



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO**

FACULTAD DE INGENIERIA

**FUNDAMENTOS PARA EL DISEÑO Y
ESTANDARIZACION NORMATIVA DE
GRUAS VIAJERAS**

T E S I S

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA
(AREA MECANICA)**

P R E S E N T A :
CARLOS ALBERTO GIL LANDIVAR

DIRECTOR DE TESIS: ING. ARTURO BARBA PINGARRON

MEXICO, D. F.

1993

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

FUNDAMENTOS PARA EL DISEÑO Y ESTANDARIZACION NORMATIVA
DE GRUAS VIAJERAS

INDICE

INTRODUCCION.

CAPITULO I.- Aspectos generales de las grúas.

CAPITULO II.- Carro.

CAPITULO III.- Puentes.

CAPITULO IV.- Instalación eléctrica.

CAPITULO V.- Costo de grúas viajeras.

CONCLUSIONES.

ANEXOS.

BIBLIOGRAFIA.

CAPITULO I.- Aspectos generales de las grúas.....	3
1.1.- Importancia de las grúas.....	3
1.2.- Clasificación y tipos de grúas.....	5
1.3.- Normas mexicanas.....	25
1.4.- Normas C.M.A.A.....	25
1.5.- Terminología de grúas viajeras.....	26
CAPITULO II.- Carro.....	34
2.1.- Generalidades.....	34
2.2.- Diseño del aparejo inferior.....	35
2.2.1.- Selección del gancho.....	35
2.2.2.- Selección del rodamiento.....	36
2.2.3.- Cálculo del diámetro del cable y número de caídas.....	38
2.2.4.- Cálculo y diseño de las poleas...	42
2.2.5.- Cálculo del eje del aparejo inferior.....	44

2.3.- Tambor.....	50
2.3.1.- Cálculo del espesor del tambor...	50
2.4.- Selección del motor para el sistema de elevación.....	55
2.4.1.- Cálculo de la potencia del motor.	55
2.5.- Frenos.....	56
2.5.1.- Tipos de frenos.....	56
2.5.1.1.- Frenos magnéticos.....	57
2.5.1.2.- Frenos electrohidráulicos...	58
2.5.1.3.- Frenos hidráulicos.....	59
2.5.2.- Cálculo del par-motor y selección del freno.....	59
2.6.- Reductor.....	60
2.6.1.- Cálculo de la relación de velocidades.....	60
2.6.2.- Selección del reductor.....	61
2.7.- Diseño del carro.....	62
2.7.1.- Cálculo de los cabezales del carro.....	62
2.8.- Ruedas del carro.....	66
2.8.1.- Cálculo y diseño de las ruedas...	66
2.8.2.- Cálculo del eje de las ruedas....	71
2.8.3.- Selección de baleros.....	72
2.9.- Motorreductores, translación del carro.....	75
2.9.1.- Cálculo de la potencia de los motorreductores.....	75
2.10.- Engrane y piñón del carro.....	77

2.f0.1.- Cálculo del engrane y piñón.....	77
CAPITULO III.- Puentes.....	80
3.1.- Diseño del puente de acuerdo a normas C.M.A.A.....	80
3.1.1.- Cálculo del puente por cargas verticales.....	83
3.1.2.- Cálculo del puente por cargas horizontales.....	89
3.1.3.- Cálculo de los refuerzos longitudinales.....	91
3.1.4.- Estandarización de puentes.....	93
3.2.- Diseño de los cabezales.....	112
3.2.1.- Cálculo de los cabezales de la grúa.....	112
3.3.- Ruedas del puente.....	114
3.3.1.- Cálculo y diseño de las ruedas...	114
3.3.2.- Cálculo del eje de las ruedas...	115
3.3.3.- Selección de baleros.....	118
3.4.- Motorreductores, transmisión del puente.....	119
3.4.1.- Cálculo de la potencia de los motorreductores.....	119
3.4.2.- Formas de conexión de los motorreductores.....	120
3.5.- Engrane y piñón del puente.....	122
3.5.1.- Cálculo del engrane y piñón.....	122

CAPITULO IV.- Instalación eléctrica.....	124
4.1.- Instalación eléctrica de la nave.....	124
4.2.- Tipos de motores.....	124
4.3.- Gabinetes.....	128
4.4.- Alimentación eléctrica de la grúa....	130
CAPITULO V.- Costos.....	133
5.1.- Elaborar listas de materiales y valorizarlos.....	141
5.2.- Estimar la mano de obra y valorizarla.....	141
5.3.- Estimar tiempos de maquinados y valorizarlos.....	143
5.4.- Estimación total del costo de la grúa.....	145
CONCLUSIONES.....	146
ANEXOS.....	149
1 - Dimensiones de ganchos.....	149
2.- Cables.....	151
3.- Rodamientos.....	153
4.- Frenos electrihídricos.....	162
5.- Reductores.....	165
6.- Ruedas.....	169
7.- Materiales.....	176
8.- Propiedades de vigas IPR.....	180
BIBLIOGRAFIA.....	184

FUNDAMENTO PARA EL DISEÑO Y ESTANDARIZACION NORMATIVA
DE GRUAS VIAJERAS.

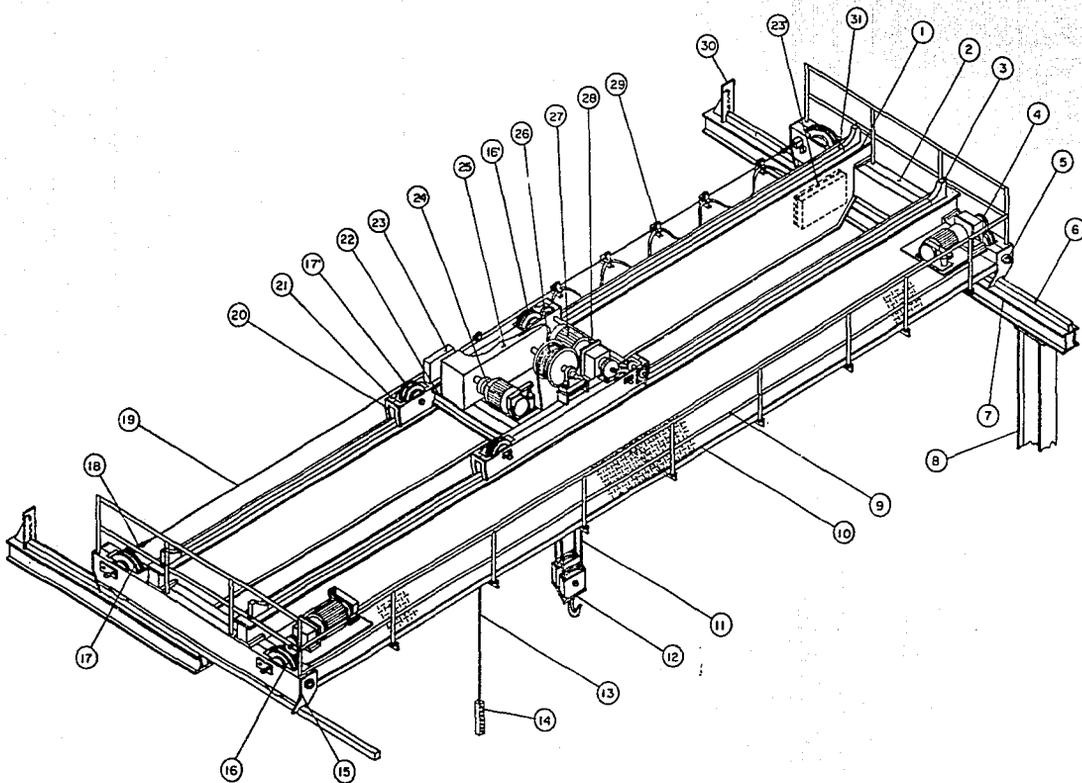
INTRODUCCION.

 Mi inquietud para realizar el presente trabajo se debe a la importancia que tienen las grúas en el manejo de materiales y materias primas dentro de las distintas áreas de producción; trabajo éste que requiere continuamente de mayor precisión y eficiencia. Se pretende reunir y concentrar toda la información necesaria para que los diseñadores de grúas - puedan obtener toda la información de manera más práctica, sencilla y a la mano. La existente actualmente esta muy diversificada, encontrandose ésta en normas, libros técnicos, manuales, catálogos y en folletos de los propios fabricantes de grúas. De ahí que nace la inquietud de reunirla en un solo volumen.

 El material técnico del presente trabajo será útil a los diseñadores de grúas en la medida en que en él hallarán los criterios de selección y diseño. De igual manera, encontrarán la explicación técnica adecuada para realizar un buen proyecto de grúas viajeras.

 Debido al uso de la tecnología electrónica, en las computadoras se podrá realizar una serie de cálculos repetitivos los cuales podrán ser utilizados en los diferentes servicios de grúas, por ejemplo; se pretende construir una tabla que contenga la información para la construcción de los puentes de grúas viajeras para determinadas capacidades (1, 3, 5, 7.5, 10, 15, 20 Tons. de capacidad) y claros de 3, 5, 7.5, 10, 15 y 20 m., así como - de diferentes componentes de las grúas y que sean factibles de realizarse mediante el uso de la computadora.

En el trabajo se pretenden dar los principios generales para una estandarización en la fabricación de las grúas viajeras. Para tal efecto y como ejemplo para el cálculo y selección de todos los componentes se realizará el cálculo y diseño de una grúa viajera de 30 Tons de capacidad, cuyo claro será de 25 m., con un solo gancho principal, dejando de lado la consideración del gancho auxiliar.



22'	1	CAMA DE GABINETE DE CONTROL DEL PUENTE
17'	2	BIELA CONDUCCION DE TRANSMISION DEL CARRO
13'	3	BIELA MOVIL DE TRANSMISION DEL CARRO
31	4	EJE DEL RECORRIDO DEL CARRO
50	4	TOPE DEL RECORRIDO DEL PUENTE
8		CABEZAL
22	1	PLACA DE TRANSMISION DEL CARRO
17	4	TRANSMISION DEL CARRO
26	4	TAMBORE REDUCCION DEL CARRO
28	1	REDUCTOR DEL MALLACATE
64	1	MOTOR S PARRA DEL MALLACATE
23	2	CAMA DE GABINETE PARA CONTROL DE CABESAL
22	8	BOQUIN DE CABLE
22	2	CABRAL DEL CARRO
20	4	PLACA DE PROTECCION DE LAS ESTRELLAS DEL CARRO
18	1	CABLE DE CROPERIA SISTEMA MONTAJES
18	2	TRANSMISION
17	2	BIELA CONDUCCION DE TRANSMISION DEL PUENTE
14	2	BIELA IMPERFECTA DE TRANSMISION DEL PUENTE
18	4	PLACA DE PROTECCION DE LOS TRANSMISORES
14	1	ROTORERA
18		CABLE DE UNO CUDO
12	1	CABLE SUPERVIZOR
11		CABLE SUPERVIZOR
10	1	PLATAFORMA
9	1	BRANDEAL
8		COLUNERA
7	2	TRABE CABRAL
6	2	EJE DEL RECORRIDO DEL PUENTE
5	4	AVERTIDOR DE LOS CABESALES
4	2	TRANSMISION DEL PUENTE
3	4	TOPE DEL RECORRIDO DEL CARRO
2	2	CABRAL DEL PUENTE
1	2	PUENTE
PARTES CANT.		DESCRIPCION
		DR-NO

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

C. A. GIL L.

GRUA VIAJERA
BIPUENTE

Acc: Sin

Dibujo

Esc: Sin

CAPITULO I.
ASPECTOS GENERALES DE LAS GRUAS.

1.1.- IMPORTANCIA DE LAS GRUAS.

¿ Que es una grúa ? Una grúa es un dispositivo que sirve para levantar y trasladar objetos pesados de un lugar a otro, aprovechando la energía humana, y/o energía eléctrica.

Las grúas sirven para manejar materiales de muy diversos tipos, en una forma segura y eficiente.

Existe un tipo de grúa para cada necesidad, por lo tanto, las grúas se utilizan en almacenes, líneas de producción, fundiciones, acerías, industrias cementera, industrias azucareras, plantas termoeléctricas, industria automotriz, - industria minera. muelles, astilleros, plantas nucleares y - áreas de almacenamiento para materiales de diferente índole. En general, las grúas se usan en los lugares donde se requiera mover objetos pesados de un lugar a otro.

Las grúas viajeras del tipo manual, se empezaron a usar en el siglo XIX, (1880), siendo las firmas Inglesas y Americanas las primeras en introducir este tipo de grúas, con mecanismos de potencia muy complicados, éstos incluían una flecha motriz a lo largo de la vía y embragues múltiples para transmitir la potencia de la flecha a los diferentes movimientos.

La primera grúa operada eléctricamente con tres motores (un motor independiente para el movimiento del carro, el del puente y el del sistema de levantamiento), fue puesta en operación en el año de 1900, pudiéndose al principio conseguir bajas velocidades y capacidades muy limitadas, de aproximadamente 40 Tons. como máximo.

En el año de 1920 se establecieron estandares definitivos en cuanto a los diferentes tipos y clases de servicios. En 1940 las grúas ya vienen equipadas con cajas de engranes en baño de aceite, con rodamiento de baleros y diseños normalizados. En 1960 aparecen cambios importantes en los sistemas de control, los cuales permitieron operar las grúas con mayor precisión y seguridad.

En 1970 la Crane Manufacturers Association of America - (CMAA) introdujo su especificación 70 que fue la primera que comprendió estandares de diseño para propósitos generales de las grúas viajeras de doble puente y de portal. Esta asociación introdujo más adelante la especificación 74 para grúas de un solo puente.

En la actualidad se encuentran grúas de 500 a 750 Tons. de capacidad, claros de más de 40 m. y velocidades en el puente de 300 m/min.

La exigencia de la industria moderna demanda que los movimientos de carga se hagan con precisión, por lo tanto los fabricantes de grúas, junto con los fabricantes de equipos de control, han tenido que desarrollar sistemas de control que tiendan hacia la automatización del manejo de materiales en almacenes y líneas de producción, evitándose así los errores humanos.

Los programas de investigación y desarrollo en diseños de grúas proyectan cada vez más y mejores sistemas de control con el objeto de reducir costos de mantenimiento y mejorar la eficiencia de las grúas, por lo que respecta a su operación, seguridad y mantenimiento. El progreso en el diseño de grúas, se debe tanto al fabricante como al usuario, siendo la colaboración más relevante, la aportada por la industria del acero.

La selección del tipo de grúas es de mucha importancia, ya que de ésta dependerá en muchas ocasiones que se formen cuellos de botellas o en su caso el sobre dimensionamiento de la misma y por lo tanto el incremento en el costo.

En general, una grúa sirve para resolver en forma adecuada los problemas de manejo de materiales, principalmente en espacios limitados, ya que una grúa viajera no disminuye las áreas útiles de trabajo; en otras palabras permite mantener libre el área de trabajo durante las operaciones de transporte de materiales.

Las grúas en la actualidad se han convertido en un elemento insustituible en las labores de movimiento y traslado de carga.

1.2.- CLASIFICACION Y TIPOS DE GRUAS.

Hay una infinidad de tipos de grúas, puede haber tantas variedades como tipos de trabajos a desarrollar, para cada necesidad hay un tipo de grúa.

Las grúas se pueden clasificar:

- I.- Por su forma física.
- II.- Por su forma de operación.
- III.- Por la clase de servicio.
- IV.- Por el medio ambiente.

I.- POR SU FORMA FISICA.

Esta clasificación de grúas es la más amplia, ya que se puede fabricar una grúa para cada cada trabajo específico. Pero se puede considerar que los tipos de grúas que cubren en su mayoría los diferentes tipos de construcción son

los siguientes:

- a) Grúas giratorias o de banderas
- b) Grúas viajeras
- c) Grúas de portal
- d) Grúas telescópicas.

a) Grúas giratorias o de bandera.- Estas grúas se montan en columnas (fig. 1), o empotradas en la pared. El dispositivo de elevación (polipasto) va colgado sobre un carro que se desplaza a lo largo de una viga o brazo giratorio. El ángulo de giro que alcanzan estas grúas es de 180° o de 360° , dependiendo del tipo de construcción de la grúa.

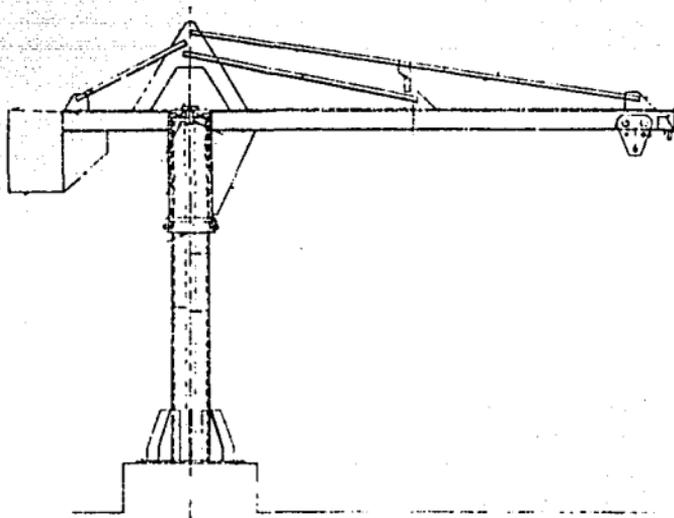
Las grúas giratorias o de pared a su vez se pueden clasificar en:

a-1) Grúas de pared.- Estas grúas van montadas en la pared, de ahí su nombre.

La capacidad de estas grúas está limitada. Generalmente se usan en talleres pequeños, para dar mantenimiento a una máquina, y su ángulo de giro no excede los 180° .

a-2) Grúas de columnas.- La diferencia con las grúas de pared, radica en que las de columnas van montadas sobre un poste especial, el cual soporta el brazo de la grúa. Este tipo de grúa debe tener cimentación propia. El radio de giro puede ser de hasta 360° . (fig. 1).

a-3) Grúas torre.- Este tipo de grúas se utilizan en la industria de la construcción, son montadas a un lado del edificio a construir o en el hueco del elevador. Normalmente la columna de estas grúas crecen conforme crece la construcción, es decir conforme se requiere más altura se aumentan



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO		
FACULTAD DE INGENIERÍA		
C. A. GIL S.	Grupo de Pontón	AL-99 SIM
DISEÑO 1.º		EXC-1 93H

escaños a la columna.

El brazo giratorio descansa sobre la columna y este es tan largo que normalmente alcanza a cubrir todas las áreas de la construcción.

El radio de giro del brazo es de 360° por lo que normalmente llevan un conmutador, para la transmisión de la energía eléctrica.

El operador de la grúa está en una cabina en lo alto de la columna, por lo tanto desde su posición domina todo el campo de acción de la grúa.

a-4) Grúas radiales cañeras.- Estas grúas se usan en los ingenios azucareros, estas son similares a las grúas torres en su forma física y de operar. Estas también tienen un ángulo de giro de 360° .

Los camiones descargan la caña en los patios de almacenamiento, con ayuda de las grúas radiales, que a su vez descargan la caña en los conductos principales para su preparación y molienda.

b) Grúas viajeras.- Las grúas viajeras son aquellas que se desplazan sobre dos vías situadas en lo alto de las naves industriales.

Estas grúas consisten en una estructura mecánica en forma de puente, soportado y unido en sus extremos por medio de cabezales, los que a su vez descansan sobre ruedas que corren a lo largo de una vía fijada a la estructura del edificio.

La capacidad de éste tipo de grúas es casi ilimitada,

las hay desde 1/4 de Ton. hasta 750 Tons. de capacidad y más de 40 m. de claro.

La aplicación de estas grúas es en todos aquellos lugares donde se requiera mover objetos pesados, no tiene límite en su aplicación. Estas grúas se pueden usar para mantenimiento y producción. En la industria siderúrgica es donde se requieren las capacidades más elevadas.

A su vez las grúas viajeras se pueden clasificar en:

- b-1) Grúas viajeras monopuentes apoyadas
- b-2) Grúas viajeras bipuentes apoyadas
- b-3) Grúas viajeras monopuentes suspendidas
- b-4) Grúas viajeras bipuentes suspendidas
- b-5) Grúas viajeras monopuentes y/o bipuente mixtas.

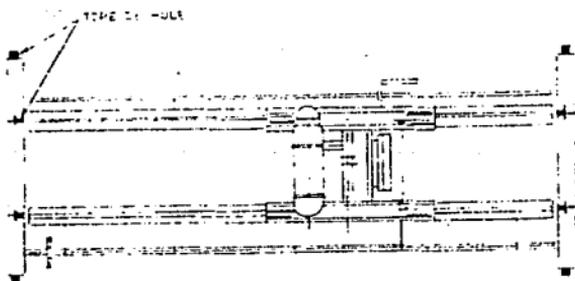
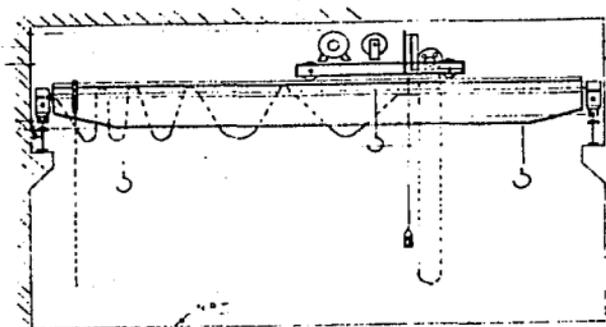
b-1) Grúas viajeras monopuentes apoyadas.- El puente de esta grúa está formado por una sola viga, esta puede ser tipo I o tipo caja. (fig.2).

La capacidad de la grúa está limitada, así como el claro.

El puente descansa en sus extremos sobre cabezales, los cuales llevan las ruedas. el carro y el polipasto va colgado del puente.

b-2) Grúas viajeras bipuentes apoyadas.- El puente de la grúa está formado por dos vigas, y es similar a las grúas viajeras monopuentes apoyadas, estas pueden ser tipo I o tipo caja. (fig. 3).

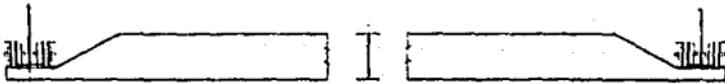
b-3) Grúas viajeras monopuentes suspendidas.- Es similar a las grúas monopuentes apoyadas. Consta de un solo puente (fig. 4), con la diferencia de que la grúa está sus-



INGENIERIA NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO			
ESCUELA DE INGENIERIA			
NO. DE	FECHA	PROFESOR	ALUMNO
		Dr. Victoriano	Dr. Juan
		Dr. Juan	Dr. Juan



PLANTA



ELEVACION.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO			
FACULTAD DE INGENIERÍA			
ALUMNO	NOMBRE	GRUPO	FECHA

pendida de la trabe carril, el tipo de rueda es diferente al de las grúas apoyadas.

b-4) Grúas viajeras bipuentes suspendidas.- Estas grúas tienen dos puentes colgando de las traveses carril (fig. 8).

b-5) Grúas viajeras monopuentes y/o bipuentes mixtas.- Este tipo de grúa puede ser una combinación de las cuatro - tipos de grúas mencionados anteriormente. (fig. 9).

Estos cinco tipos de grúas pueden llevar uno o dos carros con polipasto o malacate abierto. Al carro y sistema de elevación de mayor capacidad se le denomina sistema principal y al sistema de elevación de menor capacidad se le denomina secundario. En ocasiones ambos sistemas de elevación - tienen la misma capacidad.

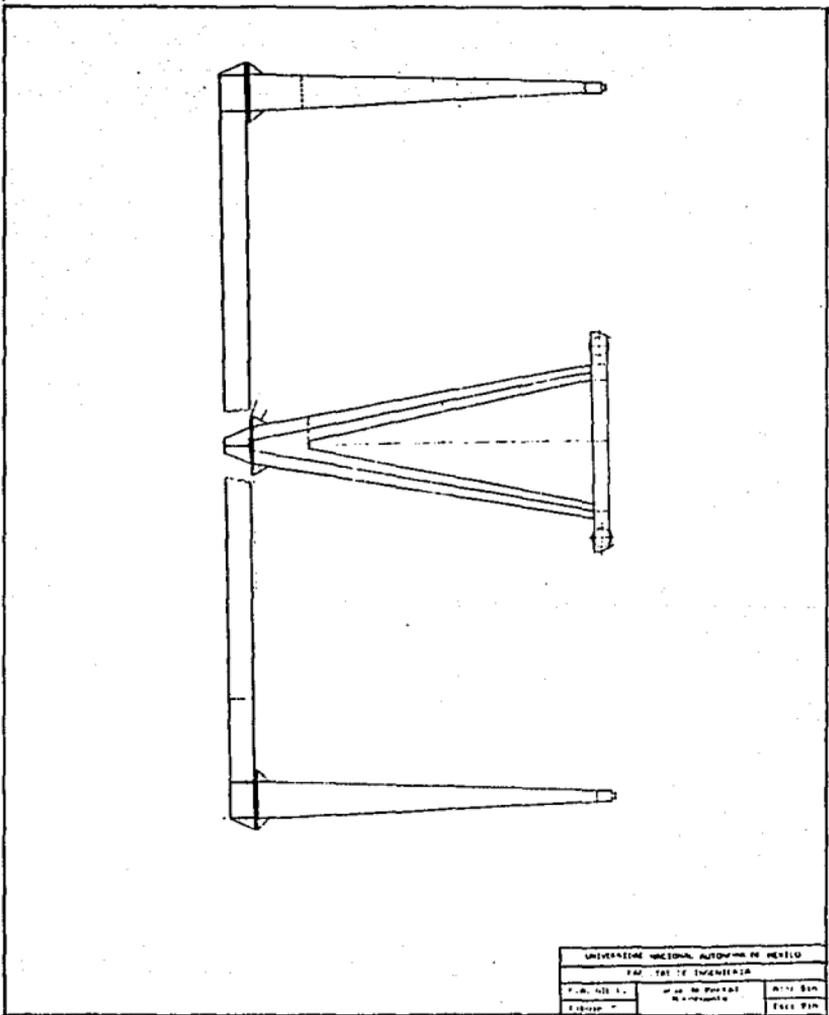
c) Grúas de portal o pórtico.- En este tipo de grúas la estructura del puente esta rigidamente soportada en sus extremos por marcos de acero estructural, provistos de ruedas que permiten el movimiento de la grúa sobre vías instaladas en el piso.

Las grúas de pórtico se usan normalmente a cielo abierto, en la áreas de abastecimiento en la industria del cemento, carbón de coque y en la industria del marmol.

Existen los siguientes tipos de grúas de portal:

c-1) De piernas en ambos extremos y un puente.- Estas - tienen sus piernas iguales y soportan un solo puente (fig. - 5). El sistema de elevación (polipasto) va colgado del puente.

c-2) De piernas iguales y dos puentes.- Las patas són -



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO		
FAC. DE INGENIERÍA		
PROF. DR. J. L.	DR. DE POSGRADO	ALTA DE BACH.
EXAMEN -	REGISTRADO	EXAMEN BACH.

iguales a la anterior, estas soportan dos puentes y el sistema de elevación, va sobre los dos puentes.

c-3) De semiportal con un puente.- Uno de los extremos del pórtico se apoya y desplaza sobre una trabe carril en lo alto, y el otro extremo del pórtico se desplaza a nivel de piso. Cabe hacer mención que el lado del pórtico que se desplaza en lo alto puede estar suspendido de la trabe carril o puede estar apoyada sobre ésta. (fig. 6).

c-4) De semi portal con dos puentes.- Similar a la anterior pero con dos puentes.

d) Grúas telescópicas o plumas.- El brazo de éstas grúas va montado sobre un automóvil. Estos brazos se componen de segmentos de aceros que encajan entre sí y se despliegan hidráulicamente, como una antena de radio portátil. Para conseguir estabilidad el vehículo extiende cuatro soportes retráctiles cuando está trabajando, además éstos son los que soportan la carga, liberando así a los neumáticos de realizar éste trabajo.

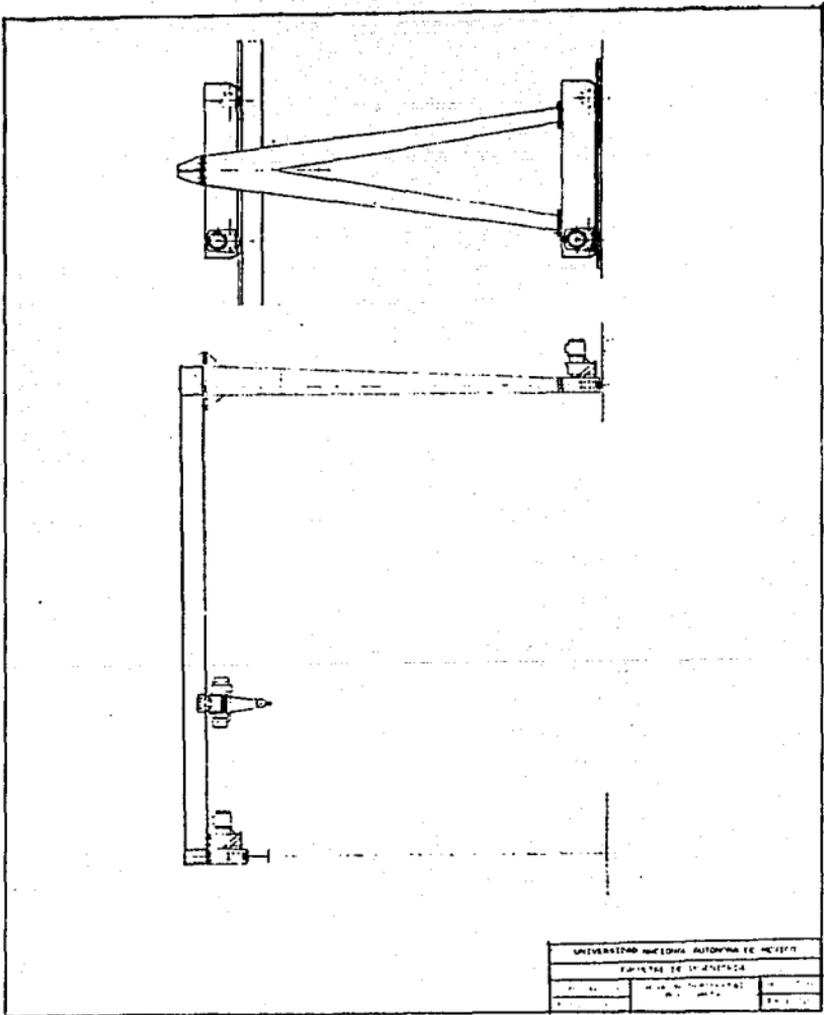
En principio estas grúas solo pueden levantar cargas pequeñas o medianas.

El brazo de las grúas telescópicas es abatible, es decir que parte de la posición horizontal y puede trabajar a unos 80° más o menos.

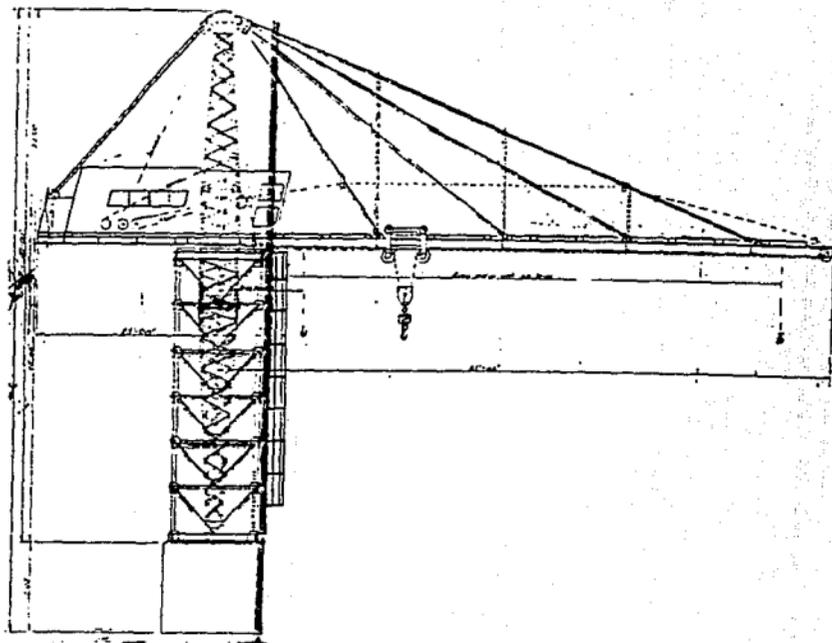
La ventaja de esta grúa es que se puede mover libremente de un lugar a otro.

II.- POR SU FORMA DE OPERAR.

Por su forma de operar las grúas se pueden clasificar en cuatro grupos:



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO		
FACULTAD DE INGENIERÍA		
No. de expediente _____	No. de control _____	No. de lista _____



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO		
FACULTAD DE INGENIERÍA		
C. A. DEL L.	ENDA. BORTAL CARERA	Arq. Sin
Dibujo 7		Rev. Sin

- a) Manuales
- b) Eléctricas
- c) Mixtas
- d) Operadas a control remoto.

a) Manuales.- Normalmente se construyen para bajas capacidades, de 7 a 10 Toneladas. Todos y cada uno de los movimientos de la grúa se operan manualmente y por lo tanto - hablar de velocidades en este tipo de grúas no tiene mucho - sentido, ya que, independientemente de su diseño y construcción su velocidad dependerá del esfuerzo físico del operador.

b) Eléctricas.- Dentro de éste grupo se distinguen dos tipos de grúas eléctricas, unas son las operadas desde el - piso por medio de estación de botones y grúas eléctricas operadas desde cabina.

Por lo general, las grúas eléctricas operadas desde el piso por medio de estación de botones, se construyen en capacidades bajas, y velocidades lentas en el puente, hasta 45 m/min; ya que la velocidad de la grúa no deberá ser mayor - que la que podría desarrollar el operador en condiciones - normales de operación.

En grúas eléctricas operadas desde cabina realmente el límite en lo que se refiere a velocidades lo determinan únicamente los problemas de diseño y construcción, así como el aspecto económico. Su aplicación es ilimitada.

c) Mixtas.- Son aquellas grúas en las que parte de sus movimientos son de operación manual y parte operadas eléctricamente, por medio de estación de botones desde el piso. En la mayoría de los casos el movimiento que tiende a electrificarse es el del puente o el de elevación.

d) Grúas operadas a control remoto.- Los sistemas de radio control que permiten manejar una grúa a control remoto, actualmente se han desarrollado para aplicarse en servicios ligeros y medianos; principalmente se usan en grúas para almacenamiento. A pesar de sus ventajas, la utilización de radio control en México, está restringida a la expedición de un permiso especial por parte de el gobierno para asegurar que no interferirá en las frecuencias oficiales o para otro fin ya autorizado.

III.- POR LA CLASE DE SERVICIO.

Por la clase de servicio la CMAA da la siguiente clasificación:

- a) De emergencia, o de reserva o infrecuente
- b) Ligero
- c) Moderado
- d) Pesado
- e) Severo
- f) Molino

a) Servicio de emergencia o reserva o infrecuente - (Clase A).- Este tipo de servicios incluyen las grúas utilizadas en instalaciones tales como: plantas generadoras, cuarto de turbinas, cuarto de motores y estaciones de transformadores, donde es necesario manejar cargas de mucho valor y con mucha precisión a muy bajas velocidades y con tiempos muertos muy largos entre cada levantamiento.

En estas grúas se puede manejar la capacidad máxima de carga durante la fase de instalación de la maquinaria o bien para fines de mantenimiento con periodos largos o infrecuentes. Aunque el número de levantamientos por hora no es frecuente, las grúas para este tipo de servicios deben ser confiables a modo de contar con ellas en el momento que sea ne-

cesario.

b) Servicio ligero (Clase B).- Este tipo de servicio - incluyen las grúas utilizadas en instalaciones tales como: - talleres de reparaciones, de ensambles ligeros, servicios en almacenes de baja capacidad, talleres mecánicos o líneas de producción con bajo nivel de producción y en todas aquellas instalaciones donde las necesidades de servicio son ligeras y las velocidades de operación bajas.

El peso de las cargas por manejar puede variar desde cero (en vacío) hasta plena capacidad ocasionalmente, con un promedio de dos a cinco levantamientos por hora y una altura de levantamiento promedio de tres metros.

c) Servicio moderado (Clase C).- Este tipo de servicio incluye las grúas utilizadas en instalaciones tales como: - Talleres de maquinados, línea de proceso con nivel medio de producción, cuartos para maquinaria de molinos de papel y en todas aquellas instalaciones en donde las necesidades de - servicios son moderadas.

En este tipo de servicio, las grúas podrán hacer de 5 a 10 levantamientos por hora, manejando cargas con un valor - promedio del 50% del rango de plena capacidad y para una altura de levantamiento promedio de cinco metros.

El número de levantamientos por hora con cargas cuyo valor sea igual al de plena capacidad de la grúa no deberá - ser mayor del 50% del número de levantamientos especificados.

d) Servicio pesado (Clase D).- Este tipo de servicios - incluyen grúas, normalmente operadas desde cabina, utilizadas en instalaciones tales como: Talleres pesados de maquinados, fundiciones, plantas de fabricación, almacenes para -

aceros, aserraderos y para operaciones normales con electroimán o almeja donde las necesidades de servicio para la producción son pesadas; pero en las cuales no existe un ciclo de operación específico. En este tipo de servicio la grúa podrá manejar durante el ciclo de trabajo, cargas con un valor promedio al 50% del rango de capacidad de la grúa.

Para este tipo de servicio es deseable que las velocidades de operación sean altas.

El número de levantamientos por hora permitido, es de 10 a 20 con un promedio de cinco metros de altura.

El número de levantamientos por hora, con cargas cuyo valor sea igual al de plena capacidad de la grúa no deberá ser mayor del 65% del número de levantamientos especificados.

e) Servicio severo (Clase E).- Para esta clase de servicio se requiere una grúa capaz de manejar cargas cuyo valor sea próximo al de la capacidad nominal de la grúa durante toda su vida.

Las aplicaciones de este tipo de grúas incluyen servicios con electroimán, con almejas, combinación de electroimán con almeja, servicio en patios de chatarra, molinos de aserraderos, plantas fertilizantes y ciertas áreas de plantas siderúrgicas, con un rango de 20 o más levantamientos por hora, todos ellos con cargas cuyo valor sea igual al de la capacidad de la grúa. En este tipo de servicio debe especificarse siempre el ciclo de operaciones completo.

f) Servicio severo continuo (Clase F).- Para esta clase de servicio se requieren grúas capaces de manejar continuamente cargas cuyo valor sea igual a la capacidad nominal de

la grúa bajo condiciones severas de servicio durante toda su vida.

Las grúas incluidas dentro de esta clase pudieran ser - diseñadas específicamente para desarrollar trabajos o tareas que afecten la producción total de la planta. Estas grúas - deben presentar la más alta confiabilidad durante su operación y permitir las máximas facilidades para su mantenimiento.

IV.- POR EL MEDIO AMBIENTE.

Las características del medio ambiente en que va a operar la grúa están determinadas por el tipo de trabajo y la - clase de instalaciones existente para efectuarlo.

Esto no quiere decir que para definirlo sea necesario - detallarlo; sino que para que la grúa trabaje adecuadamente y en óptimas condiciones deberá estar protegida contra el - efecto de la atmósfera predominante en el área de trabajo y éste será el dato que se le debe proporcionar al fabricante, ya sea polvo, gases corrosivos, humedades altas o bajas temperaturas, explosivas, etc., o bien lluvia y vientos para - grúas que operan a la interperie.

Cuando se trate de áreas peligrosas con alto riesgo, se deberá definir perfectamente con el objeto de no exceder el costo de la grúa.

Las grúas, según el medio ambiente donde van a operar, se clasifican en cinco grandes grupos:

- a) Grúas para interperie.
- b) Grúas para interiores.
- c) Grúas a prueba de explosión.

- d) Grúas antichispa.
- e) Grúas para plantas nucleares.

a) Grúas para intemperie.- Básicamente se protegen contra corrosión, lluvia y polvo.

Normalmente se recubren con pinturas especiales y se usan guardas para proteger las fléchas, los cóples y equipo eléctrico en general.

Los gabinetes para los tableros de control son de diseño diferente al normal y se hacen de acuerdo a normas específicas para este fin; desde luego, en su construcción se efectúan una serie de detalles tendientes a evitar el estancamiento del agua y la acumulación de polvo; así como el garantizar un sistema de frenado efectivo contra el viento.

b) Grúas para interiores (Bajo techo).- En estas grúas se deben considerar, para fines de diseño y construcción, las características de la atmósfera que prevalece en el local donde va a operar, si éste es totalmente cerrado; y en caso de estar el local abierto en los extremos, además de preservar la grúa contra la atmósfera predominante en el local, debe cuidarse el aspecto de los sistemas de frenados en lo referente a su efectividad contra posibles vientos fuertes.

Dentro de esta clasificación no se incluyen las grúas para operar en locales con atmósferas peligrosas ya que para ellas existe otra clasificación.

c) Grúas a prueba de explosión.- Se clasifican así las grúas que operan en el interior de locales cuya atmósfera predominante tiene características tales que amerita clasificarla como peligrosa.

El diseño y construcción, así como la selección de e-

equipos para estas grúas debe hacerse de forma cuidadosa y -
respetando al máximo las especificaciones de las normas y -
códigos aplicables, especialmente para esta clasificación.

Existe una variedad bastante grande pero debidamente
clasificada de estos tipos de atmósferas, pudiendo emplearse
equipos con menor exigencias en una de ellas con relación a
otras.

Siendo estos equipos bastante costosos, es muy impor-
tante que se le proporcione al fabricante de grúas, en forma
bien definida y conforme a las normas la característica de -
la atmósfera en que va a operar la grúa a fin de que éste -
seleccione y proponga la grúa adecuada técnica y económica-
mente hablando.

d) Grúas antichispas.- Existen almacenes de materiales
altamente inflamables; así como atmósferas saturadas en las
cuales es muy importante el evitar que se produzcan chispas
o flamaos que puedan provocar incendios o explosiones.

Las grúas antichispas se diseñan y se fabrican para -
evitar, al máximo posible, el que se pueda producir algún -
flamazo o chispa al operar la grúa; ya sea entre sus propios
componentes o bien contra las partes externas existentes en
la nave y que hagan o que puedan hacer contacto con la grúa.

En la realidad es prácticamente imposible el fabricar
una grúa totalmente antichispa, pues además de las dificul-
tades para conseguir materiales adecuados para su construc-
ción, resultaría de un costo muy elevado.

Al momento de hacer el análisis del medio ambiente, a
fin de seleccionar el tipo de grúa adecuada, es conveniente
considerar la posibilidad de que esté incluido en alguna de

las divisiones dentro de la clasificación a prueba de explosión, antes de clasificarla dentro del tipo de antichispa.

e) Grúas para plantas nucleares.- Las grúas para plantas nucleares deben construirse, principalmente, con protección contra efectos radioactivos. En las plantas nucleares el nivel de radiactividad es variable según el área y por lo tanto también varía el grado de protección en la grúa dependiendo del área en donde se va a operar. Las normas para fabricación de la grúa destinada a plantas nucleares, son muy estrictas, principalmente en lo que se refiere a control de calidad y deben respetarse y cumplirse en cada uno de los procesos de fabricación de la grúa.

1.3.- NORMAS MEXICANAS.

La norma oficial mexicana NOM-0-208/1-1983, se refiere a grúas puente operadas eléctricamente. Para la formulación de estas normas participaron un grupo de fabricantes de grúas viajeras, el objetivo es establecer los términos y sus definiciones más usuales para las grúas puente operadas eléctricamente, de tipo bipuente, monopuente, multipuente, pórtico, semipórtico y polar, para servicios industriales.

Más que unas normas, éstas son un listado de términos que se usan en grúas viajeras.

1.4.- NORMAS C.M.A.A.

Estas especificaciones han sido desarrolladas por la Sociedad Americana de Fabricantes de Grúas, Inc (C.M.A.A.), una organización de fabricantes de grúas viajeras eléctricas en Estados Unidos, con el propósito de promover la normalización y ofrecer una base para la selección de equipo. El uso de estas especificaciones no limita el ingenio del

fabricante individual, solo provee los lineamientos generales para el procedimiento técnico.

Además estas especificaciones contienen información que es de gran ayuda a los compradores, usuarios de grúas así - como a los fabricantes. Gran parte de esta información está generalizada; los detalles tienen que ser revisados por los fabricantes en base a la experiencia desarrollada en la vida profesional.

La C.M.A.A. tiene dos especificaciones, la 70 que se refiere a grúas viajeras de dos puentes y la 74 la cual es para grúas viajeras de un solo puente. Ambas especificaciones contienen ocho secciones que son:

- 1.- Especificaciones generales.
- 2.- Clasificación según el servicio de grúa.
- 3.- Diseño estructural.
- 4.- Diseño mecánico.
- 5.- Equipo eléctrico.
- 6.- Hoja de preguntas de datos y velocidades.
- 7.- Glosario.
- 8.- Índice.

1.5.- TERMINOLOGIA EN LAS GRUAS VIAJERAS.

Con el objeto de facilitar más y hacer más eficiente la comunicación con los lectores del presente trabajo, es muy importante la implantación y uso de vocablos específicos y determinados para integrar la terminología particular en la rama de grúas viajeras.

La terminología aquí integrada, corresponde a la que usan la mayoría de las normas internacionales para grúas eléctricas viajeras y va de acuerdo a la terminología usada

por los fabricantes de grúas en México.

Abertura del carro.- Distancia entre centros de las ruedas del carro, o bien, distancia horizontal entre centros de rieles del carro, las cuales deben ser iguales.

Abertura del puente.- Distancias entre centro de ruedas del cabezal del puente. Para puentes de cabezales independientes será la distancia entre centro de las ruedas extremas en cada cabezal.

Acercamiento lateral.- Distancia mínima horizontal en dirección paralela a las traveses carril entre el centro del gancho y el extremo lateral de la grúa.

Acercamiento del gancho.- Distancia mínima horizontal entre el centro del riel de la travesa carril y el centro del gancho.

Alimentadores principales.- Conductores instalados en la nave para suministrar la energía eléctrica al equipo eléctrico instalados en las grúas.

Alimentadores del carro.- Conductores instalados en las traveses del puente para el suministro de energía eléctrica al equipo instalado en el carro.

Amortiguadores.- Son dispositivos de seguridad y sirven para reducir el impacto de las grúas al chocar contra los topes o bien dos grúas o dos carros al chocar entre sí.

Aparejo inferior.- Es el conjunto de poleas y armazón, que forman parte del sistema para devanar el cable de carga de la grúa, el aparejo inferior se le ensambla el gancho de la grúa y es un componente que se fabrica y se arma en

forma separada del resto de la estructura del la grúa.

Aparejo superior.- Es el conjunto de poleas que van instaladas en la estructura del carro y que forman parte del sistema para devanar el cable de carga de la grúa.

Bastidor del carro.- La estructura básica del carro, donde se instalan los dispositivos para el levantamiento de la varga y los mecanismos para su movimiento propio de translación.

C.A.- Corriente alterna.

C.C.- Corriente continua.

Cabezal.- Es la parte de la estructura del puente de la grúa, que mantiene unidas y soporta a las traveses del puente. En los cabezales van instalados las ruedas del puente de la grúa.

Cabina.- Es la parte de la grúa que sirve para alojar al operador y a los controles maestros; la cual puede instalarse suspendida de las traveses del puente o bien del bastidor del carro.

Cable de carga.- Es un cable de acero que sirve para soportar la carga viva. Este cable se devana a través de un sistema formado por: el tambor, el aparejo inferior y el aparejo superior.

Caida de tensión.- La pérdida de voltaje en un conductor eléctrico entre el punto de suministro y el de entrega.

Capacidad nominal.- Es el rango máximo de carga que

debe manejar la grúa con seguridad y para el cual fue diseñado.

Carga de impacto.- Carga adicional debida a los efectos dinámicos de la carga viva.

Cargas muertas.- Las cargas sobre una estructura que permanece en posición fija con relación a la estructura misma. Las cargas muertas en una grúa las forman el peso de las traveses del puente, pasarelas, flechas de transmisión, soportes, motores y dispositivos que proporcionan el movimiento, tableros de control, cabina y cualquier otro componente fijo a la estructura de la grúa.

Carga máxima por rueda.- Carga, sin considerar el impacto, sobre la ruedas del puente; estando el carro en su posición extrema máxima y con la carga de capacidad nominal suspendida del gancho.

Cargas vivas.- Las cargas que tienen movimientos relativos con respecto a la estructura de la grúa.

Carro.- Es la parte de la grúa donde van instalados los mecanismos de elevación para manejar la carga. El carro se desplaza a lo largo del puente.

Claro.- Distancia horizontal entre centros de ruedas del puente o bien distancia entre centros de rieles de la trabe carril, las cuales deben ser iguales.

Colectores.- Dispositivos que transmiten la energía eléctrica de los alimentadores principales a la grúa, o bien de los alimentadores del puente al carro de la grúa.

Contactador.- Dispositivo electromagnético que conecta o

interrumpe un circuito eléctrico de potencia.

Contra flecha.- Es la curvatura hacia arriba que se les debe dar a las traveses del puente para compensar, parcialmente, la deflexión del puente debido a la carga por manejar y al peso propio de la grúa.

Cubierta de protección o guarda.- Dispositivo que se emplea para proteger al personal, contra contacto involuntario, a partes en movimiento de la grúa o bien partes eléctricas vivas.

Deflexiones.- Deformaciones en las traveses debidas a los momentos horizontales, verticales o de torsión, en los planos vertical y horizontal, causados por las cargas muertas y las cargas vivas.

Diámetro de paso en el tambor.- La distancia entre centros de la hélice donde se asienta el cable en la periferia del tambor.

Estación de botones.- Dispositivo integrado con botones, operados manualmente, que sirve para gobernar el funcionamiento de un tablero de control y/o equipos eléctricos. La estación de botones va suspendida del carro o puente de la grúa, para ser operada desde el piso.

Freno.- Es un dispositivo que sirve para detener el movimiento.

Gancho.- Es el dispositivo sobre el cual se soporta directamente la carga o los accesorios para manejar la misma.

Interruptor límite.- Dispositivo para limitar la

carrera del puente, carro o gancho.

Interruptor general.- Dispositivo para conectar o interrumpir la energía eléctrica a toda la grúa.

Izaje.- Es la distancia libre vertical que deba recorrer el gancho.

Librajes.- Se llama así a las dimensiones mínimas necesarias que deben existir entre el edificio y la grúa, para que ésta opere sin obstrucciones de ninguna clase, más las distancias libres que hay que considerar para fines de seguridad,

Malacate abierto.- Se entiende como un dispositivo para elevación de la carga cuyos componentes no forman una unidad compacta, sino que están distribuidos en forma adecuada, para su buen funcionamiento, sobre una estructura que normalmente forma parte del bastidor del carro.

Movimiento longitudinal.- Se aplica al movimiento del puente a lo largo de la nave.

Movimiento transversal.- Se aplica al movimiento del carro a lo largo del puente.

Movimiento de elevación.- Se aplicará al movimiento del gancho, debiéndose hacer la aclaración si es en sentido de subida o bajada.

Pandeo.- La desviación lateral en un miembro estructural de su correcto alineamiento.

Par motor.- Es la habilidad del motor de ejercer fuerza al girar sobre su propio eje, para efectuar un trabajo.

Pasarela.- Se le llama así a los pasillos de circulación que van adheridos a las trabes del puente. Sirven para facilitar el mantenimiento de la grúa y también para soportar componentes de la grúas, como los tableros de control, resistencias y equipos auxiliares.

Polea igualadora.- Es una polea auxiliar que forma parte del aparejo superior y sirve para devanar el cable de carga y balancear el aparejo inferior. (No todos los aparejos llevan poleas igualadoras).

Polipasto.- Se entiende como un dispositivo para elevación de cargas, cuyos componentes forman una unidad compacta incluyendo su armazón estructural.

Relevador.- Dispositivo electromecánico que conecta o interrumpe un circuito de control.

Relevador de protección de sobre carga.- Dispositivo - que se emplea para proteger el equipo eléctrico contra exceso de corriente. Opera con un valor de corriente mayor, para el que fue calibrado interrumpiendo el circuito.

Riel.- Se entenderá por riel la vía de rodamiento de las ruedas del puente o del carro.

Rueda.- Pieza geométrica circular que se emplea para el desplazamiento del puente o del carro de la grúa.

Rueda motriz.- Es la que impulsa el movimiento del puente o carro de la grúa.

Rueda conducida.- Van montados sobre sus ejes en forma independiente, cada una, para facilitar el movimiento de la grúa.

Sistema motriz.- Conjunto de partes mecánicas para el armado completo de la rueda motriz del puente o el carro.

Sistema de transmisión.- Conjunto de partes mecánicas y eléctricas necesarias para transmitir potencia y accionamiento a los diferentes movimientos de la grúa (motor y freno, reductor de velocidades, flechas, coples y chumaceras).

Tambor.- Es la parte del malacate abierto o del polipasto, sobre el cual se devana el cable de carga durante la operación de subir y bajar la carga.

Tomacorriente.- Dispositivos en el cual se instalan los colectores.

Topes.- Dispositivos de seguridad que sirven para limitar los movimientos transversal y longitudinal de la grúa. Normalmente van fijos en los extremos de las traves de los puentes y de la trabe carril.

Trabe carril.- Se le llama así a la parte de la estructura instalada en la nave y sobre la cual se montan los rieles para el desplazamiento del puente de la grúa.

CAPITULO II

CARRO

2.1.- GENERALIDADES.

En este capítulo haré el diseño y selección de todos los componentes del carro, me auxiliaré de normas manuales e información de los fabricantes de equipos.

El carro es la parte de la grúa donde van montados todos los mecanismos de elevación para manejar la carga y se desplaza a todo lo largo del puente.

Para el diseño de la parte estructural del carro y puente de la grúa se requiere conocer el peso de todas las partes que la componen, tales como aparejo inferior, superior, reductor de velocidades, motores, etc., por lo que empezaré a diseñar y seleccionar el equipo del mecanismo de elevación, es decir por el aparejo inferior.

Para ejemplificar los cálculos realizaré la selección de los equipos de la grúa que se describe a continuación:

Grúa viajera bipunte apoyada, de 30 Tons. de capacidad por 25 m. de claro, para ser operada desde el piso con botonera. Clasificación C.M.A.A. "D".

Características generales:

Capacidad	30,000 Kg.
Claro	25,000 mm.
Altura de izaje	12,500 mm
Clasificación C.M.A.A.	D
Coefficiente de mayoración	1.25
Velocidades:	
Gancho	8 m/min.

Carro	25 m/min.
Puente	55 m/min.
Frecuencia de trabajos promedios.	
Levantamientos	10/Hora
Altura de levantamientos	4,300 mm
Horas de servicios al día	24
Corriente eléctrica	Alterna 440 v. 60 Hz.

2.2.- DISEÑO DEL APAREJO INFERIOR.

2.2.1.- Selección del gancho.- Hay en México varios fabricantes de ganchos, quienes los tienen completamente dimensionados y muy bien calculados, por lo que no haré el cálculo del gancho.

Los ganchos se fabrican de diversos materiales, destacando el de acero al carbono. La forma de fabricarlos es mediante la forja.

En el anexo número 1 se muestra una tabla con las dimensiones de los ganchos para varias cargas límite de trabajo, así como las dimensiones de dichos ganchos.

En los ganchos de la marca Crosby, anexo 1, la carga de prueba es de dos veces la carga límite de trabajo, desde los 3/4 Tons. hasta 50 Tons. en acero al carbono. La carga de enderezamiento promedio (carga de ruptura) es de 4.5 veces la carga límite de trabajo. Para todos los ganchos de bronce y de aleación, la carga de enderezamiento promedio es de 4.0 veces la carga límite de trabajo.

De acuerdo a lo anterior el gancho seleccionado es el de acero al carbono de 30 Tons. de capacidad modelo 319 C, con un peso de 97 Kg.

Normalmente la espiga del gancho se surte sin maquinar

la cuerda, ni el perno del rodamiento.

A continuación se da una tabla para diferentes capacidades de ganchos, el tamaño de tuerca que debe llevar y los hilos por pulgada de las mismas.

TABLA 1

Cap de carga	Diámetro de tuerca	Hilos por pulg.
Kg.	Pulg.	
1000	1/2	16 UN 2A
2000	3/4	12 UN 2A
3000	1	8 UN 2A
5000	1 1/4	8 UN 2A
7500	1 1/2	8 UN 2A
10000	1 3/4	8 UN 2A
15000	2	8 UN 2A
20000	2 3/4	8 UN 2A
25000	3 1/2	8 UN 2A
30000	3 1/2	8 UN 2A

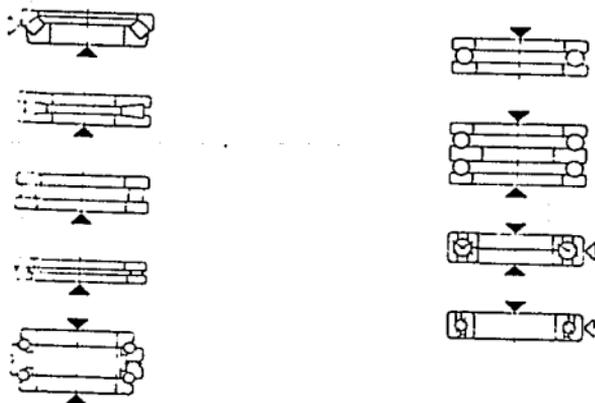
2.2.2.- Selección del rodamiento.- La selección del tipo de rodamiento esta sujeto al tipo de carga que soporta el mismo, en este caso la carga es axial, (ver dibujo 8).

Uno de los fabricantes de rodamientos en México es SKF, el cual tiene varios tipos de rodamientos adecuados para este trabajo, los que más destacan son:.

Los rodamientos axiales de bola y los rodamientos de bola de cuatro puntos de contactos, son los más adecuados para cargas axiales puras, pequeñas y moderadas. Los rodamientos axiales de bola de simple efecto sólo pueden soportar cargas axiales en un solo sentido; para cargas axiales en ambos sentidos se requieren rodamientos de doble efecto. Los rodamientos de bola con contacto angular pueden

soportar cargas moderadas a altas velocidades; los rodamientos de simple efecto pueden soportar tambien cargas radiales actuando simultáneamente, mientras que los rodamientos de doble efecto normalmente sólo se usan para cargas axiales puras. Para cargas axiales moderadas y pesadas actuando en un sólo sentido, los rodamientos más adecuados son los rodamientos axiales de aguja. Los rodamientos axiales de rodillos cilindricos y los de rodillo cónico de simple efecto, así como los rodamientos axiales de rodillo a rótula, que también son capaces de soportar cargas radiales. Para cargas axiales pesadas alternas se pueden montar dos rodamientos axiales de rodillo cilindrico o de rodillos a rótula adyacente entre si.

DIBUJO 8
Rodamientos Axiales.



Por el tipo de trabajo específico a desarrollar; que es el de carga axial pura, pequeñas y moderadas; los rodamientos axiales de bolas de simple efecto son los adecuados.

En el anexo 3 se puede observar las dimensiones y cargas que soportan los rodamientos axiales de bola de simple efecto.

El tamaño del rodamiento se determina de acuerdo a la carga de trabajo y al diámetro de la espiga.

En la tabla 2 se da la designación del rodamiento adecuado para diferentes capacidades, considerando el 1.25 de mayoración y el diámetro de la espiga ya maquinada.

TABLA 2

CAP. DE CARGA	DESIGNACION DEL RODAMIENTO	DIAMETRO DE ESPIGA
kg		mm
1000	51202	15
2000	51204	20
3000	51205	25
5000	51306	30
7500	51308	40
10000	51309	45
15000	51410	50
20000	51413	65
25000	51318	90
30000	51318	90

2.2.3.- Cálculo del diámetro del cable a usar y el número de caídas.- La selección del tipo de cable es muy importante debido a que este soporta toda la carga y en caso de estar mal seleccionado, es posible que se rompa y ocasionar

daños materiales.

El cable es un producto fabricado con alambres de acero, colocados ordenadamente, para desarrollar un trabajo determinado.

Para la selección del cable se debe tomar en cuenta el tipo de trabajo de la grúa, (de acuerdo a la clasificación del capítulo I), sobre todo cuando la grúa trabaje en atmósferas altamente corrosiva.

La construcción de los cables puede ser muy variada, en la que destacan los de alma de fibra y los de alma de acero, esto es en la parte central del cable. Donde van enrollados los torones. puede llevar fibra o acero, como lo muestra la figura 9.

DIBUJO 9



(a)

(b)

(a) Cable con alma de fibra. (b) Cable con alma de acero.

Los cables con alma de acero se utilizan para aplicaciones donde el cable está sujeto a severos aplastamientos, temperaturas elevadas, que ocasionan que el alma de fibra se dañe. Además proporciona aproximadamente un 10% de resistencia a la ruptura adicional. Son ligeramente más rígidos al tacto que los de fibra, soportando de igual manera los dobleces.

Los cables de alma de fibra se usan en aquellas aplicaciones donde no están expuestos a las condiciones mencionadas para el tipo de alma de acero. La ventaja de los cables con alma de fibra es que son más elásticos y de fácil manejo.

Las principales construcciones de los cables se pueden clasificar en tres grupos 6x37, 6x19 y 6x7, es decir el primer número indica el número de torones y el segundo indica el número de hilos por torones.

Los cables que se recomiendan para equipos de elevación son los de 6x37, debido a su mayor flexibilidad para enrollarse en el tambor. Los tipos de cables comúnmente usados para este fin son: el Superflex, Cascabel y Angula.

Los fabricantes de cables recomiendan usar un factor de seguridad en los cables, de acuerdo al trabajo que va a desarrollarse. Este factor de seguridad es la relación entre la resistencia a la ruptura y la carga de trabajo, esto es, un cable con una resistencia de ruptura de 10,000 Kg. y una carga de trabajo de 2,000 Kg. estará operando con un factor de seguridad de 5.

La tabla 3 proporciona los factores de seguridad mínimos para diferentes tipos de servicios.

TABLA 3

Tipo de servicio	Factor mínimo de seguridad
Cable par remolque	3.2
Retenidas	3.5
Tiros de mina	8 para profundidades de 150 m. 7 para prof. de 150 a 300 m. 6 para prof. de 300 a 600 m. 5 para prof. de 600 a 900 m.

	4 para prof. de 900 en adelante
Equipos varios para izar	5.0
Cable para tracción	6.0
Grúas de torre y plumas	6.0
Grúas puentes y viajeras	6.0
Malacate petrolero	6.0
Montacargas pequeños	7.0
Grúas para crisoles	8.0

En el anexo 2 se dan los valores de resistencia a la ruptura, así como su peso para los diferentes arreglos 6x37.

La tensión en un cable se reparte en partes iguales de acuerdo a el número de caídas que tenga este, por lo tanto, la tensión se calcula mediante la siguiente expresión:

$$T = P/n$$

Donde T = Tensión en cada ramal

P = Carga a levantar mayorada

n = Número de caídas.

El número de caídas se determina arbitrariamente, teniendo en cuenta que al aumentar el número de éstas el cable es más delgado, pero hay que aumentar de igual manera el número de poleas, la longitud del cable y la del tambor.

En el dibujo 10 se muestran los diferentes tipos de arreglos de los cables.

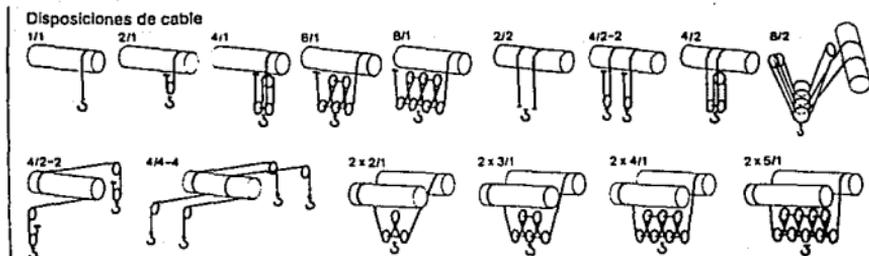
En nuestro ejemplo seleccionamos arbitrariamente 8 caídas, que bien pudimos seleccionar 6, 10 o 12.

Por lo tanto la tensión en el cable es de:

$$T = \frac{30.000 \times 1.25}{8} = 4,687.5 \text{ Kg.}$$

DIBUJO 10

Diferentes arreglos de cables.



El diámetro del cable se determina multiplicando la tensión por el factor de seguridad seleccionado previamente, - (de acuerdo a la tabla 3), que en nuestro caso es de 6 y comparando este valor con los valores de la tabla del anexo 2.

$$\phi = T \times fs = 4,687.5 \times 6 = 28,125 \text{ Kg}$$

Donde ϕ = Diámetro del cable

T = Tensión del cable

fs = Factor de servicio

De acuerdo a la tabla de anexo 2, para el cable tipo Superflex, el diámetro del cable es de 7/8" el cual tiene una carga de ruptura de 29.2 Tons; pero se seleccionó el cable - de 1" de diámetro, con una carga de ruptura de 37.9 Tons., - para proteger más al cable ya que ésta grúa será usada las - 24 horas al día.

2.2.4.- Cálculo y diseño de las poleas.- Para obtener un máximo de servicio del cable; las poleas y el tambor deben

ser cuidadosamente seleccionados , para que el cable gire libremente, debe tener un canal adecuado y el diámetro sea el adecuado. Por lo tanto los fabricantes de cables recomiendan que el diámetro mínimo de poleas y tambor para los cables - tipo Superflex, Cascabel y Angula sea de 18 veces el diámetro del cable.

Por lo tanto en nuestro caso el diámetro mínimo de poleas y tambor es de:

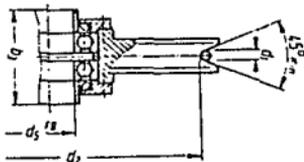
$$p = \phi \times 18 = 25.4 \times 18 = 457.2 \text{ mm}$$

Es decir, el diámetro mínimo de poleas y tambor es de 457.2 mm, pero para su fabricación puede ser mayor.

Las ranuras de las poleas y del tambor son de suma importancia ya que de esto depende, en gran medida, la vida - del cable. Ranuras apretadas dan como resultado un desgaste excesivo y una deterioración acelerada del cable por la fatiga interna que causa la acción de las paredes de la polea entre los torones. Y ranuras muy anchas provocan que el cable sufra un aplastamiento excesivo.

Se recomienda que las ranuras de las poleas y tambor sean mayor que el cable entre 1/16" a 1/8", dependiendo del diámetro del cable, ver dibujo 11.

DIBUJO 11

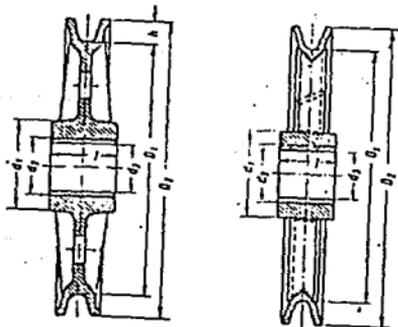


Las poleas se pueden fabricar de fundición o de placa soldada. Las de placa soldada son más económicas que las de fundición por lo tanto son más fáciles de encontrar en el mercado, ver dibujo 12.

Cada polea pesa 100 Kg. total por las cuatro poleas 400 Kg.

En la tabla 5 se dan dimensiones de poleas según normas DIN 15059

DIBUJO 12



2.2.5. Cálculo del eje del aparejo inferior.

El eje de las poleas es el elemento donde van montados las poleas del aparejo inferior y a su vez soporta la carga a levantar. El diámetro del eje varía de acuerdo a la carga y al número de poleas, este elemento se calcula por flexión, de acuerdo a la siguiente expresión:

$$d = \sqrt[3]{\frac{32 \times S}{\pi}} \quad (\text{cm}^2); \quad S = \frac{M_{\text{max}}}{\sigma_{\text{adm}}}$$

Donde S = Módulo de sección (cm³)

M_{max} = Momento máximo (Kg cm)

σ_{adm} = Esfuerzo admisible (Kg/cm²)

d = Diámetro del eje (cm)

TABLA 5

DIMENSIONES DE POLEAS SEGUN NORMAS DIN 15059

D _{min}	Diámetro del cable	S (mm)	fundición	b	Acero (mm)	D1 (mm)	l	
							Min (mm)	Max (mm)
80	3.5	22	22	105	22	50		
100	3.5 a 5	25	25	130	25	50		
125	5 a 6.5	30	30	160	30	60		
160	6.5 a 8	32	30	200	30	60		
200	8 a 10	36	32	240	32	60		
250	10 a 13	40	36	300	36	70		
315	13 a 16	50	45	375	45	80		
400	16 a 22	60	55	460	55	120		
500	22 a 27	70	65	580	65	140		
630	27 a 33	80	75	720	75	150		
800	33 a 40	95	90	900	90	200		

El esfuerzo admisible depende de cada material. Normalmente los fabricantes de acero dan tablas del esfuerzo de cedencia (σ_{ced}); para obtener el esfuerzo de trabajo o esfuerzo admisible (σ_{adm}), se debe dividir el esfuerzo de cedencia entre un factor de seguridad (N), el cual dependerá de la experiencia del diseñador. Para seleccionar este

tor de seguridad se debe tomar en cuenta las condiciones de trabajo a realizar.

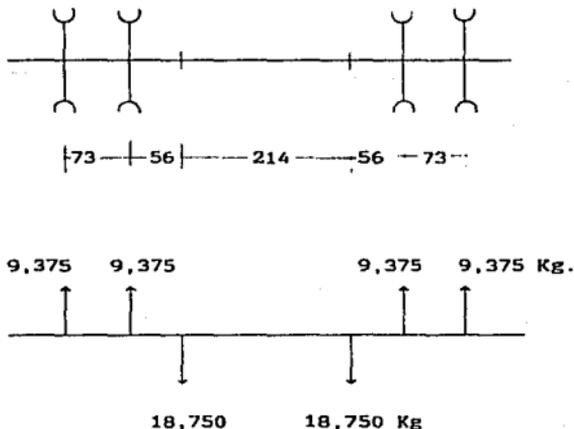
En nuestro ejemplo el material seleccionado es un SAE 4140 recocido, con un esfuerzo de cedencia de 8,000 Kg/cm²; si el factor de seguridad es de 3.3 tenemos que:

$$\sigma_{adm} = \frac{\sigma_{ced}}{N} = \frac{8,000}{3.3} = 2,424 \text{ (kg/cm}^2\text{)}.$$

De acuerdo al arreglo de poleas seleccionado dibujo 13, se obtiene el diagrama de cuerpo libre y se procede a hacer el cálculo del momento máximo.

Cálculo del momento máximo.

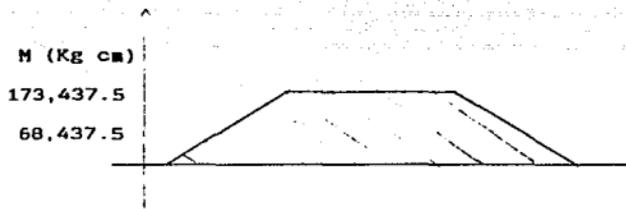
Diagrama de cuerpo libre.



Esfuerzo cortante



Momentos



Con el momento máximo se procede al cálculo del diámetro, de acuerdo a las expresiones dadas anteriormente.

$$S = \frac{173,437.5}{2,424} = 71.55 \text{ (cm}^3\text{)}$$

$$d = \sqrt[3]{\frac{32 \times 71.55}{\pi}} = 8.99 \text{ (cm)}$$

Por lo tanto el diámetro de la flecha es de 9 cm. por 542 mm de longitud y ésta tiene un peso de 35 Kg.

Una vez obtenido el diámetro de la flecha procedemos a seleccionar el rodamiento para las poleas. Al igual que los rodamientos del gancho se selecciona de acuerdo al tipo de carga que actúa sobre él, a la magnitud de la carga y al diámetro del eje.

SKF tiene varios tipos de rodamientos para soportar cargas radiales, (ver dibujo 14) en general para las mismas dimensiones principales, los rodamientos de rodillo pueden soportar mayores cargas que los rodamientos de bola y, los rodamientos llenos de elementos rodantes pueden soportar mayores cargas que los rodamientos con jaula correspondientes. - Los rodamientos de bola son los comúnmente usados cuando las cargas son pequeñas o moderadas; los rodamientos de rodillo son la elección más adecuada para cargas pesadas y ejes de grandes diámetro.

La carga en cada rodamiento se determina por:

$$p = P/\text{Número de baleros} = \frac{37,500}{8} = 4,687.5 \text{ (Kg).}$$

Como las cargas en el catálogo están en Newton, tenemos que:

$$p = 4,687,5 \times 9.81 = 45,985 \text{ (N)}$$

DIBUJO 14
Rodamientos Radiales



El tipo de rodamiento seleccionado es el rígido, de una hilera de bola con placa(s) de protección, número 6218-1Z, el cual tiene un diámetro interior de 90 mm, diámetro

exterior de 140 mm y soporta una carga estática de 50,000 N, ver anexo 3.

2.3. TAMBOR.

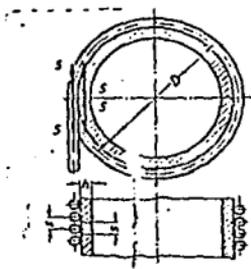
2.3.1.- Cálculo del espesor del tambor.- La construcción del tambor es de placa de acero, aunque antiguamente se fabricaban de fundición, en la actualidad resulta más barato fabricarlos de placa rolada o en diámetros pequeños de tubo mecánico.

Los parámetros importantes a determinar en el tambor son su espesor y su longitud, el segundo parámetro depende de la longitud del cable a enrollar.

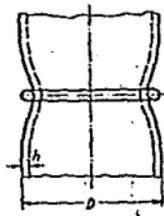
Los esfuerzos a los que está sometido el tambor son: de torsión, de flexión por la tracción del cable y de compresión, causada por el apriete del cable. Los esfuerzos de torsión son pequeños y por ello despreciables. Normalmente también los esfuerzos de flexión son despreciables, excepto para los tambores de longitud excesiva. Resulta, por tanto, que el espesor de un tambor debe calcularse por la compresión causada por el apriete del cable.

Los esfuerzos de compresión y flexión se calculan suponiendo que el tambor soporta una única espira de cable (dibujo 15). Bajo la influencia de la tracción del cable, el tambor se comprime con la máxima deformación debida al arrollamiento. A medida que nos alejamos de la espira, la deformación y consecuentemente el esfuerzo debido a la compresión disminuye. El perfil del tambor deformado es el que presenta el dibujo 16, mostrando que existe un esfuerzo a la flexión en sentido paralelo al eje del tambor. Los esfuerzos máximos debidos a una sola espira son los siguiente:

DIBUJO 15
Tambor con una espira



DIBUJO 16
Tambor deformado.



A compresión

$$\sigma = 0.93 S \sqrt{\frac{2}{D^2 h \sigma}}$$

A flexión

$$\sigma_f = 1.61 S \sqrt{\frac{2}{D^2 h \sigma}}$$

En servicio normal, el tambor nunca será cargado por una sola espira aislada. Siendo corriente que el arrollamiento - del cable bajo tensión se empiece desde un extremo del tambor, se podrá obtener el esfuerzo total soportado por éste, - recubierto totalmente de espiras. Calculando los esfuerzos - causados por cada espira aisladamente y superponiéndolos. En este caso el esfuerzo a flexión local será nulo, porque si - la tracción no varia, la deformación por compresión es constante y la generatriz del tambor permanecerá recta. No obstante, los esfuerzos de compresión se añadirán hasta que la sección correspondiente al paso del enrollamiento sea solicitada por la tracción del cable (dibujo 16), bajo ésta hipótesis el esfuerzo de compresión se calcula como sigue:

$$\sigma = \frac{S}{h s} \text{ (Kg/cm}^2\text{)}.$$

Donde: σ = Esfuerzo de compresión (Kg/cm²)

S = Tensión en el cable (Kg)

s = Paso del cable (cm)

h = Espesor del tambor (cm)

De acuerdo a lo anterior sólo calculamos el espesor del tambor a compresión:

$$h = \frac{S}{\sigma_B} = \frac{4,687.5}{1.350 \times 2.85} = 1.215 \text{ (cm)}.$$

Por lo tanto el espesor mínimo del tambor es de 1.215 - cm.

La longitud del cable se determina mediante la expresión:

L = Altura de izaje/número de poleas.

$$L = 12.5 \times 8 = 100 \text{ (m)}$$

El número de espiras del tambor se obtiene por:

$$n = \frac{L}{\pi D} = \frac{100}{\pi \times 0.6154} = 51.7$$

Donde: n = Número de espiras

L = Longitud del cable

D = Diámetro del tambor

Es necesario dejar al menos 2 ó 3 espiras muertas de ambos lados para que refuercen la fijación del cable e impida que se desarrolle por completo. Por lo que se requieren 58 - espiras en total.

Es recomendable que las ranuras de los tambores lleven una inclinación con el objeto de que el cable no se salga de la ranura. Se recomienda que esta inclinación no exceda de - los 4°.

Por el tipo de arreglo seleccionado, donde los extremos del cable se sujetan al tambor, el ranurado de éste deben de ir invertidos, es decir, el tambor se divide en dos partes, de las 58 ranuras 29 serán derechas y 29 serán izquierdas, - como lo muestra el dibujo 17

La parte central del tambor no debe llevar ranurado - cuando los dos extremos del cable se fijan al tambor.

En el caso que sólo un extremo del cable se fije al tambor, se enrollará en un sólo sentido, de tal manera que la - inclinación de las ranuras puedan ser derecha, izquierda, - corrida, según el diseño del fabricante.

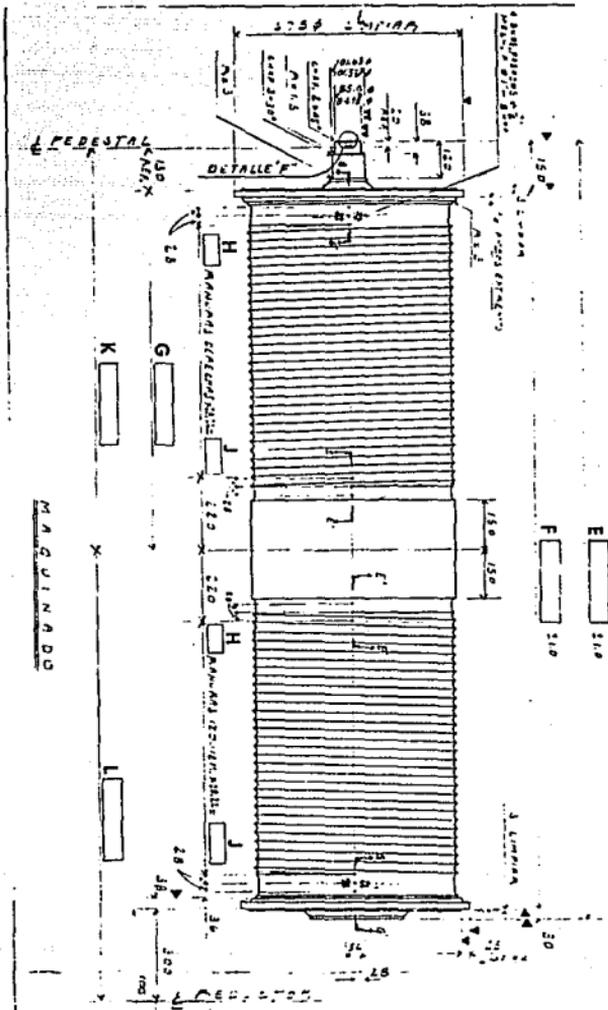
La longitud total del tambor esta determinado por:

$$L_{\text{Tambor}} = S \times n + \text{parte central}$$

$$L_{\text{Tambor}} = 2.8 \times 58 + 24 = 184.4 \text{ (cm)}.$$

DIBUJO 17

Tambor.



La tabla 6 da los espesores del tambor en el fondo de la garganta para servicio normal, en función de las tracciones y los diámetros de los cables.

TABLA 6

TRACCION DEL CABLE (Kg)	DIAMETRO DEL CABLE (mm)	PISO (mm)	DIAMETRO DEL TAMBOR (mm)							
			250	300	400	500	600	700	800	
500	8	9.5	4	4						
1000	10	12	6	6						
1500	13	15		8	7					
2000	16	18		9	8					
2500	16	19			10	10				
3000	19	22			11	11				
4000	22	25				12				
5000	22	27				14	14			
6000	27	31					15	14		
7000	29	33					16	16		
8000	31	35						17		
9000	31	35						19	18	
10000	33	37						20	19	

2.4 Selección del motor para el sistema de elevación.

2.4.1.- Cálculo de la potencia del motor.- La potencia del motor principal de elevación se calcula de acuerdo a la C.M.A.A. por medio de la expresión:

$$P = \frac{W \times Q \times V}{4,500 \times E}$$

Donde: P = Potencia (HP)
 W = Carga mayorada (Kg)
 V = Velocidad de izaje (m/min)
 Q = Peso del aparejo inferior (Kg)
 E = Eficiencia mecánica
 4,500 = Factor de conversión

En nuestro ejemplo, Q se obtiene sumando los pesos de las componentes del aparejo inferior:

Peso del gancho	97 Kg
Peso de las poleas	400 Kg
Peso del cable	190 Kg
Peso del eje	35 Kg
Otros	30 Kg
	<hr/>
Total	752 Kg

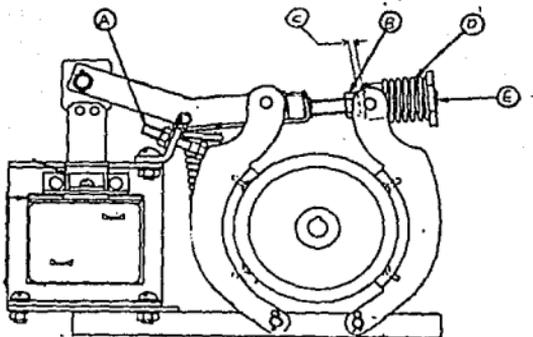
$$\text{Por lo tanto } P = \frac{(37,500+752) \times 8}{4,500 \times 0.9} = 75.6 \text{ HP}$$

El motor seleccionado es de 75 HP.

2.5.- FRENOS.

2.5.1.- Tipos de frenos.- Existen en el mercado varios tipos de frenos, siendo el principio de operación el mismo. Estos operan eléctricamente liberados y aplicados por un resorte, cuando la bobina es energizada las dos partes de la armadura comprimen el resorte y abre las balatas contra la polea para aplicar el máximo par de frenado, ya sea en caso normal o en caso de una falla de energía, ver dibujo 18.

DIBUJO 18
Freno Magnético.



Los frenos comúnmente usados son:

2.5.1.1.- Frenos magnéticos operados por solenoide, figura 18, cuyas características son:

El freno se suelta al ser operado eléctricamente por mando del solenoide.

Al cortar la corriente los resortes cierran las balatas, frenando la polea.

La superficie de frenado es de 180° .

Para hacer el ajuste de este tipo de freno se sugiere seguir los siguientes pasos:

1.- Montaje.- Colocar la polea en el freno, comprimiendo el resorte "D" (ver figura 18) , mediante la tuerca de ajuste "E". Insertar calzas entre la base de montaje y la base - del freno hasta que éste asiente perfectamente en la base.

2.- Ajuste.- a) Comprimir el resorte "D" hasta obtener - el par deseado. La longitud aproximada de compresión de este resorte para obtener el par requerido, está dado en la tabla 7 y en una pequeña placa montada en el bloque pivote, esta - dimensión es aproximada y puede ser necesario un ajuste adicional. Mientras se lleva a cabo este ajuste, se debe mantener un espacio de 1/64" en "C", cuando se aplique el freno. La contratuerca de seguridad "B" se mantendrá en esta - posición por sí sola.

TABLA 7

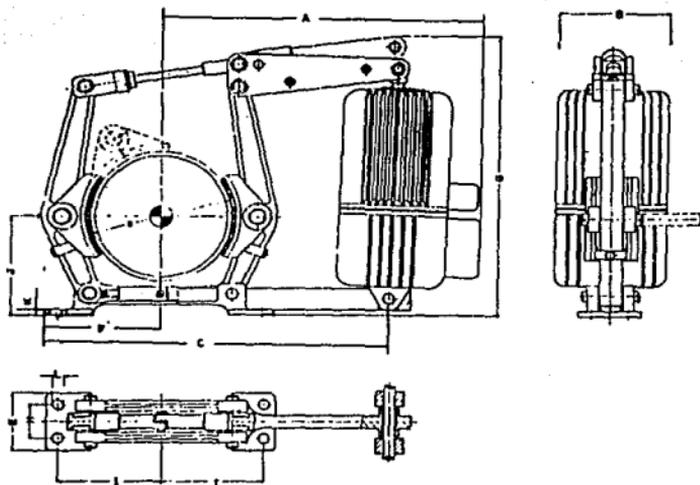
Tamaño del freno	Par	Longitud de compresión del resorte "D"
4"	10 Lbs-Pie	1 1/16"
4"	15 Lbs-Pie	1 1/16"
4"	20 Lbs-Pie	1 1/16"

b) Ajustar el espacio entre las zapatas y la polea cuando el freno se restablece mediante el tornillo "A".

3.-Reajuste.- Cuando se utiliza forro, el espacio "C" disminuye. No se debe permitir que este espacio llegue a cero, debido a que se pierde completamente el par de frenado. Cuando el espacio "C" disminuya, ajustarlo a 1/64" mediante la tuerca de ajuste "E". El par de frenado no cambiará si la tuerca "B" no se cambia de posición.

2.5.1.2.- Frenos electrohidráulicos.- Estos son similares a los magnéticos, excepto porque adicionalmente utilizan un sistema hidráulico. Tal como se muestra en el dibujo 19.

DIBUJO 19
Freno Electrohidráulico.



2.5.1.3.- Frenos Hidráulicos; en éstos frenos las balatas están normalmente abiertas por un resorte y son cerradas por medio de un sistema hidráulico.

2.5.2.- Cálculo del par-motor y selección del freno, de acuerdo al par obtenido.- Para la obtención del par del motor a plena carga se usa la expresión:

$$T = \frac{5,252 \times P}{n} \quad (\text{Lbf pie}); \text{ ó}$$

$$T = \frac{7,024 \times P}{n} \quad (\text{N m})$$

Donde: T = Par

P = Potencia (HP)

n = Velocidad de rotación rpm

De acuerdo a los datos, se tiene que:

$$T = \frac{7,024 \times 75}{1,750} = 301 \quad (\text{N m})$$

De la tabla del anexo 4 se selecciona un freno electrohidráulico de doble zapata EB 50/50-C50, con un par de freno de 293 Nm, y diámetro de patea de 315 mm, el cual tiene un peso de 61 Kg.

2.6.- Reductor.

2.6.1.- Cálculo de la relación de velocidades.- Para obtener la relación de velocidades del reductor, se requiere saber la velocidad de salida del mismo, ya que la velocidad de entrada de acuerdo a la selección del motor es de 1750 rpm.

Para obtener la velocidad de salida del reductor, se parte de la velocidad de elevación del gancho (velocidad de izaje), la cual es de 8 m/min. Otro dato importante es el número de caídas que en este caso es de 8/2, las expresiones para el cálculo de la velocidad de salida del reductor son:

$$V_{\text{cable}} = V \times H = 8 \times 8 = 64 \quad (\text{m/min})$$

Donde: V_{cable} = Velocidad del cable (m/min)

V = Velocidad de izaje (m/min)

H = Número de hilos

$$rpm_{\text{tambor}} = \frac{V_{\text{cable}}}{\pi \times D} = \frac{64}{\pi \times 0.6154} = 33.109 \text{ rpm}$$

Donde: D = Diámetro del tambor

Como los dos extremos del cable se enrollan al tambor, - la velocidad de rotación del tambor debe ser la mitad de la calculada, por lo que obtenemos:

$$RPM_{\text{tambor}} = \frac{33.109}{2} = 16.56 \text{ RPM}$$

La velocidad de entrada del motor es de 1,750 RPM, por lo tanto la relación de velocidades ésta dado por:

$$\text{rel. velocidades} = \frac{V_{\text{entrada}}}{V_{\text{salida}}} = \frac{1,750}{16,55} = 105.74$$

2.6.2.- Selección del reductor.- En México existen varios fabricantes de reductores, siendo todas las marcas de buena calidad, en tal sentido la selección de la marca será a criterio del diseñador.

El tipo de reductor para éste trabajo es de flechas paralelas, éste puede ser de dos, tres o cuatro reducciones, según sea el caso.

El dato con que se debe entrar a las tablas del anexo - 5, es la velocidad de entrada y la relación de velocidades. Las tablas dan el valor de la potencia que soporta el reductor, por lo que entramos con la potencia de 75 Hp mayorada - en un 1.25, es decir la potencia del reductor seleccionado - debe ser igual o mayor que 93.75 Hp.

Por lo tanto el reductor seleccionado es un FRAN modelo 2125 de 94.6 Hp de triple reducción y flechas paralelas.

2.7.- DISEÑO DEL CARRO

2.7.1.- Diseño de los cabezales del carro.

El carro es la parte de la grúa donde van instalados los mecanismos de elevación para manejar la carga, y éste se desplaza a todo lo largo del puente.

La restricción que se tiene para el diseño del carro son los debidos a la resistencia de los materiales. El tamaño - será de acuerdo a la capacidad de la grúa y dependerá de que quepan todos los mecanismos que se requieren para levantar - la carga.

En el dibujo 20 se muestra el carro para la grúa de 30 - Ton. x 25 m., en el se instalarán todos los mecanismos mencionados en este capítulo.

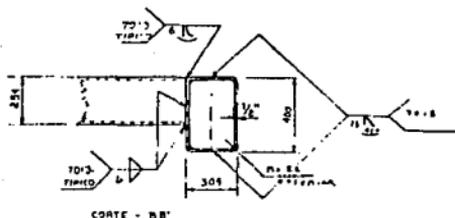
Para hacer el diseño de los cabezales del carro se propone una determinada sección transversal, por una longitud, la cual debe ser lo suficientemente grande para alojar libremente todos los componentes del malacate.

En la sección propuesta se debe considerar que en ésta - se alojarán las ruedas, por consiguiente debe ser lo suficientemente grande.

Los cabezales pueden ser de IPR, canal estandar (CPS), - aunque es más común, sobre todo en grúas de mayor capacidad, que estos sean de placa doblada tipo caja, tal como se muestra la sección transversal del cabezal del carro en el dibujo 21.

DIBUJO 21

Corte transversal de cabezal del carro.



La carga que soporta cada cabezal es la carga máxima de la grúa mayorada más el peso de todos los componentes del malacate. Este peso total se divide entre cuatro para obtener la fuerza en cada apoyo.

El peso de las componentes del malacate son:

Aparejo inferior	752 Kg.
Aparejo superior	350
Tambor	1200
Motor	300
Freno	61
Reductor	1570
Otros	200

Total	4433 Kg.

Carga que soporta cada rueda:

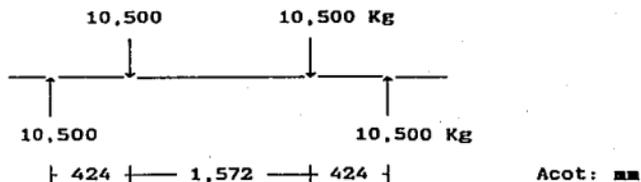
Malacate	4433
Carga mayorada	37500

Total	41933 Kg

Se redondea a 42,000 Kg./4 = 10,500 Kg en cada rueda.

Del dibujo 20 se obtiene el diagrama de cuerpo libre y se procede a hacer el cálculo.

Diagrama de cuerpo libre:



Cálculo del momento máximo:

$$M_{\max} = P \times a = 10,500 \times 42.4 = 445,200 \text{ Kg-cm.}$$

Donde:

M_{\max} = Momento máximo (Kg-cm)

P = Carga en cada rueda (Kg).

a = distancia entre la carga y centro de la rueda (cm).

El momento máximo debe ser menor o igual al momento resistente y el momento resistente se calcula por la expresión:

$$M_R = \frac{I}{c} \times \sigma$$

Donde: M_R = Momento resistente (Kg cm).

I = Momento de inercia (cm⁴).

c = Distancia del eje neutro a la cara más alejada (cm).

σ = Esfuerzo de trabajo del material (Kg/cm²).

I se obtiene de la figura 21.

$$I = \frac{bh^3}{12} - \frac{bh_i^3}{12} = \frac{25(40)^3}{12} - \frac{23(38)^3}{12}$$

$$I = 28,162 \text{ cm}^4$$

$$M_n = \frac{28,162}{20} \times 1,000 = 1'408,100 \text{ Kg-cm}$$

Comparamos el momento resistente con el momento máximo y observamos que el primero es más de tres veces mayor que el segundo, con lo que concluimos que estamos sobrados en el espesor de la placa y en el tamaño de la sección seleccionada, pero como se mencionó antes, la sección debe ser lo suficientemente grande para alojar las ruedas, dejamos la sección tal como esta.

La parte estructural del carro pesa 332 Kg.

2.8.- RUEDAS DEL CARRO.

2.8.1.- Cálculo y diseño de las ruedas.- El diseño de las ruedas es de gran importancia debido a que diámetros muy pequeños ocasionan fatiga en las mismas y éstas pueden romperse, ocasionando daños materiales.

El cálculo de las ruedas se hará de acuerdo a las normas DIN 15070, ver anexo 6.

El parámetro importante a determinar es el diámetro de rodadura, el cual se calcula por medio de la expresión, según normas DIN 15070.

$$d_r = \frac{R}{\frac{P_z u}{C_2} \frac{C_3}{(k-2r_1)}}$$

Donde: d_1 = Diámetro de rodadura (mm)

P_{zul} = Presión permisible entre rueda y riel

$$P_{zul} = 5.6 C_1$$

C_1 = Constante que depende del material de la rueda y del riel, (ver tabla 2 de anexo 6).

C_2 = Constante que depende de las RPM (ver tabla 3a y 3b del anexo 6).

C_3 = Constante que depende del tiempo de operación, (ver tabla 4 del anexo 6).

$(k-2r_1)$ = Ancho ideal aprovechable de la cabeza del riel, (ver tabla 5 del anexo 6).

R = Fuerza en la rueda (N).

El valor de R se obtuvo en 2.7.1 y es de 10,500 Kg, el cual es igual a 103,005 N.

El valor de P_{zul} se obtiene de la tabla 2 del anexo 6, en el cual se considera el material del riel y de la rueda. El material que se está considerando tanto para la rueda como para el riel es un SAE 1018, con un esfuerzo a la tensión de 60 Kg/cm^2 (589 N/mm^2), de la tabla 2 del anexo 6, se obtiene un valor de $C_1 = 1$, por lo tanto:

$$P_{zul} = 5.6 \times 1 = 5.6$$

El valor de la constante C_2 se determina de la tabla 3a del anexo 6, considerando la velocidad del carro en m/min, - la cual es de 25 m/min.

Para entrar a la tabla 3a del anexo 6, se debe de suponer un diámetro de rodadura, hacer el cálculo de la rueda y si éste es menor al supuesto, el cálculo es correcto, si el cálculo es mayor al supuesto, con este valor se obtiene otra C_2 y se repite nuevamente el cálculo.

El diámetro de la rueda supuesto es de 400 mm y con la -

velocidad de 25 m/min de la tabla 3a del anexo 6, obtenemos el valor de C_2 igual a 1.06.

El valor de la constante C_3 se obtiene de la tabla 4 del anexo 6, y este valor depende del tiempo de operación de la grúa, el cual esta referido a 1 hora. De acuerdo a la clasificación de las grúas dadas en el capítulo I, según la CMAA, para una clase "D" se debe de usar mas del 65%, por lo tanto la constante C_3 es de 0.8.

El valor $(h-2r_1)$ se obtiene de la tabla 5 del anexo 6. Este valor depende del riel seleccionado, para nuestro caso se seleccionó un riel con un ancho de cabeza de 75 mm y r_1 (ver figura 22) de 8 mm, y de la tabla antes mencionada obtenemos el valor de $(k-2r_1)$ de 59 mm.

El valor de d_1 es:

$$d_1 = \frac{103,005}{5.6 \times 1.06 \times 0.8 \times 59} = 367.6 \text{ mm.}$$

De acuerdo a lo mencionado, el diámetro mínimo de la rueda es de 367.6 mm, pero consideramos un diámetro de 400 mm.

De la tabla 3b del anexo 6, entrando con el valor de $C_2 = 1.06$, se obtiene que la rueda debe girar a 20 RPM para obtener los 25 m/min.

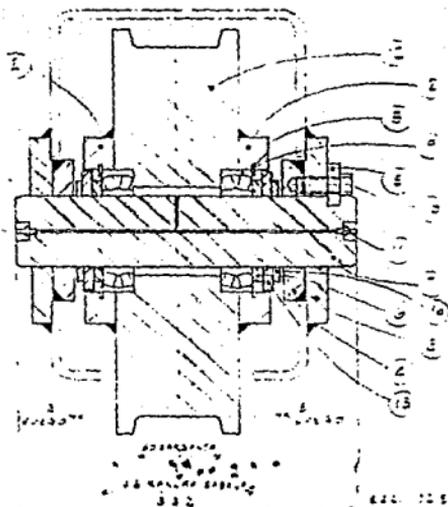
Las RPM a las que debe girar la rueda tambien se obtienen de la siguiente expresión.

$$\text{RPM} = \frac{v}{\pi \times d_1} = \frac{25}{\pi \times 0.4} = 20 \text{ s}^{-1}$$

Donde: v = Velocidad lineal (m/min)

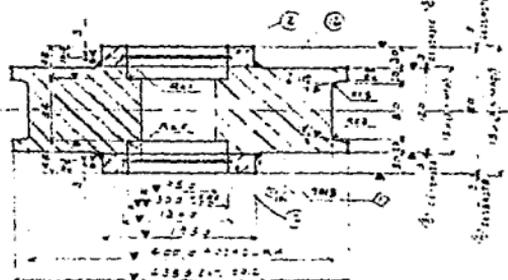
d_1 = Diámetro de rodadura (m)

FIGURA 24
Ruedas conducidas del carro.



...

TODAS LAS EQUINAS PARECIDAS
CON LA DESIGNACION DE LONGITUD



ENSAMBLE DE RUEDA CONDUCCION 300 111.111

En la figura 23 se observan las ruedas motrices y en la figura 24 se muestran las ruedas locas del carro.

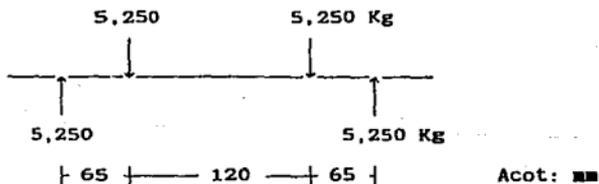
En el anexo 6 se dan dimensiones de ruedas para grúas viajeras apoyadas y suspendidas de diferentes capacidades.

2.8.2.- Cálculo del eje de las ruedas.

En dibujo 23 y 24 se muestra las ruedas del carro montadas en los cabezales.

Del dibujo 23 se obtiene el diagrama de cuerpo libre, considerando que los soportes del eje es el cabezal y la fuerza actuará en el centro de cada rodamiento.

Diagrama de cuerpo libre.



El momento máximo se obtiene por la expresión:

$$M_{\max} = Pa = 5250 \times 6.5 = 34,125 \text{ Kg-cm.}$$

El diámetro de la flecha se obtiene de la expresión:

$$D = \sqrt[3]{\frac{32}{\pi} \frac{M_{\max}}{\sigma_{adm}}} \quad s = \frac{M_{\max}}{\sigma_{adm}}$$

si se considera el material de la flecha un SAE 1045 con

$\sigma_{adm} = 1,434 \text{ Kg/cm}^2$, se tiene que:

$$s = \frac{34,125}{1,434} = 23 \text{ cm}^3;$$

$$D = \sqrt[2]{\frac{32 \times 23}{\pi}} = 6.2 \text{ cm}.$$

Por lo tanto el diámetro mínimo del eje es de 6.2. cm, pero se considera un diámetro del eje de 75 mm.

2.8.3.- Selección de los rodamientos de la rueda.- Para la selección de los rodamientos de las ruedas se debe considerar la carga que soporta dicho rodamiento y la vida en horas L_{10h} del rodamiento.

La CMAA solicita la siguiente vida de los rodamientos, - de acuerdo a la clasificación de la grúa. ver tabla 8.

TABLA 8.

Grúa CMAA clase	Vida L_{10h} Horas
A	1,250
B	2,500
C	5,000
D	10,000
E	20,000
F	40,000

El metodo más simple para calcular la duración de un rodamiento consiste en la aplicación de la fórmula ISO de la vida nominal, es decir:

$$L_{10} = \left(\frac{C}{P}\right)^p \text{ ó } \left(\frac{C}{P}\right)^{1/p}$$

Donde: L_{10} = Vida nominal, en millones de revoluciones.

C = Capacidad de carga dinámica (N).

P = Carga dinámica equivalente (N).

p = Exponente de la fórmula de vida

$p = 3$ para rodamientos de bola

$p = 10/3$ para rodamientos de rodillos.

En la gráfica del anexo 3, se dan los valores de seguridad C/P en función de la duración L_{10} .

Para rodamientos que funcionen a velocidad constante, será más conveniente expresar la duración nominal en horas de servicio, usando para ello la expresión:

$$L_{10h} = \frac{1,000,000}{60 n} \left(\frac{C}{P}\right)^p \text{ ó}$$

$$L_{10h} = \frac{1,000,000}{60 n} L_{10}$$

Donde: L_{10h} = Vida nominal, en horas de servicio.

n = Velocidad de giro, en rpm.

El valor de P depende del tipo y del rodamiento a usar, en este caso se usaran rodamientos de rodillo a rótula, ver anexo 3, y P se obtiene por la expresión:

$P = F_r + Y_1 F_a$ cuando: F_a/F_r es menor o igual a e .

$P = 0.67 F_r + Y_2 F_a$ F_a/F_r es mayor a e .

Donde P = Carga dinámica equivalente (N).

F_r = Carga radial real (N).

F_a = Carga axial real (N).

Y = Ver tabla de rodamiento anexo 3.

e = ver tabla de rodamiento anexo 3.

F_r : es la carga radial real sobre el rodamiento y es de 5,250 Kg, la carga sobre cada rueda es de 10,500 Kg: Como cada rueda lleva dos rodamientos esta se divide entre dos, por lo tanto nos da 5,250 Kg = 51,502 N.

Para obtener la carga axial (F_a) se considera que ésta vale un 10% de la carga radial, debido a que la carga axial es muy difícil de determinar y debe de ser despreciable.

$$F_a = 0.1F_r = 0.1 \times 51,502 = 5,150.1 \text{ (N)}.$$

$$F_a/F_r = 0.1019$$

Para obtener el valor de e , Y_1 , Y_2 , se selecciona un rodamiento de acuerdo al diámetro del eje, se calcula la carga que se requiere y se compara con la carga dinámica del rodamiento, si la carga calculada es menor a la dinámica, el rodamiento es el apropiado.

Se selecciona el rodamiento 22215 cc con $e = 0.22$ y $Y_1 = 3$.

Como F_a/F_r es menor a 0.22, P se obtiene:

$$P = 51,502 + 3 \times 5,150.2 = 66,952.6 \text{ (N)}.$$

C/P se obtiene de la gráfica del anexo 3 entrando con el valor de 20 RPM y el valor $L_{10h} = 10,000$ Horas de servicio, obteniendo un valor de $C/P = 2.3$

$$\text{Por lo tanto } C = 2.3 \times P = 2.3 \times 66,952.6 = 153,990 \text{ (N)}.$$

El valor de la carga dinámica para el rodamiento 22215 - cc es de 158,000 (N), por tanto este rodamiento soporta la -

carga y tiene una duración de 10,000 horas de servicio, equivalente a trabajar 416 días durante 24 horas ininterrumpidamente.

2.9.- MOTORREDUCTORES, TRANSLACION DEL CARRO.

2.9.1.- Cálculo de la potencia de los motorreductores.-
La potencia de los motorreductores se calcula de acuerdo a DEMAG (fabricante de grúas) por la siguiente expresión:

$$HP = \frac{F \times V}{33,000 \eta N}$$

Donde: Hp = potencia

F = Fuerza para superar la fricción (Lb)

V = Velocidad, en FPM

η = eficiencia

N = Número de motores

F se calcula de acuerdo a la expresión:

$$F = W \times F_D$$

Donde: W = Carga a mover mayorada (Lb)

F_D = Factor, ver tabla 9

W es de 42,000 Kg = 92,592.5 Lb.

F_D se obtiene de la tabla 9, entrando con el diámetro de rodadura, el cual es de 400 mm, por tanto F_D es de 0.0167.

$$F = 92,592.5 \times 0.0167 = 1,546.29 \text{ (Lb).}$$

La velocidad de salida del motorreductor se obtiene de:

$$N_1 \times n_1 = N_2 \times n_2$$

TABLA 9

DIAMETRO DE RUEDA		DIAMETRO DEL EJE		Fd
Pulg	mm	Pulg	mm	
5.1	130	1.57	40	0.0372
6.3	160	1.57	40	0.0302
7.9	200	1.77	45	0.0264
9.8	250	1.97	50	0.0230
12.4	315	1.97	50	0.0182
15.7	400	2.36	60	0.0167
19.7	500	2.76	70	0.0147
24.8	630	3.15	80	0.0135
31.5	800	3.15	80	0.0106

Donde: N_1 = Número de dientes del engrane

N_2 = Número de dientes del piñon

n_1 = Velocidad de la rueda RPM

n_2 = Velocidad de salida del motorreductor RPM

Para nuestro caso de análisis seleccionamos 17 dientes para el piñon y 71 dientes para el engrane.

$$n_2 = \frac{N_1 \times n_1}{N_2} = \frac{71 \times 20}{17} = 83.5 \text{ RPM.}$$

El carro llevará dos motorreductores, por lo que N es igual a 2.

$$HP = \frac{1,546.29 \times 83.5}{33,000 \times 0.8 \times 2} = 2.4 \text{ HP}$$

Comercialmente no hay motorreductores de 2.40 HP, por tal motivo se selecciona uno de 3 HP. En conclusión, el carro llevará dos motorreductores de 3 HP cada uno y 83.5 RPM a la salida.

2-10.- ENGRANE Y PIÑON DEL CARRO.

2.10.1.- Cálculo del engrane y piñon.- El parámetro importante a determinar es el ancho de cara del engrane; partiendo de los datos obtenidos anteriormente, tales como la potencia del motor de 3 HP, velocidad de salida de 83.5 RPM, material de la rueda SAE 1018, con un esfuerzo a la cedencia de $30 \text{ Kg/mm}^2 = 42,665 \text{ Lb/pulg}^2$. Se considera que el engrane es de 20° , altura completa, con módulo de 6, el cual equivale a un paso diametral de 4.23, para el piñon se consideran 17 dientes y para el engrane 71.

El ancho de la cara se calcula por la expresión:

$$F = \frac{W_t}{K_v} \times \frac{P}{C}$$

Donde: F = Ancho de cara del diente (pulg)

W_t = Carga transmitida (Lb)

$$W_t = \frac{33,000 \times \text{Hp}}{V}$$

Hp = Potencia del motor

V = Velocidad en la línea de paso (pies/min)

$$V = \frac{\pi \times d \times n_z}{12}$$

d = Diámetro de paso del piñon (pulg).

$$d = \frac{N_z}{P}$$

P = Paso diametral (Nún. de dientes/Pulg)

N2 = Número de dientes del piñon.

Kv = Factor de velocidad

$$Kv = \frac{600}{600 + \sqrt{v}}$$

Y = Factor de forma, ver tabla 10.

σ = Esfuerzo de diseño (Lb/pulg²)

$$\sigma = \frac{S_y}{F_s}$$

S_y = Esfuerzo de cedencia (lb/pulg²)

F_s = Factor de seguridad

$$d = \frac{17}{4.23} = 3.78 \text{ pulg.}$$

La velocidad en la línea de paso es:

$$v = \frac{\pi \times 3.78 \times 84}{12} = 83.12 \text{ pie/min}$$

La carga transmitida es:

$$W_t = \frac{33,000 \times 3}{83.12} = 1190.95 \text{ Lb.}$$

De la tabla 10 Y es de 0.296

$$Kv = \frac{600}{600 + \sqrt{83.12}} = 0.878$$

$$\sigma = \frac{42,665}{5} = 8,533 \text{ Lb/pulg}^2$$

$$F = \frac{1190.95 \times 4.23}{0.878 \times 0.296 \times 8,533} = 2.2716 \text{ pulg.}$$

Para ver si se ha logrado un buen diseño, primero se determina el paso circular p. Este es $p = \pi/P = \pi/4.23 = 0.7426$ pulg. Entonces $3p = 2.228$ pulg y $5p = 3.713$ pulg. Como el ancho de cara calculado está comprendido entre $3p$ y $5p$,

se considera un buen diseño.

TABLA 10
Factor de forma Y.

Tabla 11-3 VALORES DEL FACTOR DE FORMA Y PARA DIVERSOS
SISTEMAS DE DIENTES

Número de dientes	14 j , compuestos & de evolvente (obsoleto)	20°, altura completa	Plánes pequeños 20°, altura completa	20°, dientes cortos	Engranajes Interiores 20°, altura completa	
					Plánis	Rueda
5	—	—	0.320	—	0.322	
6	—	—	0.301	—	0.322	
7	—	—	0.282	—	0.322	
8	—	—	0.264	—	0.324	
9	—	—	0.264	—	0.324	
10	—	—	0.264	—	0.324	
11	—	—	0.264	—	0.326	
12	0.211	0.245	0.264	0.312	0.326	
13	0.223	0.261	0.270	0.324	0.326	
14	0.236	0.277	0.277	0.340	0.330	
15	0.245	0.290	—	0.350	0.332	
16	0.254	0.296	—	0.362	0.333	
17	0.264	0.303	—	0.368	0.342	
18	0.270	0.309	—	0.378	0.348	
19	0.277	0.314	—	0.388	0.353	
20	0.283	0.322	—	0.394	0.364	
21	0.289	0.328	—	0.400	0.370	
22	0.292	0.331	—	0.406	0.374	
24	0.299	0.337	—	0.416	0.383	
26	0.308	0.346	—	0.425	0.393	
28	0.314	0.353	—	0.432	0.399	0.691
30	0.318	0.359	—	0.438	0.405	0.678
34	0.327	0.371	—	0.447	0.414	0.659
38	0.333	0.384	—	0.457	0.424	0.643
43	0.340	0.397	—	0.463	0.430	0.628
50	0.346	0.409	—	0.476	0.436	0.612
60	0.355	0.422	—	0.485	0.446	0.596
75	0.361	0.435	—	0.497	0.452	0.581
100	0.367	0.447	—	0.507	0.461	0.565
150	0.374	0.460	—	0.520	0.468	0.549
300	0.383	0.472	—	0.535	0.477	0.533
Cremallera	0.390	0.485	—	0.552		

CAPITULO III

Puente

3.1.- DISEÑO DEL PUENTE DE ACUERDO A NORMAS CMAA.

El puente de las grúas es la trabe que soporta toda la carga a levantar y sobre ella se desplaza el carro. El puente de la grúa se mueve a todo lo largo de la nave, y éste a su vez va sobre los cabezales de la grúa.

De acuerdo a la clasificación de las grúas vista en el - CAPITULO I, las grúas viajeras pueden ser monopuentes o bipuentes, y esto dependerá de la capacidad de la grúa y del - claro.

Las restricciones que se tienen si una grúa debe ser monopuente o bipuente son: El espacio que se cuenta y las - restricciones del diseño, de acuerdo a las normas CMAA.

Las normas CMAA dan una serie de recomendaciones que debe tomar en cuenta el fabricante para obtener un diseño seguro y confiable, pero también establece que el diseñador - puede adecuar éste a su propia experiencia.

De acuerdo a las normas CMAA 74, el acero estructural a usar debe ser conforme a las especificaciones ASTM-A36 (ver anexo 7) y será del tipo adecuado al propósito para el cual el acero será usado. También podrán ser utilizados otros materiales, siempre y cuando los factores de diseño y las propiedades de los mismos sean análogos a los del acero o simplemente aplicables a las partes diseñadas con este material.

Todos los diseños y procedimientos de soldadura serán - conforme al boletín AWS D14.1 de "Specification for Welding

Industrial and Mill Cranes". Excepto que las tolerancias por desviación y deflexión serán de acuerdo a estándares del fabricante.

Las vigas de la grúa serán de acero estructural en secciones tipo caja, vigas de ala ancha, viguetas estandar, viguetas armadas o secciones fabricadas de placas. El fabricante debe especificar el tipo de viga a usar.

Las cargas a las que estan sometidos los puentes de la grúa son debido a las cargas verticales, laterales y torsionales. Las cuales se definen a continuación:

a) Cargas verticales.- Las cargas verticales a su vez se dividen en cargas principales, cargas adicionales y cargas por coalición.

Cargas principales.- Las cargas principales son debido a las cargas muertas que siempre estan presente, la carga del polipasto actuando durante cada ciclo y las fuerzas de inercia actuando durante el movimiento de la grúa, componentes de la grúa y carga mayorada a levantar.

Cargas adicionales.- Las cargas adicionales tales como las cargas por viento fuerte, cargas por nieve, fuerza de torcedura, efectos de temperatura; son consideradas como cargas adicionales y únicamente se consideran en forma general para el análisis de las cargas de la grúa y para un estudio más conciso.

Cargas extraordinarias.- Las cargas por coalición, y las cargas de pruebas, aplicadas durante las pruebas de la grúa, son consideradas como cargas extraordinarias. Estas cargas no forman parte de las especificaciones CMAA 74.

Las fuerzas sísmicas no se consideran en el diseño de

las especificaciones de la CMAA 70 y 74.

b) Fuerzas laterales.- La carga lateral debido a la aceleración de la grúa será considerada como el 2.5% del peso del puente y de la carga viva en ella, sin incluir los cabezales; esto es para grúas clase A; el 5% para grúas clase B, C y D y el 10% para grúas clase E. La carga viva será considerada como carga concentrada localizada en la posición en la que se calcula el momento vertical. El momento lateral, será dividido equitativamente entre el número de puentes, en caso de ser monopuentes o bipuentes, y el momento de inercia de la sección completa de la viga con respecto a su eje vertical será usado para determinar los esfuerzos debidos a las fuerzas laterales.

La carga debido al viento será considerada como 25 Kg por metro cuadrado de área proyectada. La carga sobre el carro será considerada dividida equitativamente entre las dos vigas. Cuando múltiples superficies estén expuestas al viento, será considerada un área de viento de 1.6 veces el área proyectada de un solo puente. Para superficies particulares tales como cabinas, cubiertas de maquinaria, será considerada un área proyectada de 1.2 veces el área en que se presente presión negativa.

c) Fuerzas torcionales.- El momento torsionante debido al arranque y paro del motor del puente será considerado el 200% del par a plena carga del par de arranque de dicho motor, multiplicado por la relación de engranes del piñón y engrane de la rueda.

Esta fuerza torsional se usa para el cálculo de los tornillos o la soldadura de unión de los puentes con los cabezales.

Limitaciones del diseño.- Estas limitaciones de diseño -

sólo se aplican para vigas soldadas tipo caja, y deben cumplir con las siguientes restricciones:

l/h no debe exceder de 25.

l/b no debe exceder de 60.

Donde: l = Claro (m).

h = Altura del alma (m).

b = Ancho del patín (m).

La máxima deflexión vertical, producida por el peso del trole, la carga nominal mayorada, más el peso del puente, no excederá de 0.00125 mm por milímetro del claro, esto es:

$$800 \leq \frac{l}{\text{Deflección}}$$

Es común entre los fabricantes de grúas, de acuerdo a su experiencia y las grúas que tienen trabajando, que sólo se calculen los puentes debido a las cargas verticales y a las restricciones del diseño.

3.1.1.- Cálculo del puente por carga vertical.- De acuerdo al ejemplo de la grúa de 30 Ton de capacidad por 25 m de claro, se requiere que esta grúa sea bipunto tipo caja, ya que sólo así resistirá las cargas y la deformación vertical.

Para hacer el diseño de los puentes tipo caja, se propone una determinada sección transversal y se calcula el momento máximo debido a las cargas rodantes, consideradas en el centro del puente, ya que éste es el punto más crítico. Se calcula el momento resistente de la viga y se compara con el momento máximo previamente calculado. Si el momento resistente es mayor o igual al momento máximo se considera que está bien seleccionada la sección transversal del puente.

Posteriormente se calcula la deflexión total, la cual es la suma de la deflexión de la carga nominal mayorada, considerando el peso del malacate, más la deflexión del peso propio de la viga. La deflexión debe cumplir con la relación de $800 \leq 1/\text{deflexión total}$. Si cumple ésta relación, el perfil seleccionado es correcto. Si no cumple, se debe seleccionar otra sección transversal y realizar nuevamente el cálculo hasta que cumpla con la restricción.

Antes de hacer los cálculos del puente verificamos las siguientes restricciones:

$$l/h \leq 25 \qquad 2,500/168 = 14.88$$

$$l/b \leq 60 \qquad 2,500/91.5 = 27$$

Como ambas restricciones cumplen, continuamos con el cálculo del puente por carga vertical.

La carga vertical se obtiene de:

Peso de la carga nominal mayorada	37,000 Kg
Peso del carro	<u>4,500 Kg</u>
Total	42,000 Kg

Como se esta considerando una grúa bipunte, la carga vertical se divide entre cuatro para obtener la carga sobre cada rueda, y ésta es de:

$$\text{Carga sobre cada rueda} = \frac{42,000}{4} = 10,500 \text{ Kg.}$$

El momento máximo debido a cargas rodantes se calcula por medio de la expresión.

$$M_{\text{max}} = \frac{P}{2l} \left(l - \frac{a}{2} \right)^2$$

Donde: P = Fuerza en cada rueda (Kg).

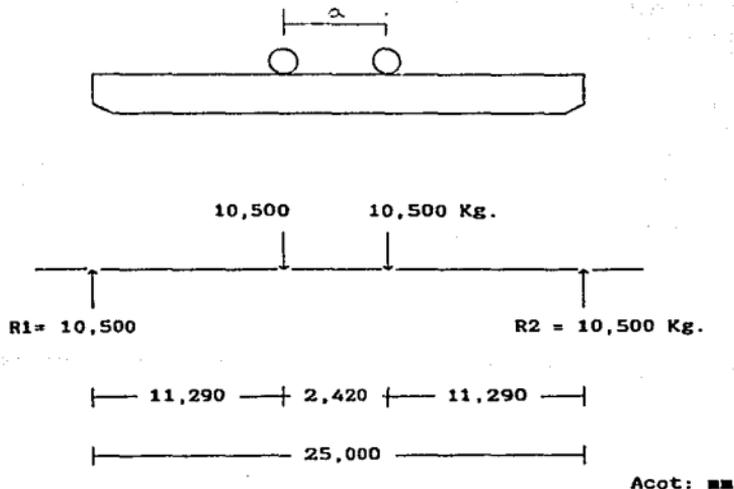
l = Claro (cm).

a = Distancia entre centros de rueda del carro (cm).

$$M_{\max} = \frac{10,500}{2 \times 2,500} \left(2,500 - \frac{242}{2} \right)^2$$

$$M_{\max} = 11'885,246,1 \text{ (Kg)}.$$

Diagrama de cuerpo libre.



El momento resistente se calcula por medio de la expresión:

$$M_R = \frac{I_{xx}}{c} \sigma$$

Donde: M_R = Momento resistente (kg-cm).

I_{xx} = Momento de inercia en el eje xx (cm^4).

c = Distancia entre el eje neutro a la fibra más alejada (cm).

σ = Esfuerzo de trabajo (Kg/cm^2).

El momento de inercia se obtiene del dibujo 25 y 26, de acuerdo a la siguiente expresión:

$$I_{xx} = I_a + I_p$$

Donde: I_a = Momento de inercia del alma (cm^4).

I_p = Momento de inercia del patin (cm^4).

$$I_a = \frac{b \times h^3}{12} \times 2 = \frac{0.64 \times (168)^3}{12} \times 2 = 505,774 \text{ cm}^4$$

$$I_p = (I_{pxx} + Ad^2) \times 2$$

$$I_{pxx} = \frac{b \times h^3}{12} = \frac{91.5 \times (0.95)^3}{12} = 6.589 \text{ cm}^2$$

$$A = b \times h = 91.5 \times 0.95 = 86.923 \text{ cm}^2$$

$$d = 85 \text{ cm.}$$

$$I_p = (6.589 + 86.923(85)^2) \times 2 = 1'256,078 \text{ cm}^4.$$

$$I_{xx} = 505,774 + 1'256,078 = 1'761,852 \text{ cm}^4.$$

Donde: b = Base (cm)

h = Altura (cm).

I_{pxx} = Momento de inercia del patin en el eje xx (cm).

A = Area del patin (cm^2).

d = Distancia entre el eje neutro a la fibra más alejada (cm).

Con el momento de inercia se calcula el momento resistente.

$$M_R = \frac{1'761,852}{85} \times 1,000 = 20'727,670 \text{ Kg-cm.}$$

Como el momento resistente es mayor al momento flexionante máximo, continuamos con el calculo de la deflexión.

La deflexión total se obtiene:

$$\Delta_T = \Delta_C + \Delta_W$$

Donde: Δ_T = Deflexión total (cm).

Δ_C = Deflexión debida a la carga (cm).

Δ_W = Deflexión debida al peso del puente (cm).

$$\Delta_C = -\frac{P l^3}{48 E I_{xx}}$$

$$\Delta_W = -\frac{5 W l^4}{384 E I_{xx}}$$

Donde: P = Carga en el centro del puente (Kg).

l = Claro (cm).

W = Peso del puente (Kg/cm).

E = Módulo de elasticidad, para el acero A-36 es de 2'100,000 Kg-cm.

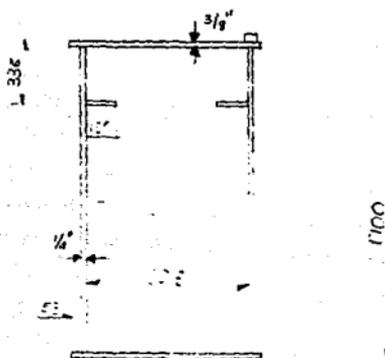
I_{xx} = Momento de inercia (cm⁴).

$$\Delta_C = \frac{21,000 \times (2,500)^3}{48 \times 2.1 \times 10^6 \times 1'761,852} = 1.847 \text{ cm.}$$

Para calcular Δ_W se requiere conocer el peso del puente, el cual se obtiene de los dibujos 25 y 26.

Dibujo 25

Sección transversal del puente.



Acero 1018

Internamente a los puentes tipo caja se acostumbra a ponerles atezadores internos, tanto longitudinales como transversales, para darle mayor resistencia, estabilidad a la grúa y pandeo de las almas (ver sección 3.1.3.).

Para cada puente se consideran dos placas de $3/8''$ de espesor por 150 mm de ancho por 25,000 mm de longitud, que van a todo lo largo del puente, y atezadores transversales que irán a cada 1 1/2 m de separación en placa de $1/4''$ de espesor por 1660 mm de altura por 806 mm de ancho; intermedio a los atezadores transversales irán unos más pequeños de placa de $1/4''$ por 830 mm de altura por 806 mm de ancho, por lo tanto el peso de cada puente será de:

Peso de las almas	4,200 Kg.
Peso de los patines	3,430 Kg.
Peso de atezadores verticales grandes	1,000 Kg.

Peso de los atezadores verticales chicos	530 Kg.
Peso de los atezadores longitudinales	<u>562 Kg.</u>
Total	9,727 Kg.

En total se consideran 10,000 Kg.

$$W = \frac{\text{Peso}}{\text{Claro}} = \frac{10,000}{2,500} = 4 \text{ Kg/cm}$$

$$\Delta w = \frac{5 \times 4 \times (2,500)^4}{384 \times 2.1 \times 10^6 \times 1,761,852} = 0.549 \text{ cm}$$

$$\Delta r = 1.847 + 0.549 = 2.4 \text{ cm.}$$

$$800 \leq \frac{2,500}{2.4} = 1,041$$

Como $1/\Delta r$ es mayor que 800, la sección seleccionada cumple con las restricciones de diseño y ésta será la sección del puente.

3.1.2.- Cálculo del puente por cargas horizontales.- En el cálculo del puente por carga horizontal se debe cumplir que el momento flexionante sea menor o igual al momento resistente.

La fuerza horizontal para grúas clase "D" es un 5% de la fuerza vertical, la cual es de 42,000 Kg. Esta fuerza se debe dividir entre el número de puentes.

Por lo tanto la fuerza horizontal es:

$$\frac{42,000}{2} \times 0.05 = 1,050 \text{ Kg.}$$

El momento flexionante debido a la carga horizontal es:

$$M' = \frac{P \times L}{4} = \frac{1,050 \times 2,500}{4} = 656,250 \text{ Kg/cm}^2$$

El momento resistente se calcula por medio de la expresión.

$$M_R = \frac{I_{yy}}{c} \sigma$$

Donde I_{yy} = Momento de inercia en el eje yy (cm^4).

c = Distancia entre el eje neutro a la fibra más alejada (cm).

σ = Esfuerzo de trabajo (Kg/cm^2).

El momento de inercia se obtiene del dibujo 25, y de acuerdo a la siguiente expresión:

$$I_{yy} = I_a + I_p$$

Donde I_a = Momento de inercia del alma (cm^4).

I_p = Momento de inercia del patín (cm^4).

$$I_a = (I_{ayy} + Ad^2) \times 2$$

$$I_{ayy} = \frac{b \times h^3}{12} = \frac{170 \times (0.63)^3}{12} = 3.5 \text{ cm}^4$$

$$Ad^2 = (0.63) \times (1.70) \times (40.7)^2 = 177,410 \text{ cm}^4$$

$$I_a = (3.5 + 177,410) \times 2 = 354,827 \text{ cm}^4$$

$$I_p = \frac{b \times h^3}{12} = \frac{0.95 \times (91.5)^2}{12} = 60,646 \text{ cm}^4$$

$$I_{yy} = 354,827 + 60,646 = 415,473 \text{ cm}^4$$

El momento resistente se obtiene por:

$$M_r = \frac{415,473}{40.7} \times 1,000 = 11'698,284 \text{ Kg/cm}^2.$$

Como el momento resistente es mayor al momento flexionante concluimos que la viga seleccionada soporta la carga horizontal, vertical y cumple con las restricciones del diseño.

3.1.3.- Cálculo de los refuerzos longitudinales.- En las vigas tipo caja cuando se utilizan placas muy delgadas es importante reforzar las almas y los patines para evitar el pandeo de éstas, con lo que se obtiene un ahorro en el material y por consiguiente en el precio total de la grúa.

Las normas C.M.A.A. indican cuantos atezadores longitudinales y la posición en la que se deben poner éstos, los cuales se enlistan a continuación.

Cuando un atezador longitudinal es usado, éste deberá ser localizado de tal manera que la línea de centros sea aproximadamente 0.4 veces la distancia que hay desde el interior de la superficie de la placa del patin comprimido al eje neutro. Este atezador tendrá un momento de inercia no menor que:

$$I_o = 1.2 \left[0.4 + 0.6 \frac{a}{h} + 0.9 \left(\frac{a}{h} \right)^2 + 8 \frac{A_s \times a}{h^2 t} \right] h t^3$$

Donde: I_o = Momento de inercia menor que el momento de inercia del atezador longitudinal (cm^4).

a = Distancia entre dos atezadores verticales (cm).

h = Altura de las almas (cm).

A_z = Area transversal del atiezador (cm^2).

t = Espesor del alma (cm).

Cuando dos atiezadores longitudinales son usados, éstos deberán localizarse de tal manera que la línea de centro de ellos sea aproximadamente 0.25 y 0.55 veces la distancia que hay respectivamente desde el interior de la superficie de la placa del patín comprimido al eje neutro. Cada uno de estos atiezadores tendrá un momento de inercia no menor que.

$$I_o = 1.2 \left[0.3 + 0.4 \frac{a}{h} + 1.3 \left(\frac{a}{h} \right)^2 + 14 \frac{A_z \times a}{h^2 t} \right] h t^3$$

En nuestro ejemplo llevará un atiezador longitudinal en cada alma, el cual es placa de 3/8" de espesor por 6" de ancho y 25 m. de longitud.

El momento de inercia de atiezador es:

$$I = I_z + A_z d^2$$

Donde I_z = Momento de inercia del atiezador (cm^4).

A_z = Area del atiezador (cm^2).

d = Distancia del eje del atiezador al eje neutro (cm).

$$I_z = \frac{b \times h^3}{12} = \frac{15.2 \times (0.95)^3}{12} = 1 \text{ cm}^4.$$

$$A_z = b \times h = 15.2 \times 0.95 = 14.44 \text{ cm}^2.$$

$$d = \frac{168}{2} \times 0.6 = 50.4 \text{ cm.}$$

$$I = 1 + 14.44 \times (50.4)^2 = 36,680 \text{ cm}^4.$$

Este momento de inercia debe ser mayor que:

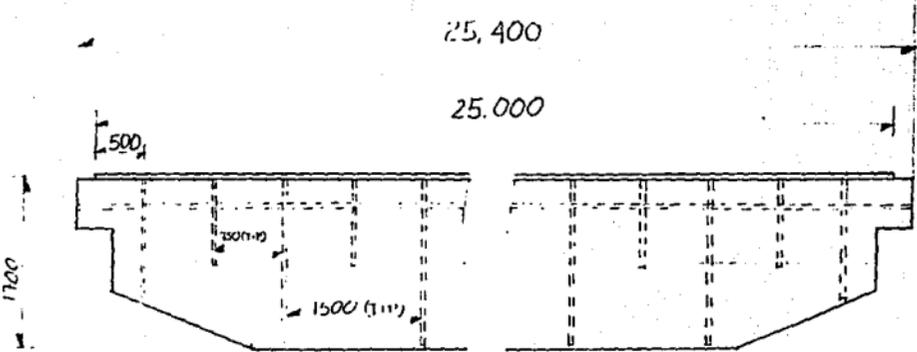
$$I_0 = 1.2 \left[0.4 + 0.6 \frac{150}{168} + 0.9 \left(\frac{150}{168} \right)^2 + 8 \frac{14.44 \times 150}{168^2 \times 0.63} \right] \times \\ \times 168 \times 0.63^3 = 132.40 \text{ cm}^4.$$

Como el momento de inercia del atizador es muchísimo mayor que I_0 , demostrándose que el atizador esta bien seleccionado.

3.1.4.- Estandarización de puentes.- En este punto se pretende elaborar unas tablas para diferentes capacidades de grúas viajeras CMAA clasificación "C" y para diferentes claros.

El criterio para el cálculo de los puentes será el mismo del inciso 3.1, pero en este caso nos auxiliaremos de la computadora para hacer más rápidos los calculos.

Las tablas que se elaborarán son para puentes de grúas - de 1, 3, 5, 7.5, 10, 15 y 20 Toneladas de capacidad y claros de 3, 5, 7.5, 10, 15 y 20 metros. En las tablas se indica el peso del polipasto, la distancia entre centros de rueda el polipasto (ambos valores obtenido de catálogos de fabricantes de polipastos), el momento flexionante, el momento resistente, el momento de inercia de la viga, la relación



DIBUJO 26
Puente.

Acot. mm

entre el claro y la deflexión total, la viga a usar (para -
ver las propiedades y dimensiones de las vigas IPR e IPC, -
ver anexo 8), el peso de la viga por metro, el peso total -
del puente y tipo de viga; si es monopuerto o bipuerto.

A continuación se da un listado del programa BASIC con -
el cual se elaboraron dichas tablas.

```

10 REM          NORMALIZACION DE GRUAS
20 REM          PROGRAMA PARA CALCULO DE PUENTES
30 INPUT "de el valor de la capacidad de la grúa en [kg]"; CA
40 INPUT "claro en [ca]"; CL
50 INPUT "distancia entre centro de ruedas del carro en [ca]"; DC
60 INPUT "peso del carro en [kg]"; PC
65 INPUT "peso del dispositivo de levantamiento en [kg]"; DL
70 PRINT "clase de servicio de la grúa"
75 X$=INPUT$(1)
80 IF X$="a" THEN FM=1: GOTO 130
90 IF X$="b" THEN FM=1.1: GOTO 130
100 IF X$="c" THEN FM=1.25: GOTO 130
110 IF X$="d" THEN FM=1.4: GOTO 130
120 IF X$="e" THEN FM=1.6: GOTO 130
123 PRINT "las clases de servicio corresponden desde la letra A a la E escritas
con minusculas "
126 GOTO 70
130 PRINT "es monopunte o bipunte la grúa"
135 Y$=INPUT$(1)
140 IF Y$="a" THEN DE=2: GOTO 160
150 IF Y$="b" THEN DE=4: GOTO 160
153 PRINT "este programa es solo para gruas monopunte v bipunte teclealo con
minusculs"
156 GOTO 130
160 LET P=(CA*FM)+(PC+DL)*DE
170 LET MFV=(CL-(DC/2))*2/P*(2*CL)
180 PRINT "Momento flexionante maximo por carga viva="; MFV "(kg-cm)"
190 LET S=MFV/1000
200 PRINT "modulo de seccion S="; S "[cm3]"
210 PRINT "
MENU"
220 PRINT "1.- Perfiles comerciales IPR"
230 PRINT "2.- Vigas formadas de tres placas IPC"
240 PRINT "3.- Vigas tipo ca'a"
250 PRINT "4.- Salir de ste programa"
255 PRINT "escribe el número del menu"
260 INPUT "el menu escogido es: "; ME
270 REM
280 IF ME=1 THEN GOSUB 400
290 IF ME=2 THEN GOSUB 1400
300 IF ME=3 THEN GOSUB 3000
310 IF ME=4 THEN 4500
320 PRINT "error su elección debe ser 1,2,3 & 4"
330 GOTO 210
340 REM          subrutinas
400 REM          SELECCION DE PERFILES COMERCIALES IPR
410 PRINT "De algun manual de perfiles, obtenga los valores que a continuación s
e piden"
420 INPUT "peso de la viga por metro lineal en (kg/m)"; WU
430 PRINT "Si es que la viga lleva atizadores, cubreplacas, barandales, etc. an
otar su peso:"

```

```

435 PRINT "NOTA: Si es que el puente contiene cubreplacas o riel, sus propiedades
x varían por lo que es recomendable analizarlo como un IPC"
440 INPUT "Peso de materiales adicionales en [kg/m]"; WA
450 LET WT-WU-WA
460 LET MFH=(WT*(CL^2))/800
470 REM la fórmula se dividió entre 100 para transformar las unidades
480 PRINT "Momento flexionante máximo por carga muerta="; MFH
490 LET MFT-MFH-MFV
500 PRINT "Momento flexionante máximo total="; MFT
510 LET S-MFT/1000
520 PRINT "Nuevo módulo de sección que contempla al peso propio y al peso de la
carga"; S
530 PRINT "con ste nuevo valor de -S- se puede seleccionar el mismo perfil, u o
tro perfil o bien hacer una vigueta hechiza"
540 PRINT "      submenú"
550 PRINT "1. mismo perfil seleccionado"
560 PRINT "2.- seleccionar otro perfil estandar"
570 PRINT "3 - regresar al menú original"
580 PRINT "4.- salirse del programa"
590 PRINT "selecciona el número del submenú"
600 INPUT "el submenú seleccionado es:"; SM
610 IF SM=1 THEN 700
620 IF SM=2 THEN 410
630 IF SM=3 THEN 210
640 IF SM=4 THEN 4500
650 PRINT "error su eleccion debe ser 1,2,3 o 4"
660 GOTO 540
700 INPUT "de el valor de I en [cm4]"; I
710 INPUT "de el valor del peralte de la viga en [mm]"; PE
720 LET MR=(I*20000)/PE
730 REM formula original MR=(I*1000)/c
740 PRINT "Momento de resistente de la viga="; MR
745 PRINT "Momento flexionante máximo total="; MFT
750 PRINT "como no en todos los casos se debe cumplir la desigualdad de MR>MFT, po
r que en los casos donde el claro es muy grande se hace un diseño por rigidez pri
ncipalmente y no por resistencia"
760 PRINT "Oprima C para continuar y obtener la relación entre el claro y la def
lexión. U oprima R para reiniciar la selección de la viga"
770 Z$=INPUT$(1)
780 IF Z$="c" THEN 820
790 IF Z$="r" THEN 540
800 PRINT "teclée C ó R unicamente con minusculas"
810 GOTO 760
820 PRINT "obtenemos las deflexiones por carga viva y por carga muerta"
830 LET DV=(2*P*(CL^3))/(48*2100000*I)
840 PRINT "deflexión máxima por carga viva="; DV "[ca]"
850 LET DM=(5*WT*(CL^4))/(384*2100000*I*100)
860 PRINT "deflexión máxima por carga muerta="; DM "[ca]"
870 LET DT=DM+DV
880 PRINT "deflexión total="; DT "[ca]"

```

```

890 LET RD=CL/DT
900 PRINT "claro entre deflexión total="; RD
910 PRINT "estas de acuerdo con esta relación"
915 Ks=INPUT$(1)
920 IF Ks="n" THEN 540
930 IF Ks="s" THEN 960
940 PRINT "solo escribe si ó no, pero con minusculas"
950 GOTO 910
960 CLS
970 FOR J=1 TO 80
980 PRINT "-";
990 NEXT J
1000 PRINT "          RESUMEN DE DATOS Y RESULTADOS PARA UNA VIGA IPE"
1010 PRINT "CAPACIDAD                ="; CA "[kg]"
1020 PRINT "CLARO                    ="; CL "[cm]"
1025 PRINT "CLASE DE SERVICIO (CMAA)      ="; CS
1030 PRINT "PESO DEL CARRO                ="; PC "[kg]"
1040 PRINT "PESO DEL IPE-a                ="; WU "[kg/m]"
1050 PRINT "PESO TOTAL DE LA VIGA          ="; WT "[kg/m]"
1060 PRINT "DEFLEXION TOTAL                ="; DT "[cm]"
1070 PRINT "CLARO/DEFLEXION TOTAL          ="; RD
1080 PRINT "MOMENTO FLEX. MAX. TOTAL       ="; MFT "[kg-cm]"
1090 PRINT "MOMENTO RESISTENTE             ="; MR "[kg-cm]"
1100 PRINT "MOMENTO DE INERCIA             ="; I "[cm-4]"
1110 PRINT "MODULO DE SECCION (calculado) ="; S "[cm-3]"
1120 FOR J=1 TO 80
1130 PRINT "-";
1140 NEXT J
1145 GOTO 210
1150 REM FINAL DE LA SUBROUTINA 400 PARA PERFILES COMERCIALES
1160 RETURN
1400 REM          VIGAS FORMADAS DE TRES PLACAS IPC
1410 CLS
1420 PRINT "          DISEÑO DE VIGAS FORMADAS DE TRES PLACAS IPC"
1430 PRINT "por ser una viga hecha de los valores que a continuación se piden"
"
1440 INPUT "ancho del riel (WR) en [mm]"; WR
1450 INPUT "altura del riel (HR) en [mm]"; HR
1460 INPUT "espesor de la cubreplaca superior (TCS) en [mm]"; TCS
1470 INPUT "ancho del patin superior (WFS) en [mm]"; WFS
1480 INPUT "espesor del patin superior (TFS) en [mm]"; TFS
1490 INPUT "altura de la placa intermedia (HM) en [mm]"; HM
1500 INPUT "espesor del alma (TW) en [mm]"; TW
1510 INPUT "espesor del patin inferior (TFI) en [mm]"; TFI
1520 INPUT "ancho del patin inferior (WFI) en [mm]"; WFI
1530 INPUT "espesor de la cubreplaca inferior (TCI) en [mm]"; TCI
1540 INPUT "ancho de la cubreplaca inferior y superior (WC) en [mm]"; WC
1550 LET PE=TFS+HW+TFI
1560 LET HT=HR+TCS+TFS+HM+TFI+TCI

```

```

1570 LET A1=HR*WR
1580 LET A2=TCS*WC
1590 LET A3=TFS*WFS
1600 LET A4=HM*TW
1610 LET A5=TFI*WFI
1620 LET A6=TCI*WC
1630 LET AT=(A1+A2+A3+A4+A5+A6)/100
1640 LET Y1=(HR/2)*TCS+TFS+HM+TFI+TCI
1650 LET Y2=(TCS/2)*TFS+HM+TFI+TCI
1660 LET Y3=(TFS/2)*HM+TFI+TCI
1670 LET Y4=(HM/2)*TFI+TCI
1680 LET Y5=(TFI/2)*TCI
1690 LET Y6=TCI/2
1700 LET MAY=(A1*Y1)+(A2*Y2)+(A3*Y3)+(A4*Y4)+(A5*Y5)+(A6*Y6)
1710 LET YT=MAY/(AT*100)
1720 LET IX1=(WR*(HR^3)/12
1730 LET IX2=(WC*(TCS^3)/12
1740 LET IX3=(WFS*(TFS^3)/12
1750 LET IX4=(TW*(HM^3)/12
1760 LET IX5=(WFI*(TFI^3)/12
1770 LET IX6=(WC*(TCI^3)/12
1780 LET IT=IX1+IX2+IX3+IX4+IX5+IX6
1790 LET DC1=TCI+TFI+HM+TFS+TCS*(HR/2)-YT
1800 LET DC2=TCI+TFI+HM+TFS*(TCS/2)-YT
1810 LET DC3=TCI+TFI+HM*(TFS/2)-YT
1820 LET DC4=YT-TCI-TFI-HM/2)
1830 LET DC5=YT-TCI-(TFI/2)
1840 LET DC6=YT-(TCI/2)
1850 LET AD=(A1*(DC1^2)+A2*(DC2^2)+A3*(DC3^2)+(A4*(DC4^2)+(A5*(DC5^2)+(A6*(DC6^2))
1860 LET IX=(IT+AD)
1870 LET RS=SQR(IX/AT)
1880 PRINT "siendo el material acero, su densidad es de 7.9 kg/dm3"
1890 LET DE=.0079
1900 LET VO=AT*100
1910 LET PI=DE*VO
1920 REM el valor de "c" en la ecuación del momento resistente es el valor del eje neutro a la fibra más alejada
1930 LET EJ=HT-YT
1940 IF (YT>EJ) THEN PRINT "valor de c=": YT: GOTO 1960
1950 PRINT "valor de c=": EJ
1960 PRINT "valor que corresponde a la distancia en [mm] del eje neutro a la fibra más alejada"
1965 INPUT "teclea esta valor otra vez por favor en [aa]": CC
1970 PRINT "este valor de -c- solo es con respecto al momento de inercia en X, por que para el caso del momento de inercia en Y, se considera que la estructura es simétrica con respecto al eje vertical"
1975 LET MDC=(IX*10)-CC
1980 LET IY1=(HR*(WR^3)/12
1990 LET IY2=(TCS*(WC^3)/12

```

```

2000 LET IY3=(IY5*(WFS*3))/12
2010 LET IY4=(HW*(TW*3))/12
2020 LET IY5=(TFI*(WFI*3))/12
2030 LET IY6=(ICI*(WC*3))/12
2040 LET IY7=(IY1+IY2+IY3+IY4+IY5+IY6)/(10000)
2050 LET MDY=(IY7*10^2)/WFS
2060 REM formula anterior sy=ity/kc con kc en cm
2070 LET RGY=SOR(IY7/AT)
2080 PRINT "Si es que la viga lleva atizadores, barandales etc. anotar su peso"
2090 INPUT "peso de los materiales adicionales en [kg/m]"; WAC
2100 LET WTC=PI*WAC
2110 LET MFC=(WTC*(CL^2))/600
2120 REM la fórmula se dividió entre 100 para transformar las unidades
2130 LET MTC=MFC*MFV
2140 PRINT "Momento flexionante máximo total="; MTC
2160 LET MRC=(IX*10000)/CC
2170 PRINT "Momento resistente del IPC="; MRC
2180 PRINT "como no en todos los casos se debe cumplir la desigualdad MR*MF, por
que en los casos donde el claro es muy grande se hace un diseño por rigidez pri
ncipalmente y no por resistencia"
2190 PRINT "obtenemos las deflexiones por carga viga y carga suerta"
2200 LET DVC=(2^3*(CL^3))/(48*2100000!*IX)
2210 LET DMC=(5*WTC*(CL^4))/(384*2100000!*IX*100)
2215 REM se multiplica por 100 para transformar las unidades de mtc
2220 LET DTC=DVC*DMC
2230 LET RDC=CL/DTC
2240 CLS
2250 FOR J=1 TO 80
2260 PRINT "-";
2270 NEXT J
2280 PRINT "          RESUMEN DE DATOS Y RESULTADOS PARA UNA VIGA IPC"
2290 PRINT "MOMENTO FLEXIONANTE"           "="; MTC "[kg-cm]"
2300 PRINT "MOMENTO RESISTENTE"          "="; MRC "[kg-cm]"
2310 PRINT "CLARO/DEFLEXION"              "="; RDC
2320 PRINT "MOMENTO DE INERCIA EN EJE X"  "="; IX "[cm4]"
2330 PRINT "MODULO DE SECCION EN EJE X"   "="; MDC "[cm3]"
2340 PRINT "RADIO DE GIRO EN EJE X"      "="; RG "[cm]"
2350 PRINT "PESO TOTAL DE LA VIGA POR m"  "="; WTC "[kg/m]"
2360 PRINT "DEFLEXION TOTAL"              "="; DTC "[cm]"
2370 PRINT "ANCHO DEL RIEL"               "="; WR "[cm]"
2380 PRINT "ALTURA DEL RIEL"             "="; HR "[cm]"
2390 PRINT "ANCHO DE LA CUBREPLACA INF. Y SUP."
2400 PRINT "ESPESOR DE LA CUBREPLACA SUPERIOR"
2405 INPUT "presiona ENTER para continuar"; ZJ
2410 PRINT "ANCHO DEL PATIN SUPERIOR"      "="; WFS "[mm]"
2420 PRINT "ESPESOR DEL PATIN SUPERIOR"    "="; TFS "[mm]"
2430 PRINT "ALTURA DE LA PLACA INTERMEDIA"
2440 PRINT "ESPESOR DEL ALFA"             "="; TW "[mm]"
2450 PRINT "ESPESOR DEL PATIN INFERIOR"    "="; TFI "[mm]"
2460 PRINT "ANCHO DEL PATIN INFERIOR"      "="; WFI "[mm]"

```

```

2470 PRINT "ESPESOR DE LA CUBREPLACA INFERIOR" ="; TCI "[mm]"
2475 INPUT "Presione ENTER para continuar"; ZJ
2480 PRINT "AREA" ="; AT "[cm2]"
2490 PRINT "MOMENTO DE INERCIA EN EJE Y" ="; IY "[cm4]"
2500 PRINT "MOMENTO DE INERCIA EN EJE Z" ="; IZ "[cm4]"
2510 PRINT "RADIO DE GIRO EN Y" ="; RGY "[cm]"
2520 PRINT "CAPACIDAD DE LA GRUA" ="; CA "[kg]"
2530 PRINT "CLASE" ="; CL "[cm]"
2540 PRINT "CLASE DE SERVICIO (CMAA)" ="; CS
2550 PRINT "PESO DEL CARRO" ="; PC "[kg]"
2560 PRINT "FEARALTE DE LA VIGA" ="; PE "[mm]"
2570 PRINT "ALTURA TOTAL DE LA VIGA" ="; HT "[mm]"
2580 FOR J=1 TO 80
2590 PRINT "-";
2600 NEXT J
2620 PRINT "estas de acuerdo con el diseño obtenido"
2625 XS=INPUT$ ":"
2630 IF XS="a" THEN 1400
2640 IF XS="s" THEN 2670
2650 PRINT "s: escribe si o no, pero con minusculas"
2660 GOTO 2620
2670 PRINT "La viga ha sido diseñada para que soporte la carga viva y el peso p
opio, sin tomar en cuenta las fuerzas laterales"
2675 GOTO 2620
2680 REM FINAL DE LA SUBROUTINA 1400 PERFILES COMPUESTOS
2690 RETURN
3000 REM
3010 REM
3020 REM
3030 REM
3040 REM
3050 REM
3060 REM
3070 REM
3080 REM
3090 REM
3100 REM
3110 REM
3120 REM
3130 REM
3140 REM
3150 REM
3160 REM
3170 REM
3180 REM
3190 REM
3200 REM
3210 REM
3220 REM
3230 REM
3240 REM
3250 REM
3260 REM
3270 REM
3280 REM
3290 REM
3300 REM
3310 REM
3320 REM
3330 REM
3340 REM
3350 REM
3360 REM
3370 REM
3380 REM
3390 REM
3400 REM
3410 REM
3420 REM
3430 REM
3440 REM
3450 REM
3460 REM
3470 REM
3480 REM
3490 REM
3500 REM
3510 REM
3520 REM
3530 REM
3540 REM
3550 REM
3560 REM
3570 REM
3580 REM
3590 REM
3600 REM
3610 REM
3620 REM
3630 REM
3640 REM
3650 REM
3660 REM
3670 REM
3680 REM
3690 REM
3700 REM
3710 REM
3720 REM
3730 REM
3740 REM
3750 REM
3760 REM
3770 REM
3780 REM
3790 REM
3800 REM
3810 REM
3820 REM
3830 REM
3840 REM
3850 REM
3860 REM
3870 REM
3880 REM
3890 REM
3900 REM
3910 REM
3920 REM
3930 REM
3940 REM
3950 REM
3960 REM
3970 REM
3980 REM
3990 REM
4000 REM
4010 REM
4020 REM
4030 REM
4040 REM
4050 REM
4060 REM
4070 REM
4080 REM
4090 REM
4100 REM
4110 REM
4120 REM
4130 REM
4140 REM
4150 REM
4160 REM
4170 REM
4180 REM
4190 REM
4200 REM
4210 REM
4220 REM
4230 REM
4240 REM
4250 REM
4260 REM
4270 REM
4280 REM
4290 REM
4300 REM
4310 REM
4320 REM
4330 REM
4340 REM
4350 REM
4360 REM
4370 REM
4380 REM
4390 REM
4400 REM
4410 REM
4420 REM
4430 REM
4440 REM
4450 REM
4460 REM
4470 REM
4480 REM
4490 REM
4500 REM
4510 REM
4520 REM
4530 REM
4540 REM
4550 REM
4560 REM
4570 REM
4580 REM
4590 REM
4600 REM
4610 REM
4620 REM
4630 REM
4640 REM
4650 REM
4660 REM
4670 REM
4680 REM
4690 REM
4700 REM
4710 REM
4720 REM
4730 REM
4740 REM
4750 REM
4760 REM
4770 REM
4780 REM
4790 REM
4800 REM
4810 REM
4820 REM
4830 REM
4840 REM
4850 REM
4860 REM
4870 REM
4880 REM
4890 REM
4900 REM
4910 REM
4920 REM
4930 REM
4940 REM
4950 REM
4960 REM
4970 REM
4980 REM
4990 REM
5000 REM
5010 REM
5020 REM
5030 REM
5040 REM
5050 REM
5060 REM
5070 REM
5080 REM
5090 REM
5100 REM
5110 REM
5120 REM
5130 REM
5140 REM
5150 REM
5160 REM
5170 REM
5180 REM
5190 REM
5200 REM
5210 REM
5220 REM
5230 REM
5240 REM
5250 REM
5260 REM
5270 REM
5280 REM
5290 REM
5300 REM
5310 REM
5320 REM
5330 REM
5340 REM
5350 REM
5360 REM
5370 REM
5380 REM
5390 REM
5400 REM
5410 REM
5420 REM
5430 REM
5440 REM
5450 REM
5460 REM
5470 REM
5480 REM
5490 REM
5500 REM
5510 REM
5520 REM
5530 REM
5540 REM
5550 REM
5560 REM
5570 REM
5580 REM
5590 REM
5600 REM
5610 REM
5620 REM
5630 REM
5640 REM
5650 REM
5660 REM
5670 REM
5680 REM
5690 REM
5700 REM
5710 REM
5720 REM
5730 REM
5740 REM
5750 REM
5760 REM
5770 REM
5780 REM
5790 REM
5800 REM
5810 REM
5820 REM
5830 REM
5840 REM
5850 REM
5860 REM
5870 REM
5880 REM
5890 REM
5900 REM
5910 REM
5920 REM
5930 REM
5940 REM
5950 REM
5960 REM
5970 REM
5980 REM
5990 REM
6000 REM
6010 REM
6020 REM
6030 REM
6040 REM
6050 REM
6060 REM
6070 REM
6080 REM
6090 REM
6100 REM
6110 REM
6120 REM
6130 REM
6140 REM
6150 REM
6160 REM
6170 REM
6180 REM
6190 REM
6200 REM
6210 REM
6220 REM
6230 REM
6240 REM
6250 REM
6260 REM
6270 REM
6280 REM
6290 REM
6300 REM
6310 REM
6320 REM
6330 REM
6340 REM
6350 REM
6360 REM
6370 REM
6380 REM
6390 REM
6400 REM
6410 REM
6420 REM
6430 REM
6440 REM
6450 REM
6460 REM
6470 REM
6480 REM
6490 REM
6500 REM
6510 REM
6520 REM
6530 REM
6540 REM
6550 REM
6560 REM
6570 REM
6580 REM
6590 REM
6600 REM
6610 REM
6620 REM
6630 REM
6640 REM
6650 REM
6660 REM
6670 REM
6680 REM
6690 REM
6700 REM
6710 REM
6720 REM
6730 REM
6740 REM
6750 REM
6760 REM
6770 REM
6780 REM
6790 REM
6800 REM
6810 REM
6820 REM
6830 REM
6840 REM
6850 REM
6860 REM
6870 REM
6880 REM
6890 REM
6900 REM
6910 REM
6920 REM
6930 REM
6940 REM
6950 REM
6960 REM
6970 REM
6980 REM
6990 REM
7000 REM
7010 REM
7020 REM
7030 REM
7040 REM
7050 REM
7060 REM
7070 REM
7080 REM
7090 REM
7100 REM
7110 REM
7120 REM
7130 REM
7140 REM
7150 REM
7160 REM
7170 REM
7180 REM
7190 REM
7200 REM
7210 REM
7220 REM
7230 REM
7240 REM
7250 REM
7260 REM
7270 REM
7280 REM
7290 REM
7300 REM
7310 REM
7320 REM
7330 REM
7340 REM
7350 REM
7360 REM
7370 REM
7380 REM
7390 REM
7400 REM
7410 REM
7420 REM
7430 REM
7440 REM
7450 REM
7460 REM
7470 REM
7480 REM
7490 REM
7500 REM
7510 REM
7520 REM
7530 REM
7540 REM
7550 REM
7560 REM
7570 REM
7580 REM
7590 REM
7600 REM
7610 REM
7620 REM
7630 REM
7640 REM
7650 REM
7660 REM
7670 REM
7680 REM
7690 REM
7700 REM
7710 REM
7720 REM
7730 REM
7740 REM
7750 REM
7760 REM
7770 REM
7780 REM
7790 REM
7800 REM
7810 REM
7820 REM
7830 REM
7840 REM
7850 REM
7860 REM
7870 REM
7880 REM
7890 REM
7900 REM
7910 REM
7920 REM
7930 REM
7940 REM
7950 REM
7960 REM
7970 REM
7980 REM
7990 REM
8000 REM
8010 REM
8020 REM
8030 REM
8040 REM
8050 REM
8060 REM
8070 REM
8080 REM
8090 REM
8100 REM
8110 REM
8120 REM
8130 REM
8140 REM
8150 REM
8160 REM
8170 REM
8180 REM
8190 REM
8200 REM
8210 REM
8220 REM
8230 REM
8240 REM
8250 REM
8260 REM
8270 REM
8280 REM
8290 REM
8300 REM
8310 REM
8320 REM
8330 REM
8340 REM
8350 REM
8360 REM
8370 REM
8380 REM
8390 REM
8400 REM
8410 REM
8420 REM
8430 REM
8440 REM
8450 REM
8460 REM
8470 REM
8480 REM
8490 REM
8500 REM
8510 REM
8520 REM
8530 REM
8540 REM
8550 REM
8560 REM
8570 REM
8580 REM
8590 REM
8600 REM
8610 REM
8620 REM
8630 REM
8640 REM
8650 REM
8660 REM
8670 REM
8680 REM
8690 REM
8700 REM
8710 REM
8720 REM
8730 REM
8740 REM
8750 REM
8760 REM
8770 REM
8780 REM
8790 REM
8800 REM
8810 REM
8820 REM
8830 REM
8840 REM
8850 REM
8860 REM
8870 REM
8880 REM
8890 REM
8900 REM
8910 REM
8920 REM
8930 REM
8940 REM
8950 REM
8960 REM
8970 REM
8980 REM
8990 REM
9000 REM
9010 REM
9020 REM
9030 REM
9040 REM
9050 REM
9060 REM
9070 REM
9080 REM
9090 REM
9100 REM
9110 REM
9120 REM
9130 REM
9140 REM
9150 REM
9160 REM
9170 REM
9180 REM
9190 REM
9200 REM
9210 REM
9220 REM
9230 REM
9240 REM
9250 REM
9260 REM
9270 REM
9280 REM
9290 REM
9300 REM
9310 REM
9320 REM
9330 REM
9340 REM
9350 REM
9360 REM
9370 REM
9380 REM
9390 REM
9400 REM
9410 REM
9420 REM
9430 REM
9440 REM
9450 REM
9460 REM
9470 REM
9480 REM
9490 REM
9500 REM
9510 REM
9520 REM
9530 REM
9540 REM
9550 REM
9560 REM
9570 REM
9580 REM
9590 REM
9600 REM
9610 REM
9620 REM
9630 REM
9640 REM
9650 REM
9660 REM
9670 REM
9680 REM
9690 REM
9700 REM
9710 REM
9720 REM
9730 REM
9740 REM
9750 REM
9760 REM
9770 REM
9780 REM
9790 REM
9800 REM
9810 REM
9820 REM
9830 REM
9840 REM
9850 REM
9860 REM
9870 REM
9880 REM
9890 REM
9900 REM
9910 REM
9920 REM
9930 REM
9940 REM
9950 REM
9960 REM
9970 REM
9980 REM
9990 REM

```

```

3220 LET A5=HM*F
3230 LET A6=TFI*WF1
3240 LET A7=TCI*WC
3250 LET AT=(A1+A2+A3+A4+A5+A6+A7)/100
3260 LET Y1=(HM/2)+TCS+TFS+HM+TFI+TCI
3270 LET Y2=(TCS/2)+TFS+HM+TFI+TCI
3280 LET Y3=(TFS/2)+HM+TFI+TCI
3290 LET Y4=(HM/2)+TFI+TCI
3300 LET Y5=(HM/2)+TFI+TCI
3310 LET Y6=(TFI/2)+TCI
3320 LET Y7=TCI/2
3330 LET MAY=(A1*Y1)+(A2*Y2)+(A3*Y3)+(A4*Y4)-(A5*Y5)+(A6*Y6)+(A7*Y7)
3340 LET YT=MAY/(AT*100)
3350 LET IX1=(WB*(HR*3))/12
3360 LET IX2=(WC*(TCS*3))/12
3370 LET IX3=(WFS*(TFS*3))/12
3380 LET IX4=(AF*(HM*3))/12
3390 LET IX5=(F*(HM*3))/12
3400 LET IX6=WF1*(TFI*3)/12
3410 LET IX7=WC*(TCI*3)/12
3420 LET IT=IX1+IX2+IX3+IX4-IX5+IX6+IX7
3430 LET DC1=TCI+TFI+HM+TFS+TCS+(HR/2)-YT
3440 LET DC2=TCI+TFI+HM+TFS+(TCS/2)-YT
3450 LET DC3=TCI+TFI+HM+(TFS/2)-YT
3460 LET DC4=(TCI+TFI)-(HM/2)
3470 LET DC5=(TCI+TFI)-(HM/2)
3480 LET DC6=(TCI+TFI)-(TFI/2)
3490 LET DC7=(TCI/2)
3500 LET AD=1+(DC1*2)+(A2*(DC2*2)+(A3*(DC3*2))-A4*(DC4*2))-A5*(DC5*2)+(A6*(DC6*2)+(A7*(DC7*2))
3510 LET IX=(IT*AD)/(10000)
3520 LET RG=SCB:IX/AT)
3530 PRINT "siendo el material acero, la densidad es de 7.8 kg dm3"
3540 LET DE=.0079
3550 LET VO=AT*100
3560 LET PI=DE*VO
3570 REM el valor de -c- en la ecuación de momento resistente es el valor del eje neutro a la fibra más alejada
3580 LET EJ=HT-YT
3590 IF (YT>E): THEN PRINT "el valor de c="; YT: GOTO 3610
3600 PRINT "valor de c="; EJ
3610 PRINT "valor que corresponde a la distancia en [mm] del eje neutro a la fibra más alejada"
3620 INPUT "teclea ste valor otra vez por favor en [mm]:" CC
3630 PRINT "ste valor de -c- solo es con respecto a eje X, porque para el caso del eje Y se considera simetrica la viga en relación al eje vertical"
3640 LET MDC=IX*10/CC
3650 LET IV1=(WB*(HR*3))/12
3660 LET IV2=(WC*(TCS*3))/12
3670 LET IV3=(WFS*(TFS*3))/12

```

```

3680 LET IY4=(HM*(AF*3))/12
3690 LET IY5=(HM*(F*3))/12
3700 LET IY6=(TFI*(WF1*3))/12
3710 LET IY7=(TCI*(WC*3))/12
3720 LET IY=(IY1+IY2+IY3+IY4+IY5+IY6+IY7)/(10000)
3730 LET MDY=(ITY*10^2)/WFS
3732 REM fórmula anterior sy=s/ky
3734 LET RGY=SGR(ITY/AT)
3736 PRINT "Si es que la viga lleva atezadores, barandales, etc. anotar su peso
"
3738 INPUT "peso de los materiales adicionales en {kg/m}"; WAC
3740 LET WTC=PI*WAC
3742 LET MFC=(WTC*(CL^2))/800
3744 REM la fórmula se dividió entre 100 para transformar las unidades
3746 LET MTC=MFC*MFV
3748 PRINT "Momento flexionante máximo total="; MTC "(kg-cm)"
3750 LET MRC=(IX*10000)/CC
3752 PRINT "Momento resistente de la viga tipo caja="; MRC "(kg-cm)"
3754 PRINT "Como no en todos los casos se debe cumplir la desigualdad de MR>MF,
porque en los casos donde el claro es muy grande se hace un diseño por rigidez y
no por resistencia"
3756 PRINT "obtenemos las deflexiones por carga viva y por carga muerta"
3758 LET DVC=(2*P*(CL^3))/(48*21000000*IX)
3760 LET DMC=(5*WTC*(CL^4))/(384*21000000*IX*100)
3761 REM se multiplica por 100 para transformar las unidades de mtc
3762 LET DTC=DVC+DMC
3764 LET RDC=CL/DTC
3766 CLS
3770 FOR J=1 TO 80
3780 PRINT "-";
3790 NEXT J
3800 PRINT "      RESUMEN DE DATOS Y RESULTADOS PARA UNA VIGA TIPO CAJA"
3810 PRINT "MOMENTO FLEXIONANTE           ="; MTC "(kg-cm)"
3820 PRINT "MOMENTO RESISTENTE                 ="; MRC "(kg-cm)"
3830 PRINT "CLARO /DEFLEXION                      ="; RDC
3840 PRINT "MOMENTO DE INERCIA EN EJE X          ="; IX "[cm4]"
3850 PRINT "MODULO DE SECCION EN EJE X           ="; MDC "[cm3]"
3860 PRINT "RADIO DE GIRO EN EJE X               ="; RG "[cm]"
3870 PRINT "PESO TOTAL DE LA VIGA POR m         ="; WTC "[kg]"
3880 PRINT "DEFLEXION TOTAL                      ="; DTC "[cm]"
3890 PRINT "ANCHO DEL RIEL                       ="; WR "[mm]"
3900 PRINT "ALTURA DEL RIEL                     ="; HR "[mm]"
3910 PRINT "ANCHO DE LA CUBREPLACA INF. Y SUP.  ="; WC "[mm]"
3920 PRINT "ESPESOR DE LA CUBREPLACA SUPERIOR    ="; TCS "[mm]"
3925 INPUT "presione ENTER para continuar"; ZJ
3930 PRINT "ANCHO DEL PATIN SUPERIOR             ="; WFS "[mm]"
3940 PRINT "ESPESOR DEL PATIN SUPERIOR           ="; TFS "[mm]"
3950 PRINT "ALTURA DE LAS DOS PLACAS INTER.     ="; HW "[mm]"
3960 PRINT "ESPESOR DEL ALMA (IGUAL PARA AMBAS) ="; TH "[mm]"
3970 PRINT "DISTANCIA ENTRE PLACAS INTERMEDIAS  ="; F "[mm]"

```

```

3980 PRINT "ESPESOR DEL PATIN INFERIOR"      ="; TFI "[mm]"
3990 PRINT "ANCHO DEL PATIN INFERIOR"       ="; WFI "[mm]"
4000 PRINT "ESPESOR DE LA CUBREPLACA INFERIOR" ="; TCI "[mm]"
4005 INPUT "presiona ENTER para continuar"; ZJ
4010 PRINT "AREA"                          ="; AT "[cm2]"
4020 PRINT "MOMENTO DE INERCIA EN EJE Y"    ="; ITY "[cm4]"
4030 PRINT "MODULO DE SECCION EN EJE Y"     ="; MDY "[cm3]"
4040 PRINT "RADIO DE GIRO EN EJE Y"        ="; RGY "[cm]"
4050 PRINT "CAPACIDAD DE LA GRUA"          ="; CA "[kg]"
4060 PRINT "CLARO"                         ="; CL "[cm]"
4070 PRINT "CLASE DE SERVICIO (CMAA)"      ="; CS
4080 PRINT "PESO DEL CARRO"                ="; PC "[kg]"
4090 PRINT "PERALTE DE LA VIGA"           ="; PE "[mm]"
4100 PRINT "ALTURA TOTAL DE LA VIGA"      ="; HT "[mm]"
4110 FOR J=1 TO 80
4120 PRINT "-";
4130 NEXT J
4140 PRINT "estas de acuerdo con el diseño obtenido"
4145 X$=INPUT$(1)
4150 IF X$="n" THEN 3000
4160 IF X$="s" THEN 4190
4170 PRINT "solo escribe si o no. pero con minusculas"
4180 GOTO 4140
4190 PRINT "La viga ha sido diseñada para soportar la carga viva y el peso propio
o, sin tomar en cuenta las fuerzas laterales"
4195 GOTO 210
4200 REM final de la subrutina 3000 para vigas tipo caja
4210 RETURN
4500 PRINT "FIN DEL PROGRAMA"
4510 END

```

GRUAS VIAJERAS CLASIFICACION CMAA "C".

FACTOR DE MAYORACION 1.1

CAPACIDAD 1,000 Kg.

Claro (mm)	peso del polipasto (Kg)	dis @ rueda (mm)	Momento flexionante (Kg-cm)	Momento resistente (kg-cm)	I (cm ⁴)	Claro/deflex: viga	Peso de la viga (Kg/m)	Peso del puente (Kg)	Tipo de viga	
3,000	400	500	105,660	128,200	1,282	855	IPR de 8" x 4"	14.9	45	Homopuente:
5,000	400	500	194,984	308,307	4,008	929	IPR de 10" x 4"	28.3	141.5	Homopuente:
7,500	400	500	316,304	547,806	8,491	830	IPR de 12" x 6 1/2"	38.7	290.25	Homopuente:
10,000	400	500	462,882	893,370	16,036	806	IPR de 14" x 6 3/4"	56.6	566	Homopuente:
15,000	400	500	894,453	2'076,717	48,699	827	IPR de 18" x 7 1/2"	105.3	1,579.5	Homopuente:
20,000	400	500	1'367,504	3'217,377	98,130	808	IPC de 24" x 12"	112.6	2,252	Homopuente:

GRUAS VIAJERAS CLASIFICACION CHAA "C".

FACTOR DE MAYORACION 1.1

CAPACIDAD 3,000 Kg.

: Claro : : (mm) :	peso del : (Kg) :	dis @ : (mm) :	Momento : (Kg-cm) :	Momento : (kg-cm) :	I : (cm4) :	Claro/deflex: :	viga :	Peso de la : (Kg/m) :	Peso del : (Kg) :	Tipo de : viga :	puente :
: 3,000 :	550 :	500 :	274,173 :	308,307 :	4,008 :	1,031 :	IPR de 10" x 4" :	28.3 :	84.9 :	Monopuente:	
: 5,000 :	550 :	500 :	499,031 :	632,971 :	9,906 :	899 :	IPR de 12" x 6 1/2" :	44.6 :	223 :	Monopuente:	
: 7,500 :	550 :	500 :	795,302 :	1'059,509 :	21,561 :	843 :	IPR de 16" x 7" :	59.6 :	447 :	Monopuente:	
: 10,000 :	550 :	500 :	1'133,297 :	1'769,201 :	40,957 :	850 :	IPR de 18" x 7 1/2" :	89.1 :	891 :	Monopuente:	
: 15,000 :	550 :	500 :	1'875,885 :	3'217,377 :	98,130 :	820 :	IPC de 24" x 12" :	112.6 :	1,689 :	Monopuente:	
: 20,000 :	550 :	500 :	2'809,086 :	5'211,957 :	218,381 :	904 :	IPC de 33" x 16" :	142.5 :	2,850 :	Monopuente:	

GRUAS VIAJERAS CLASIFICACION CHAA "C".

FACTOR DE MAYORACION 1.1

CAPACIDAD 5,000 Kg.

: Claro (mm)	: peso del (Kg)	: dis @ (mm)	: Momento (Kg-cm)	: Momento (kg-cm)	: I (cm ⁴)	:Claro/deflex: :	viga	: Peso de la (Kg/m)	: Peso del (Kg)	: Tipo de viga
: 3,000	: 600	: 500	: 436,046	: 547,806	: 8,491	: 1,373	: IPR de 12" x 6 1/2"	: 38.7	: 115.5	: Monopunte:
: 5,000	: 600	: 500	: 789,515	: 925,409	: 18,647	: 1,071	: IPR de 16" x 7"	: 53.6	: 268	: Monopunte:
: 7,500	: 600	: 500	: 1'252,490	: 1'457,155	: 33,296	: 828	: IPR de 18" x 7 1/2"	: 74.4	: 558	: Monopunte:
: 10,000	: 600	: 500	: 1'724,445	: 1'937,869	: 59,105	: 812	: IPC de 24" x 8"	: 77.2	: 772	: Monopunte:
: 15,000	: 600	: 500	: 2'785,339	: 3'411,766	: 142,953	: 815	: IPC de 33" x 12"	: 107.2	: 1,608	: Monopunte:
: 20,000	: 800	: 1,000	: 2'291,700	: 4'187,587	: 174,413	: 874	: IPC de 33" x 12"	: 122.2	: 4,888	: Bipunte:

GRUAS VIAJERAS CLASIFICACION OMAA "C".

FACTOR DE MAYORACION 1.1

CAPACIDAD 7,500 Kg.

: Claro (mm)	: peso del (Kg)	: dis @ (mm)	: Momento (Kg-cm)	: Momento (kg-cm)	: I (cm ⁴)	:Claro/deflex: :	viga	: Peso de la (Kg/m)	: Peso del (Kg)	: Tipo de viga
: 3,000	: 780	: 500	: 645,837	: 746,037	:11,862	: 1,295	:IPR de 12" x 6 1/2"	: 52.1	: 156.3	:Monopuente:
: 5,000	: 780	: 500	: 1'166,580	: 1'181,162	:24,391	: 948	: IPR de 16" x 7"	: 67.1	: 335.5	:Monopuente:
: 7,500	: 780	: 1,300	: 1'853,280	: 2'076,717	:48,699	: 819	:IPR de 18" x 7 1/2"	: 105.3	: 789.75	:Monopuente:
: 10,000	: 780	: 500	: 2'554,149	: 3'217,372	:98,130	: 910	: IPC de 24" x 12"	: 112.6	: 1,126	:Monopuente:
: 15,000	: 1,270	: 500	: 2'370,489	: 3'707.813	:127,178:	: 822	: IPC de 27" x 12"	: 117.4	: 3,522	: Bipuente :
: 20,000	: 1,270	: 1,000	: 3'342,851	: 6'205,370	:260,005:	: 890	: IPC de 33" x 16"	: 162.6	: 6,504	: Bipuente :

GRUAS VIAJERAS CLASIFICACION CMAA "C".

FACTOR DE MAYORACION 1.1

CAPACIDAD 10,000 Kg.

: Claro (mm)	: peso del (Kg)	: dis @ (mm)	: Momento :flexionante (Kg-cm)	: Momento : resistente (kg-cm)	: I (cm4)	: Claro/deflex:	: viga	: Peso de la : viga (Kg/m)	: Peso del : puente (Kg)	: Tipo de : viga :
: 3,000	: 780	: 560	: 825,123	: 893,370	: 16,036	: 1,341	: IPR de 14" x 6 3/4"	: 56.6	: 169.8	: Mono puente:
: 5,000	: 780	: 560	: 1'504,911	: 1'610,652	: 37,045	: 1,103	: IPR de 18" x 7 1/2"	: 82.0	: 410	: Mono puente:
: 7,500	: 780	: 560	: 2'369,004	: 2'499,738	: 85,741	: 1,122	: IPC de 27" x 12"	: 87.4	: 655.5	: Mono puente:
: 10,000	: 780	: 560	: 3'307,683	: 4'633,675	: 176,543	: 1,258	: IPC de 30" x 16"	: 136.8	: 1,368	: Mono puente:
: 15,000	: 1,300	: 1,200	: 2'686,140	: 3'452,917	: 142,953	: 810	: IPC de 33" x 12"	: 107.2	: 3,216	: Bipoente :
: 20,000	: 1,300	: 1,200	: 4'210,605	: 8'610,984	: 459,396	: 1,242	: IPC de 42" x 16"	: 192.9	: 7,716	: Bipoente :

GRUAS VIAJERAS CLASIFICACION CMAA "C".

FACTOR DE MAYORACION 1.1

CAPACIDAD 15,000 Kg.

: Claro (mm)	: peso del polipasto (Kg)	: dis @ rueda (mm)	: Momento :flexionante (Kg-cm)	: Momento resistente (kg-cm)	: I (cm ⁴)	:Claro/deflex: :	viga	: Peso de la viga (Kg/m)	: Peso del puente (Kg)	: Tipo de viga :
: 3,000	: 1,500	: 1,200	: 490,353	: 547,806	: 8,491	: 932	: IPR de 122 x 6 1/2"	: 38.7	: 232.2	: Bipuente
: 5,000	: 1,500	: 1,200	: 1'001,069	: 1'189,805	: 24,391	: 951	: IPR de 16" x 7"	: 67.1	: 671	: Bipuente
: 7,500	: 1,500	: 1,200	: 1'686,220	: 2'391,318	: 55,359	: 931	: IPR de 18" x 11"	: 112.9	: 1,693.5	: Bipuente
: 10,000	: 1,500	: 1,200	: 2'377,363	: 3'217,377	: 98,130	: 913	: IPC de 24" x 12"	: 112.6	: 2,252	: Bipuente
: 15,000	: 1,500	: 1,200	: 3'940,481	: 5'530,210	: 210,701	: 814	: IPC de 30" x 16"	: 156.9	: 4,707	: Bipuente
: 20,000	: 1,500	: 1,200	: 5'727,806	: 8'610,984	: 459,396	: 923	: IPC de 42" x 16"	: 192.9	: 7,716	: Bipuente

GRUAS VIAJERAS CLASIFICACION CHAA "C".

FACTOR DE MAYORACION 1.1

CAPACIDAD 20,000 Kg.

: Claro :	peso del :	dis @ :	Momento :	Momento :	I :	Claro/deflex:	viga :	Peso de la :	Peso del :	Tipo de :
:	polipasto :	rueda :	flexionante :	resistente :	:	:	:	viga :	punte :	viga :
:(mm) :	(Kg) :	(mm) :	(Kg-cm) :	(kg-cm) :	(cm ⁴) :	:	:	(Kg/m) :	(Kg) :	:
: 3,000 :	1,800 :	1,300 :	622,540 :	746,037 :	11,662 :	984 :	IPR de 12" x 6 1/2" :	52.1 :	312 :	Bipunte :
: 5,000 :	1,800 :	1,300 :	1'291,089 :	1'328,329 :	27,430 :	811 :	IPR de 16" x 7" :	74.5 :	745 :	Bipunte :
: 7,500 :	1,800 :	1,300 :	2'171,739 :	1'747,542 :	73,222 :	943 :	IPC de 21" x 12" :	107.9 :	1,618.5 :	Bipunte :
: 10,000 :	1,800 :	1,300 :	3'075,404 :	3'707,813 :	127,178 :	907 :	IPC de 27" x 12" :	117.4 :	2,348 :	Bipunte :
: 15,000 :	1,800 :	1,300 :	5'141,467 :	8'610,984 :	459,396 :	1,353 :	IPC de 42" x 16" :	192.9 :	5,787 :	Bipunte :
: 20,000 :	1,800 :	1,300 :	7'335,577 :	9'873,158 :	526,733 :	826 :	IPC de 42" x 16" :	212.8 :	8,512 :	Bipunte :

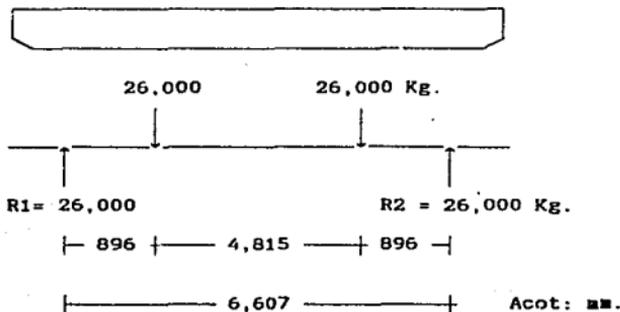
3.2.- Diseño de los cabezales.

3.2.1.- Cálculo de los cabezales de la grúa.- Los cabezales de la grúa soportan el peso de los puentes, carro, malacate y carga nominal. La longitud de los cabezales depende del claro de la grúa y ésta deberá ser 1/7 del claro para grúas bipuentes y de 1/8 del claro para grúas monopuentes. Cabe señalar que esta longitud es entre centros de ejes de las ruedas.

Los cabezales de la grúa se muestran en el dibujo 27, del cual se obtiene el diagrama de cuerpo libre, pero antes obtenemos el peso sobre el cabezal; el peso del carro con la carga nominal mayorada se considera que está en un extremo del puente, y el cabezal más próximo soportará la carga completa, adicionalmente hay que sumarle el peso del puente, pero éste se divide entre dos ya que será soportado entre los dos cabezales.

Peso del carro + carga mayorada	$42,000/2 = 21,000 \text{ Kg}$
Peso del puente	$10,000/2 = \underline{5,000 \text{ Kg}}$
Total	26,000 Kg.

Diagrama de cuerpo libre.



$$M_{\max} = P \times a = 26,000 \times 89.65 = 2'330,900 \text{ Kg-cm.}$$

$$M_R = \frac{I_{xx}}{c} \times \sigma$$

Donde: I_{xx} = Momento de inercia (cm^4)

c = Distancia del eje neutro a la fibra más alejada (cm).

σ = Esfuerzo de trabajo (kg/cm^2).

I_{xx} se obtiene de acuerdo a la siguiente expresión:

$$I_{xx} = \frac{b_1 h_1^3}{12} - \frac{b_2 h_2^3}{12}$$

$$I_{xx} = \frac{40 (70)^3}{12} - \frac{37.5 (67.5)^3}{12} = 182,249 \text{ cm}^4.$$

$$M_R = \frac{182,249}{35} \times 1,000 = 5'207,124 \text{ Kg-cm.}$$

Como el momento resistente es mayor al momento flexionante máximo, el cabezal soporta perfectamente la carga.

Cada cabezal pesa 1,750 Kg, total por los dos cabezales 3,500 Kg.

3.3.- RUEDAS DEL PUENTE.

3.3.1.- Cálculo y diseño de las ruedas.- El diseño de las ruedas del puente se calcularán de manera similar a las del carro. Por lo tanto no me detendré a analizar como se obtuvieron los valores de las constantes. El diámetro de la rueda se obtiene por la expresión:

$$d_r \leq \frac{P_{\text{total}} \times R}{C_1 \times (K - 2F_1)} \quad (\text{mm}).$$

$$d_i = \frac{267,322.5}{5.6 \times 1.03 \times 0.8 \times 100} = 579.32 \text{ mm.}$$

El diámetro mínimo de rodadura de la rueda es de 579.32 mm, pero el diámetro será de 610 mm.

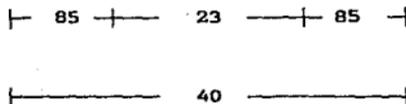
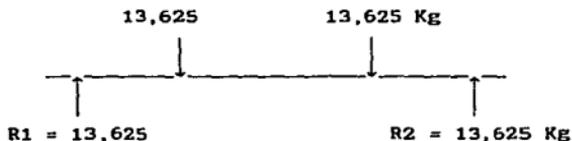
Las rpm a las que gira la rueda se calcula por:

$$\text{rpm} = \frac{v}{\pi \times d_i} = \frac{55}{\pi \times 0.61} = 28.7 \text{ rpm.}$$

En las figura 28 se observan las ruedas motrices del puente, y en la figura 29 se muestran las ruedas locas del puente.

3.3.2.- Cálculo del eje de las ruedas.- Del dibujo 28 se obtiene el diagrama de cuerpo libre, al igual que el eje de las ruedas del carro, el soporte del eje es el propio cabezal y la fuerza actuará en el centro de cada rodamiento.

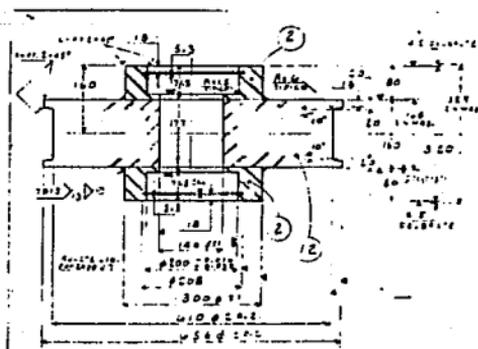
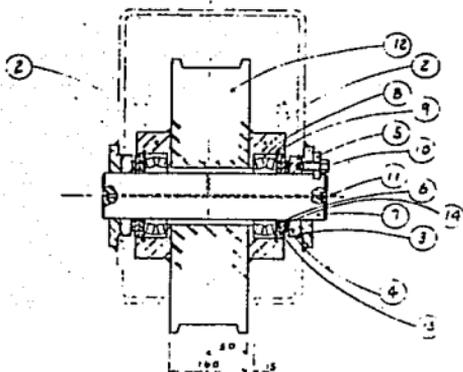
Diagrama de cuerpo libre.



Acot: mm.

DIBUJO 29

Ruedas conducidas del puente.



El momento flexionante máximo se obtiene por la expresión:

$$M_{\text{max}} = Pa = 13,625 \times 8.5 = 115,812.5 \text{ Kg-cm.}$$

El diámetro de la flecha se obtiene de:

$$D = \sqrt[2]{\frac{32 \times S}{\pi}}; \quad S = \frac{M_{\text{max}}}{\sigma_{\text{adm}}}$$

$$S = \frac{115,812.5}{1,434} = 79.6 \text{ cm}^3.$$

$$D = \sqrt[2]{\frac{32 \times 80}{\pi}} = 9.34 \text{ cm}$$

Por lo tanto el diámetro mínimo del eje de la rueda es de 9.34 cm, pero se considera un diámetro de 110 mm.

3.3.3.- Selección de los rodamientos de las ruedas.- La selección del rodamiento de las ruedas del puente se hará de igual manera que la selección de los rodamientos de las ruedas del carro. Por lo tanto con el diámetro del eje calculado seleccionamos un rodamiento 2222 E, con una carga dinámica de 489,000 (N). Ver anexo 3.

La carga sobre cada balero es de 13,625 Kg igual a 133,661 N.

Siguiendo la misma secuencia de cálculo del punto 2.8.3, tenemos que:

$$F_c = 0.1 \times F_r = 0.1 \times 133,661 = 13,166 \text{ N.}$$

$$F_o/F_r = 0.1$$

De las tablas del anexo 3 obtenemos los valores de $e = 0.25$ y $Y_1 = 2.7$.

Como F_c/F_r es menor a e usamos la expresión:

$$P = F_r + Y_1 F_c = 133,661 + 2.7 \times 13,661 = 169,749.2 \text{ (N)}.$$

De la gráfica del anexo 3, C/P es de 2.8

$$C = 2.8 \times P = 2.8 \times 169,749.2 = 475,297 \text{ (N)}.$$

Como la carga dinámica del rodamiento 22222 E es de - 489,000, y ésta es mayor a la carga calculada, el rodamiento es el adecuado.

3.4.- MOTORREDUCTORES TRANSLACION DEL PUENTE.

3.4.1.- Cálculo de la potencia de los motorreductores.-
La potencia de los motorreductores se hará de acuerdo al - punto 2.9.1.

La carga a mover es:

Carro + carga mayorada	42,000 Kg.
Puentes	20,000 Kg.
Cabezales	3,500 Kg.
Ruedas	2,800 Kg.
Pasillo	1,000 Kg.
Otros	<u>500 Kg.</u>
	69,800 Kg.

Para fines de cálculos se considera un peso de 70,000 - Kg. igual a 154,320.98 Lb.

$F_d = 0.0135$, con un diámetro de rodadura de 24,8".

$$F = 154,320.98 \times 0.0135 = 2,083.33 \text{ Lb.}$$

$$HP = \frac{F V}{33,000 \eta N} = \frac{2,083 \times 180.4}{33,000 \times 0.8 \times 2} = 7.11 \text{ HP.}$$

Las rpm a la salida del motorreductor se obtiene por:

$$n_2 = \frac{n_1 \times N_1}{N_2} = \frac{28.7 \times 80}{17} = 135 \text{ rpm.}$$

Como comercialmente no hay motorreductores de 7.11 HP, - se selecciona uno comercial de 7.5 HP con 135 rpm a la salida.

3.4.2.- Formas de conectar los motorreductores.- En el dibujo 30 se muestran las diferentes formas de conectar los motorreductores del puente, de acuerdo a la clasificación CMAA. Cuando la capacidad de las grúas es muy grande se aconseja que en vez de ponerle cuatro ruedas a la grúa se le pongan ocho, de las cuales por lo menos el 25% deben ser motrices.

A-1.- El motor y el reductor de velocidades están localizados al centro del puente y conectados mecánicamente entre sí. La salida del reductor se conecta directamente a los ejes de las ruedas motrices empleando las flechas y coples necesarios.

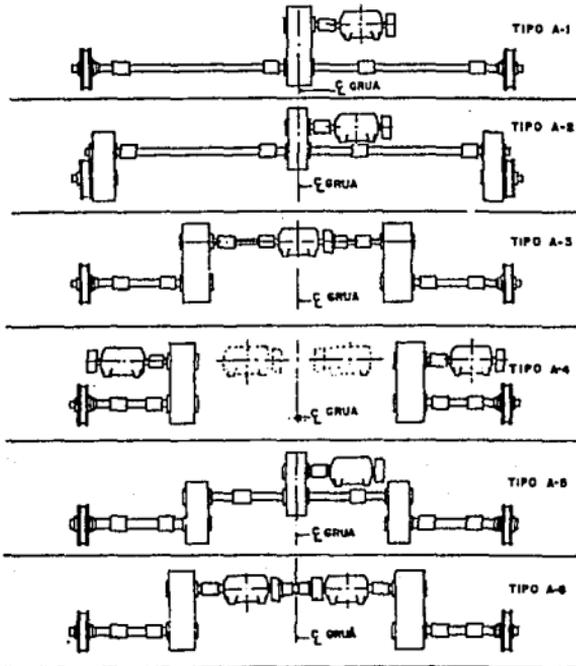
A-2.- Un motor y un reductor de velocidades están localizados al centro del puente y acoplados mecánicamente a dos reductores de velocidad instalados en los extremos del puente (reductores externos), los cuales se acoplan a las ruedas motrices para imprimirle movimiento al puente.

A-3.- Un motor está localizado al centro del puente y conectado mecánicamente a dos reductores de velocidades laterales, y las flechas de los reductores laterales están directamente conectadas a los ejes de las ruedas motrices, empleando los coples y flecha de transmisión adecuados.

A-4.- Dos motores acoplados mecánicamente a sus respec-

DIBUJO 30

Arreglos de conexión de los motorreductores del puente.



tivos reductores de velocidades e instalados en cada extremo del puente, directamente acoplados a las ruedas motrices. - Otra variación de este tipo de arreglo consiste en que las flechas del reductor transmitan su movimiento a las ruedas, a través de un piñón y un engrane integrado a la rueda motriz.

A-5.- Un motor y un reductor de velocidades están localizados al centro del puente y acoplados mecánicamente entre sí. Las salidas del reductor central, se conectan con flechas y coples, a dos reductores de velocidad instalados cerca de los extremos del puente, y éstos se acoplan directamente a los ejes de las ruedas con las flechas y coples adecuados.

A-6.- Dos motores distribuidos simétricamente a lo largo del puente, acoplados mecánicamente entre sí con un árbol de torsión. Cada uno de los motores se conecta a un reductor de velocidades por medio de la flecha de transmisión. Las salidas del reductor se conectarán directamente a los ejes de las ruedas motrices con los coples y flechas adecuados.

3.5.- ENGRANE Y PIÑON DEL PUENTE.

3.5.1.- Cálculo del engrane y piñón.- El cálculo del ancho de la cara se hará similar al punto 2.10.1., considerando la siguiente información: la potencia del motor es de 7.5 HP, la velocidad de salida 135 rpm, Material de la rueda y piñón SAE 1018, con un esfuerzo a la cedencia de $30 \text{ Kg/mm}^2 = 42,665 \text{ Lb/pulg}^2$. Se considera que el engrane es de 20° altura completa, con módulo de 6, el cual equivale a un paso - diaIetraH de 4.23, para el piñón se consideran 17 dientes y para el engrane, 80 dientes.

El ancho de cara es de:

$$F = \frac{W_t \times P}{K_v \times C} \text{ (pulg.)}$$

$$d_2 = \frac{N_2}{P} = \frac{17}{4.23} = 4 \text{ pulg.}$$

$$V = \frac{\pi \times d_2 \times n_2}{12} = \frac{\pi \times 4 \times 135}{12} = 141 \text{ Pie/min.}$$

$$W_t = \frac{33,000 \times \text{HP}}{V} = \frac{33,000 \times 7.5}{141} = 1,755 \text{ Lb.}$$

De la tabla 10; $Y = 0.303$

$$K_v = \frac{600}{600 + V} = \frac{600}{600 + 141} = 0.8$$

Por lo tanto F es igual a:

$$F = \frac{1,755 \times 4.23}{0.8 \times 0.303 \times 8,533} = 3.58 \text{ pulg} = 91.16 \text{ mm.}$$

Para ver si se ha logrado un buen diseño se tiene que:

$$p = \pi/P = \pi/4.23 = 0.7426 \text{ pulg.}$$

$$3p = 3 \times 0.726 = 2.22 \text{ pulg.}$$

$$5p = 5 \times 0.726 = 3.71 \text{ pulg.}$$

Como el ancho de cara está comprendido entre $3p$ y $5p$, se considera un buen diseño.

CAPITULO IV.

INSTALACION ELECTRICA.

En este capitulo haré una breve descripción de la instalación eléctrica de las grúas viajeras, sin profundizar al respecto, ya que éste sería en si tema para otra tesis.

4.1.- INSTALACION ELECTRICA DE LA NAVE.

Los conductores de la nave pueden ser de alambre desnudo o de cable plano de uso rudo, protegido por un aislante. - Cuando las naves son muy largas o cuando más de una grúa - operan en la misma nave, es conveniente usar conductores de cobre desnudos. De esta manera todas las grúas se alimentarán de la misma línea. En este caso la alimentación eléctrica a la grúa se hará por medio de tomacorrientes (ver dibujo 31).

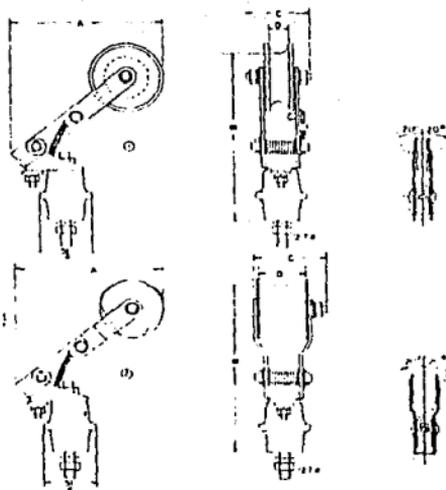
Cuando las naves son cortas y sólo opera una grúa, es conveniente usar cable plano de uso rudo. Este va colgado de un alambre de acero pulido o sobre cable de acero y se desplaza por medio de carretillas a todo lo largo de la nave. La conexión a la grúa es directa, es decir, el cable plano se conecta directamente al gabinete de la grúa.

4.2.- TIPOS DE MOTORES.

El tipo de motor que normalmente se usa en las grúas es el de inducción, debido a su fortaleza, simplicidad, bajo - costo de mantenimiento y sobre todo a su alto par de arranque, ya que en muchas ocasiones se requiere mover la carga - cuando está suspendida.

DIBUJO 31

Toma Corrientes.



Este tomacorriente es especial para trayecto con tramos curvos.

Tomacorriente	Carga Máxima en A	A	B		C	D
			Min	Max		
210-01-60P	60	180	95	150	57	20
210-04-60P	60	175	95	150	80	45

Existen dos tipos de motores de inducción, los cuales son:

- De jaula de ardilla y de rotor devanado.

Las características de construcción del elemento estacionario (estator), su devanado y entrehierro, son comunes a ambos tipos. La diferencia básica que existe entre ellos es la construcción del devanado del rotor, ya que el motor jaula de ardilla no tiene conexión externa y generalmente es de fundición. El motor de rotor devanado siempre es embobinado y puede conectarse a resistencia ajustable a través de anillos rosantes.

Las ventajas y desventajas de los dos tipos de motores de inducción se enlistan a continuación:

Rotor jaula de ardilla.

Ventajas:

- Menor costo inicial.
- Construcción del rotor más simple.
- Requiere espacio más reducido.
- No produce chispas que puedan provocar incendios.
- No necesitan aparatos de control para el rotor.

Desventajas:

- Toma altas corrientes en el arranque.

- El par de arranque es fijo.

▪ Para reducir la corriente de arranque se emplean aparatos costosos que reducen mucho el par de arranque, como el auto transformador.

- La velocidad no es variable.

Rotor devanado.

Ventajas:

- Pueden arrancar con plena carga tomando una corriente de arranque no mayor que la de plena carga.

- El control del estator es un desconector simple.

- Se puede disponer del par máximo en el arranque cuando se necesite.

- Puede arrancarse repetidamente con mucho menor calentamiento que el de jaula de ardilla, debido a que las pérdidas en el rotor se disipan en parte en la resistencia de arranque exterior al rotor, sin elevar la temperatura en el interior del motor.

Desventajas:

- Costo inicial más alto que el jaula de ardilla.

- Se requiere control en el rotor.

- Ocupa más espacio.

- Construcción más complicada del rotor, por lo tanto la

reparación es más cara.

▪ Posible producción de chispas en el colector del rotor, las cuales podrían producir incendios.

La selección del tipo de motor será de acuerdo al fabricante y por su preferencia por uno de ellos.

4.3.- GABINETES.

Para cada movimiento de la grúa se debe considerar un gabinete, en el cual se alojan todos los equipos de control de los motores.

En los gabinetes del gancho, carro y puente, se alojan los mismos equipos, diferenciando uno de otro en el tamaño de los equipos, ya que éstos se seleccionan de acuerdo a la potencia del motor. Por consiguiente, el del gancho es el más grande debido a que la potencia del motor es más grande.

Para la selección de los equipos del gabinete se debe tomar en cuenta que el arrancador debe ser reversible, esto es, el motor para los tres movimientos de la grúa debe girar en ambos sentidos. Esto se logra por medio de contactores.

Los contactores son la unidad básica de los gabinetes. - Estos se usan para realizar las funciones de arranque y paro de los motores. Los contactores son un interruptor de accionamiento electromagnético y se componen de un juego de contactos fijos y un juego de contactos móviles que se cierran por el efecto de la tracción de un electroimán.

Los gabinetes deben llevar relevadores de sobre carga - con el objeto de abrir el circuito cuando la corriente del motor excede los límites establecidos.

Normalmente en la industria se usa 440 v. en la línea, la cual es muy peligrosa, por lo que se aconseja que los mandos del equipo de control esten a 110 v. Esto se logra por medio de un transformador, que también se encuentra en el gabinete.

También se encuentran en el gabinete fusibles de protección a sobrecargas y tablillas de conexiones.

Es muy recomendable poner interruptores en un lugar accesible en algún sitio de la nave, con el objeto de que el operador interrumpa la corriente si es que detecta alguna anomalía en la grúa, o cuando se requiera dar mantenimiento. También se acostumbra poner otro interruptor en la grúa para cortar la corriente cuando se le está dando mantenimiento.

Los interruptores pueden ser de navaja o termomagnéticos. Los de navaja abren y cierran simultáneamente por medio de un mecanismo. Por lo general se encuentran alojados en una caja metálica y tienen un fusible por conductor. Están diseñados para conducir la corriente nominal por un tiempo indefinido y para soportar la corriente de corto circuito por periodos breves de tiempo. Los interruptores termomagnéticos permiten abrir y cerrar un circuito, en forma análoga a los interruptores de cuchilla, excepto que éstos se pueden abrir en forma automática cuando el valor de la corriente que circula por ellos, excede a un valor previamente fijado. Después de que estos interruptores abren (disipan) se deben reestablecer en forma manual.

El operador puede controlar la grúa desde el piso por medio de una estación de botones llamada también botonera, la cual cuelga desde el puente de la grúa, o por medio de una cabina instalada en la misma grúa, donde el operador tiene visibilidad de todas las operaciones que se van a rea-

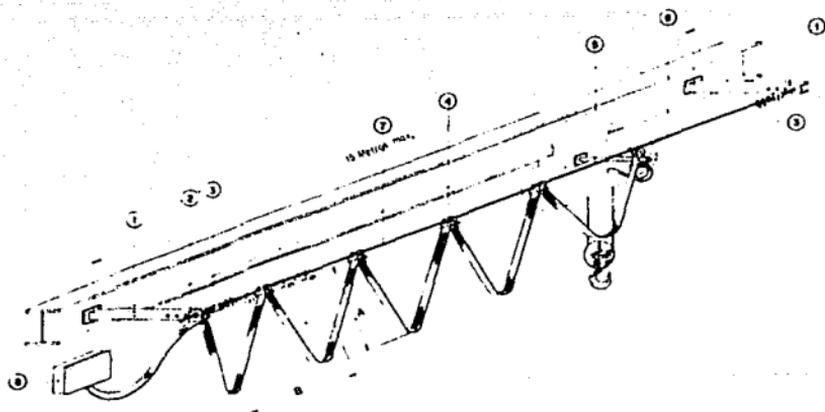
lizar.

4.4.- ALIMENTACION ELECTRICA DE LA GRUA.

La alimentación eléctrica de la grúa se puede hacer similar a la nave, es decir, por medio de alambre desnudo o por medio de cable plano de uso rudo. En la actualidad casi no se usa el de alambre desnudo, prefiriéndose el de cable plano ya que éste es más seguro, no produce chispas y se eliminan los tomacorrientes, los cuales llevan carbones que hay que cambiarlos frecuentemente. En la figura 32, se muestra el sistema de alimentación por medio de cable plano de uso rudo.

DIBUJO 32

Alimentación Electrica de la grua.



- | | |
|---------------------------------------|--------------------------------------|
| 1 Soporte tensor | 5 Arrastre de soportes deslizantes |
| 2 Abrazadera final para cable plano | 6 Carro de arrastre para cable plano |
| 3 Tensor para cable de acero | 7 Cable de acero |
| 4 Soporte deslizante para cable plano | 8 Caja de conexión |

CAPITULO V

COSTOS

En este capítulo haré la cotización de la grúa de 30 Tons. por 25 m. de claro. La cotización se hará de acuerdo a tiempos de mano de obra y maquinados de una empresa mexicana que se dedica a la fabricación de grúas viajeras.

Para elaborar dicha cotización haré listas de materiales, mano de obra y maquinados.

El costo de los materiales será de acuerdo a precios que se encuentran en el mercado, estos precios pueden variar de acuerdo al proveedor y de acuerdo a la inflación que exista en el país.

La mano de obra se determina considerando una cuadrilla de 5 personas con diferentes categorías, y haciendo una estimación global del tiempo que se tarda la cuadrilla en fabricar la grúa. Esta estimación de la mano de obra es el costo directo de fabricación. A la mano de obra se le deben sumar los costos indirectos de producción y generales de operación, para obtener el costo total de mano de obra.

El costo de la mano de obra indirecta está formada por los salarios del jefe de producción, maestros, dibujantes, almacenistas, personal de limpieza, chofer y otros.

Los gastos generales de producción están formados por los sueldos del personal directivo, de administración, ventas, electricidad, rentas, cuotas del IMSS, vacaciones.

gratificaciones, uniformes, teléfonos, papelería y todos los demás gastos resultantes de la operación de la empresa.

El costo de la mano de obra directa se multiplicará por 7.5 para obtener el costo total de mano de obra. Este factor de 7.5 es de acuerdo a la empresa mexicana que se dedica a la fabricación de grúas viajeras.

Se elaborará una lista con todas las piezas que lleven maquinado, se estimará el tiempo que se tarda en maquinar dicha pieza y se multiplicará por el precio de hora/máquina. Los precios por hora/máquina, también son los considerados por la empresa mexicana.

5.1.-ELABORACION DE LISTAS DE MATERIALES Y VALORIZARLOS.

A continuación se presenta la lista de materiales en la que se incluye la descripción de la pieza, el número de piezas que se requieren, el peso en bruto del total de piezas requeridas, el costo unitario y el costo total.

El peso que se considera es el peso bruto, es decir tal cual lo surte el proveedor. El costo unitario es por Kg., en el caso de la placa de acero, redondos Coll Rolled; por metro en el caso de los tubos y por unidad en el caso de los rodamientos.

Al costo total de los materiales se les carga un 30% de utilidad, es decir, el fabricante actúa como intermediario y vende el producto con un 30% más de valor. En este 30% se está considerando el manejo del material, almacenamiento, pruebas de los equipos eléctricos y de los que se requieran.

Lista de materiales valorizados:

pieza :	DESCRIPCION	NR :	Peso :	Costo :	COSTO TOTAL :
NR :		Piezas :	Kg.	Unitario :	
1	APAREJO INFERIOR				
1.1	Gancho Crosby de 30 Tons.	1		1,636.82	1,636.82
1.2	Tuerca C.R. de 6 1/2" x 110 mm	1	20	4.50	92.00
1.3	Poleas, placa A-36 de 2 1/2" x 666 mm de diá.	4	400	1.70	680.00
1.4	Placa soporte de gancho de 3 1/2" x 190 x 192 mm	1	26	1.70	44.20
1.5	Eje de gancho, C.R. de 4" x 550 mm	1	36	4.60	165.60
1.6	Balero axial 51318	1		482.00	482.00
1.7	Balero radial 6218-Z	8		300.00	2,400.00
1.8	Placa de 1" x 220 x 440 mm	2	40	1.70	68.00
1.9	Separador de poleas, tubo mecánico de 140 x 100 mm de diámetro x 275 mm	1	18	5.85	123.30
1.10	Cubiertas de poleas, lamina cal. 12 x 722 mm de diámetro	4	52	2.60	135.20
1.11	Lamina cal. 12 x 186 x 2230 mm	2	22	2.60	57.20
	TOTAL DEL APAREJO INFERIOR				5,884.32
2	APAREJO SUPERIOR				
2.1	Poleas, placa A-36 de 2 1/2" x 666 mm	3	300	1.70	510.00
2.2	Baleros 6218-ZZ	6		300	1,800.00
2.3	Eje, C.R. de 4" x 398 mm	3	78	4.60	358.80
2.4	Soportes, placa de 3/4" x 450 x 376 mm	6	155	1.7	263.50
	TOTAL DEL APAREJO SUPERIOR				2,931.00
3	CABLE				
3.1	Cable superflex de 1" diámetro x 100 m.	1		30.09 /m	3,009.00

pieza	DESCRIPCION	Nº	Peso	Costo	COSTO TOTAL
Nº		Piezas	Kg.	Unitario	
4	TAMBOR				
4.1	Placa de 1 1/4" x 1922 x 1820 mm	1	880	1.70	1,496.60
4.2	Tapas, placa de 1" x 680 mm de diámetro	2	146	1.70	248.20
4.3	Befuerzos intermedios, placa de 3/4" x 545 mm de diám.	3	105	1.70	178.50
4.4	Eje del tambor, C.R. de 4" x 316 mm	1	26	4.60	119.60
4.5	Placa de 2" x 304 x 880 mm	1	110	1.70	187.00
	TOTAL DEL TAMBOR				2,229.90
5	REDUCTOR				
5.1	Reductor FALK de 94.6 HP. rel 105.9 Modelo 2125	1		65,898.00	65,898.00
6	MOTOR				
6.1	Motor IEM de 75 HP. de anillos rozantes	1		28,731.28	28,731.00
7	FRENO				
7.1	Freno electrohidráulico EB 50/50-C50	1		12,902.13	12,902.13
8	RUEDAS DEL CARRO				
8.1	C.R de 17 1/4" de diám. x 190 mm	2	450	5.80	2,610.00
8.2	placa A-36 de 1 1/4" x 203 x 120 mm	4	25	1.70	42.50
8.3	Placa de 7/8" x 203 x 65 mm	8	19	1.70	32.30
8.4	Placa de 1" x 153 x 65 mm diám.	8	30	1.70	51.00
8.5	Placa de 1/2" x 44 x 100 mm	4	2	1.70	3.40
8.6	Placa de 3/8" x 108 x 72 mm diám	8	6	1.70	10.20
8.7	C.R. de 3" x 335 mm	4	49	5.95	291.55
8.8	Balero 22215 ccc	8		328.00	2,624.00
8.9	Aro de retención N 5000-500	8		6.95	55.60
8.10	Tor. cab. Hex. de 3/4" diám x 1" c/Ty R.P.	8		2.36	18.88
8.11	Grasera NPT de 1/8"	8		2	16.00

pieza	DESCRIPCION	Nº	Peso	Costo	COSTO TOTAL
Nº		Piezas	Kg.	Unitario	
8.12	C.R. de 17 1/4" x 126 mm	2	300	5.80	1,740.00
8.13	Placa de 3/8" x 203 x 103 mm diám.	2	6	1.70	10.20
8.14					
8.15	Placa de 3/8" x 133 x 72 mm diám.	8	12	1.70	20.40
8.16	Placa de 1/4" x 108 x 72 mm diám.	4	3	1.70	5.10
	TOTAL DE RUEDAS DEL CARRO				7,531.13
	ESTRUCTURA DEL CARRO				
9					
9.1	Placa A-36 estructural	1	4433	1.70	7,536.10
9.2	Soldadura 7018	1	120	6.5	784.00
9.3	Gases, 80% de la soldadura	1			595.00
9.4	Pintura anticorrosiva	1		180.00	180.00
9.5	Pintura esmalte 100	1		200.00	200.00
9.6	Solvente				190.00
	TOTAL DEL CARRO				9,445.10
	MOTORREDUCTOR DEL CARRO				
10					
10.1	Motorreductor ASEA de 3 HP x 83.5 RPM con freno	2		3,955.00	7,910.00
	PIRON				
11					
11.1	C.P. de 4 1/2" x 90 mm	2	15	5.80	87.00
	PUNTES				
12					
12.1	Almas placa A-36 de 1/4" x 1680 x 25,400 mm	4	8535	1.70	14,509.50
12.2	Patines, placa de 3/8" x 915 x 25,400 mm	4	6975	1.70	11,857.50
12.3	Refuerzos longitudinales, placa de 3/8" x 150 x 25,000 mm	4	1125	1.70	1,912.50
12.4	Refuerzos verticales grandes, placa de 1/4" x 806 x 1,660 mm	30	2010	1.70	3,417.00

pieza	DESCRIPCION	Nº	Peso	Costo	COSTO TOTAL
Nº		Piezas	Kg.	Unitario	
12.5	Befuerzos verticales chicos, placa de 1/4"	32	1070	1.70	1,819.00
	: x 830 x 806 mm				
12.6	Riel, placa de 2" x 3" x 25,400 mm	2	1545	3.00	4,635.00
12.7	Soldadura 7018	1	250	6.50	1,625.00
12.8	Gases, 80% de soldadura	1			1,300.00
12.9	Pintura anticorrosiva	5		180.00	900.00
12.10	Pintura esmalte 100	5		200.00	1,000.00
12.11	Solvente				950.00
	TOTAL DEL PUENTE				43,925.50
13	CABEZALES DE LA GRUA				
13.1	Placa A-36 de 1/2" X 1,100 X 7,800	4	3432	1.70	5,834.40
13.2	Placa de 3/4" x 700 x 1,000 mm	4	420	1.70	714.00
13.3	Placa de 3/4" x 400 x 1,000 mm	4	240	1.70	408.00
13.4	Tornillos cab. hex de 7/8" diám. x 2".	70		2.85	199.50
	TOTAL DE CABEZALES.				7,155.90
14	RUEDAS DEL PUENTE				
14.1	C.R. de 26" diám. x 246 mm	2	1324	5.80	7,679.20
14.2	Placa de 3" x 300 mm de diám.	6	324	3.00	972.00
14.3	Placa de 1" x 100 x 246 mm de diám.	4	50	1.70	85.00
14.4	Placa de 1" x 100 x 186 mm de diám.	8	60	1.70	102.00
14.5	Placa de 1/2" x 56 x 110 mm	4	5	1.70	8.50
14.6	Placa de 3/8" x 107 x 174 mm de diám.	8	20	1.70	34.00
14.7	Redondo 1045 de 4 1/2" de diám. x 490 mm.	4	142	5.95	241.40
14.8	Balero 22222 cc	8		865	6,920.00
14.9	Aro de retención N 5000-779	8		9.30	74.40
14.10	Tor. hex. de 3/4" diám. x 1".	8		2.35	18.80
14.11	Grasera NPT de 1/8"	4		2.00	8.00
14.12	C.R. de 26" de diám. x 170 mm	2	915	5.80	5,307.00
14.13	Placa de 3/8" x 205 mm de diám.	8	26	1.70	44.20
14.14	Soldadura 7018		100	6.5	650.00
14.15	Gases	1			520.00
	TOTAL DE RUEDAS DEL PUENTE				22,664.70

pieza NR	DESCRIPCION	Nº Piezas	Peso Kg.	Costo Unitario	COSTO TOTAL
15	MOTORREDUCTORES DEL PUENTE				
15.1	Motorreductor ASEA de 7.5 HP x 135 RPM	2		4,618.00	9,236.00
16	PIRON				
16.1	C.R. de 6" diám. x 145 mm	2	42	5.8	243.60
	INSTALACION ELECTRICA				
17	GABINETE DEL GANCHO				
17.1	Contactores 3TB 50, bobina 110 v.	2		1,210.00	2,420.00
17.2	Relevador de sobrecarga 90 a 120 A.	1		615	615.00
17.3	Fusibles	3		1.00	3.00
17.4	Levas	1		12.00	12.00
17.5	Transformador 440 a 110 v. de 100 VA.	1		71	71.00
17.6	Gabinete metálico.	1		400.00	400.00
	TOTAL GABINETE DEL GANCHO				3,521.00
18	GABINETE DEL PUENTE				
18.1	Contactores 3TB 50, bobina 110 v.	2		295.00	590.00
18.2	Relevador de sobrecarga 90 a 120 A.	1		245.00	245.00
18.3	Fusibles	3		1.00	3.00
18.4	Levas	1		12.00	12.00
18.5	Transformador 440 a 110 v. de 100 VA.	1		71	71.00
18.6	Gabinete metálico.	1		400.00	400.00
	TOTAL GABINETE DEL GANCHO				1,321.00

pieza	DESCRIPCION	NR	Peso	Costo	COSTO TOTAL
NR		Piezas	Kg.	Unitario	
19	CABINETE DEL PUENTE				
19.1	Contactores 3TB 50, bobina 110 v.	2		210.00	420.00
19.2	Relevador de sobrecarga 90 a 120 A.	1		142.00	142.00
19.3	Fusibles	3		1.00	3.00
19.4	Clemas	1		12.00	12.00
19.5	Transformador 440 a 110 v. de 100 VA.	1		71	71.00
19.6	Gabinete metálico.	1		400.00	400.00
	TOTAL CABINETE DEL GANCHO				1,048.00
20	ALIMENTACION ELECTRICA DE LA GRUA				
20.1	Tubo de 1 1/4" diám. c/40 x 25,000 mm	2		30/m	150.00
20.2	Angulo de 2 x 2 x 3/16" x 500 mm	75	140	1.85	259.00
20.3	Carretillas	34		45.00	1,530.00
20.4	Cable plano de uso rudo de 4 x 10 x 200 m.	1		1,288.00	2,576.00
20.5	Estación de botones de 7 pulsadores	1		315.00	315.00
20.6	Cable THW cal 10 x 200 m.	1		125.00	250.00
20.7	Tubo conduit de 1/2"	20		8.00	160.00
20.8	Toma corrientes	3		207.00	621.00
20.9	Interruptores termomagnéticos de 125 Amp.	2		910.00	1,820.00
20.10	Materiales varios				500.00
	TOTAL DE ALIMENTACION ELECTRICA				8,181.00

De las listas anteriores podemos obtener los costos de carro, puentes e instalación eléctrica, según se describe a continuación:

CARRO:

Aparejo inferior.....	N\$ 5,884.32
Aparejo superior.....	2,931.00
Cable.....	3,009.00
Tambor.....	2,229.90
Reductor.....	85,898.00
Motor.....	28,731.00
Freno.....	12,902.13
Ruedas del carro.....	7,531.13
Estructura del carro.....	9,445.10
Motorreductor del carro.....	7,910.00
Piñón.....	87.00
Total del carro	N\$ 166,558.58

PUNTES:

Puentes.....	N\$ 43,925.50
Cabezales.....	7,155.90
Ruedas de la grúa.....	22,664.70
Motorreductor del puente.....	9,236.00
Piñón.....	243.60
Total de los puentes	N\$ 83,225.70

INSTALACION ELECTRICA:

Gabinete del gancho.....	N\$ 3,521.00
Gabinete del puente.....	1,321.00

Gabinete del carro.....	1,048.00
Alimentación eléctrica.....	8,181.00
Total de la instalación eléc.	N\$ 14,071.00

RESUMEN GENERAL DE MATERIALES:

Carro.....	N\$ 166,558.58
Puentes.....	83,225.70
Instalación eléctrica.....	14,071.00
Total de materiales	N\$ 263,855.28

Precio de los materiales:

$$263.855.28 \times 1.3 = 343,011.86 \text{ N\$}.$$

5.2.- ESTIMACION Y VALORIZACION DE LA MANO DE OBRA.

La estimación de la mano de obra directa la haré por separado para el carro, puentes e instalación eléctrica. El tiempo estimado se refiere a días hábiles de 8 horas la jornada, y el costo por día es de acuerdo a la empresa mexicana fabricante de grúas viajeras.

CARRO:

Cuadrilla	Días	Costo/día	Total
Pailero	60	N\$ 45.00	N\$ 2,700.00
Ayudante	60	25.00	1,500.00
Soldador	30	40.00	1,200.00
Peón	30	15.00	450.00
Pintor	4	33.00	132.00
		N\$	5,982.00

PUENTES Y CABEZALES:

Cuadrilla	Días	Costo/día	Total
Pallero	105	N\$ 45.00	N\$ 4,725.00
Ayudante	105	25.00	2,625.00
Soldador	100	40.00	4,000.00
Peón	70	15.00	1,050.00
Pintor	12	33.00	396.00
			<u>-----</u>
			N\$ 12,796.00

INSTALACION ELECTRICA:

Cuadrilla	Días	Costo/día	Total
Pallero	10	N\$ 45.00	N\$ 450.00
Ayudante	10	25.00	250.00
Soldador	4	40.00	160.00
Peón	15	15.00	225.00
Electrico	25	45.00	1,125.00
			<u>-----</u>
			N\$ 2,210.00

Resumen general de la mano de obra:

Carro.....	N\$ 5,982.00
Puente.....	12,796.00
Instalación eléctrica.....	<u>2,210.00</u>
	N\$ 20,988.00

Tota de mano de obra:

N\$ 20,988.00 x 7.5 = 157,410.00 N\$.

5.3.- Estimación y valorización de tiempos de maquinados.

A continuación se da una tabla con todas las piezas a maquinar y la estimación en horas para maquinas.

Pieza Nº	DESCRIPCION	Torno	Taladro	Cepillo
	Gancho	6		2
	Poleas (7)	70		
	Eje del gacho	6	2	
	Eje de poleas superiores	9	6	
	Tombor	50		
	Ruedas del carro (4)	140		
	Ejes de ruedas del carro (4)	12	8	12
	Ruedas de la grua (4)	150		
	Ejes de las ruedas de la grua (4)	15	10	12
	Piñon del carro (2)	4		3
	Piñon de la grua (2)	5		3
	TOTAL	497	26	32

De la tabla anterior tenemos:

Máquina	Horas	Costo/hora	Total
Torno	497	40.00	N\$ 19,880.00
Taladro	26	35.00	910.00
Cepillo	32	35.00	<u>1,120.00</u>
			N\$ 21,910.00

El generado de los engranes tiene un costo de:

Ruedas del carro (2)	N\$ 1,032.00
Ruedas del puente (2)	1,830.00
Piñón del carro (2)	120.00
Piñón de la grúa (2)	<u>150.00</u>
	N\$ 3,132.00

Precio del generado de los engranes:

$$\text{N\$ } 3,132.00 \times 1.3 = 4,071.60 \text{ N\$}$$

Resumen general de los maquinados:

Maquinados	N\$ 21,910.00
Engranes	<u>4,071.60</u>
	N\$ 25,981.60

5.4.-ESTIMACION TOTAL DEL COSTO DE LA GRUA.

Resumen general:

Materiales	N\$ 343,011.86
Mano de obra	157,410.00
Maquinados	<u>25,981.60</u>
Total	N\$ 526,403.46

La fabricación de la grúa de 30 Tons x 25 m. de claro tiene un costo de 526,403.46 N\$.

CONCLUSIONES.

La construcción de gruas viajeras y polipastos en la República Mexicana varía de acuerdo a las normas y estrategias que cada empresa aplica a su proceso productivo. Por ejemplo, algunas recurren a la aplicación de tecnología nacional o propia, mientras que otros recurren al mercado exterior. Generalmente este proceso se debe al tipo, características y calidad de los productos.

Es fundamental que la grúa sea seleccionada muy puntualmente de acuerdo al tipo de servicio que proporcionaría, sucede muchas veces, que por no seleccionar, por ejemplo, adecuadamente las velocidades de la grúa, se producen cuellos de botellas en el proceso productivo. Pero el problema se puede presentar de manera inversa; seleccionar una grúa con servicio CMAA "C" para efectuar solamente trabajos de mantenimiento, aumenta el costo de ésta sin razón alguna, para este tipo de servicio (mantenimiento esporádico) se debe seleccionar una grúa con servicio CMAA "A".

En tal sentido la potencia de los motores deben ser directamente proporcional a la carga a levantar y mover y a la velocidad. Por lo tanto motores, tableros de control, frenos reductores, etc, deben estar perfectamente seleccionados, con las características y tipo de servicio que prestará la grúa.

Para las grúas que trabajan en producción continua, es necesario efectuar un estudio de tiempos y movimientos para establecer con precisión las velocidades y evitar contratiempos en el proceso productivo. Se debe analizar

tambien, la nave con que se cuenta y si ésta se va a -
construir debe contemplarse en el cálculo de las columnas, -
el peso de la grúa.

Los usuarios, en ocasiones, solamente consideran que la grúa levante y transporte el material. Por eso debe existir una coordinación conjunta entre el fabricante y el usuario, para verificar las condiciones de operación de cada grúa.

Para poder operar en condiciones optimas una grúa, se debe considerar principalmente tres etapas de pruebas, las preliminares, las pruebas con carga y las pruebas con sobrecarga.

Durante las pruebas preliminares se efectua una revisión visual de todos los componentes de la grúa, se realizan los ajustes necesarios en la parte mecánica y eléctrica. Se calsa la grúa, se aflojan los frenos y se verifica que las ruedas giren libremente. Se verifica tambien que todos los rodamientos y el cable de izaje esten perfectamente lubricados y que el nivel de aceite de los motorreductores sea el adecuado.

De igual manera, es conveniente comprobar el correcto alineamiento, paralelismo y nivelación de los rieles de la trabe carril del puente, para evitar atorones y posibles sobrecargas en los motores.

En esta etapa de pruebas tambien se efectuan las verificaciones en vacio para observar el correcto funcionamiento de todos los componentes de la grúa, así como la velocidad de operación, las corriente que toman los motores a la máxima velocidad, cuidando que el carro se desplace libremente sobre el riel sin existir roce de las

guardas de las ruedas. El adecuado enrollamiento del cable en el tambor es muy importante a considerar porque de esto depende la vida de éste.

La segunda etapa, las pruebas a plena carga, probablemente sean las más importantes ya que en ellas se verifican y ajustarán, sobre la marcha, los pequeños detalles. Se verificará que los puentes estén adecuadamente calculados; la deflexión con la carga suspendida del carro al centro del puente, la cual debe ser menor a $1/800$ del claro, en caso contrario existe una falla en el diseño y la grúa debe ser desechada; se debe observar que las velocidades para los tres movimientos, gancho, carro y puente, sean las adecuadas; se debe medir la corriente que toma cada motor y compararlo con las especificaciones del fabricante, - esto con la finalidad de observar que los contactores, relevadores de sobre carga y conductores sean los adecuados - para las cargas que toman los motores.

Por último como medida de seguridad se debe probar la grúa con sobrecarga, la cual en ningún caso deberá exceder del 25% de la capacidad de la grúa.

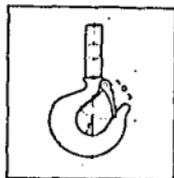
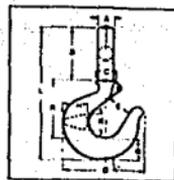
La experiencia y la calidad de diseño de los fabricantes nacionales de grúas viajeras es muy vasta y excelente, aunque existe cierto escepticismo por parte de los usuarios quienes recurren a la importación de éstas y consecuentemente agudizando la dependencia tecnológica de esta actividad.

anexo 1

Dimensiones de Ganchos.



S-319



Dimensiones del gancho de espiga con seguro SS-4055

Carga límite de trabajo (ton métricas)			Identificación del gancho			DIMENSIONES (plg)															Peso (lb)
319C*	319A	319B	319C	319A	319B	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	Peso
1	1 1/2	5	OC	DA	DB	.59	2.00	.69	2.88	.94	.75	.81	.56	2.28	5.00	.88	.81	---	---	---	50
1 1/2	2	10	GC	FA	FB	.66	2.25	.78	3.19	1.03	.84	.94	.62	2.53	5.62	.97	.81	---	---	---	75
2	3	1.4	HC	HA	HB	.88	2.75	1.00	4.09	1.22	1.12	1.31	.84	3.06	6.94	1.12	1.19	---	---	---	100
3	4 1/2	2.0	IC	IA	IB	1.16	3.25	1.25	4.94	1.50	1.44	1.62	1.12	3.78	8.47	1.34	1.38	---	---	---	185
5	7	3.5	JC	JA	JB	1.41	3.75	1.56	6.50	1.88	1.81	2.06	1.38	4.75	10.31	1.69	1.78	---	---	---	325
7 1/2	11	5.0	KC	KA	KB	1.69	4.25	1.94	7.56	2.25	2.25	2.62	1.62	5.88	12.38	2.06	2.12	---	---	---	500
10	15	6.5	LC	LA	LB	1.84	4.50	2.19	8.69	2.50	2.59	2.94	1.94	6.44	13.50	2.25	2.56	---	---	---	725
15	22	10.0	NC	NA	NB	2.25	5.50	2.62	11.00	3.38	3.00	3.50	2.38	7.94	16.44	3.00	2.88	---	---	---	1100
20	30	13.0	OC	OA	OB	2.81	10.00	3.12	13.62	4.00	3.66	4.62	3.00	9.44	23.09	3.62	3.44	---	---	---	1500
20	30	---	OC	OA	---	2.81	18.00	3.12	13.62	4.00	3.66	4.62	3.00	9.44	31.09	3.62	3.44	---	---	---	85.50
25	37	---	PC	PA	---	4.00	15.00	3.25	14.06	4.25	4.56	5.00	3.75	11.69	31.25	3.75	3.88	---	---	---	134.00
25	37	---	PC	PA	---	4.00	24.00	3.25	14.06	4.25	4.56	5.00	3.75	11.69	40.25	3.75	3.88	---	---	---	172.00
30	45	---	SC	SA	---	4.00	15.00	3.50	15.44	4.75	5.08	5.50	3.72	13.00	33.06	4.25	4.75	---	---	---	182.00
30	45	---	SC	SA	---	4.00	24.00	3.50	15.44	4.75	5.08	5.50	3.72	13.00	42.06	4.25	4.75	---	---	---	214.00
40	60	---	TC	TA	---	4.50	14.50	4.12	18.50	5.75	6.00	6.50	4.62	15.50	36.00	5.12	5.69	---	---	---	268.00
40	60	---	TC	TA	---	4.50	26.00	4.12	18.50	5.75	6.00	6.50	4.62	15.50	47.50	5.12	5.69	---	---	---	312.00
50†	75†	---	UC	UA	---	5.00	15.00	4.50	20.62	6.50	6.69	7.25	5.00	19.38	41.06	---	---	---	---	---	390.00
50†	75†	---	UC	UA	---	5.00	23.00	4.50	20.62	6.50	6.69	7.25	5.00	19.38	49.06	---	---	---	---	---	426.00
---	100†	---	---	WA	---	7.00	15.00	7.00	23.12	5.88	8.62	9.88	5.50	18.50	42.12	---	---	---	---	---	610.00
---	100†	---	---	WA	---	7.00	21.00	7.00	23.12	5.88	8.62	9.88	5.50	18.50	48.12	---	---	---	---	---	675.00
---	150†	---	---	YA	---	7.25	18.00	7.25	24.38	6.00	9.12	10.88	6.00	18.50	45.62	---	---	---	---	---	735.00
---	200†	---	---	YA	---	8.00	20.00	8.00	26.69	6.50	10.00	11.81	7.00	20.50	50.50	---	---	---	---	---	1020.00
---	300†	---	---	ZA	---	9.50	20.00	9.50	30.12	8.00	10.94	12.94	7.25	23.75	54.69	---	---	---	---	---	1390.00

*"Dimensiones forjadas" — tenga en cuenta la limpieza de la máquina (Las lavas de los ganchos se adoran sólo al seguro de Diagra G506)
 319A — Acero de elección. 319B — Bronce, alta resistencia. 319C — Acero al carbono.

†Disponible galvanizado por inmersión en caliente hasta 15 toneladas.

anexo 2

Tabla de cables.

SERIE		6 x 37		6 x 37		6 x 37	
TIPO ALMA ACERO		LÍNEA DE FIBRA ARADO MEJORADO		CABLE DE ACILRO ARADO MEJORADO		ALMA DE FIBRA A.M.G. +	
DIAMETRO		PESO CARGA DE RUPTURA		PESO CARGA DE RUPTURA		PESO CARGA DE RUPTURA	
mm	Nom	kg/m	ton	kg/m	ton	kg/m	ton
6.35	1/4	0.150	2.4	0.15	2.50		
7.94	5/16	0.240	3.66	0.24	4.10	0.240	2.9
9.53	3/8	0.350	5.23	0.350	5.75	0.330	4.6
11.11	7/16	0.480	7.00	0.540	7.80	0.440	6.3
12.70	1/2	0.670	9.7	0.700	10.4	0.580	8.7
14.30	9/16	0.780	12.2	0.860	13.2	0.730	11.4
15.90	5/8	0.970	15.1	1.050	16.2	0.910	13.6
19.05	3/4	1.300	21.6	1.570	23.2	1.300	19.4
22.23	7/8	1.900	29.2	2.150	31.4	1.770	26.3
25.40	1	2.470	37.9	2.760	40.7	2.300	34.1
28.60	1 1/8	3.120	47.7	3.540	51.3	2.900	42.9
31.75	1 1/4	3.850	58.6	4.390	63.0	3.600	52.7
34.93	1 3/8	4.660	70.5	5.280	75.7	4.350	63.4
38.10	1 1/2	5.560	83.5	6.270	89.7	5.200	75.1
41.27	1 5/8	6.470	97.1	7.370	104.0	6.100	87.4
44.45	1 3/4	7.490	112.0	8.580	121.0	7.080	101.0
47.62	1 7/8	8.670	128.0	9.790	138.0	8.120	115.0
50.80	2	9.840	145.0	11.150	156.0	9.240	131.0

• ARADO MEJORADO GALVANIZADO

6 x 37
CASCABEL



6 x 37
CASCABEL



6 x 37
ANGULA



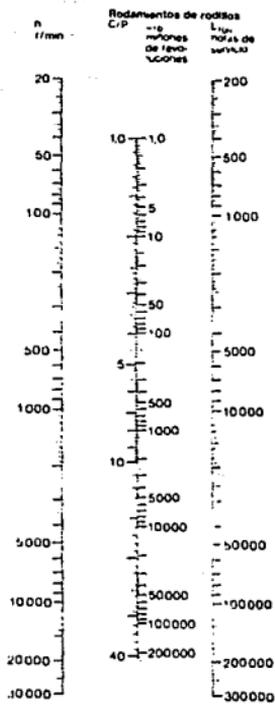
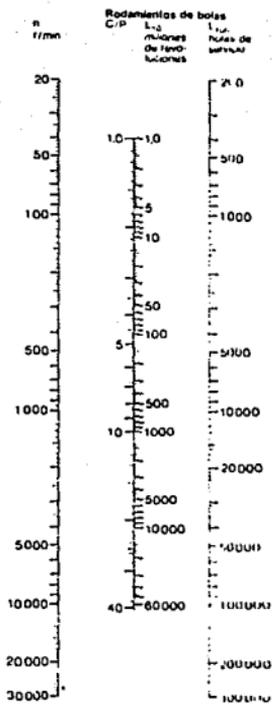
CONSTRUCCIONES:

- 6 x 37 (18 12 6 1) - 3 OPERACIONES
- 6 x 36 (14 7 + 7 7) WARRINGTON SEAL
- 6 x 31 (12 + 6 5 1) WARRINGTON SEAL
- 6 x 36 (14 14 7 7 1) FILLER

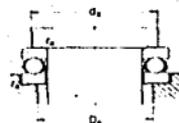
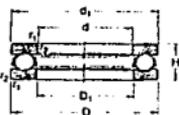
anexo 3

Rodamientos.

Cálculo de la vida



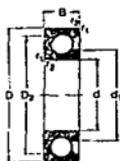
**Rodamientos axiales de bola
de simple efecto
d 90-170 mm**



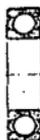
Dimensiones principales		Capacidad de carga		Carga límite de fatiga	Factor de carga nominal	Velocidad nominal lubricados con aceite	Masa	Designación		
d	D	C	C_{10}	N	A	n /min	kg			
mm		mm		N						
90	120	22	58 200	191 000	7 500	190	1 800	2 500	0,67	51118
	155	25	119 000	300 000	11 400	470	1 500	2 000	1,70	51318
	155	50	175 000	483 000	18 600	1 100	1 000	1 500	7,40	51318
	190	77	207 000	750 000	25 500	2 900	800	1 100	11,0	51418
100	135	25	65 200	210 000	10 000	260	1 700	2 400	0,97	51120
	150	28	124 000	320 000	11 400	530	1 300	1 800	2,20	51220
	175	55	228 000	540 000	19 800	1 600	950	1 400	4,45	51320
	210	65	314 000	985 000	31 500	4 800	700	1 400	14,0	51420
110	145	25	87 100	290 000	10 200	440	1 600	2 200	1,05	51122
	160	28	130 000	360 000	12 500	670	1 200	1 700	2,40	51222
	180	63	276 000	720 000	24 000	2 700	850	1 200	7,45	51322
	230	55	410 000	1 140 000	34 500	6 400	650	850	25,0	51422
120	155	25	88 400	310 000	10 600	500	1 600	2 200	1,15	51124
	170	28	140 000	420 000	13 400	830	1 100	1 600	2,65	51224
	210	70	325 000	915 000	38 500	4 400	800	1 100	11,0	51324
	250	102	423 000	1 220 000	36 000	7 700	600	800	25,5	51424
130	170	30	111 000	390 000	12 900	790	1 400	1 900	1,85	51126
	190	45	168 000	540 000	17 000	1 500	950	1 400	4,00	51226
	225	75	254 000	1 060 000	32 600	9 800	750	1 000	13,0	51326
	270	110	520 000	1 600 000	45 000	13 000	560	750	37,0	51426
140	180	31	111 000	400 000	12 900	830	1 300	1 800	2,05	51128
	200	48	190 000	570 000	17 600	1 700	950	1 400	4,75	51228
	240	80	397 000	1 220 000	35 500	7 700	700	900	15,5	51328
	290	112	520 000	1 600 000	44 000	12 000	500	700	34,5	51428
150	190	31	111 000	400 000	12 500	830	1 200	1 700	2,20	51130
	215	50	238 000	720 000	22 000	2 800	900	1 200	8,10	51230
	250	80	410 000	1 280 000	36 500	8 700	670	900	16,5	51330
	300	120	558 000	1 800 000	48 000	17 000	500	870	42,5	51430
160	200	31	112 000	425 000	12 800	940	1 200	1 700	2,35	51132
	225	51	242 000	780 000	22 800	2 200	850	1 200	6,55	51232
	270	87	448 000	1 500 000	41 500	12 000	630	250	21,0	51332
170	215	34	133 000	500 000	14 300	1 300	1 100	1 600	2,30	51134
	240	55	286 000	830 000	26 900	4 500	800	1 100	8,15	51234
	290	87	468 000	1 600 000	43 000	13 000	600	400	27,0	51334

Otras dimensiones		Dimensiones de retalles				
d	D ₁	$r_{1,2}$ /mm	$d_{1,2}$ /mm	$D_{1,2}$ /mm	$r_{1,2}$ /mm	
mm						
90	120	82	1	108	102	1
	155	93	1,1	117	106	1
	155	93	1,5	124	116	1,5
	187	93	2,1	149	111	2
100	135	102	1	121	114	1
	150	103	1,1	130	120	1
	170	103	1,5	142	128	1,5
	209	103	3	165	144	2,5
110	145	112	1	131	124	1
	160	113	1,1	140	130	1
	187	113	2	150	142	2
	225	113	3	181	149	2,5
120	155	122	1	141	134	1
	170	123	1,1	150	140	1
	197	123	1,5	166	144	1,5
	230	124	2,1	186	149	2
	275	124	4	213	167	3
130	170	132	1	154	148	1
	187	133	1,5	166	154	1,5
	220	134	2,1	186	159	2
	265	134	4	213	167	3
140	180	142	1	168	156	1
	197	143	1,5	178	164	1,5
	235	144	2,1	199	161	2
	275	144	4	223	167	3
150	198	150	1	179	166	1
	212	153	1,5	198	176	1,5
	245	154	2,1	209	181	2
	295	154	4	239	211	3
160	208	162	1	184	176	1
	222	163	1,5	199	186	1,5
	265	164	3	225	205	2,5
170	213	172	1	197	186	1
	237	175	1,5	212	206	1,5
	275	174	3	235	215	2,5

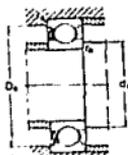
Rodamientos rígidos de una hilera de bolas
con placa(s) de protección
d. 25-70 mm



Con una placa de protección /
rodamientos con
D ≤ 110 mm



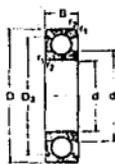
Con dos placas de protección /
rodamientos con
D > 110 mm



Dimensiones principales		Capacidades de carga estática		Carga límite de fatiga P ₃	Velocidad nominal lubricación con grasa	Masa	Designaciones rodamientos con una placa con protección			
d	D	B	C	C ₀	n	m	D	d ₁		
mm	mm	mm	mm	N	mm	kg	mm	mm		
25	47	12	11 200	6 540	275	15 000	18 000	0 080	6009-Z	6009-ZZ
	52	15	14 000	7 800	335	12 000	15 000	0 13	6204-Z	6204-ZZ
	62	17	22 500	11 600	4 40	11 000	11 000	0 23	6302-Z	6302-ZZ
30	55	13	13 200	8 200	375	12 000	15 000	0 13	6006-Z	6006-ZZ
	62	14	19 500	11 200	475	10 000	13 000	0 20	6206-Z	6206-ZZ
	72	18	28 100	16 600	670	9 000	11 000	0 35	6306-Z	6306-ZZ
35	62	14	15 800	10 200	440	10 000	13 000	0 16	6007-Z	6007-ZZ
	72	17	25 500	15 300	615	8 000	11 000	0 29	6207-Z	6207-ZZ
	80	21	33 200	19 000	875	8 500	10 000	0 48	6307-Z	6307-ZZ
40	68	15	16 800	11 800	480	9 500	12 000	0 19	6008-Z	6008-ZZ
	80	18	30 700	19 000	900	8 500	10 000	0 37	6208-Z	6208-ZZ
	90	23	41 000	24 000	1 020	7 600	9 000	0 63	6308-Z	6308-ZZ
45	75	18	20 800	14 800	545	9 000	11 000	0 25	6009-Z	6009-ZZ
	85	19	33 200	21 800	915	7 500	9 000	0 41	6209-Z	6209-ZZ
	100	25	52 700	31 500	1 340	6 700	8 000	0 93	6309-Z	6309-ZZ
50	80	18	21 600	16 000	710	8 500	10 000	0 28	6010-Z	6010-ZZ
	90	20	36 100	23 700	940	7 000	8 500	0 46	6210-Z	6210-ZZ
	110	27	61 800	38 000	1 660	6 200	7 500	1 05	6310-Z	6310-ZZ
55	90	18	26 100	21 200	800	7 500	9 000	0 39	6011-Z	6011-ZZ
	100	21	42 800	28 800	1 250	6 300	7 500	0 61	6211-Z	6211-ZZ
	120	29	71 500	43 000	1 900	5 400	6 700	1 35	6311-Z	6311-ZZ
60	95	18	28 800	23 200	940	8 700	9 000	0 47	6012-Z	6012-ZZ
	110	22	47 800	32 500	1 400	8 000	7 500	0 76	6212-Z	6212-ZZ
	130	31	81 900	52 000	2 200	5 900	6 500	1 70	6312-Z	6312-ZZ
65	100	18	30 700	25 000	1 000	8 300	7 500	0 44	6013-Z	6013-ZZ
	120	25	55 500	40 300	1 730	5 300	6 300	0 99	6213-Z	6213-ZZ
	140	33	92 300	60 000	2 500	4 800	5 600	2 10	6313-Z	6313-ZZ
70	110	20	37 700	31 000	1 230	8 000	7 000	0 60	6014-Z	6014-ZZ
	125	24	60 500	48 000	1 800	5 000	6 000	1 10	6214-Z	6214-ZZ
	150	33	104 000	68 000	2 750	4 500	5 300	2 50	6314-Z	6314-ZZ

Otras dimensiones				Dimensiones de resalte			
d	d ₁	D ₁	r ₁ min	r ₁ max	D ₁ min	r ₁ max	r ₂ max
mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
25	32	42,2	0,8	28	43	0,8	
	38	48,3	1,1	30	47	1	
	38,8	52,7	1,1	31,5	55,5	1	
30	38,2	45	1	35	50	1	
	40,3	54,1	1	35	57	1	
	41,8	61,9	1,1	38,5	65,5	1	
35	43,7	55,1	1	40	57	1	
	46,9	62,7	1,1	41,5	65,5	1	
	49,5	69,2	1,5	43	72	1,5	
40	49,2	61,1	1	45	63	1	
	52,8	69,9	1,1	46,5	73,5	1	
	54,1	77,7	1,5	48	82	1,5	
45	54,7	67,8	1	50	70	1	
	57,8	75,2	1,1	51,5	78,5	1	
	62,1	86,7	1,5	53	92	1,5	
50	59,7	72,8	1	55	75	1	
	62,5	81,7	1,1	56,5	83,5	1	
	66,7	95,2	1,5	58	101	1,5	
55	65,3	81,5	1,1	61,5	83,5	1	
	68	88,4	1,5	63	92	1,5	
	73,5	104	2	64	111	2	
60	71,3	86,5	1,1	66,5	86,5	1	
	75,3	97	1,5	68	102	1,5	
	81,6	113	2	71	118	2	
65	82,3	91,5	1,1	71,5	93,5	1	
	85,3	106	1,5	73	112	1,5	
	89,2	127	2	76	129	2	
70	87,8	99,8	1,1	76,5	103,5	1	
	91	111	1,5	78	117	1,5	
	94,9	130	2	81	139	2	

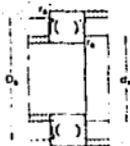
Rodamientos rígidos de una hilera de bolas con placa(s) de protección d 75-160 mm



Con una placa de protección Z



Con dos placas de protección Z



Dimensiones principales		Capacidad de carga estática	Carga límite de fatiga	Velocidad nominal	Masa	Designaciones			
d	D	C_0	C_e	Lubricación con grasa	kg	Rodamientos con una placa de protección			
mm	mm	N	N	r/min	kg	Rodamientos con dos placas de protección			
75	115	20	39 500	1 430	5 800	8 700	0,64	6015-Z	6015-2Z
	130	25	46 300	2 043	4 800	4 600	1,20	6215-Z	6215-2Z
	160	37	61 400	2 900	4 300	5 000	3,00	6315-Z	6315-2Z
80	125	27	47 500	1 660	5 300	6 300	0,85	6016-Z	6016-2Z
	142	36	70 200	2 290	4 900	5 300	1,43	6216-Z	6216-2Z
	170	49	124 000	3 250	3 800	4 500	3,60	6316-Z	6316-2Z
85	130	27	49 400	1 761	5 000	6 000	0,89	6017-Z	6017-2Z
	150	36	83 200	2 500	4 300	5 000	1,80	6217-Z	6217-2Z
	180	49	133 000	3 550	3 600	4 500	4,25	6317-Z	6317-2Z
90	140	34	58 500	1 963	4 400	5 600	1,15	6018-Z	6018-2Z
	160	46	94 600	2 800	3 800	4 500	2,15	6218-Z	6218-2Z
	190	63	143 000	3 800	3 400	4 000	4,90	6318-Z	6318-2Z
95	145	34	60 500	2 040	4 500	5 300	1,20	6019-Z	6019-2Z
	170	47	108 000	2 900	3 800	4 300	2,60	6219-Z	6219-2Z
	200	65	163 000	4 150	3 200	3 800	5,65	6319-Z	6319-2Z
100	150	24	60 500	2 040	4 300	5 000	1,25	6020-Z	6020-2Z
	180	34	124 000	3 350	3 400	4 000	3,15	6220-Z	6220-2Z
	215	47	174 000	4 750	3 000	3 600	7,00	6320-Z	6320-2Z
105	160	26	72 800	2 400	4 000	4 800	1,40	6021-Z	6021-2Z
	190	36	132 000	3 650	3 200	3 800	3,70	6221-Z	6221-2Z
	225	49	182 000	5 100	2 800	3 400	8,25	6321-Z	6321-2Z
110	170	28	81 800	2 600	3 800	4 500	1,58	6022-Z	6022-2Z
	200	38	142 000	4 200	3 200	3 800	4,35	6222-Z	6222-2Z
	240	50	203 000	5 700	2 800	3 200	9,55	6322-Z	6322-2Z
120	180	28	85 200	2 750	3 400	4 000	2,05	6024-Z	6024-2Z
	215	40	148 000	3 900	2 800	3 400	5,18	6224-Z	6224-2Z
130	200	33	108 000	3 250	3 200	3 800	3,15	6026-Z	6026-2Z
	230	40	158 000	4 150	2 800	3 200	3,80	6226-Z	6226-2Z
140	210	33	111 000	3 450	3 000	3 600	3,35	6028-Z	6028-2Z
150	225	35	125 000	3 800	2 800	3 200	4,00	6030-Z	6030-2Z
160	240	34	143 000	4 300	2 400	3 000	5,90	6032-Z	6032-2Z

Otras dimensiones				Dimensiones de roscas		
d	d ₁	D ₂	r _{1,2}	d ₁	D ₂	r _{1,2}
mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm

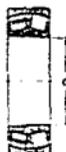
75	87,8	105	1,1	81,5	108,5	1,5
	97	117	1,5	92	122	1,5
	101	129	2,1	96	136	2,1
80	94,4	115	1,1	86,5	119,5	1,5
	101	127	2	91	131	2
	106	147	2,1	97	150	2,1
85	99,4	120	1,1	92,5	123,5	1,5
	106	135	2	98	141	2
	114	156	2,1	98	167	2,5
90	105	129	1,5	98	132	1,5
	112	142	2	98	145	2
	121	164	3	103	172	2,5
95	110	132	1,5	103	137	1,5
	118	152	2	106	150	2
	127	172	3	108	180	2,5
100	115	130	1,5	108	142	1,5
	124	160	2,1	111	169	2
	135	184	3	113	202	2,5
105	122	147	2	114	151	2
	131	167	2,1	116	176	2
	141	193	3	118	212	2,5
110	129	156	2	119	161	2
	138	177	2,1	121	189	2
	148	205	3	123	227	2,5
120	139	166	2	129	171	2
	150	189	2,1	131	204	2
130	152	181	2	130	191	2
	167	207	2,1	142	219	2,5
140	162	192	2	149	201	2
150	174	206	2,1	161	214	2
160	185	219	2,1	171	229	2

Rodamientos de rodillos a rótula

II 20-55 mm



Agujero cilíndrico



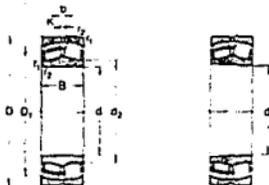
Agujero cónico



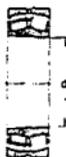
Dimensiones principales		Capacidad de carga estática	Carga límite de fatiga	Vit. local nominal	Masa	Designaciones				
d	D	B	C	C ₀	P ₀	L ₁₀ (h)	rodillos	rodillos		
mm	mm	mm	mm	N	N	r/min	kg	mm		
26	42	13	30 500	30 300	3 400	8 000	0 100	0 18	21304 CC	-
26	42	13	30 500	30 300	3 400	8 000	0 100	0 18	22208 CC	22208 CCK
26	42	13	30 500	30 300	3 400	8 000	0 100	0 18	22208 EK	22208 EK
26	42	13	30 500	30 300	3 400	8 000	0 100	0 18	21305 CC	-
30	48	20	48 800	52 000	5 400	7 500	0 500	0 28	22208 CC	22208 CCK
30	48	20	48 800	52 000	5 400	7 500	0 500	0 28	22208 EK	22208 EK
30	48	20	48 800	52 000	5 400	7 500	0 500	0 28	21306 CC	-
35	52	22	61 200	73 000	8 000	6 200	0 600	0 43	22207 CC	22207 CCK
35	52	22	61 200	73 000	8 000	6 200	0 600	0 43	22207 EK	22207 EK
35	52	22	61 200	73 000	8 000	6 200	0 600	0 43	21307 CC	-
40	60	23	81 500	91 500	10 500	6 000	0 700	0 52	22208 CC	22208 CCK
40	60	23	81 500	91 500	10 500	6 000	0 700	0 52	22208 EK	22208 EK
40	60	23	81 500	91 500	10 500	6 000	0 700	0 52	21308 CC	-
40	60	23	81 500	91 500	10 500	6 000	0 700	0 52	22209 CC	22209 CCK
40	60	23	81 500	91 500	10 500	6 000	0 700	0 52	22209 EK	22209 EK
45	65	23	117 000	137 000	14 400	5 200	0 700	0 56	22208 CC	22208 CCK
45	65	23	117 000	137 000	14 400	5 200	0 700	0 56	22208 EK	22208 EK
45	65	23	117 000	137 000	14 400	5 200	0 700	0 56	21309 CC	-
45	65	23	117 000	137 000	14 400	5 200	0 700	0 56	22209 CC	22209 CCK
45	65	23	117 000	137 000	14 400	5 200	0 700	0 56	22209 EK	22209 EK
50	70	23	142 000	162 000	17 200	4 800	0 800	0 60	22210 CC	22210 CCK
50	70	23	142 000	162 000	17 200	4 800	0 800	0 60	22210 EK	22210 EK
50	70	23	142 000	162 000	17 200	4 800	0 800	0 60	21310 CC	-
50	70	23	142 000	162 000	17 200	4 800	0 800	0 60	22210 CC	22210 CCK
50	70	23	142 000	162 000	17 200	4 800	0 800	0 60	22210 EK	22210 EK
55	75	25	185 000	205 000	21 800	4 200	1 000	0 82	22211 CC	22211 CCK
55	75	25	185 000	205 000	21 800	4 200	1 000	0 82	22211 EK	22211 EK
55	75	25	185 000	205 000	21 800	4 200	1 000	0 82	21311 CC	-
55	75	25	185 000	205 000	21 800	4 200	1 000	0 82	22211 CC	22211 CCK
55	75	25	185 000	205 000	21 800	4 200	1 000	0 82	22211 EK	22211 EK
60	80	26	240 000	260 000	28 000	3 700	1 200	0 95	22212 CC	22212 CCK
60	80	26	240 000	260 000	28 000	3 700	1 200	0 95	22212 EK	22212 EK
60	80	26	240 000	260 000	28 000	3 700	1 200	0 95	21312 CC	-
60	80	26	240 000	260 000	28 000	3 700	1 200	0 95	22212 CC	22212 CCK
60	80	26	240 000	260 000	28 000	3 700	1 200	0 95	22212 EK	22212 EK

Otras dimensiones		Dimensiones de rosales			Factores de carga			
d ₂	D ₂	r ₁	r ₂	d ₁	D ₁	f ₁	f ₂	
mm	mm	mm	mm	mm	mm			
20	28.5	42.5	1.1	-	27	45	1	0.30 2.3 2.4 2.2
25	31.8	44	1	-	31	48	1	0.25 1.8 2.0 1.8
25	31.8	44	1	5.5 3	31	48	1	0.25 1.8 2.0 1.8
25	31.8	44	1	-	32	50	1	0.30 2.3 2.4 2.2
30	37.7	52.8	1	-	38	56	1	0.30 2 3 2.2
30	37.7	52.8	1	5.5 3	38	56	1	0.31 2.2 3.0 2.2
30	37.7	52.8	1	-	37	65	1	0.27 2.5 2.7 2.5
35	44.4	61.4	1.1	-	42	65	1	0.31 2.2 3.0 2.2
35	44.4	61.4	1.1	5.5 3	42	65	1	0.31 2.2 3.0 2.2
35	44.4	61.4	1.1	-	44	71	1.5	0.28 2.4 3.0 2.5
40	49.7	68.8	1.1	-	47	73	1	0.28 2.4 3.0 2.5
40	49.7	68.8	1.1	5.5 3	47	73	1	0.28 2.4 3.0 2.5
40	49.7	68.8	1.1	-	48	81	1.5	0.28 2.8 3.0 2.5
40	49.7	68.8	1.1	-	49	81	1.5	0.31 2.8 3.0 2.5
40	49.7	68.8	1.1	5.5 3	49	81	1.5	0.31 2.8 3.0 2.5
45	54.9	74	1.1	-	52	78	1	0.28 2.8 3.0 2.5
45	54.9	74	1.1	5.5 3	52	78	1	0.28 2.8 3.0 2.5
45	54.9	74	1.1	-	54	81	1.5	0.28 2.8 3.0 2.5
45	54.9	74	1.1	-	54	81	1.5	0.27 2.8 3.0 2.5
45	54.9	74	1.1	5.5 3	54	81	1.5	0.31 2.8 3.0 2.5
50	60	78.2	1.1	-	57	83	1	0.24 2.8 3.0 2.2
50	60	78.2	1.1	5.5 3	57	83	1	0.26 2.8 3.0 2.2
50	60	78.2	1.1	-	60	100	2	0.25 2 4 2.5
50	60	78.2	1.1	-	60	100	2	0.31 2.8 2.7 1.8
50	60	78.2	1.1	5.5 3	60	100	2	0.31 2.8 2.7 1.8
55	66	88	1.5	-	64	81	1.5	0.24 2.8 2.2 2.8
55	66	88	1.5	5.5 3	64	81	1.5	0.24 2.8 2.2 2.8
55	66	88	1.5	-	65	110	2	0.25 2 4 2.5
55	66	88	1.5	-	65	110	2	0.25 2 4 2.5
55	66	88	1.5	5.5 3	65	110	2	0.25 2 4 2.5
55	66	88	1.5	-	65	110	2	0.25 2 4 2.5

Rodamientos de rodillos a rótula
d 60-85 mm

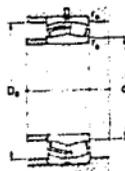


Apoyo cónico



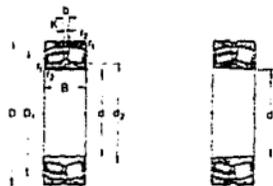
Apoyo cónico

Dimensiones principales		Capacidad de carga		Carga límite de tracción	Velocidad nominal	Masa	Designaciones
d	D	B	C	C ₀	P ₀	kg	Para apoyo con apoyo cónico
mm	N	N	r/min				
60	110	26	122 000	148 000	16 300	4 000	2212 CC
	110	26	160 700	190 000	4 300	5 300	2212 EK
	130	31	161 000	200 000	23 700	3 000	2212 CC
	130	46	275 000	260 000	30 500	3 800	2212 CC
	130	46	271 000	325 000	36 700	2 800	2212 E
65	120	31	148 000	185 000	21 200	3 800	2213 CC
	120	31	178 000	216 000	24 000	3 800	2213 EK
	140	32	184 000	245 000	27 000	2 800	2213 CC
	140	48	253 000	300 000	38 500	2 600	2213 CC
	140	48	249 000	360 000	38 000	2 600	2213 E
70	125	31	144 000	186 000	21 700	3 800	2214 CC
	125	31	178 000	226 000	25 500	3 600	2214 EK
	150	29	207 000	260 000	29 000	2 800	2214 CC
	150	51	311 000	380 000	40 000	2 400	2214 CC/W33
	150	51	345 000	430 000	45 000	2 200	2214 E
75	130	31	154 000	208 000	23 800	3 400	2215 CC
	130	31	184 000	240 000	26 800	3 400	2215 EK
	140	37	225 000	280 000	32 500	2 400	2215 CC
	140	55	345 000	420 000	44 000	2 200	2215 CC/W33
	140	55	345 000	475 000	48 000	2 200	2215 E
80	140	32	178 000	228 000	26 000	3 200	2216 CC
	140	32	207 000	270 000	29 000	2 700	2216 EK
	170	29	258 000	325 000	36 000	2 200	2216 CC
	170	58	374 000	455 000	48 000	2 000	2216 CC/W33
	170	58	431 000	540 000	54 000	2 000	2216 E
85	150	38	210 000	270 000	31 000	3 000	2217 CC/W33
	150	38	244 000	325 000	34 500	2 800	2217 E
	180	45	292 000	375 000	40 000	2 200	2217 CC
	180	60	420 000	520 000	52 000	1 800	2217 CC/W33
	180	60	477 000	620 000	61 000	1 900	2217 E



Otras dimensiones		Dimensiones de resorte			Factores de carga		
d ₂	D ₁	r ₁	r ₂	b	a	e	f
mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	
60	77	96	15	-	-	59	101
	71	91	15	55	3	58	101
	115	-	-	-	-	72	118
	79	113	21	-	-	72	118
	74	106	21	-	-	72	118
	71	112	21	55	3	72	118
65	74	105	15	-	-	74	111
	75	107	15	55	3	74	111
	86	118	21	-	-	77	129
	82	118	21	-	-	77	129
	81	120	21	83	45	77	129
70	84	111	15	-	-	78	116
	82	112	15	55	3	78	116
	82	127	21	-	-	82	136
	86	127	21	83	45	82	136
	83	130	21	83	45	82	136
75	89	115	15	-	-	84	121
	82	117	15	55	3	84	121
	93	125	21	-	-	87	148
	84	124	21	83	45	87	148
	82	136	21	83	45	87	148
80	94	124	2	-	-	80	130
	94	127	2	55	3	80	130
	100	145	21	-	-	82	158
	100	144	21	83	45	82	158
	94	144	21	83	45	82	158
85	100	132	2	55	3	85	142
	101	135	2	55	3	85	142
	111	153	-	-	-	98	186
	106	154	-	-	-	98	186
	108	155	3	83	45	98	186

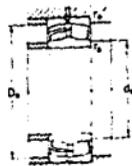
Rodamientos de rodillos a rótula
d 90-120 mm



Apoyo cónico



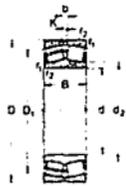
Apoyo cónico



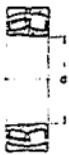
Dimensiones denominadas	Capacidad de carga		Velocidad nominal Lubricación grasa aceite	Masa kg	Designaciones Rodamientos con apoyo cónico					
	dinám. C _d	estática C _e								
d	D	B	H	r ₁	r ₂					
mm	mm	mm	mm	mm	mm					
90	100	40	273 D10	340 000	17 500	2 600	3 470	3 40	2218 CC/W33	2218 CCR/W33
100	120	52	292 D20	376 000	19 200	2 600	3 470	3 40	2218 EK	2218 EK
120	140	62	311 D30	442 000	22 000	1 900	2 620	4 90	2218 CC/W33	2218 CCR/W33
140	160	72	322 D40	472 000	24 000	1 900	2 600	1 80	2218 EK	2218 EK
160	180	84	477 D50	617 000	31 000	1 800	2 400	2 80	2218 CC/W33	2218 CCR/W33
180	200	94	575 D60	699 000	37 000	1 800	2 400	2 80	2218 EK	2218 EK
95	170	43	282 D10	375 000	40 000	2 200	3 200	4 00	2218 CC/W33	2218 CCR/W33
170	170	43	334 D10	420 000	46 500	2 400	3 200	4 15	2218 EK	2218 EK
200	180	46	351 D10	480 000	49 000	1 800	2 400	3 75	2218 CC	2218 EK
200	200	87	518 D30	670 000	34 000	1 800	2 400	10 0	2218 CC/W33	2218 CCR/W33
200	200	87	541 D30	785 000	37 500	1 800	2 400	10 0	2218 EK	2218 EK
100	195	52	322 D10	490 000	13 000	2 000	2 800	4 40	2210 CC/W33	2210 CCR/W33
180	180	46	311 D10	415 000	44 000	2 200	3 000	4 85	2210 CC/W33	2210 CCR/W33
180	180	46	368 D10	480 000	48 000	2 200	3 000	4 80	2220 E	2220 EK
180	180	46	414 D10	600 000	63 000	1 700	2 200	6 10	2220 CC/W33	2220 CCR/W33
215	170	47	289 D10	370 000	53 000	1 700	2 200	8 00	2220 E	2220 EK
215	170	47	610 D30	800 000	33 000	1 700	2 200	13 0	2220 CC/W33	2220 CCR/W33
215	170	47	752 D30	850 000	36 000	1 700	2 200	13 0	2220 E	2220 EK
110	170	45	287 D10	440 000	48 500	2 200	3 000	3 25	2222 CC	2222 CCR
180	180	46	314 D10	545 000	61 000	1 800	2 800	5 55	2222 CC/W33	2222 CCR/W33
180	180	46	440 D20	750 000	78 000	1 600	1 400	8 85	2222 CC/W33	2222 CCR/W33
200	180	43	408 D10	580 000	57 000	2 000	2 800	7 00	2222 E	2222 EK
200	200	83	489 D30	845 000	83 000	2 000	2 800	7 00	2222 E	2222 EK
200	200	83	518 D30	785 000	78 500	1 800	2 000	8 70	2222 CC/W33	2222 CCR/W33
240	200	80	480 D10	620 000	61 000	1 700	2 000	12 0	2222 E	2222 EK
240	240	80	725 D30	845 000	84 500	1 800	2 000	14 0	2222 CC/W33	2222 CCR/W33
240	240	80	879 D30	1 170 000	100 000	1 500	1 800	17 5	2222 E	2222 EK
180	180	46	375 D10	510 000	53 000	2 000	2 800	4 20	2204 CC/W33	2204 CCR/W33
180	180	46	314 D10	670 000	64 000	1 800	2 000	5 40	2204 CC/W33	2204 CCR/W33
200	200	87	448 D20	895 000	71 000	1 800	2 400	7 80	2214 CC/W33	2214 CCR/W33
200	200	80	573 D10	950 000	89 000	1 700	10 0	10 0	2214 CC/W33	2214 CCR/W33
215	180	46	484 D10	670 000	67 000	1 800	2 400	8 70	2224 CC/W33	2224 CCR/W33
215	180	46	552 D10	785 000	73 500	1 800	2 000	8 85	2224 E	2224 EK
215	180	46	840 D10	870 000	83 000	1 500	1 800	12 0	2224 CC/W33	2224 CCR/W33
240	240	86	845 D10	1 170 000	100 000	1 400	1 800	22 0	2224 CC/W33	2224 CCR/W33

Otras dimensiones	Dimensiones de rodillos				Factores de carga							
	d	d ₁	D ₁	D ₂	f ₁	f ₂	f ₃					
mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm					
90	107	140	2	5,5	3	100	150	2	0,23	2,9	4,4	2,8
100	108	142	2	5,5	3	100	150	2	0,21	2,2	3,3	2,2
120	106	138	2	5,5	3	104	176	2,5	0,23	3,3	4,4	2,8
140	118	162	3	-	-	104	176	2,5	0,25	1,9	2,9	1,8
160	112	160	3	11,1	6	104	176	2,5	0,25	1,9	2,9	1,8
180	112	162	3	11,1	6	104	176	2,5	0,23	2	3	2
95	112	148	2,1	8,3	4,5	107	158	2	0,24	2,8	4,2	2,8
170	112	152	2,1	8,3	4,5	107	158	2	0,23	2,8	4,2	2,8
200	124	171	3	-	-	108	186	2,5	0,25	1,9	2,9	1,8
200	118	168	3	11,1	6	108	186	2,5	0,25	1,9	2,9	1,8
200	118	170	3	11,1	6	108	186	2,5	0,23	2	3	2
100	115	145	2	5,5	3	110	155	2	0,20	2,3	3,4	2,2
180	100	157	2,1	8,3	4,5	112	168	2	0,24	2,8	4,2	2,8
180	118	161	2,1	8,3	4,5	112	168	2	0,22	2	3	2
180	117	152	2,1	8,3	4,5	112	168	2	0,22	2	3	2
215	132	182	3	-	-	114	201	2,5	0,22	2	3	2
215	125	180	3	11,1	6	114	201	2,5	0,24	1,9	2,9	1,8
215	130	186	3	11,1	6	114	201	2,5	0,22	2	3	2
110	129	152	2	-	-	120	160	2	0,29	2,9	4,4	2,8
180	106	157	2	8,3	4,5	120	170	2	0,30	2,3	3,4	2,2
180	124	152	2	5,5	3	120	170	2	0,27	1,9	2,7	1,9
200	132	173	2,1	8,3	4,5	122	188	2	0,25	2	4	2,5
200	130	180	2,1	8,3	4,5	122	188	2	0,25	2	3	2
200	130	180	2,1	8,3	4,5	122	188	2	0,21	2,2	4,8	3,8
240	147	203	3	-	-	124	228	2,5	0,25	1,9	2,9	1,8
240	140	200	3	19,8	7,5	124	228	2,5	0,25	1,9	2,9	1,8
240	143	205	3	19,8	7,5	124	228	2,5	0,23	2	3	2
120	138	184	2	5,5	3	130	170	2	0,22	3	4,8	2,8
180	123	158	2	5,5	3	130	170	2	0,20	2,4	3,6	2,5
200	129	171	2	8,3	4,5	130	180	2	0,27	1,8	2,7	1,8
200	125	168	2	5,5	3	132	202	2	0,25	2,7	4	2,5
215	143	196	2,1	11,1	8	132	202	2	0,28	2,4	3,8	2,5
215	141	181	2,1	11,1	8	132	202	2	0,26	1,9	2,8	1,8
215	141	182	2,1	8,3	4,5	132	202	2	0,25	1,9	2,8	1,8
240	152	216	3	12,8	7,5	134	246	2,5	0,25	1,9	2,8	1,8

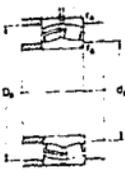
Rotamientos de rodillos a rútsula
d 130 - 170 mm



Aguares eléctrico



Aguares eléctrico



Dimensiones		Capacidad de carga	Carga	Velocidad	Masa	Designaciones			
d	D	Drum	en kg	en m/min	en kg	Rotamientos con agujas (código)			
mm	mm	mm							
130	200	32	374 000	615 000	61 000	1 300 2 600 4 70	23208 CCR/W33	23478 CCR/W33	
200	366	477 000	810 000	81 000	1 300 2 600 4 70	24028 CCR/W33	24078 CCR/W33	24128 CCR/W33	
210	64	446 000	780 000	78 000	1 700 2 200 9 55	23128 CCR/W33	23178 CCR/W33	23228 CCR/W33	
210	80	587 000	1 000 000	800 000	1 700 11 0	24128 CCR/W33	24178 CCR/W33	24228 CCR/W33	
230	84	546 000	600 000	78 000	1 800 2 400 11 0	23278 CCR/W33	23328 CCR/W33	23378 CCR/W33	
230	84	644 000	930 000	88 000	1 800 2 400 11 0	23378 CCR/W33	23428 CCR/W33	23478 CCR/W33	
230	80	800 000	1 050 000	104 000	1 300 1 700 14 0	23278 CCR/W33	23328 CCR/W33	23378 CCR/W33	
260	83	878 000	1 320 000	114 000	1 300 1 700 24 5	23278 CCR/W33	23328 CCR/W33	23378 CCR/W33	
140	210	53	397 000	640 000	66 000	1 600 2 400 6 55	23028 CCR/W33	23078 CCR/W33	23128 CCR/W33
210	88	497 000	870 000	88 000	1 400 1 800 8 45	24028 CCR/W33	24078 CCR/W33	24128 CCR/W33	
225	88	548 000	900 000	88 000	1 600 2 000 10 5	23128 CCR/W33	23178 CCR/W33	23228 CCR/W33	
225	85	613 000	1 180 000	112 000	850 1 100 13 0	24128 CCR/W33	24178 CCR/W33	24228 CCR/W33	
250	86	610 000	930 000	86 500	1 700 2 200 14 0	23278 CCR/W33	23328 CCR/W33	23378 CCR/W33	
250	86	798 000	1 200 000	125 000	1 700 1 800 18 5	23278 CCR/W33	23328 CCR/W33	23378 CCR/W33	
300	102	1 130 000	1 600 000	132 000	1 100 1 500 34 5	23278 CCR/W33	23328 CCR/W33	23378 CCR/W33	
160	225	56	437 000	750 000	73 000	1 700 2 200 7 95	23630 CCR/W33	23680 CCR/W33	23730 CCR/W33
225	75	566 000	1 040 000	102 000	1 300 1 700 10 5	24030 CCR/W33	24080 CCR/W33	24130 CCR/W33	
250	80	725 000	1 200 000	111 000	1 400 1 800 18 0	23130 CCR/W33	23180 CCR/W33	23230 CCR/W33	
250	100	867 000	1 520 000	144 000	800 1 050 19 5	24130 CCR/W33	24180 CCR/W33	24230 CCR/W33	
270	73	728 000	1 080 000	102 000	1 600 2 000 18 0	23230 CCR/W33	23280 CCR/W33	23330 CCR/W33	
270	86	877 000	1 440 000	137 000	1 100 1 500 24 0	23230 CCR/W33	23280 CCR/W33	23330 CCR/W33	
300	108	1 370 000	1 920 000	157 000	1 100 1 500 41 5	23230 CCR/W33	23280 CCR/W33	23330 CCR/W33	
160	240	80	508 000	840 000	81 000	1 700 2 200 9 40	23032 CCR/W33	23082 CCR/W33	23132 CCR/W33
240	80	698 000	1 200 000	114 000	1 100 1 500 13 0	24032 CCR/W33	24082 CCR/W33	24132 CCR/W33	
270	86	645 000	1 320 000	126 000	1 100 1 500 20 5	23132 CCR/W33	23182 CCR/W33	23232 CCR/W33	
270	108	1 040 000	1 480 000	143 000	700 800 29 0	24132 CCR/W33	24182 CCR/W33	24232 CCR/W33	
280	80	863 000	1 280 000	118 000	1 100 1 500 27 5	23232 CCR/W33	23282 CCR/W33	23332 CCR/W33	
300	104	1 070 000	1 640 000	145 000	1 100 1 500 37 0	23232 CCR/W33	23282 CCR/W33	23332 CCR/W33	
340	116	1 380 000	1 980 000	161 000	840 1 100 50 0	23232 CCR/W33	23282 CCR/W33	23332 CCR/W33	
170	260	87	621 000	1 060 000	107 000	1 600 2 000 11 0	23034 CCR/W33	23084 CCR/W33	23134 CCR/W33
260	80	798 000	1 200 000	125 000	1 100 1 500 17 5	24034 CCR/W33	24084 CCR/W33	24134 CCR/W33	
260	88	897 000	1 340 000	137 000	700 800 21 5	23134 CCR/W33	23184 CCR/W33	23234 CCR/W33	
260	106	1 070 000	1 460 000	146 000	800 1 100 27 5	23234 CCR/W33	23284 CCR/W33	23334 CCR/W33	
310	86	878 000	1 260 000	122 000	1 100 1 500 27 5	23234 CCR/W33	23284 CCR/W33	23334 CCR/W33	
310	110	1 070 000	1 460 000	146 000	800 1 100 30 0	23234 CCR/W33	23284 CCR/W33	23334 CCR/W33	
360	120	1 460 000	2 160 000	178 000	800 1 100 54 5	23234 CCR/W33	23284 CCR/W33	23334 CCR/W33	

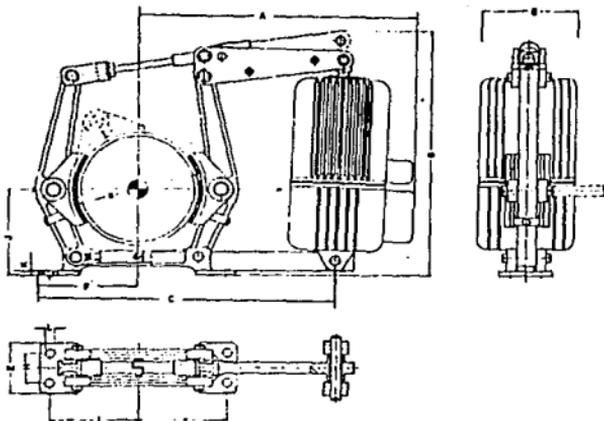
Otras dimensiones		Dimensiones de resacas			Factores de carga							
a	d ₂	D ₁	r ₁	b	h	r ₂	r ₃					
mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm					
130	148	160	2	8,3	4,5	140	190	2	0,2	2,8	4,4	2,8
	145	175	2	5,5	3	140	190	2	0,3	2,7	3,3	2,7
	148	164	2	6,5	4,5	140	200	2	0,2	2,4	3,6	2,5
	147	180	2	5,5	3	140	200	2	0,3	1,8	2,8	1,8
	153	200	3	11,1	6	144	216	2,5	0,2	2,5	3,7	2,5
	152	200	3	11,1	6	144	216	2,5	0,3	2	3	2
	152	196	3	8,3	4,5	144	216	2,5	0,3	1,8	2,8	1,8
	164	233	4	16,7	8	148	262	3	0,3	1,8	2,8	1,8
140	156	190	2	8,3	4,5	150	200	2	0,2	3	4,8	2,8
	155	195	2	9,5	3	150	200	2	0,1	2,3	3,4	2,2
	159	196	2	8,3	4,5	152	213	2	0,2	2,4	3,6	2,5
	156	193	2	8,3	4,5	152	213	2	0,3	1,8	2,8	1,8
	166	216	3	11,1	6	154	236	2,5	0,2	2,6	3,9	2,5
	165	217	3	11,1	6	154	236	2,5	0,3	2	3	2
	175	247	4	16,7	8	158	262	3	0,3	1,8	2,8	1,8
160	199	203	2	8,3	4,5	162	213	2	0,2	3	4,8	2,8
	166	187	2	11,1	3	162	213	2	0,3	2,3	3,4	2,2
	172	218	3	11,1	6	162	238	2	0,2	2,6	3,9	2,5
	166	211	2	8,3	4,5	164	236	2,5	0,3	1,8	2,8	1,8
	179	244	3	13,8	7,5	164	236	2,5	0,2	1,8	2,8	1,8
	175	278	3	11,1	6	164	236	2,5	0,3	1,8	2,8	1,8
	189	261	4	16,7	8	164	236	2,5	0,3	1,8	2,8	1,8
160	181	213	2	11,1	6	172	226	2	0,2	3	4,8	2,8
	177	211	2	8,3	4,5	172	226	2	0,3	2,3	3,4	2,2
	185	234	2	13,8	7,5	172	226	2	0,3	2,3	3,4	2,2
	181	278	2	8,3	4,5	172	226	2	0,4	1,7	2,6	1,6
	191	250	3	13,8	7,5	174	276	2,5	0,2	2,6	3,9	2,5
	189	244	3	13,8	7,5	174	276	2,5	0,2	1,8	2,8	1,8
	201	262	4	16,7	8	178	322	3	0,3	1,8	2,8	1,8
170	142	232	2	11,1	6	182	246	2	0,2	2,9	4,4	2,8
	164	276	2	8,3	4,5	182	246	2	0,3	2	3	2
	195	244	2	13,8	7,5	182	246	2	0,2	2,3	3,4	2,2
	190	237	2	8,3	4,5	182	246	2	0,3	1,8	2,8	1,8
	204	267	4	16,7	8	186	262	3	0,2	2,5	3,7	2,5
	201	261	4	13,8	7,5	186	262	3	0,3	1,8	2,8	1,8
	213	300	4	16,7	8	186	342	3	0,3	2	3	2

anexo 4

Frenos Electrohidráulicos.

Accesorios.

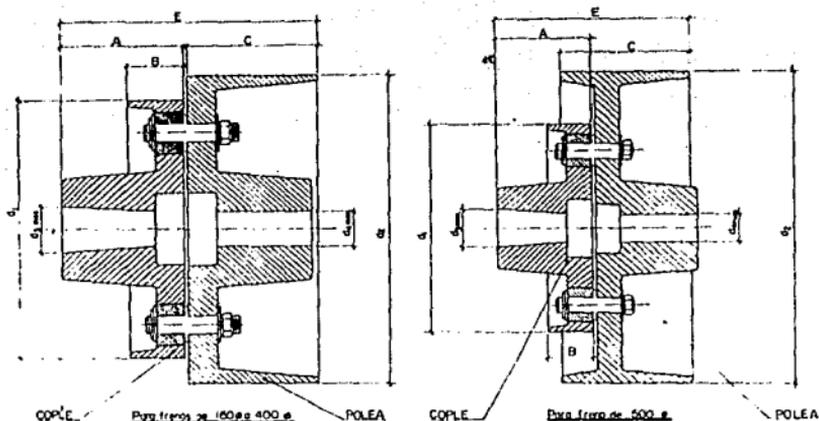
Freno de Doble Zapata con Dispositivo Electrohidráulico



POLEA DE FRENO en mm	Despulgador		Par de Freno en Nm		A	B	C	D	E	F	G Ø	G' Ø	H	I	J	K	L	Peso en kg
	EMG	ELHY	EMG	ELHY														
200	Ed-23/5c	EB-20/50-cl2	85	62	380	160	435	200	76	175	420	475	50	145	160	10	142	29/27
200	Ed-30/6c	EB-20/50-cl20	125	93	377	160	435	200	76	175	420	475	50	145	160	10	142	33/27
250	Ed-23/5c	EB-20/50-cl2	105	62	310	160					400	490						40/38
250	Ed-30/5c	EB-20/50-cl20	155	114	432		545	250	102	230	480		65	180	190	10	167	44/38
250	Ed-50/6c	EB-50/50-cl32	270	194	472	195					555	510						53/41
315	Ed-23/5c	EB-20/50-cl2	105	78	528	160												60/58
315	Ed-30/5c	EB-50/50-cl32	160	199	524		648	315	125	240	550	550	80	220	230	10	183	64/61
315	Ed-50/6c	EB-50/50-cl50	275	293	664	190												73/61
315	Ed-80/6c	EB-25/60-cl80	450	469														74/65
400	Ed-30/6c	EB-30/50-cl32	230	285	567	160												89/86
400	Ed-50/6c	EB-50/50-cl40	660	700	607	195	750	400	152	310	675	675	100	270	280	13	206	108/96
400	Ed-80/6c	EB-25/60-cl80	1080	1120														109/100
500	Ed-50/6c	EB-50/50-cl50	480	500														113/111
500	Ed-80/6c	EB-25/60-cl80	780	810	702	195	106	500	190	365			130	306		13	222	154/145
500	Ed-21/6c	EB-25/60-cl25	1250	1220							865	865			340			169/145
500	Ed-20/6c	EB-25/60-cl25	1990	2000	693	240	90	500	180	365			130	306		19	222	190/154

* Los pesos indicados corresponden usando el despulgador EMG o ELHY respectivamente.

Conjunto Cople-Polea de Freno.



Material: Hierro gris.
 Cople: Clase 30.
 Polea: Clase 35.

FRENO Ø	d ₁	d ₂	d ₃ max.	d ₄ max.	A	B	C	E	Cant. de pernos	Peso	
										C	P
160											
200	160	200	36	40	97	50	72	174	4	3	8
250	260	250	55	55	110	65	100	215	6	16	17
315	280	315	59	65	115	68	118	238	6	16	23
400	335	400	60	65	140	65	180	296	6	23	50
500	335	500	60	65	140	65	180	280	6	23	92

NOTA: Los barrenos de cople y polea se les pueden dar el acabado, según indicaciones del cliente.

En este caso se entregaran las piezas balanceadas.

anexo 5

Reductores.

SELECCION DE UNIDADES
POR EL METODO DE

POTENCIA

Relaciones de 57.66 hasta 291.9
Triple reducción - Flechas paralelas

CAPACIDAD DE POTENCIA EN HP REDUCTORES TIPO Y3*

RPM de Eje de A.V.	Relac. de A.V.	RPM de Eje de R.V.	TAMARO UNIDAD																											
			2050	2040	2030	2020	2010	2000	1990	1980	1970	1960	1950	1940	1930	1920	1910	1900	1890	1880	1870	1860	1850	1840	1830	1820	1810	1800		
			1800	1790	1780	1770	1760	1750	1740	1730	1720	1710	1700	1690	1680	1670	1660	1650	1640	1630	1620	1610	1600	1590	1580	1570	1560	1550	1540	1530
1750	57.66	30	145	279	297	281	610	913	127	148	168	184	206	259	296	349	391	444	523	610	643	683	750	850	992	1115				
70.42	30	134	260	273	259	535	776	101	127	147	167	181	229	270	322	370	414	473	558	645	684	724	788	888	1031					
86.50	20	107	161	249	308	411	627	799	104	116	124	139	186	226	270	320	358	449	503	514	547	574	712	797						
105.9	16.5	670	132	182	278	559	514	704	84	96	105	118	154	173	201	229	265	297	371	415	423	474	581	681						
129.7	13.5	743	113	170	216	306	436	564	67	78	89	100	129	145	167	187	221	248	295	330	351	373	465	544						
158.9	11.0	602	875	123	191	239	331	454	55	67	77	88	113	128	148	165	200	228	280	326	347	372	462	542						
194.4	9.0	500	763	118	149	203	287	386	47	57	66	76	100	116	136	154	187	213	265	311	332	359	450	530						
238.4	7.5	407	692	106	117	155	211	31	38	45	54	64	88	104	116	141	158	185	209	250	286	301	326	417						
291.9	6.0	314	436	598	845	111	203	287	36	42	50	60	84	100	116	140	161	191	217	258	284	311	388	468						
1430	57.66	25	170	191	267	417	517	752	105	123	138	156	175	225	252	303	348	405	529	593	627	702	818	938						
70.42	20	111	168	253	325	443	639	840	105	118	134	150	191	214	243	272	321	355	441	494	510	571	704	788						
86.50	16.5	885	134	205	255	340	515	667	86	96	107	120	153	171	199	223	268	300	370	414	424	475	593	664						
105.9	13.5	717	109	150	228	296	427	582	69	77	89	100	127	142	166	186	220	246	305	342	349	393	483	561						
129.7	11.0	610	928	140	178	252	358	465	57	62	74	82	109	119	138	155	183	205	245	274	289	324	403	451						
158.9	9.0	485	720	103	137	194	289	37	45	53	64	74	100	114	130	151	171	189	217	239	268	303	371	424						
194.4	7.5	409	629	92	123	164	236	318	38	47	56	66	90	103	116	139	157	184	217	246	271	311	384							
238.4	6.0	335	487	708	990	138	190	261	31	38	46	56	80	94	106	128	143	165	194	215	238	280	342							
291.9	5.0	258	452	649	911	982	151	189	24	30	37	46	70	82	97	114	132	158	184	217	241	287	348							
1170	57.66	30	100	159	223	349	430	619	868	102	114	130	146	188	211	242	271	323	365	445	498	580	699	783						
70.42	16.5	914	139	211	269	367	526	676	871	97	111	124	158	177	202	226	267	299	348	403	421	471	589	658						
86.50	13.5	730	113	169	211	281	424	557	70	79	91	102	126	141	165	185	227	249	305	342	352	392	474	552						
105.9	11.0	591	896	124	188	244	347	481	58	68	81	94	117	130	154	172	204	225	282	298	327	401	449							
129.7	9.0	501	785	116	147	198	294	384	48	58	70	82	106	120	140	160	192	213	260	276	305	379	427							
158.9	7.5	408	693	105	129	181	237	314	37	46	55	65	89	103	119	140	160	192	214	236	265	300	374							
194.4	6.0	336	517	78	101	137	194	263	31	37	45	55	79	92	107	128	148	179	205	236	261	300	350							
238.4	5.0	275	400	587	900	105	156	216	26	32	40	50	74	88	104	124	144	176	199	230	255	300	350							
291.9	4.0	217	295	402	585	809	124	156	20	27	34	43	67	80	97	117	140	164	196	221	246	290	340							
870	57.66	15.0	765	121	169	261	325	464	658	77	86	98	120	142	159	184	206	240	276	335	351	390	437	534						
70.42	12.5	687	104	160	203	273	374	526	653	73	81	94	119	133	153	171	203	227	274	307	317	355	448	502						
86.50	10.0	546	850	128	159	212	281	375	527	59	68	80	106	125	143	169	189	229	257	293	293	334	410							
105.9	9.0	444	674	97	140	183	260	363	42	47	57	67	92	104	117	138	155	189	212	246	247	290	338							
129.7	8.0	374	574	88	111	150	220	290	34	38	47	57	81	94	109	128	154	179	206	230	245	290	338							
158.9	5.5	306	445	63	96	127	177	238	28	34	42	52	76	90	106	126	150	177	204	229	254	300	348							
194.4	4.5	251	387	599	759	102	145	197	23	28	35	44	68	82	99	119	144	171	199	226	251	300	348							
238.4	3.0	206	300	437	597	790	116	164	19	24	30	38	62	76	94	114	138	165	194	221	246	300	348							
291.9	3.0	159	221	300	439	606	933	117	151	18	23	29	53	67	84	104	128	156	184	211	236	290	348							
720	57.66	12.5	637	1011	142	217	271	386	550	640	717	825	924	118	132	154	173	207	232	279	312	325	364	440						
70.42	10.0	571	870	131	169	231	328	440	540	605	704	788	901	111	129	144	170	190	229	256	264	296	375	420						
86.50	9.0	453	723	106	132	177	264	357	437	468	574	643	787	88	104	117	141	158	191	214	239	245	273	349						
105.9	8.0	376	561	77	117	152	216	303	350	369	465	521	653	731	871	97	117	145	169	197	216	251	301							
129.7	5.5	310	478	72	97	129	183	241	28	32	38	47	71	84	100	119	141	166	195	220	245	290	340							
158.9	4.5	254	370	528	798	100	147	199	22	27	34	43	67	81	98	119	144	171	199	226	251	300	348							
194.4	3.8	208	322	459	631	847	120	164	19	24	30	38	62	76	94	114	138	165	194	221	246	300	348							
238.4	3.0	171	249	363	493	657	966	132	167	19	24	30	54	68	84	104	128	156	184	211	236	290	348							
291.9	2.5	132	183	249	365	504	776	972	126	141	152	170	221	247	271	349	390	458	515	580	662	742	870							
580	57.66	10.0	519	825	115	176	221	313	448	515	577	673	754	905	107	126	141	169	189	227	254	264	296	340						
70.42	8.0	461	706	103	137	187	265	356	435	487	573	654	807	898	104	117	138	165	195	221	244	249	281	341						
86.50	5.5	364	581	83	107	144	214	297	35	39	48	57	81	93	111	130	154	183	210	236	251	290	340							
105.9	5.0	305	458	62	82	113	175	246	29	34	42	51	75	89	107	127	151	178	205	230	255	300	348							
129.7	4.5	251	381	54	74	104	148	207	25	30	37	46	70	84	102	122	146	173	200	225	250	300	348							
158.9	3.8	204	305	428	605	806	1119	147	182	22	28	35	59	73	91	111	135	162	190	217	242	290	348							
194.4	3.0	161	243	333	465	645	970	133	165	17	22	28	52	66	84	104	128	156	184	211	236	290	348							
238.4	2.5	121	181	249	365	502	732	912	112	127	144	168	197	246	282	332	382	451	510	579	658	742	870							

**SELECCION DE UNIDADES
POR EL METODO DE**

P A R

**Relaciones de 57.66 hasta 297.9
Triple reduccion - Flechas paralelas**

CAPACIDAD DE PAR REDUCTORES TIPO V3*

(Multiplicar por 1000 los valores listados para obtener libras-pulg en la Flecha de Baja Velocidad)

RPM de Entrada N.A.V.	Relac. ACMA N.A.V.	RPM de Salida F.B.V.	TAMARO UNIDAD																											
			2050 2060 2070 2080 2100 2110 2120 2130 2140 2150 2160 2170 2180 2190 2195																											
			2050	2060	2070	2080	2100	2110	2120	2130	2140	2150	2160	2170	2180	2190	2195													
1750	17.64	30	29 0	45 5	63 8	5 8	13 2	19 1	25 0	2 16	35 4	40 2	45 0	54 7	6 15	73 3	8 21	8 8	10 7	13 4	14 0	15 8	15 8	15 7	20 5	20 5	23 3	23 3		
	70.62	25	33 7	5 1	7 4	9 9	5 1	13 8	1 4	2 7	2 6	3 0	3 5 8	4 1 9	4 5 9	5 8 1	6 5 1	7 4 6	8 3 5	9 4 3	1 0 5 6	1 1 3 7	1 2 4 1	1 3 2 7	1 4 1 0	1 5 2 2	1 6 1 0	1 7 1 0	2 1 5 2	2 1 5 2
	86.50	20	3 4 0	4 9 1	7 5 5	9 4 3	1 2 9	1 9 3	2 4 5	3 1 4	3 6 3	3 9 8	4 4 6	5 9 7	6 6 9	7 6 0	8 5 1	9 9 1	1 1 1 0	1 2 6 8	1 5 2 2	1 6 0 7	1 7 9 4	1 9 1 3	2 0 6 5	2 1 7 4	2 3 5 9	2 4 5 9	2 7 9 4	2 7 9 4
	105.9	16.3	3 2 7	4 7 6	6 1 9	1 0 4	1 4 2	1 9 5	2 7 0	3 2 9	3 6 9	4 1 1	4 7 2	6 0 2	6 7 1	7 7 1	8 6 4	1 0 1 8	1 1 4 1	1 2 7 8	1 5 4 3	1 6 6 7	1 8 6 7	2 0 2 9	2 1 5 8	2 3 2 9	2 4 5 9	2 7 2 9	2 8 0 8	2 8 0 8
	127.7	13.5	3 4 7	5 2 8	7 7 3	1 0 3	1 4 7	2 0 6	2 7 4	3 3 1	3 7 1	4 2 5	4 8 7	6 0 5	6 7 8	7 7 9	8 7 1	1 0 3 0	1 1 5 4	1 2 7 7	1 5 5 0	1 6 8 0	1 8 6 7	2 0 2 9	2 1 5 8	2 3 2 9	2 4 5 9	2 7 2 9	2 8 0 8	2 8 0 8
158.9	11.0	3 3 3	4 8 4	6 8 4	1 0 5	1 4 5	1 9 5	2 6 1	3 3 1	3 7 1	4 2 5	4 8 5	6 1 3	6 8 6	7 9 3	8 8 5	1 0 4 9	1 1 7 5	1 3 0 0	1 5 7 4	1 7 0 2	1 8 9 2	2 0 5 9	2 1 8 7	2 3 5 9	2 4 8 7	2 7 5 9	2 8 3 8	2 8 3 8	
194.6	9.0	3 5 0	5 3 4	7 8 2	1 0 5	1 4 6	1 9 8	2 7 9	3 3 1	3 7 1	4 2 6	5 0 4	6 1 3	6 8 7	8 0 4	9 0 5	1 0 6 1	1 1 8 8	1 3 1 4	1 5 8 6	1 7 0 8	1 9 1 3	2 0 7 0	2 1 9 5	2 3 7 0	2 5 0 8	2 7 8 0	2 8 5 9	2 8 5 9	
238.4	7.5	3 3 7	4 9 1	7 0 2	9 9 3	1 3 5	1 8 7	2 7 0	3 3 8	3 7 6	4 3 0	5 0 4	6 1 7	6 9 1	8 1 2	9 0 5	1 0 7 1	1 2 0 7	1 3 7 4	1 6 2 9	1 6 6 7	1 8 6 7	2 0 2 9	2 1 5 8	2 3 2 9	2 4 5 9	2 7 2 9	2 8 0 8	2 8 0 8	
291.9	6.0	3 1 5	4 4 8	6 6 0	8 6 7	1 2 4	1 6 7	2 4 1	3 0 4	3 4 0	3 9 1	4 1 5	5 5 2	6 1 8	7 3 8	8 3 7	9 8 4	1 1 0 7	1 2 6 3	1 4 1 5	1 5 8 6	1 7 0 8	1 9 1 3	2 0 6 5	2 1 8 7	2 3 5 9	2 4 8 7	2 7 5 9	2 8 3 8	
1430	17.64	7.5	2 9 4	4 6 5	6 4 9	1 0 2	1 3 8	1 9 3	2 6 3	3 2 1	3 6 0	4 1 8	4 6 8	5 8 4	6 5 4	7 4 6	8 3 7	9 8 4	1 1 0 7	1 2 6 3	1 4 1 5	1 5 8 6	1 7 0 8	1 9 1 3	2 0 6 5	2 1 8 7	2 3 5 9	2 4 8 7	2 7 5 9	2 8 3 8
	70.62	20	3 4 7	5 1 7	7 5 2	1 0 1	1 4 0	1 9 4	2 6 7	3 2 5	3 6 4	4 2 4	4 7 5	5 9 5	6 6 6	7 5 9	8 5 0	1 0 0 0	1 1 2 0	1 2 6 7	1 5 1 5	1 6 4 0	1 8 2 4	1 9 7 4	2 1 5 4	2 3 4 7	2 5 4 0	2 8 3 8	2 8 3 8	
	86.50	16.5	3 4 8	5 0 0	7 0 0	9 5 5	1 3 0	1 7 4	2 5 1	3 2 9	3 6 8	4 2 1	4 7 1	6 0 2	6 7 4	7 7 1	8 6 3	1 0 1 7	1 1 3 9	1 2 7 8	1 5 4 3	1 6 1 6	1 8 1 0	1 9 6 7	2 1 4 6	2 2 9 4	2 5 0 6	2 8 0 8	2 8 0 8	
	105.9	13.5	3 3 0	4 8 1	6 8 5	1 0 5	1 4 3	1 9 6	2 7 3	3 3 1	3 7 1	4 3 6	4 8 8	6 0 4	6 7 7	7 8 0	8 7 4	1 0 3 3	1 1 5 7	1 3 0 0	1 5 6 7	1 6 8 0	1 8 6 7	2 0 2 9	2 1 5 8	2 3 2 9	2 4 5 9	2 7 2 9	2 8 0 8	2 8 0 8
	127.7	11.0	3 3 5	4 8 1	7 7 3	1 0 4	1 4 4	1 9 7	2 7 6	3 3 1	3 7 1	4 4 1	4 9 4	6 0 8	6 8 1	7 8 1	8 7 6	1 0 3 6	1 1 6 1	1 3 1 6	1 4 9 6	1 6 7 6	1 8 5 9	2 0 1 9	2 1 4 6	2 3 1 9	2 4 4 6	2 7 1 9	2 7 9 4	2 7 9 4
158.9	9.0	3 3 5	4 8 7	7 0 0	1 0 6	1 4 5	1 9 7	2 6 5	3 3 1	3 7 1	4 4 7	5 0 1	6 1 4	6 8 8	7 9 8	8 9 4	1 0 6 1	1 1 8 5	1 3 4 3	1 5 8 3	1 7 0 2	1 9 0 8	2 0 6 5	2 1 9 5	2 3 6 9	2 4 9 5	2 7 6 9	2 8 4 8	2 8 4 8	
194.6	7.5	3 1 6	4 3 8	7 8 6	1 0 6	1 4 6	1 9 9	2 8 1	3 3 1	3 7 1	4 5 0	5 0 4	6 1 7	6 9 1	8 0 9	9 0 6	1 0 7 5	1 2 0 4	1 4 1 9	1 5 8 9	1 7 0 8	1 9 2 4	2 0 6 5	2 1 9 5	2 3 7 0	2 5 0 8	2 7 8 0	2 8 5 9	2 8 5 9	
238.4	6.0	3 1 0	4 4 9	7 0 2	9 9 3	1 3 5	1 8 9	2 7 3	3 3 8	3 7 6	4 3 0	5 0 4	6 1 7	6 9 1	8 1 2	9 0 5	1 0 7 1	1 2 0 7	1 3 7 4	1 6 2 9	1 6 6 7	1 8 6 7	2 0 2 9	2 1 5 8	2 3 2 9	2 4 5 9	2 7 2 9	2 8 0 8	2 8 0 8	
291.9	5.0	3 1 6	4 5 2	6 9 2	9 7 2	1 2 5	1 6 8	2 4 2	3 0 4	3 4 1	3 9 1	4 1 6	5 5 6	6 2 3	7 4 5	8 3 4	9 5 6	1 0 7 1	1 2 7 3	1 4 7 6	1 6 3 4	1 8 3 0	2 0 2 9	2 1 5 8	2 3 2 9	2 4 5 9	2 7 2 9	2 8 0 8	2 8 0 8	
1170	17.64	20	2 9 9	4 7 3	6 6 3	1 0 4	1 4 0	1 9 4	2 6 6	3 2 4	3 6 3	4 2 1	4 7 7	5 9 7	6 6 0	7 5 1	8 4 2	9 9 9	1 1 1 9	1 2 6 8	1 5 2 2	1 6 0 7	1 7 9 4	1 9 1 3	2 0 6 5	2 1 8 7	2 3 5 9	2 4 8 7	2 7 5 9	2 8 3 8
	70.62	16.5	3 4 3	5 2 3	7 5 8	1 0 7	1 4 2	1 9 5	2 7 0	3 2 9	3 6 8	4 2 9	4 8 0	6 0 1	6 7 3	7 7 1	8 6 3	1 0 1 8	1 1 4 0	1 3 0 0	1 5 4 6	1 6 1 6	1 8 1 0	1 9 6 7	2 1 4 6	2 2 9 4	2 5 0 6	2 8 0 8	2 8 0 8	
	86.50	13.5	3 4 7	5 1 5	7 6 6	9 6 6	1 3 2	1 7 5	2 5 6	3 1 4	3 5 3	4 1 3	4 5 9	6 0 6	6 7 9	7 8 1	8 7 5	1 0 3 1	1 1 5 5	1 2 9 1	1 5 5 8	1 6 3 0	1 8 2 4	1 9 7 4	2 1 5 4	2 3 4 7	2 5 4 0	2 8 3 8	2 8 3 8	
	105.9	11.0	3 3 3	4 8 3	6 9 2	1 0 6	1 4 4	1 9 7	2 7 6	3 3 1	3 7 1	4 4 2	4 9 5	6 0 9	6 8 2	7 8 0	8 7 5	1 0 3 6	1 1 6 1	1 3 1 6	1 4 9 6	1 6 7 6	1 8 5 9	2 0 1 9	2 1 4 6	2 3 1 9	2 4 4 6	2 7 1 9	2 7 9 4	2 7 9 4
	127.7	9.0	3 3 5	4 8 3	7 8 3	1 0 5	1 4 5	1 9 8	2 7 9	3 3 1	3 7 1	4 4 6	5 0 0	6 1 3	6 8 7	7 8 7	8 7 4	1 0 4 0	1 1 6 5	1 3 2 0	1 5 7 5	1 6 4 0	1 8 2 4	1 9 7 4	2 1 5 4	2 3 4 7	2 5 4 0	2 8 3 8	2 8 3 8	
158.9	7.5	3 3 7	4 9 1	7 0 2	1 0 6	1 4 6	1 9 7	2 7 6	3 3 1	3 7 1	4 4 7	5 0 1	6 1 4	6 8 8	7 9 8	8 9 4	1 0 6 8	1 1 9 2	1 3 4 6	1 5 8 3	1 7 0 2	1 9 0 8	2 0 6 5	2 1 9 5	2 3 6 9	2 4 9 5	2 7 6 9	2 8 4 8	2 8 4 8	
194.6	6.0	3 1 2	4 4 7	7 0 1	1 0 6	1 4 7	2 0 0	2 8 4	3 3 1	3 7 1	4 5 4	5 0 9	6 2 0	6 9 4	8 1 8	9 1 6	1 0 8 6	1 2 1 6	1 4 2 9	1 6 0 0	1 7 2 6	1 9 3 0	2 0 6 5	2 1 9 5	2 3 7 0	2 5 0 8	2 7 8 0	2 8 5 9	2 8 5 9	
238.4	5.0	3 1 1	4 4 9	7 1 0	1 0 7	1 4 7	2 0 3	2 8 7	3 3 8	3 7 8	4 5 8	5 1 3	6 2 7	6 9 7	8 1 6	9 1 5	1 0 8 5	1 2 2 0	1 4 2 5	1 6 1 6	1 8 2 4	1 9 7 4	2 1 5 4	2 3 4 7	2 5 4 0	2 8 3 8	2 8 3 8	2 8 3 8	2 8 3 8	
291.9	4.0	3 1 0	4 4 5	6 9 4	8 7 7	1 2 6	1 6 9	2 4 5	3 0 0	3 4 3	3 9 2	4 1 7	5 6 2	6 2 9	7 5 2	8 4 2	9 6 3	1 0 7 9	1 2 7 6	1 4 7 6	1 6 3 4	1 8 3 0	2 0 2 9	2 1 5 8	2 3 2 9	2 4 5 9	2 7 2 9	2 8 0 8	2 8 0 8	
870	17.64	15.0	3 0 6	4 8 4	6 7 6	1 0 5	1 4 3	1 9 5	2 7 1	3 2 9	3 6 8	4 2 8	4 8 4	6 0 5	6 7 8	7 7 0	8 7 0	1 0 2 4	1 1 4 7	1 3 0 0	1 5 4 6	1 6 1 6	1 8 1 0	1 9 6 7	2 1 4 6	2 2 9 4	2 5 0 6	2 8 0 8	2 8 0 8	
	70.62	13.5	3 4 8	5 2 6	7 7 0	1 0 3	1 4 4	1 9 6	2 7 4	3 3 1	3 7 1	4 3 8	4 9 1	6 0 7	6 8 0	7 8 4	8 7 8	1 0 3 9	1 1 6 4	1 3 2 0	1 5 7 5	1 6 4 0	1 8 2 4	1 9 7 4	2 1 5 4	2 3 4 7	2 5 4 0	2 8 3 8	2 8 3 8	
	86.50	10.0	3 4 9	5 2 8	7 6 0	9 7 9	1 3 4	1 9 6	2 6 3	3 3 1	3 7 1	4 4 4	4 9 7	6 1 3	6 8 6	7 9 6	8 9 1	1 0 5 9	1 1 7 9	1 3 4 5	1 5 7 4	1 6 5 0	1 8 4 0	1 9 9 7	2 1 7 9	2 3 5 9	2 5 4 0	2 8 3 8	2 8 3 8	
	105.9	8.3	3 3 6	4 8 9	6 9 9	1 0 6	1 4 6	1 9 8	2 8 0	3 3 1	3 7 1	4 4 8	5 0 2	6 1 5	6 8 9	8 0 7	9 0 4	1 0 7 0	1 1 9 8	1 3 5 6	1 5 8 6	1 7 0 2	1 9 1 3	2 0 6 5	2 1 9 5	2 3 7 0	2 5 0 8	2 7 8 0	2 8 5 9	2 8 5 9
	127.7	6.8	3 1 5	4 5 0	7 8 9	1 0 6	1 4 7	2 0 0	2 8 4	3 3 2	3 7 2	4 5 2	5 0 7	6 1 8	6 9 2	8 1 3	9 1 1	1 0 8 1	1 2 1 1	1 3 7 6	1 5 4 3	1 7 0 2	1 9 0 8	2 0 6 5	2 1 9 5	2 3 6 9	2 4 9 5	2 7 6 9	2 8 4 8	2 8 4 8
158.9	5.5	3 1 4	4 4 9	7 1 0	1 0 7	1 4 8	1 9 8	2 7 5	3 3 1	3 7 1	4 5 6	5 1 1	6 2 1	6 9 6	8 1 4	9 1 4	1 0 9 1	1 2 2 2	1 4 3 6	1 6 0 8	1 7 3 3	1 9 4 1	2 1 4 6	2 3 4 7	2 5 4 0	2 8 3 8	2 8 3 8	2 8 3 8		
194.6	4.5	3 1 4	4 4 9	7 1 0	1 0 7	1 4 8	1 9 8	2 7 5	3 3 1	3 7 1	4 5 6	5 1 1	6 2 1	6 9 6	8 1 4	9 1 4	1 0 9 1	1 2 2 2	1 4 3 6	1 6 0 8	1 7 3 3	1 9 4 1	2 1 4 6	2 3 4 7	2 5 4 0	2 8 3 8	2 8 3 8	2 8 3 8		
238.4	3.8	3 1 4	4 4 9	7 1 0	1 0 7	1 4 8	1 9 8	2 7 5	3 3 1	3 7 1	4 5 6	5 1 1	6 2 1	6 9 6	8 1 4	9 1 4	1 0 9 1	1 2 2 2	1 4 3 6	1 6 0 8	1 7 3 3	1 9 4 1	2 1 4 6	2 3 4 7	2 5 4 0	2 8 3 8	2 8 3 8	2 8 3 8		
291.9	3.0	3 1 4	4 4 9	7 1 0	1 0 7	1 4 8	1 9 8	2 7 5	3 3 1	3 7 1	4 5 6	5 1 1	6 2 1	6 9 6	8 1 4	9 1 4	1 0 9 1	1 2 2 2	1 4 3 6	1 6 0 8	1 7 3 3	1 9 4 1	2 1 4 6							

anexo 6

Ruedas

TABLA 2

Presión admisible Pzul
y
parámetro de material C1

Material	valor mínimo de resistencia a la tracción	Pzul	C1
Riel	Rueda		
	330	2.8	0.5
	410	3.6	0.63
590	490	4.5	0.8
	590	5.6	1.00
690	740	7.0	1.25

TABLA 4

Parámetro de tiempo de operación

Tiempo de operación de la Transmisión (referido a 1 hora)	C3
hasta 16%	1.25
arriba de 16% hasta 25%	1.12
arriba de 25% hasta 40%	1
arriba de 40% hasta 63%	0.9
arriba de 63%	0.8

TABLA 5.

Ancho ideal aprovechable de la cabeza del riel

'k-2r1

Rieles de la grua	segun DIN	abreviaturas nueva	antigua	r1	k-2r1
	A 45	KS 22	4	37	
	A 55	KS 32	5	45	
536	A 65	KS 43	6	53	
parte 1	A 75	KS 56	9	59	
	A 100	KS 75	10	80	
	A 120	KS 101	10	100	
536	F 100		5	90	
parte 2	F 120		5	110	

TABLA 3.a.

Parametro C2, número de revoluciones

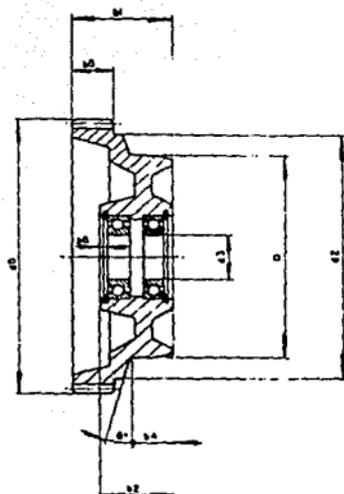
Diámetro de rueda	C2														
d1	v en m/min														
mm	10	12.5	16	20	25	31.5	40	50	63	80	100	125	160	200	250
200	1.09	1.06	1.03	1	0.97	0.94	0.91	0.87	0.82	0.77	0.72	0.66			
250	1.11	1.09	1.06	1.03	1	0.97	0.94	0.91	0.87	0.82	0.77	0.72	0.66		
315	1.13	1.11	1.09	1.06	1.03	1	0.97	0.94	0.91	0.87	0.82	0.77	0.72	0.66	
400	1.14	1.13	1.11	1.09	1.06	1.03	1	0.97	0.94	0.91	0.87	0.82	0.77	0.72	0.66
500	1.15	1.14	1.13	1.11	1.09	1.06	1.03	1	0.97	0.94	0.91	0.87	0.82	0.77	0.72
630	1.17	1.15	1.14	1.13	1.11	1.09	1.06	1.03	1	0.97	0.94	0.91	0.87	0.82	0.77
710		1.16	1.14	1.13	1.12	1.1	1.07	1.04	1.02	0.99	0.96	0.92	0.89	0.84	0.79
800		1.17	1.15	1.14	1.13	1.11	1.09	1.06	1.03	1	0.97	0.94	0.91	0.87	0.82
900			1.16	1.14	1.13	1.12	1.1	1.07	1.04	1.02	0.99	0.96	0.92	0.89	0.84
1000			1.17	1.15	1.14	1.13	1.11	1.09	1.06	1.03	1	0.97	0.94	0.91	0.87
1120				1.16	1.14	1.13	1.12	1.1	1.07	1.04	1.02	0.99	0.96	0.92	0.89
1250				1.17	1.15	1.14	1.13	1.11	1.09	1.06	1.03	1	0.97	0.94	0.91

TABLA 3.b.

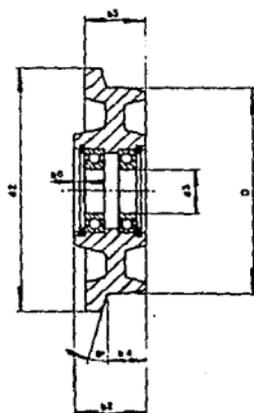
Número de revoluciones (n) obtenido del parámetro C2

C2	n	C2	n
min		min	
0.66	200	1	31.5
0.72	160	1.02	28
0.77	125	1.03	25
0.79	112	1.04	22.4
0.82	100	1.06	20
0.84	90	1.07	18
0.87	80	1.09	16
0.89	71	1.1	15
0.91	63	1.11	12.5
0.92	56	1.12	11.2
0.94	50	1.13	10
0.96	45	1.14	8
0.97	40	1.15	6.3
0.99	35.5	1.16	5.6
1	31.5	1.17	5

RUEDA DE TROLLEY MONORRIEL Y CABEZAL COLGANTE PARA BRUA



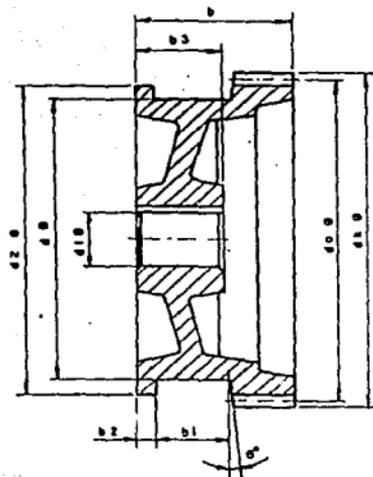
FORMA "A"



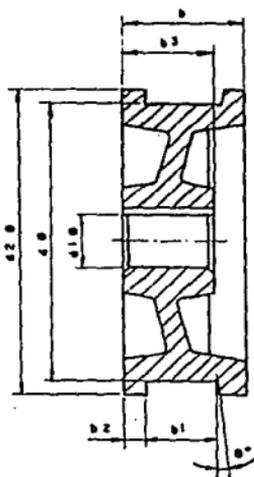
FORMA "B"

"V" CONTRACTO	FORMA	TIPO DE SALESIOS	dE	d3	d5	b1	b2	b3	b4	b6	b6	RUEDA DEBIDA D	CAPACIDAD t
80	A-B	8204-ZZ	100	20	16	38	24	24	17	15	5.1	2.5	44
100	A-B	8008-Z	123	25	140	44	37	30	21	15	4.1	2.5	84
125	A-B	8008-Z	156	30	174	58	42	38	26	22	4.48	3	94
180	A-B	8207-Z	200	35	222	64	54	42	32	24	5.98	3	72
200	A-B	8210-Z	249	60	280	80	67	54	40	30	6.6	4	68
250	A-B	8212-Z	300	60	344	90	78	61	45	30	6.6	4	84

RUEDA CON CUÑA EMPLEADA PARA TROLLEY TIPO BIRRIEL PARA
UN MAXIMO DE 18000 KGS.



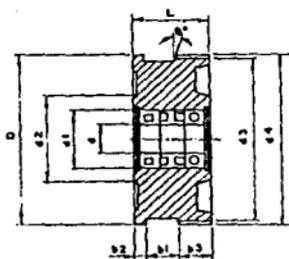
FORMA A



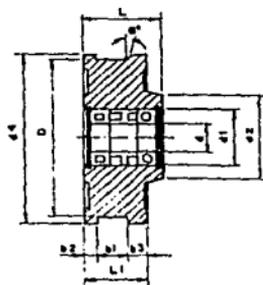
FORMA B

# DE CONTACTO	FORMA	ANCHO RIEL	MEDIDAS EN MM.									RUEDA DENTADA		CAPACIDAD	CUÑERO
			d1	d2	d0	d3	b	b1	b2	b3	m	t			
200	A	40-48	44	230	236	244	108	80	16	60	4	58	1800	12	
		50-55						80	10						
	B	40-48			80	16									
		50-55			80	10									
250	A	40-48	80	250	280	288	118	80	20	68	4	71	1800	14	
		50-55						80	16						
	B	40-48			90	20									
		50-55			80	16									
315	A	40-48	80	280	344	362	118	80	20	83	4	87	4400	18	
		50-55						80	16						
	B	40-48			90	20									
		50-55			80	16									

RUEDA EMBALADA PARA TROLLEY BIRRIEL Y CABEZAL PARA ORUA
DE HASTA 32.000KG.



FORMA A



FORMA B

TABLA DE DIMENSIONES EN MM.

D	ANCHO DE VIGA									RUEDA DENTADA		BALERO DE RODILLOS		BALERO DE SOLAS		CAP. KGS.		
		b1	b2	b3	d	d1	d2	d3	d4	L	L1	1	m	TIPO	CANT.		TIPO	CANT.
250	80-88	88	178	428	85	110	180	260	288	128	100	71	4	8310	1	NJ 310	1	4800
250	40-46	88	178	478	80	110	180	260	288	120	90	71	4	8310	1	NJ 310	1	4500
315	80-88	88	228	578	85	120	180	344	362	140	110	87	4	8311	1	NJ 311 E	1	7800
318	40-46	88	228	628	85	120	180	344	362	140	100	87	4	8311	1	NJ 311 E	1	7800
400	40-46	88	228	628	80	130	170	424	432	140	100	106	4	8313	1	NJ 312 E	1	8800
400	80-88	88	228	678	80	130	170	424	432	148	110	106	4	8313	1	NJ 312 E	1	8800

anexo 7

Materiales

NORMA:		ASTM A-36-84										TIPO DE ACERO: ESTRUCTURAL				
GRADO	COMPOSICION QUIMICA % EN PESO										ESPESOR P.L.S. (mm)	REQUERIMIENTOS FISICOS				
	C	Mn	P	S	SI	Cu	Cd	V	Ni	Cr		LIMITE DE FLUJENCIA MIN KSI, (MPa)	RESISTENCIA A LA TENSION KSI, (MPa)	ELONGACION E HINCHO		
	max	max	max	max	max									EN 8"	EN 8"	
A-36	0.25	-	0.04	0.05	-							≤ 3/4" (19)	36 (249)	58 - 80	20	23
	0.25	0.80 1.20	0.04	0.05	-							> 3/4"-1 1/8" (19)	36 (249)	(400 - 551)	20	23
	0.26	0.80 1.20	0.04	0.05	0.15 0.40							> 1 1/2"-2 1/8" (38)	36 (249)	(400 - 551)	20	23
	0.27	0.85 1.20	0.04	0.05	0.15 0.40							> 2 1/2"-3" (64)	36 (249)	(400 - 551)	20	23
PRUEBA DE IMPACTO CVN					PRUEBA DE DOBLEZ					CARACTERISTICAS Y USOS PRINCIPALES						
ESPESOR P.L.S. (mm)	TEMPERATURA DE PRUEBA °F (°C)	PROMEDIO MIN EN 3 PRUEBAS Lb-Pis (J-Pis)		PROMEDIO MIN INDIVIDUAL Lb-Pis (J-Pis)		ESPESOR P.L.S. (mm)	"C=180"		DUREZA "RB	PLACA DE ACERO ROLADA EN CALIENTE MUY COMPLEMENTE USADA EN CONSTRUCCION. PROVEE RESTRICCIONES EN COMPOSICION QUIMICA PARA SOLDABILIDAD. AMPLIAMENTE USADA EN PUENTES, EDIFICIOS, APLICACIONES MARINAS Y OTRAS ESTRUCTURAS SOLDADAS						
							LONGITUD	TRANSVERSAL								
SOLO COMO REQUERIMIENTOS SUPLENENTARIOS DE ACUERDO A LA NORMA ASTM A-36																
OBSERVACIONES:																
<p>1. - CUANDO SE ESPECIFIQUE CONTENIDO DE COBRE, EL HINCHO SERA 9.265</p> <p>(2) 2.1 A MENOS QUE SE ESPECIFIQUE OTRA COSA NO SE REQUERIRAN PRUEBAS FISICAS PARA MATERIAL CON ESPESOR MAYOR DE 1 1/2" (38 mm) USADAS COMO SOPORTE EN ESTRUCTURAS QUE NO SEAN PUENTES, SAJETADONES, AL REQUERIMIENTO DE CONTENER 0.0025 A 0.0035 DE CARBON EN ANALISIS DE BOLA.</p> <p>2.2 PARA PLACA CON ESPESOR MENOR DE 5/16" NO HAY OBLIGACION DE EFECTUAR UNA REDUCCION DEL PORCENTAJE DE ELONGACION EN 8" (203 mm) DE 1.005 POR CADA 1/32" (0.78 mm) DE REDUCCION EN EL ESPESOR ESPECIFICADO ABAJO DE 5/16".</p> <p>2.3 PARA PLACAS CON ANCHO MAYOR DE 24" (610 mm) EL REQUERIMIENTO DE ELONGACION SE REDUCIRA 25.</p>																

Aceros para temple y revenido

Valores de temple y revenido¹⁾

TCMo4 42CrMo4 (SAE 4140)		Resistencia en estado recocido: Valor máximo 217 Brinell	Límite de cedencia	Resistencia a la tracción	Alar-gamiento (L = 5d)	Reducción de Área	Resistencia (ensayo DVM)
W.-No. 1.7228			mín. kg/mm ²	kg/mm ²	mín. %	mín. %	aprox. mg/cm ²
Recocido (amarillo/café) Tratado (amarillo/blanco) 0.42 C 0.28 Si 0.65 Mn Forjado 1050-850°C Recocido blanco 880-720°C 1.0 Cr Normalizado 850-880°C 0.2 Mo Temple 820-850°C Aceite 820-840°C Agua Revenido entre 530-670°C		Diámetro hasta 16 mm 16- 40 mm 40-100 mm 100-250 mm	90 80 70 55	110-130 100-120 90-105 75- 90	10 11 12 14	40 45 50 55	5 6 7 8
TX10 38CrNiMo4 (SAE 9840) W.-No. 1.6511 Recocido (café) Tratado (café/blanco) 0.38 C 0.28 Si 0.85 Mn Forjado 1050-850°C Recocido blanco 880-700°C 1.0 Cr Normalizado 850-880°C 0.2 Mo Temple 820-850°C Aceite 820-840°C Agua Revenido entre 530-670°C		Valor máximo 217 Brinell Diámetro hasta 16 mm 16- 40 mm 40-100 mm 100-250 mm	90 80 70 55	110-130 100-120 80-105 75- 90	10 11 12 14	45 50 55 60	7 8 8 10

Aceros para temple y revenido

Aceros especiales no aleados

Valores de temple y revenido¹⁾

Q54 Ck48 (SAE 1045)		Resistencia en estado recocido: Valor máximo 208 Brinell	Límite de cedencia	Resistencia a la tracción	Alar-gamiento (L = 5d)	Reducción de Área	Resistencia (ensayo DVM)
W.-No. 1.1191			mín. kg/mm ²	kg/mm ²	mín. %	mín. %	aprox. mg/cm ²
(café/rojo) 0.45 C 0.29 Si 0.65 Mn Forjado 1100-850°C Recocido blanco 860-700°C máx. 0.035 P Normalizado 840-870°C máx. 0.035 S Temple 820-850°C Agua 820-850°C Aceite Revenido entre 530-670°C		Diámetro hasta 16 mm 16- 40 mm 40-100 mm Normalizado	48 40 38 34	75-90 65-80 60-72 60-72	14 16 18 18	35 40 45	4 5 6

Aceros de cementación

Características mecánicas¹⁾ (diámetro de la muestra: 30 mm)

	Estado al suministro		Después del endurecimiento por temple en el núcleo				
	G recorrido dureza Brinell más		Límite de cedencia min kg/mm ²	Resistencia a la tracción kg/mm ²	Ajar - ganamiento (L + 5d) min %	Reducción de Área aprox %	Resistencia (Ensayo DVM) aprox kg/cm ²
EX B 21 Ni Cr Mo2 (SAE 8620) W-No. 1.6323 0.20 C 0.25 Si 0.80 Mn 0.5 Cr Forjado 1100-850°C Recocido 650-700°C 0.2 Mo 0.6 Ni	207		65	90-120	9	40	6
EX 17 17 Cr Ni Mo 6 (SAE 4320) W-No. 1.6587 0.17 C 0.25 Si 0.5 Mn 1.8 Cr Forjado 1100-850°C Recocido 650-700°C 1.5 Ni 0.3 Mo	228		75	110-135	8	35	8
GB 1 Ck 15 (SAE 1018) W-No. 1.1141 0.18 C 0.25 Si 0.4 Mn más: 0.035 P más: 0.035 S Forjado 1100-850°C Recocido 650-700°C	140		30	50-85	16	50	9

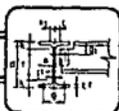
Este acero manejamos tanto en el estado laminado en caliente o forjado y recocido, como en el estado acobado en frío, o sea, estirado o maquinado (COLD ROLLED) en Redondos, Cuadrados, Hexagonales y Soleras.

¹⁾ La dureza superficial de las piezas cementadas se eleva a 59-65 dureza Rockwell (promedio 62 Rc).

anexo B

Propiedades de vigas IPR.

VIGAS I PERFIL RECTANGULAR IPR
DIMENSIONES PARA DETALLAR



PERFIL dada	Peso kg/m	PAIN		ESPESOR ALMIL mm	DIMENSIONES EN mm											
		Para mm	Ancho mm		Alm mm	T	E	R1	R2	R3	R4	R5	R6			
8" x 4"	17.8	170	102	6	4	48	122	14	10	51	4	58				
152 x 102	17.8	170	102	7	8	48	134	15	11	51	5	58				
	27.8	170	102	10	7	48	134	18	12	58	8	58				
8" x 4"	14.8	200	100	5	4	48	174	13	10	51	4	58				
203 x 102	22.4	200	102	7	8	48	134	15	11	51	5	58				
	27.4	200	102	8	8	48	134	18	11	51	5	58				
8" x 5.14"	25.4	206	134	8	8	84	178	18	11	51	5	70				
203 x 132	31.2	210	134	10	8	84	174	18	11	54	5	70				
10" x 6"	17.8	250	102	5	5	48	226	13	11	51	5	58				
254 x 146	22.4	250	102	7	8	48	226	15	11	51	5	58				
	27.4	250	102	8	8	48	226	18	11	51	5	58				
	28.4	250	102	10	6	48	224	18	11	58	5	58				
10" x 5.34"	22.8	268	146	8	6	70	224	17	11	51	5	70				
254 x 146	28.2	262	146	11	7	70	224	19	12	58	8	70				
	33.2	266	146	13	8	70	224	21	12	58	8	70				
12" x 6"	22.8	304	102	6	5	48	276	16	11	51	5	58				
305 x 102	27.8	306	102	7	8	48	276	18	11	51	5	58				
	32.8	310	102	8	8	48	276	17	11	51	5	58				
	37.8	314	102	11	7	48	276	18	12	58	6	58				
12" x 6.14"	28.2	310	146	10	6	80	274	18	11	58	5	80				
305 x 146	33.2	314	146	11	7	80	276	18	12	58	6	80				
	38.2	318	146	13	8	80	276	21	12	58	6	80				
12" x 6"	22.8	304	204	13	8	88	246	28	19	64	8	140				
305 x 203	27.8	306	204	15	8	88	248	30	20	64	7	140				
	32.8	310	204	16	8	88	248	30	20	64	7	140				
	37.8	314	204	18	8	88	246	30	20	64	7	140				
14" x 8.34"	42.2	352	174	10	7	82	310	21	14	57	5	90				
356 x 174	47.2	354	174	12	8	82	310	23	14	63	8	90				
	52.2	358	174	13	8	82	312	24	14	63	8	90				
14" x 8"	32.8	348	204	13	8	88	282	28	19	64	8	140				
356 x 203	37.8	350	204	15	8	88	280	30	20	64	7	140				
	42.8	354	206	17	8	88	280	32	20	64	7	140				
16" x 7"	52.8	408	178	11	8	88	380	22	15	64	8	90				
408 x 178	57.8	410	178	13	8	88	380	24	16	64	7	90				
	62.8	412	180	14	8	88	380	26	16	64	8	90				
	67.8	414	180	16	10	88	380	27	16	64	7	90				
16" x 7.14"	57.8	408	204	13	8	88	380	32	21	80	7	90				
408 x 180	62.8	410	204	15	11	88	380	33	21	80	7	90				
	67.8	412	206	16	11	88	380	35	21	80	7	90				
	72.8	414	208	18	11	88	380	37	22	85	8	90				
	77.8	416	210	21	13	90	380	38	22	85	8	90				
18" x 11"	122.8	468	240	17	11	134	384	35	21	80	7	140				
457 x 239	127.8	470	242	20	12	134	384	37	22	85	8	140				
	132.8	472	244	22	14	134	384	40	22	85	8	140				
	137.8	474	246	24	15	134	384	41	24	80	8	140				
	142.8	476	248	27	17	134	384	44	24	80	10	140				

VIGAS I PERFIL RECTANGULAR IPR
PROPIEDADES PARA DISEÑO



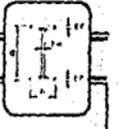
PERFIL dada	Peso kg/m	Area cm ²	Perim. cm	PAIN				ESPESOR				EJE X-X		EJE Y-Y		
				Para mm	Ancho mm	Alm mm	T	E	R1	R2	R3	R4	R5	R6		
8" x 4"	17.8	178	150	100	5	4	3	2	72	683	81	628	87	18	231	
152 x 101.8	17.8	22.80	153	102	7	4	4	2	71	870	120	634	124	24	231	
	27.8	24.85	159	102	10	4	4	1	51	1358	168	632	164	38	244	
8" x 4"	14.8	19.00	200	100	5	2	4	1	3	85	1282	128	818	78	17	212
203 x 101.8	18.4	24.77	203	102	7	4	4	2	71	1471	150	870	144	22	214	
	22.2	28.66	206	102	8	4	4	2	52	1803	181	835	142	28	232	
8" x 5.14"	26.4	33.85	207	133	8	4	4	1	5	2676	248	871	237	50	312	
203.2 x 133.4	31.2	38.74	210	134	10	2	4	1	54	3154	288	880	407	61	320	
10" x 6"	17.8	22.84	251	101	5	3	4	4	4	48	2339	178	880	81	18	188
254 x 101.8	22.2	28.45	254	102	6	4	4	3	61	2888	228	1024	120	24	205	
	25.2	32.19	257	102	8	4	4	1	30	3408	265	1029	146	28	215	
	28.2	36.26	260	102	10	4	4	2	55	4008	307	1032	179	35	227	
10" x 5.34"	22.8	41.87	258	146	8	1	4	1	184	4812	380	1083	474	85	237	
254.0 x 146.0	28.7	48.10	282	147	11	2	4	1	58	5884	417	1103	567	80	244	
	34.8	57.03	286	148	12	2	4	1	38	7078	531	1114	695	84	248	
12" x 6"	22.8	28.84	305	101	5	2	1	1	5	28	3888	244	1122	88	18	181
304 x 101.8	23.8	30.39	305	101	6	2	1	1	4	4287	280	1188	117	23	186	
	28.2	32.84	309	102	8	2	1	1	4	5411	348	1217	157	31	208	
	32.8	41.31	313	102	10	8	2	1	8	6483	414	1246	184	38	214	
12" x 6.14"	28.2	48.25	310	165	8	1	1	1	188	6481	547	1311	720	87	283	
305 x 165.1	34.8	58.70	313	168	11	2	1	1	88	8906	633	1322	845	102	286	
	42.1	64.45	318	172	13	2	1	1	44	11862	747	1336	1020	122	311	
12" x 6"	22.8	78.13	305	203	13	1	1	1	14	12803	850	1329	1835	180	381	
304.8 x 203.2	23.8	85.18	308	204	15	1	1	1	10	15586	937	1340	2281	205	384	
	28.2	94.84	309	205	16	1	1	1	4	18239	1040	1344	2743	228	417	
14" x 8.34"	44.7	58.86	352	171	8	1	1	1	2	12053	848	1450	754	88	358	
355.8 x 171.4	50.7	64.32	356	172	11	1	1	1	1	14117	793	1480	848	103	378	
	58.6	72.06	359	172	13	1	1	1	1	16294	895	1480	1067	120	378	
14" x 8"	32.8	81.26	347	203	15	2	1	1	27	17818	1057	1480	1881	185	480	
355.8 x 203.2	37.1	90.78	350	204	15	1	1	1	14	20187	1152	1480	2188	210	485	
	42.8	100.64	354	205	16	1	1	1	1	22818	1271	1488	2502	234	488	
16" x 7"	52.8	84.38	403	172	10	5	2	1	1	18847	826	1651	1128	115	384	
408 x 177.8	58.8	78.19	407	178	12	8	2	1	1	21861	1020	1862	1202	131	384	
	67.1	85.81	410	179	14	8	2	1	1	24281	1181	1868	1365	183	381	
	77.05	94.84	413	180	16	8	2	1	1	27430	1327	1701	1548	172	414	
16" x 7.14"	57.8	84.80	457	180	14	5	2	1	1	23288						

**VIGAS I PERFIL COMPUUESTO IPC
DIMENSIONES PARA DETALLAR**



PERFIL No. y Esp. mm	Peso kg/m	Area cm ²	PAIN		ALMA		T		L		E.E. X-X		E.E. Y-Y		
			h	h ₁	h	h ₁	T	L	I	J	I	J	I	J	
21x8 323 x 203	42.8 72.5	531 531	703	10	8	40	87.5	803	18	88	88	120	102.5	23	
21x12 323 x 303	77.8 82.8 107.8	531 531 531	703	13	8	40	148.5	803	18	88	88	140	153.5	23	
24x8 610 x 203	67.4 77.2	810 810	703	10	8	40	87.5	800	18	88	88	120	102.5	23	
24x12 610 x 303	82.8 87.8 112.8	810 810 810	703	13	8	40	148.5	800	18	88	88	140	153.5	23	
27x8 685 x 203	72.1 82.0	888 888	703	10	8	40	87.5	808	18	88	88	120	102.5	23	
27x12 685 x 303	87.4 102.4 117.4	888 888 888	703	13	8	40	148.5	808	18	88	88	140	153.5	23	
30x12 762 x 303	93.1 107.1	767 767	703	10	8	40	148.5	728	18	88	88	140	153.5	23	
30x16 762 x 400	126.8 156.8 186.8	767 767 767	406	14	10	50	180.0	728	18	100	81	85	140	203.0	26

**VIGAS I PERFIL COMPUUESTO IPC
PROPIEDADES PARA DISEÑO**



13. Puede ser que con frecuencia el tipo y de la sección con calidad por el perfil se compran en más de 10 del resto del país.

PERFIL No. y Esp. mm	Peso kg/m	Area cm ²	Espesor PAIN		ALMA		T		L		E.E. X-X		E.E. Y-Y		
			h	h ₁	h	h ₁	T	L	I	J	I	J	I	J	
21x8 323 x x 203.2	42.8 72.5	531 531	703	10	8	40	87.5	803	18	88	88	120	102.5	23	
21x12 323 x x 304.8	77.8 82.8 107.8	531 531 531	703	13	8	40	148.5	803	18	88	88	140	153.5	23	
24x8 610 x x 203.2	67.4 77.2	810 810	703	10	8	40	87.5	800	18	88	88	120	102.5	23	
24x12 610 x x 304.8	82.8 87.8 112.8	810 810 810	703	13	8	40	148.5	800	18	88	88	140	153.5	23	
27x8 685 x x 203.2	72.1 82.0	888 888	703	10	8	40	87.5	808	18	88	88	120	102.5	23	
27x12 685 x x 304.8	87.4 102.4 117.4	888 888 888	703	13	8	40	148.5	808	18	88	88	140	153.5	23	
30x12 762.0 x 304.8	93.1 107.1	767 767	703	10	8	40	148.5	728	18	88	88	140	153.5	23	
30x16 762.0 x 400.8	126.8 156.8 186.8	767 767 767	406	14	10	50	180.0	728	18	100	81	85	140	203.0	26

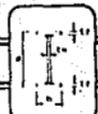
**VIGAS I PERFIL COMPUUESTO IPC
DIMENSIONES PARA DETALLAR**



PERFIL	Peso kg/m	Paso cm	PATA				ALBA				Granel			
			B	t	h	H	B	t	h	H	B	t	h	H

33x12	107.2	87.6	305	10	50	147.5	808	18	10	58	85	140	152	23	
33x12	122.2	134.74	105	10	50	147.5	808	18	10	58	85	140	152	23	
33x16	147.5	87.6	408	13	10	50	198.0	802	18	10	61	85	140	203	28
33x16	187.8	87.6	408	18	10	50	198.0	784	22	11	64	85	140	203	29
33x16	202.1	87.6	408	27	10	50	198.0	778	30	13	70	85	140	203	35
42x16	182.9	104.7	408	18	11	55	187.5	1029	22	12	88	70	140	202	29
42x16	212.8	104.7	408	18	11	55	187.5	1017	28	12	87	70	140	202	32
42x16	252.7	104.7	408	25	11	55	187.5	1081	33	13	78	70	140	202	38
42x20	240.8	104.7	508	22	13	65	247.5	1007	30	14	70	80	140	252	35
42x20	330.8	104.7	508	28	13	65	247.5	983	37	14	77	80	140	252	42
42x20	380.1	104.7	508	35	13	65	247.5	981	43	14	83	80	140	252	48
46x16	201.8	116.8	408	16	11	55	187.5	1124	22	12	84	70	140	202	29
46x16	221.8	116.8	408	16	11	55	187.5	1118	28	12	87	70	140	202	32
46x16	281.1	116.8	408	25	11	55	187.5	1102	33	13	73	70	140	202	38
46x20	291.0	116.8	508	22	13	65	247.5	1108	30	14	70	80	140	252	35
46x20	345.0	116.8	508	28	13	65	247.5	1084	37	14	77	80	140	252	42
46x20	390.3	116.8	508	35	13	65	247.5	1184	43	14	83	80	140	252	48
50x16	210.7	127.7	408	18	11	55	187.5	1228	22	12	84	70	140	202	29
50x16	230.7	127.7	408	18	11	55	187.5	1220	28	12	87	70	140	202	32
50x16	270.0	127.7	408	25	11	55	187.5	1204	33	13	73	70	140	202	38
50x20	301.2	127.7	508	22	13	65	247.5	1210	30	14	70	80	140	252	35
50x20	351.2	127.7	508	28	13	65	247.5	1186	37	14	77	80	140	252	42
50x20	400.5	127.7	508	35	13	65	247.5	1184	43	14	83	80	140	252	48
54x16	219.8	137.7	408	18	11	55	187.5	1328	22	12	84	70	140	202	29
54x16	239.8	137.7	408	18	11	55	187.5	1320	28	12	87	70	140	202	32
54x16	278.9	137.7	408	24	11	55	187.5	1306	33	13	73	70	140	202	38
54x20	311.3	137.7	508	22	13	65	247.5	1312	30	14	70	80	140	252	35
54x20	361.3	137.7	508	28	13	65	247.5	1288	37	14	77	80	140	252	42
54x20	410.7	137.7	508	35	13	65	247.5	1286	43	14	83	80	140	252	48
58x16	228.5	147.7	408	18	11	55	187.5	1428	22	12	84	70	140	202	29
58x16	248.5	147.7	408	18	11	55	187.5	1420	28	12	87	70	140	202	32
58x16	287.6	147.7	408	25	11	55	187.5	1407	33	13	73	70	140	202	38
58x20	321.5	147.7	508	22	13	65	247.5	1417	30	14	70	80	140	252	35
58x20	371.5	147.7	508	28	13	65	247.5	1393	37	14	77	80	140	252	42
58x20	420.7	147.7	508	35	13	65	247.5	1389	43	14	83	80	140	252	48

**VIGAS I PERFIL COMPUUESTO IPC
PROPIEDADES PARA DISEÑO**



16. Estas propiedades son válidas para el tipo de acero que se indica en el cuadro de propiedades para el diseño de acero.

PERFIL	Peso kg/m	Area cm ²	Eje ALBA						EJE X-X			EJE Y-Y		
			I _x	I _y	I _{xy}	S _x	S _y	I _x	I _y	I _{xy}	S _x	S _y	I _x	I _y
33 x 12	107.2	134.74	85	81.2	85	86.2	2.80	147053	3411	32.46	4489	704	5.75	7.31
33 x 12	122.2	156.74	127	812.8	95	85.8	2.17	174413	4181	33.58	5009	743	6.23	7.87
33 x 16	147.5	180.44	127	812.8	95	85.8	1.83	718381	5210	34.70	14213	890	8.88	10.50
33 x 16	187.8	205.84	159	808.4	95	84.9	1.30	290005	6233	36.54	17782	875	9.30	10.77
33 x 16	202.1	255.85	222	703.8	95	83.6	0.93	340042	8113	38.48	24840	1272	9.85	10.90
42 x 16	182.9	244.12	159	1035.0	111	93.2	1.65	450088	8812	43.38	17798	875	8.54	10.31
42 x 16	212.8	280.42	181	1028.6	111	92.7	1.37	578720	9875	44.22	21378	1052	8.91	10.51
42 x 16	252.7	319.23	254	1018.0	111	91.5	1.03	656880	12314	45.38	28478	1308	9.44	10.70
42 x 20	280.8	255.40	222	1022.4	127	80.5	0.95	728497	13867	46.27	48523	1910	11.88	13.43
42 x 20	330.8	418.79	288	1009.8	127	79.5	0.73	892107	18724	48.16	62508	2480	12.22	13.89
42 x 20	380.1	481.20	348	987.0	127	78.5	0.80	1049180	19889	48.88	78271	3002	12.58	13.88
46 x 16	201.8	258.40	159	1138.6	111	102.4	1.81	564890	9871	47.03	17800	876	8.36	10.18
46 x 16	221.8	280.70	181	1130.2	111	101.8	1.51	648238	11081	47.98	21378	1052	8.73	10.41
46 x 16	281.1	330.50	254	1117.8	111	100.7	1.13	803537	13754	49.31	28427	1309	9.27	10.71
46 x 20	291.0	308.50	222	1124.0	127	88.5	1.04	801180	15254	49.18	48524	1910	11.48	13.23
46 x 20	341.0	431.70	288	1118.0	127	87.5	0.80	1095157	18643	50.73	62508	2481	12.03	13.81
46 x 20	390.3	494.11	348	1058.8	127	86.5	0.87	1270628	21033	50.89	78272	3012	12.42	13.95
50 x 16	210.7	288.88	159	1288.2	111	111.5	1.97	683764	10787	50.84	17801	876	8.17	10.09
50 x 16	230.7	291.87	181	1231.8	111	111.0	1.84	780232	12287	51.89	21381	1062	8.56	10.32
50 x 16	270.0	341.78	254	1212.8	111	109.8	1.23	987243	15232	53.70	28478	1308	9.12	10.83
50 x 20	301.2	381.20	222	1254.2	127	96.5	1.13	1079900	18605	53.05	48526	1910	11.28	13.27
50 x 20	351.2	444.80	288	1212.4	127	95.5	0.87	1308480	20808	54.25	62511	2481	11.86	13.57
50 x 20	400.5	507.08	348	1200.2	127	94.5	0.72	1525600	24182	56.03	78274	3002	12.27	13.77
54 x 16	219.8	277.08	159	1330.8	111	120.7	2.12	818501	11902	54.18	17802	876	8.00	9.89
54 x 16	239.8	303.25	181	1233.4	111	120.1	1.77	929294	13650	55.36	21382	1052	8.40	10.27
54 x 16	278.9	353.08	254	1220.2	111	119.0	1.33	1148588	16748	57.04	28478	1308	8.97	10.56
54 x 20	311.3	304.11	222	1327.2	127	103.5	1.22	1274288	18830	56.88	48528	1910	11.10	13.12
54 x 20	361.4	457.50	288	1314.8	127	102.5	0.87	1500788	22812	58.22	62511	2481	11.86	13.64
54 x 20	410.7	519.91	348	1301.8	127	101.5	0.71	1817737	26505	59.13	78278	3002	12.11	13.84
58 x 16	228.5	280.25	159	1444.4	111	129.0	2.28	983185	13078	57.71	17803	876	7.86	9.87
58 x 16	248.5	314.53	181	1403.5	111	129.3	1.90	1060408	14882	58.88	21383	1052	7.95	10.15
58 x 16	287.8	364.34	254	1422.4	111	128.1	1.43	1348117	18032	60.83	28430	1308	8.83	10.87
58 x 20	321.5	407.01	222	1428.8	127	117.5	1.51	1195884	20309	60.83	48530	1910	10.02	13.02
58 x 20	371.8	470.41	288	1418.0	127	116.5	1.01	1388859	24882	62.14	62513	2481	11.53	13.21
58 x 20	420.8	532.82	348	1403.4	127	115.5	0.81	2126711	28872	63.18	78278	3012	11.86	13.51

BIBLIOGRAFIA

Edwin H. Gaulord, Jr., Charles N. Gaylord
Diseño de estructuras de acero
Editorial C.E.C.S.A.
México, 1980.

V.M. Faïres
Diseño de elementos de máquinas
Editorial. Montaner y Simon, S.A.
Barcelona, España, 1977.

Ferdinand P. Beer y E. Russell Johnston, J.R.
Mecánica de materiales
Editorial, Mc Graw Hill
México, 19

Franklin D. Jones And Herry H. Ryffel
Gear design simplified
Editorial, The Industrial Press
New York, 1961.

Harper, Gilberto Enriquez
El ABC de las instalaciones eléctricas industriales
Editorial, Limusa, Noriega.
México, 1989

Hellmut Ernst
Aparatos de elevación y transporte
Tomo I
Editorial, Blume
Barcelona, 1970

K. Oberg, F.D. Jones, y H.L. Horton
Manual Universal de la Técnica Mecánica
Editorial, Labor
España, 1984

Shigley, Joseph Edward
Diseño en Ingeniería Mecánica
2da Edición
Editorial, Mc. Graw Hill
México, 1982.

S. Timoshenko
Resistencia de materiales
Tomo I y II
Editorial, Espasa-Calpe, S.A.
Madrid, 1956

C.M.A.A., Specification # 70, revised 1983
Editor, Crane Manufacturers Association of America, Inc
Pittsburgh, USA

C.M.A.A., Specification # 74, revised 19
Editor, Crane Manufacturers Association of America, Inc
Pittsburgh, USA

Manual AHMSA para constructores de acero
Editor, Altor Hornos de México, S.A. de C.V.

Manual para constructores Monterrey
Editorial, Cia Fundidora de Fierro y Acero de
Monterrey, S.A.
México, 1965

Morales Palacios Otto
Manual de conceptos básicos
Editor, Hercules, S.A. de C.V.
México, 1991

CATALOGOS

Catálogo general Crosby
Editor, The Crosby group inc.
Tulsa, Oklahoma. USA

Aceros Finos
Editor, Aceros Fortuna, S.A.
4ta edición
México, 1981

Catálogo General SKF
Catálogo 4000 SP
Impreso en: Italia por Stamperia Artistica Nazionale
Corso Siracusa, 37-Torino 1989

Cables de acero, S.A.
Editor, Cables de acero S.A.

Motorreductores tipo W
Editor, Endor S.A.de C.V.
México