

UNIVERSIDAD DE ORIENTE
NÚCLEO DE ANZOÁTEGUI
ESCUELA DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL



**“COORDINACIÓN DEL DISEÑO DE GRÚA PARA TRANSPORTE,
ALMACÉN Y DESPACHO DE MATERIALES EN EL PROCESO DE
ENFRIAMIENTO POR AIRE DE PLANCHONES, ENTRE LAS VÍAS DE
RODILLOS N° 3 Y N° 4, Y EL EJE 3 Y 4 DE LA NAVE DE ACERÍA DE
PLANCHONES DE LA SIDERÚRGICA DEL ORINOCO”.**

**REALIZADO POR:
LUISA H. FUENTES R.**

**Trabajo de Grado presentado ante la Universidad de Oriente como
requisito parcial para optar al Título de Ingeniero Civil**

Barcelona, Junio de 2007

UNIVERSIDAD DE ORIENTE
NÚCLEO DE ANZOÁTEGUI
ESCUELA DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL



**“COORDINACIÓN DEL DISEÑO DE GRÚA PARA TRANSPORTE,
ALMACÉN Y DESPACHO DE MATERIALES EN EL PROCESO DE
ENFRIAMIENTO POR AIRE DE PLANCHONES, ENTRE LAS VÍAS DE
RODILLOS N° 3 Y N° 4, Y EL EJE 3 Y 4 DE LA NAVE DE ACERÍA DE
PLANCHONES DE LA SIDERÚRGICA DEL ORINOCO”.**

ASESORES:

PROF. MIGUEL MOLANO
Asesor Académico

ING. BELKYS ARREAZA
Asesor Industrial

Barcelona, Junio de 2007

**UNIVERSIDAD DE ORIENTE
NUCLEO DE ANZOÁTEGUI
ESCUELA DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL**



**“COORDINACIÓN DEL DISEÑO DE GRÚA PARA TRANSPORTE,
ALMACÉN Y DESPACHO DE MATERIALES EN EL PROCESO DE
ENFRIAMIENTO POR AIRE DE PLANCHONES, ENTRE LAS VÍAS DE
RODILLOS N° 3 Y N° 4, Y EL EJE 3 Y 4 DE LA NAVE DE ACERÍA DE
PLANCHONES DE LA SIDERÚRGICA DEL ORINOCO”.**

JURADO:

El jurado hace constar que asignó a este Trabajo de Grado la calificación de:

APROBADO

PROF. MIGUEL MOLANO
Asesor Académico

PROF. JUAN FELIX DÍAZ
Jurado Principal

PROF. BLAS PINTO
Jurado Principal

Barcelona, Junio de 2007

RESOLUCIÓN

De acuerdo al artículo 44 del reglamento de Trabajos de Grado:

“Los Trabajos de Grado son de exclusiva propiedad de la Universidad de Oriente y sólo podrán ser utilizados para otros fines con el consentimiento del Núcleo respectivo, quien lo participa al Consejo Universitario”.

DEDICATORIAS

Este trabajo está dedicado a mis padres; Carmen y Saúl.

Gracias a la hermosa vida que me dieron para vivir puedo alcanzar esta meta tan importante.

AGRADECIMIENTOS

A Dios todopoderoso por ser mi fuente inagotable de energía para seguir aunque todo indicara que no podía hacerlo.

A mis padres; Carmen y Saúl, a mis hermanas, mi abuela, mis tías y tíos, por sus consejos y apoyo. Por creer en mis capacidades y valorar mi esencia.

Al profesor Miguel Molano, por su asesoría y consejos para la realización de este trabajo, por su mano amiga.

A la ingeniero Belkys Arreaza por todo su apoyo y disposición.

A Christoph Merle por ver en mí la piedra en Bruto y hacerme querer ser siempre una mejor profesional.

Al Ingeniero Jaime Teira, por darme la oportunidad. Al Ingeniero Jorge Lamela por continuar con la intención de Jaime. A todo el personal que Labora en la Sala Técnica de Ingeniería de SERSISA, S.A. por permitirme integrarme junto a ellos al campo profesional.

A los coordinadores de SIDOR que me confiaron este proyecto en la parte Civil.

A la Universidad de Oriente, la casa que venció mis sombras; donde me formé profesionalmente.

A mi esposo, Erly Collazos; gracias por tu apoyo incondicional, eres mi puerto seguro.

A todos mis amigos y compañeros de estudio. De ustedes aprendí mucho.

A todas aquellas personas que de alguna manera colaboraron con este trabajo.

RESUMEN

En el presente trabajo se coordinó la Ingeniería Básica y de detalles de una porción de un proyecto Multidisciplinario; porción constituida por la selección de un tipo de grúa y el diseño de los elementos que la soportarían. Esta grúa se instaló para integrar un nuevo proceso de producción en la Acería de Planchones de la Siderúrgica del Orinoco, ahora Ternium-Sidor. Como principal limitación se tuvo que todos los elementos debieron ser pensados y construidos durante pequeñas paradas en los procesos circundantes; además de que se debieron considerar y modificar los elementos preexistentes que de manera inevitable se vieron afectados. Para poder desarrollar la Ingeniería de este proyecto se debió echar mano de la intuición al momento de realizar presupuestos y estimar tiempos de ejecución, tomando en cuenta los recursos disponibles y la efectividad de los mismos. El producto final de este trabajo, básicamente de seguimiento y canalización de la información, fue el juego de planos y documentos, emitidos o depositados en la base de datos de Sidor; los cuales debieron cumplir una serie de requisitos exigidos por la empresa.

CONTENIDO

RESOLUCIÓN	IV
DEDICATORIAS	V
AGRADECIMIENTOS	VI
RESUMEN	VIII
CONTENIDO	IX
CAPÍTULO I. INTRODUCCION	10
1.1 EVOLUCION DE LA EMPRESA	10
1.2 EL PROBLEMA	12
1.3 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	13
<i>1.3.1 Objetivo General</i>	13
<i>1.3.2 Objetivos Específicos</i>	13
1.4 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA.....	14
1.5 ALCANCE	14
1.6 LIMITACIONES.....	14
CAPÍTULO II. LA EMPRESA.	16
2.1 SERSISA, S.A.	16
2.1.1 <i>Reseña Histórica.</i>	16
2.1.2 <i>Ubicación.</i>	19
2.1.3 <i>Misión.</i>	21
2.1.4 <i>Visión</i>	22
2.1.5 <i>Estructura Organizativa de SERSISA.</i>	22
2.2 LA SIDERURGICA.	22
2.2.1 <i>Fabricación del Acero. Las Acerías.</i>	24
2.2.1.1 Colada Continua de Planchones.....	27
CAPÍTULO III. MARCO TEORICO	30

3.1 SOLICITUD DE INGENIERIA	30
3.1.1 Ingeniería:.....	30
3.1.2 Jefe de proyecto.....	32
3.1.3 Alcance de las prestaciones.....	33
3.1.4 Los Planos.....	34
3.2 FUNDACIONES	46
3.2.1 Sistemas de fundaciones.....	47
3.2.1.1 Fundaciones directas	48
3.2.2 Requerimientos básicos de una fundación.....	50
3.3 MÉTODO DE DISEÑO POR CÓDIGO ACI 318.....	51
3.3.1 Capacidad de carga de una fundación (q_u).....	52
3.3.2 Capacidad de carga admisible (q_a).....	52
3.3.3 Distribución de esfuerzos en el suelo de fundación debido a cargas excéntricas ^[8]	52
3.4 DISEÑO DE FUNDACIÓN	54
3.4.1 Chequeo por corte.....	54
3.4.2 Chequeo por punzonado.....	55
3.4.3 Chequeo por aplastamiento.....	56
3.4.4 Profundidad de fundación (DF).....	57
3.4.5 Diseño de pedestal.....	57
3.5 EL ACERO	58
3.5.1 Ventajas y desventajas del acero como material estructural.....	59
3.5.2 Diseño y construcción con acero estructural.....	61
3.5.3 Estructuras de acero	61
3.6 CONSIDERACIONES DE CARGA EN LAS ESTRUCTURAS	62
3.6.1 Acciones permanentes.....	62
3.6.2 Acciones variables	62
3.6.3 Acciones accidentales	63
3.6.4 Acciones Extraordinarias.....	63
3.6.5 Sismo.....	63
3.6.6 Fuerzas horizontales en los carriles de las grúas.....	64
3.6.7 Miembro a flexión	64
3.6.8 Miembros a tracción.....	65
3.6.9 Miembros a compresión.....	65

3.6.10	<i>Combinación de solicitaciones</i>	65
3.7	ELEMENTOS ESTRUCTURALES	67
3.7.1	<i>Columna</i>	67
3.7.2	<i>Viga</i>	67
3.7.3	<i>Viga-Columna</i>	68
3.7.4	<i>Junta</i>	68
3.7.5	<i>Conexiones</i>	68
3.8	MÉTODOS DE ANÁLISIS Y DISEÑO	69
3.9	FACTORES DE SEGURIDAD EN LOS DISEÑOS ELASTICOS Y PLASTICOS	69
3.9.1	<i>Esfuerzo cortante</i>	70
3.9.2	<i>Deflexión</i>	73
3.9.3	<i>Compresión</i>	73
3.9.4	<i>Resistencia a la flexión</i>	78
3.9.5	<i>Perfiles Compactos</i>	78
3.9.6	<i>Esfuerzos de flexión en la Norma DEA</i>	79
3.9.7	<i>Norma DEA para flexión y compresión</i>	82
3.10	ESFUERZOS DEBIDOS AL VIENTO Y AL SISMO.....	84
3.10.1	<i>Consideración Del Viento Según Norma Covenin 2003-1986</i>	84
3.11	GRÚAS	85
3.11.1	<i>Factores de diseño</i>	85
CAPÍTULO IV. DESARROLLO DEL TRABAJO		87
4.1	PROCEDIMIENTO.....	87
4.1.1	<i>Información de entrada del proyecto</i>	87
4.1.2	<i>Presupuesto de ingeniería</i>	88
4.1.3	<i>Información básica de diseño</i>	88
4.1.4	<i>Ingeniería de diseño del proyecto</i>	89
4.1.5	<i>Elaboración de planos finales</i>	90
4.1.6	<i>Redacción del trabajo de grado</i>	90
4.2	DESCRIPCIÓN DE EQUIPOS Y MATERIALES	93
4.2.1	<i>Equipos</i>	93
4.2.2	<i>Materiales</i>	93
4.3	INFORMACIÓN GENERAL	94

4.4	ESTÁNDARES Y ESPECIFICACIONES.....	96
4.5	CARACTERISTICAS DE LOS MATERIALES.....	97
4.6	PARÁMETROS DEL SUELO	97
4.7	GENERALIDADES.....	98
4.8	DATOS Y RESULTADOS OBTENIDOS, MUESTRA DE CALCULOS.....	98
4.8.1	<i>Fundaciones</i>	98
4.8.1.1	Combinación de Cargas.....	98
4.8.1.2	Datos obtenidos.....	98
4.8.1.3	Muestra cálculos Fundación tipo 1 – grúa semipórtico.....	100
4.8.2	<i>Superestructura</i>	107
4.8.2.1	Cargas y combinaciones de carga.....	107
4.8.2.2	Predimensionado de los elementos.....	108
4.8.2.3	Datos obtenidos.....	110
4.8.2.4	Muestra de cálculo.....	114
4.8.3	<i>Modificación de Arriostramientos entre columnas 3 y 4 en ejes N y P</i>	119
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES.....		131
5.1	PLANOS.....	131
5.1.1	<i>Planos de Ingeniería Básica</i>	131
5.1.2	<i>Fundaciones para la estructura de la grúa</i>	131
5.1.3	<i>Estructura Metálica complementaria para la grúa</i>	131
5.1.4	<i>Modificaciones en arriostramientos de la Nave</i>	132
5.2	CONCLUSIONES	132
5.3	RECOMENDACIONES.....	133
BIBLIOGRAFÍA		135
ANEXO A.....		139
METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y ASCENSO:		1

CAPÍTULO I. INTRODUCCION

1.1 Evolucion de la empresa

La Siderúrgica del Orinoco (SIDOR) fue creada por el gobierno venezolano con el propósito de desarrollar nuevas fuentes de ingreso que permitieran no depender únicamente de los obtenidos por la actividad petrolera.

La creación de una siderúrgica permitiría transformar en acero gran parte del mineral extraído de las minas de El Pao y de El Cerro Bolívar, logrando así, satisfacer en cantidad, variedad y calidad, las necesidades de los principales sectores de la economía del país, en especial, las de la industria del petróleo y la construcción.

A raíz del proceso de privatización de SIDOR y como consecuencia del boom Argentino acaecido en Venezuela en la segunda mitad de la década de los noventa Techint International Corporation (TENCO), como empresa dedicada desde 1952 a la ingeniería y construcción de proyectos a nivel internacional en la industria del petróleo, gas, minería, generación y transmisión de energía y obras de infraestructura, inicia la estrategia de formar una nueva sucursal del consorcio en Venezuela con el fin de participar en grandes obras de desarrollo, específicamente dentro del área de la siderúrgica. Fue así como en 1998 se instala en Puerto Ordaz, estado Bolívar, la Compañía Técnica de Construcciones S.A. (COTECOL), empresa perteneciente al grupo TENCO. Su rango de operaciones incluía coordinar y suministrar personal, asistencia técnica y recursos financieros para proyectos de ingeniería y construcción en esta región oriental del país. Sin embargo, la situación que tuvo que afrontar

SIDOR como empresa privatizada en un inicio fue distinta a la que se creía en el momento de la compra, y aún cuando la afluencia de trabajos fue notoria, no se dio en la magnitud que se esperaba para cumplir con todos los costos que implicaba la radicación de una empresa transnacional en esta zona del país. Fue así como se ideó la formación de otra empresa bajo la misma gerencia que venía rigiendo a COTECOL; esta empresa paralela, solventaría de alguna manera, parte de los costos fijos en los cuales estaba incurriendo la organización, y su objetivo se encaminaría al funcionamiento de esta como una de las prestaciones siderúrgicas, otra de las ramas de TECHINT como organización macro, destinada a la realización de trabajos de mantenimiento industrial en las distintas plantas que conforman SIDOR.

A finales del año 1998 ya radicada y en fiel cumplimiento de sus responsabilidades, COTECOL adecua su campo reacción para facilitar la apertura de TECHIT- Siderurgia, como prestación de SIDOR, con objetivos destinados a cumplir labores de mantenimiento e Ingeniería, esta nueva filial con intereses comunes y bajo la misma gerencia de TENCO Venezuela, lleva por nombre SERSISA, S.A. y desde la fecha esta firma se ha involucrado en parte de los proyectos de modernización y mantenimiento general en las distintas plantas de SIDOR. En la actualidad Sidor se encuentra en una etapa de transición muy importante, ya que a raíz de la formación del grupo Amazonia (Argentina, México y Venezuela), se empieza a ver la cara visible de Ternium Sidor, de la mano con Ternium Hylsa y Ternium Siderar. El capital accionario de Sidor corresponde a Ternium en un 60% y al Estado Venezolano en un 20%. El restante 20% se encuentra en manos de trabajadores y ex trabajadores de la empresa.

SERSISA tiene como objetivo básico mejorar en forma continua la calidad de sus proyectos, obras y servicios, entendida esta como la plena satisfacción de los requerimientos de sus clientes. Es importante destacar que SERSISA ha contribuido al fortalecimiento productivo de SIDOR al diseñar y poner en marcha varios proyectos que maximizan la capacidad instalada de la misma, en la actualidad se

están haciendo proyectos de mejoras en todas las plantas y áreas que conforman el complejo SIDOR.

1.2 El problema

Para mejorar la producción en el mercado del acero, SIDOR ha solicitado a SERSISA la ingeniería Básica y de detalle para ampliar una de sus líneas de colada en la Acería de Planchones, y acondicionar los espacios existentes para poder poner en funcionamiento un nuevo sistema de enfriamiento de planchones donde permanezcan apilados en una zona con ventilación natural; este proyecto de índole multidisciplinario, está compuesto por varios problemas a resolver, entre ellos el diseño e instalación de una grúa que sirva para apilar el material producido por la acería, transportarlo a diferentes lugares del área seleccionada y colocarlo sobre gandolas para su despacho. Se deben detallar los planos para las fundaciones y la estructura de sostén de dicha grúa; es necesario destacar que el espacio donde se planea implementar este nuevo sistema de enfriamiento es muy limitado por lo que se deben realizar modificaciones en la estructura y fundaciones de la Nave y se debe prever que las líneas de colada existentes en las zonas circundantes estarán siempre en funcionamiento.

Para lograr desarrollar este proyecto, se deben hacer los presupuestos iniciales en cuanto a horas hombre, necesarias para poder llevar a cabo la ingeniería básica y de detalle; estimar los tiempos de ejecución, administrar y coordinar los recursos o grupos de trabajo necesarios para cumplir con los mismos; aportar los conocimientos técnicos necesarios para dictar los parámetros de diseño en la ejecución del proyecto, resaltando las Normas Internacionales y Propias de la empresa para alcanzar un producto de calidad que satisfaga las necesidades del Cliente, en este caso SIDOR. Al cumplir exitosamente todos estos objetivos, de manera directa se adquirirá mayor prestigio con el Principal Cliente de SERSISA, asegurando la solicitud de Ingenierías

Básicas y de Detalle para los múltiples requerimientos que esta empresa tiene para seguir optimizando los procesos con el transcurrir de los años; y de manera indirecta se estará contribuyendo al desarrollo del País al aumentar y mejorar los procesos productivos de SIDOR.

1.3 Objetivos de la investigación

1.3.1 Objetivo General

Coordinar la Ingeniería Básica y de detalle para el Diseño de una Grúa, en el proceso de enfriamiento al aire de productos, entre los ejes M y P de la Acería de Planchones, de la Siderúrgica del Orinoco, SIDOR.

1.3.2 Objetivos Específicos

1. Definir el tipo de grúa a utilizar según los requerimientos e información suministrada por los coordinadores de proyecto de SIDOR.
2. Revisar el Diseño de las fundaciones y los elementos metálicos necesarios para el funcionamiento de la grúa.
3. Elaborar el juego de planos necesarios para la construcción y montaje de los elementos estructurales de la grúa, haciendo las revisiones y correcciones necesarias para cumplir con las normas SIDOR en cuanto a emisión de planos.
4. Chequear los elementos estructurales existentes en la zona escogida que pudieran verse comprometidos por la colocación y funcionamiento de la grúa, indicando en los casos que se requiera, las modificaciones necesarias para darle continuación a la instalación del sistema de carga y almacén seleccionado.

5. Controlar que los tiempos de ejecución y entrega de la ingeniería solicitada por SIDOR sean satisfactorios a sus necesidades y requerimientos, evaluando los aciertos y desaciertos en la elaboración de presupuestos y estimaciones de entrega.

1.4 Justificación e importancia

La Siderúrgica del Orinoco, SIDOR, representa una de las fuentes de mayor ingreso económico para la nación, se espera tenga una vida útil muy prolongada. Para lograr esto es necesario hacer mantenimiento y mejoras continuas a todas las áreas de producción de esta empresa, para su adaptación a los requerimientos cambiantes de todos sus clientes.

1.5 Alcance

Este trabajo se basa en la coordinación y control de un proyecto de ingeniería multidisciplinario, en el área civil, bajo estándares de calidad, que resulte satisfactorio al cliente. El mismo permitirá medir la efectividad de las decisiones tomadas para el desarrollo de la ingeniería básica y de detalles, que a futuro permitirá materializar estas mejoras en tiempos relativamente cortos, en un ambiente difícil, con espacios limitados y actividades paralelas ininterrumpidas.

1.6 Limitaciones

La principal limitación fue la realización de mediciones y comprobaciones en una zona donde los trabajos eran interrumpidos sólo temporalmente en paradas

programadas semestral o anualmente. De la misma manera, se debió prever la construcción de ciertos elementos, tomando todas las medidas para no interferir con las actividades adyacentes o reforzando los elementos que de forma inminente debieran ser afectados. Por disponer de poco tiempo para realizar la ingeniería, inmediatamente después de elegir el tipo de grúa, Sidor solicitó la construcción de la misma a una compañía proveedora de grúas y equipos industriales. Esta compañía debió proveer los planos constructivos de la grúa que construiría, y SERSISA por su parte, se encargaría de realizar la ingeniería Civil, para todas las estructuras que garantizaran su instalación.

Los planos serían ejecutados por grupos de trabajo a cargo del jefe de proyecto, en muchos casos, en la marcha, estos grupos de trabajo debieron ser adiestrados para cumplir con los estándares del cliente.

CAPÍTULO II. LA EMPRESA.

2.1 SERSISA, S.A.

2.1.1 Reseña Histórica.

En 1940 la “Compagnia Técnica Internazionale”, que pronto recibió el nombre de TECHINT, fue fundada como empresa internacional en 1945. El fundador, Agostino Rocca, fue un Ingeniero, gerente empresario innovador, y una fuerza clave detrás del desarrollo de la Industria Siderúrgica Italiana en la década de los 30. Primero como CEO de Dalmine (el fabricante Italiano de Tubos de Acero) en aquellos años, y luego como líder del sector siderúrgico nacionalizado durante la Segunda Guerra Mundial. Agostino Rocca forjó la visión industrial que guiaría el desarrollo y crecimiento constante de su empresa una vez terminada la guerra.

Durante la década de los 50 Techint construyó varios complejos siderúrgicos, acerías y altos hornos, una actividad que se convirtió en uno de los negocios centrales de la Empresa. Techint también construyó centrales termoeléctricas e hidroeléctricas, y oleoductos y gasoductos, tales como el oleoducto Campo Durán – San Lorenzo de unos 1.500 Km.

En los años sesenta Techint ejecutó trabajos importantes en refinerías de Petróleo para Shell, Exxon e YPF (en este momento la empresa petrolera propiedad del Estado Argentino). Estos trabajos determinarían uno de los negocios centrales de

la empresa: el mercado del gas y el petróleo. Durante estos años Techint diversificó sus actividades con plantas automotrices y de celulosa, así como también proyectos viales y terminales marítimos.

En los años setenta se desarrollaron más actividades de ingeniería y construcción, estableciendo a Techint como uno de los constructores de ductos más importantes del mundo, y proveedor de plantas llave en mano. Se construyeron plantas petroquímicas y trabajos de infraestructura, tales como puentes, túneles, puertos y aeropuertos, cubriendo una amplia gama de actividades y regiones.

En Perú se construyó el oleoducto Nor Peruano, que cruza la cordillera de los Andes a lo largo de 850 Km. Techint tendió el gasoducto Shedgum – Yanbu de 1.200 Km. en Arabia Saudita y el gasoducto Bowral – Sydney en Australia. En Argentina se construyó el complejo Ferrovial Zárate – Brazo Largo, el cual requirió el desarrollo de nueva tecnología en Inglaterra, Alemania e Italia. El complejo tuvo un gran impacto económico y social en el país.

La década de los 80 fue la de la gran expansión internacional que continuó durante los años 90. En Ecuador se construyó el sistema Papallacta de suministro de agua potable, y en Brasil se construyeron 1.700 Km. de ductos. En Argentina, Techint estableció un nuevo record cuando completó el gasoducto Neuquén – Buenos Aires bastante antes de lo previsto, habiendo tendido 1.400 Km. en 12 meses. Techint siguió diversificándose en nuevos campos de actividad: instalaciones nucleares y plataformas offshore. En 1980 Techint se encontraba entre las primeras empresas del mundo en adoptar sistemas de diseño asistidos por computadora (CAD), convirtiéndose en líder mundial en tecnología informática aplicada a la Ingeniería y la Construcción.

A partir de 1990 Techint realizó un gran número de proyectos importantes en varios países del mundo tales como el poliducto Enugu – Makurdi – Yola de 650 Km. en Nigeria, el sistema de transmisión de agua Yanbu – Madinah en Arabia Saudita, el Instituto Clínico Humanitas en Italia, varias líneas “slurry” en Chile, refinerías de gas

y petróleo y plantas procesadoras en Brasil, Uruguay y Trinidad y Tobago; 2.000 Km. de ductos en Colombia y caminos en Bolivia. Durante estos años Techint constituyó un factor clave en la Integración de la energía regional del MERCOSUR, habiendo construido ductos que unen Argentina y Chile, Bolivia y Brasil. Asimismo, se expandió a otras actividades mediante la participación exitosa en la privatización de un número de empresas tanto en Argentina como en Italia, las cuales por lo general han requerido un considerable esfuerzo de reestructuración. Las adquisiciones incluyeron el control o una participación importante en concesiones de transporte de gas, distribución de gas, rutas de peaje, gestión y eliminación de residuos, y empresas ferroviarias en Argentina. En Italia, Techint ingresó al sector de servicios de la salud con la construcción y administración de un hospital de última generación en las cercanías de Milán.

A partir del 2000, Techint establece un nuevo récord mundial con la participación simultánea en dos de los proyectos de ductos de más envergadura que se hayan construido en el mundo: el oleoducto de crudos pesados (OCP) en Ecuador y el proyecto de Gasoducto de Gas y GNL de Camisea en Perú. Como único contratista EPC en ambos proyectos, Techint es responsable por la construcción de 1.700 Km. de oleoductos. Asimismo, la empresa sigue desarrollando proyectos de construcciones civiles en Argentina y de Sistemas de transmisión de Agua en Arabia Saudita. Varios trabajos para Petrobras en Brasil incluyen la construcción de craqueo catalítico, torres y tanques en importantes refinerías del país.

Techint también desarrolla proyectos en Egipto y Nigeria, donde está llevando a cabo el montaje electromecánico de instalaciones de generación eléctrica y plantas de licuefacción de gas natural.

El grupo Techint ha puesto su alma en la siderurgia, forjadora del crecimiento de un país y el desarrollo de sus habitantes, aportando ingeniería de alta tecnología y una perfecta administración en la concreción de grandes obras siderúrgicas.

Techint Internacional Construcción Corporation _ Tenco, es una empresa multilocal que se dedica desde 1952 a la ingeniería y construcción de proyectos a nivel internacional en la industria del petróleo, gas, minería, generación y transmisión de energía y obras de infraestructura.

Tenco es una empresa de la organización Techint cuya filosofía es Calidad Total, compromiso con el desarrollo de los países donde opera y máximo respeto por el cumplimiento en los plazos de ejecución y presupuestos de sus clientes.

Fue para el año 1998 cuando se instala en la Ciudad de Puerto Ordaz, Estado Bolívar COTECOL (Compañía Técnica de Construcciones S.A.), perteneciente al grupo Tenco y con dependencia subsidiaria de Techint Argentina. El objetivo de COTECOL como empresa del ramo de la Ingeniería y construcciones, se enmarcó básicamente en la planificación, programación, control y ejecución de nuevos proyectos de ingeniería que pudiesen generarse como consecuencia de la administración y nueva gerencia de la cual era objeto Sidor. Esta estrategia del grupo Techint se orientó a formar dentro de la nueva instalación, una organización con intereses y objetivos comunes al consorcio, que hiciera las veces de empresa de outsourcing y que permitiese un flujo de capital de salida, menor al que pudiese ocurrir con la contratación de cualquier empresa local y que aún cuando los costos de estas últimas fuesen menores no garantizaban la calidad de una prestación con personal de experiencia y años en estos menesteres. Esta empresa mas adelante decidiría formar una empresa paralela bajo la misma gerencia de COTECOL, una nueva filial con intereses comunes que llevaría el nombre de SERSISA, S.A.

2.1.2 Ubicación.

SERSISA es una empresa ubicada en Ciudad Guayana, al Sureste de Venezuela, en la Zona Industrial Matanzas; sobre la margen derecha del Río Orinoco, específicamente a 17 Km. de su confluencia con el Río Caroní y a 300 Km. de la

desembocadura del Orinoco en el océano Atlántico; su ubicación responde principalmente a razones económicas y geográficas, que le permiten conectarse con la empresa líder en la producción y venta de acero como lo es SIDOR.

SERSISA está distribuida en las distintas áreas de SIDOR, su sede principal se encuentra en los Tráileres ubicados frente al edificio administrativo II por un extremo y por el otro frente a los Bancos de SIDOR, en ella se llevan todos los trabajos de carácter gerencial y administrativo; a su vez cuenta con una oficina de Gerencia de Mantenimiento en Laminación en Frío, ubicada al inicio de la línea de corte II, desde ésta se coordinan los trabajos de mantenimiento así como proyectos específicos de Laminación en Frío y Laminación en Caliente.

En la acería eléctrica de Planchones se encuentra ubicada la gerencia de mantenimiento electro – mecánico.

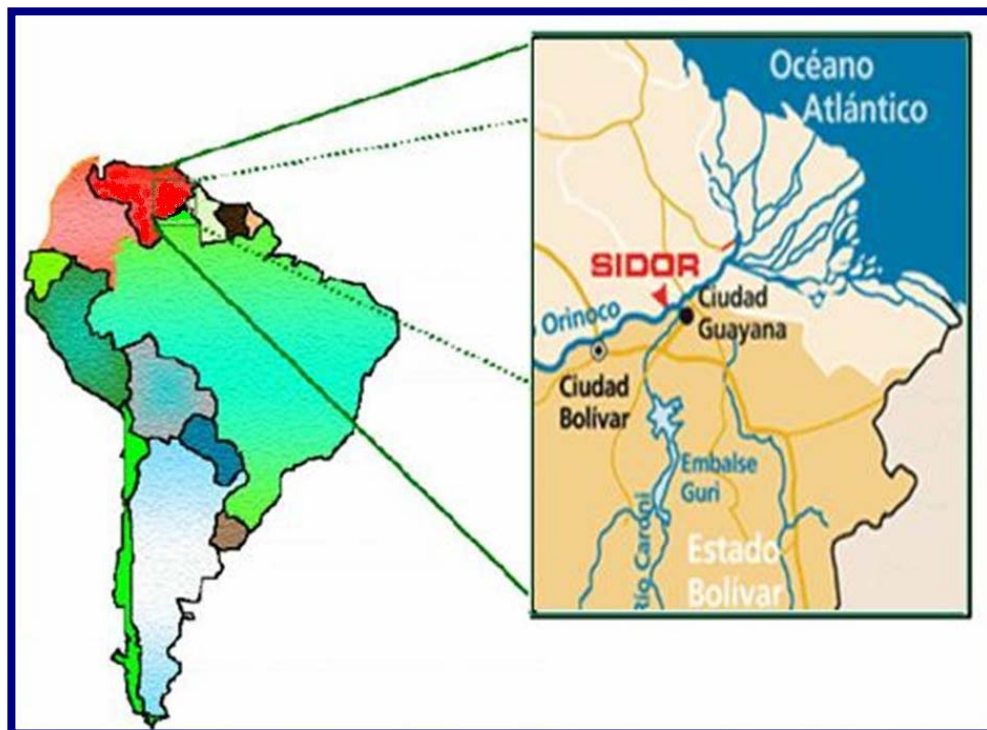


Figura 2.1 Ubicación Geográfica SIDOR

2.1.3 Misión.

“SERSISA, S.A. es una organización dedicada a realizar proyectos multidisciplinarios y complejos dentro del ramo de las empresas consideradas como prestaciones siderúrgicas, cuyo objetivo específico es el de operar como un ente propulsor de Diseños Ingenieriles y ejecutor de obras de modernización, automatización y construcción de instalaciones, maquinarias y líneas de producción, con lo que se incrementa la producción y se da aseguramiento de la calidad de los productos de sus clientes, haciendo uso para ello de personal altamente capacitado de procedencia nacional e internacional, así como de los equipos y recursos necesarios y adecuados que satisfagan de manera total las necesidades de sus usuarios”.



Figura 2.2 Tráileres de SERSISA.

2.1.4 Visión

“SERSISA, S.A. ejecutará los proyectos de mayor envergadura que se están planificando actualmente dentro de SIDOR, como parte de los planes de modernización, automatización y ampliación de la capacidad de todos sus procesos productivos. De igual manera, se garantizará el óptimo funcionamiento de la capacidad instalada con la continua asistencia en labores de mantenimiento que requiera la planta”.

2.1.5 Estructura Organizativa de SERSISA.

SERSISA, en su condición de prestación siderúrgica del consorcio TECHINT, tiene una estructura organizativa de tipo matricial. La Gerencia de Ingeniería está organizada en base a Departamentos por disciplina profesional y a jefes de Proyecto con responsabilidades específicas. De acuerdo a las necesidades particulares de cada proyecto, esta estructura y organización le permite adecuarse flexiblemente tanto en grupos de tareas físicos como virtuales (fig. 2.3).

2.2 La siderurgica.

Sidor es un complejo siderúrgico integrado, ubicado cerca de la ciudad de Puerto Ordaz, Venezuela, sobre la margen derecha del río Orinoco, lo cual nos provee de una localización privilegiada que los conecta directamente con el océano Atlántico (fig. 2.4). Utiliza para la producción de acero tecnologías de Reducción Directa y Hornos Eléctricos de Arco, con recursos naturales disponibles. Esta planta es uno de los complejos más grandes de este tipo en el mundo. Para consolidarse en el mercado

como una empresa productora de acero de primer nivel, SIDOR definió su estrategia con una visión de largo plazo y crecimiento, utilizando tres vectores principales de

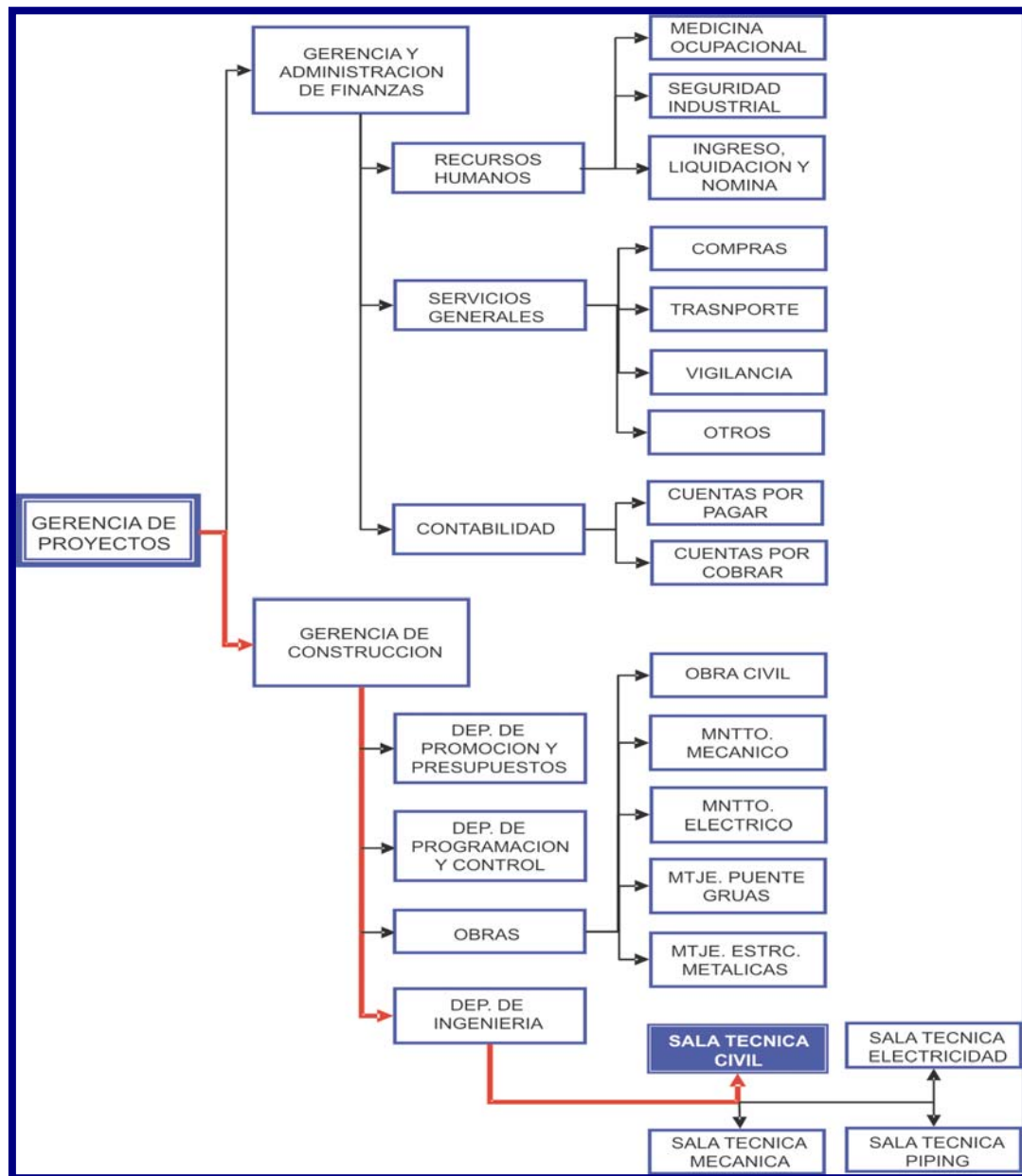


Figura 2.3 Estructura organizativa SERSISA

desarrollo: la inversión en tecnologías, equipos y expansión; el desarrollo de nuestros recursos humanos; y la integración con la cadena venezolana del hierro y el acero [4].

SIDOR tiene estándares de competitividad similares a los productores de acero más eficientes y está ubicada entre las mejores siderúrgicas del mundo. La gama de productos planos abarca láminas y bobinas laminadas en caliente, láminas y bobinas laminadas en frío, hojalata y hoja cromada; en productos largos ofrecemos alambrión y barras para la construcción. Además de productos laminados, en Sidor se comercializan semielaborados como planchones y palanquillas.

SIDOR ha acometido un programa intensivo para la modernización de sus instalaciones dedicadas a la fabricación de Planchones. Este programa incluye el aumento de la potencia de los transformadores, la automatización de la operación de los Hornos Eléctricos de Arco, equipos para la inyección de coque (o antracita) pulverizado y oxígeno, la adopción de sistemas modernos, primarios y secundarios para el control de la emisión de polvo que se genera durante el proceso de refabricación del acero, y el desarrollo de prácticas metalúrgicas adecuadas.

Esta transformación a resultado no solo en un aumento de la producción, si no que también a conseguido la mejora en los tiempos de operaciones y de los índices de consumo, tanto de insumos como de materias primas y de control ambiental; así como también en la mejora de la calidad del acero producido.

2.2.1 Fabricación del Acero. Las Acerías.

La fabricación de acero en SIDOR se cumple mediante procesos de Reducción Directa y Hornos Eléctricos de Arco, complementados con Metalurgia Secundaria en los hornos de cuchara que garantizan la calidad interna del producto.

Finos de mineral, con alto contenido de hierro, se aglomeran en la Planta de Peletización. El producto resultante —las pellas— es procesado en las plantas de

Reducción Directa, una H y L II (dos módulos de lecho fijo) y otra Madres (cuatro módulos de lecho móvil), que garantizan la obtención de Hierro de Reducción Directa (HRD). El HRD se carga a los Hornos Eléctricos de Arco para obtener acero líquido.

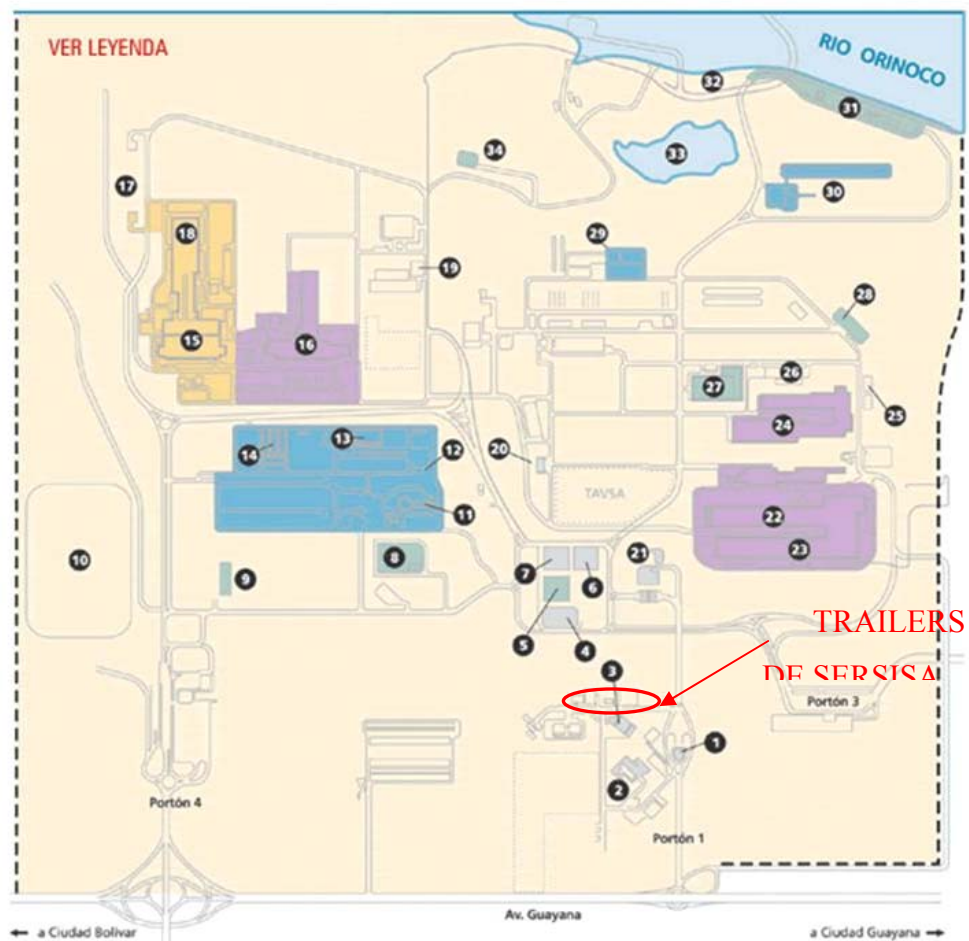


Figura 2.4 Layout General de SIDOR, C.A., Ubicación de SERSISA dentro del complejo Siderúrgico.

1 Edificio Administrativo Nº 1	12 Edificio Hyl II y Pellas	23 Planos Recubiertos
2 Centro de Investigaciones	13 Planta Hyl II	24 Planos en Caliente
3 Edificio Administrativo Nº 2	14 Planta y Edificio Midrex II	25 Almacén Productos Acabados I y II
4 Salud Ocupacional	15 Acería de Palanquillas	26 Almacén General
5 Edificio de Bomberos	16 Acería de Planchones	27 Taller Central
6 Edificio de Recursos Humanos	17 Planta de Chatarra	28 Planta de Oxígeno III
7 Edificio Centro de Control	18 Barras y Alambrón	29 Midrex I
8 Planta de Oxígeno IV	19 Almacén de Productos Químicos	30 Planta de Cal
9 Servicios Centralizados al Personal	20 Equipo Móvil	31 Muelle
10 Relleno Sanitario	21 Centro Otto Rivero Suarez	32 Estación de Bombeo Orinoco
11 Planta de Pellas	22 Planos en Frío	33 Laguna Los Manantiales

Tabla 2.1 Leyenda de Layout General de SIDOR.

Para la fabricación del acero líquido SIDOR dispone de tres Hornos Eléctricos de Arco modernizados, de 200 t c/u, con bóveda y paneles refrigerados y hueco de colada excéntrico por el fondo. Cuenta además con dos estaciones de metalúrgica secundaria de 190 t c/u.

El proceso de fabricación del acero se inicia de acuerdo con la siguiente secuencia:

1. Se levantan los electrodos de grafito para desplazar la bóveda de los Hornos, lo cual permite cargar la chatarra que, en este caso no supera el 20% del total de la carga.
2. Se regresa la bóveda a su posición anterior, se bajan los electrodos y se conecta la energía eléctrica, generándose un arco eléctrico entre los electrodos y la carga metálica, lo que produce suficiente calor para fundir la chatarra.
3. Una vez que se ha fundido aproximadamente la mitad de la chatarra, empieza la alimentación del Hierro de Reducción Directa (HRD) hasta completar la carga. Durante el proceso de producción de acero líquido se inyecta oxígeno para remover impurezas.

El proceso de elaboración sigue los procesos normales establecidos en las prácticas metalúrgicas para la fabricación de cada tipo de Acero e incorporación controlada de fundentes y ferroaleaciones, además de la temperatura del baño y el avance de la oxidación (refinación).

El acero líquido resultante, con alta calidad y bajos contenidos de impurezas y residuales, tiene una mayor participación de HRD y una menor proporción de chatarra (20% máximo). Su refinación se realiza en las Estaciones de Metalurgia Secundaria, donde se le incorporan las ferroaleaciones. Posteriormente, pasa a las máquinas de Colada Continua para su solidificación, obteniéndose semielaborados — Planchones o Palanquillas— que se destinan a la fabricación de Productos Planos y Productos Largos, respectivamente.

2.2.1.1 Colada Continua de Planchones

El acero en estado líquido es conducido a los moldes de las máquinas de colada continua para darle, en este caso una forma rectangular llamada Planchón.

1. El acero líquido contenido en un cucharón, debidamente protegido para evitar la reoxidación, se vacía sobre un distribuidor que tiene dos boquillas en el fondo. La superficie superior del distribuidor está protegida con elementos aislantes, a través de una boquilla de cerámica y gas inerte para evitar la acción del aire.
2. A través de las boquillas inferiores de cerámica, el acero líquido pasa al molde, donde gradualmente va adquiriendo la forma de Planchón con las dimensiones requeridas.

Como producto semielaborado, los Planchones se utilizan en procesos de transformación mecánica en caliente, siendo su uso más común la laminación en caliente. Su utilización está regida por características dimensionales, químicas y metalúrgicas.

Los Planchones se fabrican de acuerdo con las últimas versiones de las normas internacionales (ASTM, JIS, DIN, SAE, entre otras) en cuanto a dimensiones, tolerancias, requerimientos de microlimpieza y composición química, obteniendo una amplia variedad de aceros (alto, medio y bajo carbono). Cada acero está codificado para su vinculación con la práctica metalúrgica y aplicación posterior. Las Dimensiones de los Planchones están en su espesor entre 175y 200mm, un ancho variable desde 900 a 1980m y una longitud de 6200mm a 12500mm, para obtener un peso Standard máximo de 20.5 t. Estos planchones deben cumplir la tolerancia dimensional mostrada en la tabla 2.2. Los planchones (slabs) se identifican colocando en una de las caras transversales el número de la colada, el número de línea, número de planchón, dimensiones y tipo de acero.

Fabricación de Productos Planos

Los planchones son cargados en Hornos de Recalentamiento y llevados a temperaturas de laminación. Este tratamiento permite, por medio de la oxidación que se genera, remover pequeños defectos superficiales y ablandar el acero para ser transformado mecánicamente en el Tren de Laminación en Caliente, en Bandas, con ancho y espesor definidos. Las Bandas pueden ser suministradas como tales o como Bobinas o Láminas, sin decapar o decapadas, en función de los requerimientos del cliente en el uso y forma.

Las bandas también pueden ser sometidas a deformación a temperatura ambiente (Laminación en Frío) para reducir el espesor y obtener Bobinas Laminadas en Frío (LAF). Estas últimas pueden ser entregadas al mercado como crudas (Full Hard), o continuar su procesamiento en los Hornos de Recocido y en los Trenes de Laminación de Temple, con el objetivo de modificar sus características metalúrgicas, mecánicas y, muy ligeramente, las geométricas. De esta manera, se obtienen Bobinas recocidas y/o procesadas en el Laminador de Temple, que podrán ser proporcionadas

en Bobinas, cortadas a longitudes específicas (Láminas), o continuar procesos posteriores con recubrimiento electroquímico de cromo o estaño.

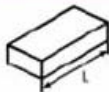
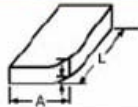

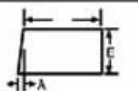

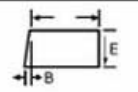

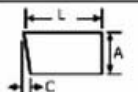

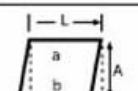

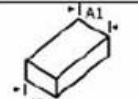



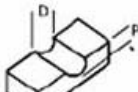
Atributo	Método	Pulgadas	mm	Atributo	Método	Pulgadas	mm
Longitud		± 3,94	± 100	Hélice		0	0
Ancho		± 0,39	± 10	Descuadre (a)		• 0,39	• 10
Espesor		± 0,20	± 5	Descuadre (b)		• 0,39	• 10
Convexidad		+ 0,39	+ 10	Descuadre (c)		• 0,39	• 10
Concavidad		- 0,20	- 5	Descuadre (d)		± 1,57	• 40
Arqueadura longitudinal		0,98/6 m	25/6 m	Conicidad		• 0,59	• 15
Sableado		• 1,96	• 50	Diferencia de espesores		± 0,12	• 3
Arqueadura transversal		• 0,39	• 10	Profundidad y ancho del escarado		P • 0,31 d = 6 x p	P • 8 d = 6 x p

Tabla 2.2 Tabla de tolerancias dimensionales. Deben ser cumplidas para el despacho de Planchones.

CAPÍTULO III. MARCO TEORICO

3.1 Solicitud de ingeniería.

Los trabajos que SIDOR solicite a SERSISA, consistirán en el desarrollo de la Ingeniería conceptual, básica y/o de detalle de aquellos proyectos que oportunamente se indiquen en la solicitud de oferta respectiva.

El consultor deberá presentar en su propuesta, un listado de actividades a realizar, por disciplinas, en el que se relacionará el tipo y calidad de los recaudos y documentos a producir, tales como: Planos (en general), cómputos métricos, especificaciones técnicas de construcción, de materiales y de equipos, listado de equipos a comprar, resumen de la cantidad de planos a ejecutar, memoria descriptiva^[1].

3.1.1 Ingeniería:

Se entiende a la aplicación creativa de los conocimientos profesionales al diseño, construcciones, predicciones de operación, comportamientos y otros, en relación con sistemas de operación previstos y condiciones económicas preestablecidas, de modo que se puedan tomar decisiones o utilizar en el fin perseguido.

Desde el punto de vista de la ejecución de proyectos se le define también como el conjunto de documentos técnicos necesarios para el diseño, suministro, construcción, montaje, operaciones y mantenimiento de las instalaciones que integran un

anteproyecto o proyecto, sin que sea necesario elaborar otros documentos para lograr las finalidades señaladas.

a) Ingeniería básica:

Comprende la aplicación de conocimientos profesionales que permiten desarrollar estudios, actividades, proyectos u otros del área, en las diferentes ramas de la ingeniería. En los proyectos Industriales contiene la información fundamental para la realización de la ingeniería de detalle, a la vez que permite dentro de rangos de aproximación aceptables, estimados de presupuestos y cálculos métricos.

b) Ingeniería de diseño:

Comprende la aplicación de conocimientos profesionales para el desarrollo de estudios, actividades, trabajo y proyectos en las diferentes ramas de la ingeniería, tendientes principalmente a lograr una realización.

c) Ingeniería de detalle:

Contiene la información de ingeniería que completa los diseños básicos del proyecto, de modo que con dichos conocimientos puede ser logrado el producto final. La ingeniería de detalle se apoya en la ingeniería básica y emplea el conocimiento profesional en todos sus detalles, de modo que el producto físico o técnico buscado puede ser obtenido o fabricado de acuerdo a los términos previstos.

d) Documento de ingeniería:

Se denomina a toda prueba documental que sirve a la ingeniería para el cumplimiento de un logro u objetivo. Los documentos de ingeniería utilizados en el área de desarrollo y ejecución de proyectos se refieren comúnmente a los siguientes:

- Estudios

- Planos
- Especificaciones
- Lista de materiales
- Cómputos métricos
- Cálculos
- Presupuestos
- Tecnología.

3.1.2 Jefe de proyecto

Es la persona responsable de la realización y ejecución de un proyecto a la cual se le entrega un objetivo por cumplir, especificaciones, programación y recursos. Según la naturaleza, magnitud del proyecto y grado de responsabilidad que se le otorga, recibe la designación de Gerente de Proyecto, Coordinador de Proyecto o Jefe de Proyecto^[2].

a) El Coordinador de proyectos:

Las responsabilidades del coordinador de especialidad serán:

- Coordinar, dirigir y controlar la ejecución del proyecto de ingeniería de desarrollo y de detalle, aplicando los recursos y técnicas requeridas para asegurar su correcta ejecución dentro de las condiciones contractuales.
- Establecer lineamientos técnicos generales del proyecto de ingeniería y transmitir toda la información necesaria a los contratistas, estudios externos o grupos de trabajo; que ejecutarán el proyecto.

- Preparar y describir los procedimientos a aplicar en el proyecto de ingeniería efectuando seguimiento y control de su aplicación.
- Coordinar las tareas con los representantes de la división de ingeniería de SIDOR y/u otras áreas.
- Dirigir las reuniones de coordinación entre los distintos sectores que intervendrán en el proyecto de ingeniería.
- Mantener permanente contacto con el responsable de proyecto de ingeniería de SIDOR, estableciendo de común acuerdo procedimientos, alternativas de proyecto, etc.
- Supervisará la emisión a SIDOR de la documentación técnica.

b) Proyecto:

Las acciones necesarias para realizar una determinada obra, planificada integralmente desde el punto de vista de la economía y la ingeniería, es lo que se conoce como proyecto en el aspecto que interesa en este trabajo. Sin embargo, en la práctica, se usa indistintamente el término proyecto para referirse a Proyecto o a Anteproyecto, quedando el significado preciso del término ligado a la materia de que se trate.

3.1.3 Alcance de las prestaciones

El plantel de ingeniería realizará los trabajos necesarios para ejecutar las obras de relevamiento, o levantamiento de información, ampliación y modificación de las distintas áreas de la planta de SIDOR^[2].

Los documentos y elaborados que respalden estos trabajos son:

- Relevamientos
- Planos de Estudio / Anteproyecto
- Planos de Detalle
- Planilla de Materiales
- Isométricos
- Memoria de cálculo
- Especificaciones Técnicas
- Descripciones Funcionales
- Asistencia a Obra y Proveedores (a requerimiento)

3.1.4 Los Planos

a) Planos de construcción estructurales:

Tienen por objeto facilitar las operaciones de montaje de los miembros y posteriormente el proceso de revisión e inspección. En los planos de construcción estructural deben indicarse las marcas de identificación de todas las piezas que componen la estructura, los conectores y soldaduras que serán ejecutadas en obras.

b) Planos de detalle o de fabricación:

Contiene los detalles constructivos necesarios para fabricar y muestran la localización de cada componente, partes con las cuales se conectan y trabajan, detalles de las uniones, soldaduras, tolerancias y normas a cumplirse en la fabricación. Los Planos de Detalle corresponden a lo que se denomina Planos de Taller y Planos de Fabricación.

c) Planos de proyecto:

Son los que muestran el resultado final del diseño ejecutado por el ingeniero proyectista y se elaboran dentro del concepto de ingeniería básica.

d) Planos de proyecto estructural:

Muestran el resultado final del diseño ejecutado por el ingeniero proyectista e incluyen, entre otros detalles, a las secciones, las dimensiones y situación relativa de todos los miembros de la estructura; el tipo de estructuración empleado las fuerzas a ser resistidas por los miembros y sus conexiones, cuando así lo requiera la preparación de los planos de taller, el tipo o tipos de acero y el lugar de utilización. Estos planos deben proveer la información más detallada posible para la preparación adecuada de los planos de taller.

e) Normas de dibujo

Los planos se deberán ejecutar de acuerdo a lo especificado por la norma COVENIN.

Si la norma no contempla el tema tratado, se deberá recurrir a las normas ISO o DIN.

Los planos ejecutados por terceros serán entregados a SIDOR con la calidad y cantidad de copias que se soliciten en cada caso. Además se entregarán los respectivos archivos magnéticos, grabados bajo la versión 2000 de Autocad, e identificados (nombre del archivo magnético) con el número de plano SIDOR y la revisión correspondiente.^[3]

f) Formatos

Se usarán los siguientes formatos normalizados según norma COVENIN o DIN:

A0 = 841 X 1189

A1 = 594 X 841

A2 = 420 X 594

A3 = 297 X 420

A4 = 210 X 297

g) Requerimientos generales⁴¹

Para planos “preliminares” y “para aprobación” se indicará con letras mayúsculas: A, B, C y sucesivamente. Para planos “para construcción” se indicará: 0, primera emisión, 1, 2, 3 y sucesivamente para el resto de las emisiones.

En todos los planos deberán figurar, las “referencias cruzadas” entre la documentación de SIDOR-SERSISA y de terceros, que se relacionen con el proyecto.

La entrega “Preliminar - Avance $\leq 60\%$ ” se considera como un elaborado y/o documento con información consistente, para poder ser revisado por SIDOR con el fin de que éste permita posteriores avances.

La entrega “Para Aprobación - Avance $\leq 80\%$ ” se considera como un elaborado y/o documento que posea toda la información disponible por el contratista, basándose en la información objeto del presupuesto inicialmente acordado.

El documento no podrá tener HOLDS, si los tuviera, se aceptará como entrega “Preliminar - Avance $\leq 60\%$ ”.

Al regreso de la revisión por SIDOR, SERSISA evaluará con el contratista la entrega final. Si existiera “cambio de alcance” se generará una nueva revisión (en letra) y el elaborado y/o documento entregado “para aprobación” se considerará finalizado (se cierra la Orden de Trabajo en curso), dando lugar a una nueva Orden de Trabajo con una nueva revisión del elaborado para su continuación.

Si el documento y/o elaborado regresa sin ninguna observación o “cambio de alcance” se autorizará certificar el 90% de la emisión para aprobación.

Una vez entregada la copia de revisión (cuando aplique), se autorizará la certificación final al 100% de la emisión para aprobación.

La entrega “aprobado para construcción” es potestad de SIDOR. Si no es un elaborado multi hojas SERSISA cerrará la Orden de Trabajo al 100% una vez que el contratista cumpla todos los requisitos de entrega para su aprobación final. Cuando se trata de un elaborado multi hojas (con N° total de hojas ≥ 5 hojas), se autorizará una Orden de Trabajo para completar la emisión para construcción, en este caso el contratista debe:

- Levantar las nubes de revisión (si existiera)
- Completar debidamente en el cajetín de la carátula: la revisión, su descripción “emisión para construcción” y fecha. Esto en cada una de las hojas que conforman el elaborado
- Actualizar la hoja del índice de revisiones (si existiera)
- Colocar en cada hoja el sello APROBADO VALIDO PARA CONSTRUCCIÓN (Anexo A).

h) Entrega final

Se reconocerá como documento entregado a aquel que cumpla con las Normas y sea debidamente entregado a la Sala administrativa de Ingeniería, todo esto bajo el siguiente esquema:

- Soportes Magnéticos: Archivos de los elaborados, los mismos podrán enviarse por disquetes, e-mail o CD
- Impresión de los documentos (copia papel, al menos en tamaño A3 ó doble carta)
- Copia(s) de revisión chequeadas por el revisor del estudio (cuando aplique) al momento de la certificación al 100% del Avance (copia papel al menos en tamaño A3 ó doble carta), respetando los códigos referenciales para la corrección de ingeniería:

Tabla 3.1. Código internacional de corrección de Ingeniería

ROJO	ADICIONAR, CORREGIR
VERDE	BORRAR, ELIMINAR
AMARILLO	BIEN (revisado)
AZUL	DIBUJANTE MARCA (todo lo que se ha corregido)

i) Revisión de los elaborados y documentos:

Los soportes magnéticos serán recibidos por la Sala Administrativa de Ingeniería procediéndose a la verificación de los requerimientos protocolares. De ajustarse los mismos a dichas prescripciones, el receptor de la información procederá a archivar definitivamente en la red (Carpeta: “EMITIR”) y avisará al Coordinador SERSISA la existencia de los elaborados en dicha carpeta. Caso Contrario dará aviso al estudio de ingeniería o en su defecto al ejecutor del elaborado para que proceda a su corrección.

j) Correspondencia

Son los diferentes instrumentos de comunicación que permiten el desarrollo de una prestación de Ingeniería.

En la tabla 3.2 se mencionan los documentos a ser utilizados como correspondencia entre la división de ingeniería de SIDOR y SERSISA así como también los responsables de emisión del instrumento:

Tabla 3.2. Correspondencia

<i>TIPO</i>	<i>EMISOR</i>	<i>MEDIO</i>
<i>Solicitud de presupuesto de ingeniería</i>	<i>SIDOR</i>	<i>SUPRA</i>
<i>Presupuesto de ingeniería</i>	<i>SERSISA</i>	<i>SUPRA</i>
<i>Minutas de Reunión</i>	<i>SERSISA</i>	<i>FORMULA RIO</i>
<i>Remito de documentación de SERSISA</i>	<i>SERSISA</i>	<i>GEP</i>
<i>Mail</i>	<i>SERSISA / SIDOR</i>	
<i>Orden de Cambio</i>	<i>SERSISA</i>	<i>PLANILLA XLS</i>

k) Descripción tipos de correspondencia

• Solicitud de presupuesto de Ingeniería o Orden de Trabajo

Este documento será emitido por la división de ingeniería de SIDOR e incluirá la información necesaria para presupuestar la ingeniería a ejecutar (alcance del trabajo, tipo de elaborados a cotizar, plazo de entrega, información de referencia, etc.), y tendrá indicado claramente el área, la zona, el título del proyecto y el centro de costo (Anexo B). Este último lo suministrará la división de ingeniería de SIDOR a través del sistema de aprobación y certificación de Horas Hombre (SUPRA), y lo certificará con la aprobación del presupuesto.

• Numeración de las solicitudes

Las solicitudes de presupuesto de ingeniería serán numeradas según un orden correlativo ascendente del SUPRA, seguido del año de ejecución de los proyectos

Ejemplo: **1115-2005**

- **Presupuesto de Ingeniería**

En función del alcance solicitado por SIDOR, SERSISA revisará la solicitud en el SUPRA y realizará modificaciones al presupuesto (si lo amerita), el responsable del proyecto por SERSISA cargará en el SUPRA el número de Job, la fecha de inicio y finalización prometida por SERSISA, los números de elaborados MANDOC para cada uno de los elaborados solicitados e indicará la tarifa del proyecto (Multidisciplinario, Menor o digitalización). El presupuesto será emitido por el responsable del proyecto y aprobado por el gerente de ingeniería de SERSISA o quién éste designe como responsable y tendrá una numeración correlativa por cada área de SIDOR (Anexo C).

- **Número de Job**

Los presupuestos de ingeniería serán numerados con un código compuesto de la siguiente forma:

El Número de Job, es un número correlativo que depende del área en donde se va a realizar el trabajo (Anexo D). Éste número se creará en el Sistema GEP (Gestión de proyectos SERSISA).

Este número será el correspondiente al N° de Job

Ejemplo: **80047**

Los dos primeros dígitos corresponden al área de SIDOR y los siguientes tres dígitos pertenecen al número correlativo de los proyectos.

- **Tarifa del proyecto:**

Se deberá indicar en el presupuesto del SUPRA el tipo de proyecto, según las siguientes consideraciones:

Proyectos Multidisciplinarios: Comprenden proyectos en los que se involucra como mínimo a dos de las siguientes especialidades profesionales: Electricidad, Instrumentos, Mecánica, Tubería, Arquitectura, Estructuras de Concreto, Estructuras Metálicas. También podrán clasificarse por el alcance de los trabajos, cuando estos proyectos comprendan también al menos dos de las siguientes actividades: Verificación o Complemento de Ingeniería Básica, desarrollo de alternativas de diseño o implantación, Memorias de cálculo, Especificaciones Técnicas de equipos, Ingeniería de detalle de equipos, Ingeniería de detalle de Instalaciones, Cómputos de Materiales^[2].

Proyectos Menores: Son proyectos que involucran una sola especialidad, generalmente pequeños y de baja producción de elaborados, puede incluir relevamiento de piezas o instalaciones. Se incluyen también desarrollos que signifiquen reejecución de elaborados existentes, los cuales deban ser modificados para adecuarlos a las normas SIDOR, en cuanto al contenido técnico de los mismos^[2].

Digitalizaciones: Comprende la simple reejecución de elaborados existentes, por copia textual del original^[2].

- **Minuta de Reunión**

Se efectuará toda vez que se realice una reunión entre la división de ingeniería de SIDOR y SERSISA, a efectos de registrar lo tratado, cuando la importancia de los temas así lo requiera y/o por requerimiento de alguna de las partes. Con idéntico criterio podrán confeccionarse eventualmente con aplicación a contactos personales o telefónicos entre representantes de la división de ingeniería de SIDOR y SERSISA.

La confección será llevada a cabo por el personal de ingeniería e inicializada por el personal participante de mayor jerarquía de cada parte, en cada una de las páginas que la componen.

Una vez suscritas por las partes se enviará copia a los involucrados, a la división de ingeniería de SIDOR y a SERSISA.

- **Remito de documentación de SERSISA**

Toda vez que se realice un envío de documentación a la división de ingeniería SIDOR, o en caso de distribución interna en ingeniería, se efectuará un remito automático de documentación a todos los sectores involucrados. Para la confección del mismo, se creará en el Sistema GEP el REMITO DE DOCUMENTACIÓN, que se enviará automáticamente a los responsables del proyecto de SIDOR y SERSISA. Por cada remito sólo se enviarán elaborados correspondientes a un mismo objeto (Para información, para Aprobación, etc.). Concluida la distribución de copias, el original del remito con todas las firmas de los receptores de documentación será archivado por Administración. Estos remitos se numeraran de manera correlativa.

- **Orden de Cambio**

El pedido de orden de cambio es un documento estándar que define y presenta un cambio en el alcance de la ingeniería. Podrá estar originado en el representante autorizado del cliente o en la propia organización del proyecto.

Cuando se origina o detecta un cambio en el alcance de la ingeniería se notifica al cliente de los alcances del mismo. Para ello se utiliza un formulario en donde se vuelcan todos los datos necesarios para identificar o describir el cambio detectado.

El cliente dará su aprobación o desaprobación definitiva y firmando en el espacio destinado a tal fin en el pedido de orden de cambio. Si el pedido de orden de cambio es aprobado por el cliente, copias de este formulario son distribuidas de acuerdo con el listado de distribución en el mismo formulario.

- **Mail**

Se utilizará para toda comunicación entre la división de ingeniería de SIDOR y SERSISA y entre ésta y los demás sectores, incluidos los estudios de ingeniería externos.

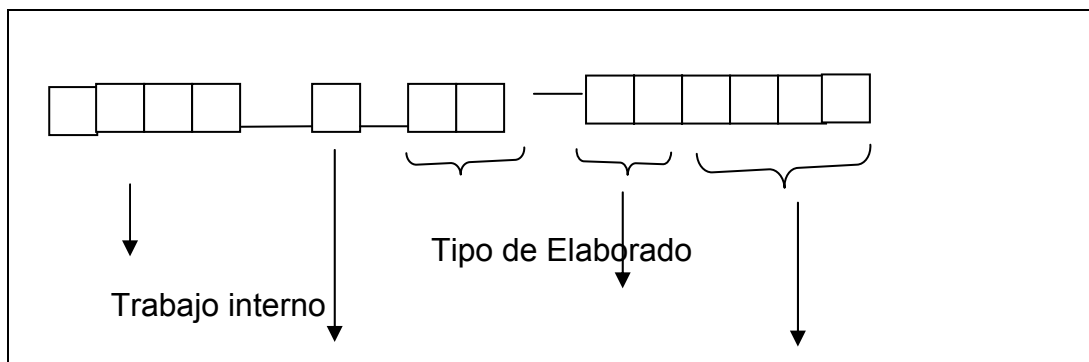
- l) **Emisión y Distribución de Elaborados**

Los elaborados terminados se emitirán a través de la Sala de Ingeniería y serán distribuidos acompañados de un Remito de Documentación, a quienes la División de Ingeniería de SIDOR indique.

- m) **Numeración de Elaborados**

- **Numeración TECHINT**

La identificación de cada elaborado se efectúa mediante un código de cuatro bloques. (Figura 3.1).



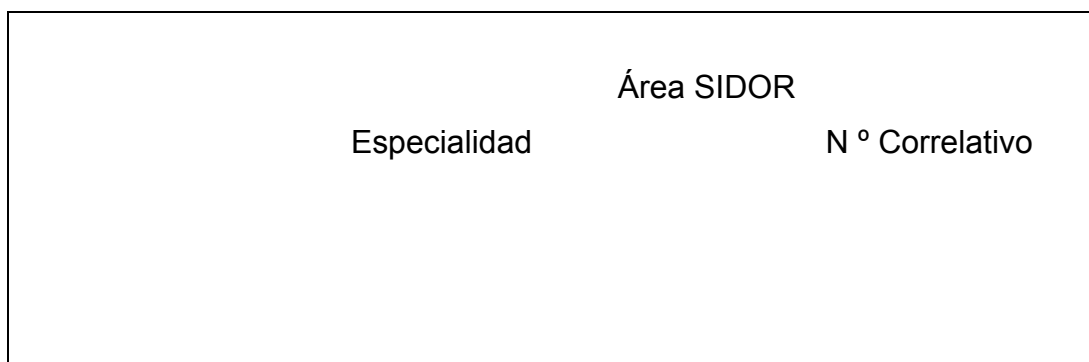


Figura 3.1. Esquema de numeración interna

El primero, de cuatro dígitos, contiene el número de trabajo interno del Job.:
SIDOR – 2835, TAVSA – 2836, etc.

El segundo, de un solo dígito, identifica la especialidad de origen.

El tercero, de dos caracteres, define el tipo de elaborado de acuerdo a la especialidad (Anexo E).

El cuarto es un número de seis dígitos, según se define en cada proyecto. Los dos primeros indican el área, y el resto es un número correlativo.

- **Numeración SIDOR**

El Numero de Elaborado de SIDOR se creará en el Sistema MANDOC, el mismo contiene las siguientes características:

Está compuesto de cuatro bloques (Figura 3.2):

Los tres primeros dígitos indican el área de la planta SIDOR.

Los tres dígitos siguientes corresponden a la línea o sección dentro del área

El tercer bloque de dos dígitos es para indicar la empresa de ingeniería que realizó el plano en este caso SERSISA, SA.

El cuarto bloque, el primer dígito es para indicar la especialidad, los siguientes dos dígitos es para indicar el tipo de elaborado y los siguientes tres dígitos pertenece al número correlativo.

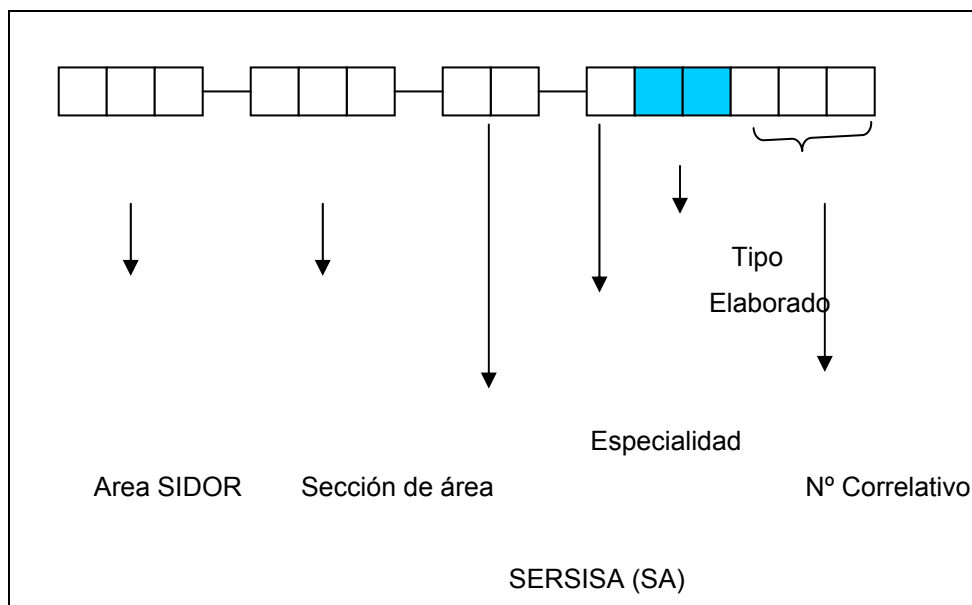


Figura 3.2. Esquema numeración Sidor.

- **Modelo electrónico**

Para el archivo CAD, la numeración correspondiente es la misma indicada en el punto anterior, más un bloque con 2 dígitos para indicar la revisión (Figura 3.3).

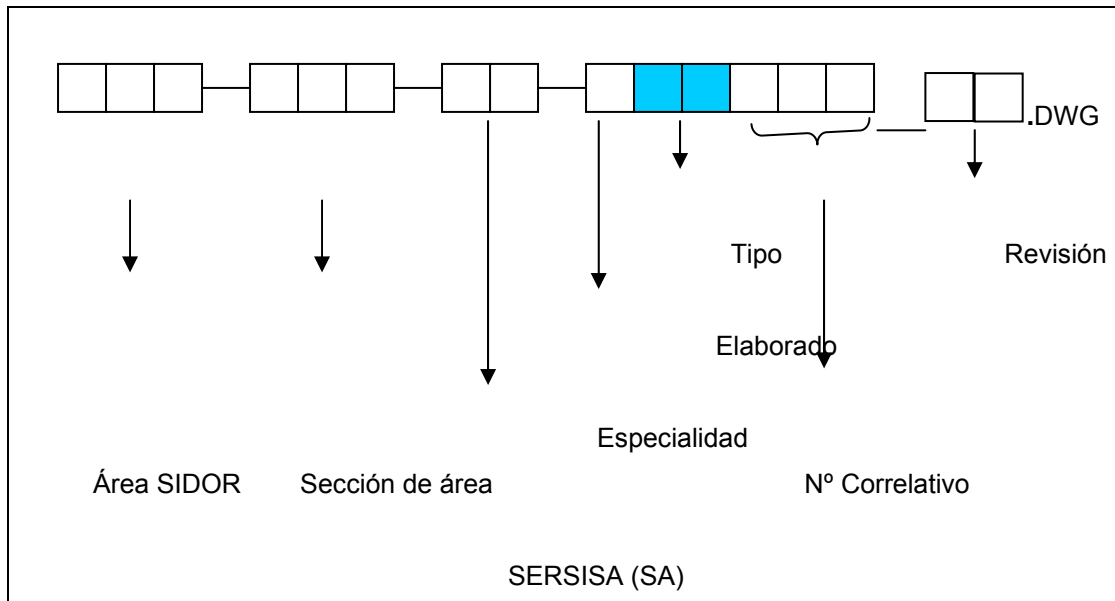


Figura 3.3. Numeración de archivos electrónicos

3.2 Fundaciones

La fundación es la infraestructura donde se apoya la superestructura de una construcción para transmitir al suelo todas las cargas. ^[5] La forma como se realiza esta transferencia de carga depende de una gran diversidad de parámetros, entre los cuales tenemos:

- La capacidad portante del suelo de fundación.
- Las propiedades geotécnicas del suelo.
- La profundidad a la cual se ubica la base.
- El tipo y magnitud de las cargas impuestas.
- La rigidez y tamaño de la fundación.
- El nivel freático.

- El comportamiento de la superestructura.

3.2.1 Sistemas de fundaciones

La preocupación del constructor por el comportamiento de las cimentaciones es, por supuesto, tan antigua como la construcción misma, pero hasta épocas relativamente recientes tal preocupación no se reflejó en intentos de analizar científicamente el comportamiento de las cimentaciones, tratando de establecer principios generales que sirvieran a la vez de normas tanto para el proyecto, como para la construcción de campo.

Durante muchísimo tiempo, la tecnología de las cimentaciones se estableció solamente bajo bases burdamente empíricas; más que de una técnica en el actual sentido de la palabra, resulta justificado hablar del “arte de cimentar”. Hoy no resulta razonable seguir usando tan pobres medios y prescindir de los avances reciente en el conocimiento del campo, en nombre de las mayores realizaciones de la ingeniería clásica. En el momento en que el ritmo de la construcción aumentó hasta niveles similares a los que hoy se conocen, el método del “arte” se transformó en algo particularmente peligroso, al aumentar el número de constructores, con lo que, necesariamente, el arte de cimentar cayó en manos no siempre muy bien dotadas.

Las Teorías de Capacidad de Carga, desarrolladas a partir de 1920, proporcionaron una base más o menos científicas al estudio de las cimentaciones. Combinadas con el creciente conocimiento de los suelos y sus propiedades mecánicas y con el mejoramientos de las técnicas de medición de campo, han permitido en la actualidad el desarrollo de una metodología de proyecto y construcción de cimentaciones mucho más racional y avanzada que la que nunca antes poseyó el ingeniero.

3.2.1.1 Fundaciones directas

Se define fundaciones directas las que se apoyan en toda el área de la base sobre el terreno, en un estrato no mayor a 5m de profundidad, medido desde la cota superior del predio a construir, y donde el suelo ofrece la suficiente capacidad portante para soportar las carga impuestas por la superestructura, con moderados asentamientos. Existe variedad de fundaciones directas, entre ellas están:

a) Fundaciones aisladas: Resultan del ensanchamiento del extremo inferior de las columnas o pedestales en el plano de apoyo sobre el suelo, de modo de disminuir la magnitud de las presiones de contacto con éste y asegurar la estabilidad de la superestructura (Figura 3.4).

b) Fundaciones combinadas: Son las que sirven de apoyo a dos columnas muy cercanas, evitando así la superposición de sus bases aisladas. La forma y dimensiones en planta deben adaptarse para que la resultante de las cargas y momentos de las columnas coincidan con el baricentro de la base, de modo de poder obtener una distribución uniforme de presión en toda el área de contacto con el suelo (Figura 3.5).

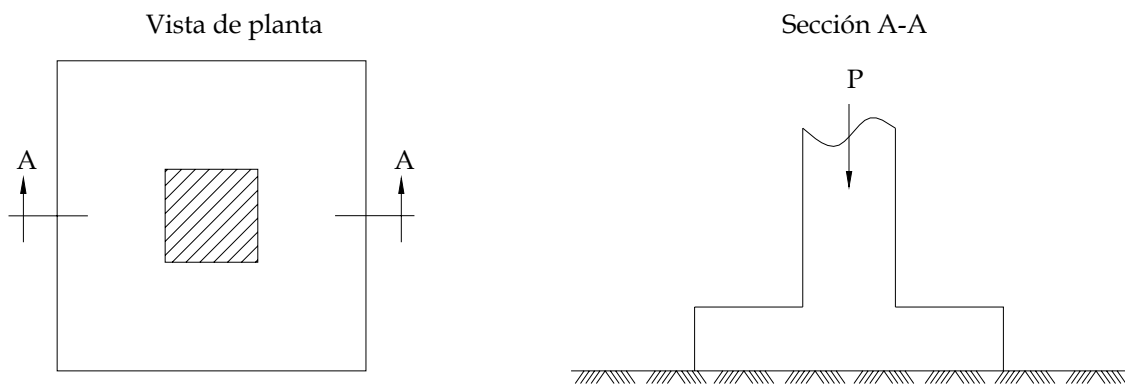


Figura 3.4. Fundación aislada

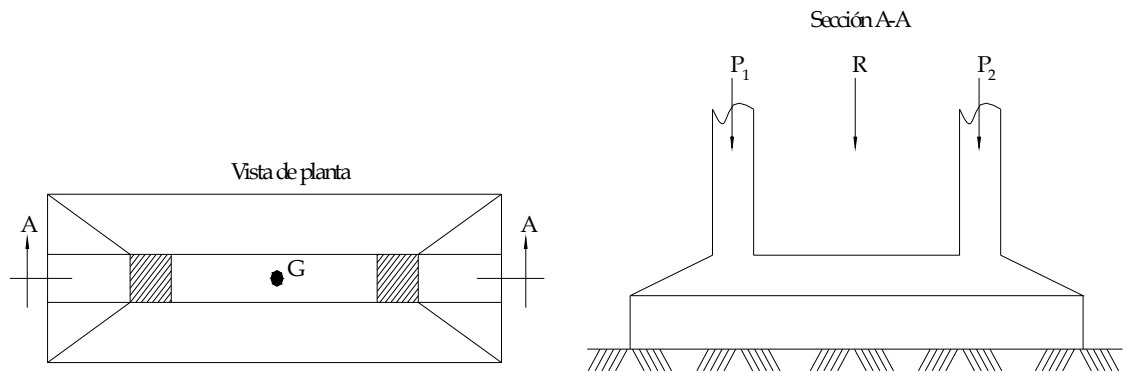


Figura 3.5. Fundaciones combinadas

c) Fundaciones continuas: Son las que transmiten al suelo de fundación las cargas de los muros de concreto, las paredes de mampostería, o una fila de columnas alineadas próximas entre si (Figura 3.6).

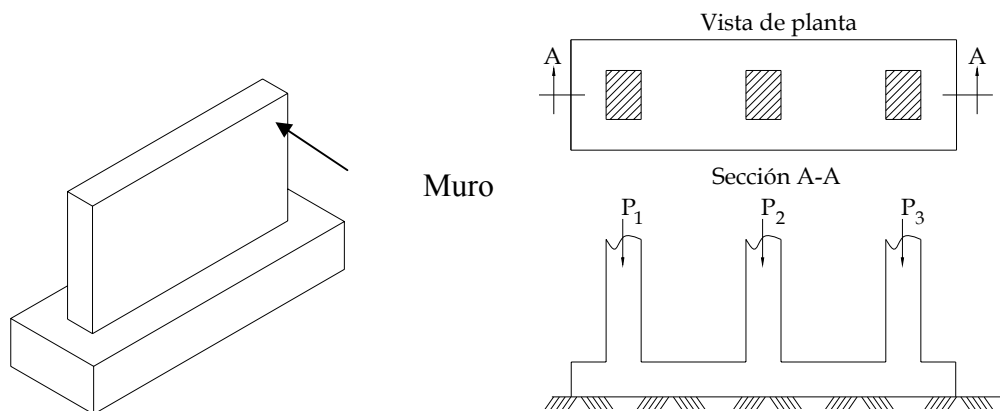


Figura 3.6. Fundaciones continuas

d) Fundaciones conectadas: Son las que soportan cargas excéntricas aplicadas en las columnas, y al unir las mediante tensores o vigas rígidas, se anula el efecto de volcamiento y se otorga estabilidad al conjunto (Figura 3.7).

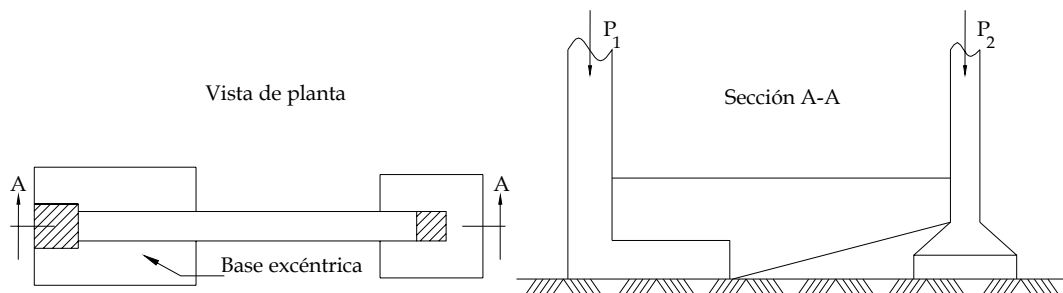


Figura 3.7. Fundaciones conectadas

3.2.2 Requerimientos básicos de una fundación

Toda fundación debe ser capaz de satisfacer los requerimientos siguientes^[5]:

- La fundación debe estar convenientemente ubicada considerando cualquier influencia futura que pueda afectar desfavorablemente su funcionamiento, particularmente en el caso de fundaciones aisladas y losas de fundación, las cuales

pueden estar sometidas a la erosión superficial o encontrarse sin suficiente confinamiento lateral en el caso de fundaciones en taludes.

- El suelo de fundación debe tener suficiente grado de seguridad contra una falla por capacidad portante.

- La fundación no debe sufrir asentamientos totales y diferenciales de tal magnitud que ocasionen daños a la estructura o que impidan su funcionamiento.

La fundación debe ser estable ante los efectos de deslizamiento y volcamiento.

3.3 Método de diseño por código ACI 318

El Método de diseño a la resistencia utilizado en el Código ACI 318 es un método de diseño consistente tanto en realismo como en confiabilidad. Pues, se ajustan los factores individuales de cargas para representar grados diferentes de incertidumbre para los diferentes tipos de cargas y pueden ajustarse los coeficientes de reducción de resistencia según la precisión con la cual se pueden calcular los diferentes tipos de resistencia (flexión, cortante, torsión, etc.). Se puede representar por la siguiente ecuación:

$$\phi \cdot S_n \geq \sum \gamma_i \cdot Q_d \quad (\text{Ec. III.1})$$

donde, ϕ es un coeficiente de reducción de resistencia aplicado a la Resistencia Nominal (S_n). Incluye la variabilidad en la calidad de los materiales y en las dimensiones previstas, errores de construcción, idealizaciones de los modelos matemáticos, limitaciones en la teoría de análisis y diseño.

γ es un coeficiente de carga aplicado a las Cargas Nominales (Q_i) calculadas o especificadas por el Código. Incluye la variabilidad del sistema de las cargas, modificaciones en el uso de la estructura, variación en los pesos unitarios, etc.

3.3.1 Capacidad de carga de una fundación (q_u)

Es la presión máxima que puede transmitir una fundación al suelo subyacente, sin que éste falle por esfuerzo cortante. Es equivalente al término: Capacidad de Carga Última de una Fundación ^[7].

$$q_u = \frac{P}{B_x \cdot B_y} \leq \text{capacidad portante del suelo de fundación} \quad (\text{Ec. III.2})$$

III.2)

donde,

P = carga sobre la base

B_x, B_y = lados de la base

3.3.2 Capacidad de carga admisible (q_a)

Es la presión máxima que puede transmitir una fundación al suelo subyacente, sin que éste falle por esfuerzo cortante ni por asentamientos excesivos. Es equivalente al término: Capacidad de Carga de Trabajo ^[8].

$$q_a = q_u \cdot FS \leq \text{capacidad portante admisible del suelo de fundación} \quad (\text{Ec. III.3})$$

III.3)

3.3.3 Distribución de esfuerzos en el suelo de fundación debido a cargas excéntricas ^[8]

Bases totalmente comprimidas:

Cuando el centro de presiones esta contenido dentro del núcleo central de la base

$$qa = \frac{P}{Bx.By} \left[1 \pm \frac{6e_x}{Bx} \pm \frac{6e_y}{By} \right] \quad (\text{Ec. III.4})$$

III.4)

$q_{\max} \leq$ capacidad portante admisible del suelo de fundación

Cuando el centro de presiones es excéntrico con respecto a un solo eje principal

$$qa = \frac{2P}{3By \left(\frac{Bx}{2} - e_x \right)} \quad (\text{Ec. III.5})$$

III.5)

$$qa = \frac{2P}{3Bx \left(\frac{By}{2} - e_y \right)} \quad (\text{Ec. III.6})$$

Adicionalmente las bases con cargas excéntricas deben verificarse a volcamiento

$$\frac{M_{\text{equilibrante}}}{M_{\text{volcador}}} \geq FS \quad (\text{Ec. III.7})$$

III.7)

donde,

e_x, e_y = excentricidad de la carga

FS = factor de seguridad

3.4 Diseño de fundación

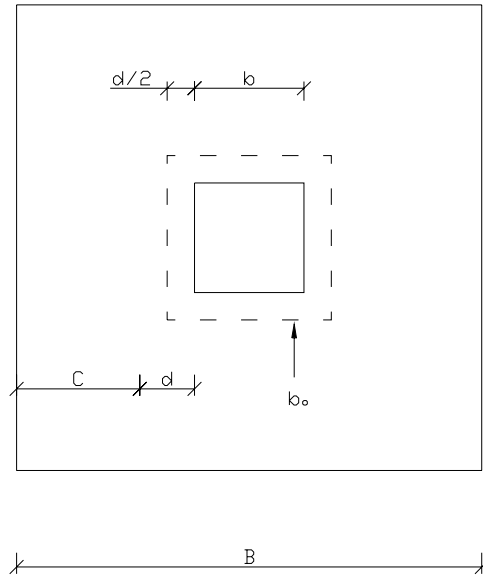


Figura. 3.8. Detalles de fundación en planta.

3.4.1 Chequeo por corte

La sección crítica se encuentra a una distancia “d” de la cara del pedestal y produce un cortante

$$V_u = q.B.C \quad (\text{Ec. III. 8})$$

que debe ser menor o igual a la resistencia cortante del concreto minorada ϕV_n

$$V_n = 0.53\sqrt{f'c}.B.d \quad (\text{Ec. III. 9})$$

III. 9)

$$\phi = 0.85$$

3.4.2 Chequeo por punzonado

La sección crítica se encuentra a una distancia $d/2$ de la cara del pedestal y produce un cortante

$$V_u = P - q(b + d)^2 \quad (\text{Ec. III.10})$$

III.10)

que debe ser menor o igual a la resistencia cortante del concreto minorada ϕV_n

$$V_n = 1.06\sqrt{f'_c} \cdot b_0 \cdot d \quad (\text{Ec. III.11})$$

III.11)

$$\phi = 0.85$$

3.4.1 Chequeo por flexión

La sección crítica se encuentra en la cara del pedestal y produce un momento máximo en la base

$$M_u = \frac{q \cdot B \cdot (C + d)^2}{2} \quad (\text{Ec. III.12})$$

III.12)

para soportarlo debe tener un “d” de por lo menos

$$d \geq \sqrt{\frac{M_u}{\mu \cdot f'_c \cdot B}} \quad (\text{Ec. III.13})$$

$$\mu = \frac{M_u}{f'_c \cdot b \cdot d^2} \quad (\text{Ec. III.14})$$

III.14)

y una cantidad de acero A_s de por lo menos

$$-\frac{0.59\phi.As^2.Fy^2}{f'.c.B} + \phi.As.Fy.d - Mu = 0 \quad (\text{Ec. III. 15})$$

III. 15)

$$\phi = 0.9$$

considerando una cuantía de la armadura ρ que esté comprendida entre los valores límites

$$\frac{14}{Fy} \leq \rho = \frac{As}{B.d} \leq 0.025 \quad (\text{Ec. III. 16})$$

y utilizando barras no inferior a la N° 4

3.4.3 Chequeo por aplastamiento

El área crítica es el contacto del pedestal con la base donde esta actuando una carga mayorada P que debe ser menor que la resistencia del concreto al aplastamiento minorada ϕPn

$$Pn_{pedestal} = \phi(0.85 f' c . A_{pedestal}) \quad (\text{Ec. III. 17})$$

$$Pn_{base} = Pn_{pedestal} \times \sqrt{\frac{A_{base}}{A_{pedestal}}} \quad (\text{Ec. III. 18})$$

III. 18)

$$\phi = 0.7$$

donde,

bo = perímetro de punzonado

b = cara del pedestal

A = área de la sección especificada

B = lado de la base

C = distancia desde una distancia d de la cara del pedestal hasta el borde de la base

μ = coeficiente adimensional

$f'c$ = resistencia especificada del concreto en compresión

d = distancia desde la fibra extrema comprimida hasta el baricentro de la armadura traccionada

q = esfuerzo transmitido por la base

3.4.4 Profundidad de fundación (DF)

Es la distancia vertical entre la base de la fundación y la superficie del terreno, a menos que la base de la fundación esté ubicada por debajo de un sótano o de un lecho de río, en cuyos casos la profundidad de fundación estará referida no al nivel de la superficie del terreno sino al nivel del piso del sótano o al nivel del lecho del río, respectivamente. Es equivalente al término: Profundidad de Desplante ^[8].

3.4.5 Diseño de pedestal

El pedestal es considerado un miembro vertical de compresión, donde la fuerza actuante mayorada P debe ser menor o igual a la resistencia a la compresión minorada ϕP_n de la sección

$$\phi P_n = 0.80 \times \phi [0.85 \times f'c(A_g - A_s) + F_y \times A_s] \quad \text{(Ec. III. 19)}$$

$$\phi = 0.75$$

Adicionalmente se chequea que el cortante mayorado V_u sea menor o igual al cortante resistente minorado ϕV_n de la sección

$$V_n = V_c + V_s \quad \text{(Ec. III. 20)}$$

$$V_c = 0.53\sqrt{f'c}.b.d \quad (\text{Ec.})$$

III. 21)

$$V_s = \frac{A_v.F_y.d}{S} \leq 2.1\sqrt{f'c}.b.d \quad (\text{Ec.})$$

III. 22)

teniendo en cuenta un área mínima de acero

$$A_v = 3.5 \frac{b.S}{F_y} \quad (\text{Ec.})$$

III. 23)

y una separación de estribos $S \leq d/4$ ó 30 centímetros

3.5 El acero

Desde el inicio de la humanidad, el hombre se ha distinguido por la concepción, fabricación y uso de herramientas. Sucesivos materiales han ocupado la mente del ser humano; así tenemos que los huesos y las piedras se convirtieron en los primeros materiales para fabricar herramientas.

Posteriormente se incorporan los metales y dentro de estos parece que todavía no se ha encontrado un sustituto para el Hierro, ya que su aleación, es decir el Acero, es el material, que de manera más competitiva, es más utilizado en el mundo.

Sus características y propiedades lo han convertido en un material que se adapta mejor a los requerimientos de la sociedad, en lo que se refiere a herramientas, instrumentos y elementos para las construcciones civiles, de buques y automóviles.

El acero es una aleación de hierro con una cantidad variable de otros elementos químicos, principalmente carbono (No mas de un 1.8%), silicio, manganeso, etc. Que calentado a determinada temperatura y enfriado con cierta velocidad, adquiere por el temple gran elasticidad y dureza.

3.5.1 Ventajas y desventajas del acero como material estructural

Ventajas:

Alta resistencia: La alta resistencia del acero por unidad de peso implica que será poco el peso de las estructuras; esto es importante en puentes de grandes claros, en edificios altos y en estructuras con malas condiciones de cimentación.

Uniformidad: Las propiedades del acero no cambian apreciablemente con el tiempo, como es el caso de las estructuras de concreto armado y tiene las mismas propiedades en todas sus direcciones.

Elasticidad: El acero se acerca más en su comportamiento a las hipótesis de diseño elástico que la mayoría de los materiales, gracias a que cumple la Ley de Hooke hasta esfuerzos altos. Los momentos de inercia de una estructura de acero pueden calcularse exactamente, en tanto que los valores obtenidos para una estructura de concreto armado son relativamente imprecisos.

Durabilidad: Si el mantenimiento de las estructuras de acero es el adecuado, duraran por un muy largo periodo de tiempo; que puede considerarse como indefinidamente.

Ductilidad: La ductilidad es la propiedad que tiene un material de soportar grandes deformaciones sin fallar bajo altos esfuerzos de tensión. Las estructuras dúctiles al sobrecargarlas sus grandes deflexiones ofrecen evidencia visible de la inminencia de la falla. El alargamiento de la barra se mide en porcentaje.

Tenacidad: Los aceros estructurales son tenaces, es decir, poseen resistencia y ductilidad. Un miembro de acero cargado hasta que se presentan grandes deformaciones será aun capaz de resistir grandes fuerzas. Esta es una característica muy importante porque implica que los miembros de acero pueden someterse a grandes deformaciones durante su fabricación y montaje, sin fracturarse, siendo posible doblarlos, martillarlos, cortarlos y taladrarlos sin daño aparente.

Otras:

- Gran facilidad para unir diversos miembros por medio de varios tipos de conexiones como soldaduras, tornillos, remaches, etc.
- Posibilidad de prefabricar los miembros.
- Rapidez de montaje.
- Gran capacidad de laminarse en una gran cantidad de tamaños y formas.
- Resistencia a la fatiga.
- Desmontaje y reutilizado.
- Posibilidad de venta para el reciclaje.

Desventajas:

Costo de mantenimiento: La mayor parte de los aceros son susceptibles a la corrosión al ser expuestos al aire y al agua, y por consiguiente, deben pintarse periódicamente. Con el uso de aceros intemperizados para ciertas aplicaciones tiende a eliminarse este costo.

Costo de protección contra el fuego: Aunque los miembros estructurales son incombustibles, sus resistencias se reducen considerablemente durante la exposición a grandes temperaturas, cuando los otros materiales combustibles se queman. El acero es excelente conductor de calor, de manera que los miembros de acero sin protección pueden transmitir suficiente calor de una sección a secciones adyacentes del mismo edificio e incendiar el material presente.

Susceptibilidad al pandeo: Entre más largos y esbeltos sean los miembros a compresión, mayor es el peligro de pandeo. El acero tiene una alta resistencia por unidad de peso, pero al usarse en elementos a flexocompresión no resulta muy económico ya que debe usarse una mayor sección solo para resistir el posible pandeo.

Fatiga: Su resistencia puede reducirse si se somete a un gran número de inversiones del signo del esfuerzo, o bien, a un gran número de cambios de la magnitud del esfuerzo de tensión.

Diseño de uniones: El diseño de las uniones requiere mucho detalle y tiempo de cálculo.

3.5.2 Diseño y construcción con acero estructural

Por muchas características deseables, los aceros estructurales han llevado a que se utilicen los aceros en una gran variedad de aplicaciones. Los aceros estructurales están disponibles en muchas formas de productos y ofrecen una alta resistencia inherente. Tienen un módulo de elasticidad muy alto, de modo que las deformaciones bajo cargas son muy pequeñas. Además, los aceros estructurales poseen alta ductilidad. Tienen una relación de esfuerzo-deformación unitaria en forma lineal, incluso para esfuerzos relativamente altos y su módulo de elasticidad es el mismo a tensión que a compresión. Por lo tanto, el comportamiento de los aceros estructurales bajo cargas de trabajo puede predecirse en forma exacta por medio de la teoría elástica.^[8]

3.5.3 Estructuras de acero

Es el conjunto de miembros y elementos constituidos por acero y cuya función es la resistencia y estabilidad de la estructura y transmitir las acciones al suelo.

Se pueden dividir en dos grupos principales:

- Estructuras de cascarón: hechas principalmente de placas o laminas, tales como tanques de almacenamiento, silos, cascos de buques, etc^[5].

- Estructuras reticulares: las cuales se caracterizan por estar constituidas por un conjunto de miembros alargados, tales como armaduras, marcos rígidos, trabes, estructuras reticuladas tridimensionales, etc^[5]

3.6 Consideraciones de carga en las estructuras

3.6.1 Acciones permanentes

Las acciones permanentes son las que actúan continuamente sobre la edificación y cuya magnitud puede considerarse invariable en el tiempo, como las cargas debidas al peso propio de los componentes estructurales: pavimentos, rellenos, paredes, tabiques, frisos, instalaciones fijas, etc. Igualmente el empuje estático de líquidos y tierras que tengan un carácter permanente, las deformaciones y los desplazamientos impuestos por el efecto de pretensión, los debidos a movimientos diferenciales permanentes de los apoyos, las acciones reológicas y de temperatura permanentes, etc^[13].

3.6.2 Acciones variables

Las acciones variables son aquellas que actúan sobre la edificación con una magnitud variable en el tiempo y que se deben a su ocupación y uso habitual, como las cargas de personas, objetos vehículos, ascensores, maquinarias, grúas móviles, sus efectos de impacto, así como las acciones variables de temperatura y reológicas, y los empujes de líquidos y tierras que tengan un carácter variable^[13].

3.6.3 Acciones accidentales

Las acciones accidentales son las que en la vida útil de la edificación tienen una pequeña probabilidad de ocurrencia solo durante lapsos breves de tiempo, como las acciones debidas al sismo, al viento, etc. ^[13].

3.6.4 Acciones Extraordinarias

Son las acciones que normalmente no se consideran entre las que actúan en la vida útil de una edificación y que, sin embargo, pueden presentarse en casos excepcionales y causar catástrofes, como las acciones debidas a explosiones, incendios, etc. ^[13].

3.6.5 Sismo

Sacudida mas o menos violenta de la corteza terrestre, que se produce siempre a una cierta profundidad partiendo de un epicentro ^[5].

Los sismos se producen por una ruptura del equilibrio mecánico de la corteza terrestre a distintas profundidades. El origen de la perturbación (foco o hipocentro) puede estar situado en una zona de fricción entre las placas o en una zona todavía mas profunda. Las placas debido a su estado de inestabilidad, constantemente esta sufriendo cambios o reajustes que requieren esfuerzos considerables y que están caracterizados por la liberación repentina de energía, esta por lo general es la principal causa de los eventos sísmicos. En estos casos, parte de la energía producida es irradiada en todas las direcciones en forma de ondas sísmicas que son percibidas en la superficie como vibración del terreno. Los instantes de llegada de las ondas sísmicas a los distintos observatorios permiten determinar el epicentro del sismo

(lugar de la superficie situado sobre el foco). El estudio de la distribución de los epicentros permite realizar mapas de sismicidad.

Cuando los movimientos de la corteza ocurren de modo lento y gradual, sin causar daño, se le denominan temblores, pero cuando la energía es gradualmente acumulada y el colapso se produce en lapsos de tiempos muy cortos, los resultados son fenómenos de gran violencia, llamados terremotos, que llegan a original fuertes sacudidas y graves pérdidas materiales y humanas ^[5].

3.6.6 Fuerzas horizontales en los carriles de las grúas

La fuerza lateral en los carriles de las grúas será del 20 % de la suma del peso de la carga levantada más el de carro (pero exceptuándose las otras partes de la grúa). Se supondrá que la fuerza reaplica en el borde superior de los rieles, actuando en uno u otro sentido normal a éstos, y se distribuirá tomando debida cuenta de la rigidez lateral de la estructura que los soporta.

Si no se especifica otra cosa, la fuerza longitudinal se tomará como el 10 por ciento de las cargas máximas en las ruedas de la grúa y se considerará aplicada en el borde superior de los rieles. ^[11]

3.6.7 Miembro a flexión

Hay diferentes tipos de flexión de acuerdo a las sollicitaciones que presente:

- Flexión simple (pura y plana).
- Flexión compuesta (flexo-tracción y flexo-compresión).
- Flexo-torsión.

Los elementos que conforman una estructura casi en su totalidad están sometidos a los tipos de fuerzas antes mencionadas.

3.6.8 Miembros a tracción

Son aquellos sujetos a fuerzas que actúan a lo largo de su eje baricéntrico y que tienden a estirar el componente.

3.6.9 Miembros a compresión

Son aquellos sujetos a fuerzas que actúan a lo largo de su eje baricéntrico y que producen el acortamiento longitudinal de sus fibras.

3.6.10 Combinación de solicitaciones

Las solicitaciones mayoradas sobre la estructura, sus miembros, juntas y conexiones, así como su sistema de fundación, se determinarán de la hipótesis de solicitaciones que produzca el efecto más desfavorable, lo cual puede ocurrir cuando una o más solicitaciones no están actuando. Cuando la solicitación pueda cambiar de dirección, se tendrá en cuenta en todas las combinaciones posibles cambiando adecuadamente sus signos. A continuación se muestran las combinaciones recomendadas por las normas aplicables a estructuras para grúas^[16]:

Para vigas de gruas y estructuras de soporte de las mismas:

$$D + Cvs + 0.5 C_{ss} + Ci \quad (\text{Ec. III. 24})$$

$$D + Cvs + Ci + C_{ss} + Cls \quad (\text{Ec. III. 25})$$

$$0.75 (D + Cvs + Ci + Cbs) \quad (\text{Ec. III. 26})$$

Para las fundaciones de las estructuras:

$$D + Cv \quad (\text{Ec. III. 27})$$

$$D + L + (L_r \text{ o } R \text{ o } S) + C_{vm} + C_{ss} + W \quad (\text{Ec. III. 28})$$

$$0.75(D + C_v + C_{bs}) \quad (\text{Ec. III. 29})$$

ACI 318- 98. "American concrete Institute".

$$1.4D + 1.7L \quad (\text{Ec. III. 30})$$

donde,

D = Acciones permanentes, carga muerta

C_v = Carga vertical debido a grúa simple.

C_{vm} = Carga vertical debido a grúa múltiple.

L_r = Carga viva de techo

R = Cargas por lluvia.

S = Carga por nieve.

C_{ss} = Carga lateral de la grúa

C_{ls} = Carga longitudinal de la grúa.

C_i = Impacto por cargar vertical de la grúa.

C_{bs} = Carga por choque al 100% de la velocidad de la grúa (Parachoques).

El AISE^[16] establece valores para las cargas de impacto, lateral y longitudinal producidas en las estructuras por la grúa los cuales dependen del tipo de grúa, como se muestra en la tabla 3.3.

Tabla 3.3. Fuerzas de impacto, laterales y longitudinales en carrileras de grúas [16].

Crane	Vertical impact percent of maximum wheel loads	Total side thrust percent of lifted load	Tractive force percent of maximum load on driving wheels
Mill cranes	25	40	20
Ladle cranes	25	40	20
Clamshell bucket and magnet cranes (including slab and billet yard cranes)	25	100	20
Soaking pit cranes	25	100	20
Stripping cranes	25	100*	20
Motor room maintenance cranes, etc.	20	30	20
Stacker cranes (cab-operated)	25	200	20

*Ingot and mold
 Note 1: Refer to Appendix C for recommendations for evaluating existing structures.
 Note 2: Side thrust should be distributed with due regard for lateral stiffness of the structure supporting the rail.

3.7 Elementos estructurales

3.7.1 Columna

Miembro estructural utilizado principalmente para soportar la carga normal de compresión acompañada o no de momentos flectores, y que tiene una altura de por lo menos tres veces su dimensión lateral. ^[12]

3.7.2 Viga

Miembro estructural en el cual puede considerarse que las tensiones internas en cualquier sección transversal dan como resultantes una fuerza cortante y un momento

flector. Para el diseño de este tipo de miembros se debe considerar la resistencia para soportar los momentos flectores y los esfuerzos de corte y su estabilidad frente al pandeo lateral torsional o local. ^[12]

3.7.3 Viga-Columna

Un miembro que transmite cargas axiales además de momentos flectores y fuerzas cortantes. ^[12]

3.7.4 Junta

Área donde se unen dos o más extremos, superficies o bordes, y que incluyen las planchas, angulares, pernos, remaches y soldaduras empleados. Se clasifican en juntas soldadas y juntas empernadas. ^[12]

3.7.5 Conexiones

Son las combinaciones de juntas para transmitir fuerzas entre dos o más miembros. ^[12]

Las consideraciones que pueden influir en su elección son: la resistencia requerida de la conexión, limitaciones del espacio para su colocación, disponibilidad de personal calificado para fabricar y montar la estructura, las condiciones de servicio y el costo.

Los tipos de conexiones más comunes son: los tornillos, los remaches, los pasadores y la soldadura.

3.8 Métodos de análisis y diseño

Las tensiones, solicitaciones y deformaciones producidas por las acciones, se determinaran mediante métodos reconocidos de análisis estructural que tomen en cuenta las propiedades de los materiales, los estados limites o tensiones admisibles considerados en el proyecto.

3.9 Factores de seguridad en los diseños elasticos y plasticos

El diseño del acero se puede basar en la resistencia a la fluencia (en este caso se denomina diseño de estados plásticos o de límite) o en el diseño elástico. En el diseño por estados límite el análisis se efectúa con base en suposiciones plásticas de comportamiento sin ningún aumento en la carga. El diseño elástico tiene en cuenta esta característica única del acero pero limita los esfuerzos de trabajo a la región elástica de la curva de esfuerzo-deformación, donde el esfuerzo es proporcional a la deformación, lo que queda definido por el hecho de que el módulo de elasticidad sea una constante. ^[10]

El American Institute of Steel Construction (AISC), promulga varias especificaciones estándar, pero dos de ella son de especial importancia en el diseño de edificios. Una es la “Specification for Structural Steel Buildings-Allowable Stress Design (ASD) and Plastic Design”.

La especificación del AISC para el DEA (ASD en inglés) establece esfuerzos admisibles que, bajo las cargas de servicio en una estructura, no pueden sobrepasarse en los miembros estructurales o en sus conexiones. Los esfuerzos admisibles incorporan un factor de seguridad para compensar por las incertidumbres en el diseño y la construcción. Los esfuerzos admisibles comunes de la especificación DEA del AISC se resumen en la tabla 3.4

3.9.1 Esfuerzo cortante

En las vigas y en las vigas esbeltas armadas, el área del alma para los cálculos de cortante A_w (en pulg²) es el producto de la altura total, d (en pulg) y el espesor, t (en pulg) del alma. Las especificaciones DCCR Y DEA del AISC para el acero estructural para edificios indican las mismas ecuaciones nominales pero las presentan en formatos diferentes.

Tabla 3.4. Resistencia de Diseño y esfuerzos admisibles para miembros de acero estructural ^[10]

Tipo de esfuerzo o falla	Esfuerzos admisibles del DEA
<p>Tensión: Fractura en la sección neta Cedencia en la sección bruta</p> <p>Cortante: Cortante en el alma de la viga Para conectores y soldaduras.</p> <p>Compresión: Carga axial</p>	<p>$0.5F_u A_e$</p> <p>$0.6F_y A_g$</p> <p>$0.4F_y A_w$</p> <p>$F_a A_g$</p> <p>Para $KL / r \leq C_c$:</p> $F_a = \frac{\left[1 - \frac{(KL/r)^2}{2C_c^2}\right] F_y}{\frac{5}{3} + \frac{3(KL/r)}{8C_c} - \frac{(KL/r)^2}{8C_c^3}}$

Para $KL / r > C_c$:

$$F_a = \frac{12\pi^2 E}{23(KL/r)^2}$$

$$0.75F_y S_y$$

$F_b S_x$

Para $L_b < L_c$:

$$F_b = 0.66 F_y$$

Para $L_b < L_c$:

$$F_b = \frac{12 \times 10^3 C_b}{Ld / Af} \leq 0.60 F_y$$

$$\text{Para } \sqrt{\frac{102 \times 10^3 C_b}{F_y}} \leq \frac{L}{r_t}$$

$$\geq \sqrt{\frac{510 \times 10^3 C_b}{F_y}} :$$

Tipo de esfuerzo o falla	Esfuerzos admisibles del DEA
	$F_b = \left[\frac{2}{3} - \frac{F_y (L/r)^2}{1530 \times 10^3 C_b} \right] F_y$
	$\leq 0.60 F_y$
	$\text{PARA } \frac{L}{r_t} = \sqrt{\frac{510 \times 10^3 C_b}{F_y}} :$

$$F_b = \frac{170 \times 10^3 C_b}{(L/r_t)^2} \leq 0.60 F_y$$

a) Esfuerzos cortantes en las almas

El esfuerzo cortante de diseño F_v (en klb/pulg²) en el DEA esta dado por ecuaciones (III. 31) o (III. 32). Para $h/t \leq 380 / \sqrt{F_y}$,

$$F_v = 0.40 F_y \quad (\text{Ec. III. 31})$$

Para $h/t > 380 / \sqrt{F_y}$

$$F_v = F_y C_v / 2.89 \leq 0.4 F_y \quad (\text{Ec. III. 32})$$

III. 32)

en donde,

$$C_v = \frac{45,000 k_v}{F_y (h/t)^2} \text{ cuando } C_v < 0.8$$

$$= \frac{190}{h/t} \sqrt{\frac{k_v}{F_y}} \text{ cuando } C_v > 0.8$$

$$K = 4.00 + \frac{5.34}{(a/h)^2} \text{ cuando } a/h < 1.0$$

$$K = 5.34 + \frac{4.00}{(a/h)^2} \text{ cuando } a/h > 1.0$$

En donde h = distancia libre entre las aletas menos el radio de esquina o el filete en cada aleta para un perfil laminado y la distancia libre entre las aletas para una sección armada, en pulg.

t = espesor del alma, en pulg.

k = coeficiente de pandeo del alma.

a = distancia libre entre los rigidizadores transversales, en pulg.

F_Y = esfuerzo mínimo de cedencia especificado del alma, en klb / pulg²

3.9.2 Deflexión

La máxima deflexión para las vigas carrileras según la clasificación de las grúas esta especificada por el reporte N° 13 del AISE, de la siguiente manera:

Construcciones clase A 1/1000

Construcciones clase B 1/1000

Construcciones clase C 1/600

Construcciones clase D 1/600

3.9.3 Compresión

Las fuerzas de compresión pueden producir fallas de pandeo general o local en un miembro de acero. El **pandeo general** es la flexión hacia fuera del plano mostrado por una columna o una viga cargada axialmente (3.10.4). El **pandeo local** puede manifestarse como una falla del alma bajo una carga concentrada o por encima de una reacción o como pandeo de una aleta o alma a lo largo de una viga o columna.

a) **Pandeo Local**

Las características del pandeo local de la sección transversal de un miembro sometido a compresión pueden afectar su resistencia. Con respecto al potencial para el pandeo local, las secciones pueden clasificarse como compactas, no compactas o de elementos esbeltos (Tabla 3.5)

b) Compresión axial

El diseño de miembros que están sometidos a compresión aplicada a través del eje centroidal (compresión axial) se basa en el supuesto de esfuerzos uniformes sobre el área bruta.

El diseño de un miembro a compresión o columna axial cargado tanto en el DCCR como en el DEA utiliza el concepto de longitud **efectiva** de columna KL . El coeficiente de pandeo K es la relación entre la longitud efectiva de columna y la longitud no arriostrada L . Los valores de K dependen de las condiciones de apoyo de las columnas que van a diseñarse. Las especificaciones del AISC para el DCCR y el DEA indican que K deben tomarse igual a la unidad para las columnas de pórticos arriostrados a menos que el análisis indique que se justifique un valor mejor. Se requiere análisis para la determinación del K en pórticos no arriostrados, pero K no debe ser menor que la unidad. Los valores de diseño de K recomendados por el Structural Stability Research Council para usarlos con seis condiciones ideales de rotación y traslación en los apoyos de la columna se ilustran en la figura 3.6.

La resistencia a la compresión axial de una columna depende de su rigidez medio por la relación de esbeltez KL/r , en donde r es el radio de giro con respecto al plano de pandeo. Por consideraciones de capacidad de servicios, el AISC recomienda que KL/r no sea superior a 200.

Tabla 3.5. Relaciones máximas ancho/espesor b/t para los elementos a compresión^[10]

Descripción del elemento	$\frac{DEA_{yDCCR}}{\text{Compacto}, \lambda_p}$	$\frac{DEA}{\text{Nocompacto}^d}$
	$\frac{DCCR}{\text{Nocompacto}, \lambda_p}$	
Elemento saliente de aleta de vigas de acero laminadas en I y canales de flexión	$\frac{65}{\sqrt{F_Y}}$	$\frac{95}{\sqrt{F_Y}}$
Elemento saliente de aleta de vigas de acero en I híbridas o soldadas, solicitadas en flexión	$\frac{141}{\sqrt{F_Y - 10}}$	$\frac{95}{\sqrt{F_Y / K_c}}^e$
Elemento saliente de aleta de perfil I en compresión pura; placas salientes de elementos de compresión; aletas salientes de paredes de ángulos en contacto continuo; aletas de canales en compresión pura.	$\frac{106}{\sqrt{F_{yw} - 16.5}}$	No especificado
Aletas de secciones estructurales tipo cajón cuadradas y rectangulares y secciones estructurales huecas de espesor uniforme sometidas a flexión o compresión; cubreplacas de aletas y placas de diafragma entre las líneas de conectadores o soldaduras.	$\frac{95}{\sqrt{F_Y}}$	$\frac{95}{\sqrt{F_Y}}$
Ancho no soportado de cubreplacas perforadas con una serie de agujeros de acceso.	$\frac{190}{\sqrt{F_Y}}$	$\frac{238}{\sqrt{F_Y}}$
Aletas de puntales constituidos por un ángulo sencillo; aletas de puntales formados por ángulos dobles con separadores; elementos sin rigidizar, es decir, apoyados a lo largo de un borde.	$\frac{238}{\sqrt{F_Y - F_r}}$	

Vástagos de las tes

Todos los demás elementos rigidizados

No especificado $\frac{317}{\sqrt{F_Y}}$ $\frac{317}{\sqrt{F_y - F_r}}$

No especificado $\frac{76}{\sqrt{F_Y}}$ $\frac{76}{\sqrt{F_Y}}$

No especificado $\frac{127}{\sqrt{F_Y}}$ $\frac{127}{\sqrt{F_w}}$

No especificado $\frac{253}{\sqrt{F_Y}}$ $\frac{253}{\sqrt{F_Y}}$

$\frac{640}{\sqrt{F_Y}}$ $\frac{760}{\sqrt{F_b}}$ $\frac{970}{\sqrt{F_Y}}$

3300 / F_y

3300 / F_y

2070 / F_y No especificado 3300 / F_y

Descripción del elemento	$\frac{DEA_{yDCCR}}{Compacto, \lambda_p}$	$\frac{DEA}{Nocompacto^d}$
	$\frac{DCCR}{Nocompacto, \lambda_p}$	
En flexión para el DCCR	2070 / F _y	8970 /

F_y

En diseño plástico para el DCCR

1300 / F_y







	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)
<i>K</i> teórico	0.5	0.7	1.0	1.0	2.0	2.0
<i>K</i> de diseño que se recomienda	0.65	0.80	1.2	1.0	2.1	2.0
Condiciones en los extremos	 Rotación fija Traslación fija	 Rotación fija Traslación libre	 Rotación libre Traslación fija	 Rotación libre Traslación libre	 Rotación fija Traslación fija	 Rotación fija Traslación libre

Figura 3.6. Valores de *K*, teóricos y de diseño^[18].

Según la norma DEA, el esfuerzo de compresión admisible depende si el pandeo será elástico o inelástico, como se indica la relación de esbeltez

$$C_c = \sqrt{2\pi^2 E / F_y} \quad (\text{Ec. III. 33})$$

III. 33)

Cuando $KL/r < C_c$, el esfuerzo de compresión admisible F_a (en klb) sobre la sección bruta debe calcularse a partir de

$$F_a = \frac{1 - (KL/r)^2 / 2C_c^2}{5/3 + 3(KL/r)/8C_c - (KL/r)^3 / 8C_c^3} F_y \quad (\text{Ec. III. 34})$$

III. 34)

Cuando $KL/r > C_c$, el esfuerzo de compresión admisible es

$$F_a = \frac{12\pi^2 E}{23(KL/r)^2} \quad (\text{Ec. III. 35})$$

III. 35)

3.9.4 Resistencia a la flexión

Para un miembro sometido a flexión, la resistencia a la flexión depende de la forma del miembro, de las razones ancho/espesor o altura/espesor de sus elementos de la localización y dirección de la carga, y del apoyo dado a la aleta en compresión.

Se asignan resistencias mayores a los perfiles simétricos y compactos. Si embargo, la resistencia a la flexión puede reducirse con base en el espaciamiento de los apoyos laterales que impiden el desplazamiento de la aleta en compresión a la torsión de la sección transversal.

3.9.5 Perfiles Compactos

Las especificaciones DCCR y DEA del AISC definen de modo semejante las secciones compactas: las **secciones compactas** son secciones capaces de desarrollar una distribución de esfuerzos totalmente plástica y poseen una capacidad de rotación de aproximadamente 3 antes de la iniciación del pandeo local. La **capacidad de rotación** es la rotación angular incremental que una sección puede aceptar antes de que ocurra la falla local, definida como $R = (\theta_u / \theta_p) - 1$, en donde θ_u es la rotación total alcanzada en el estado de carga mayorada y θ_p es la rotación ideal

correspondiente a las deformaciones de teoría elástica para el caso en que el momento es igual a M_p , el momento de flexión plástico.

Una sección se considera compacta si sus aletas están continuamente conectadas a su alma o almas y la razones ancho /espesor y altura/espesor de sus elementos a compresión no sobrepasan lo siguiente: para las aletas de vigas, laminadas o soldadas, y canales $65/\sqrt{F_y}$, y para las aletas de secciones estructurales huecas o de tipo cajón de espesor uniforme, $190 / \sqrt{F_y}$, en donde F_y es el esfuerzo de cadencia mínimo especificado del acero de la aleta. La razón límite altura/espesor de las almas $640 / \sqrt{F_y}$ (tabla 3.5).

Para las aletas de miembros en I y de tes el ancho es la mitad del ancho nominal para los perfiles laminados y la distancia desde el borde libre a la primera línea de conectadores o de soldaduras para las secciones armadas. Para las almas, la altura es la altura nominal total.

3.9.6 Esfuerzos de flexión en la Norma DEA

Los requisitos de la norma DEA para la resistencia a la flexión siguen, en concepto las provisiones del DCCR en que los esfuerzos admisibles se definen con base en la sección transversal del miembro, las relaciones ancho/espesor y altura/espesor de sus elementos, la dirección de la cantidad de apoyo lateral proporcionado a la aleta en compresión.

El esfuerzo de flexión admisible para un perfil compacto depende de la longitud no apoyada lateralmente L de la aleta en compresión. El esfuerzo admisible también depende de la rigidez de la parte en compresión de la sección transversal como se mide por L/r_T , en donde r_T , es el radio de giro de una sección que comprende la

aleta en compresión y una tercera parte del área del alma en compresión, tomado con respecto a un eje en el plano del alma.

El mayor esfuerzo de flexión permitido para una sección compacta simétrica con respecto a la carga en el plano de su eje menor es:

$$F_b = 0.66 F_y \quad (\text{Ec. III. 36})$$

III. 36)

Sin embargo, este esfuerzo puede usarse únicamente si L no sobrepasa el menor de los valores de L_c calculadas a partir de las ecuaciones (III. 37) y (III. 38):

$$L_c = 76b_f / \sqrt{F_y} \quad (\text{Ec. III. 37})$$

$$L_c = \frac{20,000}{(d / A_f) F_y} \quad (\text{Ec. III. 38})$$

III. 38)

en donde,

b_f = ancho de la aleta en pulg.

d = altura nominal de la viga, en pulg.

A_f = área de la aleta en compresión, en pulg²

F_y = esfuerzo de cedencia mínimo especificado, en klb/pulg²

Cuando $L > L_c$, el esfuerzo admisible de flexión para las secciones compactas o no compactas es el mayor entre el F_b (en klb/pulg²) calculado a partir de la ecuación (III. 39) y los obtenidos en las ecuaciones (III. 40), (III. 41) o (III. 42):

$$F_b = 12,000C_b / (Ld / A_f) \leq 0.60F_y \quad (\text{Ec. III. 39})$$

III. 39)

en donde C_b es el coeficiente de flexión definido por

$C_b = 1.75 + 1.05(M1/M2) + 0.3(M1/M2)^2 \leq 2.3$, en donde M1 es el menor y M2 el mayor momento en los extremos del segmento no arriostrado.

Cuando $L/r_T \leq \sqrt{102,000C_b / F_y}$,

$$F_b = 0.60 F_y \quad (\text{Ec. III. 40})$$

Cuando $\sqrt{102,000C_b / F_y} \leq L/r_T \leq \sqrt{510,000C_b F_y}$

$$F_b = \left[\frac{2}{3} - \frac{F_y (L/r_T)^2}{1,530,000C_b} \right] F_b \leq 0.60 F_y \quad (\text{Ec. III. 41})$$

Cuando $L/r_T \leq \sqrt{510,000C_b / F_y}$

$$F_b = 170,000C_b / (L/r_T)^2 \leq 0.60 F_y \quad (\text{Ec. III. 42})$$

Las especificaciones del AISC para los edificios de acero estructural no exigen arriostramiento lateral para los miembros que tienen igual resistencia con respecto al eje débil cuando las cargas pasan por el centro del cortante.

Para los miembros del perfil I ó H simétrico con respecto a los dos ejes, con aletas compactas continuamente conectadas al alma y secciones rectangulares sólidas, sometidos a flexión con respecto al eje menor, el esfuerzo de flexión admisible es:

$$F_b = 0.75 F_y \quad (\text{Ec. III.43})$$

Este esfuerzo también está permitido para las barras sólidas redondas y cuadradas.

Para los perfiles no incluidos en los anteriores, refiérase a las especificaciones del AISC para edificios de acero estructural.

3.9.7 Norma DEA para flexión y compresión

En la norma DEA para las interacciones de la flexión y la compresión axial está regida por las ecuaciones (III. 44) y (III. 45) ó (III. 46):

$$\frac{f_a}{f_a} + \frac{C_{mx} f_{bx}}{\left(1 - \frac{f_a}{F_{ex}}\right) F_{bx}} + \frac{C_{my} f_{by}}{\left(1 - \frac{f_a}{F_{ey}}\right) F_{by}} \leq 1.0 \quad (\text{Ec. III. 44})$$

III. 44)

$$\frac{f_a}{0.60F_y} + \frac{f_{bx}}{F_{bx}} + \frac{f_{by}}{F_{by}} \leq 1.0 \quad (\text{Ec. III. 45})$$

III. 45)

Cuando $f_a / F_a \leq 0.15$, se permite la ecuación (III. 46) en vez de las ecuaciones (III. 44) y (III. 45):

$$\frac{f_a}{F_a} + \frac{f_{bx}}{F_{bx}} + \frac{f_{by}}{F_{by}} \leq 1.0 \quad (\text{Ec. III. 46})$$

III. 46)

En donde,

x, y = índices que representan el eje de flexión al que se aplica el esfuerzo aplicable

F_a = esfuerzo admisible para la sola fuerza axial, en klb/pulg^2

F_b = esfuerzo de compresión admisible para el sólo momento de flexión, en klb/pulg^2

F_e = esfuerzo de Euler dividido por un factor de seguridad, en klb/pulg^2

$$= 12 \pi^2 E / 23(KL / r_b)^2$$

L = longitud no arriostrada en el plano de flexión, en pulg.

r_b = radio de giro con respecto al plano de flexión, en pulg.

K = coeficiente de longitud efectiva en el plano de flexión

f_a = esfuerzo de compresión axial debido a las cargas, en klb/pulg^2

f_b = esfuerzo de flexión a compresión en la sección de diseño debido a las cargas, en klb/pulg^2

$C_m = 0.6 - 0.4M_1/M_2$ para los miembros a compresión restringidos en porticos arriostrados contra traslación de las uniones y no sometidos a carga transversal entre sus apoyos en el plano de flexión.

F_y = esfuerzo de cedencia del acero, en klb/pulg^2

F_e = al igual que los esfuerzos admisibles puede aumentarse en un tercio para las cargas de viento y sísmicas combinadas con otras cargas.

3.10 Esfuerzos debidos al viento y al sismo

La especificación DEA del AISC permite que los esfuerzos admisibles para fuerzas de viento o sismo, actuando sólo o en combinación con carga muerta y carga viva, se aumente en un tercio. No obstante la sección necesaria calculada sobre esta base no puede ser menor que la necesaria para las cargas muertas, vivas y de impacto calculadas sin el aumento de esfuerzos de un tercio. Este aumento de esfuerzos no puede aplicarse en combinación con los coeficientes de reducción de carga en las combinaciones de carga. Además, el aumento de un tercio del esfuerzo no se aplica a los esfuerzos resultantes de cargas que produzcan fatiga.

3.10.1 Consideración Del Viento Según Norma Covenin 2003-1986

El proyecto de las edificaciones donde se consideran las acciones por efectos del viento se rige por los siguientes parámetros determinantes del comportamiento estructural:

- Se clasifican según su uso en tres grupos A, B y C que establecen un grado de seguridad aconsejable para el tipo de construcción. De acuerdo con la clasificación se establece para cada grupo un factor de importancia eólica α .
- Se clasifican según las características de respuesta en cuatro tipos I, II, III y IV que considera la geometría expuesta a la acción del viento.
- Se selecciona la velocidad básica del viento de acuerdo con la región.
- Se clasifica según el tipo de exposición en A, B, C y D tomando en cuenta las características de las irregularidades en la superficie del terreno.

- Finalmente se determinan las acciones por efectos del viento para los sistemas resistentes al viento, los componentes estructurales individuales y los cerramientos utilizando el procedimiento analítico o experimental en túneles de viento.

- En el procedimiento analítico intervienen la presión dinámica, los factores de respuesta ante ráfagas, los coeficientes de empuje y de succión.

3.11 GRÚAS

Se denomina grúa a una máquina que permite el desplazamiento vertical de materiales o cargas. Son muy comunes en obras de construcción, puertos, instalaciones industriales y demás sitios donde es necesario elevar cargas. Existe una gran variedad de grúas, diseñadas conforme a la acción que vaya a desarrollar. Así encontramos grúas pórtico, empleadas en la construcción naval, grúas móviles empleadas en el transporte y estiba de contenedores, etc.

Las grúas de semipórtico y de pórtico de dos patas se utilizan cuando se requiere cobertura suplementaria para una grúa viajera, un piso de instalación inalterado o capacidad de paso amplia y sin obstáculos para vehículos y/o personal, un modelo de una pata (semipórtico) o de dos patas diseñado a medida con vigas de alas anchas.

3.11.1 Factores de diseño

El diseño de estructuras para soportar grúas involucra varias consideraciones importantes, como la determinación de las máximas cargas de rueda, tolerancia para el impacto, efectos debidos a grúas múltiples que operan en un solo vano o en varios, y las fuerzas de tracción y frenado, aplicación de paradas de la grúa, y carga cíclica y fatiga. Los siguientes criterios de diseño sugeridos y extraídos de “ Low-Rise Building systems manual”, de la Metal Building manufacturs association de

Cleveland, Ohio, se aplican en las grúas clasificadas como de servicio poco frecuente, servicio liviano, servicio moderado y servicio pesado. Para conocer los criterios para las grúas clasificadas como de servicio severo y servicio severo continuo, consúltese la “Specification for design and construction of Mill buildings” (Estándar N° 13 de la AISE), Association of Iron and Steel Engineers, Pittsburg, Pa.

Una grúa induce impacto sobre su estructura de apoyo. Por tanto, a excepción de las grúas activadas manualmente, para las cuales las fuerzas de impacto pueden ignorarse, las máximas cargas vivas deben aumentarse en porcentajes, como se indica en la tabla 3.3 para tener en cuenta el impacto.

Las grúas deben diseñarse para proveer soluciones de elevación confiables y duraderas; y deben regirse de acuerdo a la interpretación por lo menos las normas de la Crane Manufacturers Association of America, Inc. y la sociedad Americana de Soldadura

CAPÍTULO IV. DESARROLLO DEL TRABAJO

4.1 Procedimiento

4.1.1 Información de entrada del proyecto

En primer lugar con el ingreso a la zona de trabajo se realizó un reconocimiento al área de estudio. Comenzando con la integración al equipo de trabajo, conocimiento de la reglamentación y normas interna de la empresa, realización de los cursos y charlas de seguridad pertinentes para dicha área, ubicación de espacio físico de acción para la ejecución del proyecto, y las herramientas y grupos de trabajo suministrados por la empresa para la adecuada ejecución del mismo. Con el seudónimo FUL o cotftul (Fuentes, Luisa), como coordinador de proyectos en el área civil se tuvo acceso al Mandoc, Supra y para el control de los planos. Terminando con el manejo de las especificaciones y manuales para lograr la definición del alcance del proyecto, como lo son:

- Manuales de procedimiento del trabajo
- Normas de seguridad.
- Especificaciones de la empresa.
- Bases de diseño del proyecto

4.1.2 Presupuesto de ingeniería.

En los tiempos iniciales del proyecto, se debieron elaborar presupuestos de ingeniería con estimaciones de elaborados y sus HH (Horas Hombre), para la elaboración de los planos que detallarían las estructuras de instalación de la grúa. Dicha grúa se logró definir luego de desarrollar la ingeniería básica; que estudió el emplazamiento en el que se colocaría y las diferentes actividades que se realizarían alrededor de la misma.

En la tabla 4.1, la columna Fecha Prom., representa la fecha de finalización colocada en el presupuesto y la columna fecha fin representa la fecha real en que se emitió el último elaborado de la solicitud. Es importante recalcar que toda la ingeniería relacionada con la grúa debía estar lista para construcción, para el mes de Febrero del 2007, ya que para Marzo se preveía comenzar con la obra civil en las fundaciones de las estructuras. El proyecto completo debe estar concluido para abril de 2007. De la misma manera, al restar las HH certificadas menos las presupuestadas se tendrán las HH de desvío, por las cuales, para poder certificarlas, se tuvo que hacer las ordenes de cambio respectivas. Es importante resaltar, que para estas Horas se debieron prever Horas Hombre por concepto de coordinación, las cuales se calculas entre un 15% y un 20% del valor total de HH por plano. Es muy importante ver el anexo N de este trabajo, donde se muestra el cronograma de ejecución y del que se arrojaran las correspondientes conclusiones.

4.1.3 Información básica de diseño

Para las estructuras existentes y para visualizar las estructuras nuevas se revisaron los planos disponibles y las especificaciones generadas para el momento de su construcción, tomando medidas de campo y consultando con los usuarios de el

área de colada continua de Planchones y los coordinadores de la gerencia de Ingeniería y Medio ambiente de Sidor, para abarcar todos los detalles específicos. Y tanto en las estructuras existentes como en las nuevas estructuras requeridas se recolectó la información necesaria para el diseño, tal como:

- Ubicación de caminos de entrada y salida, pasos de tuberías, cables y otros servicios existentes, recorrido que debe realizar la grúa, etc.
- Condiciones del suelo
- Información de equipos a utilizar
- Plan de coordinación de actividades.
- Revisar planos de servicios
- Definir sistemas subterráneos requeridos (canalizaciones eléctricas, drenajes de aguas, redes de suministro hidráulico, etc.)

De esta manera se podría definir, de acuerdo a los requerimientos y particularidades del caso, el tipo de grúa mas apropiado a ser utilizada en el proyecto. Al igual que se podrían identificar los elementos afectados por la inclusión de la grúa dentro del proceso existente y se propondrían las mejoras a realizar para que funcionase el conjunto en completa armonía.

4.1.4 Ingeniería de diseño del proyecto

Para realizar el diseño de la estructura se tomó en cuenta la información básica de diseño y se estableció:

- El sitio de implantación
- Definición en reuniones consecutivas con los coordinadores Sidor de los documentos (Planos, memorias de cálculos, etc.), necesarios para presentar la

información del proyecto; en esto se incluye la etapa previa de Ingeniería básica y la final de Ingeniería de detalles.

- Elaboración y manejo de Presupuestos iniciales y formalización de solicitudes para la certificación de Horas a Sidor.
- Elaboración de cronogramas y estimaciones de tiempos de entrega de ingeniería básica y de detalles.
- Manejo de recursos o grupos de trabajo de acuerdo a los cronogramas elaborados.
- Revisión de planos y documentos de acuerdo a las Normas de diseño utilizadas en el país.
- Revisión de planos y documentos de acuerdo a las Normas para la presentación y colocación de documentos en la base de datos de Sidor, Mandoc.
- La geometría
- El método de diseño
- Las condiciones de trabajo
- Las solicitudes de diseño

4.1.5 Elaboración de planos finales

Con los cálculos realizados, se chequearon las dimensiones de los componentes y se procedió a la elaboración de los planos, para mostrar el diseño completo, con la planta general, los cortes, los niveles, las dimensiones, las secciones y la situación relativa de todos los componentes, miembros, detalles de las estructuras, fundaciones, etc.

4.1.6 Redacción del trabajo de grado

Se emitieron las conclusiones y recomendaciones correspondientes. Y recogiendo toda esta información y verificando el cumplimiento de los objetivos planteados se procedió la redacción de la tesis, siguiendo las normativas establecidas por la universidad. Y luego de la revisión final por parte de los asesores se procedió a su presentación tanto en la empresa como en la universidad.

Tabla 4.1. Presupuestos manejados para la realización de la Ingeniería.*

OL.	S	FEC HA INICIO	F		ELABORADOS	HH PRESUP	HH CERTIFICADAS
			ECHA P ROM.	ECHA FIN			
486	1	19- 06-06	1	1	APL-CCP-SA- GCR000	50HH	58HH
					APL-CCP-SA- GCR001	40HH	40HH
					APL-CCP-SA- GCR002	40HH	40HH
					APL-CCP-SA- CGE001		
					APL-CCP-SA- CLY002		
					APL-CCP-SA- CCT000	40HH	50HH
					APL-CCP-SA- CCT002	40HH	43HH
					APL-CCP-SA- CCT003	30HH	32HH
					APL-CCP-SA- CCT004	30HH	30HH
					APL-CCP-SA- CDT000	30HH	30HH
531	1	07- 06	1	1	APL-CCP-SA- CEA004	28HH	28HH
					APL-CCP-SA- CEA007	35HH	35HH
					APL-CCP-SA- CEA008	35HH	35HH
					APL-CCP-SA- CEA016	35HH	35HH
					APL-CCP-SA- CEA004	30HH	28HH
					APL-CCP-SA- CEA007	28HH	25HH
					APL-CCP-SA- CEA008		
					APL-CCP-SA- CEA016		
1	09-	1	1	APL-CCP-SA-	30HH	32HH	

556	06	2-06	2-06	SMG002	30HH	35HH
				APL-CCP-SA-	30HH	32HH
				SMG003	30HH	30HH
				APL-CCP-SA-	30HH	30HH
				SCJ001	30HH	30HH
				APL-CCP-SA-	30HH	32HH
				SCJ002	30HH	32HH
				APL-CCP-SA-	30HH	32HH
				SCJ003	30HH	30HH
				APL-CCP-SA-	30HH	30HH
				SCJ004	28HH	30HH
				APL-CCP-SA-	30HH	32HH
				SCJ005	28HH	30HH
				APL-CCP-SA-	28HH	30HH
				SCJ009	28HH	28HH
				APL-CCP-SA-	28HH	26HH
				SCJ014		
				APL-CCP-SA-		
				SCJ019		
				APL-CCP-SA-		
				SDT000		
				APL-CCP-SA-		
				SDT002		
				APL-CCP-SA-		
				SDT003		
				APL-CCP-SA-		
				SDT004		
				APL-CCP-SA-		
				SDT005		
				APL-CCP-SA-		
				SDT006		
				APL-CCP-SA-		
				SDT010		
				APL-CCP-SA-	35HH	35HH
				Sly000	35HH	30HH
				APL-NAV-SA-	35HH	30HH
				SMG000	35HH	35HH
				APL-NAV-SA-	35HH	35HH
1	12-	0	0	SMG001	35HH	35HH
638	06	1-07	2-07	APL-NAV-SA-		
				SDT001		
				APL-NAV-SA-		
				SDT002		
				APL-NAV-SA-		
				SDT003		

* Ver Anexo C para presupuesto y Anexo N para cronograma de ejecución.

4.2 Descripción de equipos y materiales

4.2.1 Equipos

- Microprocesador PENTIUM IV, Marca: INTEL, con todos sus accesorios
Capacidad: 512 MB de RAM y 80 GB de DD
- Impresora LaserJet, Marca: Hewlett Packard
Modelo: 4050N
- Plotter DesingJet, Marca: Hewlett Packard
Modelo: 5000ps
- Software Windows XP, Microsoft Office, Avwin, AutoCad 2000
- Calculadora científica, Marca: Hewlett Packard
Modelo: 49 G
- Cinta métrica, Marca: Lobster
Capacidad: 7.5 m
- Escalímetro, Marca: Pizzini

4.2.2 Materiales

- Papel Bond blanco.

4.3 Información General.

Se debe instalar una grúa de 50 t de capacidad. La grúa debe atravesar la nave en forma perpendicular y salir brevemente de la misma para cargar las gandalas con el producto terminado y debidamente apilado por las grúas puentes existentes en la nave. En este recorrido la grúa afecta el arriostamiento en “k” entre las columnas N-3 y N-4 al que se le propusieron las modificaciones explicadas más adelante. De la misma manera también hay que hacer una modificación importante en el arriostamiento y el cerramiento lateral, hacia el lado este de la nave, entre las columnas P-3 y P-4.

Como se puede apreciar en el Layout, del plano APL-CCP-SA-CGE001 (Anexo M), la grúa semipórtico trabaja en una luz de 18m, con un recorrido aproximado de 58.50m y se está planteando una viga carrilera a un lado de altura 2.0m y nivel de riel +5.50m, la cual está soportada en columnas distanciadas a 8.9m, 12.60m y 18.50m. Por las condiciones de interferencias con los túneles de servicios se deben hacer dos tipos de fundación.

De lo anterior tenemos que se debe diseñar una estructura conformada en uno de sus ejes por un riel a nivel de piso en una longitud de 58.50m y en el otro eje distanciado a 18m una viga carrilera de 58.50m de longitud, altura 2.0m y nivel de riel +5.50m y soportada en columnas distanciadas consecutivamente cada 12.60m,

18.50m, 8.9m y 18.50m; ésta es compleja debido a la complicación que generan los túneles de cables existentes en el área, los cuales impiden tener una fundación directa de las columnas soporte, por lo que en algunos casos se hace necesario plantear dos pedestales a cada lado de la columna y luego colocar entre estos, una viga puente que sirva de soporte a la columna en mención. Es importante resaltar en este punto que en el modelo de análisis se plantean estos puntos como apoyos simples para evitar que la viga puente trabaje a torsión.

Para el análisis global de la estructura se modeló un pórtico tridimensional conformado en un sentido por luces de 12.60m, 18.50m, 8.9 m y 18.50m donde trabajan las vigas apoyadas simplemente, las columnas son armadas con dos perfiles I distanciadas 1.00m en el sentido transversal, las cuales a su vez están soportadas en una viga puente de una luz aproximada de 4.50m, para el caso del último eje, la columna si esta soportada en fundación directa.

Para tener en cuenta el trabajo conjunto de la viga carrilera con la viga secundaria, se hace otro modelo de estas dos vigas para la luz mayor, o sea la de 18.50m. (Anexo J)

Se plantea para todos los ejes una columna armada con dos perfiles I para proporcionar la rigidez lateral; y para lograr la rigidez longitudinal, se plantea un arriostamiento de la pareja de columnas de los ejes espaciados a 8.9m

Como las estructuras se encuentran dentro del galpón y es totalmente independiente se considera que no actúan cargas de viento en ella.

En el caso de los arriostamientos a modificar, la modificación se realiza a nivel de estructura metálica para no tener que ejecutar ningún tipo de obra en las fundaciones. Para complementar la información presentada en la geometría del Anexo Ñ, se destaca que las columnas son del tipo armadas con dos perfiles HEB1000 y el carril del puente grúa se encuentra a una altura de 15.0m soportado sobre vigas de aproximadamente 3.60m de altura; el pórtico longitudinal consta de 16

ejes espaciados cada uno 25.0m y con dos arriostramientos entre los ejes 3 y 4 y entre los ejes 11 y 12 respectivamente.

Estos arriostramientos son en forma de K, donde los elementos diagonales que son perfiles HEB320, parten de la base de las dos columnas contiguas y llegan al punto medio de la luz por la parte baja de la viga carrilera, adicional a esto, en el punto donde se encuentran las dos diagonales con la viga, se generó un aditamento especial que hace que solo se transmitan las cargas horizontales de la viga a las diagonales, sin haber transmisión de cargas verticales.

Esto indica que las fundaciones están recibiendo la carga directamente, es decir, con cierto grado de inclinación pero no hay un brazo entre la carga y su punto de aplicación que genere un momento adicional; lo que conlleva a plantear algo como lo siguiente: Utilizar dos diagonales con una inclinación mayor que la original de tal manera que se salven las interferencias y además que estas se interconecten con una viga adicional que se plantea colocar por debajo de la viga carrilera, también en el punto de llegada de la diagonal a la viga, conservando el detalle del aditamento especial para que solo halla transferencia de las cargas horizontales.

4.4 Estándares y especificaciones

- ACI 318-95 Building Code Requirement for Reinforced Concrete
- AISC-ASD Manual of Steel Construction – Allowable Stress Design
- ANSI/ASCE 7-95 Minimum Design Loads for buildings and other structures
- AISE No. 13 Guide for the Design and Construction of Mill Buildings
- COVENIN 1618 Estructuras de Acero
- COVENIN 1753 Estructuras de concreto armado para edificaciones
- COVENIN 1756 Edificaciones Sismorresistentes

- EG-0203 Especificación General Concreto Reforzado – SIDOR
- EG-0204 Especificación General Acero Estructural – SIDOR

4.5 Características de los materiales

- Concreto $f'c = 225 \text{ Kg/cm}^2$
- Acero $f_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$
- Pernos A-307 $f_y = 2530 \text{ Kg/cm}^2$ $f_u = 4080 \text{ Kg/cm}^2$
- Acero A36 $F_y = 2530 \text{ Kg/cm}^2$ (36Ksi) $E = 2'040.000 \text{ Kg/cm}^2$ (29000Ksi)
- Acero A572 $F_y = 2940 \text{ Kg/cm}^2$ (42Ksi)
- Pernos A325 y Electrodo E70xx $F_u = 4900 \text{ Kg/cm}^2$

4.6 Parámetros del suelo

Como parámetro de resistencia del suelo se tomó el “Estudio de Suelos para fundaciones de Acería Eléctrica y Planta para Colada Continua de Planchones” realizado en 1975.

Este informe recomienda como profundidad de fundación directa entre unos 6.5m y 9.5m y una capacidad portante admisible de 3.0 Kg/cm^2 .

Por otra parte la firma de Ingeniería y Construcción Hochtief quién diseñó y construyó las fundaciones en 1975, tomó como parámetro, en fundaciones a profundidades menores de 4m, los siguientes valores:

Presión admisible,	$\sigma_{adm} = 1.5 \text{ Kg/cm}^2$.
Peso propio del suelo de arena	$\gamma = 1.80 \text{ t/m}^3$

4.7 Generalidades

Cuando se requiera, el análisis global de las estructuras se realizará utilizando el programa para análisis y diseño de estructuras Avwin y se mostrará toda la información de entrada y salida en el anexo.

4.8 Datos y resultados obtenidos, muestra de calculos

Datos Generales de partida.

Viga Carrilera Propuesta $h = 2.10\text{m}$

Nivel de Riel = $+5.50\text{m}$

Distancia entre columnas = 9.0 m , 12.50 m y 18.50m .

4.8.1 Fundaciones

4.8.1.1 Combinación de Cargas

- $D + C$
- $0.75(D + C_v + C_{ss})$
- $0.75(D + C_v + C_{bs})$
- $1.4D + 1.7C_v$

4.8.1.2 Datos obtenidos

Tabla 4.2. Dimensiones y cargas en las fundaciones.

FUNDACION	Dimensiones	Dimensiones	D	
	Zapata (m)	Pedestal (m)	(t)	
TIPO 1	4.50x6.00x1.00	1.20x1.80x2.85	91.55	91
TIPO 2	3.00x4.00x0.70	1.00x1.50x3.15	49.05	54
TIPO 3	2.00x4.00x0.70	1.00x1.50x3.15	39.80	35

D = Carga Muerta

Cv = Carga Viva

Css = Carga Lateral de la grúa

Cls = Carga Longitudinal de la grúa

Cbs = Carga de Choque

Tabla 4.3. Esfuerzos en fundaciones

FUNDACION	σ (t/m ²)	σ_L (t/m ²)	σ_T (t/m ²)	$\sigma_{\text{máx}}$ (t/m ²)	σ_{min} (t/m ²)
TIPO1	6.80	4.20	3.30	14.10	-0.70
TIPO2	8.65	1.25	3.65	13.55	3.75
TIPO3	9.40	1.15	5.25	15.80	3.0

σ = Esfuerzo por carga vertical

σ_L = Esfuerzo por flexión en sentido longitudinal

σ_T = Esfuerzo por flexión en sentido transversal.

σ_{\max} = Esfuerzo máximo y σ_{\min} = Esfuerzo mínimo

Tabla 4.4 Diseño de las zapatas

FUNDACION	vu (Kg/cm ²)	As	As	$\varnothing_{\min.}$
		Zapata (cm ²)	Pedestal (cm ²)	Perno (cm)
TIPO 1	2.22	16.74	108	7.19
TIPO 2	1.15	11.34	75	1.90
TIPO 3	1.15	11.34	75	1.90

vu = Esfuerzo de corte ultimo.

As = Area de acero

\varnothing_{\min} = Diámetro mínimo del perno.

4.8.1.3 Muestra cálculos Fundación tipo 1 – grúa semipórtico

En este aparte se trata la zapata para la última columna, la cual se ha predimensionado de 4.50 x 6.00m y fundada a una profundidad de 4m (Figura 4.1).

Cargas

Carga Muerta (D)

Está dada por el peso de la columna soporte, el tramo aferente de la viga carrilera y el peso propio de la fundación.

Columna y viga carrilera	=	12.00t (Nudo5– pp Anexo F)
Pedestal (1.20x1.80x2.85) x 2.40	=	14.75t
Zapata (4.50x6.00x1.00) x 2.40	=	64.80t
Carga Total	=	91.55t

Carga vertical de la grúa (Cv)

Según información suministrada por Sidor la disposición de las ruedas y las máximas carga del puente grúa se indican en la figura 4.2

$$cv = 91.50t \quad (\text{Nudo 5 – v1})$$

Carga Lateral de la grúa (Css)

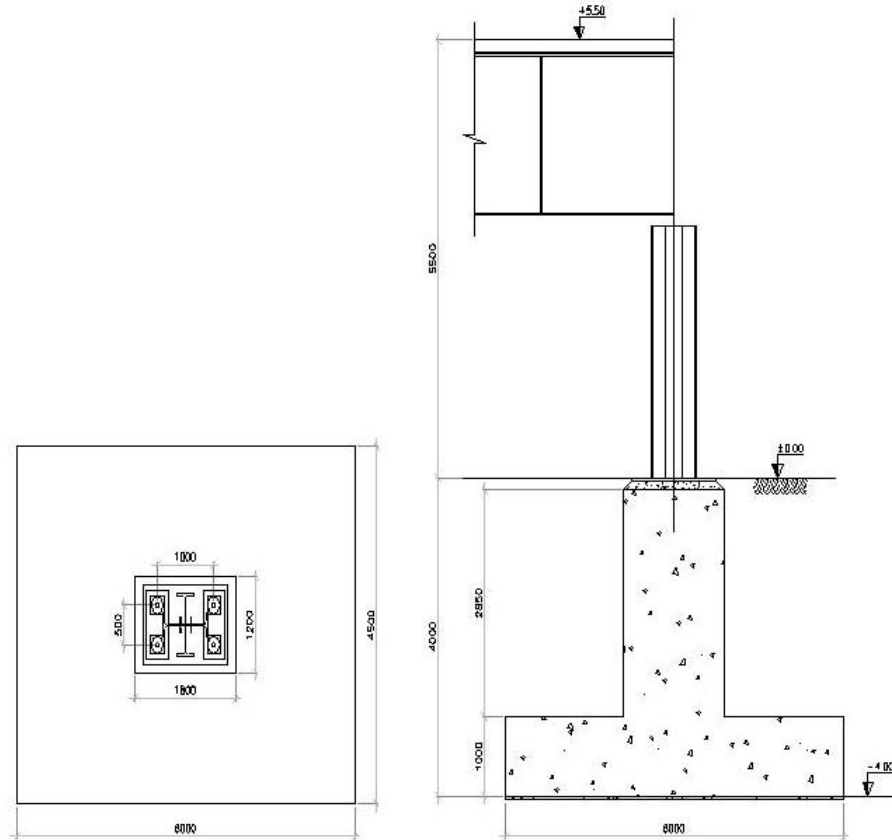
$$ss = 7.0t \quad (\text{Nudo 5 – s1})$$

Carga Longitudinal de la grúa (Cls)

$$ls = 12.0t \quad (\text{Nudo 5 – l1})$$

Carga de choque (Cbs)

$$bs = 16.0t \quad (\text{Nudo 5 – b1})$$



PLANTA

ELEVACION

Figura 4.1 Zapata de fundación tipo 1 – columna para grúa semipórtico

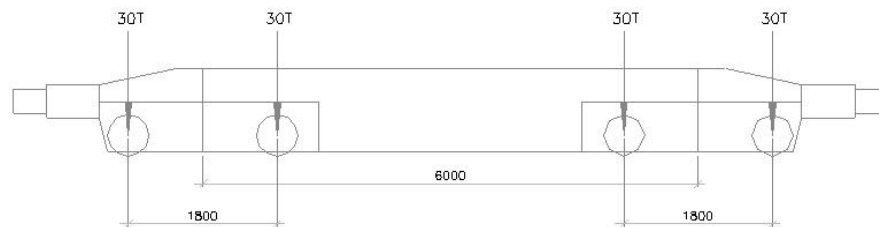


Figura 4.2 Disposición de cargas en trolley de grúa.

Combinaciones de carga

- **D + Cv** (Condición 1) [16]
- **0.75(D + Cv + C_{ss})** (Condición 2) [16]
- **0.75(D + Cv + C_{bs})** (Condición 3)[16]
- **1.4D + 1.7L** (ACI 318 – 9.1)[17]

Para este caso se estudia también la condición de impacto. Para el diseño de la cimentación se utiliza la última combinación tomando como carga viva las cargas de la grúa.

Revisión de esfuerzos

Carga vertical,

$$P = 91.55 + 91.50 = 183.05t$$

Cargas horizontales,

$$F_L = 12.0t \quad F_T = 7.0t$$

Esfuerzo debido a la carga vertical,

$$P / A = 183.05 / (4.50 \times 6.00) = 6.80t/m^2$$

Esfuerzo por flexión en el sentido longitudinal,

$$M_y c / I = (12.0 \times 9.50) \times 3.0 / (4.5 \times 6.0^3 / 12) = 4.20t/m^2$$

Esfuerzo por flexión en el sentido transversal,

$$M_x c / I = (7.00 \times 9.50) \times 2.25 / (6.0 \times 4.5^3 / 12) = 3.30t/m^2$$

De lo que resulta,

$$\sigma_{\max} = 6.80 + 4.20 + 3.30 = 14.30t/m^2 < 15t/m^2 \quad \rightarrow \quad \mathbf{Ok}$$

$$\sigma_{\min} = 6.80 - 4.20 - 3.30 = -0.70t/m^2 < 0$$

Como tenemos esfuerzos negativos, se revisa el esfuerzo máximo sin tener en cuenta la zona en tracción, para esto utilizamos el ábaco que se encuentra en el Anexo 2 del presente documento.

Excentricidades de la carga,

$$c_x = M_y / P = 114 / 183.05 = 0.62\text{m} \quad \rightarrow \quad c_x / a = 0.62 / 6.0 = 0.10$$

$$c_y = M_x / P = 66.5 / 183.05 = 0.36\text{m} \quad \rightarrow \quad c_y / b = 0.36 / 4.50 = 0.08$$

Con estos valores e interpolando encontramos que $\mu = 2.08$
Y,

$$\sigma_{\text{máx}} = \mu P / A = 2.08 \times 183.05 / 27.0 = 14.10 \text{ t/m}^2 < 15 \text{ t/m}^2 \rightarrow$$

Ok

Diseño de la zapata

Revisión por corte de la zapata

Realizando el mismo procedimiento para cargas últimas tenemos:

$$\text{Por carga vertical,} \quad P_u = 1.4 * 91.55 + 1.7 * 91.50 = 283.70\text{t}$$

$$P_u / A = 283.70 / 27.0 = 10.50\text{t/m}^2$$

Se tiene entonces una carga distribuida por ancho de zapata de

$$W_u = 17.65 \times 4.50 = 79.40\text{t/m}$$

De esto resulta un cortante último a la distancia “d”

$$V_u = 79.40 \times (2.10 - 0.93) = 92.90\text{t}$$

Esfuerzo cortante resistido por el concreto,

$$\phi v_c = \phi \times 0.53 \sqrt{f'c} = 0.85 \times 0.53 \times \sqrt{225} = 6.75 \text{Kg/cm}^2$$

Por lo tanto un esfuerzo de corte último en la sección de:

$$v_u = 92900 / (450 \times 93) = 2.22 \text{Kg/cm}^2 < 6.75 \text{Kg/cm}^2$$

Diseño a flexión

El momento en el voladizo de la zapata está dado por:

$$M_u = q_u \times L^2 / 2 = 17.65 \times 2.102 / 2 = 38.90 \text{t-m/m}$$

Con

$$b = 100 \text{cm y } d = 93 \text{cm} \rightarrow \rho = 0.0012 < \rho \text{ mín}$$

$$A_s = 0.0018 \times 100 \times 93 = 16.74 \text{cm}^2/\text{m} \rightarrow \text{Ø}3/4'' \text{c}/0.175$$

(16.30cm²/m)

Pernos de anclaje

Primero se halla la fuerza de tensión máxima en un perno para la disposición planteada,

Momentos en la base de la columna

$$M_L = 12.00 \times 5.50 = 66.0 \text{t-m}$$

$$M_T = 7.00 \times 5.50 = 38.50 \text{t-m}$$

Fuerzas de tensión en las dos direcciones,

$$T_L = M_L / 1.00 = 66.00 / 1.00 = 66.0 \text{t}$$

$$T_T = M_T / 0.50 = 38.50 / 0.50 = 77.0 \text{t}$$

Fuerza de compresión en los pernos,

$$C = 12.0 + 91.50 = 103.50 \text{t}$$

Fuerza de tensión máxima en un perno,

$$T_{\text{perno}} = (66 + 77) / 2 - 103.5 / 4 = 45.625 \text{t} = 45625 \text{Kg}$$

Tensión admisible por perno,

$$T_{adm} = \pi \times (\varnothing - 0.3)^2 / 4 \times \sigma_{adm} > T_{perno}$$

Diámetro del perno,

$$\varnothing_p = \sqrt{\frac{4T}{\pi \sigma_{adm}}} + 0.3 = \sqrt{\frac{4 * 45625}{\pi * 1225}} + 0.3 = 7.19 \text{cm}$$

Utilizamos 4 pernos cabeza de martillo M80

Conector de cortante

Se coloca un perfil HEB200 embebido 15cm que proporciona un área de contacto en los dos sentidos de 300cm²

Esfuerzo permisible en el concreto

$$F_p = 0.35 * f'_c = 0.35 * 225 = 78.75 \text{Kg/cm}^2$$

Esfuerzos en el concreto

$$f_b = 12000 / (20 * 15) = 40 \text{Kg/cm}^2 < F_p = 78.75 \text{Kg/cm}^2$$

Armadura del pedestal

$$A_s = 0.005 * 120 * 180 = 108 \text{cm}^2 \rightarrow 38 \text{ barras de } 3/4'' (108.30 \text{cm}^2)$$

En la fundación del riel de la pata larga de la grua, existe una interferencia importante con la bancada de alimentación a construir, de la balanza, cuya evaluación se detalla en el Anexo I

4.8.2 Superestructura.

Para tomar en cuenta el efecto de la carga móvil de la grúa se hacen diferentes hipótesis de carga variando la posición de esta en la luz de las vigas.

4.8.2.1 Cargas y combinaciones de carga.

- **Carga Muerta (D)**

Corresponde al peso propio de la estructura y es calculada automáticamente por el programa de análisis.

$$\text{Carril ASCE 175} = 87 \text{ Kg/m}$$

- **Carga vertical de la grúa (Cvs)**

Ver disposición en la figura 4.2

- **Carga Lateral de la grúa (Css)^[16]**

La tabla 3.2 del Reporte N° 13 del AISE fija el 40% del valor de la carga izada.

$$C_{ss} = 0.40 * 50 / 2 \text{ vigas} = 10.0t$$

Carga Longitudinal de la grúa (Cls)^[16]

La tabla 3.2 del Reporte Técnico No. 13 del AISE lo fija en el 20% del valor de la carga de la rueda.

$$C_{ls} = 0.20 * 30 = 6.0t / \text{rueda}$$

Impacto de la carga vertical de la grúa (C_i)^[16]

La tabla 3.2 del Reporte Técnico No. 13 del AISE lo fija en el 25% del valor de la carga de la rueda

$$C_i = 7.5 \text{ t /rueda}$$

Carga de parachoques (C_{bs})

Según información suministrada por Sidor el impacto de choque es de 45t

$$C_{bs} = 45.0\text{t}$$

Combinaciones de carga^[16]

- $D + C_{vs} + 0.5C_{ss} + C_i$ (Caso 1)
- $D + C_{vs} + C_i + C_{ss} + C_{ls}$ (Caso 2)
- $0.75 (D + C_{vs} + C_i + C_{bs})$ (Caso 3)

4.8.2.2 Predimensionado de los elementos

Para todas las columnas se seleccionaron 2 perfiles HEB600 arriostrados en celosía con 2 ángulos de 100x100 mm soldados espalada con espalada (ver fig. 4.3 y 4.4).

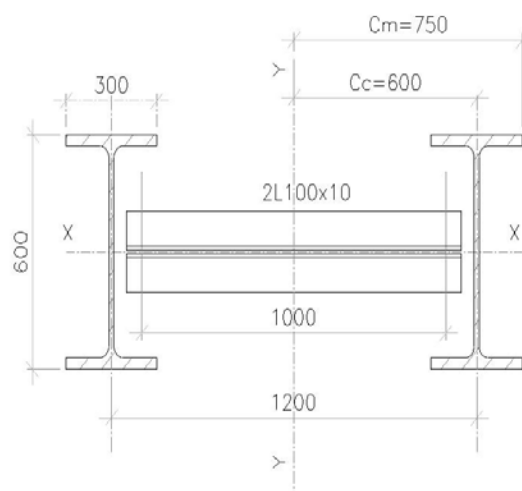


Figura 4.3. Vista en planta de columna típica

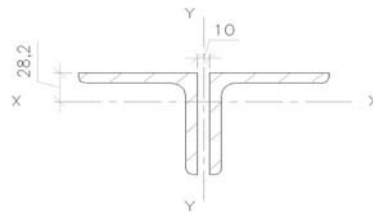


Figura 4.4 Sección de celosía columnas típicas

Para la viga carrilera se utilizará una viga I de 400mm x 2000mm reutilizada en algunos tramos y nueva en otros, y paralela a esta se tendrá una viga secundaria en celosía existente como se muestra en la figura 4.5, en una longitud de 18.50m.

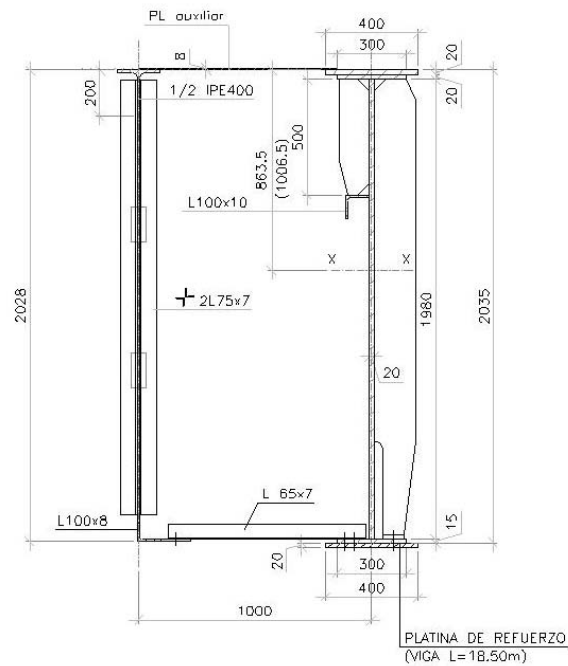
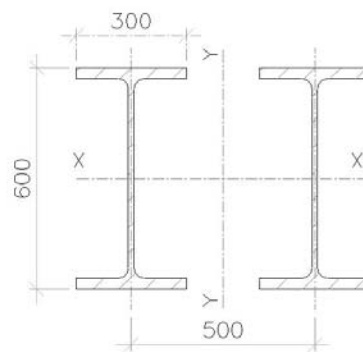


Figura 4.5 Sección viga carrilera

Para apoyar 4 de las 5 columnas armadas se debe puentear el túnel de cables existente, para esto se utilizarán dos perfiles HEB600 dispuestos como se indica en la figura 4.6.

**Figura 4.6** Sección compuesta viga puente.

4.8.2.3 Datos obtenidos

Tabla 4.5 Propiedades de los perfiles

PERFIL	Area (cm ²)	I _{xx} (cm ⁴)	r _x (cm)	I _{yy} (cm ⁴)
HEB600	270	171000	25.20	13500
COLUMNA TÍPICA	540	342000	25.20	1971000
2L100x10	38.40	354	3.04	776
VIGA CARRILERA	580	3013067	-	18867
REFUERZO VIGA CARRILERA	661	3994646	-	29560

VIGA SECUNDARIA	57.70	435445	-	805
VIGA PUENTE	540	342000		364500

I_{xx} = Momento de inercia eje x-x

r_x = Radio de Inercia para el eje x

I_{yy} = Momento de inercia eje y-y

R_y = Radio de Inercia para el eje y

Tabla 4.6 Solicitaciones en columnas

SOLICITACIONES

COLUMNA	P1	P2	M_x	M_y	f_a	f' _a	f_{b_x}
1-2 HEB600	109400	16800	5396000	2174800	234	405	947
2-2 HEB600	102560	35430	754700	154533	255	380	132

P1 = Carga vertical en miembro 1 de la pareja de miembros (Kg)

P2 = Carva vertical en miembro 2 de la pareja de miembros (Kg)

M_x = Momento en eje x de la sección (Kg-cm)

M_y = Momento en eje y de la sección (kg-cm)

f_a = Esfuerzo axial para sección combinada(Kg/cm²)

f' _a = Esfuerzo axial considerando la excentricidad de la columna combinada en el eje y-y (Kg/cm²)

f_{b_x} = Esfuerzo a flexión en sentido x-x (Kg/cm²)

f_{by} = Esfuerzo a flexión en sentido y-y (Kg/cm^2)

Tabla 4.7 Resultados de la verificación de las columnas

COLUMNA	b/t	Kl/r	F_a	F_{bx}	F_{by}	C_{mx}
1-2	5.0	43.15	1330	1670	1518	0.40
2-2	5.0	43.15	1330	1670	1518	0.60

b/t = Factor de clasificación de la sección

Kl/r = Relación de Esbeltez

F_a = Esfuerzo a compresión admisible (Kg/cm^2)

F_{bx} = Resistencia a la flexión permisible en el sentido x-x (Kg/cm^2)

F_{by} = Resistencia a la flexión permisible en el sentido y-y (Kg/cm^2)

C_m = Coeficiente de amplificación de la tensión en el miembro por el pandeo lateral por momentos actuantes.

F'_{ex} = Tensión admisible de compresión en eje x-x (Euler) (Kg/cm^2)

F'_{ey} = Tensión admisible de compresión en eje y-y (Euler) (Kg/cm^2)

Δ = máxima deflexión por impacto (cm)

Tabla 4.8 Solicitaciones en vigas

VIGA	M_x	M_y	V_x	V_y	f_{bx}	f_{by}	f_{vx}	f_{vy}
L=12.50	26300000	150000	88027	5680	1004	196	216	4
L=18.50	49600000	267000	122000	3190	1255	349	300	2
Viga puente	13800000	-	53780	-	1210	-	289	

M_x = Momento en eje x de la sección (Kg-cm)

M_y = Momento en eje y de la sección (kg-cm)

V_x = Cortante en x (Kg)

V_y = Cortante en y (Kg)

f_{bx} = Esfuerzo a flexión en x (Kg/cm^2)

f_{by} = Esfuerzo a flexión en y (Kg/cm^2)

f_{vx} = Esfuerzo de corte en x (Kg/cm^2)

f_{vy} = Esfuerzo de corte en y (Kg/cm^2)

Tabla 4.9 Resultados de la verificación de las vigas

VIGA	b/t	Kl/r	F_a	F_{bx}	F_{by}	h/tw	C
L=12.50	5.0	324	100	1670	1898	99	0.
L=18.50	5.0	276	137	1670	1898	99	0.

Viga puente

$b/t = 5.0$

$F_{bx} = 1670 \text{ Kg}/\text{cm}^2$

$F_v = 1012 \text{ Kg}/\text{cm}^2$

$\Delta = 0.47 \text{ cm}$

b/t =Factor de clasificación de la sección

Kl/r = Relación de Esbeltez

F_a = Esfuerzo a compresión admisible (Kg/cm^2)

F_{bx} = Resistencia a la flexión permisible en el sentido x-x (Kg/cm^2)

F_{by} = Resistencia a la flexión permisible en el sentido y-y (Kg/cm^2)

h/tw = Coeficiente para almas en compresión por flexión.

C_v = Coeficiente entre la tensión crítica de corte del alma y la tensión de fluencia por corte

F_v = Tensión admisible de corte (Kg/cm^2)

4.8.2.4 Muestra de cálculo

a) Predimensionado:

Las propiedades de la sección compuesta se indican a continuación:

$$A = 2 * 270 = 540\text{cm}^2$$

$$I_{xx} = 2 * 171000 = 342000\text{cm}^4 \quad r_x = 25.20\text{cm}$$

$$I_{yy} = 2 * (13500 + 270 * 602) = 1'971000\text{cm}^4 \quad r_y = 60.40\text{cm}$$

Se verifican los requerimientos de las especificaciones ASD - E4 para columnas armadas.

- Relación de esbeltez perfil individual

$$Kl / r = 125 / 7.08 = 17.65$$

- Relación de esbeltez miembro armado

Primero se halla el factor de longitud equivalente de acuerdo con la tabla 7.1 del AISE No. 13 (Anexo L)

$$a_r = L_u / L = 2.0 / 5.50 = 0.36 \quad (\text{Relación de Longitud})$$

$$B = I_L / I_u = 1'971000 / 13500 = 146 \quad (\text{Relación de Momentos de Inercia})$$

$$P_1 / P_2 = 39300 / 108800 = 0.36 \quad (\text{Relación de carga axial})$$

Interpolando se encuentra que $K = 4.35$

$$Kl / r = 4.35 * 250 / 25.20 = 43.15$$

La especificación estipula que debe cumplirse que,

$$17.65 < 3/4 * 43.15 = 32.35 \quad \textbf{Cumple}$$

- Relación de esbeltez de la celosía

La especificación limita la relación de esbeltez a 200

$$Kl / r = 175 / 3.04 = 57 \quad \textbf{Cumple}$$

- Placa de unión

La longitud debe ser igual a por lo menos la distancia entre las líneas de conectores

$$\text{Longitud mínima} = 1000 \quad \rightarrow \quad L = 1000\text{mm}$$

El espesor debe ser igual a por lo menos 1/50 veces la distancia entre las líneas de conectores

$$t_{\min} = 1000 / 50 = 20 \quad \rightarrow \quad t = 25\text{mm}$$

Análisis de la estructura

Para tomar en cuenta el efecto de la carga móvil de la grúa se hacen diferentes hipótesis de carga variando la posición de esta en la luz de las vigas.

Verificación de la estructura

Columna 1 – 2 HEB600

- Propiedades

2 HEB600

$A = 540\text{cm}^2$	$I_{xx} = 342000\text{cm}^4$	$r_x = 25.20\text{cm}$	$S_x =$	$=$
11400cm^3				
	$I_{yy} = 1'971000\text{cm}^4$	$r_y = 60.40\text{cm}$	$S_y = 32850\text{cm}^3$	
$b = 30\text{cm}$	$d = 60\text{cm}$	$t_f = 3.0\text{cm}$	$t_w =$	$=$
1.55cm				

- Solicitaciones (Anexo J)

De los resultados del análisis se tiene para la pareja de miembros (7 y 56) y la combinación b2

$$P1 = 109400\text{Kg}$$

$$P2 = 16800\text{Kg}$$

$$M_x = 5'396000\text{Kg-cm}$$

$$M_y = (996800 + 1'178000) = 2'174800\text{Kg-cm}$$

$$f_a = (P1 + P2) / A = (109400 + 16800) / 540 = 234\text{Kg/cm}^2$$

$$f'_a = P1 / AL = 109400 / 270 = 405\text{Kg/cm}^2$$

$f_{bx} = M_x / S_x = 5'396000 / 5700 = 947\text{Kg/cm}^2$ (Considerando la columna de la grúa)

$f_{by} = M_y / S_y = 2'174800 / 32850 = 66\text{Kg/cm}^2$ (Considerando la columna compuesta)

- Clasificación de la sección

$$65 / \sqrt{F_y} = 65 / \sqrt{36} = 10.83$$

$$b / t = 15 / 3.0 = 5.0 < 10.83 \quad \rightarrow \quad \text{Compacta}$$

- Relación de esbeltez

$$C_c = \sqrt{\frac{2\pi^2 E}{f_y}} = 126.1$$

Columna compuesta,

$$K l / r = 43.15 < 126.1 \quad \rightarrow \quad \text{Intervalo de pandeo inelástico}$$

- Resistencia a la compresión

Como $Kl/r < C_c$

El esfuerzo a compresión admisible está dado por

$$F_a = \frac{\left[1 - \frac{(kL/r)^2}{2C_c^2}\right] F_y}{5/3 + 3/8 \frac{(kL/r)}{C_c} - 1/8 \frac{(kL/r)^3}{C_c^3}} \quad [15]$$

$$F_a = 0.53 F_y = 1330 \text{Kg/cm}^2$$

- Resistencia a la flexión

En el sentido débil de la columna armada,

$$F_{bx} = 0.66 F_y = 1670 \text{Kg/cm}^2 \quad [15]$$

En el sentido fuerte de la columna armada,

$$F_{by} = 0.60 F_y = 1518 \text{Kg/cm}^2 \quad [15]$$

- Esfuerzos combinados

$$\frac{fa}{Fa} + \frac{Cmxfbx}{\left(1 - \frac{f'a}{F'ex}\right)Fbx} + \frac{Cmyfby}{\left(1 - \frac{fa}{F'ey}\right)Fby} \leq 1.0 \quad [15]$$

Con,

$Cmx = 0.40$ (condición empotrada)

$Cmy = 0.85$

- Esfuerzo de Euler

$$F'ex = \frac{12\pi^2 E}{23(KL_b / r_b)^2} = \frac{12\pi^2 * 2040000}{23(1 * 250 / 25.20)^2} = 106734 \text{Kg/cm}^2$$

$$F'ey = \frac{12\pi^2 E}{23(KL_b / r_b)^2} = \frac{12\pi^2 * 2040000}{23(43.15)^2} = 5642 \text{Kg/cm}^2$$

Reemplazando se tiene:

$$\frac{234}{1330} + \frac{0.40 * 947}{\left(1 - \frac{405}{106734}\right)1670} + \frac{0.85 * 66}{\left(1 - \frac{234}{5642}\right)1518} = 0.17 + 0.23 + 0.04 = 0.44 <$$

1.0

Cumple

4.8.3 Modificación de Arriostramientos entre columnas 3 y 4 en ejes N y P.

Cargas

Carga vertical de la grúa

Según información suministrada por Sidor la disposición de las ruedas y las máximas carga del puente grúa se indican en la siguiente gráfica



Figura 4.7 Disposición de carga en puente grúa.

Carga Lateral de la grúa (C_{ss})

La tabla 3.2 del Reporte Técnico No. 13 del AISE lo fija en el 40% del valor de la carga izada

$$C_{ss} = 0.40 * 60 / 2 \text{ vigas} = 12.0t$$

Carga Longitudinal de la grúa (C_{ls})

La tabla 3.2 del Reporte Técnico No. 13 del AISE lo fija en el 20% del valor de la carga de la rueda

$$C_{ls} = 0.20 * (4 * 38.7) = 31.0t$$

Impacto de la carga vertical de la grúa (C_i)

La tabla 3.2 del Reporte Técnico No. 13 del AISE lo fija en el 25% del valor de la carga de la rueda

Combinaciones de carga

- $D + C_{vs} + 0.5C_{ss} + C_i$ (AISE 3.10.2.1 – Caso 1)
- $D + C_{vs} + C_i + C_{ss} + C_{ls}$ (AISE 3.10.2.2 – Caso 2)

Análisis de la estructura

Como ya se comentó anteriormente, la disposición de los arriostramientos actuales y los nuevos propuestos solo transmiten las cargas horizontales impuestas por el puente grúa sobre la viga carrilera; por lo que se analizará la estructura original y las modificadas para carga horizontal y se hallará un perfil apropiado a utilizar como diagonal, de tal manera que halla una buena compatibilidad de deformaciones y reacciones en la fundación de la estructura antes y después de la modificación.

Para todos los casos se modelaron tres ejes contiguos de la estructura y se verificaron dos condiciones de carga, la primera cuando las fuerzas se originan fuera de las columnas arriostradas y la segunda, cuando estas se generan dentro de la luz arriostrada.

- **Estructura original**

Condición 1

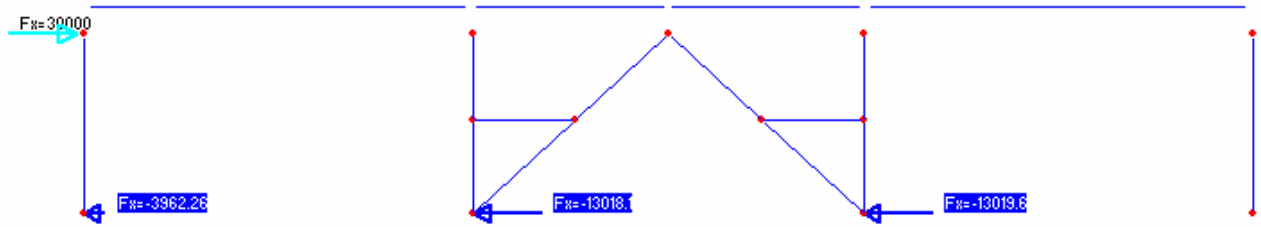


Figura 4.8. Reacción Horizontal en estructura original para la condición 1

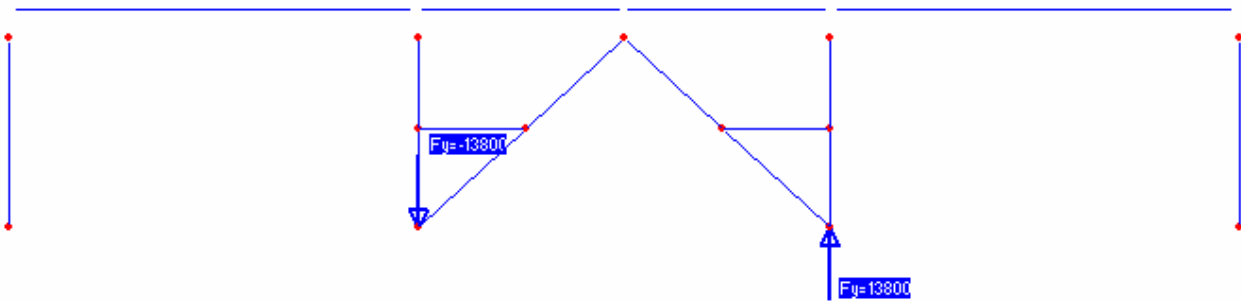


Figura 4.9. Reacción vertical en estructura original para condición 1

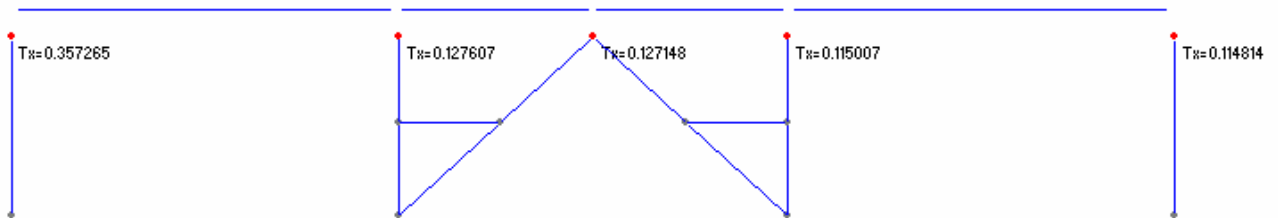


Figura 4.10. Desplazamientos en la estructura original para la condición 1

Condición 2

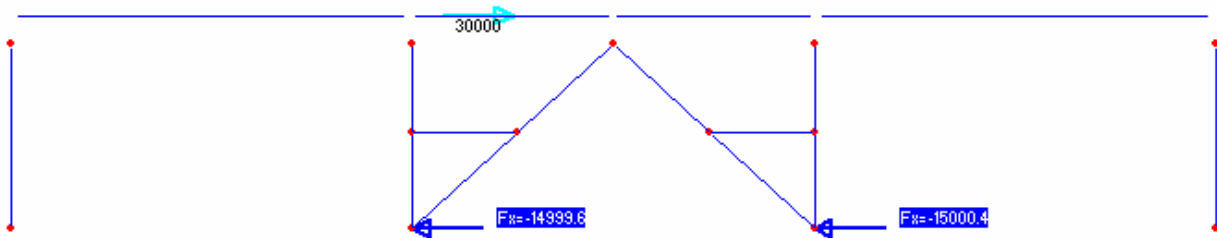


Figura 4.11. Reacción Horizontal en la estructura original para la condición 2

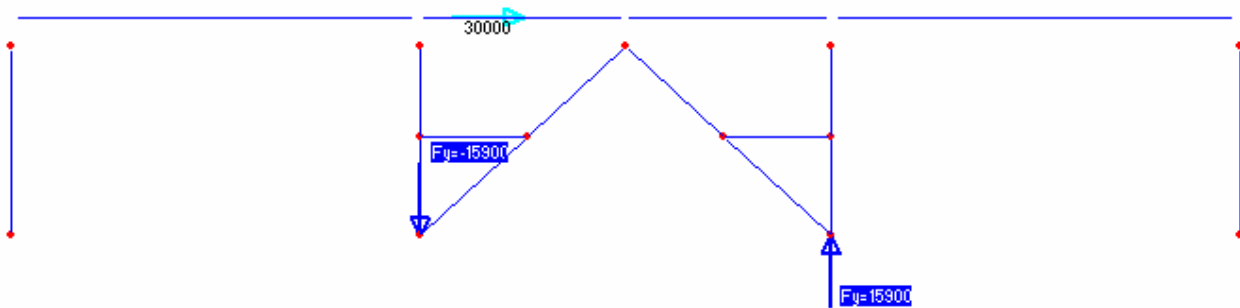


Figura 4.12. Reacción Vertical en la estructura original para la condición 2

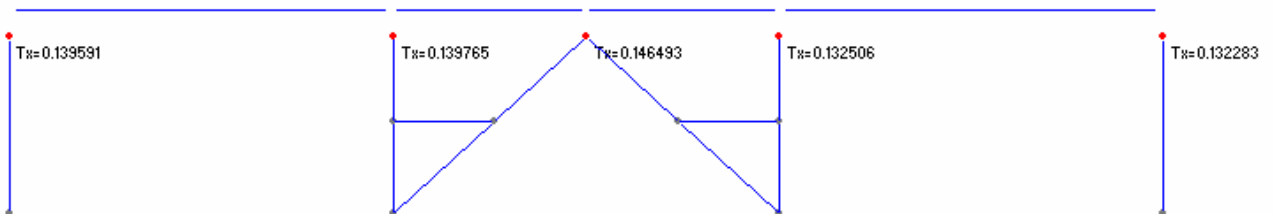


Figura 4.13. Desplazamientos en la estructura original para la condición 2

Modificación Eje N
Condición 1

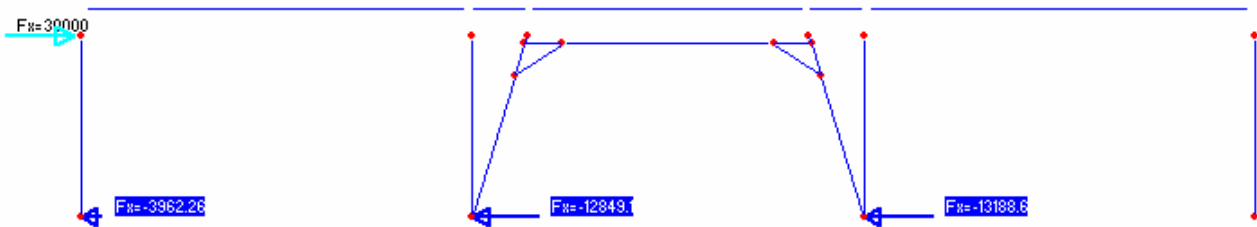


Figura 4.14. Reacción Horizontal en el eje N modificado para la condición 1

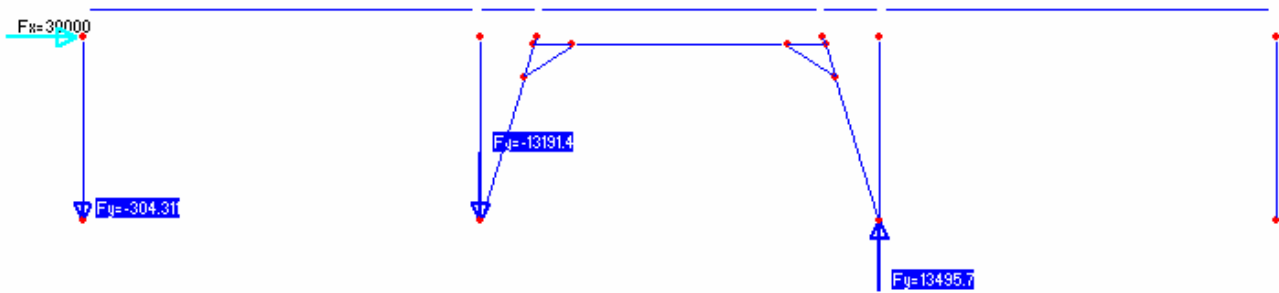


Figura 4.15. Reacción Vertical en el eje N modificado para la condición 1

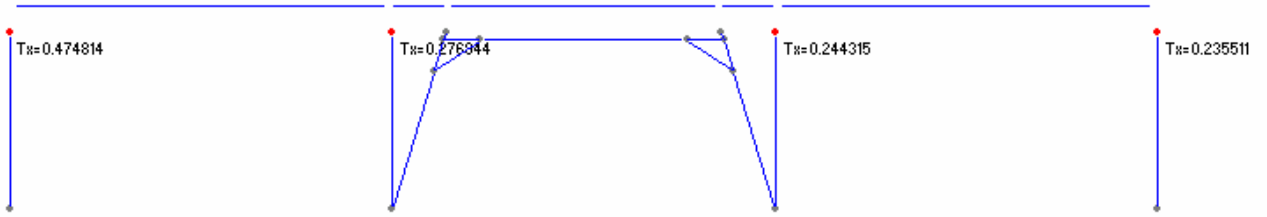


Figura 4.16. Desplazamientos en el eje N modificado para la condición 1

Condición 2

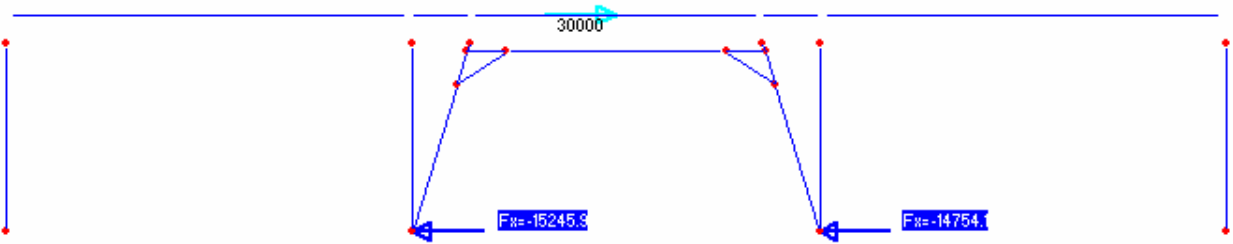


Figura 4.17. Reacción Horizontal en el eje N modificado para la condición 2

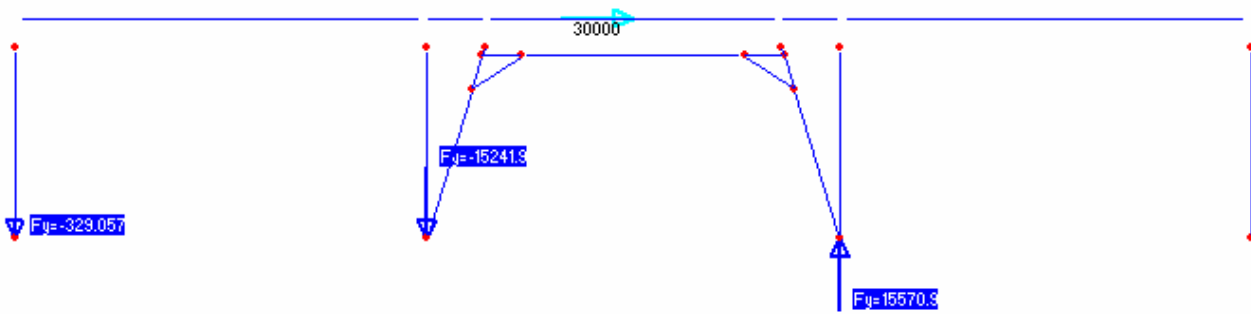


Figura 4.18. Reacción Vertical en el eje N modificado para la condición 2

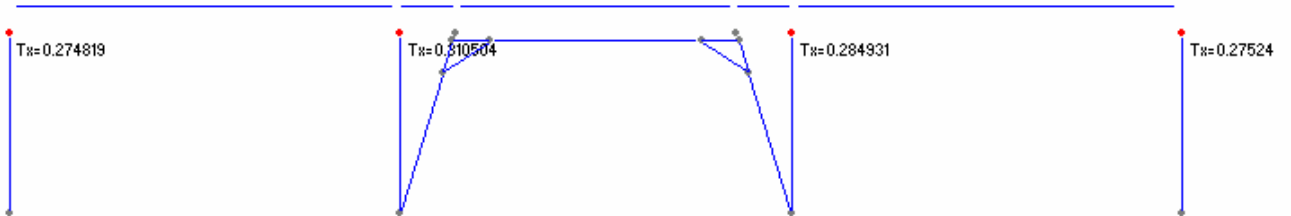


Figura 4.19. Desplazamientos en el eje N modificado para la condición 2

Modificación Eje P

Condición 1

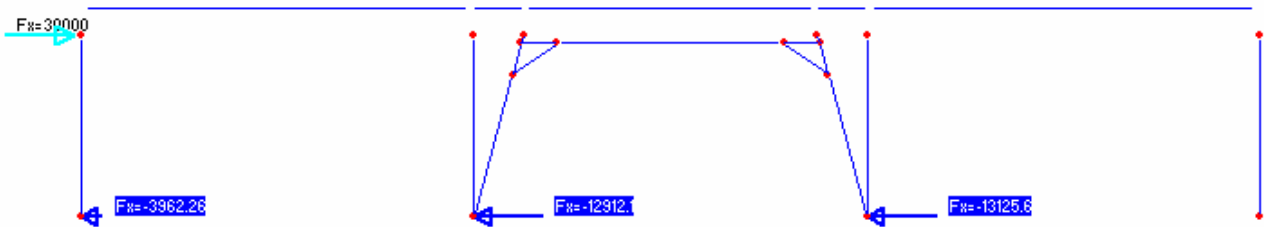


Figura 4.20. Reacción Horizontal en el eje P modificado para la condición 1

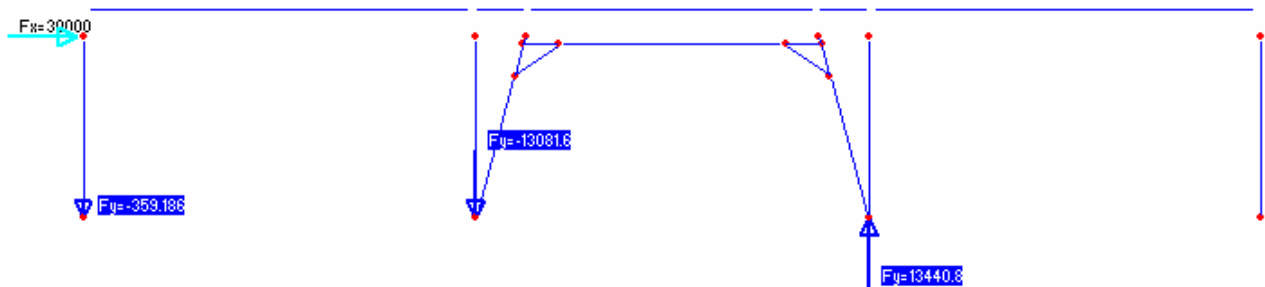


Figura 4.21. Reacción Vertical en el eje P modificado para la condición 1

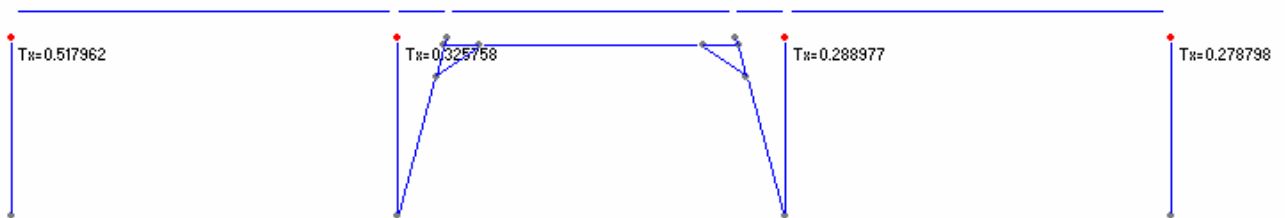


Figura 4.22. Desplazamientos en el eje P modificado para la condición 1

Condición 2

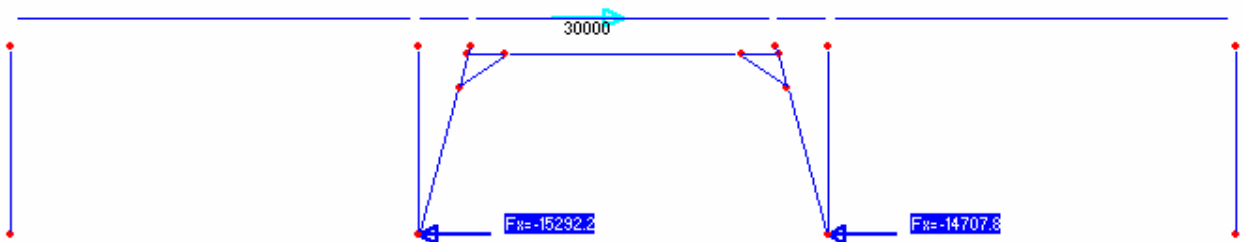


Figura 4.23. Reacción Horizontal en el eje P para la condición 2

0.13	13.00	13.80	0.28	12.80	13.40	0.32	12.90	13.40
CONDICION 2								
ESTRUCTURA ORIGINAL			MODIFICACION EJE N			MODIFICACION EJE P		
Δ	Fh	Fv	Δ	Fh	Fv	Δ	Fh	Fv
(cm)	(Ton)	(Ton)	(cm)	(Ton)	(Ton)	(cm)	(Ton)	(Ton)
0.14	15.00	15.90	0.31	15.20	15.60	0.36	15.30	15.50

Δ = Desplazamiento en la columna donde apoya la viga carrilera.

Fh =Reacción horizontal en la fundación de la columna.

Fv = Reacción vertical en la fundación de la columna.

La norma permite una deflexión en las columnas de 1/400 la altura de estas, esto es

$$H / 400 = 1100 / 400 = 2.75\text{cm}$$

Lo que indica que el comportamiento de la estructura modificada es aceptable.

Verificación de la estructura

El perfil utilizado para conformar el arriostramiento es una HEB600

Diagonal HEB600

- **Propiedades**

HEB600

$$A = 270\text{cm}^2 \quad I_{xx} = 171000\text{cm}^4 \quad r_x = 25.20\text{cm} \quad S_x = 5700\text{cm}^3$$

	$I_{yy} = 13500\text{cm}^4$	$r_y = 7.08\text{cm}$	$S_y = 902\text{cm}^3$
$b = 30\text{cm}$	$d = 60\text{cm}$	$t_f = 3.0\text{cm}$	$t_w = 1.55\text{cm}$

- **Solicitaciones**

$$P = 50950\text{Kg} \quad M_x = 1'097000\text{Kg-cm}$$

$$f_a = P / A = 50950 / 270 = 188\text{Kg/cm}^2$$

$$f_{bx} = M_x / S_x = 1'097000 / 5700 = 192\text{Kg/cm}^2$$

- **Clasificación de la sección**

$$65 / \sqrt{F_y} = 65 / \sqrt{36} = 10.83$$

$$b / t = 30 / 3.0 = 10 < 10.83 \quad \rightarrow \quad \text{Compacta}$$

- **Relación de esbeltez**

$$C_c = \sqrt{\frac{2\pi^2 E}{f_y}} = 126.1$$

$$Kl / r = 1.0 * 933 / 7.08 = 131.8 > 126.1 \quad \rightarrow \quad \text{Intervalo de pandeo elástico}$$

- **Resistencia a la compresión**

$$\text{Como } Kl/r > C_c$$

El esfuerzo a compresión admisible está dado por

$$F_a = \frac{12\pi^2 E}{23(kL/r)^2} = 0.000296E = 605\text{Kg/cm}^2 \quad [15]$$

- **Resistencia a la flexión**

$$F_{bx} = 0.66 F_y = 1670 \text{Kg/cm}^2 \quad [15]$$

• **Esfuerzos combinados**

$$f_a / F_a = 188 / 605 = 0.31 > 0.15$$

$$\frac{f_a}{0.60 F_y} + \frac{f_{bx}}{F_{bx}} + \frac{f_{by}}{F_{by}} \leq 1.0 \quad [15]$$

$$188 / 1518 + 192 / 1670 + 0 = 0.12 + 0.11 + 0 = 0.23 < 1.0 \quad \text{Cumple}$$

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES

5.1 Planos

En el Anexo M del presente trabajo se encuentran los planos desarrollados para el diseño de la grúa, por la empresa según requerimientos de Sidor.

5.1.1 Planos de Ingeniería Básica.

Se presenta un juego de tres planos que muestran la planta y los cortes que resultaron al considerar todas las especialidades y actividades adyacentes a la grúa.

5.1.2 Fundaciones para la estructura de la grúa.

Se presenta el juego de once planos que muestran la planta, los cortes y los detalles de las fundaciones que soportan la estructura de la grúa semi-pórtico.

5.1.3 Estructura Metálica complementaria para la grúa.

Se presenta el juego de veinte planos que muestran los detalles de las vigas puente, columnas y vigas para el paso de la grúa por el recorrido definido en la básica.

5.1.4 Modificaciones en arriostramientos de la Nave

Se presenta el juego de seis planos que muestran los detalles para la modificación de los arriostramientos en el eje N y P de la Nave de Colada Continua, de la Acería de Planchones. En estos planos también se detalla la modificación del cerramiento de la nave.

5.2 Conclusiones

- Se decidió utilizar una grúa semipórtico como solución al problema planteado.
- El diseño de los elementos de la estructura de acero se realizó por medio del código AISC-ASD, por el “Método de las tensiones admisibles”, en conjunto con el Reporte N° 13 de la AISE. “Guía para el diseño y construcción de Edificaciones industriales”. Y para las fundaciones de las columnas de esta estructura se trabajó con el AISC-318. “Building code requirements for reinforced Concrete”.
- Se desarrollaron cuarenta planos de Ingeniería para las fundaciones y la estructura metálica para la grúa, además de los planos para la sustitución de los arriostramientos de la nave; todos ellos cumpliendo los estándares SIDOR. Para la elaboración de los planos se utilizó el programa AutoCad 2000.
- Se propuso la sustitución de los arriostramientos de los ejes N y P por otros con menor ángulo con respecto a las columnas. La estructura modificada se comporta muy similar a la original por lo que no se hace necesario realizar ningún trabajo adicional de recalce de las fundaciones; en cuanto a desplazamientos se refiere, estos son en la estructura modificada aproximadamente 2,5 veces mayores que los de la original, pero aún se encuentra dentro de lo que permite la norma.

- Para no tocar los túneles de servicios de la Acería se colocaron las columnas de la viga carrilera sobre vigas puentes de tipo cajón, las cuales se fundaron fuera del alcance de los túneles.
- Los valores en HH (Horas Hombre) de un plano o elaborado, están definidos de acuerdo a la experiencia. Dependen de varios factores como lo son, la densidad de información, la especialidad, el grado de definición del alcance, etc. Por lo que es común encontrar planos de Ingeniería básica con mayor valor que la mayoría de los planos de detalle.
- Se entregaron los planos de cada etapa según las prioridades definidas por Sidor, en los tiempos requeridos; y se elaboraron los presupuestos de manera bien aproximada generando así un porcentaje bajo de desvíos.

5.3 Recomendaciones

- Las grúas pórtico y semiportico son muy útiles cuando se quieran aprovechar espacios limitados, como en este caso el encontrado entre las vías de rodillos, y alguno de los extremos de la grúa no pueda apoyarse directamente sobre el suelo debido a interferencias como los túneles existentes
- El programa AutoCad 2000 es una herramienta muy útil, no solo por la rapidez con que se pueden elaborar los planos, sino por el tiempo que se ahorra al momento de plantear modificaciones que impliquen editar algunos detalles a última hora.
- Los valores en HH (Horas Hombre) de un plano o elaborado, están definidos de acuerdo a la experiencia. Dependen de varios factores como lo son, la densidad de información, la especialidad, el grado de definición del alcance, etc. Por lo que es común y no debe generar preocupación el encontrar planos de Ingeniería básica con mayor valor que la mayoría de los planos de detalle.

- Para la elaboración de presupuestos es muy importante tener muy claro el alcance del trabajo que se quiere realizar; es mejor abordar el trabajo por partes y no como un todo pues, de esta manera se determinan los presupuestos de manera mas precisa, siendo menos factibles los desvíos. En este trabajo se tuvieron pequeños desvíos dentro de los presupuestos, que en un rango del 10% de las horas totales de la solicitud, son considerados aceptables; y cuando fueron mayores que este porcentaje, se tuvo que hacer la orden de cambio respectiva, aprobada por el coordinador sidor para poder certificarla.
- Es importante mantener una buena comunicación con los equipos de trabajo, de esto depende mucho la fluidez de la información y por ende la ejecución a tiempo requerido de la ingeniería. Gracias a una buena dotación de recursos (grupos de trabajo) y a la buena comunicación fue posible la entrega de la ingeniería en tiempos convenientes para las licitaciones. Al establecer prioridades de ejecución se pudo trabajar en el detalle, obteniendo fechas de finalización satisfactorias para Sidor.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] STD-PRO-SD-GSP008. **“Especificaciones SIDOR. Ingeniería”**. Siderúrgica del Orinoco, C.A. Matanzas, Venezuela. (1997)
- [2] 2835-G-SP-990001. **“Manual de Gestión de Proyectos y Administración”**. Servicios Siderúrgicos, SERSISA, S.A. Matanzas, Venezuela. (2004)
- [3] ETG-GSP-002. **“Elaboración de Planos con la Herramienta Autocad 2000”**. Servicios Siderúrgicos, SERSISA, S.A. Matanzas, Venezuela. (2005)
- [4] 2835-G-SP-990003. **“Procedimiento General SERSISA, Entrega de documentos y Elaborados por contratistas de Ingeniería”** Servicios Siderúrgicos, SERSISA, S.A. Matanzas, Venezuela. (2004)
- [5] Kidder, Frank E. **“Manual de Arquitecto y del Constructor”**. Editorial Hispano América. México. (1980)
- [6] Fratelli, María G. **“Suelos, Muros y Fundaciones”**
- [7] Bowles, Joseph. **“Fundaciones. Análisis y diseño”**. Editorial Mc Graw Hill. New York. (1979)

- [8] Merritt, Frederick S. **“Manual del Ingeniero Civil”**. Tomo II. Editorial Mc Graw-Hill. Segunda edición. México. (1992)
- [9] Castro González, Pamela K. **“Acero”**. España. (Consulta a Internet. Mayo del 2005, <http://webs.sinectis.com>)
- [10] Brockenbrough, R. y Merritt, F. **“Manual de Diseño de Estructuras de Acero”**. Tomo II. Editorial Mc Graw Hill, Segunda Edición, Colombia (1997).
- [11] Norma COVENIN 1618. MINDUR (Ministerios del Desarrollo Urbano) **“Estructuras de Acero para Edificaciones, Proyecto, Fabricación y Construcción”**. Caracas. Venezuela. (1982)
- [12] Norma COVENIN 1618. MINDUR (Ministerios del Desarrollo Urbano) **“Estructuras de Acero para Edificaciones. Método de los estados Límites”**, Caracas, Venezuela. (1998)
- [13] Norma COVENIN 2002. MINDUR (Ministerios del Desarrollo Urbano) **“Criterios y acciones mínimas para el proyecto de edificaciones”**. (1988)
- [14] Nch427 Norma Chilena. **“Especificaciones para el calculo de estructuras de acero para Edificios”**. Santiago de Chile. (1977)
- [15] **“AISC-ASD Manual”**. Novena Edición. (1989)
- [16] AISE Technical Report N°13 **“Guide for the Design and Construction of Mill Buildings”**. U.S.A. (2003)

- [17] ACI 318-89. **Building Code Requirements for Reinforced Concrete**. American crete Institute. Revised (1992)
- [18] Bowles, Joseph E. **“Diseño de Acero Estructural”**, Editorial Limusa. México. (1993)
- [19] Norma COVENIN 2003. MINDUR (Ministerios del Desarrollo Urbano) **“Acciones del Viento sobre las Construcciones”**. (1986)
- [20] Nilson, A. y Winter, G. **“Diseño de Estructuras de Concreto”**, Editorial Mc Graw Hill, Undécima Edición, Colombia. (1993)
- [21] Norma COVENIN 1755. MINDUR (Ministerios del Desarrollo Urbano) **“Código de prácticas normalizadas para la fabricación y construcción de estructuras de acero”**. (1982)
- [22] Norma COVENIN 1753. MINDUR (Ministerios del Desarrollo Urbano) **“Estructuras de concreto armado para edificaciones análisis y diseño”**. (1987)
- [23] Norma COVENIN 1756. MINDUR (Ministerios del Desarrollo Urbano) **“Edificaciones Sismo-Resistentes”**. (2001)
- [24] **“Siderurgica del Orinoco SIDOR”**. Venezuela. (Consulta a Internet. Junio del 2006, <http://www.sidor.com>)

- [25] STD-PRO-SD-ATP002. **“Especificaciones SIDOR Acero Estructural y Misceláneos”**. Siderúrgica del Orinoco, C.A. Matanzas, Venezuela. (1997)
- [26] STD-SPG-SD-MTP006. **“Especificaciones SIDOR Grúas y Grúas-Puente”**. Siderúrgica del Orinoco, C.A. Matanzas, Venezuela. (1997)
- [27] STD-SPG-SD-ATP002. **“Especificaciones SIDOR Concreto Reforzado”**. Siderúrgica del Orinoco, C.A. Matanzas, Venezuela. (1997)
- [28] Rojas, César I. **“Manual para la Presentación del Proyecto y de la Tesis de Pregrado en Ingeniería”**. Universidad de Oriente, Núcleo Anzoátegui. (1998)
- [29] **“Manual de Trabajos de Grado en Especialización y Maestría y Tesis Doctorales”**, Universidad Pedagógica Experimental Libertador, Caracas (1998).
- [30] New Velásquez. **“Gran Diccionario Español- Inglés, Inglés-Español”**. Colombia. (1996)

ANEXO A

SELLOS PARA REVISIONES DE PLANOS

Sellos para planos y documentos con revisión para aprobación o preliminar

**NO VALIDO PARA CONSTRUCCION
SOLO PARA INFORMACION**

**NO VALIDO PARA CONSTRUCCION
SOLO PARA REVISION**

PRELIMINAR

**NO VALIDO PARA CONSTRUCCION
SOLO PARA APROBACION**

Sellos para planos y documentos con revisión para Licitación o Construcción.

**NO VALIDO PARA CONSTRUCCION
SOLO PARA LICITACION**

**A P R O B A D O
VALIDO PARA CONSTRUCCION**

Sello para planos y documentos con Revisión Conforme a obra.

COMO CONSTRUIDO

Sellos para planos y documentos con Ingeniería Suspendida o Superada

**INGENIERIA
SUPERADA**

**INGENIERIA
SUSPENDIDA**

Sello para planos y documentos digitalizados (Ejemplo)

**EL PRESENTE DOCUMENTO ES
COPIA FIEL DEL ORIGINAL
TECHINT No. 6CNR-64097 / REVISION A**

Anexo B

SOLICITUD DE PRESUPUESTO

DIMA Dirección de Ingeniería y Medio Ambiente

cotful 17/04/07

Supra EASDOS Solmod Foro

Proyectos Control Horario HH Propias HH Contratadas Ing Terceros Redes Config Documentación*

Supra > Ing Terceros > Solicitud Job

Solicitud Job Nro Solic: 1556-2006

Datos del Solicitud

Título de la Solic	INGENIERIA ESTRUCTURA METALICA		Nro Job	24052	Area	Aceria Planchones
Línea	MCC 3	PEP:	F8055	Solicitante:	GARCIA M WILMER J	
Gcia:	Proy Aceracion/Largo	Fecha Envío Propio	29-09-2006	Enviado/Creado:(Propio)	SI/GARCIA Wilmer	
Fecha Ent Solic:(Propio)	15-12-2006	Fecha de Envío:(Tercero)	02-10-2006	Env/Env:(Tercero)	SI/	
Fecha Ini Prom :(Tercero)	04-10-2006	Fecha Aprob por Propio	02-10-2006	Fecha Fin Prom:(Tercero)	22-12-2006	
Descripción	Ingeniería Estructura Metalica Proyecto Planchones Enfriados por Aire; Planos complementarios					

Nuevo Guardar Enviar Anular

Selección de Especialidades

Especialidad	Elaborado	Comentario	Elab u Hojas x Elab	HH/Elab u HH/Hoja	HH	Total
Arquitectura						
Estructura de Concretos						
Refractarios						
Electricidad						
General						
Instrumentación						
Mecánica						
Tuberías						
Procesos						
Estructuras Metálicas	Plano de Conjunto -0		1	24	24	288
	Plano de Conjunto -1		1	24	24	
	Plano de Conjunto -2		1	24	24	
	Plano de Despiece/Detalles -0		1	24	24	
	Plano de Despiece/Detalles -1		1	24	24	
	Plano de Despiece/Detalles -2		1	24	24	
	Plano de Despiece/Detalles -3		1	24	24	
	Plano de Despiece/Detalles -4		1	24	24	
	Plano de Despiece/Detalles -5		1	24	24	
	Plano de Despiece/Detalles -6		1	24	24	
Plano de Despiece/Detalles -7		1	24	24		
Plano de Despiece/Detalles -8		1	24	24		
Recipientes						
Hidráulica						
Redes de Comunicación						
Electro Mecánica						
Total HH para este Job						288

Selec	Tarifas	HH
<input type="radio"/>		
<input type="radio"/>		
<input type="radio"/>		

Anexo C

PRESUPUESTO DE INGENIERIA

DIMA <small>Dirección de Ingeniería y Medio Ambiente</small>		Supra	EASDOS	Solmod	Foro	cotful 17/04/07	
Proyectos	Control Horario	HH Propias	HH Contratadas	Ing Terceros	Redes	Config	Documentación
Supra ▶ Ing Terceros ▶ Presupuesto Job		Presupuesto Job		Nro Solic:	1556-2006		
Datos del Solicitud							
Título de la Solic	INGENIERIA ESTRUCTURA METALICA			Nro Job	24052	Area	Aceria Planchones
Línea	MCC 3	PEP:	F8055	Solicitante:	GARCIA M WILMER J		
Goia:	Proy Aceracion/Largo	Fecha Envío Propio	29-09-2006	Enviado/Creado:(Propio)	SI/GARCIA Wilmer		
Fecha Ent Solic:(Propio)	15-12-2006	Fecha de Envío:(Tercero)	02-10-2006	Env/Env:(Tercero)	SI/FUENTES Luisa		
Fecha Ini Prom :(Tercero)	04-10-2006	Fecha Aprob por Propio	02-10-2006	Fecha Fin Prom:(Tercero)	22-12-2006		
Descripción	Ingeniería Estructura Metalica Proyecto Planchones Enfriados por Aire; Planos complementarios						
<input type="button" value="Nuevo"/> <input type="button" value="Guardar"/> <input type="button" value="Enviar"/> <input type="button" value="Anular"/>							
Selección de Especialidades							
Especialidad	Elaborado	Comentario	Elab u Hojas x Elab	HH/Elab u HH/Hoja	HH	Total	
Arquitectura							
Estructura de Concretos							
Refractarios							
Electricidad							
General							
Instrumentación							
Mecánica							
Tuberías							
Procesos							
Estructuras Metálicas	Coordinacion -0		1	102	102		
	Plano de Conjunto -0		1	30	30		
	Plano de Conjunto -1		1	30	30		
	Plano de Conjunto -2		1	30	30		
	Plano de Conjunto -3		1	30	30		
	Plano de Conjunto -4		1	30	30		
	Plano de Conjunto -5		1	30	30		
	Plano de Conjunto -6		1	30	30		
	Plano de Conjunto -7		1	30	30		
	Plano de Conjunto -8		1	30	30		
	Plano de Conjunto -9		1	30	30		
	Plano de Despiece/Detalles -0		1	30	30		
	Plano de Despiece/Detalles -1		1	30	30		
	Plano de Despiece/Detalles -2		1	30	30		
	Plano de Despiece/Detalles -3		1	30	30		
	Plano de Despiece/Detalles -4		1	30	30		
	Plano de Despiece/Detalles -5		1	30	30		
Plano de Despiece/Detalles -6		1	30	30			
Recipientes							
Hidráulica							
Redes de Comunicación							
Electro Mecánica							
Total HH para este Job							612
Selec	Tarifas		HH				
<input checked="" type="radio"/>	Proyectos multidisciplinarios		612				
<input type="radio"/>	Proyectos Menores		0				
<input type="radio"/>	Digitalizaciones		0				

Anexo D

NUMERACION DE AREAS SIDOR

AREA	Sub-Area
1	PLANTA "GRAVER"
2	ESTACIÓN DE BOMBEO ORINOCO <ul style="list-style-type: none"> * Patio de transformadores para e/bombeo. * Estación de distrib agua Industrial.(Ub al lado Pta Secado * Reservorio "Orinoco" * Tanque Elevado
3	PLANTAS MANANTIAL, Permutit u Otras <ul style="list-style-type: none"> * Planta Manantial (Agua Potable) * Planta Permutit (Agua Potable) * Estación de Relevo para áreas Administrativas.- * Estación de Relevo para Hornos Eléctricos. * Sist de Bombeo de Agua potable Campamento Obrero. * Sistema de Agua Potable - Mapanare. * Sist hidroneumático de Agua Potable - Edif. Admin. Nº I. * Estación de relevo - Edif. Administrativo Nº II.-
4	ESTACIONES DE BOMBAS ANTI-INCENDIO <ul style="list-style-type: none"> * Estación de Bombeo Anti-Incendio (Central). * Estación Anti-Incendio - Sub-Estación R1.- * Estación Anti-Incendio - Sub-Estación R2.- * Estación Anti-Incendio - Edif. Administrativo.-
5	ESTACIONES DE GAS "CO" <ul style="list-style-type: none"> * Estación de Compresores Gas "CO"

	AREA	Sub-Area
		Hornos Eléctricos.- * Sistema de Almacenamiento de Gas "CO" (Gasometro).-
6	REDES GENERALES DE GASES Y "FUEL OIL"	* Red de Distribución de Gas "CO".- * Redes de Distribución de GN - Planta Vieja y Plan IV.- * Redes de Distribución de Aire Comprimido.- * Redes de Distribución de Oxígeno.- * Redes de Distribución de Nitrogeno.- * Redes de Distribución de Hidrogeno.- * Redes de Distribución de Argon.- *Redes de Distribución de Vapor.- * Red de Distribución de "Fuel Oil".-
7	ESTACIONES DE "FUEL OIL"	* Estación de "Fuel Oil" - 6000 M3.- * Estación de "Fuel Oil" - 1000 M3.- * Estación de "Fuel Oil" - Secado de Coke.-
8	PLANTA DE OXIGENO N° 3.-	
9	REDES GENERALES DE AGUAS.	* Red de Distribución de Agua Industrial - "Orinoco". * Red de Distribución de Agua Industrial "Caroní".- * Redes de Distr Agua Enfri Ptas de Rec N° 1, 2 y 3 * Redes de Distribución de Agua potable.- * Redes de Distribución de Agua Anti- Incendio.- * Redes de Distribución de Agua para Calderas.-
0	2.- PLANTA DE RECIRCULACION DE AGUA N°	
1	ESTACIÓN DE AIRE COMPRIMIDO	
		* Estación de aire comprimido - Central

	AREA	Sub-Area
		Termo Eléctrica.-
		* Estación de Aire Comprimido - Productos no Planos.
		* Estación de Aire Comprimido
		* Estación de Aire Comprimido - Productos Planos.-
		* Estación de Compresores de Aire - Sub-Estación R1.-
2	SERVICIO DE RADIO TELEFONÍA	
		* Sistema telefónico.-
		* Sistema de Intercomunicadores.-
3	PLANTA DE RECIRCULACION DE AGUA N° 1	
		* Planta de Recirculación de Agua N° 1.
		* Estación "Booster"
		* Estación de Recirculación de Agua para Centrifugación.-
		* Estación de Bombas de Alta Presión.-
4	1.- PLANTA REDUCCIÓN DIRECTA - MIDREX	
5	PLANTA REDUCCIÓN DIRECTA - H y L I.-	
6	PLANTA DE REDUCCIÓN DIRECTA - MIDREX II.-	
7	PLANTA DE REDUCCIÓN DIRECTA H y L II.-	
8	PLANTA DE PELLAS Y CAL HIDRATADA	
		* Planta de Pellas.-
		* Planta de Cal Hidratada.-
9	PLANTA DE CAL VIVA.-	
0	SK) DETALLES TIPICOS (Toda la Planta) (Planos	
1	SUB-ESTACIONES DE ALTA TENSION	
		* Sub-Estaciones de Alta Tensión.-
		* Tableros de Distribución - TD (TD1 al TD6)
		* Centro de Control.-

	AREA	Sub-Area
2	ACERÍA ELECT. DE 150 TON. Y CC DE PALANQUILLAS.	
		* Acería Eléctrica de 150 Toneladas.- * Coladas Continua de Palanquillas.- * Vaciado por el fondo de lingotes para tubos.
3	PLANTA DE BRIQUETAS.-	
4	ACERÍA ELECT. DE 200 TONELADAS Y CC DE PLANCHONES.	
		* Acería Eléctrica de 200 Toneladas.- * Coladas Continua de Planchones.-
5	ESTACION DE BOMBEO "CARONÍ" U OTROS	
		* Estación de Bombeo Caroní.- * Reservorio Caroní.- * Planta de Recirculación de Agua "Octagon".- * Planta de Recirculación de Agua N° 3.-
6	PLANTA DE SEPARAC. DE AIRE (PTA DE O ₂ N° 4).-	
7	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS NEGRAS.-	
8	PLANTA DE ALAMBRON.-	
9	PLANTA DE BARRAS.-	
0	CARRETERAS, DRENAJES Y CLOACAS.-	
1	CTRO DE INVESTIGACIONES (Edif. de Of. y Tall.)	
2	SERVICIOS FERROVIARIOS	
		* Equipos Ferroviario.- * Vías Ferreas.-
3	SERVICIOS PORTUARIOS	
		* Terminal Portuario (Muelle) * Muelle Provisional.-
6	CENTROS MÉDICOS	

AREA	Sub-Area
	* Ctro Médico para emergencias (zona administrativa)
	* Ctro Médico principal (Edif. Medicina Ocupacional)
	* Ctro Médico del S.S.O.
	* Ctro Médico emerg (edif. Servicios de Planchones)
7	PLANTA DE CHATARRA PLAN IV.-
9	PAISAJISMO Y SISTEMA DE RIEGO.-
0	EDIFICIOS DEL AREA INDUSTRIAL.
1	EDIFICIOS EN EL AREA ADMINISTRATIVA (Of, Com y etc)
2	EDIF. Y URBANIZACIONES FUERA DE LA PLANTA
3	CONTROL DE RIESGOS
8	PLANTA GENERADORA DE GASES INERTES.-
9	PLANTA GEN. DE VAPOR PRODUCTOS
0	PLANOS
	PLANTAS DE HIDROGENO
2	TALLERES MECÁNICOS.-
3	ALUMBRADO
4	LABORATORIOS DECONTROL DE CALIDAD
	* Ctros Médicos.
	* Protección de Planta.-
	*Seguridad Industrial.-
	* Corol de Emerg, (Est Bomberos, y Equipos C/ Incendio).-
	* Plantas de Hidrogeno I yII
	* Lab de Materias Primas y Refract.
	* Lab de Planchones.-
	* Lab de Palanquillas.-
	* Lab de ensayos no destructivas.-

AREA	Sub-Area
	* Lab Productos Planos. Conjunto.-
	* Lab de Cromado y Estañado - Productos Planos.-
	* Lab de Barras y Alambrón.-
	* Lab de Productos, Análisis Esp, Agua, Lubricantes etc.-
	* Lab Central de Control de Calidad.-
5	ALMACENES.-
6	ALMACENES DE PRODUCTOS ACABADOS.-
0	SERVICIOS DE TRASPORTE
	* Equipos Livianos.-
	* Equipos Medianos.-
	* Equipos Pesados.-
0	ÁREAS STAF.-
2	PLANTA DE SINTERIZACION.-
3	COLADA CONTINUA DE BARRAS REDONDAS
7	FÁBRICA DE TUBOS
	* Modernización de toda la fábrica
	* Tren Medio.-
	* Banco de empuje.-
0	LAMINACIÓN EN CALIENTE.-
1	LAMINACION EN FRIO I.
	* Líneas de Decapado. (TS 2 - TS 102)
	* Líneas de Tándem (TS 3 - TS 103)
	* Líneas de Limpieza Electrolítica.(TS 4 - TS 104)
	* Líneas de Recocido Estático.(TS 5 - TS 105)
	* Líneas de Recocido continuo - TS-110.-
	* Líneas de Temple TS06, TS-106 y TS-106
II	* Galpón de Laminación en Frío con Grúas

AREA	Sub-Area
LAMINACIÓN EN FRIO II	y Serv. Grales.
2	<ul style="list-style-type: none">* Líneas de Reparación de Bobinas TS-15 y TS-107.-* Líneas de Estañado y Cromado TS-7* Línea de Estañado de Bobinas TS-107.-* Líneas independientes de Corte de Hojalata TS-107* Líneas de Corte en Frío TS-8 I y II* Líneas de Corte y Tajado en Caliente TS-9 TS-109.* Líneas de Tajado en Frío TS-12.-* Líneas de Corte y Tajado en Frío TS-108.-* Líneas de Corte y Rebobinado TS-115.-

Anexo E

NOMENCLATURA PARA ESPECIALIDADES Y PLANOS

ESPECIALIDAD	CÓDIGO DE ESPECIALIDAD
ARQUITECTURA	A
ESTRUCTURAS DE CONCRETO	C
ELECTRICIDAD	E
GENERAL	G
INSTRUMENTACIÓN	I
MECANICA	M
TUBERÍAS	P
PROCESOS	F
ESTRUCTURAS METALICAS	S
RECIPIENTES	V

CODIGO DE ELABORADO	DESCRIPCIÓN
AC	APROVECHAMIENTO DE CHAPA
AF	PLANO DE FORJADOS
AO	ANÁLISIS DE OFERTAS
AP	PLANO DE DESPIECE
AR	ARMADURAS
BP	PLANO DE POSICION DE BULONES DE ANCLAJE
CA	MEMORIA DE CALCULO

CM	CATALOGOS DE MATERIALES
CO	PLANO DE CONJUNTO
CP	PLANTILLA DE CARPINTERIA
CR	CROQUIS
CS	CUADERNILLO DE SOPORTES TIPICOS Y ESPECIALES
CT	PLANO DE CORTES Y DETALLES
DD	DIAGRAMA DE DISTRIBUCIÓN DE SERVICIOS
DE	CUADERNO DE BORNERAS (por E) y DIAGRAMAS DE CONEXIONADOS (por I)
DF	DIAGRAMAS FUNCIONALES
DI	DIAGRAMA DE INTERCONEXIONES
DL	DIAGRAMAS LÓGICOS
DM	DEMOLICIÓN /EXCAVACIÓN
DP	DIAGRAMA DE CAÑERÍAS E INSTRUMENTOS
DT	PLANO DE DETALLE
CODIGO DE ELABORADO	DESCRIPCIÓN
EA	ENCOFRADO Y ARMADURAS
EF	PLANO DE INGENIERIA DE ESFERAS
EI	ESTIMACIÓN DE INGENIERIA
EM	ESQUEMAS MULTIFILIARES
EN	ENCOFRADO
EX	PLANO DE INGENIERIA DE INTERCAMBIADORES

EU	ESQUEMAS UNIFILIARES
FA	PLANO DE FABRICACIÓN
FD	DIAGRAMAS DE PROCESOS
FR	FRENTES
GE	MISCELÁNEOS
HD	HOJA DE DATOS
IC	CANALIZACIONES
IE	PLANO DE INGENIERIA
IL	INSTALACIONES DE ILUMINACIÓN Y TOMACORRIENTES
IM	INSERTOS Y ELEMENTOS METALICOS
IN	INSTALACIONES TIPICAS
IP	INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA
IS	INSTALACION SANITARIA
IT	CUADERNILLO DE ISOMETRIAS
KP	PLANO LLAVE
LC	LISTA DE CABLES
LD	LISTA DE CANALIZACIONES / DUCTOS
LE	LISTA DE EQUIPOS
LF	DIAGRAMAS FUNCIONALES DE LAZOS
LI	LISTA DE INSTRUMENTOS
LL	LISTA DE LINEAS
LO	PLANILLA DE LOCALES
LP	DIAGRAMAS DE LAZOS DE CONTROL
LS	LISTA DE ELABORADOS
LY	LAYOUT
ME	INFORME / MEMORIA DESCRIPTIVA
MN	MANUAL OPERATIVO O DE MANTENIMIENTO

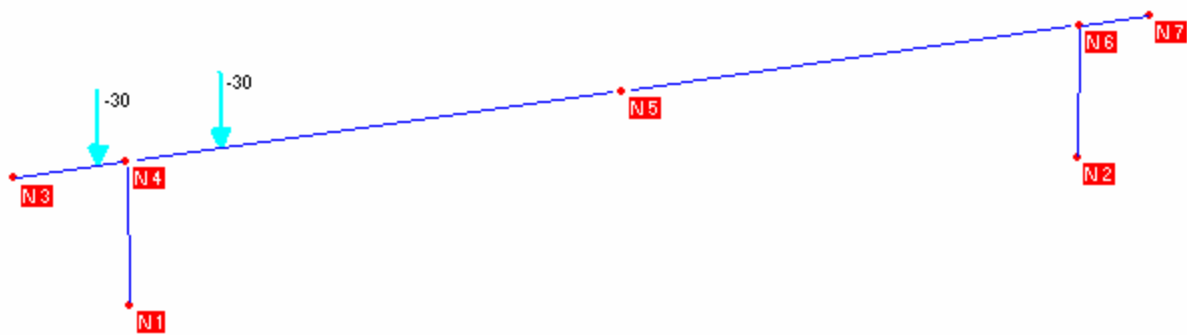
MO	PLANO DE MONTAJE / DESMONTAJE
MR	PEDIDO DE MATERIALES
PC	PLANILLA DE COMPUTOS
PF	CUADERNILLO DE PREFABRICATOS
PH	PLANILLA DE HIERROS
CODIGO DE ELABORADO	DESCRIPCIÓN
PL	PLANO DE PLANTA
PM	PLANTILLA DE MATERIALES
PP	PLOT PLAN
PS	PLANO DE UBICACIÓN DE SOPORTES
RA	PLANO DE INGENIERIA DE REACTORES
RC	PLANO DE INGENIERIA DE RECIPIENTES
RP	PLANTILLA DE REPLANTEO
SC	PLANOS DE SUBCONJUNTO
SD	PANTALLAS DEL SISTEMA
SP	ESPECIFICACION TÉCNICA
TA	TABLAS, GRAFICOS E INFORMACIÓN TÉCNICA
TC	DETALLES DE CARPINTERIA
TD	DISEÑOS TIPICOS
TE	TIPICOS ELÉCTRICOS
TI	LISTA DE TIE-IN
TM	TIPICOS MECÁNICOS
TP	TIPICOS
TQ	PLANO DE INGENIERIA DE TANQUES
TR	PLANO DE INGENIERIA DE TORRES

ANEXO F

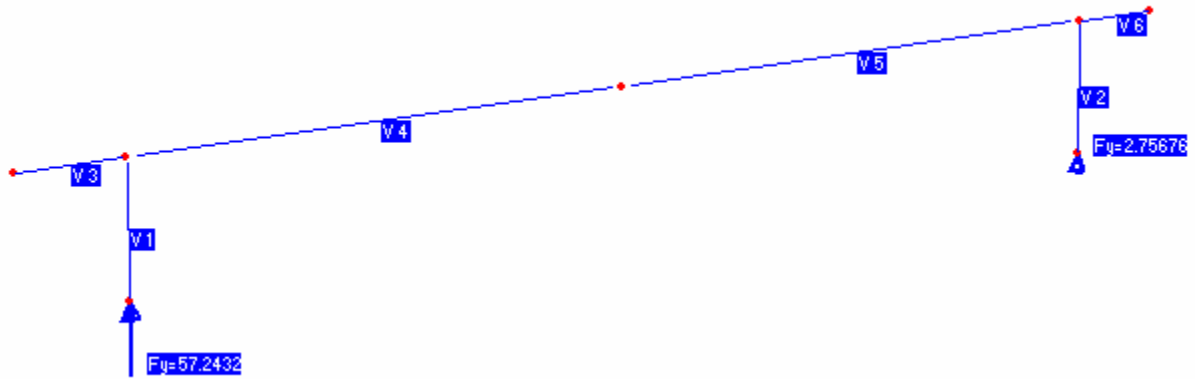
SALIDA PROGRAMA DE CALCULO PARA FUNDACIONES

1. ESTRUCTURA SOPORTE TROLLEY

1.1 GEOMETRIA



NUMERACION DE NUDOS



NUMERACION DE ELEMENTOS

1.2 INFORMACION DE ENTRADA

N U D O S				
Nudo	X	Y	Z	Piso
	[M]	[M]	[M]	
1	2	0	0	0
2	20.5	0	0	0
3	0	2.4	0	0
4	2	2.4	0	0
5	11.25	2.4	0	0
6	20.5	2.4	0	0
7	22	2.4	0	0

R E S T R I C C I O N E S						
Nudo	TX	TY	TZ	RX	RY	RZ
1	1	1	1	1	1	1
2	1	1	1	1	1	1

V I G A S					
Viga	NJ	NK	Descripcion	Sección	Material
1	1	4	col	HEB 800	A36
2	2	6	col	HEB 800	A36
3	3	4	beam	WEm 120	A42
4	4	5	beam	WEm 120	A42

5	5	6	beam	WEm 120	A42
6	6	7	beam	WEm 120	A42

A R T I C U L A C I O N E S

Viga	JM3	KM3	JM2	KM2	TOR	JV2	KV2	JV3	KV3	AXI
4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0

FUERZA CONCENTRADA SOBRE VIGAS

Estado Viga	Dir.	Valor [Ton]	Distancia [M]	%	
cv	3	Y	-30	1.5	0
	4	Y	-30	1.7	0
cs	3	Z	5	1.5	0
	4	Z	5	1.7	0
ls	3	X	6	1.5	0
	4	X	6	1.7	0
bs	6	X	15	1.5	0

E S T A D O S D E C A R G A

Estado	Descripción	Comb.	MultX	MultY	MultZ
pp	Peso Propio	0	0	-1	0
cv	vertical crane	0	0	0	0
cs	side thrust	0	0	0	0
ls	longitudinal traction	0	0	0	0
bs	bumper impact	0	0	0	0

1.3 RESULTADOS DEL ANALISIS

R E A C C I O N E S

Nudo	FUERZAS [Ton]			MOMENTOS [Ton*M]		
	FX	FY	FZ	MX	MY	MZ
Estado pp=Peso Propio						
1	-0.66129	10.06383	0.00000	0.00000	0.00000	-0.09146
2	0.66129	9.64419	0.00000	0.00000	0.00000	-0.64291
SUM	0.00000	19.70801	0.00000	0.00000	0.00000	-0.73437
Estado cv=vertical crane						
1	-3.78205	57.24324	0.00000	0.00000	0.00000	-5.92307
2	3.78205	2.75676	0.00000	0.00000	0.00000	-9.07693
SUM	0.00000	60.00000	0.00000	0.00000	0.00000	-15.00000
Estado cs=side thrust						
1	0.00000	0.00000	-9.67521	-18.99141	0.01685	0.00000
2	0.00000	0.00000	-0.32479	-5.00859	-0.02545	0.00000

```

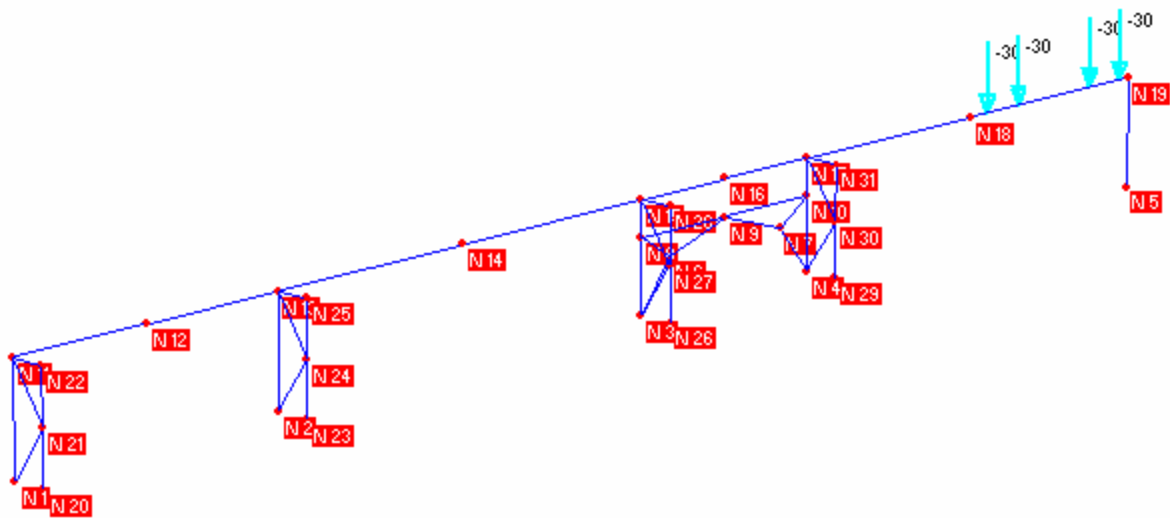
-----
SUM      0.00000      0.00000     -10.00000    -24.00000    -0.00860     0.00000

Estado ls=longitudinal traction
1      -6.28442      0.00000      0.00000      0.00000      0.00000     15.08261
2      -5.71558      0.00000      0.00000      0.00000      0.00000     13.71739
-----
SUM     -12.00000      0.00000      0.00000      0.00000      0.00000     28.80000

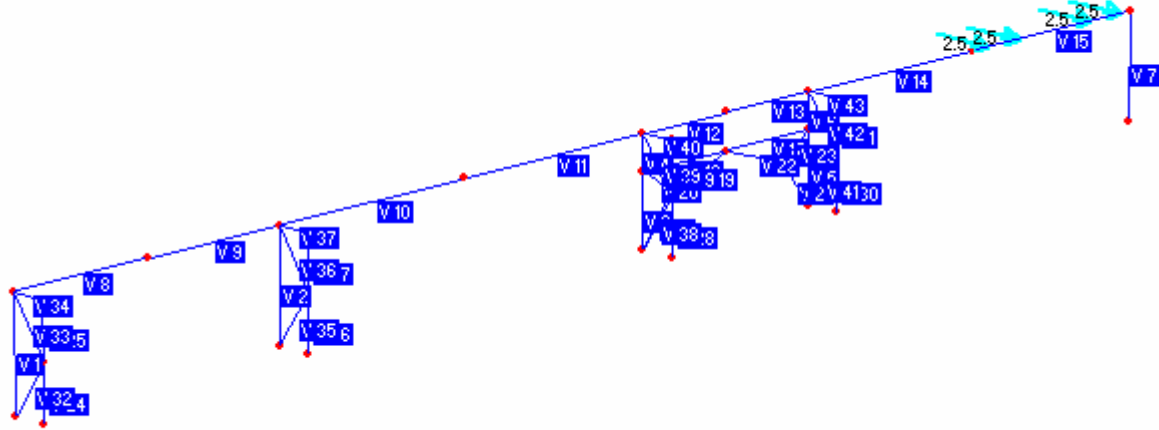
Estado bs=bumper impact
1      -7.10850      0.00000      0.00000      0.00000      0.00000     17.06040
2      -7.89150      0.00000      0.00000      0.00000      0.00000     18.93960
-----
SUM     -15.00000      0.00000      0.00000      0.00000      0.00000     36.00000
    
```

2. ESTRUCTURA GRUA SEMIORTICO – FUNDACION TIPO 1

2.1 GEOMETRIA



NUMERACION DE NUDOS



NUMERACION DE ELEMENTOS

2.2 INFORMACION DE ENTRADA

Nudo	N U D O S			
	X [M]	Y [M]	Z [M]	Piso
1	0	0	0	0
2	12.5	0	0	0
3	31	0	0	0
4	40	0	0	0
5	58.5	0	0	0
6	32.5	2	0	0
7	38.5	2	0	0
8	31	3	0	0
9	35.5	3	0	0
10	40	3	0	0
11	0	4.5	0	0
12	6.25	4.5	0	0
13	12.5	4.5	0	0
14	21.75	4.5	0	0
15	31	4.5	0	0
16	35.5	4.5	0	0
17	40	4.5	0	0
18	49.25	4.5	0	0
19	58.5	4.5	0	0
20	0	0	1.5	0
21	0	2.25	1.5	0
22	0	4.5	1.5	0
23	12.5	0	1.5	0
24	12.5	2.25	1.5	0
25	12.5	4.5	1.5	0

26	31	0	1.5	0
27	31	2.25	1.5	0
28	31	4.5	1.5	0
29	40	0	1.5	0
30	40	2.25	1.5	0
31	40	4.5	1.5	0

R E S T R I C C I O N E S

Nudo	TX	TY	TZ	RX	RY	RZ
------	----	----	----	----	----	----

1	1	1	1	0	0	0
2	1	1	1	0	0	0
3	1	1	1	0	0	0
4	1	1	1	0	0	0
5	1	1	1	1	1	1
20	1	1	1	0	0	0
23	1	1	1	0	0	0
26	1	1	1	0	0	0
29	1	1	1	0	0	0

V I G A S

Viga	NJ	NK	Descripcion	Sección	Material
------	----	----	-------------	---------	----------

1	1	11	COL	HEB 600	A36
2	2	13	COL	HEB 600	A36
3	3	8	COL	HEB 600	A36
4	8	15	COL	HEB 600	A36
5	4	10	COL	HEB 600	A36
6	10	17	COL	HEB 600	A36
7	5	19	COL	HEB 800	A36
8	11	12	CB	HP 2000	A36
9	12	13	CB	HP 2000	A36
10	13	14	CB	HP 2000	A36
11	14	15	CB	HP 2000	A36
12	15	16	CB	HP 2000	A36
13	16	17	CB	HP 2000	A36
14	17	18	CB	HP 2000	A36
15	18	19	CB	HP 2000	A36
16	8	9	BEAM	HEB 500	A36
17	9	10	BEAM	HEB 500	A36
18	3	6	DIAGONAL	T2L 100x10	A36
19	6	9	DIAGONAL	T2L 100x10	A36
20	6	8	DIAGONAL	T2L 100x10	A36
21	4	7	DIAGONAL	T2L 100x10	A36
22	7	9	DIAGONAL	T2L 100x10	A36
23	7	10	DIAGONAL	T2L 100x10	A36
24	20	21	COL	HEB 600	A36
25	21	22	COL	HEB 600	A36
26	23	24	COL	HEB 600	A36
27	24	25	COL	HEB 600	A36
28	26	27	COL	HEB 600	A36
29	27	28	COL	HEB 600	A36

30	29	30	COL	HEB 600	A36
31	30	31	COL	HEB 600	A36
32	1	21	DIAG1	T2L 100x10	A36
33	21	11	DIAG1	T2L 100x10	A36
34	11	22	DIAG1	T2L 100x10	A36
35	2	24	DIAG1	T2L 100x10	A36
36	24	13	DIAG1	T2L 100x10	A36
37	13	25	DIAG1	T2L 100x10	A36
38	3	27	DIAG1	T2L 100x10	A36
39	27	15	DIAG1	T2L 100x10	A36
40	15	28	DIAG1	T2L 100x10	A36
41	4	30	DIAG1	T2L 100x10	A36
42	30	17	DIAG1	T2L 100x10	A36
43	17	31	DIAG1	T2L 100x10	A36

POSICION DE EJES LOCALES

Viga	Rotación [G]	Ejes23 NX	NY	NZ
7	90	0	0	0

ARTICULACIONES

Viga	JM3	KM3	JM2	KM2	TOR	JV2	KV2	JV3	KV3	AXI
8	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
10	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
12	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
14	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0

FUERZA CONCENTRADA SOBRE VIGAS

Estado Viga	Dir.	Valor [Ton]	Distancia [M]	%	
cv	10	Y	-30	3.85	0
	11	Y	-30	0.6	0
cs	10	Z	2.5	3.85	0
	11	Z	2.5	0.6	0
ls	10	X	6	3.85	0
bs	15	X	45	100	1
v1	15	Y	-30	0.95	0
s1	15	Z	2.5	0.95	0
l1	15	X	6	3.85	0
b1	8	X	45	0	1

ESTADOS DE CARGA

Estado	Descripción	Comb.	MultX	MultY	MultZ
--------	-------------	-------	-------	-------	-------

pp	Peso Propio	0	0	-1	0
cv	vertical crane	0	0	0	0
cs	side thrust	0	0	0	0
ls	longitudinal traction	0	0	0	0
bs	bumper impact	0	0	0	0
v1	vertical crane1	0	0	0	0
s1	side thrust1	0	0	0	0
l1	longitudinal traction1	0	0	0	0
b1	bumper impact1	0	0	0	0

2.3 RESULTADOS DEL ANALISIS

R E A C C I O N E S						
Nudo	FUERZAS [Ton]			MOMENTOS [Ton*M]		
	FX	FY	FZ	MX	MY	MZ

Estado pp=Peso Propio						
1	0.00014	13.78821	0.07010	0.00000	0.00000	0.00000
2	0.00005	25.03439	0.13654	0.00000	0.00000	0.00000
3	0.61221	23.96412	0.12755	0.00000	0.00000	0.00000
4	-0.61225	23.95652	0.12585	0.00000	0.00000	0.00000
5	0.00001	12.42151	0.00018	0.00494	0.00003	-0.00006
20	-0.00014	6.17519	-0.06977	0.00000	0.00000	0.00000
23	-0.00005	6.18440	-0.13719	0.00000	0.00000	0.00000
26	0.00003	6.17644	-0.12664	0.00000	0.00000	0.00000
29	-0.00001	6.18405	-0.12663	0.00000	0.00000	0.00000

SUM	0.00000	123.88483	0.00000	0.00494	0.00003	-0.00006

Estado cv=vertical crane						
1	0.00082	0.02353	0.00163	0.00000	0.00000	0.00000
2	0.00042	69.70175	0.41591	0.00000	0.00000	0.00000
3	0.05481	50.24400	0.29682	0.00000	0.00000	0.00000
4	-0.05528	0.03383	0.00520	0.00000	0.00000	0.00000
5	-0.00061	0.00000	-0.00119	-0.00465	-0.00005	0.00276
20	-0.00082	-0.02353	-0.00004	0.00000	0.00000	0.00000
23	-0.00042	0.02798	-0.41775	0.00000	0.00000	0.00000
26	0.00060	0.02658	-0.30067	0.00000	0.00000	0.00000
29	0.00049	-0.03413	0.00010	0.00000	0.00000	0.00000

SUM	0.00000	120.00000	0.00000	-0.00465	-0.00005	0.00276

Estado cs=side thrust						
1	0.09226	3.03257	1.10397	0.00000	0.00000	0.00000
2	-0.21745	-20.28333	-6.89262	0.00000	0.00000	0.00000
3	0.11370	-17.78466	-6.11144	0.00000	0.00000	0.00000
4	-0.02960	5.27704	1.94018	0.00000	0.00000	0.00000
5	0.00014	0.00000	-0.09434	-0.36243	-0.00398	-0.00063
20	-0.09226	-3.03257	-0.00551	0.00000	0.00000	0.00000
23	0.21745	20.28333	0.03701	0.00000	0.00000	0.00000

26	-0.12396	17.78459	0.03234	0.00000	0.00000	0.00000
29	0.03972	-5.27697	-0.00958	0.00000	0.00000	0.00000

SUM	0.00000	0.00000	-10.00000	-0.36243	-0.00398	-0.00063

Estado ls=longitudinal traction

1	-0.00000	-0.00009	-0.00003	0.00000	0.00000	0.00000
2	0.00001	0.00043	0.00011	0.00000	0.00000	0.00000
3	-3.61005	-3.84413	0.00410	0.00000	0.00000	0.00000
4	-4.07530	3.84395	-0.00435	0.00000	0.00000	0.00000
5	-4.31492	0.00000	-0.00004	-0.00025	-0.00000	19.41715
20	0.00000	0.00009	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
23	-0.00001	-0.00043	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
26	0.00018	0.00159	-0.00442	0.00000	0.00000	0.00000
29	0.00010	-0.00142	0.00464	0.00000	0.00000	0.00000

SUM	-12.00000	0.00000	0.00000	-0.00025	-0.00000	19.41715

Estado bs=bumper impact

1	-0.00001	-0.00034	-0.00012	0.00000	0.00000	0.00000
2	0.00002	0.00165	0.00041	0.00000	0.00000	0.00000
3	-14.58271	-14.18382	0.01572	0.00000	0.00000	0.00000
4	-13.77410	14.18310	-0.01546	0.00000	0.00000	0.00000
5	-16.64421	0.00000	-0.00016	-0.00089	-0.00001	74.89895
20	0.00001	0.00034	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
23	-0.00002	-0.00165	-0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
26	0.00044	0.00593	-0.01691	0.00000	0.00000	0.00000
29	0.00059	-0.00521	0.01652	0.00000	0.00000	0.00000

SUM	-45.00000	0.00000	0.00000	-0.00089	-0.00001	74.89895

Estado vl=vertical cranel

1	0.00003	0.00098	0.00035	0.00000	0.00000	0.00000
2	-0.00007	-0.00386	-0.00141	0.00000	0.00000	0.00000
3	0.03139	0.02457	0.00494	0.00000	0.00000	0.00000
4	-0.03119	28.51087	0.16572	0.00000	0.00000	0.00000
5	0.00034	91.45946	0.00104	0.01198	0.00009	-0.00153
20	-0.00003	-0.00098	-0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
23	0.00007	0.00386	0.00001	0.00000	0.00000	0.00000
26	-0.00029	-0.02474	0.00005	0.00000	0.00000	0.00000
29	-0.00025	0.02984	-0.17068	0.00000	0.00000	0.00000

SUM	0.00000	120.00000	0.00000	0.01198	0.00009	-0.00153

Estado sl=side thrust1

1	0.00326	0.10706	0.03773	0.00000	0.00000	0.00000
2	-0.00732	-0.42690	-0.15741	0.00000	0.00000	0.00000
3	0.02651	4.85582	1.77400	0.00000	0.00000	0.00000
4	-0.10009	-14.11054	-4.75904	0.00000	0.00000	0.00000
5	-0.00011	0.00000	-6.91273	-30.63816	-0.08261	0.00050
20	-0.00326	-0.10706	-0.00019	0.00000	0.00000	0.00000
23	0.00732	0.42690	0.00078	0.00000	0.00000	0.00000
26	-0.03442	-4.85576	-0.00882	0.00000	0.00000	0.00000
29	0.10812	14.11049	0.02569	0.00000	0.00000	0.00000

SUM	0.00000	0.00000	-10.00000	-30.63816	-0.08261	0.00050

Estado ll=longitudinal traction1

1	-0.00000	-0.00009	-0.00003	0.00000	0.00000	0.00000
2	0.00001	0.00044	0.00011	0.00000	0.00000	0.00000
3	-3.90129	-3.79457	0.00421	0.00000	0.00000	0.00000
4	-3.68496	3.79438	-0.00414	0.00000	0.00000	0.00000
5	-12.01402	0.00000	-0.00004	-0.00024	-0.00000	19.86310
20	0.00000	0.00009	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
23	-0.00001	-0.00044	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
26	0.00012	0.00159	-0.00452	0.00000	0.00000	0.00000
29	0.00016	-0.00139	0.00442	0.00000	0.00000	0.00000

SUM	-12.00000	0.00000	0.00000	-0.00024	-0.00000	19.86310

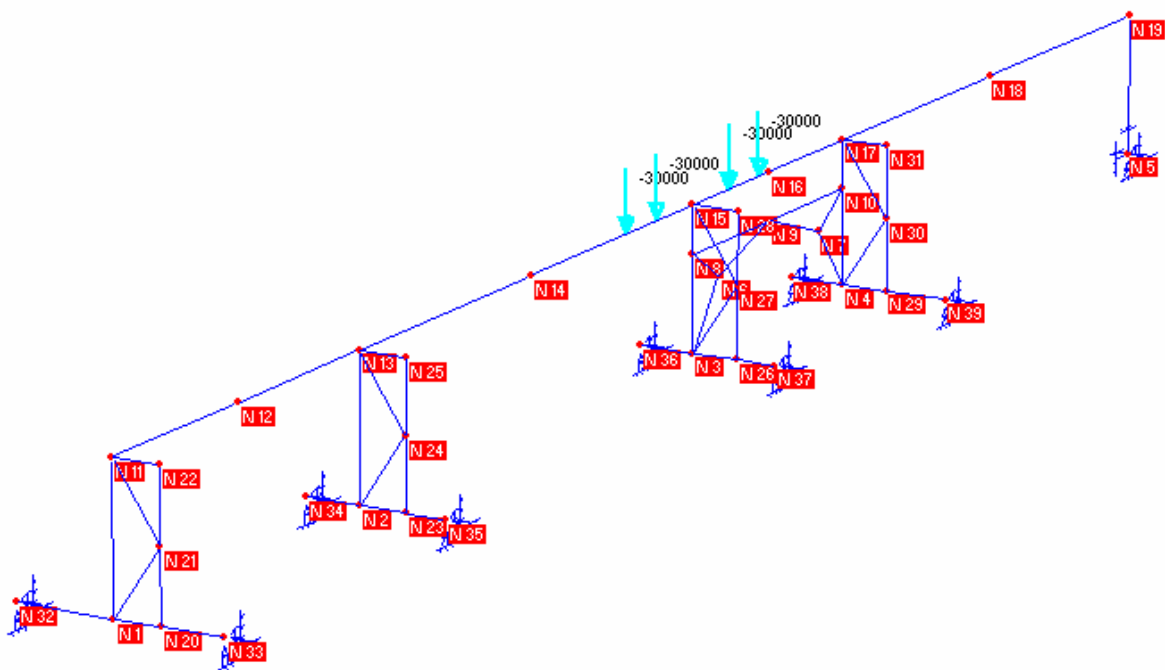
Estado b1=bumper impact1

1	-0.00001	-0.00033	-0.00012	0.00000	0.00000	0.00000
2	0.00002	0.00161	0.00040	0.00000	0.00000	0.00000
3	-13.53770	-14.41548	0.01538	0.00000	0.00000	0.00000
4	-15.28239	14.41483	-0.01632	0.00000	0.00000	0.00000
5	-16.18096	0.00000	-0.00017	-0.00094	-0.00001	72.81432
20	0.00001	0.00033	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
23	-0.00002	-0.00161	-0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
26	0.00068	0.00596	-0.01657	0.00000	0.00000	0.00000
29	0.00037	-0.00531	0.01741	0.00000	0.00000	0.00000

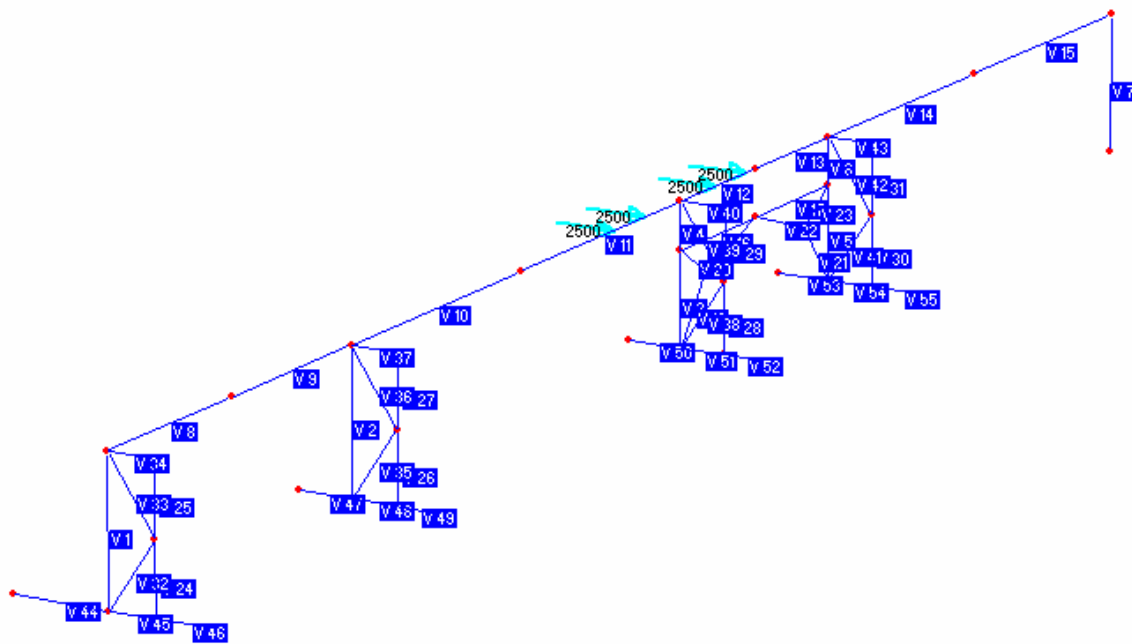
SUM	-45.00000	0.00000	0.00000	-0.00094	-0.00001	72.81432

3. ESTRUCTURA GRUA SEMI PORTICO – FUNDACION TIPO 2 Y 3

3.1 GEOMETRIA



NUMERACION DE NUDOS



NUMERACION DE ELEMENTOS

3.2 INFORMACION DE ENTRADA

Nudo	N U D O S			
	X [M]	Y [M]	Z [M]	Piso
1	0	0	0	0
2	12.5	0	0	0
3	31	0	0	0
4	40	0	0	0
5	58.5	0	0	0
6	32.5	2	0	0
7	38.5	2	0	0
8	31	3	0	0
9	35.5	3	0	0
10	40	3	0	0
11	0	4.5	0	0
12	6.25	4.5	0	0
13	12.5	4.5	0	0
14	21.75	4.5	0	0
15	31	4.5	0	0
16	35.5	4.5	0	0
17	40	4.5	0	0
18	49.25	4.5	0	0
19	58.5	4.5	0	0
20	0	0	1.5	0
21	0	2.25	1.5	0
22	0	4.5	1.5	0
23	12.5	0	1.5	0
24	12.5	2.25	1.5	0
25	12.5	4.5	1.5	0
26	31	0	1.5	0
27	31	2.25	1.5	0
28	31	4.5	1.5	0
29	40	0	1.5	0
30	40	2.25	1.5	0
31	40	4.5	1.5	0
32	0	0	-3.1	0
33	0	0	3.5	0
34	12.5	0	-1.75	0
35	12.5	0	2.75	0
36	31	0	-1.75	0
37	31	0	2.75	0
38	40	0	-1.75	0
39	40	0	3.5	0

Nudo	R E S T R I C C I O N E S					
	TX	TY	TZ	RX	RY	RZ
5	1	1	1	1	1	1
32	1	1	1	0	0	0
33	1	1	1	0	0	0
34	1	1	1	0	0	0
35	1	1	1	0	0	0

36	1	1	1	0	0	0
37	1	1	1	0	0	0
38	1	1	1	0	0	0
39	1	1	1	0	0	0

V I G A S

Viga	NJ	NK	Descripcion	Sección	Material
1	1	11	COL	HEB 600	A36
2	2	13	COL	HEB 600	A36
3	3	8	COL	HEB 600	A36
4	8	15	COL	HEB 600	A36
5	4	10	COL	HEB 600	A36
6	10	17	COL	HEB 600	A36
7	5	19	COL	HEB 800	A36
8	11	12	CB	HP 2000	A36
9	12	13	CB	HP 2000	A36
10	13	14	CB	HP 2000	A36
11	14	15	CB	HP 2000	A36
12	15	16	CB	HP 2000	A36
13	16	17	CB	HP 2000	A36
14	17	18	CB	HP 2000	A36
15	18	19	CB	HP 2000	A36
16	8	9	BEAM	HEB 500	A36
17	9	10	BEAM	HEB 500	A36
18	3	6	DIAGONAL	T2L 100x10	A36
19	6	9	DIAGONAL	T2L 100x10	A36
20	6	8	DIAGONAL	T2L 100x10	A36
21	4	7	DIAGONAL	T2L 100x10	A36
22	7	9	DIAGONAL	T2L 100x10	A36
23	7	10	DIAGONAL	T2L 100x10	A36
24	20	21	COL	HEB 600	A36
25	21	22	COL	HEB 600	A36
26	23	24	COL	HEB 600	A36
27	24	25	COL	HEB 600	A36
28	26	27	COL	HEB 600	A36
29	27	28	COL	HEB 600	A36
30	29	30	COL	HEB 600	A36
31	30	31	COL	HEB 600	A36
32	1	21	DIAG1	T2L 100x10	A36
33	21	11	DIAG1	T2L 100x10	A36
34	11	22	DIAG1	T2L 100x10	A36
35	2	24	DIAG1	T2L 100x10	A36
36	24	13	DIAG1	T2L 100x10	A36
37	13	25	DIAG1	T2L 100x10	A36
38	3	27	DIAG1	T2L 100x10	A36
39	27	15	DIAG1	T2L 100x10	A36
40	15	28	DIAG1	T2L 100x10	A36
41	4	30	DIAG1	T2L 100x10	A36
42	30	17	DIAG1	T2L 100x10	A36
43	17	31	DIAG1	T2L 100x10	A36
44	32	1	BEAM1	WEm 50	A36
45	1	20	BEAM1	WEm 50	A36
46	20	33	BEAM1	WEm 50	A36
47	34	2	BEAM1	WEm 50	A36
48	2	23	BEAM1	WEm 50	A36

49	23	35	BEAM1	WEm 50	A36
50	36	3	BEAM1	WEm 50	A36
51	3	26	BEAM1	WEm 50	A36
52	26	37	BEAM1	WEm 50	A36
53	38	4	BEAM1	WEm 50	A36
54	4	29	BEAM1	WEm 50	A36
55	29	39	BEAM1	WEm 50	A36

A R T I C U L A C I O N E S

Viga JM3 KM3 JM2 KM2 TOR JV2 KV2 JV3 KV3 AXI

1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0
2	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0
3	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0
5	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0
8	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
10	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
12	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
14	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
24	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0
26	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0
28	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0
30	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0

FUERZA CONCENTRADA SOBRE VIGAS

Estado Viga Dir. Valor Distancia %
[Ton] [M]

cv	11	Y	-30	5.35	0
	12	Y	-30	2.1	0
cs	11	Z	2.5	5.35	0
	12	Z	2.5	2.1	0
ls	12	X	6	0	0
bs	15	X	45	100	1
v1	9	Y	-30	2.35	0
	10	Y	-30	2.1	0
s1	9	Z	2.5	2.35	0
	10	Z	2.5	2.1	0
l1	10	X	6	0	0
b1	8	X	45	0	1

E S T A D O S D E C A R G A

Estado Descripción Comb. MultX MultY MultZ

pp	Peso Propio	0	0	-1	0
cv	vertical crane	0	0	0	0
cs	side thrust	0	0	0	0
ls	longitudinal traction	0	0	0	0
bs	bumper impact	0	0	0	0
v1	vertical crane1	0	0	0	0
s1	side thrust1	0	0	0	0

11	longitudinal traction1	0	0	0	0
b1	bumper impact1	0	0	0	0

3.3 RESULTADOS DEL ANALISIS

R E A C C I O N E S						
Nudo	FUERZAS [Ton]			MOMENTOS [Ton*M]		
	FX	FY	FZ	MX	MY	MZ

Estado pp=Peso Propio						
5	-0.37492	12.42151	-0.00958	-0.02308	-0.00033	1.68716
32	-0.00472	10.63336	0.01133	0.00000	0.00000	0.00000
33	0.00472	12.29014	-0.02613	0.00000	0.00000	0.00000
34	-0.00178	18.08688	0.07234	0.00000	0.00000	0.00000
35	0.00178	15.15017	-0.03681	0.00000	0.00000	0.00000
36	0.36921	17.36128	-0.00034	0.00000	0.00000	0.00000
37	0.24037	14.98499	-0.07637	0.00000	0.00000	0.00000
38	-0.17054	19.47502	0.08473	0.00000	0.00000	0.00000
39	-0.06412	12.83271	-0.01918	0.00000	0.00000	0.00000

SUM	0.00000	133.23606	0.00000	-0.02308	-0.00033	1.68716

Estado cv=vertical crane						
5	1.73300	0.00000	-0.03736	-0.09099	-0.00129	-7.79850
32	-0.00170	-0.01317	-0.02208	0.00000	0.00000	0.00000
33	0.00170	0.01317	-0.01952	0.00000	0.00000	0.00000
34	0.01846	6.14961	0.10651	0.00000	0.00000	0.00000
35	-0.01846	3.58012	0.03275	0.00000	0.00000	0.00000
36	-0.52325	54.03786	-0.01165	0.00000	0.00000	0.00000
37	-0.31761	35.36591	-0.32354	0.00000	0.00000	0.00000
38	-0.63106	14.28271	0.22103	0.00000	0.00000	0.00000
39	-0.26108	6.58379	0.05384	0.00000	0.00000	0.00000

SUM	0.00000	120.00000	0.00000	-0.09099	-0.00129	-7.79850

Estado cs=side thrust						
5	-0.01356	0.00000	0.06358	0.21596	0.00258	0.06102
32	0.01416	0.09707	0.08389	0.00000	0.00000	0.00000
33	-0.01416	-0.09707	0.07396	0.00000	0.00000	0.00000
34	-0.05445	-0.69456	-0.38362	0.00000	0.00000	0.00000
35	0.05445	0.69456	-0.24180	0.00000	0.00000	0.00000
36	0.03652	-8.37396	-5.29207	0.00000	0.00000	0.00000
37	-0.04518	8.38074	-3.34040	0.00000	0.00000	0.00000
38	0.05530	-0.96255	-0.64431	0.00000	0.00000	0.00000
39	-0.03308	0.95577	-0.31922	0.00000	0.00000	0.00000

SUM	0.00000	0.00000	-10.00000	0.21596	0.00258	0.06102

Estado ls=longitudinal traction						
5	-4.80054	0.00000	0.00242	0.01021	0.00012	21.60245
32	0.00020	0.00133	0.00117	0.00000	0.00000	0.00000
33	-0.00020	-0.00133	0.00103	0.00000	0.00000	0.00000
34	-0.00076	-0.01042	-0.00435	0.00000	0.00000	0.00000
35	0.00076	0.01042	-0.00273	0.00000	0.00000	0.00000
36	-2.23296	-2.17218	0.00911	0.00000	0.00000	0.00000

37	-1.41777	-1.42755	0.00424	0.00000	0.00000	0.00000
38	-2.36961	2.38143	-0.00793	0.00000	0.00000	0.00000
39	-1.17912	1.21830	-0.00297	0.00000	0.00000	0.00000

SUM	-12.00000	0.00000	0.00000	0.01021	0.00012	21.60245
Estado bs=bumper impact						
5	-18.42235	0.00000	0.00889	0.03756	0.00043	82.90056
32	0.00073	0.00491	0.00434	0.00000	0.00000	0.00000
33	-0.00073	-0.00491	0.00382	0.00000	0.00000	0.00000
34	-0.00282	-0.03849	-0.01609	0.00000	0.00000	0.00000
35	0.00282	0.03849	-0.01010	0.00000	0.00000	0.00000
36	-8.70423	-8.01860	0.03393	0.00000	0.00000	0.00000
37	-5.52675	-5.27022	0.01573	0.00000	0.00000	0.00000
38	-8.24428	8.79115	-0.02941	0.00000	0.00000	0.00000
39	-4.10240	4.49768	-0.01110	0.00000	0.00000	0.00000

SUM	-45.00000	0.00000	0.00000	0.03756	0.00043	82.90056
Estado vl=vertical crane1						
5	0.27526	0.00000	-0.00125	-0.00395	-0.00006	-1.23865
32	0.01852	7.75018	0.05953	0.00000	0.00000	0.00000
33	-0.01852	6.64982	0.01063	0.00000	0.00000	0.00000
34	0.00056	58.25353	0.12147	0.00000	0.00000	0.00000
35	-0.00056	37.61674	-0.25975	0.00000	0.00000	0.00000
36	-0.09677	6.04527	0.09202	0.00000	0.00000	0.00000
37	-0.04335	3.54683	0.02360	0.00000	0.00000	0.00000
38	-0.09146	0.07836	-0.03088	0.00000	0.00000	0.00000
39	-0.04367	0.05927	-0.01536	0.00000	0.00000	0.00000

SUM	0.00000	120.00000	0.00000	-0.00395	-0.00006	-1.23865
Estado sl=side thrust1						
5	-0.00134	0.00000	-0.01104	-0.03793	-0.00044	0.00603
32	-0.05639	-0.42579	-0.26236	0.00000	0.00000	0.00000
33	0.05639	0.42579	-0.23074	0.00000	0.00000	0.00000
34	-0.01983	-8.86357	-5.56972	0.00000	0.00000	0.00000
35	0.01983	8.86357	-3.51536	0.00000	0.00000	0.00000
36	0.03313	-0.72887	-0.40892	0.00000	0.00000	0.00000
37	-0.03076	0.72954	-0.25779	0.00000	0.00000	0.00000
38	-0.00860	0.19307	0.17100	0.00000	0.00000	0.00000
39	0.00757	-0.19374	0.08493	0.00000	0.00000	0.00000

SUM	0.00000	0.00000	-10.00000	-0.03793	-0.00044	0.00603
Estado ll=longitudinal traction1						
5	-4.79855	0.00000	0.00242	0.01022	0.00012	21.59349
32	0.00020	0.00133	0.00117	0.00000	0.00000	0.00000
33	-0.00020	-0.00133	0.00103	0.00000	0.00000	0.00000
34	-0.00076	-0.01042	-0.00435	0.00000	0.00000	0.00000
35	0.00076	0.01042	-0.00273	0.00000	0.00000	0.00000
36	-2.21973	-2.17279	0.00911	0.00000	0.00000	0.00000
37	-1.40937	-1.42793	0.00424	0.00000	0.00000	0.00000
38	-2.38538	2.38209	-0.00793	0.00000	0.00000	0.00000
39	-1.18696	1.21863	-0.00296	0.00000	0.00000	0.00000

SUM	-12.00000	0.00000	0.00000	0.01022	0.00012	21.59349
Estado bl=bumper impact1						

5	-17.99457	0.00000	0.00908	0.03832	0.00044	80.97558
32	0.00074	0.00499	0.00440	0.00000	0.00000	0.00000
33	-0.00074	-0.00499	0.00388	0.00000	0.00000	0.00000
34	-0.00287	-0.03907	-0.01632	0.00000	0.00000	0.00000
35	0.00287	0.03907	-0.01025	0.00000	0.00000	0.00000
36	-8.32400	-8.14796	0.03416	0.00000	0.00000	0.00000
37	-5.28513	-5.35475	0.01591	0.00000	0.00000	0.00000
38	-8.94519	8.93285	-0.02974	0.00000	0.00000	0.00000
39	-4.45110	4.56987	-0.01112	0.00000	0.00000	0.00000

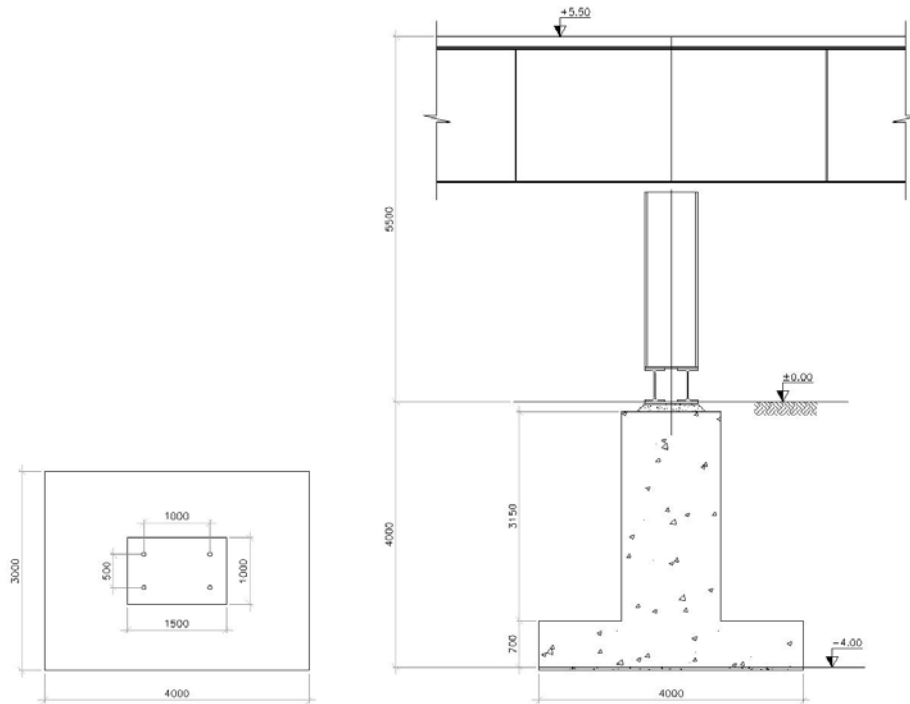
SUM	-45.00000	0.00000	0.00000	0.03832	0.00044	80.97558

Anexo G

CALCULOS PARA FUNDACIONES TIPO 2 Y 3

FUNDACION TIPO 2 – GRUA SEMIORTICO

En esta sección se trata la zapata mas cargada de la pareja de zapatas para aquellas columnas que coinciden con el canal de cables. Estas se han predimensionado de 3.0x4.0m y fundadas a profundidades de 4.0 y 6.0m.



PLANTA

ELEVACION

ZAPATA DE FUNDACION TIPO 2 - COLUMNA SEMIORTICO

Cargas

Carga Muerta (D)

Está dada por el peso de la columna soporte, el tramo aferente de la viga carrilera y el peso propio de la fundación.

Columna y viga carrilera	=	
17.50t(Nudo36– pp)		
Pedestal (1.00x1.50x3.15) x 2.40	=	
11.35t		
Zapata (3.00x4.00x0.70) x 2.40	=	
20.20t		
Carga Total	=	49.05t

Carga vertical de la grúa (Cv)

$$cv = 54.5t \quad (\text{Nudo } 36 - cv)$$

Carga Lateral de la grúa (Css)

$$cs = 5.50t \quad (\text{Nudo } 36 - cs)$$

Carga Longitudinal de la grúa (Cls)

$$ls = 2.50t \quad (\text{Nudo } 36 - ls)$$

Carga de choque (Cbs)

$$bs = 9.0t \quad (\text{Nudo } 36 - bs)$$

Combinaciones de carga

- $D + C_v$ (AISE 3.12.1 – Condición 1)
- $0.75(D + C_v + C_{ss})$ (AISE 3.12.1 – Condición 3)
- $0.75(D + C_v + C_{bs})$ (AISE 3.10.2.3 – Condición 3)
- $1.4D + 1.7L$ (ACI 318 – 9.1)

Para este caso se estudia también la condición de impacto.

Para el diseño de la cimentación utilizamos la última combinación tomando como carga viva las cargas de la grúa.

Revisión de esfuerzos

Carga vertical,

$$P = 49.05 + 54.50 = 103.55t$$

Cargas horizontales,

$$F_L = 2.50t \quad F_T = 5.50t$$

Esfuerzo debido a la carga vertical,

$$P / A = 103.55 / (3.0 \times 4.0) = 8.65t/m^2$$

Esfuerzo por flexión en el sentido longitudinal,

$$M_y c / I = (2.50 \times 4.0) \times 2.0 / (3.0 \times 4.0^3 / 12) = 1.25t/m^2$$

Esfuerzo por flexión en el sentido transversal,

$$M_x c / I = (5.50 \times 4.0) \times 1.50 / (4.0 \times 3.0^3 / 12) = 3.65t/m^2$$

De lo que resulta,

$$\sigma_{\text{máx}} = 8.65 + 1.25 + 3.65 = 13.55t/m^2 < 15t/m^2 \rightarrow \text{Ok}$$

$$\sigma_{\min} = 8.65 - 1.25 - 3.65 = 3.75 \text{ t/m}^2 > 0 \rightarrow$$

Ok

Diseño de la zapata

Revisión por corte de la zapata

Realizando el mismo procedimiento para cargas últimas tenemos:

$$\text{Por carga vertical, } P_u = 1.4 * 49.05 + 1.7 * 54.50 = 161.30 \text{ t}$$

$$P_u / A = 161.30 / 12.0 = 13.45 \text{ t/m}^2$$

Por flexión,

$$M_u c / I = 1.7 * 3.65 = 6.20 \text{ t/m}^2$$

Por lo tanto la reacción máxima del terreno sobre la zapata está dada por:

$$q_u = 13.45 + 6.20 = 19.65 \text{ t/m}^2$$

Se tiene entonces una carga distribuida por ancho de zapata de

$$W_u = 19.65 \times 4.0 = 78.60 \text{ t/m}$$

De esto resulta un cortante último a la distancia “d”

$$V_u = 78.60 \times (1.0 - 0.63) = 29.10 \text{ t}$$

Por lo tanto un esfuerzo de corte último en la sección de:

$$v_u = 29100 / (400 \times 63) = 1.15 \text{ Kg/cm}^2 < 6.75 \text{ Kg/cm}^2$$

Diseño a flexión

El momento en el voladizo de la zapata está dado por:

$$M_u = q_u \times L^2 / 2 = 19.65 \times 1.0^2 / 2 = 9.80 \text{ t-m/m}$$

Con

$$b = 100 \text{ cm y } d = 63 \text{ cm} \rightarrow \rho = 0.0006 < \rho_{\min}$$

$$A_s = 0.0018 * 100 * 63 = 11.34\text{cm}^2/\text{m} \quad \rightarrow \quad \text{Ø}5/8''\text{c}/0.175$$

(11.43cm²/m)

Pernos de anclaje

Fuerza de tensión máxima en un perno para la disposición planteada,

$$T_{\text{perno}} = (8.0 + 2.0) / 4 = 2.5t = 2500\text{Kg} \quad (\text{Nudo } 36 - \text{cs} + \text{ls})$$

Diámetro del perno,

$$\text{Ø}_p = \sqrt{\frac{4T}{\pi\sigma_{adm}}} + 0.3 = \sqrt{\frac{4 * 2500}{\pi * 1225}} + 0.3 = 1.90\text{cm}$$

Utilizamos 4 pernos cabeza de martillo M36

Conector de cortante

Utilizamos un perfil HEB200 embebido 15cm.

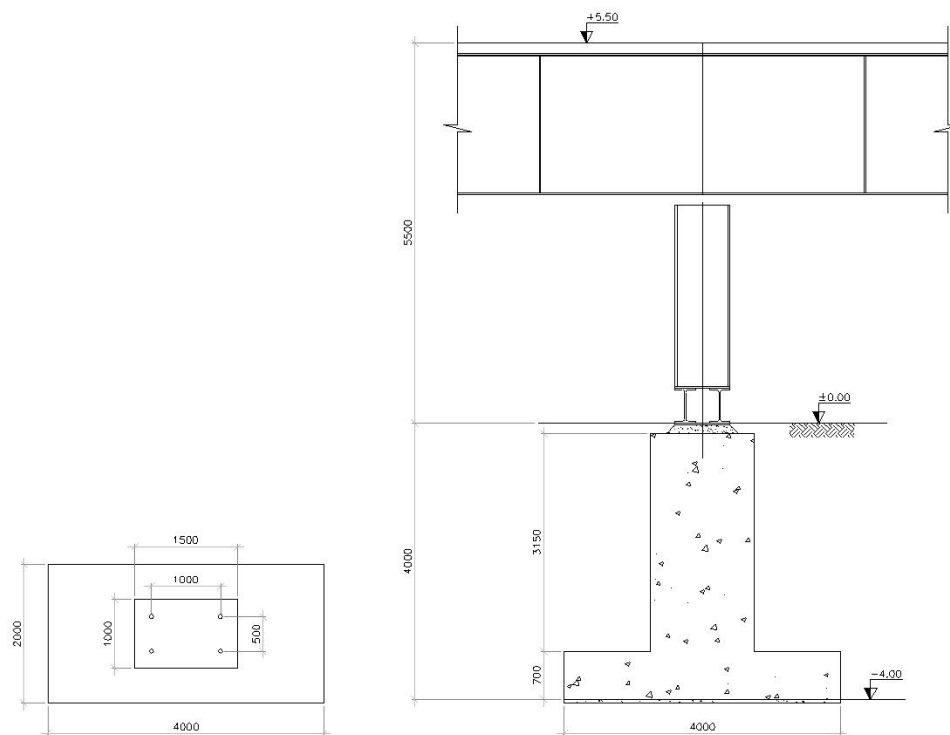
Armadura del pedestal

$$A_s = 0.005 * 100 * 150 = 75\text{cm}^2 \quad \rightarrow \quad \text{Colocamos } 26 \text{ barras de } 3/4''$$

(74.10cm²)

FUNDACION TIPO 3 – GRUA SEMI PORTICO

En esta sección se trata la zapata menos cargada de la pareja de zapatas para aquellas columnas que coinciden con el canal de cables. Estas se han predimensionado de 2.0x4.0m y fundadas a profundidades de 4.0 y 6.0m.



PLANTA

ELEVACION

ZAPATA DE FUNDACION TIPO 3 - COLUMNA SEMIPORTICO

Cargas

Carga Muerta (D)

Está dada por el peso de la columna soporte, el tramo aferente de la viga carrilera y el peso propio de la fundación.

Columna y viga carrilera	=	15.00t (Nudo37–
pp)		
Pedestal(1.00x1.50x3.15) x 2.40	=	11.35t
Zapata(2.00x4.00x0.70) x 2.40	=	13.45t
Carga Total	=	39.80t

Carga vertical de la grúa (Cv)

$$cv = 35.5t \quad (\text{Nudo } 37 - cv)$$

Carga Lateral de la grúa (Ccs)

$$cs = 3.50t \quad (\text{Nudo } 37 - cs)$$

Carga Longitudinal de la grúa (Cls)

$$ls = 1.50t \quad (\text{Nudo } 37 - ls)$$

Carga de choque (Cbs)

$$bs = 5.50t \quad (\text{Nudo } 37 - bs)$$

Revisión de esfuerzos

Carga vertical,

$$P = 39.80 + 35.50 = 75.30t$$

Cargas horizontales,

$$F_L = 1.50t \quad F_T = 3.50t$$

Esfuerzo debido a la carga vertical,

$$P / A = 75.30 / (2.0 \times 4.0) = 9.40t/m^2$$

Esfuerzo por flexión en el sentido longitudinal,

$$My c / I = (1.50 \times 4.0) \times 2.0 / (2.0 \times 4.0^3 / 12) = 1.15t/m^2$$

Esfuerzo por flexión en el sentido transversal,

$$M_x c / I = (3.50 \times 4.0) \times 1.00 / (4.0 \times 2.0^3 / 12) = 5.25 \text{t/m}^2$$

De lo que resulta,

$$\sigma_{\text{máx}} = 9.40 + 1.15 + 5.25 = 15.80 \text{t/m}^2 \quad \sim \quad 15 \text{t/m}^2 \quad \rightarrow \quad \mathbf{Ok}$$

$$\sigma_{\text{mín}} = 9.40 - 1.15 - 5.25 = 3.0 \text{t/m}^2 \quad > \quad 0 \quad \rightarrow \quad \mathbf{Ok}$$

Diseño de la zapata

Del análisis de la zapata anterior se puede concluir que con un espesor de 70cm **cumple**.

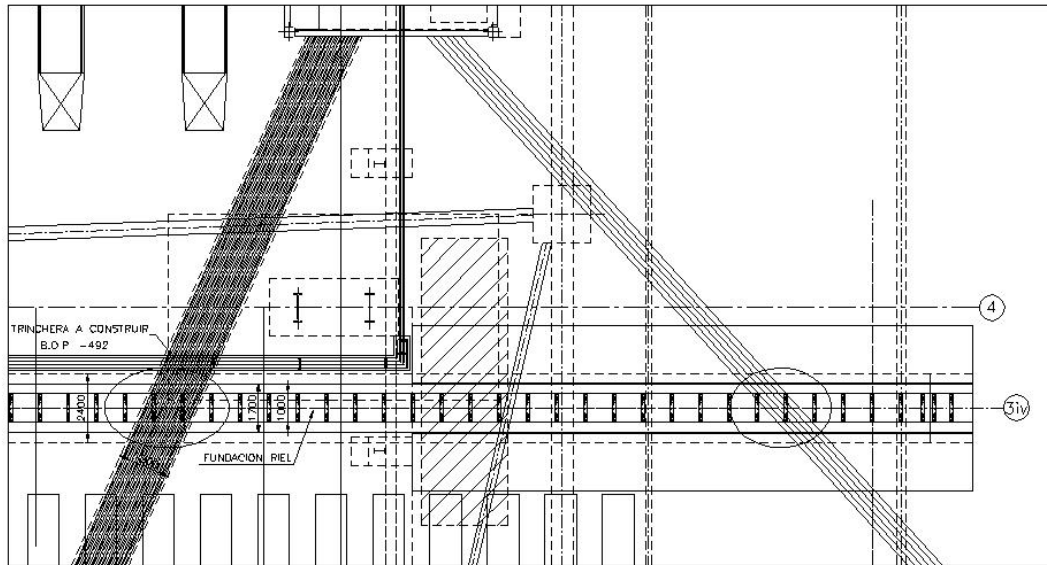
Anexo H

TENSIONES MAXIMAS DE COMPRESION

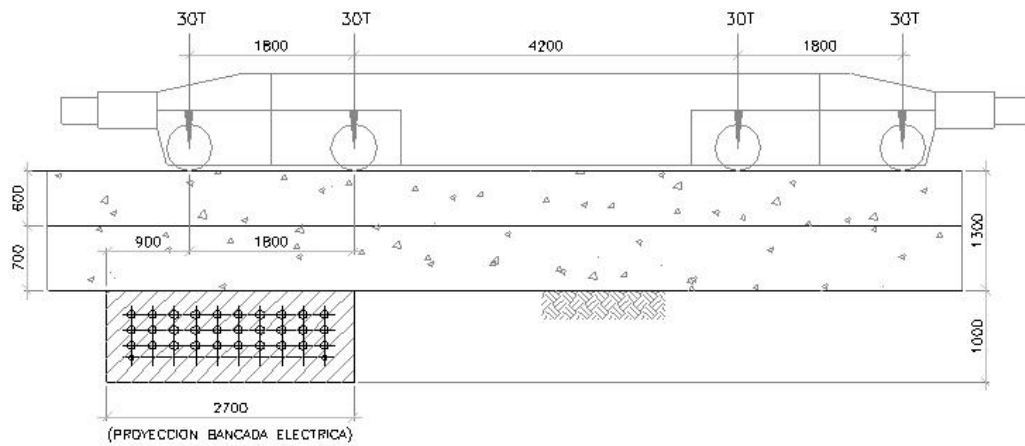
Anexo I

**REVISION CRUCES FUNDACION RIEL Vs BANCADAS
ELECTRICA**

1. GEOMETRIA



VISTA EN PLANTA



ALZADO

2 ANALISIS

Como se indica en la figura ésta sería la condición de carga para el tramo de fundación trabajando como puente en la interferencia con la bancada eléctrica.

Por lo tanto se revisa la fundación en el sentido longitudinal.

Revisión a Flexión,

La disposición de cargas de la figura se ha hecho aplicando el teorema de Barré el cual dice que la condición más crítica de un conjunto de cargas es cuando la resultante de estas equidista respecto del centro de la luz con la carga más cercana.

Pero se observa que aplicando esto una rueda ya estaría por fuera de la luz, así que se halla el momento para cuando la rueda está en el centro de la luz.

$$M = P * L / 4 = 30 * 2.70 / 4 = 20.25\text{t-m}$$

Considerando solo la losa inferior tenemos:

$$b = 240\text{cm}$$

$$h = 60\text{cm} \quad \rightarrow \quad d = 60\text{cm}$$

$$\rho = 0.00062 < \rho_{\min} \quad \rightarrow$$

$$\rho_{\text{dis}} = 1.33 * 0.0062 = 00083 < \rho_{\min}$$

La fundación tiene 12Ø5/8" (24cm²)

$$\rho_{\text{col}} = 24 / (240 * 60) = 0.00167 > 00083$$

Por lo tanto se puede decir que la fundación se comporta satisfactoriamente para este caso.

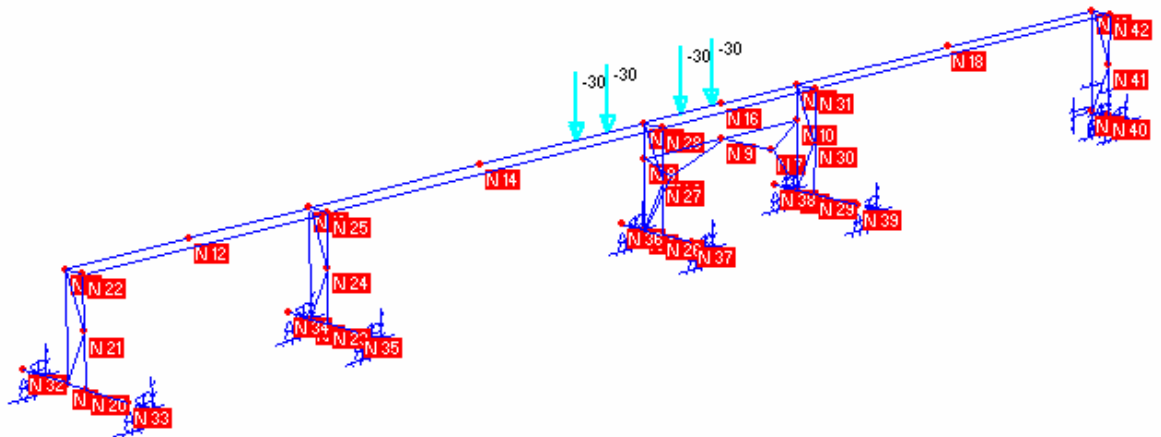
Anexo J

SALIDA PROGRAMA DE CALCULO PARA ESTRUCTURA
METALICA

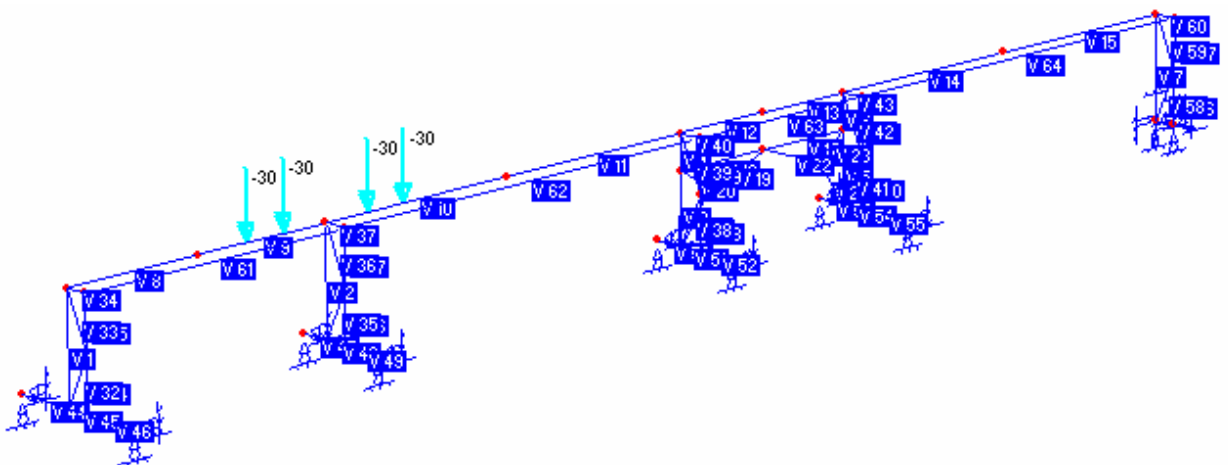
1. ESTRUCTURA GRUA SEMIORTICO (GLOBAL)

1.1.GEOMETRIA

NUMERACION DE NUDOS



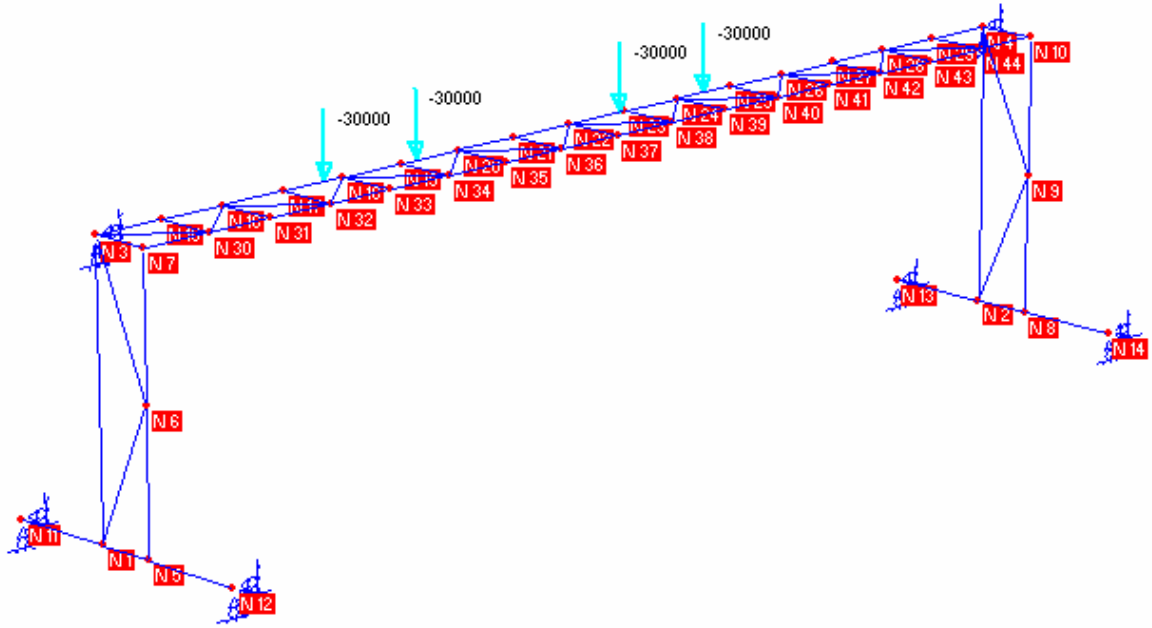
NUMERACION DE ELEMENTOS



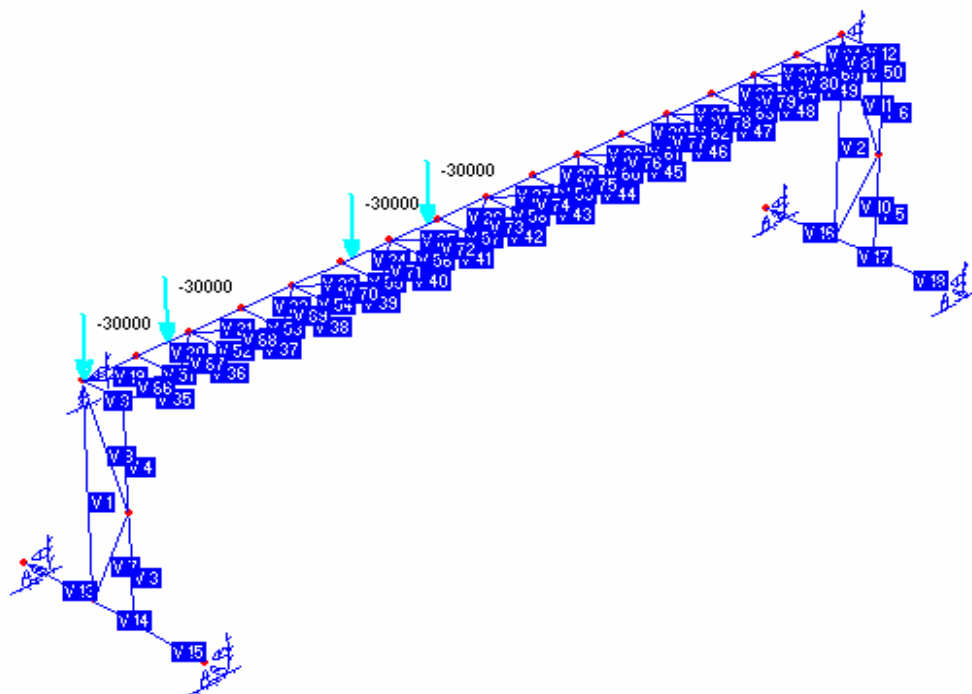
2. ESTRUCTURA GRUA SEMIORTICO (VIGA CARRILERA L=18.50M)

2.1 GEOMETRIA

NUMERACION DE NODOS



NUMERACION DE ELEMENTOS



3 INFORMACION DE ENTRADA

Nudo	N U D O S			
	X [M]	Y [M]	Z [M]	Piso
1	0	0	0	0
2	12.5	0	0	0
3	31	0	0	0
4	40	0	0	0
5	58.5	0	0	0
6	32.5	2	0	0
7	38.5	2	0	0
8	31	3	0	0
9	35.5	3	0	0
10	40	3	0	0
11	0	4.5	0	0
12	6.25	4.5	0	0
13	12.5	4.5	0	0
14	21.75	4.5	0	0
15	31	4.5	0	0
16	35.5	4.5	0	0
17	40	4.5	0	0
18	49.25	4.5	0	0
19	58.5	4.5	0	0
20	0	0	1	0
21	0	2.25	1	0
22	0	4.5	1	0
23	12.5	0	1	0
24	12.5	2.25	1	0
25	12.5	4.5	1	0
26	31	0	1	0
27	31	2.25	1	0
28	31	4.5	1	0
29	40	0	1	0
30	40	2.25	1	0
31	40	4.5	1	0
32	0	0	-2.6	0
33	0	0	3.5	0
34	12.5	0	-1.25	0
35	12.5	0	2.75	0
36	31	0	-1.25	0
37	31	0	2.75	0
38	40	0	-1.25	0
39	40	0	3.5	0
40	58.5	0	1	0
41	58.5	2.25	1	0
42	58.5	4.5	1	0

Nudo	R E S T R I C C I O N E S						
	TX	TY	TZ	RX	RY	RZ	
5	1	1	1	1	1	1	

32	1	1	1	0	0	0
33	1	1	1	0	0	0
34	1	1	1	0	0	0
35	1	1	1	0	0	0
36	1	1	1	0	0	0
37	1	1	1	0	0	0
38	1	1	1	0	0	0
39	1	1	1	0	0	0
40	1	1	1	1	1	1

Viga	V I G A S					
	NJ	NK	Descripcion	Sección	Material	
1	1	11	COL	HEB 600	A36	
2	2	13	COL	HEB 600	A36	
3	3	8	COL	HEB 600	A36	
4	8	15	COL	HEB 600	A36	
5	4	10	COL	HEB 600	A36	
6	10	17	COL	HEB 600	A36	
7	5	19	COL	HEB 600	A36	
8	11	12	CB	Gen #2035	A36	
9	12	13	CB	Gen #2035	A36	
10	13	14	CB	Gen #2035	A36	
11	14	15	CB	Gen #2035	A36	
12	15	16	CB	Gen #2035	A36	
13	16	17	CB	Gen #2035	A36	
14	17	18	CB	Gen #2035	A36	
15	18	19	CB	Gen #2035	A36	
16	8	9	BEAM	HEB 500	A36	
17	9	10	BEAM	HEB 500	A36	
18	3	6	DIAGONAL	T2L 100x10	A36	
19	6	9	DIAGONAL	T2L 100x10	A36	
20	6	8	DIAGONAL	T2L 100x10	A36	
21	4	7	DIAGONAL	T2L 100x10	A36	
22	7	9	DIAGONAL	T2L 100x10	A36	
23	7	10	DIAGONAL	T2L 100x10	A36	
24	20	21	COL	HEB 600	A36	
25	21	22	COL	HEB 600	A36	
26	23	24	COL	HEB 600	A36	
27	24	25	COL	HEB 600	A36	
28	26	27	COL	HEB 600	A36	
29	27	28	COL	HEB 600	A36	
30	29	30	COL	HEB 600	A36	
31	30	31	COL	HEB 600	A36	
32	1	21	DIAG1	T2L 100x10	A36	
33	21	11	DIAG1	T2L 100x10	A36	
34	11	22	DIAG1	T2L 100x10	A36	
35	2	24	DIAG1	T2L 100x10	A36	
36	24	13	DIAG1	T2L 100x10	A36	
37	13	25	DIAG1	T2L 100x10	A36	
38	3	27	DIAG1	T2L 100x10	A36	
39	27	15	DIAG1	T2L 100x10	A36	
40	15	28	DIAG1	T2L 100x10	A36	
41	4	30	DIAG1	T2L 100x10	A36	
42	30	17	DIAG1	T2L 100x10	A36	
43	17	31	DIAG1	T2L 100x10	A36	

44	32	1	BEAM1	Gen #2HEB600	A36
45	1	20	BEAM1	Gen #2HEB600	A36
46	20	33	BEAM1	Gen #2HEB600	A36
47	34	2	BEAM1	Gen #2HEB600	A36
48	2	23	BEAM1	Gen #2HEB600	A36
49	23	35	BEAM1	Gen #2HEB600	A36
50	36	3	BEAM1	Gen #2HEB600	A36
51	3	26	BEAM1	Gen #2HEB600	A36
52	26	37	BEAM1	Gen #2HEB600	A36
53	38	4	BEAM1	Gen #2HEB600	A36
54	4	29	BEAM1	Gen #2HEB600	A36
55	29	39	BEAM1	Gen #2HEB600	A36
56	40	41	COL	HEB 600	A36
57	41	42	COL	HEB 600	A36
58	5	41	DIAG1	T2L 100x10	A36
59	41	19	DIAG1	T2L 100x10	A36
60	19	42	DIAG1	T2L 100x10	A36
61	22	25	Viga secundaria	Gen #IPE400-L100	A36
62	25	28	Viga secundaria	Gen #IPE400-L100	A36
63	28	31	Viga secundaria	Gen #IPE400-L100	A36
64	31	42	Viga secundaria	Gen #IPE400-L100	A36

FUERZA CONCENTRADA SOBRE VIGAS

Estado	Viga	Dir.	Valor [Ton]	Distancia [M]	%
cv	11	Y	-30	5.35	0
	12	Y	-30	2.1	0
cs	11	Z	2.5	5.35	0
	12	Z	2.5	2.1	0
ls	11	X	6	5.35	0
bs	15	X	45	100	1
v1	9	Y	-30	2.35	0
	10	Y	-30	2.1	0
s1	9	Z	2.5	2.35	0
	10	Z	2.5	2.1	0
11	9	X	6	2.35	0
v2	15	Y	-30	0	0
s2	15	Z	2.5	0	0
12	15	X	6	0	0
v3	8	Y	-30	1.5	0
	9	Y	-30	1.25	0
s3	8	Z	2.5	1.5	0
	9	Z	2.5	1.25	0
13	8	X	6	1.5	0
v4	10	Y	-30	4.3	0
	11	Y	-30	1.05	0
s4	10	Z	2.5	4.3	0
	11	Z	2.5	1.05	0
14	10	X	6	4.3	0
v5	14	Y	-30	4.3	0
	15	Y	-30	1.05	0
s5	14	Z	2.5	4.3	0
	15	Z	2.5	1.05	0
15	14	X	6	4.3	0

		ESTADOS DE CARGA			
Estado	Descripción	Comb.	MultX	MultY	MultZ
pp	Peso Propio	0	0	-1	0
cv	vertical crane	0	0	0	0
cs	side thrust	0	0	0	0
ls	longitudinal traction	0	0	0	0
bs	bumper impact	0	0	0	0
c1	pp+1.25cv+.5cs	1	0	0	0
c2	pp+1.25cv+cs+ls	1	0	0	0
v1	vertical crane1	0	0	0	0
s1	side thrust1	0	0	0	0
l1	longitudinal traction1	0	0	0	0
a2	pp+1.25v1+s1+l1	1	0	0	0
v2	vertical crane2	0	0	0	0
s2	side thrust2	0	0	0	0
l2	longitudinal traction2	0	0	0	0
b2	pp+1.25v2+s2+l2	1	0	0	0
v3	vertical crane3	0	0	0	0
s3	side thrust3	0	0	0	0
l3	longitudinal traction3	0	0	0	0
d2	pp+1.25v3+s3+l3	1	0	0	0
v4	vertical crane4	0	0	0	0
s4	side thrust4	0	0	0	0
l4	longitudinal traction4	0	0	0	0
e2	pp+1.25v4+s4+l4	1	0	0	0
v5	vertical crane5	0	0	0	0
s5	side thrust5	0	0	0	0
l5	longitudinal traction5	0	0	0	0
f2	pp+1.25v5+s5+l5	1	0	0	0

4 RESULTADOS DEL ANALISIS

N U D O S

		T R A S L A C I O N E S					
		T R A S L A C I O N E S [Cm]			R O T A C I O N E S [Rad]		
Nudo		TX	TY	TZ	RX	RY	RZ

Todos los radios menores a 1

V I G A S

		E S F U E R Z O S			
		M33	V2	M22	V3
		[Kg*Cm]	[Kg]	[Kg*Cm]	[Kg]

Viga 1					
Estado pp=Peso Propio					

0%	0.00	0.02	0.00	-1.61
16%	-1.83	0.02	-121.11	-1.61
33%	-3.67	0.02	-242.22	-1.61
50%	-5.50	0.02	-363.34	-1.61
66%	-7.34	0.02	-484.45	-1.61
83%	-9.17	0.02	-605.56	-1.61
100%	-11.01	0.02	-726.67	-1.61
Axial: -8872.41		[Kg]	Tor: -230.98 [Kg*Cm]	
Estado cv=vertical crane				
0%	0.00	-0.09	0.00	0.00
16%	7.08	-0.09	0.00	0.00
33%	14.17	-0.09	0.00	0.00
50%	21.25	-0.09	0.00	0.00
66%	28.34	-0.09	0.00	0.00
83%	35.42	-0.09	0.00	0.00
100%	42.51	-0.09	0.00	0.00
Axial: 0.00		[Kg]	Tor: 892.00 [Kg*Cm]	
Estado cs=side thrust				
0%	0.00	-0.05	0.00	0.00
16%	3.57	-0.05	0.00	0.00
33%	7.15	-0.05	0.00	0.00
50%	10.72	-0.05	0.00	0.00
66%	14.29	-0.05	0.00	0.00
83%	17.87	-0.05	0.00	0.00
100%	21.44	-0.05	0.00	0.00
Axial: 0.00		[Kg]	Tor: 449.96 [Kg*Cm]	
Estado ls=longitudinal traction				
0%	0.00	0.78	0.00	0.00
16%	-58.41	0.78	0.00	0.00
33%	-116.83	0.78	0.00	0.00
50%	-175.24	0.78	0.00	0.00
66%	-233.66	0.78	0.00	0.00
100%	-350.48	0.78	0.00	0.00
Axial: 0.00		[Kg]	Tor: -7354.98 [Kg*Cm]	
Estado bs=bumper impact				
0%	0.00	1.35	0.00	0.00
16%	-100.93	1.35	0.00	0.00
33%	-201.86	1.35	0.00	0.00
50%	-302.79	1.35	0.00	0.00
66%	-403.72	1.35	0.00	0.00
83%	-504.64	1.35	0.00	0.00
100%	-605.57	1.35	0.00	0.00
Axial: 0.00		[Kg]	Tor: -12708.12 [Kg*Cm]	
Estado c1=pp+1.25cv+.5cs				
0%	0.00	-0.12	0.00	-1.61
16%	8.81	-0.12	-121.11	-1.61
33%	17.62	-0.12	-242.22	-1.61
50%	26.42	-0.12	-363.34	-1.61
66%	35.23	-0.12	-484.45	-1.61
83%	44.04	-0.12	-605.56	-1.61
100%	52.85	-0.12	-726.67	-1.61
Axial: -8872.41		[Kg]	Tor: 1109.00 [Kg*Cm]	
Estado c2=pp+1.25cv+cs+ls				
0%	0.00	0.64	0.00	-1.61
16%	-47.82	0.64	-121.11	-1.61
33%	-95.64	0.64	-242.22	-1.61
50%	-143.46	0.64	-363.34	-1.61

66%	-191.28	0.64	-484.45	-1.61
83%	-239.10	0.64	-605.56	-1.61
100%	-286.92	0.64	-726.67	-1.61
	Axial: -8872.41	[Kg]	Tor: -6021.00	[Kg*Cm]
Estado v1=vertical cranel				
0%	0.00	-0.02	0.00	0.92
16%	1.14	-0.02	69.23	0.92
33%	2.29	-0.02	138.45	0.92
50%	3.43	-0.02	207.68	0.92
66%	4.57	-0.02	276.90	0.92
83%	5.72	-0.02	346.13	0.92
100%	6.86	-0.02	415.35	0.92
	Axial: -14196.15	[Kg]	Tor: 143.99	[Kg*Cm]
Estado s1=side thrust1				
0%	0.00	-0.01	0.00	9.93
16%	0.53	-0.01	744.44	9.93
33%	1.06	-0.01	1488.87	9.93
50%	1.59	-0.01	2233.31	9.93
66%	2.11	-0.01	2977.74	9.93
83%	2.64	-0.01	3722.18	9.93
100%	3.17	-0.01	4466.61	9.93
	Axial: 2700.62	[Kg]	Tor: 66.54	[Kg*Cm]
Estado l1=longitudinal traction1				
0%	0.00	1.17	0.00	0.00
16%	-87.76	1.17	0.00	0.00
33%	-175.51	1.17	0.00	0.00
50%	-263.27	1.17	0.00	0.00
66%	-351.03	1.17	0.00	0.00
83%	-438.79	1.17	0.00	0.00
100%	-526.54	1.17	0.00	0.00
	Axial: 0.00	[Kg]	Tor: -11049.65	[Kg*Cm]
Estado a2=pp+1.25v1+s1+l1				
0%	0.00	1.17	0.00	9.46
16%	-87.63	1.17	709.85	9.46
33%	-175.27	1.17	1419.71	9.46
50%	-262.90	1.17	2129.56	9.46
66%	-350.54	1.17	2839.42	9.46
83%	-438.17	1.17	3549.27	9.46
100%	-525.80	1.17	4259.13	9.46
	Axial: -23916.97	[Kg]	Tor: -11034.12	[Kg*Cm]
Estado v2=vertical crane2				
0%	0.00	0.08	0.00	0.00
16%	-6.12	0.08	0.00	0.00
33%	-12.23	0.08	0.00	0.00
50%	-18.35	0.08	0.00	0.00
66%	-24.47	0.08	0.00	0.00
83%	-30.59	0.08	0.00	0.00
100%	-36.70	0.08	0.00	0.00
	Axial: 0.00	[Kg]	Tor: -770.22	[Kg*Cm]
Estado s2=side thrust2				
0%	0.00	0.03	0.00	0.00
16%	-2.31	0.03	0.00	0.00
33%	-4.61	0.03	0.00	0.00
50%	-6.92	0.03	0.00	0.00
66%	-9.22	0.03	0.00	0.00
83%	-11.53	0.03	0.00	0.00
100%	-13.84	0.03	0.00	0.00
	Axial: 0.00	[Kg]	Tor: -290.36	[Kg*Cm]

```

Estado l2=longitudinal traction2
  0% 0.00      0.46      0.00      0.00
 16% -34.77    0.46      0.00      0.00
 33% -69.54    0.46      0.00      0.00
 50% -104.30   0.46      0.00      0.00
 66% -139.07   0.46      0.00      0.00
 83% -173.84   0.46      0.00      0.00
100% -208.61   0.46      0.00      0.00
      Axial: 0.00      [Kg]      Tor: -4377.66 [Kg*Cm]

Estado b2=pp+1.25v2+s2+l2
  0% 0.00      0.62      0.00      -1.61
 16% -46.55    0.62     -121.11   -1.61
 33% -93.11    0.62     -242.22   -1.61
 50% -139.66   0.62     -363.34   -1.61
 66% -186.22   0.62     -484.45   -1.61
 83% -232.77   0.62     -605.56   -1.61
100% -279.33   0.62     -726.67   -1.61
      Axial: -8872.41 [Kg]      Tor: -5861.78 [Kg*Cm]

Estado v3=vertical crane3
  0% 0.00      0.00      0.00      4.37
 16% 0.00      0.00     327.67    4.37
 33% 0.00      0.00     655.33    4.37
 50% 0.00      0.00     983.00    4.37
 66% 0.00      0.00    1310.66   4.37
 83% 0.00      0.00    1638.33   4.37
100% 0.00      0.00    1965.99   4.37
      Axial: -67195.10 [Kg]      Tor: 0.00 [Kg*Cm]

Estado s3=side thrust3
  0% 0.00      0.00      0.00      46.98
 16% 0.00      0.00     3523.66   46.98
 33% 0.00      0.00     7047.32   46.98
 50% 0.00      0.00    10570.99   46.98
 66% 0.00      0.00    14094.65   46.98
 83% 0.00      0.00    17618.31   46.98
100% 0.00      0.00    21141.97   46.98
      Axial: 12782.95 [Kg]      Tor: 0.00 [Kg*Cm]

Estado l3=longitudinal traction3
  0% 0.00      1.35      0.00      0.00
 16% -101.22    1.35      0.00      0.00
 33% -202.44    1.35      0.00      0.00
 50% -303.66    1.35      0.00      0.00
 66% -404.88    1.35      0.00      0.00
 83% -506.10    1.35      0.00      0.00
100% -607.32    1.35      0.00      0.00
      Axial: 0.00      [Kg]      Tor: -12744.83 [Kg*Cm]

Estado d2=pp+1.25v3+s3+l3
  0% 0.00      1.37      0.00      50.83
 16% -103.06    1.37     3812.13   50.83
 33% -206.11    1.37     7624.26   50.83
 50% -309.17    1.37    11436.40   50.83
 66% -412.22    1.37    15248.53   50.83
 83% -515.28    1.37    19060.66   50.83
100% -618.33    1.37    22872.79   50.83
      Axial: -80083.34 [Kg]      Tor: -12975.82 [Kg*Cm]

Estado v4=vertical crane4
  0% 0.00      -0.08     0.00      0.00
 16% 6.25      -0.08     0.00      0.00
 33% 12.50     -0.08     0.00      0.00

```

50%	18.75	-0.08	0.00	0.00
66%	25.01	-0.08	0.00	0.00
83%	31.26	-0.08	0.00	0.00
100%	37.51	-0.08	0.00	0.00
Axial: 0.00		[Kg]	Tor: 787.14 [Kg*cm]	
Estado s4=side thrust4				
0%	0.00	-0.04	0.00	0.00
16%	2.89	-0.04	0.00	0.00
33%	5.78	-0.04	0.00	0.00
50%	8.67	-0.04	0.00	0.00
66%	11.56	-0.04	0.00	0.00
83%	14.44	-0.04	0.00	0.00
100%	17.33	-0.04	0.00	0.00
Axial: 0.00		[Kg]	Tor: 363.73 [Kg*cm]	
Estado l4=longitudinal traction4				
0%	0.00	0.99	0.00	0.00
16%	-74.13	0.99	0.00	0.00
33%	-148.27	0.99	0.00	0.00
50%	-222.40	0.99	0.00	0.00
66%	-296.53	0.99	0.00	0.00
83%	-370.66	0.99	0.00	0.00
100%	-444.80	0.99	0.00	0.00
Axial: 0.00		[Kg]	Tor: -9334.18 [Kg*cm]	
Estado e2=pp+1.25v4+s4+l4				
0%	0.00	0.87	0.00	-1.61
16%	-65.26	0.87	-121.11	-1.61
33%	-130.53	0.87	-242.22	-1.61
50%	-195.79	0.87	-363.34	-1.61
66%	-261.06	0.87	-484.45	-1.61
83%	-326.32	0.87	-605.56	-1.61
100%	-391.58	0.87	-726.67	-1.61
Axial: -8872.41		[Kg]	Tor: -8217.51 [Kg*cm]	
Estado v5=vertical crane5				
0%	0.00	0.16	0.00	0.00
16%	-11.78	0.16	0.00	0.00
33%	-23.55	0.16	0.00	0.00
50%	-35.33	0.16	0.00	0.00
66%	-47.11	0.16	0.00	0.00
83%	-58.88	0.16	0.00	0.00
100%	-70.66	0.16	0.00	0.00
Axial: 0.00		[Kg]	Tor: -1482.85 [Kg*cm]	
Estado s5=side thrust5				
0%	0.00	0.06	0.00	0.00
16%	-4.44	0.06	0.00	0.00
33%	-8.88	0.06	0.00	0.00
50%	-13.32	0.06	0.00	0.00
66%	-17.76	0.06	0.00	0.00
83%	-22.20	0.06	0.00	0.00
100%	-26.64	0.06	0.00	0.00
Axial: 0.00		[Kg]	Tor: -559.02 [Kg*cm]	
Estado l5=longitudinal traction5				
0%	0.00	0.53	0.00	0.00
16%	-39.42	0.53	0.00	0.00
33%	-78.85	0.53	0.00	0.00
50%	-118.27	0.53	0.00	0.00
66%	-157.69	0.53	0.00	0.00
83%	-197.12	0.53	0.00	0.00
100%	-236.54	0.53	0.00	0.00

	Axial: 0.00	[Kg]	Tor: -4963.85	[Kg*cm]
Estado f2=pp+1.25v5+s5+15				
0%	0.00	0.81	0.00	-1.61
16%	-60.42	0.81	-121.11	-1.61
33%	-120.84	0.81	-242.22	-1.61
50%	-181.26	0.81	-363.34	-1.61
66%	-241.67	0.81	-484.45	-1.61
83%	-302.09	0.81	-605.56	-1.61
100%	-362.51	0.81	-726.67	-1.61
	Axial: -8872.41	[Kg]	Tor: -7607.41	[Kg*cm]

Viga 3

Estado pp=Peso Propio				
0%	0.00	198.36	0.00	2.17
16%	-9917.99	198.36	108.43	2.17
33%	-19835.98	198.36	216.86	2.17
50%	-29753.97	198.36	325.29	2.17
66%	-39671.96	198.36	433.72	2.17
83%	-49589.95	198.36	542.14	2.17
100%	-59507.94	198.36	650.57	2.17
	Axial: -12774.70	[Kg]	Tor: -1474.07	[Kg*cm]

Estado cv=vertical crane				
0%	0.00	-145.93	0.00	20.84
16%	7296.26	-145.93	1042.18	20.84
33%	14592.52	-145.93	2084.35	20.84
50%	21888.78	-145.93	3126.53	20.84
66%	29185.04	-145.93	4168.70	20.84
83%	36481.30	-145.93	5210.88	20.84
100%	43777.55	-145.93	6253.06	20.84
	Axial: -88998.52	[Kg]	Tor: -2720.58	[Kg*cm]

Estado cs=side thrust				
0%	0.00	13.36	0.00	38.93
16%	-668.09	13.36	1946.44	38.93
33%	-1336.17	13.36	3892.87	38.93
50%	-2004.26	13.36	5839.31	38.93
66%	-2672.35	13.36	7785.75	38.93
83%	-3340.43	13.36	9732.19	38.93
100%	-4008.52	13.36	11678.62	38.93
	Axial: 16814.77	[Kg]	Tor: 10387.12	[Kg*cm]

Estado ls=longitudinal traction				
0%	0.00	553.57	0.00	-7.17
16%	-27678.66	553.57	-358.32	-7.17
33%	-55357.33	553.57	-716.64	-7.17
50%	-83035.99	553.57	-1074.97	-7.17
66%	-110714.70	553.57	-1433.29	-7.17
83%	-138393.30	553.57	-1791.61	-7.17
100%	-166072.00	553.57	-2149.93	-7.17
	Axial: -200.61	[Kg]	Tor: -3471.96	[Kg*cm]

Estado bs=bumper impact				
0%	0.00	-206.98	0.00	-15.29
16%	10349.02	-206.98	-764.41	-15.29
33%	20698.04	-206.98	-1528.82	-15.29
50%	31047.06	-206.98	-2293.22	-15.29
66%	41396.07	-206.98	-3057.63	-15.29
83%	51745.09	-206.98	-3822.04	-15.29
100%	62094.11	-206.98	-4586.45	-15.29
	Axial: -573.58	[Kg]	Tor: -6395.45	[Kg*cm]


```

Estado c1=pp+1.25cv+.5cs
  0% 0.00      22.63      0.00      47.69
 16% -1131.71  22.63      2384.37   47.69
 33% -2263.42  22.63      4768.74   47.69
 50% -3395.13  22.63      7153.10   47.69
 66% -4526.84  22.63      9537.47   47.69
 83% -5658.55  22.63     11921.84   47.69
100% -6790.26  22.63     14306.21   47.69
      Axial: -115615.50 [Kg]      Tor: 318.76 [Kg*Cm]

Estado c2=pp+1.25cv+cs+ls
  0% 0.00      582.89      0.00      59.99
 16% -29144.42  582.89     2999.26   59.99
 33% -58288.83  582.89     5998.53   59.99
 50% -87433.25  582.89     8997.79   59.99
 66% -116577.70 582.89    11997.05   59.99
 83% -145722.10 582.89    14996.32   59.99
100% -174866.50 582.89    17995.58   59.99
      Axial: -100408.70 [Kg]      Tor: 2040.36 [Kg*Cm]

Estado v1=vertical crane1
  0% 0.00      -19.92      0.00      2.19
 16% 995.79    -19.92     109.69    2.19
 33% 1991.58    -19.92     219.39    2.19

 50% 2987.38    -19.92     329.08    2.19
 66% 3983.17    -19.92     438.77    2.19
 83% 4978.96    -19.92     548.46    2.19
100% 5974.75    -19.92     658.16    2.19
      Axial: -9606.01 [Kg]      Tor: -198.49 [Kg*Cm]

Estado s1=side thrust1
  0% 0.00      1.38      0.00      3.95
 16% -68.97     1.38     197.63    3.95
 33% -137.94     1.38     395.26    3.95
 50% -206.90     1.38     592.89    3.95
 66% -275.87     1.38     790.52    3.95
 83% -344.84     1.38     988.16    3.95
100% -413.81     1.38    1185.79    3.95
      Axial: 1810.67 [Kg]      Tor: 1409.03 [Kg*Cm]

Estado l1=longitudinal traction1
  0% 0.00      547.61      0.00     -6.44
 16% -27380.55  547.61    -321.98   -6.44
 33% -54761.09  547.61    -643.95   -6.44
 50% -82141.64  547.61    -965.93   -6.44
 66% -109522.20 547.61   -1287.90  -6.44
 83% -136902.70 547.61   -1609.88  -6.44
100% -164283.30 547.61   -1931.85  -6.44
      Axial: -196.61 [Kg]      Tor: -3090.06 [Kg*Cm]

Estado a2=pp+1.25v1+s1+l1
  0% 0.00      722.46      0.00      2.42
 16% -36122.76  722.46     121.20    2.42
 33% -72245.53  722.46     242.40    2.42
 50% -108368.30 722.46     363.60    2.42
 66% -144491.10 722.46     484.80    2.42
 83% -180613.80 722.46     606.00    2.42
100% -216736.60 722.46     727.20    2.42
      Axial: -23168.15 [Kg]      Tor: -3403.21 [Kg*Cm]

Estado v2=vertical crane2
  0% 0.00      67.41      0.00      0.85
 16% -3370.46   67.41     42.46     0.85

```

33%	-6740.93	67.41	84.92	0.85
50%	-10111.39	67.41	127.39	0.85
66%	-13481.85	67.41	169.85	0.85
83%	-16852.31	67.41	212.31	0.85
100%	-20222.78	67.41	254.77	0.85
Axial: 215.01		[Kg]	Tor: -1525.23 [Kg*Cm]	
Estado s2=side thrust2				
0%	0.00	0.98	0.00	3.92
16%	-48.96	0.98	195.83	3.92
33%	-97.92	0.98	391.65	3.92
50%	-146.88	0.98	587.48	3.92
66%	-195.84	0.98	783.31	3.92
83%	-244.80	0.98	979.13	3.92
100%	-293.76	0.98	1174.96	3.92
Axial: 27.30		[Kg]	Tor: -4659.83 [Kg*Cm]	
Estado l2=longitudinal traction2				
0%	0.00	-71.07	0.00	-5.27
16%	3553.38	-71.07	-263.33	-5.27
33%	7106.76	-71.07	-526.67	-5.27
50%	10660.13	-71.07	-790.00	-5.27
66%	14213.51	-71.07	-1053.33	-5.27
83%	17766.89	-71.07	-1316.66	-5.27
100%	21320.27	-71.07	-1580.00	-5.27
Axial: -196.85		[Kg]	Tor: -2202.30 [Kg*Cm]	
Estado b2=pp+1.25v2+s2+l2				
0%	0.00	212.53	0.00	1.88
16%	-10626.65	212.53	94.00	1.88
33%	-21253.30	212.53	188.00	1.88
50%	-31879.95	212.53	282.00	1.88
66%	-42506.60	212.53	376.00	1.88
83%	-53133.25	212.53	470.00	1.88
100%	-63759.90	212.53	564.00	1.88
Axial: -12675.49		[Kg]	Tor: -10242.73 [Kg*Cm]	
Estado v3=vertical crane3				
0%	0.00	0.00	0.00	0.00
16%	0.00	0.00	0.00	0.00
33%	0.00	0.00	0.00	0.00
50%	0.00	0.00	0.00	0.00
66%	0.00	0.00	0.00	0.00
83%	0.00	0.00	0.00	0.00
100%	0.00	0.00	0.00	0.00
Axial: 0.00		[Kg]	Tor: 0.00 [Kg*Cm]	
Estado s3=side thrust3				
0%	0.00	0.00	0.00	0.00
16%	0.00	0.00	0.00	0.00
33%	0.00	0.00	0.00	0.00
50%	0.00	0.00	0.00	0.00
66%	0.00	0.00	0.00	0.00
83%	0.00	0.00	0.00	0.00
100%	0.00	0.00	0.00	0.00
Axial: 0.00		[Kg]	Tor: 0.00 [Kg*Cm]	
Estado l3=longitudinal traction3				
0%	0.00	546.41	0.00	-6.29
16%	-27320.28	546.41	-314.63	-6.29
33%	-54640.56	546.41	-629.25	-6.29
50%	-81960.84	546.41	-943.88	-6.29
66%	-109281.10	546.41	-1258.51	-6.29

83%	-136601.40	546.41	-1573.14	-6.29
100%	-163921.70	546.41	-1887.76	-6.29
	Axial: -195.80	[Kg]	Tor: -3012.86	[Kg*Cm]
Estado d2=pp+1.25v3+s3+l3				
0%	0.00	744.77	0.00	-4.12
16%	-37238.27	744.77	-206.20	-4.12
33%	-74476.54	744.77	-412.40	-4.12
50%	-111714.80	744.77	-618.60	-4.12
66%	-148953.10	744.77	-824.79	-4.12
83%	-186191.40	744.77	-1030.99	-4.12
100%	-223429.60	744.77	-1237.19	-4.12
	Axial: -12970.50	[Kg]	Tor: -4486.93	[Kg*Cm]
Estado v4=vertical crane4				
0%	0.00	-108.87	0.00	11.99
16%	5443.66	-108.87	599.65	11.99
33%	10887.33	-108.87	1199.31	11.99
50%	16330.99	-108.87	1798.96	11.99
66%	21774.65	-108.87	2398.61	11.99
83%	27218.32	-108.87	2998.27	11.99
100%	32661.98	-108.87	3597.92	11.99
	Axial: -52512.86	[Kg]	Tor: -1085.09	[Kg*Cm]
Estado s4=side thrust4				
0%	0.00	7.54	0.00	21.61
16%	-377.03	7.54	1080.38	21.61
33%	-754.05	7.54	2160.77	21.61
50%	-1131.08	7.54	3241.15	21.61
66%	-1508.10	7.54	4321.53	21.61
83%	-1885.13	7.54	5401.92	21.61
100%	-2262.15	7.54	6482.30	21.61
	Axial: 9898.35	[Kg]	Tor: 7702.71	[Kg*Cm]
Estado l4=longitudinal traction4				
0%	0.00	549.95	0.00	-6.72
16%	-27497.48	549.95	-336.23	-6.72
33%	-54994.96	549.95	-672.46	-6.72
50%	-82492.44	549.95	-1008.70	-6.72
66%	-109989.90	549.95	-1344.93	-6.72
83%	-137487.40	549.95	-1681.16	-6.72
100%	-164984.90	549.95	-2017.39	-6.72
	Axial: -198.18	[Kg]	Tor: -3239.86	[Kg*Cm]
Estado e2=pp+1.25v4+s4+l4				
0%	0.00	619.76	0.00	32.04
16%	-30987.92	619.76	1602.15	32.04
33%	-61975.83	619.76	3204.29	32.04
50%	-92963.75	619.76	4806.44	32.04
66%	-123951.70	619.76	6408.59	32.04
83%	-154939.60	619.76	8010.73	32.04
100%	-185927.50	619.76	9612.88	32.04
	Axial: -68715.59	[Kg]	Tor: 1632.42	[Kg*Cm]
Estado v5=vertical crane5				
0%	0.00	129.78	0.00	1.63
16%	-6488.93	129.78	81.75	1.63
33%	-12977.86	129.78	163.50	1.63
50%	-19466.78	129.78	245.25	1.63
66%	-25955.71	129.78	327.00	1.63
83%	-32444.64	129.78	408.75	1.63
100%	-38933.57	129.78	490.50	1.63
	Axial: 413.94	[Kg]	Tor: -2936.42	[Kg*Cm]
Estado s5=side thrust5				

0%	0.00	1.89	0.00	7.54
16%	-94.26	1.89	377.01	7.54
33%	-188.52	1.89	754.02	7.54
50%	-282.78	1.89	1131.04	7.54
66%	-377.03	1.89	1508.05	7.54
83%	-471.29	1.89	1885.06	7.54
100%	-565.55	1.89	2262.07	7.54
Axial: 52.56		[Kg]	Tor: -8971.25	[Kg*Cm]

Estado l5=longitudinal traction5

0%	0.00	-80.48	0.00	-5.97
16%	4023.86	-80.48	-298.60	-5.97
33%	8047.72	-80.48	-597.20	-5.97
50%	12071.57	-80.48	-895.80	-5.97
66%	16095.43	-80.48	-1194.40	-5.97
83%	20119.29	-80.48	-1493.00	-5.97
100%	24143.15	-80.48	-1791.60	-5.97
Axial: -222.87		[Kg]	Tor: -2496.84	[Kg*Cm]

Estado f2=pp+1.25v5+s5+l5

0%	0.00	281.99	0.00	5.78
16%	-14099.55	281.99	289.03	5.78
33%	-28199.10	281.99	578.05	5.78
50%	-42298.65	281.99	867.08	5.78
66%	-56398.20	281.99	1156.11	5.78
83%	-70497.75	281.99	1445.14	5.78
100%	-84597.30	281.99	1734.16	5.78
Axial: -12427.60		[Kg]	Tor: -16612.68	[Kg*Cm]

Viga 4

Estado pp=Peso Propio

0%	55049.51	366.18	340.34	-6.39
16%	45895.01	366.18	180.57	-6.39
33%	36740.51	366.18	20.79	-6.39
50%	27586.01	366.18	-138.98	-6.39
66%	18431.51	366.18	-298.75	-6.39
83%	9277.01	366.18	-458.53	-6.39
100%	122.51	366.18	-618.30	-6.39
Axial: -8152.31		[Kg]	Tor: 545.35	[Kg*Cm]

Estado cv=vertical crane

0%	-118918.50	-795.45	4429.51	-12.04
16%	-99032.33	-795.45	4128.62	-12.04
33%	-79146.10	-795.45	3827.73	-12.04
50%	-59259.88	-795.45	3526.83	-12.04
66%	-39373.66	-795.45	3225.94	-12.04
83%	-19487.44	-795.45	2925.05	-12.04
100%	398.78	-795.45	2624.15	-12.04
Axial: -88965.23		[Kg]	Tor: 3327.74	[Kg*Cm]

Estado cs=side thrust

0%	6136.85	46.88	13464.16	96.25
16%	4964.74	46.88	15870.35	96.25
33%	3792.63	46.88	18276.53	96.25
50%	2620.52	46.88	20682.71	96.25
66%	1448.40	46.88	23088.90	96.25
83%	276.29	46.88	25495.08	96.25
100%	-895.82	46.88	27901.26	96.25
Axial: 16850.23		[Kg]	Tor: -5326.68	[Kg*Cm]

Estado ls=longitudinal traction

0%	-302217.60	-2009.08	-1818.52	11.90
16%	-251990.80	-2009.08	-1520.95	11.90

33%	-201763.90	-2009.08	-1223.38	11.90
50%	-151537.00	-2009.08	-925.81	11.90
66%	-101310.10	-2009.08	-628.24	11.90
83%	-51083.19	-2009.08	-330.68	11.90
100%	-856.30	-2009.08	-33.11	11.90
Axial: -25.45		[Kg]	Tor: -11689.33 [Kg*Cm]	
Estado bs=bumper impact				
0%	-199331.60	-1317.08	-3968.41	25.99
16%	-166404.60	-1317.08	-3318.67	25.99
33%	-133477.50	-1317.08	-2668.92	25.99
50%	-100550.50	-1317.08	-2019.18	25.99
66%	-67623.44	-1317.08	-1369.43	25.99
83%	-34696.39	-1317.08	-719.69	25.99
100%	-1769.35	-1317.08	-69.95	25.99
Axial: -54.30		[Kg]	Tor: -22798.10 [Kg*Cm]	
Estado c1=pp+1.25cv+.5cs				
0%	-90530.25	-604.69	12609.31	26.69
16%	-75413.03	-604.69	13276.51	26.69
33%	-60295.81	-604.69	13943.72	26.69
50%	-45178.58	-604.69	14610.92	26.69
66%	-30061.36	-604.69	15278.12	26.69
83%	-14944.14	-604.69	15945.32	26.69
100%	173.08	-604.69	16612.52	26.69
Axial: -110933.70		[Kg]	Tor: 2041.69 [Kg*Cm]	
Estado c2=pp+1.25cv+cs+ls				
0%	-754679.50	-2590.32	23132.87	86.71
16%	-324921.40	-2590.32	19690.73	86.71
33%	-260163.40	-2590.32	21858.60	86.71
50%	-195405.30	-2590.32	24026.46	86.71
66%	-130647.20	-2590.32	26194.32	86.71
83%	-65889.19	-2590.32	28362.18	86.71
100%	-1131.13	-2590.32	30530.05	86.71
Axial: -102534.10		[Kg]	Tor: -12310.98 [Kg*Cm]	
Estado v1=vertical cranel				
0%	-17437.60	-116.53	460.05	-1.18
16%	-14524.38	-116.53	430.50	-1.18
33%	-11611.15	-116.53	400.94	-1.18
50%	-8697.93	-116.53	371.38	-1.18
66%	-5784.71	-116.53	341.83	-1.18
83%	-2871.48	-116.53	312.27	-1.18
100%	41.74	-116.53	282.71	-1.18
Axial: -9589.21		[Kg]	Tor: 392.34 [Kg*Cm]	
Estado s1=side thrust1				
0%	374.61	3.30	1356.85	10.99
16%	292.07	3.30	1631.60	10.99
33%	209.54	3.30	1906.36	10.99
50%	127.00	3.30	2181.11	10.99
66%	44.47	3.30	2455.86	10.99
83%	-38.07	3.30	2730.62	10.99
100%	-120.60	3.30	3005.37	10.99
Axial: 1814.80		[Kg]	Tor: -711.96 [Kg*Cm]	
Estado ll=longitudinal traction1				
0%	-299211.50	-1989.66	-1635.45	10.71
16%	-249469.90	-1989.66	-1367.79	10.71
33%	-199728.30	-1989.66	-1100.13	10.71
50%	-149986.70	-1989.66	-832.48	10.71
66%	-100245.10	-1989.66	-564.82	10.71
83%	-50503.47	-1989.66	-297.16	10.71

100%	-761.88	-1989.66	-29.51	10.71
	Axial: -22.76 [Kg]		Tor: -10440.01 [Kg*cm]	
Estado a2=pp+1.25v1+s1+l1				
0%	-265584.30	-1765.84	636.81	13.83
16%	-221438.30	-1765.84	982.50	13.83
33%	-177292.20	-1765.84	1328.19	13.83
50%	-133146.10	-1765.84	1673.88	13.83
66%	-88999.97	-1765.84	2019.57	13.83
83%	-44853.88	-1765.84	2365.26	13.83
100%	-707.79	-1765.84	2710.95	13.83
	Axial: -18346.78 [Kg]		Tor: -10116.19 [Kg*cm]	
Estado v2=vertical crane2				
0%	74374.24	495.70	279.77	-1.85
16%	61981.86	495.70	233.49	-1.85
33%	49589.48	495.70	187.20	-1.85
50%	37197.10	495.70	140.92	-1.85
66%	24804.72	495.70	94.64	-1.85
83%	12412.33	495.70	48.35	-1.85
100%	19.95	495.70	2.07	-1.85
	Axial: 2.34 [Kg]		Tor: -541.93 [Kg*cm]	
Estado s2=side thrust2				
0%	4617.79	28.20	1519.29	-9.92
16%	3912.67	28.20	1271.31	-9.92
33%	3207.56	28.20	1023.34	-9.92
50%	2502.44	28.20	775.37	-9.92
66%	1797.32	28.20	527.39	-9.92
83%	1092.21	28.20	279.42	-9.92
100%	387.09	28.20	31.45	-9.92
	Axial: 22.41 [Kg]		Tor: 2218.72 [Kg*cm]	
Estado l2=longitudinal traction2				
0%	-68359.02	-451.66	-1367.15	8.95
16%	-57067.43	-451.66	-1143.31	8.95
33%	-45775.85	-451.66	-919.47	8.95
50%	-34484.26	-451.66	-695.63	8.95
66%	-23192.68	-451.66	-471.79	8.95
83%	-11901.10	-451.66	-247.95	8.95
100%	-609.51	-451.66	-24.11	8.95
	Axial: -18.71 [Kg]		Tor: -7853.40 [Kg*cm]	
Estado b2=pp+1.25v2+s2+l2				
0%	84276.09	562.34	842.19	-9.67
16%	70217.58	562.34	600.43	-9.67
33%	56159.07	562.34	358.67	-9.67
50%	42100.56	562.34	116.90	-9.67
66%	28042.05	562.34	-124.86	-9.67
83%	13983.54	562.34	-366.62	-9.67
100%	-74.97	562.34	-608.38	-9.67
	Axial: -8145.68 [Kg]		Tor: -5766.74 [Kg*cm]	
Estado v3=vertical crane3				
0%	0.00	0.00	0.00	0.00
16%	0.00	0.00	0.00	0.00
33%	0.00	0.00	0.00	0.00
50%	0.00	0.00	0.00	0.00
66%	0.00	0.00	0.00	0.00
83%	0.00	0.00	0.00	0.00
100%	0.00	0.00	0.00	0.00
	Axial: 0.00 [Kg]		Tor: 0.00 [Kg*cm]	
Estado s3=side thrust3				
0%	0.00	0.00	0.00	0.00

16%	0.00	0.00	0.00	0.00
33%	0.00	0.00	0.00	0.00
50%	0.00	0.00	0.00	0.00
66%	0.00	0.00	0.00	0.00
83%	0.00	0.00	0.00	0.00
100%	0.00	0.00	0.00	0.00
Axial: 0.00		[Kg]	Tor: 0.00 [Kg*Cm]	
Estado l3=longitudinal traction3				
0%	-298603.80	-1985.74	-1598.44	10.46
16%	-248960.30	-1985.74	-1336.83	10.46
33%	-199316.80	-1985.74	-1075.22	10.46
50%	-149673.30	-1985.74	-813.61	10.46
66%	-100029.80	-1985.74	-552.00	10.46
83%	-50386.28	-1985.74	-290.39	10.46
100%	-742.79	-1985.74	-28.78	10.46
Axial: -22.21		[Kg]	Tor: -10187.46 [Kg*Cm]	
Estado d2=pp+1.25v3+s3+l3				
0%	-243554.20	-1619.56	-1258.09	4.07
16%	-203065.30	-1619.56	-1156.26	4.07
33%	-162576.30	-1619.56	-1054.42	4.07
50%	-122087.30	-1619.56	-952.59	4.07
66%	-81598.27	-1619.56	-850.75	4.07
83%	-41109.27	-1619.56	-748.92	4.07
100%	-620.28	-1619.56	-647.08	4.07
Axial: -8174.52		[Kg]	Tor: -9642.12 [Kg*Cm]	
Estado v4=vertical crane4				
0%	-95325.57	-637.03	2514.96	-6.46
16%	-79399.94	-637.03	2353.38	-6.46
33%	-63474.31	-637.03	2191.81	-6.46
50%	-47548.68	-637.03	2030.23	-6.46
66%	-31623.06	-637.03	1868.66	-6.46
83%	-15697.43	-637.03	1707.08	-6.46
100%	228.20	-637.03	1545.51	-6.46
Axial: -52421.03		[Kg]	Tor: 2144.81 [Kg*Cm]	
Estado s4=side thrust4				
0%	2047.85	18.05	7417.45	60.08
16%	1596.66	18.05	8919.43	60.08
33%	1145.47	18.05	10421.42	60.08
50%	694.28	18.05	11923.40	60.08
66%	243.09	18.05	13425.38	60.08
83%	-208.10	18.05	14927.36	60.08
100%	-659.29	18.05	16429.35	60.08
Axial: 9920.91		[Kg]	Tor: -3892.03 [Kg*Cm]	
Estado l4=longitudinal traction4				
0%	-300390.60	-1997.28	-1707.26	11.18
16%	-250458.70	-1997.28	-1427.87	11.18
33%	-200526.70	-1997.28	-1148.48	11.18
50%	-150594.80	-1997.28	-869.09	11.18
66%	-100662.80	-1997.28	-589.70	11.18
83%	-50730.86	-1997.28	-310.31	11.18
100%	-798.91	-1997.28	-30.92	11.18
Axial: -23.82		[Kg]	Tor: -10930.05 [Kg*Cm]	
Estado e2=pp+1.25v4+s4+l4				
0%	-362450.20	-2409.33	9194.24	56.79
16%	-302216.90	-2409.33	10613.86	56.79
33%	-241983.60	-2409.33	12033.49	56.79
50%	-181750.30	-2409.33	13453.12	56.79
66%	-121517.00	-2409.33	14872.75	56.79

83%	-61283.74	-2409.33	16292.38	56.79
100%	-1050.44	-2409.33	17712.01	56.79
	Axial: -63781.50 [Kg]		Tor: -11595.73 [Kg*Cm]	
Estado v5=vertical crane5				
0%	143187.80	954.33	538.62	-3.56
16%	119329.60	954.33	449.51	-3.56
33%	95471.34	954.33	360.41	-3.56
50%	71613.11	954.33	271.30	-3.56
66%	47754.87	954.33	182.20	-3.56
83%	23896.64	954.33	93.09	-3.56
100%	38.41	954.33	3.98	-3.56
	Axial: 4.50 [Kg]		Tor: -1043.34 [Kg*Cm]	
Estado s5=side thrust5				
0%	8890.32	54.30	2924.98	-19.10
16%	7532.81	54.30	2447.57	-19.10
33%	6175.29	54.30	1970.17	-19.10
50%	4817.78	54.30	1492.76	-19.10
66%	3460.27	54.30	1015.35	-19.10
83%	2102.75	54.30	537.95	-19.10
100%	745.24	54.30	60.54	-19.10
	Axial: 43.15 [Kg]		Tor: 4271.56 [Kg*Cm]	
Estado l5=longitudinal traction5				
0%	-77372.12	-511.21	-1550.27	10.15
16%	-64591.95	-511.21	-1296.45	10.15
33%	-51811.79	-511.21	-1042.63	10.15
50%	-39031.62	-511.21	-788.81	10.15
66%	-26251.46	-511.21	-534.99	10.15
83%	-13471.30	-511.21	-281.17	10.15
100%	-691.13	-511.21	-27.35	10.15
	Axial: -21.22 [Kg]		Tor: -8905.00 [Kg*Cm]	
Estado f2=pp+1.25v5+s5+l5				
0%	165552.50	1102.19	2388.33	-19.79
16%	137997.80	1102.19	1893.58	-19.79
33%	110443.20	1102.19	1398.84	-19.79
50%	82888.55	1102.19	904.10	-19.79
66%	55333.91	1102.19	409.36	-19.79
83%	27779.27	1102.19	-85.39	-19.79
100%	224.63	1102.19	-580.13	-19.79
	Axial: -8124.75 [Kg]		Tor: -5392.27 [Kg*Cm]	

Viga 7

Estado pp=Peso Propio				
0%	-99879.59	-221.95	6282.63	-15.49
16%	-83233.23	-221.95	5120.62	-15.49
33%	-66586.88	-221.95	3958.61	-15.49
50%	-49940.52	-221.95	2796.60	-15.49
66%	-33294.16	-221.95	1634.59	-15.49
83%	-16647.81	-221.95	472.58	-15.49
100%	-1.45	-221.95	-689.43	-15.49
	Axial: -10194.53 [Kg]		Tor: -157.46 [Kg*Cm]	
Estado cv=vertical crane				
0%	693534.10	1541.16	0.00	0.00
16%	577947.10	1541.16	0.00	0.00
33%	462360.00	1541.16	0.00	0.00
50%	346772.90	1541.16	0.00	0.00
66%	231185.90	1541.16	0.00	0.00
83%	115598.80	1541.16	0.00	0.00

100%	11.74	1541.16	0.00	0.00
	Axial: 0.00 [Kg]		Tor: 1036.59 [Kg*cm]	
Estado cs=side thrust				
0%	13156.53	29.24	0.00	0.00
16%	10963.51	29.24	0.00	0.00
33%	8770.49	29.24	0.00	0.00
50%	6577.47	29.24	0.00	0.00
66%	4384.45	29.24	0.00	0.00
83%	2191.42	29.24	0.00	0.00
100%	-1.60	29.24	0.00	0.00
	Axial: 0.00 [Kg]		Tor: 82.42 [Kg*cm]	
Estado ls=longitudinal traction				
0%	-4304590.00	-9565.60	0.00	0.00
16%	-3587170.00	-9565.60	0.00	0.00
33%	-2869751.00	-9565.60	0.00	0.00
50%	-2152331.00	-9565.60	0.00	0.00
66%	-1434911.00	-9565.60	0.00	0.00
83%	-717491.60	-9565.60	0.00	0.00
100%	-71.90	-9565.60	0.00	0.00
	Axial: 0.00 [Kg]		Tor: -6467.09 [Kg*cm]	
Estado bs=bumper impact				
0%	-1.783003E7	-39621.71	0.00	0.00
16%	-1.485841E7	-39621.71	0.00	0.00
33%	-1.188678E7	-39621.71	0.00	0.00
50%	-8915149.00	-39621.71	0.00	0.00
66%	-5943521.00	-39621.71	0.00	0.00
83%	-2971893.00	-39621.71	0.00	0.00
100%	-265.08	-39621.71	0.00	0.00
	Axial: 0.00 [Kg]		Tor: -27915.53 [Kg*cm]	
Estado c1=pp+1.25cv+.5cs				
0%	773616.30	1719.12	6282.63	-15.49
16%	644682.40	1719.12	5120.62	-15.49
33%	515748.40	1719.12	3958.61	-15.49
50%	386814.40	1719.12	2796.60	-15.49
66%	257880.40	1719.12	1634.59	-15.49
83%	128946.40	1719.12	472.58	-15.49
100%	12.42	1719.12	-689.43	-15.49
	Axial: -10194.53 [Kg]		Tor: 1179.48 [Kg*cm]	
Estado c2=pp+1.25cv+cs+ls				
0%	-3524395.00	-7831.86	6282.63	-15.49
16%	-2937006.00	-7831.86	5120.62	-15.49
33%	-2349617.00	-7831.86	3958.61	-15.49
50%	-1762228.00	-7831.86	2796.60	-15.49
66%	-1174839.00	-7831.86	1634.59	-15.49
83%	-587449.40	-7831.86	472.58	-15.49
100%	-60.28	-7831.86	-689.43	-15.49
	Axial: -10194.53 [Kg]		Tor: -5246.39 [Kg*cm]	
Estado v1=vertical cranel				
0%	106388.60	236.42	0.00	0.00
16%	88657.47	236.42	0.00	0.00
33%	70926.33	236.42	0.00	0.00
50%	53195.19	236.42	0.00	0.00
66%	35464.05	236.42	0.00	0.00
83%	17732.91	236.42	0.00	0.00
100%	1.77	236.42	0.00	0.00
	Axial: 0.00 [Kg]		Tor: 160.07 [Kg*cm]	
Estado s1=side thrust1				
0%	4245.91	9.44	0.00	0.00

16%	3538.22	9.44	0.00	0.00
33%	2830.54	9.44	0.00	0.00
50%	2122.86	9.44	0.00	0.00
66%	1415.18	9.44	0.00	0.00
83%	707.49	9.44	0.00	0.00
100%	-0.19	9.44	0.00	0.00
Axial: 0.00		[Kg]	Tor: 15.29 [Kg*Cm]	
Estado l1=longitudinal traction1				
0%	-4267456.00	-9483.07	0.00	0.00
16%	-3556226.00	-9483.07	0.00	0.00
33%	-2844995.00	-9483.07	0.00	0.00
50%	-2133765.00	-9483.07	0.00	0.00
66%	-1422534.00	-9483.07	0.00	0.00
83%	-711304.00	-9483.07	0.00	0.00
100%	-73.50	-9483.07	0.00	0.00
Axial: 0.00		[Kg]	Tor: -6334.77 [Kg*Cm]	
Estado a2=pp+1.25v1+s1+l1				
0%	-4230104.00	-9400.07	6282.63	-15.49
16%	-3525099.00	-9400.07	5120.62	-15.49
33%	-2820094.00	-9400.07	3958.61	-15.49
50%	-2115089.00	-9400.07	2796.60	-15.49
66%	-1410083.00	-9400.07	1634.59	-15.49
83%	-705078.20	-9400.07	472.58	-15.49
100%	-72.93	-9400.07	-689.43	-15.49
Axial: -10194.53		[Kg]	Tor: -6276.84 [Kg*Cm]	
Estado v2=vertical crane2				
0%	-509289.40	-1131.74	137465.90	-297.58
16%	-424409.20	-1131.74	115147.40	-297.58
33%	-339529.00	-1131.74	92828.89	-297.58
50%	-254648.80	-1131.74	70510.38	-297.58
66%	-169768.60	-1131.74	48191.87	-297.58
83%	-84888.34	-1131.74	25873.36	-297.58
100%	-8.12	-1131.74	3554.85	-297.58
Axial: -83261.98		[Kg]	Tor: -778.30 [Kg*Cm]	
Estado s2=side thrust2				
0%	-45523.08	-101.16	-1175909.00	2634.21
16%	-37935.86	-101.16	-978343.20	2634.21
33%	-30348.64	-101.16	-780777.90	2634.21
50%	-22761.42	-101.16	-583212.50	2634.21
66%	-15174.19	-101.16	-385647.10	2634.21
83%	-7586.97	-101.16	-188081.70	2634.21
100%	0.25	-101.16	9483.66	2634.21
Axial: 5433.07		[Kg]	Tor: -103.16 [Kg*Cm]	
Estado l2=longitudinal traction2				
0%	-4591948.00	-10204.17	0.00	0.00
16%	-3826635.00	-10204.17	0.00	0.00
33%	-3061322.00	-10204.17	0.00	0.00
50%	-2296009.00	-10204.17	0.00	0.00
66%	-1530697.00	-10204.17	0.00	0.00
83%	-765383.70	-10204.17	0.00	0.00
100%	-70.89	-10204.17	0.00	0.00
Axial: 0.00		[Kg]	Tor: -7099.07 [Kg*Cm]	
Estado b2=pp+1.25v2+s2+l2				
0%	-5373962.00	-11941.96	-997793.60	2246.74
16%	-4478316.00	-11941.96	-829288.40	2246.74
33%	-3582669.00	-11941.96	-660783.10	2246.74
50%	-2687022.00	-11941.96	-492277.90	2246.74
66%	-1791376.00	-11941.96	-323772.70	2246.74

83%	-895728.90	-11941.96	-155267.40	2246.74
100%	-82.25	-11941.96	13237.79	2246.74
	Axial: -109383.90 [Kg]		Tor: -8332.56 [Kg*Cm]	
Estado v3=vertical crane3				
0%	0.00	0.00	0.00	0.00
16%	0.00	0.00	0.00	0.00
33%	0.00	0.00	0.00	0.00
50%	0.00	0.00	0.00	0.00
66%	0.00	0.00	0.00	0.00
83%	0.00	0.00	0.00	0.00
100%	0.00	0.00	0.00	0.00
	Axial: 0.00 [Kg]		Tor: 0.00 [Kg*Cm]	
Estado s3=side thrust3				
0%	0.00	0.00	0.00	0.00
16%	0.00	0.00	0.00	0.00
33%	0.00	0.00	0.00	0.00
50%	0.00	0.00	0.00	0.00
66%	0.00	0.00	0.00	0.00
83%	0.00	0.00	0.00	0.00
100%	0.00	0.00	0.00	0.00
	Axial: 0.00 [Kg]		Tor: 0.00 [Kg*Cm]	
Estado l3=longitudinal traction3				
0%	-4259950.00	-9466.39	0.00	0.00
16%	-3549970.00	-9466.39	0.00	0.00
33%	-2839991.00	-9466.39	0.00	0.00
50%	-2130012.00	-9466.39	0.00	0.00
66%	-1420032.00	-9466.39	0.00	0.00
83%	-710053.20	-9466.39	0.00	0.00
100%	-73.82	-9466.39	0.00	0.00
	Axial: 0.00 [Kg]		Tor: -6308.02 [Kg*Cm]	
Estado d2=pp+1.25v3+s3+l3				
0%	-4359829.00	-9688.34	6282.63	-15.49
16%	-3633204.00	-9688.34	5120.62	-15.49
33%	-2906578.00	-9688.34	3958.61	-15.49
50%	-2179952.00	-9688.34	2796.60	-15.49
66%	-1453327.00	-9688.34	1634.59	-15.49
83%	-726701.00	-9688.34	472.58	-15.49
100%	-75.28	-9688.34	-689.43	-15.49
	Axial: -10194.53 [Kg]		Tor: -6465.48 [Kg*Cm]	
Estado v4=vertical crane4				
0%	581591.00	1292.40	0.00	0.00
16%	484660.80	1292.40	0.00	0.00
33%	387730.60	1292.40	0.00	0.00
50%	290800.40	1292.40	0.00	0.00
66%	193870.10	1292.40	0.00	0.00
83%	96939.90	1292.40	0.00	0.00
100%	9.68	1292.40	0.00	0.00
	Axial: 0.00 [Kg]		Tor: 875.08 [Kg*Cm]	
Estado s4=side thrust4				
0%	23210.96	51.58	0.00	0.00
16%	19342.29	51.58	0.00	0.00
33%	15473.63	51.58	0.00	0.00
50%	11604.97	51.58	0.00	0.00
66%	7736.30	51.58	0.00	0.00
83%	3867.64	51.58	0.00	0.00
100%	-1.03	51.58	0.00	0.00
	Axial: 0.00 [Kg]		Tor: 83.60 [Kg*Cm]	
Estado l4=longitudinal traction4				

0%	-4282022.00	-9515.44	0.00	0.00
16%	-3568364.00	-9515.44	0.00	0.00
33%	-2854705.00	-9515.44	0.00	0.00
50%	-2141047.00	-9515.44	0.00	0.00
66%	-1427389.00	-9515.44	0.00	0.00
83%	-713731.00	-9515.44	0.00	0.00
100%	-72.87	-9515.44	0.00	0.00
Axial: 0.00		[Kg]	Tor: -6386.67 [Kg*Cm]	
Estado e2=pp+1.25v4+s4+l4				
0%	-3631702.00	-8070.31	6282.63	-15.49
16%	-3026429.00	-8070.31	5120.62	-15.49
33%	-2421155.00	-8070.31	3958.61	-15.49
50%	-1815882.00	-8070.31	2796.60	-15.49
66%	-1210609.00	-8070.31	1634.59	-15.49
83%	-605336.30	-8070.31	472.58	-15.49
100%	-63.26	-8070.31	-689.43	-15.49
Axial: -10194.53		[Kg]	Tor: -5366.69 [Kg*Cm]	
Estado v5=vertical crane5				
0%	-980501.10	-2178.86	85720.19	-185.56
16%	-817086.90	-2178.86	71802.94	-185.56
33%	-653672.60	-2178.86	57885.70	-185.56
50%	-490258.40	-2178.86	43968.45	-185.56
66%	-326844.10	-2178.86	30051.21	-185.56
83%	-163429.90	-2178.86	16133.96	-185.56
100%	-15.64	-2178.86	2216.72	-185.56
Axial: -51920.02		[Kg]	Tor: -1498.41 [Kg*Cm]	
Estado s5=side thrust5				
0%	-87642.57	-194.76	-733266.20	1642.62
16%	-73035.39	-194.76	-610069.60	1642.62
33%	-58428.22	-194.76	-486872.90	1642.62
50%	-43821.05	-194.76	-363676.20	1642.62
66%	-29213.87	-194.76	-240479.60	1642.62
83%	-14606.70	-194.76	-117282.90	1642.62
100%	0.48	-194.76	5913.76	1642.62
Axial: 3387.92		[Kg]	Tor: -198.60 [Kg*Cm]	
Estado l5=longitudinal traction5				
0%	-4495481.00	-9989.80	0.00	0.00
16%	-3746246.00	-9989.80	0.00	0.00
33%	-2997011.00	-9989.80	0.00	0.00
50%	-2247776.00	-9989.80	0.00	0.00
66%	-1498541.00	-9989.80	0.00	0.00
83%	-749306.00	-9989.80	0.00	0.00
100%	-71.01	-9989.80	0.00	0.00
Axial: 0.00		[Kg]	Tor: -6894.50 [Kg*Cm]	
Estado f2=pp+1.25v5+s5+l5				
0%	-5908629.00	-13130.08	-619833.40	1395.17
16%	-4923873.00	-13130.08	-515195.30	1395.17
33%	-3939117.00	-13130.08	-410557.20	1395.17
50%	-2954360.00	-13130.08	-305919.10	1395.17
66%	-1969604.00	-13130.08	-201281.00	1395.17
83%	-984847.80	-13130.08	-96642.87	1395.17
100%	-91.54	-13130.08	7995.23	1395.17
Axial: -71706.63		[Kg]	Tor: -9123.57 [Kg*Cm]	

Viga 8

Estado pp=Peso Propio

0%	0.00	-2827.50	0.00	0.00
16%	269987.00	-2356.25	0.00	0.00

33%	490885.40	-1885.00	0.00	0.00
50%	662695.30	-1413.75	0.00	0.00
66%	785416.70	-942.50	0.00	0.00
83%	859049.50	-471.25	0.00	0.00
100%	883593.80	0.00	0.00	0.00
	Axial: 4.73	[Kg]	Tor: 0.00	[Kg*Cm]
Estado cv=vertical crane				
0%	0.00	0.00	0.00	0.00
16%	0.00	0.00	0.00	0.00
33%	0.00	0.00	0.00	0.00
50%	0.00	0.00	0.00	0.00
66%	0.00	0.00	0.00	0.00
83%	0.00	0.00	0.00	0.00
100%	0.00	0.00	0.00	0.00
	Axial: -18.28	[Kg]	Tor: 0.00	[Kg*Cm]
Estado cs=side thrust				
0%	0.00	0.00	0.00	0.00
16%	0.00	0.00	0.00	0.00
33%	0.00	0.00	0.00	0.00
50%	0.00	0.00	0.00	0.00
66%	0.00	0.00	0.00	0.00
83%	0.00	0.00	0.00	0.00
100%	0.00	0.00	0.00	0.00
	Axial: -9.22	[Kg]	Tor: 0.00	[Kg*Cm]
Estado ls=longitudinal traction				
0%	0.00	0.00	0.00	0.00
16%	0.00	0.00	0.00	0.00
33%	0.00	0.00	0.00	0.00
50%	0.00	0.00	0.00	0.00
66%	0.00	0.00	0.00	0.00
83%	0.00	0.00	0.00	0.00
100%	0.00	0.00	0.00	0.00
	Axial: 150.75	[Kg]	Tor: 0.00	[Kg*Cm]
Estado bs=bumper impact				
0%	0.00	0.00	0.00	0.00
16%	0.00	0.00	0.00	0.00
33%	0.00	0.00	0.00	0.00
50%	0.00	0.00	0.00	0.00
66%	0.00	0.00	0.00	0.00
83%	0.00	0.00	0.00	0.00
100%	0.00	0.00	0.00	0.00
	Axial: 260.46	[Kg]	Tor: 0.00	[Kg*Cm]
Estado c1=pp+1.25cv+.5cs				
0%	0.00	-2827.50	0.00	0.00
16%	269987.00	-2356.25	0.00	0.00
33%	490885.40	-1885.00	0.00	0.00
50%	662695.30	-1413.75	0.00	0.00
66%	785416.70	-942.50	0.00	0.00
83%	859049.50	-471.25	0.00	0.00
100%	883593.80	0.00	0.00	0.00
	Axial: -22.73	[Kg]	Tor: 0.00	[Kg*Cm]
Estado c2=pp+1.25cv+cs+ls				
0%	0.00	-2827.50	0.00	0.00
16%	269987.00	-2356.25	0.00	0.00
33%	490885.40	-1885.00	0.00	0.00
50%	662695.30	-1413.75	0.00	0.00
66%	785416.70	-942.50	0.00	0.00
83%	859049.50	-471.25	0.00	0.00

100%	883593.80	0.00	0.00	0.00
	Axial: 123.41	[Kg]	Tor: 0.00	[Kg*Cm]
Estado v1=vertical cranel				
0%	0.00	-14400.00	0.00	0.00
16%	1500000.00	-14400.00	0.00	0.00
33%	3000000.00	-14400.00	0.00	0.00
50%	4500000.00	-14400.00	0.00	0.00
66%	6000000.00	-14400.00	0.00	0.00
83%	7500000.00	-14400.00	0.00	0.00
100%	9000000.00	-14400.00	0.00	0.00
	Axial: -2.95	[Kg]	Tor: 0.00	[Kg*Cm]
Estado s1=side thrust1				
0%	0.00	0.00	0.00	1200.00
16%	0.00	0.00	125000.00	1200.00
33%	0.00	0.00	250000.00	1200.00
50%	0.00	0.00	375000.00	1200.00
66%	0.00	0.00	500000.00	1200.00
83%	0.00	0.00	625000.00	1200.00
100%	0.00	0.00	750000.00	1200.00
	Axial: -1.36	[Kg]	Tor: 0.00	[Kg*Cm]
Estado l1=longitudinal traction1				
0%	0.00	0.00	0.00	0.00
16%	0.00	0.00	0.00	0.00
33%	0.00	0.00	0.00	0.00
50%	0.00	0.00	0.00	0.00
66%	0.00	0.00	0.00	0.00
83%	0.00	0.00	0.00	0.00
100%	0.00	0.00	0.00	0.00
	Axial: 226.47	[Kg]	Tor: 0.00	[Kg*Cm]
Estado a2=pp+1.25v1+s1+l1				
0%	0.00	-20827.50	0.00	1200.00
16%	2144987.00	-20356.25	125000.00	1200.00
33%	4240885.00	-19885.00	250000.00	1200.00
50%	6287695.00	-19413.75	375000.00	1200.00
66%	8285417.00	-18942.50	500000.00	1200.00
83%	1.023405E7	-18471.25	625000.00	1200.00
100%	1.213359E7	-18000.00	750000.00	1200.00
	Axial: 226.15	[Kg]	Tor: 0.00	[Kg*Cm]
Estado v2=vertical crane2				
0%	0.00	0.00	0.00	0.00
16%	0.00	0.00	0.00	0.00
33%	0.00	0.00	0.00	0.00
50%	0.00	0.00	0.00	0.00
66%	0.00	0.00	0.00	0.00
83%	0.00	0.00	0.00	0.00
100%	0.00	0.00	0.00	0.00
	Axial: 15.79	[Kg]	Tor: 0.00	[Kg*Cm]
Estado s2=side thrust2				
0%	0.00	0.00	0.00	0.00
16%	0.00	0.00	0.00	0.00
33%	0.00	0.00	0.00	0.00
50%	0.00	0.00	0.00	0.00
66%	0.00	0.00	0.00	0.00
83%	0.00	0.00	0.00	0.00
100%	0.00	0.00	0.00	0.00
	Axial: 5.95	[Kg]	Tor: 0.00	[Kg*Cm]
Estado l2=longitudinal traction2				
0%	0.00	0.00	0.00	0.00

16%	0.00	0.00	0.00	0.00
33%	0.00	0.00	0.00	0.00
50%	0.00	0.00	0.00	0.00
66%	0.00	0.00	0.00	0.00
83%	0.00	0.00	0.00	0.00
100%	0.00	0.00	0.00	0.00
	Axial: 89.72	[Kg]	Tor: 0.00	[Kg*Cm]
Estado b2=pp+1.25v2+s2+12				
0%	0.00	-2827.50	0.00	0.00
16%	269987.00	-2356.25	0.00	0.00
33%	490885.40	-1885.00	0.00	0.00
50%	662695.30	-1413.75	0.00	0.00
66%	785416.70	-942.50	0.00	0.00
83%	859049.50	-471.25	0.00	0.00
100%	883593.80	0.00	0.00	0.00
	Axial: 120.14	[Kg]	Tor: 0.00	[Kg*Cm]
Estado v3=vertical crane3				
0%	0.00	-68160.00	0.00	0.00
16%	7100000.00	-68160.00	0.00	0.00
33%	1.245E7	-38160.00	0.00	0.00
50%	1.6425E7	-38160.00	0.00	0.00
66%	1.78E7	-8160.00	0.00	0.00
83%	1.865E7	-8160.00	0.00	0.00
100%	1.95E7	-8160.00	0.00	0.00
	Axial: 0.00	[Kg]	Tor: 0.00	[Kg*Cm]
Estado s3=side thrust3				
0%	0.00	0.00	0.00	5680.00
16%	0.00	0.00	591666.70	5680.00
33%	0.00	0.00	1037500.00	3180.00
50%	0.00	0.00	1368750.00	3180.00
66%	0.00	0.00	1483333.00	680.00
83%	0.00	0.00	1554167.00	680.00
100%	0.00	0.00	1625000.00	680.00
	Axial: 0.00	[Kg]	Tor: 0.00	[Kg*Cm]
Estado l3=longitudinal traction3				
0%	0.00	0.00	0.00	0.00
16%	0.00	0.00	0.00	0.00
33%	0.00	0.00	0.00	0.00
50%	0.00	0.00	0.00	0.00
66%	0.00	0.00	0.00	0.00
83%	0.00	0.00	0.00	0.00
100%	0.00	0.00	0.00	0.00
	Axial: -11738.78	[Kg]	Tor: 0.00	[Kg*Cm]
Estado d2=pp+1.25v3+s3+13				
0%	0.00	-88027.50	0.00	5680.00
16%	9144987.00	-87556.25	591666.70	5680.00
33%	1.605339E7	-49585.00	1037500.00	3180.00
50%	2.119395E7	-49113.75	1368750.00	3180.00
66%	2.303542E7	-11142.50	1483333.00	680.00
83%	2.417155E7	-10671.25	1554167.00	680.00
100%	2.525859E7	-10200.00	1625000.00	680.00
	Axial: -11734.05	[Kg]	Tor: 0.00	[Kg*Cm]
Estado v4=vertical crane4				
0%	0.00	0.00	0.00	0.00
16%	0.00	0.00	0.00	0.00
33%	0.00	0.00	0.00	0.00
50%	0.00	0.00	0.00	0.00
66%	0.00	0.00	0.00	0.00

83%	0.00	0.00	0.00	0.00
100%	0.00	0.00	0.00	0.00
	Axial: -16.13	[Kg]	Tor: 0.00	[Kg*Cm]
Estado s4=side thrust4				
0%	0.00	0.00	0.00	0.00
16%	0.00	0.00	0.00	0.00
33%	0.00	0.00	0.00	0.00
50%	0.00	0.00	0.00	0.00
66%	0.00	0.00	0.00	0.00
83%	0.00	0.00	0.00	0.00
100%	0.00	0.00	0.00	0.00
	Axial: -7.45	[Kg]	Tor: 0.00	[Kg*Cm]
Estado l4=longitudinal traction4				
0%	0.00	0.00	0.00	0.00
16%	0.00	0.00	0.00	0.00
33%	0.00	0.00	0.00	0.00
50%	0.00	0.00	0.00	0.00
66%	0.00	0.00	0.00	0.00
83%	0.00	0.00	0.00	0.00
100%	0.00	0.00	0.00	0.00
	Axial: 191.31	[Kg]	Tor: 0.00	[Kg*Cm]
Estado e2=pp+1.25v4+s4+l4				
0%	0.00	-2827.50	0.00	0.00
16%	269987.00	-2356.25	0.00	0.00
33%	490885.40	-1885.00	0.00	0.00
50%	662695.30	-1413.75	0.00	0.00
66%	785416.70	-942.50	0.00	0.00
83%	859049.50	-471.25	0.00	0.00
100%	883593.80	0.00	0.00	0.00
	Axial: 168.42	[Kg]	Tor: 0.00	[Kg*Cm]
Estado v5=vertical crane5				
0%	0.00	0.00	0.00	0.00
16%	0.00	0.00	0.00	0.00
33%	0.00	0.00	0.00	0.00
50%	0.00	0.00	0.00	0.00
66%	0.00	0.00	0.00	0.00
83%	0.00	0.00	0.00	0.00
100%	0.00	0.00	0.00	0.00
	Axial: 30.39	[Kg]	Tor: 0.00	[Kg*Cm]
Estado s5=side thrust5				
0%	0.00	0.00	0.00	0.00
16%	0.00	0.00	0.00	0.00
33%	0.00	0.00	0.00	0.00
50%	0.00	0.00	0.00	0.00
66%	0.00	0.00	0.00	0.00
83%	0.00	0.00	0.00	0.00
100%	0.00	0.00	0.00	0.00
	Axial: 11.46	[Kg]	Tor: 0.00	[Kg*Cm]
Estado l5=longitudinal traction5				
0%	0.00	0.00	0.00	0.00
16%	0.00	0.00	0.00	0.00
33%	0.00	0.00	0.00	0.00
50%	0.00	0.00	0.00	0.00
66%	0.00	0.00	0.00	0.00
83%	0.00	0.00	0.00	0.00
100%	0.00	0.00	0.00	0.00
	Axial: 101.74	[Kg]	Tor: 0.00	[Kg*Cm]
Estado f2=pp+1.25v5+s5+l5				

0%	0.00	-2827.50	0.00	0.00
16%	269987.00	-2356.25	0.00	0.00
33%	490885.40	-1885.00	0.00	0.00
50%	662695.30	-1413.75	0.00	0.00
66%	785416.70	-942.50	0.00	0.00
83%	859049.50	-471.25	0.00	0.00
100%	883593.80	0.00	0.00	0.00
Axial: 155.92		[Kg]	Tor: 0.00	[Kg*Cm]

Viga 9

Estado pp=Peso Propio

0%	883593.70	0.00	0.00	0.00
16%	859049.50	471.25	0.00	0.00
33%	785416.70	942.50	0.00	0.00
50%	662695.30	1413.75	0.00	0.00
66%	490885.40	1885.00	0.00	0.00
83%	269987.00	2356.25	0.00	0.00
100%	0.00	2827.50	0.00	0.00
Axial: 4.73		[Kg]	Tor: 0.00	[Kg*Cm]

Estado cv=vertical crane

0%	0.00	0.00	0.00	0.00
16%	0.00	0.00	0.00	0.00
33%	0.00	0.00	0.00	0.00
50%	0.00	0.00	0.00	0.00
66%	0.00	0.00	0.00	0.00
83%	0.00	0.00	0.00	0.00
100%	0.00	0.00	0.00	0.00
Axial: -18.28		[Kg]	Tor: 0.00	[Kg*Cm]

Estado cs=side thrust

0%	0.00	0.00	0.00	0.00
16%	0.00	0.00	0.00	0.00
33%	0.00	0.00	0.00	0.00
50%	0.00	0.00	0.00	0.00
66%	0.00	0.00	0.00	0.00
83%	0.00	0.00	0.00	0.00
100%	0.00	0.00	0.00	0.00
Axial: -9.22		[Kg]	Tor: 0.00	[Kg*Cm]

Estado ls=longitudinal traction

0%	0.00	0.00	0.00	0.00
16%	0.00	0.00	0.00	0.00
33%	0.00	0.00	0.00	0.00
50%	0.00	0.00	0.00	0.00
66%	0.00	0.00	0.00	0.00
83%	0.00	0.00	0.00	0.00
100%	0.00	0.00	0.00	0.00
Axial: 150.75		[Kg]	Tor: 0.00	[Kg*Cm]

Estado bs=bumper impact

0%	0.00	0.00	0.00	0.00
16%	0.00	0.00	0.00	0.00
33%	0.00	0.00	0.00	0.00
50%	0.00	0.00	0.00	0.00
66%	0.00	0.00	0.00	0.00
83%	0.00	0.00	0.00	0.00
100%	0.00	0.00	0.00	0.00
Axial: 260.46		[Kg]	Tor: 0.00	[Kg*Cm]

Estado c1=pp+1.25cv+.5cs

0%	883593.80	0.00	0.00	0.00
16%	859049.50	471.25	0.00	0.00

33%	785416.70	942.50	0.00	0.00
50%	662695.30	1413.75	0.00	0.00
66%	490885.40	1885.00	0.00	0.00
83%	269987.00	2356.25	0.00	0.00
100%	0.00	2827.50	0.00	0.00
Axial: -22.73		[Kg]	Tor: 0.00 [Kg*cm]	
Estado c2=pp+1.25cv+cs+ls				
0%	883593.80	0.00	0.00	0.00
16%	859049.50	471.25	0.00	0.00
33%	785416.70	942.50	0.00	0.00
50%	662695.30	1413.75	0.00	0.00
66%	490885.40	1885.00	0.00	0.00
83%	269987.00	2356.25	0.00	0.00
100%	0.00	2827.50	0.00	0.00
Axial: 123.41		[Kg]	Tor: 0.00 [Kg*cm]	
Estado v1=vertical crane1				
0%	9000000.00	-14400.00	0.00	0.00
16%	1.05E7	-14400.00	0.00	0.00
33%	1.2E7	-14400.00	0.00	0.00
50%	1.1175E7	15600.00	0.00	0.00
66%	9500000.00	45600.00	0.00	0.00
83%	4750000.00	45600.00	0.00	0.00
100%	0.00	45600.00	0.00	0.00
Axial: -2.95		[Kg]	Tor: 0.00 [Kg*cm]	
Estado s1=side thrust1				
0%	0.00	0.00	750000.00	1200.00
16%	0.00	0.00	875000.00	1200.00
33%	0.00	0.00	1000000.00	1200.00
50%	0.00	0.00	931250.00	-1300.00
66%	0.00	0.00	791666.70	-3800.00
83%	0.00	0.00	395833.30	-3800.00
100%	0.00	0.00	0.00	-3800.00
Axial: -1.36		[Kg]	Tor: 0.00 [Kg*cm]	
Estado l1=longitudinal traction1				
0%	0.00	0.00	0.00	0.00
16%	0.00	0.00	0.00	0.00
33%	0.00	0.00	0.00	0.00
50%	0.00	0.00	0.00	0.00
66%	0.00	0.00	0.00	0.00
83%	0.00	0.00	0.00	0.00
100%	0.00	0.00	0.00	0.00
Axial: -11773.53		[Kg]	Tor: 0.00 [Kg*cm]	
Estado a2=pp+1.25v1+s1+l1				
0%	1.213359E7	-18000.00	750000.00	1200.00
16%	1.398405E7	-17528.75	875000.00	1200.00
33%	1.578542E7	-17057.50	1000000.00	1200.00
50%	1.463145E7	20913.75	931250.00	-1300.00
66%	1.236589E7	58885.00	791666.70	-3800.00
83%	6207487.00	59356.25	395833.30	-3800.00
100%	0.00	59827.50	0.00	-3800.00
Axial: -11773.85		[Kg]	Tor: 0.00 [Kg*cm]	
Estado v2=vertical crane2				
0%	0.00	0.00	0.00	0.00
16%	0.00	0.00	0.00	0.00
33%	0.00	0.00	0.00	0.00
50%	0.00	0.00	0.00	0.00
66%	0.00	0.00	0.00	0.00
83%	0.00	0.00	0.00	0.00

100%	0.00	0.00	0.00	0.00
	Axial: 15.79 [Kg]		Tor: 0.00 [Kg*Cm]	
Estado s2=side thrust2				
0%	0.00	0.00	0.00	0.00
16%	0.00	0.00	0.00	0.00
33%	0.00	0.00	0.00	0.00
50%	0.00	0.00	0.00	0.00
66%	0.00	0.00	0.00	0.00
83%	0.00	0.00	0.00	0.00
100%	0.00	0.00	0.00	0.00
	Axial: 5.95 [Kg]		Tor: 0.00 [Kg*Cm]	
Estado l2=longitudinal traction2				
0%	0.00	0.00	0.00	0.00
16%	0.00	0.00	0.00	0.00
33%	0.00	0.00	0.00	0.00
50%	0.00	0.00	0.00	0.00
66%	0.00	0.00	0.00	0.00
83%	0.00	0.00	0.00	0.00
100%	0.00	0.00	0.00	0.00
	Axial: 89.72 [Kg]		Tor: 0.00 [Kg*Cm]	
Estado b2=pp+1.25v2+s2+l2				
0%	883593.70	0.00	0.00	0.00
16%	859049.50	471.25	0.00	0.00
33%	785416.70	942.50	0.00	0.00
50%	662695.30	1413.75	0.00	0.00
66%	490885.40	1885.00	0.00	0.00
83%	269987.00	2356.25	0.00	0.00
100%	0.00	2827.50	0.00	0.00
	Axial: 120.14 [Kg]		Tor: 0.00 [Kg*Cm]	
Estado v3=vertical crane3				
0%	1.95E7	-8160.00	0.00	0.00
16%	2.035E7	-8160.00	0.00	0.00
33%	1.87E7	21840.00	0.00	0.00
50%	1.62E7	51840.00	0.00	0.00
66%	1.08E7	51840.00	0.00	0.00
83%	5400000.00	51840.00	0.00	0.00
100%	0.00	51840.00	0.00	0.00
	Axial: 0.00 [Kg]		Tor: 0.00 [Kg*Cm]	
Estado s3=side thrust3				
0%	0.00	0.00	1625000.00	680.00
16%	0.00	0.00	1695833.00	680.00
33%	0.00	0.00	1558333.00	-1820.00
50%	0.00	0.00	1350000.00	-4320.00
66%	0.00	0.00	900000.00	-4320.00
83%	0.00	0.00	450000.00	-4320.00
100%	0.00	0.00	0.00	-4320.00
	Axial: 0.00 [Kg]		Tor: 0.00 [Kg*Cm]	
Estado l3=longitudinal traction3				
0%	0.00	0.00	0.00	0.00
16%	0.00	0.00	0.00	0.00
33%	0.00	0.00	0.00	0.00
50%	0.00	0.00	0.00	0.00
66%	0.00	0.00	0.00	0.00
83%	0.00	0.00	0.00	0.00
100%	0.00	0.00	0.00	0.00
	Axial: -11738.78 [Kg]		Tor: 0.00 [Kg*Cm]	
Estado d2=pp+1.25v3+s3+l3				
0%	2.525859E7	-10200.00	1425000.00	680.00

16%	2.629655E7	-9728.75	1495833.00	680.00
33%	2.416042E7	28242.50	1508333.00	-1820.00
50%	2.09127E7	66213.75	1350000.00	-4320.00
66%	1.399089E7	66685.00	900000.00	-4320.00
83%	7019987.00	67156.25	450000.00	-4320.00
100%	0.00	67627.50	0.00	-4320.00
	Axial: -11734.05	[Kg]	Tor: 0.00	[Kg*Cm]
Estado v4=vertical crane4				
0%	0.00	0.00	0.00	0.00
16%	0.00	0.00	0.00	0.00
33%	0.00	0.00	0.00	0.00
50%	0.00	0.00	0.00	0.00
66%	0.00	0.00	0.00	0.00
83%	0.00	0.00	0.00	0.00
100%	0.00	0.00	0.00	0.00
	Axial: -16.13	[Kg]	Tor: 0.00	[Kg*Cm]
Estado s4=side thrust4				
0%	0.00	0.00	0.00	0.00
16%	0.00	0.00	0.00	0.00
33%	0.00	0.00	0.00	0.00
50%	0.00	0.00	0.00	0.00
66%	0.00	0.00	0.00	0.00
83%	0.00	0.00	0.00	0.00
100%	0.00	0.00	0.00	0.00
	Axial: -7.45	[Kg]	Tor: 0.00	[Kg*Cm]
Estado l4=longitudinal traction4				
0%	0.00	0.00	0.00	0.00
16%	0.00	0.00	0.00	0.00
33%	0.00	0.00	0.00	0.00
50%	0.00	0.00	0.00	0.00
66%	0.00	0.00	0.00	0.00
83%	0.00	0.00	0.00	0.00
100%	0.00	0.00	0.00	0.00
	Axial: 191.31	[Kg]	Tor: 0.00	[Kg*Cm]
Estado e2=pp+1.25v4+s4+l4				
0%	883593.80	0.00	0.00	0.00
16%	859049.50	471.25	0.00	0.00
33%	785416.70	942.50	0.00	0.00
50%	662695.30	1413.75	0.00	0.00
66%	490885.40	1885.00	0.00	0.00
83%	269987.00	2356.25	0.00	0.00
100%	0.00	2827.50	0.00	0.00
	Axial: 168.42	[Kg]	Tor: 0.00	[Kg*Cm]
Estado v5=vertical crane5				
0%	0.00	0.00	0.00	0.00
16%	0.00	0.00	0.00	0.00
33%	0.00	0.00	0.00	0.00
50%	0.00	0.00	0.00	0.00
66%	0.00	0.00	0.00	0.00
83%	0.00	0.00	0.00	0.00
100%	0.00	0.00	0.00	0.00
	Axial: 30.39	[Kg]	Tor: 0.00	[Kg*Cm]
Estado s5=side thrust5				
0%	0.00	0.00	0.00	0.00
16%	0.00	0.00	0.00	0.00
33%	0.00	0.00	0.00	0.00
50%	0.00	0.00	0.00	0.00
66%	0.00	0.00	0.00	0.00

83%	0.00	0.00	0.00	0.00
100%	0.00	0.00	0.00	0.00

Axial: 11.46 [Kg] Tor: 0.00 [Kg*Cm]

Estado l5=longitudinal traction5

0%	0.00	0.00	0.00	0.00
16%	0.00	0.00	0.00	0.00
33%	0.00	0.00	0.00	0.00
50%	0.00	0.00	0.00	0.00
66%	0.00	0.00	0.00	0.00
83%	0.00	0.00	0.00	0.00
100%	0.00	0.00	0.00	0.00

Axial: 101.74 [Kg] Tor: 0.00 [Kg*Cm]

Estado f2=pp+1.25v5+s5+15

0%	883593.70	0.00	0.00	0.00
16%	859049.50	471.25	0.00	0.00
33%	785416.70	942.50	0.00	0.00
50%	662695.30	1413.75	0.00	0.00
66%	490885.40	1885.00	0.00	0.00
83%	269987.00	2356.25	0.00	0.00
100%	0.00	2827.50	0.00	0.00

Axial: 155.92 [Kg] Tor: 0.00 [Kg*Cm]

Viga 19

Estado pp=Peso Propio

0%	0.00	-4244.97	0.00	-0.18
16%	83994.64	-4154.49	-3.68	-0.18
33%	166179.70	-4064.01	-7.36	-0.18
50%	246555.10	-3973.53	-11.04	-0.18
66%	325121.00	-3883.05	-14.73	-0.18
83%	401877.20	-3792.57	-18.41	-0.18
100%	476823.90	-3702.09	-22.09	-0.18

Axial: 0.05 [Kg] Tor: 0.00 [Kg*Cm]

Estado cv=vertical crane

0%	0.00	-66780.30	0.00	-1.31
16%	1335606.00	-66780.30	-26.13	-1.31
33%	2671212.00	-66780.30	-52.26	-1.31
50%	4006818.00	-66780.30	-78.39	-1.31
66%	5342424.00	-66780.30	-104.51	-1.31
83%	6678030.00	-66780.30	-130.64	-1.31
100%	8013636.00	-66780.30	-156.77	-1.31

Axial: 6.01 [Kg] Tor: 0.00 [Kg*Cm]

Estado cs=side thrust

0%	0.00	0.69	0.00	150.21
16%	-13.77	0.69	3004.15	150.21
33%	-27.55	0.69	6008.29	150.21
50%	-41.32	0.69	9012.44	150.21
66%	-55.09	0.69	12016.59	150.21
83%	-68.87	0.69	15020.73	150.21
100%	-82.64	0.69	18024.88	150.21

Axial: 13027.60 [Kg] Tor: 0.00 [Kg*Cm]

Estado ls=longitudinal traction

0%	0.00	-0.03	0.00	-24.39
16%	0.63	-0.03	-487.84	-24.39
33%	1.26	-0.03	-975.68	-24.39
50%	1.89	-0.03	-1463.51	-24.39
66%	2.53	-0.03	-1951.35	-24.39
83%	3.16	-0.03	-2439.19	-24.39
100%	3.79	-0.03	-2927.03	-24.39

		Axial: 8585.76	[Kg]	Tor: 0.00	[Kg*cm]
Estado c1=pp+1.25cv+.5cs					
0%	0.00	-87720.00		0.00	73.29
16%	1753495.00	-87629.52		1465.73	73.29
33%	3505181.00	-87539.04		2931.46	73.29
50%	5255057.00	-87448.56		4397.19	73.29
66%	7003123.00	-87358.08		5862.93	73.29
83%	8749380.00	-87267.60		7328.66	73.29
100%	1.049383E7	-87177.12		8794.39	73.29
		Axial: 6521.37	[Kg]	Tor: 0.00	[Kg*cm]
Estado c2=pp+1.25cv+cs+ls					
0%	0.00	-87719.69		0.00	124.00
16%	1753489.00	-87629.21		2479.97	124.00
33%	3505168.00	-87538.73		4959.93	124.00
50%	5255038.00	-87448.25		7439.90	124.00
66%	7003098.00	-87357.77		9919.87	124.00
83%	8749349.00	-87267.29		12399.84	124.00
100%	1.049379E7	-87176.81		14879.80	124.00
		Axial: 21620.92	[Kg]	Tor: 0.00	[Kg*cm]
Estado v1=vertical crane1					
0%	0.00	-94356.99		0.00	-1.00
16%	1437140.00	-64356.99		-19.90	-1.00
33%	2724280.00	-64356.99		-39.81	-1.00
50%	4011420.00	-64356.99		-59.71	-1.00
66%	5298559.00	-64356.99		-79.61	-1.00
83%	6585699.00	-64356.99		-99.52	-1.00
100%	7872839.00	-64356.99		-119.42	-1.00
		Axial: 4.50	[Kg]	Tor: 0.00	[Kg*cm]
Estado s1=side thrust1					
0%	0.00	-0.00		0.00	2959.88
16%	0.08	-0.00		21697.65	459.88
33%	0.16	-0.00		30895.29	459.88
50%	0.25	-0.00		40092.94	459.88
66%	0.33	-0.00		49290.58	459.88
83%	0.41	-0.00		58488.23	459.88
100%	0.49	-0.00		67685.87	459.88
		Axial: 6550.99	[Kg]	Tor: 0.00	[Kg*cm]
Estado l1=longitudinal traction1					
0%	0.00	-0.01		0.00	-10.89
16%	0.30	-0.01		-217.83	-10.89
33%	0.59	-0.01		-435.66	-10.89
50%	0.89	-0.01		-653.50	-10.89
66%	1.19	-0.01		-871.33	-10.89
83%	1.49	-0.01		-1089.16	-10.89
100%	1.78	-0.01		-1306.99	-10.89
		Axial: 11367.24	[Kg]	Tor: 0.00	[Kg*cm]
Estado a1=pp+1.25v1+.5s1					
0%	0.00	-122191.20		0.00	1478.51
16%	1880420.00	-84600.74		10820.26	228.51
33%	3571529.00	-84510.26		15390.52	228.51
50%	5260830.00	-84419.78		19960.79	228.51
66%	6948320.00	-84329.30		24531.05	228.51
83%	8634002.00	-84238.82		29101.31	228.51
100%	1.031787E7	-84148.34		33671.57	228.51
		Axial: 3281.17	[Kg]	Tor: 0.00	[Kg*cm]
Estado a2=pp+1.25v1+s1+l1					
0%	0.00	-122191.20		0.00	3187.56
16%	1880420.00	-84600.75		21451.25	447.56

33%	3571530.00	-84510.27	30402.51	447.56
50%	5260831.00	-84419.79	39353.76	447.56
66%	6948322.00	-84329.31	48305.01	447.56
83%	8634003.00	-84238.83	57256.26	447.56
100%	1.031788E7	-84148.35	66207.52	447.56
	Axial: 17923.91	[Kg]	Tor: 0.00	[Kg*Cm]

Viga 27

Estado pp=Peso Propio

0%	1966587.00	6.30	-44.61	0.51
16%	1965635.00	93.01	-34.74	0.51
33%	1963022.00	179.72	-24.87	0.51
50%	1958746.00	266.43	-15.00	0.51
66%	1952809.00	353.14	-5.13	0.51
83%	1945209.00	439.85	4.74	0.51
100%	1935948.00	526.56	14.61	0.51
	Axial: -0.25	[Kg]	Tor: 0.00	[Kg*Cm]

Estado cv=vertical crane

0%	3.748032E7	-6814.12	224.42	-2.67
16%	3.761092E7	-6814.12	173.28	-2.67
33%	3.774152E7	-6814.12	122.15	-2.67
50%	3.787213E7	-6814.12	71.01	-2.67
66%	3.800273E7	-6814.12	19.87	-2.67
83%	3.813334E7	-6814.12	-31.27	-2.67
100%	3.796394E7	23185.88	-82.41	-2.67
	Axial: -0.78	[Kg]	Tor: 0.00	[Kg*Cm]

Estado cs=side thrust

0%	-15.48	0.10	138397.60	575.42
16%	-17.34	0.10	149426.40	575.42
33%	-19.21	0.10	160455.20	575.42
50%	-21.07	0.10	171484.00	575.42
66%	-22.94	0.10	182512.80	575.42
83%	-24.81	0.10	193541.60	575.42
100%	-26.67	0.10	179570.40	-1924.58
	Axial: -10335.53	[Kg]	Tor: 0.00	[Kg*Cm]

Estado ls=longitudinal traction

0%	1.20	0.01	772.78	4.99
16%	0.95	0.01	868.45	4.99
33%	0.69	0.01	964.12	4.99
50%	0.44	0.01	1059.79	4.99
66%	0.18	0.01	1155.45	4.99
83%	-0.07	0.01	1251.12	4.99
100%	-0.33	0.01	1346.79	4.99
	Axial: -3357.60	[Kg]	Tor: 0.00	[Kg*Cm]

Estado c1=pp+1.25cv+.5cs

0%	4.881697E7	-8511.30	69434.72	284.89
16%	4.897928E7	-8424.59	74895.06	284.89
33%	4.913992E7	-8337.88	80355.40	284.89
50%	4.92989E7	-8251.17	85815.75	284.89
66%	4.945621E7	-8164.46	91276.09	284.89
83%	4.961187E7	-8077.75	96736.43	284.89
100%	4.939086E7	29508.96	89696.78	-965.11
	Axial: -5168.98	[Kg]	Tor: 0.00	[Kg*Cm]

Estado c2=pp+1.25cv+cs+ls

0%	4.881697E7	-8511.24	139406.30	577.59
16%	4.897927E7	-8424.53	150476.70	577.59
33%	4.913991E7	-8337.82	266547.10	577.59

50%	4.929889E7	-8251.11	172617.50	577.59
66%	4.94562E7	-8164.40	183687.90	577.59
83%	4.961185E7	-8077.69	194758.30	577.59
100%	4.939085E7	29509.02	180828.70	-1922.41
Axial: -13694.35		[Kg]	Tor: 0.00 [Kg*Cm]	
Estado v1=vertical crane1				
0%	2.368767E7	25617.99	214.85	-2.26
16%	2.319666E7	25617.99	171.49	-2.26
33%	2.270564E7	25617.99	128.14	-2.26
50%	2.221463E7	25617.99	84.78	-2.26
66%	2.172362E7	25617.99	41.42	-2.26
83%	2.123261E7	25617.99	-1.94	-2.26
100%	2.07416E7	25617.99	-45.29	-2.26
Axial: -0.75		[Kg]	Tor: 0.00 [Kg*Cm]	
Estado s1=side thrust1				
0%	137.95	0.40	86312.83	-374.44
16%	130.26	0.40	79136.09	-374.44
33%	122.57	0.40	71959.35	-374.44
50%	114.88	0.40	64782.61	-374.44
66%	107.19	0.40	57605.86	-374.44
83%	99.51	0.40	50429.12	-374.44
100%	91.82	0.40	43252.38	-374.44
Axial: -4437.19		[Kg]	Tor: 0.00 [Kg*Cm]	
Estado l1=longitudinal traction1				
0%	0.60	0.00	142.83	0.90
16%	0.54	0.00	160.12	0.90
33%	0.49	0.00	177.41	0.90
50%	0.43	0.00	194.71	0.90
66%	0.37	0.00	212.00	0.90
83%	0.32	0.00	229.29	0.90
100%	0.26	0.00	246.58	0.90
Axial: -613.54		[Kg]	Tor: 0.00 [Kg*Cm]	
Estado a1=pp+1.25v1+.5s1				
0%	3.157624E7	32028.99	43380.37	-189.53
16%	3.096152E7	32115.70	39747.67	-189.53
33%	3.034514E7	32202.41	36114.97	-189.53
50%	2.972709E7	32289.12	32482.27	-189.53
66%	2.910739E7	32375.83	28849.58	-189.53
83%	2.848602E7	32462.54	25216.88	-189.53
100%	2.786299E7	32549.25	21584.18	-189.53
Axial: -2219.78		[Kg]	Tor: 0.00 [Kg*Cm]	
Estado a2=pp+1.25v1+s1+l1				
0%	3.157631E7	32029.19	86679.61	-375.85
16%	3.096159E7	32115.90	79475.84	-375.85
33%	3.03452E7	32202.61	72272.06	-375.85
50%	2.972715E7	32289.32	65068.28	-375.85
66%	2.910744E7	32376.03	57864.51	-375.85
83%	2.848607E7	32462.74	50660.73	-375.85
100%	2.786304E7	32549.45	43456.95	-375.85
Axial: -5051.92		[Kg]	Tor: 0.00 [Kg*Cm]	

Viga 28

Estado pp=Peso Propio

0%	0.00	-1.70	0.00	66.50
16%	63.90	-1.70	2493.88	66.50
33%	127.81	-1.70	4987.76	66.50
50%	191.71	-1.70	7481.64	66.50

66%	255.62	-1.70	9975.51	66.50
83%	319.52	-1.70	12469.39	66.50
100%	383.42	-1.70	14963.27	66.50
Axial: -6813.60		[Kg]	Tor: -246.13 [Kg*Cm]	
Estado cv=vertical crane				
0%	0.00	-1.68	0.00	571.15
16%	62.97	-1.68	21418.19	571.15
33%	125.94	-1.68	42836.38	571.15
50%	188.91	-1.68	64254.57	571.15
66%	251.88	-1.68	85672.76	571.15
83%	314.85	-1.68	107090.90	571.15
100%	377.82	-1.68	128509.10	571.15
Axial: -150.38		[Kg]	Tor: 1671.98 [Kg*Cm]	
Estado cs=side thrust				
0%	0.00	-1.31	0.00	-72.41
16%	49.02	-1.31	-2715.52	-72.41
33%	98.04	-1.31	-5431.03	-72.41
50%	147.05	-1.31	-8146.55	-72.41
66%	196.07	-1.31	-10862.06	-72.41
83%	245.09	-1.31	-13577.58	-72.41
100%	294.11	-1.31	-16293.09	-72.41
Axial: -33627.75		[Kg]	Tor: -713.84 [Kg*Cm]	
Estado ls=longitudinal traction				
0%	0.00	-0.72	0.00	0.63
16%	27.00	-0.72	23.45	0.63
33%	54.01	-0.72	46.89	0.63
50%	81.01	-0.72	70.34	0.63
66%	108.01	-0.72	93.79	0.63
83%	135.01	-0.72	117.23	0.63
100%	162.02	-0.72	140.68	0.63
Axial: 54.36		[Kg]	Tor: -9540.89 [Kg*Cm]	
Estado bs=bumper impact				
0%	0.00	-1.88	0.00	1.93
16%	70.42	-1.88	72.34	1.93
33%	140.84	-1.88	144.68	1.93
50%	211.26	-1.88	217.02	1.93
66%	281.68	-1.88	289.36	1.93
83%	352.10	-1.88	361.70	1.93
100%	422.52	-1.88	434.04	1.93
Axial: 118.65		[Kg]	Tor: -18199.97 [Kg*Cm]	
Estado c1=pp+1.25cv+.5cs				
0%	0.00	-4.46	0.00	744.24
16%	167.13	-4.46	27908.86	744.24
33%	334.25	-4.46	55817.71	744.24
50%	501.38	-4.46	83726.57	744.24
66%	668.51	-4.46	111635.40	744.24
83%	835.63	-4.46	139544.30	744.24
100%	1002.76	-4.46	167453.10	744.24
Axial: -23815.46		[Kg]	Tor: 1486.92 [Kg*Cm]	
Estado c2=pp+1.25cv+cs+ls				
0%	0.00	-5.83	0.00	708.65
16%	218.64	-5.83	26574.55	708.65
33%	437.28	-5.83	53149.09	708.65
50%	655.92	-5.83	79723.64	708.65
66%	874.56	-5.83	106298.20	708.65
83%	1093.19	-5.83	130872.70	708.65
100%	1311.83	-5.83	131347.30	708.65
Axial: -35424.97		[Kg]	Tor: -8410.89 [Kg*Cm]	

```

Estado v1=vertical crane1
  0% 0.00      -0.24      0.00      61.61
 16% 9.18      -0.24     2310.24    61.61
 33% 18.36     -0.24     4620.47    61.61
 50% 27.54     -0.24     6930.71    61.61
 66% 36.72     -0.24     9240.94    61.61
 83% 45.90     -0.24    11551.18    61.61
100% 55.08     -0.24    13861.41    61.61
      Axial: -15.66      [Kg]      Tor: 239.68 [Kg*Cm]

Estado s1=side thrust1
  0% 0.00      -0.19      0.00      -7.80
 16% 6.97      -0.19     -292.44    -7.80
 33% 13.93     -0.19    -584.89    -7.80
 50% 20.90     -0.19    -877.33    -7.80
 66% 27.86     -0.19   -1169.77    -7.80
 83% 34.83     -0.19   -1462.22    -7.80
100% 41.79     -0.19   -1754.66    -7.80
      Axial: -3621.76      [Kg]      Tor: -88.84 [Kg*Cm]

Estado l1=longitudinal traction1
  0% 0.00      -0.74      0.00      0.61
 16% 27.64     -0.74     22.88      0.61
 33% 55.27     -0.74     45.75      0.61
 50% 82.91     -0.74     68.63      0.61
 66% 110.55    -0.74     91.51      0.61
 83% 138.18    -0.74    114.39     0.61
100% 165.82    -0.74    137.26     0.61
      Axial: 48.95      [Kg]      Tor: -8518.49 [Kg*Cm]

Estado a2=pp+1.25v1+s1+l1
  0% 0.00      -2.93      0.00     136.32
 16% 109.98    -2.93    5112.11    136.32
 33% 219.96    -2.93   10224.21    136.32
 50% 329.94    -2.93   15336.32    136.32
 66% 439.92    -2.93   20448.43    136.32
 83% 549.90    -2.93   25560.53    136.32
100% 659.88    -2.93   30672.64    136.32
      Axial: -10405.99      [Kg]      Tor: -8553.86 [Kg*Cm]

Estado v2=vertical crane2
  0% 0.00       1.03      0.00     -0.72
 16% -38.51     1.03    -27.18     -0.72
 33% -77.03     1.03    -54.36     -0.72
 50% -115.54    1.03    -81.53     -0.72
 66% -154.06    1.03   -108.71     -0.72
 83% -192.57    1.03   -135.89     -0.72
100% -231.09    1.03   -163.07     -0.72
      Axial: -8.78      [Kg]      Tor: -957.36 [Kg*Cm]

Estado s2=side thrust2
  0% 0.00       0.72      0.00     -0.11
 16% -27.07     0.72    -3.97     -0.11
 33% -54.15     0.72    -7.95     -0.11
 50% -81.22     0.72   -11.92     -0.11
 66% -108.29    0.72   -15.89     -0.11
 83% -135.36    0.72   -19.86     -0.11
100% -162.44    0.72   -23.84     -0.11
      Axial: -44.88      [Kg]      Tor: 191.62 [Kg*Cm]

Estado l2=longitudinal traction2
  0% 0.00      -0.64      0.00      0.66
 16% 24.14     -0.64     24.83      0.66
 33% 48.28     -0.64     49.66      0.66

```

50%	72.42	-0.64	74.49	0.66
66%	96.57	-0.64	99.32	0.66
83%	120.71	-0.64	124.15	0.66
100%	144.85	-0.64	148.98	0.66
Axial: 40.87		[Kg]	Tor: -6269.60 [Kg*Cm]	
Estado b2=pp+1.25v2+s2+l2				
0%	0.00	-0.34	0.00	66.15
16%	12.83	-0.34	2480.76	66.15
33%	25.66	-0.34	4961.53	66.15
50%	38.49	-0.34	7442.29	66.15
66%	51.32	-0.34	9923.06	66.15
83%	64.15	-0.34	12403.82	66.15
100%	76.98	-0.34	14884.58	66.15
Axial: -6828.59		[Kg]	Tor: -7520.81 [Kg*Cm]	
Estado v3=vertical crane3				
0%	0.00	0.00	0.00	0.00
16%	0.00	0.00	0.00	0.00
33%	0.00	0.00	0.00	0.00
50%	0.00	0.00	0.00	0.00
66%	0.00	0.00	0.00	0.00
83%	0.00	0.00	0.00	0.00
100%	0.00	0.00	0.00	0.00
Axial: 0.00		[Kg]	Tor: 0.00 [Kg*Cm]	
Estado s3=side thrust3				
0%	0.00	0.00	0.00	0.00
16%	0.00	0.00	0.00	0.00
33%	0.00	0.00	0.00	0.00
50%	0.00	0.00	0.00	0.00
66%	0.00	0.00	0.00	0.00
83%	0.00	0.00	0.00	0.00
100%	0.00	0.00	0.00	0.00
Axial: 0.00		[Kg]	Tor: 0.00 [Kg*Cm]	
Estado l3=longitudinal traction3				
0%	0.00	-0.74	0.00	0.61
16%	27.76	-0.74	22.76	0.61
33%	55.53	-0.74	45.52	0.61
50%	83.29	-0.74	68.29	0.61
66%	111.06	-0.74	91.05	0.61
83%	138.82	-0.74	113.81	0.61
100%	166.59	-0.74	136.57	0.61
Axial: 47.85		[Kg]	Tor: -8311.82 [Kg*Cm]	
Estado d2=pp+1.25v3+s3+l3				
0%	0.00	-2.44	0.00	67.11
16%	91.67	-2.44	2516.64	67.11
33%	183.34	-2.44	5033.28	67.11
50%	275.01	-2.44	7549.92	67.11
66%	366.68	-2.44	10066.56	67.11
83%	458.35	-2.44	12583.20	67.11
100%	550.01	-2.44	15099.85	67.11
Axial: -6765.74		[Kg]	Tor: -8557.95 [Kg*Cm]	
Estado v4=vertical crane4				
0%	0.00	-1.34	0.00	336.78
16%	50.18	-1.34	12629.29	336.78
33%	100.37	-1.34	25258.58	336.78
50%	150.55	-1.34	37887.86	336.78
66%	200.73	-1.34	50517.15	336.78
83%	250.91	-1.34	63146.44	336.78
100%	301.10	-1.34	75775.73	336.78

		Axial: -85.63	[Kg]	Tor: 1310.27	[Kg*Cm]
Estado s4=side thrust4					
0%	0.00	-1.02		0.00	-42.63
16%	38.08	-1.02		-1598.69	-42.63
33%	76.15	-1.02		-3197.38	-42.63
50%	114.23	-1.02		-4796.07	-42.63
66%	152.30	-1.02		-6394.77	-42.63
83%	190.38	-1.02		-7993.46	-42.63
100%	228.46	-1.02		-9592.15	-42.63
		Axial: -19798.96	[Kg]	Tor: -485.68	[Kg*Cm]
Estado l4=longitudinal traction4					
0%	0.00	-0.73		0.00	0.62
16%	27.39	-0.73		23.10	0.62
33%	54.78	-0.73		46.20	0.62
50%	82.16	-0.73		69.30	0.62
66%	109.55	-0.73		92.40	0.62
83%	136.94	-0.73		115.50	0.62
100%	164.33	-0.73		138.60	0.62
		Axial: 51.07	[Kg]	Tor: -8919.52	[Kg*Cm]
Estado e2=pp+1.25v4+s4+l4					
0%	0.00	-5.12		0.00	445.46
16%	192.10	-5.12		16704.90	445.46
33%	384.19	-5.12		33409.80	445.46
50%	576.29	-5.12		50114.69	445.46
66%	768.39	-5.12		66819.59	445.46
83%	960.48	-5.12		83524.49	445.46
100%	1152.58	-5.12		100229.40	445.46
		Axial: -26668.52	[Kg]	Tor: -8013.50	[Kg*Cm]
Estado v5=vertical crane5					
0%	0.00	1.98		0.00	-1.40
16%	-74.15	1.98		-52.32	-1.40
33%	-148.30	1.98		-104.65	-1.40
50%	-222.45	1.98		-156.97	-1.40
66%	-296.60	1.98		-209.29	-1.40
83%	-370.75	1.98		-261.62	-1.40
100%	-444.90	1.98		-313.94	-1.40
		Axial: -16.91	[Kg]	Tor: -1843.14	[Kg*Cm]
Estado s5=side thrust5					
0%	0.00	1.39		0.00	-0.20
16%	-52.12	1.39		-7.65	-0.20
33%	-104.24	1.39		-15.30	-0.20
50%	-156.36	1.39		-22.94	-0.20
66%	-208.49	1.39		-30.59	-0.20
83%	-260.61	1.39		-38.24	-0.20
100%	-312.73	1.39		-45.89	-0.20
		Axial: -86.41	[Kg]	Tor: 368.92	[Kg*Cm]
Estado l5=longitudinal traction5					
0%	0.00	-0.73		0.00	0.75
16%	27.32	-0.73		28.11	0.75
33%	54.64	-0.73		56.23	0.75
50%	81.96	-0.73		84.34	0.75
66%	109.28	-0.73		112.46	0.75
83%	136.60	-0.73		140.57	0.75
100%	163.92	-0.73		168.68	0.75
		Axial: 46.35	[Kg]	Tor: -7109.19	[Kg*Cm]
Estado f2=pp+1.25v5+s5+l5					
0%	0.00	1.43		0.00	65.31
16%	-53.58	1.43		2448.94	65.31

33%	-107.17	1.43	4897.88	65.31
50%	-160.75	1.43	7346.82	65.31
66%	-214.33	1.43	9795.76	65.31
83%	-267.92	1.43	12244.70	65.31
100%	-321.50	1.43	14693.64	65.31
	Axial: -6874.79	[Kg]	Tor: -9290.33	[Kg*Cm]

Viga 44

Estado pp=Peso Propio

0%	0.00	-9085.84	0.00	-0.78
16%	389764.90	-8903.32	-33.63	-0.78
33%	771620.60	-8720.80	-67.26	-0.78
50%	1145567.00	-8538.28	-100.89	-0.78
66%	1511604.00	-8355.76	-134.52	-0.78
83%	1869733.00	-8173.24	-168.15	-0.78
100%	2219952.00	-7990.72	-201.79	-0.78
	Axial: -7.44	[Kg]	Tor: 0.00	[Kg*Cm]

Estado cv=vertical crane

0%	0.00	0.00	0.00	3.00
16%	0.00	0.00	129.87	3.00
33%	0.00	0.00	259.75	3.00
50%	0.00	0.00	389.62	3.00
66%	0.00	0.00	519.50	3.00
83%	0.00	0.00	649.37	3.00
100%	0.00	0.00	779.25	3.00
	Axial: 0.00	[Kg]	Tor: 0.00	[Kg*Cm]

Estado cs=side thrust

0%	0.00	0.00	0.00	1.51
16%	0.00	0.00	65.51	1.51
33%	0.00	0.00	131.03	1.51
50%	0.00	0.00	196.54	1.51
66%	0.00	0.00	262.05	1.51
83%	0.00	0.00	327.57	1.51
100%	0.00	0.00	393.08	1.51
	Axial: 0.00	[Kg]	Tor: 0.00	[Kg*Cm]

Estado ls=longitudinal traction

0%	0.00	0.00	0.00	-24.71
16%	0.00	0.00	-1070.88	-24.71
33%	0.00	0.00	-2141.75	-24.71
50%	0.00	0.00	-3212.63	-24.71
66%	0.00	0.00	-4283.50	-24.71
83%	0.00	0.00	-5354.38	-24.71
100%	0.00	0.00	-6425.26	-24.71
	Axial: 0.00	[Kg]	Tor: 0.00	[Kg*Cm]

Estado bs=bumper impact

0%	0.00	0.00	0.00	-42.70
16%	0.00	0.00	-1850.29	-42.70
33%	0.00	0.00	-3700.57	-42.70
50%	0.00	0.00	-5550.86	-42.70
66%	0.00	0.00	-7401.15	-42.70
83%	0.00	0.00	-9251.43	-42.70
100%	0.00	0.00	-11101.72	-42.70
	Axial: 0.00	[Kg]	Tor: 0.00	[Kg*Cm]

Estado cl=pp+1.25cv+.5cs

0%	0.00	-9085.84	0.00	3.73
16%	389764.90	-8903.32	161.47	3.73
33%	771620.60	-8720.80	322.94	3.73

50%	1145567.00	-8538.28	484.41	3.73
66%	1511604.00	-8355.76	645.88	3.73
83%	1869733.00	-8173.24	807.35	3.73
100%	2219952.00	-7990.72	968.81	3.73
Axial: -7.44		[Kg]	Tor: 0.00 [Kg*Cm]	
Estado c2=pp+1.25cv+cs+ls				
0%	0.00	-9085.84	0.00	-20.23
16%	389764.90	-8903.32	-876.65	-20.23
33%	771620.60	-8720.80	-1753.30	-20.23
50%	1145567.00	-8538.28	-2629.95	-20.23
66%	1511604.00	-8355.76	-3506.60	-20.23
83%	1869733.00	-8173.24	-4383.25	-20.23
100%	2219952.00	-7990.72	-5259.90	-20.23
Axial: -7.44		[Kg]	Tor: 0.00 [Kg*Cm]	
Estado v1=vertical cranel				
0%	0.00	-8262.30	0.00	0.48
16%	358032.80	-8262.30	20.96	0.48
33%	716065.60	-8262.30	41.93	0.48
50%	1074098.00	-8262.30	62.89	0.48
66%	1432131.00	-8262.30	83.86	0.48
83%	1790164.00	-8262.30	104.82	0.48
100%	2148197.00	-8262.30	125.79	0.48
Axial: -15.38		[Kg]	Tor: 0.00 [Kg*Cm]	
Estado s1=side thrust1				
0%	0.00	885.25	0.00	0.22
16%	-38360.66	885.25	9.69	0.22
33%	-76721.31	885.25	19.38	0.22
50%	-115082.00	885.25	29.06	0.22
66%	-153442.60	885.25	38.75	0.22
83%	-191803.30	885.25	48.44	0.22
100%	-230163.90	885.25	58.13	0.22
Axial: 690.42		[Kg]	Tor: 0.00 [Kg*Cm]	
Estado l1=longitudinal traction1				
0%	0.00	0.00	0.00	-37.13
16%	0.00	0.00	-1608.82	-37.13
33%	0.00	0.00	-3217.63	-37.13
50%	0.00	0.00	-4826.45	-37.13
66%	0.00	0.00	-6435.26	-37.13
83%	0.00	0.00	-8044.08	-37.13
100%	0.00	0.00	-9652.89	-37.13
Axial: 0.00		[Kg]	Tor: 0.00 [Kg*Cm]	
Estado a2=pp+1.25v1+s1+l1				
0%	0.00	-18528.46	0.00	-37.07
16%	798945.20	-18345.94	-1606.55	-37.07
33%	1589981.00	-18163.42	-3213.11	-37.07
50%	2373108.00	-17980.90	-4819.66	-37.07
66%	3148326.00	-17798.38	-6426.21	-37.07
83%	3915634.00	-17615.86	-8032.77	-37.07
100%	4675033.00	-17433.34	-9639.32	-37.07
Axial: 663.75		[Kg]	Tor: 0.00 [Kg*Cm]	
Estado v2=vertical crane2				
0%	0.00	0.00	0.00	-2.59
16%	0.00	0.00	-112.14	-2.59
33%	0.00	0.00	-224.28	-2.59
50%	0.00	0.00	-336.43	-2.59
66%	0.00	0.00	-448.57	-2.59
83%	0.00	0.00	-560.71	-2.59
100%	0.00	0.00	-672.85	-2.59

		Axial: 0.00 [Kg]	Tor: 0.00 [Kg*cm]	
Estado s2=side thrust2				
0%	0.00	0.00	0.00	-0.98
16%	0.00	0.00	-42.28	-0.98
33%	0.00	0.00	-84.55	-0.98
50%	0.00	0.00	-126.83	-0.98
66%	0.00	0.00	-169.11	-0.98
83%	0.00	0.00	-211.38	-0.98
100%	0.00	0.00	-253.66	-0.98
		Axial: 0.00 [Kg]	Tor: 0.00 [Kg*cm]	
Estado l2=longitudinal traction2				
0%	0.00	0.00	0.00	-14.71
16%	0.00	0.00	-637.38	-14.71
33%	0.00	0.00	-1274.76	-14.71
50%	0.00	0.00	-1912.14	-14.71
66%	0.00	0.00	-2549.53	-14.71
83%	0.00	0.00	-3186.91	-14.71
100%	0.00	0.00	-3824.29	-14.71
		Axial: 0.00 [Kg]	Tor: 0.00 [Kg*cm]	
Estado b2=pp+1.25v2+s2+l2				
0%	0.00	-9085.84	0.00	-19.70
16%	389764.90	-8903.32	-853.47	-19.70
33%	771620.60	-8720.80	-1706.93	-19.70
50%	1145567.00	-8538.28	-2560.40	-19.70
66%	1511604.00	-8355.76	-3413.87	-19.70
83%	1869733.00	-8173.24	-4267.34	-19.70
100%	2219952.00	-7990.72	-5120.80	-19.70
		Axial: -7.44 [Kg]	Tor: 0.00 [Kg*cm]	
Estado v3=vertical crane3				
0%	0.00	-39108.20	0.00	0.00
16%	1694689.00	-39108.20	0.00	0.00
33%	3389377.00	-39108.20	0.00	0.00
50%	5084066.00	-39108.20	0.00	0.00
66%	6778754.00	-39108.20	0.00	0.00
83%	8473443.00	-39108.20	0.00	0.00
100%	1.016813E7	-39108.20	0.00	0.00
		Axial: -72.78 [Kg]	Tor: 0.00 [Kg*cm]	
Estado s3=side thrust3				
0%	0.00	4190.16	0.00	0.00
16%	-181573.80	4190.16	0.00	0.00
33%	-363147.50	4190.16	0.00	0.00
50%	-544721.30	4190.16	0.00	0.00
66%	-726295.10	4190.16	0.00	0.00
83%	-907868.90	4190.16	0.00	0.00
100%	-1089443.00	4190.16	0.00	0.00
		Axial: 3267.98 [Kg]	Tor: 0.00 [Kg*cm]	
Estado l3=longitudinal traction3				
0%	0.00	0.00	0.00	-42.82
16%	0.00	0.00	-1855.63	-42.82
33%	0.00	0.00	-3711.26	-42.82
50%	0.00	0.00	-5566.89	-42.82
66%	0.00	0.00	-7422.52	-42.82
83%	0.00	0.00	-9278.16	-42.82
100%	0.00	0.00	-11133.79	-42.82
		Axial: 0.00 [Kg]	Tor: 0.00 [Kg*cm]	
Estado d2=pp+1.25v3+s3+l3				
0%	0.00	-53780.92	0.00	-43.60
16%	2326552.00	-53598.40	-1889.26	-43.60

33%	4645194.00	-53415.88	-3778.52	-43.60
50%	6955928.00	-53233.36	-5667.79	-43.60
66%	9258752.00	-53050.84	-7557.05	-43.60
83%	1.155367E7	-52868.32	-9446.31	-43.60
100%	1.384067E7	-52685.80	-11335.57	-43.60
Axial: 3169.56		[Kg]	Tor: 0.00	[Kg*Cm]
Estado v4=vertical crane4				
0%	0.00	0.00	0.00	2.64
16%	0.00	0.00	114.61	2.64
33%	0.00	0.00	229.21	2.64
50%	0.00	0.00	343.82	2.64
66%	0.00	0.00	458.43	2.64
83%	0.00	0.00	573.03	2.64
100%	0.00	0.00	687.64	2.64
Axial: 0.00		[Kg]	Tor: 0.00	[Kg*Cm]
Estado s4=side thrust4				
0%	0.00	0.00	0.00	1.22
16%	0.00	0.00	52.96	1.22
33%	0.00	0.00	105.92	1.22
50%	0.00	0.00	158.88	1.22
66%	0.00	0.00	211.83	1.22
83%	0.00	0.00	264.79	1.22
100%	0.00	0.00	317.75	1.22
Axial: 0.00		[Kg]	Tor: 0.00	[Kg*Cm]
Estado l4=longitudinal traction4				
0%	0.00	0.00	0.00	-31.36
16%	0.00	0.00	-1359.04	-31.36
33%	0.00	0.00	-2718.09	-31.36
50%	0.00	0.00	-4077.13	-31.36
66%	0.00	0.00	-5436.18	-31.36
83%	0.00	0.00	-6795.22	-31.36
100%	0.00	0.00	-8154.27	-31.36
Axial: 0.00		[Kg]	Tor: 0.00	[Kg*Cm]
Estado e2=pp+1.25v4+s4+l4				
0%	0.00	-9085.84	0.00	-27.61
16%	389764.90	-8903.32	-1196.46	-27.61
33%	771620.60	-8720.80	-2392.92	-27.61
50%	1145567.00	-8538.28	-3589.38	-27.61
66%	1511604.00	-8355.76	-4785.83	-27.61
83%	1869733.00	-8173.24	-5982.29	-27.61
100%	2219952.00	-7990.72	-7178.75	-27.61
Axial: -7.44		[Kg]	Tor: 0.00	[Kg*Cm]
Estado v5=vertical crane5				
0%	0.00	0.00	0.00	-4.98
16%	0.00	0.00	-215.90	-4.98
33%	0.00	0.00	-431.80	-4.98
50%	0.00	0.00	-647.70	-4.98
66%	0.00	0.00	-863.60	-4.98
83%	0.00	0.00	-1079.50	-4.98
100%	0.00	0.00	-1295.40	-4.98
Axial: 0.00		[Kg]	Tor: 0.00	[Kg*Cm]
Estado s5=side thrust5				
0%	0.00	0.00	0.00	-1.88
16%	0.00	0.00	-81.39	-1.88
33%	0.00	0.00	-162.79	-1.88
50%	0.00	0.00	-244.18	-1.88
66%	0.00	0.00	-325.57	-1.88

83%	0.00	0.00	-406.96	-1.88
100%	0.00	0.00	-488.36	-1.88

	Axial: 0.00	[Kg]	Tor: 0.00	[Kg*Cm]
--	-------------	------	-----------	---------

Estado l5=longitudinal traction5

0%	0.00	0.00	0.00	-16.68
16%	0.00	0.00	-722.73	-16.68
33%	0.00	0.00	-1445.46	-16.68
50%	0.00	0.00	-2168.19	-16.68
66%	0.00	0.00	-2890.92	-16.68
83%	0.00	0.00	-3613.65	-16.68
100%	0.00	0.00	-4336.38	-16.68

	Axial: 0.00	[Kg]	Tor: 0.00	[Kg*Cm]
--	-------------	------	-----------	---------

Estado f2=pp+1.25v5+s5+l5

0%	0.00	-9085.84	0.00	-25.56
16%	389764.90	-8903.32	-1107.63	-25.56
33%	771620.60	-8720.80	-2215.26	-25.56
50%	1145567.00	-8538.28	-3322.89	-25.56
66%	1511604.00	-8355.76	-4430.52	-25.56
83%	1869733.00	-8173.24	-5538.14	-25.56
100%	2219952.00	-7990.72	-6645.77	-25.56

	Axial: -7.44	[Kg]	Tor: 0.00	[Kg*Cm]
--	--------------	------	-----------	---------

Viga 56

Estado pp=Peso Propio

0%	-4386.23	-9.65	-2617.18	54.41
16%	-4024.28	-9.65	-576.86	54.41
33%	-3662.33	-9.65	1463.45	54.41
50%	-3300.38	-9.65	3503.77	54.41
66%	-2938.43	-9.65	5544.09	54.41
83%	-2576.48	-9.65	7584.41	54.41
100%	-2214.53	-9.65	9624.72	54.41

	Axial: -6611.37	[Kg]	Tor: -160.22	[Kg*Cm]
--	-----------------	------	--------------	---------

Estado cv=vertical crane

0%	65116.86	144.07	0.00	0.00
16%	59714.36	144.07	0.00	0.00
33%	54311.86	144.07	0.00	0.00
50%	48909.35	144.07	0.00	0.00
66%	43506.85	144.07	0.00	0.00
83%	38104.35	144.07	0.00	0.00
100%	32701.84	144.07	0.00	0.00

	Axial: 0.00	[Kg]	Tor: 1055.20	[Kg*Cm]
--	-------------	------	--------------	---------

Estado cs=side thrust

0%	-37068.37	-82.41	0.00	0.00
16%	-33977.91	-82.41	0.00	0.00
33%	-30887.45	-82.41	0.00	0.00
50%	-27796.98	-82.41	0.00	0.00
66%	-24706.52	-82.41	0.00	0.00
83%	-21616.06	-82.41	0.00	0.00
100%	-18525.60	-82.41	0.00	0.00

	Axial: 0.00	[Kg]	Tor: 83.40	[Kg*Cm]
--	-------------	------	------------	---------

Estado ls=longitudinal traction

0%	-383866.00	-849.07	0.00	0.00
16%	-352026.00	-849.07	0.00	0.00
33%	-320186.10	-849.07	0.00	0.00
50%	-288346.10	-849.07	0.00	0.00
66%	-256506.20	-849.07	0.00	0.00

83%	-224666.20	-849.07	0.00	0.00
100%	-192826.20	-849.07	0.00	0.00
Axial: 0.00		[Kg]	Tor: -6582.94 [Kg*Cm]	
Estado bs=bumper impact				
0%	-901436.20	-1986.28	0.00	0.00
16%	-826950.70	-1986.28	0.00	0.00
33%	-752465.30	-1986.28	0.00	0.00
50%	-677979.80	-1986.28	0.00	0.00
66%	-603494.30	-1986.28	0.00	0.00
83%	-529008.80	-1986.28	0.00	0.00
100%	-454523.40	-1986.28	0.00	0.00
Axial: 0.00		[Kg]	Tor: -28406.53 [Kg*Cm]	
Estado c1=pp+1.25cv+.5cs				
0%	58475.66	129.23	-2617.18	54.41
16%	53629.71	129.23	-576.86	54.41
33%	48783.76	129.23	1463.45	54.41
50%	43937.81	129.23	3503.77	54.41
66%	39091.86	129.23	5544.09	54.41
83%	34245.92	129.23	7584.41	54.41
100%	29399.97	129.23	9624.72	54.41
Axial: -6611.37		[Kg]	Tor: 1200.47 [Kg*Cm]	
Estado c2=pp+1.25cv+cs+ls				
0%	-343924.50	-761.05	-2617.18	54.41
16%	-315385.30	-761.05	-576.86	54.41
33%	-286846.00	-761.05	1463.45	54.41
50%	-258306.80	-761.05	3503.77	54.41
66%	-229767.60	-761.05	5544.09	54.41
83%	-201228.30	-761.05	7584.41	54.41
100%	-172689.10	-761.05	9624.72	54.41
Axial: -6611.37		[Kg]	Tor: -5340.77 [Kg*Cm]	
Estado v1=vertical cranel				
0%	9340.97	20.66	0.00	0.00
16%	8566.24	20.66	0.00	0.00
33%	7791.51	20.66	0.00	0.00
50%	7016.78	20.66	0.00	0.00
66%	6242.05	20.66	0.00	0.00
83%	5467.32	20.66	0.00	0.00
100%	4692.58	20.66	0.00	0.00
Axial: 0.00		[Kg]	Tor: 162.94 [Kg*Cm]	
Estado s1=side thrust1				
0%	-5061.16	-11.25	0.00	0.00
16%	-4639.11	-11.25	0.00	0.00
33%	-4217.06	-11.25	0.00	0.00
50%	-3795.01	-11.25	0.00	0.00
66%	-3372.96	-11.25	0.00	0.00
83%	-2950.91	-11.25	0.00	0.00
100%	-2528.87	-11.25	0.00	0.00
Axial: 0.00		[Kg]	Tor: 15.49 [Kg*Cm]	
Estado l1=longitudinal traction1				
0%	-427265.60	-945.58	0.00	0.00
16%	-391806.50	-945.58	0.00	0.00
33%	-356347.40	-945.58	0.00	0.00
50%	-320888.40	-945.58	0.00	0.00
66%	-285429.30	-945.58	0.00	0.00
83%	-249970.20	-945.58	0.00	0.00
100%	-214511.20	-945.58	0.00	0.00
Axial: 0.00		[Kg]	Tor: -6448.86 [Kg*Cm]	
Estado a2=pp+1.25v1+s1+l1				

0%	-425036.80	-940.66	-2617.18	54.41
16%	-389762.10	-940.66	-576.86	54.41
33%	-354487.50	-940.66	1463.45	54.41
50%	-319212.80	-940.66	3503.77	54.41
66%	-283938.10	-940.66	5544.09	54.41
83%	-248663.50	-940.66	7584.41	54.41
100%	-213388.80	-940.66	9624.72	54.41
Axial: -6611.37		[Kg]	Tor: -6389.91 [Kg*Cm]	
Estado v2=vertical crane2				
0%	-37386.24	-82.61	44796.36	391.64
16%	-34288.54	-82.61	59482.75	391.64
33%	-31190.84	-82.61	74169.14	391.64
50%	-28093.13	-82.61	88855.53	391.64
66%	-24995.43	-82.61	103541.90	391.64
83%	-21897.73	-82.61	118228.30	391.64
100%	-18800.03	-82.61	132914.70	391.64
Axial: -1822.59		[Kg]	Tor: -792.13 [Kg*Cm]	
Estado s2=side thrust2				
0%	17156.89	38.18	-1232099.00	3376.86
16%	15725.03	38.18	-1105467.00	3376.86
33%	14293.18	38.18	-978835.00	3376.86
50%	12861.32	38.18	-852202.90	3376.86
66%	11429.46	38.18	-725570.80	3376.86
83%	9997.61	38.18	-598938.70	3376.86
100%	8565.75	38.18	-472306.50	3376.86
Axial: -7901.46		[Kg]	Tor: -104.72 [Kg*Cm]	
Estado l2=longitudinal traction2				
0%	-287267.40	-634.05	0.00	0.00
16%	-263490.30	-634.05	0.00	0.00
33%	-239713.30	-634.05	0.00	0.00
50%	-215936.30	-634.05	0.00	0.00
66%	-192159.30	-634.05	0.00	0.00
83%	-168382.30	-634.05	0.00	0.00
100%	-144605.20	-634.05	0.00	0.00
Axial: 0.00		[Kg]	Tor: -7224.63 [Kg*Cm]	
Estado b2=pp+1.25v2+s2+l2				
0%	-321229.50	-708.78	-1178721.00	3920.81
16%	-294650.30	-708.78	-1031691.00	3920.81
33%	-268071.00	-708.78	-884660.10	3920.81
50%	-241491.80	-708.78	-737629.70	3920.81
66%	-214912.50	-708.78	-590599.30	3920.81
83%	-188333.30	-708.78	-443568.90	3920.81
100%	-161754.10	-708.78	-296538.40	3920.81
Axial: -16791.07		[Kg]	Tor: -8479.75 [Kg*Cm]	
Estado v3=vertical crane3				
0%	0.00	0.00	0.00	0.00
16%	0.00	0.00	0.00	0.00
33%	0.00	0.00	0.00	0.00
50%	0.00	0.00	0.00	0.00
66%	0.00	0.00	0.00	0.00
83%	0.00	0.00	0.00	0.00
100%	0.00	0.00	0.00	0.00
Axial: 0.00		[Kg]	Tor: 0.00 [Kg*Cm]	
Estado s3=side thrust3				
0%	0.00	0.00	0.00	0.00
16%	0.00	0.00	0.00	0.00
33%	0.00	0.00	0.00	0.00
50%	0.00	0.00	0.00	0.00

66%	0.00	0.00	0.00	0.00
83%	0.00	0.00	0.00	0.00
100%	0.00	0.00	0.00	0.00
Axial: 0.00		[Kg]	Tor: 0.00 [Kg*Cm]	
Estado l3=longitudinal traction3				
0%	-436038.80	-965.08	0.00	0.00
16%	-399848.10	-965.08	0.00	0.00
33%	-363657.50	-965.08	0.00	0.00
50%	-327466.80	-965.08	0.00	0.00
66%	-291276.10	-965.08	0.00	0.00
83%	-255085.50	-965.08	0.00	0.00
100%	-218894.80	-965.08	0.00	0.00
Axial: 0.00		[Kg]	Tor: -6421.75 [Kg*Cm]	
Estado d2=pp+1.25v3+s3+l3				
0%	-440425.10	-974.74	-2617.18	54.41
16%	-403872.40	-974.74	-576.86	54.41
33%	-367319.80	-974.74	1463.45	54.41
50%	-330767.20	-974.74	3503.77	54.41
66%	-294214.60	-974.74	5544.09	54.41
83%	-257661.90	-974.74	7584.41	54.41
100%	-221109.30	-974.74	9624.72	54.41
Axial: -6611.37		[Kg]	Tor: -6581.98 [Kg*Cm]	
Estado v4=vertical crane4				
0%	51063.97	112.94	0.00	0.00
16%	46828.78	112.94	0.00	0.00
33%	42593.58	112.94	0.00	0.00
50%	38358.38	112.94	0.00	0.00
66%	34123.19	112.94	0.00	0.00
83%	29887.99	112.94	0.00	0.00
100%	25652.79	112.94	0.00	0.00
Axial: 0.00		[Kg]	Tor: 890.74 [Kg*Cm]	
Estado s4=side thrust4				
0%	-27667.66	-61.53	0.00	0.00
16%	-25360.46	-61.53	0.00	0.00
33%	-23053.26	-61.53	0.00	0.00
50%	-20746.06	-61.53	0.00	0.00
66%	-18438.86	-61.53	0.00	0.00
83%	-16131.66	-61.53	0.00	0.00
100%	-13824.46	-61.53	0.00	0.00
Axial: 0.00		[Kg]	Tor: 84.70 [Kg*Cm]	
Estado l4=longitudinal traction4				
0%	-410242.40	-907.72	0.00	0.00
16%	-376202.90	-907.72	0.00	0.00
33%	-342163.40	-907.72	0.00	0.00
50%	-308123.90	-907.72	0.00	0.00
66%	-274084.40	-907.72	0.00	0.00
83%	-240044.90	-907.72	0.00	0.00
100%	-206005.40	-907.72	0.00	0.00
Axial: 0.00		[Kg]	Tor: -6501.45 [Kg*Cm]	
Estado e2=pp+1.25v4+s4+l4				
0%	-378466.30	-837.72	-2617.18	54.41
16%	-347051.60	-837.72	-576.86	54.41
33%	-315637.00	-837.72	1463.45	54.41
50%	-284222.30	-837.72	3503.77	54.41
66%	-252807.70	-837.72	5544.09	54.41
83%	-221393.00	-837.72	7584.41	54.41
100%	-189978.40	-837.72	9624.72	54.41
Axial: -6611.37		[Kg]	Tor: -5463.55 [Kg*Cm]	

```

Estado v5=vertical crane5
  0% -71977.25 -159.03 27933.85 244.21
 16% -66013.45 -159.03 37091.91 244.21
 33% -60049.65 -159.03 46249.96 244.21
 50% -54085.85 -159.03 55408.01 244.21
 66% -48122.05 -159.03 64566.07 244.21
 83% -42158.25 -159.03 73724.12 244.21
100% -36194.45 -159.03 82882.17 244.21
      Axial: -1136.52 [Kg]      Tor: -1525.04 [Kg*Cm]

Estado s5=side thrust5
  0% 33031.02 73.51 -768305.20 2105.72
 16% 30274.37 73.51 -689340.70 2105.72
 33% 27517.71 73.51 -610376.20 2105.72
 50% 24761.05 73.51 -531411.70 2105.72
 66% 22004.39 73.51 -452447.20 2105.72
 83% 19247.73 73.51 -373482.70 2105.72
100% 16491.07 73.51 -294518.10 2105.72
      Axial: -4927.14 [Kg]      Tor: -201.62 [Kg*Cm]

Estado l5=longitudinal traction5
  0% -315061.10 -695.93 0.00 0.00

 16% -288963.70 -695.93 0.00 0.00
 33% -262866.20 -695.93 0.00 0.00
 50% -236768.80 -695.93 0.00 0.00
 66% -210671.40 -695.93 0.00 0.00
 83% -184573.90 -695.93 0.00 0.00
100% -158476.50 -695.93 0.00 0.00
      Axial: 0.00 [Kg]      Tor: -7016.88 [Kg*Cm]

Estado f2=pp+1.25v5+s5+l5
  0% -376387.90 -830.87 -736005.10 2465.40
 16% -345230.40 -830.87 -643552.70 2465.40
 33% -314072.90 -830.87 -551100.30 2465.40
 50% -282915.40 -830.87 -458647.90 2465.40
 66% -251758.00 -830.87 -366195.50 2465.40

 83% -220600.50 -830.87 -273743.10 2465.40
100% -189443.00 -830.87 -181290.70 2465.40
      Axial: -12959.17 [Kg]      Tor: -9285.03 [Kg*Cm]

```


Anexo K

CALCULOS PARA ESTRUCTURA DE SOPORTE GRUA

Columna 2 – 2 HEB600

- Propiedades

2 HEB600

$$\begin{array}{llll}
 A = 540\text{cm}^2 & I_{xx} = 342000\text{cm}^4 & r_x = 25.20\text{cm} & S_x = 11400\text{cm}^3 \\
 & I_{yy} = 1'971000\text{cm}^4 & r_y = 60.40\text{cm} & S_y = 32850\text{cm}^3 \\
 b = 30\text{cm} & d = 60\text{cm} & t_f = 3.0\text{cm} & t_w = 1.55\text{cm}
 \end{array}$$

- Solicitaciones (Anexo J)

De los resultados del análisis tenemos para la pareja de miembros (3, 4 y 28) y la combinación c2

$$\begin{array}{lll}
 P1 = 102560\text{Kg} & P2 = 35430\text{Kg} & M_x = 754700\text{Kg-cm} \\
 & & M_y = (23143+131390) = 154533\text{Kg-cm}
 \end{array}$$

$$f_a = (P1+P2) / A = (102560 + 35430) / 540 = 255\text{Kg/cm}^2$$

$$f'_a = P1 / A_L = 102560 / 270 = 380\text{Kg/cm}^2$$

$f_{bx} = M_x / S_x = 754700 / 5700 = 132\text{Kg/cm}^2$ (Considerando la columna de la grúa)

$f_{by} = M_y / S_y = 154533 / 32850 = 5\text{Kg/cm}^2$ (Considerando la columna compuesta)

- Clasificación de la sección

$$65 / \sqrt{F_y} = 65 / \sqrt{36} = 10.83$$

$$b / t = 15 / 3.0 = 5.0 < 10.83 \rightarrow \text{Compacta}$$

- Relación de esbeltez

Columna compuesta,

$$K l / r = 43.15 < 126.1 \rightarrow \text{Intervalo de pandeo inelástico}$$

- Resistencia a la compresión

Como $Kl/r < C_c$

El esfuerzo a compresión admisible está dado por

$$F_a = \frac{\left[1 - \frac{(kL/r)^2}{2C_c^2} \right] F_y}{\frac{5/3 + 3/8 \frac{(kL/r)}{C_c} - 1/8 \frac{(kL/r)^3}{C_c^3}}{C_c}} = 0.53 F_y = 1330 \text{Kg/cm}^2$$

(ASD E2-1)

- Resistencia a la flexión

En el sentido debil de la columna armada,

$$F_{bx} = 0.66 F_y = 1670 \text{Kg/cm}^2 \quad (\text{ASD F1-1})$$

En el sentido fuerte de la columna armada,

$$F_{by} = 0.60 F_y = 1518 \text{Kg/cm}^2 \quad (\text{ASD F2-2})$$

- Esfuerzos combinados

$$\frac{fa}{Fa} + \frac{C_{mx}f_{bx}}{\left(1 - \frac{f'a}{F'ex}\right)F_{bx}} + \frac{C_{my}f_{by}}{\left(1 - \frac{fa}{F'ey}\right)F_{by}} \leq 1.0 \quad (\text{AISE - Eq 7.3})$$

Con,

$$C_{mx} = 0.60 \quad (\text{condición articulada})$$

$$C_{my} = 0.85$$

Esfuerzo de Euler

$$F'ex = \frac{12\pi^2 E}{23(KL_b / r_b)^2} = \frac{12\pi^2 * 2040000}{23(1 * 250 / 25.20)^2} = 106734 \text{Kg/cm}^2$$

$$F'ey = \frac{12\pi^2 E}{23(KL_b / r_b)^2} = \frac{12\pi^2 * 2040000}{23(43.15)^2} = 5642 \text{Kg/cm}^2$$

Reemplazando tenemos:

$$\frac{275}{1330} + \frac{0.60 * 68}{\left(1 - \frac{400}{106734}\right) 1670} + \frac{0.85 * 6}{\left(1 - \frac{275}{5642}\right) 1518} = 0.21 + 0.02 + 0.003 = 0.23 < 1.0$$

Cumple

- Control por deflexión

Máximo desplazamiento permitido,

$$H / 400 = 450 / 400 = 1.125\text{cm}$$

Desplazamiento del nudo 19 para la condición bs:

$$0.96\text{cm} < 1.125\text{cm} \quad \textbf{Cumple}$$

Viga carrilera L = 12.50m

- Propiedades

Viga 40x200

$A = 580\text{cm}^2$	$I_{xx} = 3'013067\text{cm}^4$	$r_x = 72.07\text{cm}$	$S_x = 25719\text{cm}^3$
	$I_{yy} = 18867\text{cm}^4$	$r_y = 5.70\text{cm}$	$S_y = 943\text{cm}^3$
$b = 40\text{cm}$	$d = 203.5\text{cm}$	$t_f = 4.0\text{cm}$	$t_w = 2.0\text{cm}$

- Solicitaciones (Anexo J)

De los resultados del análisis se tiene para el elemento 9 y la combinación d2

$$P = 11747\text{Kg} \quad M_x = 26'300000\text{Kg-cm} \quad M_y = 150000\text{Kg-cm}$$

cm

Y para el elemento 8 la combinación d2

$$V_x = 88027\text{Kg} \quad V_y = 5680\text{Kg}$$

Esfuerzo a compresión,

$$f_a = P / A = 11747 / 580 = 20\text{Kg/cm}^2$$

Esfuerzo a flexión en X,

La especificación permite tener en cuenta la platina auxiliar en un ancho no mayor de:

$$\left(\frac{95}{\sqrt{F_y}} - \frac{b_f}{2t_f} \right) t_a = \left(\frac{95}{6} - \frac{40}{8} \right) * 0.80 = 10.83 * 0.80 = 8.7\text{cm}$$

Se hallan las propiedades de la sección incluyendo este sector de platina auxiliar

$$I_{xx} = 3'013067 + (8.70 * 0.80) * 86.3^2 = 3'064902\text{cm}^4$$

$$S_x = I_{xx} / c_x = 3'064902 / 117 = 26196\text{cm}^3$$

$$f_{bx} = M_x / S_x = 26'300000 / 26196 = 1004\text{Kg/cm}^2$$

Esfuerzo a flexión en Y,

La especificación también limita a no incluir en los cálculos a más de la mitad de la altura del alma ni a:

$$\frac{127t}{\sqrt{F_y}} = \frac{127 * 0.787}{6} = 16.65\text{plg} = 42.3\text{cm}$$

Las propiedades de este sector de viga se indican a continuación,

$$I_{yy} = 15270\text{cm}^4$$

$$S_y = I_{yy} / c_y = 15270 / 20 = 764\text{cm}^3$$

$$f_{by} = M_y / S_y = 150000 / 764 = 196 \text{Kg/cm}^2$$

Esfuerzos de corte,

$$f_{vx} = V_x / (d * t_w) = 88027 / (203.5 * 2) = 216 \text{Kg/cm}^2$$

$$f_{vy} = V_y / (A_{fs}) = 5680 / 140 = 40 \text{Kg/cm}^2$$

- Resistencia a la flexión

Clasificación de la sección existente,

$$65 / \sqrt{F_y} = 65 / 6 = 10.83$$

$$b / t = 20 / 4.0 = 5 < 10.83 \quad \rightarrow \quad \text{Patín compacto}$$

Según los numerales 5.8.2.2 y 5.8.3 del AISE No. 13, los esfuerzos de flexión permisibles están dados por:

$$F_{bx} = 0.66 F_y = 1670 \text{Kg/cm}^2 \quad (\text{ASD F1-1})$$

$$F_{by} = 0.75 F_y = 1898 \text{Kg/cm}^2 \quad (\text{ASD F2-2})$$

Verificamos,

$$760 / \sqrt{F_b} = 760 / \sqrt{24} = 156 \quad (\text{AISE No. 13 - Eq. 5.4})$$

$$h / t_w = 198 / 2.0 = 99 < 156 \quad \text{Cumple}$$

- Resistencia a la compresión

Relación de esbeltez

$Kl/r = 1.0 * 1850 / 5.70 = 324 > 126.1 \rightarrow$ Intervalo de pandeo elástico

Como $Kl/r > Cc$

El esfuerzo a compresión admisible está dado por

$$F_a = \frac{12\pi^2 E}{23(kL/r)^2} = 0.00005E = 100\text{Kg/cm}^2 \quad (\text{ASD E2-1})$$

- Esfuerzos combinados

$$\frac{f_a}{F_a} + \frac{f_{bx}}{F_{bx}} + \frac{f_{by}}{F_{by}} \leq 1.0 \quad (\text{AISE No. 13 Eq 5.1})$$

$$20 / 100 + 1004 / 1670 + 196 / 1898 = 0.20 + 0.60 + 0.10 = 0.90 < 1.0$$

Cumple

- Resistencia a corte

$$380 / \sqrt{F_y} = 380 / \sqrt{36} = 63.3$$

$$h / t_w = 198 / 2.0 = 99 > 63.3$$

Por lo tanto la resistencia al corte lo rige la ecuación siguiente

$$F_v = \frac{F_y}{2.89} (C_v) \leq 0.40F_y \quad (\text{ASD F4-2})$$

La viga está provista de rigidizadores verticales espaciados cada 230cm

$$a / h = 230 / 198 = 1.16 > 1.0$$

$$k_v = 5.34 + 4.00 / (a/h)^2 = 8.30$$

$$C_v = \frac{45000kv}{F_y(h/tw)^2} = \frac{45000 * 8.30}{36(198/2)^2} = 1.05 > 0.80$$

Por lo que utilizamos la otra ecuación

$$C_v = \frac{190}{h/tw} \sqrt{\frac{kv}{F_y}} = \frac{190}{99} \sqrt{\frac{8.30}{36}} = 0.92 > 0.80$$

Reemplazando en la ecuación ASD F4-2 tenemos

$$F_v = \frac{F_y}{2.89} (0.92) = 0.32 F_y = 805 \text{Kg/cm}^2 \quad \text{Cumple}$$

- Control por deflexión

Máxima flecha permitida debido a la carga viva sin impacto,

$$L / 1000 = 1250 / 1000 = 1.25 \text{cm}$$

Desplazamiento del nudo 12 para la condición v3:

$$0.87 \text{cm} < 1.25 \text{cm} \quad \text{Cumple}$$

Viga carrilera L = 18.50m

- Propiedades

Viga 40x200 - Reforzada

$A = 661\text{cm}^2$	$I_{xx} = 3'994646\text{cm}^4$	$r_x = 77.7\text{cm}$	$S_x = 38839\text{cm}^3$
	$I_{yy} = 29560\text{cm}^4$	$r_y = 6.70\text{cm}$	$S_y = 1478\text{cm}^3$
$b = 40\text{cm}$	$d = 203.5\text{cm}$	$t_f = 4.0\text{cm}$	$t_w = 2.0\text{cm}$

- Solicitaciones (Anexo J)

De los resultados del análisis tenemos para el elemento 27 y la combinación c2

$$P = 13350\text{Kg} \quad M_x = 49'600000\text{Kg-cm} \quad M_y = 267000\text{Kg-cm}$$

cm

Y para el elemento 19 y la combinación a2

$$V_x = 122000\text{Kg} \quad V_y = 3190\text{Kg}$$

Esfuerzo a compresión,

$$f_a = P / A = 13350 / 661 = 20\text{Kg/cm}^2$$

Esfuerzo a flexión en X,

Propiedades de la sección incluyendo el sector de platina auxiliar

$$I_{xx} = 3'994646 + (8.70 * 0.80) * 100.65^2 = 4'065154\text{cm}^4$$

$$S_x = I_{xx} / c_x = 4'065154 / 102.9 = 39506\text{cm}^3$$

$$f_{bx} = M_x / S_x = 49'600000 / 39506 = 1255\text{Kg/cm}^2$$

Esfuerzo a flexión en Y,

Propiedades del sector de viga efectivo,

$$I_{yy} = 15270\text{cm}^4$$

$$S_y = I_{yy} / c_y = 15270 / 20 = 764\text{cm}^3$$

$$f_{by} = M_y / S_y = 267000 / 764 = 349\text{Kg/cm}^2$$

Esfuerzos de corte,

$$fv_x = V_x / (d * tw) = 122000 / (203.5 * 2) = 300 \text{Kg/cm}^2$$

$$fv_y = V_y / (Afs) = 3190 / 140 = 23 \text{Kg/cm}^2$$

- Resistencia a la flexión

Según los numerales 5.8.2.2 y 5.8.3 del AISE No. 13, los esfuerzos de flexión permisibles están dados por:

$$Fbx = 0.66 Fy = 1670 \text{Kg/cm}^2 \quad (\text{ASD F1-1})$$

$$Fby = 0.75 Fy = 1898 \text{Kg/cm}^2 \quad (\text{ASD F2-2})$$

Verificamos,

$$760 / \sqrt{Fb} = 760 / \sqrt{24} = 156 \quad (\text{AISE No. 13 - Eq. 5.4})$$

$$h / tw = 198 / 2.0 = 99 < 156$$

Cumple

- Resistencia a la compresión

Relación de esbeltez

$$Kl / r = 1.0 * 1850 / 6.70 = 276 > 126.1 \quad \rightarrow \quad \text{Intervalo de pandeo}$$

elástico

Como $Kl/r > Cc$

El esfuerzo a compresión admisible está dado por

$$Fa = \frac{12\pi^2 E}{23(kL/r)^2} = 0.000067E = 137 \text{Kg/cm}^2 \quad (\text{ASD E2-1})$$

- Esfuerzos combinados

$$\frac{fa}{Fa} + \frac{fbx}{Fbx} + \frac{fby}{Fby} \leq 1.0 \quad (\text{AISE No. 13 Eq 5.1})$$

$$20 / 137 + 1255 / 1670 + 349 / 1898 = 0.14 + 0.75 + 0.18 = 1.07 \sim 1.0$$

Cumple

- Resistencia a corte

$$380 / \sqrt{Fy} = 380 / \sqrt{36} = 63.3$$

$$h / tw = 198 / 2.0 = 99 > 63.3$$

Por lo tanto la resistencia al corte lo rige la ecuación siguiente

$$Fv = \frac{Fy}{2.89} (Cv) \leq 0.40 Fy \quad (\text{ASD F4-2})$$

La viga está provista de rigidizadores verticales espaciados cada 230cm

$$a / h = 230 / 198 = 1.16 > 1.0$$

$$kv = 5.34 + 4.00 / (a/h)^2 = 8.30$$

$$Cv = \frac{190}{h / tw} \sqrt{\frac{kv}{Fy}} = \frac{190}{99} \sqrt{\frac{8.30}{36}} = 0.92 > 0.80$$

Reemplazando en la ecuación ASD F4-2 tenemos

$$Fv = \frac{Fy}{2.89} (0.92) = 0.32 Fy = 805 \text{Kg/cm}^2 \quad \text{Cumple}$$

- Control por deflexión

Máxima flecha permitida debido a la carga viva sin impacto,

$$L / 1000 = 1850 / 1000 = 1.85\text{cm}$$

Desplazamiento del nudo 22 para la condición cv:

$$1.71\text{cm} < 1.85\text{cm} \quad \text{Cumple}$$

Viga puente

- Propiedades

2 HEB 600

$A = 540\text{cm}^2$	$I_{xx} = 342000\text{cm}^4$	$r_x = 25.2\text{cm}$	$S_x = 11400\text{cm}^3$
	$I_{yy} = 364500\text{cm}^4$	$r_y = 26.0\text{cm}$	$S_y = 24300\text{cm}^3$
$b = 30\text{cm}$	$d = 60\text{cm}$	$t_f = 3.0\text{cm}$	$t_w = 1.55\text{cm}$

- Solicitaciones (Anexo J)

De los resultados del análisis tenemos para el elemento 44 y la combinación d2

$$M_x = 13'800000\text{Kg-cm} \quad V_x = 53780\text{Kg}$$

Esfuerzo a flexión en X,

$$f_{bx} = M_x / S_x = 13'800000 / 11400 = 1210\text{Kg/cm}^2$$

Esfuerzos de corte,

$$f_{vx} = V_x / (d * t_w) = 53780 / (2 * 60 * 1.55) = 289\text{Kg/cm}^2$$

Esfuerzo a flexión admisible

$$F_b = 0.66 f_y = 1670 \text{ Kg/cm}^2 \quad (\text{ASD F1-1})$$

$$1210 \text{ Kg/cm}^2 < 1670 \text{ Kg/cm}^2 \quad \text{Cumple}$$

Esfuerzo a corte admisible

$$F_v = 0.40 f_y = 1012 \text{ Kg/cm}^2 \quad (\text{ASD F4-1})$$

$$289 \text{ Kg/cm}^2 < 1012 \text{ Kg/cm}^2 \quad \text{Cumple}$$

Control por deflexión

$$\text{Máxima flecha permitida} \quad L / 1000 = 610 / 1000 = 0.61 \text{ cm}$$

Desplazamiento del nudo 1 para la condición v3:

$$0.47 \text{ cm} < 0.61 \text{ cm} \quad \text{Cumple}$$

Anexo L

Copyright © 2003 by AISC

Table 7.1 Equivalent Length Factor, K_L for Lower Segment of Stepped Columns																
<i>Column ABC Hinged at A and Hinged at C</i>																
a_1 B	0.10	0.20	0.26	0.28	0.30	0.32	0.34	0.36	0.38	0.40	0.42	0.44	0.46	0.48	0.50	
$P_1/P_2 = 0.00$																
1.00	0.91	0.83	0.80	-0.79	0.78	0.77	0.76	-0.75	0.74	0.74	0.73	-0.73	0.73	0.73	0.73	0.73
2.00	0.91	0.84	0.80	-0.79	0.79	0.78	0.78	-0.78	0.78	0.78	0.79	-0.79	0.81	0.91	0.94	0.94
3.00	0.91	0.84	0.81	-0.80	0.80	0.80	0.80	-0.81	0.82	0.84	0.85	-0.87	0.89	0.91	0.94	0.94
5.00	0.91	0.84	0.82	-0.82	0.83	0.84	0.86	-0.890	0.92	0.95	0.98	-1.02	1.06	1.09	1.13	1.13
10.00	0.91	0.85	0.87	0.90	0.94	0.99	1.04	1.10	1.16	1.22	1.28	1.34	1.40	1.45	1.51	1.51
20.00	0.91	0.88	1.03	1.11	1.20	1.29	1.38	1.47	1.56	1.65	1.74	1.83	1.92	2.00	2.08	2.08
40.00	0.91	1.01	1.36	1.50	1.63	1.76	1.90	2.03	2.16	2.29	2.42	2.55	2.67	2.79	2.90	2.90
70.00	0.91	1.26	1.77	1.95	2.12	2.30	2.48	2.65	2.83	3.01	3.18	3.34	3.51	3.67	3.82	3.82
100.00	0.91	1.49	2.10	2.31	2.52	2.74	2.95	3.16	3.37	3.58	3.79	3.99	4.19	4.37	4.56	4.56
$P_1/P_2 = 0.10$																
1.00	0.92	0.85	0.81	-0.80	0.79	0.79	0.78	-0.77	0.77	0.76	0.76	-0.76	0.76	0.75	0.75	0.75
2.00	0.92	0.85	0.82	-0.81	0.81	0.81	0.81	-0.81	0.81	0.82	0.83	-0.84	0.85	0.86	0.87	0.87
3.00	0.92	0.85	0.83	-0.83	0.83	0.83	0.84	-0.85	0.87	0.88	0.90	-0.92	0.95	0.97	0.99	0.99
5.00	0.92	0.86	0.85	-0.86	0.87	0.90	0.92	-0.95	0.99	1.02	1.06	-1.09	1.13	1.16	1.20	1.20
10.00	0.92	0.88	0.94	0.98	1.03	1.09	1.151	1.21	1.27	1.33	1.39	1.45	1.51	1.57	1.62	1.62
20.00	0.92	0.95	1.17	1.26	1.35	1.44	1.54	1.63	1.72	1.81	1.90	1.99	2.08	2.16	2.24	2.24
40.00	0.92	1.19	1.58	1.71	1.85	1.99	2.12	2.26	2.39	2.52	2.65	2.77	2.90	3.02	3.13	3.13
70.00	0.93	1.52	2.05	2.23	2.42	2.60	2.78	2.96	3.13	3.31	3.48	3.65	3.81	3.97	4.12	4.12
100.00	0.95	1.80	2.44	2.66	2.87	3.09	3.31	3.52	3.74	3.94	4.15	4.35	4.54	4.73	4.92	4.92
$P_1/P_2 = 0.20$																
1.00	0.92	0.85	0.81	-0.80	0.79	0.79	0.78	-0.77	0.77	0.76	0.76	-0.76	0.76	0.75	0.75	0.75
2.00	0.92	0.85	0.82	-0.81	0.81	0.81	0.81	-0.81	0.81	0.82	0.83	-0.84	0.85	0.86	0.87	0.87
3.00	0.92	0.85	0.83	-0.83	0.83	0.83	0.84	-0.85	0.87	0.88	0.90	-0.92	0.95	0.97	0.99	0.99
5.00	0.92	0.86	0.85	-0.86	0.87	0.90	0.92	-0.95	0.99	1.02	1.06	-1.09	1.13	1.16	1.20	1.20
10.00	0.92	0.88	0.94	0.98	1.03	1.09	1.151	1.21	1.27	1.33	1.39	1.45	1.51	1.57	1.62	1.62
20.00	0.92	0.95	1.17	1.26	1.35	1.44	1.54	1.63	1.72	1.81	1.90	1.99	2.08	2.16	2.24	2.24
40.00	0.92	1.19	1.58	1.71	1.85	1.99	2.12	2.26	2.39	2.52	2.65	2.77	2.90	3.02	3.13	3.13
70.00	0.93	1.52	2.05	2.23	2.42	2.60	2.78	2.96	3.13	3.31	3.48	3.65	3.81	3.97	4.12	4.12
100.00	0.95	1.80	2.44	2.66	2.87	3.09	3.31	3.52	3.74	3.94	4.15	4.35	4.54	4.73	4.92	4.92

Copyright © 2003 by AISC

Table 7.1 Equivalent Length Factor, K_L for Lower Segment of Stepped Columns, continued, page 2																
<i>Column ABC Hinged at A and Hinged at C</i>																
B	0.10	0.20	0.26	0.28	0.30	0.32	0.34	0.36	0.38	0.40	0.42	0.44	0.46	0.48	0.50	
$P_1/P_2 = 0.30$																
1.00	0.93	0.87	0.84	-0.83	0.82	0.82	0.81	-0.81	0.80	0.80	0.73	-0.80	0.79	0.79	0.79	0.79
2.00	0.93	0.87	0.85	-0.88	0.85	0.85	0.85	-0.86	0.87	0.88	0.79	-0.90	0.91	0.92	0.94	0.94
3.00	0.93	0.88	0.87	-0.87	0.88	0.89	0.90	-0.92	0.94	0.98	0.85	-1.00	1.03	1.05	1.07	1.07
5.00	0.93	0.89	0.91	-0.93	0.95	0.98	1.02	-1.05	1.09	1.16	0.98	-1.20	1.24	1.27	1.31	1.31
10.00	0.93	0.93	1.05	1.11	1.17	1.23	1.30	1.36	1.42	1.55	1.28	1.61	1.67	1.72	1.78	1.78
20.00	0.94	1.09	1.36	1.46	1.56	1.66	1.75	1.85	1.94	2.13	1.74	2.22	2.30	2.39	2.47	2.47
40.00	0.95	1.44	1.86	2.01	2.15	2.29	2.43	2.57	2.70	2.97	2.42	3.10	3.22	3.34	3.46	3.46
70.00	1.00	1.86	2.43	2.62	2.81	3.00	3.19	3.38	3.55	3.73	3.91	4.07	4.24	4.40	4.56	4.56
100.00	1.11	2.20	2.89	3.12	3.35	3.58	3.80	4.02	4.24	4.45	4.66	4.86	5.06	5.25	5.44	5.44
$P_1/P_2 = 0.40$																
1.00	0.93	0.88	0.85	-0.84	0.84	0.83	0.83	-0.82	0.82	0.81	0.81	-0.81	0.81	0.81	0.81	0.81
2.00	0.93	0.88	0.87	-0.86	0.86	0.87	0.87	-0.88	0.89	0.90	0.91	-0.92	0.93	0.95	0.96	0.96
3.00	0.93	0.89	0.89	-0.89	0.90	0.91	0.93	-0.94	0.96	0.99	1.01	-1.03	1.05	1.08	1.10	1.10
5.00	0.94	0.90	0.93	-0.96	0.98	1.02	1.05	-1.09	1.13	1.16	1.20	-1.24	1.28	1.31	1.35	1.35
10.00	0.94	0.96	1.10	1.16	1.22	1.29	1.35	1.42	1.48	1.54	1.61	1.67	1.73	1.78	1.84	1.84
20.00	0.94	1.15	1.43	1.53	1.63	1.73	1.83	1.93	2.03	2.12	2.21	2.30	2.39	2.47	2.55	2.55
40.00	0.97	1.52	1.96	2.11	2.26	2.40	2.54	2.68	2.82	2.95	3.09	3.22	3.34	3.46	3.58	3.58
70.00	1.05	1.97	2.56	2.76	2.95	3.15	3.33	3.53	3.71	3.89	4.06	4.23	4.40	4.56	4.72	4.72
100.00	1.19	2.34	3.05	3.29	3.52	3.75	3.98	4.20	4.42	4.63	4.85	5.05	5.25	5.44	5.63	5.63
$P_1/P_2 = 0.50$																
1.00	0.94	0.89	0.86	-0.85	0.85	0.84	0.84	-0.83	0.83	0.83	0.83	-0.82	0.82	0.82	0.82	0.82
2.00	0.94	0.89	0.88	-0.88	0.88	0.88	0.89	-0.89	0.90	0.92	0.93	-0.94	0.95	0.97	0.98	0.98
3.00	0.94	0.90	0.90	-0.91	0.92	0.93	0.95	-0.97	0.99	1.01	1.03	-1.06	1.08	1.10	1.13	1.13
5.00	0.94	0.92	0.96	-0.98	1.01	1.04	1.08	-1.12	1.16	1.20	1.24	-1.28	1.31	1.35	1.39	1.39
10.00	0.94	0.99	1.14	1.20	1.27	1.33	1.40	1.46	1.53	1.59	1.66	1.72	1.78	1.83	1.89	1.89
20.00	0.95	1.19	1.49	1.59	1.70	1.80	1.90	2.00	2.09	2.19	2.28	2.37	2.46	2.55	2.63	2.63
40.00	0.98	1.59	2.05	2.20	2.34	2.49	2.64	2.78	2.92	3.05	3.19	3.32	3.44	3.57	3.68	3.68
70.00	1.10	2.07	2.68	2.88	3.07	3.27	3.46	3.65	3.84	4.02	4.20	4.37	4.53	4.69	4.86	4.86
100.00	1.25	2.46	3.18	3.42	3.66	3.89	4.12	4.35	4.57	4.79	5.01	5.21	5.41	5.61	5.80	5.80

TABLA 7.1 AISE. LONGITUD EQUIVALENTE

Table 7.1 Equivalent Length Factor, K_L for Lower Segment of Stepped Columns, continued, page 3
 Column ABC Hinged at A and Hinged at C

a_r B	0.10	0.20	0.26	0.28	0.30	0.32	0.34	0.36	0.38	0.40	0.42	0.44	0.46	0.48	0.50
$P_1/P_2 = 0.60$															
1.00	0.94	0.89	0.87	-0.86	0.86	0.85	0.85	-0.84	0.84	0.84	0.84	-0.84	0.83	0.83	0.83
2.00	0.94	0.90	0.89	-0.89	0.89	0.90	0.90	-0.91	0.92	0.93	0.94	-0.96	0.97	0.98	1.00
3.00	0.94	0.91	0.91	-0.92	0.93	0.95	0.97	-0.99	1.01	1.03	1.05	-1.08	1.10	1.13	1.15
5.00	0.94	0.93	0.98	-1.00	1.04	1.07	1.11	-1.15	1.19	1.23	1.27	-1.30	1.34	1.38	1.42
10.00	0.95	1.01	1.17	1.24	1.30	1.37	1.44	1.50	1.57	1.63	1.70	1.76	1.82	1.88	1.93
20.00	0.96	1.24	1.54	1.65	1.75	1.85	1.96	2.06	2.15	2.25	2.34	2.43	2.52	2.61	2.69
40.00	1.00	1.65	2.12	2.27	2.42	2.57	2.72	2.86	3.00	3.14	3.27	3.40	3.53	3.65	3.77
70.00	1.14	2.15	2.77	2.97	3.17	3.37	3.56	3.76	3.94	4.13	4.31	4.48	4.65	4.82	4.97
100.00	1.31	2.55	3.30	3.54	3.78	4.02	4.25	4.48	4.70	4.92	5.14	5.34	5.55	5.75	5.93
$P_1/P_2 = 0.70$															
1.00	0.95	0.90	0.88	-0.87	0.87	0.86	0.86	-0.85	0.85	0.85	0.85	-0.85	0.85	0.85	0.84
2.00	0.95	0.91	0.90	-0.90	0.90	0.91	0.91	-0.92	0.93	0.95	0.96	-0.97	0.99	1.00	1.01
3.00	0.95	0.92	0.93	-0.94	0.95	0.96	0.98	-1.00	1.03	1.05	1.07	-1.10	1.12	1.15	1.17
5.00	0.95	0.94	0.99	-1.02	1.06	1.09	1.13	-1.17	1.21	1.25	1.29	-1.33	1.37	1.41	1.44
10.00	0.95	1.03	1.20	1.27	1.33	1.40	1.47	1.54	1.60	1.67	1.73	1.80	1.86	1.91	1.97
20.00	0.97	1.27	1.58	1.69	1.80	1.90	2.00	2.10	2.20	2.30	2.39	2.49	2.57	2.66	2.74
40.00	1.02	1.71	2.18	2.33	2.49	2.64	2.78	2.93	3.07	3.21	3.35	3.48	3.61	3.73	3.85
70.00	1.17	2.22	2.85	3.06	3.26	3.46	3.66	3.85	4.04	4.23	4.40	4.58	4.75	4.92	5.07
100.00	1.36	2.64	3.39	3.64	3.88	4.12	4.36	4.59	4.82	5.04	5.25	5.46	5.67	5.87	6.05
$P_1/P_2 = 0.80$															
1.00	0.95	0.90	0.88	-0.88	0.87	0.87	0.86	-0.86	0.86	0.86	0.86	-0.85	0.85	0.85	0.85
2.00	0.95	0.91	0.91	-0.91	0.91	0.92	0.93	-0.94	0.95	0.96	0.97	-0.98	1.00	1.01	1.03
3.00	0.95	0.92	0.94	-0.95	0.96	0.98	1.00	-1.02	1.04	1.07	1.09	-1.11	1.14	1.16	1.19
5.00	0.95	0.95	1.01	-1.04	1.07	1.11	1.15	-1.19	1.23	1.27	1.31	-1.65	1.39	1.43	1.47
10.00	0.96	1.05	1.23	1.29	1.36	1.43	1.50	1.57	1.63	1.70	1.77	1.83	1.89	1.95	2.00
20.00	0.97	1.30	1.62	1.73	1.84	1.94	2.04	2.15	2.25	2.34	2.44	2.53	2.62	2.71	2.79
40.00	1.03	1.75	2.23	2.39	2.54	2.69	2.84	2.99	3.13	3.27	3.41	3.54	3.67	3.79	3.91
70.00	1.21	2.28	2.92	3.13	3.33	3.54	3.74	3.93	4.12	4.31	4.49	4.66	4.83	5.01	5.16
100.00	1.40	2.70	3.47	3.72	3.97	4.21	4.45	4.69	4.91	5.14	5.35	5.57	5.77	5.97	6.16

Copyright © 2003 by AISC

Table 7.1 Equivalent Length Factor, K_L for Lower Segment of Stepped Columns, continued, page 4
 Column ABC Hinged at A and Hinged at C

a_r B	0.10	0.20	0.26	0.28	0.30	0.32	0.34	0.36	0.38	0.40	0.42	0.44	0.46	0.48	0.50
$P_1/P_2 = 0.90$															
1.00	0.95	0.91	0.89	-0.88	0.88	0.88	0.87	-0.87	0.87	0.86	0.86	-0.86	0.86	0.86	0.86
2.00	0.95	0.92	0.91	-0.92	0.92	0.93	0.94	-0.95	0.96	0.97	0.98	-1.00	1.01	1.02	1.04
3.00	0.95	0.93	0.95	-0.96	0.97	0.99	1.01	-1.03	1.06	1.08	1.10	-1.13	1.15	1.18	1.20
5.00	0.95	0.96	1.02	-1.05	1.09	1.13	1.17	-1.21	1.25	1.29	1.33	-1.37	1.41	1.45	1.48
10.00	0.96	1.06	1.25	1.32	1.39	1.46	1.53	1.60	1.66	1.73	1.79	1.86	1.92	1.98	2.03
20.00	0.98	1.33	1.66	1.76	1.87	1.98	2.08	2.18	2.29	2.38	2.48	2.57	2.66	2.75	2.83
40.00	1.05	1.79	2.28	2.43	2.59	2.75	2.90	3.04	3.19	3.33	3.47	3.60	3.73	3.85	3.97
70.00	1.24	2.33	2.98	3.19	3.40	3.60	3.80	4.00	4.19	4.38	4.56	4.74	4.92	5.08	5.24
100.00	1.43	2.76	3.54	3.80	4.05	4.30	4.53	4.77	5.00	5.22	5.44	5.66	5.87	6.06	6.25
$P_1/P_2 = 1.00$															
1.00	0.95	0.91	0.89	-0.89	0.89	0.88	0.88	-0.88	0.87	0.87	0.87	-0.87	0.87	0.87	0.87
2.00	0.95	0.92	0.92	-0.92	0.93	0.94	0.95	-0.95	0.97	0.98	0.99	-1.01	1.02	1.04	1.05
3.00	0.96	0.94	0.96	-0.97	0.98	1.00	1.02	-1.04	1.07	1.09	1.12	-1.14	1.17	1.19	1.22
5.00	0.96	0.97	1.04	-1.07	1.11	1.14	1.18	-1.23	1.27	1.31	1.35	-1.39	1.43	1.47	1.50
10.00	0.96	1.08	1.27	1.34	1.41	1.48	1.55	1.62	1.69	1.75	1.82	1.88	1.94	2.00	2.06
20.00	0.99	1.35	1.68	1.79	1.90	2.01	2.11	2.22	2.32	2.42	2.51	2.61	2.70	2.78	2.87
40.00	1.06	1.83	2.32	2.48	2.63	2.79	2.94	3.09	3.34	3.38	3.52	3.65	3.78	3.91	4.03
70.00	1.26	2.38	3.03	3.25	3.45	3.66	3.87	4.06	4.26	4.45	4.63	4.81	4.98	5.15	5.31
100.00	1.47	2.82	3.61	3.86	4.11	4.36	4.61	4.84	5.07	5.31	5.52	5.73	5.95	6.15	6.34
$P_1/P_2 = 2.00$															
1.00	0.97	0.94	0.93	-0.93	0.92	0.92	0.92	-0.92	0.92	0.92	0.92	-0.91	0.91	0.91	0.91
2.00	0.97	0.96	0.97	-0.97	0.98	0.99	1.00	-1.01	1.03	1.04	1.06	-1.07	1.09	1.10	1.12
3.00	0.97	0.98	1.01	-1.03	1.05	1.07	1.10	-1.12	1.14	1.17	1.20	-1.22	1.25	1.28	1.30
5.00	0.98	1.02	1.11	-1.15	1.19	1.24	1.28	-1.33	1.37	1.41	1.45	-1.50	1.54	1.58	1.61
10.00	0.99	1.17	1.39	1.46	1.54	1.61	1.69	1.76	1.83	1.90	1.97	2.03	2.10	2.16	2.22
20.00	1.02	1.50	1.86	1.97	2.09	2.20	2.31	2.42	2.53	2.63	2.73	2.82	2.92	3.00	3.09
40.00	1.15	2.03	2.56	2.73	2.89	3.06	3.22	3.37	3.53	3.67	3.82	3.96	4.09	4.22	4.34
70.00	1.42	2.65	3.35	3.58	3.80	4.02	4.23	4.44	4.64	4.84	5.03	5.22	5.40	5.57	5.73
100.00	1.66	3.14	3.99	4.26	4.53	4.79	5.05	5.29	5.54	5.77	6.00	6.23	6.44	6.64	6.84

Copyright © 2003 by AISC

Anexo M
(Ver carpeta “Planos en PDF”)

PLANOS DE INGENIERÍA BÁSICA

FUNDACIONES PARA LA ESTRUCTURA DE LA GRÚA

**ESTRUCTURA METÁLICA COMPLEMENTARIA PARA LA
GRÚA**

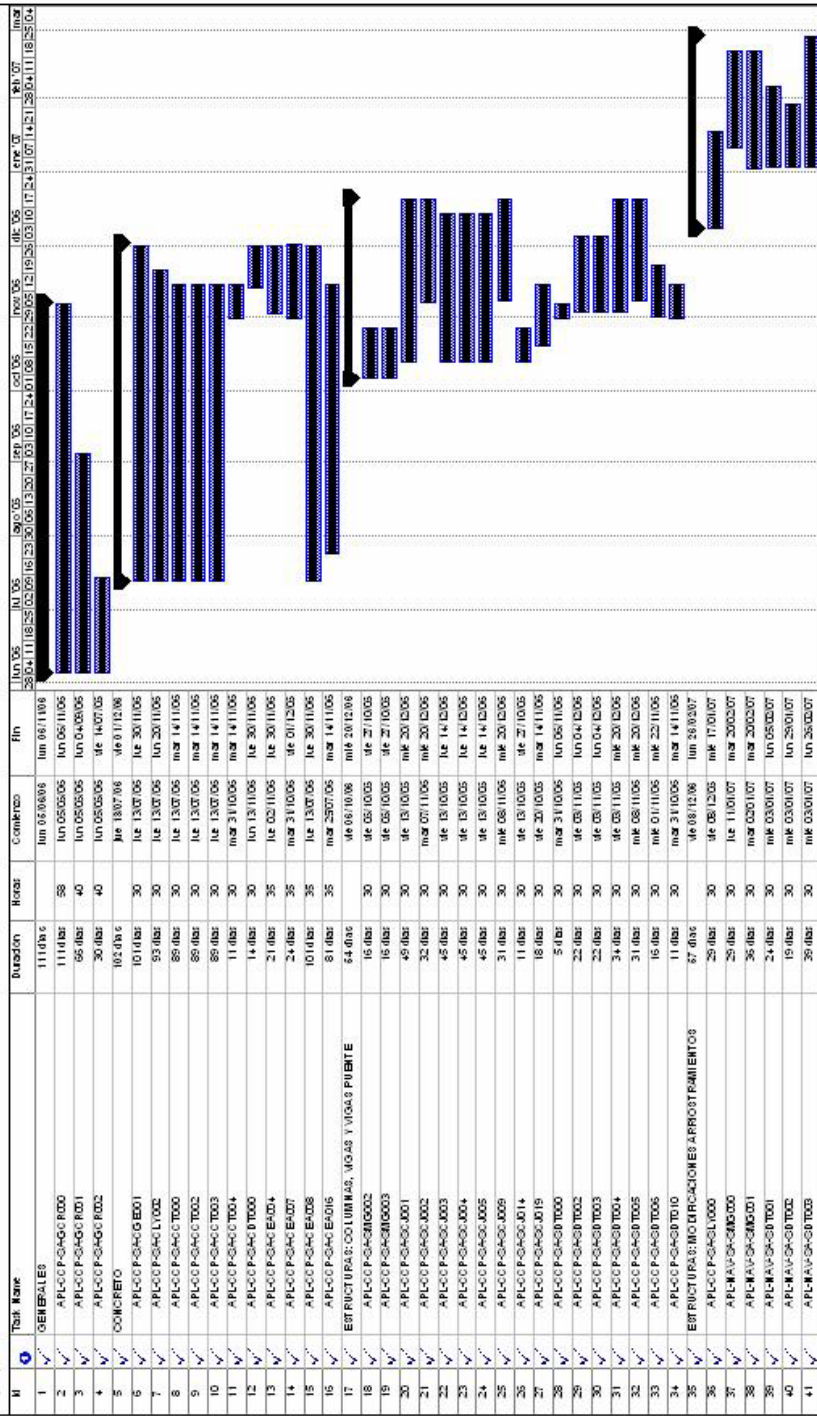
**MODIFICACIONES EN ARRIOSTRAMIENTOS DE LA
NAVE**

Anexo N

CRONOGRAMA DE



FLANCHONES ENFRIADOS AL AIRE



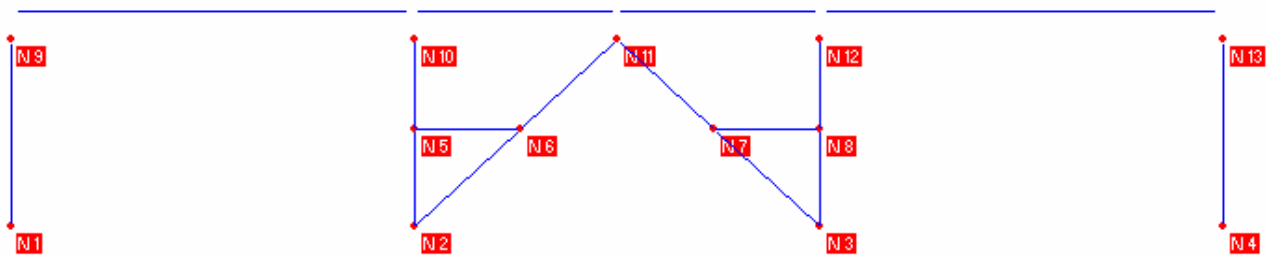
Task Skill: Progress: Mileage: Summary: Project Summary: Details:

Anexo Ñ

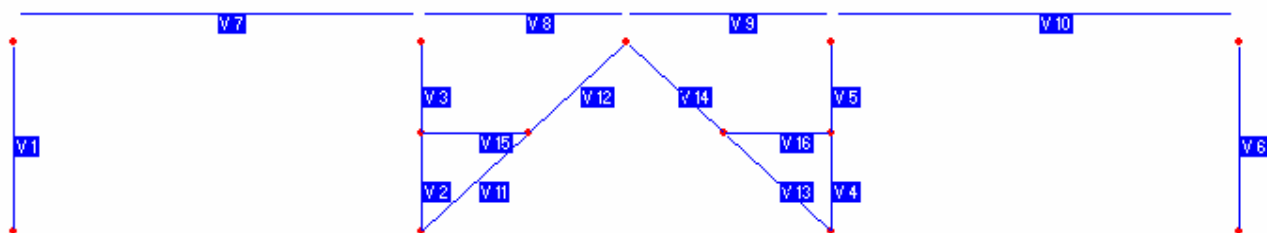
**SALIDA PROGRAMA PARA MODIFICACION
ARRIOSTRAMIENTOS NAVE**

1. ESTRUCTURA ORIGINAL

1.1 GEOMETRIA



NUMERACION DE NUDOS



NUMERACION DE ELEMENTOS

1.2 INFORMACION DE ENTRADA

N U D O S				
Nudo	X	Y	Z	Piso
	[Cm]	[Cm]	[Cm]	
1	0	0	0	0
2	2500	0	0	0
3	5000	0	0	0
4	7500	0	0	0
5	2500	600	0	0
6	3152.17	600	0	0
7	4347.83	600	0	0
8	5000	600	0	0
9	0	1150	0	0
10	2500	1150	0	0
11	3750	1150	0	0
12	5000	1150	0	0
13	7500	1150	0	0

R E S T R I C C I O N E S						
Nudo	TX	TY	TZ	RX	RY	RZ
1	1	1	1	0	0	0
2	1	1	1	0	0	0
3	1	1	1	0	0	0
4	1	1	1	0	0	0

F U E R Z A S							
Estado	Nudo	FX	FY	FZ	MX	MY	MZ
		[Kg]	[Kg]	[Kg]	[Kg*Cm]	[Kg*Cm]	[Kg*Cm]
L1	9	30000	0	0	0	0	0
c1	9	30000	0	0	0	0	0

V I G A S						
Viga	NJ	NK	Descripcion	Sección	Material	

1	1	9	COL	HEB 1000	A36
2	2	5	COL	HEB 1000	A36
3	5	10	COL	HEB 1000	A36
4	3	8	COL	HEB 1000	A36
5	8	12	COL	HEB 1000	A36
6	4	13	COL	HEB 1000	A36
7	9	10	BEAM	HP 3500	A36
8	10	11	BEAM	HP 3500	A36
9	11	12	BEAM	HP 3500	A36
10	12	13	BEAM	HP 3500	A36
11	2	6	RIOSTRA	HEB 320	A36
12	6	11	RIOSTRA	HEB 320	A36
13	3	7	RIOSTRA	HEB 320	A36
14	7	11	RIOSTRA	HEB 320	A36
15	5	6	AUX	T2L 100x10	A36
16	7	8	AUX	T2L 100x10	A36

P O S I C I O N D E E J E S L O C A L E S

Viga	Rotación [G]	Ejes23	NX	NY	NZ
------	-----------------	--------	----	----	----

11	90	0	0	0	0
12	90	0	0	0	0
13	90	0	0	0	0
14	90	0	0	0	0

C A C H O S R I G I D O S

Viga	DJX	DJY	DJZ	DKX	DKY	DKZ
	[Cm]	[Cm]	[Cm]	[Cm]	[Cm]	[Cm]

7	0	175	0	0	175	0
8	0	175	0	0	175	0
9	0	175	0	0	175	0
10	0	175	0	0	175	0

A R T I C U L A C I O N E S

Viga	JM3	KM3	JM2	KM2	TOR	JV2	KV2	JV3	KV3	AXI
------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

7	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0
8	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
10	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0

3	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	-0.00010
4	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	-0.00010
5	0.06679	0.00135	0.00000	0.00000	0.00000	-0.00011
6	0.06694	-0.00068	0.00000	0.00000	0.00000	-0.00004
7	0.06062	-0.00618	0.00000	0.00000	0.00000	-0.00005
8	0.06041	-0.00135	0.00000	0.00000	0.00000	-0.00010
9	0.35726	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00104
10	0.12761	0.00258	0.00000	0.00000	0.00000	-0.00011
11	0.12715	-0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	-0.00003
12	0.11501	-0.00258	0.00000	0.00000	0.00000	-0.00010
13	0.11481	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	-0.00010

Estado L2=Crane 2

1	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	-0.00012
2	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	-0.00012
3	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	-0.00012
4	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	-0.00012
5	0.07327	0.00155	0.00000	0.00000	0.00000	-0.00012
6	0.07348	0.00317	0.00000	0.00000	0.00000	-0.00005
7	0.06985	-0.00712	0.00000	0.00000	0.00000	-0.00005
8	0.06960	-0.00155	0.00000	0.00000	0.00000	-0.00012
9	0.13959	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	-0.00012
10	0.13976	0.00297	0.00000	0.00000	0.00000	-0.00012
11	0.14649	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	-0.00003
12	0.13251	-0.00297	0.00000	0.00000	0.00000	-0.00011
13	0.13228	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	-0.00012

R E A C C I O N E S

Nudo	FUERZAS [Kg]			MOMENTOS [Kg*Cm]		
	FX	FY	FZ	MX	MY	MZ

Estado L1=Crane 1						
1	-3962.2642	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
2	-13018.089	-13800.000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
3	-13019.647	13800.0000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
4	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000

SUM	-30000.000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000

Estado L2=Crane 2

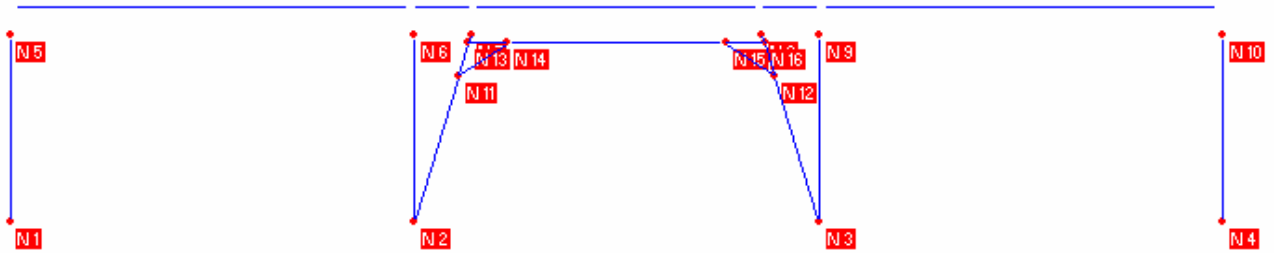
1	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
2	-14999.551	-15900.000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
3	-15000.449	15900.0000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000

4	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000

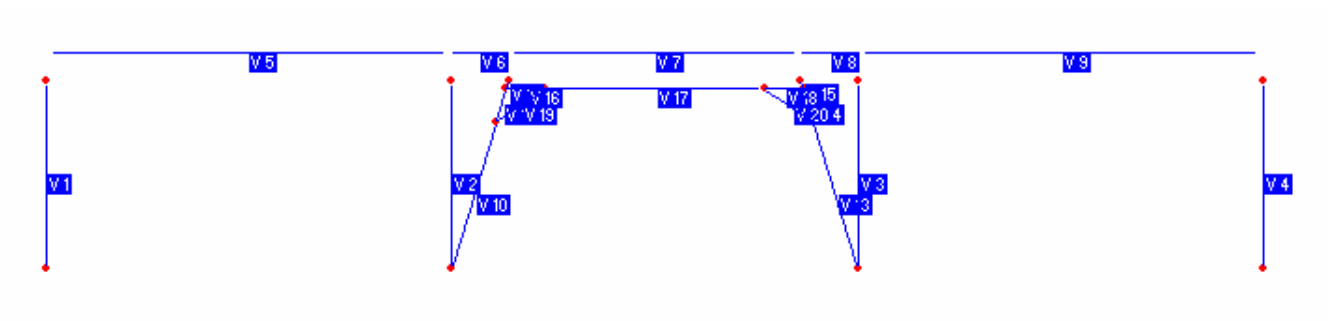
SUM	-30000.000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000

2. MODIFICACION EJE N

2.1 GEOMETRIA



NUMERACION DE NUDOS



NUMERACION DE ELEMENTOS

2.2 INFORMACION DE ENTRADA

Nudo	N U D O S			
	X [M]	Y [M]	Z [M]	Piso
1	0	0	0	0
2	25	0	0	0
3	50	0	0	0

4	75	0	0	0
5	0	11.5	0	0
6	25	11.5	0	0
7	28.5	11.5	0	0
8	46.5	11.5	0	0
9	50	11.5	0	0
10	75	11.5	0	0
11	27.7391	9	0	0
12	47.2609	9	0	0
13	28.3478	11	0	0
14	30.75	11	0	0
15	44.25	11	0	0
16	46.6522	11	0	0

R E S T R I C C I O N E S

Nudo	TX	TY	TZ	RX	RY	RZ
------	----	----	----	----	----	----

1	1	1	1	0	0	0
2	1	1	1	0	0	0
3	1	1	1	0	0	0
4	1	1	1	0	0	0

F U E R Z A S

Estado	Nudo	FX	FY	FZ	MX	MY	MZ
		[Ton]	[Ton]	[Ton]	[Ton*M]	[Ton*M]	[Ton*M]

L1	5	30	0	0	0	0	0
c1	5	30	0	0	0	0	0

V I G A S

Viga	NJ	NK	Descripcion	Sección	Material
------	----	----	-------------	---------	----------

1	1	5	COL	HEB 1000	A36
2	2	6	COL	HEB 1000	A36
3	3	9	COL	HEB 1000	A36
4	4	10	COL	HEB 1000	A36
5	5	6	BEAM	HP 3500	A36
6	6	7	BEAM	HP 3500	A36
7	7	8	BEAM	HP 3500	A36

8	8	9	BEAM	HP 3500	A36
9	9	10	BEAM	HP 3500	A36
10	2	11	RIOSTRA	HEB 600	A36
11	11	13	RIOSTRA	HEB 600	A36
12	13	7	RIOSTRA	HEB 600	A36
13	3	12	RIOSTRA	HEB 600	A36
14	12	16	RIOSTRA	HEB 600	A36
15	16	8	RIOSTRA	HEB 600	A36
16	13	14	RIOSTRA	HEB 600	A36
17	14	15	RIOSTRA	HEB 600	A36
18	15	16	RIOSTRA	HEB 600	A36
19	11	14	RIOSTRA	HEB 600	A36
20	12	15	RIOSTRA	HEB 600	A36

POSICION DE EJES LOCALES

Viga	Rotación [G]	Ejes23 NX		NY	NZ
10	90	0	0	0	0
11	90	0	0	0	0
12	90	0	0	0	0
13	90	0	0	0	0
14	90	0	0	0	0
15	90	0	0	0	0
16	90	0	0	0	0
17	90	0	0	0	0
18	90	0	0	0	0
19	90	0	0	0	0
20	90	0	0	0	0

C A C H O S R I G I D O S

Viga	DJX [M]	DJY [M]	DJZ [M]	DKX [M]	DKY [M]	DKZ [M]
5	0	1.75	0	0	1.75	0
6	0	1.75	0	0	1.75	0
7	0	1.75	0	0	1.75	0
8	0	1.75	0	0	1.75	0
9	0	1.75	0	0	1.75	0

A R T I C U L A C I O N E S

Viga	JM3	KM3	JM2	KM2	TOR	JV2	KV2	JV3	KV3	AXI
------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
9	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0
10	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
13	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
16	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
19	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0
20	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0

FUERZA CONCENTRADA SOBRE VIGAS

Estado Viga	Dir.	Valor [Ton]	Distancia [M]	%
-------------	------	----------------	------------------	---

L2	7	X	30	50	1
V1	5	Y	-38.7	8.35	0
V2	7	Y	-38.7	4.85	0

ESTADOS DE CARGA

Estado	Descripción	Comb.	MultX	MultY	MultZ
--------	-------------	-------	-------	-------	-------

pp	Peso Propio	0	0	-1	0
L1	Crane 1	0	0	0	0
L2	Crane 2	0	0	0	0
V1	Vertical crane1	0	0	0	0
V2	Vertical crane2	0	0	0	0
c1	pp+1.25v1+l1	1	0	0	0
c2	pp+1.25v2+l2	1	0	0	0

2.3 RESULTADOS DEL ANALISIS

N U D O S

T R A S L A C I O N E S

Nudo	TRASLACIONES [M]			ROTACIONES [Rad]		
	TX	TY	TZ	RX	RY	RZ

Estado L1=Crane 1						
1	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	-0.00106
2	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	-0.00036
3	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	-0.00031
4	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	-0.00020
5	0.00475	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00093
6	0.00277	-0.00034	0.00000	0.00000	0.00000	-0.00003
7	0.00271	-0.00069	0.00000	0.00000	0.00000	-0.00004
8	0.00268	0.00067	0.00000	0.00000	0.00000	-0.00002
9	0.00244	0.00037	0.00000	0.00000	0.00000	-0.00015
10	0.00236	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	-0.00020
11	0.00258	-0.00068	0.00000	0.00000	0.00000	-0.00009
12	0.00258	0.00067	0.00000	0.00000	0.00000	-0.00009
13	0.00269	-0.00069	0.00000	0.00000	0.00000	-0.00005
14	0.00268	-0.00081	0.00000	0.00000	0.00000	-0.00001
15	0.00266	0.00077	0.00000	0.00000	0.00000	-0.00001
16	0.00266	0.00067	0.00000	0.00000	0.00000	-0.00003

Estado L2=Crane 2						
1	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	-0.00024
2	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	-0.00041
3	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	-0.00036
4	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	-0.00024
5	0.00275	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	-0.00024
6	0.00311	-0.00041	0.00000	0.00000	0.00000	-0.00004
7	0.00311	-0.00078	0.00000	0.00000	0.00000	-0.00003
8	0.00311	0.00078	0.00000	0.00000	0.00000	-0.00004
9	0.00285	0.00041	0.00000	0.00000	0.00000	-0.00018
10	0.00275	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	-0.00024
11	0.00298	-0.00078	0.00000	0.00000	0.00000	-0.00010
12	0.00297	0.00077	0.00000	0.00000	0.00000	-0.00011
13	0.00309	-0.00078	0.00000	0.00000	0.00000	-0.00004
14	0.00308	-0.00090	0.00000	0.00000	0.00000	-0.00001
15	0.00308	0.00092	0.00000	0.00000	0.00000	-0.00002
16	0.00309	0.00078	0.00000	0.00000	0.00000	-0.00005

R E A C C I O N E S

Nudo	FUERZAS [Ton]			MOMENTOS [Ton*M]		
	FX	FY	FZ	MX	MY	MZ

Estado L1=Crane 1						
1	-3.96226	-0.30431	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
2	-12.84915	-13.19138	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
3	-13.18859	13.49569	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
4	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000

SUM	-30.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
Estado L2=Crane 2						
1	0.00000	-0.32906	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
2	-15.24592	-15.24189	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
3	-14.75408	15.57094	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
4	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000

SUM	-30.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000

V I G A S

E S F U E R Z O S

	M33	V2	M22	V3
	[Ton*M]	[Ton]	[Ton*M]	[Ton]

Viga 10				
Estado L1=Crane 1				
0%	0.00	0.00	-0.82	0.87
16%	0.00	0.00	0.54	0.87
33%	0.00	0.00	1.91	0.87
50%	0.00	0.00	3.28	0.87
66%	0.00	0.00	4.65	0.87
83%	0.00	0.00	6.02	0.87
100%	0.00	0.00	7.39	0.87
	Axial: 39.51 [Ton]		Tor: 0.00 [Ton*M]	
Estado L2=Crane 2				
0%	0.00	0.00	-1.33	1.10
16%	0.00	0.00	0.40	1.10

33%	0.00	0.00	2.12	1.10
50%	0.00	0.00	3.84	1.10
66%	0.00	0.00	5.56	1.10
83%	0.00	0.00	7.29	1.10
100%	0.00	0.00	9.01	1.10
	Axial: 46.96		[Ton]	Tor: 0.00 [Ton*M]

Viga 11

Estado L1=Crane 1

0%	0.00	0.00	7.39	-4.76
16%	0.00	0.00	5.73	-4.76
33%	0.00	0.00	4.07	-4.76
50%	0.00	0.00	2.41	-4.76
66%	0.00	0.00	0.75	-4.76
83%	0.00	0.00	-0.91	-4.76
100%	0.00	0.00	-2.57	-4.76
	Axial: 32.67		[Ton]	Tor: 0.00 [Ton*M]

Estado L2=Crane 2

0%	0.00	0.00	9.01	-5.64
16%	0.00	0.00	7.04	-5.64
33%	0.00	0.00	5.08	-5.64
50%	0.00	0.00	3.12	-5.64
66%	0.00	0.00	1.15	-5.64
83%	0.00	0.00	-0.81	-5.64
100%	0.00	0.00	-2.77	-5.64
	Axial: 38.79		[Ton]	Tor: 0.00 [Ton*M]

Viga 12

Estado L1=Crane 1

0%	0.00	0.00	0.45	5.47
16%	0.00	0.00	0.92	5.47
33%	0.00	0.00	1.40	5.47
50%	0.00	0.00	1.88	5.47
66%	0.00	0.00	2.35	5.47
83%	0.00	0.00	2.83	5.47
100%	0.00	0.00	3.30	5.47
	Axial: 39.91		[Ton]	Tor: 0.00 [Ton*M]

Estado L2=Crane 2

0%	0.00	0.00	1.29	1.61
16%	0.00	0.00	1.43	1.61
33%	0.00	0.00	1.57	1.61
50%	0.00	0.00	1.71	1.61
66%	0.00	0.00	1.85	1.61
83%	0.00	0.00	1.99	1.61

100%	0.00	0.00	2.13	1.61
	Axial: 45.97 [Ton]		Tor: 0.00 [Ton*M]	

Viga 13

Estado L1=Crane 1

0%	0.00	0.00	3.19	-1.26
16%	0.00	0.00	1.22	-1.26
33%	0.00	0.00	-0.75	-1.26
50%	0.00	0.00	-2.72	-1.26
66%	0.00	0.00	-4.69	-1.26
83%	0.00	0.00	-6.65	-1.26
100%	0.00	0.00	-8.62	-1.26
	Axial: -42.00 [Ton]		Tor: 0.00 [Ton*M]	

Estado L2=Crane 2

0%	0.00	0.00	3.51	-1.38
16%	0.00	0.00	1.34	-1.38
33%	0.00	0.00	-0.83	-1.38
50%	0.00	0.00	-3.00	-1.38
66%	0.00	0.00	-5.17	-1.38
83%	0.00	0.00	-7.34	-1.38
100%	0.00	0.00	-9.51	-1.38
	Axial: -47.04 [Ton]		Tor: 0.00 [Ton*M]	

Viga 14

Estado L1=Crane 1

0%	0.00	0.00	-8.62	5.04
16%	0.00	0.00	-6.87	5.04
33%	0.00	0.00	-5.11	5.04
50%	0.00	0.00	-3.36	5.04
66%	0.00	0.00	-1.60	5.04
83%	0.00	0.00	0.15	5.04
100%	0.00	0.00	1.91	5.04
	Axial: -34.36 [Ton]		Tor: 0.00 [Ton*M]	

Estado L2=Crane 2

0%	0.00	0.00	-9.51	5.68
16%	0.00	0.00	-7.53	5.68
33%	0.00	0.00	-5.55	5.68
50%	0.00	0.00	-3.57	5.68
66%	0.00	0.00	-1.59	5.68
83%	0.00	0.00	0.39	5.68
100%	0.00	0.00	2.37	5.68
	Axial: -38.46 [Ton]		Tor: 0.00 [Ton*M]	

Viga 15

Estado L1=Crane 1

0%	0.00	0.00	-2.55	2.78
16%	0.00	0.00	-2.30	2.78
33%	0.00	0.00	-2.06	2.78
50%	0.00	0.00	-1.82	2.78
66%	0.00	0.00	-1.58	2.78
83%	0.00	0.00	-1.33	2.78
100%	0.00	0.00	-1.09	2.78
	Axial: -39.77 [Ton]		Tor: 0.00 [Ton*M]	

Estado L2=Crane 2

0%	0.00	0.00	-2.22	-1.51
16%	0.00	0.00	-2.36	-1.51
33%	0.00	0.00	-2.49	-1.51
50%	0.00	0.00	-2.62	-1.51
66%	0.00	0.00	-2.75	-1.51
83%	0.00	0.00	-2.88	-1.51
100%	0.00	0.00	-3.01	-1.51
	Axial: -45.92 [Ton]		Tor: 0.00 [Ton*M]	

Viga 16

Estado L1=Crane 1

0%	0.00	0.00	-3.02	3.95
16%	0.00	0.00	-1.43	3.95
33%	0.00	0.00	0.15	3.95
50%	0.00	0.00	1.73	3.95
66%	0.00	0.00	3.31	3.95
83%	0.00	0.00	4.89	3.95
100%	0.00	0.00	6.47	3.95
	Axial: -11.89 [Ton]		Tor: 0.00 [Ton*M]	

Estado L2=Crane 2

0%	0.00	0.00	-4.06	4.76
16%	0.00	0.00	-2.16	4.76
33%	0.00	0.00	-0.25	4.76
50%	0.00	0.00	1.65	4.76
66%	0.00	0.00	3.55	4.76
83%	0.00	0.00	5.46	4.76
100%	0.00	0.00	7.36	4.76
	Axial: -9.02 [Ton]		Tor: 0.00 [Ton*M]	

Viga 17

Estado L1=Crane 1

0%	0.00	0.00	6.47	-0.95
----	------	------	------	-------

16%	0.00	0.00	4.32	-0.95
33%	0.00	0.00	2.18	-0.95
50%	0.00	0.00	0.03	-0.95
66%	0.00	0.00	-2.12	-0.95
83%	0.00	0.00	-4.26	-0.95
100%	0.00	0.00	-6.41	-0.95
Axial: -4.51		[Ton]	Tor: 0.00 [Ton*M]	

Estado L2=Crane 2

0%	0.00	0.00	7.36	-1.10
16%	0.00	0.00	4.88	-1.10
33%	0.00	0.00	2.40	-1.10
50%	0.00	0.00	-0.08	-1.10
66%	0.00	0.00	-2.56	-1.10
83%	0.00	0.00	-5.04	-1.10
100%	0.00	0.00	-7.53	-1.10
Axial: -0.20		[Ton]	Tor: 0.00 [Ton*M]	

Viga 18

Estado L1=Crane 1

0%	0.00	0.00	-6.41	4.52
16%	0.00	0.00	-4.60	4.52
33%	0.00	0.00	-2.79	4.52
50%	0.00	0.00	-0.98	4.52
66%	0.00	0.00	0.83	4.52
83%	0.00	0.00	2.65	4.52
100%	0.00	0.00	4.46	4.52
Axial: 3.73		[Ton]	Tor: 0.00 [Ton*M]	

Estado L2=Crane 2

0%	0.00	0.00	-7.53	5.04
16%	0.00	0.00	-5.51	5.04
33%	0.00	0.00	-3.49	5.04
50%	0.00	0.00	-1.47	5.04
66%	0.00	0.00	0.55	5.04
83%	0.00	0.00	2.57	5.04
100%	0.00	0.00	4.59	5.04
Axial: 9.05		[Ton]	Tor: 0.00 [Ton*M]	

Viga 19

Estado L1=Crane 1

0%	0.00	0.00	0.00	0.00
16%	0.00	0.00	0.00	0.00
33%	0.00	0.00	0.00	0.00
50%	0.00	0.00	0.00	0.00

66%	0.00	0.00	0.00	0.00
83%	0.00	0.00	0.00	0.00
100%	0.00	0.00	0.00	0.00

Axial: 8.86 [Ton] Tor: 0.00 [Ton*M]

Estado L2=Crane 2

0%	0.00	0.00	0.00	0.00
16%	0.00	0.00	0.00	0.00
33%	0.00	0.00	0.00	0.00
50%	0.00	0.00	0.00	0.00
66%	0.00	0.00	0.00	0.00
83%	0.00	0.00	0.00	0.00
100%	0.00	0.00	0.00	0.00

Axial: 10.59 [Ton] Tor: 0.00 [Ton*M]

Viga 20

Estado L1=Crane 1

0%	0.00	0.00	0.00	0.00
16%	0.00	0.00	0.00	0.00
33%	0.00	0.00	0.00	0.00
50%	0.00	0.00	0.00	0.00
66%	0.00	0.00	0.00	0.00
83%	0.00	0.00	0.00	0.00
100%	0.00	0.00	0.00	0.00

Axial: -9.90 [Ton] Tor: 0.00 [Ton*M]

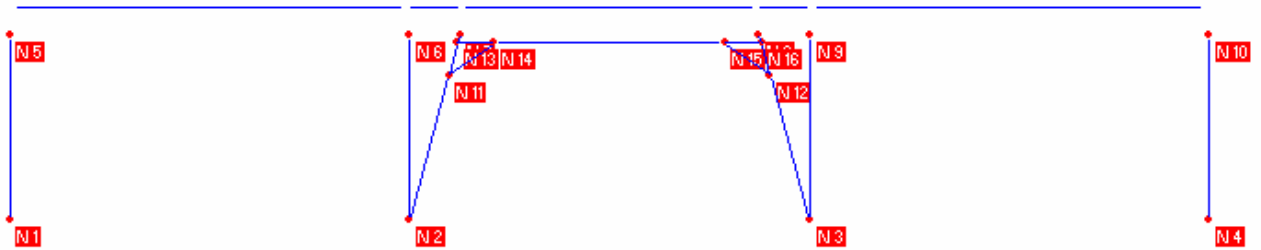
Estado L2=Crane 2

0%	0.00	0.00	0.00	0.00
16%	0.00	0.00	0.00	0.00
33%	0.00	0.00	0.00	0.00
50%	0.00	0.00	0.00	0.00
66%	0.00	0.00	0.00	0.00
83%	0.00	0.00	0.00	0.00
100%	0.00	0.00	0.00	0.00

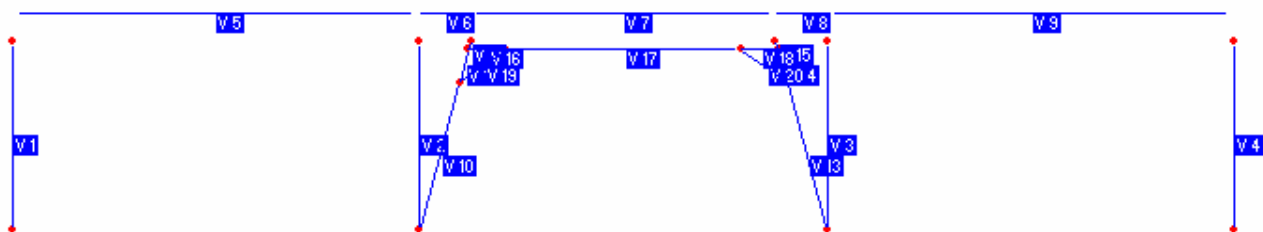
Axial: -11.11 [Ton] Tor: 0.00 [Ton*M]

3. MODIFICACION EJE P

3.1 GEOMETRIA



NUMERACION DE NUDOS



NUMERACION DE ELEMENTOS

3.2 INFORMACION DE ENTRADA

Nudo	N U D O S			
	X [Cm]	Y [Cm]	Z [Cm]	Piso
1	0	0	0	0
2	2500	0	0	0
3	5000	0	0	0
4	7500	0	0	0
5	0	1150	0	0
6	2500	1150	0	0
7	2815	1150	0	0
8	4685	1150	0	0
9	5000	1150	0	0
10	7500	1150	0	0
11	2746.52	900	0	0
12	4753.48	900	0	0

13	2801.3	1100	0	0
14	3030	1100	0	0
15	4470	1100	0	0
16	4698.7	1100	0	0

R E S T R I C C I O N E S

Nudo	TX	TY	TZ	RX	RY	RZ
------	----	----	----	----	----	----

1	1	1	1	0	0	0
2	1	1	1	0	0	0
3	1	1	1	0	0	0
4	1	1	1	0	0	0

F U E R Z A S

Estado	Nudo	FX	FY	FZ	MX	MY	MZ
		[Kg]	[Kg]	[Kg]	[Kg*Cm]	[Kg*Cm]	[Kg*Cm]

L1	5	30000	0	0	0	0	0
c1	5	30000	0	0	0	0	0

V I G A S

Viga	NJ	NK	Descripcion	Sección	Material
------	----	----	-------------	---------	----------

1	1	5	COL	HEB 1000	A36
2	2	6	COL	HEB 1000	A36
3	3	9	COL	HEB 1000	A36
4	4	10	COL	HEB 1000	A36
5	5	6	BEAM	HP 3500	A36
6	6	7	BEAM	HP 3500	A36
7	7	8	BEAM	HP 3500	A36
8	8	9	BEAM	HP 3500	A36
9	9	10	BEAM	HP 3500	A36
10	2	11	RIOSTRA	HEB 600	A36
11	11	13	RIOSTRA	HEB 600	A36
12	13	7	RIOSTRA	HEB 600	A36
13	3	12	RIOSTRA	HEB 600	A36
14	12	16	RIOSTRA	HEB 600	A36
15	16	8	RIOSTRA	HEB 600	A36
16	13	14	RIOSTRA	HEB 600	A36

13	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
16	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
19	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0
20	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0

FUERZA CONCENTRADA SOBRE VIGAS

Estado	Viga	Dir.	Valor [Kg]	Distancia [Cm]	%
--------	------	------	---------------	-------------------	---

```
-----
```

L2	7	X	30000	50	1
V1	5	Y	-38700	835	0
V2	7	Y	-38700	485	0

E S T A D O S D E C A R G A

Estado	Descripción	Comb.	MultX	MultY	MultZ
--------	-------------	-------	-------	-------	-------

```
-----
```

pp	Peso Propio		0	0	-1	0
L1	Crane 1		0	0	0	0
L2	Crane 2		0	0	0	0
V1	Vertical crane1		0	0	0	0
V2	Vertical crane2		0	0	0	0
c1	pp+1.25v1+l1		1	0	0	0
c2	pp+1.25v2+l2		1	0	0	0

3.3 RESULTADOS DEL ANALISIS

N U D O S

```
-----
```

T R A S L A C I O N E S

TRASLACIONES [Cm]	ROTACIONES [Rad]
-------------------	------------------

Nudo	TX	TY	TZ	RX	RY	RZ

Estado L1=Crane 1						
1	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	-0.00110
2	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	-0.00042
3	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	-0.00037
4	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	-0.00024
5	0.51796	0.00051	0.00000	0.00000	0.00000	0.00090
6	0.32576	-0.03955	0.00000	0.00000	0.00000	-0.00004
7	0.32065	-0.07328	0.00000	0.00000	0.00000	-0.00004
8	0.31689	0.07144	0.00000	0.00000	0.00000	-0.00002
9	0.28898	0.04236	0.00000	0.00000	0.00000	-0.00018
10	0.27880	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	-0.00024
11	0.30405	-0.07153	0.00000	0.00000	0.00000	-0.00011
12	0.30386	0.07078	0.00000	0.00000	0.00000	-0.00011
13	0.31761	-0.07310	0.00000	0.00000	0.00000	-0.00006
14	0.31680	-0.08793	0.00000	0.00000	0.00000	-0.00003
15	0.31498	0.08466	0.00000	0.00000	0.00000	-0.00002
16	0.31527	0.07166	0.00000	0.00000	0.00000	-0.00004

Estado L2=Crane 2						
1	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	-0.00028
2	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	-0.00049
3	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	-0.00042
4	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	-0.00028
5	0.32482	0.00055	0.00000	0.00000	0.00000	-0.00028
6	0.36707	-0.04749	0.00000	0.00000	0.00000	-0.00004
7	0.36752	-0.08342	0.00000	0.00000	0.00000	-0.00004
8	0.36763	0.08345	0.00000	0.00000	0.00000	-0.00004
9	0.33658	0.04692	0.00000	0.00000	0.00000	-0.00022
10	0.32533	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	-0.00028
11	0.35160	-0.08237	0.00000	0.00000	0.00000	-0.00012
12	0.34922	0.08169	0.00000	0.00000	0.00000	-0.00014
13	0.36493	-0.08347	0.00000	0.00000	0.00000	-0.00005
14	0.36430	-0.09835	0.00000	0.00000	0.00000	-0.00002
15	0.36420	0.10080	0.00000	0.00000	0.00000	-0.00004
16	0.36484	0.08345	0.00000	0.00000	0.00000	-0.00006

R E A C C I O N E S

Nudo	FUERZAS [Kg]			MOMENTOS [Kg*Cm]		
	FX	FY	FZ	MX	MY	MZ

Estado L1=Crane 1						
1	-3962.2642	-359.18582	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
2	-12912.131	-13081.628	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
3	-13125.605	13440.8140	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
4	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000

SUM	-30000.000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000

Estado L2=Crane 2						
1	0.00000	-392.62836	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
2	-15292.162	-15114.743	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
3	-14707.838	15507.3720	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
4	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000

SUM	-30000.000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000

V I G A S

E S F U E R Z O S

	M33	V2	M22	V3
	[Kg*Cm]	[Kg]	[Kg*Cm]	[Kg]

Viga 10				
Estado L1=Crane 1				
0%	0.00	0.00	-94312.79	1018.42
16%	0.00	0.00	64077.66	1018.42
33%	0.00	0.00	222468.10	1018.42
50%	0.00	0.00	380858.50	1018.42
66%	0.00	0.00	539249.00	1018.42
83%	0.00	0.00	697639.40	1018.42
100%	0.00	0.00	856029.90	1018.42
	Axial: 42862.02 [Kg]		Tor: 0.00 [Kg*Cm]	
Estado L2=Crane 2				

0%	0.00	0.00	-146282.40	1269.32
16%	0.00	0.00	51128.35	1269.32
33%	0.00	0.00	248539.10	1269.32
50%	0.00	0.00	445949.80	1269.32
66%	0.00	0.00	643360.50	1269.32
83%	0.00	0.00	840771.20	1269.32
100%	0.00	0.00	1038182.00	1269.32
Axial: 50864.74 [Kg]			Tor: 0.00 [Kg*Cm]	

Viga 11

Estado L1=Crane 1

0%	0.00	0.00	856029.90	-5255.98
16%	0.00	0.00	674376.80	-5255.98
33%	0.00	0.00	492723.80	-5255.98
50%	0.00	0.00	311070.70	-5255.98
66%	0.00	0.00	129417.70	-5255.98
83%	0.00	0.00	-52235.39	-5255.98
100%	0.00	0.00	-233888.40	-5255.98
Axial: 35244.56 [Kg]			Tor: 0.00 [Kg*Cm]	

Estado L2=Crane 2

0%	0.00	0.00	1038182.00	-6211.00
16%	0.00	0.00	823522.40	-6211.00
33%	0.00	0.00	608863.00	-6211.00
50%	0.00	0.00	394203.50	-6211.00
66%	0.00	0.00	179544.10	-6211.00
83%	0.00	0.00	-35115.39	-6211.00
100%	0.00	0.00	-249774.80	-6211.00
Axial: 41783.26 [Kg]			Tor: 0.00 [Kg*Cm]	

Viga 12

Estado L1=Crane 1

0%	0.00	0.00	152653.30	5582.35
16%	0.00	0.00	200886.50	5582.35
33%	0.00	0.00	249119.60	5582.35
50%	0.00	0.00	297352.80	5582.35
66%	0.00	0.00	345586.00	5582.35
83%	0.00	0.00	393819.20	5582.35
100%	0.00	0.00	442052.30	5582.35
Axial: 43115.24 [Kg]			Tor: 0.00 [Kg*Cm]	

Estado L2=Crane 2

0%	0.00	0.00	256485.20	1798.44
16%	0.00	0.00	272024.30	1798.44
33%	0.00	0.00	287563.30	1798.44
50%	0.00	0.00	303102.40	1798.44

66%	0.00	0.00	318641.40	1798.44
83%	0.00	0.00	334180.50	1798.44
100%	0.00	0.00	349719.50	1798.44
	Axial: 49857.72 [Kg]		Tor: 0.00 [Kg*Cm]	

Viga 13

Estado L1=Crane 1

0%	0.00	0.00	368907.90	-1457.71
16%	0.00	0.00	142196.90	-1457.71
33%	0.00	0.00	-84514.23	-1457.71
50%	0.00	0.00	-311225.30	-1457.71
66%	0.00	0.00	-537936.40	-1457.71
83%	0.00	0.00	-764647.50	-1457.71
100%	0.00	0.00	-991358.60	-1457.71
	Axial: -45416.10 [Kg]		Tor: 0.00 [Kg*Cm]	

Estado L2=Crane 2

0%	0.00	0.00	407857.60	-1612.93
16%	0.00	0.00	157006.40	-1612.93
33%	0.00	0.00	-93844.84	-1612.93
50%	0.00	0.00	-344696.10	-1612.93
66%	0.00	0.00	-595547.30	-1612.93
83%	0.00	0.00	-846398.50	-1612.93
100%	0.00	0.00	-1097250.00	-1612.93
	Axial: -50949.89 [Kg]		Tor: 0.00 [Kg*Cm]	

Viga 14

Estado L1=Crane 1

0%	0.00	0.00	-991358.60	5551.55
16%	0.00	0.00	-799490.50	5551.55
33%	0.00	0.00	-607622.30	5551.55
50%	0.00	0.00	-415754.20	5551.55
66%	0.00	0.00	-223886.10	5551.55
83%	0.00	0.00	-32017.99	5551.55
100%	0.00	0.00	159850.10	5551.55
	Axial: -36906.49 [Kg]		Tor: 0.00 [Kg*Cm]	

Estado L2=Crane 2

0%	0.00	0.00	-1097250.00	6265.78
16%	0.00	0.00	-880697.00	6265.78
33%	0.00	0.00	-664144.30	6265.78
50%	0.00	0.00	-447591.50	6265.78
66%	0.00	0.00	-231038.80	6265.78
83%	0.00	0.00	-14486.04	6265.78
100%	0.00	0.00	202066.70	6265.78

Axial: -41384.74 [Kg] Tor: 0.00 [Kg*Cm]

Viga 15

Estado L1=Crane 1

0%	0.00	0.00	-383903.90	2598.20
16%	0.00	0.00	-361454.70	2598.20
33%	0.00	0.00	-339005.40	2598.20
50%	0.00	0.00	-316556.20	2598.20
66%	0.00	0.00	-294106.90	2598.20
83%	0.00	0.00	-271657.60	2598.20
100%	0.00	0.00	-249208.40	2598.20

Axial: -43308.23 [Kg] Tor: 0.00 [Kg*Cm]

Estado L2=Crane 2

0%	0.00	0.00	-368578.60	-1670.83
16%	0.00	0.00	-383015.10	-1670.83
33%	0.00	0.00	-397451.60	-1670.83
50%	0.00	0.00	-411888.10	-1670.83
66%	0.00	0.00	-426324.60	-1670.83
83%	0.00	0.00	-440761.10	-1670.83
100%	0.00	0.00	-455197.60	-1670.83

Axial: -49813.80 [Kg] Tor: 0.00 [Kg*Cm]

Viga 16

Estado L1=Crane 1

0%	0.00	0.00	-386541.70	4727.77
16%	0.00	0.00	-206338.50	4727.77
33%	0.00	0.00	-26135.17	4727.77
50%	0.00	0.00	154068.10	4727.77
66%	0.00	0.00	334271.40	4727.77
83%	0.00	0.00	514474.70	4727.77
100%	0.00	0.00	694678.00	4727.77

Axial: -12532.57 [Kg] Tor: 0.00 [Kg*Cm]

Estado L2=Crane 2

0%	0.00	0.00	-506260.10	5671.66
16%	0.00	0.00	-290079.40	5671.66
33%	0.00	0.00	-73898.66	5671.66
50%	0.00	0.00	142282.00	5671.66
66%	0.00	0.00	358462.80	5671.66
83%	0.00	0.00	574643.50	5671.66
100%	0.00	0.00	790824.20	5671.66

Axial: -9858.01 [Kg] Tor: 0.00 [Kg*Cm]

Viga 17

Estado L1=Crane 1

0%	0.00	0.00	694678.00	-961.48
16%	0.00	0.00	463923.30	-961.48
33%	0.00	0.00	233168.60	-961.48
50%	0.00	0.00	2413.88	-961.48
66%	0.00	0.00	-228340.80	-961.48
83%	0.00	0.00	-459095.50	-961.48
100%	0.00	0.00	-689850.20	-961.48
Axial: -4468.68 [Kg]			Tor: 0.00 [Kg*Cm]	

Estado L2=Crane 2

0%	0.00	0.00	790824.20	-1111.03
16%	0.00	0.00	524178.00	-1111.03
33%	0.00	0.00	257531.90	-1111.03
50%	0.00	0.00	-9114.23	-1111.03
66%	0.00	0.00	-275760.40	-1111.03
83%	0.00	0.00	-542406.50	-1111.03
100%	0.00	0.00	-809052.60	-1111.03
Axial: -244.29 [Kg]			Tor: 0.00 [Kg*Cm]	

Viga 18

Estado L1=Crane 1

0%	0.00	0.00	-689850.20	5394.09
16%	0.00	0.00	-484249.50	5394.09
33%	0.00	0.00	-278648.80	5394.09
50%	0.00	0.00	-73048.09	5394.09
66%	0.00	0.00	132552.60	5394.09
83%	0.00	0.00	338153.30	5394.09
100%	0.00	0.00	543754.10	5394.09
Axial: 4539.64 [Kg]			Tor: 0.00 [Kg*Cm]	

Estado L2=Crane 2

0%	0.00	0.00	-809052.60	6032.90
16%	0.00	0.00	-579103.00	6032.90
33%	0.00	0.00	-349153.30	6032.90
50%	0.00	0.00	-119203.70	6032.90
66%	0.00	0.00	110746.00	6032.90
83%	0.00	0.00	340695.60	6032.90
100%	0.00	0.00	570645.30	6032.90
Axial: 9881.45 [Kg]			Tor: 0.00 [Kg*Cm]	

Viga 19

Estado L1=Crane 1

0%	0.00	0.00	0.00	0.00
16%	0.00	0.00	0.00	0.00

33%	0.00	0.00	0.00	0.00
50%	0.00	0.00	0.00	0.00
66%	0.00	0.00	0.00	0.00
83%	0.00	0.00	0.00	0.00
100%	0.00	0.00	0.00	0.00
Axial: 9868.83		[Kg]	Tor: 0.00	[Kg*Cm]

Estado L2=Crane 2

0%	0.00	0.00	0.00	0.00
16%	0.00	0.00	0.00	0.00
33%	0.00	0.00	0.00	0.00
50%	0.00	0.00	0.00	0.00
66%	0.00	0.00	0.00	0.00
83%	0.00	0.00	0.00	0.00
100%	0.00	0.00	0.00	0.00
Axial: 11765.56		[Kg]	Tor: 0.00	[Kg*Cm]

Viga 20

Estado L1=Crane 1

0%	0.00	0.00	0.00	0.00
16%	0.00	0.00	0.00	0.00
33%	0.00	0.00	0.00	0.00
50%	0.00	0.00	0.00	0.00
66%	0.00	0.00	0.00	0.00
83%	0.00	0.00	0.00	0.00
100%	0.00	0.00	0.00	0.00
Axial: -11024.66		[Kg]	Tor: 0.00	[Kg*Cm]

Estado L2=Crane 2

0%	0.00	0.00	0.00	0.00
16%	0.00	0.00	0.00	0.00
33%	0.00	0.00	0.00	0.00
50%	0.00	0.00	0.00	0.00
66%	0.00	0.00	0.00	0.00
83%	0.00	0.00	0.00	0.00
100%	0.00	0.00	0.00	0.00
Axial: -12392.18		[Kg]	Tor: 0.00	[Kg*Cm]

**METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y
ASCENSO:**

TÍTULO	“Coordinación del Diseño de Grúa para transporte, almacén y despacho de Materiales en el proceso de enfriamiento por aire de Planchones, entre las vías de Rodillos N° 3 y N° 4, y el eje 3 y 4 de la nave de Acería de Planchones de la Siderúrgica del Orinoco”.
SUBTÍTULO	

AUTOR (ES):

APELLIDOS Y NOMBRES	CÓDIGO CULAC / E MAIL
FUENTES R., LUISA H.	CVLAC: 13546498 E MAIL: luisalma15@yahoo.es ;
	CVLAC: E MAIL:

PALÁBRAS O FRASES CLAVES:

Coordinación

Grúa

Planchones

Siderúrgica

METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y**ASCENSO:**

ÁREA	SUBÁREA
<u>Ingeniería y Ciencias Aplicadas</u>	<u>Ingeniería Civil</u>

RESUMEN (ABSTRACT):

En el presente trabajo se coordinó la Ingeniería Básica y de detalles de una porción de un proyecto Multidisciplinario; porción constituida por la selección de un tipo de grúa y el diseño de los elementos que la soportarían. Esta grúa se instaló para integrar un nuevo proceso de producción en la Acería de Planchones de la Siderúrgica del Orinoco, ahora Ternium-Sidor. Como principal limitación se tuvo que todos los elementos debieron ser pensados y construidos durante pequeñas paradas en los procesos circundantes; además de que se debieron considera y modificar los elementos preexistentes que de manera inevitable se vieron afectados. Para poder desarrollar la Ingeniería de este proyecto se debió echar mano de la intuición al momento de realizar presupuestos y estimar tiempos de ejecución, tomando en cuenta los recursos disponibles y la efectividad de los mismos. El producto final de este trabajo, básicamente de seguimiento y canalización de la información, fue el juego de planos y documentos, emitidos o depositados en la base de datos de Sidor; los cuales debieron cumplir una serie de requisitos exigidos por la empresa.

METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y**ASCENSO:****CONTRIBUIDORES:**

APELLIDOS Y NOMBRES	ROL / CÓDIGO CVLAC / E_MAIL				
Molano, Miguel	ROL	CA	AS X	TU	JU
	CVLAC:	4025186			
	E_MAIL				
	E_MAIL				
Díaz, Juan F.	ROL	CA	AS	TU	JU X
	CVLAC:	8256085			
	E_MAIL				
	E_MAIL				
Pinto, Blas O.	ROL	CA	AS	TU	JU X
	CVLAC:	5487446			
	E_MAIL				
	E_MAIL				

FECHA DE DISCUSIÓN Y APROBACIÓN:

AÑO	MES	DÍA
2007	06	22

LENGUAJE. SPA

**METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y
ASCENSO:**

ARCHIVO (S):

NOMBRE DE ARCHIVO	TIPO MIME
TESIS GRUA.doc	Application/msword

ALCANCE

ESPACIAL: _____ (OPCIONAL)

TEMPORAL: _____ (OPCIONAL)

TÍTULO O GRADO ASOCIADO CON EL TRABAJO:

INGENIERO CIVIL_____

NIVEL ASOCIADO CON EL TRABAJO:

PREGRADO_____

ÁREA DE ESTUDIO:

DEPARTAMENTO DE CIVIL_____

INSTITUCIÓN:

UNIVERSIDAD DE ORIENTE_____

METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y

ASCENSO:

DERECHOS

“Los Trabajos de Grado son de exclusiva propiedad de la Universidad de Oriente y sólo podrán ser utilizados para otros fines con el consentimiento del Núcleo respectivo, quien lo participa al Consejo Universitario”.

LUISA HELENA FUENTES

AUTOR

MIGUEL MOLANO

TUTOR

JUAN DÍAZ

JURADO

BLAS PINTO

JURADO

YASSER SAAB

POR LA SUBCOMISION DE TESIS