

# SISTEMA COSTRUTTIVO EVOLUTO PER CANTIERI TOP- DOWN

**LIVIO IZZO, MASSIMILIANO SIGNORELLI ed  
EMANUELE SCALVINI  
CSP Prefabbricati, Ghisalba BG  
MARCELLO MAFFIOLETTI  
Officina Meccanica Maffioletti, Brusaporto BG**

## SUMMARY

*Top down construction method has solved many problems linked to digging parking places in towns submerged by traffic but not a major one: the precision in verticalizing columns so that they have to be removed after reaching the bottom and replaced with obvious costs and waste of time.*

*The Verticalatore, by CSP Prefabbricati S.p.A. has solved such problems by means of a special patented machine that can lay columns, of any kind, with the precision of the bottom up method of construction.*

## 1. INTRODUZIONE

La crescente richiesta di parcheggi interrati si muove di pari passo con le difficoltà che molte amministrazioni comunali rilevano nell'affrontare il problema del traffico e la gestione dei posti auto.

Lo scenario è particolarmente complesso nel caso di centri storici dove, alla forte urbanizzazione, si uniscono vincoli e necessità di ordine storico-artistico.

La scelta di sfruttare il sottosuolo per i parcheggi è ormai quasi obbligata in molte città, anche se fino ad oggi si è sempre dimostrata molto onerosa sia per i tempi sia per i costi, anche per le difficoltà di ottenere le autorizzazioni a invadere il terreno confinante, oltre a produrre notevoli disagi per lavori a cielo aperto e uso di tecniche invasive, come quelle delle paratie con cavi tirantati, sia per l'effetto grattacielo sui fabbricati confinanti allo scavo e sia per un certo inquinamento prodotto dall'iniezione dei cavi stessi.

### 1.1 PROBLEMATICHE TIPICHE DEI CANTIERI TOP-DOWN

Sempre più frequentemente, tuttavia, il contesto in cui si collocano questi parcheggi è

connotato proprio da una forte urbanizzazione che limita la possibilità di adottare soluzioni basate su sistemi tirantati e privilegia sistemi meno invasivi, che inducano il minor numero possibile di interferenze con il tessuto urbano, la viabilità e le strutture esistenti. L'introduzione del sistema top-down classico si è sviluppato per questo, anche se ha risolto solo in parte questi problemi tecnico-costruttivi.

Il sistema top-down classico, infatti, ha come grande limite quello di prevedere l'utilizzo di pilastri provvisori, spesso demoliti se abbinati a pilastri definitivi, o rivestiti/rinforzati in risalita. In ambedue i casi, i costi ed i tempi di realizzazione sono altissimi. Perché questo? Perché le tecniche di posa dall'alto in basso di un pilastro, nel sistema top down classico, sono affette da imprecisioni troppo grandi per poter essere tollerate in una struttura definitiva.

Prima di tutto c'è la tecnologia di trivellazione del foro che parte con una tolleranza del 0,1 x D sul posizionamento planimetrico e del 2% sulla verticalità (UNI EN 1536 \_ Esecuzione di lavori geotecnici speciali: Pali Trivellati- gennaio 2003).

Poi c'è la tolleranza sul posizionamento del pilastro che, se pur mitigata dalla eventuale predisposizione di tirafondi alla sommità del foro non può eliminare il problema che la punta del pilastro, affondando nel calcestruzzo fresco del palo, non possa più essere spostato dalla posizione di "primo affondamento" agendo solo in sommità.



**Figura 1.** Affondo del pilastro nel calcestruzzo fresco del palo.

Per questo motivo la CSP Prefabbricati SpA, esperta in sistemi di prefabbricazione parziale e di parcheggi interrati bottom up, ha deciso di investire nella ricerca di un sistema di costruzione top down che risolvesse questi limiti posizionando una struttura che, oltre a risolvere i problemi del top down classico, si basasse su un sistema costruttivo “definitivo”, cioè che, basandosi su una precisione di posa molto migliore, non abbisognasse né di demolizioni né di aggiustamenti in risalita. Il risultato di tale ricerca è un sistema di posa top down basato su una nuova macchina pensata per ottimizzare la posa dei pilastri e al contempo snellire le fasi lavorative in cantiere.

## 2. IL VERTICALATORE

Per dare soluzione ai problemi sopra esposti CSP ha inventato e brevettato il “Verticalatore”, una macchina da cantiere specificatamente pensata per realizzare costruzioni top-down.

Il principio di funzionamento è il seguente: poiché non si può verticalizzare un pilastro quando questo è già “calato” nel getto del palo, allora verticalizziamolo e posizionamolo su una piattaforma sollevata di due metri dal bordo scavo e poi, esattamente come una siringa o come un montacarichi, lo trasliamo verso il basso lungo un asse strettamente verticale finché la sua punta non penetri il cls del palo nel punto giusto.

Tutto ciò, naturalmente, con la precisione e la velocità che la tecnologia oggi può dare.

Il “Verticalatore” è stato creato con queste prestazioni specifiche:

- autolivellarsi come nessuna macchina da cantiere è in grado di fare, con una tolleranza di appena 0,05° sul piano orizzontale e verticale;
- accogliere e sostenere pilastri di qualsiasi genere, tramite appositi accessori da fissare alla sommità degli stessi;
- consentire la corretta verticalizzazione dei pilastri con un sistema di laser autolivellanti;
- effettuare la traslazione verticale del pilastro con una corsa di due metri, permettendo così di verticalizzarlo fuori dalla sommità del getto del palo senza dover vincere la resistenza del cls e di infilarlo dall’alto con una precisione millimetrica;
- sostenere ed ancorare il pilastro in attesa della maturazione minima richiesta dal cls.

### 2.1. DESCRIZIONE ATTREZZATURA

Le attrezzature comprendono, oltre al Verticalatore inteso come macchina di traslazione del pilastro, una centralina a supporto del circuito

idraulico ed una serie (tipicamente tre) di basamenti prefabbricati studiati appositamente per le esigenze di tracciamento in cantiere e per il corretto alloggiamento della macchina ed il suo livellamento.

A seconda della tipologia di pilastri adottata il sistema di controllo della corretta verticalizzazione è basato su un sistema di puntatori laser o di livelli elettroniche.

### 2.2. VERIFICHE SPERIMENTALI

Per il dimensionamento e la taratura della macchina, e per effettuare tutti i test di collaudo del “Verticalatore” e le prove a secco e in presenza del cls, CSP ha realizzato all’interno del proprio stabilimento di produzione di Ghisalba, un’apposita torre di prova o piattaforma aerea prefabbricata per sostenere la macchina e per la simulazione della resistenza offerta dai pilastri in fase di infissione.

Sono state inoltre eseguite prove “dal vero” durante le quali sono state eseguite varie tipologie di palo-pilastro.



**Figura 2.** Piattaforma aerea per ricerca e sviluppo, formazione e dimostrazioni.

### 3. FASI DI UTILIZZO IN CANTIERE

#### 3.1. FASE 1

La prima fase prevede nell'ordine:

- scavo di sbancamento della fascia centrale dell'area di cantiere sino al piano di lavoro;
- allestimento del cantiere per la palificazione (trivella, vascone, pompe);
- posizionamento dell'autogru, ingresso della pala gommata e stoccaggio di gabbie e pilastri;
- tracciamento con picchetti dell'asse dei pali;
- posa in opera del basamento prefabbricato;
- trivellazione con fanghi (bentonitici o polimerici).



**Figura 3.** Posa del basamento prefabbricato attrezzato con appositi ganci per il sollevamento e la movimentazione.



**Figura 4.** Scavo di approccio. Il basamento prefabbricato è attrezzato con un anello guida o dima in acciaio appositamente dimensionata per minimizzare gli errori di posizionamento planimetrico.

#### 3.2. FASE 2

- Terminata la prima fase, si può procedere con:
- sollevamento, posa e messa a livello della centralina idraulica e del "Verticalatore";
  - posa in opera dell'armatura del palo.



**Figura 5.** installazione del "Verticalatore" e della centralina per le operazioni preliminari di regolazione altimetrica. Il "Verticalatore" è dotato di sistema idraulico autolivellante mediante quattro martinetti idraulici.



**Figura 6.** Posizionamento finale alla quota di progetto della gabbia d'armatura del palo.

### 3.3. FASE 3

Una volta ultimate le fasi preparatorie, si può procedere con il getto del palo, che può avvenire con le seguenti modalità:

- 1) Dall'alto con beton-pompa mediante tramoggia collegata al tubogetto;



**Figura 7.** Fase di getto del palo: modalità con tramoggia collegata al tubogetto e beton-pompa dall'alto.

- 2) Lateralmente con canale dell'autobetoniera posizionata sul fianco del Verticalatore

### 3.4. FASE 4

Una volta gettato il palo, si può procedere con: posizionamento, verticalizzazione e inserimento del pilastro: il Verticalatore rimane in posizione per



circa 6 ore a sostegno del pilastro fino ad indurimento del cls del palo.



**Figura 8.** Verticalazione: piattaforma per controllo verticalizzazione.

Giunti a questo punto si può procedere con la trivellazione del palo successivo con utilizzo di un nuovo basamento prefabbricato, mentre sul palo appena terminato, con getto maturato, si procede con l'esecuzione del rinfianco in sabbia per stabilizzare il pilastro e sostenere lo scavo.

**Figura 9.** Fase di getto del palo: modalità con canale dell'autobetoniera posizionata sul fianco del Verticalatore.



**Figura 10.** *posizionamento finale del pilastro prefabbricato corredato da mensole a collare rimovibili e verifica della corrispondenza con il tracciamento di progetto.*

I basamenti prefabbricati previsti dal sistema sono tre, utilizzati a rotazione per consentire la completa maturazione dei getti d'opera e la stabilità del pilastro.



### 3.5. CICLO TIPICO COMPLETO

Di seguito riportiamo il ciclo tipico completo con impiego di tre basamenti prefabbricati gestiti a rotazione:

- 1) posa basamento prefabbricato;
- 2) trivellazione (con o senza utilizzo di fanghi);
- 3) posa gabbia d'armatura palo;
- 4) posa e regolazione del Verticalatore;
- 5) getto del palo;
- 6) verticalizzazione e posa del pilastro;
- 7) posa degli sbadacchi sul primo pilastro;
- 8) riempimento foro con sabbia per stabilizzazione foro e rinfiacco pilastro;
- 9) posa del secondo basamento prefabbricato e trivellazione palo successivo;
- 10) posa armatura secondo pilastro;
- 11) dal primo pilastro, con getto maturo, rimozione Verticalatore con posa su secondo basamento;
- 12) getto del secondo palo;
- 13) posizionamento, verticalizzazione ed inserimento pilastro;
- 14) posa del terzo basamento prefabbricato e trivellazione palo successivo;
- 15) rimozione degli sbadacchi dal primo pilastro e posa sul secondo;
- 16) posa in opera basamento prefabbricato sul terzo palo;
- 17) trivellazione con fanghi (bentonitici o polimerici);
- 18) posa gabbia terzo palo;
- 19) getto del terzo palo;
- 20) posizionamento, verticalizzazione ed inserimento pilastro.

**Figura 11.** *posizione finale del pilastro PCM attrezzato con mensole in acciaio per il fissaggio del pilastro al Verticalatore (barre filettate di regolazione) e per il supporto delle Travi PREM in fase finale.*

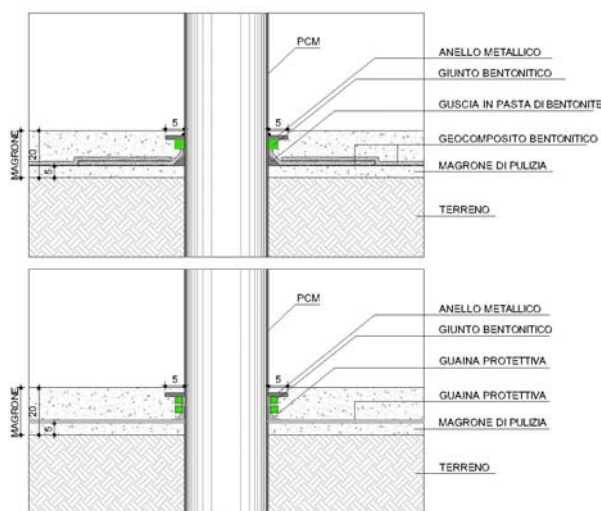
### 3.6. FASI TIPICHE SISTEMA COMPLETO TOP-DOWN CSP

Terminate le fasi di posizionamento dei pilastri, si può procedere con la posa delle Travi PREM (copertura) e delle lastre predalle, con relativa esecuzione del getto in opera preservando l'appoggio per le lastre future a fianco e risvoltando le armature di cucitura della soletta, il tutto seguito dal completamento del pacchetto stradale di finitura.

A questo punto si può aprire al traffico l'impalcato centrale, iniziando lo scavo di sbancamento generale delle fasce laterali.

Si procede con la realizzazione della soletta di fondazione e la relativa cucitura ai pilastri, con la realizzazione in opera delle contropareti laterali e la posa delle Travi PREM autoportanti. Le successive fasi di lavorazione sono quelle tipiche, con posa dei solai e dell'armatura integrativa in opera: in particolare le armature di continuità delle travi PREM possono essere collocate efficacemente grazie alla presenza del giunto umido.

In presenza di falda si possono adottare le seguenti soluzioni:



**Figura 12.** *Dettagli tipologici per l'impermeabilizzazione alla base del PCM: in alto soluzione con guaina e semplice water-stop, sotto soluzione con doppio water-stop.*

### 4. MATERIALI E MANUFATTI GESTITI DAL SISTEMA

La tecnologia proposta utilizza, con alcuni adattamenti, i manufatti ottimali del bottom-up per queste realizzazioni ovvero pilastri cerchiati misti (cavi, composti da un tubolare metallico esterno e successivamente completati con un getto in opera) e pilastri in c.a. prefabbricati a nodo umido o asciutto (sezioni rettangolare, ottagonale etc). Il tutto in abbinamento con Travi PREM e solai nelle tipologie previste a progetto per ottenere un sistema completo con gli stessi elementi prefabbricati usati nel bottom up ma con appositi particolari costruttivi.

### 5. VANTAGGI RISPETTO ALLA SOLUZIONE TRADIZIONALE

L'introduzione della prefabbricazione nel top down evoluto CSP offre il vantaggio di posare pilastri definitivi nel rispetto delle tolleranze previste a progetto.

Sono così eliminati i costi della demolizione dei pilastri provvisori o quelli legati al rivestimento in risalita dei pilastri posati in fase provvisoria, con notevole risparmio, oltre che economico, di tempo.

Inoltre i pilastri definitivi offrono anche un rapido appoggio per le Travi PREM senza la necessità di ulteriori lavorazioni in cantiere come la saldatura di mensole etc..

### 6. REFERENZE

[01] **PROGETTO & PUBBLICO**, "parcheggio interrato in Largo V Alpi".

Contatti con gli autori:

Livio Izzo: [liviz@cspmpref.it](mailto:liviz@cspmpref.it)

Massimiliano Signorelli: [cspspa1@cspmpref.it](mailto:cspspa1@cspmpref.it)

Emanuele Scalvini: [cspspa16@cspmpref.it](mailto:cspspa16@cspmpref.it)

Marcello Maffioletti: [marcello@maffioletti.it](mailto:marcello@maffioletti.it)