

Zeitschrift: Archi : rivista svizzera di architettura, ingegneria e urbanistica = Swiss review of architecture, engineering and urban planning

Herausgeber: Società Svizzera Ingegneri e Architetti

Band: - (2012)

Heft: 6: Il passante ferroviario e la trasformazione della stazione di Zurigo

Artikel: I ponti di Letzigraben e Kohlendreieck

Autor: Bacchetta, Aldo

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-323378>

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: 13.05.2025

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

Studi associati SLW+P
 Schindler + Partner
 Locher Ingegneri
 Wild Ingegneri foto FFS Immobili
 Bänziger Partner, Gruner testo Aldo Bacchetta*

I ponti di Letzigraben e Kohlendreieck

L'uscita ovest del passante di Zurigo in corrispondenza della stazione di transito sotterranea tra la Langstrasse e la stazione di Altstetten è contraddistinta da due ponti. Entrambi i viadotti a binario unico, il Letzigraben e il Kohlendreieck, sono in costruzione.

Il nuovo ponte di Kohlendreieck, lungo 394 metri, viene costruito tra il sottopassaggio della Langstrasse e l'Hardbrücke; quello successivo, il nuovo ponte di Letzigraben, è lungo 1156 m, attraversa il ponte stradale Duttweilerbrücke e, formando una curva a S, i binari, fino alla stazione di Altstetten.

Prima della stazione di Altstetten, la nuova linea sfocia nei binari già esistenti in direzione Dietikon. La lunghezza complessiva dei ponti ferroviari, incluse le rampe, è di oltre 2.35 km.

Varianti di progetto

A causa degli ingombri nella zona del tracciato le varianti di progetto al ponte erano davvero limitate. Il cosiddetto «ponte minimo» per l'attraversamento delle aree di ingombro era dato da una sola tipologia. Il prototipo di quest'ultima è già stato realizzato sul lato sud del viadotto del Lötschberg (AlpTransit, 2005) per i due ponti Raron sul Rodano, rispettivamente di 554 e 817 metri.

Le singole campate dovevano rispettare il più possibile l'ingombro dei binari esistenti. Sulla base di studi dettagliati e del modello 3D, è stato conseguentemente scelto il modello base qui presentato.

Il ponte di Letzigraben

Questo viadotto a binario unico è composto da un ponte lungo 1156 m e due rampe annesse su entrambi i lati lunghe rispettivamente 220 m (rampa ovest) e 202 m (rampa est).

Il ponte, interamente precompresso, formato da travi parallele continue, è composto da 24 campate con luce tra 35 e 60 m. La sezione del ponte è composta da una trave a sezione cava con un'altezza complessiva variabile tra 3.2 e 3.7 m. La larghezza totale è di 10.0 m. I pilastri circolari, con diametro di 2.5 m e di altezza compresa tra 5 e 17 m, si allargano in corrispondenza della testa del pilastro in una mensola arrotondata e di forma ovale dove sono collocati rispettivamente due appoggi. Il ponte, non fissato orizzontalmente, viene stabilizzato al centro tramite due telai e i rispettivi pilastri attigui in direzione longitudinale. Inoltre la sovrastruttura per ogni pilastro e ogni spalla viene eseguita lateralmente. I pi-

lastri e i telai, vengono stabilizzati per mezzo di pali trivellati in calcestruzzo lunghi fino 40 m con $\varnothing$ 150 cm. La rampa ovest, formata da sezioni a cassone, è composta da muri di sostegno alti 9 m con un basamento fondato su pali. La rampa è dotata inoltre di un bacino di contenimento per il drenaggio. Anche la rampa est, formata da sezioni a cassone, è composta da muri di sostegno alti fino a 7 m con basamento piano.

La pendenza longitudinale del ponte di Letzigraben varia da est a ovest da + 27 ‰ a + 10 ‰ fino a - 40 ‰ nella direzione di marcia. L'elevazione massima dal piano del binario al terreno è di circa 19 m.

Il ponte di Kohlendreieck

Questo viadotto a binario unico è composto da un ponte lungo 396 m e due rampe annesse su entrambi i lati lunghe rispettivamente 201 m (rampa ovest) e 148 m (rampa est).

Il ponte, interamente precompresso, formato da travi parallele continue, è composto da 8 campate con luce tra 42 e 62 m. La sezione del ponte è composta da una sezione a sezione cava con un'altezza complessiva di 3.7 m. La larghezza totale è di 10.0 m. I pilastri circolari, spessi 2.5 m e alti tra 5 e 8 m si allargano in corrispondenza della testa del pilastro in una mensola arrotondata e di forma ovale, dove sono collocati rispettivamente due appoggi.

Il ponte viene stabilizzato tramite 4 pilastri centrali in direzione longitudinale. Inoltre la sovrastruttura per ogni pilastro e ogni spalla viene eseguita lateralmente. I pilastri vengono stabilizzati per mezzo di pali trivellati in calcestruzzo lunghi 40 m con $\varnothing$ 150 cm. Le rampe formate da un profilo di sezioni a cassone, sono composte da muri di sostegno alti 6 m con un basamento comune fondato in piano.



Visualizzazione del ponte di Kohlendreieck
 foto FFS Infrastruttura



Trave autovarante sulla rampa del viadotto Kohlendreieck e vista sulla sequenza delle pile

La pendenza longitudinale del ponte di Kohlendreieck varia da est a ovest da + 26 ‰ a - 30‰ nella direzione di marcia. L'elevazione massima dal piano del binario al terreno è di circa 10 m.

Precompressione longitudinale della sovrastruttura

La sovrastruttura dei due ponti viene completamente precompressa per sopportare frequenti carichi pesanti. La precompressione viene suddivisa in tre tipi:

- Precompressione della trave a sezione cava: (6 cavi 31 - 06) a precompressione continua collegata rispettivamente alle fasi di getto del calcestruzzo.
- Precompressione della campata (con sovrapposizione in corrispondenza dei pilastri) 2 - 4 cavi 31 - 06
- La testa del pilastro 0 - 2 cavi 19-06.

Il risultato è una compressione centrata del calcestruzzo di 35 - 55 N/mm².

In conformità alla norma SIA 262:2003, punto

3.4.2.2, i cavi di compressione sono stati classificati nella categoria C in riferimento alla resistenza a corrosione: cavi elettricamente isolati con guaina in materia plastica.

Le misure per garantire la durabilità sono applicate in conformità con la norma USTRA 12 010. I cavi di compressione della categoria C possono essere tenuti sotto controllo per mezzo di misure della resistenza in corso d'opera e di controlli periodici durante la fase di esercizio.

Carico d'urto

Una parte dei pilastri si trova all'interno della zona a rischio della tratta del binario. A seguito dell'analisi dei rischi secondo il Codice UTC 777-2, in alcune sedi sono previste delle paratie fisse. Inoltre tutti i pilastri vengono dimensionati per resistere a una forza d'urto di 5 MN con circa il 50% di incremento di riserva.

Procedimento

Per la realizzazione dei ponti è necessario riposizionare parzialmente i binari esistenti e mantenere libero il nuovo tracciato. Inoltre diversi binari devono essere smontati e spostati.

I lavori su questi binari a transito frequente possono essere realizzati in gran parte solo nelle ore notturne in assenza di traffico ferroviario.

Dopo la realizzazione dei lavori per pali, fondazioni, pilastri, spalle e rampe, iniziati con un largo anticipo di circa 3 anni nel caso del ponte di Letzigraben e di circa 1 anno per il ponte di Kohlendreieck, si può partire con la costruzione della sovrastruttura.

Il ponte di Letzigraben viene realizzato da est a ovest tramite una trave autovarante lunga 91 m, larga 12 m e alta 11 m.

La procedura di avanzamento, che prevede l'abbassamento dell'autovarante e il suo spostamento in corrispondenza del pilastro successivo, può essere avviata solo dopo l'indurimento del calcestruzzo e la trazione del cavo di precompressione. Non appena il becco di precompressione ha raggiunto il pilastro successivo, il ponteggio di precompressione vi si aggancia temporaneamente. A questo punto anche l'appoggio mobile (cavalletto a Y) può essere spostato dal pilastro precedente a quello successivo.

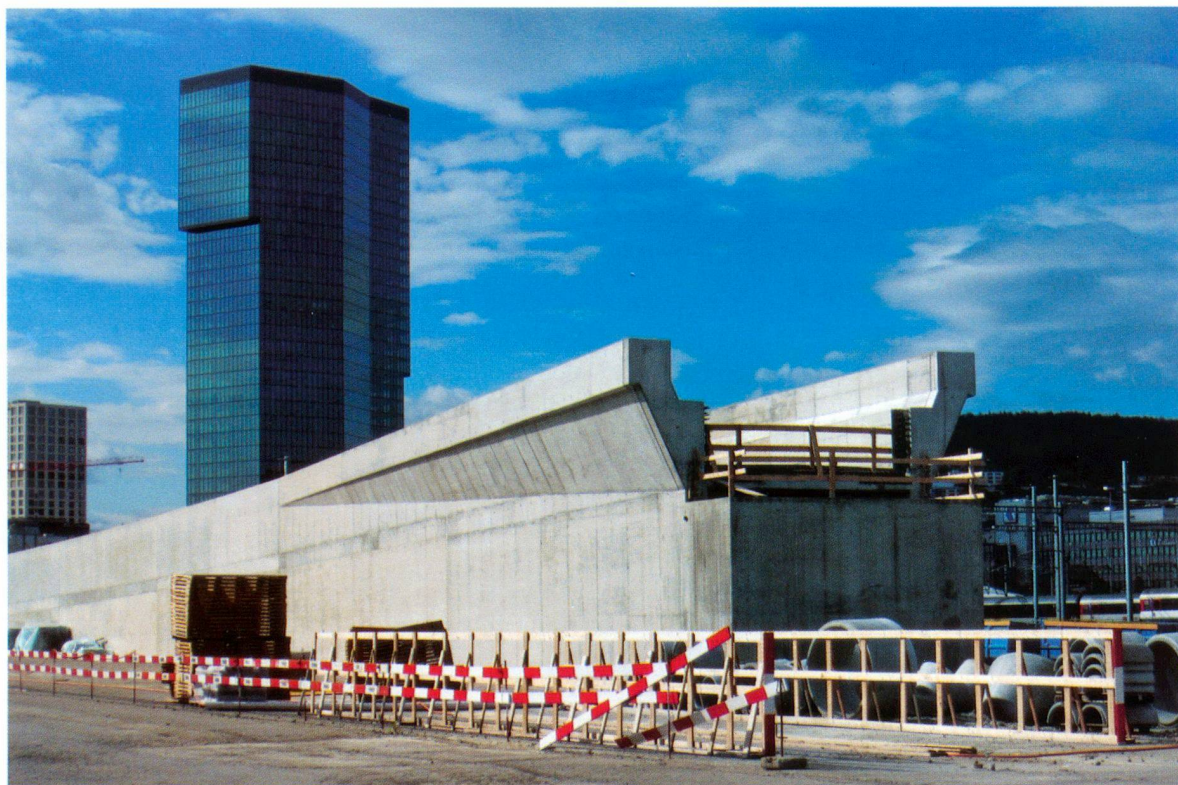
Per poter piazzare i casseri, posti lateralmente, sulla testa dei pilastri, è necessario estrarli come fossero dei cassetti. Dopo il passaggio dei pilastri, i casseri

vengono nuovamente ritratti e preparati per la fase successiva di getto del calcestruzzo. Il peso dell'autovarante, compresi i casseri, è di 650 t.

La sovrastruttura viene realizzata in due tappe di cui la prima, fino a + 55 cm dal piano dei binari, corrisponde a circa l'80 % del volume del calcestruzzo. Per la tappa più estesa del ponte di Letzigraben (tappa di 60 m) sono necessari complessivamente 860 mc di calcestruzzo, trasportato da una betoniera e messo in opera per mezzo di due pompe. Il getto per la prima tappa longitudinale dura fino a 16 ore. Il calcestruzzo è di qualità C30/37 XC4, XD1, XF3, CI 0.10.

Il sistema autovarante

La trave autovarante valica due pilastri adiacenti che distano tra loro, a seconda della luce, da 35 a 60 m. Installato al di sopra del ponte di Letzigraben per consentirne la costruzione, l'autovarante permette di realizzare la sovrastruttura senza che siano necessari appoggi temporanei intermedi tra i binari. L'intera struttura in acciaio viene consegnata in singoli elementi e assemblata in loco. I due ponteggi principali, del peso di 290 t sono già stati impiegati dieci anni fa per la costruzione del ponte sul Rodano, nel portale sud della Galleria di base del Lötschberg presso Raron. Le altre strutture, come del resto le parti meccaniche e idrauliche, sono state concepite appositamente per il ponte di Letzigraben.



Rampa di accesso al viadotto

I lavori per la struttura sopraelevata sono durati 4 mesi e si sono conclusi positivamente nell'ottobre 2011. Il 17 novembre 2011 sono iniziati i lavori di getto del calcestruzzo per le prime campate.

Rispettando il presupposto ritmo di cinque settimane per ogni tappa, sono stati necessari circa due anni e mezzo per la costruzione delle 24 tappe.

Costruzione del ponte di Kohlendreieck

A differenza del ponte di Letzigraben, il ponte di Kohlendreieck, più piccolo e in curva, viene costruito con una centina «convenzionale» che funge allo stesso tempo da ponteggio di protezione durante l'attraversamento dei vari binari. Il getto di calcestruzzo per la prima tappa ha avuto luogo il 14 agosto. Per la costruzione è previsto un ritmo di 6-8 settimane per ogni tappa. Una grande sfida per la primavera del 2013 sarà quella di attraversare l'edificio Hilfiker, posto sotto tutela dei beni culturali, con una sagoma di spazio libero di 80 cm, tramite un ponteggio fisso sovrastante.

* ingegnere ETHZ presso Bänziger Partner AG, Zurigo

I ponti di Letzigraben e Kohlendreieck

Committente	FFS SA, Berna
Progettazione e pianificazione	Studio associato d'ingegneria SLW+P Locher Ingegneri SA, Zurigo Schindler + Partner SA, Zurigo Bänziger Partner SA, Zurigo Wild Ingegneri SA, Küssnacht Gruner SA, Basilea
Esecuzione	Consorzio ABD Strabag SA, Zurigo; Stutz SA, Frauenfeld; Angliker SA, Emmenbrücke; Kibag SA, Zurigo; Frutiger SA, Thun
Servizi FFS	Infrastruttura grandi progetti Passante ferroviario di Zurigo
Costruzione al grezzo	2009 - 2012

Dati tecnici

Costi costruzione al grezzo CHF 180 Mio.

Lunghezza complessiva dei ponti ferroviari, incluse le rampe, 2,35 km ca.

Dimensioni ponti	Letzigraben	Kohlendreieck
Lunghezza totale	1600 m	760 m
Ponte	1156 m	394 m
Larghezza del ponte	10 m	10 m
Altezza dei piloni	3.2-3.7 m	3.7 m
Numero dei pilastri	23 pezzi	7 pezzi
Altezza massima dei pilastri	18 m	9 m

Cubature in calcestruzzo	Letzigraben	Kohlendreieck
Fondazioni	7600 mc	1800 mc
Pilastri	3000 mc	500 mc
Rampe	4000 mc	3900 mc
Sovrastuttura	16500 mc	5600 mc
Totale	31500 mc	11800 mc

Autovarante	
Struttura portante	67 m
Becco di varo	24 m
Lunghezza complessiva	91 m
Altezza ponteggi principali	5 m
Altezza complessiva	10 m
Peso complessivo dei casseri	650 t



Operazioni di scasseratura del capitello di una pila e, a destra, vista trasversale su pila e sezioni a geometria variabile su pila, capitello e appoggio

