

**Prevención de defectos en puentes grúa**

**Pág. 80 - 87**

**Fernando Verbal H.**

Jefe Departamento Civil, Ingeniería del Pacífico Ltda. Casilla 16195 Correo 9 - Santiago, Chile.

**RESUMEN:** el alto costo de la inversión inicial y el grado de dependencia que la producción tiene del buen funcionamiento del puente grúa, hacen reflexionar sobre la necesidad de prestar atención adecuada a sus causas de falla prevención de defectos y disposiciones de mantención. El presente artículo aborda algunos de estos temas sólo con el interés de alertar a los usuarios sobre la necesidad de profundizar en ellos, por cuanto la robustez de los equipos dan una sensación de seguridad no siempre cumplida en la realidad.

**I. INTRODUCCION**

La mayor parte de los procesos productivos están ligados a la necesidad de mover grandes pesos en forma reiterada y preestablecida. El sistema más eficiente para lograrlo se basa en puentes grúa de gran luz y alto tonelaje (Fig. 1), que requieren el cumplimiento de dos condiciones básicas: correcta especificación del equipo y capacidad adecuada de la estructura de soporte.

La especificación del equipo debe considerar un estudio completo sobre las operaciones a realizar y cargas a mover, no sólo para el proceso industrial proyectado, sino prever las modificaciones de operación requeridas para el futuro. Como ello está directamente ligado a un problema económico, vale recordar que la implementación de un sistema de carguío por puente grúa es de alto costo inicial, lo que inhibe el sobredimensionarlo.

Los puentes grúa de gran tonelaje son equipos móviles que generan fuertes cargas dinámicas sobre la estructura soportante. De hecho, la norma chilena NCh 427 "Especificaciones para el Cálculo de Estructuras de Acero", establece que el efecto dinámico sobre la estructura soportante debe resolverse mediante la mayoración de cargas directas y minoración de tensiones admisibles.

Sin embargo, sea por defectos de diseño o construcción, por empleo en cargas superiores a las nominales del equipo, por desgaste de las partes mecánicas o por fallas de mantención, se producen deformaciones permanentes sobre los rieles y vigas de soporte del puente grúa.

Con el fin de alertar a los usuarios sobre la conveniencia de prestar atención adecuada a los puentes grúa, analizaremos brevemente las causas de falla, prevención de defectos y recomendaciones de mantención.

## II. CAUSAS DE FALLA

Sin incluir el maltrato que puede sufrir un puente grúa por acciones inadecuadas del operador, las principales causas de falla se pueden resumir en.

a) Defectos de diseño o construcción

La causa principal de falla que presentan las vigas soportantes de rieles para puentes grúa, se debe a su falta de resistencia a la fuerza horizontal transversal generada por el equipo móvil. Sea por no usar las cargas adecuadas, por distribuirla en ambos rieles aún cuando las ruedas del puente grúa sean de una sola pestaña o por no proveerlas de sujeción lateral que evite su volcamiento, las vigas resultarán más elásticas y deformables de lo esperado. Una solución, corrientemente empleada, es aumentar la rigidez lateral del ala superior de la viga mediante un reticulado horizontal, que adicionalmente puede usarse para materializar un pasillo de acceso a la cabina del operador de la grúa.

b) Aumento de cargas

Aprovechando que los puentes grúa emplean factores de seguridad más amplios que los estructurales, es posible que una industria en expansión los use para cargas superiores a las nominales, lo que acelerará, el desgaste de las piezas mecánicas y aumentará las tensiones de trabajo sobre la estructura. Como ejemplo, en una fundición de cobre se detectó una clara tendencia de los convertidores modificados, de 600 Ton de peso propio cada uno, a desplazarse horizontalmente hacia el lado motriz a un ritmo de 10 cm por mes. Durante mucho tiempo, la solución consistió en reubicarlos mediante tirones proporcionados por uno de los puentes grúa de 100 Ton nominales, superando largamente la capacidad de diseño del equipo y estructura de soporte a los esfuerzos horizontales.

c) Desgaste mecánico

A pesar de que estos equipos están diseñados para soportar un trato duro, a lo largo del tiempo se producirá desgaste en descansos de ejes y partes mecánicas. Se pierde la tolerancia de fabricación entre ejes y soportes, lo que genera movimientos descontrolados que aceleran el proceso de falla y elevan notablemente las fuerzas de impacto sobre la estructura de soporte.

d) Fallas de mantención

Los descuidos en los programas de mantención de equipos móviles repercutirán rápidamente en la eficiencia de las maniobras y en la conservación de los elementos de conexión. La eficiencia de los equipos se ve afectada por su incapacidad para responder adecuadamente a los controles, generándose golpes de la carga, bamboleo excesivo de ella e imprecisión en las maniobras. Debido a las vibraciones que produce el equipo móvil y a que la distribución de tensiones en una conexión no es uniforme, los conectores

extremos están normalmente sometidos a mayores esfuerzos: los remaches pierden el ajuste inicial, algunos pernos se sueltan y desaparecen, las soldaduras se trizan y corroen. Las tensiones sobre los conectores que se mantienen aumentan, acelerando el proceso.

### III. PREVENCIÓN DE DEFECTOS

Bajo el supuesto que el puente grúa ha sido correctamente especificado (o que las especificaciones están vigentes para las operaciones habituales), las principales instancias que lograrán los mejores resultados en la prevención de fallas del puente grúa son: diseño y construcción adecuados de la viga portarriel, empleo de un operador calificado en su manejo y revisión periódica del equipo.

#### 3.1 Diseño

1. Las cargas deben considerarse adecuadamente. El peso propio del puente grúa, que debe ser incluido entre las cargas que producen impacto, es normalmente alto. Una expresión aproximada para obtener el peso propio de los puentes grúa en función de su luz  $L$  en m y su capacidad nominal  $Q$  en Ton es:

$$W = 1,4 L + 0,65 Q - 4,8. \quad (1)$$

- b) El fatigamiento del acero puede ser alto. El número de ciclos de carga y descarga producidos por el puente grúa con carga máxima puede reducir notablemente la tensión admisible, sobre todo si la viga riel tiene soldaduras transversales sin inspección o de penetración parcial. Es corriente que en industrias de operación repetitiva el número de ciclos en la vida útil supere el millón, mientras que la soldadura transversal es normal para vigas riel de largo superior a los 6 m
- c) Las fuerzas de impacto pueden reducirse. Un diseño adecuado considera la colocación de láminas amortiguadoras de la vibración entre la viga y el riel, logrando una disipación de energía que compatibiliza estos esfuerzos con la falta de elasticidad de edificios fuertemente arriostrados.

#### 3.2 Inspección de la construcción

- a) El material usado para fabricar la estructura debe ser nuevo. No sólo se debe rechazar el reuso de perfiles, sino que también controlar que en la fabricación no se usen retazos de

## Revista de Ingeniería de Construcción, N° 2, Marzo 1987

planchas para formarlos. Las soldaduras excesivas, que son difíciles de descubrir una vez pintada la viga, pueden reducir su capacidad resistente.

- b) La fabricación induce tensiones internas. Mientras más rudimentario es el método de fabricación, especialmente de perfiles soldados, mayores serán las tensiones internas inducidas. Por eso es deseable que las vigas portarriel sean de perfil soldado al arco sumergido, fabricado en planta automatizada. Para cargas altas es recomendable someter las piezas a relevo de tensiones en horno distensionador.
- c) Las tolerancias de fabricación y montaje deben ser controladas. Es conveniente que las vigas portarriel, en definitiva las reguladoras del buen funcionamiento del puente grúa, cumplan las tolerancias de fabricación habituales para estructuras de acero, y el montaje de los rieles se haga con verificación topográfica para las siguientes tolerancias máximas:

- Pendiente admisible de cada riel

- Desnivel máximo =  $L/1.000$ , con L limitado a un tramo

- Para el largo total D, es aceptable  $D/10.000$  como desnivel entre 2 puntos cualesquiera

- En todo caso, debe evitarse los desniveles alternados (diente de sierra).

- Desalineamiento admisible de cada riel

- Respecto al eje teórico el desvío es de + 3,2 mm, en atención a la huelga entre rueda y riel

- d) Diferencia de nivel entre rieles

- En cada punto del recorrido, el desnivel máximo será de  $1/1.000$  de la luz

- e) Variación de la luz nominal

- La distancia entre rieles será la luz nominal  $\pm 5$  mm, considerando como luz nominal la distancia entre ejes de las ruedas del puente.

### 3.3 Operador del Puente Grúa

No hay en Chile legislación para los operadores de puentes grúa y sólo por aproximación podrían extraerse algunos conceptos restrictivos contenidos en una antigua norma de Mantenimiento y Uso de Ascensores, del Servicio Nacional de Salud. También, por tratarse de equipos móviles, la Municipalidad respectiva podría exigir al operador tener vigente su licencia de conductor clase A. Nada más.

La Mutual de Seguridad tiene establecido un test médico para medir la capacidad física de los operadores, que controla:

## Revista de Ingeniería de Construcción, N° 2, Marzo 1987

- Visión normal en ambos ojos (especialmente pruebas de profundidad y daltonismo).
- Ausencia de reacciones histéricas y secuelas de enfermedades que produzcan ataques con espasmos.
- Audición normal
- Físico adecuado

ETAC (empresa Técnica de Asesores de la Construcción), tiene establecido un test de habilidad de los operadores, que controla:

- Capacidad de reacciones
- Conocimientos
- Medidas de seguridad

Naturalmente, las dos entidades nombradas sólo actuarán por solicitud del usuario.

### 3. 4 Revisión del equipo

Además de la revisión periódica para determinar el grado de conservación de las partes (incluyendo deformaciones del riel dentro de las tolerancias ya expuestas), señales visuales y auditivas, engrases y estado de los cables, es fundamental medir periódicamente la eficiencia de los controles.

Para ello, ETAC ha desarrollado un test que fundamentalmente comprende:

- Control gradual de la velocidad en partida y detención
- Capacidad de frenado
- Respuesta con carga máxima

Todos ellos tienen por fin permitir un movimiento seguro y eficiente de la carga, considerando la elasticidad de los cables.

No debe olvidarse verificar el control de "hombre muerto", que permite resolver las emergencias cuando cesa la acción humana sobre el equipo.

## IV. RECOMENDACIONES DE MANTENCION

Debe tenerse presente que cualquier modificación que se haga al puente grúa o estructura soportante, puede implicar una pérdida de calidad.

Si bien puede parecer factible reforzar el equipo, debe tenerse presente que siempre existirán partes, especialmente mecánicas, que no se pueden cambiar. Incluso un refuerzo del puente grúa con

## Revista de Ingeniería de Construcción, N° 2, Marzo 1987

platabandas puede significar pérdida de resistencia y fallas de servicio, a causa de las tensiones y deformaciones que genera la soldadura.

Corno recomendaciones para mejorar el comportamiento del puente grúa puede indicarse:

- Incluir una lámina amortiguadora de la vibración entre el riel y su viga de soporte.
- No usar sistema de fijación flotante (floating champs) o pernos gancho (hook bolts) para los rieles.
- Usar parachoques extremos ajustados para que actúen simultáneamente y a la altura del centro de gravedad de las ruedas Se preferirá los de maderas destinados a romperse (tipo Schroeder) o resortes amortiguadores.

Sin embargo, la mejor recomendación será entregar el manejo del puente grúa a un operador bien entrenado, cumplir con el programa de mantención asignado al equipo, efectuarle controles periódicos adecuados y emplearlo sólo en el iza je y traslado de cargas compatibles con las de diseño.

### BIBLIOGRAFIA

1. Weaver WM.M., Crane Handbook, Whiting Corporation, Harvey-Illinois, 1979.
2. "Bridge Crane Basics", Plant Engineering, Octubre 1978.
3. DEMAG, Operating Instructions Overhead Travelling Cranes (KTL8), Catálogo 720IS110 Mannesmann DEMAG.
4. P & H, Catálogo de Puentes grúa, Harnischfeger Corp., Milwaukee, Wisconsin.
5. Instituto Nacional de Normalización, Especificaciones para el Cálculo de Estructuras de Acero, Norma NCh 427 - cR 76, Santiago, Chile, 1976.  
ETAC, Comunicación personal de la Empresa Técnica de Asesores de la Construcción, Santiago, Chile, 1986.

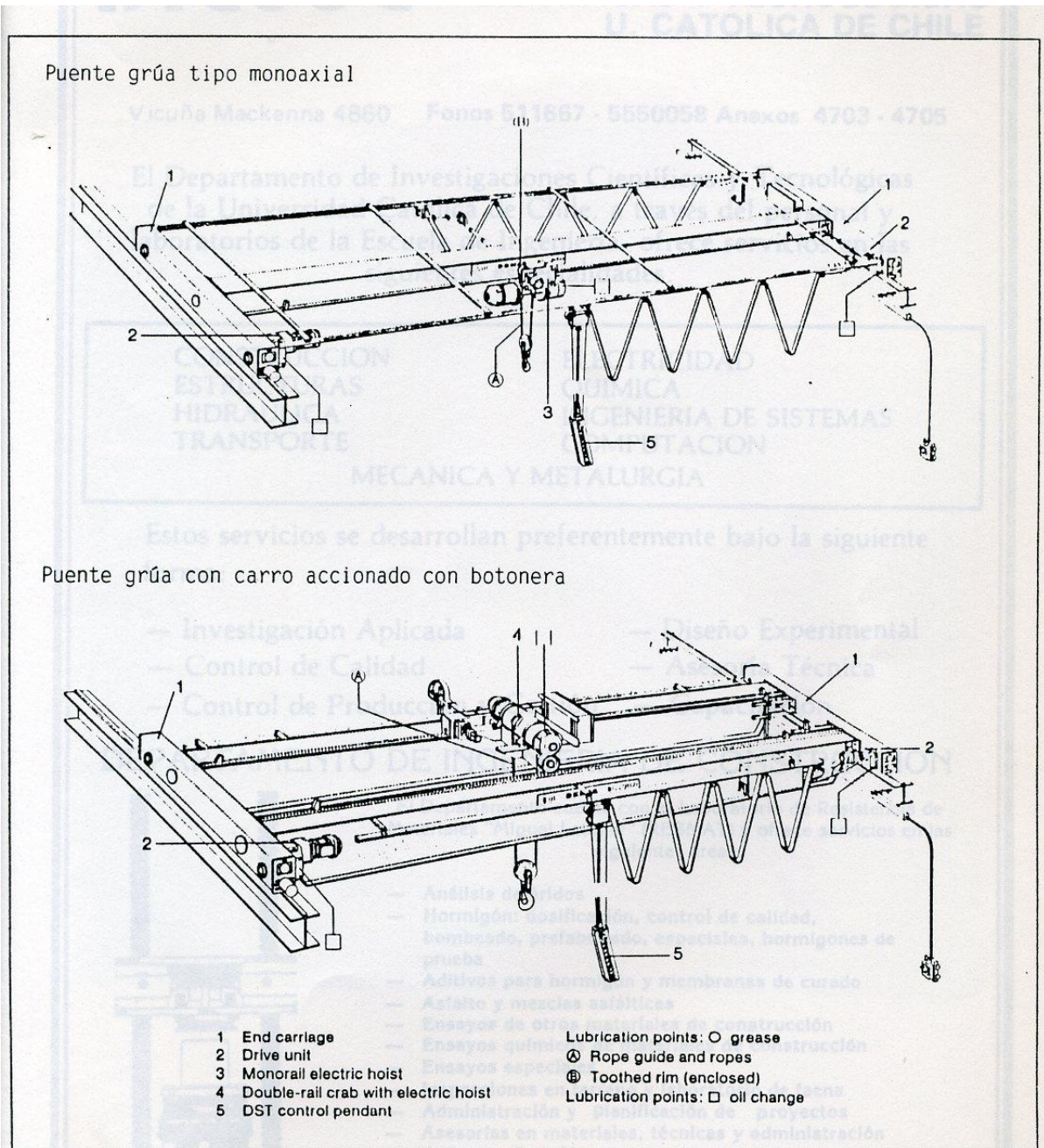


FIGURA N°1 TIPOS DE PUENTES GRUA