

Nuovo Canale di Panama Una sfida che si rinnova

Angela Pomaro
Andrea Comerlati
Matteo Comerlati
Ingegneri



L'area interessata dal cantiere.

Il primo studio di fattibilità per la costruzione di una via d'acqua attraverso l'istmo di Panama si deve a Carlo V, nel 1524. Le difficoltà connesse ai mezzi tecnici a disposizione per l'impresa ritardano tuttavia l'inizio dei lavori fino al 1881, secondo il progetto caldeggiato dal Congresso Internazionale di Parigi, ad opera di Ferdinand Marie de Lesseps, già costruttore del Canale di Suez. La società francese impegnata nella realizzazione del canale, guidata per un periodo anche da Gustave Eiffel è tuttavia destinata a fallire definitivamente nel 1889, a causa di ostacoli di natura tecnica e finanziaria, ma anche per l'elevata mortalità connessa alla diffusione di malattie tropicali (22 mila lavoratori muoiono durante l'appalto francese, 6 mila successivamente durante quello americano). Finalmente, nel 1903, sotto la guida del Presidente Theodore Roosevelt, gli Usa ottengono, da parte dello stato di Panama, allora dichiaratosi Repubblica indipendente dalla Colombia, la concessione al controllo di una striscia di territori larga 5 miglia, attraverso la quale avviare la costruzione del canale. Il cantiere riapre nel 1904, ma le difficoltà connesse alla realizzazione di opere di scavo così profonde suggeriscono al nuovo direttore dei lavori, colonnello G. Goethals, una nuova soluzione ingegneristica, i cui lavori vengono intrapresi dal genio militare statunitense nel 1907 per concludersi il 3 agosto 1914: una via d'acqua sopra il livello del mare gestita da un sistema di chiuse, costata complessivamente 387 milioni di USD e l'impiego di 75 mila uomini, per compiere lo scavo di 174 milioni di metri cubi di roccia.

L'odierno Canale di Panama è un canale artificiale che attraversa l'istmo di Panama, per una lunghezza complessiva di 81,1 km, unendo l'Oceano Atlantico a quello Pacifico. È caratterizzato da una profondità massima di 12 m e da una larghezza variabile tra i 240 e i 300 m nel lago Gatún e i 90-150 m in corrispondenza del cosiddetto Taglio della Culebra.

Un sistema di chiuse, composto da sei conche, organizzate in tre sezioni e altrettanti laghi artificiali permette il passaggio alle navi, consentendo di superare un dislivello complessivo di 27 m e trasformando una traversata di 60 giorni, come quella necessaria alla circumnavigazione dell'America meridionale, in un passaggio della durata di sole otto ore di navigazione.

Ogni chiusa, che sopporta il transito nelle due opposte direzioni, è provvista di bocche di adduzione e scarico che aumentano e diminuiscono il livello dell'acqua necessaria a raggiungere il livello del tratto successivo da attraversare. Al termine di questa fase di pompaggio/svuotamento della conca, la nave viene guidata e trainata da locomotive elettriche, denominate *mulas*.

L'imboccatura sul lato Atlantico avviene in corrispondenza del Mare dei Caraibi, vicino al porto di Cristobal nella baia di Limon.

Le navi dirette al Pacifico vengono portate a una quota pari a 26 metri sopra il livello del mare attraverso le tre Gatún Locks, per proseguire la rotta attraverso il lago artificiale di Gatún, formato dalla costruzione di una diga sul fiume Chagres, proseguono nella zona di Gamboa e lungo il Taglio di Gaillard o Trincea della Culebra, un tratto di canale di circa 13 chilometri scavato in una roccia molto dura. Oltre questo bacino si incontra il secondo sistema di chiuse, dette di Pedro Miguel, che consentono alle navi di compiere un dislivello pari a nove metri, in discesa, per entrare nelle acque del Lago di Miraflores, posto a quota 16,5 metri sul livello del mare. Il terzo e ultimo set di chiuse, denominate di Miraflores permettono di scendere ulteriormente, fino al livello dell'Oceano Pacifico, più alto rispetto a quello dell'Oceano Atlantico di 20 cm.

Il tonnellaggio complessivo, operato nelle due direzioni, attraverso il canale di Panama ha sfiorato, nel 2009, i 200 milioni di tonnellate, per un totale di oltre 14 mila navi transitate. Il Canale attuale, il cui progetto risale al XIX secolo e i cui lavori sono stati ultimati nel 1914, costituisce oggi un forte limite allo sviluppo del mercato dei trasporti marittimi caratterizzato dalla necessità di poter utilizzare navi di maggior tonnellaggio, denominate Post Panamax, in grado di trasportare fino a 12 mila TEU, contro i 4.400 TEU attualmente consentiti dalle navi cosiddette Panamax, e ha suggerito il progetto di ampliamento nato dall'accordo tra l'Autorità del Canale di Panama (ACP), organismo governativo deputato alla gestione dell'infrastruttura, e il Consorzio Grupo Unido por el Canal (GUPC), composto da Impregilo (Italia), Sacyr Vallehermoso (Spagna), Somague (Portogallo), Jan de Nul (Belgio) e Constructora Urbana (Panama), per un'offerta economica complessiva pari a 3,22 miliardi di dollari.

Lo studio di un progetto di ampliamento del Canale si è concluso nel 2006 prevedendo di portare a un raddoppio della capacità di navigazione entro il 2025, per un impegno economico di 5,25 miliardi di dollari che il governo finanzierà in parte aumentando i pedaggi del 3,5% per un ventennio. La realizzazione della nuova via d'acqua è prevista entro il 2014, nel centenario dell'inaugurazione del canale esistente.

Le nuove chiuse saranno formate da tre camere, ciascuna larga 55 metri, della lunghezza di 427 metri e con una profondità tale da garantire un pescaggio minimo di 18,3 metri. Saranno dotate di sistemi di paratoie scorrevoli che consentiranno di superare il dislivello esistente tra l'Oceano e il lago Gatún. Le nuove chiuse, inoltre, saranno provviste di vasche di riutilizzo dell'acqua che consentono il recupero di almeno il 60% dell'acqua utilizzata in ogni operazione di riempimento delle camere, pari a 200 milioni di litri per ogni transito.

L'efficienza di questa infrastruttura è infatti strettamente legata alla preservazione dell'ecosistema ambientale.

Le chiuse abbisognano di grandi quantitativi d'acqua, prelevati dal bacino artificiale di Gatún, alimentato dal fiume Chagres, dipendendo pertanto in modo significativo dall'approvvigionamento idrico annuale.

La realizzazione delle due nuove serie di chiuse, una lato Atlantico e una lato Pacifico, consentirà l'incremento del traffico commerciale con il transito di imbarcazioni di grandi dimensioni, lunghe fino a 366 metri, larghe fino a 49 metri e con 15 metri di pescaggio. Il progetto è caratterizzato in ogni settore da grandi numeri: prevede la produzione e l'utilizzo di circa 3,5 milioni di metri cubi di calcestruzzo e di circa 70 mila tonnellate di acciaio per la realizzazione di paratoie e valvole per la gestione idraulica delle chiuse, nonché lo scavo di terre e rocce per circa 30 milioni di metri cubi.

Nell'ambito di quest'opera sono coinvolte molte imprese italiane, anche piccole e medie, che il consorzio GUPC, aggiudicatario dell'appalto per la costruzione del nuovo Canale di Panama, ha accreditato per la realizzazione di alcuni lavori e impianti, come ICM Srl, che con la consulenza di C+P Engineers - Studio di Ingegneria Comerlati I Pomaro, ha progettato e sta realizzando due impianti completi di frantumazione di materiali inerti, per il cantiere di costruzione del nuovo canale.

La carpenteria metallica è prodotta interamente dall'italiana Manni Sipre Spa, mentre importanti collaborazioni sono state attuate con altre aziende italiane, quali Cear Srl Costruzioni Elettrotecniche, specializzata nella progettazione e gestione di sistemi elettrici e Vimec Spa, fornitrice degli alimentatori vibranti, e con il coinvolgimento di aziende multinazionali leader nella fornitura di macchine per la frantumazione e la vagliatura (Terex-Cedarapids) e di attrezzature per il trattamento delle sabbie (Sotres SA).

L'entità dell'opera intrapresa è ben rappresentata anche dai numeri di questi impianti funzionali all'attività del cantiere, che hanno richiesto complessivamente la lavorazione di duemila tonnellate di acciaio e che sono stati progettati per garantire una produzione oraria di inerti pari a 3.300 t/h per il primo, realizzato in corrispondenza delle chiuse di Miraflores, sul lato Pacifico e pari a 1.500 t/h per il secondo, collocato in prossimità delle chiuse di Gatun, sul lato Atlantico, per una richiesta totale di energia pari a 14 mila kW.

Il 15 dicembre 2009 ICM Srl riceve da parte del consorzio GUPC la lettera di intenti per l'affidamento del contratto, confermato poi con ordine definitivo del 31 gennaio 2010.

Fin dalla fase iniziale di offerta, per la realizzazione delle strutture a supporto dei macchinari di frantumazione e vaglia-



Operazioni di montaggio sezione di frantumazione primaria.



Impianto di frantumazione nel cantiere di Panama, lato Pacifico.



Impianto di frantumazione nel cantiere di Panama, lato Atlantico.



Operazioni di montaggio sezione di frantumazione secondaria.



Impianto di frantumazione nel cantiere di Panama, lato Pacifico.

tura si è privilegiato un nuovo approccio progettuale volto alla standardizzazione dei vari elementi e all'impiego di modellazione tridimensionale sia per il disegno che per il calcolo strutturale nell'ottica di un'ottimizzazione dei tempi di realizzazione delle stesse.

Proprio la drastica riduzione dei tempi di consegna a 10 mesi contro i 16/18 paventati dalle aziende concorrenti ha garantito il successo della proposta, che premia l'approccio progettuale e l'elevata capacità organizzativa delle aziende.

L'affiancamento dello studio di ingegneria all'azienda, avvenuto fin dalle prime fasi, ha contribuito a garantire solidità e sostegno alle proposte progettuali presentate, offrendo all'intero settore un approccio nuovo, rivolto all'innovazione tecnologica e alla ricerca di soluzioni in grado di ottimizzare le prestazioni complessive.

Sul piano operativo, gli impianti sono allestiti in sezioni caratterizzate da diverse pezzature degli inerti frantumati. Sul lato Pacifico, l'impianto specificamente progettato per Panama è organizzato in tre sezioni, denominate rispettivamente: Primaria, Secondaria e Terziaria, mentre sul lato Atlantico è prevista un'unica sezione di frantumazione Terziaria.

La progettazione dell'impianto ha tenuto conto delle specifiche richieste del committente in termini di fuso granulometrico e di caratteristiche della roccia estratta per una ottimizzazione nell'utilizzo delle macchine impiegate in serie al fine di garantire il maggiore rendimento vista la dimensione dei numeri in gioco per l'intero impianto.

In corrispondenza al lato Atlantico l'approvvigionamento di materiale è assicurato attraverso navi cargo che conferiscono parte dell'inerte prodotto dalla sezione Secondaria dell'impianto del lato Pacifico. Ciò dipende dalle caratteristiche del terreno scavato, qualitativamente peggiori sul lato Atlantico, rispetto al Pacifico.

La suddivisione in sezioni separate offre versatilità all'impianto, la cui produzione può così essere regolata in funzione delle esigenze specifiche del cantiere ovvero delle caratteristiche della roccia recuperata dalle opere di scavo e del calcestruzzo che si intende realizzare per tutta la durata del cantiere, prevista in quattro anni.

Il materiale di scavo proveniente dalla costa Pacifica, caratterizzato in prevalenza da rocce basaltiche di elevata densità, viene trasportato via terra alle tramogge di alimentazione della Prima sezione dell'impianto, ove sono installati i frantoi a mascelle. Di qui il materiale prosegue per la linea Secondaria dove viene ulteriormente frantumato e vagliato secondo le pezzature $0 \div 75$ mm e $38 \div 100$ mm. Infine, la sezione Terziaria assicura il completamento della granulometria necessaria attraverso la produzione e il trattamento delle sabbie.

I due impianti occupano un'area pari a circa 81.500 m² sul Pacifico e pari a 52.000 m² sull'Atlantico e sono logisticamente collocati prima della linea realizzata per la produzione e il successivo trasporto del calcestruzzo.

Le strutture principali che compongono le diverse sezioni di lavorazione consistono in tramogge, torri di vagliatura, circa 5 km di nastri trasportatori e relative torri e strutture di sostegno, pianali di supporto dei diversi macchinari di frantumazione e sono realizzate in carpenteria metallica. Per ottimizzare i tempi di progettazione, produzione, trasporto e montaggio delle duemila tonnellate di acciaio necessarie per la costruzione dei due impianti si è scelto di

standardizzare la progettazione, puntando sulla modularità delle strutture, realizzate altresì minimizzando i collegamenti saldati e utilizzando principalmente collegamenti di tipo bullonato.

Si sottolinea, al riguardo, che nel settore delle cave e degli impianti a esse funzionali, questo approccio progettuale non è usuale, prediligendo l'impiego di soluzioni realizzate *ad hoc*, spesso intervenendo in riparazione o ampliamento dell'esistente.

La novità della proposta incontra certamente la necessità di garantire impianti realizzati *ex-novo* pienamente efficienti, ma anche l'opportunità di adattare singole linee produttive a rinnovate esigenze. Questo approccio deriva, oltre che da considerazioni inerenti il costo di produzione, anche da riflessioni sulle opportunità tecnologiche offerte dalla filiera produttiva nel settore delle carpenterie metalliche, al fine di contenere o ridurre i tempi di consegna della carpenteria realizzata.

I medesimi provvedimenti incontrano le esigenze connesse al trasporto *in situ* del materiale destinato al montaggio, effettuato mediante spedizione dall'Italia al cantiere di Panama di 264 *container* da 40 piedi, a cui vanno aggiunte 38 unità (20 vagli, 3 alimentatori primari e 15 frantoi) corrispondenti un totale di circa 720 tonnellate di macchine, spedite dagli Usa.

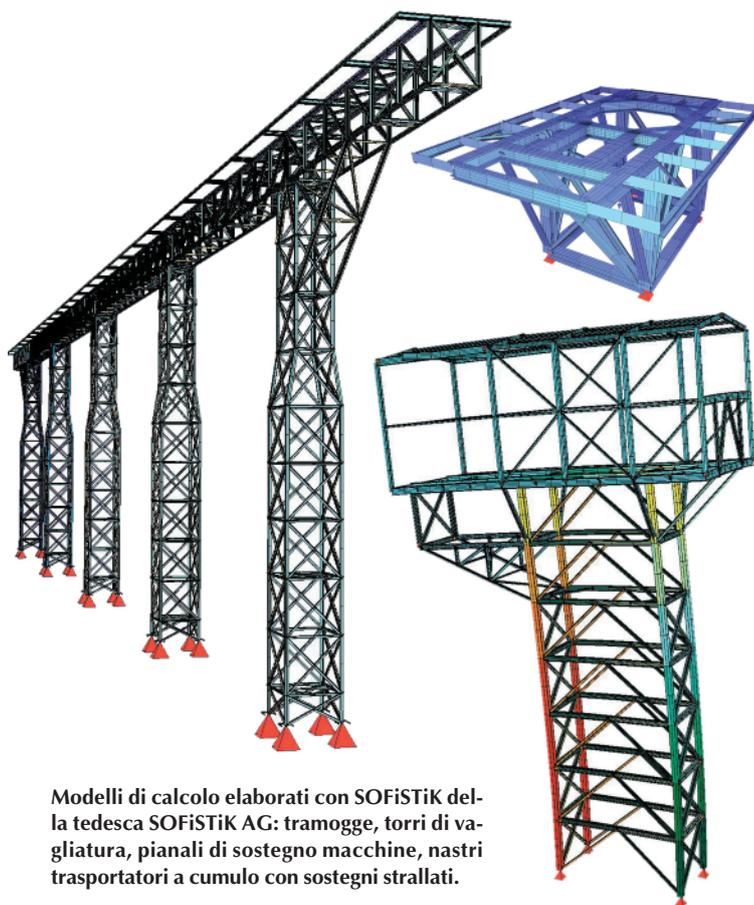
Il tempo richiesto per il trasporto, effettuato su nave, del materiale spedito dall'Italia corrisponde a circa 20 giorni dalla data di partenza.

Le previsioni fatte in merito alla durata della fase di allestimento del cantiere e di montaggio delle strutture, inizialmente stimate in sei mesi di lavoro in cantiere, come concordato con il cliente, stanno dimostrando la validità della proposta progettuale, che garantirà la costruzione completa degli impianti con addirittura un mese di anticipo rispetto a quanto inizialmente richiesto e concordato con il committente.

Qualità organizzative e sinergia lavorativa tra i soggetti coinvolti, consentono di far fronte a tempi di consegna ristretti e alla necessità di ottimizzare la logistica complessiva anche e soprattutto nell'ambito di grandi opere, come la sfida che il canale di Panama continua a offrire alla storia. •



Area di pre-assemblaggio dei moduli base.



Modelli di calcolo elaborati con SOFiStiK della tedesca SOFiStiK AG: tramogge, torri di vagliatura, pianali di sostegno macchine, nastri trasportatori a cumulo con sostegni strallati.



Impianto di frantumazione, sezione primaria. Dettaglio delle strutture strallate di sostegno ai nastri trasportatori a cumulo.

