

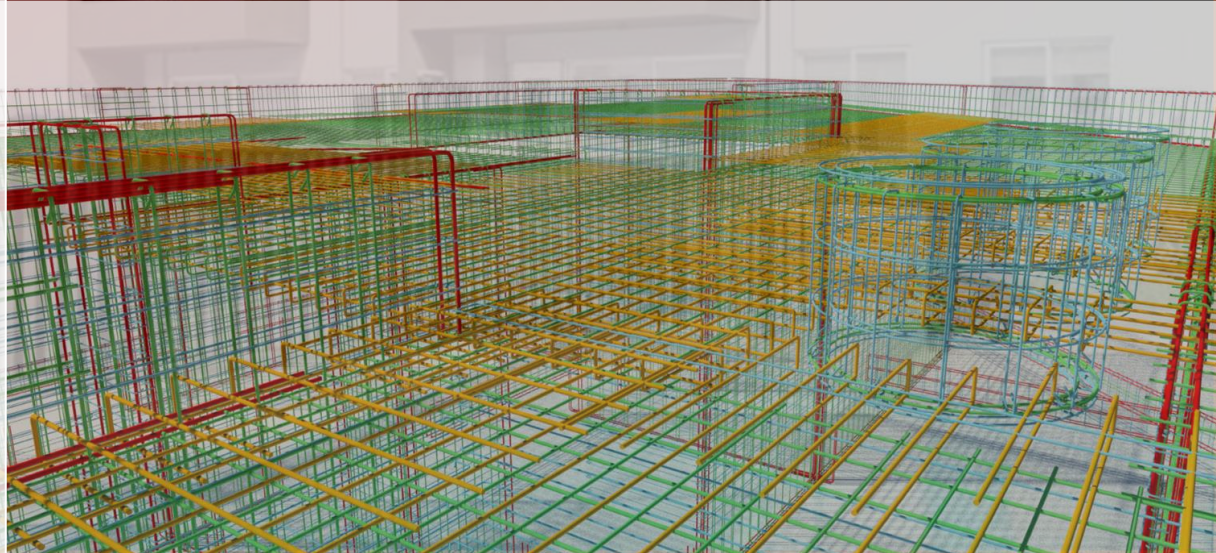
Inteligencia Constructiva Digital: Armadura de obra gruesa

Edificio Tempo Mackenna (2023)



Temas

1. ¿De qué se trata?
2. Llamado a innovar
3. Sistema de trabajo
4. Novedades a nivel de industria
5. Impacto en materiales
6. Impacto en Mano de Obra Directa
7. Impacto general
8. Conclusiones y recomendaciones



¿De qué se trata?

Colaboración estratégica entre mandante, calculista, empresa constructora, Planta de CYD industrializado y siderúrgica, resultando en una nueva metodología de trabajo:

- Inmobiliaria Puangue
- Icafal Ingeniería y Construcción
- Ruiz y Saavedra
- Armacero
- AZA

Se creó una mesa de trabajo transversal donde se puso a disposición del proyecto todo el know how de la cadena de valor de la obra gruesa, para optimizar esta partida en la etapa de proyecto y construcción.

La necesidad abordada fue la optimización de la gestión y documentación de la enfierradura, mediante tecnología de punta en etapas tempranas

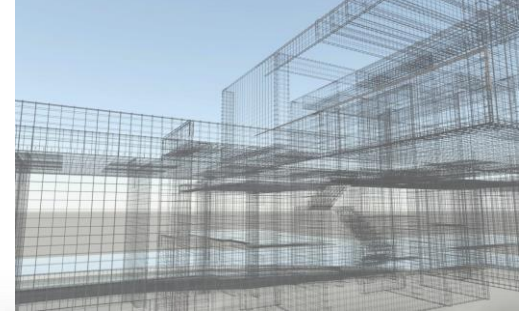
The logo for icafal, featuring the word "icafal" in white lowercase letters on an orange rectangular background.The logo for RUIZ SAAVEDRA INGENIERIA, featuring a stylized "RS" monogram in a square on the left and the text "RUIZ SAAVEDRA INGENIERIA" in a sans-serif font on the right.The logo for ARMACERO, featuring a green stylized arrow pointing right and the word "ARMACERO" in a bold, sans-serif font.The logo for AZA icd, featuring the AZA logo (AZA Acero Sostenible) in a square on the left and the text "icd" in a large, bold, sans-serif font on the right, with "Inteligencia constructiva digital" in smaller text below it.The logo for CBC, featuring a stylized square with a yellow and green gradient on the left and the letters "CBC" in a bold, blue, sans-serif font on the right, with "Corporación de Bienes de Capital" in smaller text below it.

LLAMADO A INNOVAR

La gestión tradicional de proyectos tiene una serie de desafíos

- Estandarizar información para colaboración entre partes
- Trazabilidad efectiva desde el diseño hasta la construcción
- Agilidad en corrección oportuna de desviaciones
- Minimizar intermediarios y malentendidos
- Eliminar duplicidad de trabajo

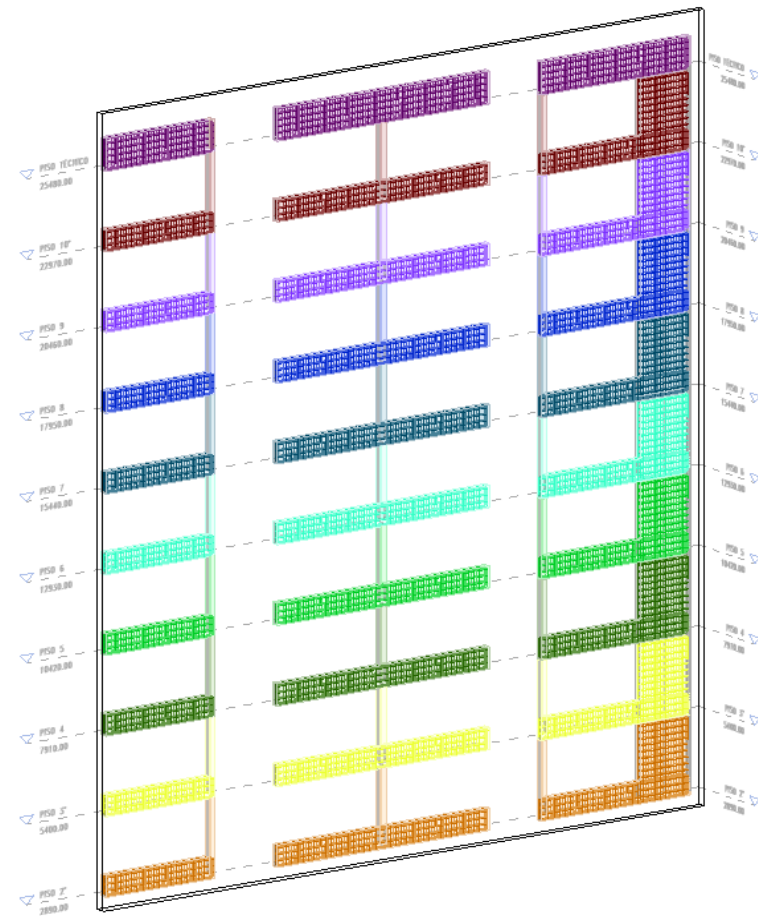
"Como resultado se plantea la co-creación de un nuevo sistema de trabajo. En este caso, la necesidad abordada fue la optimización de la gestión y documentación de la enfierradura, mediante tecnología de punta en etapas tempranas".



Sistema de trabajo

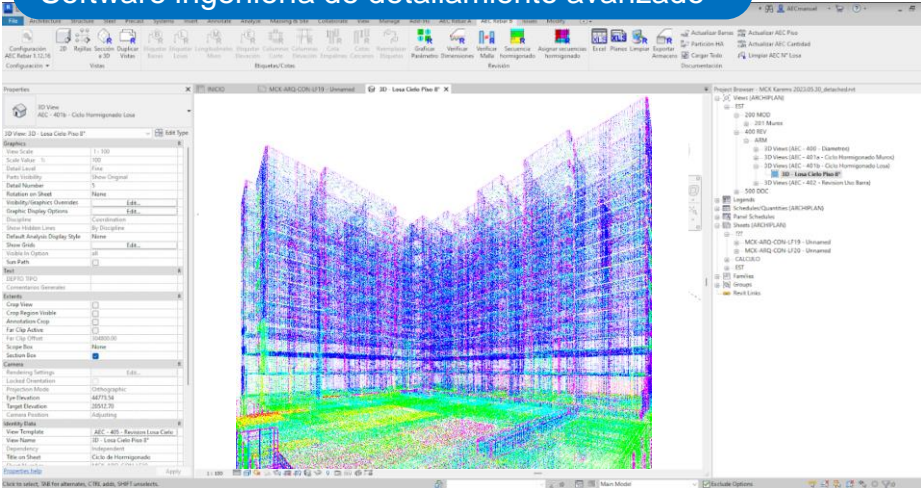
El equipo de trabajo y la tecnología disponible para el proyecto permitió rediseñar la metodología de trabajo tradicional al incorporar.

- Modelo BIM 100% construible desde etapa de diseño, de administración colaborativa y con gobernanza clara
- Detallamiento avanzado de enfierradura en 3D, con información detallada para fabricación y trazabilidad en obra. Herramientas informáticas desarrolladas especialmente para este tipo de proyectos.
- Optimización de proyecto de cálculo: cubicaciones y pérdidas
- Conexión automática de modelo 3D con planta de corte y doblado 100% confiable. Eliminando la digitación manual.
- Pedido de obra a planta de acuerdo a logística y ciclos de trabajo propios de su construcción, gracias al paquetizado generado en etapa de diseño.



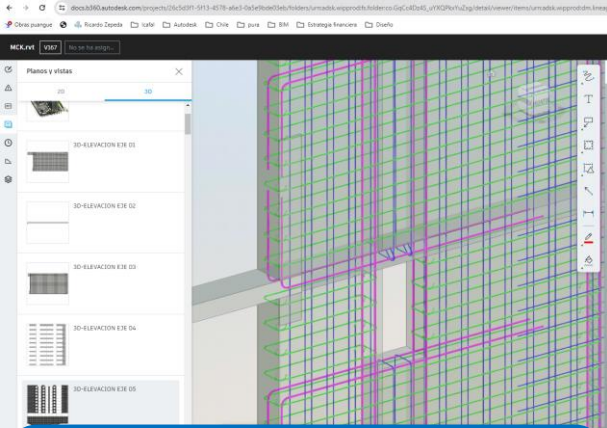
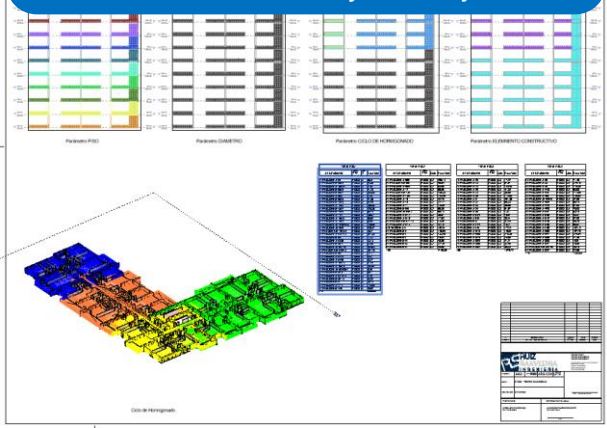
Sistema de trabajo

Software ingeniería de detallamiento avanzado



- Construcción Digital. Modelo 100% Construible.
- Metadata flexible para gestión de enfierradura
- Base de datos con representación gráfica 3D
- Conexión directa que elimina duplicidad de trabajo

Planos de fabricación y montaje



Visualizador web para terreno



Sistema de trabajo



Modelo 3D Avanzado



Software planta C&D para interpretación modelo 3D



C&D - enfierradura industrializada

Sistema de trabajo



Sistema paquetización y trazabilidad en terreno



Novedad a nivel de industria

- **INTEGRACIÓN TRANSVERSAL Y TEMPRANA.** Todos los actores de la obra gruesa reunidos en etapa de diseño.
- Metodología sencilla que no implica costos adicionales ni conocimientos especiales del equipo de obra.
- Las obras fácilmente pueden trabajar con su logística propia, el sistema es flexible.
- Traspaso efectivo del conocimiento interdisciplinario. Anticipación de conflictos en obra.
- Reducción de tiempos de respuesta y cantidades de RDI's.
- Tecnología de punta que habilita el desarrollo del proyecto en plazos reales.
- Tecnología interconectada en tiempo real y validada por la cadena completa.



AZA
Acero Sostenible®

Impacto en Materiales

- Presupuesto tradicional 447 ton

V/S

Cubicación BIM 400 ton

- Pérdida teórica tradicional 12% (47 ton)

V/S

Resultados reales 1,8 % (6,7 ton)

RCO-Met - [Leyendo presupuesto [Edificio TIEMPO MACKENNA - Suma Alzada]]

Archivo Ventanas Ayuda

Fecha Mensaje

Control de Ingresos

Nom	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Total		
001	3 FERRO y ESTRUCTURA METALICA						
000	3.1 Fierro Edificio	KG	202.942,00	1.342.120,00	270.744.380,5700		
Sec	UA Código Descripción	Unidad	Cantidad	Fórmula	U/P	Precio	Total
001	00012 Fierro A63-42H	KG	1.0000	5	850,0000	850,5000	
002	00098 Alambre negro del 18	KG	0,0200	5	1.418,0000	28,3780	
003	00401 Jornal	HD	0,0010	70	20.500,0000	34,8500	
004	00667 SIC M O Esferadura	KG	1,0000	0	385,0000	385,0000	
003	3.2 Fierro Subterráneo	KG	164.125,00	1.342.120,00	220.276.750,0000		
Sec	UA Código Descripción	Unidad	Cantidad	Fórmula	U/P	Precio	Total
001	00012 Fierro A63-42H	KG	1.0000	5	850,0000	850,5000	
002	00098 Alambre negro del 18	KG	0,0200	5	1.418,0000	28,3780	
003	00401 Jornal	HD	0,0010	70	20.500,0000	34,8500	
004	00667 SIC M O Esferadura	KG	1,0000	0	385,0000	385,0000	
004	3.3 Fierro Escalera	KG	0.760,00	1.629,2010	1.195.362,9000		
Sec	UA Código Descripción	Unidad	Cantidad	Fórmula	U/P	Precio	Total
001	00012 Fierro A63-42H	KG	1.0000	5	850,0000	850,5000	
002	00098 Alambre negro del 18	KG	0,0200	5	1.418,0000	28,3780	
003	00401 Jornal	HD	0,0010	70	20.500,0000	34,8500	
004	00667 SIC M O Esferadura	KG	1,0000	0	385,0000	385,0000	
005	01982 SikaDur 31	KG	0,0000	5	7.862,0000	247,8530	
005	3.4 Perfiles refuerzo Ventanas (kg) - 60*42*3	KG	471,00	4.000,0000	1.884.000,0000		
006	3.5 Est. Met. Cubierta Loc. Comy Sector Cam.	KG	404,00	4.000,0000	1.616.000,0000		

Total Fierro A63-42H:
447.067kg

Precio total del material: \$
399.007.298

Pérdida teórica:

- 5%
- 21.289 Kg
- \$
19.000.348

En obra se trabajó con escaleras prefabricadas de unión seca. Se excluye el fierro involucrado para el presente análisis

1- Mensaje 2- Costos Generales 3- Utilidades 4- Total Neto (1+2+3)

0.171.498.193,8363 0,0000 0,0000 0.171.498.193,8363

5- IVA 6- Decreto Ley 910 Total del presupuesto (4+5+6)

0,0000 0,0000 0.171.498.193,8363



Impacto en Mano de Obra Directa

- Supervisor de enfierradura deja de cubicar y desarrollar despiece, sólo coordina pedidos de enfierradura
- Una cuadrilla tradicional considera un cortador/doblador cada 6 maestros (una cuadrilla). Este cargo deja de existir
- Aumento del rendimiento de montaje de 170 a 220 kg/Hombre día
- Ahorro de 12% del presupuesto de instalación de enfierradura, por optimización de HH en instalación



Impacto Global

- Reducción de accidentes por cortado y doblado industrializado.
- Ahorro total de 40 \$MM en conceptos de material, residuos y mano de obra directa.
- Oportunidad de optimizar el ciclo de obra gruesa (enfieradura, moldaje y hormigón), apalancado en un mayor rendimiento de los enfierradores.
- Impacto en duración total de la etapa de obra gruesa. En obras similares se tienen retrasos de 40 días hábiles bajo el sistema tradicional, resultando en aproximadamente \$120 MM en gastos generales de construcción.
- Maqueta digital avanzada de obra gruesa con toda la documentación para la operación y mantenimiento del activo.



Conclusiones

- La optimización de las partidas independientes, sin considerar el impacto en otras partidas, genera un proyecto ineficiente.

Ejemplo de esto es la inserción de enfierradura productiva, fácil de fabricar y montar, que acelera los tiempos de ejecución impactando positivamente en el plazo y ciclos de construcción, reduciendo incluso gastos generales de obra, que son más relevantes que el aumento de material a usar.

- El producto final que llega a la obra es resultado de un **trabajo coordinado y anticipado** por el ingeniero, la inmobiliaria, la constructora y el proveedor del material.
- Al **aumentar el rendimiento de la partida enfierradura**, hay una oportunidad de acelerar el ciclo de obra gruesa en instalación de moldaje y hormigonado.
- La **construcción virtual anticipada** permite visualizar y anticipar posibles contratiempos en etapa de construcción. En la eventualidad de un incidente real, la trazabilidad y capacidad del sistema, permite una rápida reacción.

