

— PROPUESTA TÉCNICA · SOBRE B

Mejoras en el Intercambiador de Transportes de **La Laguna**



Índice general

Mejoras en el Intercambiador de Transportes de La Laguna

CONFIDENCIAL

Expte. T-OB 70.1/4.2026.

A

Organización de las obras

APARTADO A · DOCUMENTACIÓN GRÁFICA · NO COMPUTA

A1 · Gantt

Diagrama de Gantt A3

A3 · 3 HOJAS

A2 · Equipos

Organización, equipos y logística

A3 · 2 HOJAS

B

Memoria técnica — apartado b

PLAN DE EJECUCIÓN Y DESARROLLO DE LOS TRABAJOS

PÁGS 1-8

b.1 proceso constructivo e idoneidad · **b.2** viabilidad y singularidades (pasarela, apeo de cerchas, forjados, dársenas) · **b.3** progreso, rendimientos y solapes · **b.4** documentación gráfica de apoyo (b.4.1 · b.4.2 · b.4.3 I)

b.4

Documentación gráfica de apoyo

b.4.1

Implantación

A3 · 12 HOJAS

b.4.2

Procedimientos constructivos

A3 · 14 HOJAS

b.4.3

Secuencia de planificación 4D

A3 · 13 HOJAS

C·D·E

Memoria técnica — apartados c · d · e

PUNTOS CRÍTICOS · PREVENCIÓN Y SEGURIDAD · SOSTENIBILIDAD

PÁGS 9-20

c

Análisis de puntos críticos y resolución de complicaciones

c.1 puntos críticos · **c.2** problemática, interferencias y riesgos técnicos · **c.3** metodología y métodos alternativos · **c.4** operatividad y seguridad de usuarios · **c.5** minimización de impacto

d

Organización de la prevención y seguridad en la obra

d.1-d.4 organigrama preventivo, recursos, funciones y coordinación de subcontratistas · **d.5** análisis del ESS (12→20 meses) · **d.6** situaciones de emergencia

e

Sostenibilidad medioambiental y reducción de emisiones

e.1-e.4 maquinaria, control de polvo, ruido y vibraciones, plan logístico · **e.5** auditoría ambiental y huella de carbono ISO 14064 (-35 %)

[illegible]



1 Equipos de ejecución

18 EQUIPOS PRODUCTIVOS · CUADRILLA · MAQUINARIA · MEDIOS AUX. · RENDIMIENTOS · Nº EQUIPOS DEL PROGRAMA

IMP IMPLANTACIONES Vallado, desvíos y acometidas provisionales · F0A 6 OPERARIOS1 EQUIPO ● CUADRILLA 1 Encargado de implantación 2 Oficiales 1ª montaje 3 Peones señalistas ■ MAQUINARIA 1 Camión grúa ligero · Stage V 1 Plataforma elevadora tijera · 100% eléctrica batería Li 1 Furgoneta de equipo · Euro VI Medios auxiliares: Vallado modular y balizamiento · Casetas de obra y aseos · Señalización TS provisional · Grupo electrógeno de arranque RENDIMIENTOS Vallado / desvío provisional 120 m³/día	MOV MOV. TIERRAS Excavación y explanaciones · F1-F4 5 OPERARIOS1 EQUIPO ● CUADRILLA 1 Encargado 2 Maquinistas 2 Peones ■ MAQUINARIA 1 Retroexcavadora mixta · Stage V · FAP+SCR 1 Miniexcavadora · eléctrica / Stage V 1 Camión basculante · Euro VI Medios auxiliares: Entibaciones · Bomba de achique · Riego anti-polvo RENDIMIENTOS Excavación / explanación 200–250 m³/día	DEM DEMOLICIONES Demolición selectiva interior y desmontajes · F3G 6 OPERARIOS2 EQUIPOS ● CUADRILLA 1 Encargado de demolición 2 Oficiales 1ª demolición 3 Peones especialistas ■ MAQUINARIA 1 Robot de demolición · 100% eléctrico (interior) 1 Miniexcavadora c/ martillo · Stage V · FAP+SCR 1 Retro c/ martillo hidráulico · Stage V 1 Cortadora de pavimento · hidráulica · corte con agua Medios auxiliares: Confinamientos y aspiración de polvo · Contenedores RCD segregados · Andamios y apeos puntuales · Sismógrafo de control RENDIMIENTOS Demolición selectiva 25–40 m³/día Desmontaje / saneo 70–240 m³/día	DRE DRENAJE Red de drenaje y saneamiento · F4H 5 OPERARIOS1 EQUIPO ● CUADRILLA 1 Encargado 2 Oficiales 1ª 2 Peones ■ MAQUINARIA 1 Miniexcavadora · Stage V · FAP+SCR 1 Placa compactadora · eléctrica / gasolina 1 Grupo de bombeo · eléctrico Medios auxiliares: Entibación de zanja · Topografía láser · Equipo de inspección CCTV RENDIMIENTOS Canalización de drenaje 2	
EST ESTRUCTURA Refuerzo de cerchas, forjados y reparación de intradós · F5I 8 OPERARIOS2 EQUIPOS ● CUADRILLA 1 Encargado de estructura 2 Soldadores homol. EN 1090-2 EXC3 2 Oficiales metálicos / ferralla 3 Peones especialistas ■ MAQUINARIA 1 Autogrúa / grúa de montaje · Stage V 2 Plataforma elevadora articulada · 100% eléctrica batería Li 2 Grupo de soldadura inverter · conexión a red (sin diésel) 1 Máquina proyectora de mortero · eléctrica 1 Bomba de hormigón estacionaria · eléctrica Medios auxiliares: Apeos y torres de carga homologadas · Líneas de vida y anticaídas · Plataformas de trabajo · Equipo END soldadura (UT/PT) RENDIMIENTOS Refuerzo cerchas (montaje+soldadura) 250–400 kg/día Forjado colaborante 40–60 m³/día Reparación / saneo intradós 240–800 m³/día				PAV PAVIMENTOS Firmes, aglomerado y pavimentos · F1-F6 8 OPERARIOS1 EQUIPO ● CUADRILLA 1 Encargado de firmes 3 Oficiales 1ª firmes 4 Peones ■ MAQUINARIA 1 Fresadora de pavimento · Stage V 1 Extendedora de aglomerado · Stage V 1 Compactador tándem · Stage V 1 Compactador de neumáticos · Stage V 1 Barredora / camión bañera · Euro VI Medios auxiliares: Mini-pavimentadora interior · Riego de adherencia · Reglas vibrantes · Corte con agua RENDIMIENTOS Fresado + MBC provisional 800–1.000 m³/día Aglomerado / pavimento 300–650 m³/día
CER CERRAMIENTOS / VIDRIOS Fachada acristalada y cerramientos · F7K 6 OPERARIOS1 EQUIPO ● CUADRILLA 1 Encargado 2 Oficiales vidrieros / cerrajeros 2 Peones ■ MAQUINARIA 1 Plataforma elevadora · 100% eléctrica batería Li 1 Robot manipulador de vidrio · eléctrico (ventosa) 1 Camión grúa · Stage V Medios auxiliares: Andamio multidireccional · Equipo de sellado / silicona · Útiles de ventosa manual RENDIMIENTOS Fachada acristalada 30–50 m³/día Cerramiento 90–110 m³/día	FAC FACHADAS Revestimientos y sistema de fachada · F7K 5 OPERARIOS1 EQUIPO ● CUADRILLA 1 Encargado 2 Oficiales 1ª fachadista 2 Peones ■ MAQUINARIA 1 Plataforma elevadora · 100% eléctrica batería Li 1 Montacargas de obra · eléctrico Medios auxiliares: Andamio multidireccional · Líneas de vida · Herramienta de fijación RENDIMIENTOS Montaje de fachada 55–180 m³/día	ELE INST. ELÉCTRICAS BT, DALI, SCADA, FV y vehículo eléctrico · F8L 6 OPERARIOS2 EQUIPOS ● CUADRILLA 1 Encargado electricista 3 Oficiales 1ª electricistas 2 Ayudantes ■ MAQUINARIA 1 Plataforma tijera · 100% eléctrica 1 Máquina de tendido / pasacables · eléctrica 1 Equipo de verificación BT · instrumentación Medios auxiliares: Herramienta de prensado · Analizador de redes · Cámara termográfica RENDIMIENTOS Canalización / bandeja 300 m/día Cuadros / mecanismos 12–25 ud/día	MEC INST. MECÁNICAS / PCI Climatización, fontanería y protección contra incendios · F8L 5 OPERARIOS1 EQUIPO ● CUADRILLA 1 Encargado 2 Oficiales fontaneros / PCI 2 Ayudantes ■ MAQUINARIA 1 Roscadora / prensa hidráulica · eléctrica 1 Equipo de soldadura PE/PPR · eléctrico 1 Plataforma elevadora · eléctrica Medios auxiliares: Equipo de prueba de presión · Recuperadora de gas refrigerante · Detección de fugas RENDIMIENTOS Tubería / red PCI 3	
ASC ASCENSORES Aparatos elevadores (subcontrata homologada) · F8L 2 OPERARIOS1 EQUIPO ● CUADRILLA 1 Oficial montador especialista 1 Ayudante ■ MAQUINARIA 1 Polipasto / tróctel · eléctrico 1 Andamio de hueco Medios auxiliares: Útiles de guiado y nivelación · Equipo de puesta en marcha RENDIMIENTOS Montaje y pruebas OCA por hito	URB URBANIZACIÓN Aceras, mobiliario y reposición de viales · F1-F9 6 OPERARIOS1 EQUIPO ● CUADRILLA 1 Encargado 2 Oficiales 1ª 3 Peones ■ MAQUINARIA 1 Miniexcavadora · Stage V 1 Placa compactadora · eléctrica / gasolina 1 Cortadora de adoquín · corte con agua Medios auxiliares: Reglas y maestras · Útiles de adoquinado · Mini-dumper RENDIMIENTOS Pavimentación urbana 160–240 m³/día	SEN SEÑALIZACIÓN Y TRÁFICO Marcas viales, señalización y gestión del tráfico · F1-F9 6 OPERARIOS1 EQUIPO ● CUADRILLA 1 Encargado de tráfico 2 Oficiales señalistas 3 Peones / vigilantes ■ MAQUINARIA 1 Máquina de pintado de marcas · autopropulsada 1 Premarcadora · manual 1 Camión de señalización · Euro VI Medios auxiliares: Señalización TS móvil · Semáforos provisionales · Balizamiento y conos RENDIMIENTOS Marcas viales 4.500 m² Señalización vertical 4–11 m²		
ACA ACABADOS / INTERIORES Yeso, solados, alicatados y pintura · F8-F9 5 OPERARIOS1 EQUIPO ● CUADRILLA 1 Encargado 2 Oficiales 1ª acabados 2 Peones ■ MAQUINARIA 1 Máquina de proyectar · eléctrica 1 Pulidora de pavimento · eléctrica 1 Plataforma elevadora · eléctrica Medios auxiliares: Cortadora cerámica · Útiles de enlucido · Aspiración de polvo RENDIMIENTOS Revestimientos interiores 38–70 m³/día	TOP TOPOGRAFÍA Replanteo, control geométrico y monitorización · F0-F9 2 OPERARIOS1 EQUIPO ● CUADRILLA 1 Topógrafo 1 Ayudante de topografía ■ MAQUINARIA 1 Estación total robotizada · instrumentación 1 GNSS-RTK · instrumentación 1 Escáner láser 3D · instrumentación Medios auxiliares: Nivel óptico / digital · Prismas y dianas de control · Software BIM / nube de puntos RENDIMIENTOS Replanteo y control 3D diario continuo	PRU PRUEBAS / LEGALIZACIÓN Puesta en marcha, ensayos y legalización · F9M 3 OPERARIOS1 EQUIPO ● CUADRILLA 1 Técnico de puesta en marcha 2 Oficiales especialistas ■ MAQUINARIA 1 Equipo de presión PCI · instrumentación 1 Analizador de redes / termográfica · instrumentación 1 Equipo de medida de caudales · instrumentación Medios auxiliares: Protocolos de ensayo · Documentación OCA · Marcha en blanco RENDIMIENTOS Pruebas por subsistema 8 sist. por subsistema	LIM LIMPIEZA / REMATES Limpieza final y repaso de remates · F9M 5 OPERARIOS1 EQUIPO ● CUADRILLA 1 Encargado de remates 1 Oficial de repaso 3 Peones de limpieza ■ MAQUINARIA 1 Fregadora-barredora · 100% eléctrica 1 Hidrolimpiadora · eléctrica Medios auxiliares: Útiles de repaso · Aspirador industrial · Andamio ligero RENDIMIENTOS Repaso y entrega final, continuo	
AMB MEDIOAMBIENTE / GESTIÓN RCD Segregación de residuos y control ambiental · F0-F9 3 OPERARIOS1 EQUIPO ● CUADRILLA 1 Responsable ambiental 2 Peones de gestión RCD ■ MAQUINARIA 1 Sistema de lavado de ruedas · recirculación de agua 1 Captadores de PM / sonómetro · instrumentación 1 Compactadora de residuos · eléctrica Medios auxiliares: Contenedores de segregación · Sismógrafo de obra · Trazabilidad e-DCS RENDIMIENTOS Gestión RCD y control ISO 14064 continuo				

2 Organigrama de obra

ESTRUCTURA DE MANDO · PERSONAL DIRECTO DE LA UTE



3 Proveedores y subcontratistas previstos

✓ = CON CARTA DE COMPROMISO FIRMADA

PROVEEDORES · MATERIALES	20 EMPRESAS	SUBCONTRATISTAS	25 EMPRESAS
Hormigón	PREBETONG · TAUCE HORMIGONES · CANARY CONCRETE	Estructura metálica	ECS · ECOSTEEL CANARIAS
Marquesina	BENITO · MU MOBILIARIO URBANO	Vidrio	VIDRIOS CREVILLENTE
Prefabricados	PRESOTEC · ✓ GRUPO SOCAS	Tratamiento hormigón	✓ JULIO CRESPO CANARIAS · CLAUINI · DRIZORO
Piedra	✓ GUAMA ARICO · ✓ ROCASA	Carpintería metálica	ALUMINIS HH · CONSTR. METÁLICAS TENERIFE · MONTAJES CANARIAS
Acero	✓ CELSA · ✓ SOCAS · MEDIFONSA	Ascensores	✓ OTIS
Material eléctrico	CUADROGES · MOELLER · CIRCUTOR · COELCA · ELECTROSTOCKS	Asfalto	✓ TEN ASFALTOS
Luminarias	PHILIPS	Cerramiento	VALLADOS ARCHIPIÉLAGO
Puertas automáticas	DIASAN · ASSA ABLOY	Corte hormigón	CANARIAS 109
		Fachada	CMY
		Ignifugado	✓ BRAPESA
		Carpintería madera	CARPINTERÍA ALAYÓN · DOKET · ✓ GONCAL · LOS BARBUZANOS · TODOMADERA
		Falso techo	✓ DJG · ✓ INSTALGOLDI · MEGAPLAC · RSI TENERIFE
		Pinturas	PINTURA GRANA

4 Cartas de compromiso

14 COMPROMISOS FIRMADOS DE SUMINISTRO Y SUBCONTRATACIÓN

CEMOSA
Control de calidad
✓ Compromiso firmado

ICINCO
Asistencia técnica
✓ Compromiso firmado

CELSA
Acero
✓ Compromiso firmado

GRUPO SOCAS
Aridos / prefabricados
✓ Compromiso firmado

GUAMA
Cantera / piedra
✓ Compromiso firmado

ROCASA
Piedra
✓ Compromiso firmado

TEN ASFALTOS
Asfalto
✓ Compromiso firmado

CONFIDENCIAL

JULIO CRESPO CANARIAS
Tratamiento hormigón
✓ Compromiso firmado

CRILCA
Cristalería / vidrio
✓ Compromiso firmado

BRAPESA
Ignifugado
✓ Compromiso firmado

DJG
Falso techo
✓ Compromiso firmado

INSTALGOLDI
Falso techo
✓ Compromiso firmado

GONCAL
Carpintería / puertas
✓ Compromiso firmado

OTIS
Ascensores
✓ Compromiso firmado

5 Plan logístico de suministros y residuos

PLANTAS DE PRODUCCIÓN · CANTERAS · GESTORES RCD AUTORIZADOS · DISTANCIA A OBRA



TIPO	ORIGEN / DESTINO	KM	MIN
1 HORMIGÓN	PREBETONG (Votorantim) Vía Interior Cueva Bermeja s/n, Nave 3 · Dique del Este, 38180 Santa Cruz de Tenerife	16,5	20'
2 HORMIGÓN	PREBETONG · Valle de Güímar Pol. Ind. Valle de Güímar, Mz. 22 · 38500 Güímar (planta alternativa sur)	28,7	26'
3 ASFALTO (MBC)	TEN ASFALTOS Pol. Ind. Valle de Güímar, Parc. 4 Mz. 22 · 38509 Güímar — planta 250 t/h, recidado	30,8	26'
4 CANTERA / ÁRIDOS	GUAMA Ctra. General · 38589 Arico (cantera de áridos y piedra natural, sur de la isla)	58,2	45'
5 PIEDRA NATURAL	ROCASA Área metropolitana de Santa Cruz — La Laguna (piedra y mampostería)	8,9	8'
6 TRANSFERENCIA RCD	Planta de Transferencia (El Rosario) El Chorrillo · El Rosario, TF-1 — punto de descarga próximo a la obra	11,7	14'
7 VERTEDERO / RCD AUTORIZADO	Complejo Ambiental de Tenerife Autopista TF-1, km 22 · 38580 Arico — gestor autorizado; planta de RCD (áridos reciclados) del Cabildo	49,9	40'
8 GESTOR RCD INERTES	Gestor autorizado metropolitano Zona industrial Santa Cruz — La Laguna (inertes y valorización; trazabilidad e-DCS)	11,2	12'

PLAN DE SUMINISTROS DE MATERIALES PRINCIPALES POR FASE

cantidad · ventana del programa (Gantt) · proveedor comprometido · acopio y sincronización JIT

MATERIAL	CANTIDAD	FASE	VENTANA	PROVEEDOR (CARTA ✓)	ACOPIO / SINCRONIZACIÓN
Perfilería estructural S355 (cerchas + forjado)	47,8 t	F6	m. 8–13	ECOSTEEL · C. MET. TENERIFE · MONTAJES CANARIAS	Caballetes ZIA-2 · premontaje en taller · EXC3
Chapa colaborante PL76/383	~600 m²	F6	m. 11–12	ECOSTEEL / ArcelorMittal	Por sector · autoportante, sin apuntalar
Acero corrugado B500SD (losa dársenas)	72,1 t	F6	m. 11–13	CELSA · GRUPO SOCAS · MEDIFONSA	Banco de armado NO · 3,3–3,7 t/día por sector
Hormigón HA-30/B/20/XC4	960 m³	F6	m. 11–13	PREBETONG · TAUCE · CANARY CONCRETE	JIT bombeado · 2–3 cubas en cola, sin acopio
Mortero R3 / tratamiento SIKA	273,8 t	F6	m. 11–13	CLAUINI · DRIZORO · J. CRESPO CANARIAS	Bajo cubierta, seco · lead 12 d marítimo
Aglomerado MBC (firmes del provisional)	firmes F1	F1	m. 1–5	TEN ASFALTOS	JIT planta 30,8 km · ventana valle
Fachada CORTIZO STB-TCH + subestructura	918+866+892 m	F7	m. 14–17	CARP. ALAYÓN · ALUMINIS HH · RSI TENERIFE	Por paños · predecesora: validación/pedido
Vidrio DVH + puertas de dársenas	1.131 m² + 44 ud	F7	m. 16–17	VIDRIOS CREVILLENTE · DIASAN · ASSA ABLOY	Por dársena · ventosa de vacío
Fotovoltaica 76 módulos + recarga EVE	450 kW	F8	m. 14–18	PHILIPS · CIRCUTOR · COELCA	Cubierta · FV anticipada para autoconsumo

GESTIÓN DE RESIDUOS (RCD)

generar → acopiar → retirar · RD 105/2008 · segregación en origen

1 GENERAR
Demoliciones (F3) + dársenas (F6)
~2.563 m³ de RCD
Segregación: inertes · metal · madera · plástico · peligrosos

2 ACOPIAR
Contenedores cerrados 22 m³ · punto limpio al SE
Acopios humectados y entoldados · gestión cap. 12 ~232 k€

3 RETIRAR
Planta de valorización ~12–15 km · chatarra a gestor de metálicos · peligrosos a gestor específico
Trazabilidad e-DCS

HUELLA DE CARBONO

ISO 14064 · alcances 1-2-3 · verificación independiente (CEMOSA, ENAC)

Escenario base diésel

UTE · eléctrico + HVO100

~35 % global de obra · ~54 % operacional (alcances 1+2+3a) · t CO₂e

~975 t

~632 t

CONFIDENCIAL

TITSA · CABILDO INSULAR DE TENERIFE

DEFINICIÓN DE EQUIPOS · ORGANIGRAMA · PROVEEDORES · CARTAS DE COMPROMISO · PLAN LOGÍSTICO

b Plan de ejecución y desarrollo de los trabajos

APARTADO B

Descripción del proceso constructivo y su idoneidad, análisis de viabilidad y singularidades, gestión del progreso, rendimientos y solapes compatibles con la operatividad, y documentación gráfica de apoyo. El Intercambiador mantiene el servicio de guaguas TITSA durante toda la obra; Las 1.217 maniobras/día laborables (categoría de tráfico T1, eje de 130 kN) se transfieren a un intercambiador provisional dual de 30 paradas (17 en Avda. Ángel Guimerá + 13 en el parking ULL), situado fuera de la vertical de los trabajos. La obra se ordena en una secuencia de fases encadenadas F0→F9 a lo largo de los 20 meses de plazo. La conexión de la pasarela Padre Anchieta con el edificio queda cerrada provisionalmente durante toda la obra. La pasarela sigue en servicio para cruzar la glorieta, pero no su acceso al intercambiador.

Tabla b.0 — Línea de tiempo resumen

Fase	Contenido	Ventana
F0	Implantación ligera (ZIA-1, topografía 3D, casetas)	meses 1-2
F1	Provisional dual (17 Á. Guimerá + 13 ULL); cruce tranvía MTSA nocturno ~mes 2 (predecesora dura id7); simulacro guagua real mes 4; cierre del edificio / traslado a ZIA-2 fin del mes 5 (hito)	meses 1-5
F3	Demoliciones del edificio (rooftop, 1.710 m² chapa, interior PB/P1)	meses 6-7
F4	Drenaje y diagnóstico (catas, prueba hidráulica)	meses 7-8
F5	Estructura; apeo+refuerzo de cerchas B1/B2/C2 (apeo→corte→refuerzo nudo a nudo, hold-point DF) meses 9-11; forjado colaborante meses 11-12; conexión NW + escalera (hito) hasta el mes 13	meses 8-13
F6	Pavimentos/dársenas (demolición hasta el forjado + losa HA-30 en 3 sectores, curado 10 d solapado)	meses 11-13
F7	Fachada y cerramientos (predecesora: validación/pedido Cortizo)	meses 14-17
F8	Instalaciones / fotovoltaica / EVE	meses 14-18
F9	Reposición del provisional + pruebas + marcha en blanco + retorno gradual de líneas TITSA (mes 19) + recepción	meses 18-20

El **camino crítico** de la obra (**81 actividades** de las 211 del programa) recorre, sin holgura, la columna vertebral de la reforma: arranca en la **autorización de MTSA y el cruce del tranvía** (id7, mes 2) —**punto de espera** absoluto del que cuelga todo lo demás—, continúa con la puesta en servicio de la operativa provisional y su validación mediante el **simulacro con guagua real** (mes 4), y alcanza el primer hito duro con el **cierre del edificio al público** (fin del mes 5). A partir de ahí encadena las **demoliciones apeadas** (**F3**, meses 6-7), el **drenaje y diagnóstico del forjado** (**F4**, meses 7-8) —predecesor del cosido de la losa—, el **apeo y refuerzo de las cerchas B1/B2/C2** (meses 9-11), el **forjado colaborante** (meses 11-12) y la **conexión NW con la escalera a la pasarela**, que cierra el hito del **mes 13**. En paralelo discurre la **pavimentación de la losa HA-30** con sus curados solapados (**F6**, meses 11-13), y a continuación la **fachada Cortizo** (**F7**, meses 14-17) y las **instalaciones y la fotovoltaica** (**F8**, meses 14-18). La cadena se cierra con la **reposición del provisional, la marcha en blanco y el retorno gradual de las líneas de TITSA** (mes 19), fin del camino crítico. Las holguras se concentran, por diseño, donde no comprometen el plazo —la fachada Cortizo (**F7**), la fotovoltaica (**F8**) y los curados solapados de la losa (**F6**)—: los tajos productivos terminan en el mes 19 y el **mes 20 se reserva íntegro a pruebas, remates y recepción**, lo que deja una holgura total de obra de ~1 mes (≈5 %).

b.1 Descripción del proceso constructivo

b.1.1 Métodos y procedimientos de ejecución por fases

El proceso constructivo propuesto por la **CONFIDENCIAL** se estructura en fases de ejecución secuencial y orden irreversible, condicionado por la necesidad de mantener la obra en servicio.

F0-F1 · Implantación ligera y operativa provisional (meses 1-5). Antes de intervenir el edificio se ejecuta íntegramente el intercambiador provisional. Se inicia con un levantamiento topográfico **georreferenciado** y **escaneo láser 3D** del edificio completo —interior y cubierta—; el replanteo interior se difiere al cierre, para ejecutar las catas sin usuarios. En el exterior se materializan bases de replanteo con clavo y placa, situadas fuera de la zona de tránsito de guaguas. La primera operación de la implantación es siempre el balizamiento del jardín de especies endémicas (~1.110 m²); solo después se habilita la ZIA-1 en el recinto cedido por la ULL para el intercambiador provisional (824 m², con una ocupación de 380 m²). Los tres frentes arrancan en paralelo: (a) el frente de la Avda. Ángel Guimerá (**17 paradas**) reordena la avenida en un carril BUS-paradas y un carril de bajada en servicio, e incluye la demolición de bordillos por medios manuales (**172,1 m**) para no dañar los servicios urbanos enterrados, el fresado de regularización del firme, la ejecución del nuevo firme T1 (riego C60BF4 + AC-22 base G ~5 cm + riego C60B3 + AC-16 surf D ~5 cm; 10 cm de mezcla nueva), aceras de 5 m con baldosa abotonada y ranurada podotáctil validada con SINPROMI, y la inversión del sentido de circulación mediante señalización definitiva; (b) el frente del parking de la ULL (13 paradas) concentra el único movimiento de tierras de la fase (desmante de 608 m³ y terraplén, firme de nueva construcción T32 con suelo-cemento de 22 cm, AC-22 base y AC-16 surf D), con recuperación de piedra careada para el chapado del muro nuevo; y (c) el cruce del tranvía sobre la plataforma de MTSA, actividad desencadenante de toda la **ruta crítica** (id7), se ejecuta exclusivamente en ventana nocturna pactada con MTSA, con prioridad tranviaria, descargo de catenaria, nuevo semáforo y vigilante de vía. Le sigue el montaje de las 17 marquesinas TRAX 5600: cimentación de HM-25 (14,6 m³, con control por probetas), anclajes DIN-975 M16/M12 sobre placas 300×200, premontaje máximo en taller —limitándose en calle al atornillado y el conexionado— e izado mediante

autogrúa con atornillado superior desde PEMP; los controles comprenden el par de apriete, el aplomado y la prueba de los sistemas de información al usuario. Cerrados los 30 emplazamientos y el cruce, se ejecuta el **simulacro con guagua real** (mes 4) y el traslado del servicio se realiza el indicador de servicio en verde. Una vez validado por TITSA, MTSA, SINPROMI y el Ayuntamiento, se cierra el edificio al público —manteniendo en servicio sus dependencias internas de personal (vestuarios y aseos) y las operativas del garaje (bolsa de taxis, plazas operativas y grupo electrógeno)—, hito que marca el fin del mes 5, y se traslada la implantación a la ZIA-2 (parking cubierto, 7.095 m²; superficie útil ~3.000–3.500 m²).

F3 · Demoliciones y desmontajes (meses 6–7). Rige la regla de **apear primero y cortar después**, con acta de la D.F. por nudo. (1) desconexión y desmontaje de instalaciones, con el certificado de desconexión de baja tensión, gas y ACS como **punto de parada previo**; (2) desmontaje de revestimientos y chapa (**1.710 m²**); (3) demoliciones no estructurales en PB/P1; (4) apeo de la cubierta, actividad condicionante de todo el corte de acero; (5) corte de vigas, pilares, montantes y diagonales una vez apeados; y (6) picado del hormigón en la cara inferior del forjado reticular.

El rooftop CIATESA y los **1.710 m²** de chapa y perfiles se retiran en descenso controlado con la autogrúa secundaria, situada en el cuadrante SE sobre la losa del garaje y fuera de la vertical del parking en uso (radio 18–**22 m**, alcance a cubierta +5,53). Los paños se cortan, eslingan y descuelgan siempre hacia el interior del recinto. La demolición interior de PB/P1 es manual (martillo neumático y compresor), pues el forjado reticular 40+15 no admite maquinaria pesada; el picado de su cara inferior —con patología de desprendimientos por las lluvias de 2022— es igualmente manual por la presencia de armadura. El corte del acero ya descargado va pórtico a pórtico (oxicorte, disco y radial), por soldadores EN 1090-2 **EXC3**. El RCD se segrega en origen (metal valorizable; hormigón y fábrica a planta de RCD; chapa sin recuperación a gestor autorizado) y se evacúa por el punto de carga único del cuadrante SE —con giro de camión dentro del recinto cerrado—, en ventanas de 59–**66 m³/día** para no saturar el acceso compartido con el parking en servicio. Controles permanentes: sismógrafos **DIN 4150-3**, topografía de flecha y prohibición de retirar dos diagonales contiguas a la vez.

F4 · Drenaje y diagnóstico (meses 7–8). Comprende las catas, la prueba hidráulica del drenaje del techo del parking, la inspección y el repicado del forjado reticular y la clasificación de las patologías higrotérmicas heredadas. Las catas de carbonatación, cloruros y fisuras se ejecutan sobre una cuadrícula de 20×20 cm georreferenciada en el modelo 3D, con apoyo de **georradar** para localizar, antes de cualquier taladro, la armadura de punzonamiento y los huecos de ventilación del garaje embebidos en el forjado. Esta fase es predecesora de la reposición de pavimento (**F6**), ya que el estado real del forjado condiciona el cosido de la losa, y determina la cuantía definitiva de la reparación de hormigón, cuyo alcance solo se conoce con el edificio cerrado.

F5 · Estructura, cerchas y conexión a la pasarela (meses 8–13; hito del mes 13). El medio de elevación principal es la autogrúa telescópica Liebherr LTM 1100-4.2 (**100 t**), posicionada en el cuadrante NW sobre placas de reparto y con la pluma orientada al norte y al oeste para no sobrevolar la carretera; donde el estudio de cargas y la continuidad de los trabajos lo aconsejen, su función puede asumirla una grúa torre fija arriestrada al mismo cuadrante, que evita el reposicionamiento y la reestabilización diarios y reduce el número de puntos de parada. El apeo y refuerzo de las cerchas B1/B2/C2 ocupa los meses 9–11 (**apeo→corte→refuerzo**, nudo a nudo); el **forjado colaborante**, los meses 11–12; y la conexión NW y la escalera se cierran en el mes 13. El procedimiento detallado de cada singularidad se desarrolla en el apartado b.2.

F6 · Pavimentos y dársenas (meses 11–13). Reconstrucción de la losa de rodadura **HA-30** sobre el techo del parking en tres sectores en U, en paralelo a **F5** y desarrollada en el apartado b.2.4. **F7 · Fachada y cerramientos (meses 14–17):** desmontaje de la chapa microperforada existente; enanos de hormigón de 30×30 con 4 Ø12 y placa anclados al forjado; subestructura tubular S355JRH; revestimiento de chapa plegada y composite CORTIZO en la banda alta; muro cortina de vidrio (pañó DVH); y cerramiento de dársenas (44 puertas: correderas P1 y automáticas P6). Su predecesora crítica es la validación y el pedido del sistema Cortizo, con los planos de taller como condición previa de fabricación. Las fases **F8** (instalaciones, fotovoltaica y EVE, meses 14–18) y **F9** (reposición, meses 18–20) cierran la obra.

Trabajos en el interior del edificio y convivencia con el personal que permanece. Una vez liberado el edificio al público (mes 5), el interior se vacía por plantas: en la planta primera (P1) se retiran la tabiquería, los falsos techos, los solados, los lucernarios y el revestimiento de chapa microperforada; en la planta baja (PB) se demuelen solados, tabiques y acabados. Sobre P1 se abre el hueco oeste de conexión a la pasarela Padre Anchieta —con corte controlado, apuntalado y protegido—, predecesor del **forjado colaborante**, de la escalera metálica de un tramo (pendiente 27,6°, zancas **HEB-200**, puerta a +5,42) y de la elevación del ascensor existente hasta la nueva parada de cubierta, que garantiza la continuidad accesible para PMR validada con SINPROMI.

Estos tajos interiores conviven, dentro del mismo recinto cerrado al público, con **el personal operativo que permanece**: los **vestuarios y aseos del personal** —en el edificio— y las **dependencias del garaje en servicio** —bolsa de taxis, ~50 plazas operativas y grupo electrógeno— se mantienen en uso durante toda la obra. La compatibilidad se resuelve con **segregación física** (mamparas y lonas estancas entre el tajo y el área operativa), **accesos diferenciados** que evitan que el personal atraviese el tajo, **confinamiento y control de polvo** en las demoliciones, y **medición continua de O₂/CO con extracción forzada** en el garaje contiguo, donde el aire es compartido con la zona de trabajo. El esquema de circulación y señalización de este personal se detalla en c.4.3.

Organización integral de la obra —ocupación del espacio, acopios, posicionamiento de medios y rutas. El plan de implantación evoluciona en dos tiempos, ligado al hito de cierre del mes 5:



Fig. 2 - La ZIA-1 en la explanada de la ULL, separada del edificio: recinto vallado con casetas, oficina, punto limpio y acopio de baja rotación, con el jardín endémico balizado.

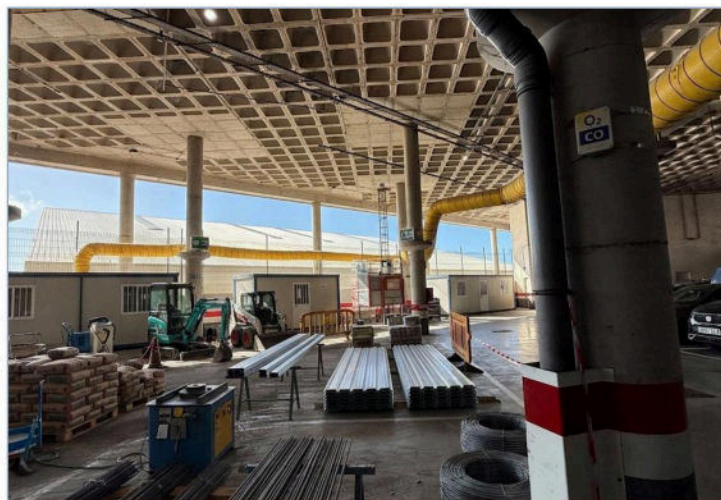


Fig. 3 - La ZIA-2 dentro del parking cubierto: parque de ferralla, banco de armado y acopios secos de mortero y perfilería bajo el forjado reticular, con minimáquinas eléctricas (diésel prohibido).

- **ZIA-1** (explanada de la ULL, **824 m²**, ocupación **300–380 m²**, acceso NE por C/ Pedro Zero). Soporta la fase ligera de arranque (**F0–F1**, pico 18 trab.) y persiste como playa de maniobra y acopio exterior: recinto vallado con casetas, oficina, punto limpio y acopio de baja rotación, en el borde más alejado del jardín endémico balizado.
- **ZIA-2** (en parking cubierto, **7.095 m²**, útil ~3.000–3.500 m², ocupación ~1.000–1.100 m², acceso SE por la rampa del garaje). Es el centro logístico desde el fin del mes 5: parque de ferralla y banco de armado en el flanco NO, junto al montacargas (pico de **72,1 t** de **B500SD** a 3,3–3,7 t/día, con acopio máximo de 1,5 sectores ≈ **37 t**), acopio de mortero R3 SIKA bajo cubierta (273,8 t, que debe permanecer seco), perfilería **S355** en caballetes (47,8 t), chapa colaborante y mallazo rotatorio por sector, y RCD segregado evacuado hacia la rampa del SE.
- **Posicionamiento de medios.** La autogrúa principal Liebherr LTM 1100-4.2 (**100 t**) se posiciona en el cuadrante NW sobre la explanada de la ULL, con placas de reparto y exclusión balizada, y opera con pluma al NO sin sobrevolar nunca los carriles sur y este de guaguas (refuerzos de cercha de 1,5–3,5 t hasta R **43 m** con plumín; piezas de forjado y conexión de **3,5 t** a R≤**30 m**). La esquina SE la cubre la autogrúa secundaria Liebherr LTM 1050 (**50 t**). La autobomba Putzmeister M36-5 (brazo de 36 m, 5 tramos, hasta 160 m³/h) se sitúa fija en el apron SE y alcanza 2 de los 3 sectores girando la pluma —el sector 1-7 Norte exige una 2.ª posición reglada en el vial oeste—, a 76 m de Á. Guimerá, 73 m del tranvía y 136 m de la glorieta y la pasarela. Las PEMP eléctricas Li-ion (tijeras Genie GS-4047 E y articuladas híbridas Z-45 FE) trabajan en interior, prohibido el diésel por la emisión de CO al garaje en servicio, con medición continua de O₂/CO. Bajo los nudos del cordón inferior de B1/B2/C2 se montan las 6 torres de apeo.
- **Rutas de acceso.** Dos puertas segregadas del tráfico vivo: la rampa del vértice SE (vehículos pesados y ZIA-2) y el recinto ULL al NE (ZIA-1 y personal), con portón rodado y portillo peatonal independientes en cada acceso. La incorporación a Á. Guimerá es única y en sentido de bajada (NO→SE), sin marcha atrás en vía pública; todo giro y reculado se ejecuta dentro del recinto vallado. Los camiones de RCD y las cubas circulan por ventanas en la franja diurna valle (≈10:00–13:00 / 15:30–18:00) pactada con TITSA, fuera de las puntas de 07:30–09:30 y 13:30–15:00, reservando el horario nocturno únicamente al cruce del tranvía y al acople final de la pasarela. El hormigón no se vierte de noche, por la calidad del fraguado.

b.1.2 Idoneidad del planteamiento propuesto

- **Continuidad del servicio.** El **provisional dual** desacopla por completo el servicio TITSA de la obra. La afección principal se reduce a ~8 turnos nocturnos para el cruce del tranvía y ~17 cortes momentáneos de 15–30 min para las marquesinas. Cero cortes totales de la calzada principal, cero interrupciones del servicio de guaguas, cero cortes diurnos del tranvía.
- **Seguridad estructural.** La regla **apeo→corte→refuerzo** con **hold-point** de la D.F. por nudo, la instrumentación sísmográfica **DIN 4150-3** y la topografía de flecha en continuo.
- **Protección del entorno y de los medios.** Equipos eléctricos Li-ion en interior, descuelgue siempre hacia el interior y recinto vallado frente al viario público; las autogrúas se movilizan por campañas concentradas para minimizar la presencia de maquinaria pesada en la cesión ULL.
- **Realismo del plazo con holgura demostrada.** La secuenciación se apoya en el **modelo 4D georreferenciado**, base directa del Gantt A3, y en una cadena de suministro cerrada ya en fase de licitación. Los dos puntos que más podrían retrasar la obra —autorización del cruce del tranvía (id7) y validación y pedido de la fachada Cortizo— disponen de un margen de holgura reservado expresamente.

b.2 Análisis de viabilidad y singularidades

Se identifican los cuatro tajos de mayor complejidad técnica o estructural.

b.2.1 Unión a la pasarela peatonal

El intercambiador actual no dispone de conexión directa con la pasarela peatonal circular elevada de Padre Anchieta (anillo a cota +5,6), que hoy solo sirve para cruzar la glorieta. El objeto del proyecto es abrir un hueco en la esquina NW del edificio y construir una conexión accesible que permita al viajero pasar directamente desde la pasarela al interior del intercambiador. Se ejecuta dentro de la fase **F5**, con cierre en el hito del mes 13. La secuencia constructiva (véase b.4.2) se encadena así:

1. Desmontaje de la chapa microperforada de la fachada NW y retirada del cerramiento provisional, con protección de borde y red en el lado de la glorieta. Medios: autogrúa principal NW a R≈**28 m** de la conexión, PEMP eléctricas y herramienta manual de corte.
2. Apertura del hueco de conexión a cota +5,4, con replanteo 3D del encaje contra la rampa Este de la pasarela. . Punto de inspección: validación del replanteo 3D del encuentro antes de liberar la fabricación.
3. Montaje del forjado y la estructura de conexión, un conjunto de ~**29.481,5 kg** de nueva ejecución que se iza por piezas de 1,5–**3,5 t** (radio ≈**28 m**) con la autogrúa principal desde el cuadrante NW, presentando las vigas y la chapa de conexión y guiándolas con cuerda desde sendas PEMP a ambos lados del hueco. La solución de forjado es chapa colaborante ArcelorMittal **PL76/383** (canto 156 en la banda de conexión) sobre correas **IPE-180** y vigas **HEB-240/HEB-200**, con cargas de pasillo CM 3,50 + SC **5,00 kN/m²** y flecha L/360.
4. Resolución de todos los apoyos con **uniones articuladas** (rótula) que no transmiten momento a las cerchas de 2009, de modo que la estructura existente recibe solo axil controlado y no las flexiones para las que no fue calculada.
5. Montaje de la escalera metálica de un tramo recto (pendiente ~27,6°, ancho ≈**3,17 m**, zancas **HEB-200**) con puerta a la pasarela (+5,42), izada completa o por tramos con la autogrúa principal a R **22–24 m** del desembarco, atornillada a los arranques de pilar, peldañeada y barandillada con protección de borde inmediata.
6. Modificación y elevación del ascensor existente hasta la nueva parada de cubierta sobre el núcleo de hormigón recrecido, garantizando la continuidad accesible PMR validada con SINPROMI.

La maniobra de izado de cada pieza que sobrevuela la rampa de la pasarela se ejecuta como corte momentáneo del ramal Este (10–20 min por pieza), con paso alternativo señalizado y señalista con paleta, manteniendo el Acceso Este de la pasarela disponible el resto del tiempo; el acople final que invade el gálibo se concentra en una **única ventana nocturna** coordinada con SINPROMI y Policía Local. Durante todo el tajo se mantienen el control topográfico de flecha y la instrumentación sismográfica, y el personal de la conexión accede por el NW desde el interior del edificio, no desde la glorieta.

b.2.2 Apeo de cerchas

Para abrir la conexión a la pasarela es necesario retirar diagonales de tres cerchas existentes (B1, B2 y C2) —celosías de acero **S355** de **4 m** de canto, apoyadas sobre pilares-tubo **CHS Ø508×10** articulados, con cordones **HEB-240**, montantes **HEB-220** y diagonales dobles **UPN-160**, separadas **9,40 m**— que se encuentran en carga y en uso, ya que sostienen la cubierta. Ventana de ejecución: meses 9–11.

El procedimiento es estrictamente secuencial y se rige por la regla **apear → cortar → reforzar**, nudo a nudo:

1. Se montan 6 torres de apeo metálicas calculadas y firmadas (h≈**7,4 m**) bajo los nudos del cordón inferior, nunca a media luz, para no introducir flexiones parásitas. Se nivelan sobre durmientes de reparto en el forjado de PB y se ponen en carga mediante husillos calibrados y células de carga que permiten transferir y medir la descarga real de la cubierta. Medios: torres de apuntalamiento de carga, husillos y gatos calibrados, nivel y topografía, autogrúa principal NW alimentando los tramos y PEMP de tijera eléctrica Li-ion.
2. Se levanta el acta de la D.F. del apeo aprobado, un **hold-point** inviolable: hasta que no se firma, no se corta.
3. Se cortan las diagonales y montantes señalados de uno en uno, nunca dos contiguos a la vez, de modo que la celosía no quede en ningún momento sin triangular. La pieza, ya descargada por el apeo, se corta con oxicorte, disco o radial entre mantas ignífugas, se eslinga y se desciende con la autogrúa; se verifica la sección real "**as built**" antes de pedir el acero de refuerzo.
4. Se montan los refuerzos —nuevas diagonales en K de **HEB-280 / HEM-240** y doblado de cordones con pletinas (**HEB-240 + 2 PL220×20**; en zonas **HEB-280 + 2 PL260×10**)— prefabricados en taller y soldados en banco para reducir la soldadura a la intemperie, con soldadura **EXC3** sobre acero S355 ejecutada por soldadores homologados (WPS/WPQR cerrados antes del primer cordón). El refuerzo es diferenciado por cercha para no sobre-ejecutar: B1 solo 2 diagonales **HEB-280** sin tocar cordones; B2 con **HEB-280**, **HEM-240**, pletinas y un montante; C2 completo en ambos cordones. Cada nudo se cierra con un nuevo **hold-point** de la D.F., con END visual al **100%** y partículas magnéticas o líquidos penetrantes según la unión, gargantas ≥1,07·t₁, antes de pasar al siguiente.

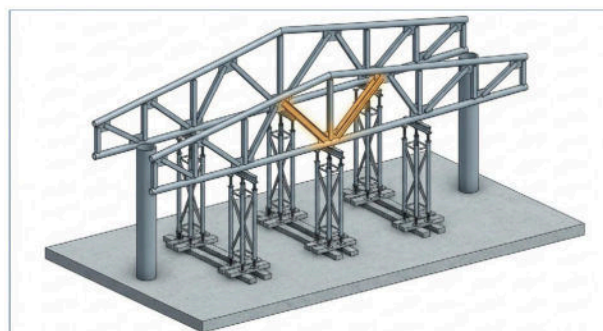


Fig. 6 · Apeo y refuerzo de cerchas en K: 6 torres de apeo bajo los nudos del cordón inferior; nuevas diagonales **HEB-280 / HEM-240**; nunca dos diagonales contiguas.

1. Se retiran los apeos de forma progresiva, aflojando los husillos por pasos y registrando la transferencia de carga a los elementos en K, solo con acta de la D.F. y verificación de la flecha residual; si la flecha medida no coincide con la prevista, se detiene la operación. No se hormigona el **forjado colaborante** antes de completar el refuerzo, para no rigidizar la celosía e impedir el desapuntalado controlado.

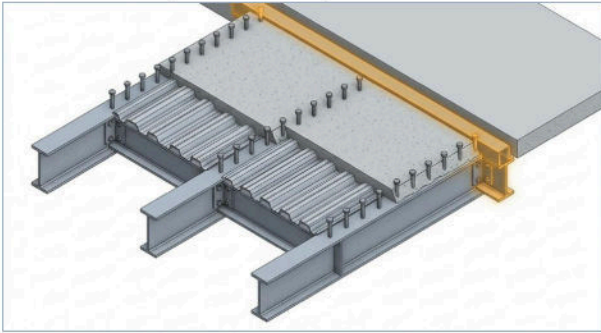


Fig. 4 - Forjado colaborante de conexión a la pasarela: chapa PL76/383 sobre correas IPE-180, con apoyos articulados sin empotramiento en las cerchas de 2009.

b.2.3 Ejecución de forjados

El nuevo **forjado colaborante** de la banda de cubierta y de la conexión (PP **3,05 kN/m²**; CM **1,00 kN/m²**; ejecución en los meses 11-12) se resuelve con chapa colaborante **PL76/383** de $e=1,0$ mm (ArcelorMittal), **autoportante** para luces $\leq 3,80$ m. Esta condición permite montarla en seco, sin apuntalamiento inferior. La chapa se dispone sobre correas **IPE-180** (separación $\leq 2,5$ m, y $\leq 1,80$ m en la conexión), viga secundaria **HEB-200** y vigas principales **HEB-240**, con uniones apernadas articuladas y flecha limitada a $L/360$.

El procedimiento encadena: replanteo de huecos de arranque y desembarco en la malla **HEB-200/IPE-180** antes de tender la chapa (para no picar forjado recién ejecutado); izado y atornillado de la chapa por paquetes con la autogrúa principal, sin sobrecargar la

chapa recién puesta; soldadura de conectores tipo Nelson con pistola; colocación de la armadura de 1 Ø12 por nervio más mallazo; y vertido de la losa de hormigón (clase según proyecto, SC de tránsito de pasarela **5,00 kN/m²**) con bomba de pluma, vibrado, reglado, fratasado y curado con protocolo meteorológico. El rendimiento de montaje de chapa es de **120-150 m²/día** con 2 montadores. Se exige R-90 en la estructura expuesta (CTE-DB-SI), protección que se aplica tras la inspección de la metálica, y un **hold-point** estructural antes de retirar apeos. La protección de borde y de huecos y las líneas de vida EN 795 son continuas durante todo el montaje.

b.2.4 Pavimentación de dársenas

directamente sobre el forjado reticular existente (40+15, techo del parking en servicio) e integrado estructuralmente con él. La restricción que gobierna el capítulo es la carga muerta del nuevo paquete, que debe mantenerse en el entorno de $\leq 4,0$ kN/m², ya que el reticular y sus micropilotes no se refuerzan; por ello la losa es delgada ($e=17$ cm) y colaborante. Ventana: **F6**, meses 11-13. La cadena técnica (véase **b.4.2**) se ejecuta de forma estricta y sector a sector:

1. Saneamiento y limpieza con chorro de arena, con localización por **georradar** de la armadura de punzonamiento y de los huecos de ventilación antes de taladrar.
2. Aplicación del puente de unión epoxi entre el fresco y el curado, cuyo hormigonado debe entrar en la ventana de producto fresco o se rehace.
3. Cosido al forjado con conectores B-500S taladrados y anclados con resina ($\varnothing 8$ c/100 cm en general, c/43 cm y $\varnothing 12$ en ábacos), replanteando la malla de conectores para esquivar el punzonamiento y los huecos de ventilación.
4. Colocación de mallas electrosoldadas $\varnothing 12$ 15x15 cm ($\varnothing 20$ 12,5x12,5 cm sobre ábacos), con fibras de polipropileno (**0,1 kg/m²**).
5. Vertido de la losa **HA-30/B/20/XC4** $e=17$ cm bombeada desde la autobomba fija en el apron SE, con pies sobre durmientes fuera de la losa fresca y la pluma girada sin reposicionar en los 2 sectores a su alcance (el sector 1-7 Norte se vierte desde la 2.ª posición reglada en el vial oeste); pendiente del **0,5%** a tragaderos, juntas a **9,50 m** alineadas con la modulación estructural; ritmo de **30-38 m³/día** por sector.
6. Fratasado mecánico tipo helicóptero y espolvoreo de cuarzo incorporado en fresco.
7. Curado de **10 días**, no reducible, con acotado físico del sector en **exclusión rodante**.
8. Serrado de las juntas de retracción con disco de diamante refrigerado y sellado elástico con cordón de respaldo y masilla de poliuretano.
9. Tratamiento antideslizante Sika a 4 capas (Sikafloor-151 + Sikalastic-840 + Sikafloor-357 SP), con protección de **7-14 días** antes de abrir a tráfico T1.
10. Remate con Tramex galvanizado y rejillas tipo Cabildo modificado.
11. Señalización horizontal (M-7.3 cebreado, M-4.1 línea de borde), franjas podotáctiles y carril perimetral de circulación, con validación de itinerarios PMR.

Se ejecuta en tres sectores en U en torno a la isla central de embarque, que se conserva: 1-7 Norte (**~2.051 m²**), 8-15 Oeste (**~2.307 m²**) y 16-22 Sureste (**~2.051 m²**); en total, **~6.408 m²** $\approx$ **800-960 m³** de **HA-30** y **72,1 t** de ferralla **B500SD**. Los controles comprenden 6 probetas por cada 100 m³ ensayadas a 7 y 28 días, y el cierre con la D.F. de la frontera de medición con el capítulo de demoliciones.

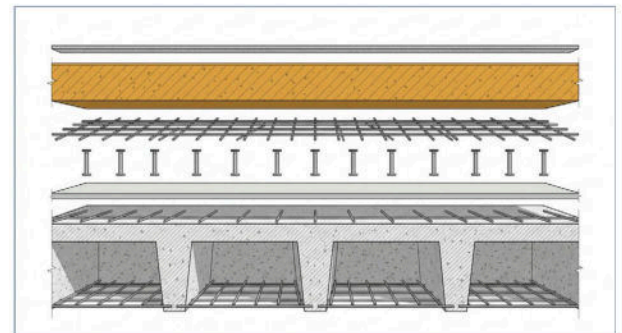


Fig. 7 - Sección de la losa HA-30/B/20/XC4 ($e=17$ cm) cosida al forjado reticular 40+15: conectores $\varnothing 8/\varnothing 12$, malla $\varnothing 12$ 15x15, antideslizante Sika 4 capas.

b.3 Gestión del progreso y solapes

Cuadro b.3.1 — Actividades críticas y holgura

Actividad	Ventana	Holgura
Cruce del tranvía MTSA (id7)	mes 2	Punto de espera absoluto (holgura 0)
Apeo y refuerzo de cerchas B1/B2/C2	meses 9-11	Cuasi-crítica; reserva ~15 días hábiles tras autorización de MTSA
Forjado colaborante + conexión NW + escalera	meses 11-13	Hito del mes 13
Validación y pedido de la fachada Cortizo	predecesora dura	Reserva ~3 semanas
Pavimentación de la losa HA-30	meses 11-13	Curados solapados en exclusión rodante
Retorno de líneas TITSA	mes 19	Fin del camino crítico

Holgura total de obra: ~1 mes (el mes 20, ~5 %).

b.3.1 Secuenciación de tareas

La secuencia lógica respeta las precedencias duras: (1) operativa provisional completa, incluida la ventana nocturna del tranvía ~mes 2 → (2) cierre del edificio (hito del fin del mes 5) → (3) demolición apeada (F3, meses 6-7) → (4) refuerzo de cerchas, apeo→corte→refuerzo nudo a nudo (meses 9-11) → (5) forjado colaborante (meses 11-12) → (6) conexión NW + escalera, hito del mes 13 y, en paralelo desde la demolición, (7) pavimentación de dársenas (F6, meses 11-13) → (8) fachada y cerramientos (F7, meses 14-17) → (9) instalaciones y FV (F8, meses 14-18) → (10) reposición del provisional y recepción (F9, meses 18-20). ruta crítica (81 actividades de 211) y las holguras se recogen en el Diagrama de Gantt A3 anexo. Cada actividad se correlaciona con su partida de medición (358 partidas: código, descripción, unidad y medición, vinculadas a zona, tajo y actividad).

Las holguras de protección se dimensionan donde el riesgo es mayor: una reserva de ~15 días hábiles tras la autorización de MTSA (id7) —margen entre el simulacro con guagua real (mes 4) y el cierre del edificio (fin del mes 5)—; una reserva de ~3 semanas tras la validación y el pedido del sistema Cortizo; la holgura del tajo de fotovoltaica e instalaciones; y la exclusión rodante de curado de F6 (10 días no reducibles por sector). La cadena cubierta→fachada se vigila como cuasi-crítica, ya que la fachada cuelga estructuralmente del cordón HEB-240 reforzado y dispone de una holgura ajustada respecto al refuerzo de cerchas.

b.3.2 Principales rendimientos considerados

Tabla b.1 — Rendimientos por tajo crítico (traza partida → actividad Gantt → rendimiento → equipo+cuadrilla → duración), coherentes con el descompuesto del BC3.

Partida (medición)	Rendimiento (traza)	Equipo material + cuadrilla	Duración
Demolición pavimento dársenas (~6.408 m², e 10-40 cm)	~59-66 m³/día evac. = 1 minirretro c/martillo (≈11 m³/h) × 7 h × 0,80	Minie excavadora Volvo ECR25 Electric + Bobcat S7X eléctrica + martillo manual · jefe de tajo + maquinista + conductor + 3 peones esp. + RP	meses 11-13
Refuerzo cerchas B1/B2/C2 (18.340 kg)	nudo a nudo; ~8-12 piezas/día (ciclo ~30-40 min/pieza), 1,5-3,5 t; ~630-1.200 kg/día soldados (EXC3)	Autogrúa principal LTM 1100 (NW) · 2 oficiales soldadores EN ISO 9606-1 + 2 montadores + gruista + señalista + RP	meses 9-11
Forjado colaborante (chapa PL76/383)	~120-150 m³/día = 2 montadores (≈18-22 m³/h) + pistola Nelson; autoportante, sin apuntalar	Autogrúa principal NW + pistola conectores Nelson · oficial + 2 montadores + gruista	meses 11-12
Ferralla losa dársenas (72,1 t B500SD)	3,3-3,7 t/día = banco de armado × 2 ayudantes; ~8 días/sector	Parque ferralla flanco NO + carretillas · oficial ferrallista + 2 ayudantes	meses 11-13
Hormigonado HA-30 (~6.408 m² / 800-960 m³)	~180-220 m³/día = 30-38 m³/día/sector = autobomba × ~7 h; 2-3 cubas en cola	Autobomba Putzmeister M36 fija apron SE + 2-3 cubas · encargado de vertido + 3 peones + operario de bomba	meses 11-13
Fachada subestructura + chapa (918+866+892 m)	por tramos, tramo a tramo; 2 frentes simultáneos	PEMP perimetrales Li-ion + montacargas · 2 cuadrillas oficial + ayudante	meses 14-15
Cerramiento vidrio dársenas (1.131 m² DVH + 44 puertas)	por dársena; ventosa de vacío sin eslinga	Manipulador de ventosas + PEMP · oficial + ayudante por PEMP	meses 16-17

Cuadro b.4 — Medios principales de elevación, bombeo, apeo y demolición (modelos y capacidades adoptados por la UTE, con su posición y alcance verificados sobre el modelo georreferenciado).

Medio	Modelo / capacidad	Posición	Función y alcance
Autogrúa principal	Liebherr LTM 1100-4.2 (100 t)	Cuadrante NW · explanada ULL	Izado por piezas de cerchas y forjado (1,5-3,5 t); R hasta 43 m con plumín; pluma al N/O sin sobrevolar los carriles S/E de guaguas
Autogrúa secundaria	Liebherr LTM 1050 (50 t)	Reposicionable al SE	Descenso de la chapa de cubierta (1.710 m²) y esquina lejana SE (R≈71 m), siempre hacia el interior del recinto
Autobomba	Putzmeister M36-5 (36 m, 5 tramos, 160 m³/h)	Apron SE + 2.ª posición vial O	Hormigonado en altura de la losa HA-30 a 73-136 m del tráfico, sin vertido nocturno
PEMP interior	Genie GS-4047 E (tijera) y Z-45 FE (articulada), Li-ion	Interior del edificio	Trabajo en altura con emisión local nula; diésel prohibido por el garaje en servicio (medición continua O₂/CO)
Apeo	6 torres metálicas h≈7,4 m + husillos y células de carga	Bajo los nudos B1/B2/C2	Descarga medida de la cubierta antes del corte; hold-point de la D.F. nudo a nudo

Medio	Modelo / capacidad	Posición	Función y alcance
Demolición	Volvo ECR25 Electric + Bobcat S7X + martillo manual	Sobre el forjado reticular	Demolición sin maquinaria pesada sobre el techo del parking (≤4,0 kN/m²)

NOTA

Posicionamiento autobomba (sector 1-7 Norte). La autobomba fija en el apron SE alcanza los sectores 8-15 Oeste y 16-22 SE girando la pluma sin reposicionar (radio útil 30–36 m). El sector 1-7 Norte, el más alejado, queda en el límite del alcance y se resuelve con: (1) una 2.ª posición de bomba reglada en el vial perimetral oeste interior del recinto vallado, con pluma al norte y nordeste, sin sobrevolar los carriles sur y este (acotada y balizada en **b.4.1**); y (2) radios de respaldo verificados en la ficha de la Putzmeister M36-5 desde la posición SE en 2.ª configuración de despliegue. Así, el sector 1-7 Norte no condiciona el plazo de **F6**.

TRABAJADORES PUNTA

Arranque (**F0–F1**): ~12–18 directos. Cuerpo de obra (**F3–F4**): ~14–18. Punta (meses 11–13), por el solape **F5** || **F6**: ~30 directos + 6 indirectos = ~36 personas, máximo absoluto de la obra, en meseta sostenida en los meses 11–13. Descenso (**F7–F8**): ~16–22. Cierre (**F9**): ~10–14. Media a lo largo de los **20 meses**: ~13–16 directos. Las dotaciones de higiene y bienestar se dimensionan para esta punta conforme al RD 1627/1997 anexo IV y al RD 486/1997.

Tabla b.2 — Equipo humano de la UTE por bloque (dedicaciones detalladas en el dossier «Definición de Equipos», AG-00b).

Bloque	Puestos (dedicación)
Dirección	Jefe de Obra — I.C.C.P., +15 años en obra civil en servicio (completa)
Equipo de Ejecución	Encargado de Obra Civil + Jefe de Instalaciones + Jefe de Producción (completa)
Oficina Técnica	Jefe de Oficina Técnica + BIM Manager + Jefe de Planificación (completa/parcial)
Administración	Jefe de Administración — Ldo. Económicas + Administrativo/Gestor Documental (parcial)
Calidad y Medioambiente	Jefe de Calidad y Medioambiente — Lda. Ciencias Ambientales (parcial)
Seguridad y Salud	Técnicos de Prevención — TSPRL, recurso preventivo a pie de tajo (completa)
Apoyo especializado	Topógrafo — I. Topógrafo + Arquitecto Técnico — Ing. Edif. (parcial/externa)

Las dos empresas de la UTE — **CONFIDENCIAL** 9001, **ISO 45001**, **ISO 14001** e **ISO 50001** y ejecutan bajo esos sistemas integrados, aplicando la ISO 9001 al control de calidad de la ejecución (puntos de inspección, ensayos y **hold-points** de la D.F.). El BIM Manager y el Jefe de Planificación mantienen el **modelo 4D (211 actividades** e hitos) como herramienta viva de control. El control de ensayos a cargo del contratista alcanza hasta el **1%** del PEM, con Plan de Calidad PG-3 y PPTP aprobados por la D.F. antes de cualquier tajo.

Tabla b.3 — Mapa de subcontratistas y proveedores por oficio (cadena de suministro cerrada con 14 cartas de compromiso firmadas antes de licitar).

Oficio	Empresas comprometidas
Estructura metálica (EXC3)	ECOSTEEL CANARIAS · CONSTRUCCIONES METÁLICAS TENERIFE · MONTAJES CANARIAS
Acero (corrugado/estructural)	CELSA · GRUPO SOCAS · MEDIFONSA
Hormigón	PREBETONG · TAUCE HORMIGONES · CANARY CONCRETE
Tratamiento / impermeabilización	JULIO CRESPO CANARIAS · CLAUNI · DRIZORO
Asfalto / firmes	TEN ASFALTOS · Prefabricados: PRESOTEC · GRUPO SOCAS · Corte de hormigón: CANARIAS 109 · ECS · CMY
Carpintería metálica / fachada	CARPINTERÍA ALAYÓN · ALUMINIS HH · DJG · INSTALGOLDI · MEGAPLAC · RSI TENERIFE
Vidrio · Puertas automáticas · Ascensores	VIDRIOS CREVILLENTE · DIASAN · ASSA ABLOY · OTIS · Ignífugado: BRAPESA
Piedra · Carpintería de madera · Vallados	GUAMA ARICO · ROCASA · DOKET · GONCAL · LOS BARBUZANOS · TODOMADERA · VALLADOS ARCHIPIÉLAGO
Marquesinas / mobiliario urbano · Pinturas	BENITO · MU MOBILIARIO URBANO · PINTURA GRANA
Eléctrico / luminarias	PHILIPS · CUADROGES · MOELLER · CIRCUTOR · COELCA · ELECTROSTOCKS
Control de calidad / laboratorio externo	CEMOSA (acreditado ENAC) · ICINCO — ensayos, sonometrías, auditoría ambiental

La cadena de suministro se gestiona solicitando cada material con un plazo de entrega (lead time) de antelación, antes de agotar el stock de seguridad: los materiales pesados se reciben por sectores (ferralla, mallazo) o por tandas y paños (fachada, vidrio), sincronizados con el avance en m² del programa, de modo que el frente nunca se detiene por falta de material y el acopio no excede la superficie dimensionada. El mortero R3 (**273,8 t**) y la fachada Cortizo, por su largo plazo de importación, constituyen los puntos sensibles de la cadena.

b.3.3 Simultaneidad o solape de actividades críticas

DECISIÓN CLAVE

La losa de dársenas constituye la plataforma de trabajo de toda la obra perimetral del edificio. Una vez demolido el pavimento antiguo, el forjado reticular 40+15 queda al descubierto: solo admite mínimáquinas eléctricas y el tránsito de personal, nunca las PEMP, plataformas y medios auxiliares que exigen la fachada, el muro cortina, el cerramiento de dársenas y las instalaciones de borde; además, el hormigón recién vertido no es transitable ni soporta carga hasta cumplir sus 10 días de curado. En consecuencia, ningún tajo perimetral del edificio puede ejecutarse sobre una zona hasta que su losa **HA-30** está vertida y curada. Esto fija un orden **no negociable** —demolición → estructura/cubierta → pavimento → fachada y revestimientos— : la estructura y la cubierta (**F5**: apeo y refuerzo de cerchas, **forjado colaborante** y conexión) se ejecutan en altura con la autogrúa apostada en la explanada exterior del cuadrante NW, sin pisar la losa de dársenas, por lo que pueden preceder al pavimento y solaparse con él sin depender de su estado; mientras que la fachada, el cerramiento de vidrio, los revestimientos y las instalaciones de borde (**F7**/**F8**) se apoyan en la losa y van

necesariamente después.

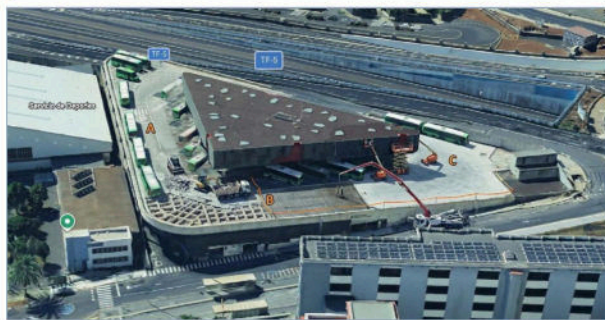


Fig. 1 - Pavimentación por sectores: cadena rodante demolición → losa → curado → fachada, con la losa curada como plataforma de trabajo de los tajos perimetrales.

La ejecución del pavimento en tres sectores (1-7 Norte ~2.051 m²; 8-15 Oeste ~2.307 m²; 16-22 SE ~2.051 m²) no responde solo al curado: convierte la losa en una plataforma que se libera por partes y permite encadenar los tajos sin esperar a todo el pavimento. El avance es una cadena rodante alrededor del triángulo: cuando el primer sector cumple sus **10 días** de curado, se montan sobre él la fachada y el cerramiento mientras los otros dos siguen en demolición, vertido o curado; al curar el segundo, el frente rota hacia él, y así sucesivamente. Este solape comprime **F6** (pavimentos, meses 11-13) y **F7** (fachada, meses 14-17): la fachada del primer sector arranca en cuanto coinciden su losa curada y la disponibilidad del sistema Cortizo (~mes 14), no a la espera del último vertido.

- **F5** (cerchas/forjado) y **F6** (pavimentos) en paralelo (meses 11-13), en plantas y cuadrantes distintos: **F5** en altura sobre el cuadrante NW, **F6** a rasante sobre el techo del parking; la autogrúa principal NW y la autobomba apron SE operan en sectores de giro disjuntos.
- **Exclusión rodante de curado en F6**: los vertidos de los 3 sectores se escalonan ~9 días y los curados de 10 días se solapan, de modo que siempre hay 1-2 sectores en curado mientras se vierte el tercero; esta rotación absorbe además el día de reposicionado de la autobomba al vial oeste.
- **F7** (fachada) con **F8** (instalaciones, meses 14-18) y FV en cubierta: coactividad resuelta por segregación en franjas y zonas, con el falso techo como junta de cierre y prohibición de superposición vertical de tajos.
- Refuerzo de cerchas solapado entre la sustitución de diagonales y el montaje de los refuerzos en K (meses 9-11), manteniendo la regla de nunca dos diagonales contiguas abiertas y frentes de pórtico escalonados (uno en corte, el siguiente en apeo, el de más allá en desmontaje), aprovechando la separación de 9,40 m entre cerchas.
- **Coactividad logística en la rampa SE (F3/F5/F6)**: ventanas por tipo de vehículo (RCD, cubas, góndolas) con parte diario de control de accesos, para que no coincidan en la rampa.

b.3.4 Compatibilidad con la operatividad del Intercambiador

Todo el avance es compatible con la explotación porque: (a) el servicio TITSA opera en el **provisional dual**, separado de la vertical de los trabajos; (b) el rodado de Ángel Guimerá conserva siempre ≥1 carril descendente vivo y el tranvía nunca se corta en servicio diurno; (c) la obra principal del edificio (**F3** → **F8**) es interior o queda dentro del recinto vallado y no afecta al tráfico salvo por la logística de camiones, gestionada con punto de carga único, cita escalonada de cubas y señalista; (d) la conexión estructural NW (**F5**, mes 13) se ejecuta sin tránsito peatonal vivo en ese acceso, con izado por piezas desde el NW que nunca sobrevuela la glorieta, manteniendo la continuidad PMR validada con SINPROMI; (e) se conservan las dependencias operativas TITSA (3 casetas, taxis, personal), y dentro del edificio se mantienen los vestuarios y aseos del personal, segregados del tajo. Bajo la zona de trabajo, el parking inferior continúa en servicio (~50 plazas + ~20 taxis), por lo que se mantienen la extracción forzada y la medición continua de O₂/CO durante toda la fase de estructura. Los cortes inevitables se concentran en ventanas nocturnas (tranvía) y en franjas de baja demanda pactadas con TITSA.

b.4 Documentación gráfica de apoyo

Las láminas que siguen a continuación traducen a soporte gráfico la lógica de ejecución descrita en los apartados anteriores y deben leerse de forma encadenada. La b.4.1 fija el «dónde»: la implantación secuencial de la obra, las zonas de acopio de materiales y la ocupación progresiva de los espacios, siempre segregada de las zonas de tránsito de usuarios y guaguas. La b.4.2 desarrolla el «cómo»: los procedimientos constructivos de cada tajo, con sus secuencias de apeo, corte, refuerzo y montaje. La b.4.3 integra el «cuándo»: la secuencia de planificación 4D que vincula cada actividad a su ventana temporal y verifica, en el modelo, la ausencia de coactividades incompatibles a lo largo de los **20 meses** de plazo.

b.4.1 Implantación secuencial, las zonas de acopio de materiales y la ocupación progresiva de los espacios frente a las zonas de tránsito de usuarios y guaguas.

Esta serie sitúa sobre la geometría real georreferenciada la evolución de la implantación en sus dos tiempos —ZIA-1 de arranque y ZIA-2 desde el cierre del mes 5—, las zonas de acopio por material, el posicionamiento de los medios de elevación y bombeo con sus radios de trabajo y zonas de exclusión, y las rutas segregadas de obra frente a los itinerarios de usuarios y guaguas. Cada lámina corresponde a una fase del programa, de modo que puede leerse la ocupación progresiva de los espacios y su separación permanente respecto de las zonas de tránsito.

b.4.2 Procedimientos constructivos

Recoge las secuencias constructivas paso a paso de los tajos singulares: la conexión a la pasarela (desmontaje, apertura del hueco NW, izado por piezas y montaje del **forjado colaborante** y la escalera), el apeo y refuerzo de las cerchas B1/B2/C2 nudo a nudo, la pavimentación de la losa **HA-30** por sectores con sus curados, y el montaje de la fachada y los cerramientos, con los puntos de inspección y los **hold-points** de la Dirección Facultativa señalados en cada paso.

b.4.3 Secuencia planificación 4D

Materializa la planificación 4D semana a semana sobre el modelo **georreferenciado**: vincula cada actividad a su ventana temporal, resalta la **ruta crítica** y verifica en el propio modelo la ausencia de coactividades incompatibles a lo largo de los **20**

LA IMPLANTACIÓN EVOLUCIONA • EL TRÁNSITO NUNCA SE INTERRUMPE

Visión de conjunto

Hito mes 5

ORTOFOTO • N ↑



MEMORIA Y JUSTIFICACIÓN OPERATIVA

- **Objeto:** implantación reversible en dos tiempos, sin interrumpir el servicio de viajeros ni de guaguas.
- **Tiempo 1** (meses 1-5): ZIA-1 de arranque en la ULL; edificio en servicio; 18 trabajadores.
- **Jardín endémico** (ZIA-1): balizado en F0 y mantenido intacto durante toda la obra.
- **Tiempo 2** (desde el mes 5): ZIA-2 en el parking; edificio cerrado y vallado; 36 trabajadores.

Tiempo 1 • ZIA-1 • recinto ULL

Jul-Nov 2026 • 18 trab. • 824 m²

MEMORIA Y JUSTIFICACIÓN OPERATIVA

- **Objeto:** implantación logística inicial y reversible para la fase de arranque y construcción del intercambiador provisional (F0-F2).
- **Restricción crítica:** ocupación lateral de la plaza dura cedida por la ULL. El jardín de especies endémicas es intocable.
- **Logística ligera:** no se acopian materiales pesados ni estructurales en esta fase; el asfalto va JIT y el hormigón se bombea.
- **Hito de mudanza:** el grueso de esta ZIA se traslada a la ZIA 2 (garaje) el 30/11/2026, tras el cierre del edificio.

CUADRO DE SUPERFICIES Y MEDIOS

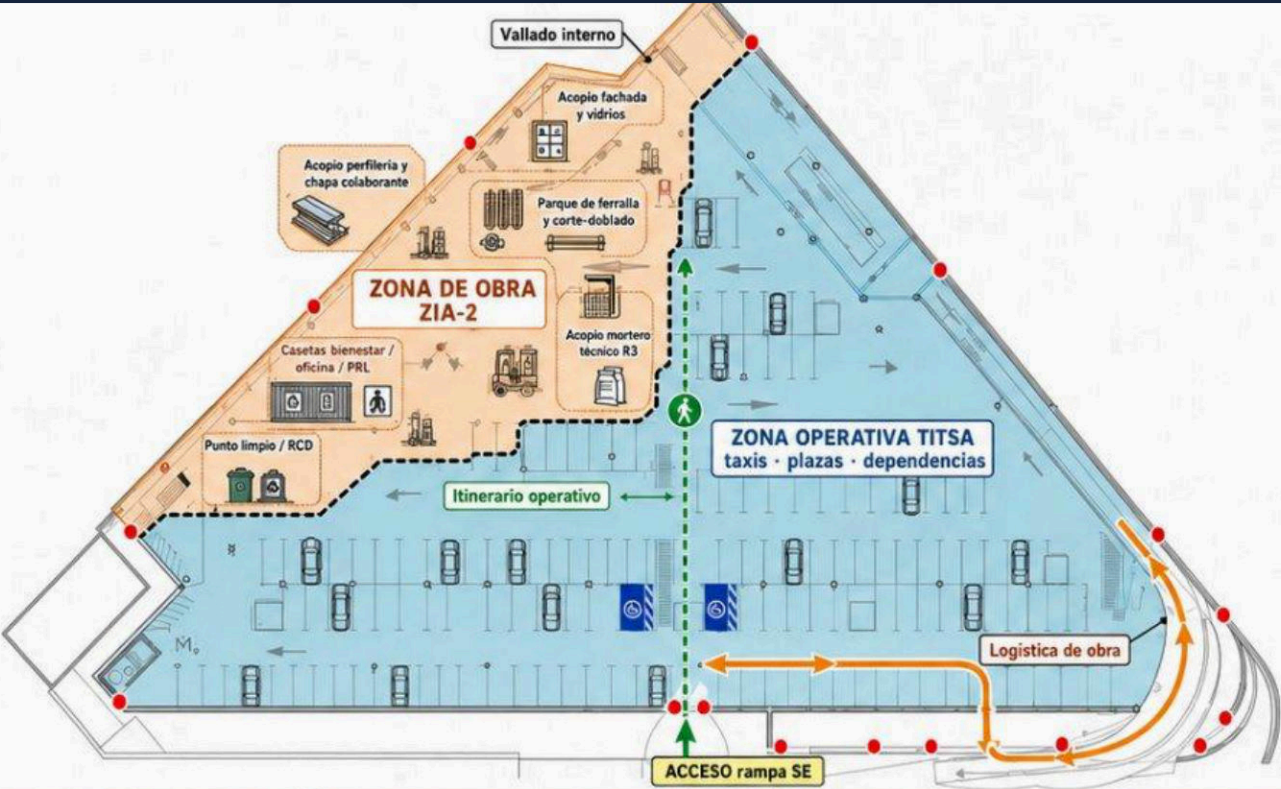
A. Bienestar y oficinas (casetas)			
Dotación	Cant.	Sup. aprox.	Notas
Vestuario / Aseo / Duchas	1 ud	20 m²	2 WC, 2 lav, 2 duchas, 18 taquillas
Comedor	1 ud	20 m²	Con microondas y fregadero
1º Auxilios + Ofic. Obra	1-2 ud	29 m²	Botiquín + Sala JO/PRL
Office TITSA (Provisional)	1 ud	20 m²	PERMANECE
TOTAL CAJETAS	~4-5 ud	~89 m²	Disposición lineal

B. Acopios y maniobra		
Zona	Sup. neta	Notas operativas
Acopio baja rotación	80 - 120 m²	Bordillos, señalización, baldosas
Punto limpio / maquinaria	~40 m²	Combustible / residuos en cubeto
Circulación y maniobra	~150 m²	Radio para camión / grúa ligera
TOTAL OCUPACIÓN	~300 - 380 m²	—



Tiempo 2 • ZIA-2 • planta interior (parking)

36 trab. • 7.095 m²



CONDICIONANTES CRÍTICOS

- Convivencia con zona operativa TITSA
- Segregación física y funcional
- Acceso único por rampa SE
- O₂/CO Ventilación permanente y control O₂/CO
- Prohibido maquinaria diésel/gasolina
- Maquinaria interior 100% eléctrica
- Velocidad máxima interior 10 km/h
- Prioridad peatonal en cruces señalizados

COACTIVIDAD RESUELTA • 0 CRUCES



CUADRO DE SUPERFICIES Y DOTACIONES	
Concepto	Superficie aprox.
Casetas modulares bienestar / oficina / PRL	185 - 205 m²
Parque de ferralla	95 - 125 m²
Acopio mortero técnico R3	110 m²
Acopio perfilera y chapa colaborante	120 - 170 m²
Acopio fachada y vidrios	60 - 90 m²
Punto limpio / RCD	60 m²
Taller / herramienta	30 m²
Plantilla punta	36 trabajadores

MEDIOS Y NORMAS OPERATIVAS	
	Carretillas elevadoras eléctricas
	Transpaletas eléctricas
	PEMP eléctricas
	Minicargadora eléctrica (si procede)
	Red PCI y ventilación existentes activas
	Protección de instalaciones vistas en techo y pilares

Ejecución y estado final • medios y dársenas

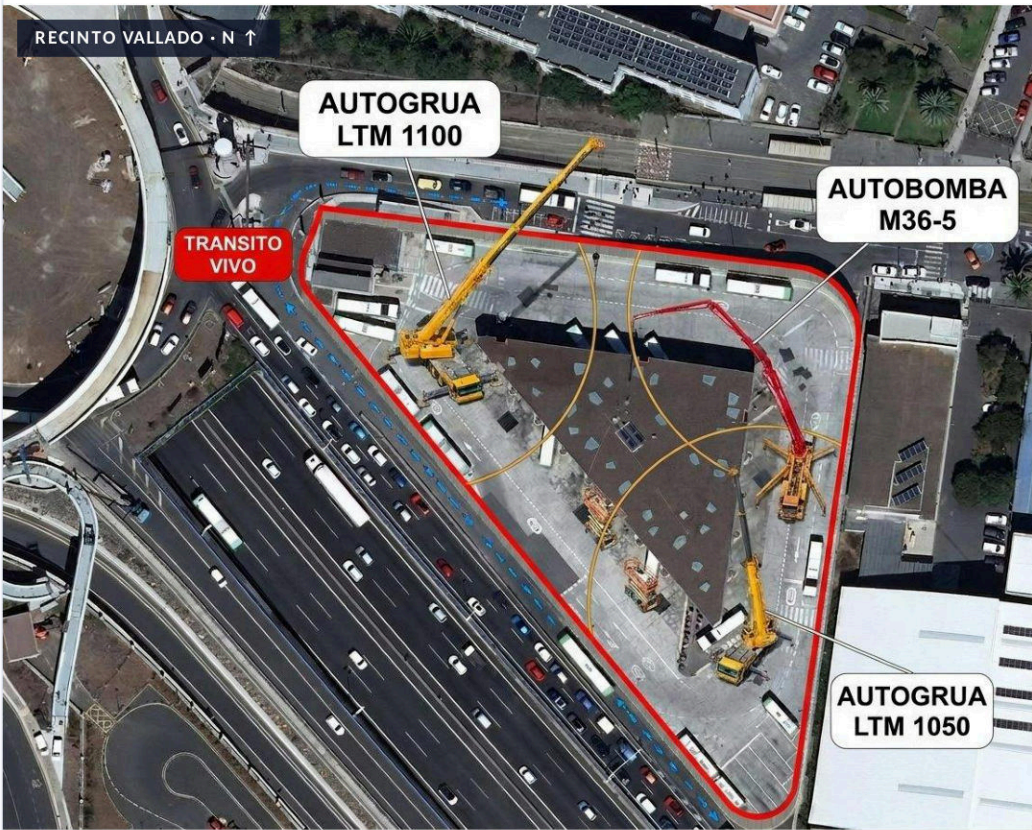
NINGÚN IZADO SOBREVUELA GUAGUAS • CADENA RODANTE CON 0 INVASIÓN DEL TRÁNSITO

MEMORIA Y JUSTIFICACIÓN OPERATIVA

- Medios (F5-F7): autogrúa 100 t en el vértice NW y autobomba M36 en el apron SE; ningún izado sobrevuela guaguas ni glorieta.
- Dársenas (F6-F7): cadena rodante demolición → losa HA-30 → curado 10 d → fachada; se trabaja solo sobre losa curada.
- Estado final: intercambiador y pasarela en servicio; la secuencia converge en la imagen objetivo manteniendo el tránsito.

Medios de elevación

F5-F7



Autogrúa LTM 1100 (100 t) NW • autobomba M36-5 SE (3 sectores) • LTM 1050 reposicionable • 6 torres de apeo • holguras 76-73-136 m.

Ocupación de dársenas

F6-F7



3 sectores en U • 6.408 m² • losa HA-30 17 cm (800-960 m³) • curado 10 d no reducible • forjado nunca cargado por máquina.

Autogrúas / radios Autobomba Recinto vallado Demolición / tránsito vivo

Vertido / curado Fachada (losa curada) Rotación de la cadena

Estado final • vista aérea



Intercambiador terminado sobre el frente marítimo

Estado final • conexión pasarela



Pasarela peatonal de acceso y conexión con la trama urbana

S1

B) PLAN DE EJECUCIÓN Y DESARROLLO DE LOS TRABAJOS · B.4.2 PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS

Demoliciones y desmontajes

FASE F3 · MESES 6-7 · APEAR ANTES DE CORTAR

Fase F3 (meses 6-7), intensiva en mano de obra y regida por el principio inviolable de apea primero y cortar despues, con acta de la D.F. por nudo. No es una demolicion mecanizada convencional sino una secuencia de sub-tajos encadenados sobre estructura en servicio: el forjado reticular 40+15 (techo del parking en uso) no admite carga de maquina pesada y las dolinas se descienden con autogrua, nunca por gravedad hacia Angel Guimera. El RCD total de la obra es **2.956 m3** (de los que **2.563,2 m3** son la demolicion de darsenas) y se segrega en origen: metal a valorizacion, hormigon y fabrica a planta de RCD, residuos peligrosos a gestor autorizado (**8,84 t**). La evacuacion se canaliza por el punto de carga unico del SE con ventanas de 59-66 m3/dia para no saturar el acceso compartido con el parking. Todo trabajo en caliente se ejecuta con permiso, mantas ignifugas y extintor a pie de tajo, y todo corte estructural va precedido de apeo instrumentado con celulas de carga y topografia de flecha.

DETALLE DE PROYECTO

Demolición P1 (05 02 02)

Demolición PB (05 02 01)

Demolición superior cubierta (06 03 03)

Desmontaje de chapa (05 12 07)

PROCEDIMIENTO PASO A PASO · PASOS 1-8

1

Levantamiento as-built previo

Antes de tocar nada se levanta el estado real con escaner laser 3D y estacion total, contrastando los perfiles 'as built' de 2009 contra los planos de demolicion (05 02 01 PB, 05 02 02 P1, 06 03 03 cubierta) y georreferenciando la cuadrícula de trabajo en el modelo. Punto de control: validacion del replanteo 3D como predecesora obligada de toda demolicion, para no demoler sobre elementos no documentados...

2

Desmontaje del rooftop y ACS

Se desmonta el rooftop CIATESA y las instalaciones de ACS de cubierta, desconectando primero fluidos y electricidad, y se descienden con la autogrua secundaria reposicionada al SE, apoyada sobre la losa del garaje y siempre fuera de la vertical del parking en uso. Detalle delicado: ningun equipo se mueve sin purgar el circuito y verificar el peso real en la tabla de cargas de la grua antes de eslingar.

3

Desmontaje de chapa microperforada de fachada

Se desmontan revestimientos y chapa microperforada de los laterales y fachada inferior (1.710 m2): cada pano se libera de su subestructura, se eslinga y se descuelga siempre hacia el interior del recinto, nunca hacia la calle Angel Guimera. Control: ningun elemento desciende por gravedad y la PEMP electrica trabaja con linea de vida; los paquetes se atan antes de soltar el ultimo tornillo.

4

Demolicion interior no estructural de PB/P1

Demolicion de tabiqueria, solados, falsos techos y acabados de PB y P1 con martillo neumatico manual alimentado por compresor, porque el forjado reticular 40+15 no admite carga de maquinaria pesada. Detalle: cuadrillas distintas que no comparten apeo y carga controlada sobre el forjado; el escombro se ensaca y evacua de inmediato para no acumular sobrecarga puntual.

5

Montaje de apeo de la cubierta

Antes de cualquier corte estructural se apea la cubierta con torres de carga metalicas calculadas y firmadas, dispuestas bajo los nudos del cordon inferior (nunca a media luz), niveladas sobre durmientes y puestas en carga con husillos calibrados (partida de apeo 2.512,09 m2). Punto de control: celulas de carga en cabeza de torre que miden la descarga real de la cubierta antes de autorizar el corte.

6

Acta de apeo y monitorizacion (hold-point)

Se levanta el acta de la D.F. del apeo aprobado, hold-point inviolable: hasta que no se firma no se corta. Se instala control topografico de flecha en continuo y sismografia DIN 4150-3, y se registra la lectura de las celulas de carga como cero de referencia. Detalle: si la flecha medida no concuerda con la prevista, el tajo se detiene.

7

Picado manual de la cara inferior del reticular

Se pica la cara inferior del forjado reticular por medios manuales (1.118,7 m2) por la patologia de desprendimientos de 2022 y la presencia de armadura, retirando el hormigon carbonatado o disgregado sin afectar la armadura sana. Control: localizacion previa por georradar de la armadura de punzonamiento sobre pilares y de los huecos de ventilacion embebidos antes de cualquier picado o taladro.

8

Corte de elementos metalicos ya apeados

Solo con el apeo en carga y el acta firmada se cortan vigas, pilares, montantes y diagonales senalados (4.727,72 kg) por frente de portico, con oxicorte para las secciones gruesas y disco/radial para perfiles finos, a cargo de soldadores cualificados. Regla critica: se prohíbe retirar dos diagonales contiguas, para que la celosia no quede sin triangular en ningun momento.

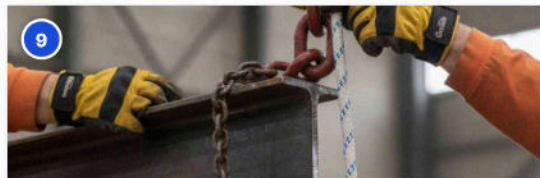
B) PLAN DE EJECUCIÓN Y DESARROLLO DE LOS TRABAJOS · B.4.2 PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS

S1 Demoliciones y desmontajes

FASE F3 · MESES 6-7 · APEAR ANTES DE CORTAR

Hoja 2 / 14

PROCEDIMIENTO PASO A PASO · PASOS 9-13 (CONTINUACIÓN)



Eslingado y descenso controlado de piezas

Cada elemento, ya descargado por el apeo, se eslinga antes de completar el último corte y se desciende con la autogrúa secundaria al SE, guiándolo con cuerda de retenida hacia el interior del recinto, nunca hacia la vía pública. Detalle: se verifica la sección real 'as built' de la pieza y su peso en la tabla de cargas antes de la maniobra; el señalista coordina cada movimiento.



Desapuntalado progresivo y registro de carga

Completados los cortes del frente, se retiran los apeos de forma progresiva aflojando los husillos por pasos y registrando la transferencia de carga en las células, solo con acta de la D.F. y verificación de la flecha residual. Detalle delicado: si la flecha medida no coincide con la prevista se detiene la operación; no se libera la cubierta de golpe.



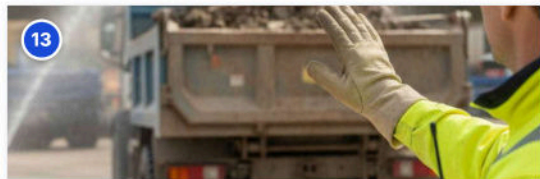
Tratamiento de residuos peligrosos

Se identifican, retiran y envasan los residuos peligrosos (8,84 t): tubos fluorescentes, recuperación de refrigerante de los equipos de clima, posibles fibrocementos o aislamientos y aceites, segregados en contenedores estancos etiquetados y entregados a gestor autorizado con documento de control. Control: trazabilidad documental por código LER y almacenamiento bajo cubierta separado del RCD inerte.



Segregación en origen de RCD

El escombro se segrega en origen en contenedores diferenciados: metal a valorización, hormigón y fábrica a planta de RCD, dentro de los 2.956 m3 de RCD de obra. Detalle: punto limpio acotado al SE con contenedores rotulados por fracción, evitando la mezcla que penaliza la valorización y registrando los volúmenes por fracción.



Evacuación por el punto de carga único SE

La evacuación se canaliza por el punto de carga único del SE con camiones programados por ventanas a 59-66 m3/día, para no saturar el acceso compartido con el parking en servicio. Control: parte diario de control de accesos por tipo de vehículo (RCD, cubas, gondolas) y lavado de ruedas obligatorio en cada salida por la rampa SE para no ensuciar las paradas en servicio.

B) PLAN DE EJECUCIÓN Y DESARROLLO DE LOS TRABAJOS · B.4.2 PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS

S2

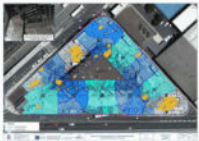
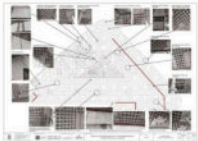
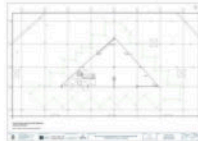
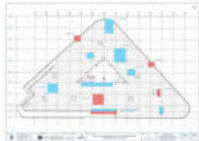
Reparación de la estructura inferior (Zona H)

FASE F4 · PARKING EN SERVICIO DEBAJO

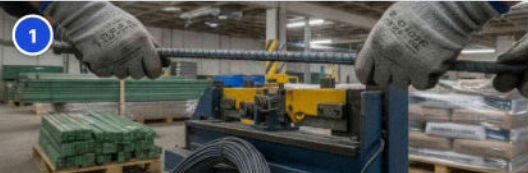
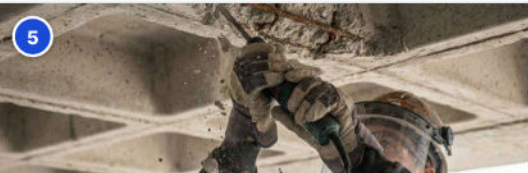
Hoja 3 / 14

Diagnóstico y reparación de la cara inferior del forjado reticular de PB —el techo del parking en servicio— afectado por la patología de desprendimientos de las lluvias de 2022 (Fase F4). Se trabaja con el aparcamiento operativo debajo, lo que obliga a extracción forzada, medición continua de O₂/CO y prohibición absoluta de maquinaria diésel: solo minimáquinas y PEMP eléctricas Li-ion. La reparación de hormigón supera 1 M€ (70% del capítulo de estructura) e incluye chorreado de 3.559,09 m², mortero proyectado R3 sobre 6.342,85 m² (481.422 €), mortero de aplicación manual sobre 2.783,76 m² y revestimiento anticarbonatación blanco sobre 15.409,4 m². Toda actuación sobre pilares y ábacos se replantea por georradar para esquivar la armadura de punzonamiento antes de cualquier taladro.

DETALLE DE PROYECTO

 Drenaje (07 03)	 Inspección estado actual (06 02)	 Refuerzo PB interior (06 05 02)	 Reparación PB interior (06 04 01)
--	---	--	--

PROCEDIMIENTO PASO A PASO · PASOS 1-8

 Implantación del centro logístico ZIA-2 Se monta el centro logístico dentro del propio garaje cubierto: parque de ferralla y banco de armado para el B500SD, acopios secos de mortero y perfilería bajo el forjado reticular, sobre palets y a cubierto de la humedad. Todas las minimáquinas son eléctricas Li-ion; el gasóleo queda prohibido por la coactividad con el parking en servicio debajo. Punto de control: ningún acopio puede invadir las trayectorias de cubas ni i...	 Atmósfera controlada y extracción forzada Antes de cualquier tajo se instala la ventilación forzada y los detectores de O₂/CO en continuo, con alarma que paraliza el trabajo si la atmósfera sale de rango. Es un hold-point de seguridad porque el parking sigue abierto a vehículos y la zona de trabajo queda confinada bajo el forjado. Punto de control: lectura de O₂/CO conforme y caudal de extracción verificado al inicio de cada relevo.	 Catas de carbonatación, cloruros y fisuras Se ejecutan catas de diagnóstico sobre una cuadrícula de 20×20 cm georreferenciada en el modelo 3D: profundidad de carbonatación con fenolftaleína, contenido de cloruros y mapeo de fisuras, con ensayo en laboratorio acreditado ENAC (CEMOSA). Cada punto queda trazado en el modelo para dirigir el alcance real de la reparación. Punto de control: validación del laboratorio ENAC antes de cerrar el mapa de daños.	 Localización de armadura por georradar Con georradar (GPR) se localiza la armadura de punzonamiento sobre los pilares y ábacos, y los huecos de ventilación embebidos en el reticular, antes de cualquier taladro o repicado. Este replanteo es imprescindible: taladrar a ciegas sobre la armadura de punzonamiento comprometería la seguridad del forjado que sostiene la planta. Punto de control: mapa de armaduras y huecos validado antes de abrir el prim...
 Repicado manual del hormigón degradado Se pica y prepara por medios manuales el hormigón degradado de la cara inferior del reticular con patología (1.118,7 m²), trabajando a mano —con martillo cincelador eléctrico ligero— precisamente por la presencia de la armadura, que no debe dañarse. Se retira todo el hormigón disgregado hasta dejar firme el sano. Punto de control: sonido a percusión sin zonas huecas y armadura descubierta sin cortar.	 Chorreado de arena y agua Se prepara la superficie con chorreado abrasivo de arena y agua sobre 3.559,09 m², dejando vista la armadura a sanear y un soporte rugoso para el mortero. El medio húmedo abate el polvo, crítico por la coactividad con el parking en servicio debajo. Punto de control: grado de limpieza y rugosidad del soporte conforme antes de pasivar.	 Pasivado de armadura y puente de unión Sobre la armadura limpia se aplica con brocha la lechada pasivante (puente de adherencia anticorrosión) y, sobre el hormigón, el puente de unión, dejando el soporte listo para recibir el mortero dentro de la ventana abierta del producto. Es la base de un recubrimiento que debe durar décadas. Punto de control: espesor y continuidad de la capa pasivante sobre toda la barra, sin zonas sin cubrir.	 Mortero de reparación R3 proyectado Reparación estructural con mortero proyectado clase R3 (Sika MonoTop-4200, 30 kg/m³) sobre 6.342,85 m², restituyendo el recubrimiento perdido mediante máquina de proyección por vía húmeda. Es la partida mayor del tajo (481.422 €). Punto de control: espesor de recubrimiento y adherencia conformes; el producto debe aplicarse dentro de su ventana de fraguado.

B) PLAN DE EJECUCIÓN Y DESARROLLO DE LOS TRABAJOS · B.4.2 PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS

Reparación de la estructura inferior (Zona H)

FASE F4 · PARKING EN SERVICIO DEBAJO

Hoja 4 / 14

PROCEDIMIENTO PASO A PASO · PASOS 9-14 (CONTINUACIÓN)



Mortero de reparación de aplicación manual

En las zonas de difícil acceso, cantos y encuentros se restituye con mortero de reparación de aplicación manual a llana sobre 2.783,76 m², ajustando el perfil a la geometría real del reticular. Complementa al proyectado donde la máquina no llega con calidad. Punto de control: enrasado al recubrimiento previsto y curado de la superficie reparada.



Desmontaje del drenaje y la ventilación

Se desmonta el sistema de drenaje y ventilación existente —rejas, sumideros y bajantes— para su mantenimiento, coordinado con la impermeabilización; los elementos se reacondicionan o sustituyen según estado. Esta actuación es la causa raíz de la patología de 2022, por lo que se trata con prioridad. Punto de control: inventario del estado de cada bajante antes de decidir reacondicionar o sustituir.



Prueba hidráulica del drenaje

Tras reponer el drenaje se ejecuta una prueba hidráulica vertiendo agua de forma controlada para verificar la estanqueidad de las juntas y el correcto desagüe hacia los sumideros, sin retornos ni fugas a la cara inferior. Es el ensayo que cierra la causa de la patología histórica. Punto de control: ausencia de filtraciones y caudal evacuado conforme.



Reposición del drenaje y la ventilación

Una vez probado, se repone el sistema de drenaje y ventilación: rejas y bajantes reacondicionadas o nuevas se montan y sellan, restituyendo la evacuación de aguas y la ventilación del forjado. Cierra el subtajo que ataca la causa de los desprendimientos. Punto de control: anclajes, sellado de juntas y pendientes verificados antes de dar por cerrado el drenaje.



Limpieza previa al revestimiento

Antes del acabado se realiza una limpieza general de la estructura vista reparada, eliminando polvo, lechadas y restos para garantizar la adherencia del revestimiento anticarbonatación sobre los 15.409,4 m². Una superficie sucia delata cualquier defecto en el acabado final. Punto de control: superficie seca, sin polvo y dentro del rango de humedad admisible del producto.



Revestimiento anticarbonatación blanco

Aplicación del revestimiento anticarbonatación (Sikagard-670 W Elastocolor, blanco) con rodillo sobre 15.409,4 m² de estructura vista, sellando el hormigón frente al avance de la carbonatación y aclarando el techo del parking. Es el acabado que protege la reparación y prolonga su vida útil. Punto de control: número de manos, espesor de película y cubrición uniforme sin descuelgues.

B) PLAN DE EJECUCIÓN Y DESARROLLO DE LOS TRABAJOS · B.4.2 PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS

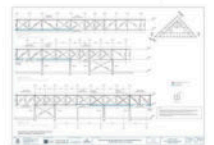
S3

Apeo y refuerzo de cerchas + conexión a la pasarela peatonal

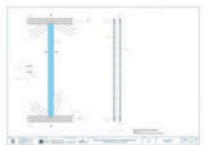
FASE F5 · MESES 9-13 · ACTIVIDAD CONDICIONANTE

Tajo condicionante de la fase F5 (meses 9-13) en el vértice NW del edificio. Para abrir la conexión accesible con el anillo de la pasarela Padre Anchieta (cota +5,6) hay que retirar diagonales de tres cerchas existentes en carga (B1, B2 y C2) -celosías S355 de canto 4 m sobre pilares-tubo CHS Ø508×10 articulados-, lo que obliga a la secuencia apear → cortar → reforzar nudo a nudo, con acta de la D.F. por nudo. El refuerzo en K suma **18.340 kg** de S355 y, una vez completado, se monta sobre el hueco el forjado colaborante ArcelorMittal PL76/383 y la estructura de conexión (**29.481,5 kg** de nueva ejecución) izada por piezas de 1,5-**3,5 t** con la autogrúa Liebherr LTM 1100-4.2 desde el cuadrante NW (R=28 m). Todos los apoyos son articulados (rótula) para no transmitir momento a las cerchas de 2009, y el acople final que invade el gálibo de la glorieta se reserva a una ventana nocturna coordinada con SINPROMI y Policía Local.

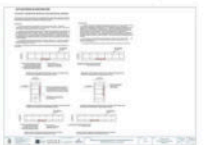
DETALLE DE PROYECTO



Elementos a retirar (06 03 04)



Detalle de nudo / apeo (06 07)



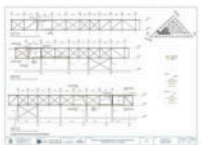
Detalle de estructura (06 04 02)



Estructura de conexión (06 05 03)



Encuentro nueva fachada NW (06 09)



Cerchas B1/B2/C2 — refuerzo en K (06 05 05)

PROCEDIMIENTO PASO A PASO · PASOS 1-8

1



Montaje de las 6 torres de apeo bajo los nudos

Se montan 6 torres de apeo metálicas calculadas y firmadas (h=7,4 m) bajo los nudos del cordón inferior de B1, B2 y C2, nunca a media luz para no introducir flexiones parásitas. Se nivelan con nivel óptico sobre durmientes de reparto en el forjado de PB y los tramos se alimentan con la autogrúa LTM 1100 desde el NW. Detalle delicado: el pie debe quedar a plomo y repartiendo carga, comprobado antes de pretensar nada.

2



Puesta en carga con husillos y células de carga

Cada torre se pone en carga mediante husillos calibrados y gatos, intercalando células de carga que miden la descarga real que recibe la cubierta. Se aprieta por pasos con llave dinamométrica hasta transferir la carga prevista, leyendo en la consola la fuerza por apoyo. Punto de control: la lectura de cada célula debe igualar la descarga teórica antes de tocar ninguna diagonal.

3



Acta de apeo de la D.F. (hold-point)

Hold-point invariable: hasta que la Dirección Facultativa no firma el acta del apeo aprobado, no se corta nada. Se documenta con control topográfico de flecha (estación total / nivel) y sismografía DIN 4150-3 en continuo. Detalle: el cuello de botella real de la fase es el ritmo de validación de la D.F., un acta por nudo.

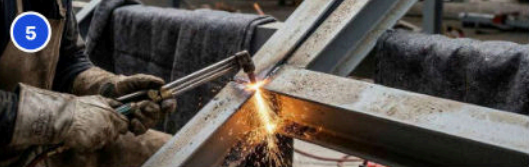
4



Replanteo 3D as-built del hueco y encaje

Antes de cortar acero o pedir taller se levanta la geometría real del encuentro con estación total y escáner láser 3D, verificando el encaje contra la rampa Este de la pasarela (cota +5,4) con tolerancia muy estrecha. El gálibo de encaje se comprueba topográficamente. Punto de inspección: validación del replanteo 3D antes de liberar la fabricación.

5



Corte de diagonales de una en una con oxicorte

Se cortan las diagonales y montantes señalados de uno en uno, nunca dos contiguos, para que la celosía no quede sin triangular. La pieza, ya descargada por el apeo, se corta con soplete oxicetilénico entre mantas ignífugas, con extintor a pie de tajo y permiso de trabajos en caliente. Detalle: corte de las diagonales UPN-160 dobles y montantes señalados según plano de demolición.

6



Eslingado y descenso de la pieza cortada

La pieza cortada se eslinga y se desciende con la autogrúa LTM 1100 desde el NW; se verifica la sección real as-built (espesores y dimensiones) con calibre antes de pedir el acero de refuerzo. Detalle delicado: maniobra a R=28 m, con señalista y carga suspendida controlada, sin sobrevalar zonas en uso.

7



Prefabricación en taller del refuerzo en K

Las nuevas diagonales en K de HEB-280 / HEM-240 y el doblado de cordones con pletinas (HEB-240 + 2 PL220×20; en zonas HEB-280 + 2 PL260×10) se prefabrican en taller y se sueldan en banco para reducir la soldadura a la intemperie. Detalle: el refuerzo es diferenciado por cercha (B1 solo 2 diagonales HEB-280; B2 con pletinas y un montante; C2 completo) para no sobre-ejecutar.

8



Montaje y presentación del refuerzo en el nudo

Los conjuntos de refuerzo se izan por piezas de 1,5-3,5 t con la autogrúa desde el NW (rendimiento 250-400 kg/día por equipo) y se presentan en el nudo guiados con cuerda desde PEMP de tijera eléctrica Li-ion, atornillando provisionalmente y comprobando el ajuste contra la geometría as-built. Detalle: líneas de vida EN 795 ancladas al cordón superior durante todo el montaje.

Apeo y refuerzo de cerchas + conexión a la pasarela peatonal

FASE F5 · MESES 9-13 · ACTIVIDAD CONDICIONANTE

PROCEDIMIENTO PASO A PASO · PASOS 9-15 (CONTINUACIÓN)



Soldadura EXC3 sobre S355 con WPS/WPQR

Soldadura clase de ejecución EXC3 sobre acero S355 por soldadores homologados EN ISO 9606-1, con los WPS/WPQR cerrados antes del primer cordón y gargantas $\geq 1,07 \cdot t$. Se ejecuta con electrodo / hilo bajo manta ignífuga y permiso de trabajos en caliente. Detalle delicado: precalentamiento y control de la geometría del cordón en cada pasada.



Ensayos no destructivos (END) del nudo

Cada nudo se cierra con END: inspección visual al 100% más partículas magnéticas o líquidos penetrantes según la unión, verificando gargantas $\geq 1,07 \cdot t$. Es el hold-point de la D.F. que libera el paso al siguiente nudo. Detalle: no se avanza al nudo siguiente hasta que el END resulta conforme.



Desapuntalado progresivo con registro de carga

Se retiran los apeos aflojando los husillos por pasos y registrando en las células la transferencia de carga a los elementos en K, solo con acta de la D.F. y verificación de la flecha residual; si la flecha medida no coincide con la prevista, se detiene. Detalle: no se hormigona el colaborante antes de completar el refuerzo, para no rigidizar la celosía e impedir el desapuntalado controlado.



Apertura del hueco de conexión (+5,4) y desmontaje de vigas

Una vez reforzadas las cerchas, se abre el hueco de conexión a cota +5,4 contra la rampa Este de la pasarela y se desmontan las vigas que ocupan el paso, cortando con oxicorte / radial entre mantas ignífugas y descolgando los paños siempre hacia el interior del recinto. Detalle: replanteo previo del encaje con estación total ya validado (paso 4).



Montaje del forjado colaborante PL76/383

Se monta el forjado colaborante de chapa ArcelorMittal PL76/383 $e=1,0$ mm (autoportante para luces $\leq 3,80$ m, sin apuntalar) sobre correas IPE-180 ($\leq 1,80$ m en la conexión), viga secundaria HEB-200 y vigas principales HEB-240, izando la chapa por paquetes con la autogrúa y atornillándola sin sobrecargarla. Rendimiento 120-150 m^2 /día con 2 montadores. Detalle: replanteo previo de huecos de arranque...



Conectores Nelson, armado y hormigonado de la losa

Se sueldan los conectores tipo Nelson con pistola a través de la chapa, se coloca la armadura de 1 Ø12 por nervio más mallazo y se vierte la losa de hormigón con bomba de pluma (SC tránsito de pasarela 5,00 kN/m^2 , flecha L/360), vibrando, reglando, fratasando y curando con protocolo meteorológico. Detalle: se exige R-90 (CTE-DB-SI) en la metálica expuesta, aplicado tras la inspección, y hold-point estructural cumplido.



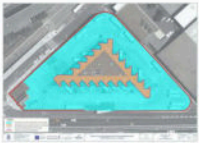
Apoyos articulados y acople final a la pasarela

Todos los apoyos se resuelven con uniones articuladas (rótula) que no transmiten momento a las cerchas de 2009; la estructura existente recibe solo axil controlado. El acople final al anillo de la pasarela invade el gálibo de la glorieta y se concentra en una única ventana nocturna coordinada con SINPROMI y Policía Local, con corte momentáneo del ramal Este (10-20 min). Detalle: sellado y encuentro estanco con la pasarela tras...

S4 B) PLAN DE EJECUCIÓN Y DESARROLLO DE LOS TRABAJOS · B.4.2 PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS
Pavimentación de dársenas — losa HA-30
FASE F6 · MESES 11-13 · LOSA SOBRE FORJADO EN SERVICIO

La losa HA-30 no es un firme convencional con zahorra y aglomerado, sino el pavimento de rodadura reconstruido directamente sobre el forjado reticular existente (40+15, techo del parking en servicio) e integrado estructuralmente con él: es un recrecido estructural colaborante, no un pavimento dispuesto encima. La restricción rectora es la carga muerta del nuevo paquete ($\leq 4,0 \text{ kN/m}^2$), porque el reticular y sus micropilotes no se refuerzan; por eso la losa es delgada ($e=17 \text{ cm}$). Se ejecuta de forma inflexible y por sectores en 3 zonas en U alrededor de la isla central que se conserva: 1-7 Norte ($\sim 2.051 \text{ m}^2$), 8-15 Oeste ($\sim 2.307 \text{ m}^2$) y 16-22 Sureste ($\sim 2.051 \text{ m}^2$); en total $\sim 6.408 \text{ m}^2 = 800\text{--}960 \text{ m}^3$ de HA-30 y **72,1 t** de ferralla B500SD. Ventana F6, meses 11-13, con cada sector ya curado sirviendo de plataforma de trabajo a los tajos perimetrales de fachada.

DETALLE DE PROYECTO



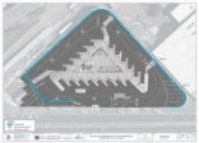
Firmes (07 02)



Recrecido del forjado (06 04 04)



Refuerzo PB (06 05 02)



Señalización (07 04)

PROCEDIMIENTO PASO A PASO · PASOS 1-8



1 **Replanteo y balizado del sector**

Antes de tocar nada se replantea con estación total y escáner láser 3D el perímetro del sector en U (1-7 Norte $\sim 2.051 \text{ m}^2$, 8-15 Oeste $\sim 2.307 \text{ m}^2$ o 16-22 SE $\sim 2.051 \text{ m}^2$) respetando la isla central de embarque que se conserva, y se baliza físicamente la zona de exclusión rodante. Punto de control: cierre con la D.F. de la frontera de medición con el capítulo de demoliciones y validación de cotas de rasante y pendiente 0,5% ha...



2 **Demolición controlada hasta el forjado**

Demolición del pavimento existente (espesor variable 10-40 cm sobre $\sim 6.408 \text{ m}^2$) hasta el nivel de forjado y sin dañarlo, sin maquinaria pesada: minicavadora eléctrica Volvo ECR25 Electric con martillo hidráulico y minicargadora Bobcat S7X eléctrica, a cota controlada (25-40 m³/día por equipo). Punto delicado: no rebasar la cota para no dañar la armadura de punzonamiento sobre pilares ni las rejillas de ventilación del gar...



3 **Picado manual sobre zonas sensibles**

En las franjas sobre forjado sensible y sobre los ábacos de pilar, donde la máquina no puede entrar por riesgo a la armadura de punzonamiento, se remata a mano con martillo neumático manual y compresor. Detalle delicado: trabajo cuidadoso para dejar el forjado reticular 40+15 íntegro y descubrir su superficie sin morder el recubrimiento ni cortar barras.



4 **Saneo y chorro de arena**

Saneo y limpieza de toda la superficie de forjado descubierta con chorro de arena, dejando el árido visto y abierto para garantizar la adherencia del recrecido (6.408 m²). Punto de control: superficie sana, rugosa y sin lechada ni partículas sueltas antes de localizar armaduras y taladrar.



5 **Localización por georradar**

Antes de cualquier taladro se localiza con georradar (GPR) la armadura de punzonamiento sobre los pilares y los huecos de ventilación del garaje embebidos en el forjado, marcando su traza en el suelo. Hold-point: ningún taladro de conector se ejecuta sin el mapeo previo, para no perforar barras de punzonamiento ni reventar un conducto de ventilación del parking en servicio debajo.



6 **Taladro y cosido con conectores**

Cosido del recrecido al forjado con conectores B-500S taladrados y anclados con resina epoxi inyectada: Ø8 cada 100 cm en zona general y Ø12 cada 43 cm en los ábacos, replanteando la malla de conectores para esquivar el punzonamiento y los huecos marcados. Punto delicado: el taladro se ejecuta justo en la cuadrícula libre del georradar; los taladros se soplan y se limpian antes de inyectar la resina.



7 **Puente de unión epoxi**

Aplicación del puente de unión epoxi entre el hormigón curado del forjado y el fresco de la nueva losa sobre los 6.408 m², a rodillo y brocha. Punto de control crítico de tiempos: el hormigonado debe entrar dentro de la ventana de producto fresco (tack) del epoxi; si se pasa el tiempo abierto, el puente se rehace antes de verter.



8 **Mallazo y fibras**

Colocación de las mallas electrosoldadas Ø12 15x15 cm (Ø20 12,5x12,5 cm reforzadas sobre los ábacos) sobre separadores, atadas a los conectores, con incorporación de fibras de polipropileno (0,1 kg/m³) al hormigón. Total de ferralla del tajo: 72,1 t de B500SD, a $\sim 3,3\text{--}3,7 \text{ t/día}$ desde el banco de armado del parque del flanco NO.