

UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS - FACULTAD TECNOLÓGICA PROYECTO CURRICULAR DE TECNOLOGÍA E INGENIERÍA MECÁNICA FORMATO DE PROYECTO DE GRADO		
N° DE RADICACIÓN: _____		
INFORMACIÓN EJECUTORES		
Nombre (s):	Benjamín David	
Apellidos (s):	Navarro Pérez	
Código:	20121375066	
E-mail:	danapho@gmail.com	
Teléfono fijo	4915742	
Celular:	3002341105	
INFORMACIÓN DEL PROYECTO		
Título del Proyecto:	DISEÑO DE SPREADER BEAMS CON AYUDA DE ELEMENTOS FINITOS	
Duración (estimada)	6 Meses	
Tipo de Proyecto: (Marque con una "x")	Innovación y Desarrollo Tecnológico	<input checked="" type="checkbox"/>
	Prestación y Servicios Tecnológicos	<input type="checkbox"/>
	Otro	<input type="checkbox"/>
Modalidad del Trabajo de Grado:	PROYECTO DE GRADO	
Línea de investigación de la facultad:	Desarrollo tecnológico local e institucional	
Línea de investigación del proyecto curricular:	Diseño en ingeniería mecánica	
Grupo de Investigación:		
Proyecto de Investigación:		
Áreas del conocimiento que involucra:	Diseño, Investigación documental.	
INFORMACIÓN PASANTÍA		
Nombre de la empresa		
Dirección		
Teléfonos		
Correo electrónico		
Página web		
INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA		
Director: (Vo. Bo.)		
Proyecto de pasantía: (Tutor): (Vo. Bo.)		
Formulación Proyecto de Grado: (profesor): (Vo. Bo.)		

PROCESO DE DISEÑO DE BARRAS SEPARADORAS (SPREADER BEAMS)
BAJO NORMAS DE DISEÑO Y COMPROBACION EN SOFTWARE DE
ELEMENTOS FINITOS.

BENJAMÍN DAVID NAVARRO PÉREZ

Anteproyecto para:
Obtener el Título de Ingeniero Mecánico.

UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

FACULTAD TECNOLÓGICA

INGENIERÍA MECÁNICA

BOGOTÁ

2013

TABLA DE CONTENIDO

1	INTRODUCCIÓN	5
2	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	5
3	ESTADO DEL ARTE	6
4	JUSTIFICACIÓN	8
5	OBJETIVOS	8
5.1	Objetivo General	8
5.2	Objetivos Específicos.....	8
6	MARCO TEÓRICO.....	9
6.1	GRUAS	9
6.2	SPREADER BEAMS.....	9
6.3	CONTENEDORES	9
6.4	SKIDS	10
6.5	PROCESOS DE DISEÑO	10
6.6	NORMAS DE DISEÑO	10
7	METODOLOGÍA.....	11
8	CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES	13
9	PRESUPUESTO Y FUENTES DE FINANCIACIÓN.....	14
10	BIBLIOGRAFÍA	16

INDICE DE GRAFICAS

<i>Grafica 1. Equipo Izado con Barra Separadora.</i>	6
<i>Grafica 2. Equipo Izado con ausencia de Barra Separadora.</i>	6
<i>Grafica 3. Modelo Ajustable.</i>	7
<i>Grafica 4 Modelo Fijo</i>	7
<i>Grafica 5. Modelo Fijo Barra Separadora.</i>	7
<i>Grafica 6. Modelo ajustable Barra Separadora</i>	7
<i>Grafica 7. Proceso de Diseño. (API, 2003)</i>	10
<i>Grafica 8. cronograma de actividades.</i>	13

INDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1. Presupuesto general del proyecto</i>	14
<i>Tabla 2. Recursos humanos.</i>	14
<i>Tabla 3. Recursos de Materiales.</i>	15

1 INTRODUCCIÓN

En la Industria existe gran variedad de equipos y maquinaria que durante todo su ciclo de vida se ven sometidos a varios procesos de transporte ya sea por fines comerciales, de mantenimiento, o por distintos requerimientos en su mismo lugar de uso. Para este proceso de transporte son necesarias herramientas de calidad y diseño especializado, las barras separadoras son una de ellas.

Las barras separadoras, también conocidas como spreader beams en inglés, son utilizadas para mejorar la distribución en las cargas en el momento de levante o izaje que requiera un equipo para su transporte, como también de la ubicación de los puntos de izaje.

Este tipo de productos no se encuentran estandarizados, pero se diseñan bajo parámetros de normatividad, que contribuyen en el cumplimiento de calidad.

Es relevante desarrollar un proceso de diseño que aplique normatividad y estándares de calidad que contribuyan a agilizar y realizar un correcto dimensionamiento y construcción de las estructuras en mención, evitando problemas de sobre costos y riesgos en seguridad industrial.

2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Con la variedad de equipos existentes en la industria, y la necesidad de transporte de estos, se requieren herramientas que faciliten este trabajo. Por lo que se ha creado la necesidad de diseñar equipos de izaje que ayuden a distribuir mejor las cargas y esfuerzos que se ocasionan por las masas de estos.

Es necesario el correcto diseño de estos equipos, por la seguridad tanto de las personas que los manipulan en el transporte e izaje, como de los cuidados de los equipos mismos. Para ello, se han diseñado y fabricado barras separadoras.

Las Barras Separadoras se utilizan principalmente en Puertos de Carga, Pozos Petroleros, Minas, entre otros.

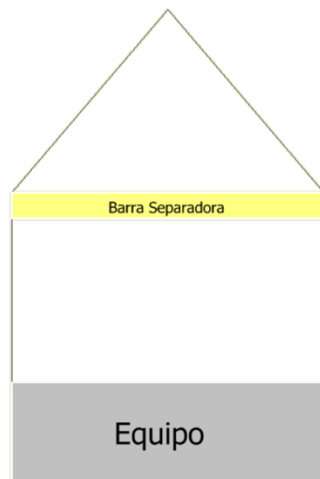
Las Barras Separadoras deben cumplir con estándares de calidad donde su capacidad sea la necesaria para cumplir con el objetivo del levante de equipos, al igual que su correcto diseño contribuye a reducir costos por sobredimensionamiento de la misma.

Al no ser equipos estandarizados, y a pesar que existen diferentes normas de diseño de estos, no existe un proceso de diseño concreto que contribuya al correcto diseño de la Barra Separadora.

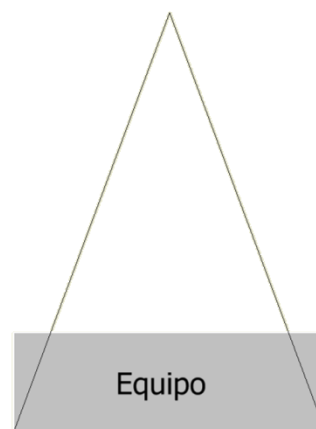
3 ESTADO DEL ARTE

Las Barras Separadoras han sido de gran ayuda en el proceso de izaje de los equipos Industriales que requieren de transporte. Como no son equipos estandarizados, existe gran variedad de diseños con los cuales diferentes empresas han fabricado la solución de equipaje de las grúas de izaje.

En el caso de los Puertos de carga, para que los Equipos a trasportar se acomoden mejor en los barcos, usualmente se utilizan contenedores que tienen dimensiones y cargas estandarizadas. El uso de Barras Separadoras para el izaje y carga de los contenedores, ha facilitado dicho proceso, ya que distribuye mejor las cargas sobre el equipo y facilita su movilización puesto que las eslingas no interfieren ni chochan con las paredes de los contenedores ya que estas izan el equipo en ángulo recto. En la Figura_, se puede ver de qué forma las barras han solucionado dicho proceso.

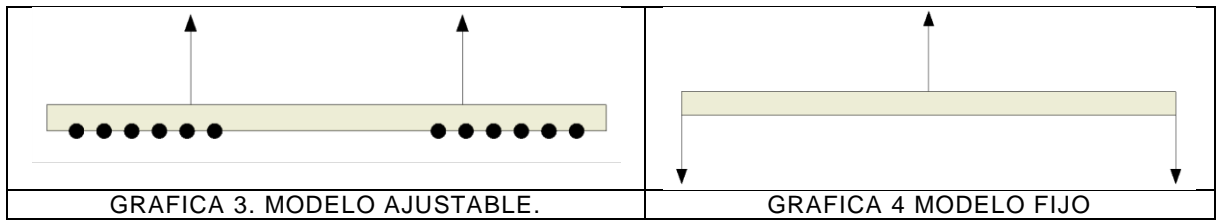


GRAFICA 1. EQUIPO IZADO CON BARRA SEPARADORA.



GRAFICA 2. EQUIPO IZADO CON AUSENCIA DE BARRA SEPARADORA.

Estas barras cumplen con dos datos esenciales para trabajo, los cuales son las dimensiones y carga de trabajo, donde se han desarrollado varios modelos.



Los modelos se pueden identificar como dos tipos, Los Ajustables y los Fijos, en los ajustables se pueden realizar diferentes tipos de combinaciones en las distancias o separaciones de las eslingas. Este tipo de barra se puede utilizar para diferentes tipos de equipos donde las dimensiones de estos varían. Los modelos fijos solo se pueden utilizar bajo un estándar de equipos que manejen las dimensiones que la barra puede suplir.



GRAFICA 5. MODELO FIJO BARRA SEPARADORA.

Modelo Fijo, (Avon Engineering, 2012)

Avon Engineering
 ROTATING SPREADER BEAMS
 Capacidad 35 T.



GRAFICA 6. MODELO AJUSTABLE BARRA SEPARADORA

Modelo Ajustable, (Lift-All, 2013)

Liftall.
 Adjustable Lifting Beam (ALB17)
 Capacidad 2-4 T.

4 JUSTIFICACIÓN

Las Barras Separadoras son normalizadas, y tanto su diseño como su fabricación no se basan en normas especializadas para estas, lo cual conlleva a un sobredimensionamiento de las mismas para poder lograr un mínimo de seguridad, que acarrearía usualmente en mayores costos en fabricación, grandes riesgos de seguridad y económicos en caso de un fallo. Todo esto por un diseño no adecuado.

Las normas de diseño proveen la información necesaria, con detalles como la especificación del factor de seguridad según el caso o el correcto cálculo de las conexiones pinnadas, entre otros. En este caso se hará uso de las normas DNV 2.22 y BTH-1 para realizar el diseño de Las Barra Separadoras. Además del uso de otras normas utilizadas para productos de carga.

Este proyecto abarca cálculos que la ingeniera mecánica utiliza para realizar un correcto diseño optimizando los procesos y materiales en la fabricación de Barras Separadoras, al igual que el análisis de los diseños por elementos finitos, teniendo la Universidad Distrital licencia para el uso del software especializado.

5 OBJETIVOS

5.1 OBJETIVO GENERAL

Realizar el proceso de Diseño de Barras Separadoras (Spreader Beams) bajo norma DNV 2.22 y BTH-1 con comprobación en software de Elementos Finitos.

5.2 Objetivos Específicos

- Delimitar los datos de entrada para el diseño de la Barra Separadora.
- Diseñar un modelo preliminar de la barra separadora.
- Aplicar normas de diseño como la DNV 2.22 y BTH-1, entre otras.
- Calcular las cargas, reacciones y esfuerzos de los componentes del equipo bajo parámetros de la norma.
- Verificar los resultados calculados bajo software de elementos finitos.
- Identificar materiales y componentes de fabricación.
- Realizar documentación del proceso de diseño.

6 MARCO TEÓRICO

6.1 GRUAS

Las grúas son equipos-herramientas, utilizados para la elevación y movilización de objetos con masas de hasta 1200 toneladas y con 50 metros de radio y 160 metros de altura. (Terex Latin America, 2013)

Las grúas se pueden clasificar en los siguientes tipos:

Grúas torre: Estas por su gran altura y capacidad de carga usualmente se utilizan en las edificaciones.

Grúas telescópicas: Estas grúas suelen ir montadas sobre un vehículo, usualmente se utilizan por su facilidad de movilización y rapidez de montaje.

Grúas automontables: Estas grúas combinan su gran altura y carga, inferior a la Grúa Torre, con la facilidad de movilización y rapidez de montaje.

6.2 SPREADER BEAMS

Se les conoce también como Barras Separadoras o Barras de Izaje. Se utilizan principalmente en el proceso de elevación de equipos con longitudes y cargas considerables.

Las Barras Separadoras son equipos bajo diseños no estandarizados, pero cumplen con estándares de calidad.

Por otro lado las barras separadoras se usan para levantar equipos que manejan contenedores y skids para su transporte.

6.3 CONTENEDORES

Los contenedores Marítimos y Terrestres manejan medidas estándar se distinguen tres contenedores estándar Según Normas (ISO, 2013):

Contenedor Tipo A	Contenedor Tipo B	Contenedor Tipo C
Ancho: 2.438 m (8') Largo: 6.058 m (20') Altura: 2.591 m (8' 6")	Ancho: 2.438 m (8') Largo: 12.192 m (40') Altura: 2.591 m (8' 6")	Ancho: 2.438 m (8') Largo: 12.192 m (40') Altura: 2.896 m (9' 6")
Capacidades: 0 – 22 Toneladas de Carga.	Capacidades: 0 – 35 Toneladas de Carga.	Capacidades: 0 – 40 Toneladas de Carga.

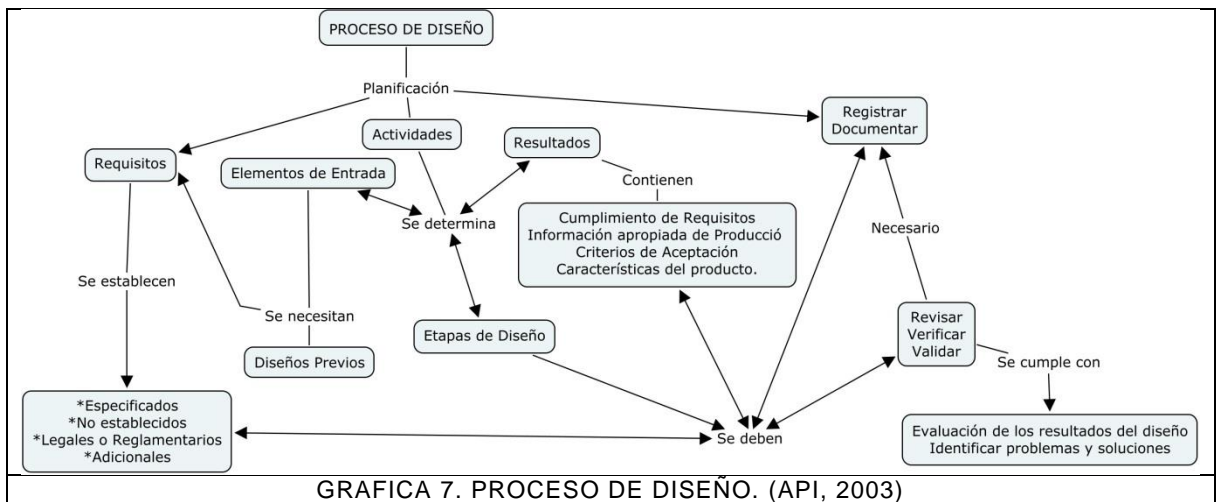
6.4 SKIDS

En el caso de los Pozos Petroleros y Minas, los equipos industriales tienen un SKID que sirve de apoyo del Equipo, con soportes para el izaje.

Estos skid deben manejar dimensiones estándar de transporte como lo son los 8 pies de ancho y 20 o 40 pies de largo. Los equipos que los skid sostienen deben adaptarse a estos para poder ser transportados. Al igual que en dimensiones también se debe tener en cuenta la carga máxima para el transporte. Para este caso se distingue las capacidades de los camiones, grúas y helicópteros, donde podemos tener capacidades de 45 Toneladas.

6.5 PROCESOS DE DISEÑO

El proceso de diseño está basado en el procedimiento que recomienda la norma API Q-1. En la siguiente grafica se puede observar en que consiste este proceso.



6.6 NORMAS DE DISEÑO

El proceso de diseño se tomara el modelo que recomienda la API Q-1 (API, 2003), donde se registra en el numeral 6.4 de este documento.

Los estándares de calidad se definen bajo normas de diseño, entre estas vemos la DNV 2.22 (DNV, 2011), la ASME BTH-1 (ASME, 2008) y ASME B30.20 (ASME, 2013), donde se definen los parámetros de diseño que debe tener un equipo para cumplir con normas de seguridad, calidad y funcionamiento del mismo.

Algunas normas actúan sobre diferentes puntos de diseño, para lo cual se debe primero diseñar bajo los parámetros que una norma y corroborar los resultados bajo otra norma.

Las siguientes normas son utilizadas para productos de izaje o elevación de cargas EN 818-4, EN 818-5, EN 13414-1, EN 1492-1, EN 1492-2, entre otras.

7 METODOLOGÍA

El método para desarrollar el proyecto, se realizara en diferentes actividades a desarrollar que se describirán a continuación.

Búsqueda de información relacionada con el tema: Indagar sobre el tema del transporte junto con las herramientas que se usan para ello, y en esencial sobre las barras separadoras.

Delimitar los datos de entrada para el diseño de la Barra Separadora. Se definen que datos se requieren para el diseño de las barras separadoras, como las dimensiones que se necesitan cumplir en el izaje, la carga que debe soportar entre otras.

Proponer un modelo preliminar de la barra separadora. Con los valores de entrada se propone un modelo de barra separadora que solucione los problemas a la hora de izar el equipo, con la idea de verificar y corregir el diseño preliminar con el proceso de diseño que se desarrollara.

Consultar normas de diseño como la DNV 2.22 y BTH-1, entre otras: Las normas estipulan parámetros y procesos para el diseño de los equipos de izaje, la consulta de los mismos es esencial para identificar los datos de entrada que se requieren, con el propósito de aplicar lo que estipula la norma, y obtener unos datos de salida con los que se ha de diseñar el producto. Con estas se desarrollará un diseño preliminar.

Resaltar los parámetros de las normas a aplicar. En la consulta de las normas se destacaran los aspectos limitaciones y parámetros que estas especifican a la hora de diseñar.

Diseñar un modelo de la barra separadora: Una vez se tengan las cargas y dimensiones de trabajo se procede a realizar cálculos matemáticos de estática y resistencia de materiales del equipo, con ayuda de las normas de diseño.

Calcular las cargas, reacciones y esfuerzos de los componentes del equipo bajo parámetros de la norma. Se procede a calcular las cargas con los factores que las normas especifican identificando los diagramas de cuerpo libre y solucionando matemáticamente las reacciones, para encontrar los esfuerzos de los materiales sometidos en el equipo.

Verificar los resultados calculados bajo software de elementos finitos y las normas: Teniendo el diseño preliminar se procede a realizar los análisis con ayuda de software especializado de Elementos Finitos para comprobar que éste es correcto, y hacer los ajustes para optimizarlo, sin descuidar lo que las normas especifican. Se Identificarán los materiales que cumplen con los requisitos de diseño.

Rediseñar el modelo de la barra separadora. Aplicando las normas, los resultados matemáticos y los arrojados por el software, se procede a verificar y rediseñar el modelo de la barra separadora.

Realizar documentación borrador del proceso de diseño: Con el diseño definido se procede a realizar la documentación de los resultados incluyendo planos de fabricación y el plan del procedimiento del mismo, identificando los procesos de manufactura y tiempos de ejecución.

Corregir la documentación del proceso de diseño: En la realización del documento se verificara tomando y realizando las correcciones necesarias del mismo.

8 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

FASE	ACTIVIDAD	SEMANA																										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	
I	Búsqueda de información relacionada con el tema.	■	■																									
	Delimitar los datos de entrada para el diseño de la Barra Separadora.			■	■																							
	Proponer un modelo preliminar de la barra separadora.					■	■																					
II	Consultar normas de diseño como la DNV 2.22 y BTH-1, entre otras.						■	■	■	■	■	■																
	Resaltar los parámetros de las normas a aplicar.						■	■	■	■	■	■																
	Diseñar un modelo de la barra separadora.												■	■	■	■												
III	Calcular las cargas, reacciones y esfuerzos de los componentes del equipo bajo parámetros de la norma.															■	■	■	■									
	Verificar los resultados calculados bajo software de elementos finitos y las normas.																■	■	■	■								
	Rediseñar el modelo de la barra separadora.																				■	■						
IV	Realizar documentación borrador del proceso de diseño.																						■	■	■	■		
	Corregir la documentación del proceso de diseño.																									■	■	■

GRAFICA 8. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES.

9 PRESUPUESTO Y FUENTES DE FINANCIACIÓN

Duración estimada en meses		6
Semanas		26
Descripción	Costo asociado	Fuentes de financiación
Recurso Humano Asociado		\$ 10.296.000
1	Autores del proyecto	\$ 5.616.000 Personal
1	Director o tutor (interno)	\$ 4.680.000 Institucional
Software o equipo de apoyo		\$ 5.000.000 Institucional
Gastos Generales		\$ 4.000.000 Institucional
Condiciones específicas		\$ 205.920 Personal
Subtotal		\$ 29.797.920
2%	Imprevistos	\$ 595.958
Total presupuestado		\$ 30.393.878

TABLA 1. Presupuesto general del proyecto

Descripción	Cantidad de personas	Dedicación semanal	Valor Hora	Costo personal
	Número	Horas	Pesos	Pesos
Autores del proyecto	1	12	\$ 18.000	\$ 5.616.000
Director o tutor (interno)	1	3	\$ 60.000	\$ 4.680.000
Director o tutor (externo)				\$ 0
Profesor (responsable interno)				\$ 0
Apoyo técnico				\$ 0
Apoyo administrativo				\$ 0
Asesor				\$ 0
Subtotal				\$ 10.296.000
Carga Prestacional			51,30%	\$ 5.281.848
Total				\$ 15.577.848

TABLA 2. Recursos humanos.

Generales	Unidad de medida	Cantidad	Valor unitario	Total
Fotocopias	Hoja	500	\$ 50	\$ 25.000
Libros	Libros	12	\$ 80.000	\$ 960.000
Impresión documentos	Hoja	300	\$ 100	\$ 30.000
Suministros de oficina	kW/h	650	\$ 350	\$ 227.500
Gastos Generales asociados al proyecto				\$ 1.242.500
Software	Costo referencia	Cantidad horas	Costo Uso	Total
Digitación 1	\$ 1.800	312	\$ 561.600	\$ 3.369.600
Computador	\$ 1.500	312	\$ 468.000	\$ 2.808.000
Internet	\$ 900	104	\$ 93.600	\$ 561.600
Costos de licencias, conexión y computador				\$ 6.739.200

TABLA 3. Recursos de Materiales.

10 BIBLIOGRAFÍA

- API. (2003). *Especificación Técnica Q1*. API (American Petroleum Institute).
- ASME. (2008). *ASME BTH-1 - Design of Below the Hook Lifting Devices*. ASME (Engineering Standards News and Resources for Engineers).
- ASME. (2013). *ASME B30.20 - BELOW THE HOOK LIFTING DEVICES*. ASME (Engineering Standards News and Resources for Engineers).
- Avon Engineering. (2012). *Avon Engineering*. Recuperado el Noviembre de 2013, de <http://www.avonengineering.com/pdf/spreader-beams.pdf>
- Centena, J. C. (2004). *Diseño de una grúa automontable de 8.000 N y 22 m de flecha*. Barcelona: Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Industrial de Barcelona.
- DNV. (2011). *STANDARD FOR CERTIFICATION 2.22 - Lifting Appliances*. DNV (Det Norske Veritas).
- ISO. (2013). *ISO 668 - Contenedores de la serie 1. Clasificación, dimensiones y masas brutas máximas*. ISO (International Organization for Standardization).
- Lift-All. (2013). *Lift-All - Products for better lifting*. Recuperado el Noviembre de 2013, de <http://www.lift-all.com/pdf/2012/Beams.pdf>
- Mamut de Colombia S.A.S. (2013). *Mamut de Colombia*. Obtenido de <http://www.mamut.com.co/site/equipos/gruas>
- RICKER, D. T. (1991). *Design and Construction of Lifting Beams*. AISC (American Institute of Steel Construction).
- Terex Latin America. (2013). *Terex Corporation*. . Recuperado el Noviembre de 2013, de <http://www.terex.com/cranes/es/products/newequipment/allterraincranes/index.htm>