

Quando l'impossibile DIVENTA POSSIBILE

ING. ARTURO RESSI DI CERVIA



Problemi d'infiltrazioni hanno interessato per decenni la chiusa e la diga Walter F. George che si estende sul fiume Chattahoochee, in U.S.A., tra gli stati della Georgia e dell'Alabama. Già a cominciare dal 1963, prima che la struttura fosse completata, sono stati fatti numerosi tentativi, da parte del Genio Militare dell'Esercito statunitense, per risolverli: tuttavia nessuno ha avuto un successo duraturo. Oggi a 40 anni dal completamento della diga è stato finalmente portato a termine un ambizioso progetto per la costruzione di un diaframma di tenuta ideato per eliminare le infiltrazioni: a raggiungere questo prestigioso obiettivo una joint venture integrata costituita da Treviicos South, società consociata della Treviicos Corporation di Boston del gruppo italiano Trevi, e Rodio International, consociata di Rodio SpA. Ma prima di descrivere in dettaglio le

Per porre fine alle infiltrazioni che da oltre 40 anni affliggevano una delle sue dighe, il Genio Militare dell'Esercito degli Stati Uniti è ricorso alla costruzione di un diaframma di tenuta profondo, un'opera unica nel suo genere, di grande complessità tecnologica.

Un appalto da 56 milioni di dollari e 900 giorni di lavoro senza incidenti per questo progetto, realizzato da una joint venture facente capo al gruppo italiano Trevi, da sempre protagonista nel mondo dell'ingegneria del sottosuolo





Importo complessivo dei lavori: 56 milioni di USD

Durata lavori: 900 giorni per 525.000 ore uomo senza nessun incidente

Da evidenziare che l'opera è stata consegnata 6 mesi prima della scadenza contrattuale.

Per quest'opera Trevi ha vinto numerosi premi e riconoscimenti tra cui il Premio per la Sicurezza e per la Qualità del lavoro 2003 come migliore trattista per il Genio Militare Americano (US Army)



caratteristiche di questo avveniristico progetto vediamo da vicino la chiusa e la diga Walter F. George e ripercorriamo brevemente la storia.

La storia della diga Walter F. George

Costruite fra il 1955 ed il 1963 con il duplice scopo di migliorare la navigabilità del fiume e produrre energia, la chiusa e la diga si caratterizzano per le loro dimensioni maestose: la chiusa, che misura 25 per 137 metri, permette la navigazione di chiatte enormi, mentre i quattro gruppi elettrogeni della diga hanno





una potenza di 150 MW. Una struttura in calcestruzzo della lunghezza di 456 m ospita lo sfioratore, una sezione non tracimabile, ed i gruppi elettrogeni. Due dighe di terra si estendono rispettivamente per 1.771 m. e 1.868 m nel territorio della Georgia e dell'Alabama. Il lungo lago di 129 km creato dalla diga offre spazi ricreativi ed ospita una riserva naturale di 4.516 ettari lungo le sue rive. I problemi dovuti alle infiltrazioni iniziarono nell'ottobre del 1961 durante la fase finale della costruzione della parte della diga situata in Alabama, con la comparsa di due fornelli. Nel 1962 poi si svilupparono delle venute d'acqua lungo il piede a valle delle dighe di terra, sia

sul lato dell'Alabama che della Georgia. Per tenere sotto controllo le infiltrazioni sotto la struttura, ai piedi degli argini furono installati dei pozzi di drenaggio, e le fondazioni sotto le dighe furono perforate e iniettate di cemento. In seguito però si sviluppò un'altra grande venuta d'acqua vicino al muro di sponda a valle della chiusa, e comparvero fornelli anche sul versante della Georgia. Nel 1968 la formazione di fornelli aumentò dando il via ad una nuova fase di lavori correttivi articolata in questo modo: l'iniezione di cemento in una piccola area della fondazione sotto la diga in Georgia, il riempimento dei fornelli con sabbia e l'iniezione di cemento attorno ai loro perimetri. Quando nel febbraio 1969 si scoprì un fornello nel bacino vicino alla diga in Georgia, anche questo fu riempito e iniettato con cemento. Fu eseguito un rilievo della superficie a valle della diga in Georgia, furono installati diversi piezometri, e si raccolsero informazioni sulle fessurazioni all'interno della roccia solubile sotto la diga. In base a questi dati, fu costruita una trincea drenante a valle del muro di sponda della chiusa, per intercettare l'acqua che entrava dalle sorgive alimentate dalle fessurazioni della

roccia, oltre che per ridurre la velocità dell'acqua e impedire il movimento di materiale solido. Sebbene la trincea riducesse gli effetti delle venute d'acqua, il problema persistette.

Nel 1970 furono eseguite perforazioni e iniezioni di cemento a valle della diga in Georgia per ridurre le infiltrazioni. L'anno seguente però furono scoperti numerosi altri fornelli di piccola entità ai piedi della diga in Alabama, e contemporaneamente fu trovata anche una minuscola sorgiva nel canale collettore del pozzo di drenaggio situato nella stessa area.

Nel 1978 un progetto supplementare suggerì l'installazione di un diaframma continuo di tenuta sotto gli argini di terra per portare la diga agli standard attuali. Quella soluzione fu adottata e fu quindi installato un diaframma di tenuta in calcestruzzo dello spessore di 610 mm fino al fondo dello strato di depositi marini compreso nel calcare terroso, in linea di massima fino ad una profondità di circa 30 m dalla sommità dell'argine. In aree limitate e in conformità con i precedenti rilievi del suolo, il diaframma fu installato più profondamente, generalmente fino al fondo di un secondo strato di calcare marino.

La prima fase del progetto, realizzata



nel 1981, prevedeva l'installazione di un diaframma di tenuta sotto una parte dell'argine della Georgia. Nella seconda fase, svoltasi tra il 1983 e il 1985, un secondo diaframma di tenuta fu invece collocato sotto un'altra parte dell'argine della Georgia e sotto l'argine dell'Alabama. Nel 1982 tuttavia fu rilevata una sorgente immediatamente a valle della centrale elettrica. Il punto d'entrata nel vecchio alveo fluviale, soprannominato Hungry Hole, fu chiuso riempiendo il foro ed il passaggio eroso sotto la centrale elettrica con 134 metri cubi di calcestruzzo gettato sott'acqua. Un'altra iniezione di cemento fu effettuata lungo la facciata a monte della centrale elettrica e lungo parte dello sfioratore.

Sebbene questi sforzi riuscissero a



chiudere parzialmente la falla, essi concentrarono la restante infiltrazione sotto la struttura in calcestruzzo, ragion per cui i problemi della diga continuarono a peggiorare. Un ulteriore aumento dell'efflusso si verificò dove era stato installato un piezometro nel sistema di drenaggio della centrale elettrica. Queste falle provocarono l'erosione del materiale calcareo sotto la diga, allargando le vie di passaggio del flusso e provocando un continuo deterioramento della situazione. Ciò compromise il potenziale di produzione d'energia della diga e minacciò di metterne a rischio la stabilità.

A questo punto, tre cose divennero evidenti: l'iniezione di cemento non avrebbe risolto il problema in maniera definitiva, i diaframmi di tenuta



non erano stati installati ad una profondità sufficiente e non avevano risolto i problemi dovuti alle infiltrazioni verificatesi sotto la parte in calcestruzzo della diga. Come conseguenza il Genio Militare decise di costruire un diaframma di tenuta profondo in calcestruzzo per porre definitivamente rimedio al problema. Tuttavia si prevedeva che tre restrizioni avrebbero complicato la costruzione del diaframma: non sarebbe stato possibile né prosciugare il bacino, né interrompere la produzione d'energia elettrica ed il funzionamento della chiusa avrebbe potuto essere fermato solo per brevi periodi.

L'appalto per il diaframma di tenuta profonda

Sapendo che non si era mai costruito un diaframma di tenuta da un punto di partenza posto a quasi 30 metri sotto la superficie dell'acqua, il Genio Militare era consapevole che l'opera sarebbe sta-



ta estremamente difficoltosa. Venne quindi deciso di richiedere l'assistenza di consulenti esterni per contattare appaltatori specializzati e verificare la fattibilità del progetto. Dopo aver ricevuto una risposta positiva dagli appaltatori il Genio Militare iniziò la fase d'approvvigionamento.

Per permettere ai contrattisti specializzati di apportare tutta la loro esperienza e ideare il metodo migliore per costruire il diaframma di tenuta, il Genio Militare optò per un contratto d'appalto che comprendesse progettazione e costruzione. Dopo aver reso noti una serie di specifi-

che minime, i numerosi dati derivati da documentazione storica e le informazioni sul suolo, nell'autunno 2000 gli offerenti interessati furono invitati a presentare due plichi separati. In uno dovevano elencare le proprie qualifiche e presentare una descrizione dei metodi proposti, la documentazione finanziaria e quella relativa alla sicurezza. Una busta a parte doveva invece contenere il prezzo proposto. Si riunì un consiglio interno per valutare e classificare le proposte tecniche secondo i criteri stabiliti. Alcune proposte furono immediatamente respinte, mentre altre, ritenute accettabili, furono abbinate ai rispettivi prezzi. Nel luglio 2001 il Genio Militare richiese l'offerta finale ai tre concorrenti rimasti. Dopo un mese fu assegnato un contratto da 50 milioni di dollari ad una joint venture integrata costituita da due aziende che si occupano di fondazioni e geotecnica: Treviicos South, con sede a Clearwater in Florida, società consociata della Treviicos Corporation di Boston del gruppo italiano Trevi, e Rodio Inter-



national, consociata di Rodio SpA con sede a Milano.

Il Genio Militare aveva specificato che si sarebbe dovuto costruire un diaframma di tenuta in calcestruzzo dello spessore di almeno 610 mm immediatamente a monte della parte in calcestruzzo della diga e all'interno delle sezioni di entrambi gli argini e che lo si sarebbe dovuto estendere fino ad una profondità di -1,5 metri rispetto al livello medio del mare nello strato impermeabile sottostante il sito chiamato Providence formation. Il diaframma di fronte alla sezione in calcestruzzo della diga avrebbe dovuto iniziare dal bacino lacustre e procedere verso il basso attraverso varie formazioni rocciose per circa 30 m. Quindi si sarebbe prolungato orizzontalmente attraverso l'esistente struttura della chiusa, un muro di sostegno subacqueo e i resti di una cella d'acciaio lasciata in opera dopo la costruzione iniziale della diga. In cima al diaframma



subacqueo era prevista una soletta per collegarsi alla diga stessa. Il diaframma avrebbe dovuto proseguire fuori dall'acqua, dalla diga verso gli argini di terra, per 93 m sul lato della Georgia e 50 m sul lato dell'Alabama. Le sezioni del diaframma che dovevano essere costruite sugli argini dovevano avere una profondità media di 63 metri.

A questo punto bisognava vincere tre importanti sfide dal punto di vista geologico: l'esistenza di uno strato molto

duro (fino a 96.500 kPa) sovrastante un deposito di sabbia sciolta, la presenza di vuoti, fratture, e passaggi nella massa rocciosa, e il deposito di sedimenti e detriti vari sul fondo del lago. Le specifiche del Genio stabilivano quanto tempo si sarebbe dovuto impiegare per attraversare la chiusa e quando si potevano eseguire le opere davanti ai generatori. Inoltre era stato espressamente vietato l'uso di uno schermo d'iniezione per la costruzione del diaframma di tenuta, poiché tale schermo non offriva una garanzia sufficiente di prestazione a lungo termine in quella situazione geologica.

I lavori preliminari

I componenti della joint venture, tutti con una pluridecennale esperienza internazionale nella costruzione di diaframmi impermeabili in condizioni difficili, formarono una task force per studiare il



metodo migliore per realizzare l'opera. Sin dall'inizio i partner concordarono di ridurre al minimo l'uso d'immersioni, in modo da evitare i rischi relativi alla sicurezza e gli alti costi impliciti nel lavoro subacqueo a profondità di almeno 30 m. Si stabilì che i pali secanti costituivano il metodo più affidabile ed economico per la costruzione della parte subacquea del diaframma, mentre per la porzione di terra si sarebbe impiegata la tecnica dei diaframmi in calcestruzzo. L'équipe del progetto stabilì che la parte in pali secanti sarebbe stata realizzata usando impianti di perforazione a circolazione inversa montati in cima a casseforme provvisorie del diametro di 1372 mm infisse nel bacino lacustre opportunamente preparato, con l'acqua lacustre usata per sollevare i detriti di perforazione. Il diaframma in calcestruzzo sarebbe stato costruito con un'idrofresa, un'attrezzatura che si serve della bentonite come fluido di stabilizzazione e di perforazione. Sia gli impianti di trivellazione a circolazione inversa che l'idrofresa



avrebbero tagliato e frantumato la roccia e il terreno e fatto circolare i detriti di perforazione verso la superficie, dove sarebbero stati separati dai fluidi di perforazione. Con la differenza che mentre gli impianti di trivellazione avrebbero scavato fori tondi usando una punta rotante su un asse verticale, l'idrofresa avrebbe scavato una trincea rettangolare usando due serie di ruote che giravano su

un asse orizzontale).

La task force prese una decisione che si dimostrò molto importante: ritenne infatti opportuno prevedere delle perforazioni e iniezioni di malta preliminari, per verificare le condizioni del terreno e riempire eventuali ampi vuoti che avrebbero potuto ostacolare il regolare avanzamento dei lavori. Quindi la fase iniziale dell'esecuzione del progetto consistette in una campagna di perforazione e iniezioni di cemento. Non si conoscevano l'estensione e la posizione delle formazioni

carsiche (calcere irregolare solitamente ricco di depressioni, torrenti sotterranei, e grotte) che si trovavano sotto il sito della diga. Per disporre di un quadro d'insieme più chiaro fu eseguita una serie di perforazioni esplorative lungo l'asse previsto del diaframma di tenuta: tali perforazioni localizzate servirono ad accertare la profondità dei sedimenti, l'esistenza di materiali di rinterro posti a monte della diga durante la costruzione, lo spessore del duro strato calcareo, le caratteristiche dello strato sabbioso sot-



tostante, e a verificare la presenza di ampi vuoti e fessurazioni.

Dove furono trovate queste cavità si realizzarono dei fori d'ispezione per riempire i vuoti più grandi e ridurre il flusso dell'acqua che avrebbe potuto complicare la costruzione del diaframma. Questa campagna preliminare di perforazione e iniezione fornì alla joint venture informazioni essenziali che permisero di pianificare il lavoro, anche nei punti in cui le condizioni differivano da quelle illustrate nei documenti contrattuali.

La fase successiva del progetto riguardò la pulizia del fondo del lago e la costruzione di una piattaforma di lavoro per creare un'area libera da ostruzioni a monte del blocco monolitico della diga. Fu scavata una trincea subacquea che si estendeva per un minimo di 1,5 m dal blocco monolitico di calcestruzzo fino ad una profondità minima di 1,8 m e fu riempita con materiale cementizio autindurente che garantisse una resistenza alla compressione di circa 3450 kPa.



Tale piattaforma fornì una solida superficie di lavoro per installare la parte subacquea del diaframma di tenuta. Sagome in acciaio furono usate per installare e guidare l'infissione delle casseforme provvisorie nella piattaforma. Queste sagome erano costituite di due pezzi: una trave principale collegata ai contrafforti in calcestruzzo della diga per mezzo di perni e chiavistelli e una trave che chiudeva la sagoma stessa. La posizione e l'allineamento delle sagome furono

controllate usando i punti di riferimento precedentemente installati sulla diga nel corso del rilievo iniziale. Nei casi in cui collegare la sagoma alla diga risultò impossibile, furono inseriti dei pali provvisori per sostenere la sagoma oppure una sua versione modificata.

Per costruire il diaframma di tenuta, le perforatrici a circolazione inversa montate sulle casseforme carrello e operanti da chiatte installarono in due fasi pali secanti del diametro di 1270 mm, distanziati di 838 mm da centro a centro. Dopo l'installazione di una fila di pali primari, furono perforati i pali secondari tra adiacenti pali primari, tagliando una parte dei primari e creando un diaframma continuo dello spessore di almeno 610 mm. Per formare tale diaframma furono usati complessivamente 233 pali primari e 232 pali secondari in calcestruzzo. La perforazione per il diaframma a pali secanti iniziò nel 2002 e fu completata nell'ottobre del 2003.

Come fluido di perforazione fu usata l'acqua pompata dal lago. Tutti i detriti di perforazione degli impianti di trivel-

lazione a circolazione inversa furono fatti passare attraverso un tubo di scarico di 250 mm e furono erogati presso una betta a tramoggia dalla quale furono depositati sul fondo del lago. Apposite cortine installate attorno alla betta fino al fondo del lago impedirono che il materiale di risulta ne contaminasse l'acqua.

L'idrofresa usata per installare il diaframma in calcestruzzo sul lato della Georgia poté operare da un parcheggio esistente. Sul lato dell'Alabama, invece, le attrezzature dovettero essere posizionate sulla sommità della diga, e si dovette quindi costruire una piattaforma di lavoro larga 10,7 m e lunga 73 per posizionare i macchinari.

L'installazione del diaframma

Arriviamo ora all'ultima fase del progetto, avviata nel gennaio del 2003.

L'installazione del diaframma in calcestruzzo all'interno degli argini della diga sul lato della Georgia ha avuto inizio con la costruzione di due muri guida in cemento armato di spessore oscillante fra 0,3 e 0,6 m e profondità tra 3 e 10 m. Per guidare lo scavo dell'idrofresa e fornire sostegno sul terreno in superficie, si è deciso di far estendere i muri per



mescolati, depositati e rigenerati. Dopo il completamento dello scavo, essi sono stati sottoposti a prova di viscosità e di contenuto sabbioso, mentre i tubi per il getto di calcestruzzo sono stati inseriti nello scavo ed il calcestruzzo è stato gettato per completare una sezione del muro.

vato, in un unico passaggio, pannelli secondari della lunghezza di 2,4 m. Sovrapponendosi ai pannelli primari su ciascun lato, i pannelli secondari sono stati quindi riempiti con calcestruzzo.

L'idrofresa ha poi tagliato un pannello verticale dello spessore previsto dal progetto in un unico passaggio fino alla profondità completa, eliminando i materiali scavati con un sistema a circolazione inversa del fango. Alla base del telaio in acciaio verticale, largo quanto la trincea, due ruote dotate di taglienti al carburo di tungsteno ruotavano in direzione opposta, scavando il suolo o la roccia. Appena sopra alle ruote una pompa aspirante estraeva il fluido ed i detriti di



tutta la lunghezza del diaframma in calcestruzzo. Successivamente, sul muro di guida, è stato installato un telaio in acciaio provvisorio con un'apertura dimensionata per ricevere il modulo di scavo dell'idrofresa. L'idrofresa a circolazione inversa è stata invece collocata vicino all'area dello scavo da dove perforava fino alla profondità di progetto usando fanghi di bentonite. Questi fanghi venivano poi ripompati nei serbatoi in una stazione di trattamento situata a valle della diga, dove venivano

Come il muro a pali secanti era costituito da pali primari e secondari parzialmente sovrapposti per creare una barriera continua, così il diaframma in calcestruzzo realizzato dall'idrofresa si è avvalso di pannelli primari e pannelli secondari per ottenere un effetto simile. L'idrofresa ha formato i pannelli primari compiendo uno o più passaggi per scavare un pannello dalla lunghezza compresa tra 2,4 e 7,3 m. Dopo aver scavato i pannelli primari ed averli riempiti con calcestruzzo, l'idrofresa ha sca-



perforazione e li erogava, attraverso linee di circolazione, ad un impianto di dissabbiamento. Con una capacità di 382 metri cubi/ora l'impianto comprendeva una serie di vibrovagli e coni centrifughi in grado di vagliare il materiale tagliato di tutte le dimensioni. I detriti di perforazione risultanti sono stati regolarmente raccolti e trasportati con autocarri in aree di smaltimento autorizzate mentre i fanghi rigenerati sono stati rimessi in



circolazione nello scavo. Serbatoi mobili in acciaio aventi una capacità totale di 379 m cubi sono stati installati per contenere il fango. Pompe e tubi in acciaio facevano circolare il fango fresco dall'impianto, prima verso i serbatoi di deposito e d'idratazione, quindi nei serbatoi di contenimento. Tubi di 150 mm di diametro sono stati invece installati per alimentare e riportare il fango dall'impianto ai pannelli di scavo e lungo i muri guida.

Durante la scavo effettuato dall'idrofresa, l'orientamento verticale dei pannelli è stato monitorato continuamente per mezzo di un codificatore e due inclinometri di precisione fissati

sul telaio della stessa fresa. Mentre il codificatore individuava la profondità reale, gli inclinometri annotavano la verticalità sull'asse trasversale e su quello longitudinale. I display degli strumenti erano visibili in tempo reale dall'interno della cabina dell'idrofresa, in modo che l'operatore potesse immediatamente correggere eventuali deviazioni.

Ma la fase più impegnativa dell'opera è stata forse quella della costruzione del diaframma di tenuta attraverso la struttura della chiusa e il muro di sostegno subacqueo, fase che si è dimostrata una vera e propria sfida. Trattandosi di strutture in cemento armato di geometria estremamente irregolare e con superfici molto inclinate, per queste sezioni il diaframma di tenuta è stato costruito



usando sia la tecnica dei pali secanti, sia quella dell'idrofresa: le diverse condizioni potevano infatti richiedere o un metodo o l'altro.

A seconda della posizione del diaframma di tenuta e dell'elevazione della piattaforma il rinterro artificiale situato tra il diaframma di tenuta e la diga è stato rimosso, a volte parzialmente, a volte interamente, per installare la soletta di collegamento. Come già specificato in precedenza, la soletta è stata costruita di uno spessore di almeno 0,60 m sopra al diaframma di tenuta e di almeno 1,8 m tra il diaframma di tenuta e i monoliti della diga. Prima di gettare il calcestruzzo da 20685 kPa per la soletta di collegamento, le superfici dei monoliti e del diaframma di tenuta sono state pulite per garantire un'adequata giunzione.

I pali secanti ed il diaframma in calcestruzzo sono stati completati nel mese di ottobre del 2003, molto in anticipo rispetto alle scadenze contrattuali.



Variazioni progettuali

Non sorprende che il progetto originale dei lavori per la complessa operazione di controllo delle infiltrazioni alla chiu-

sa e diga Walter F. George abbia subito numerose variazioni: in parte per i cambiamenti richiesti dalle diverse caratteristiche del suolo e dalla scoperta di una



massa inaspettata di calcestruzzo e altre ostruzioni, in parte per via di una valida proposta tecnica presentata dalla joint venture. Le campagne di perforazione e di iniezione di cemento condotte durante le fasi preliminari della costruzione hanno evidenziato notevoli differenze nella qualità del materiale di riempimento degli argini e della parte superiore della formazione di calcare terroso alle due estremità del diaframma di tenuta subacqueo. Per far fronte alle situazioni impreviste sono state impiegate due diverse tecniche. Nella parte orientale dell'argine, sul lato della Georgia, è stato eseguito un ulteriore scavo per mezzo di benne mordenti per raggiungere la formazione solida sulla quale collocare la piattaforma di lavoro. Nella parte occidentale, sul lato dell'Alabama, non è stato possibile eseguire ulteriori scavi simili poiché l'e-



vazione delle fondazioni della diga era superiore al fondo dello scavo previsto. In questa situazione, gli scavi al di sotto delle fondazioni avrebbero comportato il rischio di erosione sotterranea. Come soluzione alternativa è stato usato il consolidamento per mezzo di jet grouting per migliorare le caratteristiche della formazione naturale del suolo. Durante la campagna di perforazione si

è trovata una massa di calcestruzzo della profondità di circa 3 m nell'allineamento del diaframma di tenuta. Per meglio determinare l'ampiezza e la geometria di tale massa, nella zona sono state eseguite ulteriori perforazioni per definirne approssimativamente la forma reale. Dopo che il Genio Militare e gli appaltatori hanno riesaminato congiuntamente i dati, è stata presa la decisione di apportare una modifica al contratto in

modo da realizzare la completa rimozione di questa massa di calcestruzzo. Sono stati necessari circa 60 turni di lavoro per rimuovere l'ostruzione usando benne mordenti e scalpelli. La zona è stata quindi riempita con materiale di riporto cementizio ed è stata installata la piattaforma come nelle altre aree. Sebbene questi cambiamenti siano stati realizzati prima dell'inizio della costru-



zione delle aree interessate, durante l'installazione del diaframma di tenuta si sono incontrate ostruzioni in acciaio che hanno rallentato l'avanzamento dell'installazione dei pali secanti e del diaframma in calcestruzzo ed hanno provocato un'usura eccessiva delle attrezzature. In un caso, alla giunzione tra la centrale elettrica e lo sfioratore, si è dovuto riallineare il diaframma di tenuta per evitare un'ostruzione d'acciaio che si estendeva almeno fino all'altezza finale del diaframma.

Avvalendosi della clausola contrattuale di "Value Engineering" i partner della joint venture hanno formulato una proposta per ridurre i costi del progetto. In questo caso l'équipe si era resa conto che sarebbe stato possibile smaltire 40.000 m cubi di materiale di risulta nel lago, piuttosto che in una zona in terraferma, come originariamente programmato. I vantaggi di tale piano comprendevano la centralizzazione della supervisione del progetto, la limitazione del traffico sul lago nella zona di lavoro davanti alla diga, il miglioramento della sicurezza grazie alla riduzione dei tempi d'immersione, e la minimizzazione dei lavori sulle sponde del lago. I risparmi sostanziali, ottenuti scegliendo il metodo di smaltimento nel lago invece che sulla terraferma, sono stati spartiti fra la



joint venture ed il Genio Militare.

In base ad un'altra variazione l'équipe della joint venture ha illustrato mediante un modello ed analizzato la velocità dell'acqua di infiltrazione attorno al lato del diaframma in Alabama e ha discusso con il Genio Militare la possibilità di estendere il diaframma di tenuta lungo l'argine per allungare il corso del flusso e diminuire la velocità dell'acqua, riducendo quindi le probabilità di formazio-

ne di nuove infiltrazioni. Il Genio Militare ha convenuto con le conclusioni dell'équipe e ha modificato il contratto per aumentare la lunghezza del diaframma di tenuta.

Ora che il diaframma di tenuta è stato



completato, le letture piezometriche effettuate a valle della struttura ne hanno dimostrato l'efficacia. Dopo oltre 40 anni di infiltrazioni e numerosi tentativi per risolverle, la soluzione studiata, proposta e costruita dalla joint venture ha finalmente assicurato la sicurezza ed operatività della diga per un lungo futuro.

In conclusione è importante menzionare che il contratto è stato completato con completa soddisfazione del cliente, sei mesi in anticipo sulla data contrattuale e ha ricevuto numerosi premi e riconoscimenti per il modo in cui è stato eseguito.

Intervista a Gianluigi Trevisani

Presidente e Amministratore Delegato di Trevi S.p.A.

Vi sono opere la cui realizzazione richiede un'attività d'impresa estremamente complessa e un impegno al limite delle possibilità tecnologiche: la costruzione del diaframma della poderosa diga Walter F. George negli Stati Uniti è sicuramente uno di questi casi. Che questa sfida sia stata raccolta e vinta sul mercato internazionale da un'impresa italiana, la Trevi, rappresenta senza dubbio un motivo di grande soddisfazione per tutto il nostro paese: dopo aver dato risalto a questo intervento con una relazione che se per ragioni ovvie di spazio non può analizzare i lavori in dettaglio, ne mette in luce comunque la complessità, per meglio comprendere la portata delle attività e dell'impegno tecnologico della Trevi abbiamo ritenuto opportuno porre alcune domande a Gianluigi Trevisani, Amministratore Delegato della società.

Sig. Trevisani, potrebbe illustrarci le tappe più significative della storia della Trevi?

Trevi nasce nel 1957 dall'iniziativa di mio fratello maggiore, Davide Trevisani che si rende conto delle potenzialità strategiche del settore dell'ingegneria del sottosuolo. Vede così la luce una piccola società specializzata in opere strutturali e di fondazione, grazie all'impiego di quelli che all'epoca sono macchinari nuovi e sofisticati. I primi progetti partono in Romagna e in pianura padana a supporto dello sviluppo industriale di quegli anni.

Alla fine degli anni '60 l'azienda comincia ad affacciarsi oltre i confini dell'Italia per conoscere ciò che succede all'estero e documentarsi sulle nuove tecnologie del settore. Nel '67 una svolta fondamentale: durante la guerra del Biafra la Trevi riesce ad aggiudicarsi la costruzione di uno dei ponti principali della Nigeria. Da questo momento all'interno della società si creano due aree operative, una dedicata al mercato nazionale e l'altra a quello internazionale: grazie ad appalti via via sempre più importanti e ad

un nome ormai famoso, Trevi riesce a varcare le porte di molti altri continenti, dall'America del Sud a quella del Nord, dall'Africa al Medio Oriente, per arrivare sino all'Oceania. Attualmente siamo presenti in

molte parti del mondo: non solo attività permanenti in determinati Paesi, ma anche nei cosiddetti cantieri spot, ossia cantieri aperti e chiusi dopo aver eseguito un solo progetto.

Quali sono stati i momenti più importanti dal punto di vista dell'evoluzione tecnologica di Trevi?

Uno dei momenti-cardine è stato senza dubbio rappresentato nel '69 dalla nascita della Soilmec, società del nostro gruppo dedicata alla costruzione di macchine da perforazione sia per uso interno che per terzi. La Soilmec è stata uno straordinario crogiuolo di idee e esperienze: nei suoi 36 anni di vita si è sempre adeguata ai nuovi target di mercato, in modo da essere all'avanguardia rispetto sia ai concorrenti nazionali che ai colossi multinazionali.

La filosofia della Soilmec è quella di lavorare per tappe, ponendosi obiettivi graduali, ma sempre più ambiziosi: negli anni siamo così riusciti ad aumentare costantemente il diametro dei pali perforati nel sottosuolo (attualmente abbiamo raggiunto diametri di circa 2,5 m per ben 80-90 m di profondità), a ridurre in maniera decisa, con particolari sistemi di consolidamento, assestamenti e franamenti nel caso di scavo in galleria, e a ideare attrezzature particolari per operare nei Centri Storici e in aree densamente popolate, evitando percussioni e/o vibrazioni dannose.

Da evidenziare il lavoro paziente ma essenziale del Centro Ricerca e Sviluppo, comune a tutto il Gruppo Trevi, ove una quarantina di esperti analizza le tecnologie attuali, ne studia le possibili modifiche e ne concepisce di nuove, al fine di operare con maggior efficienza, efficacia e nella cura più rigorosa della sicurezza del personale addetto.

Altro momento importante: la nascita, av-

venuta circa 3 anni fa, del Settore Georisorse all'interno della Trevi, una divisione dedicata alla perforazione per l'estrazione di idrocarburi, petrolio e gas, con l'impiego di macchinari in grado di perforare il terreno fino alla profondità di circa 4.000 metri. Le prestazioni di queste apparecchiature, specialmente nel settore petrolifero, hanno già meritato diversi riconoscimenti internazionali per l'eccellente capacità produttiva ma soprattutto per la sicurezza del personale operativo dato l'elevato numero di automatismi che evitano all'uomo operazioni pericolose in ambienti spesso difficili. Una splendida ricompensa per gli anni di studio e di test spesi in proposito.

La sicurezza del resto è la discriminante che maggiormente incide nella scelta di una drilling company: com'è ovvio una committenza difficilmente concederà un appalto ad un'impresa che ha nel suo curriculum un'alta percentuale di incidenti. Ci tengo a sottolineare che con la Divisione Georisorse siamo molto attivi in America Latina e particolarmente in Venezuela, Argentina e Colombia.

Significativa anche la presenza di Trevi nel settore dei parcheggi.

Anche se si tratta di un settore che all'interno del nostro gruppo ha un peso abbastanza limitato, sono orgoglioso di dire che per quanto riguarda la realizzazione di parcheggi siamo stati i propulsori di una nuova tecnologia, denominata Trevipark, basata su sofisticate apparecchiature elettromeccaniche capaci di movimentare le vetture senza presidio ed in sicurezza. L'utente lascia l'auto in superficie sopra una piattaforma, introduce una qualsiasi tessera magnetica personale che attiva il funzionamento del sistema e fa scendere l'auto in sotterraneo: poi al momento di riprendere l'auto utilizza la stessa tessera e il veicolo ritorna immediatamente in superficie, sempre automaticamente. Il conducente e passeggeri restano sempre all'esterno e mai devono entrare nel parcheggio sotterraneo. È un sistema utile soprattutto nei centri storici delle grandi città o in zone dove lo spazio scarseggia: partendo da aree molto ridotte siamo in grado di costruire parcheggi sotterranei anche di 9 piani e fino a 108 posti auto.

In Italia ad ora abbiamo realizzato 15 parcheggi con questo sistema. Da poco abbiamo iniziato a promuoverlo anche all'estero



e i primi risultati sono molto incoraggianti: ne abbiamo già costruito uno in Svezia ed altri due sono in corso d'opera in altri paesi. Anche se per brevettare Trevipark sono stati necessari 10 lunghi anni di progettazione ora siamo davvero soddisfatti: siamo in grado di offrire al cliente un prodotto unico al mondo per affidabilità ed esperienza; nessuno dei nostri concorrenti ha ancora niente di simile.

E del gruppo Rodio invece cosa può dirci?

Il Gruppo Rodio è stato uno dei nomi più importanti nel settore delle opere in sotto-suolo a livello mondiale: come Trevi abbiamo avuto la possibilità di entrare in questa società e abbiamo operato fin dall'inizio per acquisirla definitivamente. C'è una procedura fallimentare in corso. Al momento abbiamo un contratto d'affitto, per cui ci stiamo portando avanti i cantieri che erano già aperti al momento del fallimento ed altri che stiamo acquisendo con il nome Trevi Spa - Divisione Rodio. Ci vorrà ancora oltre un anno di tempo prima che il tribunale di Lodi finisca il suo lavoro; ribadisco comunque che siamo davvero interessati a tenere Rodio e a farla crescere ulteriormente.

Da sempre partecipate attivamente ai progetti di infrastrutturazione portati avanti in Italia: potrebbe segnalarci qualcuna delle opere alla cui realizzazione state attualmente prendendo parte?

I lavori più importanti ai quali al momento stiamo contribuendo sono certamente quelli per la costruzione delle linee ad alta velocità Bologna-Milano e Torino-Milano. Citerei però anche la Metropolitana di Napoli, di cui alcuni lotti hanno già preso avvio, mentre altri sono ancora in stand-by, e quella di Torino. Vorrei poi sottolineare che noi siamo anche in speranzosa attesa che si concretizzi il progetto per il ponte di Messina: stiamo già studiando alcune soluzioni tecnologiche che potrebbero rivelarsi molto interessanti.

Abbiamo avuto modo di conoscere, attraverso la descrizione dell'intervento portato a termine presso la diga Walter F. George, le attività della Trevi negli Stati Uniti: potrebbe indicarci in quali altre parti del mondo state operando attualmente?

All'estero siamo fortemente presenti nella zona del Golfo Arabico, dove abbiamo an-

che acquisito una società locale, alla quale ci appoggiamo per poter operare nel migliore dei modi. Questa scelta è sintomatica della cultura della nostra impresa: bisogna muoversi con cautela, non ci si inventa un'esperienza che non si ha, dato che tutti i mercati hanno le loro specificità e peculiarità. Lavoriamo attivamente anche nell'Africa settentrionale e occidentale: in Algeria, e Nigeria, per esempio, dove realizziamo lavori di consolidamento di infrastrutture, quali strade, dighe e metropolitane.

Tradizionalmente abbiamo una notevole penetrazione in America, come dimostrano per l'appunto i lavori effettuati presso la diga Walter F. George: tuttavia va detto che negli Stati Uniti, rispetto a 6-7 anni fa, abbiamo ridotto la nostra presenza, in modo da poterci concentrare su aree potenzialmente più importanti. Recentemente comunque in Florida abbiamo avuto un enorme successo grazie alla sperimentazione di attività innovative per il mercato americano, quali i parcheggi interrati e le nostre tecnologie di scavo in sicurezza anche in aree molto problematiche.

In Europa invece la nostra presenza è un po' più circoscritta perché anche se in teoria non ci sono frontiere, in pratica in molti stati c'è ancora un certo campanilismo e quindi risulta difficile introdursi se non acquisendo un società locale, opzione che stiamo considerando in alcuni dei paesi più interessanti. A breve comunque dovremo iniziare un lavoro in Portogallo, dove abbiamo già fatto delle opere importanti come il secondo ponte sul Tago.

Qual è a suo avviso la chiave del successo di Trevi?

Per prima cosa abbiamo "gli uomini": gente cresciuta con l'impresa, esperta e capace, lavoratori incredibili che girano il mondo a cercare, acquisire e portare a compimento opere sempre difficili e diverse l'una dall'altra.

Non c'è nulla che valga più dell'uomo nel gestire le imprese del nostro settore; ogni cantiere, anche se ha una vita molto corta, è una piccola impresa con tutti gli ingredienti di carattere commerciale, tecnico, produttivo, finanziario ed economico di un'attività produttiva. L'esperienza non si impara nei libri di testo, è un patrimonio che si accumula vivendo e lavorando.

Poi la tecnologia.

In un'attività specialistica per stare al passo con il mercato, occorre un'incessante ricerca per migliorare prodotti e tecnologie. Naturalmente, anche in considerazione delle condizioni di lavoro estreme in cui spesso operiamo, dobbiamo prestare la massima attenzione alle attrezzature necessarie al nostro lavoro: utilizziamo esclusivamente macchinari di alta qualità, che non solo garantiscono una maggior efficacia, ma anche una maggior durata nel tempo.

Si tratta di investimenti economicamente molto rilevanti: basti dire che in alcuni cantieri il valore degli impianti è più alto dell'ammontare del contratto stesso.

Un'altra delle chiavi del nostro successo è infine racchiusa nelle parole "ricerca e sviluppo" e nella scelta di non fermarci mai, ma di continuare sempre a migliorare le nostre macchine e tecnologie.

Abbiamo parlato del passato e del presente di Trevi, quindi manca solo il futuro: vuole dirci come vede il domani della società?

Per il futuro siamo moderatamente e positivamente ottimisti: il lavoro non dovrebbe mancare sia in Italia, dove aspettiamo che gli effetti della Legge Obiettivo si dimostrino nella loro pienezza, che all'estero dove importanti opere diverranno improrogabili.

A breve saranno presentate nuove tecnologie che potranno permetterci di continuare a tener le distanze dalla concorrenza dei paesi oggi chiamati in via di sviluppo.

In generale comunque abbiamo una visione del futuro all'insegna della continuità: nessuna rivoluzione in vista, bensì un consolidamento e un miglioramento dei risultati raggiunti fino ad ora, attraverso un costante sforzo di sviluppo tecnologico e l'apertura di mercati sempre nuovi.

Da quest'ultimo punto di vista sono orgoglioso di informare che recentemente ci è stato aggiudicato un progetto non molto grosso ma significativo in Nuova Zelanda, dove il Cliente ci ha scelto in base alla qualità della nostra proposta tecnica, tecnologia e gestionale e non per il prezzo che, caso raro, sarà concordato fra le parti ad aggiudicazione avvenuta; interessante vero? Questo ci dà quindi la possibilità di un percorso di penetrazione commerciale anche in quel paese. ■