

Digitalisierung für die Industrialisierung der Fassade eines Fussballstadions

Swissbau 2024

Ringo Perez Gamote
Senior Wissenschaftlicher Mitarbeiter
Leiter Forschungsgruppe Fassade & Metallbau

Technik & Architektur
18. Januar 2024

FH Zentralschweiz



Einleitung

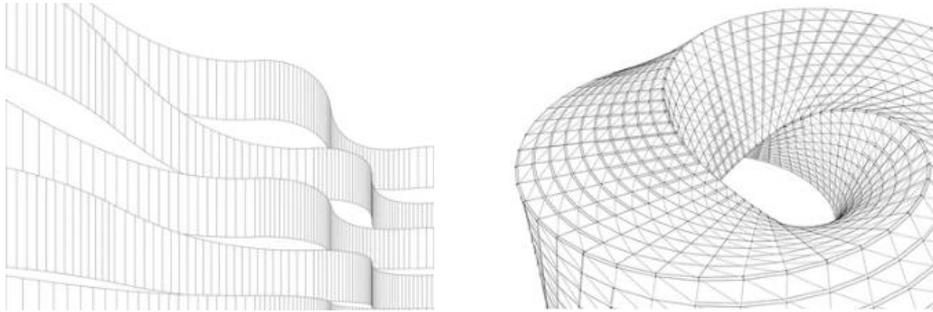
Architektur ist mehr als nur kastenförmige Gebäude. Komplexe Geometrien wie Freiformen mit verschiedenen Krümmungen lassen sich heute in 3D leichter definieren.

- Programmialgorithmen → Komplexe Geometrien
- CAD-CAM. (Computer-aided Manufacturing)
- CNC Techniken (Computerized Numerical Control):
 - Laserschneiden für Flachmaterialien und extrudierte Profile
 - CNC-Fräsmaschinen
 - 3D-Additive Manufacturing
 - Roboter-Schweissen
 - ...
- CAD Systeme mit visuellen CNC-Programmierungsplug-ins
- Software zur Unterstützung des parametrischen Designs



© Hotel Shoreditch- AQSO Arquitectos Office

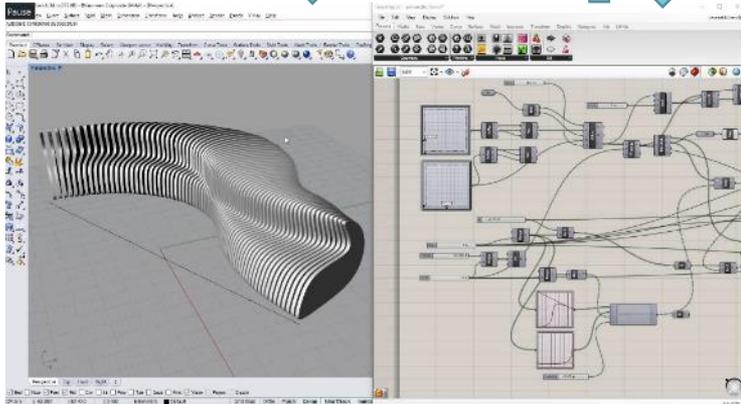
Einleitung



a, b



Planungsphase
b, c



Ausführungsphase
d, e



Schritte

- a) Konzeptionelle Gestaltung: erste Ideen
- b) Parametrisches Modell
- c) Vordimensionierung
- d) Entwurf für die Fertigung (Ausführung)
- e) Bemessung (Struktur, Bauphysik, usw...)

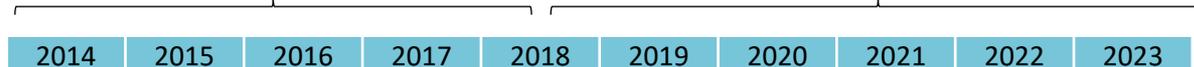
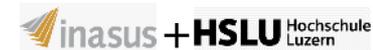
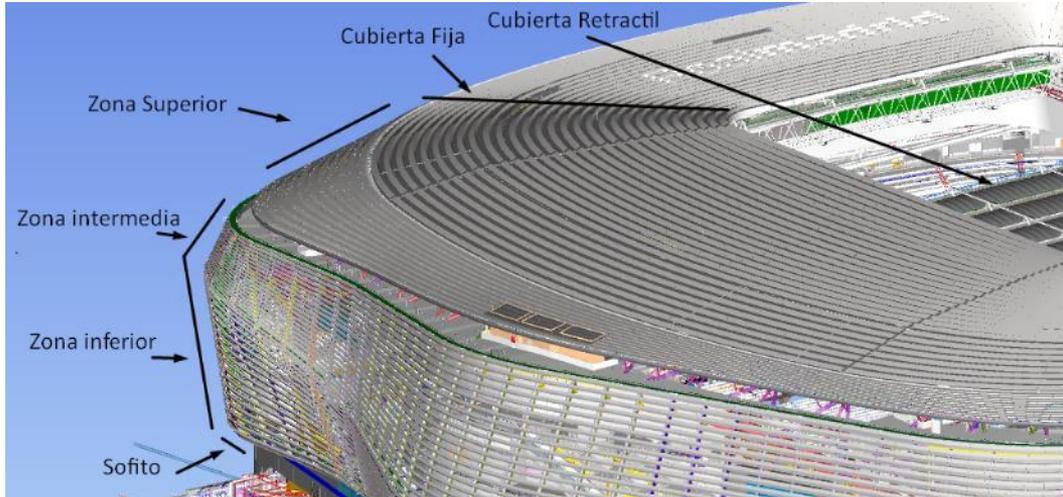
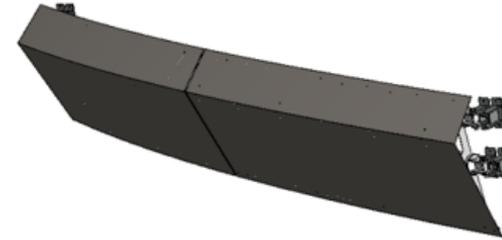


Lou Ruvo Center-Frank Gehry

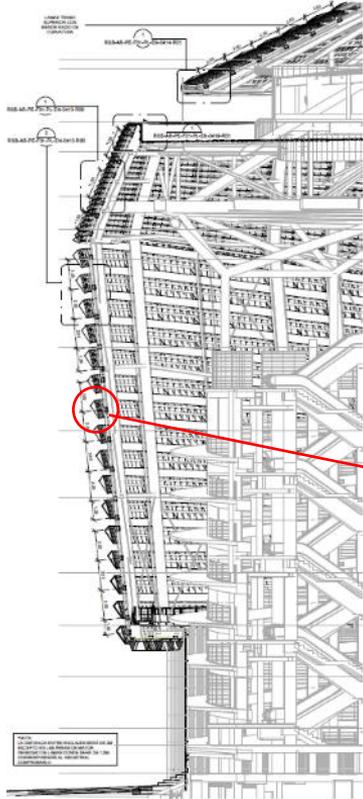
Präsentation des Bauwerks

Sanierung eines Fussballstadions

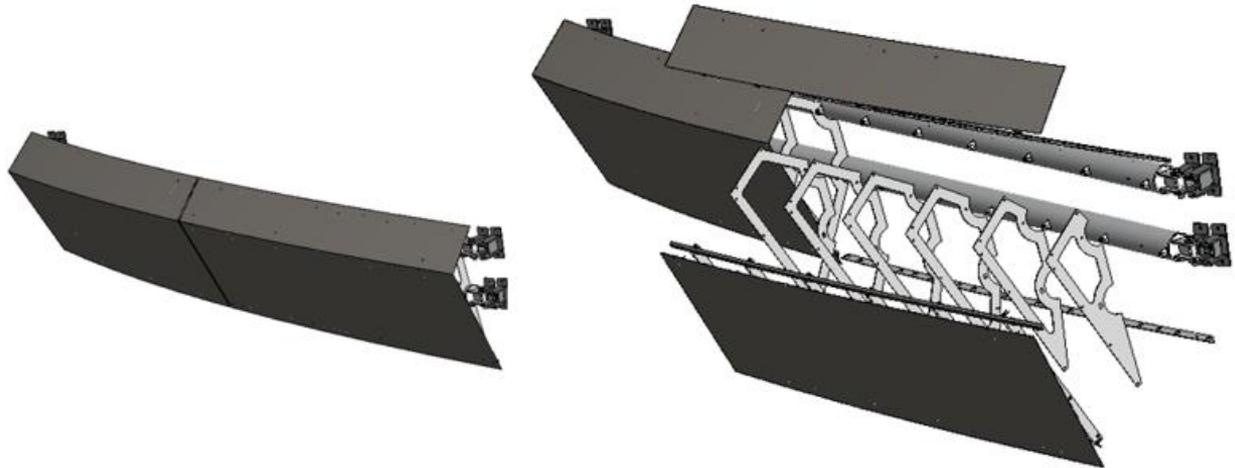
Fassade aus ca. 13250 verschiedenen Edelstahlelementen (Lamellen)



Präsentation des Bauwerks



→ Mehr als 500.000 verschiedene Bauteile!



Herausforderungen

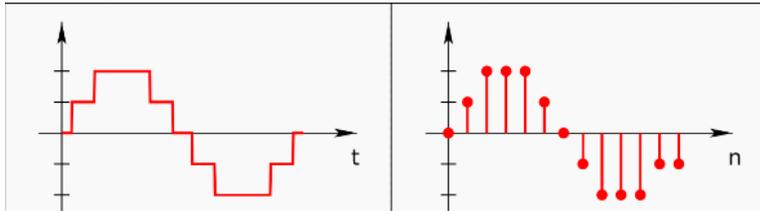
- Viele verschiedene Elemente, die nicht auf herkömmliche Weise hergestellt werden können → Zeitlich nicht realisierbar.
- Wirtschaftlichkeit und Terminplanung.
- Das Stadion muss während der Bauarbeiten geöffnet sein. (Spielbetrieb mit ca. 60'000 Fans)
- Kurze Vorlaufzeit für Herstellung, Montage und Installation.
- Definition eines Systems, das sich schnell installieren lässt. (Madrid)



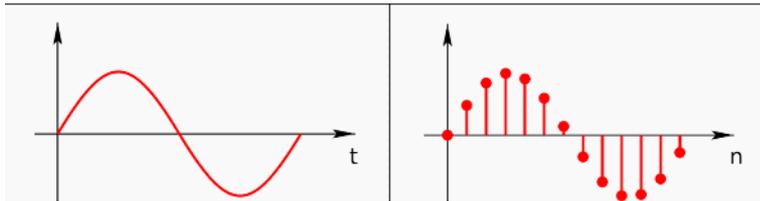
Wie können wir das tun?

zwei Optionen:

- A. Definition eines diskreten Systems, das es ermöglicht, die Anzahl der verschiedenen Elemente durch Standardisierung im Design zu reduzieren.

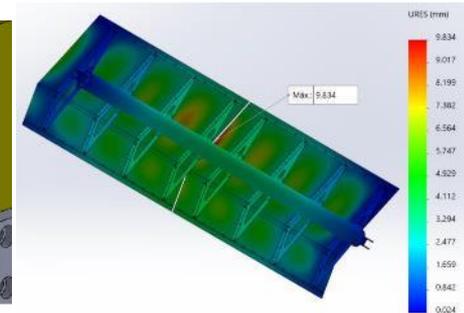
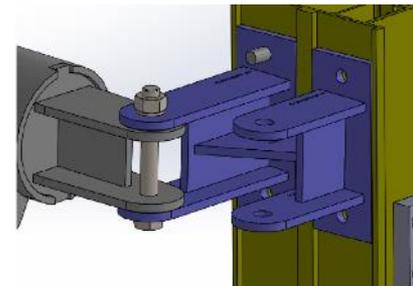
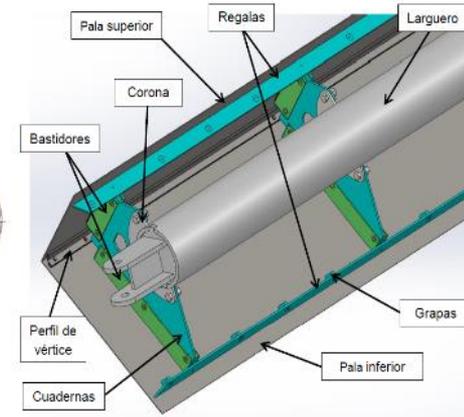
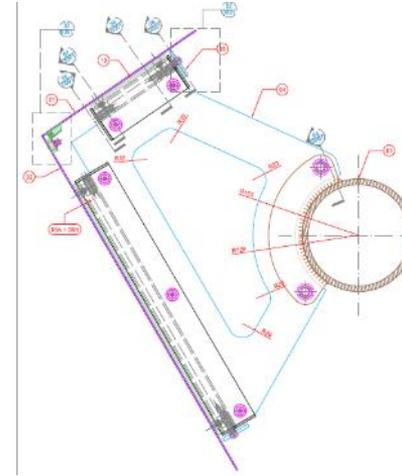


- B. Definition eines **parametrisierten kontinuierlichen Systems**, das an jede Geometrie angepasst werden kann.



Digitalisierung der Herstellungsprozesse

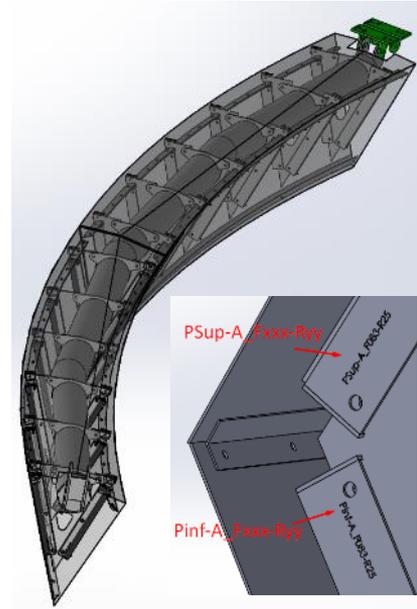
- Definition und Bemessung des Konstruktionssystems
- Parametrisierung des Designs. Festlegung von Designparametern
- Erstellung von parametrischen **3D-Fertigungsmodellen**
- Produktion ohne Fertigungszeichnungen.
Daten Files: [.xls; .dxf; .step]



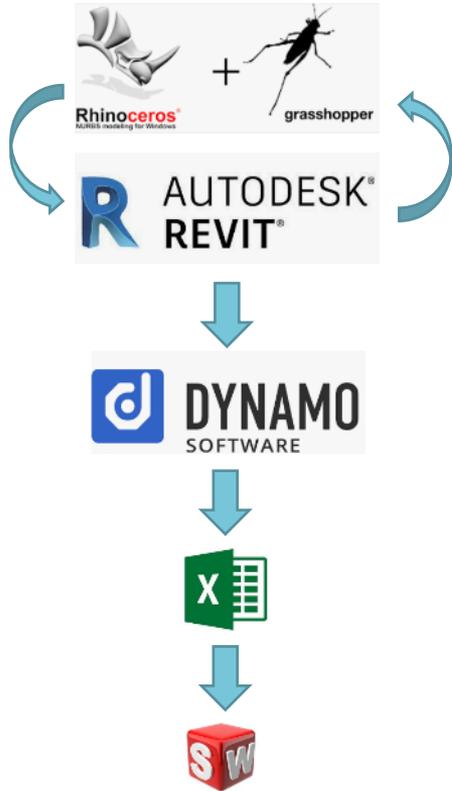
3D-Fertigungsmodellen. Produktion ohne Fertigungszeichnungen

Wichtige Faktoren

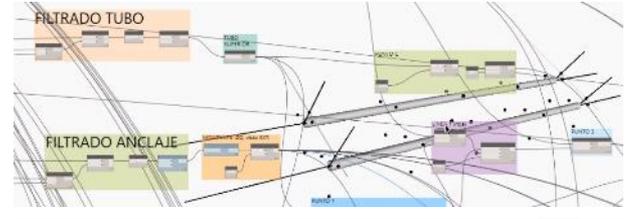
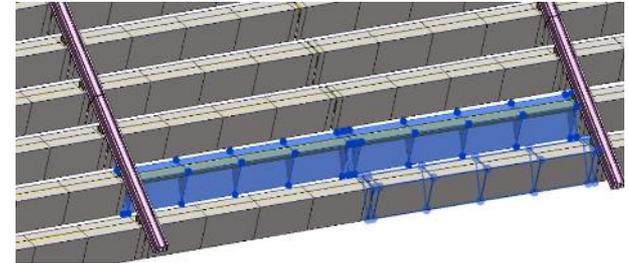
- Codierung für Design
→ Element eindeutig
- Codierung für Herstellung
- Parametrische Modelle für Herstellung
- Schulung der Mitarbeiter:
Kenntnis des Codes
- Logistik: Materialfluss



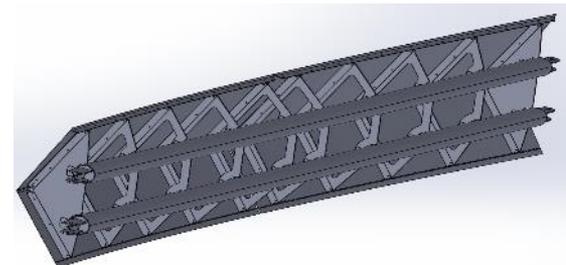
Digitalisierung der Herstellungsprozesse: Software



- Geometrisches Design
- Positionierung von Elementen in einem 3D-Modell
- Routinen: Bestimmung der Koordinaten von geometrischen Punkten in Tabellen
- Erstellung von Konfigurationen und Unterkonfigurationen für die verschiedenen parametrischen Modelle
- Erstellung der parametrischen Fertigungsmodelle der einzelnen Elemente
- Erstellung der Dokumentation für die Fertigung [.xls; .dxf; .step]

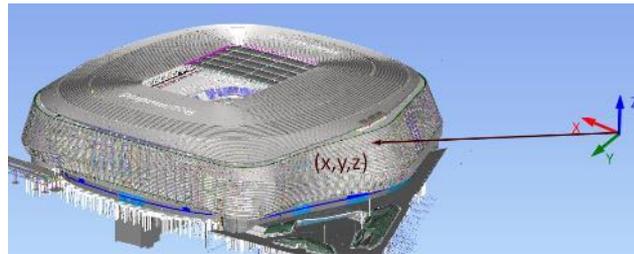
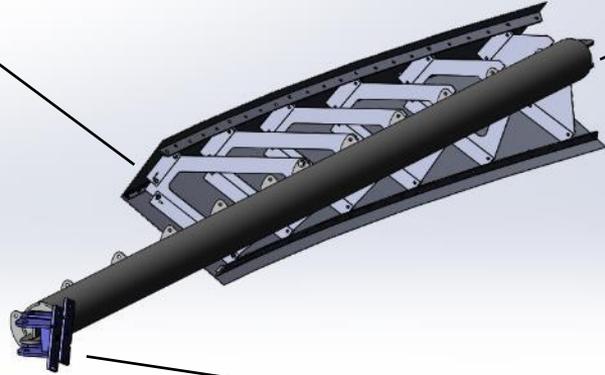


ITEM	DESCRIPTION	QUANTITY	UNIT	DATE	BY	APP	REVISION
F001-010	...	1	...	...	...	...	...
F001-011	...	1	...	...	...	...	...
F001-012	...	1	...	...	...	...	...
F001-013	...	1	...	...	...	...	...
F001-014	...	1	...	...	...	...	...
F001-015	...	1	...	...	...	...	...
F001-016	...	1	...	...	...	...	...
F001-017	...	1	...	...	...	...	...
F001-018	...	1	...	...	...	...	...
F001-019	...	1	...	...	...	...	...
F001-020	...	1	...	...	...	...	...
F001-021	...	1	...	...	...	...	...
F001-022	...	1	...	...	...	...	...
F001-023	...	1	...	...	...	...	...
F001-024	...	1	...	...	...	...	...
F001-025	...	1	...	...	...	...	...
F001-026	...	1	...	...	...	...	...
F001-027	...	1	...	...	...	...	...
F001-028	...	1	...	...	...	...	...
F001-029	...	1	...	...	...	...	...
F001-030	...	1	...	...	...	...	...
F001-031	...	1	...	...	...	...	...
F001-032	...	1	...	...	...	...	...
F001-033	...	1	...	...	...	...	...
F001-034	...	1	...	...	...	...	...
F001-035	...	1	...	...	...	...	...
F001-036	...	1	...	...	...	...	...
F001-037	...	1	...	...	...	...	...
F001-038	...	1	...	...	...	...	...
F001-039	...	1	...	...	...	...	...
F001-040	...	1	...	...	...	...	...
F001-041	...	1	...	...	...	...	...
F001-042	...	1	...	...	...	...	...
F001-043	...	1	...	...	...	...	...
F001-044	...	1	...	...	...	...	...
F001-045	...	1	...	...	...	...	...
F001-046	...	1	...	...	...	...	...
F001-047	...	1	...	...	...	...	...
F001-048	...	1	...	...	...	...	...
F001-049	...	1	...	...	...	...	...
F001-050	...	1	...	...	...	...	...



Paramétrische Modelles für Herstellung

Núm.	Código	MODELO	Versión	Nombre	Tabla excel
1	L_MT_F	Lama Monotubo Fachada	v9.12.9	L Monotubo_9.12.9	A
2	L_BT_F	Lama Bitubo Fachada	v7.7.16	L Bitubo(6.33)_7.7.15	B
3	L_MT_ZS	Lama Monotubo Zona Superior	v1.4.15	L Monotubo_13.10.3)_Zona superior_1.4.14	K
4	L_BT_ZS	Lama Bitubo zona Superior	v1.3.15	L Bitubo zona Sup-(7.6.3)_1.3.15	L
5	L_Sof	Lama Sofito	v2.9.4	L Sofito (v_9.10.3)v2.9.4	M
6	L_MT_JD_F-IMP	Lama Monotubo Junta dilatacion IMPAR Fachada			A*
7	L_MT_JD_F-PAR	Lama Monotubo Junta dilatacion PAR Fachada			A
8	L_MT_JD_ZS-PAR	Lama Monotubo Junta dilatacion PAR Zona Superior			A
9	L_Sof-JD-PAR	Lama Sofito Junta dilatacion PAR			M
10	L_MT-Bomb	Lama Monotubo bomberos [8]			J
11	L_MT_JD_ZS-IMP	Lama Monotubo Junta dilatacion IMPAR Zona Superior			A
12	L_MT_ZS_ESTE	Lama Monotubo zona superior en fachada Este	v1.3.2	L MT_ZS_Estancia_(1.4.15)v1.3.2	P
13	L_BT_ZS_ESTE	Lama Bitubo zona superior Estancia	V1.3	L Bitubo zona Sup-Estancia-(7.6.3)_1.3.15_V1.3	Q
14	L_MT_ZS_Tram	Lama Monotubo zona superior Torres refrigeracion	V1.0.10	L Torres Ref_(1.4.15)_1.0.10	H
141	L_MT_ZS_Tram ex-R06	Lama Monotubo zona superior Torres refrigeracion-R06	V1.3.2	L MT_ZS_Tramex-R06_1.3.2	H-1
15	L_MT-Bomb-Diagon	Lama Monotubo bomberos Diagonales	v1.1.3	L Monotubo_9.12.2_Lama Bomberos-A(1.1.3)	AA
16	L_BT_JD_F-IMP	Lama Bitubo Junta dilatacion IMPAR Fachada			B
17	L_BT_JD_F-PAR	Lama Bitubo Junta dilatacion PAR Fachada			B
18	L_MT_F-Deriv1	Lama Monotubo Fachada-Derivada 1	(v9.12.9)_1.1	L Monotubo_9.12.9_(Derivado_1)v1.1	A
19	L_Sof-JD-IMP	Lama Sofito Junta dilatacion IMPAR			M
20	L_MT_ZS_ESTE-Deriv1-CON ANGULAR	Zona Estancia MT_zona superior-Derivado-CON ANGULAR	(v1.3.2)_v2_2	L MT_ZS_Estancia_(1.4.15)_v1.3.2-Derivado-CON ANGULAR_v2.2	R2
201	L_MT_ZS_ESTE-Deriv1-SIN ANGULAR	Zona Estancia MT_zona superior-Derivado-SIN ANGULAR	(v1.3.2)_v2_2	L MT_ZS_Estancia_(1.4.15)_v1.3.2-Derivado-SIN ANGULAR_v2.2	R1



20	T_MT_F	Tubo Monotubo Fachada	v6.5	Tubo Monotubo_6.5	C
21	T_BT_F	Tubo Bitubo Fachada	v10.5.1	Tubo Bitubo_(4.1)_6.5.1	D
22	I_Mt_ZS	Tubo Monotubo zona superior	v2.5.1	Tubo_Zona superior Monotubo_(6.4)_2.5.1	L
23	I_Bt_ZS	Tubo Bitubo zona superior	v2.9	Tubo Bitubo_Zona superior(6.1)_2.9	U
24	I_Sof	Tubo Sofito	v1.9	Tubo Sofito(6.4)_v1.9	N
25	T_MT-JD-F	Tubo Monotubo Junta dilatacion Fachada			C
26	I_BT_JD_F	Tubo Bitubo Junta dilatacion Fachada			U
27	I_Mt_ZS	Tubo Monotubo Junta dilatacion Zona Superior			C
28	I_Sof-JD	Tubo Sofito Junta dilatacion			N
29	MT_Bomb	Tubo Monotubo bomberos Diagonales	v1.1	Tubo MT_BombBomberos Diagonales v1.1	I
30	I_Mt_ZS-Deriv1	Tubo Monotubo fachada derivada 1	(v6.5)_1.2	Tubo Monotubo_6.5_Derivado_1v1.2	C
31	L_MT_Tramex	Tubo Monotubo Trames	v1.0	Tubo_Zona Trames_(6.4)_2.5.1)_1.0	C
32	MT_Tramex-R6	Tubo Monotubo Trames-R06	v1.0	Tubo_ZS R6 Trames_(2.5)_v1.0	C

40	A3_Do	Anclaje 3 Doble	V.8.0	Anclaje 3 Doble AMFox Rxy Tr v. 8.0	E
41	A3_S_R	Anclaje 3 Simple base exterior (esta lama desde exterior)	v2.2	Anclaje 3 Simple R AMFox Rxy Tr (v.01.0)_2.2	F
42	A3_S_L	Anclaje 3 Simple base interior (esta lama desde exterior)	v2.2	Anclaje 3 Simple L AMFox Rxy Tr (v.01.0)_2.2	G
43	A3_Sof	Anclaje 3 Sofito	v5.0	Anclaje 3_Tipo Sofito_v5.0	U
44	A3_Sof_R50	Anclaje 3 Sofito en zona de quibron	v5.0	Anclaje 3_R50 Sofito_v5.0	U
45	A3_S_NLD	Anclaje 3 Doble-LINIA DE DILATACION (esta lama desde exterior) Junta Estancia		Anclaje 3 Doble-LINIA DE DILATACION v. 3.0	V
46	A3_S_45	Anclaje 3 Doble-DIAGONAL (esta lama desde exterior) Junta Estancia		Anclaje 3 Doble-LINIA DE DILATACION v. 1.0	D
47	A3_Sof_JD_R	Anclaje 3 Sofito en Junta de dilatacion lado INTERIOR (esta lama desde exterior)	v7.0	Anclaje 3 DOBLE R - JD Sofito v. 7.0	D
48	A3_Sof_JD_L	Anclaje 3 Sofito en Junta de dilatacion lado EXTERIOR (esta lama desde exterior)	v7.0	Anclaje 3 DOBLE R - JD Sofito v. 7.0	D
49	A3_Sof_180	Anclaje 3 Doble-180 en zona de dilatacion ESTE DERECHO (esta lama desde exterior)			
49	A3_Sof_180	Anclaje 3 Doble-180 en zona de dilatacion ESTE DERECHO (esta lama desde exterior)			
50	A3_Sof_180	Anclaje 3 Doble-180 en zona de dilatacion ESTE DERECHO (esta lama desde exterior)			
50	A3_Sof_180	Anclaje 3 Doble-180 en zona de dilatacion ESTE DERECHO (esta lama desde exterior)			
51	A3_Doble_JD	Anclaje 3 Doble-LINIA DE DILATACION (esta lama desde exterior) Junta de dilatacion	V_8.1	Anclaje 3 Doble-LINIA DE DILATACION v_8.1	F
52	A3_Do_LD	Anclaje 3 Doble-LINIA DE DILATACION (esta lama desde exterior) Junta de dilatacion	V_8.1	Anclaje 3 Doble R Junta Dilatacion v_8.1	E

Montage auf der Baustelle



Montage auf der Baustelle



Montage auf der Baustelle



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

Swissbau 2024

Ringo Perez Gamote

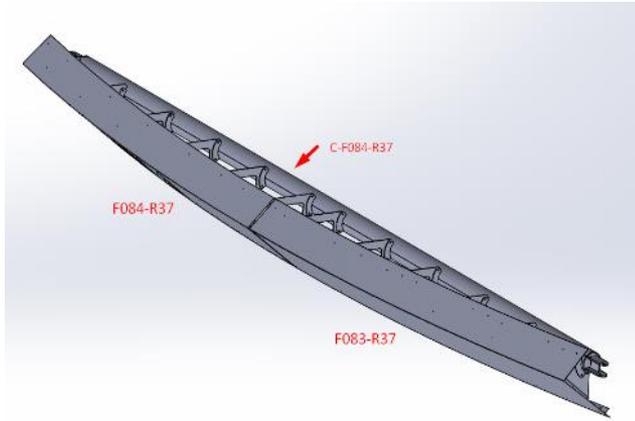
Senior Wissenschaftlicher Mitarbeiter
Leiter Forschungsgruppe Fassade & Metallbau

Technik & Architektur

18. Januar 2024



Codierung



R01
R02
...
Ryy
Ry(y+1)

Dehnungsfugen-Lamellen

Lamellen Bitubo

Lamellen Montutubo

Fxx(x+1)

Fxxx

F001

F236

