

**Fronteggiare la carenza di elettricità, questo è l'obiettivo del progetto per la realizzazione della centrale termoelettrica di Ibiritè. Un intervento con forti valenze socioeconomiche**

# Energia *sicura*

**Mario Delia\*, Flavia Lanna\*\***

**L**a federazione del Brasile, il più grande stato sudamericano, possiede una capacità elettrica installata di 76,2 milioni di kW (dati riferiti al 31 dicembre 2002), la maggior parte dei quali generati da centrali idroelettriche (85% circa). Le rimanenti fonti di energia elettrica in Brasile sono rappresentate da carbone, gas naturale e combustibili nucleari. Nel febbraio del 2000, al fine di diversificare il settore energetico brasiliano, il Governo Federale del Brasile ha istituito il

“Programma Prioritario delle Centrali Termoelettriche” (PPT, Programa Prioritário de Termoeletricidade). Nel corso del 2001 il Brasile si è trovato di fronte ad una grave carenza di elettricità, provocata dalle scarse precipitazioni che hanno portato al progressivo svuotamento dei numerosi bacini idroelettrici presenti nel paese. Il 1° maggio 2001 è quindi sorta l'Agenda per la Gestione della Crisi di Energia Elettrica (CGE, Câmara de Gestão da Crise de Energia Elétrica), con l'obiettivo di gestire la suddetta



**Vista notturna dell'impianto.**

**Sotto, ipotesi di centrale costituita da tre moduli da 240 MW.**

mancanza di energia elettrica. Una delle misure adottate dalla CGE per fronteggiare la carenza di elettricità, unitamente al razionamento dei consumi, è stata ancora la costruzione di nuove centrali sia idroelettriche (24, per un totale di 9.991 MW) sia termoelettriche (40 centrali prioritarie, “Termelétricas Prioritárias”, per un totale di 13.637 MW, e 15 centrali di emergenza, “Termelétricas Emergencias”, per un totale di 2.145 MW). Oltre che per diversificare il settore energetico brasiliano, la realizzazione di centrali termoelettriche è stata privilegiata sia per la loro rapidità di costruzione, sia per il vantaggio di generare riserve di energia “sicura” per la rete, se confrontate con le centrali idroelettriche.

Per gli investitori, i principali benefici derivanti dall'inclusione dei progetti



nel PPT erano costituiti dall'acquisto integrale dell'energia generata dalle nuove centrali da parte di Eletrobras, l'ente pubblico brasiliano che gestisce e regola il mercato energetico nazionale, nonché da un trattamento preferenziale, per quanto riguarda i prestiti, da parte del BNDES (Banco Nacional de Desenvolvimento Economico e Social).

La Centrale Termoelettrica a Ciclo Combinato di Ibirité era uno dei 15 nuovi impianti previsti dal PPT: visto che tale progetto si trovava in uno stadio avanzato sia dal punto di vista della progettazione sia dell'organizzazione, esso fu scelto per la possibilità di essere completato in tempi relativamente brevi, tali da andare incontro alla domanda di energia elettrica causata dalla mancanza di precipitazioni.

Il 30 Novembre 2000 una joint venture formata da Maire Engineering S.p.A. e dalla sua controllata brasiliana, Maireengineering do Brasil Construção e Administração de Projetos Ltda, ha stipulato un EPC Limited Notice to Commence con la società Ibiritermo Ltda al fine di intraprendere le attività iniziali di progettazione, approvvigionamento e costruzione di una centrale termoelettrica da 228 MW ad Ibirité, in Brasile. Successivamente, il 10 agosto 2001, è stato firmato il contratto EPC (Engineering, Procurement and Construction).

Il committente, Ibiritermo Ltda, è una Special Purpose Company, detenuta in parti uguali dal Petrobras (Petróleo Brasileiro SA), società brasiliana attiva nell'ambito del gas e del petrolio, e da Fiat Energia S.p.A., poi incorporata in Edison S.p.A., società italiana operante nel settore energetico. Il contratto EPC prevedeva l'acquisto diretto da parte del committente di una turbina a gas General Electric (TG) e l'assegnazione del relativo contratto all'EPC Contrac-

tor. Concepita per generare 720 MW, equivalenti all'energia elettrica consumata simultaneamente da 4,05 milioni di abitazioni, la centrale di Ibirité doveva essere realizzata in tre moduli da 240 MW ciascuno, per un investimento complessivo di circa 450 milioni di dollari.

Il contratto EPC, stipulato da Ibiritermo, Maire Engineering e Maireengineering do Brasil, includeva le attività di progettazione di base e di dettaglio, la fornitura di apparecchiature e materiali, la realizzazione delle opere civili, le attività di montaggio, il commissioning ed i collaudi del primo modulo da 240 MW, suddiviso in due distinte fasi di realizzazione: ciclo semplice (150 MW) e ciclo combinato (90 MW addizionali).

La realizzazione della fase a ciclo semplice è stata completata il 30 maggio 2002 (Phase I Substantial Completion). La centrale termoelettrica ha quindi operato continuamente in modalità di ciclo semplice per circa 12 mesi. Durante tale periodo, l'EPC Contractor ha installato il balance of plant di centrale, necessario per il funzionamento della stessa a ciclo combinato. La conversione finale in modalità di ciclo combinato ha richiesto il temporaneo fuori-servizio dell'impianto, che nel complesso non è comunque durato più di 65 giorni su un perio-

do globale di 90 giorni.

A partire dalla Phase II Substantial Completion, avvenuta il 21 luglio 2003, la centrale termoelettrica di Ibirité è divenuta un impianto a ciclo combinato da 228 MW netti in configurazione multishaft, alimentata a gas naturale.

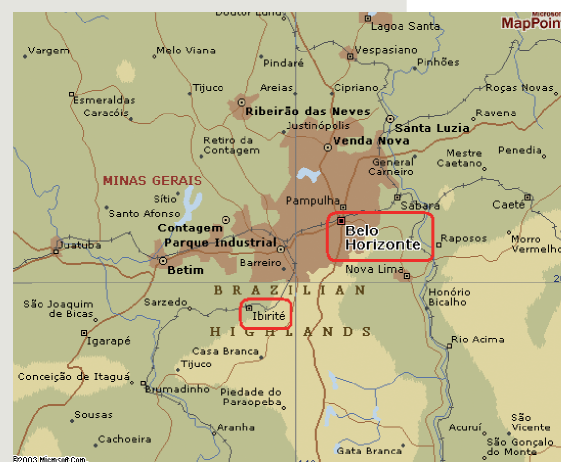
### Sito di costruzione

La centrale termoelettrica di Ibirité è situata nei pressi della raffineria Regap di Petrobras (Refinaria Gabriel Passos), nella città di Ibirité, Stato di Minas Gerais (Brasile). Ibirité si trova a circa 25 km a sudovest della città di Belo Horizonte, la capitale del Minas Gerais; Belo Horizonte è situata a sua volta 350 km a nord di Rio de Janeiro. La nuova centrale termoelettrica è stata costruita su di un greenfield (di circa 250.000 metri quadrati), all'inizio del progetto di proprietà di Petrobras e poi trasferito al committente Ibiritermo.

Il sito confina con la raffineria Regap e con lo stabilimento Fiasa (Fiat Automóviles). La centrale termoelettrica presenta collegamenti con Regap, per quanto riguarda elettricità, gas e acqua, ma opera in modo indipendente da questa. L'accesso al sito avviene principalmente attraverso tre strade: BR 381 (São Paulo – Belo Horizonte), BR 262 (Vitória – Belo Horizonte) e BR 040 (Rio de

## Inquadramento territoriale

La centrale termoelettrica di Ibirité è situata nei pressi della raffineria Regap di Petrobras (Refinaria Gabriel Passos), nella città di Ibirité, Stato di Minas Gerais (Brasile). Ibirité si trova a circa 25 km a sudovest della città di Belo Horizonte, la capitale del Minas Gerais; Belo Horizonte è situata a sua volta 350 km a nord di Rio de Janeiro.



Janeiro – Belo Horizonte).

La centrale termoelettrica trae vantaggio dalla sua vicinanza alla raffineria, che garantisce la disponibilità immediata delle fonti di combustibile, delle interfacce per il prelievo e la trasmissione di energia elettrica, di un bacino idrico preesistente ed delle infrastrutture di trasporto, che consentono un facile accesso al sito. Grazie alla sua posizione favorevole, la realizzazione della centrale elettrica di Ibirité non ha richiesto grandi investimenti per le vie di trasmissione: sono stati necessari solo due gasdotti, ciascuno di 3 km, per connetterla alla rete esistente.

### Condizioni socioeconomiche

Ibirité possiede 158.811 abitanti (2005), mentre Belo Horizonte, con i suoi 3 milioni circa di abitanti, rappresenta la terza città più popolosa del Brasile.

Lo sviluppo del progetto della centrale termoelettrica di Ibirité ha generato un positivo impatto socioeconomico sull'intera area urbana circostante, ossia:

- aumentate opportunità d'impiego, quindi miglioramento dell'economia locale;
- acquisto di beni e servizi dalle aziende locali da parte della forza lavoro e dei sub-appaltatori impegnati nella realizzazione della centrale termoelettrica.

Durante l'anno di picco costruttivo, una media di circa 900 lavoratori è stata impiegata nelle attività di costruzione.

Le infrastrutture già presenti nei vicini distretti e nella regione metropolitana di Belo Horizonte, quali strade e scuole, sono risultate sufficienti a dare appoggio a questi lavoratori, così come sufficienti sono stati gli alloggi, senza bisogno di potenziare le infrastrutture locali.

### Logistica e costruzione

In qualità di General Contractor, Maire Engineering ha sviluppato tutte le fasi del progetto di Ibirité, in accordo con le condizioni, i costi e gli standard richiesti, considerando, inoltre, che Ibiritermo ha finanziato la centrale sulla base di un Project Finance di tipo non-recourse.

L'acquisto di materiali, attrezzature e servizi è stato effettuato nelle nazioni e secondo le percentuali approssimative qui indicate:

- Italia e altri paesi membri dell'UE, 46%;
- Stati Uniti d'America, 30%;
- Brasile, 24%.

Materiali da costruzione ed attrezzature, la maggior parte dei quali è stata reperita localmente, sono stati trasportati al sito di costruzione su strada. La turbina a gas (PG7241FA) è stata trasportata dallo stabilimento General Electric della Carolina del Sud (USA) tramite ferrovia e nave ed è giunta presso il sito della centrale nell'agosto 2001. I dati relativi alle operazioni di trasporto della turbina esemplificano le dimensioni e la complessità della logistica adottata nel progetto: la turbina, 4 m di diametro x 9 m di lunghezza e 170 t di peso, è stata trasportata sulla nave M/S Industrial Challenger, giunta al porto di Rio de Janeiro dopo 21 giorni di navigazione.

Sollecata dalla nave per mezzo di enormi gru, la turbina è stata posizionata su un camion lungo 75 m, alto 5 m e largo 5 m, con 244 pneumatici distribuiti su 34 assi. A causa del peso della turbina, il camion raggiungeva le 400 t. Il trasporto su strada verso il sito è durato più di 15 giorni alla velocità di 5 km/ora.

Il resto dell'attrezzatura di grande taglia è stato trasportato in modo simile, in stretta conformità agli obiettivi ed alla tempistica dettati

dalla programmazione di cantiere. Il generatore di vapore a recupero di calore (HRSG) è arrivato nel giugno 2002 e la turbina a vapore (TV) nell'agosto 2002.

L'ordine fermo per la TG è stato particolarmente importante alla luce delle condizioni di mercato allora vigenti in merito alla disponibilità di tali macchine.

La costruzione della centrale termoelettrica ha comportato interventi e lavorazioni nei settori civile, meccanico ed elettro-strumentale:

- nell'ambito delle opere civili sono stati realizzati i movimenti di terra, una rete di drenaggio del sito, strade e piazzali, fondazioni e fabbricati, uffici ed infrastrutture collegate, camini, serbatoi e recinzioni;
- i lavori meccanici hanno riguardato l'installazione di TG, TV e relativi generatori elettrici, HRSG, impianto di raffreddamento, impianto per il trattamento delle acque, allacciamento per prelievo combustibile, torri di raffreddamento ed attrezzature ausiliarie;
- i lavori elettro-strumentali hanno visto l'installazione di trasformatori, sottostazione elettrica, linee di trasmissione ed interconnessioni elettriche, sistema di controllo distribuito (DCS) e strumentazione, illuminazione ed altri sistemi elettrici.

L'esecuzione delle opere civili ed i montaggi elettromeccanici e strumentali sono stati affidati a società e professionisti selezionati in modo accurato nell'ambito del mercato brasiliano, in modo da privilegiare la cooperazione, l'integrazione e l'espansione delle conoscenze e delle opportunità per società ed imprese locali.

Petrobras ha avuto la responsabilità, a proprie spese, della progettazione, dell'approvvigionamento e della costruzione delle connessioni per

## Logistica e costruzione

La turbina a gas (PG7241FA) è stata trasportata dallo stabilimento General Electric della Carolina del Sud (USA) tramite ferrovia e nave ed è giunta presso il sito della centrale nell'agosto 2001. I dati relativi alle operazioni di trasporto della turbina esemplificano le dimensioni e la complessità della logistica adottata nel progetto: la turbina, 4 m di diametro x 9 m di lunghezza e 170 t di peso, è stata trasportata sulla nave M/S Industrial Challenger, giunta al porto di Rio de Janeiro dopo 21 giorni di navigazione.



Sollevata dalla nave per mezzo di enormi gru, la turbina è stata posizionata su un camion lungo 75 m, alto 5 m e largo 5 m, con 244 pneumatici distribuiti su 34 assi. A causa del peso della turbina, il camion raggiungeva le 400 t. Il trasporto su strada verso il sito è durato più di 15 giorni alla velocità di 5 km/ora.

Il resto dell'attrezzatura di grande taglia è stato trasportato in modo simile, in stretta conformità agli obiettivi ed alla tempistica dettati dalla programmazione di cantiere. Il generatore di vapore a recupero di calore (HRSG) è arrivato nel giugno 2002 e la turbina a vapore (TV) nell'agosto 2002.

l'approvvigionamento di acqua e gas naturale. L'EPC Contractor è stato, invece, responsabile della realizzazione delle due connessioni elettriche, che facevano parte del suo scopo di fornitura nell'ambito del contratto EPC. Infine, Ibritermo ha avuto la responsabilità di fornire l'energia elettrica e l'acqua potabile, ricavata dalla raffineria Regap, per tutta la fase di costruzione e fino all'inizio dei collaudi; la responsabilità di fornire energia elettrica, combustibile ed acqua per le successive fasi di avviamento e di collaudo è stata invece di Petrobras.

### Finanziamento

Per quanto riguarda l'organizzazione e la conduzione del processo di finanziamento, l'esperienza del Progetto Ibirité è stata fortemente

innovativa. Inserito nel PPT, il Progetto ha tratto vantaggio dalla possibilità di ottenere parte delle necessarie risorse finanziarie dalla BNDES.

Le risorse ricavate dal solo istituto di credito brasiliano non sarebbero comunque risultate sufficienti senza il coinvolgimento di altre istituzioni internazionali. La scelta di un finanziamento multiplo ha così generato una struttura finanziaria specifica per il progetto di Ibirité, che ha coinvolto altre agenzie di credito all'esportazione (Export Credit Agencies - ECAs): la statunitense Ex-Im Bank e l'italiana Sace (Istituto per i Servizi Assicurativi del Commercio Estero) con la BNP Paribas.

Il processo di finanziamento di Ibirité, che ha visto Maire Engineering agire in qualità di EPC Contrac-

tor, si è concluso nel novembre 2003 ed è stato premiato dal Project Finance Magazine come il "Latin American Power Deal" dell'anno 2003.

### Descrizione tecnica generale dell'impianto

L'impianto è principalmente costituito da una turbina a gas General Electric, da un generatore di vapore a recupero di calore (HRSG), che riceve i gas di scarico uscenti dalla TG e da una turbina a vapore, che opera con il vapore prodotto dall'HRSG.

La turbina a gas modello GE PG7241FA ha una potenza nominale stimata di 171,5 MW (150,3 MW alle condizioni sito).

La potenza nominale generata dal ciclo combinato, garantita nel contratto EPC, è basata su di una temperatura media annuale di bulbo secco (dry bulb temperature) di 22°C (72°F) ed un'umidità relativa del 67%.

Tutte le attrezzature e le apparecchiature utilizzate per la centrale sono convenzionali e basate su componenti tecnicamente testati.

L'impianto opera come centrale a pieno carico con controllo automatico della produzione ed a carico base, con generatori che lavorano alla massima potenza raggiungibile.

L'energia elettrica generata può essere convogliata, a seconda delle necessità di Petrobras, sia alla sottostazione esistente, situata presso Regap, sia alle due sottostazioni esistenti – Cinco e Betim 2 (ciascuna situata a meno di 3 km dal sito della centrale) – appartenenti alla Cemig (Companhia Energética de Minas Gerais), l'ente erogatore di elettricità dello stato di Minas Gerais.

\*Mario Delia, Business Unit Energia / Ente Commerciale - Maire Engineering S.p.A. - Torino.

\*\*Flavia Lanna, Ente Pianificazione - Maire Engineering do Brasil Ltda - Belo Horizonte (Brasile).