


Servizio Tecnico Bacini  
**TARO-PARMA**  
via G. Garibaldi n°75 Parma

## Cassa di laminazione sul T. Baganza nei comuni di Collecchio, Parma e Sala Baganza

### Progetto Preliminare

01	12/05	Revisione generale	RV	MB	DC
00	09/04	Emissione	RV	MB	DC
INDICE	DATA	M O D I F I C H E	DISEGN.	CONTR.	APPROV.
Relazione illustrativa					
I PROGETTISTI:			HANNO COLLABORATO:		
Prof. Ing. UGO MAJONE			Dott. Ing. Alessandro Balbo		
Dott. Ing. Marco Belicchi			Dott. Ing. Michele Ferrari		
Dott. Ing. Denis Cerlini			Dott. Ing. Nicola Pessarelli		
Dott. Ing. Franco Galli			Arch. Umberto Rovaldi		
Dott. Ing. Beatrice Majone			Dott. Ing. Renato Vacondio		
<div><b>STUDIO MAIONE</b> INGEGNERI ASSOCIATI Via Inama, 7 - 20133 Milano - tel. +39.02.70120918 fax +39.02.70120923 Via Cavallotti, 16 - 43100 Parma - tel. +39.0521.508419 fax +39.0521.221022</div>			ELABORATO:  <b>BAGP 11.01</b>		
			Settembre 2004		

## INDICE

---

<b>PREMESSA.....</b>	<b>2</b>
<b>1. INQUADRAMENTO TERRITORIALE .....</b>	<b>4</b>
1.1 IL TORRENTE PARMA .....	6
1.2 IL TORRENTE BAGANZA.....	8
<b>2. INDAGINI E STUDI PREGRESSI.....</b>	<b>10</b>
<b>3. DESCRIZIONE DELL'OPERA IN PROGETTO .....</b>	<b>12</b>
3.1 ASSETTO FINALE E LOTTI FUNZIONALI .....	12
3.2 ARGINATURE E MANUFATTI.....	14
3.3 SISTEMAZIONE E FRUIBILITÀ FINALE .....	16
<b>4. SINTESI DELLA RELAZIONE TECNICA.....</b>	<b>18</b>
<b>5. SINTESI DELLE INDAGINI GEOLOGICHE ED IDROGEOLOGICHE PRELIMINARI.....</b>	<b>21</b>
<b>6. SINTESI DELLO STUDIO DI PREFATTIBILITÀ AMBIENTALE .....</b>	<b>24</b>
6.1 IL PAESAGGIO DEL BASSO CORSO DEL T. BAGANZA .....	24
6.2 ANALISI DELLE IPOTESI DI LOCALIZZAZIONE DELLA CASSA DI ESPANSIONE .....	25
6.3 ANALISI DELL'AREA DELLA CASSA DI ESPANSIONE.....	27
6.4 LA CASSA DI LAMINAZIONE COME ELEMENTO DI VALORIZZAZIONE PAESAGGISTICA.....	29
6.5 DISPONIBILITÀ URBANISTICA DELLE AREE .....	30
<b>7. PIANO DELLE INDAGINI E DELLE ATTIVITÀ TOPOGRAFICHE E GEOGNOSTICHE .....</b>	<b>31</b>
7.1 RILIEVI TOPOGRAFICI.....	31
7.2 INDAGINI GEOGNOSTICHE .....	31
<b>8. ACCERTAMENTO IN ORDINE ALLA DISPONIBILITÀ DELLE AREE.....</b>	<b>33</b>

## PREMESSA

Il Servizio Provinciale Difesa del Suolo e Risorse Idriche Forestali della Regione Emilia Romagna ha affidato in data 03/07/2003 allo scrivente Studio Maione Ingegneri Associati la progettazione preliminare della “Cassa di espansione sul T. Baganza nei comuni di Parma, Collecchio e Sala Baganza”.

A seguito dell’assegnazione di questo incarico è stato redatto il *rapporto preliminare* in data “Ottobre 2003” con il quale sono stati acquisiti i risultati degli studi esistenti e gli stralci degli strumenti urbanistici alle diverse scale di pianificazione; sono state quindi effettuate due diverse ipotesi di localizzazione dell’invaso confrontando gli aspetti idraulici, ambientali di uso del suolo che ciascuna ubicazione comporta ed è stata, infine, individuata una posizione ottimale della cassa di espansione.

Il presente progetto preliminare riguarda la progettazione della cassa di espansione ubicata nella zona individuata nel citato “*Rapporto preliminare*”.

Sono stati dapprima acquisiti i risultati delle analisi idrologiche ed idrauliche effettuate nei diversi studi a cura dell’Università di Parma, con particolare riferimento alla sollecitazione idrologica da utilizzare in ingresso alla cassa, nonché al valore di portata compatibile in alveo a valle della cassa di espansione. E’ stata quindi definita la tipologia della cassa che permette di ottimizzare l’utilizzo dei volumi disponibili attraverso una laminazione che approssimi il più possibile quella ideale. Nella scelta della tipologia della cassa è stata prestata particolare attenzione anche alla possibilità di realizzare un primo lotto funzionale che sia in grado di abbattere parzialmente, ma in modo significativo, il colmo degli idrogrammi di piena in ingresso. Una volta definito il numero e la geometria degli invasi, si è proceduto al dimensionamento dei manufatti ed alla definizione geometrica e tipologica delle arginature.

E’ stata effettuata una preliminare analisi geologica ed idrogeologica in cui sono state valutate le caratteristiche dei terreni e degli acquiferi presenti nell’area di interesse; è stato altresì definito il piano delle indagini geognostiche da effettuarsi a supporto dei successivi gradi di progettazione. Oltre all’analisi geologica è stato redatto lo *Studio di prefattibilità ambientale* in cui sono stati individuati i principali elementi di carattere ambientale e paesaggistico che caratterizzano il tratto del t. Baganza in cui è prevista la realizzazione dell’opera in progetto; inoltre, sono state analizzate le modifiche al paesaggio che comporterà la realizzazione dell’invaso e sono state in-

dividuate una serie di elementi di valorizzazione paesaggistica connessi con la realizzazione dell'opera in progetto.

Infine, è stato effettuato l'accertamento in ordine alla disponibilità delle aree in cui sono state calcolate le superfici complessive ed il numero di particelle catastali interessate da ciascuno degli invasi.

## 1. INQUADRAMENTO TERRITORIALE

In questo paragrafo viene riportata una sommaria descrizione dell'intero bacino idrografico del torrente Parma chiuso alla sezione di foce in Po, comprensivo quindi del bacino del torrente Baganza oggetto specifico del presente lavoro.

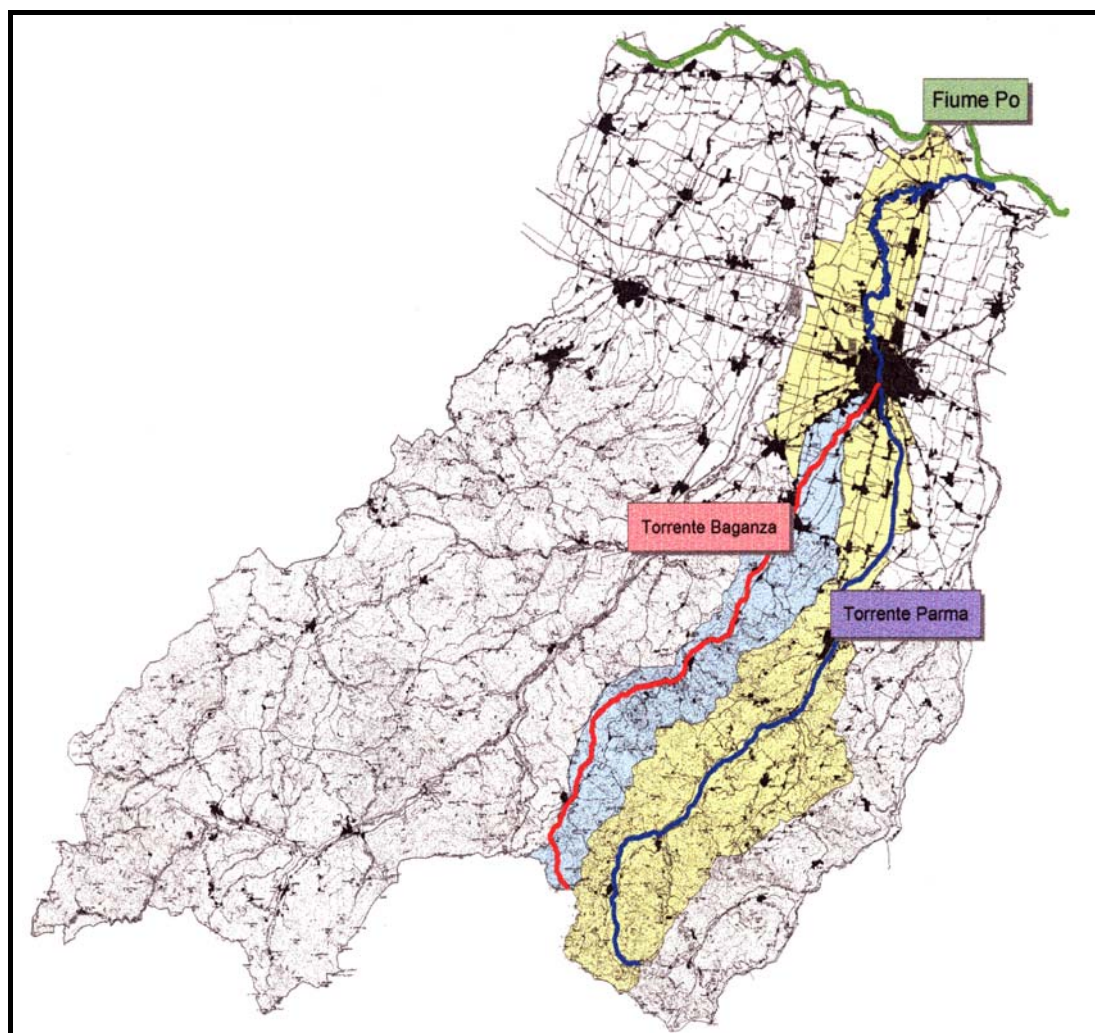


Figura 1 - Rappresentazione dei bacini idrografici del torrente Parma e del torrente Baganza

Come riportato in Figura 1 il bacino del torrente Parma si estende dall'Appennino Tosco-Emiliano fino alla Pianura Padana: i suoi confini naturali sono a sud lo spartiacque appenninico che lo separa dal bacino del fiume Magra, ad est e sud est lo spartiacque che lo separa dal bacino del torrente Enza, ad ovest e nord ovest lo spartiacque che lo divide dalla valle del fiume Taro, infine a nord e nord est il Po stesso lo separa dalla Lombardia.

Da una prima analisi si nota che il bacino ha una forma decisamente stretta ed allungata; nella parte a monte della città i sottobacini del Parma e del Baganza sono pressoché paralleli sino alla loro confluenza che avviene proprio in città.

Il bacino può essere suddiviso in due in due parti:

- una montana - collinare più pendente che si estende dal crinale appenninico (con quote massime di 1831 m s.l.m. del Monte Orsaro) sino alla città di Parma;
- una pianeggiante che comprende la zona a valle della città di Parma sino alla foce in Po, con quote da 60 m a 20 m s.l.m. per una lunghezza dell'asta torrentizia di circa 37 km.

La prima parte ricopre circa 2/3 della superficie totale del bacino ed è responsabile della formazione degli eventi di piena così come transitano attraverso la città. Tale porzione di bacino situata a monte della città, a causa della sua maggiore estensione, pendenza e per il coinvolgimento di una superficie che raggiunge altitudini elevate, (quindi interessate da precipitazioni generalmente più abbondanti), può ritenersi responsabile della formazione della quasi totalità (in termini di portate e volumi) di ciascun evento di piena che transita per la città di Parma. Viceversa la parte di bacino a valle della città ha pendenze modestissime, è composta da una rete fitta di canali artificiali, alcuni dei quali (finalizzati al drenaggio di bacini urbani di quartieri periferici) scaricano esigue portate in tempi piuttosto brevi; altri drenano terreni di campagna con deflussi piuttosto lenti.

Le parti alte dei due bacini presentano alcune affinità: un sostanziale parallelismo delle aste torrentizie, alcune comuni caratteristiche idrogeologiche, altitudini elevate, pressoché identici regimi pluviometrici. Questo non significa che necessariamente i due bacini vengano sollecitati da eventi meteorici contemporanei ed uniformi. In effetti, a causa anche delle considerevoli altitudini raggiunte dello spartiacque interno: (monte Borgognone 1401 m s.l.m. da cui nasce il torrente Baganza e poi, verso la pianura, il monte Polo 1419 m s.l.m., monte Cervellino 1492 m s.l.m. , monte Montagnana 1313 m s.l.m. ed infine, come ultimo contrafforte montuoso a circa 25 km dalla confluenza, il monte Sporno 1058 m s.l.m.) si registrano spesso sollecitazioni meteoriche differenti.

Tuttavia, gli eventi meteorici intensi verificatisi negli ultimi decenni che hanno dato origine ad eventi di piena particolarmente gravosi sia per la città di Parma che per il tratto di pianura del torrente Parma, hanno sempre interessato, anche se con precipitazioni differenti, entrambi i bacini montani o medio collinari.

Questo, di fatto, determina la generazione di due onde di piena distinte: una sul torrente Parma ed una sul torrente Baganza. Ne consegue che un problema importante è costituito dalla eventuale coincidenza temporale dei due colmi di piena alla confluenza del torrente Baganza proprio nel tratto di attraversamento della città di Parma.

## **1.1 Il torrente Parma**

Il torrente Parma nasce dal complesso montuoso formato dal Monte Orsaro (1831 m s.l.m.) e dal Monte Marmagna (1851 m s.l.m.) che fa da spartiacque con il bacino del torrente Magra in provincia di Massa Carrara, dalla confluenza di tre rami iniziali: il torrente Parma del Lago Santo, delle Guadine e di Badignana. Ad est la quota più alta dello spartiacque con la valle del torrente Enza è quella del Monte Caio (1580 m s.l.m.), mentre ad ovest il Monte Borgognone (1401 m s.l.m.) fa da spartiacque con il bacino del torrente Baganza. Poco a valle di Corniglio confluisce nel Parma, in destra idraulica dalla omonima valle, il torrente Bratica (bacino di 33.6 km<sup>2</sup>), il più importante affluente per il tratto montuoso; nel tratto successivo non ci sono altre confluenze significative, ma solo rii secondari fino a Capoponte dove confluisce, sempre in destra idraulica, il torrente Parmossa (bacino di 32.6 km<sup>2</sup>). Appena a monte di Langhirano, in sinistra idraulica sfocia in Parma il rio Fabiola (bacino di 15.7 km<sup>2</sup>), ultimo affluente degno di nota. Successivamente tra Langhirano e Torrechiara sfociano in Parma solo rii secondari che sottendono bacini di piccola superficie; inoltre, in questa zona hanno inizio le maggiori derivazioni di canali irrigui verso la zona di media e bassa collina: in località Stadirano il canale Maggiore, il canale Comune poco più a valle e la canaletta di Monticelli in prossimità di Mariano.

A valle di Capoponte l'alveo è costituito da uno strato di ghiaie alluvionali di spessore rilevante e con dimensioni trasversali notevoli (fino a 600 m) e pendenza che si riduce rispetto al tratto montano: è la classica situazione in cui il corso d'acqua, abbandonando il fondovalle montano, genera una conoide alluvionale depositando materiale solido a causa della diminuzione della velocità della corrente.

Non appena il t. Parma raggiunge la periferia della città confluisce in destra idraulica il cavo Arianza; poco più a valle, in sinistra idraulica, immediatamente a monte del Ponte Italia si trova la confluenza con il t. Baganza.

Il tratto urbano del torrente Parma si sviluppa per una lunghezza di poco inferiore a 4 km e presenta andamento pressoché canalizzato. Si riscontrano diversi progressivi restringimenti della sezione trasversale dovuti sia alla presenza di ponti ma anche alla progressiva antropizzazione

del territorio: è il caso della zona di ponte Dattaro, dove però l'altezza del piano stradale e dell'impalcato del ponte non provocano un'eccessiva ostruzione al moto della corrente. Diversamente accade in prossimità del ponte di Mezzo che collega il centro storico della città con la zona dell'Oltretorrente: l'esigua larghezza della sezione e l'ingombro delle pile del ponte ne fanno uno dei punti più critici del tratto cittadino.

A monte di Baganzola vi è l'immissione dalla sponda sinistra, regolata da un manufatto di intercettazione, del Cavo Abbeveratoio che adduce le acque di scarico della parte della città posta in sinistra idraulica del Torrente Parma provenienti dall'impianto di trattamento acque "Parma Ovest".

La presenza di terreni impermeabili fa sì che le acque freatiche vengano in superficie talvolta in forma di fontanili ma più spesso per mezzo di piccole sorgenti che adducono le acque direttamente nell'alveo, (il t. Parma a valle di Baganzola difficilmente si trova in secca anche in periodo estivo).

Il tratto di corso d'acqua a valle della città è caratterizzato da pendenze modeste, con alcuni tratti in contropendenza in prossimità della foce.

Questo fatto provoca un progressivo rallentamento della corrente idrica che nel tempo ha determinato una situazione di alveo pensile rispetto al piano di campagna. Si distingue fino alla foce una classica morfologia di alveo meandriforme caratterizzata da due argini laterali che delimitano la golena, invasa solo in occasione di piene rilevanti, e l'alveo nel quale scorrono le portate di magra e di morbida.

E' proprio in questo tratto che si realizza una evidente laminazione del colmo di piena, effetto dovuto alla presenza di zone di golena che invasano consistenti volumi d'acqua. Già in prossimità di Colorno, e fino alla foce in Po, l'alveo si restringe ulteriormente divenendo ancor più pensile e perdendo gran parte degli invasi golenali.

A Colorno confluiscono nel Parma i tre più importanti canali di pianura: il canale Lorno, il canale Galasso ed il canale Naviglio Navigabile. Durante gli eventi di piena più gravosi Colorno, per la presenza di questi quattro corsi d'acqua, diventa un nodo idraulico critico perché di frequente i suddetti canali sono soggetti ad evidenti fenomeni di rigurgito provocati dagli elevati livelli idrometrici del Parma che non permettono di scaricare le acque se non molto lentamente. La confluenza del Parma in Po è situata solo 7 km a valle di Colorno, in località Croce di Mezzani; in questo tratto si apprezza un dislivello del fondo alveo di soli 5 m.



## **1.2 Il torrente Baganza**

Il torrente Baganza ha origine dal complesso del Monte Borgognone (1375 m s.l.m.) e confluisce, dopo un percorso di circa 57 km nel torrente Parma, nella città omonima poco a valle di Ponte Nuovo.

Lungo il suo percorso bagna, in sequenza da monte verso valle, i seguenti comuni: Berceto, Calestano, Terenzo, Sala Baganza, Collecchio, Felino e Parma.

Le caratteristiche idrologiche e morfologiche del bacino, caratterizzato da un regime pluviometrico sublitoraneo - appenninico, danno origine ad un corso d'acqua a carattere torrentizio.

L'analisi morfometrica del bacino, consente di individuare due tratti sostanzialmente omogenei: il tratto montano, dalla sorgente sino a Marzolaro, ed il successivo di bassa collina fino alla confluenza con il torrente Parma.

Il bacino del torrente Baganza presenta una forma allungata con direzione prevalente sudovest - nordest. Nella morfologia del bacino si riscontra una sostanziale asimmetria che si riflette in una altrettanto asimmetrica distribuzione delle aree drenate e della struttura del reticolo idrografico.

Il corso d'acqua, soprattutto nella sua parte montana, scorre molto più vicino alla Val Taro che alla Val Parma; lo spartiacque che lo separa dalla Val Taro presenta altitudini più basse (Monte Formigare 1205 m s.l.m., Monte Marino 1068 m s.l.m.) rispetto allo spartiacque con il torrente Parma (Monte Cervellino 1492 m s.l.m., Monte Montagnana 1313 m s.l.m.). Ne consegue che nel tratto che va da Berceto sino a Calestano i versanti di sinistra sono poco estesi e molto pendenti: da questi si generano rii scoscesi e brevi in cui prevale il ruscellamento superficiale.

Le formazioni geologiche prevalenti sono di origine sedimentaria con elevate componenti argillose facilmente erodibili che danno origine nella alta e media collina ad una valle con profilo a "V" con versanti ripidi (calanchi argillosi).

In sponda destra i versanti sono più dolci, il reticolo afferente all'asta principale in fondovalle è ordinato in modo piuttosto elementare e presenta una maggiore densità di drenaggio rispetto al versante sinistro.

A valle di Marzolaro l'alveo del torrente si allarga; per restringersi nuovamente a San Martino Sinzano fino alla confluenza, raggiungendo valori minimi di circa 50 m in prossimità di Ponte Nuovo.

Poco a monte di Sala Baganza cessa completamente la funzione drenante del torrente nei confronti dei versanti e già da Marzolaro hanno inizio le derivazioni idriche superficiali quali il Canale del Vescovo ed il Canale di Felino. Unico affluente degno di nota del torrente Baganza è lo

scolmatore del torrente Cinghio che vi si immette nei pressi di Gaione, infine poco a monte dell'idrometrografo di Ponte Nuovo, confluisce dalla sponda sinistra lo scolmatore del Cavo Baganzale. Circa 500 m a valle di Ponte Nuovo il Baganza si immette nel torrente Parma immediatamente a monte di P.te Italia.

## 2. INDAGINI E STUDI PREGRESSI

Gli studi propedeutici acquisiti come base per la redazione del presente progetto preliminare sono quelli redatti dall'Università degli studi di Parma, *Dipartimento di Ingegneria Civile, dell'Ambiente, del Territorio e Architettura* per conto del *Servizio Tecnico Bacini Taro e Parma*:

1. *“Studio della messa in sicurezza del territorio parmense, con particolare riferimento alla realizzazione della cassa di espansione sul Torrente Baganza – Relazione idrologica”*, Università degli studi di Parma, dipartimento di Ingegneria Civile, Ambiente e Territorio, Architettura, Prof. Paolo Mignosa e altri Marzo 2003;
2. *“Studio della messa in sicurezza del territorio parmense, con particolare riferimento alla realizzazione della cassa di espansione sul Torrente Baganza – Relazione idraulica”*, Università degli studi di Parma, dipartimento di Ingegneria Civile, Ambiente e Territorio, Architettura, Prof. Paolo Mignosa e altri Dicembre 2003;
3. *“Studio del livello di sicurezza delle arginature del Torrente Baganza Dal ponte di Sala Baganza alla confluenza in Parma”* Università degli studi di Parma, dipartimento di Ingegneria Civile, Ambiente e Territorio, Architettura, Prof. Paolo Mignosa e altri Luglio 2004.

Nello studio idrologico (1) sono stati definiti gli idrogrammi sintetici di assegnato tempo di ritorno in corrispondenza di diverse sezioni significative del sistema Parma – Baganza: per quanto riguarda le due stazioni di misura di Ponte Bottego sul t. Parma e Ponte Nuovo sul t. Baganza (vedi tavola BAGP 1102) in cui sono disponibili le registrazioni delle onde di piena si è scelto di procedere all'elaborazione statistica diretta degli idrogrammi di piena storici; per la sezione di Ponte Dattaro (situata sul torrente Parma a monte della confluenza con il Baganza) è stato adottato, invece, un procedimento di regionalizzazione dell'informazione idrologica a partire dai dati delle altre due sezioni strumentate in quanto non sono disponibili le serie storiche delle onde di piena.

Al fine di definire le onde di piena sintetiche in tutte le altre sezioni dei due torrenti, da quelle più a monte (in corrispondenza dell'abitato di Marzolaro sul torrente Baganza e di Pannocchia sul torrente Parma) a quelle più a valle (confluenza Po), poiché nei tratti di interesse non sono presenti immissioni o prelievi che possano modificare apprezzabilmente i volumi di piena, si sono applicate procedure idrauliche di *“delaminazione”* o di *“laminazione”*, a seconda che si

dovesse procedere verso monte o verso valle rispetto alla sezione nella quale erano disponibili, per altra via, gli idrogrammi di piena sintetici.

Nello studio idraulico (2) è stato analizzato il livello di sicurezza idraulica del sistema Parma – Baganza nei diversi scenari con particolare riferimento a quanto previsto nel:

- senza alcuna cassa di espansione,
- con la sola cassa di espansione sul torrente Parma,
- con la presenza sia della cassa di espansione sul t. Parma che sul t. Baganza.

Dette analisi hanno evidenziato che, per garantire un adeguato livello di sicurezza idraulica alla città di Parma anche per eventi con tempo di ritorno pari a 200 anni (valore assunto come riferimento nella pianificazione di bacino), è necessario realizzare, oltre alla cassa sul t. Parma, di un secondo invaso di laminazione posizionato sul t. Baganza e finalizzato ad abbatterne la portata duecentennale da  $811 \text{ m}^3/\text{s}$  a  $500 \text{ m}^3/\text{s}$ .

A seguito dei risultati dei due studi sopra citati il *Servizio Tecnico Bacini Taro e Parma* ha dato incarico agli scriventi di realizzare il presente progetto preliminare.

Come già detto in data Ottobre 2003 è stato consegnato il *Rapporto preliminare* del presente progetto con cui sono stati analizzati gli strumenti di pianificazione urbanistica e territoriale (vedi elaborati BAGP 1103-BAGP 1107) e le caratteristiche morfologiche del t. Baganza al fine di individuare il tratto più idoneo ad ospitare l'invaso di laminazione, anche sulla base di possibili ubicazioni alternative. Dalle analisi è risultato che la porzione del corso d'acqua migliore per la localizzazione dell'invaso di laminazione è quella compresa fra il comune di Sala Baganza e l'abitato di S. Ruffino. All'interno di questo tratto di torrente sono state quindi ipotizzate due ubicazioni possibili e ne sono state valutate le caratteristiche idrauliche, ambientali e di disponibilità delle aree. Nel complesso, non esistono motivazioni idrauliche che facciano nettamente preferire una delle due ipotesi di localizzazione. Tuttavia, l'ubicazione 2 – monte (vedi elaborato CPI 1108) è stata individuata, di concerto con i responsabili del *Servizio Tecnico dei Bacini Taro e Parma*, come quella maggiormente idonea in quanto consente la leggera riduzione del volume invasato e va ad interessare, in sponda destra, una porzione di territorio attualmente già soggetta ad attività estrattive.

A seguito della individuazione dell'ubicazione definitiva della cassa di laminazione il *Servizio Tecnico Bacini Taro e Parma* ha dato incarico dalla società Alfaprogetti s.r.l. di effettuare il rilievo topografico plano-altimetrico delle aree, con restituzione di un piano quotato in scala 1:1'000 utilizzato come base per la redazione del presente progetto preliminare.

### 3. DESCRIZIONE DELL'OPERA IN PROGETTO

#### 3.1 Assetto finale e lotti funzionali

La presente progettazione preliminare riguarda la cassa di espansione sul t. Baganza ubicata nel tratto di torrente compreso fra il Ponte di Sala Baganza e la “*strada comunale al Baganza*” ubicata poco a monte dell’abitato di S. Ruffino (vedi elaborato CPI 1101); in questo tratto le pendenze del fondo si riducono rispetto al tratto di monte e si possono invasare volumi significativi senza dover ricorrere a tiranti idrici troppo elevati. Il limite fisico della larghezza da assegnare all’invaso è costituito dalle due strade che corrono parallele al torrente: “*strada Montanara*” in sponda destra e “*strada Comunale Farnese*” in sponda sinistra. In particolare, l’ubicazione adottata è posta all’altezza dell’abitato di Carignano con limite di monte in corrispondenza del confine fra i comuni di Parma e Felino, mentre l’arginatura di valle è localizzata in corrispondenza della presenza del vecchio frantoio posizionato in sponda destra.

La cassa di laminazione è suddivisa in 3 invasi: il primo è situato “*in linea*” al torrente ed è sbarrato a valle dal manufatto limitatore della cassa (manufatto A). Detto manufatto ha la funzione di limitare le portate in uscita secondo una opportuna legge di deflusso ed è costituito da una soglia tracimabile al di sotto della quale sono realizzate 4 luci di fondo a sezione trapezia. L’invaso 2 è situato “fuori linea” in sponda destra, in fregio all’invaso 1, e comprende al suo interno l’area di cava denominata “AC 14” attualmente in corso di coltivazione; l’invaso 2 è collegato all’invaso 1 mediante una soglia libera denominata “manufatto B”. Quando la portata in ingresso nell’invaso 1 è superiore a quella in uscita attraverso le luci di fondo si crea un rigurgito a monte del manufatto A; se il livello idrico raggiunge la quota della soglia del manufatto B (142.70 m s.l.m.) ha inizio il riempimento dell’invaso 2. Quest ultimo è a sua volta collegato all’invaso 3 (invaso “fuori linea” di valle) mediante un ulteriore soglia denominata manufatto C: quando il livello idrico nell’invaso 2 raggiunge quota 143.15 m s.l.m. inizia lo sfioro delle acque verso l’invaso 3 con conseguente riempimento anche del terzo settore.

La cassa, inoltre, è dotata di due soglie sfioranti di emergenza finalizzate a garantire il rispetto del franco idraulico di progetto delle arginature anche nel caso in cui si verificassero eventi di piena catastrofici (ad es., con tempo di ritorno di 1000 anni): la prima soglia è posizionata sul manufatto A in alveo, mentre la seconda costituisce il manufatto E, ed è localizzata nell’arginatura sinistra dell’invaso 3. La quote e le lunghezze delle soglie di collegamento fra gli invasi 1 - 2 (manufatto B) e 2 - 3 (manufatto C) sono state fissate in modo che gli sfioratori di

emergenza non entrino in funzione per l'evento di progetto (tempo di ritorno pari a 200 anni) ma solo per quelli con tempi di ritorno superiori.

I motivi per cui si è preferito suddividere la porzione della cassa "fuori linea" situata in sponda destra in due invasi distinti sono molteplici:

- l'invaso 3 viene allagato con una frequenza inferiore rispetto a quella che si avrebbe con la soluzione di un unico invaso fuori linea;
- a parità di volumi invasati, i massimi tiranti idrici e l'elevazione delle arginature rispetto al piano campagna risultano ridotti;
- è possibile prevedere la costruzione della cassa di espansione mediante la realizzazione di due lotti funzionali successivi ottenendo, al termine dei lavori di primo lotto, un cassa di laminazione funzionante, con una capacità di laminazione ridotta ma comunque significativa.

Le opere denominate "*di primo lotto*" comprendono la costruzione degli invasi 1 e 2 e dei manufatti A, B, C, D. Una volta ultimata la loro costruzione si dispone di una cassa funzionante, che è in grado di laminare, in modo parziale ma comunque significativo, gli idrogrammi ingresso.

Al fine di ottenere i volumi necessari per operare la laminazione dell'evento di progetto senza aumentare eccessivamente l'altezza delle arginature perimetrali e dei manufatti si è ritenuto opportuno prevedere l'abbassamento della quota di piano campagna all'interno degli invasi "*fuori linea*" 2 e 3; in questo modo è altresì possibile recuperare il materiale necessario per la costruzione delle arginature perimetrali evitando le problematiche connesse con l'individuazione di altre aree di prelievo e con il trasporto del materiale fino all'area di cantiere: il volume di materiale da scavare risulta essere complessivamente pari a circa 1'250'000 m<sup>3</sup>. Circa 550'000 m<sup>3</sup> vengono poi riutilizzati nell'ambito del cantiere per la costruzione delle arginature e per il ripristino vegetazionale degli invasi e degli argini, mentre la restante quantità di materiale potrà essere ceduto all'impresa appaltatrice a parziale compensazione dell'importo dei lavori, in base al corrente valore di mercato (*L.R. 14.04.04 n°7 "Disciplina delle attività estrattive"*). Tali valutazioni preliminari andranno affinate sulla base dell'approfondimento del quadro conoscitivo che sarà disponibile solo una volta eseguita la campagna di indagini geognostiche definite nel presente progetto preliminare.

### 3.2 Arginature e manufatti

Le arginature dell'opera in progetto sono finalizzate alla creazione dei diversi invasi in cui è suddivisa la cassa di espansione:

- nell'invaso 1 le arginature sono ubicate, in sponda sinistra, a monte del manufatto A fino ad innestarsi sull'argine già realizzato a protezione della zona industriale di Sala Baganza, mentre in sponda destra l'arginatura è finalizzata a suddividere l'invaso 1 (in linea) dall'invaso 2 (fuori linea di monte);
- nella parte fuori linea le arginature sono ubicate nel contorno degli invasi 2 e 3.

Il tracciamento planimetrico delle arginature è stato effettuato avendo cura di salvaguardare le aree boscate e vegetate di maggior pregio presenti nell'area di interesse, secondo i criteri emersi dallo *Studio di prefattibilità ambientale* allegato al presente progetto.

Per quanto riguarda la costruzione delle arginature perimetrali, verrà utilizzato materiale idoneo, sia per caratteristiche statiche che per quanto attiene le problematiche di filtrazione, prelevato dalle aree in cui verrà realizzata la cassa di laminazione. La pendenza da assegnare ai paramenti delle arginature è assunto pari a 1:2; l'altezza massima del singolo paramento è di 5 m, oltre i quali esso è interrotto dalla presenza di una banca orizzontale. Al fine di ammorsare correttamente l'arginatura sul piano campagna esistente è necessario asportare l'intero strato di terreno vegetale prima di iniziare a costipare il materiale per la formazione del rilevato. Per garantire una corretta sistemazione ambientale e per evitare che l'argine venga eroso per effetto del ruscellamento superficiale si è prevista la distesa di uno strato di terreno vegetale dello spessore di 20 cm sui paramenti ed il loro inerbimento mediante la tecnica dell'idrosemina; sul paramento interno agli invasi è prevista, inoltre, la stesa della biostuoia. Per permettere la corretta manutenzione delle arginature sono infine previste piste di servizio carrabili, della larghezza di 3.75 m, sia sulla sommità delle arginature sia sulle bancate intermedie; dette piste sono realizzate mediante la stesa di uno strato di misto granulare stabilizzato opportunamente confinato mediante geotessuto.

Al fine di conferire la necessaria continuità alla pista di sommità arginale è prevista la realizzazione sui manufatti A e C di un ponte carrabile avente la stessa larghezza della sommità arginale.

In alcuni punti singolari dell'arginatura particolarmente esposti all'azione erosiva della corrente l'arginatura verrà protetta mediante la messa in opera di una scogliera in massi ciclopici naturali.

Per quanto riguarda la definizione tipologica dei manufatti si può fare riferimento ai seguenti gruppi omogenei di opere:

- a) manufatti di derivazione, restituzione e collegamento degli invasi;
- b) manufatti di intercettazione;

Al primo gruppo appartengono i seguenti manufatti:

- manufatto A, in alveo, limitatore della portata defluente a valle della cassa di espansione;
- manufatto B, di alimentazione dell'invaso 2 dall'invaso 1;
- manufatto C, di collegamento tra l'invaso 2 e l'invaso 3;
- manufatto E, sfioratore di emergenza dell'invaso 3.

Tutti i manufatti sopra citati (dotati o meno di luci di fondo) sono concepiti come soglie sfioranti libere, opportunamente sagomate, in grado di accompagnare al piede le portate esitate (manufatti A e C), ovvero di determinare la formazione di un getto libero areato (manufatti B ed E).

In tutti i casi, al piede del manufatto è prevista la realizzazione di una vasca di dissipazione in cui si verifica la transizione tra la corrente veloce incidente e la corrente lenta di valle per mezzo di un risalto. A causa dell'elevato potenziale erosivo connesso alle turbolenze che si sviluppano nel risalto, in presenza di alvei composti da materiali granulari, è indispensabile realizzare idonei manufatti di protezione del fondo alveo al fine di proteggere le opere in elevazione (soglie di sfioro) da fenomeni erosivi in grado di determinarne lo scalzamento.

Il dimensionamento idraulico delle vasche di dissipazione è stato effettuato utilizzando le usuali formule di letteratura per la determinazione delle caratteristiche idrodinamiche della corrente veloce incidente, nonché l'equazione globale dell'equilibrio dinamico per la determinazione dell'altezza idrica coniugata di valle in corrente lenta. Sulla base di questo dato e delle caratteristiche della corrente di valle sono state definite la quota del fondo vasca e le caratteristiche geometriche e tipologiche della soglia di uscita. La lunghezza delle vasche di smorzamento è stata adottata in questa fase di dimensionamento preliminare pari a sei volte l'altezza idrica coniugata di corrente lenta, adottando un opportuno coefficiente di sicurezza; nel caso del manufatto principale in alveo (Manufatto A) per ridurre la lunghezza della vasca sono stata inserita una serie di "denti dissipatori".

Per la realizzazione di tutti i manufatti (sia le soglie in elevazione che il rivestimento di fondo delle vasche di dissipazione) è previsto l'utilizzo di conglomerato cementizio armato; per la realizzazione della protezione di fondo delle vasche si potrà valutare la possibilità di realizzare ri-



vestimenti mediante selciato di pietrame opportunamente immorsato nella struttura in calcestruzzo sottostante.

Tutte le opere in elevazione saranno dotate degli elementi strutturali necessari per garantire un'adeguata connessione con gli adiacenti rilevati arginali al fine di dare continuità alla tenuta idraulica delle arginature; inoltre, i manufatti saranno dotati, lato monte, di elementi di tenuta (ad es. diaframmi) di lunghezza opportuna al fine di evitare fenomeni di sifonamento e di ridurre anche l'entità delle sottospinte idrauliche.

Al secondo gruppo appartiene il solo manufatto D che consente lo svuotamento dell'invaso 3 successivamente al transito dell'onda di piena. Esso è costituito da un manufatto scatolare a due canne a sezione quadrata, da realizzarsi in calcestruzzo armato, completo di muri d'ala e strutture di sottofondazione atte al contrasto di eventuali fenomeni di sifonamento ed al contenimento delle sottospinte idrauliche. I due fornici sono dotati di doppio dispositivo di intercettazione (paratoie piane) sia a monte che a valle, nonché di gargami per la messa in opera di panconi da utilizzarsi per operazioni di manutenzione. Tutte i manufatti sono dotati degli elementi costruttivi in grado di conferire la necessaria continuità alla tenuta idraulica delle arginature ed a scongiurare eventuali fenomeni di sifonamento e/o aggiramento laterale del manufatto stesso.

### **3.3 Sistemazione e fruibilità finale**

Le misure valutate in sede di studio di prefattibilità ambientale consistono in interventi di riqualificazione e miglioramento ambientale e paesaggistico, associate ad opere di inserimento ambientale delle nuove opere nel contesto paesaggistico.

Il tratto di monte della sponda sinistra, dal depuratore comunale di Sala a Villa Ortensia fino a Ca' Gialla, presenta situazioni varie: la sponda in corrispondenza del parco di Villa Ortensia fin quasi al depuratore è occupata da una estesa formazione boschiva. Procedendo verso valle, la vegetazione lascia spazio ad ampie radure erbose lungo un tratto di antico argine che confina con i campi coltivati della Torretta (limite di valle dell'invaso 1 "*in linea*").

La sponda destra, invece, è attualmente caratterizzata da un elevato degrado: occupata dall'ex-polo estrattivo ed ex-frantoio nei pressi di Ca' Vigna, tra Casale e S.Ruffino, da stabilimenti abbandonati, o utilizzati attualmente in modo improprio da altre attività, sono presenti accumuli di materiale inerte, attrezzature dismesse e rottami, oltre un accampamento di nomadi. Di interesse naturalistico e idrogeologico è un laghetto alimentato da una risorgiva di sub-alveo, riserva d'acqua ad uso agricolo. A monte di Casanuova Varrone, ai limiti del territorio comunale di

Parma, poco a valle di Casale, è in corso di coltivazione la cava denominata “AC 14” per l'estrazione di inerti di considerevole ampiezza (durata della concessione: 4 anni dal 2003).

La sponda destra destinata ad ospitare i due invasi “fuori linea” denominati “invaso 2” ed “invaso 3” presenta due situazioni distinte: nella parte di monte il sedime dell'invaso 2 è interessato per buona parte dalle attività estrattive connesse con la coltivazione del polo citato AC14 e ad oggi di presenta già nella sua configurazione di restituzione finale (così come descritto negli elaborati di progetto della cava) di “*lago*”, con quota del pelo libero determinata dalle oscillazioni stagionali dell'acquifero più superficiale

Per quanto attiene, quindi, la sistemazione finale dell'invaso 2 essa risulta condizionata dalla restituzione a “*lago*” conseguente alla coltivazione della cava di inerti. Dovranno essere individuati e valutati gli elementi di miglioramento ambientali necessari per una valorizzazione degli elementi naturali (flora e fauna) connessi con la presenza del nuovo specchio liquido (ad es. percorsi e punti di osservazione della fauna, pannelli descrittivi delle principali emergenze naturalistiche ed ambientali dell'area, ecc.).

Per quanto attiene, invece, la sistemazione finale dell'invaso 3 (“fuori linea” di valle) si devono considerare alcuni elementi importanti:

- buona parte delle aree, ad eccezione delle parti che ospitano situazioni di degrado ambientale, sono attualmente destinate ad attività agricola;
- il presente progetto preliminare prevede l'abbassamento del piano di sponda destra (che rimarrà comunque al di sopra del livello di falda) con ripristino dello strato di terreno di coltivo un volta terminate le attività di estrazione del materiale necessario per la realizzazione delle arginature della cassa di espansione;
- le analisi idrologiche ed idrauliche evidenziano come la scelta di strutturare la cassa in tre invasi determini come effetto positivo l'invaso dell'invaso 3 solo per valori elevati di tempo di ritorno ( $T_r > 100$  anni).

Sulla base delle precedenti considerazioni si ritiene che la sistemazione finale della invaso 3 possa essere condotta valorizzando l'attuale vocazione delle aree, pienamente compatibile con la nuova funzione di presidio idraulico del territorio che si manifesterà con probabilità medie di accadimento decisamente basse.

#### 4. SINTESI DELLA RELAZIONE TECNICA

Nella relazione tecnica (elaborato BAGP 11.02) sono state svolte tutte le analisi necessarie per definire le caratteristiche principali della cassa di espansione ed in particolare: la tipologia di cassa in linea e/o fuori linea, il numero degli invasi e le loro principali caratteristiche idrauliche, la tipologia e geometria dei manufatti idraulici necessari per regolarne il funzionamento. Sono quindi state effettuate le verifiche idrauliche del funzionamento dell'invaso di laminazione utilizzando un modello matematico di moto vario imponendo come condizioni al contorno di monte gli idrogrammi sintetici ottenuti per diversi valori di tempo di ritorno (200 anni come piena di progetto e 1000 anni come massima piena per la verifica dei franchi delle arginature). E' stato così possibile determinare i massimi volumi ed i massimi livelli idrici presenti in ciascuno dei tre invasi, definendo le quote da assegnare alla sommità delle arginature perimetrali.

Come già detto la cassa di espansione risulta composta da tre invasi: il primo ubicato "in linea" sul torrente Baganza limitata, lato valle, dal manufatto manufatto A la cui funzione è quella di limitare secondo una legge opportuna le portate in uscita. I restanti due invasi sono posizionati "fuori linea", in destra idraulica, sono alimentati mediante soglie libere che mettono in collegamento l'invaso 1 con l'invaso 2 e quest ultimo con l'invaso 3. Considerando come evento di progetto quello con tempo di ritorno pari a 200 anni, i volumi invasati nei tre serbatoi sono:  $0.859 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ ,  $1.300 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ ,  $1.247 \cdot 10^6 \text{ m}^3$  rispettivamente negli invasi 1, 2 e 3; il volume complessivo invasato è pertanto di  $3.406 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ . Come si può notare i volumi dei due invasi fuori linea sono molto maggiori di quello dell'invaso in linea; ciò permette ottenere una laminazione dell'idrogramma di progetto che è prossima a quella ideale (e quindi una minimizzazione del volume complessivo della cassa) nonostante i manufatti idraulici siano del tutto privi di organi mobili. Oltre alle verifiche idrauliche effettuate utilizzando l'idrogramma duecentennale sono state eseguite analisi di funzionamento della cassa di espansione imponendo come condizione al contorno di monte anche gli idrogrammi ottenuti per differenti tempi di ritorno. Si è così potuto verificare che: per bassi tempi di ritorno (5-20 anni) la porzione in linea si invasa solo in parte mentre quelle fuori linea non si invasano affatto (invasi 2 e 3). Per questi tempi di ritorno le portate in uscita dalla cassa risultano comunque inferiori alla massima portata compatibile. La parte fuori linea della cassa è allagata solo per eventi con tempi di ritorno superiori a 20 e 100 anni rispettivamente per l'invaso 2 e 3. Si può quindi affermare che suddividendo la porzione fuori linea in due invasi in serie si ottiene (a parità di volume complessivo invasato) sia una riduzione

le massime altezze idriche negli invasi, sia una riduzione delle frequenze di allagamento nell'invaso 3.

In considerazione del fatto che il volume complessivo invasato supera il valore di 1'000'000 m<sup>3</sup> nella definizione delle quote di sommità delle arginature (ovvero del franco idraulico) e della lunghezza delle soglie sfioranti di emergenza si è ritenuto opportuno applicare quanto previsto nel D.M. 24.03.1982 “*Norme tecniche per la progettazione e la costruzione delle dighe di sbarramento*” per le dighe di materiali sciolti. Pertanto è stata effettuata una verifica idraulica imponendo come condizione al contorno di monte l'idrogramma millenario considerando completamente occluse le luci di fondo del manufatto A.

Una volta terminate le verifiche della cassa di espansione nell'assetto definitivo a tre comparti è stata analizzata anche l'ipotesi di realizzare la cassa attraverso due lotti funzionali successivi: in particolare, è stata considerata la possibilità di realizzare un “I lotto” di opere comprendenti l'invaso 1 e l'invaso 2 con i rispettivi manufatti accessori (manufatti A, B, C). Sono state ripetute le stesse verifiche idrauliche effettuate per l'assetto definitivo anche per la configurazione “*di primo lotto*” al fine di valutare la capacità di laminazione della cassa di espansione in questa configurazione transitoria.

Per tempi di ritorno inferiori a 100 anni la portata in uscita dalla cassa di espansione non si modifica sostanzialmente rispetto a quella ottenibile nell'assetto definitivo, mentre per tempi di ritorno superiori la presenza dell'invaso 3 svolge una funzione fondamentale. Infatti, la portata al colmo di piena in ingresso con T=200 anni (811 m<sup>3</sup>/s) viene ridotta in uscita dalla cassa a 691 m<sup>3</sup>/s: nella configurazione “*di primo lotto*”, quindi, pur ottenendosi una significativa laminazione della piena duecentennale viene superato il valore di portata compatibile per l'alveo di valle (500 m<sup>3</sup>/s).

E' appena il caso di ricordare che le analisi sopra sintetizzate sono state svolte sulla base degli elementi conoscitivi attualmente disponibili e con il grado di approfondimento proprio della progettazione preliminare. Nelle successive fasi progettuali sarà necessario approfondire tutti gli aspetti progettuali, sia relativi all'analisi idrologica (ad esempio, analizzando il comportamento della cassa con idrogrammi di piena reali), sia alla progettazione dei manufatti e delle arginature, utilizzando sia modelli di analisi numerica che avvalendosi di prove su modello fisico per quanto attiene la verifica di tutti i manufatti presenti. In particolare, oltre agli aspetti idraulici di fondamentale importanza per l'opera in questione occorrerà valutare, sulla base dell'esito delle indagini geognostiche, le tipologie costruttive di arginature (eventuale necessità di diaframmatu-

re, pendenza dei paramenti) e manufatti (quota di imposta delle fondazioni, ecc.) anche attraverso analisi comparative con valutazioni costi-benefici delle diverse soluzioni tecnicamente adottabili (strutture in calcestruzzo ciclopico, in calcestruzzo armato, in terra, in massi naturali, ecc...)

## 5. SINTESI DELLE INDAGINI GEOLOGICHE ED IDROGEOLOGICHE PRELIMINARI

Per la redazione della relazione sulle indagini geologiche ed idrogeologiche preliminari (elaborato BAGP11.04) ci si è avvalsi della collaborazione dello studio *Geode s.c.r.l.* con sede in Parma, via Martinella 50/C. In detta relazione vengono indagate, in via preliminare, le caratteristiche geologiche ed idrogeologiche dell'area interessata dal presente progetto preliminare e viene altresì definita la campagna geognostica integrativa necessaria al fine di poter definire le caratteristiche meccaniche, fisiche e chimiche dei terreni e degli acquiferi (vedi paragrafo 7.2).

L'area in esame è caratterizzata dalla presenza di depositi alluvionali: i più recenti sono sedimenti alluvionali in evoluzione (**b1**) e sedimenti alluvionali recenti (**b1a**). Dal punto di vista litologico sono costituiti da ghiaie, decisamente prevalenti, sabbie e da locali blocchi. I depositi alluvionali in evoluzione occupano l'alveo attuale del t. Baganza, i depositi alluvionali recenti i tratti temporaneamente abbandonati, ma che sono potenzialmente interessati dalle dinamiche fluviali in regime di piena ordinaria, sono quindi depositi soggetti ancora a rimobilizzazione.

I subsintemi cartografati in superficie e in parte nel sottosuolo appartengono al Sintema Emiliano-Romagnolo Superiore (AES). Si tratta di un'unità alluvionale, terrazzata, costituita da ghiaie prevalenti in corrispondenza degli apparati fluviali principali (depositi di conoide e depositi intravallivi terrazzati), passanti a limi prevalenti con rare intercalazioni di sabbia e ghiaia nelle aree di interconoide.

L'AES, nell'area in esame, risulta suddivisibile in 2 Subsintemi, affioranti a quote progressivamente decrescenti; in ordine crescente di età:

- Subsintema di Ravenna;
- Subsintema di Villa Verucchio

La zona in esame è stata coinvolta in eventi tettonici recenti; esaminando la carta geologica di sottosuolo del Foglio 199, con l'ausilio di sezioni stratigrafiche di dettaglio create *ad hoc* si evidenzia come in concomitanza dell'area di studio si hanno delle blande ondulazioni (antiformi e sinformi) che interessano la successione sedimentaria del Sintema di Costamezzana ed in parte condizionano l'assetto della base di AEI e di AES e la loro architettura deposizionale.

Infatti all'interno di AES, a causa dall'assetto strutturale sopracitato, i cicli complessi di incisione fluviale (attivazione) e riempimento ghiaioso (disattivazione) che registrano le continue flut-

tuazioni del punto neutro, si giustappongono o si erodono, preservando a volte solo la parte basale del ciclo.

In particolare, nell'area di cava esistente sembra esserci, analizzando i sondaggi presenti, un ispessimento delle ghiaie che passano da una potenza minima di 4-5 m a nord ad uno spessore di circa 7-8 m verso sud (*Carta geologica allegata*); questo ispessimento potrebbe riflettere l'assetto strutturale dato che lo spessore minimo si trova in concomitanza di un asse di anticlinale sepolto. Si può quindi ragionevolmente affermare che la base delle ghiaie abbia una soggiacenza variabile da 4 a 8 m nel modulo meridionale e del modulo in linea mentre lo spessore aumenta progressivamente verso nord da 8 a 12 m.

Per quanto concerne l'aspetto sismico si segnala che l'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274/2003 "*Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica*", pubblicata sul Supplemento Ordinario n. 72 alla Gazzetta Ufficiale n. 105 dell'8 maggio 2003 individua i Comuni interessati classificati in **zona 3**. A conferma di quanto riportato la carta delle "*Massime intensità macrosismiche osservate nei comuni italiani valutate a partire dalla banca dati macrosismici del GNDT e dai dati del Catalogo dei Forti Terremoti dell'ING*" (Molin et al., 1996) individua il territorio in esame come interessato da un terremoto del VIII grado MCS.

Dal punto di vista morfologico (*Carta geomorfologia allegata*) l'area è caratterizzata dalla presenza del conoide fossile dei t. Baganza ed attualmente caratterizzata dal corso d'acqua Baganza e che si presenta meadreggiante in una pianura alluvionale con assenza di arginatura. Gli alvei di morbida sono sovente incassati ed originano scarpate fluviali aventi altezza di 2.0-4.0 m. Il reticolo di drenaggio secondario è ancora fortemente sagomato dall'intervento antropico con la presenza di una rete minuta di canali di irrigazione. La struttura dell'alveo rimane prevalentemente ramificata, con sezione di larghezza estremamente variabile e tendenza al sovralluvionamento, i fenomeni di erosione di sponda non sono particolarmente intensi e interessano sporadicamente tratti di estensione generalmente contenuta, il profilo del fondo alveo rivela condizioni di sostanziale stabilità e la tendenza alla rimobilizzazione dei sedimenti risulta contenuta.

Dal punto di vista antropico si nota come in sponda sinistra del torrente sono presenti e rilevabili alcune opere di regimazione idraulica costituiti da pennelli e muri trasversali al corso d'acqua. Tali opere non svolgono attualmente funzione regimante e sono collocate in area esterna all'alveo attivo. In sponda destra parte dell'area in esame è interessata dalla Cava Baganza – Ambito Ac14 di PAE vigente e censita col codice 62 nel PIAE di Parma vigente. Lo stato della

coltivazione è piuttosto avanzata ed in corso una parte di sistemazione morfologico-ambientale. Sempre in sponda destra l'area risulta in parte interessare una porzione di territorio ove era presente un frantoio (esiste ancora parte dell'impalcato in calcestruzzo) e ove attualmente è sede di un impianto di trattamento. Data la presenza di un frantoio e non essendo censite altre cave oltre alla cava baganza sono state ricercate informazioni che potessero segnalare la presenza di aree scavate ed eventualmente ritombate. Sono state identificate in alcune cartografie note in bibliografia le segnalazioni di presenza di cave, discariche o ritombamenti; in particolare nella "Carta della vulnerabilità idrologica della Pianura di Parma" (Petrucci et al. Anno 1992) sono individuate una discarica controllata sulla sponda sinistra del T. Baganza nei pressi di Case Canali, ed una discarica incontrollata nella zona denominata Frantoio.

Nella "*Carta della Vulnerabilità degli acquiferi all'inquinamento – Alta e media pianura Parmense*" (1992) è inoltre segnalata nell'area in esame una discarica incontrollata e/o abusiva di rifiuti solidi, nonché una cava in progetto. Nel "*Progetto di coltivazione e recupero ambientale – Cava Baganza – Ac14*" (a cura di Ing. Dondi, 2002) è stata in dettaglio identificata nell'area a nord ovest di Casanova Varrone la presenza di una cava pregressa, ritombata con materiali inerti da costruzione.

I dati idrogeologici reperiti hanno consentito di redigere una *Carta idrogeologica* locale (in allegato): dall'analisi della carta si nota come i livelli piezometrici dell'acquifero superficiale indichino una prevalente alimentazione del torrente a tale acquifero. La soggiacenza del livello piezometrico è variabile da 3 a 5 m dal piano campagna.



## **6. SINTESI DELLO STUDIO DI PREFATTIBILITÀ AMBIENTALE**

### **6.1 IL PAESAGGIO DEL BASSO CORSO DEL T. BAGANZA**

Si delineano qui i caratteri del paesaggio esistente entro il quale si colloca la prevista cassa di laminazione sul torrente Baganza, individuandone le componenti di maggior interesse ed i valori di maggior pregio, nei confronti dei quali il progetto potrà (e dovrà) dialogare, assumendoli come stimolo a ricercare soluzioni appropriate e, se necessario, anche innovative.

Gli ambienti di interesse e di valore naturalistico paesaggistico del T.Baganza in zona di alta pianura come quella considerata sono costituiti in generale da:

- un greto ciottoloso colonizzato, durante i periodi di secca, da erbe pioniere di diverse specie. Le barre sono occupate invece da una vegetazione permanente ad erbe alte e, più raramente, ospitano macchie di giovani pioppi e salici. E' questo l'habitat di alcune specie dell'avifauna, come il Corriere piccolo, il Culbianco, la Calandrella e l'Occhione;
- scarpate fluviali sono ricoperte da una rada vegetazione. Quando invece non sono occupate da vegetazione, le scarpate spondali argillose e sabbiose costituiscono un potenziale sito di nidificazione per Topino (Riparia riparia), Gruccione (Merops apiaster );
- praterie xerofile che occupano parte delle aree golenali e sono costituite da numerose essenze erbacee con la presenza di qualche arbusto. Le praterie alte con arbusti sono l'habitat privilegiato da fagiani (Phasianus colchicus), starni (Perdix perdix) e quaglie (Coturnix coturnix);
- macchie cepugliose – arbustive presenti nelle aree golenali, nelle radure e ai margini delle fasce boscate. Le specie arbustive presenti in questi ambienti sono varie: salici, biancospino, prugnolo, sanguinello, rosa selvatica, sambuco, ligustro. Spesso sono presenti fitti rampicanti (rovo, vitalba). Queste aree sono importantissime per la varietà di specie vegetali che ospitano e perché offrono rifugio, cibo e siti di riproduzione a numerosi animali;
- boschi ripariali formati prevalentemente da pioppi neri, pioppi grigi, pioppi bianchi, salice bianco e olmo. Si trovano nelle aree golenali e a volte anche sulle isole del greto, questi formati di solito da alberi giovani, poiché difficilmente un ambiente instabile come quello delle barre fluviali può ospitare una vegetazione matura. Quella del bosco ripariale è sicuramente un'associazione vegetale da salvaguardare, tipica e caratterizzante degli ambiti umidi in genere e fluviali;

- i boschi misti decidui sono formazioni boschive miste di latifoglie, non strettamente legate alla presenza del torrente, quanto piuttosto vicine come composizione al bosco mesofilo pianiziale. La presenza del torrente tuttavia ha permesso in alcuni casi il mantenersi di lembi di questa vegetazione, completamente scomparsa invece nella bassa pianura, risparmiati dall'avanzamento dei campi coltivati. Sono presenti querce, aceri, noci, noccioli, qualche pioppo, e numerosi arbusti (biancospino, ligustro, prugnolo, sambuco, sanguinello). Di solito sono diffusi anche i rovi e i rampicanti (vitalba, vite selvatica). La stratificazione della vegetazione boschiva ivi presente è importantissima ai fini della biodiversità poiché consente una grande diversificazione degli habitat offerti alle specie animali. Nel territorio considerato è presente, a non più di circa 3-4 km di distanza, l'importante complesso del Parco Regionale Boschi di Carrega. Si tratta di un notevole serbatoio di biodiversità, da cui gli organismi possono spostarsi, lungo il torrente o altri corridoi ecologici eventualmente ricostituiti, per visitare o colonizzare le zone circostanti.

## **6.2 ANALISI DELLE IPOTESI DI LOCALIZZAZIONE DELLA CASSA DI ESPANSIONE**

Il tratto del T. Baganza su cui complessivamente insistono le due ipotesi localizzative della cassa di laminazione va, in sponda sinistra, dal Depuratore comunale di Sala fino a Ca' Benefizio circa in corrispondenza con la strada comunale delle Valli, e, in sponda destra, dalla strada del "quagliodromo" (circa 500 m a valle della chiesa di Casale) fino a Stella Baganza, per una lunghezza di circa 2,5 km ed una larghezza di circa 800 m pari alla larghezza della zona di tutela dei caratteri ambientali del corso d'acqua (art. 17 PTPR) limitata in sponda sinistra dalla strada comunale Farnese, e in sponda destra dalla strada provinciale n.62 Montanara. In questo tratto la zona propriamente d'invaso e d'alveo (art.18 PTPR) è larga mediamente circa 200 m.

La caratterizzazione ambientale paesaggistica di questo tratto non si differenzia di molto dal restante corso terminale del torrente da Sala a Parma.

L'ampio alveo ghiaioso, limitato da fasce e bordure golenali con praterie xerofile e vegetazione riparia boschiva o cespuglioso-arbustiva che lo separano dai coltivi e dagli sparsi insediamenti agricoli della campagna che attraversa, lasciata molto più a monte (a Marzolarà) l'apice della conoide aprentesi sul fondovalle, qui, al Depuratore, un chilometro e mezzo a valle del ponte di Sala, con tipica morfologia a canali d'acqua intrecciati formanti numerose barre fluviali si al-

lunga sul territorio di alta pianura dirigendosi a coprire i circa 12 km che lo separano dalla sua confluenza in città con il T. Parma.

In particolare, nel tratto più a monte, dal depuratore comunale di Sala a Villa Ortensia fino a Ca' Gialla, la sponda sinistra presenta situazioni varie. L'area golenale in corrispondenza del parco di Villa Ortensia fin quasi al depuratore (dove giunge il nuovo argine a difesa dell'area industriale-artigianale di Sala) è occupata da una estesa formazione boschiva, caratterizzata da una vegetazione arborea varia e aperta. Procedendo verso valle, la vegetazione lascia spazio ad ampie radure erbose lungo un tratto di antico argine che confina con i campi coltivati della Torretta. Parte di questi coltivi sono in golena, circondati da un arginello con robinie. La vegetazione arborea ripariale nei pressi della Torretta si dirada ma rimane comunque abbastanza varia, con alberi, arbusti e prateria ad erbe alte verso il greto. Dalla Torretta a Ca' Folli ed oltre si dipana una densa fascia boscata con caratteri di bosco planiziale (querce, aceri, noccioli) ma anche elementi legati all'ambiente delle rive (pioppi e salici) e delle campagne (pioppi cipressini, gelsi) con numerosi arbusti e la presenza della ormai naturalizzata robinia. Questo bosco è da considerare di particolare pregio naturalistico paesaggistico.

In corrispondenza della Ca' Gialla la vegetazione ripariale si interrompe, i campi coltivati giungono fin quasi all'incisione d'alveo e la sponda appare impoverita.

La sponda destra è caratterizzata da un marcato degrado. Per buona parte infatti è occupata dall'ex-polo estrattivo ed ex-frantoio posto circa in corrispondenza di Ca' Vigna, tra Casale e S.Ruffino. Si tratta di un'area vasta, occupata da stabilimenti abbandonati, o utilizzati attualmente in modo improprio da altre attività, accumuli di materiale inerte, di attrezzature dismesse e di rottami, oltre un accampamento di nomadi. Di interesse naturalistico e idrogeologico è un laghetto alimentato da una risorgiva di sub-alveo, riserva d'acqua ad uso agricolo. Più a monte la vegetazione ripariale risulta pressoché assente, fatta eccezione per un argine coperto di querce e robinie, che delimita un campo coltivato, e sottili fasce di pioppi e robinie, esili e frammentarie. A monte di Casanuova Varrone, ai limiti del territorio comunale di Parma, poco a valle di Casale, si è da poco aperta una nuova cava di inerti di considerevole ampiezza (durata della concessione: 4 anni dal 2003).

Nel tratto più a valle, da Ca' Gialla all'Oratorio fino a Ca' Benefizio-strada comunale delle Valli, la golena della sponda sinistra è caratterizzata dall'alternanza di tratti di vegetazione arborea del tipo boscaglia mista di latifoglie e tratti invece coltivati, dove la vegetazione arborea e arbustiva è limitata agli argini e a una stretta fascia adiacente alla riva. La parte restante dell'area go-

lenale, verso il greto, è occupata da prateria ad erbe alte, con qualche sporadico arbusto o giovane pioppo. Questa fascia non è presente lungo tutto il tratto perché nell'ultimo segmento a sud il torrente è in fase erosiva e lambisce direttamente le fasce boscate. I campi coltivati tra l'argine e la Strada Farnese sono privi di siepi e altri elementi arborei. Fa eccezione la parte più a sud del tratto considerato, dove i coltivi dell'Oratorio si presentano diversificati, con la presenza di viti, prati, orti e molti alberi isolati. Filari di vite con alberi di sostegno sono presenti anche sul tratto d'argine che corre ortogonale alla strada.

La sponda destra, da Ca' Vigna a Fondo Nuovo fino a Stella Baganza, è caratterizzata lungo quasi tutto il tratto da una fascia di bosco ripariale, ricca e diversificata. La vegetazione è quella tipica di questo genere di bosco, con pioppi neri, pioppi bianchi, salici arborei e arbustivi, numerosi arbusti e anche macchie di canneto. Si tratta sicuramente di un'associazione vegetale da salvaguardare e valorizzare in quanto area di notevole interesse naturalistico paesaggistico. Al di là della fascia ripariale si trovano i campi coltivati adiacenti alla Strada Montanara.

### **6.3 ANALISI DELL'AREA DELLA CASSA DI ESPANSIONE**

Il tratto di t. Baganza in cui è prevista la realizzazione della cassa di laminazione non si differenzia di molto dal restante corso terminale del torrente da Sala a Parma. L'ampio alveo ghiaioso, limitato da fasce e bordure golenali con praterie xerofile e vegetazione riparia boschiva o cespuglioso-arbustiva che lo separano dai coltivi e dagli sparsi insediamenti agricoli della campagna che attraversa, lasciata molto più a monte (a Marzolarà) l'apice della conoide aprentesi sul fondovalle, qui, al Depuratore, un chilometro e mezzo a valle del ponte di Sala, con tipica morfologia a canali d'acqua intrecciati formanti numerose barre fluviali si allunga sul territorio di alta pianura dirigendosi a coprire i circa 12 km che lo separano dalla sua confluenza in città con il T. Parma. In particolare, nel tratto più a monte, dal depuratore comunale di Sala a Villa Ortensia fino a Ca' Gialla, la sponda sinistra presenta situazioni varie. L'area golenale in corrispondenza del parco di Villa Ortensia fin quasi al depuratore (dove giunge il nuovo argine a difesa dell'area industriale-artigianale di Sala) è occupata da una estesa formazione boschiva, caratterizzata da una vegetazione arborea varia e aperta. Procedendo verso valle, la vegetazione lascia spazio ad ampie radure erbose lungo un tratto di antico argine che confina con i campi coltivati della Torretta. Parte di questi coltivi sono in golena, circondati da un arginello con robinie. La vegetazione arborea ripariale nei pressi della Torretta si dirada ma rimane comunque abbastanza varia, con alberi, arbusti e prateria ad erbe alte verso il greto. Dalla Torretta a Ca' Folli ed oltre

si dipana una densa fascia boscata con caratteri di bosco planiziale (querce, aceri, noccioli) ma anche elementi legati all'ambiente delle rive (pioppi e salici) e delle campagne (pioppi cipressini, gelsi) con numerosi arbusti e la presenza della ormai naturalizzata robinia. Questo bosco è da considerare di particolare pregio naturalistico paesaggistico.

In corrispondenza della Ca' Gialla la vegetazione ripariale si interrompe, i campi coltivati giungono fin quasi all'incisione d'alveo e la sponda appare impoverita.

La sponda destra è caratterizzata da un marcato degrado. Per buona parte infatti è occupata dall'ex-polo estrattivo ed ex-frantoio posto circa in corrispondenza di Ca' Vigna, tra Casale e S.Ruffino. Si tratta di un'area vasta, occupata da stabilimenti abbandonati, o utilizzati attualmente in modo improprio da altre attività, accumuli di materiale inerte, di attrezzature dismesse e di rottami, oltre un accampamento di nomadi. Di interesse naturalistico e idrogeologico è un laghetto alimentato da una risorgiva di sub-alveo, riserva d'acqua ad uso agricolo. Più a monte la vegetazione ripariale risulta pressoché assente, fatta eccezione per un argine coperto di querce e robinie, che delimita un campo coltivato, e sottili fasce di pioppi e robinie, esili e frammentarie. A monte di Casanuova Varrone, ai limiti del territorio comunale di Parma, poco a valle di Casale, si è da poco aperta una nuova cava di inerti di considerevole ampiezza (durata della concessione: 4 anni dal 2003).

Nel tratto più a valle, da Ca' Gialla all'Oratorio fino a Ca' Benefizio-strada comunale delle Valli, la golena della sponda sinistra è caratterizzata dall'alternanza di tratti di vegetazione arborea del tipo boscaglia mista di latifoglie e tratti invece coltivati, dove la vegetazione arborea e arbustiva è limitata agli argini e a una stretta fascia adiacente alla riva. La parte restante dell'area golendale, verso il greto, è occupata da prateria ad erbe alte, con qualche sporadico arbusto o giovane pioppo. Questa fascia non è presente lungo tutto il tratto perché nell'ultimo segmento a sud il torrente è in fase erosiva e lambisce direttamente le fasce boscate. I campi coltivati tra l'argine e la Strada Farnese sono privi di siepi e altri elementi arborei. Fa eccezione la parte più a sud del tratto considerato, dove i coltivi dell'Oratorio si presentano diversificati, con la presenza di viti, prati, orti e molti alberi isolati. Filari di vite con alberi di sostegno sono presenti anche sul tratto d'argine che corre ortogonale alla strada.

La sponda destra, da Ca' Vigna a Fondo Nuovo fino a Stella Baganza, è caratterizzata lungo quasi tutto il tratto da una fascia di bosco ripariale, ricca e diversificata. La vegetazione è quella tipica di questo genere di bosco, con pioppi neri, pioppi bianchi, salici arborei e arbustivi, numerosi arbusti e anche macchie di canneto. Si tratta sicuramente di un'associazione vegetale da

salvaguardare e valorizzare in quanto area di notevole interesse naturalistico paesaggistico. Al di là della fascia ripariale si trovano i campi coltivati adiacenti alla Strada Montanara.

#### **6.4 LA CASSA DI LAMINAZIONE COME ELEMENTO DI VALORIZZAZIONE PAESAGGISTICA**

La cassa di laminazione sul T. Baganza, concepita come opera di landart e di architettura del paesaggio, di assoluta rilevanza, “caposaldo”, vero e proprio landmark territoriale, può costituire un’occasione davvero unica per il ritrovamento e la reinvenzione del paesaggio sia del torrente che del territorio circostante, in special modo nel tratto compreso fra Parma e Sala, fra la città e il suo parco naturale periurbano, cioè il Parco Regionale Boschi di Carrega. Si pensi solo, ad es., all’apprezzabile altezza –circa dieci metri dal piano di campagna- che raggiungeranno, nella porzione di valle, i suoi manufatti arginali: su di essi -resi percorribili- potrà offrirsi una straordinaria inedita suggestiva vista panoramica, un vero e proprio osservatorio sul paesaggio, sulla geografia dei suoi luoghi, che avvicinerà, radunerà, la città ed i suoi campanili ai Boschi, alla natura del torrente, ai segni residui del suo paesaggio agrario storico, ai campanili di Sala e di Collecchio e delle altre sparse pievi di campagna, alle Rocche di Sala e di Felino, al monte Bosso e al monte Sporno. E per converso la fisionomia della cassa sarà percepibile in lontananza, mano a mano ci si avvicinerà ai suoi argini percorrendo la strada Farnese da un lato, o la strada Montanara dall’altro. La cassa diventerà un fondamentale luogo di riferimento nella geografia del sistema di fruizione pubblica che conetterà il T. Baganza al Parco Regionale dei Boschi di Carrega. A questo proposito occorre qui ricordare il “Progetto Strada Farnese”, elaborato nell’ambito del “Progetto di tutela recupero e valorizzazione degli ambiti fluviali dei TT.Baganza e Parma” (committente, Amministrazione Provinciale; autori, Prof. Arch. Guido Canali, Arch. Umberto Rovaldi; approvato con Del. G.P. n.° 1055 del 16 Dic. 1999, integrato, a seguito di successive richieste regionali, il 25.06.2001- protocollo regionale n.° 15302-, dichiarato completo il 22.01.2002). Tale progetto costituisce parte integrante del PTCP vigente, che lo evoca con la dizione “Itinerario Farnesiano” (Cfr. PTCP, tav. C.9.1 “Armatura urbana e ambiti di integrazione funzionale”). Questo percorso, questa greenway, raggiungendo la sommità arginale della cassa di laminazione, inserita a pieno titolo nel sistema di fruizione pubblica di cui sopra, potrà avvalersene come meta intermedia - osservatorio - fra Parma e i Boschi, tratto in quota a servizio dell’educazione ambientale naturalistica e paesaggistica, dell’orientamento geografico-percettivo, del godimento dello spazio aperto e del vuoto.

## **6.5 DISPONIBILITA' URBANISTICA DELLE AREE**

Dall'analisi degli strumenti di pianificazione urbanistica a livello comunale e sovracomunale (PTCP e PTPR) non emergono destinazioni d'uso per la zona oggetto di studio che siano in contrasto con la realizzazione della cassa di espansione. Si nota invece, come ai diversi livelli di pianificazione territoriale, siano sottolineate da un lato la necessità di preservare da una eccessiva antropizzazione l'area di pertinenza fluviale e dall'altro la possibilità di realizzare, in tale area, opportune opere di difesa idraulica.

La realizzazione dell'invaso per la laminazione delle piene nel tratto di torrente analizzato appare così:

- adeguato dal punto di vista idraulico in virtù delle caratteristiche morfologiche che il Torrente Baganza assume in quel tratto: pendenza non eccessiva e sezione fluviale non troppo canalizzata e sufficientemente larga;
- in linea con le indicazioni previste nei piani elaborati ai diversi livelli di pianificazione che sottolineano la necessità di preservare le caratteristiche ambientali e paesaggistiche della zona.

## **7. PIANO DELLE INDAGINI E DELLE ATTIVITÀ TOPOGRAFICHE E GEOGNOSTICHE**

Nel presente capitolo sono descritte le attività topografiche e le indagini geognostiche da effettuarsi nell'ambito dei successivi gradi di progettazione; gli oneri previsti per queste attività sono stati inseriti nel quadro economico (vedi elaborato BAGP 11.07).

### **7.1 Rilievi Topografici**

Nei successivi gradi di progettazione sarà necessario effettuare un rilievo topografico integrativo, con restituzione di un piano quotato delle aree in scala almeno pari a 1:200, opportunamente esteso su tutte le aree interessate in cui è prevista l'ubicazione delle arginature e dei manufatti.

### **7.2 Indagini Geognostiche**

Oltre ai rilievi topografici sarà necessario prevedere una campagna di indagini geognostiche finalizzata a determinare i parametri geometrici fisici, chimici e meccanici del terreno così come descritto nell'elaborato BAGP 11.04 e relativi allegati; in particolare sarà necessario definire:

- la stratigrafia del terreno;
- i livelli piezometrici locali relativamente all'acquifero superficiale ed al primo acquifero confinato;
- la permeabilità in sito dei terreni;
- l'azione sismica locale;
- le proprietà chimico fisiche dell'acquifero;
- le caratteristiche meccaniche dei terreni del sottosuolo.

Sulla base di queste necessità sono state definite le seguenti prove da realizzarsi sui terreni di fondazione:

- esecuzione di sondaggi a carotaggio continuo con profondità variabile da 10 a 35 m; la distanza tra i sondaggi è di circa 200-300 m ed essi sono posizionati lungo il perimetro delle arginature e nelle zone in cui sono ubicati i manufatti;
- esecuzione di prove di permeabilità in sito tipo Lefranc a carico variabile
- esecuzione di pozzetti esplorativi della profondità di 4 - 6 m nelle zone in cui si ipotizza siano presenti ritombamenti mediante pala meccanica;
- esecuzione di indagini elettriche tomografiche e/o georadar per definire meglio il limite del ritombamento nella zona settentrionale;



- esecuzione di opportune prove per la caratterizzazione meccanica dei terreni: classificazione granulometrica, parametri fisici, prove di taglio, prove edometriche;
- analisi chimiche e fisiche sui terreni.

## 8. ACCERTAMENTO IN ORDINE ALLA DISPONIBILITÀ DELLE AREE

Al fine di definire quali sono le porzioni di cassa in cui il terreno risulta appartenere a privati, e per effettuare la quantificazione della superficie complessiva e del numero delle particelle catastali interessate dall'opera in progetto, sono stati acquisiti i fogli catastali relativi ai comuni di Parma e Sala Baganza (vedi elaborato BAGP 1106). Nella tabella seguente è riportata la suddivisione di aree Demaniali ed Aree Private per ciascuno dei tre invasi in cui è suddivisa la cassa di espansione.

	invaso 1 e relative arginature	invaso 2 e relative arginature	invaso 3 e relative arginature
<b>Aree demaniali (ha)</b>	12.91	0.31	4.30
<b>Aree private (ha)</b>	2.89	31.44	27.17

Tabella 1 – Suddivisione, nei diversi invasi delle aree demaniali e quelle private.

Si sottolinea come l'accesso alle aree possa avvenire direttamente sia da via Montanara, sia da Strada comunale Farnese; pertanto non si ritiene, in questa fase di progettazione, di dover prevedere ulteriori oneri per occupazioni temporanee e/o permanenti finalizzate alla realizzazione delle piste di accesso alle aree.

La quantificazione degli oneri di esproprio è stata effettuata, in ottemperanza a quanto indicato nel D.P.R. n° 327 del 08.06.01 "*Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari di espropriazione per pubblica utilità*": è stata calcolata una indennità pari al valore agricolo medio. Su una significativa parte dei terreni da espropriare (circa 50%) è stata quindi valutata una indennità aggiuntiva pari a quella che spetta al proprietario per tenere conto degli indennizzi aggiuntivi che spettano ai proprietari coltivatori diretti ovvero ai fittavoli, mezzadri o compartecipanti. Per la quantificazione del valore agricolo medio corrente dei terreni (anno 2005) si è fatto riferimento a quanto stabilito dalla commissione competente per la regione agraria di interesse. Gli oneri di esproprio così calcolati sono poi stati inseriti nel quadro economico (vedi elaborato BAGP 11.07).