

**Sistemi  
d'Ingegneria  
Strutturale  
Applicati**

# L'attività

La Sistral risponde alle esigenze delle amministrazioni e delle imprese sulla manutenzione delle infrastrutture.

In particolare vengono progettati e realizzati interventi di ingegneria strutturale quali: prove di carico, collaudi, sollevamenti e rotazioni di strutture e manufatti, tensionamenti di cavi, stralli, pendini e altri elementi strutturali portanti, rinforzi e consolidamenti di strutture in acciaio, calcestruzzo, legno e muratura mediante applicazione di materiali compositi, trasferimenti di carico, monitoraggi strutturali e altre operazioni speciali legate alle strutture di edifici e opere civili.

Tali operazioni vengono effettuate, in modo affidabile, con l'ausilio di moderne attrezzature specializzate, tutte di proprietà della Sistral, sviluppate in funzione delle richieste più frequenti o di esigenze specifiche.

## L'organizzazione

I tecnici della Sistral dispongono di una consolidata esperienza nel campo delle costruzioni e sono abituati al lavoro in squadra per offrire tutte le competenze necessarie all'elaborazione e all'esecuzione degli interventi specializzati.

Una particolare attenzione è posta alla logistica degli interventi che consente ai tecnici di muoversi rapidamente e in piena autonomia sui luoghi delle operazioni.

Tramite diverse sedi operative, la Sistral opera su tutto il territorio nazionale oltre ad intervenire puntualmente anche all'estero.

## Gli obiettivi

La finalità della Sistral è quella di collaborare con amministrazioni, imprese e progettisti su problematiche strutturali specifiche. L'organizzazione offre la propria disponibilità per determinare soluzioni strutturali appropriate e competitive alle problematiche poste.

Una volta determinata una soluzione tecnica, l'obiettivo diventa l'esecuzione dell'intervento nelle modalità e nei tempi consentiti dal progetto.

# Sommario

Prove e controlli



2

Sollevamenti sincronizzati



4

Tensionamenti



6

Rinforzi e consolidamenti  
con materiali compositi



8

Interventi speciali



10

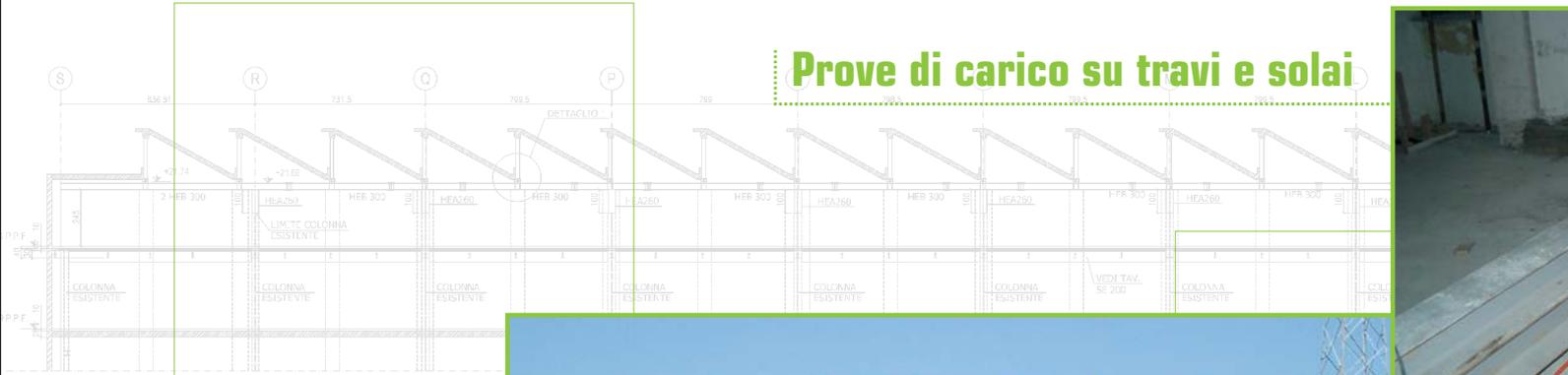
Attrezzature specializzate



12



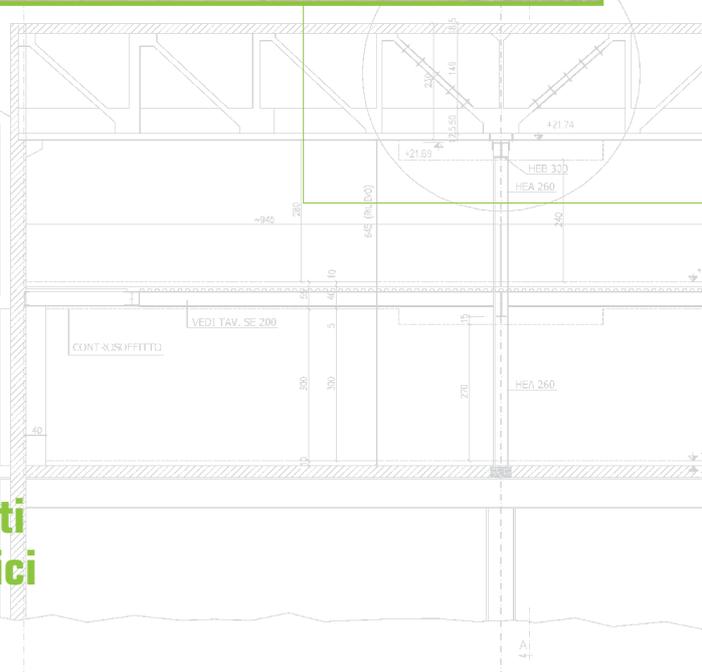
## Prove di carico su travi e solai



Prova di carico delle carpenterie di sollevamento del Nuovo Casinò di Campione d'Italia. Le strutture metalliche di sollevamento sono state contrastate l'una contro l'altra e caricate con 4 martinetti a 12 trefoli. Durante i cicli di prova, sono state misurate deformazioni e tensioni con estensimetri resistivi.



## Misura degli abbassamenti con comparatori elettronici

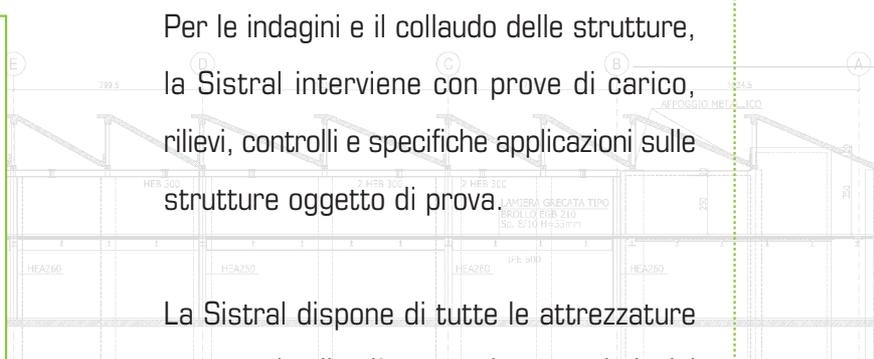
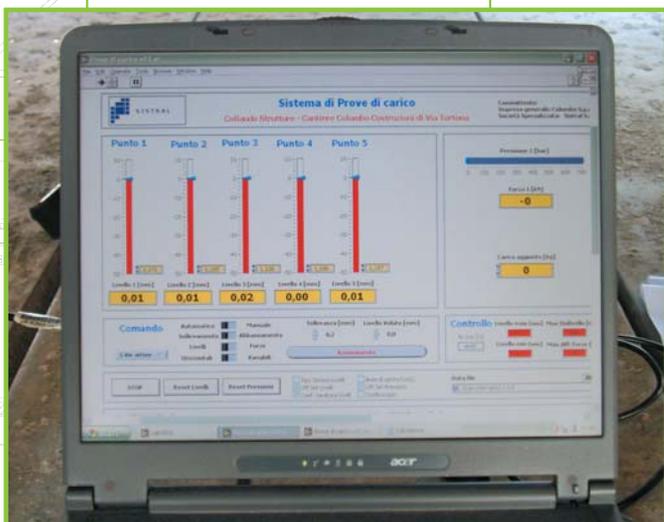


# Prove e controlli



Prove di carico di travi portanti lignee. In un edificio storico di Roma, dopo il rinforzo strutturale con barre pretese, è stato misurato l'incremento di rigidità delle travi con una prova di carico ciclica. La struttura di contrasto è stata realizzata con travi metalliche incastrate nella muratura al di sopra della trave rinforzata.

Software dedicato per prove di carico. Per le prove di carico di solai in laterocemento di un edificio industriale è stato messo a punto un programma specifico per l'applicazione del carico e l'immediata analisi delle deformazioni provocate, dei ritorni elastici e delle deformazioni residue. I grafici delle prove vengono elaborati automaticamente alla fine della prova.



Per le indagini e il collaudo delle strutture, la Sistral interviene con prove di carico, rilievi, controlli e specifiche applicazioni sulle strutture oggetto di prova.

La Sistral dispone di tutte le attrezzature necessarie alle più correnti prove e indagini richieste quali sclerometro, pacometro, endoscopio, comparatori elettronici, attuatori, celle di carico e altre attrezzature specifiche.

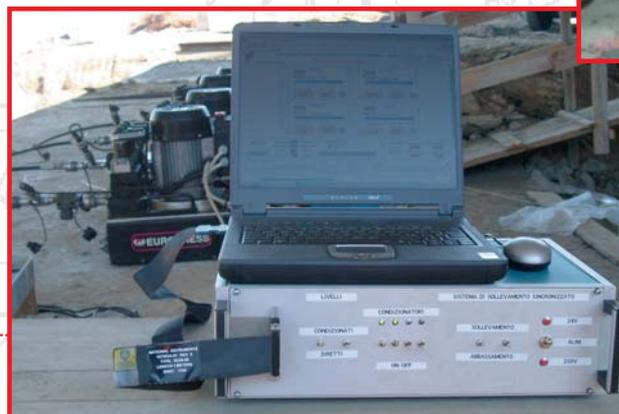
Per le prove più complesse, che richiedono il rilevamento di diverse grandezze fisiche nel corso di una sola prova, vengono utilizzate attrezzature elettroniche modulari e un software dedicato. Questo consente di gestire tutti i segnali da un'unica postazione e di confrontarli direttamente per evidenziare il comportamento della struttura.



**Pannello di controllo di gestione delle prove di carico**



Sollevamento sincronizzato di una campata dell'autostrada del Brennero. I martinetti di sollevamento sono appoggiati su mensole metalliche inghisate nella spalla. Ogni martinetto è collegato ad una centralina e le centraline sono pilotate dal Sistema di Sollevamento Sincronizzato. I trasduttori di livello assicurano un sollevamento rigido della testata con una tolleranza fino a 0,2 mm tra un punto e l'altro.



**Sistema di sollevamento sincronizzato a 16 vie**

# Sollevamenti sincronizzati



## Adeguamento della quota di un cavalcavia operando dall'estradosso

Calibrazione dei carichi sugli appoggi dei viadotti ferroviari Alta Velocità. Su una linea di 4 appoggi, sono stati installati celle di carico, martinetti ribassati e trasduttori di livello con precisione di 0,01 mm per determinare gli spessori da inserire tra appoggi e impalcato al fine di equilibrare i carichi.



I sollevamenti sincronizzati delle strutture sono una delle principali attività dell'azienda. Riguardano sia opere esistenti, per la manutenzione degli appoggi, sia opere di nuova realizzazione che prevedono il sollevamento quale metodo di costruzione.

Vengono progettate ed effettuate tutte le tipologie di sollevamento:

- sollevamento dal basso di campate di ponti e viadotti
- sollevamento dall'alto con carpenterie metalliche
- sollevamento su mensole in acciaio o calcestruzzo
- sollevamento a barre o trefoli su grandi altezze di coperture o serbatoi
- sollevamento a stadi con strutture provvisorie

In tutti i casi, i sollevamenti necessitano di un'attenta analisi e di un dimensionamento su misura delle attrezzature da utilizzare per non danneggiare la struttura nelle fasi provvisorie fino al suo definitivo posizionamento. A tale scopo, la Sistral dispone di diverse serie di martinetti idraulici e di centraline oleodinamiche, tutte azionate tramite PC, per controllare in modo affidabile e in piena sicurezza i carichi e gli spostamenti della struttura sollevata.



## Tensionamento di barre e catene

Tensionamento della copertura dell'Auditorium a Roma. La copertura è costituita da un doppio guscio in cemento armato collegato alle capriate in legno lamellare con catene in acciaio. Durante la costruzione, le forze nelle catene sono state calibrate dal Sistema di Tensionamento Sincronizzato imponendo forze e spostamenti nei nodi e controllando il movimento delle capriate agli appoggi e in chiave.



## Regolazione idraulica dei tiri negli stralli



# Tensionamenti



## Sistema di tensionamento sincronizzato

Dettaglio di un nodo della copertura dell'Auditorium di Roma. Le forze presenti sono state misurate attraverso la pressione interna nei dadi idraulici, usati al posto di dadi meccanici tradizionali. Tale sistema permette di eseguire ripetuti tensionamenti durante le fasi di costruzione e di controllare le forze in gioco in qualsiasi momento.



I tensionamenti vengono effettuati con tecniche e attrezzature idrauliche o meccaniche e possono riguardare sistemi di precompressione a trefoli e a barre, pendini, stralli e tiranti di ancoraggio.

I tensionamenti di opere strutturali presentano diversi gradi di complessità a seconda del comportamento generale della struttura. In numerosi progetti, è necessario agire simultaneamente su un gran numero di elementi tesi che si influenzano vicendevolmente e controllare i movimenti degli elementi principali della struttura. Per eseguire correttamente l'operazione di tensionamento è allora necessario utilizzare attrezzature opportunamente adattate alle richieste specifiche del progetto.

La Sistral, essendosi spesso confrontata a diverse situazioni complesse di tensionamento strutturale, dispone di tali attrezzature e delle necessarie competenze per elaborare nuove soluzioni di tensionamento e di controllo.



## Ricostituzione e consolidamento dei travetti di un solaio

Ripristino completo della funzionalità di un solaio in laterocemento sono stati interamente scoperti, trattati, ricostruiti e, successivamente, rinforzati a flessione mediante incollaggio di lamelle in fibra di carbonio. Per ridurre la quantità di lamelle, il solaio è stato puntellato prima dell'applicazione del rinforzo.



## Ricostituzione del supporto per applicazione di fibra di carbonio

# Rinforzi e consolidamenti con materiali compositi



64,75

I tecnici della Sistral operano nel settore dei rinforzi e consolidamenti con materiali compositi fin dalle prime applicazioni di questi metodi innovativi nel settore delle costruzioni.

Le tecniche di rinforzo, ormai diffuse in tutto il paese attraverso un grande numero di applicatori, sono semplici ma non sempre di facile esecuzione. In tutti gli interventi, è allora necessario procedere con grande perizia nella posa in opera per non vanificare l'efficacia del rinforzo.

Dalla progettazione fino alla consegna della struttura rinforzata, la Sistral assicura la corretta esecuzione dei rinforzi previsti documentandone tutte le fasi di posa con apposite procedure di controllo e schede operative (qualità del sottofondo, preparazione del supporto, creazione del composito, protezione del composito). Per evidenziare l'efficacia dell'intervento, la Sistral realizza le prove di aderenza del rinforzo e le prove di carico sulla struttura rinforzata.



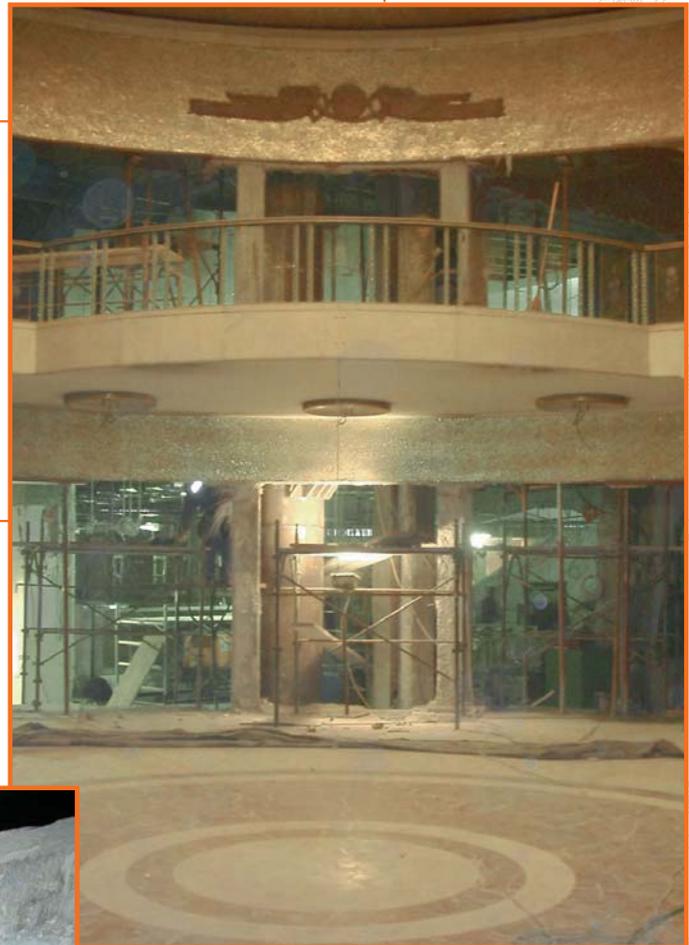
Rinforzo delle capriate lignee di una copertura. I materiali compositi si applicano perfettamente su supporti in legno. Sono stati rinforzati con tessuti in fibra di carbonio tutti gli elementi portanti della copertura: rinforzo a trazione dei tiranti centrali, rinforzo a flessione e a taglio delle travi in legno, frettaggio del nodo di connessione.

Utilizzando l'esperienza aziendale nel campo dell'oleodinamica ad alta pressione, viene spesso integrato, nell'intervento, un puntellamento attivo mediante martinetti idraulici prima della posa del rinforzo. Questo procedimento consente di diminuire i quantitativi di composito necessari riducendo costi e tempi di esecuzione.



## Trasferimento di carico

Rimozione di due pilastri del cinema Astra di Milano. Per motivi architettonici, sono stati eliminati due pilastri portanti di un condominio. Prima del taglio, il carico presente nei pilastri è stato trasferito ad una trave metallica perimetrale. Il trasferimento è stato eseguito con martinetti idraulici per la predeformazione della trave e con estensimetri resistivi per individuare l'effettivo scarico dei pilastri.



## Strumentazione estensimetrica portatile

# Interventi speciali

Monitoraggio del carico nei tiranti di fondazione di una tensostruttura. Dopo l'installazione delle celle di carico estensimetriche e il tensionamento dei tiranti, è stato attivato il monitoraggio continuo del carico in grado di rilevare nel tempo le variazioni di tensione dovute al metodo di costruzione.



Nell'ambito delle opere civili, sia di nuova realizzazione che di adeguamento dell'esistente, occorre spesso intervenire con tecnologie speciali:

- sostituzione dei vincoli strutturali
- trasferimenti di carico
- aggiunta o rimozione di elementi portanti
- spostamenti di interi manufatti
- metodi di costruzione innovativi
- regolazione dei carichi presenti
- monitoraggio di carichi e spostamenti

Questi interventi, con problematiche sempre nuove e particolari, vengono analizzati e sviluppati con il committente, spesso con apposite sperimentazioni preliminari, prima della loro esecuzione con moderni mezzi di attuazione e di controllo.

Nei casi più interessanti, vengono realizzati un'animazione di sintesi e un filmato dell'intervento per la sua divulgazione tecnica.

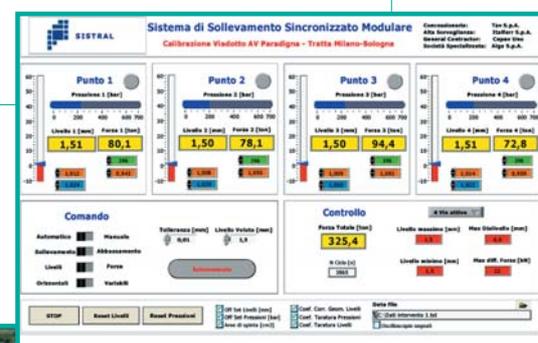
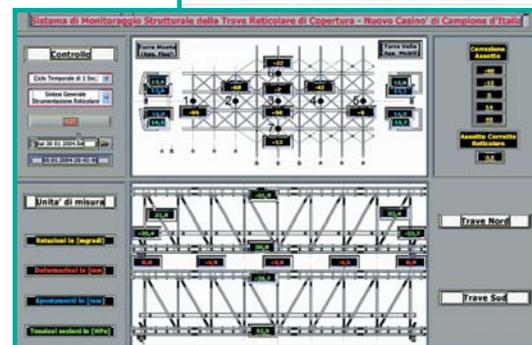
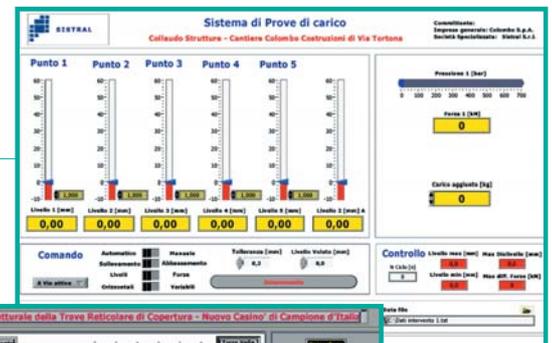
# Attrezzature specializzate



Le attrezzature della Sistral costituiscono una fondamentale risorsa aziendale e consentono di rispondere rapidamente e adeguatamente ad ogni intervento richiesto.

Si tratta di strumenti di misura da campo e di attrezzature oleodinamiche adattate alle specifiche esigenze dell'intervento. Tutte le attrezzature oleodinamiche di attuazione e controllo sono integrate a sistemi informatici su PC portatili e vengono utilizzate con software dedicati, realizzati appositamente per le operazioni da effettuare.

Alla fine degli interventi, tutte le attrezzature vengono revisionate e tarate per mantenere l'affidabilità necessaria alla corretta esecuzione delle operazioni successive.



Sollevamento di un impalcato di 1 m su 4 punti. Ogni via idraulica dispone di una centralina oleodinamica indipendente ma coordinata da un PC. Il software dedicato all'operazione consente di raggiungere, partendo da una posizione in piano, direttamente una configurazione inclinata dell'impalcato. La precisione di lavoro raggiunge i 0,5 mm su 1 m e di 0,01 mm su 5 mm di sollevamento.



## Sistema di sollevamento sincronizzato modulare



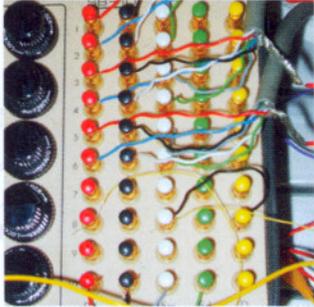
- ▶ **Ragione Sociale:** SISTRAL S.r.l.
- ▶ **Forma giuridica:** Società di Capitali a Responsabilità Limitata
- ▶ **Sede legale:** Via Domenichino, 19 - 20149 Milano
- ▶ **Oggetto sociale:** Interventi di manutenzione straordinaria su opere civili  
Interventi di rinforzo e consolidamento  
Installazione di sistemi di monitoraggio strutturale  
Progettazione di strutture in acciaio e c.a.  
Progettazione di vincoli e accessori strutturali
- ▶ **Capitale sociale:** € 20.000 interamente versati
- ▶ **Iscrizioni:** Partita IVA e Cod. Fisc. 04 30 56 50 964  
REA di Milano 17 38 876
- ▶ **Strutture logistiche:**

Milano	Sede Legale	Via Domenichino, 19
Canegrate (MI)	Uffici / Officina	Via Alessandria, 1
Parabiago (MI)	Archivio / Laboratorio	Via Gramsci, 1A
Roma	Uffici	Via Costantino, 33
- ▶ **Web site:** [www.sistral.it](http://www.sistral.it)
- ▶ **E-mail:** [info@sistral.it](mailto:info@sistral.it)



LA PRIMA IP320  
VIA BORGOMATE 31 20149 MILANO

COLLEGAMENTO TRAM PE 300  
VIA BORGOMATE 31 20149 MILANO



**Sede Operativa:**

Via Dei Missaglia, 97  
20142 Milano  
Tel. +39 02 48569200  
Fax +39 02 42108973  
info@sistral.it

**Sede Legale:**

Via Domenichino, 19  
20149 Milano  
Tel. +39 02 433030  
Fax +39 02 433408  
www.sistral.it

