A BRAND OF

GHIRARDI

Italian stone contractor ®

TEATRO ALLA SCALA

A BRAND OF
GHIRARDI
Italian stone contractor

TEATRO ALLA SCALA / MILANO

Con il progetto dell'architetto Mario Botta, la Scala di Milano è destinata a diventare il teatro lirico più grande d'Europa.

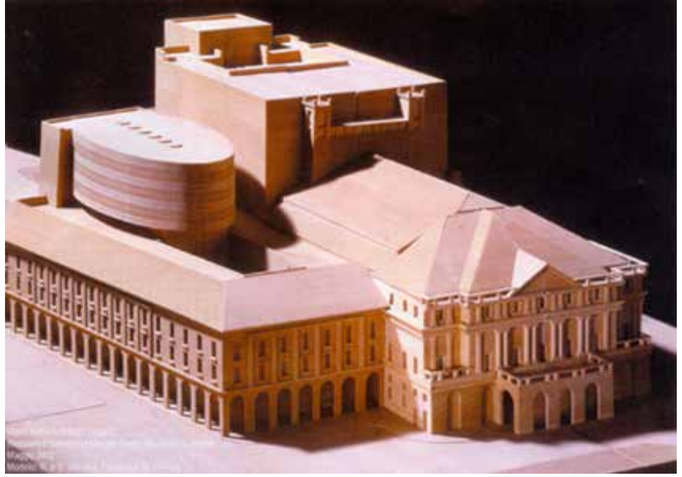
Mario Botta: "*ho progettato il corpo della torre scenica e la struttura ellittica semplificando i volumi come se fossero torri tecniche, camini ma con una loro utilità d'immagine*. ***Le ho disegnate in pietra, in pietra di bottici-no, che avrà e darà una sua vibrazione tutto attorno***".

Location
Teatro alla Scala
Milano

Progetto architettonico
Mario Botta
Lugano

Stone contractor
Team Ghirardi
Brescia

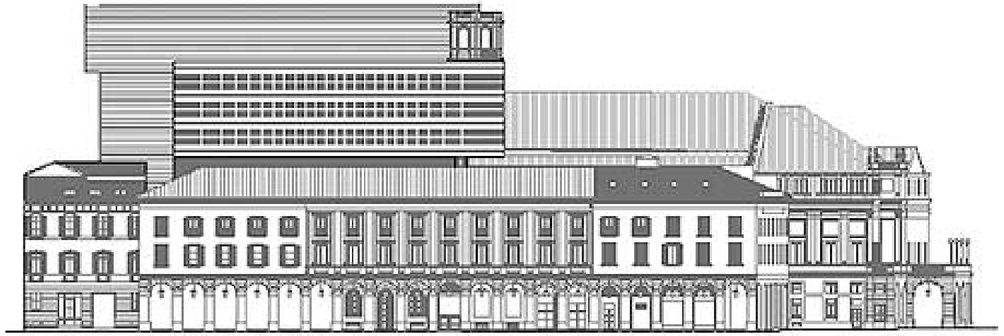
A BRAND OF
GHIRARDI
Italian stone contractor



IL PROGETTO

L'intervento eseguito alla Teatro alla Scala di Milano prevede il restauro conservativo della sala teatrale e dell'area monumentale e nella ristrutturazione della torre scenica, dei vari uffici e dei servizi di scena, con l'ammodernamento e l'adeguamento della struttura e di tutto l'apparato tecnologico.

Sono state costruite due nuove strutture, una a forma di parallelepipedo e l'altra ellittica, lasciando intatta la struttura del progetto originale del Piermarini, per la quale erano previsti solo lavori di conservazione.



Due sono i corpi principali che danno forma all'opera:

L'ELLISSOIDE

È un edificio disegnato dall'architetto Botta che ospita gli uffici amministrativi, i camerini, le sale prove per l'orchestra, il coro ed il corpo di ballo.

La struttura ellittica poggia sulla parte laterale dell'edificio, alla sinistra della facciata.

A BRAND OF
GHIRARDI
Italian stone contractor ®

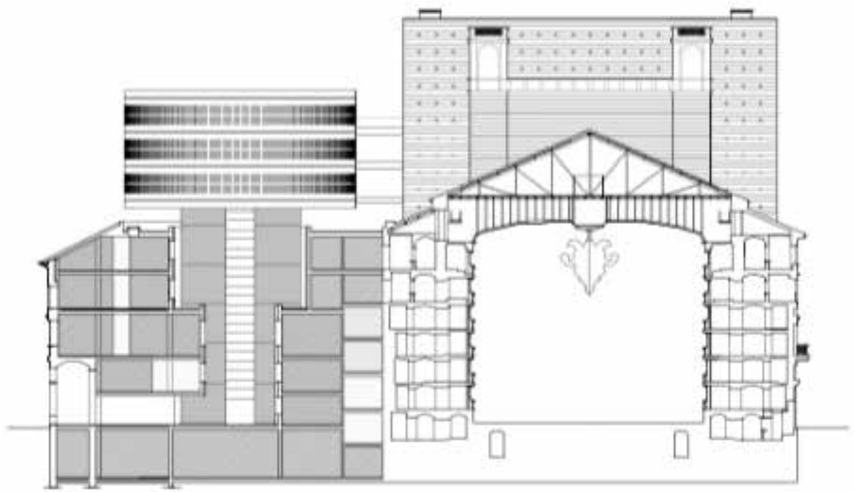
A BRAND OF
GHIRARDI
Italian stone contractor
1938

LA TORRE SCENICA

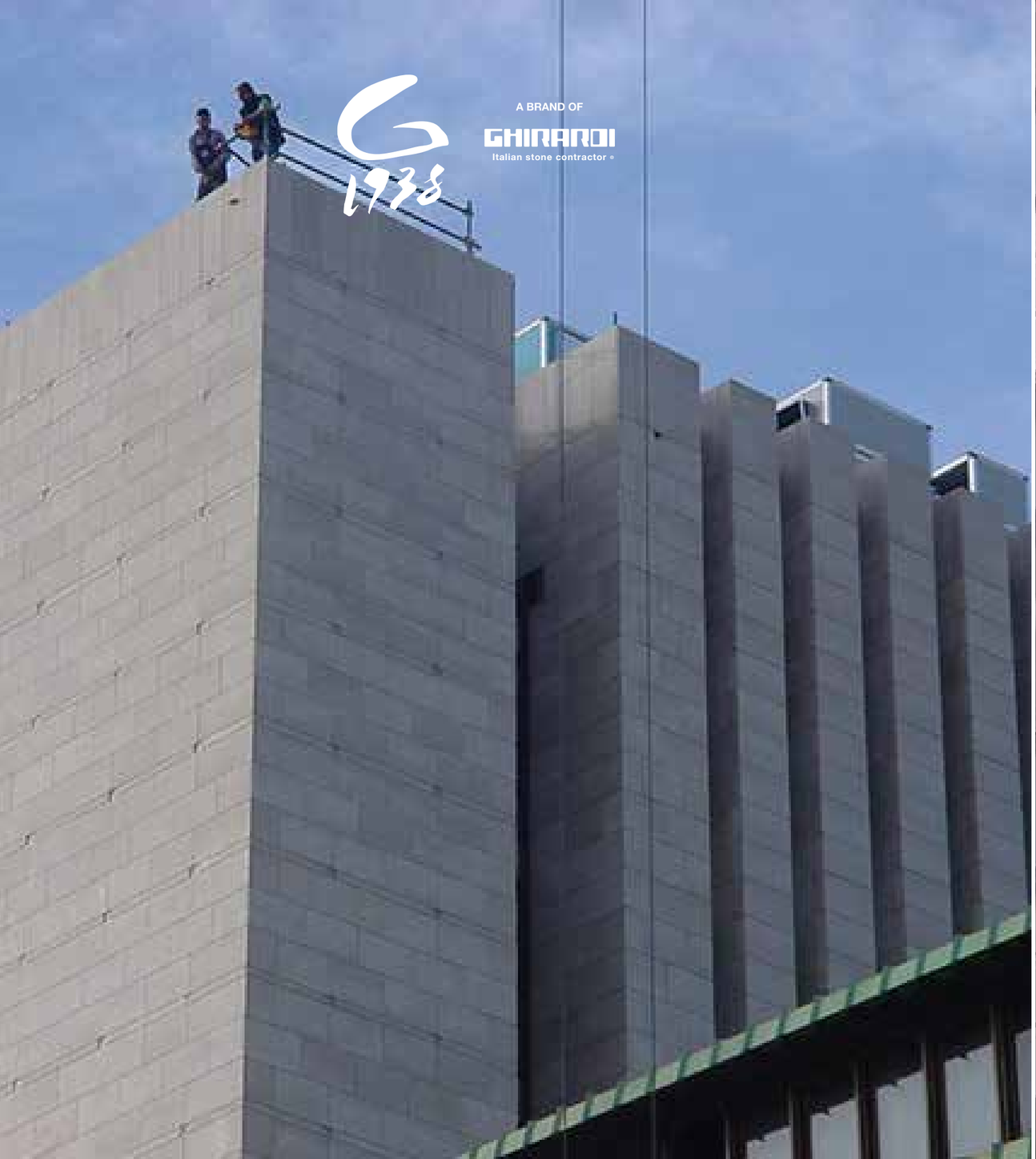
La torre scenica è il cuore del teatro, dove trova posto la macchina scenica, un insieme di attrezzature ipertecnologiche necessarie per lo spettacolo, della scenografia e delle luci. Rispetto al fronte della facciata originale si ha l'innalzamento di volume della torre scenica e dei volumi del retroscena che sono inscritti in un parallelepipedo arretrato.

L'aumento di quota era reso necessario da esigenze tecniche del sistema dei palchi, con la formazione di un doppio graticcio tecnico fino ad una quota di 38 metri sopra il piano terra (lo sviluppo totale è di 56 metri compresi gli interrati in fossa). Nei piani retrostanti sono state ricavate sei sale di prova che raggiungono la quota di copertura della torre stessa.

La configurazione del palco può essere cambiata anche durante lo spettacolo, grazie al frazionamento in pedane. La macchina superiore ospita 80 funi di sollevamento con motorizzazioni silenziate.



1938
A BRAND OF
GHIRARDI
Italian stone contractor


A BRAND OF
GHIRARDI
Italian stone contractor

A BRAND OF
GHIRARDI
Italian stone contractor
1938

USO DEL MARMO (TORRE)

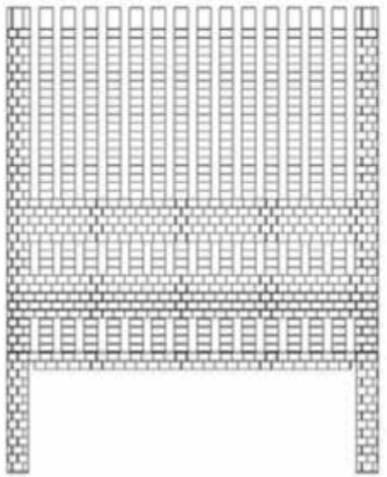
Rivestimento esterno ventilato

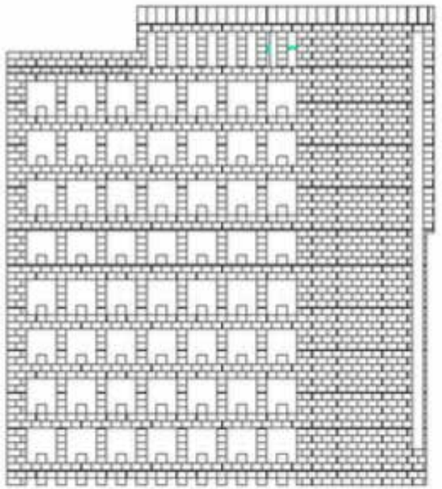
Il rivestimento delle pareti esterne è di botticino spazzolato di spessore 30 mm per un totale di circa 5.000 mq (per un totale di circa 13.000 pezzi).

I pannelli hanno molteplici dimensioni a seconda della facciata e sono tutti fissati con una fuga effettiva di 10 mm.

Il fissaggio in opera avviene con **sistema ventilato**.

Nelle numerose aperture per le finestre sono stati preassemblati in laboratorio pezzi speciali mediante sistema meccanico a doppio supporto in acciaio inox annegato negli incavi superiore ed inferiore: si tratta di circa 1600 ml di **elementi incollati** e relative coste in vista spazzolate.





USO DEL MARMO (ELLISSE)

I listelli frangisole dell'ellissoide

La struttura ad ellisse che ospita le varie funzioni di servizio del teatro presenta un rivestimento esterno in pietra di botticino spazzolato con sezione 8x10 cm in lunghezze varie per un totale di 6500 ml.

Essa ha una funzione di frangisole, infatti tutta la facciata curva è costituita da vetrate continue.

I listelli sono pre-assemblati ad un struttura metallica a sua volta curva, con raggi irregolari, che segue appunto la curvatura dell'ellissoide.

A BRAND OF
GHIRARDI
Italian stone contractor

Il **sistema di fissaggio** dei listelli di marmo è innovativo: si basa sull'uso di inserti a scomparsa tipo tronco-conico inseriti nel retro e aggianciati alla struttura.

Particolare attenzione era dovuta alla **verifica della tenuta dei listelli**, risultando appesi in due soli punti di ancoraggio: sui lati non in vista sono state pertanto inserite lamine di acciaio inossidabile con la funzione di rinforzo del corpo in pietra, soprattutto in considerazione delle notevoli lunghezze (fino a 2480 mm).

Per la realizzazione dei listelli si è reso necessario realizzare una **macchina speciale** costruita appositamente per questo progetto, al fine di rispettare le specifiche tecniche ed i tempi ristretti di consegna.

1938
A BRAND OF
GHIRARDI
Italian stone contractor

PROGETTO PRELIMINARE DEL FISSAGGIO (ELLISSE)

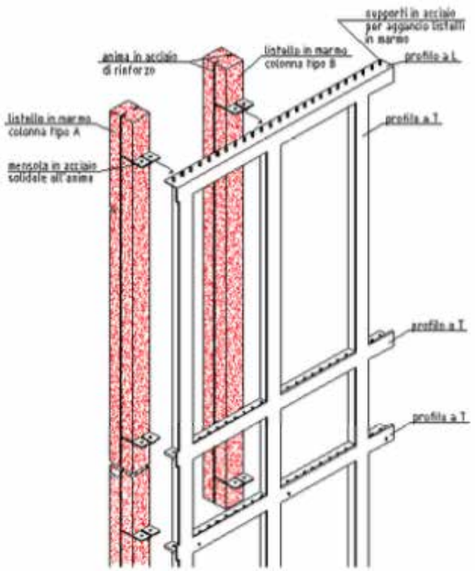
L'ancoraggio dei listelli ai panneli di acciaio avviene con modalità di aggancio in duplice posizione su profili orizzontali a T, forati in corrispondenza di ogni listello.

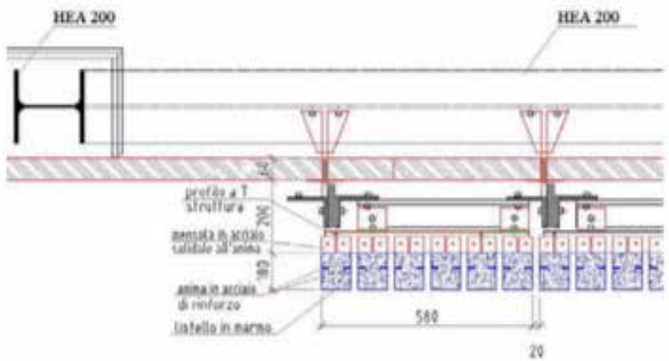
La mensola di supporto è solidale all'anima annegata nella facciata laterale del listello lapideo. Nel marmo sono eseguite fresate continue per le anime nelle facce laterali e 2 fresate trasversali per l'alloggiamento delle mensole.

La regolazione al pannello avviene tramite distanziatori e fori ovalizzati.

Per la sostituzione eventuale nel tempo degli elementi è previsto in alternativa un sistema di aggancio superiore con perni e inferiore con viti e bulloni, in modo da sfilare gli elementi dall'alto e assicurando la massima tenuta.

Il pannello completo metallico, che segue la curvatura dell'ellisse, si aggancia alla struttura in acciaio dell'edificio (travi di bordo dei solai).



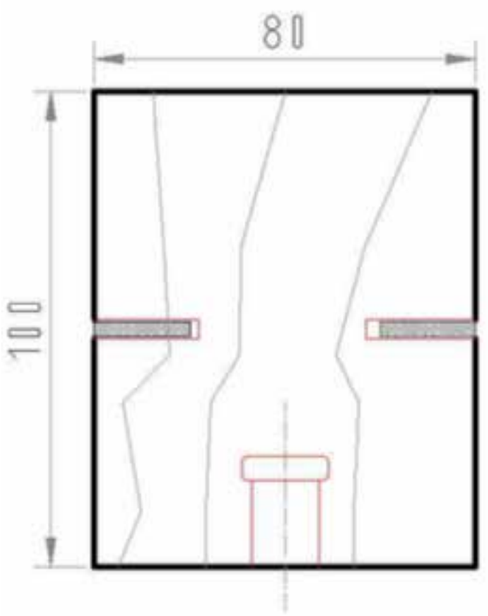


ANALISI GEOLOGICA SULL'USO DEI LISTELLI (ELLISSE)

Nel progetto di Restauro e Ristrutturazione del Teatro alla Scala di Milano, è stato scelto il rivestimento del Corpo Ellittico con il litotipo denominato "Botticino".

Gli elementi utilizzati hanno sezione 80x100mm e lunghezza variabile tra i 320mm e 2480mm, rinforzati con lamine di acciaio ed ancorati ad una sottostruttura metallica.

I singoli elementi devono sopportare uno sforzo di taglio. La scelta del materiale deve essere fatta dando adeguato peso alla resistenza alla flessione.



La materia grezza è cavata considerando di mantenere la lunghezza degli elementi parallela al verso naturale del materiale, identificandolo con un angolo sufficientemente preciso nel giacimento utilizzato.

È trasformata e posata in modo tale che le superfici di rilascio delle tensioni siano verticali e perpendicolari alla superficie del corpo ellittico: in questo modo eventuali superfici di debolezza evidenziate dai cicli annuali di caldo/freddo non comporteranno particolari problemi di fratturazione degli elementi.

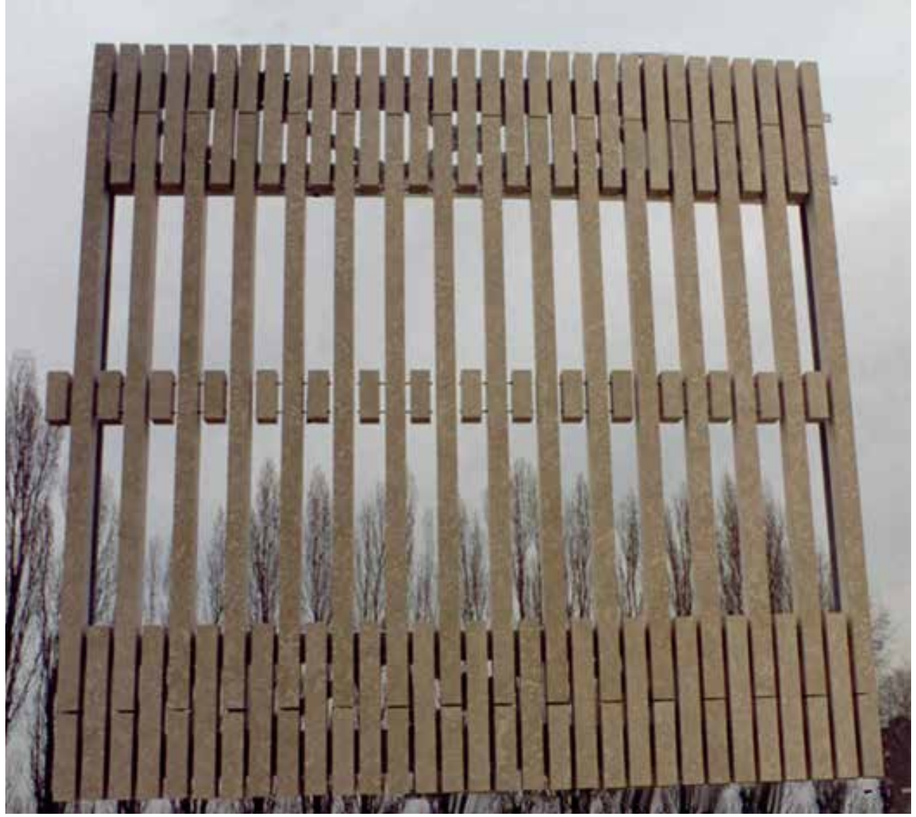
Sono state eseguite prove tecniche di strappo (in laboratori specializzati) che hanno dato risultati molto rassicuranti (resistenza a strappo 16.000 N).

CAMPIONE DEL FRANGISOLE (ELLISSE)

Preventivamente all'esecuzione del lavoro, sono state realizzate una serie di campionature in scala reale che sono state oggetto di verifica in un incontro avvenuto presso i laboratori della Marmi Ghirardi, al fine di visualizzarne l'effetto finale.

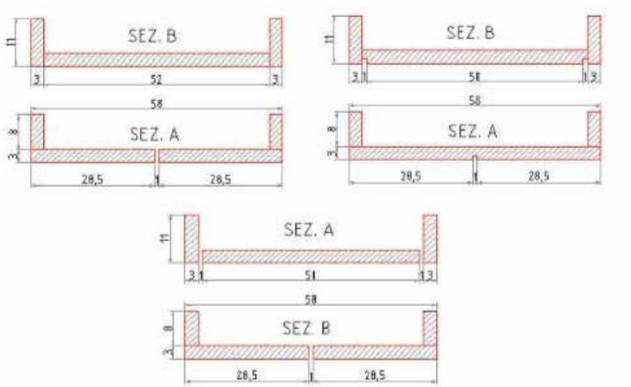
Un intero pannello frangisole, fissato alla struttura metallica, è stato movimentato mediante carroponte al fine di osservarlo da vari punti di vista, oltre che per apprezzarne la finitura superficiale.

La realizzazione del campioni ha permesso anche di verificare la fattibilità del progetto, opera unica ed innovativa, e di ottimizzare le metodologie produttive.



A BRAND OF
GHIRARDI
Italian stone contractor

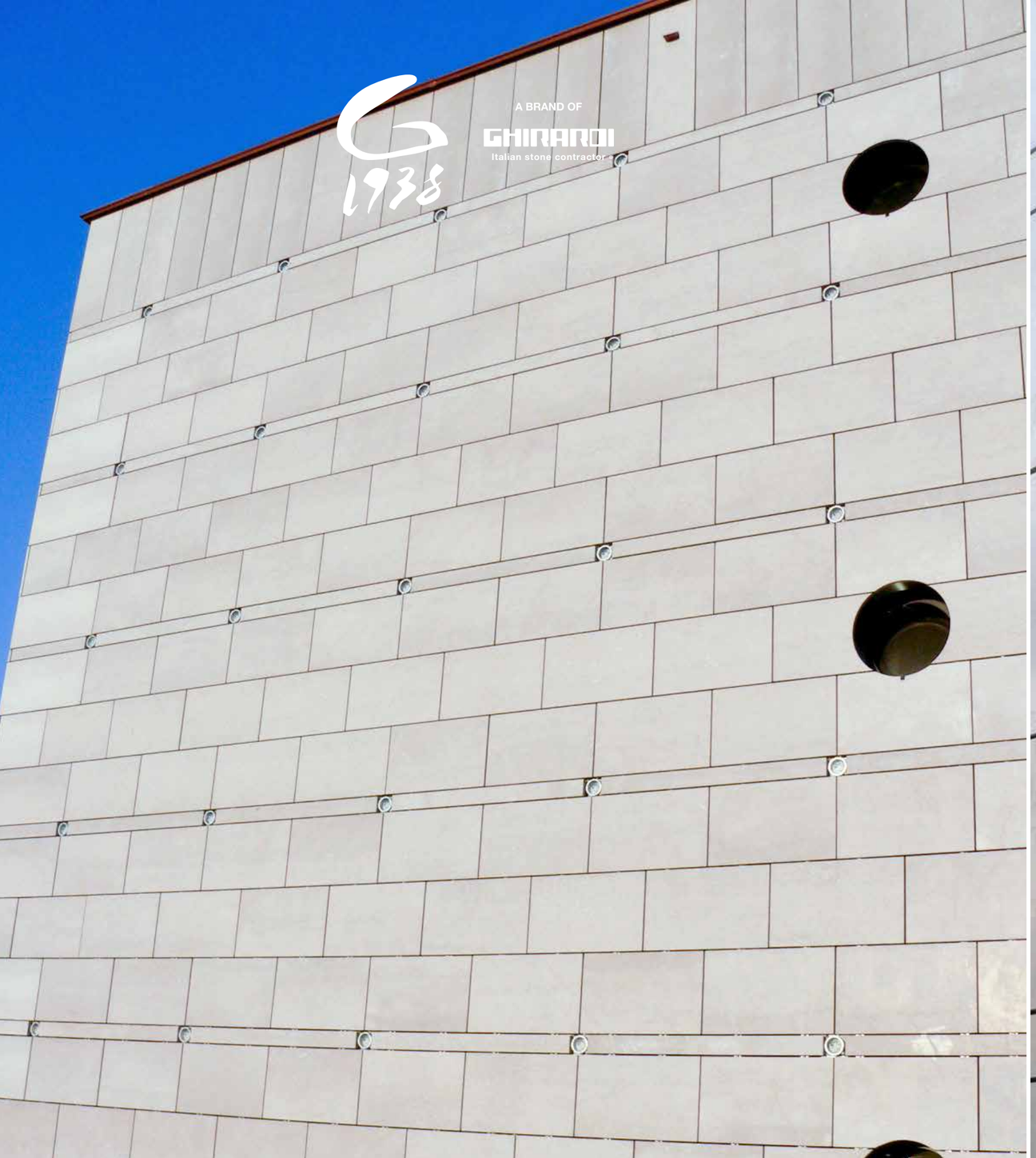
A BRAND OF
GHIRARDI
Italian stone contractor



CAMPIONI DEL RIVESTIMENTO (TORRE)

Sono state realizzate varie campionature al fine di visualizzare l'effetto estetico generale e il tipo di lavorazione superficiale dell'opera.

Sono stati predisposti un pannello con rivestimento ventilato di 30 mm, un pilastro per la scelta architettonica degli allineamenti delle fughe e le diverse soluzioni di preassemblaggio dei risvolti d'angolo.


A BRAND OF
GHIRARDI
Italian stone contractor
1938

PRODUZIONE (ELLISSE)

Il disegno architettonico dei listelli, prodotti con caratteristiche e quantità eccezionali, ha reso necessaria la progettazione e la realizzazione di una macchina studiata su misura per questo progetto.

Non esisteva infatti in commercio alcuna macchina che potesse eseguire questa serie di operazioni: la calibratura orizzontale dei piani (al fine di rendere gli spessori regolari), la spazzolatura delle superfici come richiesto dai progettisti, l'esecuzione dei tagli passanti (per il successivo inserimento di lamine in acciaio inossidabile per mezzo di resine speciali), la calibratura verticale delle coste (al fine di rimuovere le resine in eccesso e di rendere pulita la superficie laterale), l'intestatura dei vari pezzi secondo le misure necessarie.

I fori utilizzati per il **sostegno dei listelli** sono di tipo tronco-conico: essi necessitano di una testa speciale, predisposta appositamente, che oltre ad eseguire un foro sull'elemento di marmo, una volta eseguito lo stesso realizza, tramite un movimento circolare, uno svasamento in profondità a cui si aggancia l'inserto. Tale sistema permette altissime capacità di carico.

Per la movimentazione degli elementi, lunghi anche più di 3000 mm, sono state progettate ventose particolari.

A BRAND OF
GHIRARDI
Italian stone contractor

PRODUZIONE (TORRE)

Preassemblaggi e pezzi speciali

In corrispondenza delle aperture vetrate, degli angoli delle pareti e dei soffitti vi sono elementi preassemblati per uno sviluppo di circa 1500 ml.

L'incollatura, oltre che sui bordi adiacenti delle lastre, è eseguita con sistema meccanico costitutito da barre in acciaio inossidabile ad "L" inserite nelle fresate superiori ed inferiori del rivestimento di marmo ed annegate nel collante.

Pezzi speciali prelavorati sono stati eseguiti per le aperture circolari e per i punti luce nelle pareti.

MONTAGGIO (ELLISSE)

I listelli di marmo sono fissati ai pannelli metallici che seguono la curvatura irregolare del perimetro dell'ellissoide.

L'ancoraggio avviene mediante fori speciali tronco-conici che ospitano inserti in acciaio inossidabile. Tramite viti si pone in trazione l'inserto, fissando quindi l'elemento lapideo alla lamine del pannello. Il corpo pannello-marmo è stato completamente preassemblato in un'area fuori dal centro.

Il montaggio in opera del complesso struttura-marmo è avvenuto con gru speciali nelle ore notturne, per facilitare il trasporto dei grandi elementi completi nel centro di Milano.

A BRAND OF
GHIRARDI
Italian stone contractor

MONTAGGIO (TORRE)

Il metodo di posa è di tipo ventilato.

L'ancoraggio alle pareti di cemento armato avviene grazie a distanziatori che supportano le guide verticali, non aderenti alla parete.

Le guide hanno un incavo nel quale scorre la staffa di appoggio del marmo.

L'ancoraggio è di tipo puntuale ma sono comunque state eseguite fresate orizzontali nei bordi superiore ed inferiore delle lastre di marmo per l'inserimento del pin metallici (ricoperti di cappucci in plastica che estendono la superficie di contatto) per facilitare la posa in opera.

Nella cavità esistente fra parete in cemento armato e marmo è installato un sistema di isolamento in lana di roccia addossato alla superficie dell'edificio, senza contatto con la superficie lapidea.

1938
A BRAND OF
GHIRARDI
Italian stone contractor

A BRAND OF

GHIRARDI

Italian stone contractor

GHIRARDI1938

ITALIAN STONE MAESTRO

A BRAND OF

GHIRARDI

Italian stone contractor ®

www.ghirardi.it