



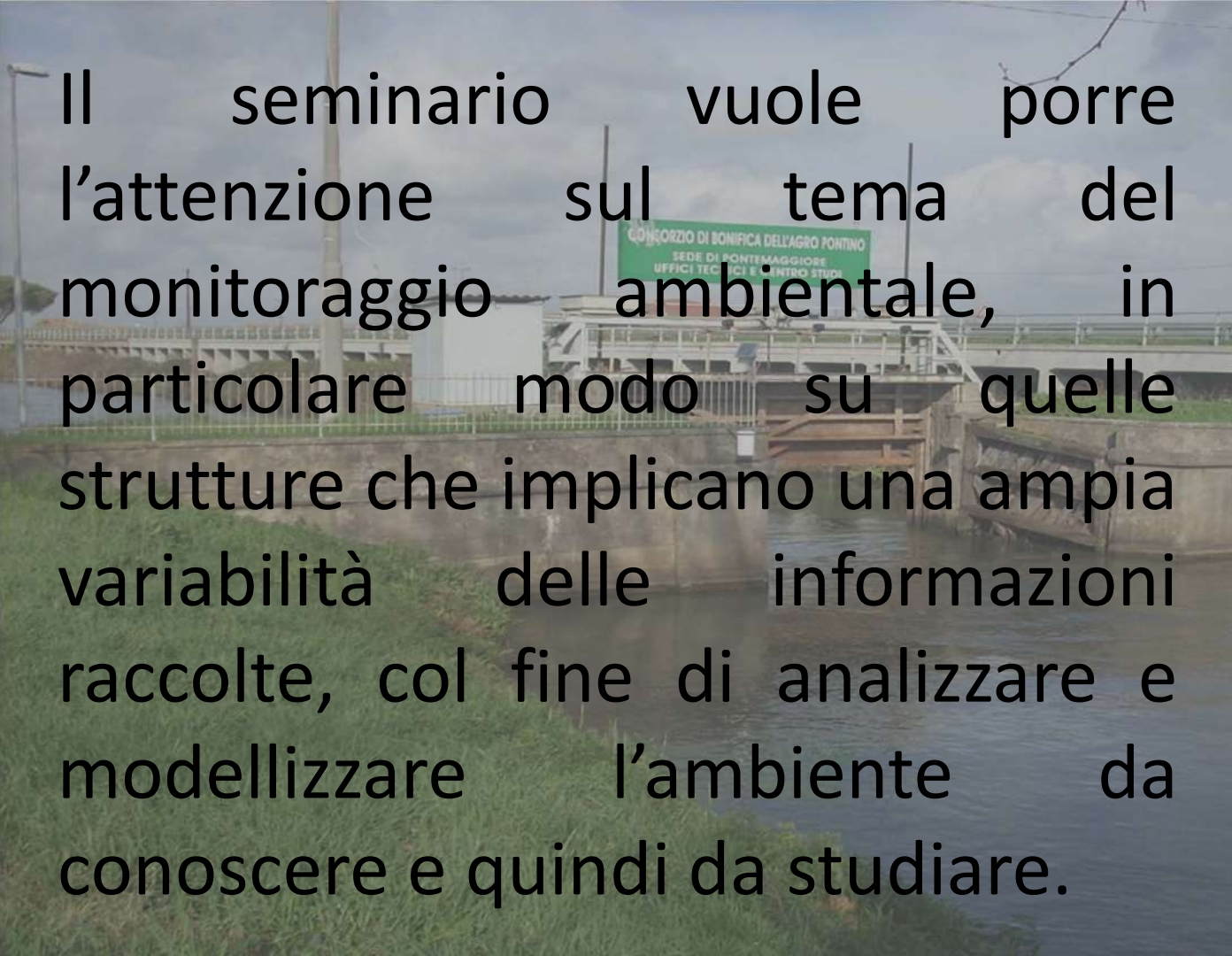
I sistemi di Monitoraggio Ambientale

applicazione, fattibilità e realizzazione

22 maggio 2020

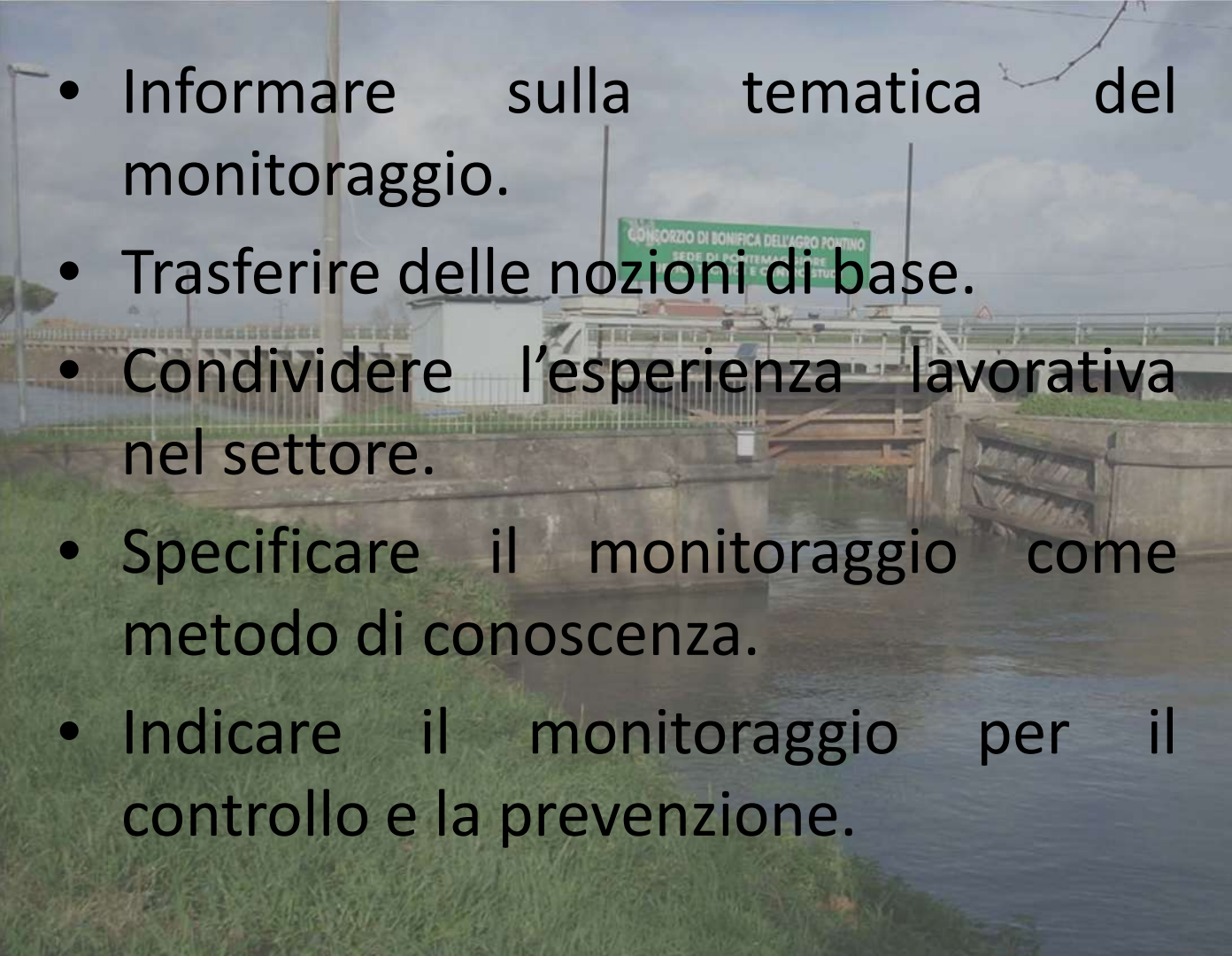
dott. geol. Fabio Zampetti

fabio.zampetti@gmail.com



Il seminario vuole porre l'attenzione sul tema del monitoraggio ambientale, in particolare modo su quelle strutture che implicano una ampia variabilità delle informazioni raccolte, col fine di analizzare e modellizzare l'ambiente da conoscere e quindi da studiare.

SCOPO DEL SEMINARIO

- 
- Informare sulla tematica del monitoraggio.
 - Trasferire delle nozioni di base.
 - Condividere l'esperienza lavorativa nel settore.
 - Specificare il monitoraggio come metodo di conoscenza.
 - Indicare il monitoraggio per il controllo e la prevenzione.

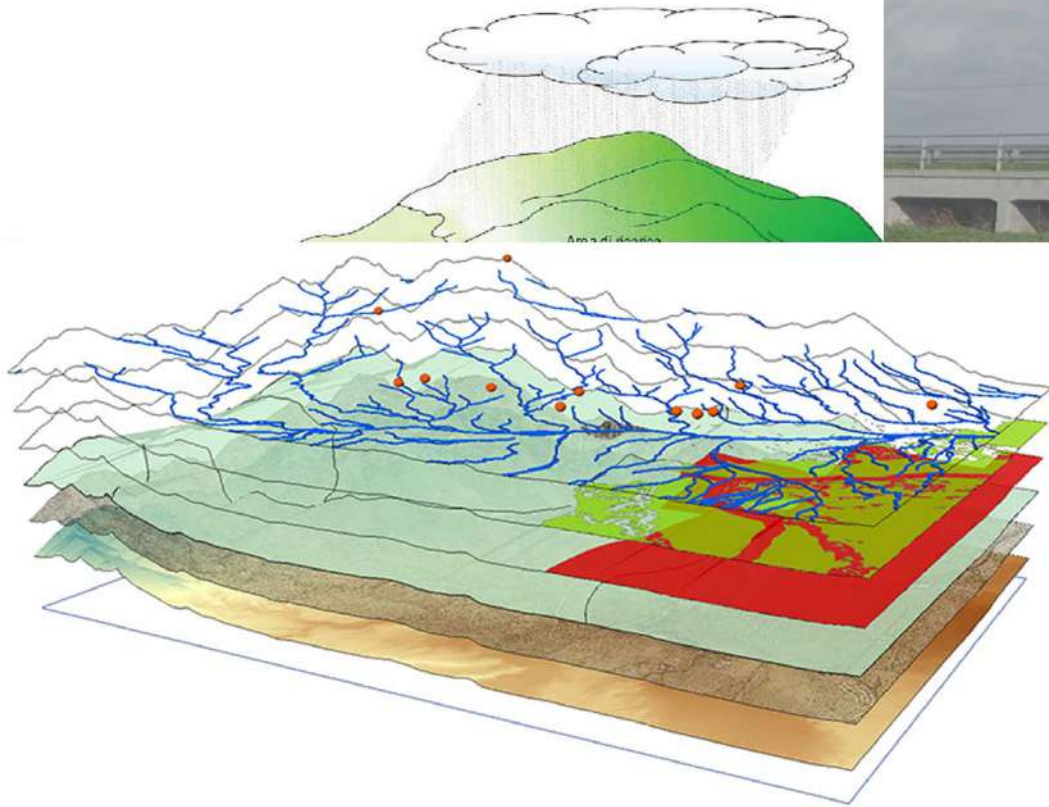
PERCHE'
DEL
SEMINARIO

Descrivendo:

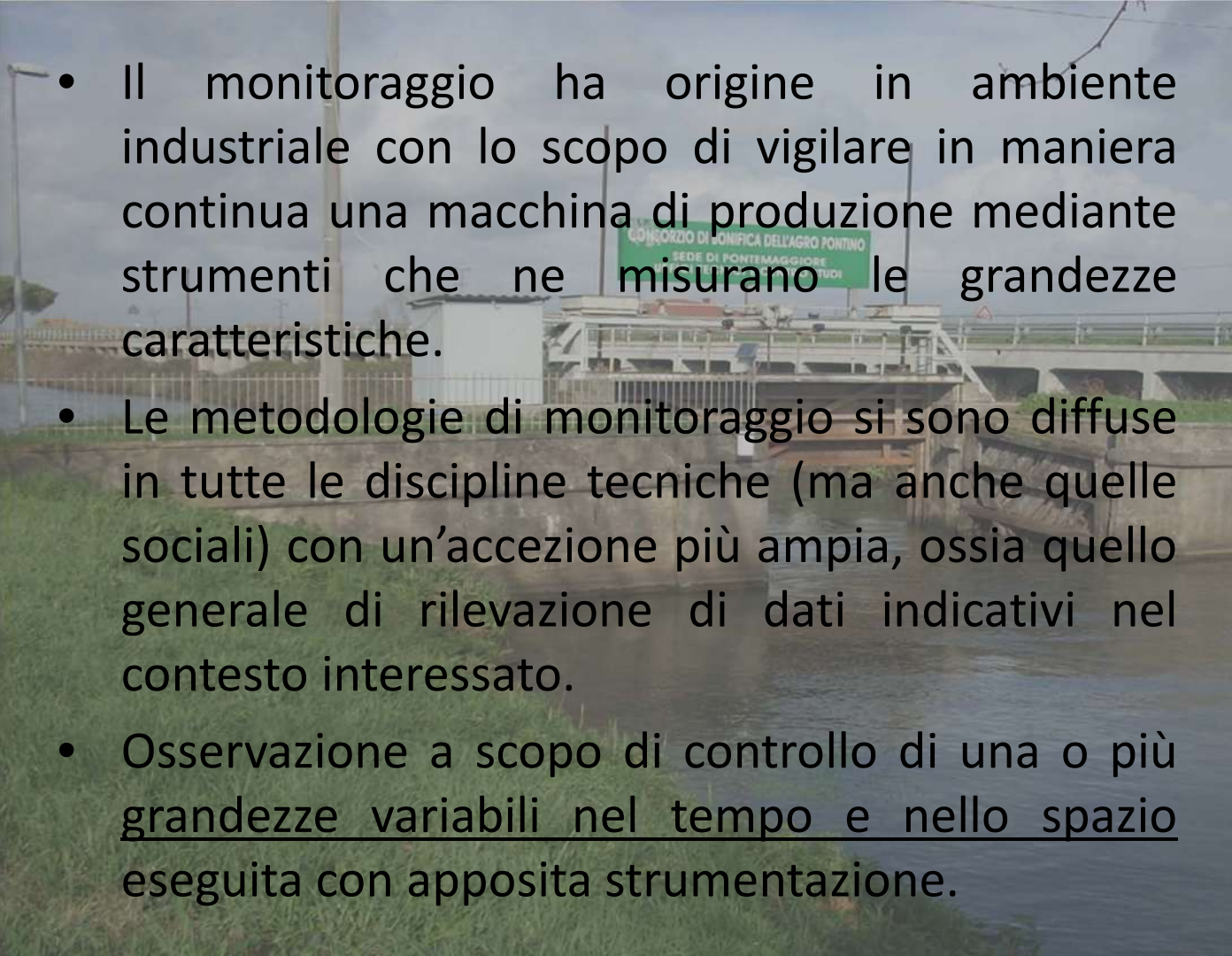
- la necessità del monitoraggio grazie anche alla strumentazione indispensabile;
- l'esperienza nello studio progettuale dei sistemi di monitoraggio in base alle condizioni esistenti;
- le scelte in fase di studio di fattibilità e realizzazione.

COME
FAREMO

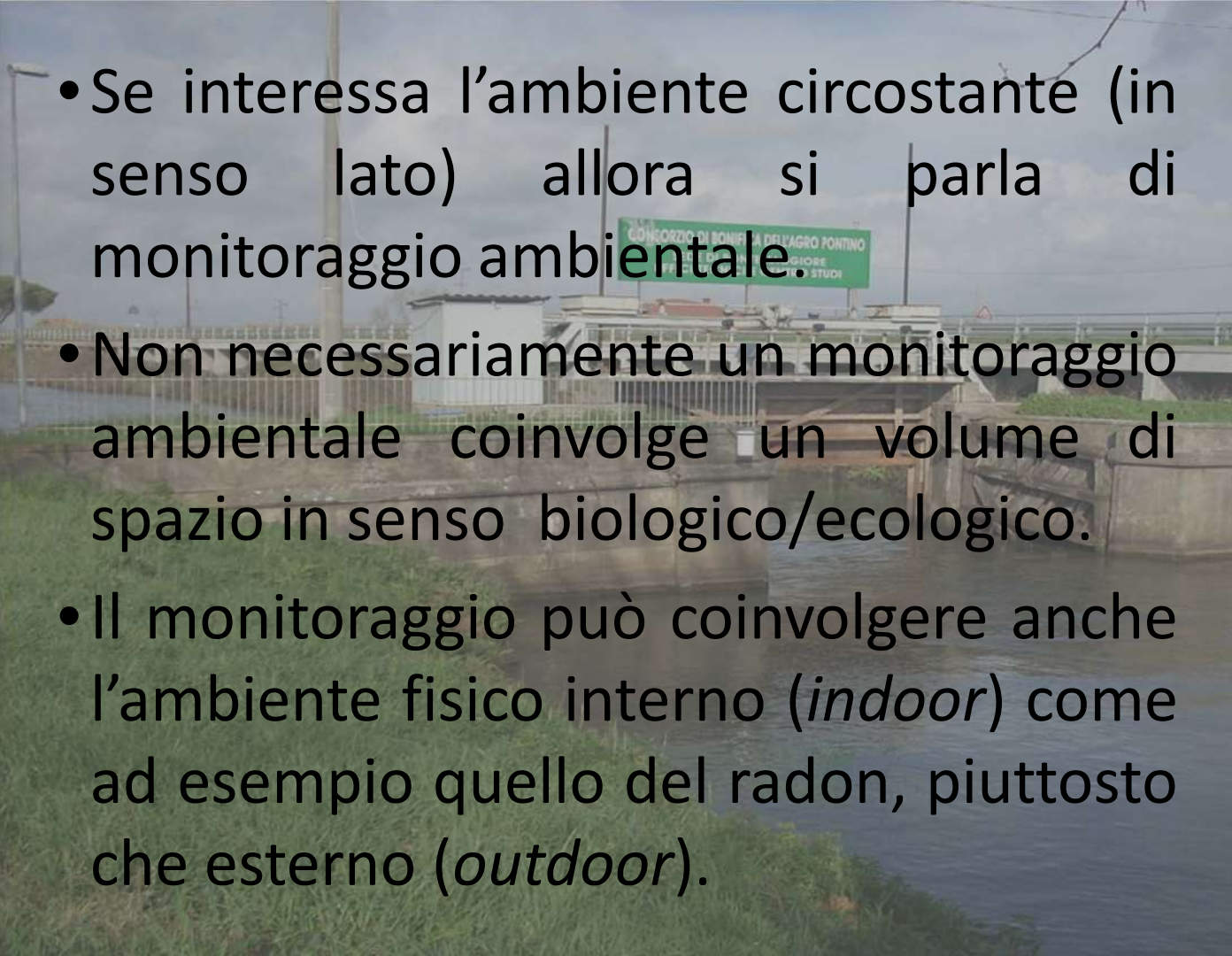
Sistema Petrolifero



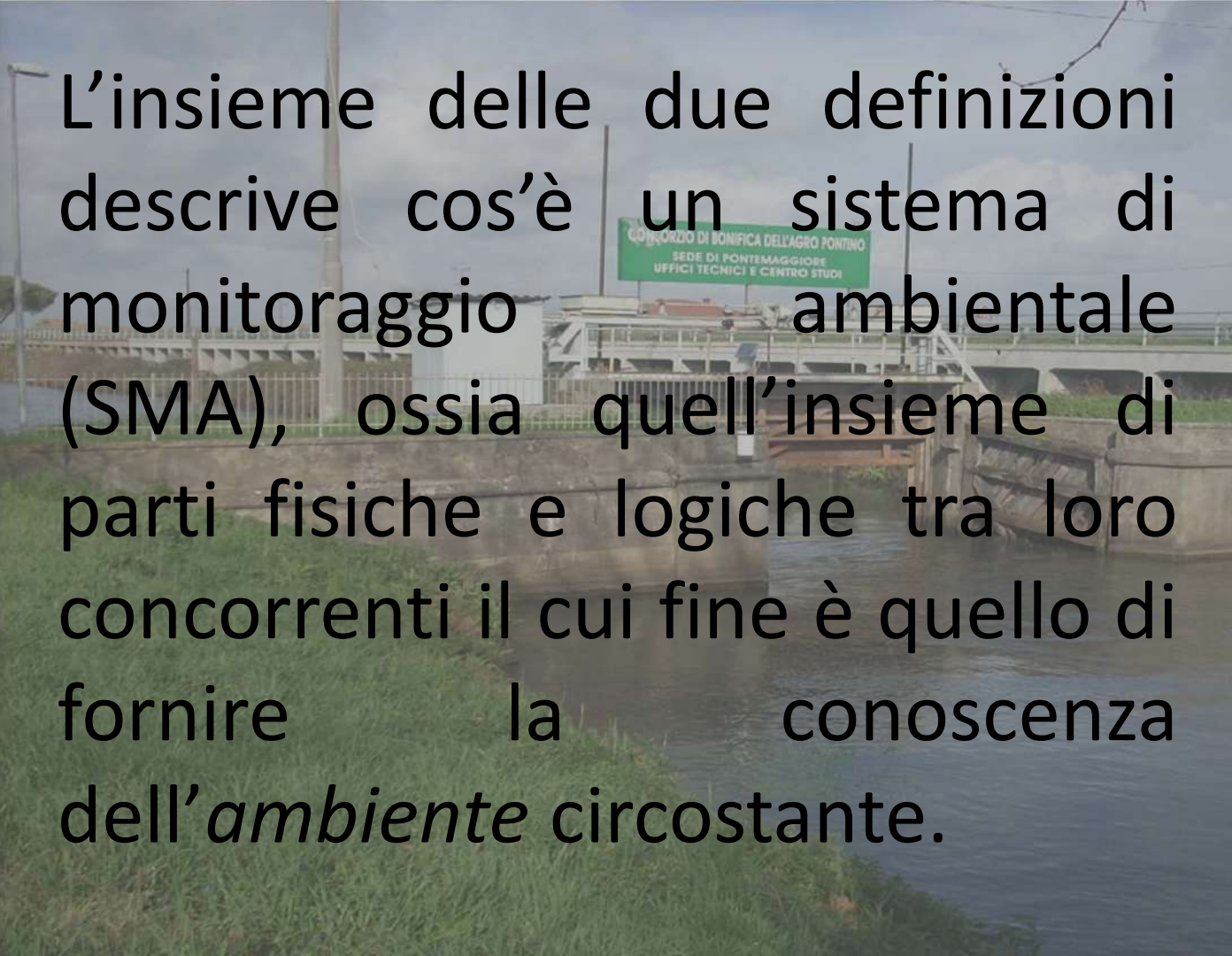
COS'È UN
SISTEMA

- 
- Il monitoraggio ha origine in ambiente industriale con lo scopo di vigilare in maniera continua una macchina di produzione mediante strumenti che ne misurano le grandezze caratteristiche.
 - Le metodologie di monitoraggio si sono diffuse in tutte le discipline tecniche (ma anche quelle sociali) con un'accezione più ampia, ossia quello generale di rilevazione di dati indicativi nel contesto interessato.
 - Osservazione a scopo di controllo di una o più grandezze variabili nel tempo e nello spazio eseguita con apposita strumentazione.

IL MONITORAGGIO

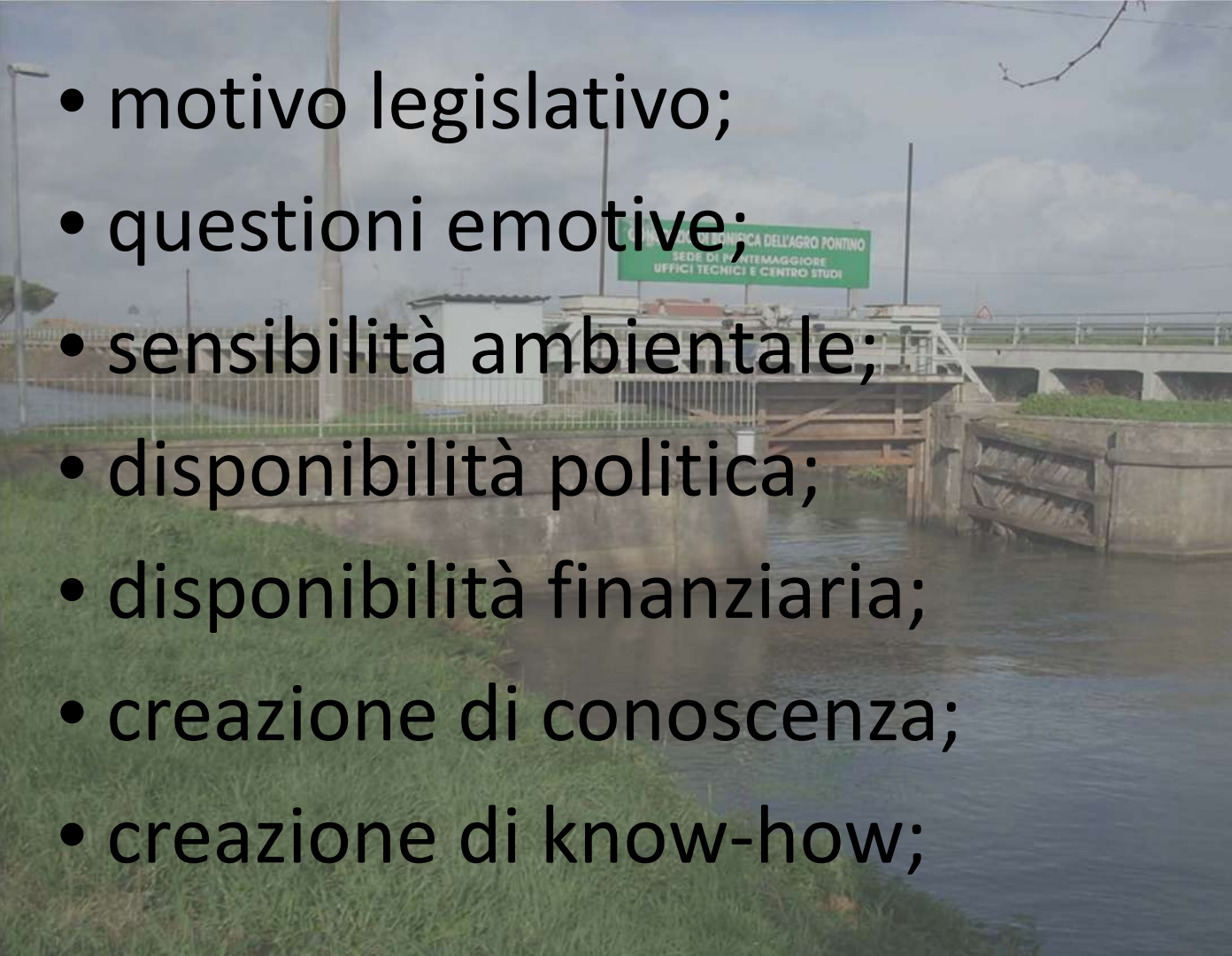
- 
- Se interessa l'ambiente circostante (in senso lato) allora si parla di monitoraggio ambientale.
 - Non necessariamente un monitoraggio ambientale coinvolge un volume di spazio in senso biologico/ecologico.
 - Il monitoraggio può coinvolgere anche l'ambiente fisico interno (*indoor*) come ad esempio quello del radon, piuttosto che esterno (*outdoor*).

IL MONITORAGGIO AMBIENTALE

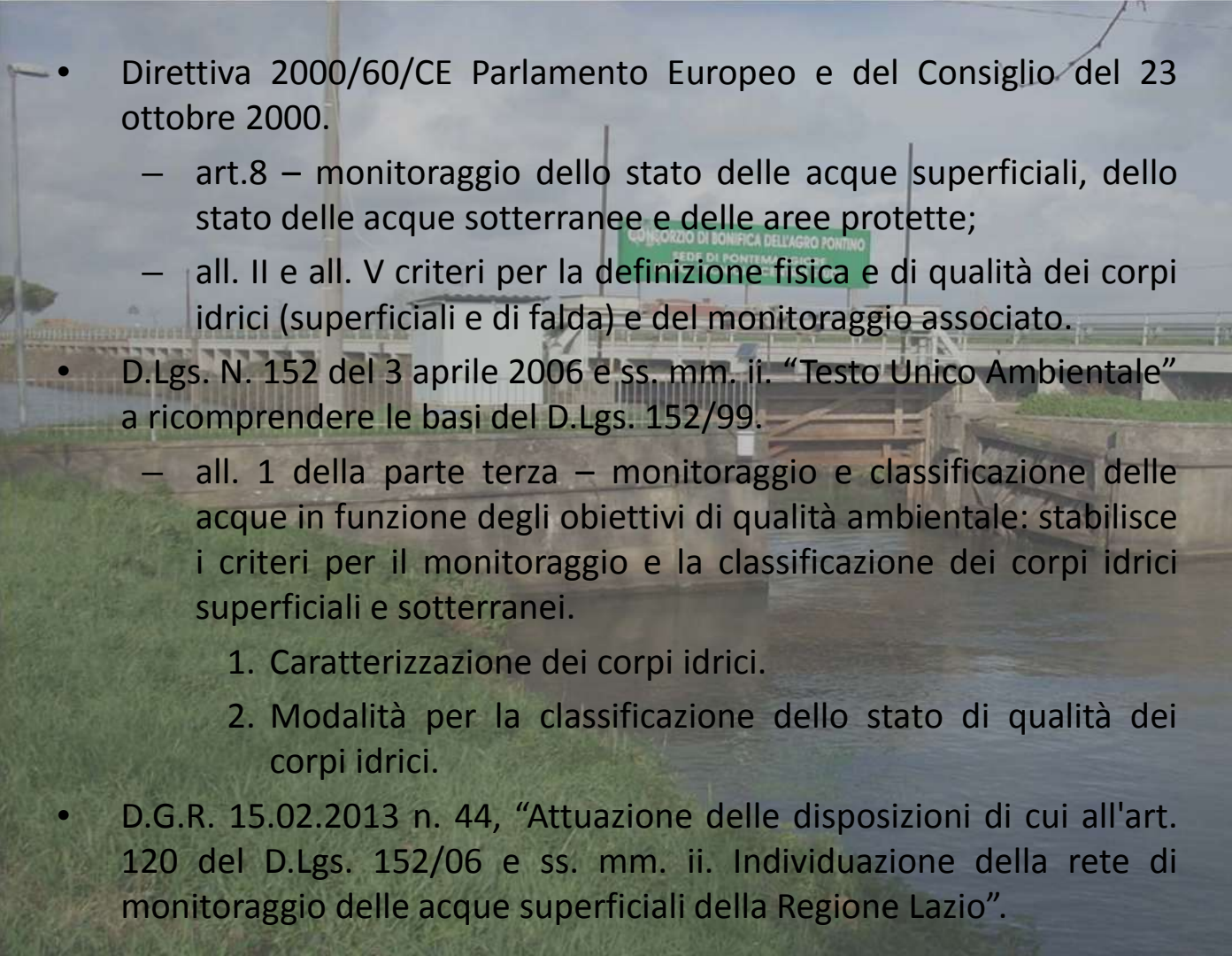


L'insieme delle due definizioni
descrive cos'è un sistema di
monitoraggio ambientale
(SMA), ossia quell'insieme di
parti fisiche e logiche tra loro
concorrenti il cui fine è quello di
fornire la conoscenza
dell'*ambiente* circostante.

IL
SISTEMA DI
MONITORAGGIO
AMBIENTALE

- 
- motivo legislativo;
 - questioni emotive;
 - sensibilità ambientale;
 - disponibilità politica;
 - disponibilità finanziaria;
 - creazione di conoscenza;
 - creazione di know-how;

PERCHE'
DEL
MONITORAGGIO
AMBIENTALE

- 
- Direttiva 2000/60/CE Parlamento Europeo e del Consiglio del 23 ottobre 2000.
 - art.8 – monitoraggio dello stato delle acque superficiali, dello stato delle acque sotterranee e delle aree protette;
 - all. II e all. V criteri per la definizione fisica e di qualità dei corpi idrici (superficiali e di falda) e del monitoraggio associato.
 - D.Lgs. N. 152 del 3 aprile 2006 e ss. mm. ii. “Testo Unico Ambientale” a ricomprendere le basi del D.Lgs. 152/99.
 - all. 1 della parte terza – monitoraggio e classificazione delle acque in funzione degli obiettivi di qualità ambientale: stabilisce i criteri per il monitoraggio e la classificazione dei corpi idrici superficiali e sotterranei.
 1. Caratterizzazione dei corpi idrici.
 2. Modalità per la classificazione dello stato di qualità dei corpi idrici.
 - D.G.R. 15.02.2013 n. 44, “Attuazione delle disposizioni di cui all'art. 120 del D.Lgs. 152/06 e ss. mm. ii. Individuazione della rete di monitoraggio delle acque superficiali della Regione Lazio”.

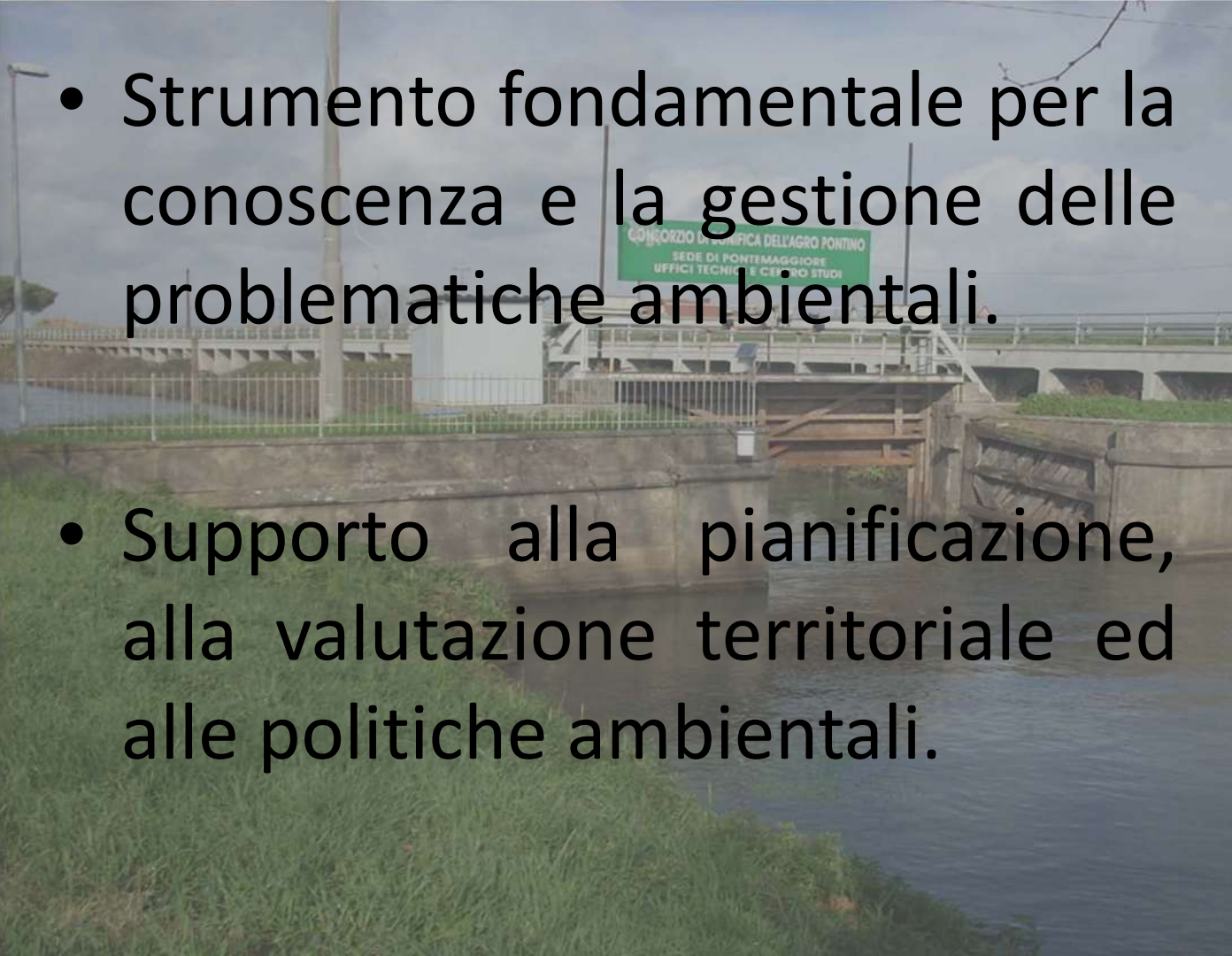
LA LEGISLAZIONE

2. MODALITA' PER LA CLASSIFICAZIONE DELLO STATO DI QUALITA' DEI CORPI IDRICI**A - STATO DELLE ACQUE SUPERFICIALI****A.1. Elementi qualitativi per la classificazione dello stato ecologico**

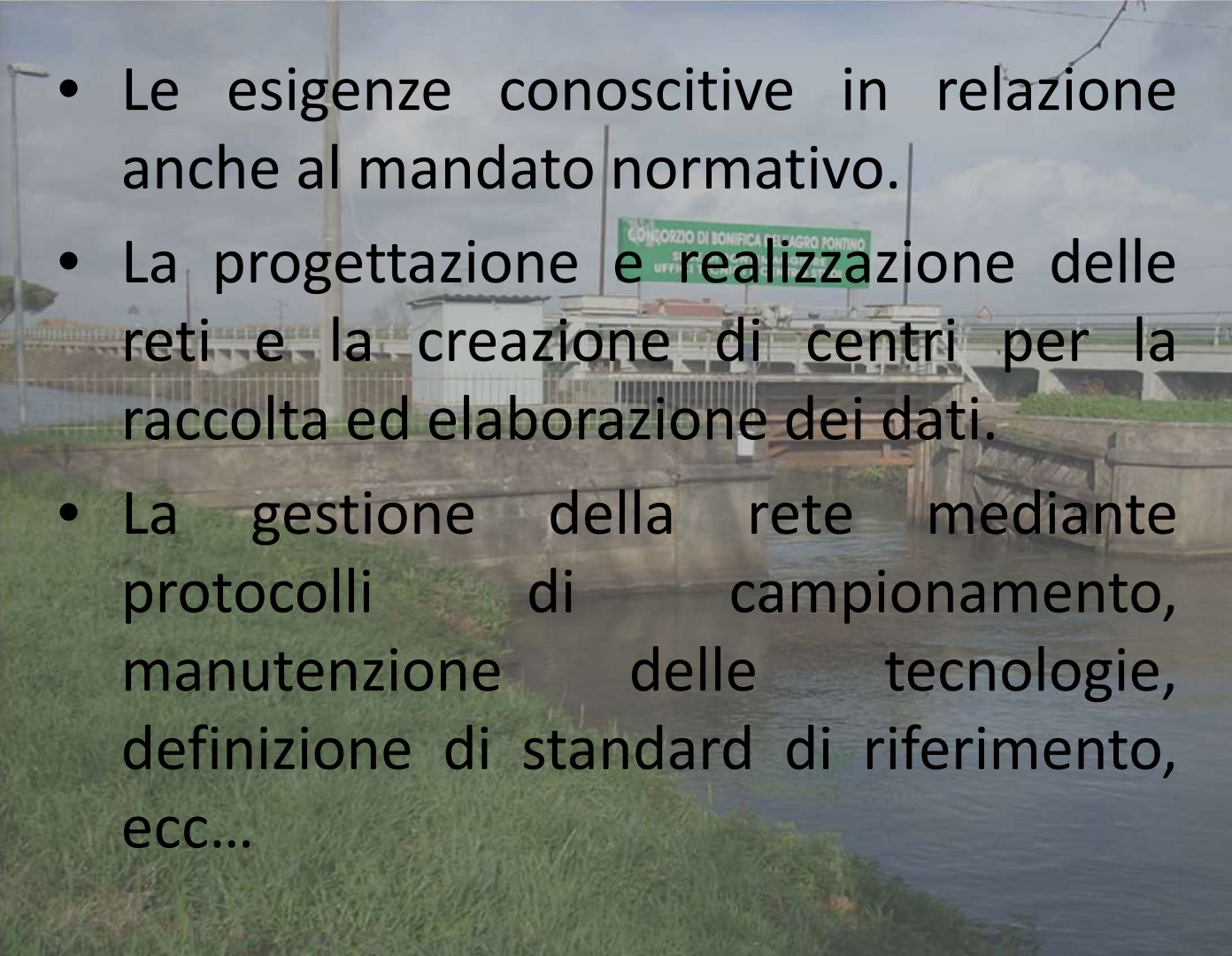
A.1.1 - Elementi qualitativi per la classificazione dello stato ecologico per fiumi, laghi, acque di transizione e acque marino-costiere.

	FIUMI	LAGHI	TRANSIZIONE	MARINO COSTIERE
ELEMENTI BIOLOGICI				
Composizione e abbondanza della flora acquatica	X			
Composizione e abbondanza dei macroinvertebrati bentonici. Per le acque marino-costiere segnalazione anche dei taxa sensibili.	X	X	X	X
Composizione e abbondanza della fauna ittica. Per i fiumi e i laghi individuazione anche della struttura di età della fauna ittica.	X	X	X	
Composizione e abbondanza e biomassa del fitoplankton. Per le acque marino-costiere segnalazione inoltre di fioriture di specie potenzialmente tossiche o nocive.		X	X	X
Composizione e abbondanza dell'altra flora acquatica. Per le acque marino-costiere individuazione anche della copertura della flora e segnalazione di taxa sensibili.		X	X	X
ELEMENTI IDROMORFOLOGICI A SOSTEGNO DEGLI ELEMENTI BIOLOGICI				
REGIME IDROLOGICO				
volume e dinamica del flusso idrico	X			
connessione con il corpo idrico sotterraneo	X	X		
escursioni di livello		X		
tempo di residenza		X		
REGIME DI MAREA				
flusso di acqua dolce			X	
Scambio con il mare			X	
Regime correntometrico				X
Continuità fluviale	X			
CONDIZIONI MORFOLOGICHE				
variazione della profondità e della larghezza del fiume	X			
struttura e substrato dell'alveo	X			
struttura della zona ripariale, e per i laghi anche della costa	X	X		
variazione della profondità		X		
struttura e tessitura del sedimento per i laghi. Natura e composizione del substrato per transizione e marino costiere		X	X	X
profondità			X	X
struttura della zona intertidale			X	
morfologia del fondale				X
ELEMENTI CHIMICI E FISICO-CHIMICI A SOSTEGNO DEGLI ELEMENTI BIOLOGICI				
Elementi generali				
Trasparenza		X	X	X
Condizioni termiche - Temperatura per marino costiere	X	X	X	X
Condizioni di ossigenazione - Ossigeno disciolto per marino costiere	X	X	X	X
Conducibilità	X	X		
Stato di acidificazione	X	X		
Condizioni dei nutrienti	X	X	X	X
Salinità			X	X
INQUINANTI SPECIFICI				
Inquinamento da altre sostanze non appartenenti all'elenco di priorità di cui è stato accertato lo scarico nel corpo idrico in quantità significative	X	X	X	X

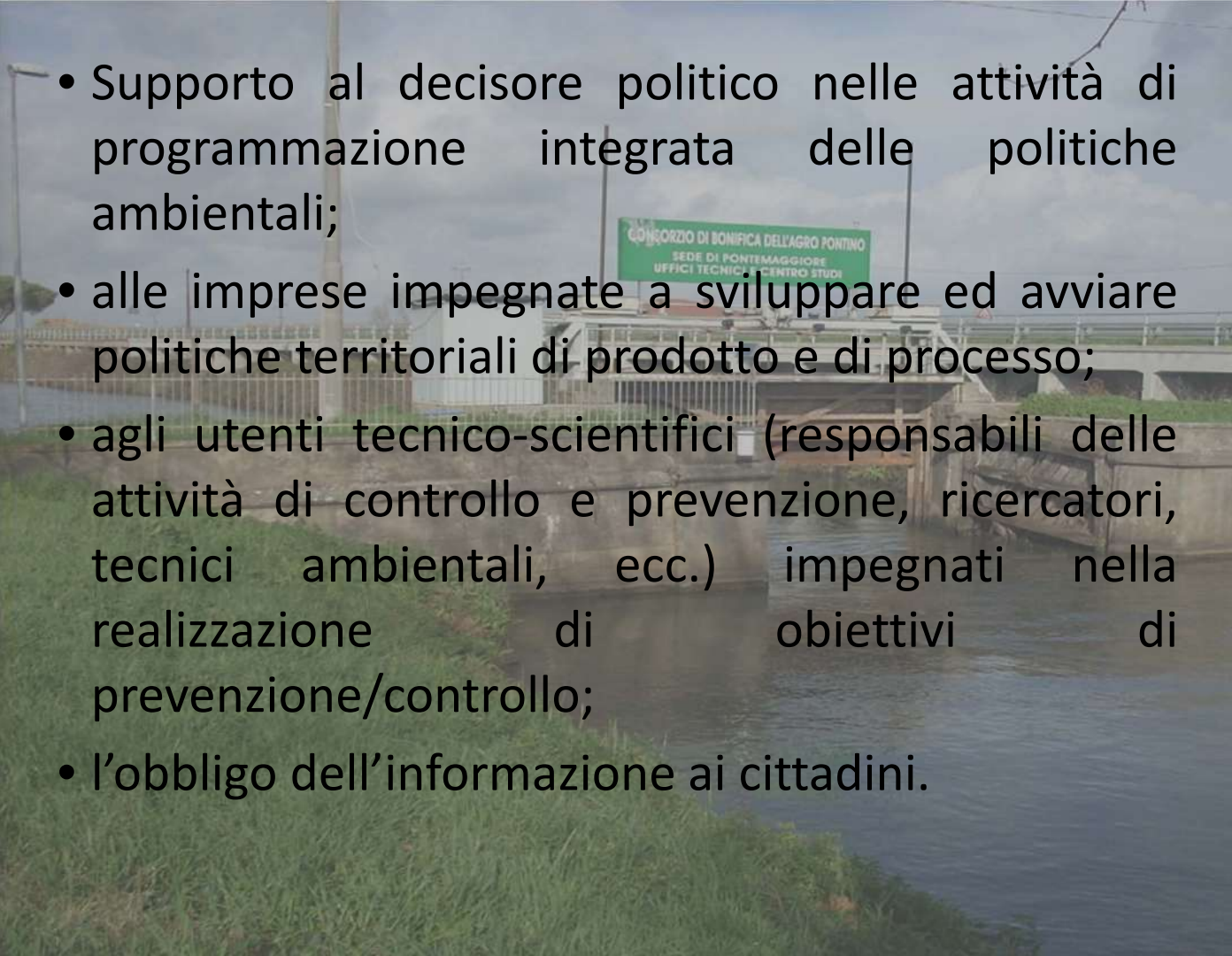
LA
LEGISLAZIONE

- 
- Strumento fondamentale per la conoscenza e la gestione delle problematiche ambientali.
 - Supporto alla pianificazione, alla valutazione territoriale ed alle politiche ambientali.

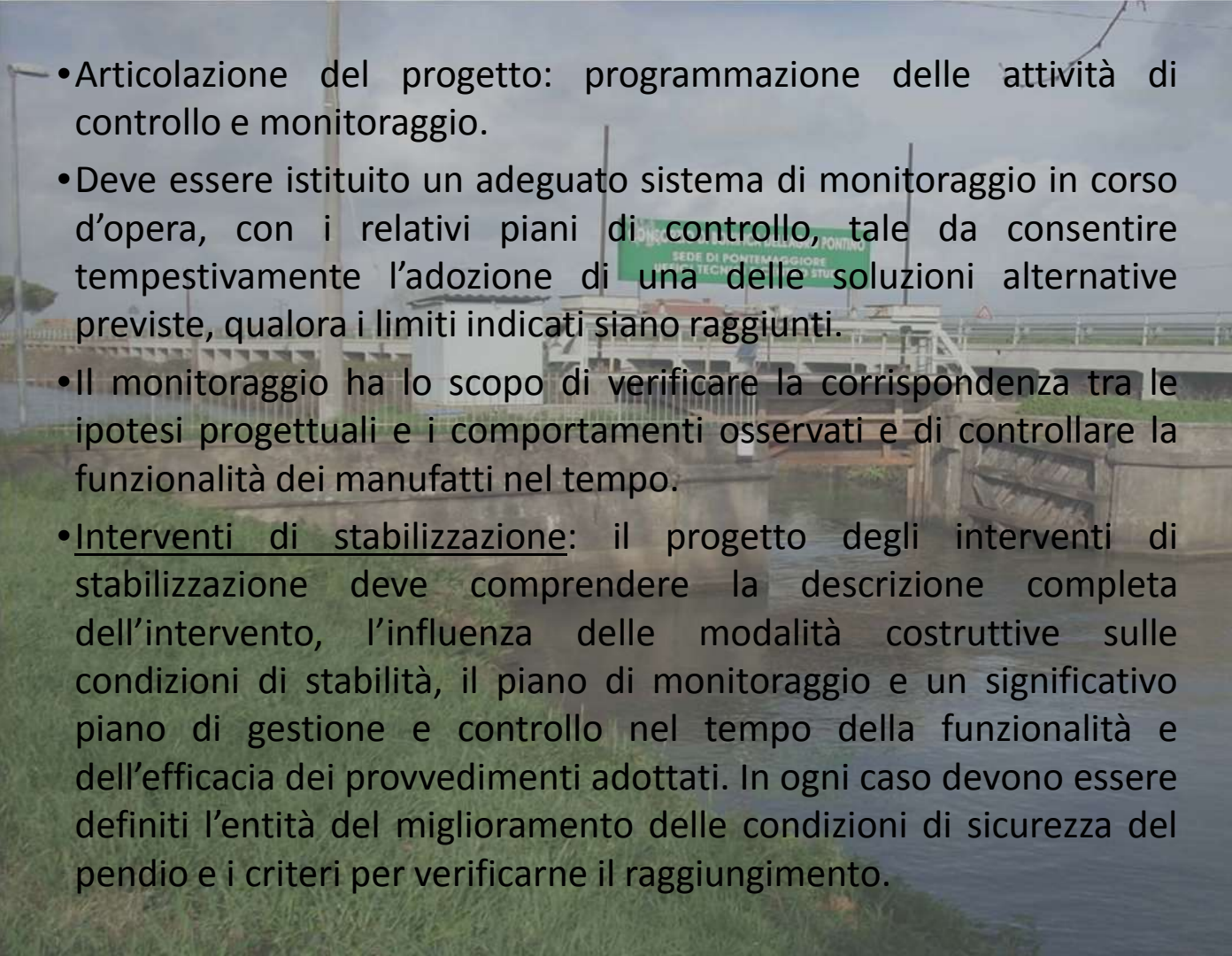
IN PRATICA
IL D.LGS.
152/06
DIVENTA

- 
- Le esigenze conoscitive in relazione anche al mandato normativo.
 - La progettazione e realizzazione delle reti e la creazione di centri per la raccolta ed elaborazione dei dati.
 - La gestione della rete mediante protocolli di campionamento, manutenzione delle tecnologie, definizione di standard di riferimento, ecc...

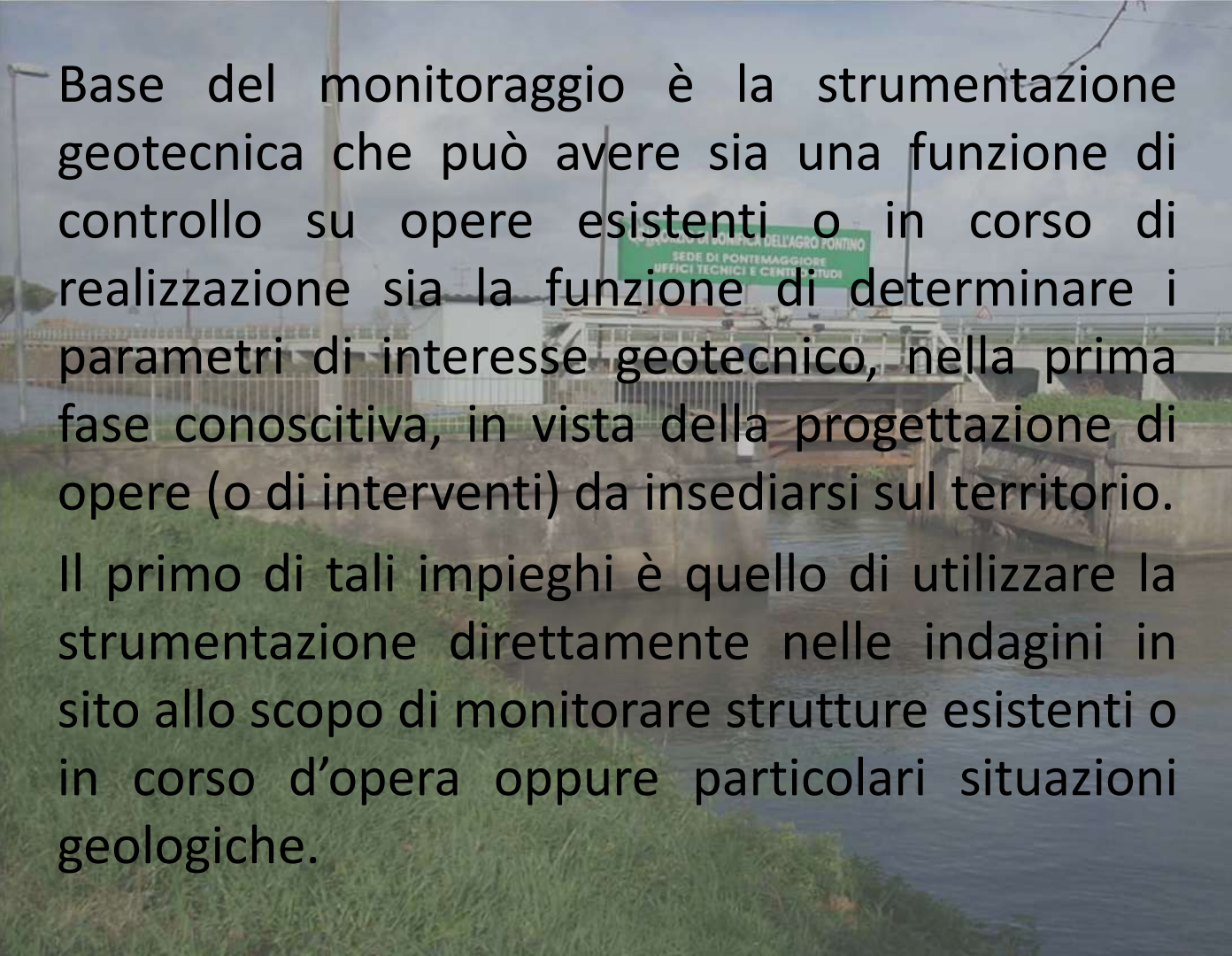
IN PRATICA
IL D.LGS.
152/06
DEFINISCE

- 
- Supporto al decisore politico nelle attività di programmazione integrata delle politiche ambientali;
 - alle imprese impegnate a sviluppare ed avviare politiche territoriali di prodotto e di processo;
 - agli utenti tecnico-scientifici (responsabili delle attività di controllo e prevenzione, ricercatori, tecnici ambientali, ecc.) impegnati nella realizzazione di obiettivi di prevenzione/controllo;
 - l'obbligo dell'informazione ai cittadini.

IN PRATICA
IL D.LGS.
152/06
FORNISCE

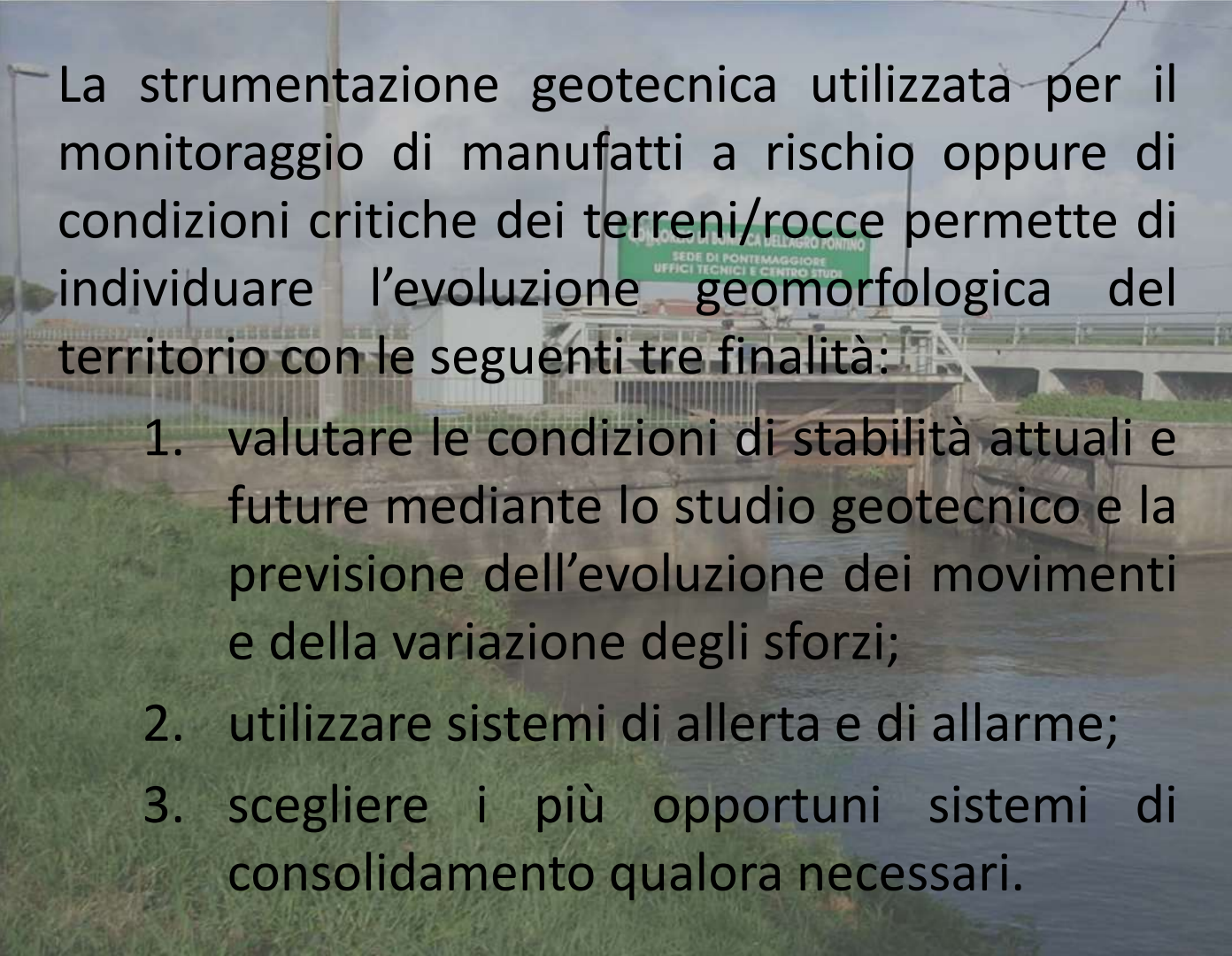
- 
- Articolazione del progetto: programmazione delle attività di controllo e monitoraggio.
 - Deve essere istituito un adeguato sistema di monitoraggio in corso d'opera, con i relativi piani di controllo, tale da consentire tempestivamente l'adozione di una delle soluzioni alternative previste, qualora i limiti indicati siano raggiunti.
 - Il monitoraggio ha lo scopo di verificare la corrispondenza tra le ipotesi progettuali e i comportamenti osservati e di controllare la funzionalità dei manufatti nel tempo.
 - Interventi di stabilizzazione: il progetto degli interventi di stabilizzazione deve comprendere la descrizione completa dell'intervento, l'influenza delle modalità costruttive sulle condizioni di stabilità, il piano di monitoraggio e un significativo piano di gestione e controllo nel tempo della funzionalità e dell'efficacia dei provvedimenti adottati. In ogni caso devono essere definiti l'entità del miglioramento delle condizioni di sicurezza del pendio e i criteri per verificarne il raggiungimento.

NTC 2018

The background image shows a bridge spanning a body of water, likely the Tyrrhenian Sea. In the distance, a green sign is visible on the bridge structure, which reads "GOVERNATO DI SINTICA DELL'AGRO PONTINO", "SEDE DI PONTEMAGGIORE", and "UFFICI TECNICI E CENTRI STUDI". The foreground features a grassy bank on the left and the calm water of the sea.

Base del monitoraggio è la strumentazione geotecnica che può avere sia una funzione di controllo su opere esistenti o in corso di realizzazione sia la funzione di determinare i parametri di interesse geotecnico, nella prima fase conoscitiva, in vista della progettazione di opere (o di interventi) da insediarsi sul territorio. Il primo di tali impieghi è quello di utilizzare la strumentazione direttamente nelle indagini in sito allo scopo di monitorare strutture esistenti o in corso d'opera oppure particolari situazioni geologiche.

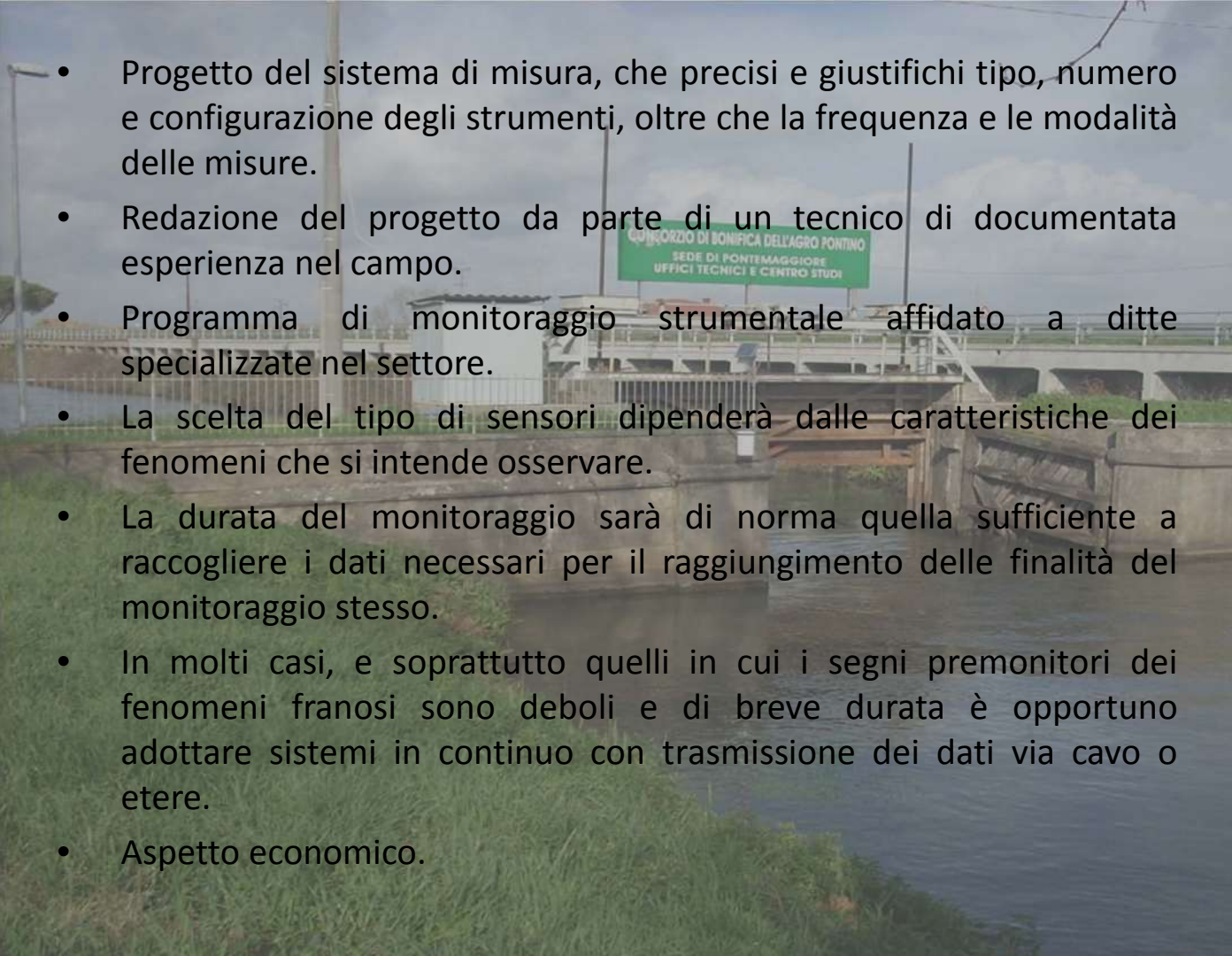
IL MONITORAGGIO GEOTECNICO



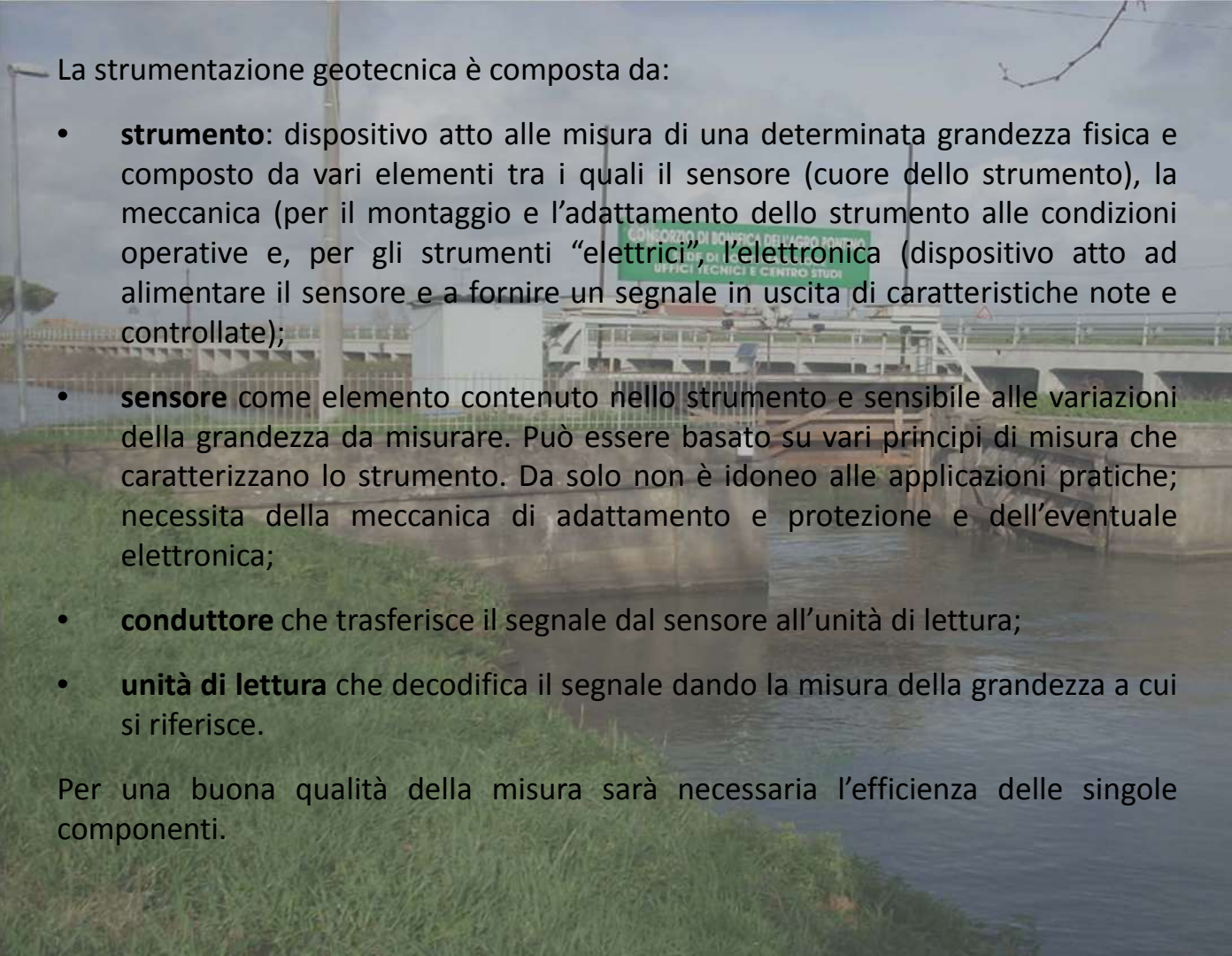
La strumentazione geotecnica utilizzata per il monitoraggio di manufatti a rischio oppure di condizioni critiche dei terreni/rocce permette di individuare l'evoluzione geomorfologica del territorio con le seguenti tre finalità:

1. valutare le condizioni di stabilità attuali e future mediante lo studio geotecnico e la previsione dell'evoluzione dei movimenti e della variazione degli sforzi;
2. utilizzare sistemi di allerta e di allarme;
3. scegliere i più opportuni sistemi di consolidamento qualora necessari.

IL MONITORAGGIO GEOTECNICO

- 
- Progetto del sistema di misura, che precisi e giustifichi tipo, numero e configurazione degli strumenti, oltre che la frequenza e le modalità delle misure.
 - Redazione del progetto da parte di un tecnico di documentata esperienza nel campo.
 - Programma di monitoraggio strumentale affidato a ditte specializzate nel settore.
 - La scelta del tipo di sensori dipenderà dalle caratteristiche dei fenomeni che si intende osservare.
 - La durata del monitoraggio sarà di norma quella sufficiente a raccogliere i dati necessari per il raggiungimento delle finalità del monitoraggio stesso.
 - In molti casi, e soprattutto quelli in cui i segni premonitori dei fenomeni franosi sono deboli e di breve durata è opportuno adottare sistemi in continuo con trasmissione dei dati via cavo o etere.
 - Aspetto economico.

IL MONITORAGGIO GEOTECNICO



La strumentazione geotecnica è composta da:

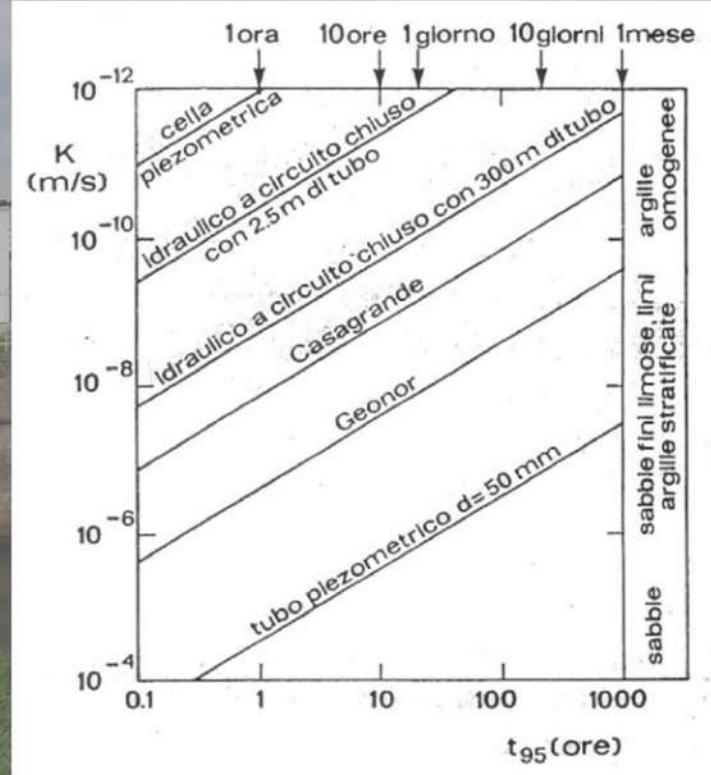
- **strumento:** dispositivo atto alle misura di una determinata grandezza fisica e composto da vari elementi tra i quali il sensore (cuore dello strumento), la meccanica (per il montaggio e l'adattamento dello strumento alle condizioni operative e, per gli strumenti "elettrici", l'elettronica (dispositivo atto ad alimentare il sensore e a fornire un segnale in uscita di caratteristiche note e controllate);
- **sensore** come elemento contenuto nello strumento e sensibile alle variazioni della grandezza da misurare. Può essere basato su vari principi di misura che caratterizzano lo strumento. Da solo non è idoneo alle applicazioni pratiche; necessita della meccanica di adattamento e protezione e dell'eventuale elettronica;
- **conduttore** che trasferisce il segnale dal sensore all'unità di lettura;
- **unità di lettura** che decodifica il segnale dando la misura della grandezza a cui si riferisce.

Per una buona qualità della misura sarà necessaria l'efficienza delle singole componenti.

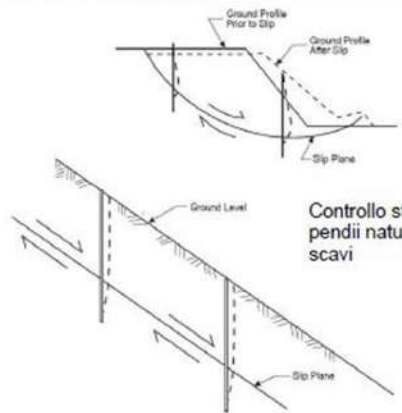
IL MONITORAGGIO GEOTECNICO

Grandezza fisica	Sensore
Pressione (neutra)	Di pressione (piezometro)
Quota (livello falda)	Di quota (freatimetro)
Pressione totale	Di pressione (cella di pressione)
Tensioni	Deformazioni (celle di carico)
Spostamento	Di misura (inclinometro)
Spostamento	Di misura (estensimetro)
Spostamento (cedimento)	Di misura (assestimetro)
Variazioni di spostamento	Accelerometro
Temperatura	Termometro

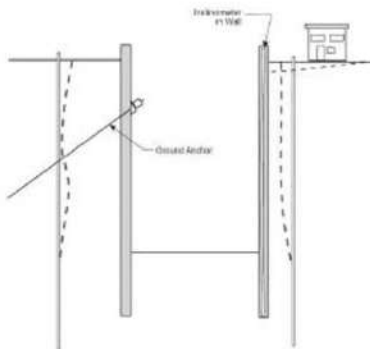
IL MONITORAGGIO GEOTECNICO



IL MONITORAGGIO GEOTECNICO

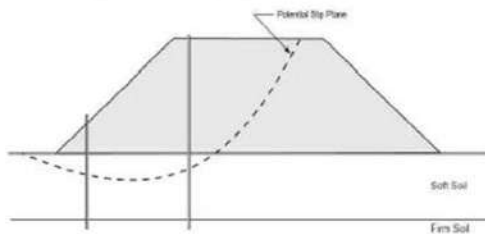


Controllo stabilità
pendii naturali e
scavi



Controllo stabilità
scavi ed efficienza
opere provvisionali

Controllo stabilità rilevati



Controllo stabilità
terreni al contorno
gallerie

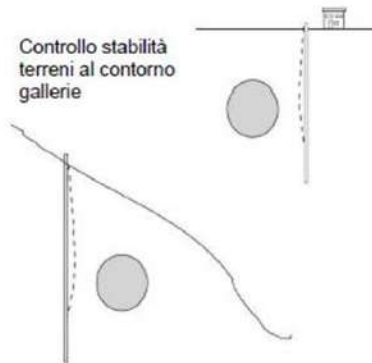
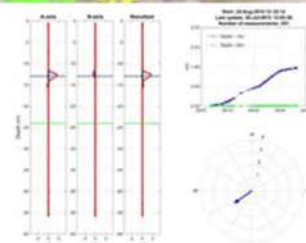
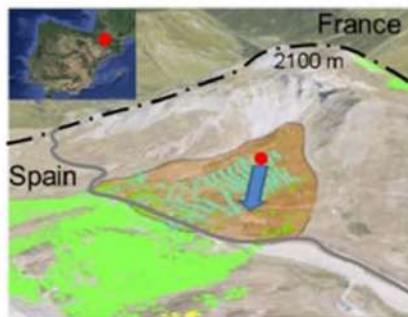
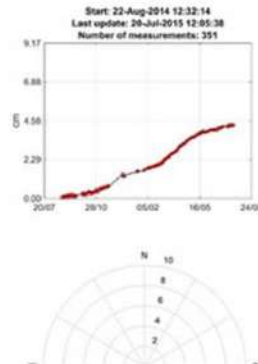
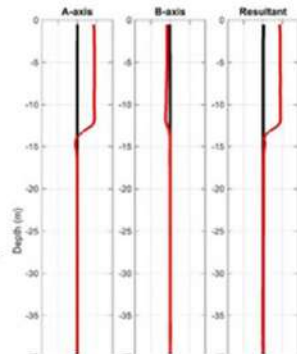
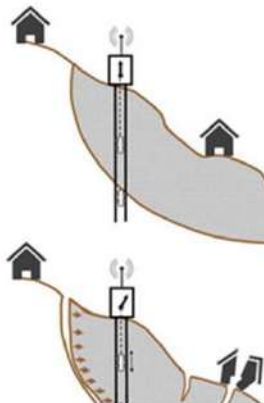


Fig. 5: Esempi pratici di installazioni inclinometriche

IL MONITORAGGIO GEOTECNICO

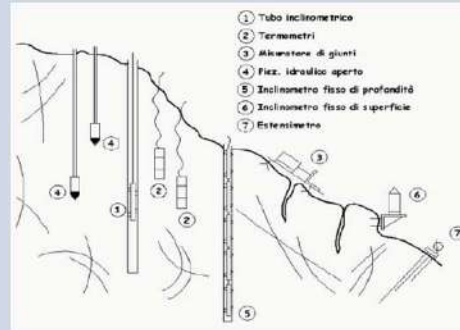
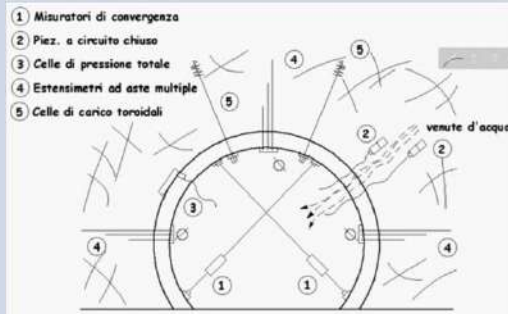


IL MONITORAGGIO GEOTECNICO

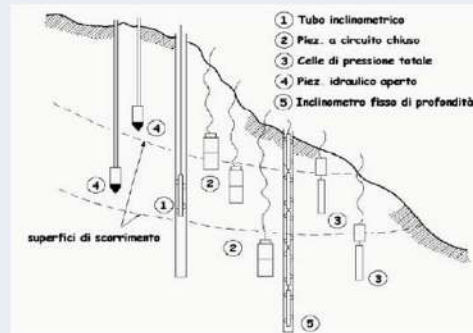
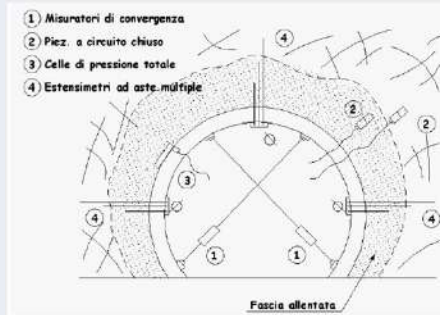
Gallerie

Frane

Roccia

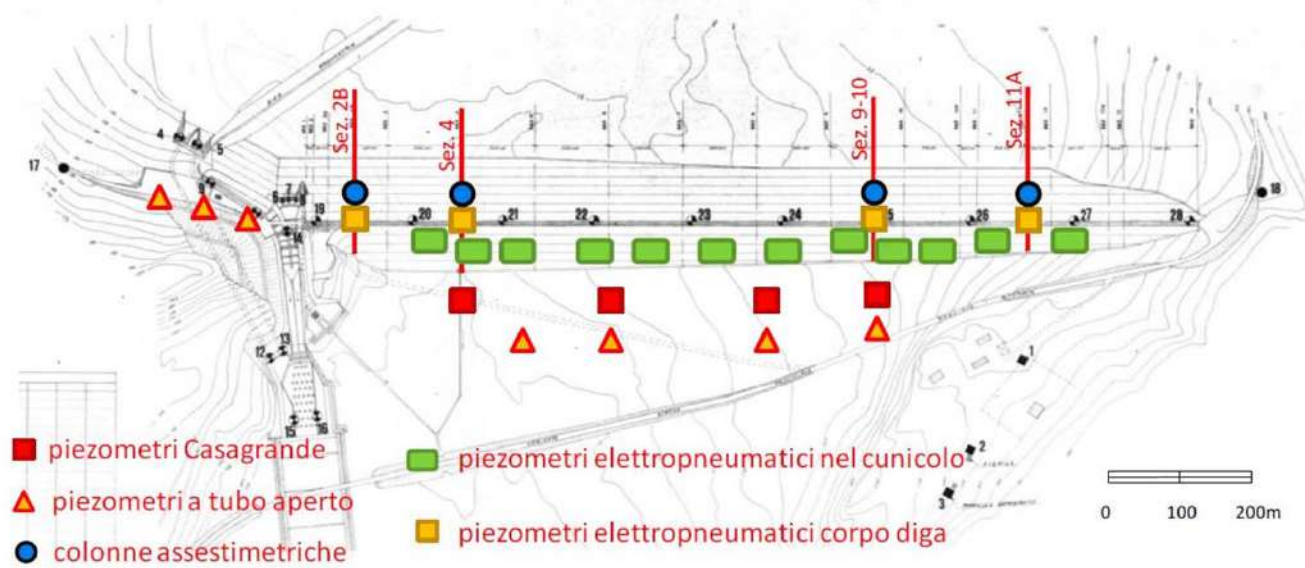


Terra



APPLICAZIONE ALLE STRUTTURE

DIGHE

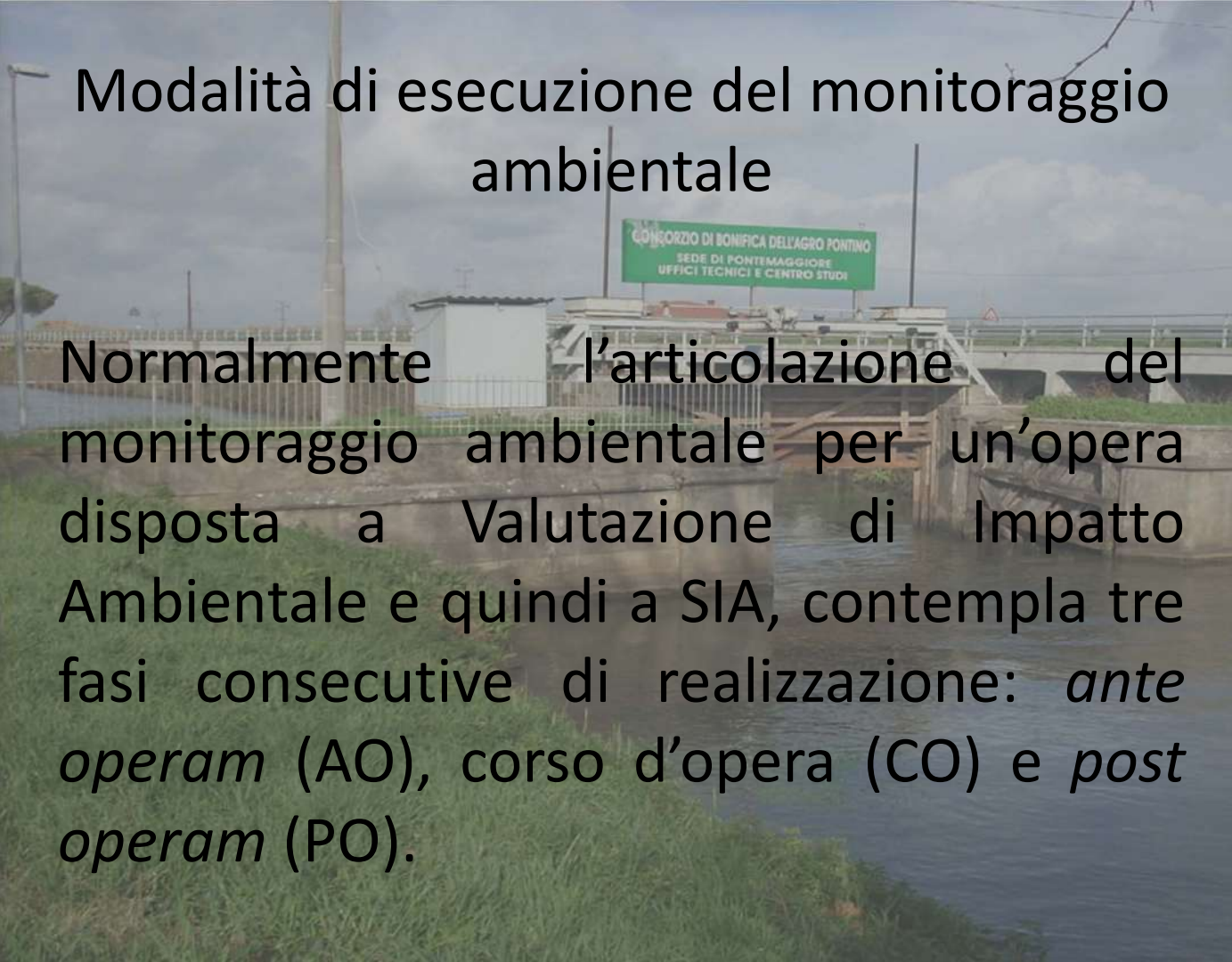


APPLICAZIONE
ALLE
STRUTTURE

Modalità di esecuzione del monitoraggio ambientale

Normalmente l'articolazione del monitoraggio ambientale per un'opera disposta a Valutazione di Impatto Ambientale e quindi a SIA, contempla tre fasi consecutive di realizzazione: *ante operam* (AO), *corso d'opera* (CO) e *post operam* (PO).

UN ESEMPIO DI
PIANO DI
MONITORAGGIO



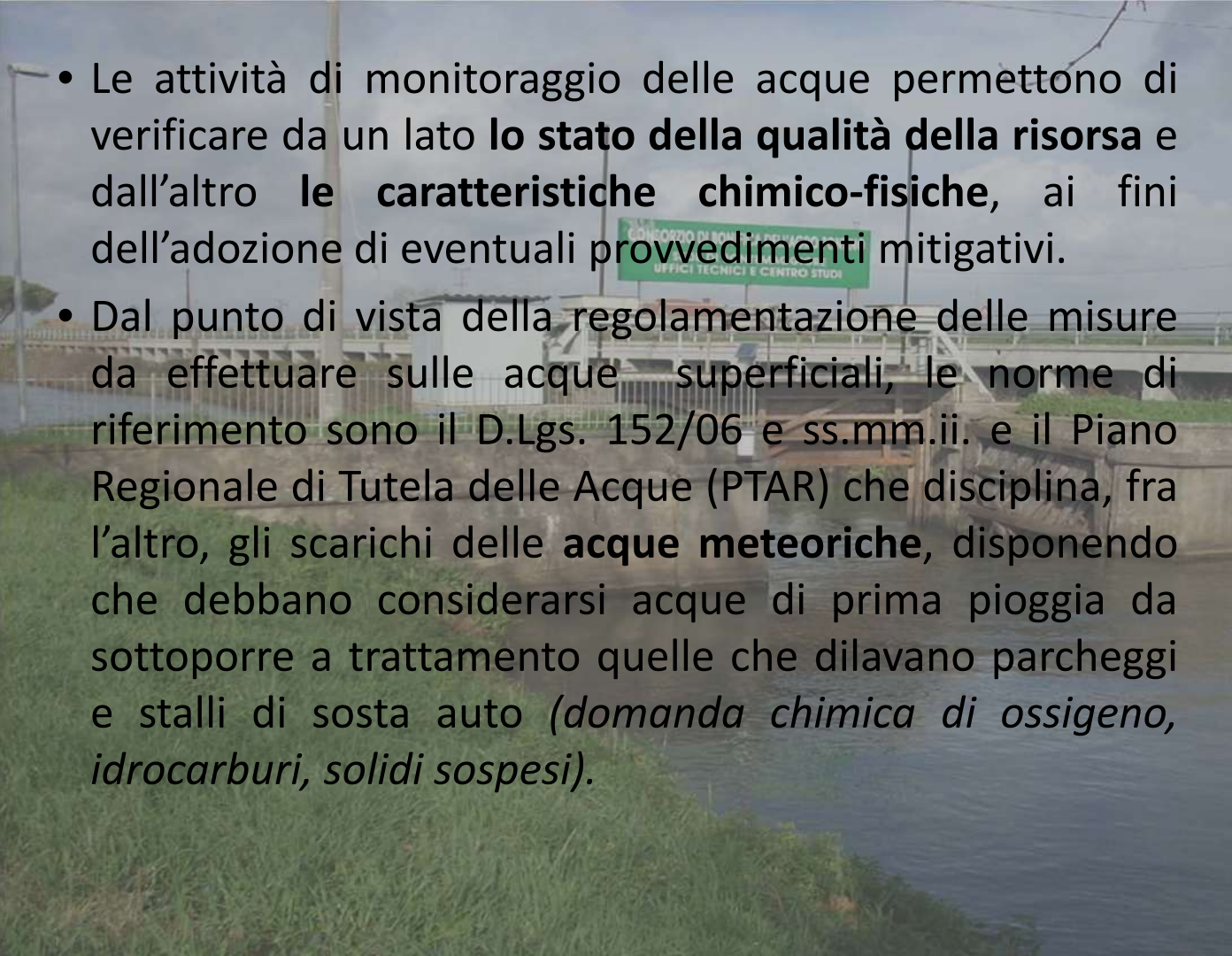
Modalità di esecuzione del monitoraggio ambientale

Le componenti ambientali da monitorate

Le componenti ambientali oggetto di monitoraggio, conformemente a quanto definito dal quadro prescrittivo della determinazione di compatibilità ambientale per l'estensione di un piazzola di sosta, sono le seguenti :

- acque superficiali;
- rumore;
- traffico veicolare;
- rifiuti;
- consumi energetici ed energia prodotta;
- consumi idrici.

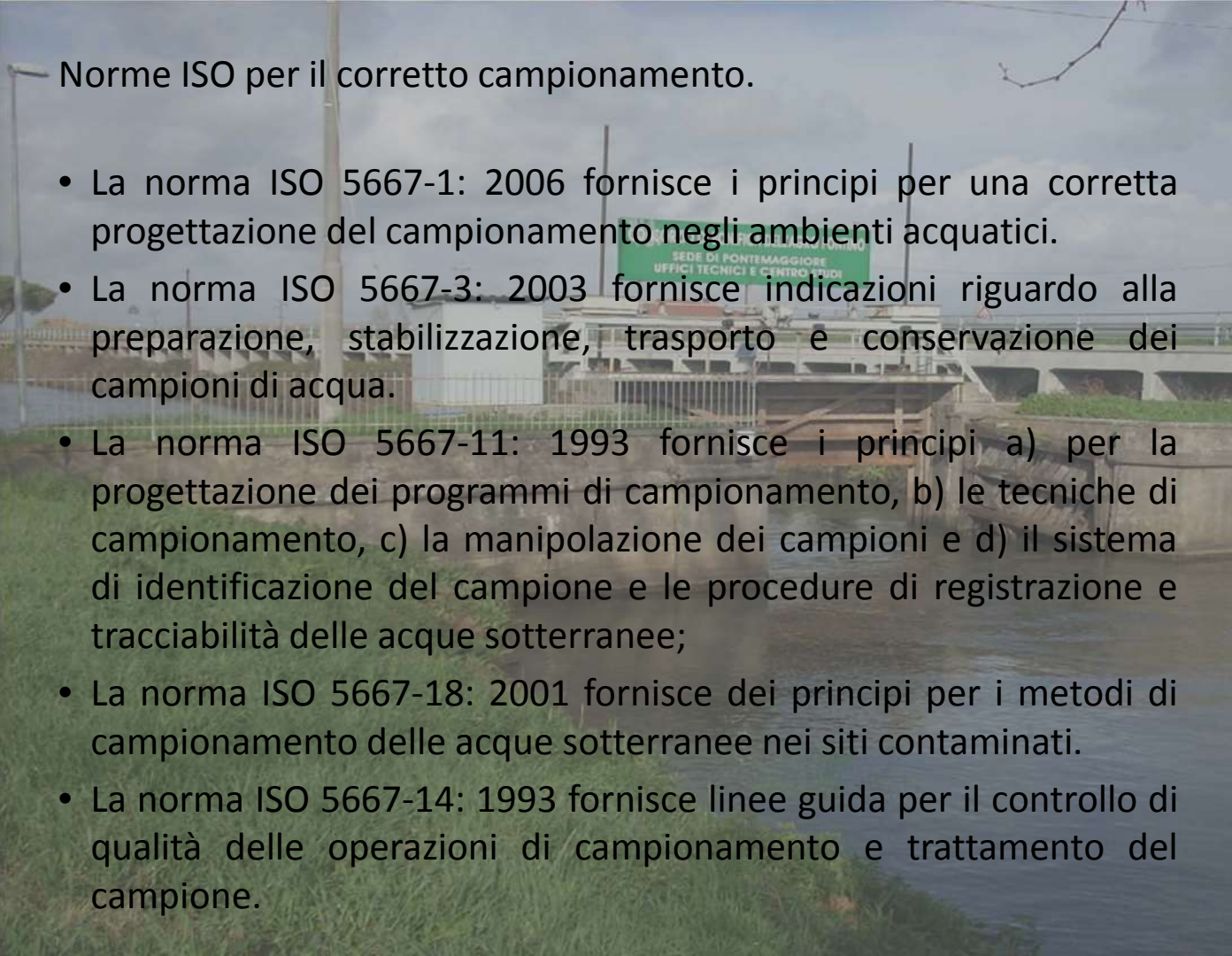
UN ESEMPIO DI
PIANO DI
MONITORAGGIO

- 
- Le attività di monitoraggio delle acque permettono di verificare da un lato **lo stato della qualità della risorsa** e dall'altro **le caratteristiche chimico-fisiche**, ai fini dell'adozione di eventuali provvedimenti mitigativi.
 - Dal punto di vista della regolamentazione delle misure da effettuare sulle acque superficiali, le norme di riferimento sono il D.Lgs. 152/06 e ss.mm.ii. e il Piano Regionale di Tutela delle Acque (PTAR) che disciplina, fra l'altro, gli scarichi delle **acque meteoriche**, disponendo che debbano considerarsi acque di prima pioggia da sottoporre a trattamento quelle che dilavano parcheggi e stalli di sosta auto (*domanda chimica di ossigeno, idrocarburi, solidi sospesi*).

UN ESEMPIO DI PIANO DI MONITORAGGIO

METALLI E METALLOIDI	LIMITI TABELLARI (D.Lgs 152/2006) scarico acque superficiali	UNITÀ DI MISURA
Arsenico	$\leq 0,5$	mg/l
Cadmio	$\leq 0,02$	mg/l
Cromo totale	≤ 2	mg/l
Cromo esavalente	$\leq 0,2$	mg/l
Mercurio	$\leq 0,005$	mg/l
Nichel	≤ 2	mg/l
Piombo	$\leq 0,2$	mg/l
Rame	$\leq 0,1$	mg/l
Selenio	$\leq 0,03$	mg/l
Zinco	$\leq 0,5$	mg/l

UN ESEMPIO DI PIANO DI MONITORAGGIO



Norme ISO per il corretto campionamento.

- La norma ISO 5667-1: 2006 fornisce i principi per una corretta progettazione del campionamento negli ambienti acquatici.
- La norma ISO 5667-3: 2003 fornisce indicazioni riguardo alla preparazione, stabilizzazione, trasporto e conservazione dei campioni di acqua.
- La norma ISO 5667-11: 1993 fornisce i principi a) per la progettazione dei programmi di campionamento, b) le tecniche di campionamento, c) la manipolazione dei campioni e d) il sistema di identificazione del campione e le procedure di registrazione e tracciabilità delle acque sotterranee;
- La norma ISO 5667-18: 2001 fornisce dei principi per i metodi di campionamento delle acque sotterranee nei siti contaminati.
- La norma ISO 5667-14: 1993 fornisce linee guida per il controllo di qualità delle operazioni di campionamento e trattamento del campione.

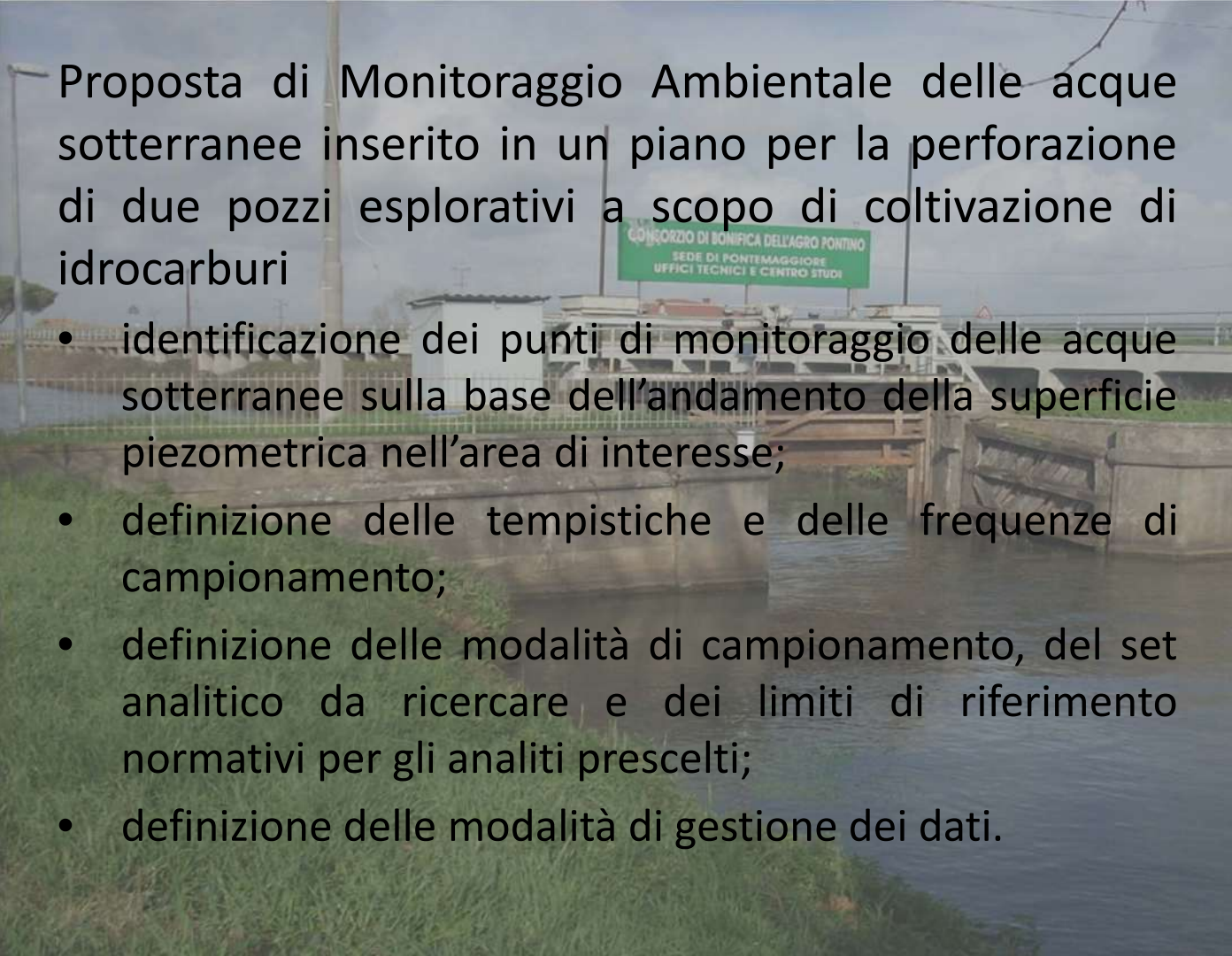
**UN ESEMPIO DI
PIANO DI
MONITORAGGIO**

Modalità di prelievo e tempi di verifica

Le operazioni di prelievo avvengono in corrispondenza dei pozzetti di campionamento (a norma) presenti in ognuno dei 4 disoleatori in continuo, che sono conformi alla normativa UNI ed installati al termine di ciascuno dei quattro settori in cui l'area a parcheggio è stata suddivisa.

UN ESEMPIO DI PIANO DI MONITORAGGIO

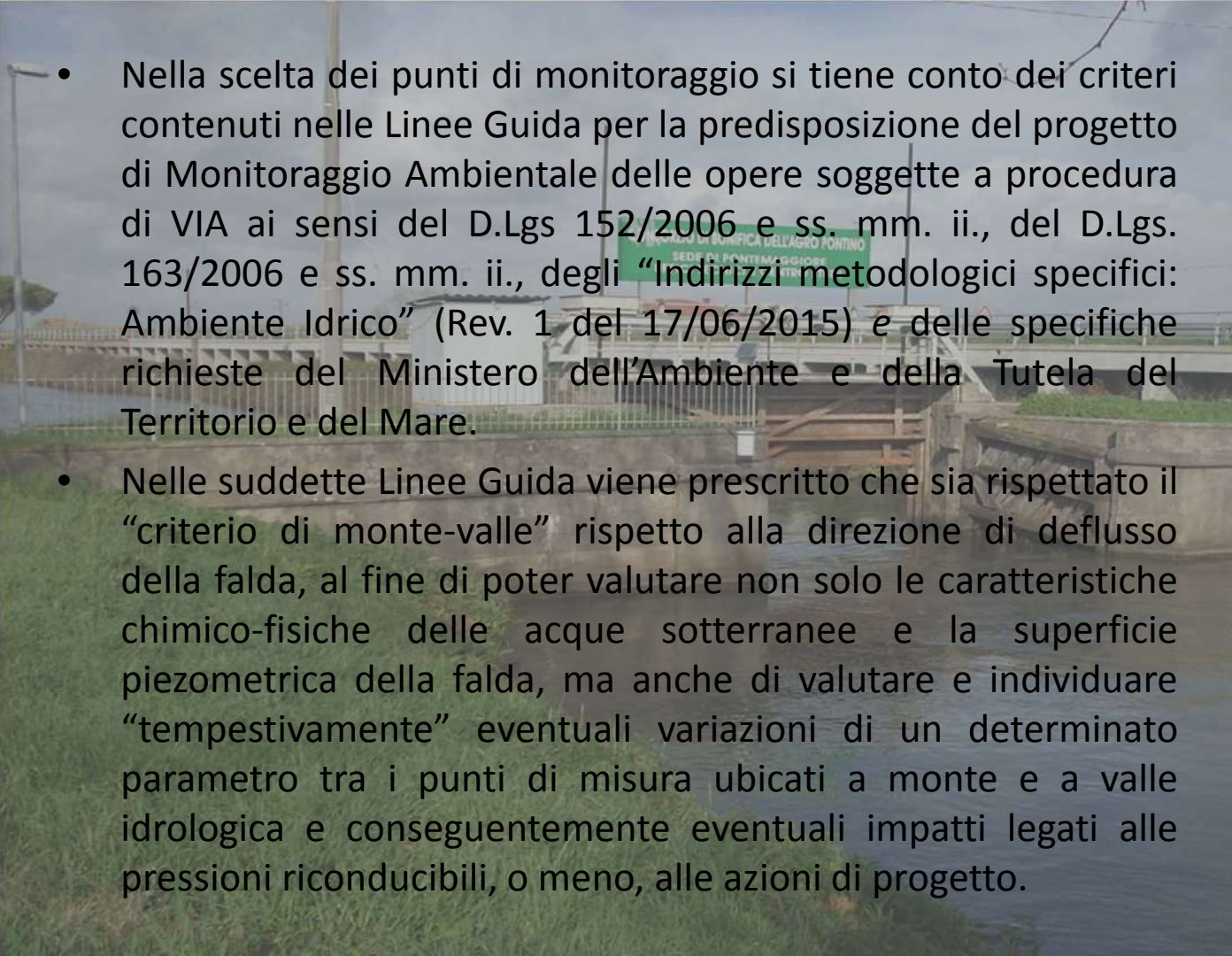
Fase	Durata	Periodicità	Scopo
Post Opera (PO)	1 giorno	2 volte, 1 prelievo nella stagione invernale +1 nella stagione estiva	Caratterizzare la condizione in fase di esercizio delle strutture e valutare l'eventuale necessità di interventi correttivi o mitigativi

The background image shows a concrete water control structure, possibly a weir or dam, with water flowing over it. In the background, a green sign is visible with white text that reads: "CONSORZIO DI BONIFICA DELL'AGRO PONTINO", "SEDE DI PONTEMAGGIORE", and "UFFICI TECNICI E CENTRO STUDI".

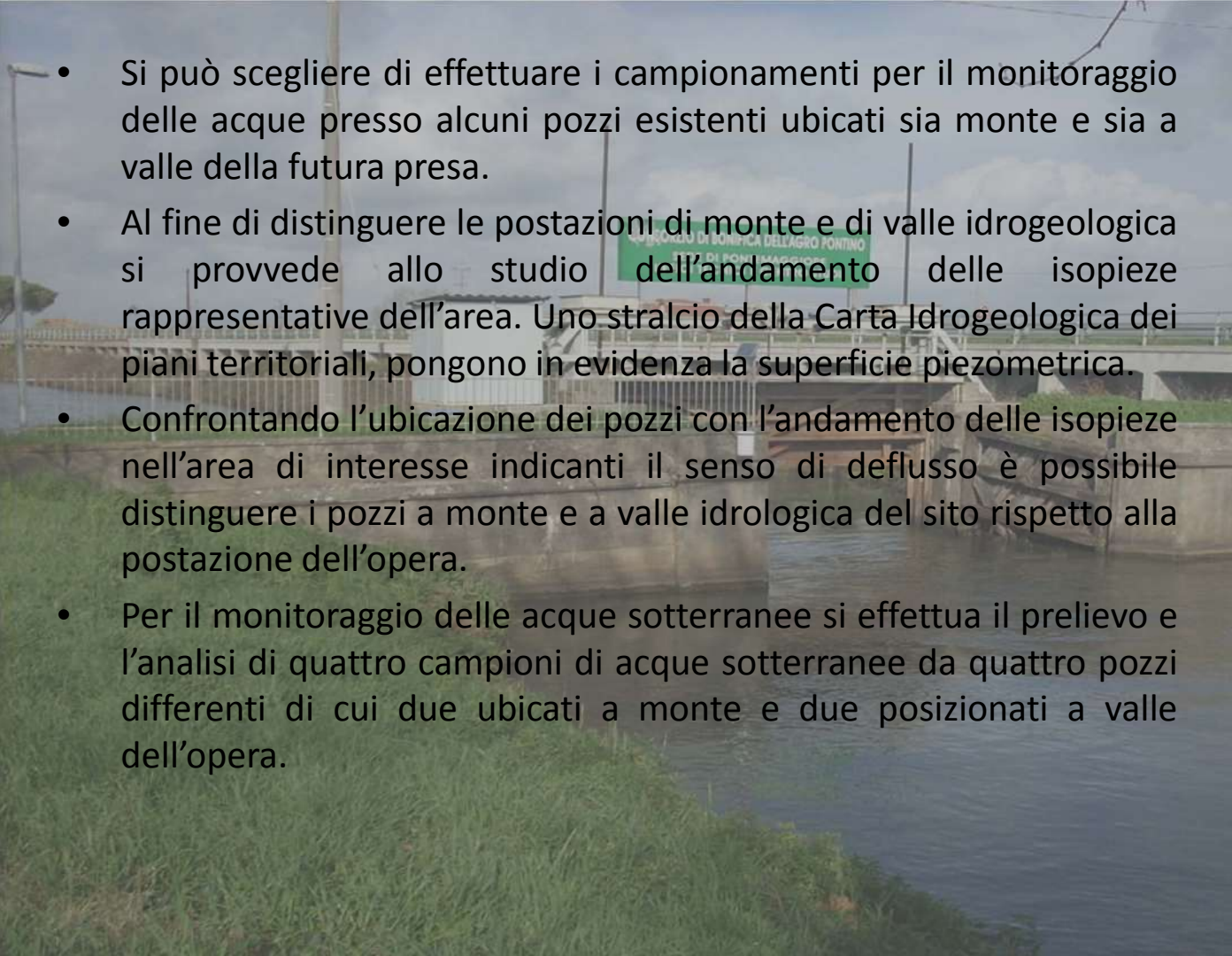
Proposta di Monitoraggio Ambientale delle acque sotterranee inserito in un piano per la perforazione di due pozzi esplorativi a scopo di coltivazione di idrocarburi

- identificazione dei punti di monitoraggio delle acque sotterranee sulla base dell'andamento della superficie piezometrica nell'area di interesse;
- definizione delle tempistiche e delle frequenze di campionamento;
- definizione delle modalità di campionamento, del set analitico da ricercare e dei limiti di riferimento normativi per gli analiti prescelti;
- definizione delle modalità di gestione dei dati.

UN ESEMPIO DI
PIANO DI
MONITORAGGIO

- 
- Nella scelta dei punti di monitoraggio si tiene conto dei criteri contenuti nelle Linee Guida per la predisposizione del progetto di Monitoraggio Ambientale delle opere soggette a procedura di VIA ai sensi del D.Lgs 152/2006 e ss. mm. ii., del D.Lgs. 163/2006 e ss. mm. ii., degli “Indirizzi metodologici specifici: Ambiente Idrico” (Rev. 1 del 17/06/2015) e delle specifiche richieste del Ministero dell’Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare.
 - Nelle suddette Linee Guida viene prescritto che sia rispettato il “criterio di monte-valle” rispetto alla direzione di deflusso della falda, al fine di poter valutare non solo le caratteristiche chimico-fisiche delle acque sotterranee e la superficie piezometrica della falda, ma anche di valutare e individuare “tempestivamente” eventuali variazioni di un determinato parametro tra i punti di misura ubicati a monte e a valle idrologica e conseguentemente eventuali impatti legati alle pressioni riconducibili, o meno, alle azioni di progetto.

UN ESEMPIO DI PIANO DI MONITORAGGIO

- 
- Si può scegliere di effettuare i campionamenti per il monitoraggio delle acque presso alcuni pozzi esistenti ubicati sia monte e sia a valle della futura presa.
 - Al fine di distinguere le postazioni di monte e di valle idrogeologica si provvede allo studio dell'andamento delle isopieze rappresentative dell'area. Uno stralcio della Carta Idrogeologica dei piani territoriali, pongono in evidenza la superficie piezometrica.
 - Confrontando l'ubicazione dei pozzi con l'andamento delle isopieze nell'area di interesse indicanti il senso di deflusso è possibile distinguere i pozzi a monte e a valle idrologica del sito rispetto alla postazione dell'opera.
 - Per il monitoraggio delle acque sotterranee si effettua il prelievo e l'analisi di quattro campioni di acque sotterranee da quattro pozzi differenti di cui due ubicati a monte e due posizionati a valle dell'opera.

UN ESEMPIO DI PIANO DI MONITORAGGIO

Fase	Descrizione	Durata	Scopo
Ante Operam (AO)	Periodo precedente alla realizzazione dell'opera	120 giorni	Fornire un quadro delle condizioni dell'ambiente nel quale si inserirà la piazzola di perforazione prima della realizzazione dell'opera
Corso Opera CO Prewell	Periodo relativo all'allestimento della postazione si sonda e della strada di accesso	130 giorni	Monitorare le varie matrici ambientali in modo da poter intervenire nel momento in cui si registri una alterazione legata alle attività di allestimento della postazione della sonda
Corso Opera CO In well	Periodo di perforazione del pozzo	100 giorni	Monitorare in modo da poter intervenire nel momento in cui si registri una alterazione legata alle attività di perforazione del pozzo
Corso Opera CO Accertamento Minerario	Periodo di accertamento minerario e/o perforazione ferma	15-180 giorni	Verificare l'assenza di alterazione significative post-perforazione e monitorare durante l'accertamento minerario
Post Operam (PO)	Periodo successivo alla fine della perforazione/accertamento minerario	365 giorni	Valutare l'evoluzione delle situazioni ambientale garantendo il controllo e la verifica delle previsioni di progetto ed il rispetto dei parametri ambientali fissati.

UN ESEMPIO DI PIANO DI MONITORAGGIO

Modalità di analisi degli analiti

- La valutazione della qualità delle acque sotterranee viene effettuata in base ai metodi ed ai criteri previsti dal D.Lgs. 152/2006 e ss. mm. ii.
- La proposta degli analiti da ricercare viene effettuata facendo riferimento a quanto indicato nel D.Lgs. 152/2006 e ss. mm. ii. e alle eventuali attività produttive (opera) che si realizzano, secondo progetto, presso l'area in esame.
- I parametri monitorati verranno confrontati con i limiti delle acque sotterranee stabiliti dal D.Lgs. 152/2006: concentrazioni soglia di contaminazione delle acque sotterranee (tabella 2, allegato 5, titolo V, parte IV).
- Le misurazioni devono essere accompagnate da un idoneo certificato.

UN ESEMPIO DI
PIANO DI
MONITORAGGIO

PARAMETRO	METODO	UNITÀ DI MISURA	VALORE LIMITE
pH	APAT CNR IRSA 2060 Man. 29 2003	unita di pH	-
Conducibilità	APAT CNR IRSA 2030 A Man. 29/2003	µs/cm a 20°	-
Temperatura	APAT CNR IRSA 2100 Man. 29 2003	°C	-
Nitriti	APAT CNR IRSA 4050 Man. 29/2003	mg/	0,5
Nitrati	APAT CNR IRSA 4040 Man. 29/2003	mg/l	-
Solfati	APAT CNR IRSA 4140 B Man. 29/2003	mg/l	250
Fluoruri	interno	ug/l	1500
Cloruri	APAT CNR IRSA 4090 A1 Man. 29 2003	mg/l	-
Carbonati	APAT CNR IRSA 2010 B Man. 29 2003	mg/l	-
Bicarbonati	APAT CNR IRSA 2010 B Man. 29 2003	mg/l	-
Cianuri	APAT CNR IRSA 4070 Man. 29/2003	ug/l	-
Bromuri	interno	mg/l	50
Acrilammide	EPA 5021+ EPA 8260	ug/l	0,1
Alluminio	EPA 6010D 2014	ug/l	200
Antimonio	EPA 6010D 2014	ug/l	5
Argento	EPA 6010D 2014	ug/l	10
Arsenico	EPA 6010D 2014	ug/l	10
Bario	EPA 6010D 2014	ug/l	-
Berillio	EPA 6010D 2014	ug/l	4
Boro	EPA 6010D 2014	ug/l	1000
Cadmio	EPA 6010D 2014	ug/l	5
Cobalto	EPA 6010D 2014	ug/l	50
Cromo totale	EPA 6010D 2014	ug/l	50
Cromo (VI)	EPA 6010D 2014	ug/l	5
Piombo	EPA 6010D 2014	ug/l	10
Rame	EPA 6010D 2014	ug/l	1000
Selenio	EPA 6010D 2014	ug/l	10
Manganese	EPA 6010D 2014	ug/l	50
Tallio	EPA 6010D 2014	ug/l	2
Zinco	EPA 6010D 2014	ug/l	3000

UN ESEMPIO DI PIANO DI MONITORAGGIO

Monitoraggio dei versanti

- Deposito di inerti
 - L'installazione di appropriata strumentazione per la misurazione di grandezze significative, quali, ad esempio, spostamenti e pressioni interstiziali.
 - Controllo delle acque di ruscellamento superficiale al fine di limitarne la penetrazione nel corpo del deposito.
- Opere di materiali sciolti e fronti di scavo (rilevati, argini di difesa per fiumi, canali e litorali, rinfianchi, rinterri, terrapieni e colmate, scavi per la formazione di piazzali e/o trincee e le parti di opere con specifiche funzioni di drenaggio, filtro, transizione, fondazione, tenuta, protezione ed altre).
 - Durante la costruzione devono essere eseguite prove di controllo commisurate alla tipologia ed importanza del manufatto.
 - Si deve accertare che i valori delle grandezze misurate siano compatibili con i requisiti di sicurezza e funzionalità del manufatto e di quelli delle costruzioni contigue.

MONITORAGGIO GEOTECNICO DI VERSANTI

Monitoraggio versante di discarica

- Misurazioni topografiche effettuate sui versanti di una discarica mediante tecnologia GPS (per le aree stabilimenti, piazzali, area sommitale e fondovalle).
- Misurazioni topografiche differenziate in settori, dei versanti, mediante stazione totale.
- Le misurazioni degli inclinometri presenti sui lati della discarica.
- Le misurazioni dei livelli di soggiacenza della falda nei piezometri interni ed esterni all'area di deposito.

ESEMPIO DI
MONITORAGGIO
GEOTECNICO

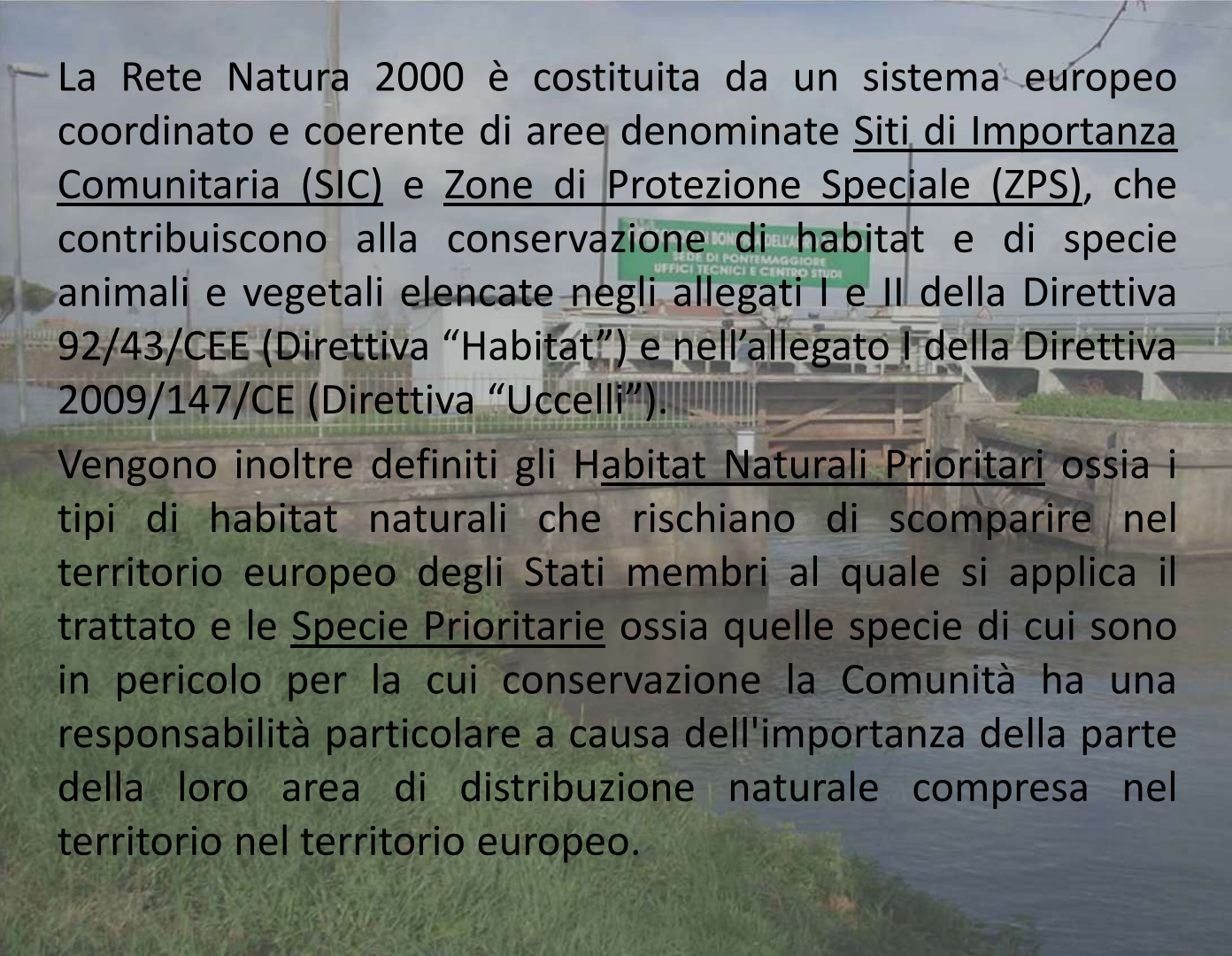


ESEMPIO DI MONITORAGGIO GEOTECNICO

Monitoraggio versante di discarica

- Dall'analisi dei dati acquisiti sono state individuate specifiche aree con diversificate situazioni di stabilità, che confermano sostanzialmente una evoluzione deferenziale in atto.
- In particolare a grande scala l'area in esame è caratterizzata da una parte dalla sostanziale stabilità dell'area degli stabilimenti e dall'altra dal lento e progressivo assestamento/costipamento delle aree di discarica dove il materiale lapideo proveniente dalla cava è stato posato nel corso degli anni di coltivazione.
- Il processo di assestamento delle diverse aree dipende sostanzialmente dalla morfologia originaria dei luoghi (acclività più o meno marcata), dalle caratteristiche litologiche del substrato (presenza o meno di livelli di alterazione o depositi sciolti), dalla pezzatura e classazione del deposito, dal tempo trascorso dalla sua deposizione e, non ultimo, dai lavori di sistemazione e stabilizzazione eseguiti sugli accumuli stessi.
- In quest'ottica risultano facilmente spiegabili i movimenti più marcati registrati in determinate zone o in corrispondenza del settore sommitale rispetto a quelli più contenuti dei restanti settori di discarica.

ESEMPIO DI
MONITORAGGIO
GEOTECNICO



La Rete Natura 2000 è costituita da un sistema europeo coordinato e coerente di aree denominate Siti di Importanza Comunitaria (SIC) e Zone di Protezione Speciale (ZPS), che contribuiscono alla conservazione di habitat e di specie animali e vegetali elencate negli allegati I e II della Direttiva 92/43/CEE (Direttiva “Habitat”) e nell’allegato I della Direttiva 2009/147/CE (Direttiva “Uccelli”).

Vengono inoltre definiti gli Habitat Naturali Prioritari ossia i tipi di habitat naturali che rischiano di scomparire nel territorio europeo degli Stati membri al quale si applica il trattato e le Specie Prioritarie ossia quelle specie di cui sono in pericolo per la cui conservazione la Comunità ha una responsabilità particolare a causa dell'importanza della parte della loro area di distribuzione naturale compresa nel territorio nel territorio europeo.

RETE NATURA 2000

**Direttiva
Habitat**
Allegato I Habitat
Allegato II Specie



**Lista nazionale
dei Siti**



**Lista dei Siti
d'Importanza
Comunitaria**
SIC



**Zone Speciali di
Conservazione**
ZSC



Direttiva Uccelli



**Zone di Protezione
Speciale**
ZPS

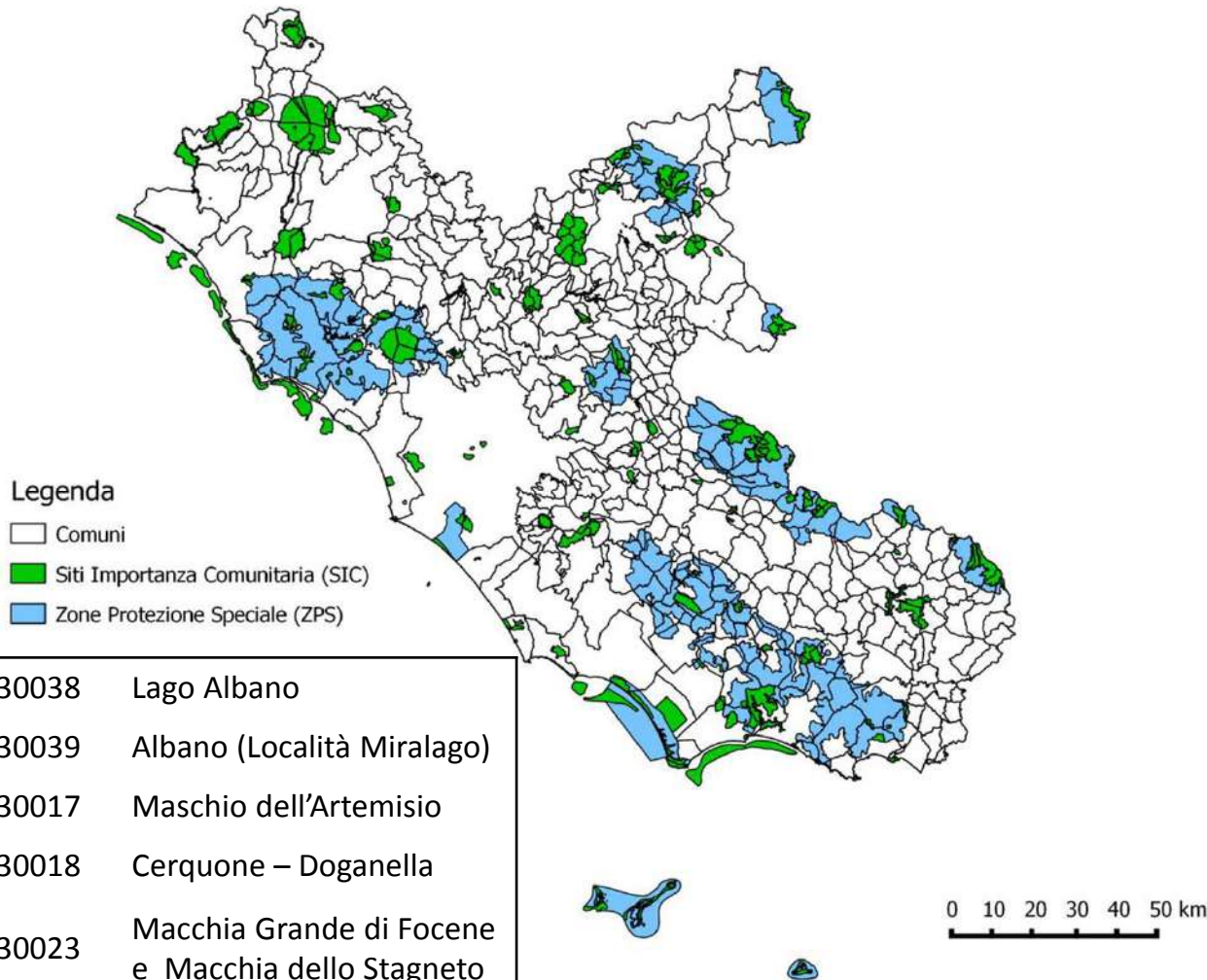


***RETE
NATURA
2000***



**RETE
NATURA
2000**

RETE NATURA 2000

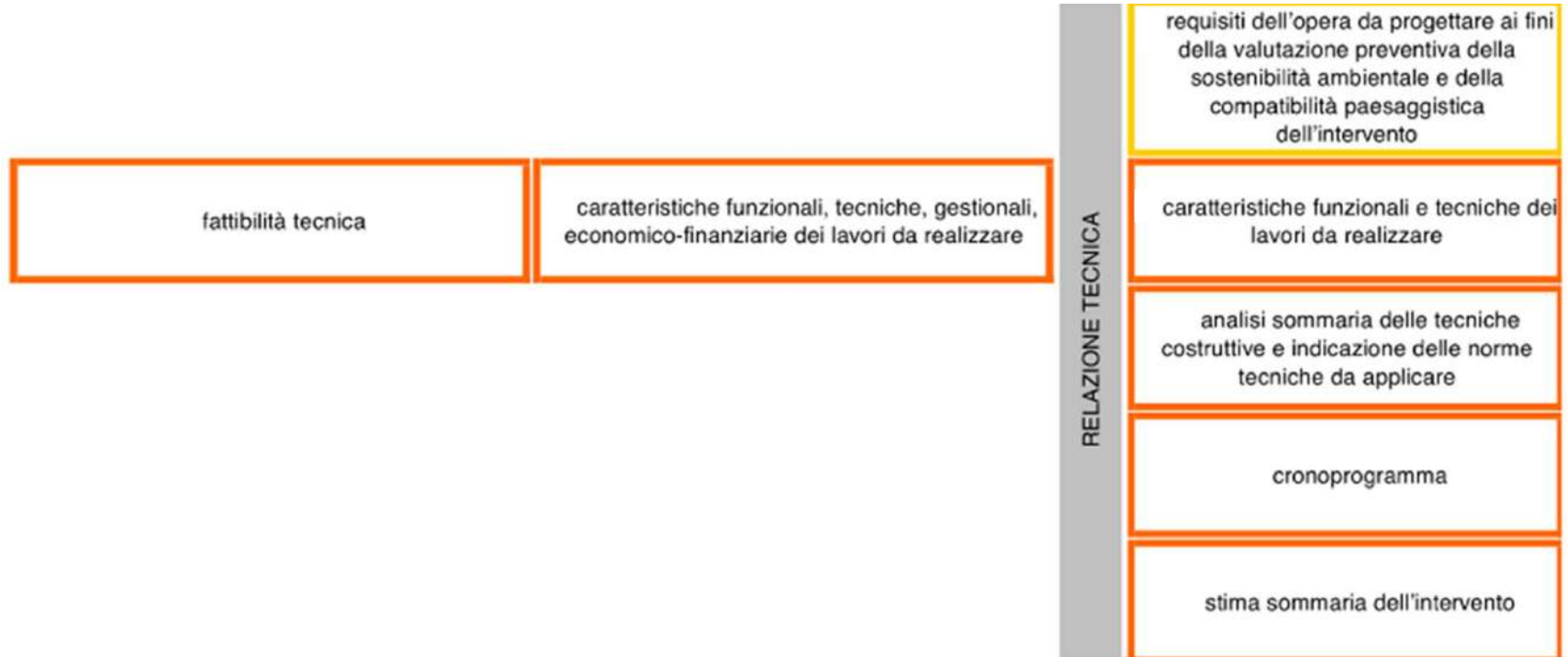


Differenze tra le diverse finalità dei SM realizzati:

1. motivi del monitoraggio;
2. condizioni iniziali;
3. condizioni di monitoraggio;
4. costi del sistema;
5. difficoltà.

STUDIO
DI
FATTIBILITA'

STUDIO DI FATTIBILITA'



Progetto di ricerca in collaborazione con
l'Università "Roma Tre"

*"Rete di monitoraggio in modalità remota
di corpi idrici, per l'uso sostenibile
dell'acqua, per la gestione delle risorse
agricole, per la tutela della salute e per il
benessere"*

Responsabile: Giuseppe Capelli

Collaboratori: Roberto Mazza, Roberto Salvati, Maria
Paola Campolunghi.

(2006)

FATTIBILITA'
DEI
SMA



Integrazione tra tecnologie per lo sviluppo di sistemi di monitoraggio remoti e relativi software di archiviazione e gestione dati per l'analisi delle acque superficiali e sotterranee, al fine di aggiornare in tempo reale le conoscenze qualitative e quantitative dei corpi idrici destinati agli usi agricolo, domestico e ricreativo, di contesti con valenze idrologiche, idrogeologiche e naturalistiche, a forte vocazione agricola e con sviluppo urbanistico e industriale in espansione.

FATTIBILITA' DEI SMA



- Definire i criteri per la realizzazione di una rete di monitoraggio dei corpi idrici;
- focalizzare l'attenzione sul fatto che la proposta potesse creare o potenziare i rapporti tra imprese e strutture pubbliche e private, operanti nella regione tramite reti regionali;
- sfruttare le conoscenze pregresse per adattare alle nuove metodologie che da lì a poco sarebbero state avviate.

FATTIBILITA' DEI SMA



- Sono stati definiti metodi e schemi di monitoraggio;
- si è tentato di:
 - sviluppare le figure professionali;
 - di determinare una sinergia tra impresa, istituzioni di ricerca ed Enti gestori delle risorse agricole;
 - applicare nelle varie realtà territoriali definendo delle misure di salvaguardia della risorsa idrica monitorata;
 - realizzare un processo/prodotto in grado di eseguire il monitoraggio remoto quali/quantitativo delle acque dei bacini idrogeologici
 - misurare come avrebbe dovuto comporsi di una rete di monitoraggio con centraline di misura dei parametri di quantità e qualità della risorsa idrica, di un centro di controllo per l'acquisizione in modalità remota dei dati e di un modello numerico i cui algoritmi implementati consentirebbero una corretta gestione delle risorse idriche.

FATTIBILITA' DEI SMA



Allo scopo di validare i risultati del processo doveva essere implementato un modello numerico prototipico collegato con le centraline di acquisizione dei dati quali/quantitativi della risorsa idrica del bacino preso in esame. Era fondamentale confrontare i dati derivanti dalla rete di monitoraggio con quelli acquisiti sugli stessi punti della rete e/o nel corso di specifiche campagne di campionamento e rilevamento estese al bacino di alimentazione dei corpi lacustri.

Validazione dei risultati conseguiti sia tramite, nel caso di realizzazione di prototipi, la possibilità di trasferibilità industriale delle tecnologie, sistemi e applicazioni che sono state messe a punto, sia tramite la validazione delle prestazioni ottenibili attraverso una serie di campagne sperimentali rappresentative delle specifiche condizioni di utilizzo.

FATTIBILITA' DEI SMA



Livello tecnologico attuale del settore

Relativamente alla regione Lazio i metodi, le esperienze e le tecnologie per la progettazione, realizzazione e gestione delle reti di monitoraggio allo stato dello studio risultavano estremamente scarse e normalmente sganciate dalla realtà idrogeologica dei territori.

Prospettive di innovazione nel settore

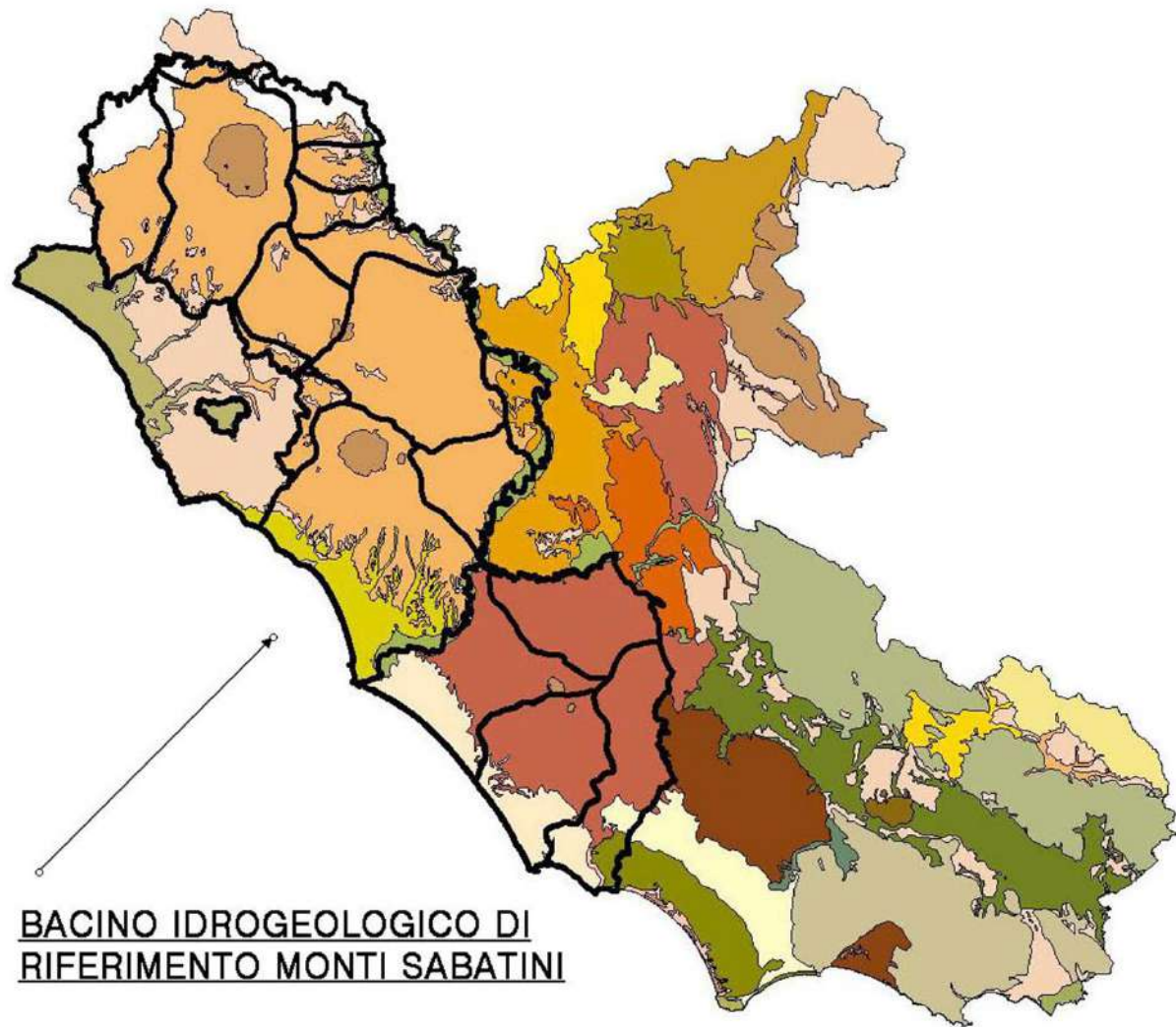
In relazione allo stato dell'arte, alla estrema variabilità delle realtà fisiche presenti nella regione e al numero elevato di parametri che concorrono alla caratterizzazione dei corpi idrici, le prospettive di innovazione tecnologica e di progettazioni di reti ottimali si attendevano elevate.

Rilevanza del progetto

Per quanto riguarda la realizzazione di nuovi investimenti produttivi e la creazione di nuova occupazione e/o favorire nuova imprenditorialità e di progettazioni di reti ottimali dall'aspettativa molto elevata.

FATTIBILITA' DEI SMA





BACINO IDROGEOLOGICO DI
RIFERIMENTO MONTI SABATINI

FATTIBILITA'
DEI
SMA



Le stazioni avrebbero dovuto essere equipaggiate con sonde multiparametriche, utilizzabili sia in acque dolci (fiumi, laghi e falde) che in acque salmastre e marine. Ogni stazione inoltre dovrebbe essere provvista di una centralina elettronica per la raccolta la gestione e l'invio dei dati, un apparato di trasmissione GSM/GPRS e una batteria collegata ad un pannello fotovoltaico.

Temperatura

Fluorimetro per la misura di Clorofilla "A"

Torbidità

Cianobatteri

Profondità

Attività di fotosintesi

Conducibilità/Salinità

Rodamina

pH

Ione nitrato

Potenziale Redox

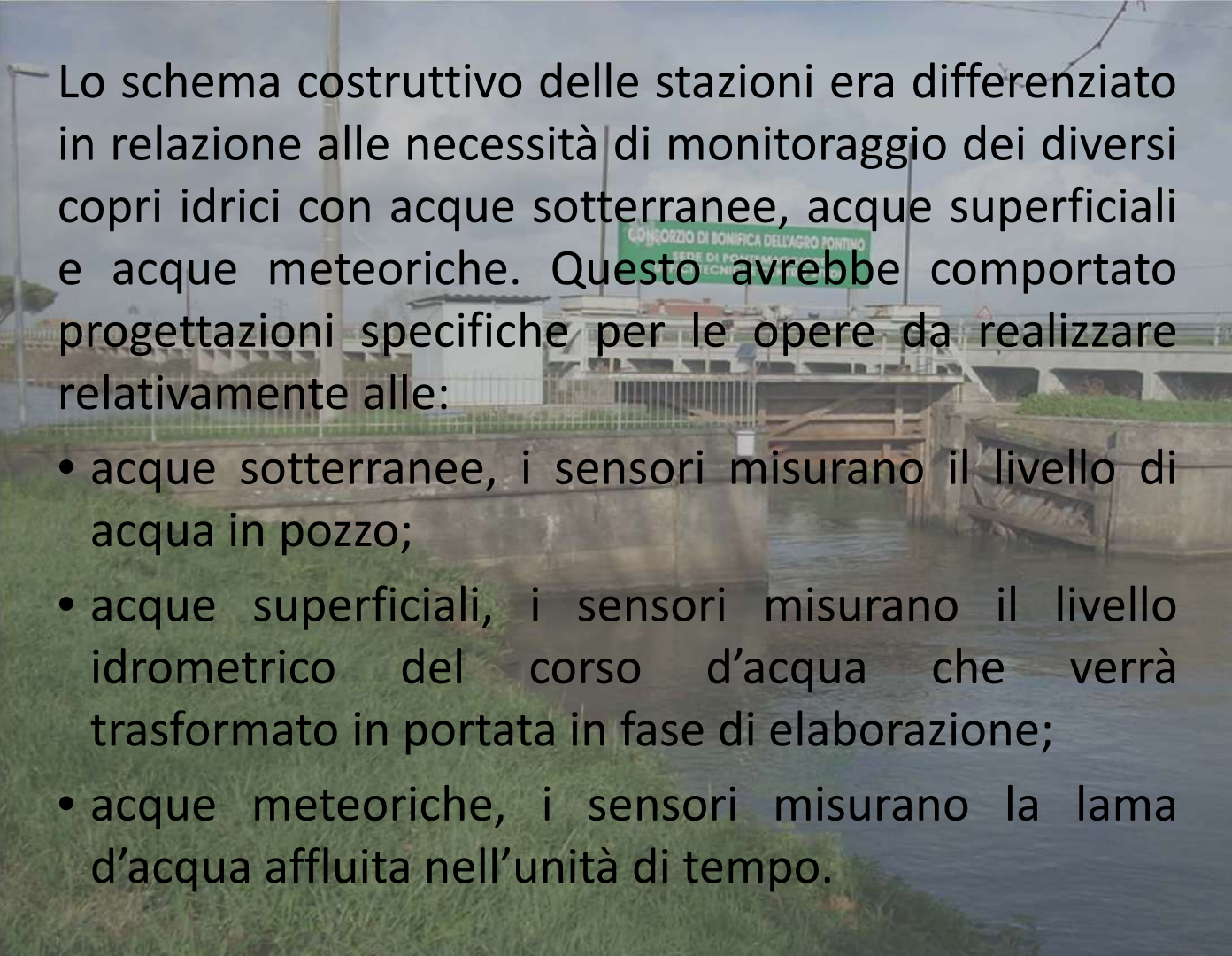
Ioni ammonio

Ossigeno Disciolto

Ione cloruro

FATTIBILITA' DEI SMA





Lo schema costruttivo delle stazioni era differenziato in relazione alle necessità di monitoraggio dei diversi copri idrici con acque sotterranee, acque superficiali e acque meteoriche. Questo avrebbe comportato progettazioni specifiche per le opere da realizzare relativamente alle:

- acque sotterranee, i sensori misurano il livello di acqua in pozzo;
- acque superficiali, i sensori misurano il livello idrometrico del corso d'acqua che verrà trasformato in portata in fase di elaborazione;
- acque meteoriche, i sensori misurano la lama d'acqua affluita nell'unità di tempo.

FATTIBILITA' DEI SMA

Il progetto dell'Agro Romano

- Consorzio di Bonifica Tevere Agro Romano
- Regione Lazio

Resp.: Dott. ing. Claudio Fiorani

Luglio 2007

FATTIBILITA'
AGRO
ROMANO

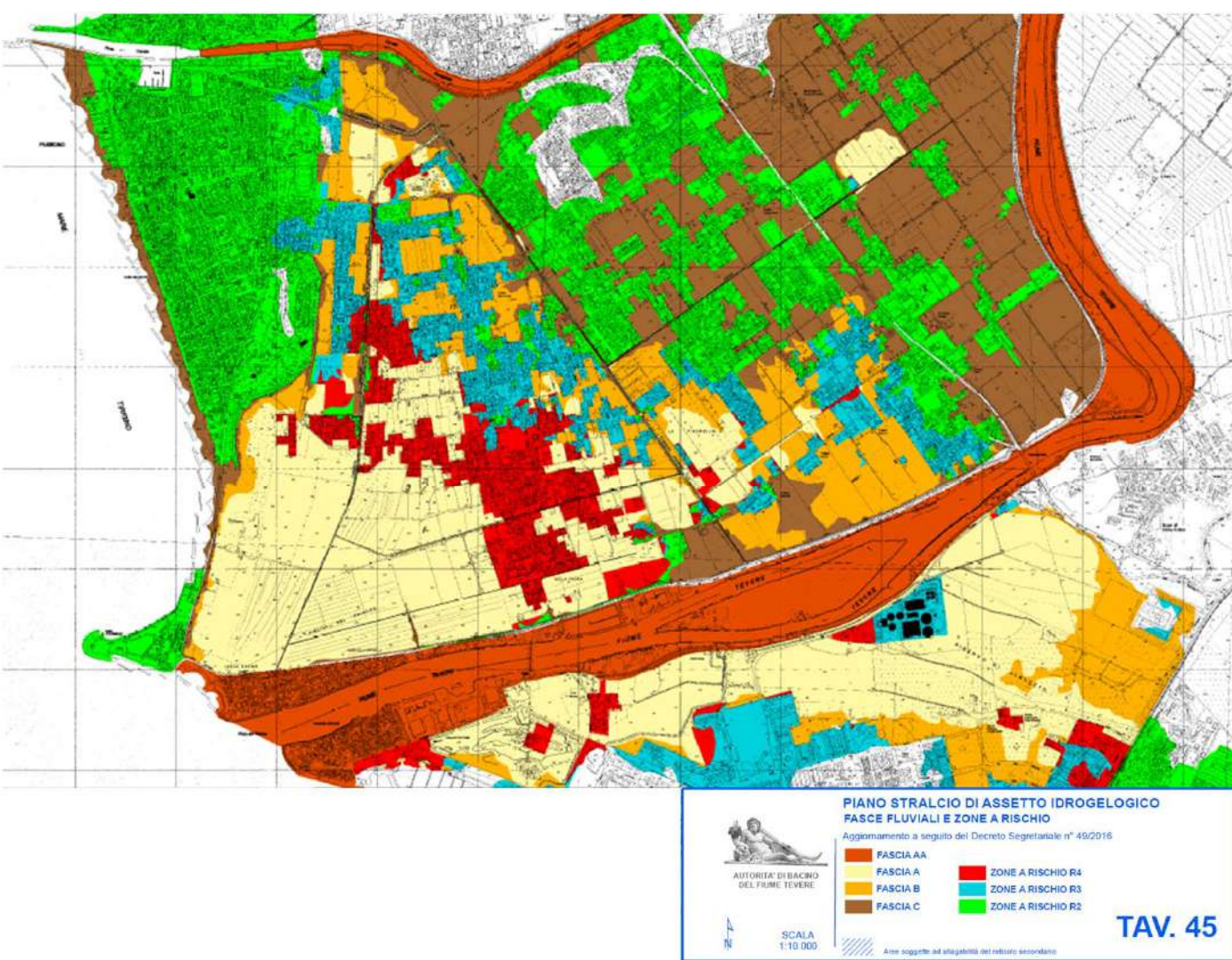


FATTIBILITA' AGRO ROMANO



498.266 ha complessivi
158.577 ha bonificati
Roma 359.821 ha
Viterbo 65.264 ha
Frosinone 13.215 ha
Rieti 59.966 ha
Rete fluviale (rete scolante)
composta da corsi d'acqua
natural e canali artificiali
Opere di bonifica esistenti

FATTIBILITA' AGRO ROMANO



- Il progetto preliminare ha puntato alla definizione di una rete di monitoraggio meteo-idrometrico e della qualità delle acque.
- La conoscenza immediata dei parametri qualitativi avrebbe dato un quadro complessivo della salute delle acque appartenenti alla rete idrografica, rendendo evidenti eventuali criticità e fornendo la possibilità di un intervento immediato.
- La rete del Consorzio avrebbe permesso pertanto da un lato l'implementazione di un sistema di monitoraggio per la gestione in tempo reale della previsione delle piene sui canali e la definizione delle condizioni di pre-allarme, allarme ed emergenza connesse alle situazioni di rischio idrogeologico, dall'altro di monitorare la qualità delle acque utilizzate per il servizio di irrigazione fornito dal Consorzio e per la tutela ambientale.

FATTIBILITA' AGRO ROMANO



Per i motivi sopra esposti il Consorzio di Bonifica Tevere Agro Romano aveva deciso di attivarsi per la realizzazione di un SMA, qualitativo e quantitativo delle acque superficiali. Vista la dimensione del territorio gestito dal consorzio, l'intero progetto fu deciso di suddividerlo in cinque differenti stralci; nella valutazione delle priorità fu tenuto conto delle criticità dovute alla presenza dell'aeroporto e della riserva statale del litorale romano. L'intero consorzio fu quindi suddiviso in:

- **Settore di Maccarese:** caratterizzato dall'aeroporto, dalla riserva statale e da una importante presenza di impianti di bonifica (impianti di sollevamento, canali artificiali, idrovore), per questi motivi il settore di Maccarese è stato scelto come settore con massima priorità.
- **Settore di Ostia:** sebbene meno importante del settore di Maccarese anche in questo settore c'è la presenza di impianti di bonifica e canali artificiali.
- **Restante territorio del Consorzio** (suddiviso in **3 differenti stralci**): Vastissimo territorio poco interessato da opere di bonifica, prevalentemente sono presenti fossi, corsi d'acqua sia artificiali che naturali che costituiscono la rete scolante dell'agro romano, sebbene importante, la realizzazione di una rete fissa di monitoraggio qualitativa e quantitativa delle acque superficiali in questa zona, è meno prioritaria delle altre due zone.

FATTIBILITA' AGRO ROMANO



Ipotesi di esempio dei siti da monitorare
nel primo stralcio nel settore di
Maccarese

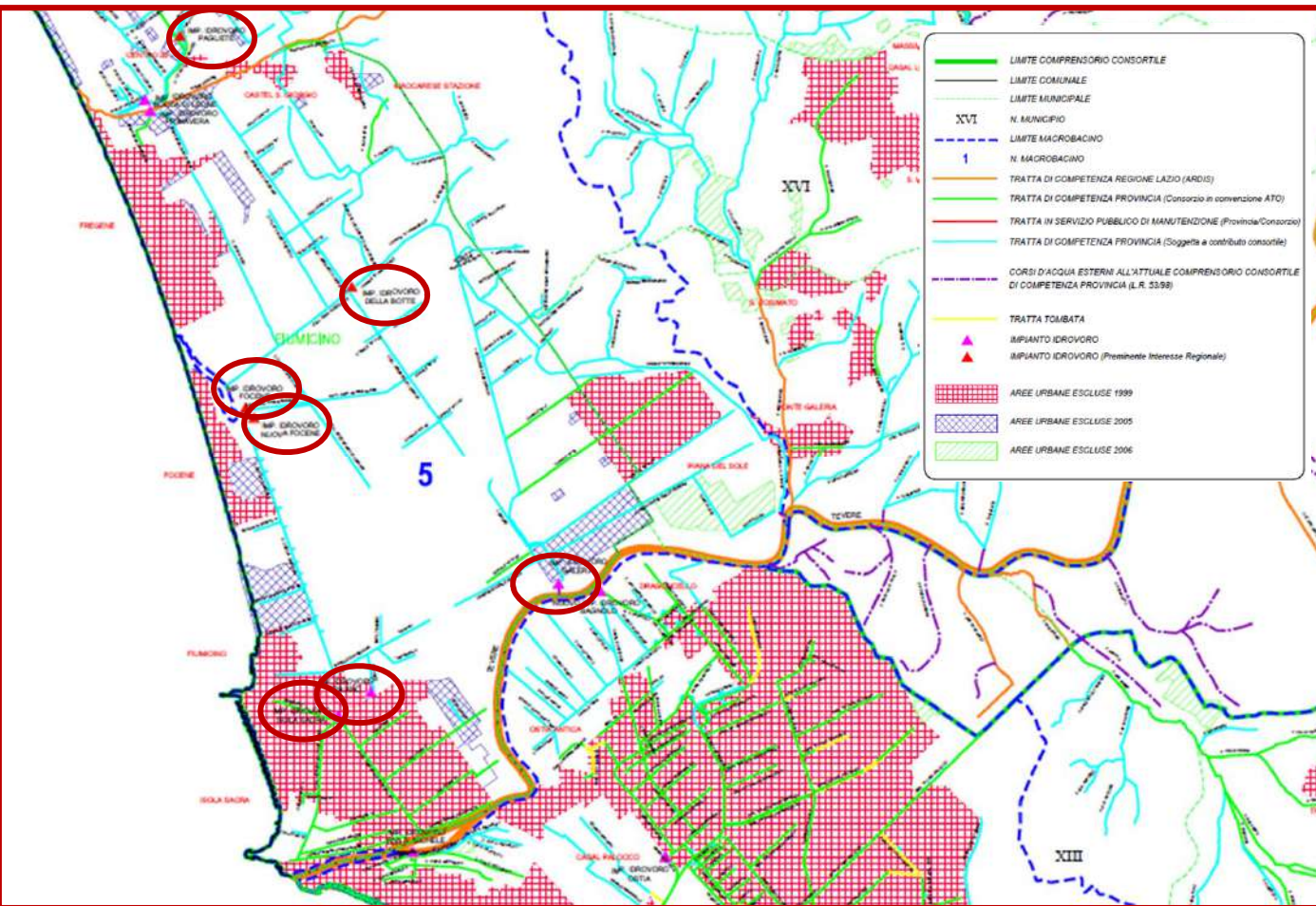
Nel progetto esecutivo la distribuzione del
sistema prevedeva 18 stazioni, di cui:

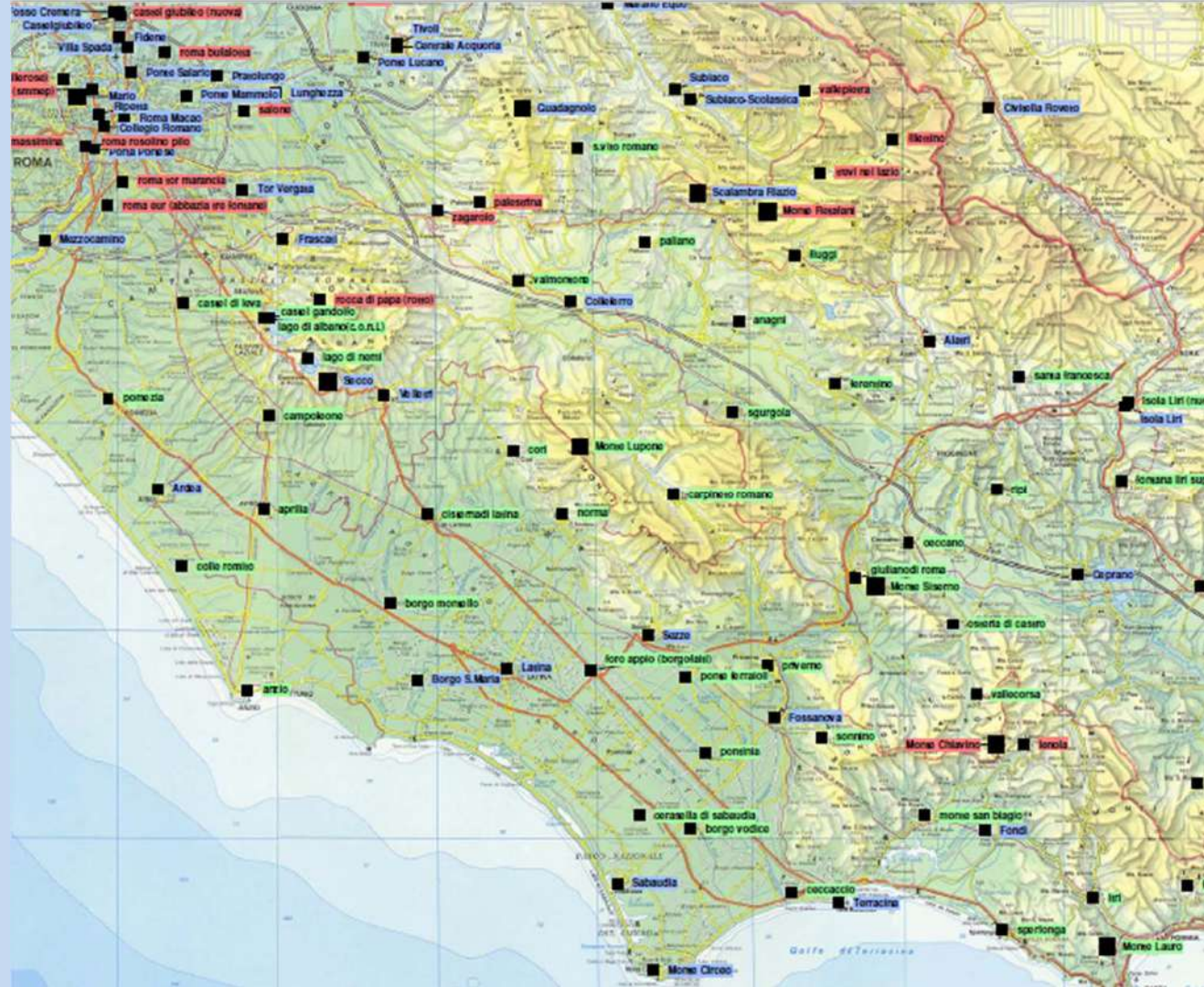
- 3 meteo/qualitative/idrometriche,
- 2 qualitative/Idrometriche,
- 13 Idrometriche.

FATTIBILITA' AGRO ROMANO



FATTIBILITA' AGRO ROMANO





FATTIBILITA' AGRO ROMANO



Il progetto dell'Agro Pontino

- Consorzio di Bonifica Agro Pontino
- Associazione Nazionale Bonifiche, Irrigazione e miglioramenti Fondiari
- Regione Lazio

Dott. Ing. Claudio Fiorani (resp. Progetto)

Dott. Ing. Stefano Saibitani (*resp. Consorzio di Bonifica Agro Pontino*)

Marzo 2008

FATTIBILITA' AGRO PONTINO



BONIFICHE AGRO PONTINO



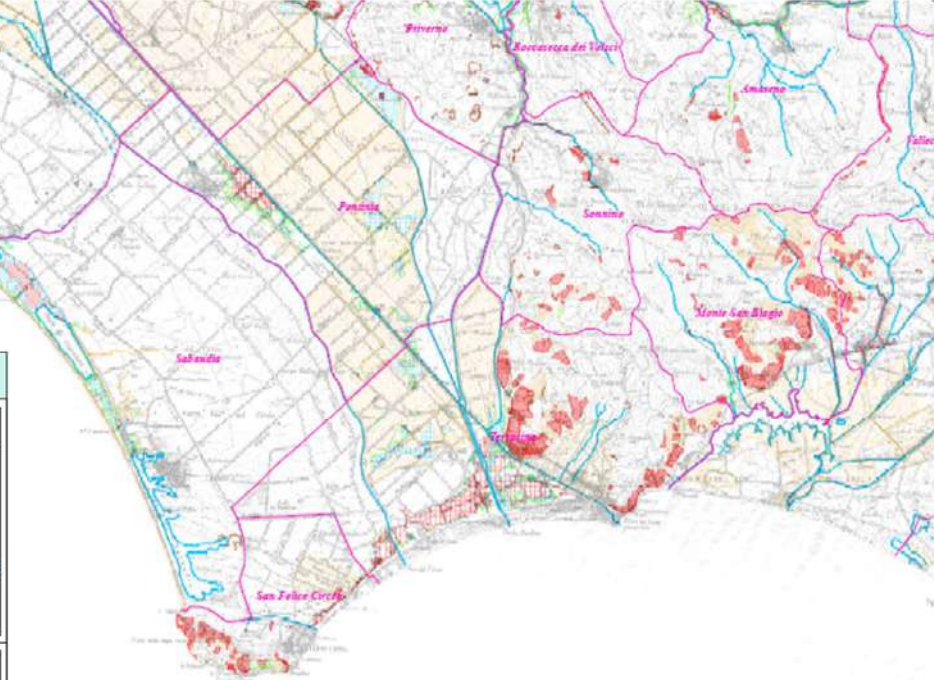
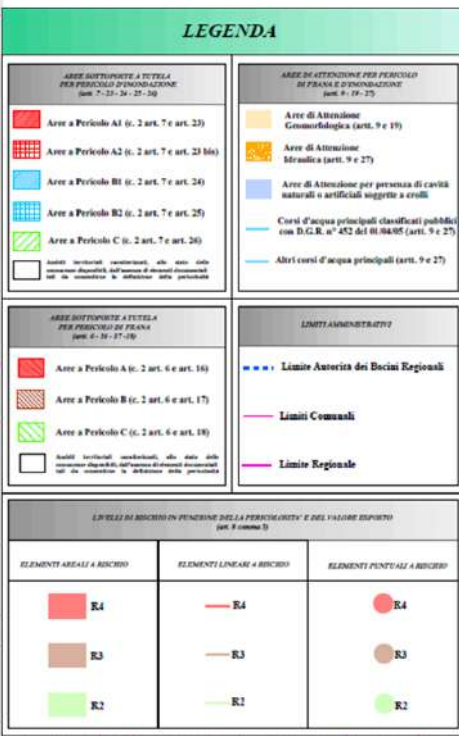
FATTIBILITA' AGRO PONTINO



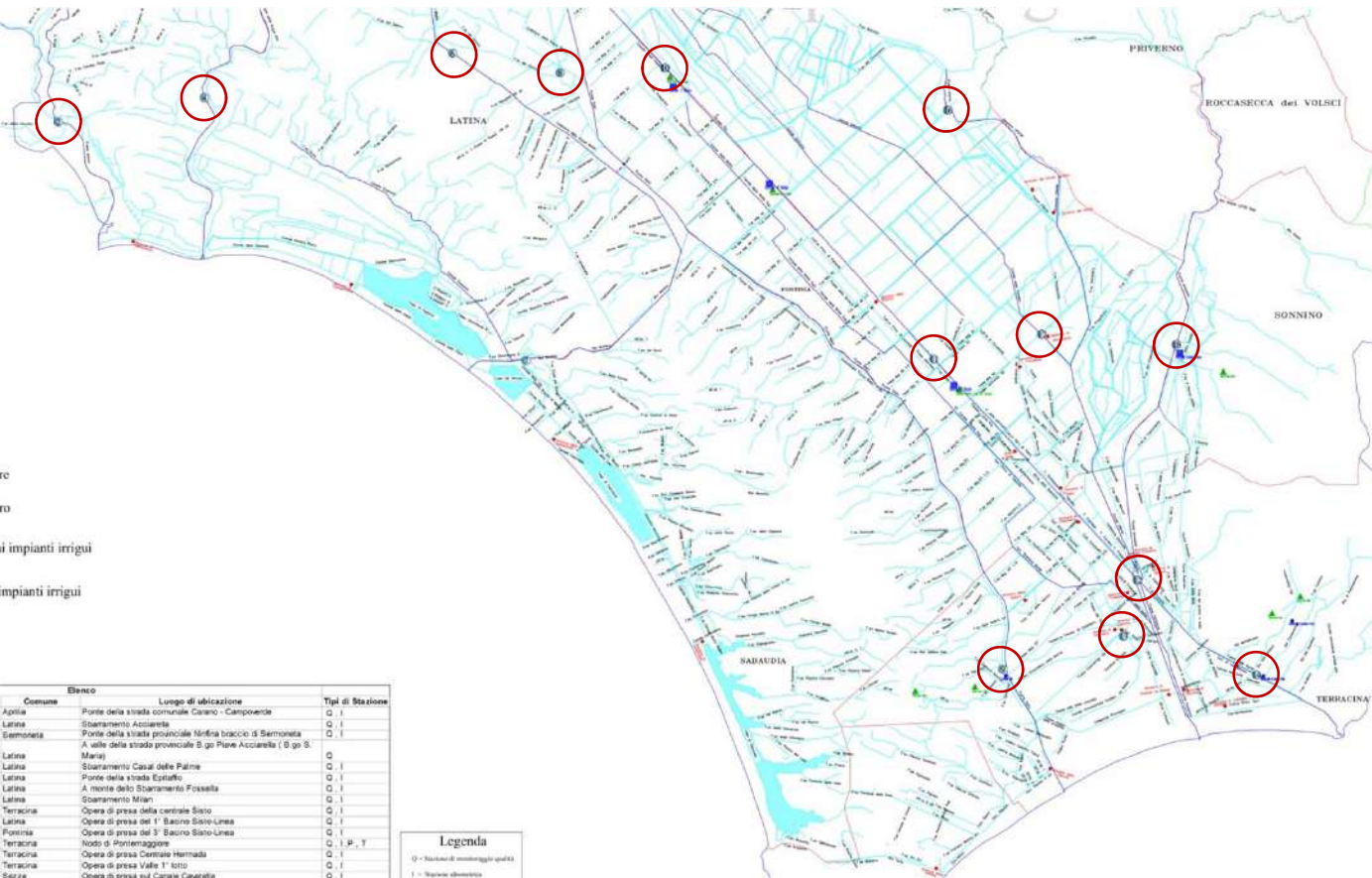
- 170.000 ha;
- 25 comuni;
- 4000 km di aste fluviali;

- 22 impianti idrovori;
- 6 impianti irrigui per 20.000 ha
- 20.000 ha di soccorso;

FATTIBILITA' AGRO PONTINO



FATTIBILITA' AGRO PONTINO



FATTIBILITA'

AGRO PONTINO

- Studio ed analisi per il monitoraggio del livello idrico e della qualità delle acque a scopo irriguo.
- Realizzazione di un Sistema Automatico di Monitoraggio in continua dei parametri ambientali.
- Nello specifico, si sarebbe dovuto trattare di un sistema di monitoraggio della rete idrica superficiale comprensiva dei parametri meteo.



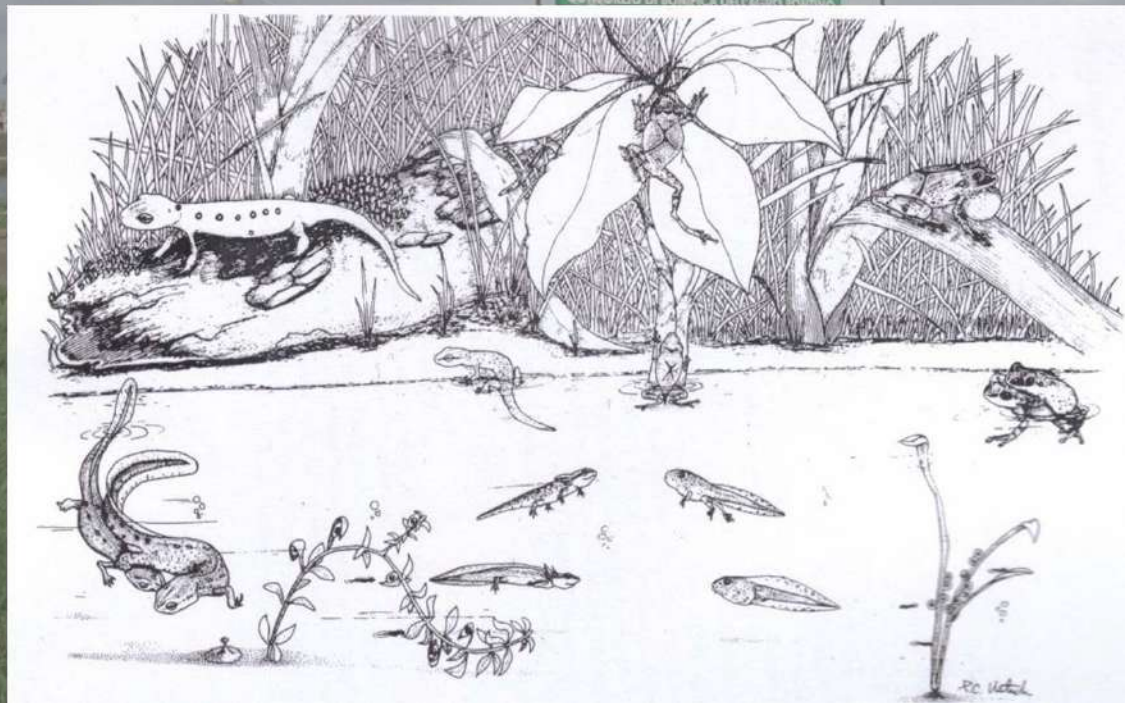
- Il prototipo in oggetto prevede la realizzazione di un centro di controllo finalizzato al coordinamento di un sistema di monitoraggio qualitativo e quantitativo del territorio dell'agro pontino.
- La natura prototipale e le modalità con cui è stato pensato e realizzato l'intero sistema hanno un duplice obbiettivo:
 - dimostrare il maggior numero di possibili alternative per il monitoraggio utilizzando stazioni e strumenti di comunicazione eterogenei;
 - realizzare un centro di controllo e supervisione già operativo dalla fase prototipale, ma pensato per ospitare elevato numero di stazioni di monitoraggio.

FATTIBILITA' AGRO PONTINO



Tutela della Biodiversità nel Parco Regionale dei Castelli Romani

FATTIBILITA' PARCO REGIONALE CASTELLI ROMANI



Parco dei Castelli Romani

PRELIMINARE PARCO REGIONALE CASTELLI ROMANI

ELEMENTI DI QUALITA'		FIUMI		LAGHI	
BIOLOGICI		SORVEGLIANZA (1)	OPERATIVO (2)	SORVEGLIANZA (1)	OPERATIVO (2)
Fitoplancton				6 volte (3)	6 volte (3)
Macrofite		2 volte (4)	2 volte (4)	1 volta (5)	1 volta (5)
Diatomee		2 volte in coincidenza con il campionamento dei macroinvertebrati (6)	2 volte, in coincidenza con il campionamento dei macroinvertebrati (6)		
Macroinvertebrati		3 volte (7)	3 volte (7)	almeno 2 volte (5)	almeno 2 volte (5)
Pesci		1 volta (8)	1 volta (8)	1 volta (9)	1 volta (9)
IDROMORFOLOGICI		SORVEGLIANZA (1)	OPERATIVO	SORVEGLIANZA (1)	OPERATIVO
Continuità		1 volta	1 volta (10)		
Idrologia		Continuo (11)	Continuo (11)	Continuo (12)	Continuo (12)
Morfologia (13)	alterazione morfologica	1 volta	1 volta (10)	1 volta	1 volta (10)
	caratterizzazione degli habitat prevalenti (14)	1 volta in coincidenza con uno dei campionamenti dei	1 volta in coincidenza con uno dei campionamenti dei	1 volta in coincidenza con uno dei campionamenti dei	1 volta in coincidenza con uno dei campionamenti dei

FISICO-CHIMICI		ORIGINE DELLA PRESSIONE	CATEGORIA DELL'EFFETTO	EFFETTI DELLA PRESSIONE	FITOPLANCTON	MACROFITE	MACROINVERTEBRATI	PESCI	MORFOLOGIA	IDROLOGIA	FISICO-CHIMICI GENERALI	ALTRE SOSTANZE NON APPARTENENTI ALL'ELENCO DI PRIORITA'	SOSTANZE ELENCO DI PRIORITA'
Condizioni Ossigenazione Conduttabilità	Stato dei nutrienti												
Stato di acidità													
Altre sostanze di priorità (16)		ARRICCHIMENTO DI NUTRIENTI (E DI SOSTANZE ORGANICHE)	Effetto primario sulla biologia	Variazione nella concentrazione dei nutrienti nel corpo idrico delineato. Aumento della biomassa, interazioni negative con altri produttori primari	x	x		x			Tutti i nutrienti	x	
		SOSTANZE ELENCO DI PRIORITA' E ALTRE SOSTANZE NON APPARTENENTI ALL'ELENCO DI PRIORITA'	Effetti primari sui sedimenti e sulla qualità dell'acqua	Aumento delle concentrazioni degli inquinanti (colonna d'acqua e sedimenti)			x	x			Parametri di base	x	x
Sostanze di priorità		IDROLOGICO	Effetto primario sulla biologia	Variazione nei livelli idrici dovuti all'asportazione di acqua; modifiche al regime di flusso che possono danneggiare le componenti biologiche; effetti sulla concentrazione di nutrienti	x	x	x	x	x	x			
		MORFOLOGICO	Effetto primario sulla biologia	Modifiche alla linea di costa e alle caratteristiche del sedimento (ad es. granulometria)		x	x	x	x	x			
		ACIDIFICAZIONE ¹	Effetto primario sulla biologia	Variazione nei valori di alcalinità e di pH; alterazioni della composizione specifica della comunità biologica e effetti sinergici con altri inquinanti (ad esempio aumento della tossicità dei metalli)			x	x			Parametri legati alla acidificazione		



Parco dei Castelli Romani

PRELIMINARE PARCO REGIONALE CASTELLI ROMANI



Area estesa per 20.000 ha di cui 12.000 coperti dal Parco



Parco dei Castelli Romani

PRELIMINARE PARCO REGIONALE CASTELLI ROMANI

*Planktothrix
rubescens*

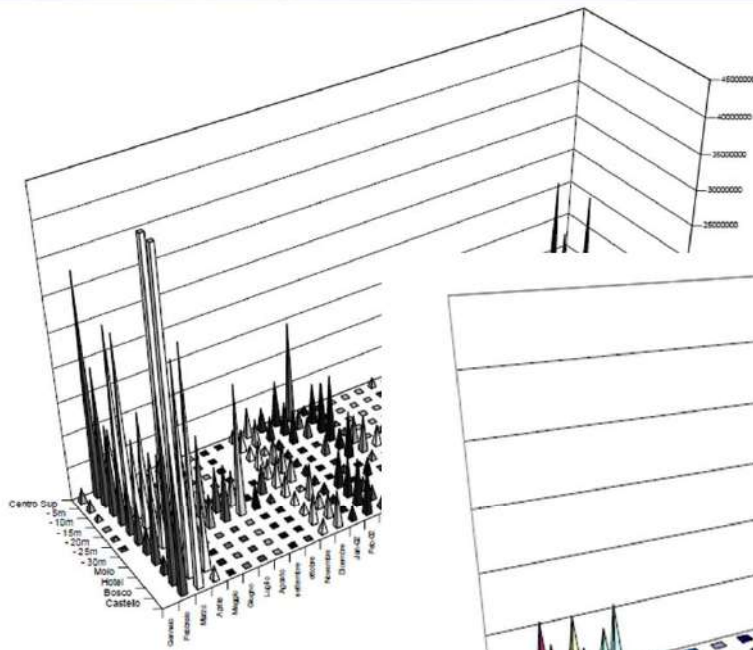


Figura 17. LAGO DI ALBANO: andan

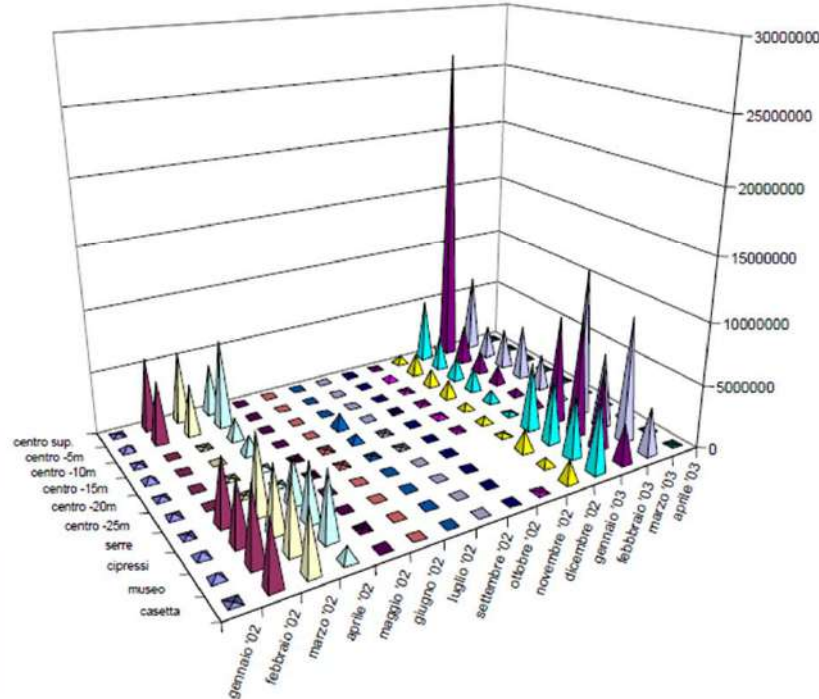


Figura 10. LAGO DI NEMI: andamento della fioritura di *P. rubescens*



Istituto superiore
di sanità (2004)



Parco dei Castelli Romani

- Il progetto consiste nell'avvio di un sistema di monitoraggio a partire da tre corpi idrici presenti sul territorio del Parco Regionale dei Castelli Romani, come SIC, individuati sulla base delle principali emergenze ambientali e protezionistica del territorio.
- Per la raccolta dei dati sono stati avviati da un lato il monitoraggio periodico di alcuni elementi della comunità biotica e dall'altro il monitoraggio in continua di alcune caratteristiche chimico-fisiche della matrice idrica tramite l'impiego di una sonda multiparametriche inserite in un sistema di rilevamento a distanza.
- L'integrazione delle informazioni ottenute tramite i due tipi di monitoraggio permette di:
 - rilevare “in tempo reale” elementi di disturbo e di pressione ambientale abilitando ove possibile interventi per contrastarli;
 - rilevare trend ecologici e demografici degli elementi biotici studiati;
 - estrapolare degli elementi di sintesi tra le due modalità di monitoraggio che “costruiscano uno strumento” di larga applicabilità gestionale per l'Ente Parco (che potrebbe applicarlo anche in altri corpi idrici);
 - controllare i siti riproduttivi delle specie di interesse;
 - formare il personale dell'ente per una autonoma prosecuzione dell'attività di monitoraggio.

PRELIMINARE PARCO REGIONALE CASTELLI ROMANI



Parco dei Castelli Romani

- Il progetto pilota di tutela della biodiversità nel Parco Regionale dei Castelli Romani prevedeva, oltre al piano di monitoraggio, ulteriori possibili applicazioni derivanti dall'utilizzo di sonde e altre apparecchiature di rilevamento sul campo per la tutela ambientale.
- A questo scopo il sistema di monitoraggio prevedeva, oltre a quanto sopra specificato, la storicizzazione e pubblicazione dei monitoraggi relativi ai siti riproduttivi del Falco Pellegrino.
- I dati raccolti dovevano essere organizzati dal centro di supervisione, da installare presso la sede del Parco Regionale dei Castelli Romani, e/o presso un punto di studio didattico e osservazione da installare presso l'area dei Pratonì del Vivaro.
- Il centro didattico di Supervisione oltre ad offrire la possibilità di realizzare incontri didattici, avrebbe dovuto abilitare il monitoraggio e la pubblicazione su web dei dati provenienti dalle sonde e dai sensori distribuiti sul territorio, incluse le immagini e i filmati. Il sistema di pubblicazione dei dati dovrà permettere la profilazione degli accessi e agevolare la fruizione dei dati da parte degli operatori.

PRELIMINARE PARCO REGIONALE CASTELLI ROMANI



Parco dei Castelli Romani

- L'opportunità di disporre di una sonda mobile permette piani di monitoraggio che possono essere definiti sulla base di presenze idriche anche stagionali e non permanenti. Si è quindi deciso di realizzare le installazioni delle sonde fisse (come indicato nel documento contenente le monografie) nei siti in cui la periodicità della quantità di acqua non rappresentasse un problema.
- Saranno realizzate quindi le installazioni fisse su:
 1. lago Albano di Castel Gandolfo;
 2. lago di Nemi.

PRELIMINARE PARCO REGIONALE CASTELLI ROMANI



Parco dei Castelli Romani

Tabella dei costi

Tipologia	Costo a corpo	Costo installazione	Totale
Qualità e pressione	€ 35.572,00	€ 985,00	€ 36.557,00
Qualità, idrometrica e meteo	€ 39.072,00	€ 1.080,00	€ 40.152,00
Qualità e pressione	€ 35.572,00	€ 985,00	€ 36.557,00

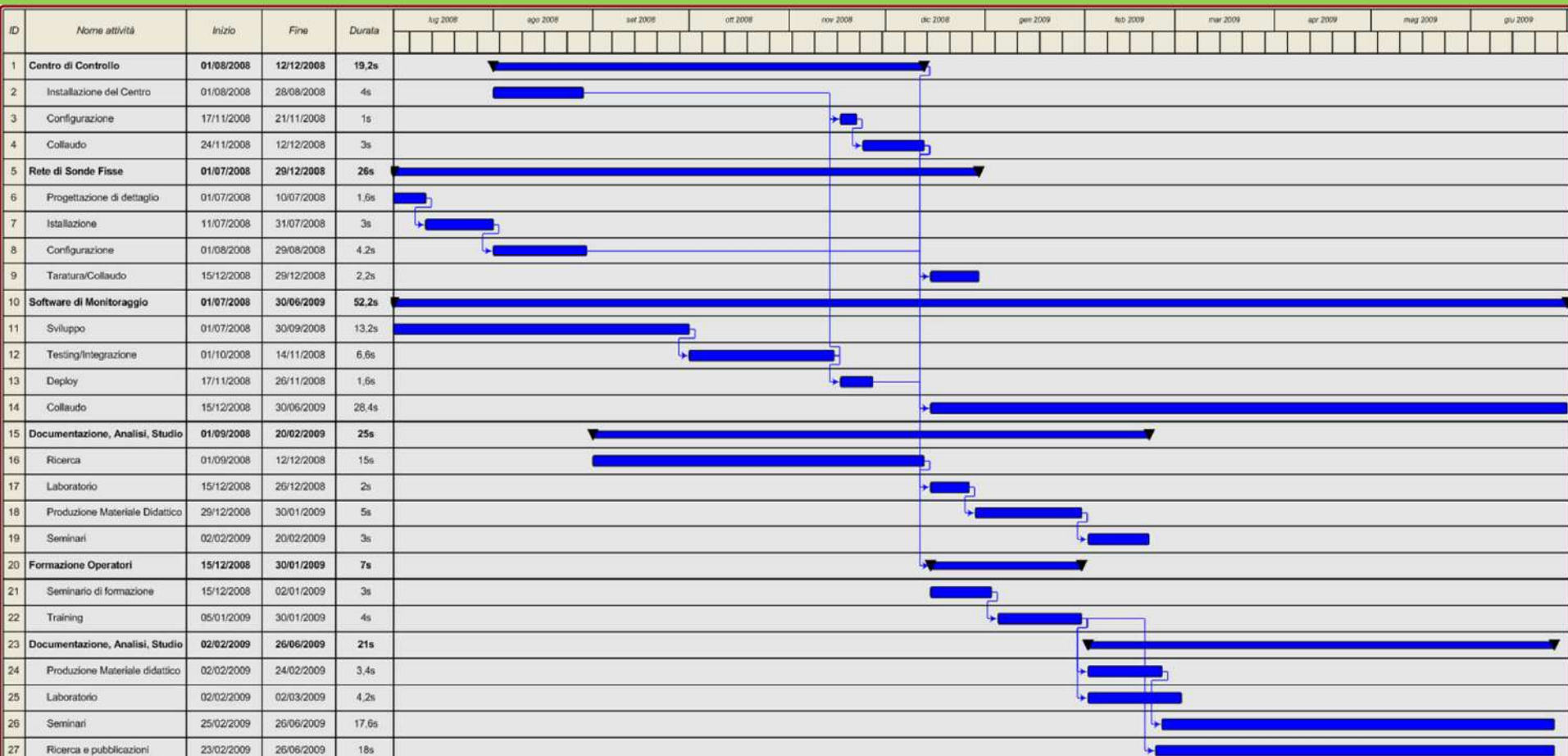
FATTIBILITA'
SMA

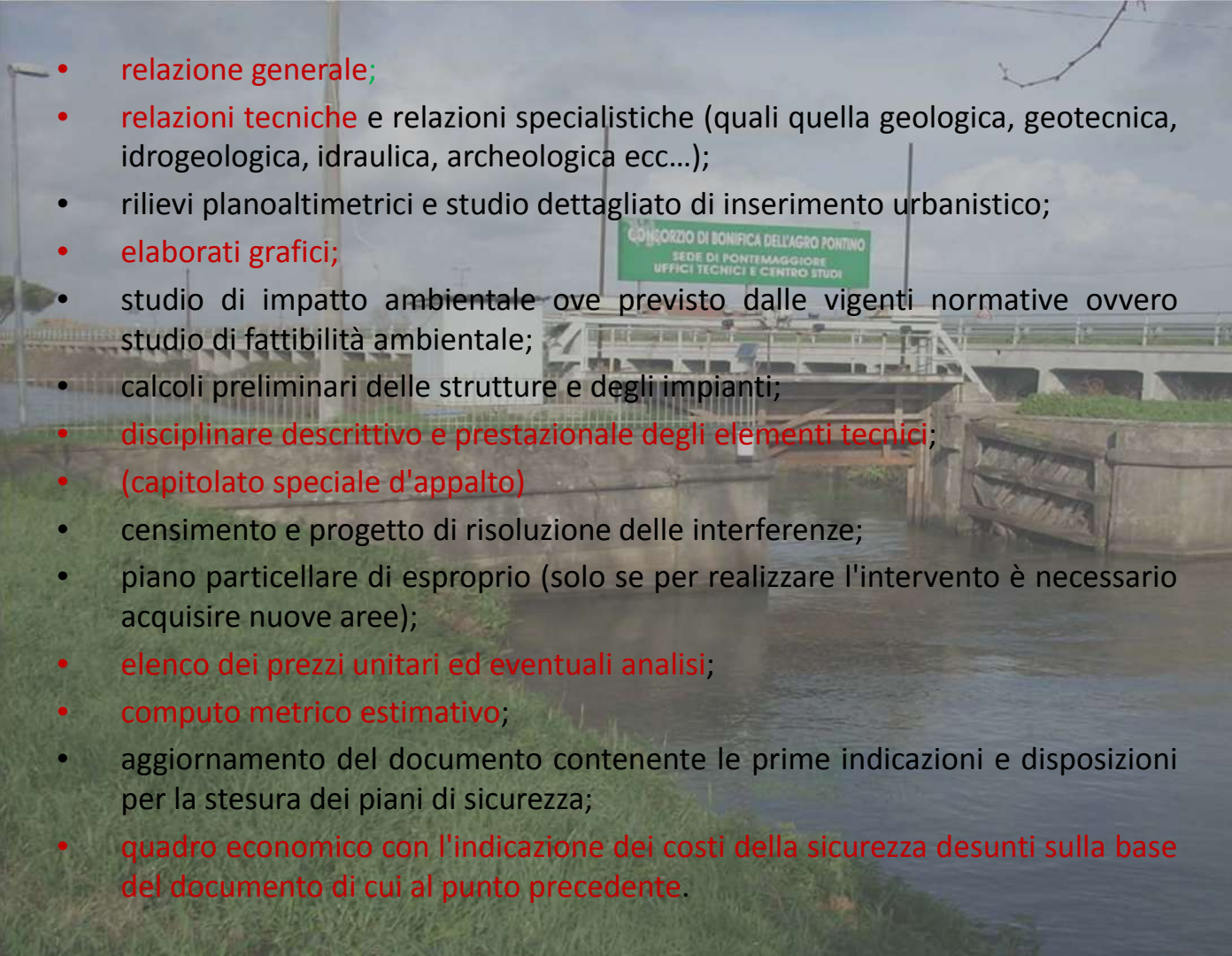
Tabella dei costi

PIEZOMETRI TIPO "CASAGRANDE". Piezometri tipo "Casagrande" doppio tubo in PVC, installati. Sono compresi: la fornitura dei materiali occorrenti; la formazione del manto drenante; lo spurgo; l'esecuzione di tappi impermeabili in fori già predisposti; la piazzola in calcestruzzo cementizio. E' compreso quanto altro occorre per dare il piezometro tipo "Casagrande" completo e funzionante. E' esclusa la fornitura del pozzetto protettivo. Per profondità misurate a partire dal piano di campagna fino a m 60. Per ogni metro di doppio tubo in PVC installato.			
<u>SOMMANO</u>			
TUBI INCLINOMETRICI. Tubi inclinometrici, installati. Sono compresi: la cementazione con miscela cemento-bentonite; la fornitura e la posa dei tubi, della valvola a perdere, dei manicotti di giunzione, in fori già predisposti, per profondità misurate a partire dal piano campagna fino a m 60; la piazzola in calcestruzzo cementizio. E' compreso quanto altro occorre per dare il tubo inclinometrico completo. E' esclusa la fornitura del pozzetto protettivo. Per ogni installazione.			
<u>SOMMANO</u>			
TUBI INCLINOMETRICI. Tubi inclinometrici, installati. Sono compresi: la cementazione con miscela cemento-bentonite; la fornitura e la posa dei tubi, della valvola a perdere, dei manicotti di giunzione, in fori già predisposti, per profondità misurate a partire dal piano campagna fino a m 60; la piazzola in calcestruzzo cementizio. E' compreso quanto altro occorre per dare il tubo inclinometrico completo. E' esclusa la fornitura del pozzetto protettivo. Per ogni metro di tubo installato.			
<u>SOMMANO</u>			
POZZETTI DI PROTEZIONE STRUMENTAZIONE. Pozzetti di protezione strumentazione, per piezometri ed inclinometri, compresa la relativa posa in opera e il lucchetto di chiusura. E' compreso quanto altro occorre per dare i pozzetti di protezione completi.			
<u>SOMMANO</u>			
MISURA DI FALDA IDRICA. Misura di falda idrica in tubo opportunamente predisposto, eseguito a mezzo di scandagli elettrici durante tutto il periodo relativo alla durata dei lavori di sondaggio. E' compresa la fornitura di grafici relativi alla eventuale escursione di falda. E' inoltre compreso quanto altro occorre per dare il rilievo completo. Per ogni lettura.			
<u>SOMMANO</u>	cad.	€	4,27
TRASPORTO DELLE ATTREZZATURE DI MISURA. Trasporto in andata e ritorno delle attrezzature di misura. Sono compresi: il viaggio del personale addetto; lo spostamento da tubo a tubo inclinometrico nell'ambito della zona strumentata.			
<u>SOMMANO</u>	cad.	€	221,00
MISURE INCLINOMETRICHE MEDIANTE IDONEA STRUMENTAZIONE. Misure inclinometriche mediante idonea strumentazione quale sonda dotata di sensore servoinclinometrico biassiale, sensibilità 20.000 sen a. E' compreso quanto occorre per dare le misure inclinometriche complete. Per ogni livello di lettura eseguito su quattro guide. Misura di zero passo 0.5 m (1let x (130*2)).			
<u>SOMMANO</u>	m	€	6,30
Per ogni livello di lettura eseguito su due guide con passo 0.5 m. Previste 3 misure (3 x (130*2)).			
<u>SOMMANO</u>	m	€	3,13
MISURE INCLINOMETRICHE MEDIANTE IDONEA STRUMENTAZIONE. Misure inclinometriche mediante idonea strumentazione quale sonda dotata di sensore servoinclinometrico biassiale, sensibilità 20.000 sen a. E' compreso quanto occorre per dare le misure inclinometriche complete. Elaborazione dati relativi a ciascuna misura eseguita su un tubo inclinometrico, comprensiva della restituzione grafica. Previste 4 misure + misura di zero (5let x 5 tubi)			
<u>SOMMANO</u>	cad	€	64,00

FATTIBILITA'
SMG

Cronoprogramma



- 
- **relazione generale;**
 - **relazioni tecniche** e relazioni specialistiche (quali quella geologica, geotecnica, idrogeologica, idraulica, archeologica ecc...);
 - rilievi planoaltimetrici e studio dettagliato di inserimento urbanistico;
 - **elaborati grafici;**
 - studio di impatto ambientale ove previsto dalle vigenti normative ovvero studio di fattibilità ambientale;
 - calcoli preliminari delle strutture e degli impianti;
 - **disciplinare descrittivo e prestazionale degli elementi tecnici;**
 - **(capitolato speciale d'appalto)**
 - censimento e progetto di risoluzione delle interferenze;
 - piano particellare di esproprio (solo se per realizzare l'intervento è necessario acquisire nuove aree);
 - **elenco dei prezzi unitari ed eventuali analisi;**
 - **computo metrico estimativo;**
 - aggiornamento del documento contenente le prime indicazioni e disposizioni per la stesura dei piani di sicurezza;
 - **quadro economico con l'indicazione dei costi della sicurezza desunti sulla base del documento di cui al punto precedente.**

PROGETTAZIONE DEFINITIVA ED ESECUZIONE

PROGETTAZIONE DEFINITIVA ED ESECUZIONE



Consorzio di Bonifica
dell'Agro Pontino

Associazione Nazionale bonifiche, irrigazioni e miglioramento fondi





PROGETTAZIONE DEFINITIVA ED ESECUZIONE

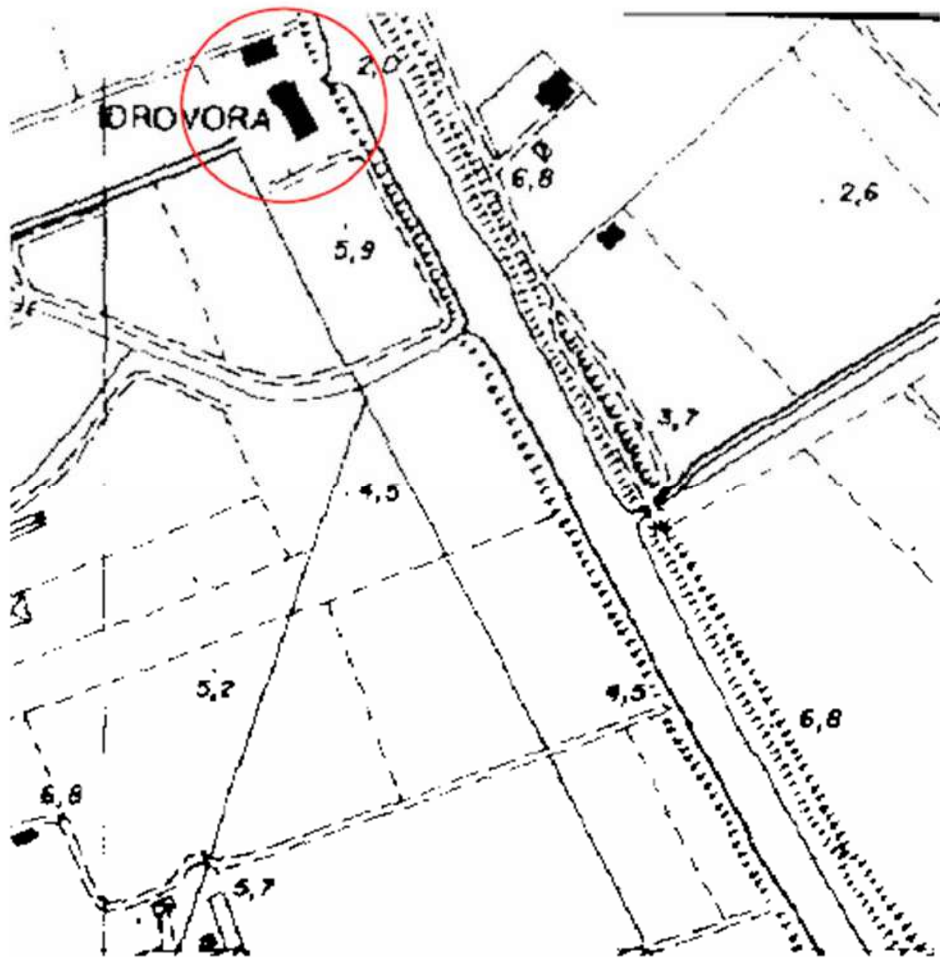


Opera di Presa Centrale Sisto
Corso d'acqua: Fiume Sisto
Tipologia Sonda: (Qualità e Idrometrica)



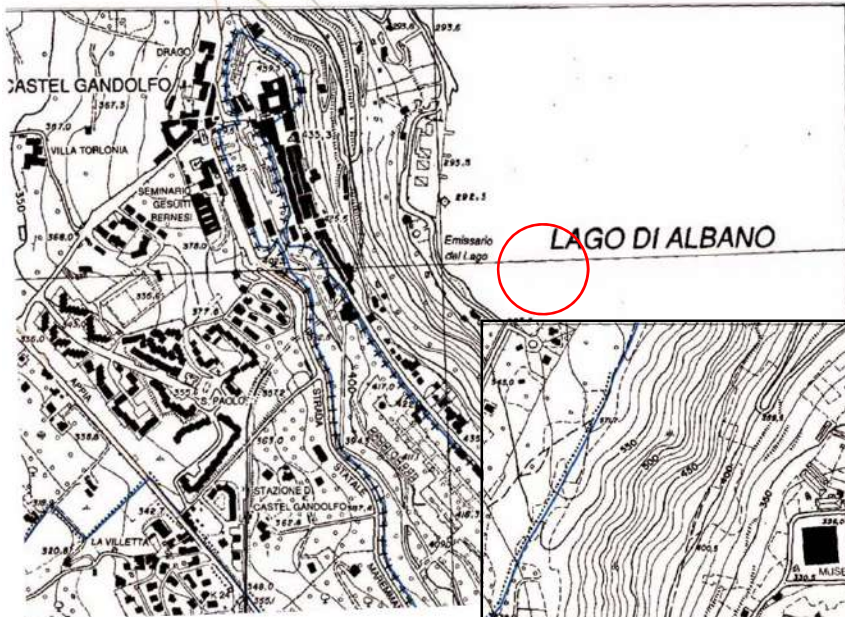
PROGETTAZIONE DEFINITIVA ED ESECUZIONE



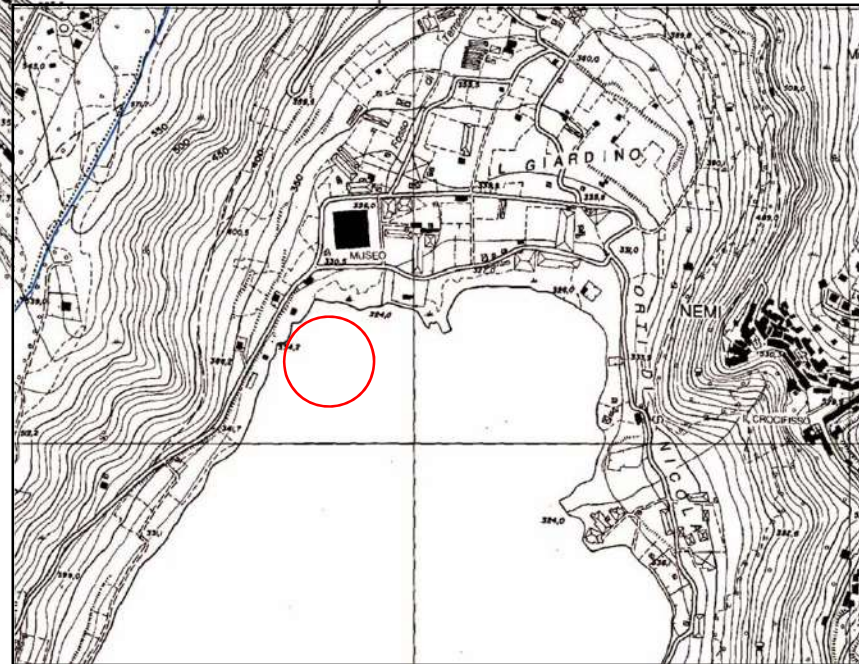


PROGETTAZIONE DEFINITIVA ED ESECUZIONE





Lago Albano



Lago di Nemi

PROGETTAZIONE DEFINITIVA ED ESECUZIONE





- Facilità di trasporto.
- Semplicità di assemblaggio sul posto.
- Accessibilità per gli operatori.
- Possibilità di installare numerosi e diversi dispositivi di misura e di controllo.

PROGETTAZIONE DEFINITIVA ED ESECUZIONE



Parco dei Castelli Romani

- La rete di monitoraggio è composta da stazioni di rilevamento posizionate su luoghi ben determinati del territorio, e da un centro di controllo per l'elaborazione dei dati e la loro visualizzazione.
- Le stazioni sono composte da varie tipologie di sensori, che collegati a una centralina elettronica, effettuano le misurazioni previste, le elaborano localmente per stimare sia i valori medi che alcune grandezze derivate e, infine, memorizzano temporaneamente i dati fino al momento della loro trasmissione verso il centro di controllo.
- In particolare si tratta di tre tipologie di stazioni:
 - stazioni per la misura qualitativa (misura di parametri chimico-fisici)
 - stazioni per la misura multiparametrica;
 - stazioni per la misura meteorologica (pluviometro, termometro)

PROGETTAZIONE DEFINITIVA ED ESECUZIONE



Parco dei Castelli Romani

- Ogni stazione è stata provvista di una centralina elettronica per la raccolta, la gestione e l'invio dei dati, un apparato di trasmissione GSM/GPRS e una batteria collegata ad un pannello fotovoltaico. La centralina elettronica è il dispositivo che acquisisce le misure grezze e funge da raccolta per la gestione e l'invio dei dati.
- L'idea è quella di far rilevare grandezze relative all'inquinamento delle acque, tramite l'utilizzo di una sonda multiparametrica che si presenta come un corpo unico di forma cilindrica alla cui estremità vengono montati gli elettrodi necessari alle misure richieste.

PROGETTAZIONE DEFINITIVA ED ESECUZIONE



Parco dei Castelli Romani

Sonda multiparametrica con i sensori di:

- Conducibilità.
- Temperatura.
- Pressione.
- Ossigeno.
- pH.
- Potenziale Redox.
- Torbidità.
- Fluorimetro per l'analisi della Clorofilla 'a'.
- Fluorimetro per l'analisi delle alghe tossiche (Cianobatteri).

Sonda con sensori ionoselettivi con i sensori per il campionamento di:

- Ammonio.
- Cloruro.
- Nitrati.

PROGETTAZIONE DEFINITIVA ED ESECUZIONE



Parco dei Castelli Romani

La stazione doveva poter prevedere una dotazione opzionale di sonda meteorologica, con possibilità di campionamento dei parametri:

- Temperatura
- Umidità
- Pressione atmosferica
- Vento intensità e direzione
- Livello pluviometrico

La stazione prevedeva la presenza di un bat-detector, strumento in grado di registrare le emissioni acustiche caratteristiche delle attività di chiroterofauna con la possibilità di registrazione eterodina degli ultrasuoni a frequenze comprese tra 30 e 120 Khz.

PROGETTAZIONE DEFINITIVA ED ESECUZIONE



Parco dei Castelli Romani

Progetto: "Tutela della biodiversità nel Parco Regionale dei Castelli Romani – RETE DEI LABORATORI – REALIZZAZIONE DI UN POLO TEMATICO E PRIME ATTIVITA' DI MONITORAGGIO NEL PARCO REGIONALE DEI CASTELLI ROMANI (RM)" – CIG N° 0317017AB1

Progetto "Tutela della biodiversità nel Parco Regionale dei Castelli Romani" - "RETE DEI LABORATORI – REALIZZAZIONE DI UN POLO TEMATICO E PRIME ATTIVITA' DI MONITORAGGIO NEL PARCO REGIONALE DEI CASTELLI ROMANI" (RM) – CIG N° 0317017AB1



**Rete dei Laboratori della Biodiversità
Realizzazione di un Polo Tematico e prime attività di monitoraggio nel Parco
Regionale dei Castelli Romani**

//

**INDAGINE CONOSCITIVA SULLA CHIROTTEROFAUNA
DEL PARCO DEI CASTELLI ROMANI**

RELAZIONE DEFINITIVA

PROGETTAZIONE DEFINITIVA ED ESECUZIONE



Parco dei Castelli Romani

I parametri caratteristici della strumentazione di monitoraggio da conoscere.

- Affidabilità.
- Ampiezza del segnale in uscita (Span - Output).
- **Campo di misura** (Range).
- **Condizioni operative** (Operating conditions).
- Controllo (Control).
- **Deriva** (Drift).
- Isteresi (Ysteresis).
- Linearità (Linearity).
- Accuratezza (Accuracy).
- Ripetibilità (Repeatability).
- Risoluzione (Resolution):
- Segnale in uscita (Output signal).
- **Sensibilità** (Sensitivity).
- **Stabilità a lungo termine** (Long Term Stability).
- Validazione.

HARDWARE

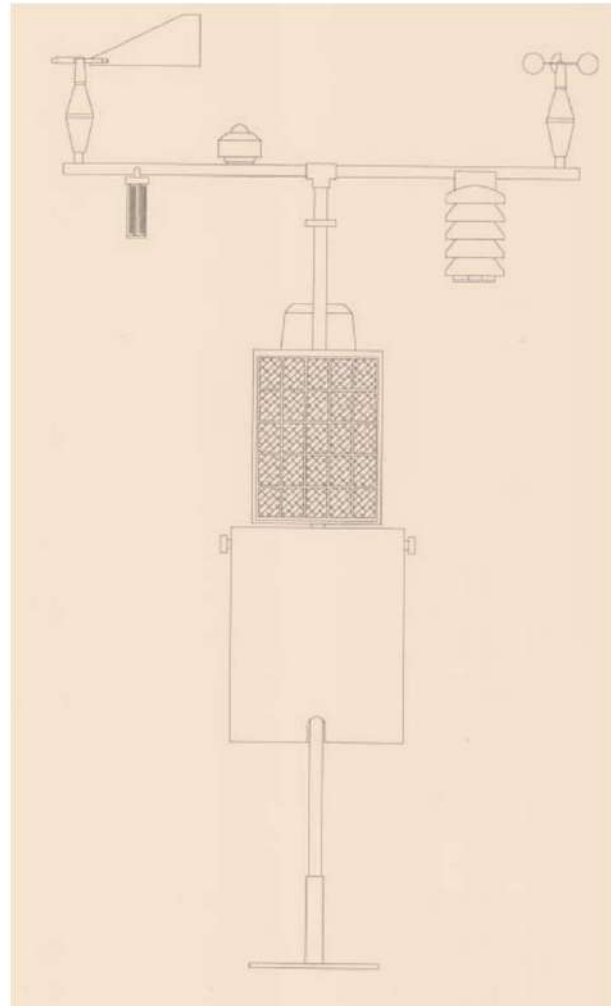




HARDWARE



HARDWARE



HARDWARE



- Sensori per misurare la velocità e la direzione vento.
- Barometro per la misurazione della pressione atmosferica.
- Pluviometro per la misura relativa alla quantità e all'intensità dell'acqua piovana.
- Sensore termoigrometrico per le misure di temperatura e di umidità dell'aria.

HARDWARE

- Temperatura dell'acqua (T).
- Conducibilità ($\mu\text{S}/\text{cm}$).
- Ossigeno disciolto %sat oppure mg/l O_2 .
- pH (unità di pH).
- Potenziale Redox (ORP, mV).
- Torbidità (NTU).
- Nitrati (mg).
- Ammonio (mg).
- Cloruri (mg).
- Clorofilla ($\mu\text{g}/\text{l}$).
- Cianobatteri (cell/ml).



HARDWARE

CARATTERISTICHE MECCANICHE ED ELETTRICHE MECHANICAL AND ELECTRICAL SPECIFICATIONS

	DQA130	DQA030- DQA031	DQA035-DQA036	
Superficie di raccolta	324 cmq		1000 cmq	Collector surface area
Diametro di raccolta	203 mm		420 mm	Collector area diameter
Campo di misura	Max 10 mm/min		180 mm/hr	Measurement range
Risoluzione	0,2 mm/imp. (opt. 0,1 0,5 mm/imp.)		0,2 mm/imp. (opt. 0,1; 0,3; 0,4; 0,5; mm/imp.)	Resolution
Accuratezza	0-1 mm/min: ± 1 basculata / tip 1-10 mm/min: 1%		0-1 mm/min: 1% 1-3 mm/min: 2% 3-5 mm/min: 4% 5-10 mm/min: 8%	Accuracy
Contratto	1 reed (opt. N.2 reed) 0,5 A/24V non induttivo / non inductive			Contact
Durata impulso	100 msec.± 50			Pulse duration
Materiale del cono di raccolta	Alluminio /Aluminium	Ottone / Brass		Collector cone material
Materiale della struttura esterna	Alluminio /Aluminium	Inox AISI304		External housing material
Materiale della bascula	Alluminio / Aluminium			Tipping bucket material
Cavo	Non incluso / Not included	10 m		Cable
Peso				Weight
Modelli non riscaldati		4,3 Kg	5,3 Kg	Unheated models
Modelli riscaldati		4,7 Kg	6,3 Kg	Heated models

HARDWARE

Idrometro ad Ultrasuoni

L'idrometro a ultrasuoni è utilizzato sia come sensore di livello idrometrico, che come sensore nivometrico.

Il sensore è dotato di una propria elettronica con microprocessore e memoria di registrazione, per cui è in grado di essere anche utilizzato autonomamente.

Il funzionamento è basato su due trasduttori ad ultrasuoni che misurano il tempo che impiega un impulso a percorrere nei due sensi la distanza tra essi e la superficie dell'acqua; il dato rilevato viene compensato automaticamente in base alla temperatura dell'aria, rilevata localmente per mezzo di un apposito sensore incorporato

Caratteristiche principali:

sensibilità	0.1 cm
ripetibilità	± 0.6 cm
precisione complessiva	$\pm 1/1000$ del f.s.
campo di misura	20 m
caratteristiche dinamiche	costante di tempo 0.1 s

HARDWARE

Sensors

	<i>Range</i>	<i>Accuracy</i>	<i>Resolution</i>
Hach LDO™	0 to 20 mg/L	± 0.1 mg/L @ < 8mg/L ± 0.2 mg/L @ > 8mg/L	0.01 mg/L
Polarographic DO	0 to 50 mg/L	± 0.2 mg/L @ < 20mg/L ± 0.6 mg/L @ > 20 mg/L	0.01 mg/L
Conductivity	0 to 100 mS/cm	± 0.5% of reading ± 0.001 mS/cm	4 digits
pH	0 to 14 pH units	± 0.2 units	0.01 units
Turbidity, Self-Cleaning	0-3000 NTU	Compared to StablCal 1% up to 100 NTU 3% from 100-400 NTU 5% from 400-3000 NTU	0.1 NTU from 0-400 NTU; 1 NTU for >400 NTU
Turbidity, 4-Beam	0-1000 NTU	5% of reading; or ± 1 NTU	0.1 NTU from 0-100 NTU; 1 NTU for >100 NTU
Depth	0 to 10m (Vented Level)	± 0.003 meters	0.001 meters
	0 to 25m	± 0.05 meters	0.01 meters
	0 to 100m	± 0.05 meters	0.01 meters
	0 to 200m	± 0.1 meters	0.1 meters
Chlorophyll a	Dynamic Range Low sensitivity: 0.03-500µg/L Med. sensitivity: 0.03-50µg/L High sensitivity: 0.03-5µg/L	± 3% for signal level equivalents of 1 ppb rhodamine WT dye or higher using a rhodamine sensor	0.01 µg/L
Blue-Green Algae	Dynamic Range Low sensitivity: 100-2,000,000 cells/mL Med. sensitivity: 100-200,000 cells/mL High sensitivity: 100-20,000 cells/mL	± 3% for signal level equivalents of 1 ppb rhodamine WT dye or higher using a rhodamine sensor	20 cells/mL
Ion Selective Electrodes			
	Ammonia Max Depth: 15 meters	Greater of ± 5% of reading, or ± 2 mg/L-N	0.01 mg/L-N
	Nitrate Max Depth: 15 meters	Greater of ± 5% of reading, or ± 2 mg/L-N	0.01 mg/L-N
	Chloride Max Depth: 15 meters	Greater of ± 5% of reading, or ± 2 mg/L	4 digits
TDG (Total Dissolved Gas)	400 to 1300 mmHg	± 0.1% of span	1.0 mmHg
ORP	-999 to 999 mV	± 20 mV	1 mV
Rhodamine WT	Dynamic Range Low sensitivity: 0.04-1000 ppb Med. sensitivity: 0.04-100 ppb High sensitivity: 0.04-10 ppb	± 3% for signal level equivalents of 1 ppb rhodamine WT dye or higher using a rhodamine sensor	0.01 ppb
PAR	0 to 10,000 µmol s ⁻¹ m ⁻²	± 5% of reading, or ± 1 µmol s ⁻¹ m ⁻²	1 µmol s ⁻¹ m ⁻²
Temperature	-5 to 50°C	± 0.10°C	0.01°C

HARDWARE

Costi sensori per stazione meteo

Tipologia	Costo a corpo	N.	Totale
Sensore vento (velocità e direzione) comprensivo d rotorì	€ 700,00	1	€ 700,00
Sensore termoigrometro	€ 350,00	1	€ 350,00
Sensore barometro	€ 507,00	1	€ 507,00

**STAZIONE
METEO FINITA**

Costi sonde e sensori di qualità acqua

Tipologia	Costo a corpo	N.	Totale
Sonda multiparametrica	€ 4.117,00	2	€ 8.234,00
Sensore conducibilità	€ 439,00	2	€ 878,00
Sensore pH	€ 555,00	2	€1.110,00
Sensore ORP	€ 451,00	2	€ 902,00
Sensore LDO	€ 1.660,00	2	€ 3.120,00
Sensore Cl ⁻	€ 889,00	2	€ 1.778,00
Sensore NO ³⁻	€ 889,00	2	€ 1.778,00
Sensore NH ⁴⁺	€ 889,00	2	€ 1.778,00
Sensore torbidità	€ 1.700,00	2	€ 3.372,00

STAZIONI
QUALITÀ FINITA



sonde:

- praticamente a vita illimitata;
- non hanno problemi di elettronica;
- non hanno problemi di meccanica;
- tendono molto a sporcarsi;
- se presente, problema col riferimento e/o altri sensori;
- non vanno calibrati;
- non devono subire taratura;
- manutenzione ordinaria.

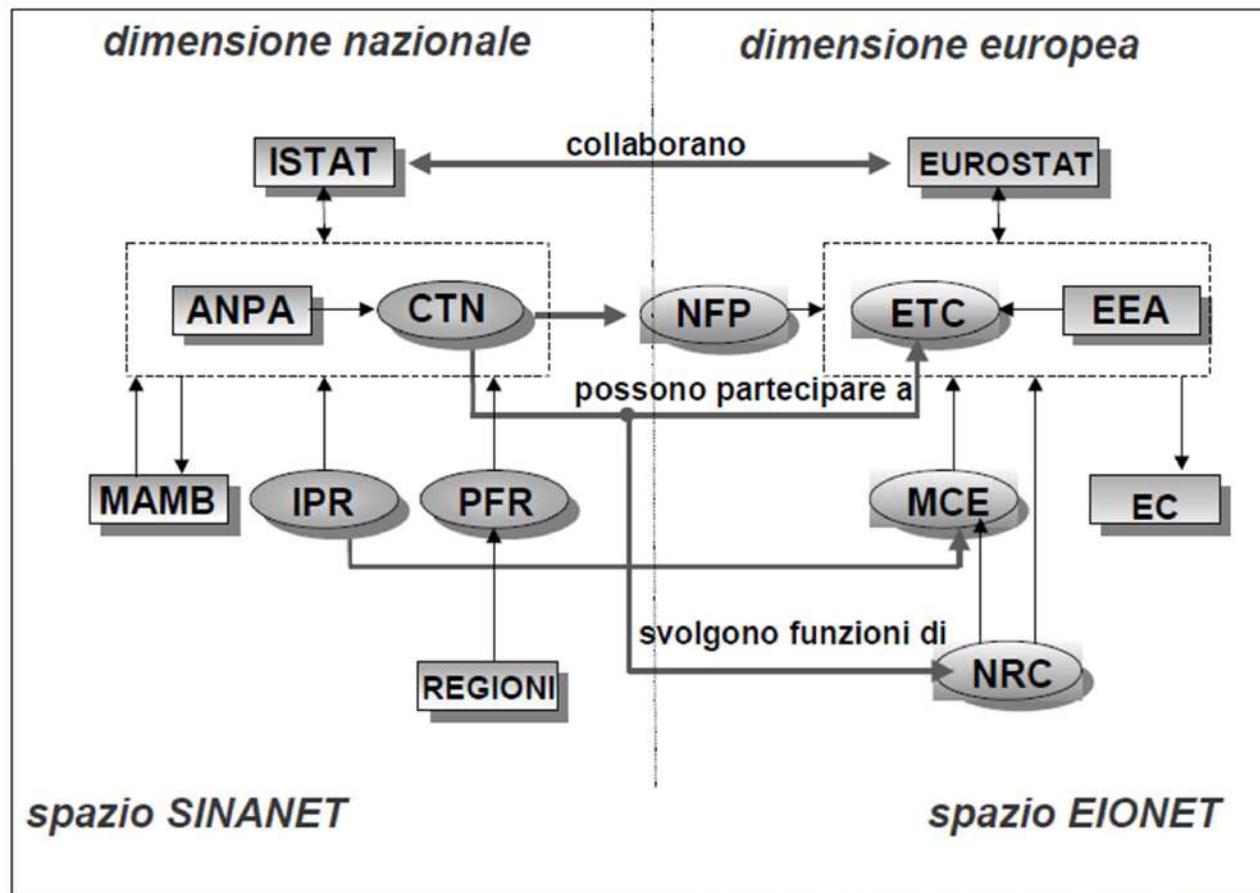
sensori:

- vanno tarati;
- vanno calibrati;
- col tempo perdono efficacia;
- tendono a rottura;
- manutenzione ord./straord.

Certificazione dei dati ?????

STAZIONI QUALITÀ FINITA

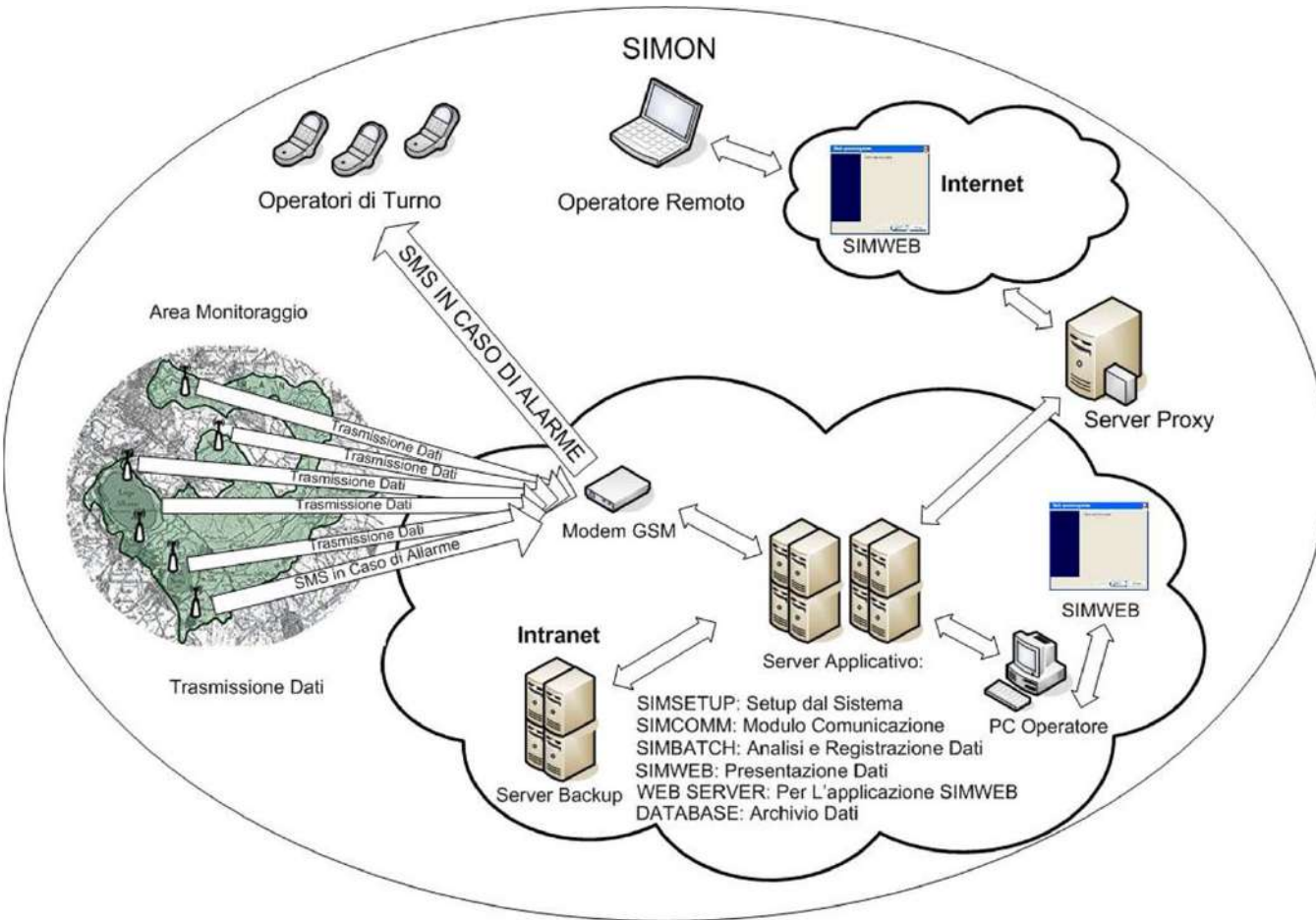
Il Sistema Informativo Ambientale (SINA/SIRA)



(Nota: dal 2002, l'ANPA è stata sostituita dall'APAT)

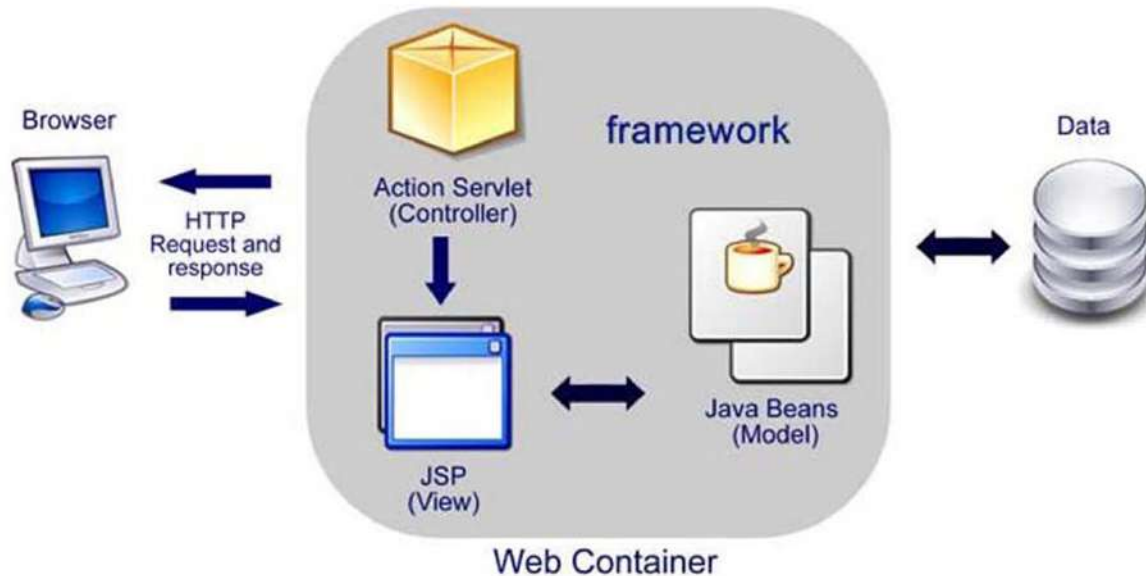
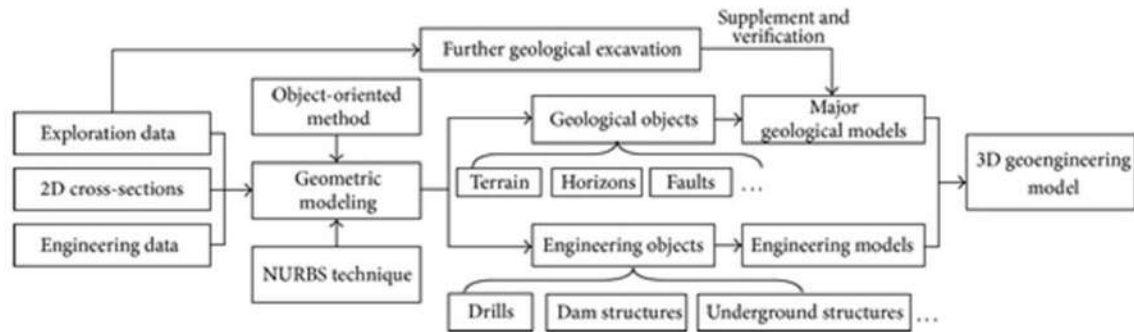
COMPONENTE
SOFTWARE

LA COMPONENTE INFORMATICA

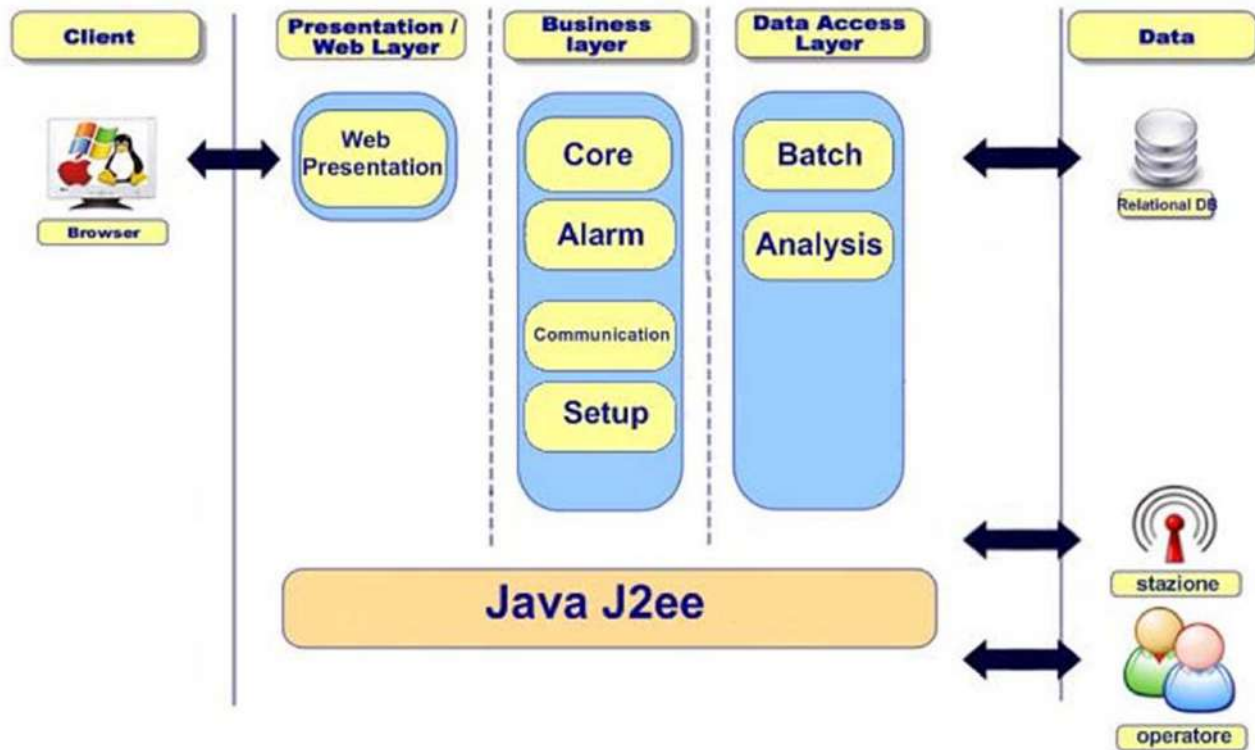


- Memorizzazione, conservazione e fruizione dei dati.
- Open Source.
- Integrazione con altre reti o strumenti di misura esistenti.
- Integrazione di sistemi cartografici o map engine.
- Possibilità di accesso al sistema attraverso il web.
- Profilazione delle utenze.

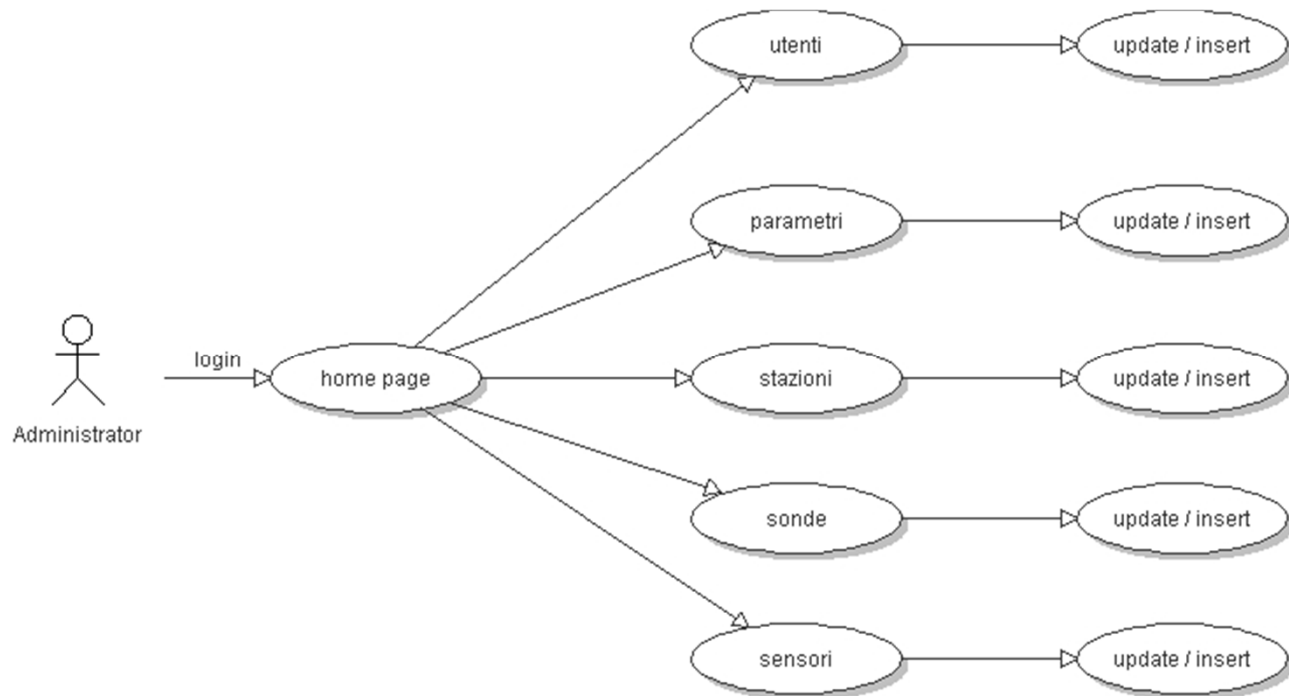
COMPONENTE
SOFTWARE



FRAMEWORK



COMPONENTE
SOFTWARE



COMPONENTE SOFTWARE



Parco Naturale Regionale dei Castelli Romani

VISUALIZZAZIONE DATI

GESTIONE DATI

AMMINISTRAZIONE SISTEMA

ESCI

MENÙ UTENTE

Home

Cartografia

Stazioni

Profilo

Notizie

Qualità Albano

Multiparametri Albano

Multiparametri Nemi

Allarmi

Storico



Profilo Utente



Parco Naturale Regionale dei Castelli Romani

VISUALIZZAZIONE DATI

GESTIONE DATI

AMMINISTRAZIONE SISTEMA

ESCI

MENÙ OPERATORE

Home

Disponibilità

Alert

Download Sonda

Modifica Dati



Disponibilità Operatori

Utente Operator
Fabio Zampetti

Giorno
Giorno

Dalle ore
Dalle ore

Alle ore
Alle ore

Modifica/Elimina
Modifica/Elimina



Parco Naturale Regionale dei Castelli Romani

VISUALIZZAZIONE DATI

GESTIONE DATI

AMMINISTRAZIONE SISTEMA

ESCI

Operatore:™

Dalle ore:™

™ dei sensori

MENÙ AMMINISTRATORE

Home

Utenti

Parametri

Sensori

Sonde

Stazioni

Logg



Parametri

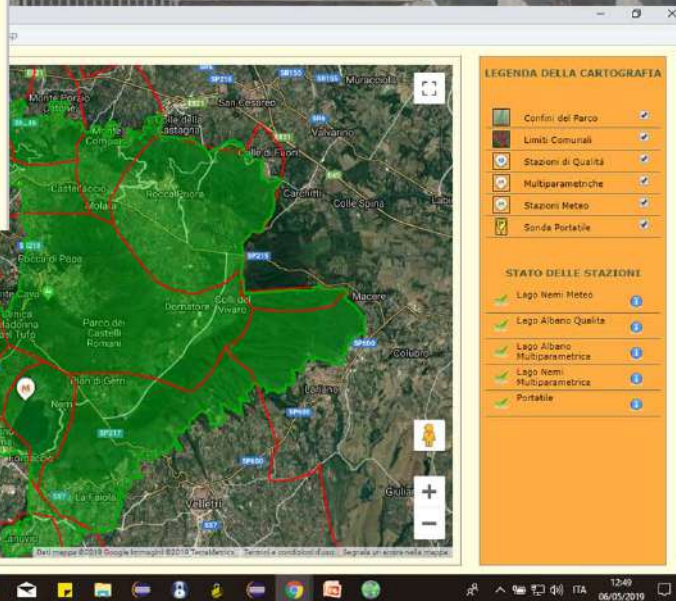
Parametro	Descrizione	Soglia A	Soglia B	Soglia C	Soglia D	Freq Acq N	Freq Acq A	Freq Acq B	Pers OK	Pers Warn	Pers Al	Modifica/ Cancell
Tec	Temperatura acqua	-5.0	-3.0	30.0	35.0	10.0	20.0	30.0	3	3	3	
Cond	Conducibilità	150.0	200.0	1200.0	1500.0	10.0	20.0	30.0	3	3	3	
Pac	Pressione acqua	0.0	0.0	16.0	26.0	10.0	20.0	30.0	3	3	3	
pH	pH	6.2	6.2	9.0	9.2	10.0	20.0	30.0	3	3	3	
Clf	Clorofilla A	-30.0	-20.0	5.0	15.0	10.0	20.0	30.0	3	3	3	
Tb	Tensione batteria	7.0	8.0	15.0	18.0	10.0	20.0	30.0	3	3	3	
Rx	Redox - ORP	-450.0	-400.0	200.0	300.0	10.0	20.0	30.0	3	3	3	
O1	Ossigeno disciolto (mg/l)	-1.0	-1.0	15.0	20.0	10.0	20.0	30.0	3	3	3	
Ts	Torbidità	-0.1	-0.1	18.0	20.0	10.0	20.0	30.0	3	3	3	
Cia	Cianobatteri - PCV	0.0	1.0	3.0	4.0	10.0	20.0	30.0	3	3	3	
Vv	Velocità vento	-0.1	-0.1	5.0	6.0	10.0	20.0	30.0	3	3	3	
Dv	Direzione vento	-0.1	-0.1	361.0	361.0	10.0	20.0	30.0	3	3	3	
Tar	Temperatura aria	-10.0	-5.0	30.0	40.0	10.0	20.0	30.0	3	3	3	

COMPONENTE
SOFTWARE

Nome Stazione: Lago Albano Multiparametrica
Stato: 
Luogo Installazione: lago Albano
Tipo: multiparametrica
Ente: Parco

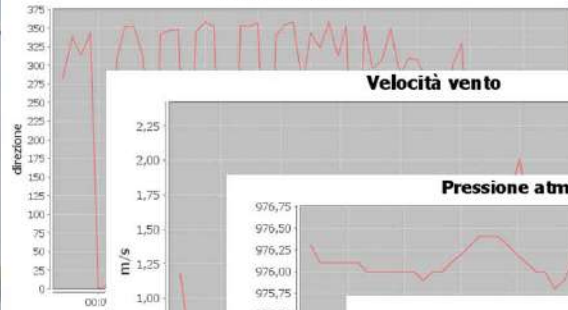


Nome Sonda:	Stato:	Descrizione		
15023900		multiparametrica		
Nome Sensore:	Stato:	Tipologia:	Alert:	Data disattivazione:
Sensore Conduttività		multiparametrica	attivo	null
Sensore Temperatura Acqua		multiparametrica	attivo	null
Temperatura Interna		multiparametrica	attivo	null
Sensore Ossigeno (LDO)		multiparametrica	attivo	null
Sensore pH		multiparametrica	attivo	null
Sensore Redox (ORP)		multiparametrica	attivo	null
Sensore Cloruri		multiparametrica	attivo	null
Sensore Ammonio (NH4+)		multiparametrica	attivo	null
Sensore Nitrati (NO3-)		multiparametrica	attivo	null
Sensore Batteria		multiparametrica	attivo	null

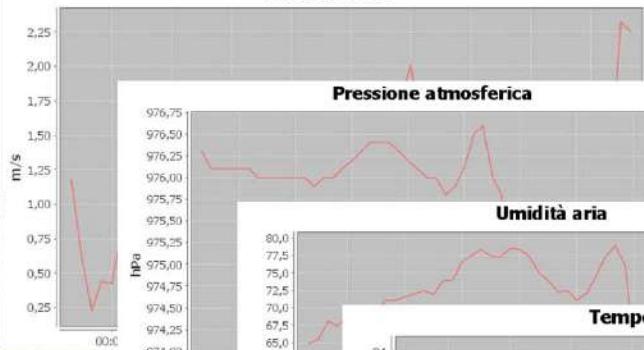


COMPONENTE SOFTWARE

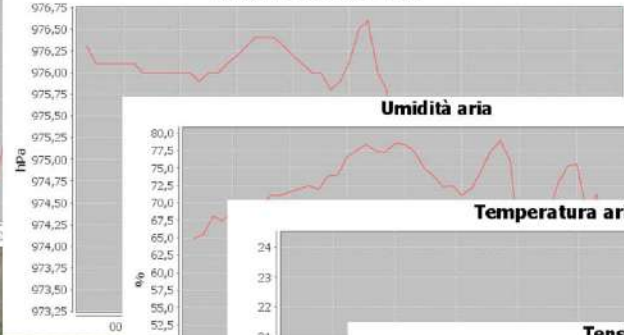
Direzione vento



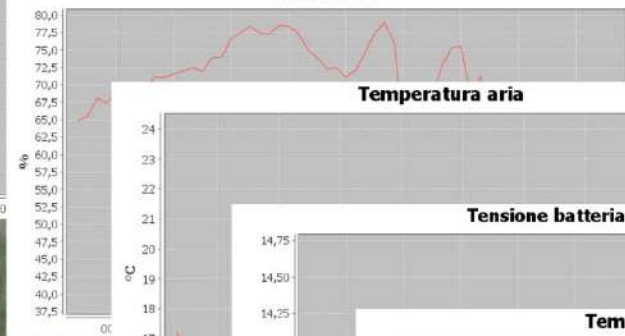
Velocità vento



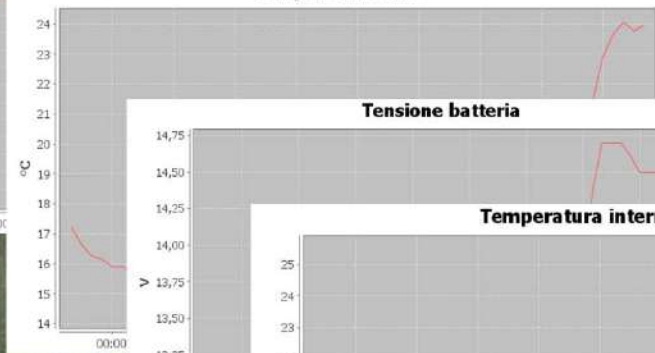
Pressione atmosferica



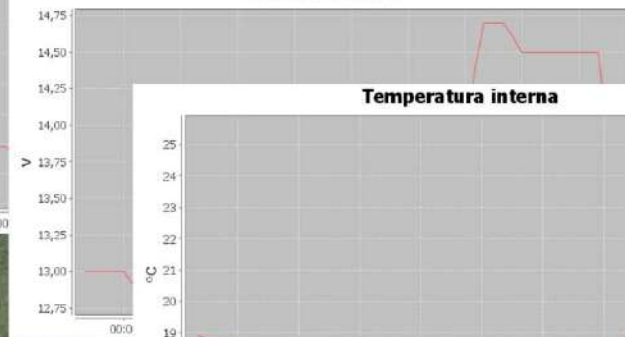
Umidità aria



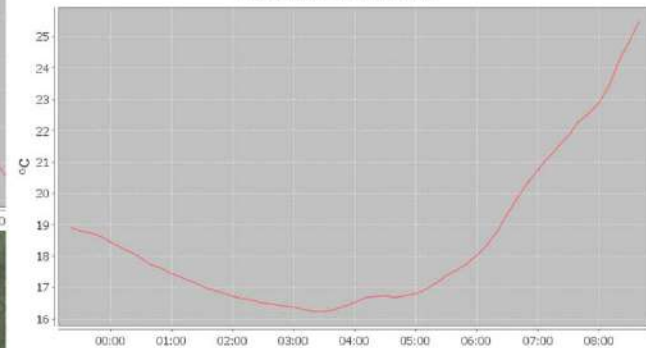
Temperatura aria



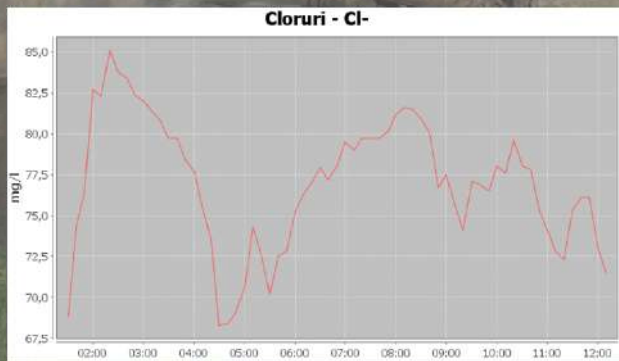
Tensione batteria



Temperatura interna



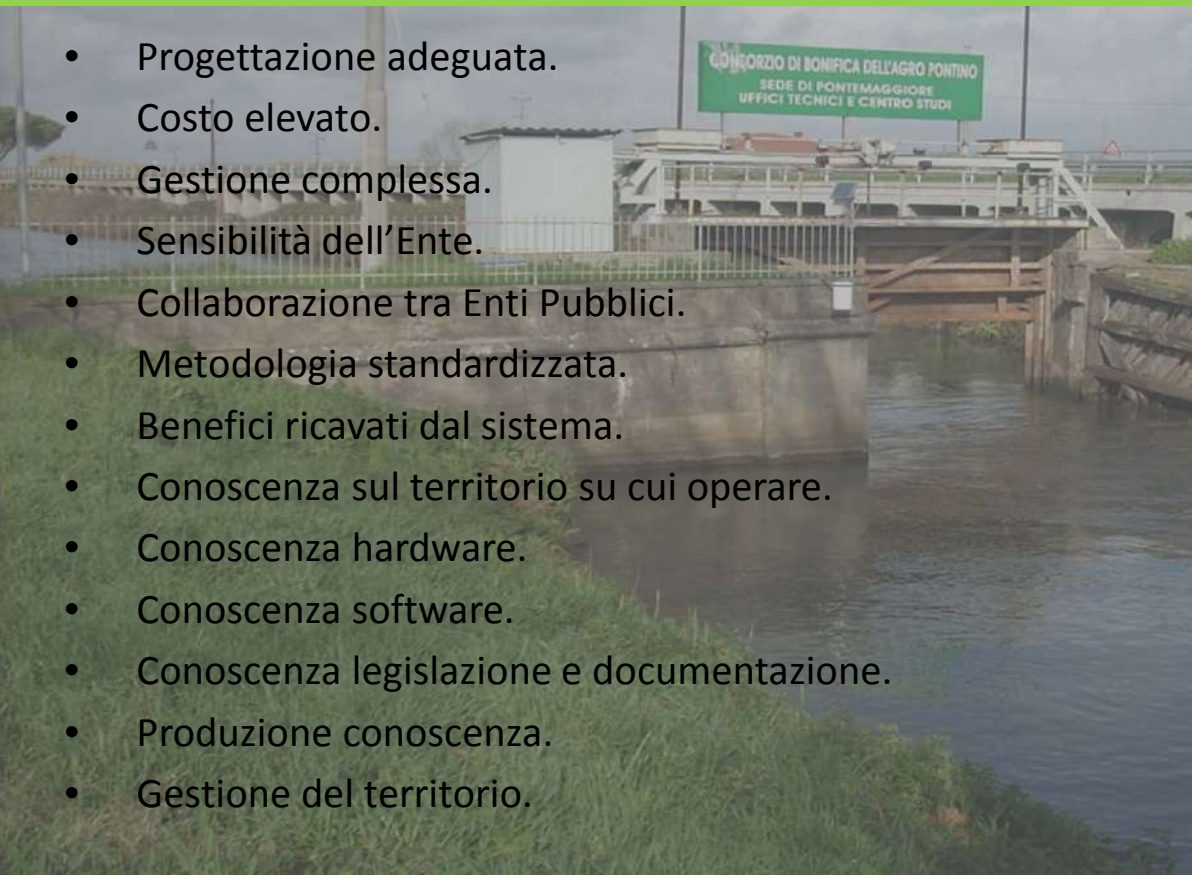
COMPONENTE
SOFTWARE



COMPONENTE
SOFTWARE

Conclusioni

- Progettazione adeguata.
- Costo elevato.
- Gestione complessa.
- Sensibilità dell'Ente.
- Collaborazione tra Enti Pubblici.
- Metodologia standardizzata.
- Benefici ricavati dal sistema.
- Conoscenza sul territorio su cui operare.
- Conoscenza hardware.
- Conoscenza software.
- Conoscenza legislazione e documentazione.
- Produzione conoscenza.
- Gestione del territorio.



Bibliografia

- Capelli G., Mazza R., Gazzetti C., Strumenti e strategie per la tutela e l'uso compatibile della risorsa idrica nel Lazio Acquiferi vulcanici; Pitagora editrice, Bologna, 2005.
- D. C. R. 23.11.2018 n. 18, Piano di tutela delle acque aggiornamento norme tecniche di attuazione.
- D.G.R. 15.02.2013 n. 44, "Attuazione delle disposizioni di cui all'art. 120 del D.Lgs. 152/06 e s.m.i. Individuazione della rete di monitoraggio delle acque superficiali della Regione Lazio".
- D.G.R. 28.12.2016 n. 819, "Adozione dell'aggiornamento del Piano di Tutela delle Acque Regionale (PTAR) in attuazione al D.lgs.152/2006 e ss. mm. ii."
- D.Lgs. 3.04.2006 n.152 e ss. mm. ii., "Norme in materia ambientale" (Testo unico ambientale).
- Direttiva 2000/60/CE "Del Parlamento europeo e del Consiglio del 23 ottobre 2000 che istituisce un quadro per l'azione comunitaria in materia di acque" (Direttiva Quadro sulle Acque – DQA) GUCE 22.12.2000 – L327/1.
- Direttiva 92/43/CEE DEL CONSIGLIO del 21 maggio 1992 relativa alla conservazione degli habitat naturali e seminaturali e della flora e della fauna selvatiche.
- Di Giuseppe S., La risorsa idrica potabile. Amministrazione, gestione e tutela, Flaccovio Dario Editore, 2010.
- ISPRA, Progettazione di reti e programmi di monitoraggio delle acque ai sensi del D.Lgs. 152/2006 e relativi decreti attuativi, ISPRA settore editoria, 2014.
- Piano Assetto Idrogeologico, Regione Lazio: http://www.regione.lazio.it/prl_ambiente/bacini/PAI/quadro-unioni/
- NTC 2018.

Grazie per la cortese attenzione!!!