

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 107/108 (1936)
Heft: 24

Artikel: Sicherungsarbeiten am schiefen Turm von Pisa
Autor: Kieser, K.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-48314>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 17.03.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

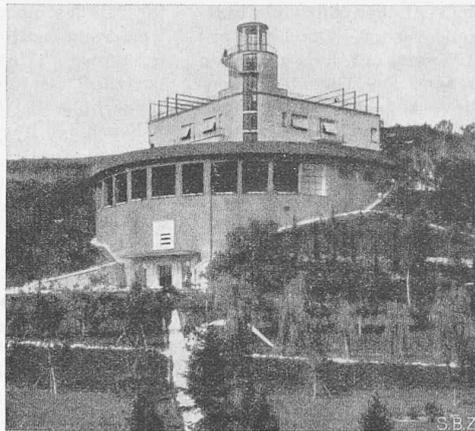
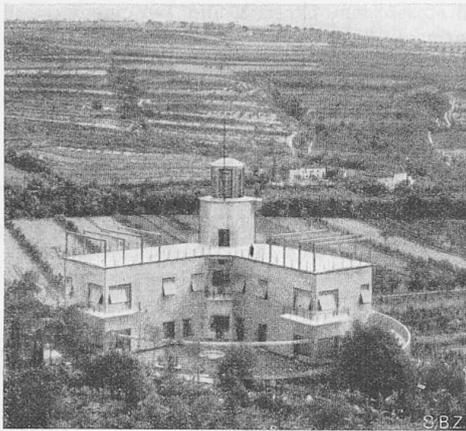


Abb. 1 und 2. Berg- und Talansicht der drehbaren «Villa Girasole» bei Verona.

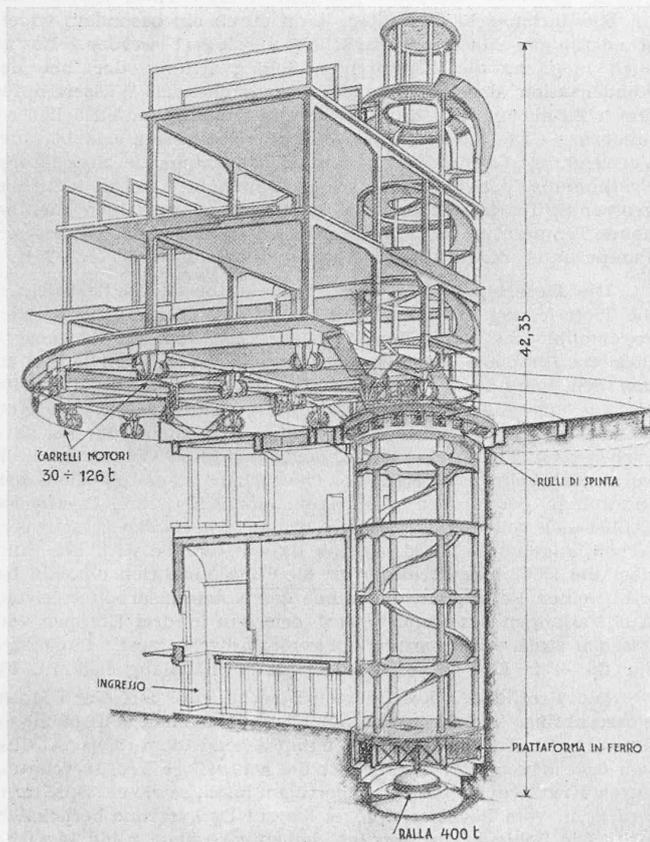


Abb. 3. Isometrie des drehbaren Eisenbetonskelettes samt Unterbau.

Mit bemerkenswerter Sorgfalt und Folgerichtigkeit werden die Setzungen und ihre Ursachen durch Messungen mit modernsten Instrumenten weiter abgeklärt (Wind, Sonnenbestrahlung, Schwingungen der Glocken, Grundwasserbewegung, Temperatur, Erdbeben). Für die Beobachtung der Turmbewegung steht eine auf $\frac{1}{75}$ stel" genaue Apparatur zur Verfügung. Der Ueberhang des reichlich 14 000 t schweren Turmes liegt in der Nord-Süd-Ebene und erreicht heute rd. $\frac{1}{10}$ der Höhe; die Fundamentkantenpressung an der Ueberhangseite ist beträchtlich (10 kg/cm^2). Selbst heute ist noch nicht mit aller Bestimmtheit festgestellt, ob den Turmfundamenten ein Pfahlrost unterstellt ist oder ob es sich um eine Flachgründung handelt. Die meisten schweren Objekte jener Gegend und Zeit ruhen auf Pfahlfundamenten. Man vermutet, Bonanno, der Erbauer des Turmes, habe es nach den guten Erfahrungen beim Bau des Domes von Pisa gewagt, den Boden mit einer Flachgründung gleichmässig zu kompromieren; der buchstäblich tief liegende Gefahrherd in den Brackwassertonen muss ihm unbekannt gewesen sein.

Eingehende Studien und Vorarbeiten führten Behörde und ausführende Firma zum Entschluss, die Sicherungsarbeiten auf

eine gewisse Renovation der Fundamentmauern und des den Sockel umgebenden, vertieften und ausgemauerten Kragens zu beschränken. Die Fundamentmauern des Turmes wurden mit Diamantkernbohrmaschinen in 361 Löchern von 60 mm Durchmesser überkreuz durchgebohrt und mit Zementmilch 1:1 ausgepresst, bei einem totalen Verbrauch von 932 t Zement. Die Injektion wurde zuerst im Innern, dann von aussen her, und in jedem einzelnen Loch von oben nach unten angesetzt. Der Einpressdruck war von den Behörden auf höchstens $\frac{1}{2}$ at festgesetzt und musste durch mehrfache automatische Auslösungen an den Maschinen sichergestellt werden. Ueberdies hatte die Behörde ein Netz von

hochsensiblen Telehydrometern in der Grundwasserzone unter und um den Turm angelegt und so eine Kontrolle der Druckverhältnisse von aussen her während der Injektionsarbeiten gesichert.

Grundplatte und aufgehendes Mauerwerk des Kragens um den Sockel wurden vorerst durch Hinterpressung der anliegenden feinsporigen Terrainschichten mit Chemikalien¹⁾ gedichtet (Abb. 3). Diese bis etwa 50 cm in den Boden getriebenen chemischen Injektionen schlossen in wenigen Stunden alle Wasseraustritte und liessen die lästige Fleckenbildung nach ein bis zwei Tagen völlig verschwinden. Mit gleichem Erfolg wurden chemische Injektionen im anschliessenden Mauerwerk der Turmfundamente, die trotz Zementeinpressungen fleckig geblieben waren, angesetzt. Hier konnte der Injektionsdruck bis auf 2 at gesteigert werden, da pro Stunde nur 125 l Gel eindringen (im Boden hinter den Verkleidungen des Kragens waren dagegen bei 1 at Druck 10 l/min eingedrungen). Anschliessend wurde dann der Boden des Sockelkragens mit einer Eisenbetonplatte überdeckt und diese gegen den Sockel des Turmes elastisch gedichtet. Darauf kam eine Schutzschicht von Gunit (Abb. 4), dann ein bituminöser Teppich und schliesslich eine Verkleidung in Marmorplatten. Die Arbeiten wurden von der S. A. Ing. Giovanni Rodio & Cie. (Mailand) ausgeführt. Die Bauleitung lag in den Händen von Ing. Giovanni Girometti, leitender Ingenieur des Genio Civile von Pisa. Diese Behörde ist in vorbildlicher Weise für die weitere Betreuung der schwierigen technischen Belange dieses einzigartigen Bauwerkes besorgt.

Ing. K. Kieser, Zollikon (Zch).

Villa Girasole in Marcellise (Verona).

Ing. ANGELO INVERNIZZI und Arch. ETTORE FAGIUOLI.

Wenn der Mensch von einer Sache zu viel oder zu wenig hat, ist er unglücklich und sinnt auf Mittel, das Zuviel loszuwerden oder das Zuwenig zu ergänzen. So kann es einem im Sonnenlande Italien begegnen, dass man der Sonne übergenug hat. Warum also nicht die Stube nach der Schattenseite — warum nicht nach der West- oder Ostseite des Hauses umziehen, wenn von da oder dort der erfrischende Wind daherschmeichelt? Oder warum nicht das Haus drehbar gestalten, damit man zu jeder Jahreszeit und Stunde das Beste und Angenehmste auslesen kann von dem, was gerade zu haben ist?

«Villa Girasole» ist das Ei des Kolumbus gegen Hitze und kalten Wind, für Ausnützung letzter Abendsonnenstrahlen und leise fächernder Kühlung. Am Sonnenhang eines Hügels auf einer Plattform von 44,5 m \varnothing ist ein drehbares zweistöckiges Haus aus Eisenbeton, mit 5000 m³ Inhalt, mit Terrasse, Dachterrasse und Turm aufgebaut. Die Plattform liegt auf der Talseite 15 m über dem Gelände, auf der Bergseite ist sie ebenerdig. Das Haus ist Γ -förmig und um den Turm im Eckpunkte, der im Zentrum der Plattform steht, drehbar. Auf der Plattform

¹⁾ Nämlich «Gel Rodio», eine schwach viskose, homogene Flüssigkeit, das Produkt der basischen Reaktion einer Kalziumverbindung. Im Gegensatz zum früher hier (Bd. 95, S. 103) beschriebenen Verfestigungsverfahren Joosten, bei dem zwei verschiedene Produkte nacheinander durch verschiedene Rohre eingepresst werden müssen, wird beim Rodio-Verfahren nur ein Produkt eingepresst. Da das Gel geringe Zähigkeit besitzt, genügt ein verhältnismässig schwacher Druck, um einen relativ grossen Aktionsradius zu erzielen. Ein weiterer Vorteil besteht darin, dass der Beginn der Koagulation beliebig je nach Verhältnissen, Grundwasserströmung usw. geregelt werden kann und so das Gel während der ganzen Dauer der Injektion flüssig bleibt und nicht die äusserste Schicht des eingepressten Produktes durch vorzeitiges Abbinden des Nachdringens weiterer Mengen verhindert.