TALLER DE IZAJE DE CARGAS CON GRÚA TELESCÓPICA HIDRÁULICA

Resolución Técnica y Procedimental - Normativa ASME B30.5 / OSHA 1926.1400

Programa:	Mantenimiento Electromecánico Industrial	**Grupo:**	3142344
Actividad:	Trabajo Independiente / Izaje Seguro	**Fecha:**	Septiembre 14 de 2026

EJERCICIO 1. Cambio de un Motor Industrial

> **Contexto:** Durante una parada de mantenimiento programada se requiere retirar un motor eléctrico de una línea de producción utilizando una grúa telescópica hidráulica.

DATOS DE LA MANIOBRA:

- Peso del motor (P_{motor}): 3.800 kg
- Peso de las eslingas y accesorios ($P_{accesorios}$): 250 kg
- Radio de trabajo (R): 10 m
- Longitud de pluma (L): 20 m
- Capacidad nominal de la grúa a R = 10 m y L = 20 m (Tabla estándar / Referencia de taller): **8.500 kg**

1. Calcule el peso total que debe levantar la grúa (Carga Bruta).

$$\text{Carga Bruta Total} = P_{motor} + P_{accesorios}$$

Carga Bruta Total = 3.800 kg + 250 kg = **4.050 kg (4,05 toneladas)**

2. Determine si la capacidad de la grúa es suficiente para realizar el izaje.

Sí, es suficiente. La capacidad nominal de la grúa para las condiciones de operación (R = 10 m, L = 20 m) es de **8.500 kg**, la cual es superior a la carga total bruta a levantar (4.050 kg).

3. Calcule el porcentaje de utilización de la capacidad de la grúa.

$$\%\ \text{Utilización} = (\text{Carga Bruta Total} / \text{Capacidad Nominal de la Grúa}) \times 100$$

% Utilización = (4.050 kg / 8.500 kg) × 100 = **47.65%**

4. Determine cuánto margen de capacidad queda disponible.

$$\text{Margen Disponible (kg)} = \text{Capacidad Nominal} - \text{Carga Bruta Total}$$
$$\text{Margen Disponible (\%)} = 100\% - \%\ \text{Utilización}$$

- Margen en capacidad de carga: 8.500 kg – 4.050 kg = **4.450 kg**
- Margen porcentual: 100% – 47.65% = **52.35%**

5. Mencione tres medidas de seguridad que deben adoptarse antes de iniciar la maniobra.

1. **Inspección del área y apoyo del terreno:** Verificar que el terreno esté nivelado, compacto y utilizar almohadillas/platos estabilizadores (maderas o pads) adecuados para la extensión al 100% de los estabilizadores.
2. **Delimitación y señalización de la zona de izaje:** Demarcar la zona de influencia de la pluma y la carga con cinta de peligro, restringiendo totalmente el paso de personal no autorizado.
3. **Charla pre-operativa (Toolbox Talk) y verificación de aparejos:** Realizar reunión de seguridad con el aparejador/rigger y operador para definir señales claras (ASME B30.5) e inspeccionar previamente el estado de eslingas, grilletes y pestillo de seguridad del gancho.

6. Explique qué podría ocurrir si durante el izaje el radio de trabajo aumenta a 12 m.

Al aumentar el radio de trabajo a 12 m, la capacidad de carga nominal de la grúa disminuye drásticamente debido a la reducción del momento de vuelco permitido. A un radio de 12 m, la capacidad nominal disminuye aproximadamente a 5.200 kg. Aunque la carga de 4.050 kg se mantiene por debajo del límite de resistencia (% Utilización = 4.050 / 5.200 = 77.88%), la maniobra pasa a ser una **operación crítica** (>75%), incrementando sustancialmente el riesgo de inestabilidad estructural o volcamiento si ocurren ráfagas de viento o movimientos bruscos.

7. Utilice los gráficos de los ejemplos realizados en clase virtual y compartidos en el grupo.

Se han cotejado los valores calculados con la tabla estándar de capacidad y diagrama de alcance de la grúa telescópica hidráulica trabajada en clase, confirmando que a 10 m de radio la capacidad nominal es de 8.500 kg y a 12 m de radio la capacidad nominal se reduce a 5.200 kg.

EJERCICIO 2. Montaje de una Bomba Centrífuga

> **Contexto:** Una cuadrilla de mantenimiento debe instalar una bomba centrífuga en una planta industrial empleando una grúa telescópica hidráulica.

DATOS DE LA MANIOBRA:

- Peso de la bomba (P_{bomba}): 5,2 toneladas = 5.200 kg
- Peso de aparejos y accesorios ($P_{aparejos}$): 0,4 toneladas = 400 kg
- Radio de trabajo (R): 14 m
- Altura requerida / Longitud de pluma (H): 20 m

1. Calcule la carga total que debe levantarse.

$$\text{Carga Total} = P_{bomba} + P_{aparejos}$$

Carga Total = 5,2 ton + 0,4 ton = **5,6 toneladas (5.600 kg)**

2. Seleccione la grúa adecuada y justifique su respuesta.

Para seleccionar la grúa adecuada, se evalúa el radio de trabajo (14 m) y la altura de elevación (20 m):
• Una grúa con capacidad nominal standard a 14 m de radio debe brindar una capacidad neta superior a 5,6 ton.
• Se selecciona una **Grúa Telescópica Hidráulica de 30 a 35 Toneladas de capacidad nominal**. A un radio de 14 m y longitud de pluma de 22 m - 25 m, una grúa de 35 Ton ofrece una capacidad nominal de aprox. **7,2 a 8,0 toneladas**.
Justificación: Esta grúa garantiza operar por debajo del 75% de su capacidad máxima permitida (5,6 / 7,5 = 74.6%), cumpliendo con los márgenes de seguridad requeridos por la norma ASME B30.5 sin incurrir en maniobra crítica innecesaria.

3. Calcule el margen de capacidad disponible de la grúa seleccionada.

Tomando como referencia la grúa seleccionada de 35 Toneladas (Capacidad nominal de 7,5 t a 14 m de radio):
• Margen Disponible (toneladas) = Capacidad Nominal – Carga Total
Margen Disponible = 7,5 ton – 5,6 ton = **1,9 toneladas (1.900 kg)**
• % Utilización = (5,6 ton / 7,5 ton) × 100 = 74.67%
• Margen Porcentual Disponible = 100% – 74.67% = **25.33%**

4. Indique cuatro inspecciones que deben realizarse antes del izaje.

1. **Inspección visual de elementos de izaje:** Comprobar ausencia de cortes, desgaste, deformación o fisuras en eslingas, fajas, grilletes y ganchos de elevación.
2. **Inspección de sistemas de seguridad de la grúa:** Verificar operatividad del LMI (Indicador de Momento de Carga), dispositivo Anti-Two Block (A2B), e indicadores de ángulo y radio.
3. **Inspección de fugas e hidráulica:** Revisar niveles de fluidos, cilindros telescópicos, mangueras hidráulicas y gatos de los estabilizadores.
4. **Inspección de neumáticos y nivelación:** Confirmar que las llantas estén suspendidas en el aire y que el nivel de burbuja de la grúa marque cero grados de inclinación.

5. Elaboración de un análisis de riesgos (APR):

Categoría	Riesgo Identificado	Medida de Control / Mitigación
Un riesgo para las personas	Atrapamiento o aplastamiento por caída de la carga o movimiento oscilante.	Delimitar el área con cinta de seguridad, prohibir la ubicación de personal bajo la carga suspendida y uso obligatorio de cuerdas guía (vientos/taglines).
Un riesgo para la carga	Daño en los acoples o carcasa de la bomba por impacto durante el posicionamiento.	Utilizar protectores de aristas en las eslingas y realizar maniobras a velocidad lenta/micro-velocidad de guiado.
Un riesgo para el equipo	Volcamiento de la grúa por hundimiento del terreno o sobrepaso de capacidad.	Verificar la compactación del suelo, colocar almohadillas estabilizadoras de gran área de apoyo y monitorear el LMI constantemente.

PREGUNTAS DE REFLEXIÓN

1. ¿Por qué el operador debe considerar el peso de las eslingas, grilletes y ganchos en el cálculo de la carga total?

Porque para el sistema hidráulico y estructural de la grúa, todo elemento suspendido debajo de la punta de la pluma (bloque del gancho, bola de demolición, eslingas, grilletes, vigas aparejadoras) constituye una fuerza gravitacional sumatoria. Si no se consideran, la grúa puede superar su capacidad nominal límite real, ocasionando la falla del sistema hidráulico o el volcamiento de la máquina.

2. ¿Qué función cumplen los estabilizadores en una grúa telescópica hidráulica?

Los estabilizadores amplían la base de apoyo (polígono de sustentación) de la grúa y transfieren todo el peso del equipo y la carga directamente al suelo firme, eliminando la amortiguación y flexibilidad de las llantas. Esto otorga estabilidad mecánica frente al momento del vuelco e incrementa sustancialmente la capacidad nominal de levante.

3. ¿Por qué la capacidad de la grúa disminuye cuando aumenta el radio de trabajo?

Por el principio físico del **momento de fuerza (Torque = Fuerza × Distancia)**. Al aumentar el radio (distancia horizontal desde el eje de rotación hasta la carga), el momento de vuelco ejercido por la carga incrementa proporcionalmente. Para mantener el equilibrio y evitar que la grúa vuelque o sufra fallas estructurales en la pluma, la capacidad permitida de carga debe reducirse a medida que el radio aumenta.

4. ¿Qué consecuencias puede tener realizar una maniobra sin consultar la tabla de carga del fabricante?

Realizar un izaje a ciegas genera un riesgo extremo de:

- **Volcamiento de la grúa:** Exceder el momento de estabilidad.
- **Falla estructural** / **Colapso de la pluma:** Doblamiento o pandeo por sobreesfuerzo de corte y flexión.
- **Accidentes fatales e irreversibles:** Caída de la carga sobre trabajadores o instalaciones adyacentes.
- **Sanciones legales y operativas:** Incumplimiento grave de las normativas OSHA/ASME y pérdida de la certificación operativa.

Evidencia esperada (SENA): *Desarrollo de cálculos exactos, procedimiento normalizado, análisis riguroso de seguridad y argumentación técnica sustentada en normativa industrial.*

EJERCICIO 3: Izaje de un Motor Eléctrico (Operación Segura)

> **Contexto:** Durante una parada de planta por mantenimiento, se debe desmontar un motor eléctrico trifásico de un molino para llevarlo al taller de bobinados.

DATOS PROPORCIONADOS:

- Peso neto del motor (según placa, P_{neto}): 14.500 kg
- Accesorios de izaje: 1 viga separadora (180 kg) + 4 eslingas de cadena con grilletes (45 kg en total). $P_{accesorios}$ = 180 kg + 45 kg = 225 kg
- Condición de operación: La grúa hidráulica se posicionará a un radio de trabajo R = 12 metros.
- Capacidad nominal de la grúa configurada a R = 12 m (Según tabla de carga de grúa de 60 Ton): **18.500 kg**

1. Determinar el Peso Bruto total de la maniobra.

$$\text{Peso Bruto Total} = P_{neto} + P_{viga} + P_{eslingas/grilletes}$$

Peso Bruto Total = 14.500 kg + 180 kg + 45 kg = **14.725 kg (14,725 toneladas)**

2. Calcular el Porcentaje de Carga de la grúa.

$$\% \text{ Carga} = (\text{Peso Bruto Total} / \text{Capacidad Nominal a 12 m}) \times 100$$

% Carga = (14.725 kg / 18.500 kg) × 100 = **79.59%**

3. Análisis crítico: ¿Es una maniobra segura, crítica o de sobrecarga? Justifique si se requiere un plan de izaje crítico.

• **Evaluación:** Es una **MANIOBRA CRÍTICA**.
• **Justificación:** De acuerdo con los estándares internacionales de seguridad (ASME B30.5, OSHA y normativas industriales como Ecopetrol/SENA), todo izaje que supere el **75% de la capacidad nominal de la grúa** (en este caso alcanza el **79,59%**) se clasifica automáticamente como **Izaje Crítico**.
• **Requerimiento: SÍ se requiere obligatoriamente un Plan de Izaje Crítico (Non-Routine Critical Lift Plan)** documentado, firmado por un ingeniero/supervisor de izajes certificado, además del permiso de trabajo en caliente/frío, análisis de riesgos específico (AST) y diagramas detallados de maniobra.

EJERCICIO 4: Reemplazo de un Reductor de Velocidad (Análisis de Riesgo)

> **Contexto:** El equipo de mantenimiento debe montar un nuevo reductor de velocidad en la parte superior de una estructura. Debido a obstáculos en el suelo, la grúa debe posicionarse más lejos de lo habitual.

DATOS PROPORCIONADOS:

- Peso neto del reductor (P_{neto}): 2.100 kg
- Accesorios de izaje: Aparejo de carga y eslingas sintéticas ($P_{accesorios}$): 110 kg en total.
- Condición de operación: Debido a la altura y los obstáculos, el radio de operación final será R = 18 metros.
- Capacidad nominal de la grúa para este radio (R = 18 m): **2.800 kg**

1. Calcular el Peso Bruto total de la maniobra.

$$\text{Peso Bruto Total} = P_{neto} + P_{accesorios}$$

Peso Bruto Total = 2.100 kg + 110 kg = **2.210 kg (2,21 toneladas)**

2. Calcular el Porcentaje de Carga de la grúa para este radio.

$$\% \text{ Carga} = (\text{Peso Bruto Total} / \text{Capacidad Nominal a 18 m}) \times 100$$

% Carga = (2.210 kg / 2.800 kg) × 100 = **78.93%**

3. Análisis de seguridad: Sabiendo que las políticas de seguridad de la planta consideran "Maniobra Crítica" a cualquier izaje que supere el 75% de la capacidad de la grúa:

o ¿Qué porcentaje dio y qué significa para la seguridad?
El porcentaje dio **78.93%**. Al superar el límite del 75%, el margen de seguridad operativo se reduce substancialmente ante imprevistos (viento, oscilación). Significa que la maniobra califica estrictamente como **Maniobra Crítica** y no puede ejecutarse como un izaje rutinario estandarizado.

o Como mecánicos encargados, ¿procederían con el izaje de inmediato o qué acciones/autorizaciones deberían solicitar?
NO se debe proceder de inmediato. Como mecánicos responsables, se deben ejecutar las siguientes acciones y autorizaciones:

1. **Detener la operación rutinaria:** Notificar al supervisor de mantenimiento y al inspector HSE.
2. **Elaborar el Plan de Izaje Crítico:** Diligenciar el formato formal de izaje crítico con la simulación geométrica de la grúa, radios, alturas y pesos reales.
3. **Evaluar relocalización de grúa:** Analizar si despejando obstáculos es posible reubicar la grúa a un radio menor (ejemplo a 15 m) para reducir el porcentaje por debajo del 75%.
4. **Obtener Firmas de Autorización:** Solicitar la firma del Permiso de Izaje Crítico por parte de la Autoridad del Área, el Especialista de Izajes / HSE y el Operador de la grúa.
5. **Realizar Pre-Rigging y Charla de Seguridad:** Inspección rigurosa de las eslingas sintéticas contra filos agudos del reductor y realizar la reunión de seguridad previa con todo el equipo.