

(articolo 6, comma 2)

Criteria per il monitoraggio dei corpi idrici interessati

Premessa

Di seguito sono riportate le modalità per il monitoraggio di cui all'articolo 6, comma 2.

Il monitoraggio è effettuato, nei corpi idrici interessati, prima, durante e dopo le operazioni previste dal progetto di gestione, allo scopo di verificare il rispetto delle finalità di cui all'articolo 3.

Sono pertanto riportate nel seguito le variabili minime da controllare, e le relative modalità, frequenze e tempistiche.

Il gestore, sulla base delle caratteristiche ambientali dei corpi idrici interessati, delle fonti di pressione e delle operazioni, propone gli eventuali, ulteriori parametri idromorfologici e/o fisico-chimici e/o chimici e/o biologici, necessari per verificare in maniera puntuale gli effetti che le operazioni possono avere sullo stato ambientale dell'invaso e dei corpi idrici e sui relativi habitat interessati dalle operazioni.

I risultati del monitoraggio costituiscono riferimento per l'aggiornamento del progetto di gestione dell'invaso, per la verifica del rispetto degli obiettivi di qualità ambientale, per la definizione di misure atte a mitigare gli effetti negativi delle attività delle operazioni, e per la verifica degli effetti delle stesse.

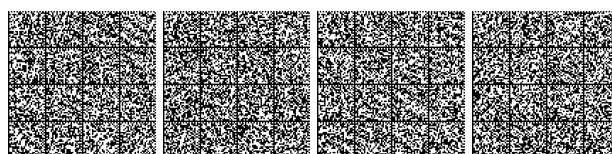
Tali risultati sono presentati dal gestore nel rapporto tecnico finale di cui all'articolo 7, comma 4. Le regioni tengono conto dei risultati del monitoraggio ai fini dell'aggiornamento del Progetto di gestione conformemente a quanto previsto dall'articolo 4.

L'ambito spaziale del monitoraggio comprende i corpi idrici situati nell'"area di influenza", definita come l'area costituita dall'invaso e dai corpi idrici a valle interessati dalle operazioni.

In generale, si monitorano le variabili maggiormente influenzate dalle operazioni tra cui – considerato che le operazioni hanno immediato e diretto effetto sulla portata solida in sospensione – le portate liquide e solide in sospensione (torbidità) a monte dell'invaso e a valle di esso prima, durante e dopo le operazioni anche al fine di controllare le entità delle variazioni di torbidità, definire un corretto nesso di causalità tra variazioni della stessa e operazioni effettuate, e per contenere le concentrazioni di solidi sospesi.

Le altre variabili del monitoraggio, tuttavia, differiscono nel caso del monitoraggio durante le operazioni rispetto a quello pre/post operazioni.

Pertanto, nel seguito, il monitoraggio durante le operazioni è trattato in maniera distinta dal monitoraggio pre/post operazioni.



Monitoraggio durante le operazioni

Criteri generali

Il monitoraggio durante le operazioni è realizzato per controllare le variabili di interesse e verificare il non superamento delle soglie stabilite nel presente allegato e nel Progetto di gestione approvato.

Stazioni

Il monitoraggio durante le operazioni è principalmente riferito ai corpi idrici a valle della diga e compresi nella prevista area di influenza. Tuttavia, è indispensabile predisporre anche una stazione a monte dell'invaso, che fornisca i valori dei parametri da monitorare nel tratto di corpo idrico non influenzato dalle operazioni.

Per il monitoraggio a valle dell'invaso, è necessario, tra l'altro, considerare i seguenti elementi: l'estensione complessiva dei corpi idrici potenzialmente interessati da concentrazioni significative di solidi sospesi, la considerazione dei differenti tratti/tipi idromorfologici, la presenza di affluenti significativi ai fini dei contributi di diluizione o di carico torbido naturale, la presenza di un corpo idrico recettore a valle del corpo idrico su cui insiste l'invaso o di sbarramenti, prese e altre strutture che possono compromettere e/o agevolare la regolazione della manovra, l'accessibilità in sicurezza al corpo idrico, la possibilità di installare strumentazione fissa, la presenza di stazioni di monitoraggio quali-quantitativo già esistenti per altre finalità, i vincoli (es. uso potabile) e le caratteristiche di qualità dei corpi idrici nell'area di influenza, la presenza di aree naturali protette e siti della Rete Natura 2000.

La stazione di monitoraggio di valle è prevista in prossimità della diga nel punto più vicino all'invaso ove vi sia completo rimescolamento delle acque e comunque non oltre 1 km dal punto di rilascio delle portate, fatta salva l'accessibilità in sicurezza. Nel caso di operazioni che prevedono l'utilizzo dell'opera di derivazione, la stazione di monitoraggio è collocata a valle del punto di rilascio ove vi sia completo rimescolamento delle acque.

Se necessari, possono essere previste una stazione di chiusura e stazioni intermedie.

La stazione di chiusura si trova a valle dell'area di influenza¹ e serve a delimitare l'estensione dell'impatto e controllarne la progressiva riduzione nel tempo.

Qualora necessario, le stazioni di monitoraggio intermedie sono individuate in numero tale da garantire un'adeguata rappresentatività dell'andamento in termini spaziali e temporali dei parametri rilevati, per l'intera durata delle operazioni.

Variabili

Le variabili da rilevare sono stabilite scegliendo tra quelle che risultano maggiormente influenzate dalle operazioni di rilascio di sedimenti a valle, e in particolare (a titolo esemplificativo):

- solidi sospesi totali, solidi sedimentabili e torbidità;
- ossigeno disciolto;
- parametri chimico-fisici di base: conducibilità, pH, temperatura;
- portate transittanti alle sezioni di monitoraggio, rilasciate in alveo direttamente dall'invaso, immerse in alveo da prese minori e/o da invasi utilizzati a fini di diluizione e/o da affluenti;
- ulteriori parametri (es. azoto ammoniacale e fosforo totale) da valutarsi sulla base dei risultati delle indagini effettuate per la caratterizzazione di cui all'Allegato 1.

¹ La lunghezza dell'area di influenza, ovvero il numero dei corpi idrici a valle influenzati dall'invaso, è altamente sito-specifico e va determinata caso per caso in base ad evidenze idromorfologiche, biologiche e fisico-chimiche già disponibili. In assenza di tali dati, l'area di influenza può essere proposta in maniera preliminare e verificata con azioni di monitoraggio da effettuarsi su indicazione degli organismi di controllo.



Tempistica del monitoraggio

Le attività di monitoraggio sono avviate prima dell'arrivo, alle stazioni di monitoraggio, della portata rilasciata dall'invaso in conseguenza dell'inizio delle operazioni e terminano quando siano ristabilite concentrazioni di solidi sospesi e di eventuali altri parametri critici (es. ossigeno disciolto) paragonabili a quelli rilevati negli alvei recettori prima delle operazioni.

In caso di svaso, qualora si rendesse necessario mantenere le opere di scarico aperte a invaso vuoto, è opportuno che il sistema di monitoraggio resti attivo – o attivabile in caso di necessità – per tutto il periodo di tale operazione, al fine di monitorare gli effetti di ulteriori eventuali deflussi (es. dovuti a concomitanti eventi di precipitazione) e minimizzarne l'impatto a valle attraverso la gestione delle opere di presa e scarico.

La torbidità e la concentrazione di solidi sospesi totali sono misurate in continuo tramite strumenti idonei, opportunamente calibrati durante l'evento e tramite campionamenti manuali o automatici, che consentano di verificare in maniera affidabile l'eventuale superamento delle soglie prefissate.

Contestualmente devono essere misurate le concentrazioni di solidi sedimentabili attraverso coni Imhoff e la raccolta di campioni per la misura della concentrazione di solidi sospesi utili alla verifica del rapporto solidi sedimentabili/solidi sospesi.

Al fine di valutare la componente di trasporto solido grossolano (ad es., ghiaia e ciottoli) attivato e trasportato al fondo durante le operazioni, è possibile prevedere attività di misura almeno tramite campionamenti ripetuti ad intervalli regolari e con strumentazione idonea per la tipologia di corso d'acqua, presso le sezioni che presentano la possibilità logistica di effettuare tali misure. Stazioni fisse per il monitoraggio in continuo del trasporto solido al fondo, opportunamente calibrate tramite campionamenti periodici, sono preferibili nei corsi d'acqua dove si preveda un frequente ricorso alle operazioni di svaso e fluitazione, stante la fattibilità tecnica dell'installazione.

In Tabella 1 sono riportate le variabili da monitorare durante le operazioni, unitamente alle relative modalità e frequenze di monitoraggio.

I metodi impiegati sono conformi alle norme ISO o EN ISO pertinenti o ad altre norme nazionali o internazionali analoghe che assicurino dati comparabili ed equivalenti sotto il profilo della qualità scientifica.



Tabella 1. Parametri – individuati tra quelli che risultano maggiormente influenzati dalle operazioni – da monitorare durante le operazioni stesse e relative modalità di rilevamento e frequenze.

Variabili	Modalità di misura	Unità di misura	Stazione / Sezione	Intervallo misura/campionamento	di
Portata	Portata derivata	m ³ /s	Invaso	Continuo	
	Variazioni di livello di invaso e curve di invaso (indiretta)	m ³ /s	Invaso	Continuo	
	Sezioni strumentate ²	m ³ /s	Sezioni alveo corpi idrici a valle	Continuo	
	Strumentazione portatile	m ³ /s	Sezioni alveo corpi idrici a valle	Occasionale ³	
Torbidità e concentrazione dei solidi sospesi e sedimentabili	Sonda turbidimetrica	NTU	Tutte le stazioni individuate	Continuo oppure con intervalli ravvicinati (minimo 15 minuti) ⁴	
		g/L			
	Cono Imhoff	mL/L	Tutte le stazioni individuate	30 minuti nelle fasi caratterizzate da forti variazioni del parametro ⁵	
	Prelievo campioni ⁶ e successiva filtrazione/ Metodo gravimetrico ⁷	g/L	Tutte le stazioni individuate	Frequenza temporale come per cono Imhoff	
Trasporto solido al fondo	Misure dirette tramite campionatori a trappola portatili e/o tramite misure indirette con strumentazione fissa (sensori di tipo acustico/sismico)	kg/min	Valutazione caso per caso in base ad aspetti logistici e di rappresentatività del corpo idrico	Valutazione caso per caso nel caso di misure dirette (sia numero di campionamenti da effettuare lungo la sezione che intervallo temporale) in continuo per quelle di tipo indiretto	
Ossigeno disciolto	Strumentazione portatile e/o fissa	mg/L O ₂	Sempre nella prima stazione a valle dello sbarramento; valutazione caso per caso per le successive	Continuo oppure con intervalli ravvicinati (minimo 15 minuti)	
pH		% O ₂			
Temperatura	Strumentazione portatile e/o fissa	Unità di pH			
Azoto ammoniacale ⁸	Strumentazione portatile	°C	Da valutare caso per caso	Continuo oppure con intervalli di misura ravvicinati (massimo 15 minuti)	
Altro ⁹	Le altre variabili da monitorare sono individuate sulla base dei risultati dell'analisi delle pressioni di cui all'Allegato 3 alla parte III del decreto legislativo n. 152 del 2006, e del contesto specifico, in accordo con l'autorità competente.				

NOTE ALLA TABELLA 1

² Stazioni storiche e nuove, ove necessario.

³ Compatibilmente con le condizioni di accesso in sicurezza al corpo idrico.

⁴ Nelle stazioni in cui le misure sono eseguite con sonde portatili, il monitoraggio potrà essere interrotto in difetto di condizioni operative di sicurezza (ore notturne, condizioni meteo o idrologiche avverse). In tal caso i dati mancanti sono ricavati dalle misure effettuate nelle stazioni di monitoraggio vicine.

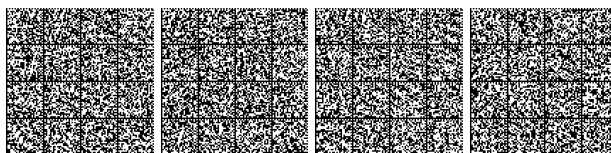
⁵ La frequenza del monitoraggio effettuato mediante l'utilizzo dei coni Imhoff per la misura di solidi sospesi sedimentabili deve essere valutata caso per caso, prevedendone un incremento nelle fasi potenzialmente oggetto di rapide variazioni della concentrazione dei solidi sospesi ed un decremento in condizioni stabili, sia dal punto di vista delle concentrazioni, sia delle caratteristiche del materiale trasportato dalla corrente. Durante le fasi di apertura dello scarico di fondo, svuotamento totale dell'invaso e inizio del ruscellamento, la frequenza non potrà comunque essere inferiore ad un rilevamento ogni 30 minuti.

⁶ Ove tecnicamente possibile con campionatore isocinetico su asta.

⁷ Per l'analisi dei solidi sospesi si utilizza il metodo 2090 - Solidi (APAT e IRSA-CNR, Metodi analitici per le acque, 2003) – Metodo B (solidi sospesi totali) da integrare con il Metodo C (solidi sedimentabili) nel caso in cui le concentrazioni osservate siano superiori al grammo/litro.

⁸ Il monitoraggio di questa variabile deve essere contestuale a quello di pH e temperatura. Sarà necessaria una conferma dei valori attraverso l'analisi in laboratorio di alcuni campioni prelevati allo scopo.

⁹ Questi parametri sono misurati in campo con metodo speditivo, al fine di evidenziare il rischio di superamenti di eventuali soglie e per mettere in atto eventuali azioni correttive. Sarà necessaria una conferma dei valori attraverso l'analisi in laboratorio di alcuni campioni prelevati allo scopo.



Monitoraggio pre- e post-operazioni

Criteri generali

Il monitoraggio pre-operazioni è finalizzato ad acquisire le conoscenze delle condizioni ambientali, biotiche e abiotiche, dei corpi idrici interessati prima dell'avvio delle operazioni.

Il monitoraggio post-operazioni è funzionale a misurare gli effetti delle operazioni nei corpi idrici inclusi nell'area d'influenza e si basa, in particolare, sulla caratterizzazione nel tempo delle condizioni idromorfologiche, anche in termini di habitat, delle componenti biotiche e dell'andamento dei parametri chimici e fisico-chimici. È altresì funzionale a verificare l'adeguatezza dei tempi di recupero delle condizioni ambientali dopo le operazioni.

Stazioni e parametri del monitoraggio

Le stazioni di monitoraggio pre e post-operazioni sono localizzate in coincidenza o nell'immediata prossimità delle stazioni di monitoraggio durante le operazioni, in modo da poter mettere a confronto i dati raccolti con quelli del monitoraggio durante le operazioni, e fanno prioritariamente riferimento, ove possibile, alle stazioni della rete di monitoraggio prevista ai sensi della parte III del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152.

Le stazioni sono distribuite sui corpi idrici all'interno della prevista area d'influenza.

Le componenti minime da monitorare sono:

- macroinvertebrati bentonici in termini di composizione e abbondanza;
- fauna ittica in termini di composizione, densità, biomassa e struttura in classi di età;
- macrofite in termini di composizione e abbondanza;
- idromorfologia (alla scala di tratto e di unità morfologica/habitat) in termini di: modifica della superficie del fondo dell'alveo, alterazioni del substrato e alterazione spazio-temporale delle unità morfologiche, cioè della disponibilità di habitat;
- parametri chimici e chimico-fisici a sostegno per la valutazione della qualità delle acque;
- altri parametri e/o sostanze inquinanti individuate sulla base dei risultati della caratterizzazione di cui all'Allegato 1 del decreto.

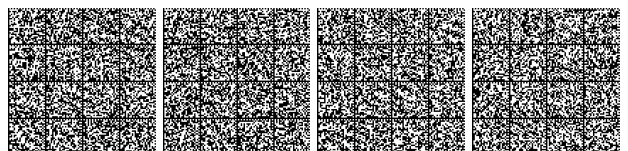
I metodi impiegati per i monitoraggi biologici di macroinvertebrati bentonici, macrofite acquatiche e fauna ittica sono quelli previsti dal decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152. Sulla base delle caratteristiche dell'area interessata, delle scale spazio-temporali delle operazioni e dei tempi di risposta dell'ecosistema interessato, sono considerati anche eventuali altri elementi impatto-specifici, biologici (es. diatomee, anfibi) e idromorfologici (es. *embeddedness*), nonché metodologie ulteriori rispetto a quelle previste dalla parte terza del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, qualora le stesse non siano idonee a rilevare gli impatti specifici delle operazioni o a rilevarli nel breve termine infrannuale. Tali ulteriori metodologie sono conformi alle norme ISO o EN ISO pertinenti o ad altre norme nazionali o internazionali analoghe che assicurino dati comparabili ed equivalenti sotto il profilo della qualità scientifica, ed appropriati per rilevare gli impatti ambientali delle operazioni.

Il programma di monitoraggio, indipendentemente dalla tipologia delle operazioni, prevedecomunque:

- idonei rilievi batimetrico/topografici dell'invaso, prima e dopo le operazioni, per la determinazione del volume di materiale asportato e per la verifica dello stato di interrimento in prossimità degli scarichi e della diga;
- monitoraggio in continuo delle portate liquide e della torbidità a monte e a valle dell'invaso.

Tempistica del monitoraggio

La definizione delle tempistiche del monitoraggio si basa sugli effetti potenziali dell'operazione sulle diverse componenti dell'ecosistema, con particolare riferimento alle comunità biologiche



coinvolte, al regime idrologico e al trasporto solido del corso d'acqua, nonché ai tempi di recupero di tali componenti.

La tempistica e la frequenza di monitoraggio delle variabili sono riportate in Tabella 2. Per quanto riguarda le variabili biologiche e chimico-fisiche sono considerati sempre necessari il monitoraggio pre-operazione e l'ultimo di quelli post operazione. Si possono alternare o rendere opzionali i campionamenti intermedi, con particolare riguardo per quelli post operazione a tre e nove mesi, sulla base di motivate esigenze sito specifiche.

La misura delle variabili chimico-fisiche è di norma effettuata in coincidenza con i campionamenti delle comunità biologiche. I parametri chimico fisici misurati con sonda sono rilevati fino a quando sono ristabilite le condizioni pre-operazioni. Le portate liquide e la torbidità devono essere monitorate in continuo.



Tabella 2. Tempistica e frequenza di monitoraggio pre e post manovra delle variabili¹⁰

Variabili biologiche e chimico-fisiche	1-4 settimane prima dell'avvio delle operazioni	1 settimana dopo il termine delle operazioni	3-4 settimane dal termine delle operazioni	3 mesi dopo il termine delle operazioni	6 mesi dopo il termine delle operazioni	9 mesi dopo il termine delle operazioni	1 anno dopo il termine delle operazioni
Macroinvertebrati	x		x	x	x	x	X
Fauna ittica ¹¹	x		x		x ¹²		X
Macrofite ¹³	x				x ¹⁴		X
Ossigeno disciolto	x		x	x	x	x	X
Sostanze inquinanti	x				x		X
Solidi sospesi totali e sedimentabili ¹⁵	Campionamenti per tarare la sonda turbidimetrica						
Torbidità ¹⁶	in continuo						

Variabili idromorfologiche	prima delle operazioni	dopo le operazioni	dopo le eventuali mitigazioni (es. lavaggi)	dopo 6 mesi	dopo un anno, qualora il monitoraggio dopo 6 mesi non evidenzi un completo recupero delle condizioni morfologiche
Substrato ¹⁷ (clogging, corazzamento)	x	x	x	x	x
Qualità morfologica ¹⁸	x		x	x	X
Distribuzione spaziale delle unità morfologiche (habitat fisico) ¹⁹	x	x	x	x	x
Rilievi topografico-batimetrici ²⁰ fiume	x	x			
Rilievi topografico-batimetrici invaso	x	x			
Portate	in continuo				

NOTE ALLA TABELLA 2

¹⁰ Per quanto riguarda le variabili biologiche e chimico-fisiche sono considerati sempre necessari il monitoraggio pre-operazione e l'ultimo di quelli post operazione. Si possono alternare o rendere opzionali i campionamenti intermedi.

¹¹ Nel monitoraggio della fauna ittica si tiene conto di eventuali attività aliene.

¹² Da stabilire in base alle condizioni locali.

¹³ Monitoraggio facoltativo per i fiumi ricadenti nelle idroecoregioni alpine.

¹⁴ Per il monitoraggio delle macrofite si tiene conto dell'ideale periodo di campionamento della comunità anche in relazione al periodo stagionale.

¹⁵ Opzionale.

¹⁶ Opzionale.

¹⁷ Vedasi metodi illustrati in ISPRA MLG 131/2016.

¹⁸ Opzionale. Il Monitoraggio della qualità morfologica IQM è necessario a caratterizzare lo stato idromorfologico pre-operazioni dei corpi idrici a valle, a definire i tratti dove effettuare il monitoraggio della qualità morfologica nel breve termine e dove eseguire il monitoraggio delle unità morfologiche. Il monitoraggio a breve termine (6 mesi; un anno) dovrà prevedere, quando ritenuto necessario, la determinazione dell'indice IQMm, mentre per le altre scadenze, se non sono intervenute alterazioni idromorfologiche, può essere sufficiente l'ultimo rilievo IQM eseguito.

¹⁹ Vedasi ISPRA MLG 132/2016 Sistema di rilevamento e classificazione delle Unità Morfologiche dei corsi d'acqua (SUM).

²⁰ I rilievi batimetrico/topografici dell'alveo sono eseguiti laddove logisticamente possibile (condizioni di deflusso, di morfologia e di accesso all'alveo compatibili con l'esecuzione dei rilievi), su una lunghezza ritenuta potenzialmente impattata in relazione alle operazioni previste se significative sulla base della tipologia di alveo interessato.



Criteria per la definizione della qualità delle acque

Solidi sospesi totali

Sono elencate di seguito alcune raccomandazioni cui attenersi nella definizione dei livelli e della persistenza delle concentrazioni di solidi sospesi totali che non possono essere superate nelle acque rilasciate a valle dell'invaso durante operazioni di svasso, sfangamento e spurgo, ai fini della prevenzione e tutela delle risorse idriche a valle dello sbarramento, della fauna acquatica e dell'ecosistema dei corpi idrici compresi nell'area d'influenza.

I valori soglia sono calcolati in base alle caratteristiche idrologiche, turbidimetriche e dell'ecosistema dei corpi idrici coinvolti, tenendo in considerazione la tipologia di operazioni da effettuare e relative modalità di attuazione, nonché gli effetti potenziali sugli ecosistemi, stimati per ogni operazione.

I limiti sono definiti per ciascun corpo idrico compreso nell'area d'influenza, secondo le caratteristiche specifiche e le necessità di tutela.

Per la definizione dei valori soglia di solidi sospesi totali è necessario che a ogni concentrazione fissata sia legata anche una durata massima della stessa.

Per definire il regime di riferimento delle concentrazioni dei solidi sospesi totali a valle, che indirizzano le operazioni, è possibile ricostruire l'andamento delle portate torbide a monte dell'invaso.

A tal fine, ci si basa sulla ricostruzione dell'andamento delle portate torbide durante gli eventi di piena/morbida naturali. I valori di riferimento dei solidi sospesi in condizioni naturali, per ciascun corso d'acqua, sono determinati analizzando gli andamenti delle durate e delle concentrazioni di una serie robusta di misure strumentali di concentrazione (NTU e/o mg/L), opportunamente tarate con specifici campionamenti, effettuate durante le morbide e le piene naturali in sezioni significative del corso d'acqua, associate alla misura di portata transitata. In assenza di una serie storica di adeguata lunghezza, le concentrazioni di riferimento possono essere determinate utilizzando i valori massimi di concentrazione solida registrati in corpi idrici che presentino caratteristiche di somiglianza idrologica e di produzione solida con il corpo idrico oggetto delle operazioni.

Nelle more della definizione di tali regimi di riferimento, ci si riferisce alle concentrazioni dei solidi sospesi totali attraverso uno dei seguenti approcci:

1. definizione di dosi (concentrazione per tempo di esposizione) di solidi sospesi totali in relazione agli effetti su uno o più organismi, comunità target o su altri aspetti dell'ecosistema (es. habitat) sulla base di approcci scientifici consolidati. La definizione di tali valori soglia garantisce la tutela di comunità chiave dell'ecosistema e può contribuire alla tutela dell'ambiente fluviale nella sua interezza.

I valori empirici (relazioni dose/effetto) derivanti da esperienze precedenti sullo specifico sistema idrico, possono essere utilizzati per individuare l'intervallo di concentrazione entro il quale la perturbazione esercitata sulle biocenosi acquatiche sia tale da non provocare alterazioni e/o danni permanenti.

Qualora dai risultati delle indagini chimiche sulla colonna d'acqua e sui sedimenti si evidenzia il rischio di repentine diminuzioni di ossigeno disciolto come conseguenza dello svasso totale e della fuoriuscita di sedimenti, è necessario ricorrere a un modello di regressione tra la concentrazione dei solidi sospesi totali rilevabili nel corpo idrico di valle e la diminuzione di ossigeno disciolto, al fine di non provocare riduzioni inaccettabili della concentrazione di ossigeno disciolto nelle acque a valle dello sbarramento;

2. estrapolazione dei valori soglia da normative o direttive regionali in vigore. Nel caso in cui la regione competente non abbia individuato valori soglia attraverso atti normativi, pianificatori



- o di indirizzo, è possibile tenere in considerazione le concentrazioni fissate da altre regioni, se queste sono compatibili con la tutela dei corpi idrici coinvolti dalle operazioni;
3. calcolo delle concentrazioni di riferimento attraverso elaborazioni specifiche mediante l'utilizzo di ulteriori metodi scientificamente fondati, sufficientemente sperimentati e documentati.

Ossigeno disciolto

Le concentrazioni di ossigeno disciolto sono definite in Tabella 3 in base alle indicazioni di US-EPA, 1986²¹.

Il valore minimo giornaliero corrisponde alla minima concentrazione di ossigeno disciolto misurata nell'arco di 24 ore.

La media dei minimi per l'intera durata delle operazioni rispetta i limiti indicati in Tabella 3. Dopo sette giorni, il valore medio dei minimi viene calcolato come media mobile. Detti valori devono essere adattati in relazione alle condizioni idrologiche e ambientali locali.

Tabella 3. Valori di concentrazione di ossigeno disciolto (mg/L O₂) medi e minimi per il periodo di riferimento

	Acque salmonicole o ciprinicole reofile	Acque ciprinicole
Minima giornaliera	4,0	3,0
Media dei minimi	5,0	4,0

Detti valori vanno adattati in relazione alle condizioni idrologiche e ambientali locali.

Nel caso in cui le operazioni si svolgano durante il periodo riproduttivo della fauna ittica, a tutela degli stadi giovanili devono essere calcolati limiti più restrittivi, sulla base di studi sito-specifici pregressi o elaborazioni basate su pubblicazioni scientifiche.

Azoto ammoniacale

L'ammoniaca è inclusa tra i parametri da monitorare durante un'operazione di svaso, sfangamento o spurgo qualora, sulla base dei risultati delle indagini effettuate per la caratterizzazione di cui all'Allegato 1, il parametro risulti tra quelli maggiormente influenzati dalle operazioni di rilascio di sedimenti a valle.

I valori limite da non superare nel corso delle operazioni sono definiti in base alle indicazioni di US-EPA (2013)²², che individuano i criteri acuti e cronici adeguati alla tutela della vita acquatica.

Poiché la tossicità dell'ammoniaca dipende dal pH e dalla temperatura dell'acqua, i valori limite devono essere stabiliti in funzione di tali parametri, utilizzando le tabelle seguenti.

Per le sostanze inquinanti si fa riferimento agli standard di qualità ambientale di cui all'Allegato 1 della parte terza del decreto legislativo 3 aprile 2006, n.152.

²¹ 12 US-EPA, 1986. Quality criteria for water. U.S. Environmental Protection Agency, Office of Water. EPA 440/5-86-001.

²² US-EPA, 2013. Aquatic Life Ambient Water Quality Criteria For Ammonia – Freshwater 2013. U.S. Environmental Protection Agency, Office of Water. EPA-822-R-13-001.



Tabella 4. Concentrazione media oraria di azoto ammoniacale (mg/L) ammissibile, in presenza di salmonidi, in funzione di pH e temperatura.

pH	0-14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
6,5	33	33	32	29	27	25	23	21	19	18	16	15	14	13	12	11	9,9
6,6	31	31	30	28	26	24	22	20	18	17	16	14	13	12	11	10	9,5
6,7	30	30	29	27	24	22	21	19	18	16	15	14	13	12	11	9,8	9,0
6,8	28	28	27	25	23	21	20	18	17	15	14	13	12	11	10	9,2	8,5
6,9	26	26	25	23	21	20	18	17	15	14	13	12	11	10	9,4	8,6	7,9
7,0	24	24	23	21	20	18	17	15	14	13	12	11	10	9,4	8,6	8,0	7,3
7,1	22	22	21	20	18	17	15	14	13	12	11	10	9,3	8,5	7,9	7,2	6,7
7,2	20	20	19	18	16	15	14	13	12	11	9,8	9,1	8,3	7,7	7,1	6,5	6,0
7,3	18	18	17	16	14	13	12	11	10	9,5	8,7	8,0	7,4	6,8	6,3	5,8	5,3
7,4	15	15	15	14	13	12	11	9,8	9,0	8,3	7,7	7,0	6,5	6,0	5,5	5,1	4,7
7,5	13	13	13	12	11	10	9,2	8,5	7,8	7,2	6,6	6,1	5,6	5,2	4,8	4,4	4,0
7,6	11	11	11	10	9,3	8,6	7,9	7,3	6,7	6,2	5,7	5,2	4,8	4,4	4,1	3,8	3,5
7,7	9,6	9,6	9,3	8,6	7,9	7,3	6,7	6,2	5,7	5,2	4,8	4,4	4,1	3,8	3,5	3,2	3,0
7,8	8,1	8,1	7,9	7,2	6,7	6,1	5,6	5,2	4,8	4,4	4,0	3,7	3,4	3,2	2,9	2,7	2,5
7,9	6,8	6,8	6,6	6,0	5,6	5,1	4,7	4,3	4,0	3,7	3,4	3,1	2,9	2,6	2,4	2,2	2,1
8,0	5,6	5,6	5,4	5,0	4,6	4,2	3,9	3,6	3,3	3,0	2,8	2,6	2,4	2,2	2,0	1,9	1,7
8,1	4,6	4,6	4,5	4,1	3,8	3,5	3,2	3,0	2,7	2,5	2,3	2,1	2,0	1,8	1,7	1,5	1,4
8,2	3,8	3,8	3,7	3,5	3,1	2,9	2,7	2,4	2,3	2,1	1,9	1,8	1,6	1,5	1,4	1,3	1,2
8,3	3,1	3,1	3,1	2,8	2,6	2,4	2,2	2,0	1,9	1,7	1,6	1,4	1,3	1,2	1,1	1,0	0,96
8,4	2,6	2,6	2,5	2,3	2,1	2,0	1,8	1,7	1,5	1,4	1,3	1,2	1,1	1,0	0,93	0,86	0,79
8,5	2,1	2,1	2,1	1,9	1,8	1,6	1,5	1,4	1,3	1,2	1,1	0,98	0,90	0,83	0,77	0,71	0,65
8,6	1,8	1,8	1,7	1,6	1,5	1,3	1,2	1,1	1,0	0,96	0,88	0,81	0,75	0,69	0,63	0,59	0,54
8,7	1,5	1,5	1,4	1,3	1,2	1,1	1,0	0,94	0,87	0,80	0,74	0,68	0,62	0,57	0,53	0,49	0,45
8,8	1,2	1,2	1,2	1,1	1,0	0,93	0,86	0,79	0,73	0,67	0,62	0,57	0,52	0,48	0,44	0,41	0,37
8,9	1,0	1,0	1,0	0,93	0,85	0,79	0,72	0,67	0,61	0,56	0,52	0,48	0,44	0,40	0,37	0,34	0,32
9,0	0,88	0,88	0,86	0,79	0,73	0,67	0,62	0,57	0,52	0,48	0,44	0,41	0,37	0,34	0,32	0,29	0,27

Tabella 5. Concentrazione media oraria di azoto ammoniacale (mg/L), in assenza di salmonidi, in funzione di pH e temperatura.

pH	0-10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
6,5	51	48	44	41	37	34	32	29	27	25	23	21	19	18	16	15	14	13	12	11	9,9
6,6	49	46	42	39	36	33	30	28	26	24	22	20	18	17	16	14	13	12	11	10	9,5
6,7	46	44	40	37	34	31	29	27	24	22	21	19	18	16	15	14	13	12	11	9,8	9,0
6,8	44	41	38	35	32	30	27	25	23	21	20	18	17	15	14	13	12	11	10	9,2	8,5
6,9	41	38	35	32	30	28	25	23	21	20	18	17	15	14	13	12	11	10	9,4	8,6	7,9
7,0	38	35	33	30	28	25	23	21	20	18	17	15	14	13	12	11	10	9,4	8,6	7,9	7,3
7,1	34	32	30	27	25	23	21	20	18	17	15	14	13	12	11	10	9,3	8,5	7,9	7,2	6,7
7,2	31	29	27	25	23	21	19	18	16	15	14	13	12	11	9,8	9,1	8,3	7,7	7,1	6,5	6,0
7,3	27	26	24	22	20	18	17	16	14	13	12	11	10	9,5	8,7	8,0	7,4	6,8	6,3	5,8	5,3
7,4	24	22	21	19	18	16	15	14	13	12	11	9,8	9,0	8,3	7,7	7,0	6,5	6,0	5,5	5,1	4,7
7,5	21	19	18	17	15	14	13	12	11	10	9,2	8,5	7,8	7,2	6,6	6,1	5,6	5,2	4,8	4,4	4,0
7,6	18	17	15	14	13	12	11	10	9,3	8,6	7,9	7,3	6,7	6,2	5,7	5,2	4,8	4,4	4,1	3,8	3,5
7,7	15	14	13	12	11	10	9,3	8,6	7,9	7,3	6,7	6,2	5,7	5,2	4,8	4,4	4,1	3,8	3,5	3,2	2,9
7,8	13	12	11	10	9,3	8,5	7,9	7,2	6,7	6,1	5,6	5,2	4,8	4,4	4,0	3,7	3,4	3,2	2,9	2,7	2,5
7,9	11	9,9	9,1	8,4	7,7	7,1	6,6	3,0	5,6	5,1	4,7	4,3	4,0	3,7	3,4	3,1	2,9	2,6	2,4	2,2	2,1
8,0	8,8	8,2	7,6	7,0	6,4	5,9	5,4	5,0	4,6	4,2	3,9	3,6	3,3	3,0	2,8	2,6	2,4	2,2	2,0	1,9	1,7
8,1	7,2	6,8	6,3	5,8	5,3	4,9	4,5	4,1	3,8	3,5	3,2	3,0	2,7	2,5	2,3	2,1	2,0	1,8	1,7	1,5	1,4
8,2	6,0	5,6	5,2	4,8	4,4	4,0	3,7	3,4	3,1	2,9	2,7	2,4	2,3	2,1	1,9	1,8	1,6	1,5	1,4	1,3	1,2
8,3	4,9	4,6	4,3	3,9	3,6	3,3	3,1	2,8	2,6	2,4	2,2	2,0	1,9	1,7	1,6	1,4	1,3	1,2	1,1	1,0	0,96
8,4	4,1	3,8	3,5	3,2	3,0	2,7	2,5	2,3	2,1	2,0	1,8	1,7	1,5	1,4	1,3	1,2	1,1	1,0	0,93	0,86	0,79
8,5	3,3	3,1	2,9	2,7	2,4	2,3	2,1	1,9	1,8	1,6	1,5	1,4	1,3	1,2	1,1	0,98	0,90	0,83	0,77	0,71	0,65
8,6	2,8	2,6	2,4	2,2	2,0	1,9	1,7	1,6	1,5	1,3	1,2	1,1	1,0	0,96	0,88	0,81	0,75	0,69	0,63	0,58	0,54



8,7	2,3	2,2	2,0	1,8	1,7	1,6	1,4	1,3	1,2	1,1	1,0	0,94	0,87	0,80	0,74	0,68	0,62	0,57	0,53	0,49	0,45
8,8	1,9	1,8	1,7	1,5	1,4	1,3	1,2	1,1	1,0	0,93	0,86	0,79	0,73	0,67	0,62	0,57	0,52	0,48	0,44	0,41	0,37
8,9	1,6	1,5	1,4	1,3	1,2	1,1	1,0	0,93	0,85	0,79	0,72	0,67	0,61	0,56	0,52	0,48	0,44	0,40	0,37	0,34	0,32
9,0	1,4	1,3	1,2	1,1	1,0	0,93	0,86	0,79	0,73	0,67	0,62	0,57	0,52	0,48	0,44	0,41	0,37	0,34	0,32	0,29	0,27

Tabella 6. Concentrazione media di azoto ammoniacale (mg/L) calcolata su 4 giorni in funzione di pH e temperatura (2,5 volte i valori cronici).

pH	0-7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
6,5	12,3	11,5	10,8	10,3	9,5	9,0	8,3	7,8	7,3	7,0	6,5	6,0	5,8	5,3	5,0	4,8	4,5	4,0	3,8	3,8	3,5	3,3	3,0	2,8
6,6	12,0	11,3	10,8	10,0	9,5	8,8	8,3	7,8	7,3	6,8	6,3	6,0	5,5	5,3	5,0	4,5	4,3	4,0	3,8	3,5	3,3	3,3	3,0	2,8
6,7	12,0	11,3	10,5	9,8	9,3	8,8	8,0	7,5	7,0	6,8	6,3	5,8	5,5	5,3	4,8	4,5	4,3	4,0	3,8	3,5	3,3	3,0	3,0	2,8
6,8	11,5	11,0	10,3	9,5	9,0	8,5	8,0	7,5	7,0	6,5	6,0	5,8	5,3	5,0	4,8	4,5	4,3	4,0	3,8	3,5	3,3	3,0	2,8	2,8
6,9	11,3	10,5	10,0	9,3	8,8	8,3	7,8	7,3	6,8	6,3	6,0	5,5	5,3	5,0	4,5	4,3	4,0	3,8	3,5	3,3	3,0	3,0	2,8	2,5
7,0	11,0	10,3	9,5	9,0	8,5	8,0	7,5	7,0	6,5	6,0	5,8	5,5	5,0	4,8	4,5	4,3	4,0	3,8	3,5	3,3	3,0	2,8	2,8	2,5
7,1	10,5	9,8	9,3	8,8	8,0	7,5	7,0	6,8	6,3	5,8	5,5	5,3	4,8	4,5	4,3	4,0	3,8	3,5	3,3	3,0	3,0	2,8	2,5	2,4
7,2	10,0	9,3	8,8	8,3	7,8	7,3	6,8	6,3	6,0	5,5	5,3	5,0	4,5	4,3	4,0	3,8	3,5	3,3	3,3	3,0	2,8	2,5	2,4	2,3
7,3	9,5	8,8	8,3	7,8	7,3	6,8	6,5	6,0	5,5	5,3	5,0	4,5	4,3	4,0	3,8	3,5	3,3	3,3	3,0	2,8	2,5	2,4	2,3	2,1
7,4	8,8	8,3	7,8	7,3	6,8	6,3	6,0	5,5	5,3	5,0	4,5	4,3	4,0	3,8	3,5	3,3	3,3	3,0	2,8	2,5	2,4	2,3	2,1	2,0
7,5	8,0	7,5	7,0	6,8	6,3	5,8	5,5	5,3	4,8	4,5	4,3	4,0	3,8	3,5	3,3	3,0	3,0	2,8	2,5	2,4	2,2	2,1	2,0	1,8
7,6	7,3	7,0	6,5	6,0	5,8	5,3	5,0	4,8	4,5	4,0	3,8	3,5	3,5	3,3	3,0	2,8	2,8	2,5	2,3	2,2	2,0	1,9	1,8	1,7
7,7	6,5	6,0	5,8	5,5	5,0	4,8	4,5	4,3	4,0	3,8	3,5	3,3	3,0	2,8	2,8	2,5	2,4	2,2	2,1	2,0	1,8	1,7	1,6	1,5
7,8	5,8	5,5	5,3	4,8	4,5	4,3	4,0	3,8	3,5	3,3	3,0	3,0	2,8	2,5	2,4	2,2	2,1	2,0	1,9	1,7	1,6	1,5	1,4	1,3
7,9	5,3	4,8	4,5	4,3	4,0	3,8	3,5	3,3	3,0	3,0	2,8	2,5	2,4	2,2	2,1	2,0	1,9	1,7	1,6	1,5	1,4	1,3	1,3	1,2
8,0	4,5	4,3	4,0	3,8	3,5	3,3	3,0	2,8	2,8	2,5	2,4	2,2	2,1	2,0	1,8	1,7	1,6	1,5	1,4	1,3	1,3	1,1	1,1	1,0
8,1	3,8	3,8	3,5	3,3	3,0	2,8	2,8	2,5	2,3	2,2	2,0	1,9	1,8	1,7	1,6	1,5	1,4	1,3	1,2	1,2	1,1	1,0	1,0	0,9
8,2	3,3	3,0	3,0	2,8	2,5	2,4	2,3	2,1	2,0	1,9	1,8	1,6	1,5	1,4	1,4	1,3	1,2	1,1	1,1	1,0	0,9	0,9	0,8	0,8
8,3	2,8	2,8	2,5	2,3	2,2	2,1	1,9	1,8	1,7	1,6	1,5	1,4	1,3	1,2	1,2	1,1	1,0	1,0	0,9	0,8	0,8	0,7	0,7	0,7
8,4	2,4	2,2	2,1	2,0	1,9	1,7	1,6	1,5	1,4	1,3	1,3	1,2	1,1	1,0	1,0	0,9	0,9	0,8	0,8	0,7	0,7	0,6	0,6	0,6
8,5	2,0	1,9	1,8	1,7	1,6	1,5	1,4	1,3	1,2	1,1	1,1	1,0	0,9	0,9	0,8	0,8	0,7	0,7	0,6	0,6	0,6	0,5	0,5	0,5
8,6	1,7	1,6	1,5	1,4	1,3	1,2	1,2	1,1	1,0	1,0	0,9	0,8	0,8	0,7	0,7	0,7	0,6	0,6	0,5	0,5	0,5	0,5	0,4	0,4
8,7	1,4	1,4	1,3	1,2	1,1	1,1	1,0	0,9	0,9	0,8	0,8	0,7	0,7	0,6	0,6	0,6	0,5	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,3
8,8	1,2	1,2	1,1	1,0	1,0	0,9	0,8	0,8	0,7	0,7	0,7	0,6	0,6	0,5	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3
8,9	1,1	1,0	0,9	0,9	0,8	0,8	0,7	0,7	0,6	0,6	0,6	0,5	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2
9,0	0,9	0,9	0,8	0,8	0,7	0,7	0,6	0,6	0,5	0,5	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2

Tabella 7. Concentrazione media di azoto ammoniacale (mg/L) calcolata come media mobile su 30 giorni in funzione di pH e temperatura.

pH	0-7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
6,5	4,9	4,6	4,3	4,1	3,8	3,6	3,3	3,1	2,9	2,8	2,6	2,4	2,3	2,1	2,0	1,9	1,8	1,6	1,5	1,5	1,4	1,3	1,2	1,1
6,6	4,8	4,5	4,3	4,0	3,8	3,5	3,3	3,1	2,9	2,7	2,5	2,4	2,2	2,1	2,0	1,8	1,7	1,6	1,5	1,4	1,3	1,3	1,2	1,1
6,7	4,8	4,5	4,2	3,9	3,7	3,5	3,2	3,0	2,8	2,7	2,5	2,3	2,2	2,1	1,9	1,8	1,7	1,6	1,5	1,4	1,3	1,2	1,2	1,1
6,8	4,6	4,4	4,1	3,8	3,6	3,4	3,2	3,0	2,8	2,6	2,4	2,3	2,1	2,0	1,9	1,8	1,7	1,6	1,5	1,4	1,3	1,2	1,1	1,1
6,9	4,5	4,2	4,0	3,7	3,5	3,3	3,1	2,9	2,7	2,5	2,4	2,2	2,1	2,0	1,8	1,7	1,6	1,5	1,4	1,3	1,2	1,2	1,1	1,0
7,0	4,4	4,1	3,8	3,6	3,4	3,2	3,0	2,8	2,6	2,4	2,3	2,2	2,0	1,9	1,8	1,7	1,6	1,5	1,4	1,3	1,2	1,1	1,1	0,99
7,1	4,2	3,9	3,7	3,5	3,2	3,0	2,8	2,7	2,5	2,3	2,2	2,1	1,9	1,8	1,7	1,6	1,5	1,4	1,3	1,2	1,2	1,1	1,0	0,95
7,2	4,0	3,7	3,5	3,3	3,1	2,9	2,7	2,5	2,4	2,2	2,1	2,0	1,8	1,7	1,6	1,5	1,4	1,3	1,3	1,2	1,1	1,0	0,96	0,90
7,3	3,8	3,5	3,3	3,1	2,9	2,7	2,6	2,4	2,2	2,1	2,0	1,8	1,7	1,6	1,5	1,4	1,3	1,3	1,2	1,1	1,0	0,97	0,91	0,85
7,4	3,5	3,3	3,1	2,9	2,7	2,5	2,4	2,2	2,1	2,0	1,8	1,7	1,6	1,5	1,4	1,3	1,3	1,2	1,1	1,0	0,96	0,90	0,85	0,79
7,5	3,2	3,0	2,8	2,7	2,5	2,3	2,2	2,1	1,9	1,8	1,7	1,6	1,5	1,4	1,3	1,2	1,2	1,1	1,0	0,95	0,89	0,83	0,78	0,73
7,6	2,9	2,8	2,6	2,4	2,3	2,1	2,0	1,9	1,8	1,6	1,5	1,4	1,4	1,3	1,2	1,1	1,1	0,98	0,92	0,86	0,81	0,76	0,71	0,67
7,7	2,6	2,4	2,3	2,2	2,0	1,9	1,8	1,7	1,6	1,5	1,4	1,3	1,2	1,1	1,1	1,0	0,94	0,88	0,83	0,78	0,73	0,68	0,64	0,60
7,8	2,3	2,2	2,1	1,9	1,8	1,7	1,6	1,5	1,4	1,3	1,2	1,2	1,1	1,0	0,95	0,89	0,84	0,79	0,74	0,69	0,65	0,61	0,57	0,53
7,9	2,1	1,9	1,8	1,7	1,6	1,5	1,4	1,3	1,2	1,2	1,1	1,0	0,95	0,89	0,84	0,79	0,74	0,69	0,65	0,61	0,57	0,53	0,50	0,47
8,0	1,8	1,7	1,6	1,5	1,4	1,3	1,2	1,1	1,1	1,0	0,94	0,88	0,83	0,78	0,73	0,68	0,64	0,60	0,56	0,53	0,50	0,44	0,44	0,41
8,1	1,5	1,5	1,4	1,3	1,2	1,1	1,1	0,99	0,92	0,87	0,81	0,76	0,71	0,67	0,63	0,59	0,55	0,52	0,49	0,46	0,43	0,40	0,38	0,35
8,2	1,3	1,2	1,2	1,1	1,0	0,96	0,90	0,84	0,79	0,74	0,70	0,65	0,61	0,57	0,54	0,50	0,47	0,44	0,42	0,39	0,37	0,34	0,32	0,30
8,3	1,1	1,1	0,99	0,93	0,87	0,82	0,76	0,72	0,67	0,63	0,59	0,55	0,52	0,49	0,46	0,43	0,40	0,38	0,35	0,33	0,31	0,29	0,27	0,26
8,4	0,95	0,89	0,84	0,79	0,74	0,69	0,65	0,61	0,57	0,53	0,50	0,47	0,44	0,41	0,39	0,36	0,34	0,32	0,30	0,28	0,26	0,25	0,23	0,22
8,5	0,80	0,75	0,71	0,67	0,62	0,58	0,55	0,51	0,48	0,45	0,42	0,40	0,37	0,35	0,33	0,31	0,29	0,27	0,25	0,24	0,22	0,21	0,20	0,18
8,6	0,68	0,64	0,60	0,56	0,53	0,49	0,46	0,43	0,41	0,38	0,36	0,33	0,31	0,29	0,28	0,26	0,24	0,23	0,21	0,20	0,19	0,18	0,16	0,15
8,7	0,57	0,54	0,51	0,47	0,44	0,42	0,39	0,37	0,34	0,32	0,30	0,28	0,27	0,25	0,23	0,22	0,21	0,19	0,18	0,17	0,16	0,15	0,14	0,13
8,8	0,49	0,46	0,43	0,40	0,38	0,35	0,33	0,31	0,29	0,27	0,26	0,24	0,23	0,21	0,20	0,19	0,17	0,16	0,15	0,14	0,13	0,13	0,12	0,11
8,9	0,42	0,39	0,37	0,34	0,32	0,30	0,28	0,27	0,25	0,23	0,22	0,21	0,19	0,18	0,17	0,16	0,15	0,14	0,13	0,12	0,12	0,11	0,10	0,09
9,0	0,36	0,34	0,32	0,30	0,28	0,26	0,24																	