

P04 / Verificación y decisiones de cierre

19 septiembre 2026. Estado: revisión de ingeniería; fabricación no liberada. Este suplemento actualiza las estimaciones con la masa del CAD corregido y el movimiento de compuerta de 30 mm/s con rampas. Distingue las comprobaciones efectuadas de los trabajos de diseño pendientes; no acredita refuerzos que aún no están modelados.

Resultados actualizados

Magnitud	Resultado y alcance
Masa fabricada CAD	10 338,78 kg. Reserva comercial adicional:500 kg; no es masa confirmada de equipos.
Capacidad geométrica	15,062 m³; carbón lleno:9,04-15,06 t para densidades 600-1000 kg/m³.
Peso lleno superior	254,00 kN; reacción simétrica ideal 63,50 kN por pata. No dimensiona anclajes ni cimentación.
Caudal a20 ciclos/min	Nominal 14,40 t/h; escenarios 5,18-34,56 t/h. Requiere pesaje real.
Fuerza de compuerta	Apertura 1,88 / 4,37 / 11,17 kN en tres escenarios, masa móvil presupuestada 75 kg y factor 1,5.
Vida de evaluación	16 h/día,300 días/año,5 años:28,8 millones de ciclos a20 cpm;43,2 millones a30 cpm.

Conclusión que condiciona la fabricación

El cálculo actualizado identifica tres frentes de diseño que todavía no están cerrados: la transición de la carcasa, la capacidad/fatiga del carro y el comportamiento global del bastidor. **No basta con completar una firma o comprobar únicamente los apoyos.** La animación y los archivos nativos sí están disponibles y verificados como geometría y cinemática.

Documentos de trazabilidad: **calculos/cierre_calculos_P04.json**, su fuente **calculos/calculos_cierre.py** y los registros CAD, web y SolidWorks del paquete. Las cifras son resultados de hipótesis declaradas; no son mediciones de planta.

01 / Estructura, carro y dosificador

Comprobaciones parciales

Elemento	Resultado	Decisión
Viga H reforzada	Demanda 107,04 kN·m; límite elástico 121,57 kN·m; relación 0,880. Flecha 8,59 mm.	Incluye platabandas 154×12. W6×25 sin refuerzo:61,75 kN·m. Falta estabilidad lateral y modelo global.
Asiento soldado	Demanda/capacidad local 0,612 para la garganta adoptada.	No verifica todas las placas, cartelas, ala, columna ni fuerza horizontal.
Eje de ruedaD32	Carga de rueda 21,20 kN; tensión pico 226,70 MPa; margen de fatiga estimado 1,14.	Inferior al objetivo preliminar 1,5. Revisar sección, entallas y espectro antes de fabricar.
Transición t10	Franja simplemente apoyada 1547,8 mm a30 kPa:539 MPa; modelo lineal excede fluencia.	El modelo de franja no demuestra el fallo de la placa bidireccional real, pero no permite aprobarla.
Alternativa de paño 500 mm	Con t10 y30 kPa:56,25 MPa y flecha 1,46 mm.	Solo referencia para diseñar nervios; faltan rigidez, unión y transferencia de carga del nervio.

Demanda axial estimada en la biela

Carbón sobre bandeja / fricción	10 cpm	20 cpm	30 cpm
10 kN / 0,20	2,12 kN	2,44 kN	2,96 kN
25 kN / 0,35	9,02 kN	9,62 kN	10,62 kN
50 kN / 0,50	25,56 kN	26,63 kN	28,42 kN

$F \leq [\mu N + (m + N/g) a_{\max}]/\cos(\beta_{\max})$; $m=666,43$ kg incluye 50 kg de reserva; $a_{\max}=r(\omega)^2(1+r/L)$, $r=0,05$ m, $L=0,40$ m. La masa móvil de carbón se supone conservadoramente N/g . No incorpora una roca trabada ni sustituye presión granular justificada.

Reducir velocidad no resuelve el caso 50 kN / μ 0,50: su resistencia ya supera 25 kN. Intervalo para estudiar, no para autorizar operación:10-20 cpm, $N \leq 35$ kN y $\mu \leq 0,50$ produce 18,69 kN axiales como cota. Confirmar cargas y limitar fuerza axial medida; un limitador de par no protege por sí solo cerca de puntos muertos.

02 / Compuerta y requisitos de compra

Concepto	Resultado / requisito
Accionamiento propuesto	Power Jacks EBR0025, clase 25 kN; husillo nominal 25 mm, paso 10 mm, relación 6:1; carrera útil 550 mm. Configuración de compra pendiente.
Velocidad / tiempo	30 mm/s; entrada 1 080 rpm; tornillo 180 rpm. Rampas de 1 s y 19,33 s por sentido.
Fuerzas calculadas	Apertura 1,88-11,17 kN; cierre 0,74-10,03 kN. Fricción 0,20-0,50, presión 5-30 kPa y sellos 0,5-3 kN.
Reserva nominal	25/11,17=2,24 frente al máximo factorizado. No acredita pandeo ni vida del husillo instalado.
Servicio	2 ciclos completos/h:2,15%;6 ciclos/h:6,44%. Pico acumulado 5 años:144 000 ciclos y 158,4 km de recorrido.
Motor de referencia	1,5 kW con freno y reducción a 1080 rpm; con eficiencia externa 0,90 entrega 11,94 N·m. Arranque a 25 kN:11,1 N·m; potencia requerida 1,084 kW. Selección provisional.

Alcance de 25 kN: la compuerta desliza; no levanta todo el carbón de 15 m³. Su margen 2,24 corresponde a los escenarios de presión y fricción asumidos, no a una presión granular validada. La clase del actuador es independiente del límite de 25 kN de la biela del dosificador.

Datos que debe devolver la oferta técnica

Actuador: referencia completa y plano STEP certificado; fuerza útil en ambos sentidos a la longitud real; verificación de pandeo y soporte superior; curvas velocidad-carga y térmica; vida para el recorrido acumulado; freno de retención; protección contra polvo y corrosión; límites de carga lateral y mantenimiento. No aumentar la fuerza para triturar una piedra atrapada.

Dosificador: motorreductor para servicio 16 h/día, alimentación 240 V trifásica 60 Hz, salida variable 10-30 rpm como intervalo de estudio; par continuo y de arranque documentados; selección final ligada a la fuerza axial admisible. Mantener interfaces y perforaciones de bancada retenidas hasta recibir el plano definitivo.

Rodadura: 4 ruedas, 8 bujes 32/36×30, ejes y retenedores según CAD P04, sujetos a redimensionamiento. La capacidad de catálogo de un buje no certifica el conjunto rueda-eje-ala. No comprar piezas mecanizadas finales con el margen de fatiga pendiente.

Fuente comercial consultada 19/09/2026: [catálogo oficial E-Series de Power Jacks](#), página 28: máximo de entrada 1800 rpm y 1,5 kW. Husillo paralelo a la guía inclinada; el motor transversal acciona la caja angular. Confirmar configuración, inercia, térmica y freno con el fabricante.

03 / Cierre de retenciones y aceptación

Retención	Evidencia necesaria para cerrarla
R1 / Transición	Cálculo de cascarón con presiones justificadas o diseño verificado de nervios, soldaduras y transferencia a anillos. Actualizar CAD, planos y metrado si cambia la geometría.
R2 / Carro y biela	Revisar ejeD32/contacto rueda-ala, espectro de fatiga, retenciones y uniones; definir detección de carga axial y actuación ante atasco.
R3 / Bastidor	Modelo global con carga excéntrica, cucharón, viento y sismo; estabilidad, interacción axial-flexión y uniones completas. No trasladar la comprobación local a todo el bastidor.
R4 / Apoyos existentes	Levantamiento de ejes, niveles, luces y dimensiones; identificar material, sección, corrosión, soldaduras/ancajes y capacidad. Confirmar interpretación de 3490 mm.
R5 / Equipos y controles	Planos certificados, selección comercial, freno, servicio térmico y vida; esquema eléctrico y funciones de protección del equipo real.
R6 / Aprobación	Revisión documentada del profesional responsable después de cerrarR1-R5. Este documento no contiene una firma profesional ni una liberación.

Datos de planta mínimos y pruebas posteriores

Registrar: dimensiones y fotografías identificadas de cada apoyo; carga máxima del cucharón, altura de caída y forma de descarga; densidad aparente medida y granulometría; receptores y espacios de mantenimiento; información de suelo y entorno necesaria para acciones laterales. Una carga supuesta no demuestra la capacidad de un apoyo existente.

Después de fabricar bajo planos aprobados: verificar montaje y guardas; marcha en vacío; pruebas 25/50/75/100% de la carga aprobada; pesar al menos 3 muestras por punto de velocidad; medir fuerza axial, corriente y temperatura; comprobar retención de compuerta, finales, obstrucción y ausencia de re arranque tras rearme. Aceptar contra límites de cálculo y proveedor, sin inventar valores de temperatura universales.

Marco de referencia: RNE publicado por SENCICO. Su listado informa actualización de E.030 por RM183-2026-VIVIENDA; la aplicabilidad y versión deben quedar documentadas en el cálculo definitivo. Este suplemento no declara cumplimiento global del RNE.

Publicación: La entrega incluye visualización web y descarga de archivos. La publicación del expediente no equivale a autorización de fabricar ni operar la máquina.