



**ACTA DE SUSTENTACIÓN PROYECTO DE GRADO  
MODALIDAD TRABAJO PASANTÍA**

**FECHA:** 02 de mayo de 2023

**HORA:** 04:00 p.m.

**LUGAR:** Sala de Juntas programa

**PLAN DE ESTUDIOS:** INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA

**TÍTULO DEL TRABAJO DE GRADO:** "DISEÑO DE UN INSTRUCTIVO PARA LA VERIFICACIÓN A LA CALIBRACIÓN DEL INDICADOR DE MOMENTO (LMI) CON FINES DE ACREDITACIÓN ANTE EL ORGANISMO NACIONAL DE ACREDITACIÓN DE COLOMBIA (ONAC)"

**JURADOS** Mg: JESÚS HERNANDO ORDOÑEZ CORREA  
Dr: JOHNNY OMAR MEDINA DURAN

**DIRECTOR:** Msc: GLORIA ESMERALDA SANDOVAL MARTINEZ  
**CODIRECTOR:** Esp: ANGEL MARÍA ALVARADO

**APROBADO**


<b>NOMBRE DEL ESTUDIANTE:</b>	<b>CÓDIGO</b>	<b>CALIFICACION</b>
ANDRES ORTEGA ORTIZ	1091378	4.4

**FIRMA DE LOS JURADOS:**

VOBO. COORDINADOR COMITÉ CURRICULAR

*Magdalena C.*

	GESTIÓN DE SERVICIOS ACADÉMICOS Y BIBLIOTECARIOS		CÓDIGO	FO-GS-15	
			VERSIÓN	02	
	ESQUEMA HOJA DE RESUMEN			FECHA	03/04/2017
				PÁGINA	1 de 1
ELABORÓ		REVISÓ		APROBÓ	
Jefe División de Biblioteca		Equipo Operativo de Calidad		Líder de Calidad	

## RESUMEN TRABAJO DE GRADO

AUTOR(ES):

NOMBRE(S) Andres APELLIDOS: Ortega Ortiz

FACULTAD: Ingeniería

PLAN DE ESTUDIOS: ingeniería electromecánica

DIRECTOR:

NOMBRE(S): Gloria Esmeralda APELLIDOS: Sandoval Martinez

TÍTULO DEL TRABAJO (TESIS): DISEÑO DE UN INSTRUCTIVO PARA LA VERIFICACIÓN A LA CALIBRACIÓN DEL INDICADOR DE MOMENTO (LMI) CON FINES DE ACREDITACIÓN ANTE EL ORGANISMO NACIONAL DE ACREDITACIÓN DE COLOMBIA (ONAC)

El presente proyecto consiste en el diseño de un instructivo para la verificación del correcto funcionamiento del LMI (load moment indicator) dispositivo encargado de brindar ayuda operacional al operador de la grúa mediante la medida e indicación de parámetros como ángulo, longitud, radio, capacidad, carga, este dispositivo también controla sistemas de seguridad como la alarma de aproximación a sobrecarga, alarma y bloqueo por sobrecarga (over load), así como del anti two block el cual emite una alarma ya sea sonora o visual (o ambas) así como el bloqueo de subida de gancho y extensión del boom.

De esta manera grúas que se encuentran a servicio de personas o empresas que necesitan que este dispositivo, siendo parte fundamental de la grúa obligatoriamente incorporado en grúas fabricadas a partir del 2011, estén certificados, para garantizar un trabajo seguro, el método por el cual se garantiza es por medio de la verificación a la calibración del dispositivo siguiendo los criterios estipulados en la norma SAE J159 por lo cual este instructivo servirá de guía para realizar la correcta inspección cumpliendo los parámetros y criterios descritos por dicha norma y como documento fundamental para la acreditación ante ONAC.

PALABRAS CLAVES:

-Diseño. -Instructivo. -LMI. – Grúa. -Acreditación. -ONAC

CARACTERÍSTICAS:

PÁGINAS: 62

PLANOS: NO

CD ROOM: NO

ILUSTRACIONES: 23

DISEÑO DE UN INSTRUCTIVO PARA LA VERIFICACIÓN A LA  
CALIBRACIÓN DEL INDICADOR DE MOMENTO DE CARGA (LMI) CON FINES  
DE ACREDITACIÓN ANTE EL ORGANISMO NACIONAL DE ACREDITACIÓN  
DE COLOMBIA (ONAC)

ANDRES ORTEGA ORTIZ

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERIA  
PROGRAMA ACADEMICO INGENIERÍA ELECTROMECHANICA  
SAN JOSÉ DE CÚCUTA

2023

DISEÑO DE UN INSTRUCTIVO PARA LA VERIFICACIÓN A LA  
CALIBRACIÓN DEL INDICADOR DE MOMENTO DE CARGA (LMI) CON FINES  
DE ACREDITACION ANTE EL ORGANISMO NACIONAL DE ACREDITACION  
DE COLOMBIA (ONAC)

Proyecto de grado

Requisito para optar al título de ingeniero Electromecánico

Director

Ing. Gloria Esmeralda Sandoval

Codirector

Ing. Ángel María Alvarado

PRESENTADO A:

COMITÉ CURRICULAR DE INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

FACULTAD DE INGENIERIA

PROGRAMA ACADEMICO INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA

SAN JOSÉ DE CÚCUTA

2023

## **Dedicatoria**

Primeramente gracias a Dios por permitirme estudiar esta carrera y llevar a cabo este proyecto, gracias a mis padres y mis hermanos que me apoyaron en todo momento, gracias al ingeniero Cesar Vera y al ingeniero Angel Alvarado, que me dieron la oportunidad de pertenecer a la familia CAC, y enseñarme este labor tan interesante, gracias a la ingeniera Gloria Sandoval por guiarme en todo el proceso que permitió la finalidad de este proyecto.

## Contenido

Introducción	6
1. Objetivos	7
1.1 Objetivo General	7
1.2 Objetivos Específicos	7
2. Análisis de la norma internacional ASME B30.5 de grúas ferroviarias y móviles	8
2.1. Propósito	8
2.2. Alcance	8
2.3. Tipos de grúas móviles y ferroviarias	8
2.4. Definiciones	14
2.5. Construcción y características	15
3. Análisis de la norma internacional SAE J159 que para la verificación a la calibración del LMI.	26
3.1. Propósito	26
3.2. Definiciones	26
3.3. Requisitos generales	27
3.4. Pruebas de Evaluación de Desempeño	28
3.5. Procedimientos de prueba	29
3.6. Cálculos	29
3.7. Requisitos mecánicos del sistema	29
3.8. Parámetros	30
3.9. Criterios de rechazo aplicables al LMI	31
6. Recomendaciones	38
Referencias Bibliográficas	39

## Lista de ilustraciones

Ilustración 1. Grúa montada sobre camión (MT) - pluma telescópica (estaciones de control múltiple, fijas y giratorias)	9
Ilustración 2. Grúa montada sobre ruedas (AT)- pluma telescópica (estaciones de control múltiples, fijas y giratorias)	10
Ilustración 3. Grúa montada sobre camión comercial	11
Ilustración 4. Grúa montada sobre camión comercial (múltiples estaciones de control, fijas)	12
Ilustración 5. Grúa montada sobre ruedas - pluma telescópica (estación de control única, giratoria)	13
Ilustración 6. Grúa sobre orugas — Pluma de celosía.	14
Ilustración 7. Tabla de capacidades correspondientes a la grúa GROVE GMK 400 L (foto tomada por el estudiante).	16
Ilustración 8. Manual de grúa GROVE GMK 400 L (foto tomada por el estudiante)	16
Ilustración 9. Ejemplos de indicadores de nivelación de la grúa (fotos tomada por el estudiante)	17
Ilustración 10. Pesos del bloque de izaje que se debe tener en cuenta para la determinación de la carga neta (foto tomada por el estudiante).	18
Ilustración 11. Tambor de izaje principal y auxiliar con su respectivas conexiones hidráulicas al motor (foto tomada por el estudiante).	19
Ilustración 12. Mandos debidamente marcados con sus funciones respectivas (foto tomada por el estudiante).	20
Ilustración 13. Medición de las ranuras de las poleas (foto tomada por el estudiante).	20
Ilustración 14. Pestillo en mal estado de operación (foto tomada por el estudiante).	21
Ilustración 15. Cabina sin deformaciones o vidrios rotos que imposibiliten la visibilidad del operador (foto tomada por el estudiante).	22
Ilustración 16. Vigas estabilizadoras debidamente marcado y con función de bloqueo horizontal operativo (foto tomada por el estudiante).	23
Ilustración 17. Final de carrera que bloquea la subida del bloque de izaje y la extensión del boom (foto tomada por el estudiante).	23
Ilustración 18. Señal de aproximación a sobre carga (prelarma) en un lmi marca greer element (foto tomada por el estudiante).	32
Ilustración 19. Señal de alerta por sobrecarga en un lmi marca greer element (foto tomada por el estudiante).	32

Ilustración 20. Carga nominal indicada por un lmi marca greer element (foto tomada por el estudiante).	33
Ilustración 21. Parámetros para verificar en el lmi en la prueba operacional sin carga (foto tomada por el estudiante).	34
Ilustración 22. Verificación del ángulo.	35
Ilustración 23. Capacidad nominal se verifica con respecto a las tablas de capacidades de la grúa según la configuración.	35

#### Lista de Tablas

Tabla 1. Criterios de aceptación en la verificación a la calibración del lmi.	36
---	----

#### Lista de Anexos

Anexo 1. Instructivo para la verificación a la calibración del LMI.	40
Anexo 1. Lista de chequeo.	62



## **Resumen**

El presente proyecto consiste en el diseño de un instructivo para la verificación del correcto funcionamiento del LMI (load moment indicator) dispositivo encargado de brindar ayuda operacional al operador de la grúa mediante la medida e indicación de parámetros como ángulo, longitud, radio, capacidad, carga, este dispositivo también controla sistemas de seguridad como la alarma de aproximación a sobrecarga, alarma y bloqueo por sobrecarga (over load), así como del anti two block el cual emite una alarma ya sea sonora o visual (o ambas) así como el bloqueo de subida de gancho y extensión del boom.

De esta manera grúas que se encuentran a servicio de personas o empresas que necesitan que este dispositivo, siendo parte fundamental de la grúa obligatoriamente incorporado en grúas fabricadas a partir del 2011, estén certificados, para garantizar un trabajo seguro, el método por el cual se garantiza es por medio de la verificación a la calibración del dispositivo siguiendo los criterios estipulados en la norma SAE J159 por lo cual este instructivo servirá de guía para realizar la correcta inspección cumpliendo los parámetros y criterios descritos por dicha norma y como documento fundamental para la acreditación ante ONAC.

## **Introducción**

Las grúas son máquinas destinadas para el izaje de cargas, mediante la suspensión de las mismas, ayudadas por elementos de izaje, dichas máquinas están diseñadas para soportar cargas extremas y ser manipuladas por personal autorizado, además deben cumplir ciertas normas aplicables según el tipo.

El LMI (Load Moment Indicator) dispositivo electrónico por el cual el operador puede conocer esencialmente la capacidad de la grúa según la configuración de trabajo que se requiera utilizar, este dispositivo debe estar certificado bajo la norma SAEJ159 que garantiza su correcto funcionamiento y calibración para lo cual existen empresas acreditadas por ONAC (Organismo nacional de acreditación de Colombia) que se encargan de inspeccionar y certificar equipos de izaje, como es el caso de CAC, el cual requiere de un instructivo que dicte el procedimiento que crea conveniente la empresa, este instructivo debe estar soportado por la norma anteriormente mencionada, la cual estipula los parámetros y criterios que se deben verificar, el objetivo del instructivo es especificar la metodología que dé cumplimiento a la norma, además de servir como guía para los inspectores que actúan bajo el organismo de inspección y principal documento que se presenta ante ONAC para lo posterior acreditación en este alcance.

## **1. Objetivos**

### **1.1 Objetivo General**

Diseñar un instructivo de verificación y calibración del LMI (load momento indicator) basado en las normas ASME B30.5 de inspección de grúas y la SAE J159 de verificación de parámetros del LMI.

### **1.2 Objetivos Específicos**

Recopilar la información referente a las normas aplicables y anteriores instructivos realizados en la empresa.

Plantear y desarrollar la metodología para la verificación a la calibración del LMI.

Verificar la estrategia desarrollada mediante lista de chequeo.

Socializar el instructivo planteado ante el director técnico del OIN de CAC Engineering.

## **2. Análisis de la norma internacional ASME B30.5 de grúas ferroviarias y móviles.**

**(Engineers, 2021)**

Debido a que se trata de un dispositivo de control instalado a las grúas, se debe tener en cuenta la normativa que se aplica a dichas, es decir la norma ASME B30.5 la cual se resume lo más significativo para este proyecto a continuación:

### 2.1. Propósito

El propósito es el de reducir accidentes e incidentes en las operaciones relacionadas con el izaje de cargas, es decir está destinado para el trabajo seguro tanto para operadores como para el aseguramiento de los equipos.

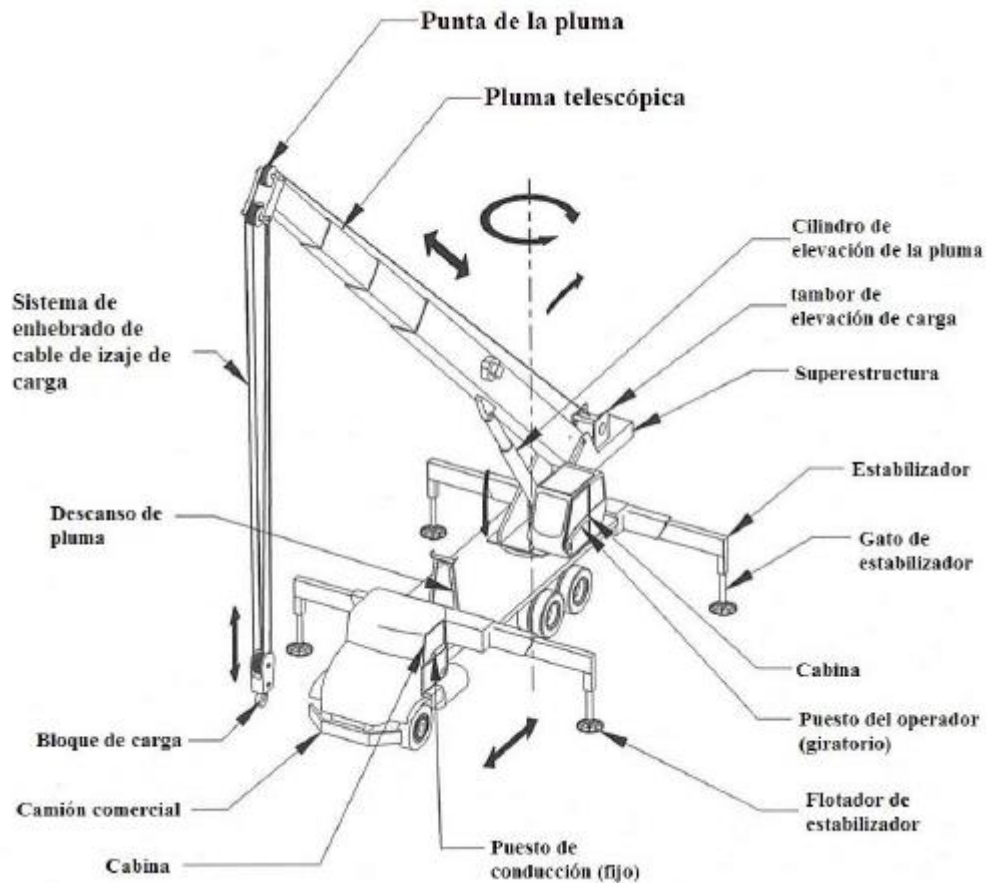
### 2.2. Alcance

El Estándar Nacional Estadounidense B30.5 se aplica a las grúas sobre orugas, grúas locomotoras, grúas montadas sobre ruedas y cualquier variación de estas que conserven las mismas características fundamentales.

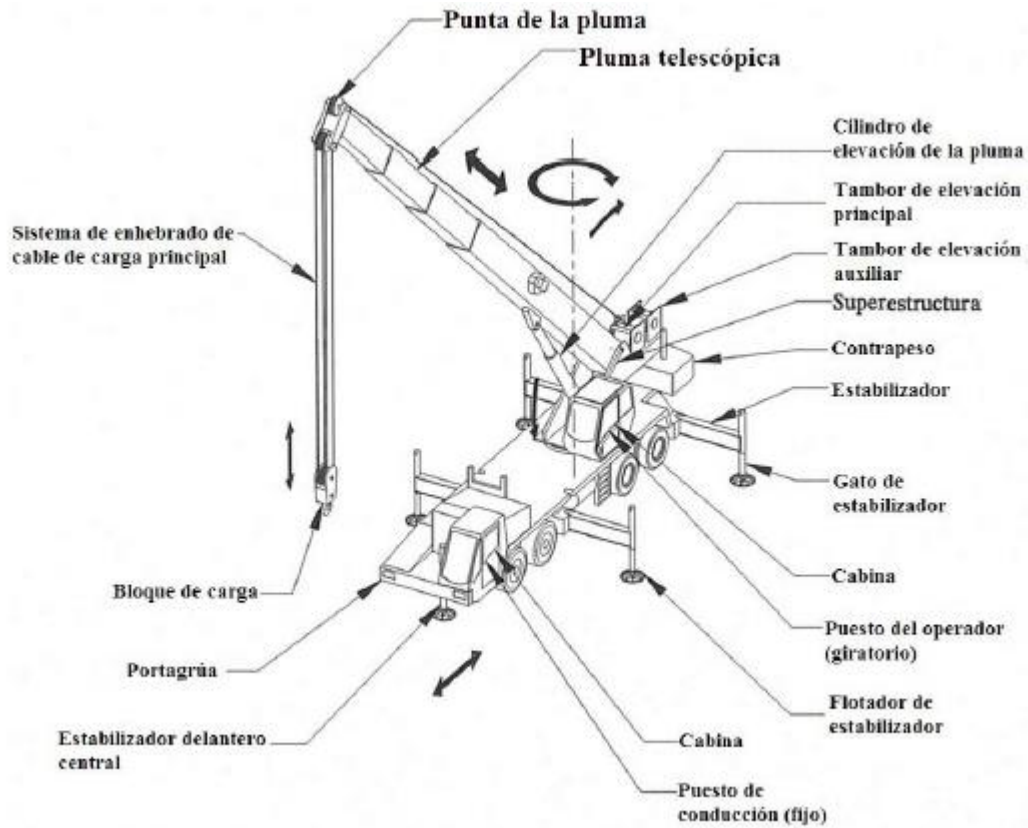
### 2.3. Tipos de grúas móviles y ferroviarias

Las que se encuentran contempladas en el alcance certificado de CAC hasta la presentación del presente informe son:

**Grúa montada sobre ruedas (estaciones de control múltiples) MT-AT:** una grúa que consta de una superestructura giratoria, maquinaria operativa y una estación y pluma del operador, montada en una porta grúas equipado con ejes y ruedas con neumáticos de goma para el desplazamiento, fuente(s) de energía, y tener estaciones separadas para conducir y operar.



**ILUSTRACIÓN 1. GRÚA MONTADA SOBRE CAMIÓN (MT) - PLUMA TELESCÓPICA (ESTACIONES DE CONTROL MÚLTIPLE, FIJAS Y GIRATORIAS)**



**ILUSTRACIÓN 2. GRÚA MONTADA SOBRE RUEDAS (AT)- PLUMA TELESCÓPICA (ESTACIONES DE CONTROL MÚLTIPLES, FIJAS Y GIRATORIAS)**

**Grúa montada en camión comercial (BT):** una grúa que consta de una superestructura giratoria (poste central o plataforma giratoria), pluma, maquinaria operativa y una o más estaciones del operador montadas en un bastidor unido al chasis de un camión comercial, que generalmente retiene una capacidad de transporte de carga útil cuya potencia fuente generalmente alimenta la grúa.

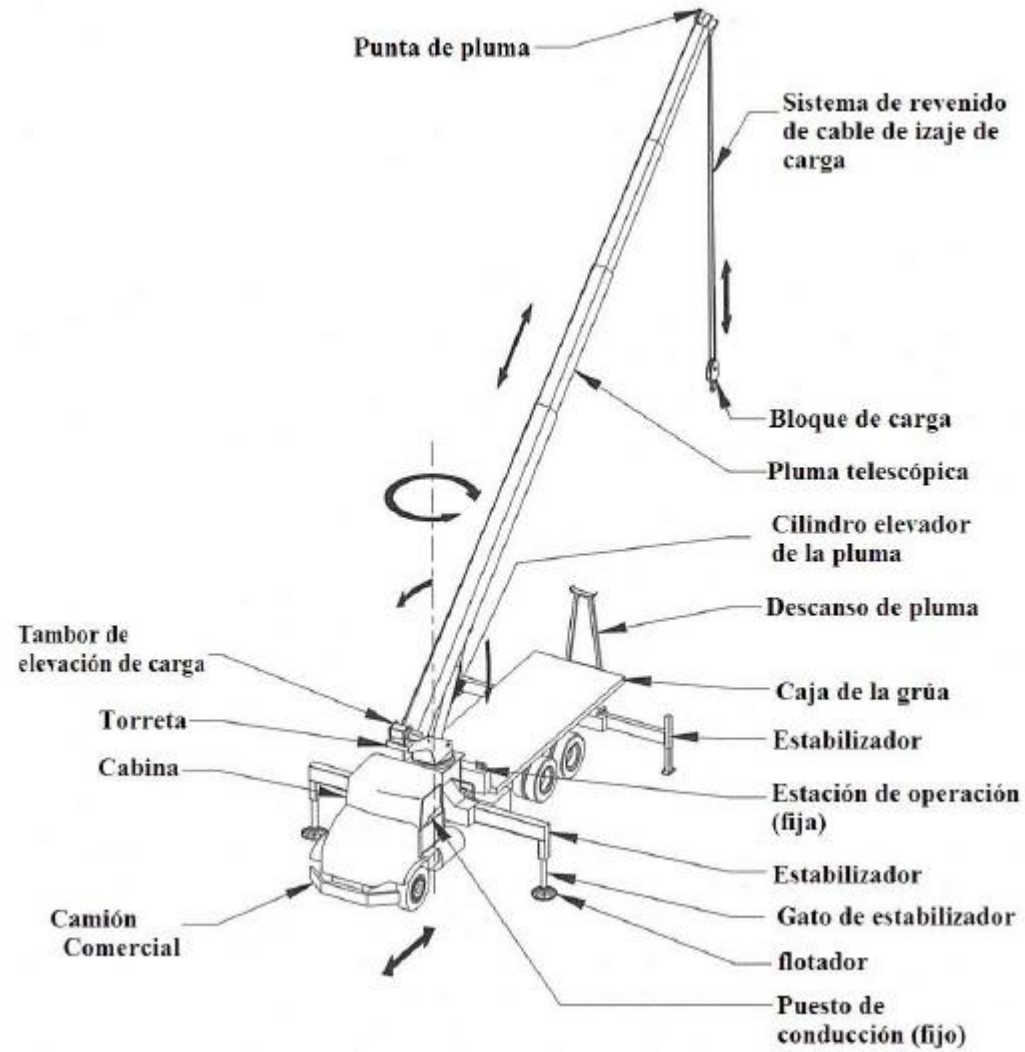
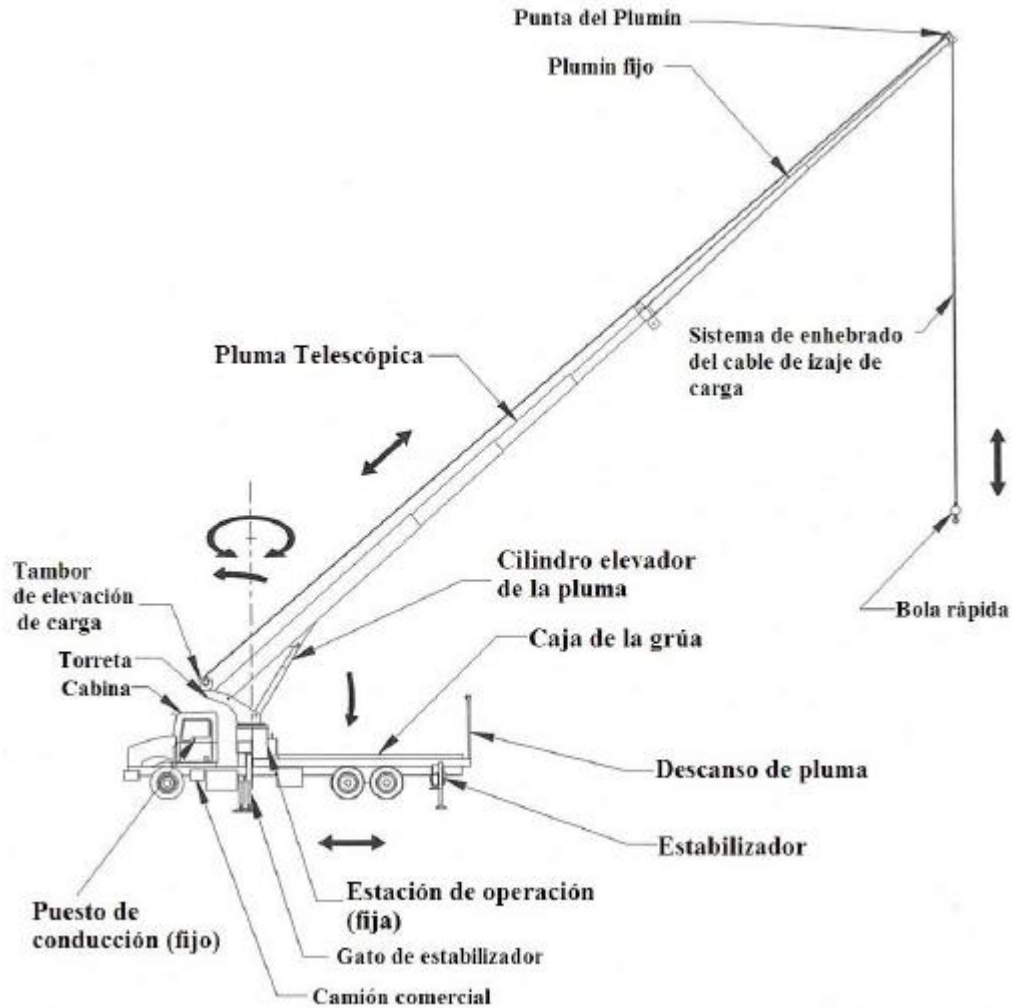


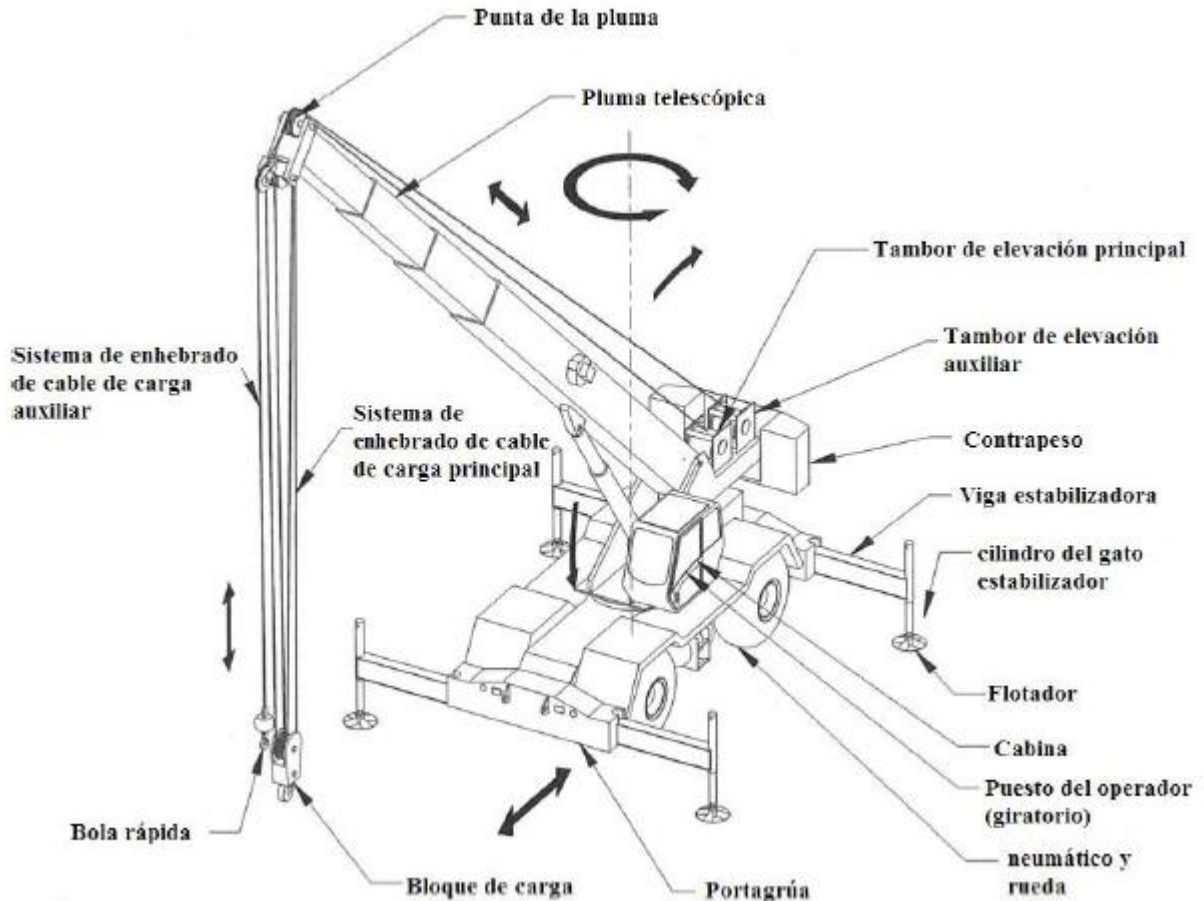
ILUSTRACIÓN 3. GRÚA MONTADA SOBRE CAMIÓN COMERCIAL



**ILUSTRACIÓN 4. GRÚA MONTADA SOBRE CAMIÓN COMERCIAL (MÚLTIPLES ESTACIONES DE CONTROL, FIJAS)**

**Grúa montada sobre ruedas (estación de control única) RT:** una grúa que consta de una superestructura giratoria, maquinaria operativa y pluma, montada en un porta grúa equipado con ejes y ruedas con neumáticos de goma para el desplazamiento, una fuente de energía y que tiene una única estación de control para conducir y operar.





**ILUSTRACIÓN 5. GRÚA MONTADA SOBRE RUEDAS - PLUMA TELESCÓPICA (ESTACIÓN DE CONTROL ÚNICA, GIRATORIA)**

**Grúa sobre orugas (SO):** una grúa que consta de una superestructura giratoria con una planta de energía, maquinaria operativa y pluma, montada sobre una base y equipada con orugas para desplazarse.

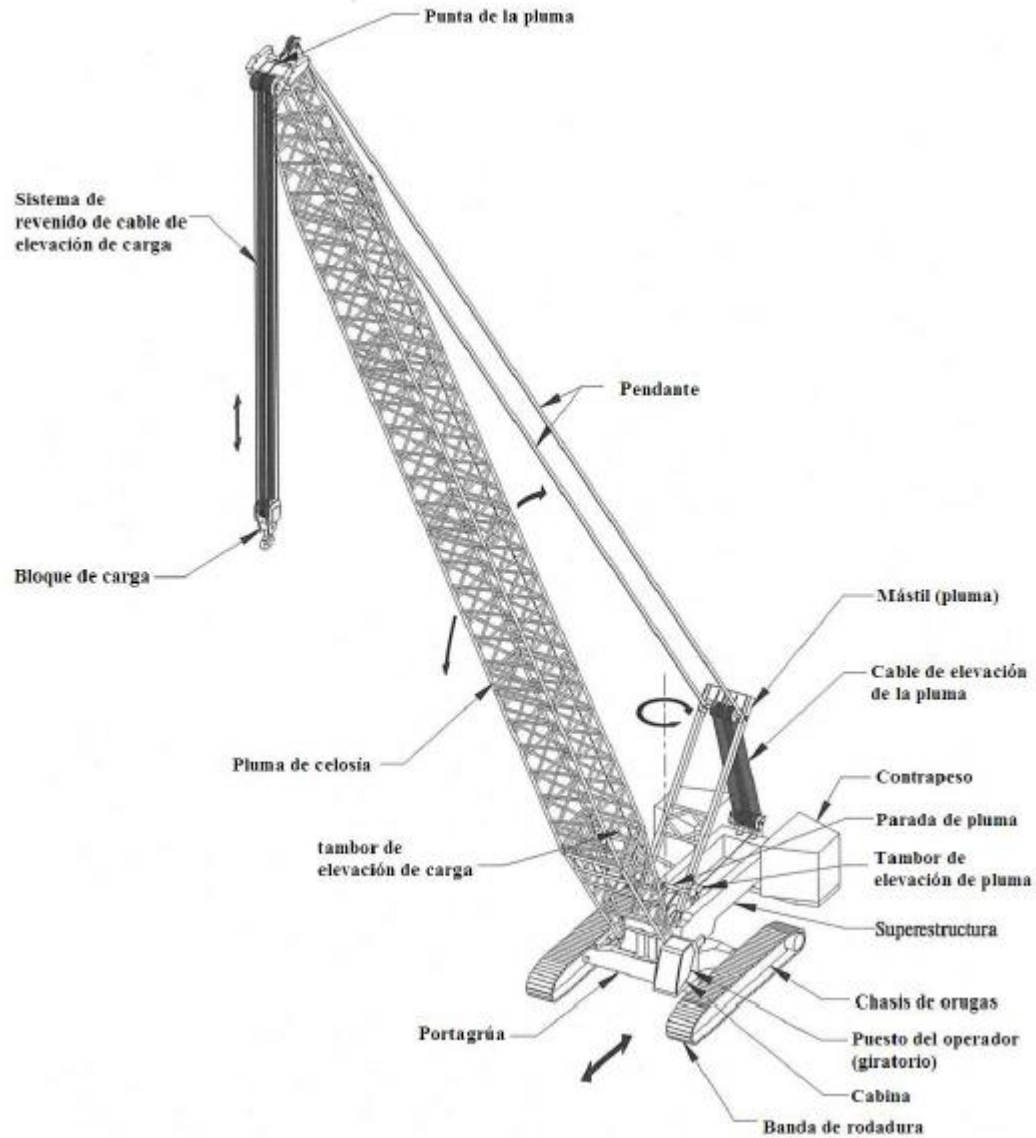


ILUSTRACIÓN 6. GRÚA SOBRE ORUGAS — PLUMA DE CELOSÍA.

#### 2.4. Definiciones

**Dispositivo antibloqueo:** dispositivo que, cuando se activa, desactiva todas las funciones del equipo cuyo movimiento puede causar un bloqueo doble.

**Angulo de la pluma:** el ángulo por encima o por debajo de la horizontal del eje longitudinal de la sección base de la pluma.

**Indicador de ángulo de la pluma:** accesorio que mide el ángulo de la pluma con respecto a la horizontal.

**Configuración de la grúa:** la disposición posterior al montaje de la grúa, incluida la pluma, la base de apoyo, el(los) contrapeso(s), el(los) brazo(s), la(s) extensión(es) y los accesorios.

**Radio:** la distancia desde el eje de rotación de la superestructura hasta el centro de gravedad de la carga.

**Capacidad nominal:** la carga máxima permitida que el equipo puede levantar en cualquier radio dado.

**Indicador de capacidad nominal:** un dispositivo que monitorea automáticamente el radio, el peso de la carga y la clasificación de la carga y advierte al operador de la grúa de una condición de sobrecarga.

**Limitador de capacidad nominal (carga):** un dispositivo que monitorea automáticamente el radio, el peso de la carga y la clasificación de la carga y evita los movimientos de la grúa, lo que daría lugar a una condición de sobrecarga.

**Función de advertencia de dos bloqueos:** un dispositivo de advertencia para alertar al operador de una condición inminente de dos bloqueos.

## 2.5.Construcción y características

En este capítulo la norma presenta todas las características con las que deben contar las diferentes grúas ferroviarias y móviles, en este resumen de la norma se presentan los ítems de la norma que más se tendrán en cuenta como antecedentes para la verificación del LMI.

## Carga nominal e información técnica

Información técnica que debe contar el equipo antes de inspeccionar un equipo

Tablas de capacidad y las configuraciones de la grúa

Pluma principal

Grúa con contrapeso de 25.1 t

base de apoyo - longitud 8,332 m - anchura 7,000 m

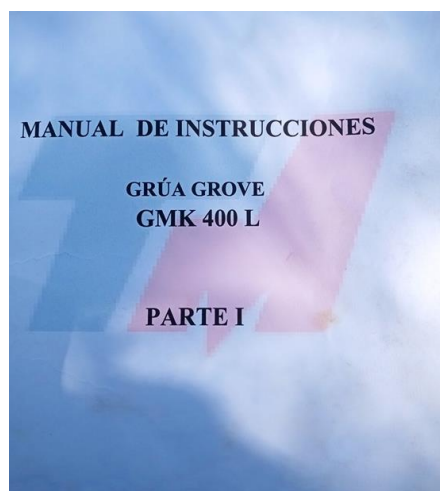
	Longitudes fijas de la pluma principal en m						
	11.65	15.65	15.79	15.85	15.90	19.79	20.00
Secc. tel. I	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50	0.00	0.00
Secc. tel. II	0.00	0.00	0.50	0.00	0.00	0.50	0.00
Secc. tel. III	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50
Secc. tel. IV	0.00	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Secc. tel. V	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Secc. tel. VI	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Zone de giro → 0° hacia atrás

Radio en m	Capacidad de carga en t						
	85.0	58.0	63.0	63.5	63.0	56.0	58.0
2.5	85.0	58.0	63.0	63.5	63.0	56.0	58.0
3.0	89.0	56.0	56.0	55.5	55.0	52.5	55.0
4.0	59.0	56.0	56.0	55.5	55.0	52.5	55.0
5.0	52.0	49.5	48.0	48.5	48.0	46.0	47.0
6.0	46.0	44.0	43.5	43.0	42.5	41.0	42.0
7.0	41.0	39.5	39.0	39.0	38.5	37.0	38.0
8.0	36.0	36.0	35.5	35.0	34.5	33.5	34.0
9.0	30.0	33.0	32.5	32.0	31.5	31.0	31.0
10.0	29.5	29.0	28.5	28.0	28.0	28.5	28.5
11.0	26.0	25.5	25.0	24.5	24.0	24.0	24.0
12.0	22.5	22.0	21.5	21.5	20.5	20.0	20.0
13.0	19.7	19.2	18.6	18.6	17.9	17.7	17.7
14.0						15.7	15.7
15.0						14.1	14.1
16.0							

**ILUSTRACIÓN 7. TABLA DE CAPACIDADES CORRESPONDIENTES A LA GRÚA GROVE GMK 400 L (FOTO TOMADA POR EL ESTUDIANTE).**

Manual del fabricante



**ILUSTRACIÓN 8. MANUAL DE GRÚA GROVE GMK 400 L (FOTO TOMADA POR EL ESTUDIANTE).**

Información sobre el cable

Persona calificada que tenga conocimiento técnico

Cargas nominales: cuando la estabilidad domina el rendimiento de izaje

El margen de estabilidad se debe establecer tomando un porcentaje de cargas que producirán una condición de vuelco.

Estipulaciones que se deben registrar

La gura debe estar nivelada con una pendiente no mayor al 1%



**ILUSTRACIÓN 9. EJEMPLOS DE INDICADORES DE NIVELACIÓN DE LA GRÚA (FOTOS TOMADA POR EL ESTUDIANTE)**

Las cargas de vuelco se aplicarán solo en condiciones estáticas

Los pesos de los dispositivos auxiliares (bloque, gancho, aparejos) se deben considerar como parte de la carga



**ILUSTRACIÓN 10. PESOS DEL BLOQUE DE IZAJE QUE SE DEBE TENER EN CUENTA PARA LA DETERMINACIÓN DE LA CARGA NETA (FOTO TOMADA POR EL ESTUDIANTE).**

### Tablas de carga

Deben estar marcadas con un número de serie

Deben ser legibles

Deben estipular las cargas nominales en todas las distintas configuraciones de trabajo

Mecanismo de elevación de la pluma

No se debe permitir el descenso en caída libre de la pluma

El tambor de elevación de la pluma debe tener suficiente capacidad de cable para operar la pluma en todas las posiciones

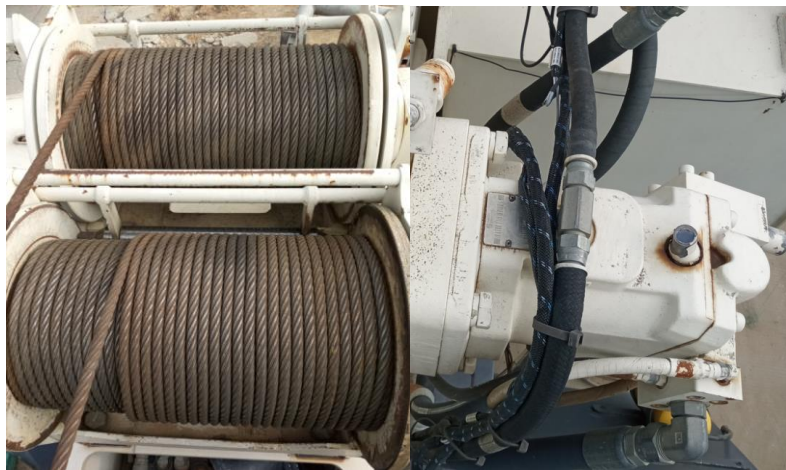
Dispositivo de retención debe estar presente para evitar el descenso sin control de la pluma en caso de falla del sistema hidráulico

Mecanismo de izaje de cargas

Puede consistir en un tambor o cilindro(s) hidráulico(s) con el guarnido necesario para el cable.

Tambores de izaje de cargas: Deben contar con la potencia suficiente

Los tambores de izaje de cargas deben tener una capacidad de cable con el tamaño nominal de cable recomendado

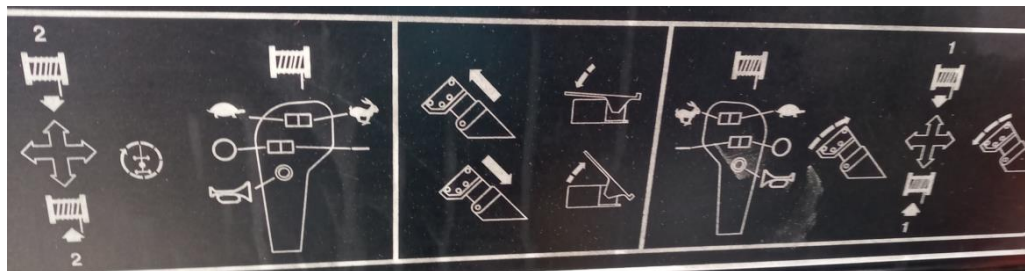


**ILUSTRACIÓN 11. TAMBOR DE IZAJE PRINCIPAL Y AUXILIAR CON SU RESPECTIVAS CONEXIONES HIDRÁULICAS AL MOTOR (FOTO TOMADA POR EL ESTUDIANTE).**

Controles

Deben estar al alcance del operador mientras se encuentra la estación del operador y deben estar etiquetados

Los controles para el izaje de la carga, la elevación de la pluma, el giro y la extensión de la pluma (cuando corresponda) deben estar provistos de medios para mantenerlos en la posición neutra



**ILUSTRACIÓN 12. MANDOS DEBIDAMENTE MARCADOS CON SUS FUNCIONES RESPECTIVAS (FOTO TOMADA POR EL ESTUDIANTE).**

Cables y accesorios

Deben cumplir con los requisitos del fabricante de la grúa

La tensión debe ser la misma en cada línea de cable utilizada

Poleas

Las ranuras de las poleas deben estar libres de defectos en la superficie que puedan dañar el cable

La ranura de la polea debe ser tal que el cable no quede muy ajustado ni muy suelto



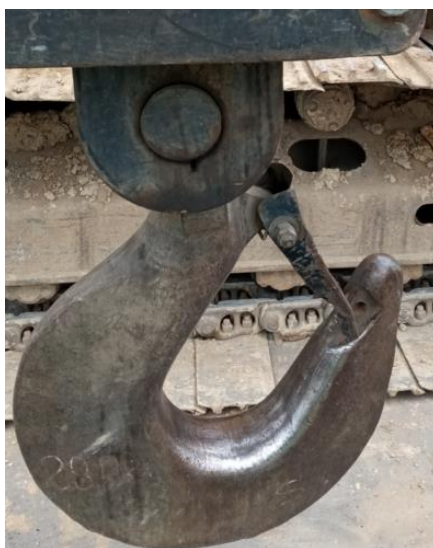
**ILUSTRACIÓN 13. MEDICIÓN DE LAS RANURAS DE LAS POLEAS (FOTO TOMADA POR EL ESTUDIANTE).**



## Gancho de carga, conjuntos de bolas de bloques de carga

Los ganchos de carga y bloques tanto principales como auxiliares deben estar debidamente etiquetadas con su capacidad y pesos nominales

El pestillo de los ganchos debe cerrar la abertura de la garganta para retener efectivamente la eslinga u otros dispositivos de izaje



**ILUSTRACIÓN 14. PESTILLO EN MAL ESTADO DE OPERACIÓN (FOTO TOMADA POR EL ESTUDIANTE).**

## Cabinas

Deben proteger del clima

Debe tener abertura al frente y en ambos costados de la cabina

Ventanas de material de cristal de seguridad

Las puertas deben quedar aseguradas para que no se abren o cierren repentinamente con el movimiento de la maquina



**ILUSTRACIÓN 15. CABINA SIN DEFORMACIONES O VIDRIOS ROTOS QUE IMPOSIBILITEN LA VISIBILIDAD DEL OPERADOR (FOTO TOMADA POR EL ESTUDIANTE).**

#### Plumas

Debe estar proporcionadas de topes para resistir la caída de la pluma hacia atrás

Debe estar proporcionados de un indicador de ángulo o radio de la pluma

Debe estar proporcionado por un indicador de longitud que se puede leer desde la estación del operador

#### Estabilizadores

Los estabilizadores deben tener un mecanismo que los mantenga retraídos

Debe contar con un indicador que le permita al operador visualizar las posiciones de los estabilizadores

Deben contar con pernos que aseguren los flotadores de los estabilizadores a los extremos o las varillas del cilindro



**ILUSTRACIÓN 16. VIGAS ESTABILIZADORAS DEBIDAMENTE MARCADO Y CON FUNCIÓN DE BLOQUEO HORIZONTAL OPERATIVO (FOTO TOMADA POR EL ESTUDIANTE).**

#### Funciones de bloqueo doble

Las grúas con pluma telescópica y de celosía deben estar equipadas con un dispositivo antibloqueo doble o una característica de prevención de daño de bloqueo doble para todos los puntos de bloqueo doble.

Los dispositivos de antibloqueo doble deben cumplir con lo estipulado con SAEJ1305



**ILUSTRACIÓN 17. FINAL DE CARRERA QUE BLOQUEA LA SUBIDA DEL BLOQUE DE IZAJE Y LA EXTENSIÓN DEL BOOM (FOTO TOMADA POR EL ESTUDIANTE).**

Indicadores de carga, indicadores de capacidad nominal y limitadores de capacidad nominal.

Todas las grúas con una capacidad de carga nominal máxima de 3 toneladas o más deben tener un indicador de carga

Los indicadores de carga deben cumplir con SAEJ376.

Indicador de ángulo o radio de la pluma.

Los indicadores de ángulo y radio de la pluma deben cumplir con SAE J375.

Indicador de longitud de la pluma.

Los indicadores de longitud de la pluma deben cumplir con SAEJ1180

**Nota:** Los ítems mencionados anteriormente son un resumen de lo estipulado en la norma, para efectos del presente informe se tomaron en cuenta los ítems más relevantes; a continuación, se presenta de una manera rápida lo que se plantea en los otros capítulos de la norma.

Inspección, prueba y mantenimiento

En este capítulo la norma presenta:

los diferentes tipos de inspección.

se mencionan los registros de inspección

especifica las pruebas operaciones y de carga que se llevan a cabo cuando se realiza la inspección de estructural de la grúa

Determina el programa de mantenimiento

## Operación

En este capítulo se determina las responsabilidades de los operadores, aparejadores, supervisores y del propietario del equipo

Se presenta de manera grafica las señales que deben ser conocidos por los anteriormente mencionados

Se especifican las precauciones referentes a:

Operaciones y tránsito en las inmediaciones de las líneas de tránsito

Cimentación

Cabinas

Reabastecimiento de combustible

Extintores

### **3. Análisis de la norma internacional SAE J159 que para la verificación a la calibración del LMI. (International, 2012 )**

En esta sección se resumirá de manera concisa la norma SAEJ159 la cual reúne las normas de cada parámetro al cual se aplica a la verificación a la calibración del LMI.

#### **3.1.Propósito**

El propósito de este documento es establecer los criterios de tolerancia de sistemas utilizados para advertir al operador o la persona encargada cuando la carga alzada se acerca, alcanza o excede la capacidad nominal, la cual depende de la grúa utilizada.

#### **3.2.Definiciones**

**Indicador de capacidad nominal (RCI):** es un sistema que consta de dispositivos que detectan la carga, la longitud de la pluma (solo telescópica), el ángulo de la pluma y que proporcionan automáticamente una señal audible/visual cuando la carga real se acerca, alcanza y/o supera el valor de capacidad nominal.

**Limitador de capacidad nominal (RCL):** es un sistema que consta de dispositivos que además de indicar la carga, la longitud de la pluma (solo telescópica), el ángulo de la pluma proporcionar automáticamente una señal audible/visual cuando las condiciones de carga se acercan, alcanzan y/o superan los valores de capacidad nominal; el sistema envía una señal a un sistema de desconexión de funciones cuando la carga real excede la capacidad nominal.

**Carga real:** es el peso de la carga que se levanta, incluido todo el equipo adicional, como cables, bloques, eslingas, etc. según lo definido por la tabla de capacidad nominal del fabricante.

**Capacidad nominal:** es el valor que se muestra en el cuadro de capacidad nominal aplicable de la grúa para la configuración, longitud del brazo, ángulo y/o función de estas variables. Para radios y/o ángulos fuera de los que se muestra en la tabla de capacidad nominal, la capacidad nominal se considera cero.

**Longitud de la pluma:** la línea recta a través de la línea central del pasador del pivote de la pluma hasta la línea central del pasador de la de la polea del polipasto, medido a lo largo del eje longitudinal de la pluma.

**Ángulo de la pluma:** es el ángulo entre la línea central longitudinal de la sección de la base de la pluma y el plano horizontal.

**Radio de carga:** es la distancia horizontal desde una proyección vertical del eje de rotación de la grúa (tornamesa), hasta la línea central de la(s) línea(s) de izaje vertical o aparejo con la carga aplicada.

### 3.3.Requisitos generales

**Instalación y mantenimiento:** instalación y mantenimiento del dispositivo de capacidad nominal y mantenimiento de la grúa deben estar de acuerdo con las recomendaciones del fabricante.

**Identificación:** las etiquetas deben colocarse de manera visible en los componentes del sistema, en la cabina del operador y/o o se muestra en el RCI/RCL con la siguiente información:

Una identificación de la tabla de clasificación de carga aplicable.

Unidades de medida según corresponda.

Instrucciones básicas de funcionamiento y precauciones, incluidos los intervalos recomendados para el funcionamiento pruebas.

Nombre del fabricante del dispositivo, dirección, número de modelo del dispositivo y número de serie del RCI/RCL.

**Manual:** El(los) manual(es) que contiene(n) la información de instalación, operación, prueba y servicio debe(n) ser proporcionado(s) por el fabricante.

#### 3.4. Pruebas de Evaluación de Desempeño

Requisitos generales de prueba:

El personal debe tener conocimiento con el sistema.

Las pruebas del sistema deben llevarse a cabo utilizando una grúa configurada apropiadamente y una tabla de capacidad de carga especificada.

Para la calibración del sistema o la verificación de la calibración, se deben emplear dos o más cargas de prueba para cada una de las siguientes configuraciones:

Longitud máxima de la pluma y radio máximo (ángulo mínimo).

Longitud máxima de la pluma y radio mínimo (ángulo máximo.).



Longitud mínima de la pluma y radio máximo (ángulo mínimo).

Longitud mínima de la pluma y radio mínimo (ángulo máximo) a menos que el peso de prueba restrinja la seguridad

### 3.5.Procedimientos de prueba

Se utilizará el siguiente procedimiento de prueba o equivalente:

Comenzando con la carga en un radio corto (carga dentro de la clasificación), levante la carga y aumente el radio lentamente hasta que se active la señal de límite. Mida y registre el radio. Dos o más las lecturas deben tomarse con cada carga de prueba. Del mismo modo, verifique la señal de advertencia.

### 3.6.Cálculos

Para cada radio medido con la prueba anterior, consulte el manual del fabricante, la tabla de capacidad de carga de la grúa correspondiente y determine la carga nominal.

### 3.7.Requisitos mecánicos del sistema

**Golpes y vibraciones:** el sistema RCI/RCL deberá poder soportar los golpes y vibraciones de la máquina en condiciones normales de funcionamiento manteniendo la precisión especificada.

Protección—Los componentes RCI/RCL expuestos directamente a los elementos (instalados externamente en la máquina) deben estar protegido a un nivel mínimo de NEMA-12 (código de EE. UU.) o IP-65 (código de protección internacional - IEC 144/855420). Los componentes que están instalados dentro del recinto de la máquina del fabricante deben estar protegidos para especificaciones del fabricante.

**Efecto de la temperatura:** la precisión especificada debe mantenerse con variaciones de temperatura ambiente de  $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$  a  $+50\text{ }^{\circ}\text{C}$  ( $-22\text{ }^{\circ}\text{F}$  a  $+122\text{ }^{\circ}\text{F}$ ) sin ajuste externo.

**RFI/EMI:** el sistema RCI/RCL debe estar suficientemente protegido contra interferencias de radiofrecuencia y Interferencia electromagnética en condiciones de funcionamiento normales (de diseño) de la máquina.

**Margen de resistencia:** cuando cualquier parte del sistema RCI/RCL se emplea en el sistema de soporte de carga de modo que su falla podría causar la caída de la carga, su margen de resistencia no debe ser inferior a la resistencia mínima margen de los otros miembros de soporte de carga.

### 3.8. Parámetros

En conclusión, se pueden resumir los parámetros los cuales se deben verificar en la verificación de la calibración de LMI, son los siguientes:

- Señal de advertencia - aproximación a la sobrecarga
- Señal de sobrecarga y límite
- Función Kick-Out System (FKO).
- Funciones adicionales
- Carga real
- Radio
- Longitud de la pluma
- Ángulo de la pluma
- Capacidad nominal

Estos son los parámetros que se deben verificar por parte del inspector, dichos parámetros tienen un intervalo en el cual deben oscilar para la aceptación del dispositivo LMI, así mismo se debe realizar ciertas operaciones al equipo para la verificación de estos.

### 3.9.Criterios de rechazo aplicables al LMI

Señal de advertencia - aproximación a la sobrecarga: se debe emitir una señal audible y visual (preferiblemente una luz amarilla) activado al  $92\% \pm 5\%$  de la capacidad nominal. La señal continuará funcionando mientras la carga, el radio o los parámetros de ángulo exceden los valores de  $92\% \pm 5\%$ . Asimismo, la señal de advertencia se distinguirá claramente de la señal de sobrecarga.



**ILUSTRACIÓN 18. SEÑAL DE APROXIMACIÓN A SOBRECARGA (PREALARMA) EN UN LMI MARCA GREER ELEMENT (FOTO TOMADA POR EL ESTUDIANTE).**

Señal de sobrecarga y límite: se debe activar una señal audible y visual (preferiblemente una luz roja) en ningún momento más del 105 % de la capacidad nominal y también cuando el radio o el ángulo caigan fuera de la capacidad nominal de la grúa. Además, cuando se emplea un limitador de capacidad nominal para activar un control de grúa opcional



**ILUSTRACIÓN 19. SEÑAL DE ALERTA POR SOBRECARGA EN UN LMI MARCA GREER ELEMENT (FOTO TOMADA POR EL ESTUDIANTE).**

Función Kick-Out System (FKO): el FKO debe activarse a no más del 105 % de la capacidad nominal. Estas señales continuarán funcionando mientras se excedan los parámetros de carga, radio y ángulo.

Funciones adicionales: cuando se muestran la carga real, la capacidad nominal, el radio, el ángulo de la pluma o la longitud de la pluma como funciones adicionales de un sistema de capacidad nominal, la función mostrada debe cumplir con lo siguiente:

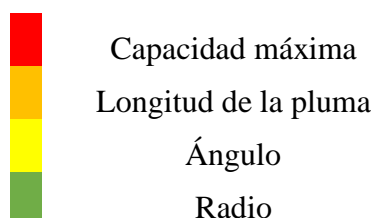
Carga real: Cuando la carga real se muestra como una función adicional de un sistema de capacidad nominal, su precisión será tal que la carga indicada sea 100% +10% -0% de la carga real.



**ILUSTRACIÓN 20. CARGA NOMINAL INDICADA POR UN LMI MARCA GREER ELEMENT (FOTO TOMADA POR EL ESTUDIANTE).**

Radio: cuando el radio se muestra como una función adicional de un sistema de capacidad nominal, su precisión debe ser tal que el radio indicado sea  $100\% +10\% -0\%$  del radio de carga real.

Longitud de la pluma: cuando la longitud de la pluma se muestra como una función adicional de un sistema de capacidad nominal, la precisión debe ser tal que la longitud indicada sea  $100\% \pm 2\%$  de la longitud real.



**ILUSTRACIÓN 21. PARÁMETROS PARA VERIFICAR EN EL LMI EN LA PRUEBA OPERACIONAL SIN CARGA (FOTO TOMADA POR EL ESTUDIANTE).**

Ángulo de la pluma: cuando se muestra el ángulo de la pluma como una función adicional de un sistema de capacidad nominal, su

La precisión será la siguiente:

- Para ángulos de pluma de 65 grados o más, el ángulo indicado no debe ser ni mayor que el ángulo real de la pluma ni más de 2 grados menos que el ángulo real de la pluma.

- para ángulos inferiores a 65 grados, el ángulo indicado no debe ser mayor que el ángulo real de la pluma ni más menos de 3 grados menos que el ángulo real de la pluma.



**ILUSTRACIÓN 22. VERIFICACIÓN DEL ÁNGULO (FOTO TOMADA POR EL ESTUDIANTE).**

Capacidad nominal: cuando la capacidad nominal se muestra como una función adicional de un sistema de capacidad nominal la capacidad mostrada será la capacidad determinada a partir de la tabla de capacidad aplicable de la grúa.

LOAD RADIUS (METERS)	LOADED BOOM ANGLE	8.53m (28FT) BOOM (kgs)
1.52	78.5	24,449*
2.44	71.5	18,280
3.05	67	15,288
3.66	62.5	13,109
4.27	57.5	11,521
4.88	52	10,161
6.10	40	8,029
7.62	17.5	7,352
9.14		

**ILUSTRACIÓN 23. CAPACIDAD NOMINAL SE VERIFICA CON RESPECTO A LAS TABLAS DE CAPACIDADES DE LA GRÚA SEGÚN LA CONFIGURACIÓN (FOTO TOMADA POR EL ESTUDIANTE).**

Con lo anterior, se pueden resumir los criterios de rechazo de la siguiente manera:

**TABLA 1. CRITERIOS DE ACEPTACIÓN EN LA VERIFICACIÓN A LA CALIBRACIÓN DEL LMI.**

PARAMETRO	CRITERIO DE ACEPTACIÓN
Carga	100% +10% de la carga real
Radio	100% + 10% del radio real
Longitud	100% $\pm$ 2% de la longitud real
Angulo	Ángulos > 65°: -2° < 65°: -3°
Capacidad	$\pm$ 200 lb $\pm$ 100 kg $\pm$ 0.1 t
Aproximación a sobrecarga	92% $\pm$ 5% de la capacidad nominal
Sobrecarga	105% de la capacidad nominal

Además de lo anterior:

- El porcentaje al cual se activa la alarma por sobrecarga no debe superar el 105% (Basado en SAE J159)
- Es criterio de rechazo del equipo si cuenta con el dispositivo de bloqueo por sobrecarga y este no se active o no este operativo.
- Es criterio de rechazo del equipo si no se activa la señal luminosa y audible de bloqueo por sobrecarga.

Nota: Si el dispositivo bloquea a menos del 100%, hasta ese rango se realizará la prueba.



Después de realizado un estudio y de tener claro los diferentes criterios mencionadas en la norma aplicable para la verificación del LMI, el estudiante procede al desarrollo del instructivo que sirva como documento primordial para la acreditación ante ONAC, dicho instructivo desarrollado por el estudiante (que se encuentra en el ANEXO 1 del presente documento) puede estar sujeto a cambios y correcciones llevadas a cabo por el director técnico del OIN, el ingeniero Cesar Vera y posteriormente aprobadas por el gerente general, el ingeniero Ángel Alvarado.

#### **4. Conclusiones**

La norma ASME B30.5 se menciona y analiza anteriormente debido a cuestiones de prácticas operativas seguras relacionadas en el ámbito del trabajo que se realiza en campo al momento de la verificación del LMI.

La base del instructivo presentado en el anexo es la norma SAE J159, la cual recopila los diferentes parámetros que se deben verificar, dichos parámetros cuentan con una norma aplicable para cada uno.

La base teórica del presente proyecto son las dos normas anteriormente mencionadas, por lo cual se debió hacer un análisis y entendimiento de estas, dando como resultado que el instructivo presentado en el anexo abarcara lo descrito en dichas normas, de manera metódica y explicada de mejor manera, ya que este documento es la base para la acreditación ante la ONAC y guía para futuras inspecciones llevadas a cabo por miembros capacitados de CAC.

## **5. Recomendaciones**

Para futuros proyectos que tengan como principal objetivo el desarrollo de un instructivo, se debe tener en cuenta que dichos instructivos están sometidos a correcciones a criterio de la persona encargada, en este caso al tratarse de un ente de la evaluación de la conformidad, dichas correcciones serán realizadas por el director del OIN (organismo de inspección nacional) y aprobadas por el gerente general.

El instructivo recopila criterios que se deben tener en cuenta por parte de los inspectores antes de realizar pruebas operaciones, criterios que pueden llegar a afectar la operación segura y que pueden conllevar a incidentes o accidentes.

Los inspectores deben ser sometidos a capacitación del presente instructivo debido que presenta la metodología para la verificación del LMI, el cual es un alcance de la norma aplicable a la cual CAC desea acreditarse ante la ONAC.

## Referencias

- Engineers, T. A. (2021). *ASME B30.5 - 2021*.
- Erazo, P. A. (2022). *Diseño de sistema LMI para la grua P&H omega S30 de la empresa Gruas de Occidente SA de cali*. Cali.
- ICONTEC, I. (2012). *Norma tecnica NTC-ISO-IEC Colombiana 17020*.
- INC, P. A. (2018). *Indicador de momento de carga DS 350G/GW LMI para grúas de pluma hidraulica*.
- International, S. (6 de Marzo de 2012 ). *sae.org*. Obtenido de <https://www.sae.org/standards/content/j159/>
- INTERNATIONAL, S. (2017). *SAE J 1063 - Cantilevered Boom Crane Structures – Method of Test*.
- INTERNATIONAL, S. (2017). *SAE J 765 - Crane load stability test code*.
- INTERNATIONAL, S. (2019). *Load indication devices on lifting cranes service*.
- INTERNATIONAL, S. (2019). *SAE J1180 - Telescopic Boom Length Indicating System*.
- Suarez, R. R. (2015). *Elaboracion de un manual de operacion para izaje de carga de la empresa Colombia Crane & Service*. Duitama.
- System, S. J.-R.-o.-L. (2019). *SAE INTERNATIONAL*.

## ANEXO 1. INSTRUCTIVO PARA LA VERIFICACION A LA CALIBRACIÓN DEL LMI.

### ÍNDICE

1. OBJETO
2. ALCANCE
3. DOCUMENTOS DE REFERENCIA
4. GLOSARIO
5. DEFINICIONES
6. RESPONSABILIDAD
7. INSTRUCTIVO
  - 7.1 Planificación
  - 7.2 Riesgos
  - 7.3 Equipo de inspección
  - 7.4 Registros para finalizar la inspección
8. INSPECCIÓN
  - 8.1 Requisitos y Preliminares de la Inspección
    - 8.1.1 Equipo en Parada de Operación, Equipo en Stand By y bloqueado
      - 8.1.1.1 En Uniones Soldadas
      - 8.1.1.2 Estabilizadores laterales
      - 8.1.1.3 Sistema hidráulico
      - 8.1.1.4 Mangueras hidráulicas y Tubblings
      - 8.1.1.5 Tornamesa
      - 8.1.1.6 Llantas
      - 8.1.1.7 Bloque, Gancho principal y auxiliar
      - 8.1.1.8 Boom
      - 8.1.1.9 Poleas
      - 8.1.1.10 Cable
    - 8.2 Verificación de dispositivos de seguridad sin carga
      - 8.2.1 Placa de Identificación
      - 8.2.2 Verificación del dispositivo Anti two block
      - 8.2.3 Verificación de variables del dispositivo LMI sin carga vs físico.
    - 8.3 Equipo en Operación con Carga (Verificación del LMI con carga)
      - 8.3.1 Prueba operacional con carga
      - 8.3.2 Verificación del bloqueo por sobrecarga – (Prueba operacional con carga no debe superar 105%)
    - 8.4 Criterios Y Decisiones
    - 8.5 Informes
    - 8.6 HSE
    - 8.7 Formatos

1. **OBJETO:** Determinar los parámetros a seguir en la verificación del LMI de grúas hidráulicas MT, RT, AT y SO, con el fin de garantizar al cliente la confiabilidad en la operación de dichos dispositivos de seguridad, dando cubrimiento a requerimientos de la norma ASME B 30.5.
2. **ALCANCE:** Este instructivo describe la metodología y criterios de aceptación del proceso de verificación del LMI de CAC Engineering S.A.S. según los numerales indicados en el [M.GQ.001 MANUAL DEL OI](#) de la norma ASME B30.5 a grúas hidráulicas MT, RT, AT y SO, para los cuales el cliente solicite este tipo de servicios o durante el proceso de inspección periódica de una grúa.

### 3. DOCUMENTOS DE REFERENCIA

- ASME/ANSI B 30.5 Mobil and Locomotive Cranes
- ASME/ANSI B 30.10 Hooks.
- ASME/ANSI B 30.9 Slings.
- OSHA -29 CFR 1926.1400 Cranes and derricks.
- Manual de operaciones y catálogos del fabricante de los equipos.
- NTC-ISO-IEC 17020 Criterios Generales para la operación de varios tipos de Organismos de Inspección.
- ISO / SAE J 375 Radius-of-Load and Boom Angle Measuring System
- ISO / SAE J 376 Load indication devices on lifting cranes service
- ANSI / SAE J 765 Crane load stability test code
- SAE J1180 Telescopic Boom Length Indicating System
- ANSI / SAE J 1063 Cantilevered Boom Crane Structures – Method of Test
- AWS 14,3 Specification for Welding Earth moving, Construction, and Agricultural Equipment
- SAE J159 Rated Capacity System.

### 4. GLOSARIO

**AWS:** American Welding Society

**ASME:** American Society of Mechanical Engineers

**ANSI:** American National Standards Institute.

**SAE:** Society of Automotive Engineers

### 5. DEFINICIONES

**Organismo competente:** Persona natural o jurídica acreditada por las autoridades nacionales que, por reunir calificación, formación, experiencia y disponibilidad de los recursos adecuados, es capaz de emitir juicios objetivos en este campo.

**Indicador de carga:** un dispositivo que mide el peso de la carga.

**Ayudas operacionales:** un accesorio que proporciona información para facilitar la operación de una grúa o que toma el control de funciones particulares sin la acción del

operador cuando una condición de límite es detectada. Ejemplos de tales dispositivos a incluir, pero no se limitan a, los siguientes:

- (a) Sistema de doble bloqueo de prevención de daños
- (b) El indicador de capacidad nominal
- (c) Limitador de capacidad nominal (carga)
- (d) Indicador de nivel de la grúa
- (e) Indicador de carga

**Sistema de protección de sobrecarga:** Es un sistema que bloquea automáticamente las funciones del equipo cuando este es sobrecargado.

**Accesorios:** una parte secundaria o conjunto de piezas que contribuye a la función general y la utilidad de una grúa.

**Asignado:** Asigna responsabilidades especificadas por el empleador o el representante del propietario.

**Aprobado:** Aceptado como satisfactorio por una autoridad debidamente constituida o el cuerpo regulatorio.

**Autorizado:** Persona indicada por el propietario, su representante u organismo competente.

**Tambor:** Miembros cilíndricos alrededor de los cuales el cable es enrollado.

**Carga dinámica:** Fuerzas aplicadas a la máquina o sus componentes debidas al movimiento.

**Carga:** Peso extremo, en libras (kilogramos) aplicado al brazo articulado, incluyendo el peso de aparejos de suspensión, tales como: el bloque de carga, grilletes y eslingas.

**Capacidad de carga, máxima:** Capacidad para la cual fue diseñado el equipo.

**Winche de carga:** Tambor del malacate y sistema de cables y poleas, utilizados para subir y bajar la carga.

**Carga lateral:** Es la carga aplicada en ángulo con respecto al plano vertical de la pluma.

**Estabilizadores:** Brazos metálicos extensibles o fijos conectados al chasis, los cuales se apoyan sobre soportes en los lados extremos con el objeto de aumentar la estabilidad del equipo.

**Capacidad Estructural:** Es la habilidad del equipo y sus componentes de soportar los esfuerzos resultantes de las cargas aplicadas.

**Aparejo:** Es un sistema de poleas y cables, utilizadas para el izamiento de carga.

**Bomba hidráulica:** Componente encargado de suministrar el flujo de aceite hidráulico a los implementos según sea necesario. Recibe el movimiento del motor de combustión interna y lo transforma en energía hidráulica.

**Cable tensor:** Un cable de apoyo que mantiene una distancia constante entre los puntos de conexión de los dos componentes conectados por el cable.

**Estanqueidad:** es una cualidad por la que determinamos si algo tiene fugas o posibilidad de tenerlas, o no. O sea, si tenemos estanqueidad, no hay fugas; si no hay estanqueidad, tenemos fugas.

**Izaje crítico:** Una operación de izaje en donde se ha considerado que el nivel de riesgo aumenta con respecto a las actividades normales de izaje.

**Corrosión:** Se define corrosión como el deterioro que sufren los metales cuando interactúan con el medio en que trabajan. Para efectos de este instructivo el término “corrosión” como criterio de rechazo se dará cuando el inspector evidencie en el área evaluada pérdida de material por picado y oxidación o desprendimiento de las capas del metal producto de la corrosión; **Una corrosión excesiva** puede incrementar la porosidad, reducir la integridad marginal, mermar las resistencias y liberar productos metálicos al entorno oral.

**LMI:** Load Moment Indicator: Indicador de Momento de Carga. También conocido como:

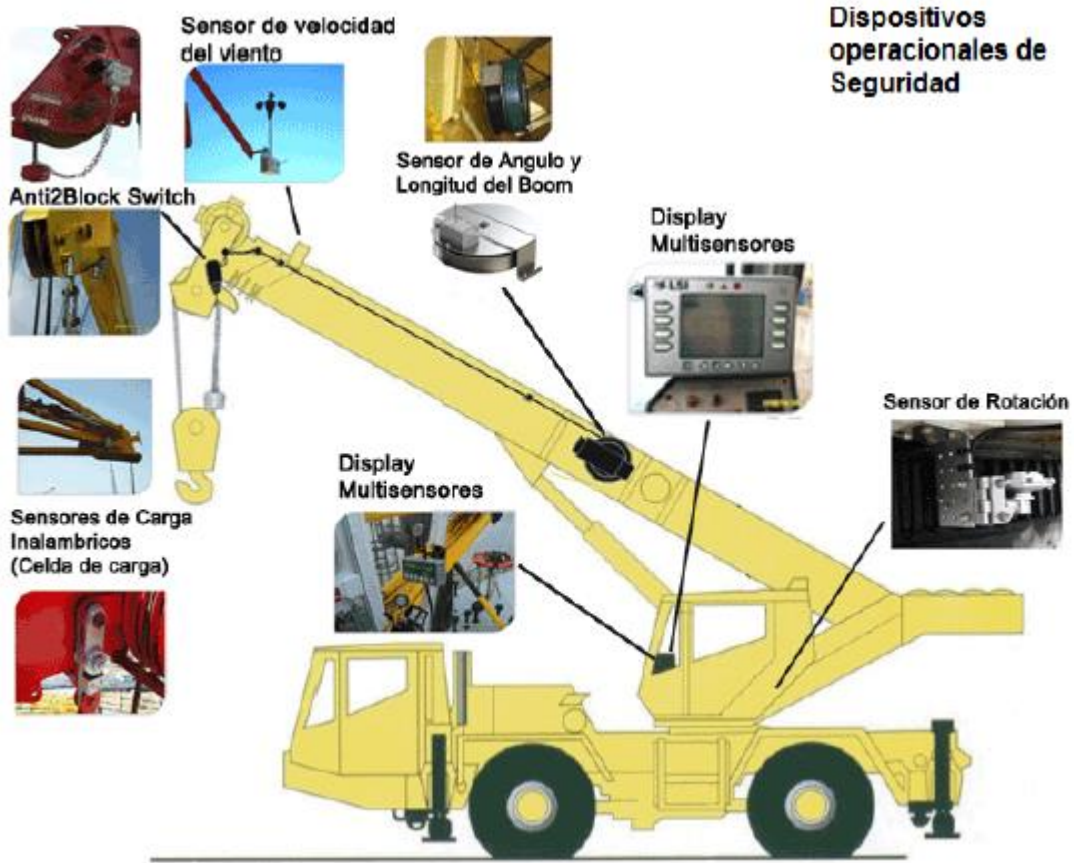
**RCI:** Rated Capacity Indicator: Indicador de capacidad nominal

**RCL:** Rated Capacity Limiter: Limitador de capacidad nominal

**SLI:** Safe Load Indicator: Indicador de carga segura

**LMB:** Load Moment Indicator

El LMI (Indicador de Momento de Carga) es un dispositivo operacional que advierte al operador del equipo de una aproximación de una condición de sobrecarga o sobre levantamiento que puede resultar en daños al equipo y/o personal.



**Fig 1.** *Diagrama de dispositivos en una grúa*

A continuación, se ilustran algunos dispositivos por Marcas:





Fig 2. LMI Grove GMK: EKS: Elektronik Kran System



Microguard 414 Load Moment Indicator



Microguard 510 LMI System and (LMI) - Upgrade



Microguard 424 Load Moment Indicator



Microguard 434 LMI System

Fig 3. Microguard



Fig. 4. Linea PAT

LICCON (Liebherr Computed CONTrolling)



Fig 5. SLI LICCON

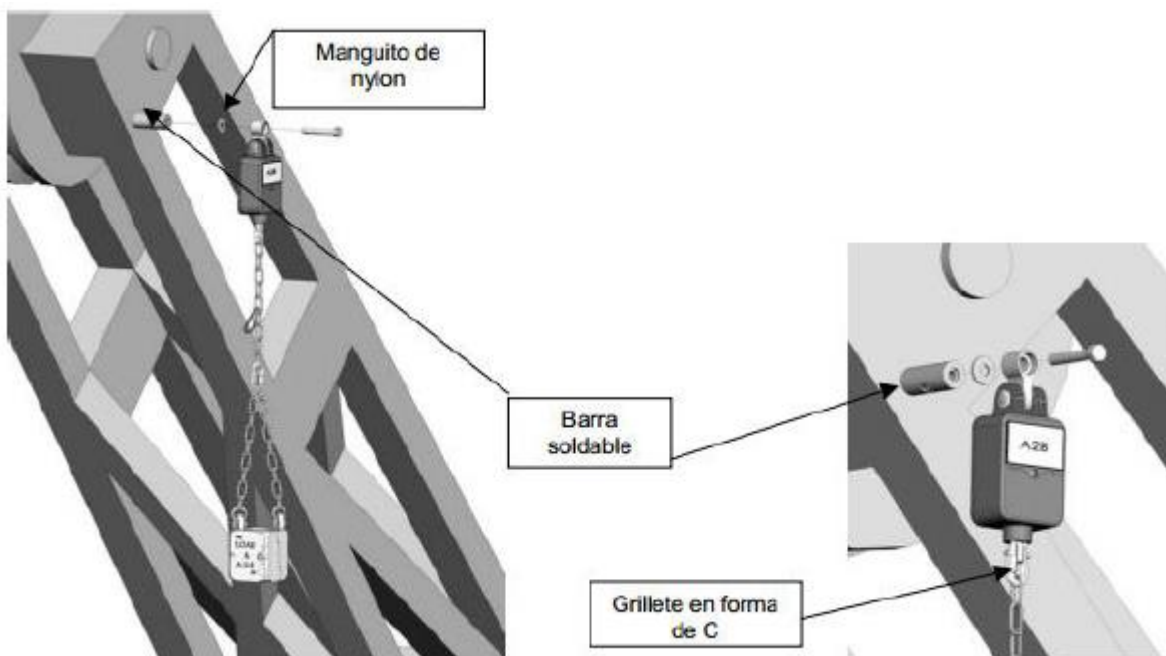
**ECOS:** Electronic crane operation system. Es un sistema electrónico de operación. ECOS permite fácilmente el control de todas las principales operaciones de la grúa. Facilita la planificación del proceso de izaje y suministra informaciones esenciales para el monitoreo de las operaciones.

- Datos de operación para todas las funciones de la grúa.
- Actualización constante de los datos;
- Código de errores.



**Fig 6. ECOS**

**Dispositivo Anti Two Block:** Es un dispositivo diseñado para evitar que el gancho ó pasteca golpee contra las poleas superiores de la pluma en las grúas durante las maniobras de izaje



**Fig 7. Dispositivo Anti two Block**

**6. RESPONSABILIDAD:** Es responsabilidad del director técnico la aplicación de este procedimiento y de los inspectores la ejecución de este.

## **7. INSTRUCTIVO:**

### **7.1. Planificación**

Una vez conocida su asignación, el inspector deberá planear todos los requerimientos y por menores de su inspección, por lo tanto, deberá evidenciar dicha planeación mediante el diligenciamiento del formato [P.GA.002-R1 PLANEACION DE SERVICIOS](#).

### **7.2. Riesgos**

Es responsabilidad del inspector conocer todos los riesgos a los que está expuesto, para lo cual debe hacer uso del [I.TH.001 - IDENTIFICACION Y VALORACION DE PELIGROS](#) y diligenciar el formato [I.TH.001-R1 Análisis de Riesgos AST](#), todo esto previo a iniciar la inspección. Una vez en campo y antes de iniciar la inspección, el inspector debe verificar la existencia de peligros adicionales no contemplados en su previo análisis de riesgos, verificar si es posible disminuir la exposición a dichos peligros bien sea con la instalación de barreras o utilización de Epp's adicionales y contemplarlos como riesgos periféricos.

### **7.3. Equipo de inspección**

Para la ejecución de las actividades de inspección serán empleados los siguientes equipos y elementos de acuerdo con su necesidad y alcance:

- Calibrador Pie de Rey
- Cinta métrica con longitud mínima de 10 metros.
- Nivel de gota.
- Marcador para metal.
- Cámara Fotográfica.
- Indicador de ángulo (Inclinometro)
- Dinamómetro (Cuando el cliente lo requiera)

### **7.4. Registros para finalizar la inspección**

El inspector al finalizar la actividad contratada, debe solicitar al cliente (funcionario responsable de recibir la información de la inspección), el diligenciamiento de la encuesta de satisfacción a través de [P.GA.002-R2 EVALUACIÓN DEL SERVICIO PRESTADO EN CAMPO](#), y de la firma de aceptación de la prestación del servicio, dejando registro en [P.GA.002-R3 ACTA DE ENTREGA](#).

## 8. INSPECCIÓN

Los propósitos fundamentales de la verificación del LMI son:

- Verificar las condiciones operacionales de los distintos dispositivos de seguridad asociados a un indicador de momento de carga, y
- Chequear el correcto funcionamiento de los bloqueos de seguridad (Anti-two block, over load y anemómetro).
- Verificar si el dispositivo está midiendo el radio, ángulo y carga con la exactitud establecida en los criterios de aceptación indicados en el presente instructivo.

Es recomendable que la inspección a estos dispositivos sea realizada como mínimo semestralmente, es responsabilidad del dueño o usuario del equipo cumplir con este tiempo recomendado y establecer una frecuencia menor, si aplica, según el régimen de operación del equipo.

El desarrollo de la inspección se realiza en las siguientes fases:

- Requisitos y Preliminares de la Inspección.
- Equipo en operación sin carga
- Equipo en operación con carga.

**Nota:** Los requisitos preliminares de la inspección son estipulados en la propuesta enviada por CAC Engineering S.A.S. al cliente, se recomienda al inspector comunicarse con el cliente antes de salir al campo para asegurar que toda la logística necesaria para la realización de la inspección se encuentra lista.

### 8.1. Requisitos y Preliminares de la Inspección

Antes de iniciar las pruebas el inspector revisará y solicitará como requisito previo el cumplimiento del 100% de los siguientes documentos (cuando apliquen):

- Placa de identificación del equipo.
- Tablas de capacidades. Los gráficos de capacidad deben ser entendidos en su totalidad y la ejecución de la prueba no se debe efectuar si existe alguna duda para su utilización. Asegúrese de que los gráficos o tablas de capacidad corresponden a la referencia del equipo inspeccionado y que se incluyan todas las posibles configuraciones de la grúa.
- Manual de operación de la grúa, esto con el fin de identificar datos de interés como contrapesos, limitaciones de la grúa, cuadrantes de operación, ubicación de los sistemas de seguridad y bloqueo, entre otros. (De no estar presentes en el sitio de la inspección no se realizarán pruebas operativas con carga, ni se emitirá el registro de aceptación, debido a que en los manuales se estipulan las diferentes configuraciones del equipo, restricciones, localización de válvulas de seguridad y/o de emergencia, además se debe verificar bajo que norma fue construido el equipo).
- Se debe solicitar el registro de la última verificación realizada a la grúa a fin de establecer una trazabilidad y detectar posibles problemas en la verificación anterior.

Si se cumple lo anterior el inspector debe verificar que los suministros por parte del cliente planteados en la cotización y en las condiciones del servicio sean cumplidos (Acceso al sitio de inspección, una persona para coordinar las actividades, ayudante para labores de limpieza adicional, etc.), si no es así o se evidencia alguna anomalía que plantee la inconveniencia de realizar la verificación del dispositivo LMI, o se determine una condición insegura, el inspector debe notificar al cliente para su corrección, cuando los suministros por parte del cliente estén completos y se pueda evidenciar un escenario con las condiciones de seguridad adecuadas se realiza una charla preliminar en conjunto con el operador y las demás personas implicadas en la verificación en donde se explicará en detalle la manera como será desarrollada la verificación, el alcance de la misma y las previsiones que sobre seguridad contempladas en la planificación del servicio y registradas en el formato [I.TH.001-R1 Análisis de Riesgos AST](#) para ese servicio.

Antes de iniciar la verificación el inspector debe tener algunos aspectos para evitar daños en el equipo:

- No realizar pruebas operacionales con carga si durante la vuelta de inspección al equipo se detectan problemas que afectan la integridad de la grúa (daños estructurales, grietas, fugas de hidráulico, daños en el gancho, mandos en mal estado, etc.), ver sección 8.1.1.
- El inspector no debe operar la grúa ó equipo al cual se le va a realizar la verificación.
- El equipo debe ser operado por una persona con autorización por parte del cliente para el tipo de grúa sometida a prueba. (Es importante aclarar este punto con el cliente, debido a que, si no se cuenta con un operador autorizado para realizar las pruebas operativas con carga, no se atestiguaran dichas pruebas).
- Evitar daños en cables eléctricos (desprendimientos, enredos) cuando se está realizando la verificación del equipo.
- No desensamblar partes de la grúa, si algún elemento no se encuentra visible y se evidencia algún mal funcionamiento o daño se debe reportar al área de mantenimiento del cliente es el encargado de realizar el desensamble y proceder con la corrección.
- No realizar calibraciones a los dispositivos de seguridad o demás elementos que requieran ajustes.
- Los pesos de las cargas a usar deben ser suministrados por el cliente y poseer un certificado por un ente metrológico reconocido, que garantice su trazabilidad con patrones nacionales o internacionales.
- Se verifica el sitio de la maniobra, en cuanto a la firmeza del suelo y disponibilidad del área establecida, alrededor de la grúa.
- Se seleccionan los aparejos de carga según los parámetros de peso, forma, contenido, empaque, puntos y tipo de enganche, los cuales deben estar en condiciones operativas adecuadas para realizar la prueba.
- Seguir el presente instructivo y diligenciar el informe de campo para evitar omitir la verificación de algún componente.
- En lo posible todos los datos de medición deberán ser respaldados por una fotografía, la cual será incluida en el reporte de inspección a fin de dar mayor veracidad a las mismas.

### **8.1.1. Equipo en Parada de Operación, Equipo en Stand By y bloqueado**

Antes de iniciar la verificación, se requiere realizar una vuelta de observación alrededor del equipo para establecer la condición y estado generales de la grúa y del sitio de operación, preguntando al operario de la grúa sobre cualquier interrogante que surja.

El propósito de este paso es verificar los componentes claves del equipo que puedan poner en riesgo la seguridad de la prueba.

Si durante la vuelta de verificación se evidencian discontinuidades relevantes como las descritas a continuación no efectuar se deben efectuar las pruebas, si se encuentra alguna condición que afecte la seguridad del izaje indicar que no se posee aprobación estructural y operacional para prueba de carga.

#### **8.1.1.1. En Uniones Soldadas**

Se debe verificar las soldaduras en las siguientes áreas de la grúa en busca de grietas:

- Estabilizadores.
- Tornamesa
- Base del boom.
- Estructura en el área debajo de la tornamesa.

#### **8.1.1.2. Estabilizadores laterales**

Verifique que no se encuentren los siguientes defectos: Grietas, deformaciones, abolladuras o algún defecto que a criterio del inspector comprometa la integridad de la prueba.

#### **8.1.1.3. Sistema hidráulico**

Fugas de aceite hidráulico en cualquiera de los elementos componentes del sistema hidráulico.

#### **8.1.1.4. Mangueras hidráulicas y Tubings**

Observar si las mangueras flexibles presentan algunas de las siguientes condiciones:

- Rotura
- aplastamiento
- abrasión excesiva
- recubrimiento o encauchetado roto

- fibra metálica afectada (Hilos rotos, presencia de excesos de altas temperaturas “quemones”, corrosión, desgaste, etc.)
- fugas de aceite hidráulico sobre la superficie o en los acoples, que no puedan ser eliminadas con un apriete normal.

#### **8.1.1.5. Tornamesa**

Asegúrese que los componentes de la corona de rotación (eje, piñón y anillo de giro) se encuentran libres de fracturas, grietas, corrosión, en cada uno de sus componentes. Con el martillo golpee suavemente cada uno de los tornillos y verifique que no estén sueltos.

#### **8.1.1.6. Llantas**

Verificar:

- Desgaste del labrado más allá de lo permitido por el fabricante del equipo. (Ver [I.IT.005 - Inspección Documental, Estructural Y Operacional De Grúas Móviles](#))

#### **8.1.1.7. Bloque, Gancho principal y auxiliar**

Debido a que los ganchos soportarán la carga entera no deben presentar ninguno de los siguientes defectos:

- Grietas
- Elementos soldados o aplicación de soldadura sobre el gancho.
- Cualquier distorsión que cause un aumento en la apertura de la garganta mayor al 5% con respecto a su dimensión original sin exceder ¼”.
- Cualquier doblez o torsión visible que haya deformado permanentemente el gancho.

Verifique que los ganchos (principal y auxiliar) posean el seguro o traba con los resortes y pines de seguridad en óptimas condiciones de funcionamiento, de no ser así será criterio de rechazo del equipo.

#### **8.1.1.8. Boom**

No debe haber ninguna indicación de grieta, golpes, corrosión, deformaciones, etc.

#### **8.1.1.9. Poleas**

Chequee el estado de las poleas para comprobar que giran libremente, la presencia de desgaste, grietas, deformación o golpes que puedan afectar el cable o manguera (en el caso de poleas que direccionan estos componentes).



### 8.1.1.10. Cable

En el cable que participará en la prueba no se debe identificar ninguna de las siguientes condiciones:

- Cables dinámicos con 6 o más hilos rotos visibles en un paso de cable o 3 o más hilos rotos visibles en un mismo torón en un paso de cable.
- Cables anti rotacionales con 2 o más hilos rotos visibles en una longitud de 6 diámetros de cable o 4 o más hilos rotos visibles en una longitud de 30 diámetros de cable.
- Cables estáticos con 3 o más hilos rotos visibles en un paso de cable o 2 hilos rotos visibles o más en las conexiones finales del cable.
- Torones rotos o cortados.
- Desgaste interno e hilos rotos de cables que operan sobre poleas sintéticas (Un indicador común de esta condición es una reducción de diámetro localizado, Corrosión entre torones, un alargamiento localizado de un paso de cable, desplazamiento o distorsión de hilos).
- Corrosión severa en las conexiones finales del cable.
- Hilos rotos en las conexiones finales del cable.
- Mal anclaje del cable al boom.
- Cables severamente corroídos, agrietados, doblados, desgastados o conexiones finales mal instaladas.
- Distorsión del cable (dobles, aplastamientos, destrenzado, jaula de pájaro, desplazamiento de los torones, protrusión del alma, pérdida de diámetro en un tramo corto, o irregularidades de los torones exteriores).
- Aparente daño por cualquier fuente de calor (Soldadura, líneas eléctricas, rayos, etc.).
- Reducción del diámetro original del cable por pérdida de soporte del alma, corrosión interna o externa, o desgaste de los hilos exteriores en más de un 5%.
- El cable no corresponde a lo especificado por el fabricante en el manual de operación del equipo

#### **Condiciones mínimas de seguridad en la fase preliminar para poder ejecutar la verificación del LMI con carga.**

- Registro de aceptación estructural y operacional vigente (no aplica si se está realizando la inspección periódica a la grúa).
- Que no se presente los defectos indicados en la sección 8.1.1. durante la vuelta de inspección al equipo.
- El equipo debe poseer placa de identificación y garantizar la trazabilidad con los documentos presentados.
- Las tablas de capacidad de la grúa no se deben encontrar en la grúa y ser legibles; (En caso de no estar en español, se debe realizar la recomendación y dejarlo plasmado en el reporte de inspección).

- Que se encuentre presente el manual de operación del equipo y tenga trazabilidad con el modelo de la grúa.
- Cumplir con los requerimientos planteados en la cotización y en las condiciones del servicio.

## **8.2. Verificación de dispositivos de seguridad sin carga**

El propósito de esta fase es la verificación de los dispositivos de seguridad sin carga, para lo cual asegúrese de la correcta nivelación de la grúa (No mayor a 1° de desnivelación para grúas sobre estabilizadores y el 5° para grúas sobre orugas), salvo las acotaciones o especificaciones estipuladas en el manual del fabricante.

### **8.2.1. Placa de Identificación**

Verifique la Marca, Modelo y número de serie del dispositivo LMI, algunos dispositivos traen dicha información en una placa en la parte trasera del mismo. Algunos dispositivos no tienen esta información visible ya que son parte integral de la grúa, en ese caso en el formato diligenciar NA.

Es importante conocer el dispositivo a verificar y tener la claridad en que los dispositivos genéricos son solo sensores de longitud, radio, ángulo y carga activa, dichos dispositivos no contienen inmersas las tablas de capacidades del equipo por lo cual no muestran un porcentaje (Peso bruto / Capacidad bruta). Para verificar los bloqueos del equipo se deben colocar límites y estos se deben delimitar para cada operación.

### **8.2.2. Verificación del dispositivo Anti two block**

Solicite al operador subir el bloque de carga hasta accionar el dispositivo anti two block, el cual se acciona al entrar en contacto el bloque de carga con la cadena colgante superior accionado el sensor que envía la señal al LMI.

Para esta verificación se debe conocer las limitaciones del dispositivo a verificar, puesto que en caso de algunos dispositivos genéricos (Ej: PAT EI 65) la señal que genera es una señal fono – luminosa, sin bloqueo.

**En esta fase es criterio de rechazo el no funcionamiento del dispositivo anti two block.**

**Nota:** Según ASME B30.5, Los equipos diseñados a partir del 2011 deben estar provistos de dispositivos que bloqueen el funcionamiento de los mandos al accionar los sensores limitadores, de igual manera si el equipo posee dispositivos como anemómetros, dichos dispositivos deben permanecer instalados en el equipo y cumplir la función de bloqueo de mandos.

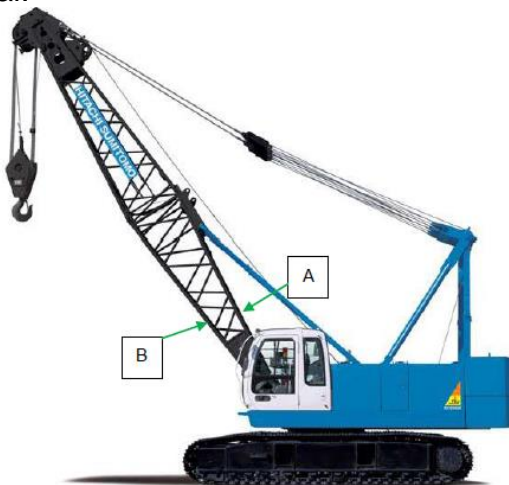
### 8.2.3. Verificación de variables del dispositivo LMI sin carga vs físico.

En esta fase se debe verificar el dispositivo en diferentes configuraciones de la siguiente manera:

#### 8.2.3.1. Posición (1) Registro de verificación LMI

Configurar el equipo en una primera posición, tener en cuenta que el equipo tenga los parámetros reales de contrapesas, número de parte de línea guarnida en el bloque de carga, etc, se recomienda realizarlo a un radio de carga y una longitud de boom pequeñas (boom completamente retraído y un radio entre 3 y 10 metros), (Esto ajustado a los equipos de medición disponibles en CAC Engineering).

- Solicitar al operador bajar el bloque de carga de tal manera que se tenga acceso a él.
- Medir la longitud del radio desde el centro del bloque de carga al centro de la tornamesa (o según la distancia que indique el manual para establecer el radio).
- Medir el ángulo del boom. Para las grúas cuyo boom es tipo celosía se debe medir el ángulo en la parte superior (A), sumarle la medida del ángulo en la parte inferior (B) del boom y este resultado dividirlo en 2; con el fin de establecer el ángulo central.



$$\text{Ángulo boom celosía} = (A + B) / 2$$

- Teniendo en cuenta que la longitud del boom completamente retraído es conocida y se encuentra en las especificaciones del equipo registrar este valor en la lista de chequeo.
- Comparar la medida de radio con la indicada en el LMI de la siguiente manera:

$$\% = \frac{\text{Radio LMI}}{\text{Radio fisico}} * 100\%$$

- Comparar las medidas del ángulo con lo indicado en el LMI y establecer la diferencia con la medida real:  
Diferencia = Lectura LMI- Medición física.
- Comparar la medida calculada de la longitud del boom con la indicada en el LMI de la siguiente manera:  
Longitud de boom LMI

$$\% = \frac{\text{Longitud de boom LMI}}{\text{Longitud de boom fisico}} * 100\%$$

- Ver 8.2.4 (Para realizar la toma de medida de los valores de capacidad)

### **8.2.3.2. Posición (2) Registro de verificación LMI**

Repetir los pasos anteriores en una segunda posición de la grúa, se recomienda realizarlo a un radio de carga en un rango de 10 a 15 metros (Esto ajustado a los equipos de medición disponibles en CAC Engineering) y longitud de boom completamente extendido (Teniendo en cuenta que la longitud del boom completamente extendido es conocida y se encuentra en las especificaciones del equipo registrar este valor en la lista de chequeo).

- Ver 8.2.4 (Para realizar la toma de medida de los valores de capacidad)

#### **Criterios de rechazo en las fases 8.2.3.1 y 8.2.3.2:**

- El porcentaje resultado de comparar el radio indicado en el LMI con el radio medido debe estar entre el 100% y 110% (Basado en el estándar SAE J159)
- Para ángulos mayores o iguales a 65° la variación de la medida del ángulo en el LMI debe estar entre 0° y -2,0° de la medida real y para ángulos menores a 65° la variación de la medida del ángulo en el LMI debe estar entre 0 y -3,0° de la medida real (Basado en el estándar SAE J159)
- El porcentaje resultado de comparar la longitud de boom indicada con la longitud de boom real conocida debe estar entre 98% y 102% (Basado en el estándar SAE J159)

Si el manual del fabricante indica parámetros de desviación diferente a las establecidas anteriormente, deben ser tomadas como criterio para evaluar estas variables.

**8.2.4. Verificación de lectura de capacidad LMI vs tabla** (No aplica para dispositivos genéricos)

Preferiblemente durante la verificación en los puntos 8.2.3.1 y 8.2.3.2 tomar la lectura de capacidad indicada en el LMI y registrarla en el formato VERIFICACIÓN A LA CALIBRACIÓN DEL DISPOSITIVO INDICADOR DE MOMENTO DE CARGA (LMI) en las casillas del punto 2, junto con la capacidad según tablas de capacidad.

Para calcular la variación utilice la siguiente formula:

$$\text{Desviacion} = \text{Lectura LMI} - \text{Valor en la tabla}$$

El valor de la desviación calculada con la formula anterior, para efectos del criterio de rechazo se debe ajustar a los intervalos de medición del dispositivo, quedando de la siguiente forma

- Si la medida está en libras: 200 lb o -200 lb
- Si la medida está en kilogramos: 100 kg o -100 kg (se aproxima al valor cerrado superior o inferior debido a la resolución en la medida de los LMI)
- Si la medida está en toneladas: 0,1 ton o -0,1 ton (se aproxima al valor cerrado superior o inferior debido a la resolución en la medida de los LMI)

#### **Criterios de rechazo:**

- La capacidad bruta mostrada por el LMI debe estar dentro de un límite de +200 lb o -200 lb de la capacidad dada en tablas de carga para la longitud de boom y radio indicado (Basado en SAE J159)
- Teniendo en cuenta que existen diferentes modelos de LMI, los cuales varían en sus unidades de medición y en la precisión de sus medidas, se tomaran en cuenta las siguientes variaciones como aceptables:

Si la medida está en libras: 200 lb o -200 lb

Si la medida está en kilogramos: 100 kg o -100 kg (se aproxima al valor cerrado superior o inferior debido a la resolución en la medida de los LMI)

Si la medida está en toneladas: 0,1 ton o -0,1 ton (se aproxima al valor cerrado superior o inferior debido a la resolución en la medida de los LMI)

Si el equipo posee restricciones de máxima capacidad por equipo especial o adicional y al momento de la verificación no se cuenta con este equipo instalado se debe dejar una nota aclarando que al momento de la verificación el equipo no cuenta con dicho dispositivo.

#### **8.2.5. Verificación de límites ajustables manualmente**

Si el dispositivo LMI está equipado con la función que permite establecer ciertos

límites de operación tales como ángulo máximo y mínimo, altura máxima, radio de giro, carga máxima; en estos casos, se debe realizar la verificación de dichos límites así:

- Solicite al operador establecer los límites por ángulo máximo y mínimo en valores escogidos por él mismo, luego procede a elevar el boom hasta que alcance el límite máximo establecido y verifique que presente la alerta, la cual puede ser auditiva, sonora, luminosa o incluso de bloqueo. Proceder de la misma manera, pero descendiendo el boom hasta alcanzar el límite mínimo establecido.
- Solicite al operador establecer el límite por altura máxima hasta un valor que no supere la longitud mínima del boom, con el fin de no requerir la función de telescopio, luego procede a elevar el boom hasta que alcance el límite de altura establecida y verifique que presente la alerta, la cual puede ser auditiva, sonora, luminosa o incluso de bloqueo.
- Solicite al operador establecer los límites de giro en cualquiera de los cuadrantes, luego proceda a girar la grúa hasta que alcance el límite establecido y verifique que presente la alerta, la cual puede ser auditiva, sonora, luminosa o incluso de bloqueo. Proceder de la misma manera, pero descendiendo el boom hasta alcanzar el límite mínimo establecido.

### **8.3. Equipo en Operación con Carga (Verificación del LMI con carga)**

Luego de las pruebas operacionales sin carga se procede con la verificación con carga. Pero debe realizarse, si y solo si, el equipo cumple el 100% de los requisitos mencionados en el numeral 8.1.

Los propósitos fundamentales de esta fase son:

- Verificar la lectura de carga en el LMI.
- Verificar las alertas por sobrecarga.

#### **8.3.1. Prueba operacional con carga**

Se realiza con una carga certificada (si esa condición no está presente en campo es válido pesar la carga a izar con un dinamómetro o báscula calibrada), "Si el dinamómetro es suministrado por CAC Engineering SAS" la carga debe estar entre 2 toneladas y menos de 10 toneladas debido a que los accesorios de sujeción suman al peso neto de la carga, preferiblemente cargas entre 2 y 9 toneladas; al realizar dichas pruebas se recomienda que los valores tomados de la tabla estén dentro del rango estructural de operación para disminuir el riesgo de volcamiento, en lo posible el porcentaje de operación de la grúa debe estar entre el 50 % y 100% de la capacidad nominal de carga del equipo según la configuración mostrada en las gráficas de carga (por experiencia entre estos valores se reportan valores más confiables).

Para ejecutar la prueba:

- Antes de levantar la carga conocida verifique en el LMI el peso de las deducciones (bloque de carga, jib, bola auxiliar, etc).
- Verifique el valor del peso de la carga y de los accesorios de izaje.
- Sume el peso de las deducciones (bloque de carga, jib, bola auxiliar etc) más el de la carga y sus accesorios de izaje, este es el valor (Peso Total físico) que debería registrar el LMI.
- Indicar al operador que levante la carga a una altura máxima de 50 cm del piso (cuando sea posible), registrar los valores de carga mostrados en el LMI (Posición 3 en el registro de verificación)
- Al levantar la carga en las posiciones inicial y final del plan de izaje se deben registrar las lecturas del LMI en el formato en las casillas del ítem 3, comparándolo con el peso real de la carga así:

$$\% = \frac{\text{Medicion fisica}}{\text{Medicion LMI}} * 100\%$$

- Indicar al operador que lleve lentamente la carga alejándola de la grúa con el fin de ir acercándose al límite de capacidad de la grúa, indicarle que se detenga cuando se active la alarma de aproximación a sobrecarga la cual debe contar con una luz de advertencia preferiblemente de color amarillo y una alarma de advertencia y registrar el peso indicado en el LMI (posición 4 en el registro de verificación) comparándolo con el peso real de la carga así:

$$\% = \frac{\text{Carga LMI}}{\text{Capacidad LMI}} * 100\%$$

- Cuando la verificación del LMI se hace dentro del proceso de inspección periódica de un equipo las pruebas para verificar la medida de la carga se realizan de manera simultánea a la medición de los cilindros de los estabilizadores.

### **Criterios de rechazo:**

- El porcentaje de comparar la carga real con la indicada en el LMI debe estar entre el 100% y el 110% del valor real. (Basado en el estándar SAE J159).
- El porcentaje al cual se activa la alarma de aproximación a sobrecarga debe estar entre el 87% y 97%.
- La alarma de aproximación a sobrecarga debe contar con una luz de advertencia de color amarillo preferiblemente y una alarma de advertencia.

### **8.3.2. Verificación del bloqueo por sobrecarga – (Prueba operacional con carga no debe superar 105%)**

El propósito fundamental de esta prueba es:

- Verificar los bloqueos por over load (cuando aplique). Se realiza con una carga certificada (si esa condición no está presente en campo es válido pesar la carga a izar con un dinamómetro o báscula calibrada), se recomienda que sea lo más pesada posible para no configurar el equipo a radios muy grandes y estar en un rango estructural de operación para disminuir el riesgo de volcamiento, esta prueba no debe superar el 105% de la capacidad nominal de carga del equipo según la configuración mostrada en las gráficas de carga.

Para verificar el sistema de detección de sobre carga:

- Indicar al operador izar la carga, en una configuración en donde el porcentaje de operación sean inferior al 80%.
- Indicar al operador bajar el boom, hasta que se active la alarma de sobrecarga (Sin superar el 105% de la capacidad máxima del equipo para la configuración dada), la cual debe tener una señal luminosa preferiblemente de color rojo y una señal audible con o sin bloqueo de la operación (Para equipos diseñados antes del 2012).
- Si el inspector detecta que al llegar al 105% el equipo no activa el sistema overload, se debe suspender la prueba y reportar al área encargada y para su corrección, de no ser corregido se considerará un criterio de rechazo.
- Para calcular el porcentaje al cual se activa la alarma de sobrecarga se utiliza la misma fórmula utilizada para calcular el porcentaje al cual se activa la alarma de aproximación a sobrecarga.
- Durante el proceso (bajar el boom) verificar la estabilidad y comportamiento estructural del equipo, si detecta alguna condición que ponga en riesgo la seguridad suspenda la prueba.
- El inspector deberá reportar el tipo de indicación mostrada al llegar al límite por sobre carga (Indicación fono –luminosa o bloqueo)

#### **Criterios de rechazo:**

- El porcentaje al cual se activa la alarma por sobrecarga no debe superar el 105% (Basado en SAE J159)
- Es criterio de rechazo del equipo si cuenta con el dispositivo de bloqueo por sobrecarga y este no se active o no este operativo.
- Es criterio de rechazo del equipo si no se activa la señal luminosa y audible de bloqueo por sobrecarga.

**Nota:** Si el dispositivo bloquea a menos del 100%, hasta ese rango se realizará la prueba. Nunca se debe permitir el by pass del dispositivo.



#### **8.4. Criterios Y Decisiones**

La verificación de los dispositivos LMI, genera como resultado los siguientes tipos de decisiones:

- El dispositivo es inseguro operacionalmente, no es apto para una operación segura, (Rechazado) hasta que se solucionen los problemas encontrados.
- Si las pruebas resultan ser satisfactorias se emite un registro de verificación con firma del inspector designado y con un visto bueno del director del organismo.
- El criterio de aceptación de los dispositivos de seguridad del equipo está basado en las óptimas condiciones de operación durante las pruebas realizadas, las posibles fallas de los dispositivos de la grúa encontradas durante las inspecciones frecuentes o periódicas, el no cumplimiento de los mantenimientos y calibraciones requeridas y/o una operación inadecuada invalidan el registro de verificación.

La seguridad del personal e integridad de la grúa no deberá ser un riesgo bajo ningún aspecto.

#### **8.5. Informes**

La metodología para presentar el informe al cliente y los registros generados se estipulan en [I.IT.001 - INFORMES DE INSPECCION](#).

#### **8.6. HSE**


Las personas que desarrollen la inspección de la grúa deben poseer todos los elementos de protección: Casco, guantes, gafas, botas, arnés, línea de vida, etc, según aplique.

Antes de iniciar la inspección asegúrese que la grúa se encuentra nivelada y anclada sobre terreno seguro.

Se recomienda delimitar con cinta de seguridad el área implicada en la inspección del equipo.

Durante la revisión del Winche y cable tome las precauciones necesarias para hacer una inspección segura. Manténgase a suficiente distancia y en ninguna circunstancia agarre el cable mientras este se esté en movimiento.

ANEXO 2. LISTA DE CHEQUEO

	<b>INSPECCIÓN \ VERIFICACIÓN A LA CALIBRACIÓN DEL DISPOSITIVO INDICADOR DE MOMENTO DE CARGA (LMI)</b>		CÓDIGO:	
			VERSIÓN:	
			FECHA:	
<b>DATOS DEL SERVICIO</b>				
CLIENTE:	CONTACTO:	CONSECUTIVO:		
<b>DATOS DEL EQUIPO</b>				
MARCA:	MODELO:	SERIE No:		
MÁX. CAPACIDAD:	TIPO DE GRÚA:	FECHA:		
CONTRAPESAS INSTALADAS:	PARTES DE LÍNEA:	CAP. GANCHO PRINC:		
INSPECTOR:	UBICACIÓN:	PLACA DE TRANSITO:		
<b>DATOS DEL LMI</b>				
MARCA LMI	MODELO LMI	SERIE LMI		
Los resultados de la inspección se relacionan únicamente con el equipo anteriormente descrito.				
<b>1. VERIFICACIÓN OPERACIONAL SIN CARGA: (M. FÍSICA Vs. LMI) ASME B30.5-2.1.3 (f)</b>				
<b>VERIFICACIÓN LMI Vs. M. FÍSICA POSICIÓN (1)</b>		<b>VERIFICACIÓN LMI Vs. M. FÍSICA POSICIÓN (2)</b>		
	LMI	FÍSICO	%	Aceptado Rechazado
RADIO (m-ft)				
LONGITUD (m-ft)				
ÁNGULO (°)				
<b>2. VERIFICACIÓN OPERACIONAL SIN CARGA: (CAPACIDAD DEL LMI vs TABLA) ASME B30.5-2.1.3 (f)</b>				
<b>VERIFICACIÓN LMI Vs. M. FÍSICA POSICIÓN (1)</b>		<b>VERIFICACIÓN LMI Vs. M. FÍSICA POSICIÓN (2)</b>		
	LMI	TABLA	DESVIACIÓN	Aceptado Rechazado
CAPACIDAD BRUTA GRÚA				
<b>3. VERIFICACIÓN OPERACIONAL CON CARGA ASME B30.5-2.1.3 (f):</b>				
DESCRIPCIÓN DE CARGA UTILIZADA PARA LA PRUEBA: _____				
PESO CERTIFICADO DE LA CARGA: (Carga + Accesorios) _____ (lb. - kg. - t.)				
LECTURA LMI (BLOQUE, OTROS): _____ (lb. - kg. - t.)				
PESO TOTAL FÍSICO: (PESO CERTIFICADO DE LA CARGA +LECTURA LMI): _____ (lb. - kg. - t.)				
<b>VERIFICACIÓN LMI Vs. M. FÍSICA POSICIÓN (3) (POSICIÓN INICIAL PLAN DE IZAJE)</b>		<b>VERIFICACIÓN LMI Vs. M. FÍSICA POSICIÓN (4) (POSICIÓN FINAL PLAN DE IZAJE)</b>		
	LMI	PESO TOTAL FÍSICO	%	Aceptado Rechazado
CARGA BRUTA (lb - t - kg)				
<b>4. VERIFICACIÓN DE ALARMAS Y LÍMITES ASME B30.5-2.1.3 (f)</b>				
<b>VERIFICACIÓN APROXIMACIÓN A OVERLOAD - PRE ALARMA</b>			<b>VERIFICACIÓN OVER LOAD.</b>	
LECTURA DE CARGA - LMI	CAPACIDAD DE CARGA - LMI	%		
SEÑAL LUMINOSA	SEÑAL AUDIBLE	NO OPERATIVO		
<b>VERIFICACIÓN DE LÍMITES AJUSTABLES MANUALMENTE</b>				
CARGA	ÁNGULO	GIRO	ALTURA	
<b>VERIFICACIÓN ANTI TWO BLOCK</b>				
BLOQUEO	SEÑAL LUMINOSA	SEÑAL AUDIBLE	NO OPERATIVO	
% DE ACEPTACIÓN:		% Radio	(100-110%)	
		% Longitud del boom:	(98% y 102%)	
		% Capacidad:	(±200 lb)	
		Aproximación a sobre carga:	(87% al 97%)	
		% Ángulo:	mayor o igual a 65° (0° a -2°) Menor a 65° (0° a -3°)	
		% Lectura de carga:	(100-110%)	
		% Bloqueo por sobre carga	No debe superar el 105%	

