato 1, Parte B del D. Lgs. 152/2006 e s.m.i., aggiornate dal Decreto Ministeriale 6 luglio 2016, che costituisce il riferimento normativo attualmente in vigore.

Gli standard di qualità per nitrati e pesticidi derivano da normative comunitarie, mentre i valori soglia per altri contaminanti sono stati definiti a livello nazionale, tenendo conto di criteri quali:

- Tossicità per l'uomo
- Ecotossicità
- Tendenza alla dispersione
- Persistenza ambientale
- Potenziale di bioaccumulo

Con l'aggiornamento del 2016, la Tabella 3 è stata integrata con i valori soglia per i composti perfluorurati (PFAS), in aggiunta ai parametri già previsti dal D. Lgs. 30/2009.

Ai fini della classificazione dello stato chimico, vengono monitorati tutti i parametri di base previsti dalla normativa e le sostanze potenzialmente presenti nel corpo idrico, selezionate in base all'analisi delle pressioni e degli impatti.

Gli Standard di Qualità Ambientale applicati sono espressi come SQA-MA (media annuale), in conformità con i criteri stabiliti dalla normativa europea.

MONITORAGGIO STATO QUANTITATIVO (SQUAS)

Il monitoraggio per la definizione dello stato quantitativo delle acque sotterranee (SQUAS) ha l'obiettivo di fornire una stima affidabile delle risorse idriche disponibili e di valutarne l'evoluzione nel tempo. Questo consente di verificare se la variabilità della ricarica e il regime dei prelievi – per usi irrigui, acquedottistici, industriali, zootecnici ed energetici – risultano sostenibili nel lungo periodo.

La rete di monitoraggio quantitativo della Regione Marche è composta da 210 stazioni, di cui 128 pozzi e 82 sorgenti, localizzate come indicato nell'Allegato_1.

Per i pozzi, la misura effettuata in situ è il livello statico dell'acqua (espresso in metri), da cui si ricava la soggiacenza (profondità relativa rispetto alla superficie del piano campagna). Per le sorgenti, la misura rilevata è la portata, espressa in litri al secondo (l/s).

I trend di portata e soggiacenza, valutati per ciascuna stazione della rete nel periodo 2009-2023, sono disponibili nei seguenti allegati:

Allegato_2_Analisi_Trend_2009_2023_Portate

Allegato_3_Analisi_Trend_2009_2023_Soggiacenze

AFFIDABILITÀ DEL DATO

La Direttiva Quadro Acque prevede che, nell'ambito dei programmi di monitoraggio, venga definita una stima del livello di fiducia e precisione dei risultati, al fine di valutare l'attendibilità della classificazione dello stato chimico dei corpi idrici. Questa valutazione riveste un ruolo cruciale nel processo decisionale, in quanto condiziona l'adozione di misure gestionali e l'allocazione di risorse

economiche, anche significative, finalizzate al raggiungimento dello stato “buono” per le acque superficiali e sotterranee.

Attualmente, non esiste una metodologia univoca definita a livello nazionale per la stima della fiducia e precisione nella classificazione. Per questo motivo, ARPAM ha adottato l’approccio proposto dal Sistema Nazionale per la Protezione dell’Ambiente (SNPA), come descritto nel rapporto tematico RR-TEM 09 - “Acque superficiali e sotterranee - Valutazione della confidenza nella classificazione” - e nella linea guida ISPRA “Progettazione di reti e programmi di monitoraggio delle acque ai sensi del D. Lgs. 152/2006” (Delibera del Consiglio Federale delle Agenzie Ambientali, seduta del 30 giugno 2014, DOC. n. 42/14-CF). L’attribuzione della classe di stato chimico deriva dall’aggregazione di diverse metriche relative agli elementi di qualità. Il risultato finale dipende da due fattori principali:

- Robustezza: legata all’affidabilità complessiva del dato prodotto, alla qualità analitica e alla copertura spaziale e temporale del monitoraggio.
- Stabilità: riferita alla variabilità degli indici sintetici nel tempo, utile a valutare la coerenza e la ripetibilità della classificazione.

La robustezza si riferisce alla conformità del programma di monitoraggio rispetto ai requisiti normativi. In particolare, riguarda il numero minimo di campionamenti degli elementi di qualità (biologici e chimici), in linea con quanto previsto dalla normativa e la coerenza tra gli elementi di qualità monitorati e la tipologia di monitoraggio prevista.

La stabilità è legata al grado di variabilità dei risultati degli indici e delle misure nel corso del piano di monitoraggio (tipicamente triennale), in relazione ai valori soglia tra le classi di stato o ai valori limite degli Standard di Qualità Ambientale (SQA), con particolare attenzione ai casi borderline.

Il Livello di Confidenza (LC) nella classificazione dello stato chimico deriva dall’integrazione dei due fattori sopra descritti (robustezza e stabilità); sono previsti tre livelli di confidenza: alto (massima affidabilità nella classificazione), medio e basso.

Per le acque sotterranee, alla valutazione di robustezza e stabilità si aggiunge un ulteriore elemento: il livello di conoscenza del modello concettuale idrogeologico, ovvero la comprensione del funzionamento del sistema idrico sotterraneo. Una definizione accurata del modello concettuale contribuisce significativamente alla robustezza della valutazione dello stato.

Di seguito vengono riportati gli indicatori utilizzati per la definizione del livello del modello concettuale, della robustezza, della stabilità e della confidenza.

Elementi valutativi del Modello Concettuale a scala di corpo idrico sotterraneo	Classe livello di confidenza		
	Alta	Media	Bassa
Conoscenza della tipologia di acquifero (libero, confinato, semiconfinato, ecc.)	Elevata	Da perfezionare	Nessuna
Conoscenza della geometria, stratigrafia, idrostratigrafia e delle caratteristiche geologico-strutturali (limiti di permeabilità, estensione, spessore, conducibilità idraulica, ecc.)	Elevata	Da perfezionare	Nessuna
Conoscenza delle direzioni di deflusso delle acque sotterranee	Elevata	Da perfezionare	Nessuna
Conoscenza delle aree di ricarica	Elevata	Da perfezionare	Nessuna
Conoscenza dell'interazione con acque superficiali	Elevata	Da perfezionare	Nessuna
Conoscenza dell'interazione con ecosistemi terrestri	Elevata	Da perfezionare	Nessuna
Conoscenza dell'intrusione salina o altri contaminanti	Elevata	Da perfezionare	Nessuna
Conoscenza della vulnerabilità intrinseca	Elevata	Da perfezionare	Nessuna
Conoscenza delle caratteristiche idrochimiche naturali (facies idrochimica, condizioni redox, ecc.)	Elevata	Da perfezionare	Nessuna
Classe LC derivante dalla valutazione delle pressioni antropiche (LG SNPA 11/2018)	Alta	Media	Bassa
Livello di confidenza complessivo del Modello Concettuale: classe prevalente tra Alta, Media e Bassa			

Tabella 8: Elementi valutativi del Modello Concettuale a scala di corpo idrico sotterraneo.

Il livello di conoscenza del modello concettuale idrogeologico è risultato basso per tutti i corpi idrici sotterranei regionali, a causa della carenza di studi idrogeologici approfonditi specifici per ciascun corpo idrico. Ai fini del calcolo della stabilità, sono stati considerati gli indicatori elencati nella Tabella 9, con l'eccezione del livello di confidenza dei valori di fondo naturale, in quanto tale informazione non è disponibile. Dall'analisi effettuata emerge che circa l'83% dei Corpi Idrici Sotterranei (CIS) presenta una classe prevalente di stabilità "Alta", indicando una bassa variabilità dei parametri monitorati nel tempo e una buona coerenza rispetto ai valori soglia di riferimento.

Indicatori di stabilità stato chimico corpo idrico sotterraneo	Stabilità	
	Alta	Bassa
Percentuale di superficie o volume di corpo idrico in stato chimico scarso	<10% o >30%	Compresa tra il 10% e il 30%
Presenza di 1 o più stazioni in stato chimico puntuale scarso secondo uno dei test intrusione salina, acque superficiali, GWDTE e DWPA, in un corpo idrico con una percentuale di superficie/volume in stato chimico buono >80%	No	Si
Livello di confidenza prevalente dei Valori di Fondo Naturale del corpo idrico tra quelli relativi ai diversi parametri chimici	A e M	B e BB
Stabilità complessiva prevalente dello stato chimico puntuale di tutte le stazioni di monitoraggio del corpo idrico (che definiscono lo stato)	Classe prevalente Alta	Classe prevalente Bassa

Indicatori di stabilità stato chimico corpo idrico sotterraneo	Stabilità	
	Alta	Bassa
Stabilità complessiva stato chimico corpo idrico sotterraneo: classe prevalente tra Alta e Bassa		

Tabella 9: Indicatori di stabilità relativi allo stato chimico dei corpi idrici sotterranei.

L'indicatore di robustezza è stato valutato sulla base degli elementi riportati nella Tabella 10, ad eccezione della componente relativa alla valutazione dei valori di fondo naturale, per la quale non sono disponibili dati sufficienti. Per quanto riguarda la tipologia di acquifero, gli studi attualmente disponibili consentono di classificare come "liberi" esclusivamente i corpi idrici sotterranei (CIS) di tipo alluvionale. Per i restanti CIS, tale informazione non è al momento disponibile. Dall'analisi complessiva emerge che circa il 74% dei CIS presenta un livello di robustezza "Alta/Media", indicando una buona conformità del monitoraggio ai requisiti normativi e una copertura adeguata in termini di frequenza e parametri analizzati.

Indicatori di robustezza stato chimico corpo idrico sotterraneo		Estensione corpo idrico e tipologia acquifero (Robustezza A=Alta; M=Media; B=Bassa)							
		<10 km ²		10-70 km ²		70-700 km ²		>700 km ²	
Indicatore	Soglie/valori	Libero	Confinato	Libero	Confinato	Libero	Confinato	Libero	Confinato
Rappresentatività a stazioni di monitoraggio (N=stazioni totali del corpo idrico sotterraneo)	1/N ≤ 10%	A	A	A	A	A	A	A	A
	10% < 1/N ≤ 40%	A	A	A	A	M	A	M	M
	1/N > 40%	A	A	M	A	B	M	B	B
		Robustezza							
		Alta				Bassa			
Numero di parametri con superamenti dei Valori Soglia o Valori Fondo Naturale		0 e >1				1			
Valutazione dei Valori di Fondo Naturale a scala di corpo idrico sotterraneo		Sì, per tutti i parametri potenzialmente interessate da fenomeni naturali che superano i VS				No, oppure solo per alcuni parametri potenzialmente interessate da fenomeni naturali che superano i VS			
Robustezza complessiva prevalente dello stato chimico puntuale di tutte le stazioni di		Classe prevalente Alta				Classe prevalente Bassa			

monitoraggio del corpo idrico (che definiscono lo stato)			
Robustezza complessiva stato chimico corpo idrico sotterraneo: classe prevalente tra Alta/Media e Bassa			

Tabella 10: Indicatori di robustezza relativi allo stato chimico dei corpi idrici sotterranei.

L'integrazione delle valutazioni di stabilità, robustezza e del livello di conoscenza del modello concettuale idrogeologico consente di determinare il Livello di Confidenza (LC) nella classificazione dello stato chimico dei corpi idrici sotterranei.

L'attribuzione del livello di confidenza avviene secondo la logica delle classi prevalenti, come indicato nella Tabella 11, e prevede due classi principali (alto e basso).

Livello di confidenza stato chimico corpo idrico sotterraneo		Stabilità complessiva	
Livello di confidenza Modello concettuale di corpo idrico	Robustezza complessiva	Alta	Bassa
Alto	Alta	Alto	Alto
	Bassa	Alto	Medio
Medio	Alta	Alto	Medio
	Bassa	Medio	Basso
Basso	Alta	Medio	Basso
	Bassa	Basso	Basso

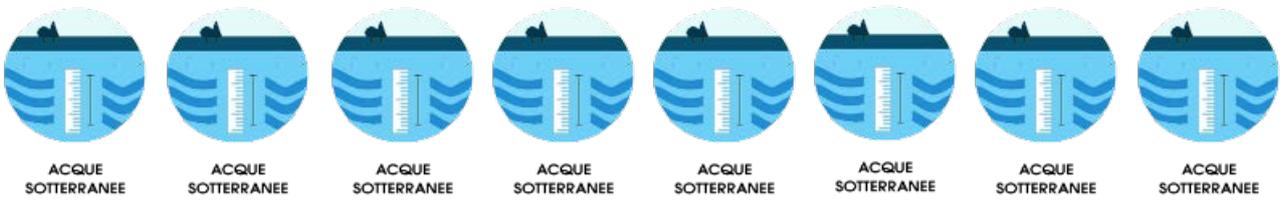
Tabella 11: Livello di confidenza della classificazione dello stato chimico dei corpi idrici sotterranei.

Di seguito è riportata la tabella riepilogativa dell'attribuzione delle classi di robustezza, stabilità e confidenza della classificazione dello stato chimico per ciascun corpo idrico sotterraneo.

CIS	Modello concettuale	Robustezza	Stabilità	Confidenza
IT085100IR-AV2-VA	Bassa	Alta	Alta	Medio
IT10_CA_CUCCO	Bassa	Bassa	Alta	Basso
IT11_CA_CIN	Bassa	Alta	Bassa	Basso
IT11_CA_DOM	Bassa	Alta	Alta	Medio
IT11_CA_MAGGIO_M	Bassa	Alta	Alta	Medio
IT11_CA_NES	Bassa	Bassa	Alta	Basso
IT11_CA_UM_NORD	Bassa	Alta	Alta	Medio
IT11_CA_UM_SUD_M	Bassa	Alta	Alta	Medio
IT11C_AV_ARZ	Bassa	Alta	Alta	Medio
IT11C_AV_ASP	Bassa	Alta	Alta	Medio
IT11C_AV_CAN	Bassa	Alta	Alta	Medio
IT11C_AV_CES	Bassa	Alta	Alta	Medio
IT11C_AV_ESI	Bassa	Alta	Alta	Medio
IT11C_AV_FOG	Bassa	Alta	Bassa	Basso

CIS	Modello concettuale	Robustezza	Stabilità	Confidenza
IT11C_AV_MET	Bassa	Alta	Alta	Medio
IT11C_AV_MIS	Bassa	Alta	Alta	Medio
IT11C_AV_MUS	Bassa	Alta	Alta	Medio
IT11C_AV_TAVOLLO	Bassa	Alta	Alta	Medio
IT11C_CA_ACQ	Bassa	Alta	Alta	Medio
IT11C_CA_BEL	Bassa	Alta	Alta	Medio
IT11C_CA_CES	Bassa	Bassa	Alta	Basso
IT11C_CA_CON	Bassa	Bassa	Alta	Basso
IT11C_CA_FRA	Bassa	Alta	Alta	Medio
IT11C_CA_NAR	Bassa	Alta	Alta	Medio
IT11C_CA_PIE	Bassa	Bassa	Alta	Basso
IT11C_CA_SAS	Bassa	Alta	Bassa	Basso
IT11C_LOC_BMU	Bassa	Alta	Alta	Medio
IT11C_LOC_CMC	Bassa	Alta	Alta	Medio
IT11C_LOC_DVP	Bassa	Bassa	Alta	Basso
IT11C_LOC_MAM	Bassa	Bassa	Alta	Basso
IT11E_AV_ASO	Bassa	Alta	Alta	Medio
IT11E_AV_CHI	Bassa	Alta	Bassa	Basso
IT11E_AV_ETV	Bassa	Alta	Alta	Medio
IT11E_AV_MEN	Bassa	Alta	Alta	Medio
IT11E_AV_POT	Bassa	Alta	Alta	Medio
IT11E_AV_TEN	Bassa	Alta	Alta	Medio
IT11E_AV_TES	Bassa	Alta	Alta	Medio
IT11E_AV_TRO	Bassa	Alta	Alta	Medio
IT11E_LOC_LAG	Bassa	Alta	Alta	Medio

Tabella 12: Attribuzione delle classi prevalenti degli indicatori di Robustezza, Stabilità e Confidenza utili alla valutazione dell'affidabilità della classificazione dello stato chimico dei CIS.



RISULTATI DEL MONITORAGGIO 2021-2023



CLASSIFICAZIONE STATO CHIMICO DEI CORPI IDRICI SOTTERRANEI (CIS)

La classificazione dello stato chimico dei corpi idrici sotterranei è basata sull'aggregazione dei risultati del monitoraggio condotto sulle singole stazioni di monitoraggio individuate in ciascun corpo idrico. Nei paragrafi seguenti sono descritti i risultati ottenuti per lo stato chimico sia a livello puntuale (singole stazioni di monitoraggio) sia a livello areale (intero corpo idrico) per il triennio di monitoraggio 2021-2023.



VALUTAZIONE DELLO STATO CHIMICO PUNTUALE

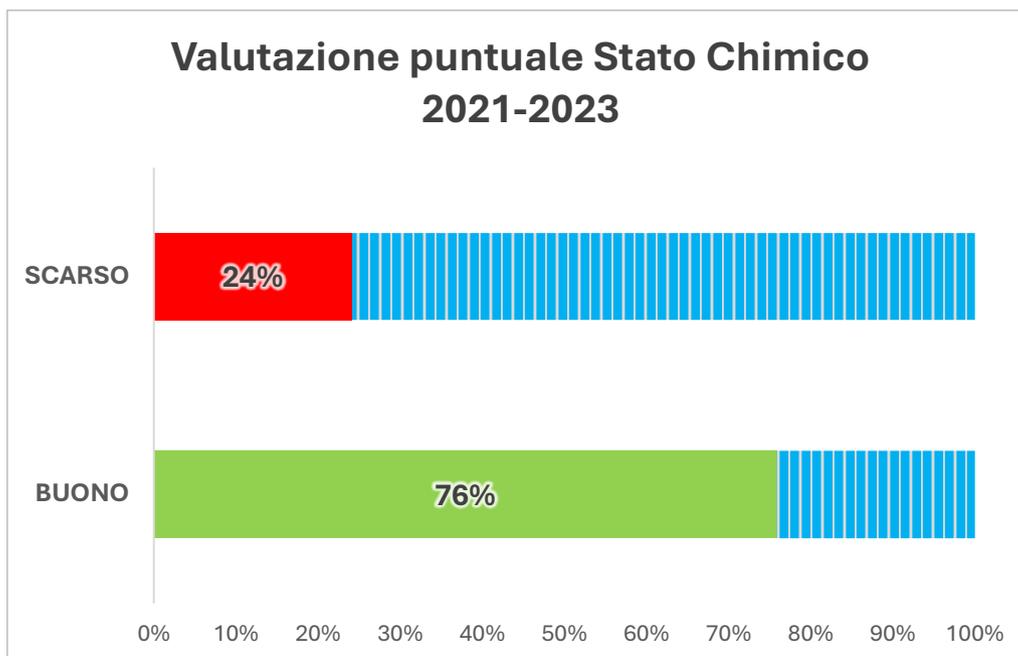
Lo stato chimico è stato determinato per ciascuna stazione di monitoraggio su base annuale, in corrispondenza degli anni in cui è stato effettuato il monitoraggio chimico. Per attribuire uno stato triennale a ciascuna stazione, è stato considerato lo stato prevalente nel triennio di riferimento.

La valutazione dello stato chimico prevede, per ogni stazione, il confronto tra le concentrazioni medie annue delle sostanze chimiche monitorate e i relativi Standard di Qualità Ambientale (SQA) e Valori Soglia, come definiti a livello nazionale nelle Tabelle 2 e 3 dell'Allegato 3 del D. Lgs. 30/2009, aggiornato dal DM 6 luglio 2016.

Non è stato possibile effettuare il confronto con i Valori di Fondo Naturale (VF) per le sostanze inorganiche, in quanto tali valori non risultano disponibili per alcun corpo idrico sotterraneo regionale.

Nell'Allegato 4, **Allegato_4_Stato_Chimico_Puntuale_2021_2023**, è riportata la valutazione triennale dello stato chimico per ogni singola stazione monitorata nel periodo 2021-2023.

Dall'analisi dello stato chimico puntuale risulta che nel periodo 2021-2023 il 76% delle stazioni monitorate (151 stazioni) sono classificate in stato "buono".



VALUTAZIONE DELLO STATO CHIMICO DEI CORPI IDRICI SOTTERRANEI (CIS)

Ai sensi della Direttiva 2000/60/CE (Allegato V, sezione 2.4.5), la valutazione dello stato chimico di un corpo idrico sotterraneo si basa sull'aggregazione dei risultati delle singole stazioni di monitoraggio. Tale aggregazione avviene calcolando la media aritmetica annuale delle concentrazioni dei contaminanti rilevati in ciascun punto, come previsto dalla Direttiva 2006/118/CE (Allegato III, punto 2(c)). Il superamento di uno qualsiasi dei valori soglia o standard di qualità ambientale è indicativo del rischio di non raggiungimento dello stato "buono" e può comportare la classificazione del corpo idrico in stato chimico "scarso".

Tuttavia, se il superamento riguarda non più del 20% delle stazioni di monitoraggio del corpo idrico, è possibile mantenere la classificazione in stato chimico "buono". In caso contrario, il corpo idrico è classificato in stato "scarso", in linea con quanto indicato nel documento CIS n. 18 "Guidance on Groundwater Status and Trend Assessment".

Nell'allegato 4, **Allegato_5_Stato_Chimico_CIS_2021_2023**, è riportata la tabella riepilogativa dello stato chimico triennale (2021-2023) dei corpi idrici sotterranei regionali.

Dall'analisi dello stato chimico triennale dei corpi idrici sotterranei, risulta che 13 corpi idrici su 39 sono classificati in stato "Scarso".

Di seguito è riportata la cartografia dei corpi idrici sotterranei regionali classificati sulla base dello stato chimico triennale (2021-2023) in “Buono” o “Scarso”.

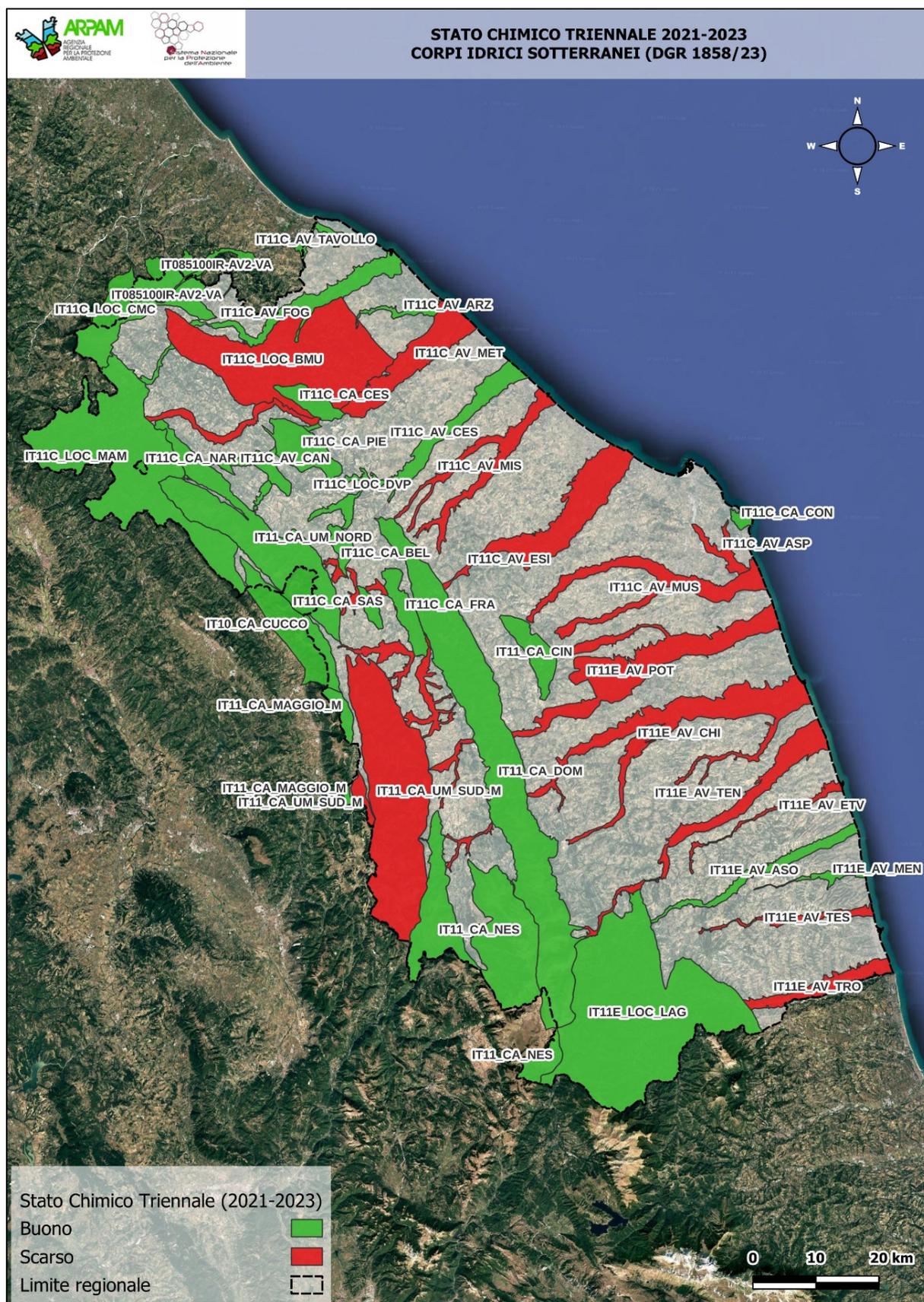


Figura 2: Classificazione dello stato chimico 2021-2023 dei corpi idrici sotterranei della Regione Marche.

FOCUS SUI PRINCIPALI CONTAMINANTI RISCONTRATI NELLE ACQUE SOTTERRANEE

Nel triennio 2021-2023, i principali contaminanti rilevati nelle acque sotterranee della Regione Marche sono risultati essere: nitrati, fitofarmaci, composti organici volatili (VOC), nichel, cromo esavalente e PFAS.

Per ciascun contaminante è stata elaborata una cartografia tematica che rappresenta la frequenza del superamento dei valori soglia (VS) o degli standard di qualità ambientale (SQA-MA, media annuale), secondo una codifica cromatica:

- **Rosso**: superamento rilevato in tutti e tre gli anni
- **Arancione**: superamento in due anni su tre
- **Giallo**: superamento in un solo anno

NITRATI

Lo Standard di Qualità Ambientale (SQA) per il parametro Nitrati nelle acque sotterranee, stabilito dalla Direttiva 2006/118/CE, è pari a 50 mg/l, valore che coincide con quanto previsto anche dalle Direttive “Nitrati” (91/676/CEE) e “Acque potabili” (2020/2184/UE).

I corpi idrici sotterranei maggiormente interessati dal superamento di tale soglia sono gli Acquiferi delle Alluvioni Vallive, caratterizzati da:

- Intensa attività agricola;
- Elevato apporto di fertilizzanti azotati;
- Condizioni idrogeologiche favorevoli alla percolazione.

Queste aree sono state interamente o parzialmente designate come “zone vulnerabili da nitrati” dalla Regione Marche, in conformità con quanto previsto dalla normativa vigente. Le pressioni agricole rappresentano la principale causa dell’impatto da nitrati, con effetti significativi sulla qualità delle acque sotterranee.

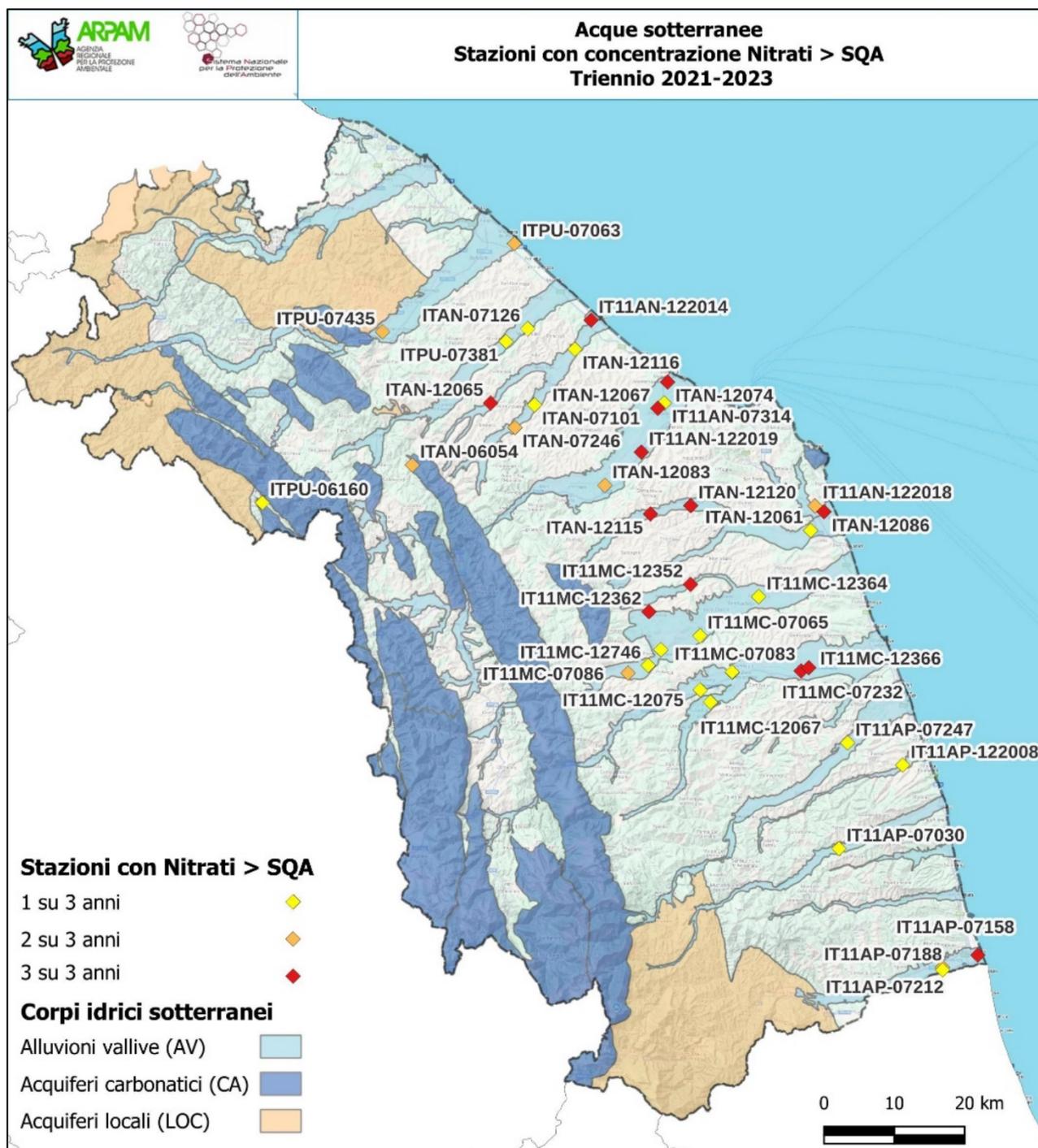


Figura 3: Stazioni di monitoraggio che presentano superamenti dello standard di qualità ambientale (SQA) del parametro Nitrati nel triennio 2021-2023.

FITOFARMACI

Lo Standard di Qualità Ambientale (SQA) per i fitofarmaci nelle acque sotterranee, stabilito dalla Direttiva 2006/118/CE, è pari a 0,1 µg/l. Le analisi condotte nel triennio 2021-2023 evidenziano che i superamenti dello SQA si concentrano prevalentemente nei corpi idrici sotterranei delle Alluvioni Vallive, aree in cui è frequente l'impiego agricolo di erbicidi e pesticidi.

A partire dal 2022, è stato avviato il monitoraggio del Glifosato e dei suoi principali metaboliti (AMPA e Glufosinato); tali sostanze hanno mostrato superamenti dello SQA in 15 stazioni di monitoraggio, ma solo in un anno del triennio considerato.

Nel medesimo periodo, sono stati rilevati anche altri fitofarmaci, tra cui:

- Metolachlor (impiego revocato con Regolamento UE 2024/20);
- gli insetticidi Deltametrina e Imidacloprid;
- gli erbicidi Bentazone, Atrazina e Terbutilazina.

L'aumento del numero di principi attivi analizzati negli ultimi anni ha permesso una maggiore capacità di rilevamento e una valutazione più accurata del rischio ambientale associato all'uso agricolo di fitofarmaci.

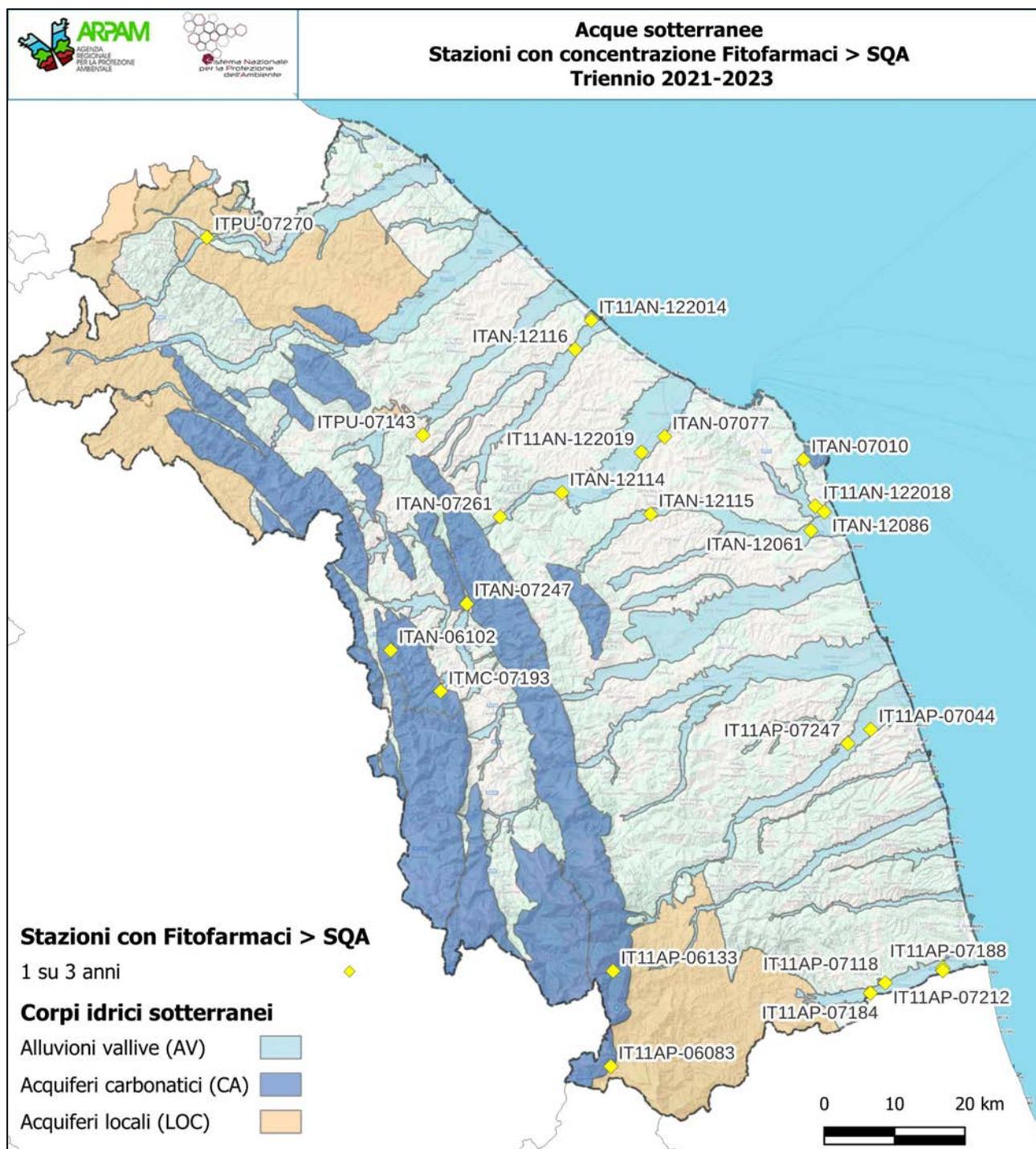


Figura 4: Stazioni di monitoraggio che presentano superamenti dello standard di qualità ambientale (SQA) di Fitofarmaci nel triennio 2021-2023.

COMPOSTI PERFLUORURATI (PFAS)

I PFAS, o sostanze per- e polifluoroalchiliche, sono composti chimici ampiamente utilizzati in vari prodotti di consumo ed applicazioni industriali. Sono noti per la loro resistenza alla degradazione e la capacità di accumularsi nell'ambiente e nel corpo umano.

L'analisi dei composti perfluorurati (PFAS) nelle acque sotterranee è stata effettuata su vasta scala a partire dall'anno 2022.

A questa categoria appartengono oltre 4.000 composti, anche se la normativa ha individuato valori soglia (VS) esclusivamente per alcuni di essi (vedi tabella sottostante).

COMPOSTI PERFLUORURATI		
Parametro	Numero Chemical Abstracts Service (CAS)	VALORI SOGLIA (µg/l)
Acido perfluoropentanoico (PFPeA)	2706-90-3	3
Acido perfluoroesanoico (PFHxA)	307-24-4	1
Acido perfluorobutansolfonico (PFBS)	375-73-5	3
Acido perfluorooctanoico (PFOA)	335-67-1	0,5
Acido perfluorooctansolfonico (PFOS)	1763-23-1	0,03

Tabella 13: elenco dei composti perfluorurati e relativi valori soglia (VS) indicati dalla normativa.

Nell'anno 2023, è stata riscontrato il superamento dell'Acido perfluorooctansolfonico (PFOS) in 4 stazioni di monitoraggio.

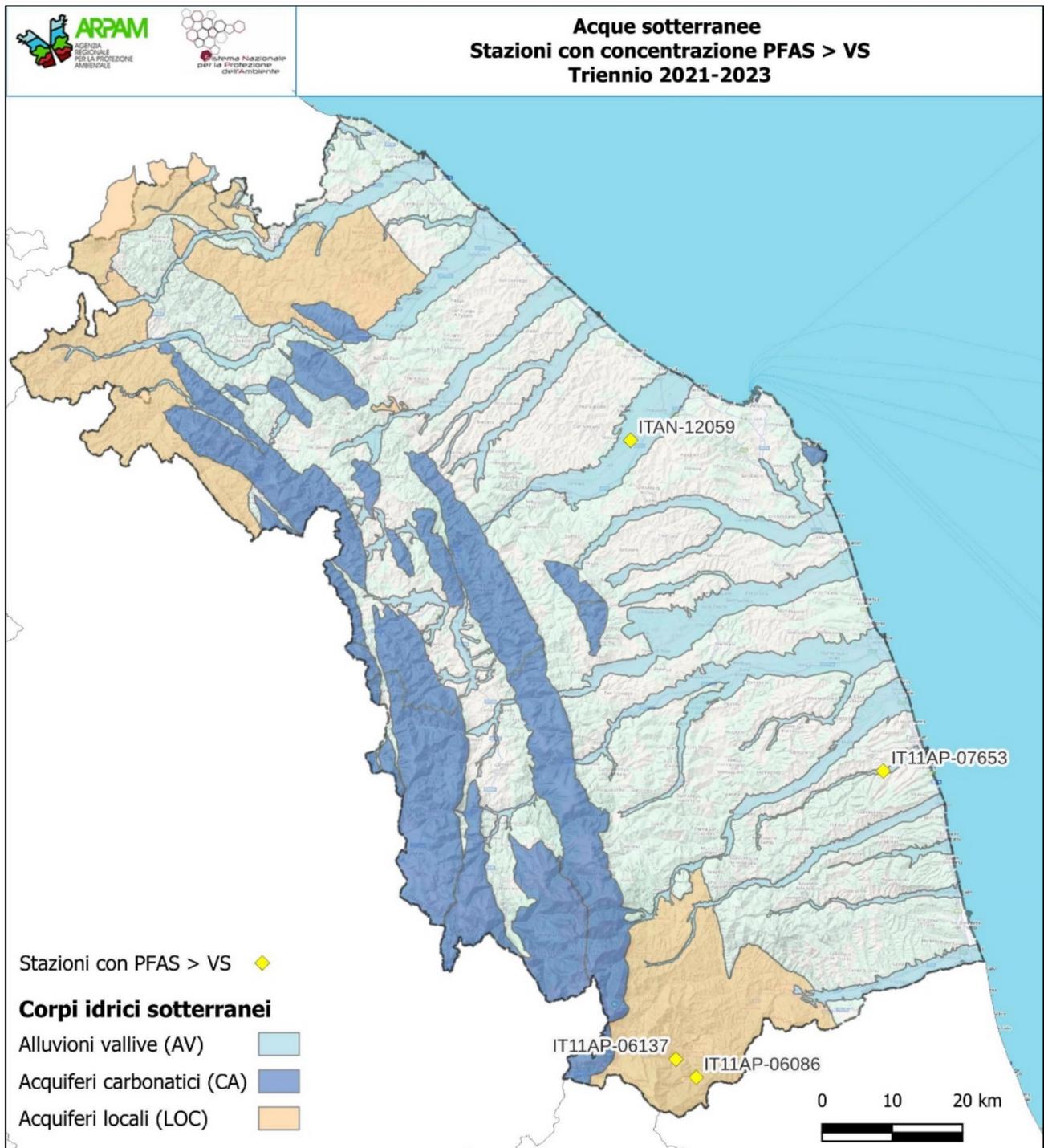


Figura 5: Stazioni di monitoraggio che presentano superamenti dei valori soglia di Composti Perfluorurati nel triennio 2021-2023.

COMPOSTI ORGANICI VOLATILI (VOC)

La presenza di composti organici volatili nelle acque sotterranee è spesso associata agli indicatori di pressione puntuali quali zone industriali ed aree con presenza di siti contaminati, oppure a processi di dilavamento superficiale in aree altamente urbanizzate.

I principali VOC riscontrati sono: Triclorometano (Cloroformio), Tricloroetilene+Tetracloroetilene, Bromodichlorometano e Dibromoclorometano.

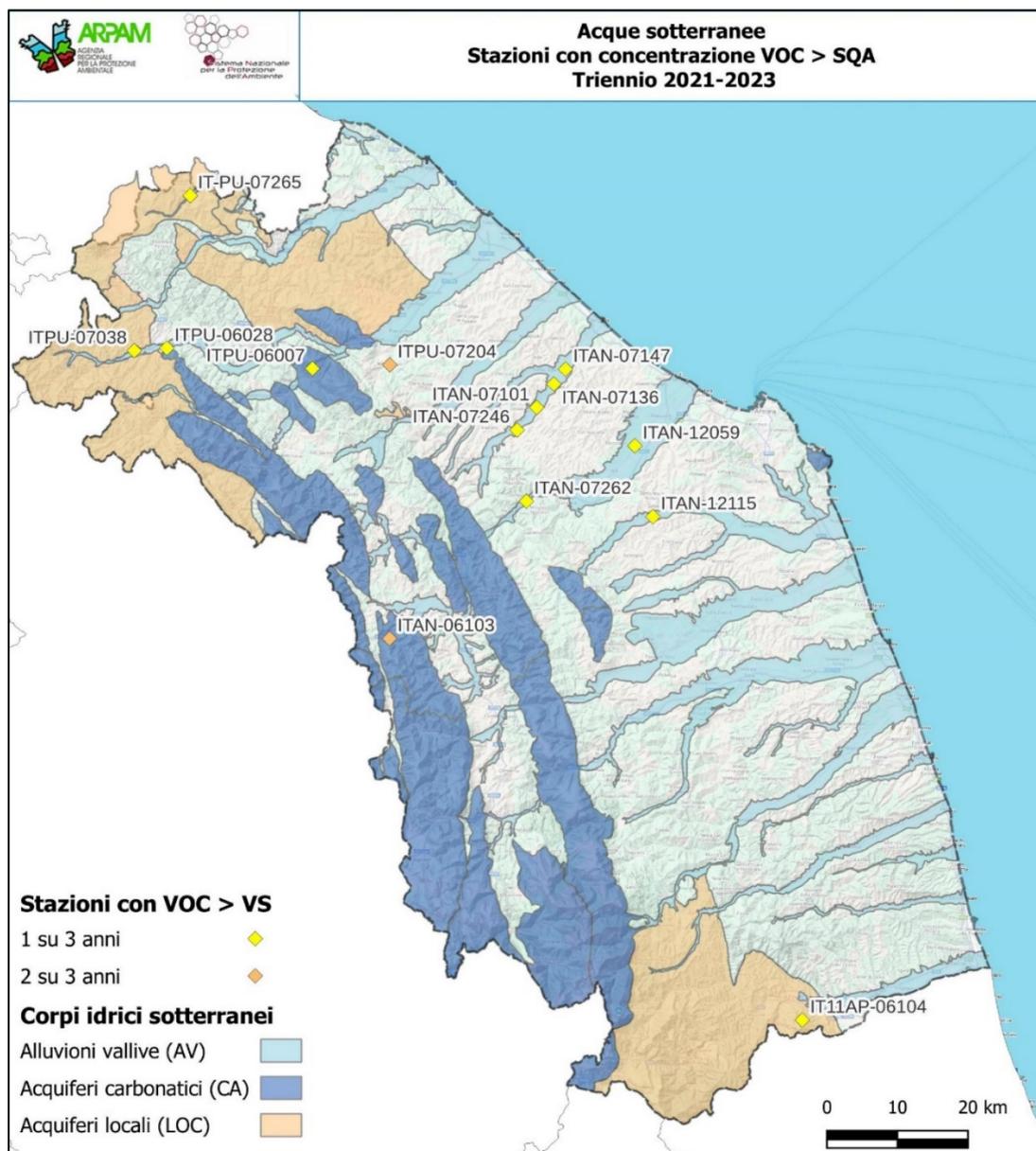


Figura 6: Stazioni di monitoraggio che presentano superamenti dei valori soglia dei VOC nel triennio 2021-2023.

CROMO VI

Il valore soglia per il parametro Cromo VI nelle acque sotterranee, individuato nella direttiva «acque sotterranee» (2006/118/CE), è di 5 µg/l.

La stazione ITAN-12059, rappresentativa del corpo idrico sotterraneo “Alluvioni Vallive del Fiume Esino e dei suoi tributari”, evidenzia una concentrazione media annua del parametro Cromo VI molto elevata rispetto al valore soglia in quanto insiste nel *plume* di contaminazione, individuato ed oggetto di bonifica, del sito EX SIMA INDUSTRIE EX RCD (sito contaminato ai sensi del D. Lgs 152/06). Si tratta di un inquinamento da cromo esavalente in una zona ad elevato rischio ambientale per l'elevata permeabilità del sottosuolo, l'alta densità di attività produttive e i massicci prelievi idrici del periodo estivo.

NICHEL

Il valore soglia per il parametro Nichel nelle acque sotterranee, individuato nella direttiva «acque sotterranee» (2006/118/CE), è di 20 µg/l; tale parametro è rappresentativo degli indicatori di pressione legati ad attività industriali, siti contaminati o di pressione diffuse in aree urbanizzate.

I siti di monitoraggio interessati da superamento del valore soglia sono 4, ed hanno evidenziato il superamento in un solo anno del triennio.

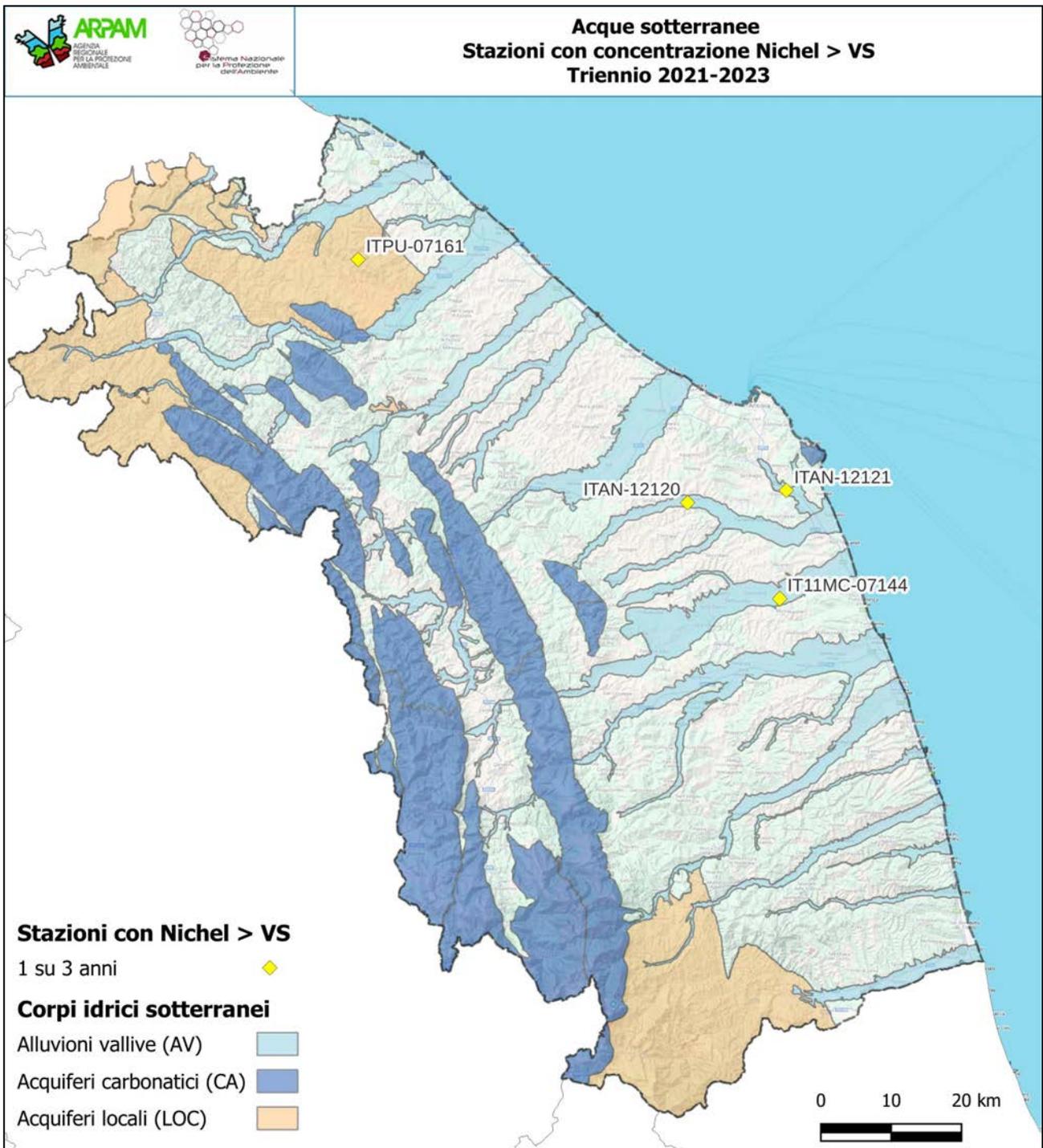


Figura 7: Stazioni di monitoraggio che presentano superamenti dei valori soglia del Nichel nel triennio 2021-2023.