

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Facultad de Ingeniería Mecánica



**« Cálculo y Diseño de una Planta Metal Mecánica
para Fabricar Productos de Calderería y
Estructura Pesada con una Capacidad de
35,000 Ton. de Acero por Año »**

T E S I S

PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO MECANICO

CARLOS ALBERTO RIVERA TAPIA

Promoción : 1979 - II

Lima -Perú

1990

INDICE

	Pág.
Prólogo	
CAPITULO I : Introducción.	
CAPITULO II: Consideraciones Generales de los Procesos de Producción.	
2.1. Descripción de los Procesos de Producción.	9
2.1.1. Generalidades.	9
2.1.2. Proceso de Plasto - Deformación	10
2.1.3. Proceso de Soldadura	18
2.1.4. Otros Procesos	24
2.2. Normas Técnicas y Especificaciones de Control de Calidad.	30
2.2.1. Generalidades	30
2.2.2. Normas Técnicas a usar en los Procesos de Producción.	31

	pág.
2.2.3. Control de Calidad	34
2.2.4. Análisis Químico	38
2.2.5. Análisis Metalográfico	39
2.2.6. Ensayos Mecánicos	43
2.2.7. Pruebas no Destructivas	45
CAPITULO III : Análisis de los Procesos de Producción. Determinación de los Parámetros de Diseño.	
3.1. Descripción de los Productos.	50
3.1.1. Generalidades	50
3.1.2. Materia Prima	51
3.1.3. Características Principales de la Materia Prima.	52
3.1.4. Definición de los Productos	62
3.1.5. Descripción, Especificaciones Técnicas y uso de los Productos	66
3.2. Análisis de los diferentes Procesos de Producción.	123
3.2.1. Operaciones requeridas en la Fabricación de los Productos	123
3.2.2. Diagramas de Flujo	126
3.2.3. Selección de las Areas de Producción.	142
CAPITULO IV: Selección y Características de las Maquinarias y Equipos.	
4.1. Generalidades.	149
4.2. Especificaciones Técnicas de las Maqui-	158

	Pág.
narias y Equipos	
4.3. Vida útil de las Maquinarias y Equipos	225
CAPITULO V: Diseño de la Planta	
5.1. Dimensiones de la Planta	227
5.1.1. Bases de Diseño	228
5.1.2. Selección del Método de Dimensionamiento	230
5.1.3. Determinación de Espacios	230
5.1.4. Area Mínima Necesaria	254
5.2. Distribución de Secciones de la Planta	254
5.2.1. Operaciones requeridas en la Fabricación de Productos	255
5.2.2. Confección de la Tabla Relacional de Actividades.	257
5.2.3. Confección del Diagrama Relacional de Recorrido y/o Actividades.	257
5.2.4. Confección del Diagrama de Disposición ideal y práctico de Areas.	257
5.3. Cálculo de las Estructuras Metálicas Principales.	267
5.3.1. Generalidades	267
5.3.2. Cálculo de Techado de la Nave de 20 m.	268
5.3.3. Cálculo de Techado de la Nave de 30 m.	316

	Pág.
5.3.4. Cálculo de la Viga Carrilera de la Nave de 20 m.	340
5.3.5. Cálculo de la Viga Carrilera de la Nave de 30 m.	347
5.3.6. Cálculo de las Columnas	354
5.4. Instalaciones Eléctricas.	381
5.4.1. Generalidades.	381
5.4.2. Estudio de Cargas.	382
5.4.3. Distribución General.	394
5.5. Otras Instalaciones.	395
CAPITULO VI: Organización Administrativa de la Planta.	
6.1. Generalidades	396
6.2. Políticas de la Planta	398
6.2.1. Política de Venta	398
6.2.2. Política de Compras	399
6.2.3. Política de Producción	400
6.2.4. Política de Personal	401
6.2.5. Otras Políticas	401
6.3. Estructura Orgánica	401
6.3.1. Organigrama Estructural	403
6.3.2. Funciones Básicas	405
6.4. Personal requerido en la Planta	415
6.4.1. Personal Administrativo	415
6.4.2. Mano de Obra Directa	418

	Pág.
CAPITULO VII :Análisis de Costos	
7.1. Generalidades	421
7.2. Inversiones Físicas	422
7.2.1. Terrenos y Edificios	422
7.2.2. Instalaciones Complementarias	425
7.2.3. Grúas	426
7.2.4. Maquinaria y Equipo	427
7.2.5. Mobiliario y Enseres	429
7.3. Inversiones Intangibles	429
7.4. Capital de Trabajo	430
7.4.1. Materia Prima	431
7.4.2. Efectivo en Caja	439
7.5. Costo Total de la Planta	443

CONCLUSIONES

BIBLIOGRAFIA

PLANOS

APENDICES

PROLOGO

A continuación describiré en forma breve cada uno de los capítulos de que consta la presente tesis.

CAPITULO I. Introducción : Esta parte explica los alcances de la tesis y la forma en que se ha realizado.

CAPITULO II. Consideraciones generales de los procesos de producción:

Aquí se define los procedimientos de producción de la planta en estudio y además se define las normas, especificaciones de fabricación y calidad para la obtención óptima de los productos.

CAPITULO III. Análisis de los procesos de producción. Determinación de los parámetros de diseño:

Es donde se indican los principales insumos que utiliza la planta y se definen los productos a fabricar con sus principales características. Seguidamente se realiza un análisis de las operaciones requeridas pa-

ra su fabricación y en base a estas definiciones, seleccionar las áreas o secciones en que dividirá la planta.

CAPITULO IV. Selección y características de las maquinarias y equipos :

De acuerdo a los resultados de los capítulos anteriores, aquí se indican y definen cada una de las maquinarias y equipos requeridos.

CAPITULO V. Diseño de la planta:

Aquí se define el tamaño de la planta y se realiza la distribución tanto de las secciones operativas como de los equipos y maquinarias. Asimismo se realiza el cálculo de las principales estructuras metálicas y de las instalaciones eléctricas; además se indican las instalaciones complementarias.

CAPITULO VI Organización administrativa de la planta:

Aquí se define la estructura orgánica y las políticas, determinando la cantidad de personal que labora en la planta.

CAPITULO VII. Análisis de costos:

En esta parte se indican las inversiones que se tienen que realizar para la puesta en marcha de la Planta.

Se cuenta además con las Conclusiones, Bibliografía usada, planos obtenidos y un apéndice con datos necesarios para el desarrollo del presente trabajo.

Quisiera agradecer al Sr. Francisco Díaz y a la Ingeniera Dilma -
Tejada por su colaboración desinteresada en la elaboración de la-
presente tesis.

CAPITULO I

INTRODUCCION

En la actualidad, el Perú es un país que se encuentra en pleno proceso de desarrollo industrial, donde la transferencia tecnológica de países más avanzados es indispensable con el fin de asimilar sus experiencias y nuevas técnicas para determinar con la dependencia, para lo cual es necesario contar con profesionales altamente especializados.

Por tanto el ingeniero mecánico debe de encontrarse preparado no sólo para captar esta transferencia tecnológica, sino que a veces es necesario modificar, crear y mejorar los métodos de trabajo en la industria ya existente.

El presente trabajo que he realizado está orientado hacia el sector metalmecánico, en el que frecuentemente hay cambios de líneas de producción o productos, al que se tituló " Cálculo, y Diseño de una Planta Metal Mecánica para fabricar productos de Calderería y Estructura Pesada con una capacidad de 35 000 Tons. de Acero por año."

El desarrollo de la tesis está encuadrada principalmente en el aspecto técnico de la implementación de una fábrica con varias líneas de producción, tamaño de planta, características de los equipos y maquinarias y la obtención de la capacidad instalada para finalmente determinar un estimado de los costos de inversión para ejecutar el proyecto.

La metodología que he seguido en la elaboración de la tesis y la obtención de datos se sustenta en dos partes, una en el campo práctico y otra en el campo teórico.

En el campo práctico he hecho una recolección de datos en empresas metalmeccánicas establecidas en Lima de donde obtuve los procesos de manufactura, métodos de trabajo, distribución de planta, máquinas y equipos usados, producción, personal y todo lo concerniente para el desarrollo adecuado del tema tratado.

En el campo teórico, se abordó principalmente sobre las normas y especificaciones técnicas, tanto nacionales como extranjeras, se realizó consultas a textos especializados en tecnología del acero, procesos de producción, métodos, distribución y diseños prácticos de ingeniería, entre otros.

Para conformar la estructura del tema del presente trabajo he establecido para la planta tres líneas principales de producción y son :

Calderería Pesada: con producción de acero de aproximadamente 450 Tons/mes.

• Estructuras Metálicas: con producción de acero de aproximadamente 1500 Tons/mes.

Perfiles Pesados : con producción de acero de aproximadamente 100 Tons/mes.

Siendo un procesamiento de acero por año total de aproximadamente 35 000 Tons.

En base a estos datos he desarrollado los cálculos y diseños para las áreas requeridas, los equipos y maquinarias a utilizar y su distribución de acuerdo a los procesos de producción establecidos.

Debido a que el objetivo de esta planta es el de servir como apoyo al desarrollo de la industria pesada del país, sus productos son requeridos por diferentes sectores económicos, tales como: minería, industria química, petroquímica, siderúrgica, astilleros, viales, industrias de proceso, etc; debido a que su producción es variada es decir, es una planta multipropósito y dirigido a la fabricación de maquinarias, equipos caldereros estructurales pesados y perfiles soldados pesados, de acuerdo a las necesidades de desarrollo del país, así como el auto-abastecimiento y tecnología propia y en algunos casos a la transferencia de tecnología extranjera.

Inicio el presente trabajo con la definición de los procesos de producción que se utilizan en este tipo de plantas, describiendo cada uno de los principales, asimismo se define y determinan las normas técnicas y especificaciones de control de calidad más adecuadas para estos procesos.

Para obtener los parámetros de diseño de planta, defino la materia prima que principalmente se utiliza, los productos que se van a obtener y las operaciones requeridas en este proceso. Con estos datos y las líneas de producción realizo la selección de los equipos y maquinarias basado en dos aspectos : máquinas necesarias por ser indispensables para el proceso de producción y máquinas necesarias de acuerdo al volumen de producción; seguidamente determino las dimensiones de la planta y la distribución adecuada de las áreas, máquinas y equipos aplicando los criterios básicos de disposición de Planta y las recomendaciones de la Organización Internacional del Trabajo (OIT).

Para el cálculo de las estructuras metálicas principales de cada una de las naves conformantes de la planta, sigo las indicaciones del American Institute of Steel Construction (AISC) y El Acero en la construcción (DIN).

Para la selección de los transformadores eléctricos de las subestaciones, realizo previamente un cálculo preliminar de las instalaciones eléctricas de fuerza y alumbrado, haciendo un estudio de cargas de acuerdo a las necesidades de cada subestación en las cuales han sido repartidos los requerimientos de potencia de las maquinarias y equipos indicados en sus especificaciones técnicas del fabricante y los requerimientos de potencia de alumbrado de la planta obtenidos en forma práctica y de acuerdo a las recomendaciones técnicas de niveles de iluminación para este tipo de planta.

Como complemento al presente trabajo, incluyo un plan de organización

administrativa, determinando un estimado del personal requerido tanto de mano de obra directa como indirecta. Asimismo defino algunas políticas que debe de seguir la planta a fin de que se obtengan las mejores condiciones de operación.

Finalmente realizo el análisis de los costos de inversión total para implementar esta planta metalmecánica.

En los apéndices correspondientes se muestra la información complementaria con los datos necesarios para apoyar a los capítulos que consta el presente trabajo.

Acompaño la bibliografía utilizada y los planos obtenidos.

CAPITULO II

CONSIDERACIONES GENERALES DE LOS PROCESOS DE PRODUCCION

2.1. Descripción de los Procesos de Producción

2.1.1. Generalidades

Los procesos básicos de fabricación para la manufactura de productos de calderería y estructurales son los siguientes :

- a) Proceso de Plasto- Deformación
- b) Proceso de Soldadura.

Además de manera complementaria a los procesos mencionados, son usados también los siguientes :

- c) Proceso Mecanizado por Arranque de Viruta
- d) Proceso de Tratamiento Térmico
- e) Proceso de Acabado
- f) Proceso de Corte

g) Proceso de Ensamble

Todos los procesos indicados para su integración racional dentro del sistema productivo necesitan de una variedad de operaciones complementarias, entre las cuales podemos enumerar las siguientes :

- Dimensionamiento
- Operaciones de Preparación del Trabajo
- Manejo de Materiales
- Control de Calidad.

2.1.2. Proceso de Plasto-Deformación

El proceso de manufactura por Plasto-Deformación consiste principalmente en trabajar los metales dándole diversas formas de acuerdo a lo que se quiere realizar - aprovechando las propiedades plásticas de los materiales.

Los procesos principalmente utilizados son los siguientes :

- a. Doblado
- b. Rolado
- c. Enderezado.

- a. El doblado es uno de los procesos más comunes en el trabajo metalmecánico y consiste en dar lugar a diversas formas a la materia prima de acuerdo a los objetivos que se persigan, utilizando matrices.

El fenómeno que tiene lugar al producirse el doblado del material es que, la superficie más externa del material es sometida a tensión, mientras que la superficie interna de doblado es sometida a compresión.

Técnicamente las deformaciones producidas están regidas por la siguiente relación :

$$Co = - Ci = \frac{1}{\left(2 \frac{R}{T} + 1 \right)}$$

donde :

Co, deformación externa

Ci, deformación interna

R, radio de doblado

T, espesor de plancha

Sin embargo, para relaciones de R/T, grandes $Co \approx Ci$; siendo que, por otro lado, la relación que da un valor mínimo para R/T es :

$$\text{Min } R/T = \left(\frac{60}{\text{Reducción Tensión}} - 1 \right)$$

Además una consideración no menos importante es el factor K de recuperación, (spring-back factor) dado por la siguiente expresión :

$$K = \frac{(2 \frac{R_i}{T} + 1)}{(2 \frac{R_f}{T} + 1)}$$

donde :

R_i , radio inicial de doblado

R_f , radio final de doblado.

Siendo este factor tomado muy en cuenta para el diseño de las matrices.

Otro factor importante relativo a este proceso, es la fuerza necesaria para producir el doblado, Tomaremos como ilustración el caso específico de doblado en "V" de una plancha para la cual la fuerza necesaria esta dada por la siguiente expresión

$$F = 0.67 \text{ sw } t^2 / l$$

Donde :

F , fuerza de doblado

S , esfuerzo de rotura

w , longitud de la plancha

t , espesor de la plancha

l , proyección de la dimensión transversal del macho.

De la misma forma, se tienen otras expresiones para casos diversos de doblado, con cuyos resultados nos permite contrastar la potencia requerida

para el mecanizado de la pieza a trabajar con la potencia de las prensas a ser usadas.

En la ejecución de estos procesos nos permiten tolerancias angulares de $\pm 0,25^\circ$ en trabajos ligeros y de $\pm 2^\circ$ en trabajos pesados. Las tolerancias dimensionadas pueden variar de $\pm 1/32''$ (0,8mm) hasta $\pm 1/16''$ (1,6 mm.) y aún más en trabajos pesados, principalmente.

En cuanto a las variaciones de rectitud, se puede decir que ellas dependen de la longitud de los componentes.

Para la obtención de buena calidad en las superficies de trabajo dependen, además de lo ya indicado, del uso adecuado de matrices, protectores, secuencia adecuada de trabajo, etc.

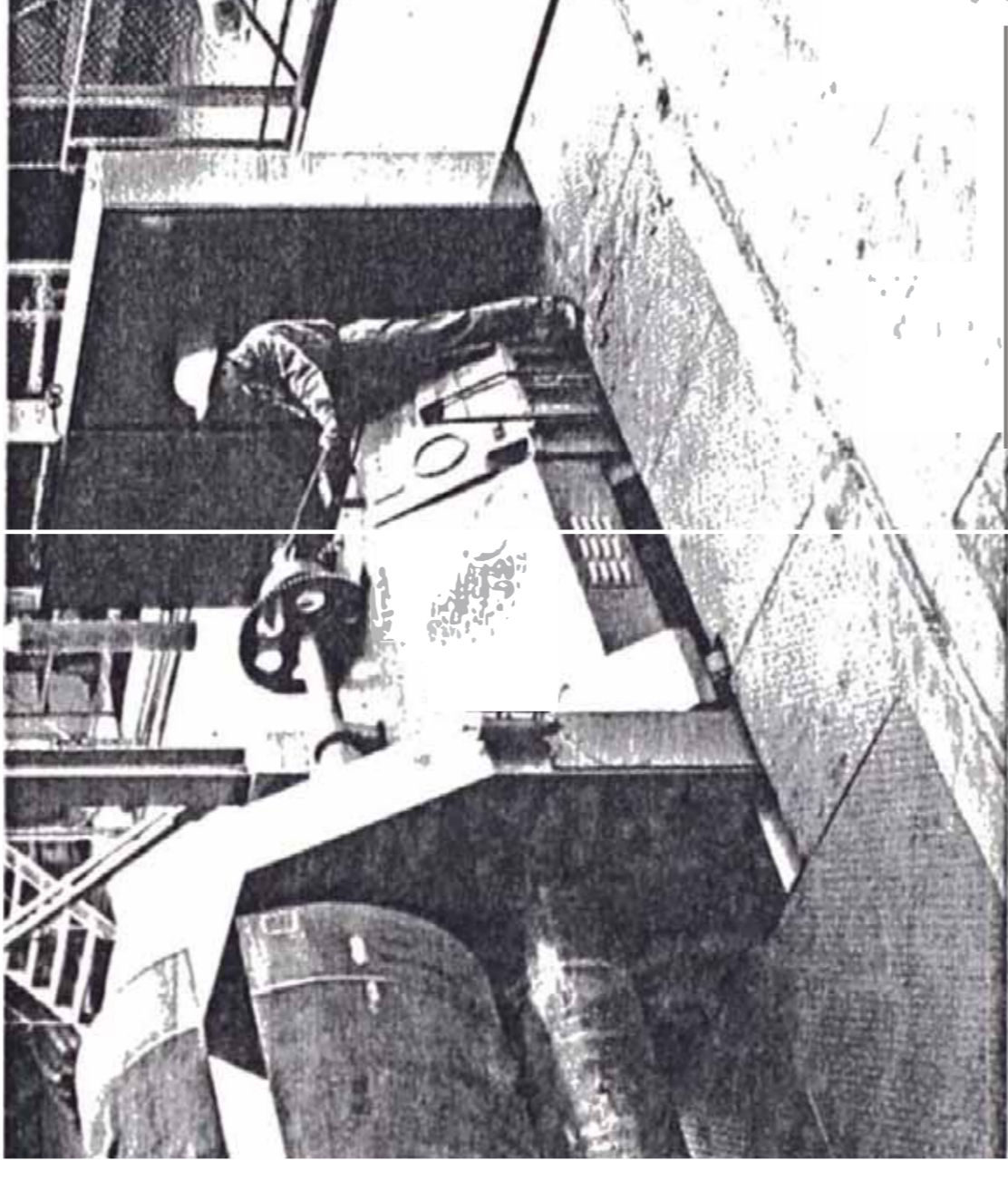
En el caso de doblado de tubos las tolerancias más divulgadas son las que se presentan en el cuadro siguiente :

Diametro Exterior	Tolerancias	
	Diseño	Producción
1 - 1 2	0.010	1/32
3 - 1 1/4	0.015	1/32
1 1/2 - 2	0.020	1/16
2 1/4 - 3	0.030	1/16
3 1/4 - 4	0.065	1/8
4 1/2 - 7		1/8
8 - 12		3/16

Finalmente, las máquinas que permiten la variedad de aplicaciones de este género se llaman prensas dobladoras o plegadoras.

- b. El rolado es un proceso concerniente al doblado de perfiles, barras redondas y cuadradas, tubos, planchas, etc., en un plano, mediante rodillos dispuestos paralelamente y accionados, según sea la forma que se quiere lograr. (Ver Fig. 2/1)

Los sistemas más conocidos, son el sistema piramidal o de tres rodillos (pyramid Rolls) y el sistema de arrastre (Pinch Rolls) o de más de tres rodillos.



PROCESO DE ROLADO

Técnicamente las expresiones representativas en el caso del sistema piramidal son las siguientes:

$$F = \frac{f_y l t^2}{x}$$

Donde:

- F, carga uniformemente distribuida a lo largo del rodillo superior
- f_y , esfuerzo de fluencia
- l, longitud del rodillo
- x, distancia entre los rodillos inferiores
- t, espesor del material

$$S = \frac{5 f_y l^4 t^2}{6 \pi x d^4 E}$$

Donde:

- S, deflexión del rodillo debido a la carga F
- d, diámetro del rodillo
- E, módulo de elasticidad del material

$$S = \frac{5 f_y L^3 l t^2}{6 \pi x d^4 E}$$

Donde:

- L, longitud del rodillo superior
- l, longitud del material a lo largo del eje del rodillo

Estas formulas son aproximadas, por cuanto no toman en cuenta el endurecimiento del material, ni la variación del esfuerzo de flexión. Sin embargo, ellas deben ser tomadas en cuenta en el cálculo de las potencias reales del doblado.

Entre las especificaciones técnicas prácticas tenemos que, el rolado en frío, sin recocido, está permitido dentro de las siguientes condiciones:

- R Radio de curvatura
- h Altura del perfil (en el plano de curvatura)

<u>Tipos de Acero</u>	<u>R/h</u>
Plancha	20
Perfiles Simétricos	40
Perfiles Disimétricos	60

En el caso que la relación R/h fuera inferior, se podrá hacer el rolado en frío, pero seguido de un recocido de normalización.

El rolado en caliente se efectúa sobre pieza precalentada lenta y uniformemente a una temperatura superior a los 700°C.

El control del radio se hace con plantilla de lamina y con herramientas adecuadas.

Las piezas terminadas deben estar libres de grietas, hendiduras, fisuras, o cualquier otro defecto. Las máquinas diseñadas bajo estos principios se llaman roladoras.

- c. El enderezado es un proceso utilizado principalmente para subsanar las deformaciones de las piezas (planchas o perfiles) de acero que han tenido durante la laminación y/o el transporte.

Los sistemas utilizados depende de la pieza a enderezar; las deformaciones de las chapas de acero laminadas se enderezan en cilindros de enderezar chapas, los perfiles en canal y en W se enderezan con prensas horizontales de enderezar y curvar, los perfiles angulares se enderezan en cilindros de enderezar angulares.

Otra forma práctica de enderezar las piezas en frío y para pequeñas deformaciones, es con leves martillazos sin golpe fuerte, o con la prensa hidráulica, o con la aplanadora. Para importantes deformaciones las piezas pueden ser precalentadas lenta y uniformemente hasta 400°C y después pasará hasta 700°C.

en algunos casos se puede usar un calentamiento por puntos, el enderezamiento se hará a presión - sin golpe.

Una vez enderezadas las ondulaciones y la curvatura y comprobar que ha quedado lista para el uso a que se le destinará, en el caso de la chapa, con una regla de acero de 1 m. de longitud puesta de canto sobre aquella, las irregularidades no deben ser mayores de 1,5 mm., en el caso de un acero perfilado, la curvatura no debe superar 1/1000 de su longitud y no debe ser mayor de 5 mm. La falta de perpendicularidad de las alas no ha de sobrepasar - 1 mm. por 100 mm. de ancho del ala.

2.1.3 Proceso de Soldadura

La soldadura es el proceso de unión, que se consigue aplicando calor, presión o ambos simultáneamente a los bordes de las piezas que han de ser unidas, con o sin adición de material de aporte.

Existen diferentes procedimientos de soldadura las cuales las podemos clasificar a partir de distintos puntos de vista.

- Según la clase de material base, aquí podemos diferenciar:

- a) Soldadura de materiales sintéticos
- b) Soldadura de metales
- c) Soldadura de otros materiales y combinaciones de materiales.

Estando centrado nuestro estudio exclusivamente al de soldadura de metales.

- Según el objeto de la soldadura, aquí hay que diferenciar entre:
 - a) Soldadura de unión
 - b) Soldadura de aportación.

- Según el curso de la soldadura, aquí hay que diferenciar entre:
 - a) Soldadura de presión;
 - b) Soldadura de fusión

- Según la clase de producción, aquí hay que diferenciar entre:
 - a) Soldadura manual
 - b) Soldadura parcialmente mecanizada
 - c) Soldadura totalmente mecanizada
 - d) Soldadura automática

Durante la soldadura el metal puede encontrarse tanto en estado plástico como fundido. Cuando se emplea la soldadura plástica, los bordes de las piezas por unir se ca-

lientan hasta que alcancen un estado pastoso y se unen aplicando una fuerza exterior.

La soldadura por fusión se efectúa calentando los bordes de las piezas hasta fundirlas. En este tipo de soldadura cambia la composición química y la estructura de la unión soldada.

Haciendo uso de la energía eléctrica, la soldadura puede realizarse por arco eléctrico y por contacto. En este caso es de interés la soldadura por arco.

La soldadura por arco es el método de unión por fusión, cuando el calentamiento se produce con ayuda de un arco eléctrico y se realiza por medio de un electrodo el cual se funde durante la soldadura y sirve de metal de aportación. Los bordes a soldar y el alambre de electrodo (de aportación) se funden. A medida del desplazamiento del arco a lo largo de los bordes que se sueldan, el metal de aportación y el fundamental se mezclan en el baño de fusión de la soldadura y se enfrían, y al solidificarse, forman la costura de soldadura.

A la soldadura por arco corresponden una variedad de sistemas, que pasamos a enumerar:

- Soldadura con electrodo revestido
- Soldadura automática o semiautomática con electrodo -

sin revestimiento con flujo de fundente consecutivo

Soldadura automática o semiautomática de electrodo no consumible y sumergido en gas inerte

Soldadura automática con electrodo sumergido en hidrógeno atómico

- Soldadura de escoria. (Electro - slag)

- Soldadura semiautomática short arc

-

La soldadura por arco se realiza con corrientes continua y alterna. La soldadura con corriente alterna tiene una aplicación muy amplia, debido a que el equipo necesario resulta más barato que en el caso de corriente continua.

El gasto de energía eléctrica con corriente continua es 40 - 50% mayor que empleando corriente alterna.

Al aplicar corriente continua, el menos (polo negativo) - de la fuente de corriente se conecta al electrodo (polaridad normal) ó a la pieza a soldar (polaridad invertida). La última polaridad se utiliza en los casos, cuando se debe reducir el desprendimiento del calor en la pieza que se suelda para soldar el metal fino o de baja temperatura de fusión, los aceros aleados, sensibles al sobrecalentamiento, los inoxidables y altos en carbono, y también siendo empleadas algunas clases de electrodos.

Las fuentes de alimentación para soldadura por arco, pue-

den ser:

- Generadores de corriente continua
- Máquinas de soldar con corriente alterna

La corriente alterna se alimenta al puesto desde transformadores, la continua, desde convertidores y rectificadores.

Para la soldadura por arco se emplean electrodos de metal, de carbón, de tungsteno, etc.

Los electrodos de metal se preparan para la soldadura a mano en forma de varillas y para soldadura automática en forma de rollos de alambre.

Según sea el sistema que se usa, los electrodos pueden ser desnudos o revestidos.

La sustancia del revestimiento de calidad consta de materia ionizante, formador de escoria, formador de gas, desoxidantes, sustancias de alear y cohesivas.

El potencial en el arco es del orden de 50 a 90 voltios, en circuito abierto, cero en cortocircuito y en operación de 17 a 40 voltios. Las temperaturas desarrolladas pueden ser del orden de los 5500 °C .

Para asegurar una buena soldabilidad, los metales deben poseer una gran conductividad térmica, pequeña contracción

y un coeficiente insignificante de dilatación lineal. Una baja conductividad térmica contribuye a la concentración del calor en una zona limitada. Las tensiones que surgen son tanto más considerables cuanto mayores sean los coeficientes de dilatación lineal y la contracción.

Las tensiones interiores surgen solamente en el caso cuando hay cualquier obstáculo para la dilatación y contracción libre de la pieza. Tal obstáculo son los sectores vecinos del metal que quedan más fríos gracias al calentamiento no uniforme y por lo que se dilatan menos. La existencia de una fuente concentrada de calor (arco eléctrico) que se desplaza a lo largo de la costura con cierta velocidad y que proporciona un calentamiento irregular del metal al efectuar la soldadura, es la causa principal del surgimiento de las tensiones y deformaciones en los artículos soldados.

La secuencia de montaje para soldar, el procedimiento y régimen de soldadura, la sucesión de aplicación de la costura por su largo y sección influyen sobre la magnitud de las deformaciones y tensiones durante la soldadura.

Para prevenir las deformaciones en el proceso de soldadura se emplean procedimientos tales como, compensar las deformaciones que puedan ocurrir empleando una sucesión al aplicar la costura, creando deformaciones inversas antes de soldar, sujetando rígidamente la pieza, etc.

Como medida para eliminar las tensiones interiores se utiliza el tratamiento térmico.

Al emplear la soldadura por contacto, los elementos se unen debido al calentamiento de los lugares de acoplamiento hasta el estado plástico, y a veces hasta la fusión, mediante la corriente eléctrica que pasa por las piezas a soldar y la posterior apretadura de estas piezas por el esfuerzo aplicado a ellas.

Según el carácter de las juntas obtenidas, la soldadura por contacto se divide en la a tope, por puntos, por contacto de rodillos o de costura.

El nombre de las máquinas diseñadas bajo el principio indicado es el de soldadoras eléctricas.

2.1.4 Otros Procesos

Complementariamente a los procesos anteriormente explicados, existen otros procesos de los cuales explicaremos brevemente algunos de ellos.

El proceso de mecanizado por arranque de viruta consiste en dar forma a las piezas trabajadas, de acuerdo al objetivo perseguido, mediante el arranque de viruta, el cual esta técnicamente indicado mediante las siguientes relaciones características:

$$r = \frac{\text{Sen } \phi}{\cos (\phi - \alpha)}$$

$$\gamma = \text{Cot } \phi + \text{Tan}(\phi - \alpha)$$

$$V_s = \frac{V \cos \alpha}{\cos (\phi - \alpha)}$$

$$F_c = R \cos (B - \alpha)$$

$$P = V F_c$$

Donde:

ϕ , ángulo del plano de corte

α , ángulo de ataque

r , razón de corte

γ , deformación

V , velocidad de corte

F_c , fuerza de corte

R , fuerza sobre la herramienta

P , potencia de corte

Las máquinas que se diseñan bajo estos principios adoptan diferentes formas, siendo las principales : cepilladoras , taladros, tornos, fresadoras, etc.

Otros procesos complementario es el del tratamiento térmico que incluye la normalización para acero al carbono y el-

temple con alto grado de revenido para aceros especiales. Estos tratamientos pueden ser hechos, antes o después de la soldadura, con calentamientos que alcanzan temperaturas entre 90° a 600°C.

Para estos tratamientos se usan hornos calentados a gas, aceite o electricidad. Sus dimensiones internas, permiten alturas de 4m y longitudes de 17m.

También otro proceso complementario que permite la limpieza de la superficie, contaminada de aceite, polvo, rebabas, óxido, etc, es el proceso de limpieza de superficies.

La limpieza de las superficies pueden ser realizadas utilizando solventes minerales u orgánicos y soluciones de agua. Los métodos más corrientes, son los de inmersión, lavado electrolítico, el de chorros, el de vapor, el electrosónico, químicos, etc.

Dentro de los métodos de limpieza, se tienen el arenado, el granallado, el pulido, el escobillado, etc. Tanto el arenado como el granallado, son métodos que consisten en el lanzamiento de partículas a alta velocidad, sobre la superficie que se quiere limpiar.

Las partículas pueden ser granallas o partículas de metal,

abrasivos naturales o artificiales incluyendo arena. Una limpieza uniforme y en muchos casos de buen acabado se obtiene mediante el arenado. Por otro lado el granallado causa el flujo plástico de las capas más exteriores de la superficie, mejorando la resistencia a la fatiga y a la corrosión. Los métodos más conocidos de arenado son, el de aire comprimido, el de acción centrífuga, el de alta presión de agua y el de aire comprimido y agua. En cambio el granallado usa dos métodos, el de acción centrífuga y el de aire comprimido.

Otro proceso importante dentro del grupo complementario es el corte, que se realiza mediante cizallas, guillotinas, arcos de sierra, piedras de esmeril, el corte oxiacetilénico y el corte para arco eléctrico. También en este grupo se pueden considerar ciertas formas de troquelado y punzonado.

Una relación usada en los métodos de corte puro, o sea en los dos primeros mencionados y también los dos agregados es la siguiente:

$$W = l f_s t$$

Donde:

W , carga requerida para el corte

l , periferia de corte

f_s , esfuerzo de corte del material

t , espesor a ser cortado

El método de corte por sierra, está caracterizado por ser una forma de operación por arranque de viruta. Similarmente al corte con disco abrasivo, con gran aproximación puede ser considerado dentro de este último proceso.

En el proceso de corte son de gran importancia los cortes mediante las operaciones de corte acetilénico y corte por arco. Además de los mencionados, se conocen otros no menos importantes como los siguientes:

- Soplete doble para calentamiento y lanzamiento de oxígeno
- La combinación de electródo tubular y oxígeno
- La combinación de polvo de metal, oxígeno y acetileno.
- El corte de arco - plasma
- El corte oxígeno - propano
- El corte con rayos laser

De acuerdo a lo explicado los gases de mayor uso son el acetileno, el propano, el hidrógeno y gases raros, todos ellos en combinación con el oxígeno. El consumo de oxígeno para un espesor dado es menor cuando se usa acetileno, que cuando se usa propano. La velocidad de corte es más grande cuando se usa acetileno.

El oxicorte tiene una serie de ventajas en comparación con el corte mecánico.

La universalidad del oxicorte da la posibilidad de cortar piezas de forma, espesores y configuraciones prácticamente cualesquiera. El oxicorte asegura el maquinado tanto rectilíneo como curvilíneo. El equipo para oxicorte puede ser utilizado tanto para tratar los bordes (preparación para la soldadura), como enderezar las piezas por calentamiento. La posibilidad de realizar simultáneamente el corte y la preparación de los bordes para la soldadura, aumenta de modo considerable la productividad del trabajo en comparación con el corte mecánico y el cepillado posterior de los bordes.

La explotación del equipo oxicorte es muy cómoda, puesto que tiene una masa pequeña que permite acercarlo a las piezas grandes, sin gastar tiempo para trasladar dichas piezas.

Los gastos de adquisición, montaje y explotación de los equipos de oxicorte son considerablemente menores que los de corte mecánico.

En las plantas metalmecánicas se aplican tres métodos de oxicorte: con soplete manual, con máquinas para cortar portátiles y estacionarias.

Por último entre los procesos complementarios mencionados al proceso de ensamble, cuya principal característica es

la de formar unidades mediante la integración adecuada de elementos y productos siguiendo secuencias lógicas de agrupamiento, que obedecen al plano director de producción y usando métodos óptimos de ensamble.

En los pasos seguidos en el ensamble tenemos que para iniciar las uniones se pueden usar punto de soldadura, según sea el caso o atornillamiento temporal, para lo cual se hacen perforaciones en puntos adecuados de las uniones.

Sin embargo con el desarrollo de dispositivos pueden disminuirse el uso de tales formas de unión preliminar para lo cual podemos mencionar : dispositivos mecánicos, hidráulicos, neumáticos, neumohidráulicos, tornillos mecánicos, etc. En este proceso son también muy usados las plantillas, que facilitan normalmente el proceso de unión de las partes.

2.2 Normas Técnicas y Especificaciones de Control de Calidad

2.2.1 Generalidades

Consideramos que las normas a ser usadas, tanto en control de calidad de diseño, como en el control de calidad de los productos fabricados por la planta deben de tender a una necesidad ineludible de uniformación de criterios, de manera que las especificaciones de la calidad se hagan de acuerdo, a aquellas normas de más frecuente uso internacional y concordante con la fuente de tecnología a ser aplicada en la manufactura de los productos de calderería y estructuras.

2.2.2 Normas Técnicas

Con la finalidad de obtener una buena calidad en el producto, las especificaciones de fabricación deben ser encuadradas dentro del marco más apropiado de la normalización internacional.

Las especificaciones por una parte se refieren sólo a las características de diseño, mientras que por otra parte de manera más amplia, contienen información respecto al diseño, al proceso de ensayos, a las inspecciones y otros aspectos complementarios. Debido a esto, algunas especificaciones pueden ser totalmente opuestas, por tanto, para armonizar criterios respecto a las características de calidad se tiene el uso adecuado de normas.

Las normas más conocidas internacionalmente, de acuerdo al uso que se desee dar en el proceso de fabricación de un producto determinado, son los siguientes:

Para obtener información sobre aspectos relativos al diseño, a las características de los procesos a ser usados para convertir los metales en productos, a las propiedades de los metales y a otros valores característicos tenemos a las normas ASME quien es ampliamente conocida en la especificación de calderos.

Para ser usada en todos aquellos aspectos relacionados con la inspección y ensayo de materiales, brindando informa-

ción sobre estandarización de materiales, tenemos a la norma ASTM.

Para usos especiales, son de frecuente empleo la norma SAE, que ha desarrollado una serie comprensiva de especificaciones para acero, equivalente en algunas partes a la norma AISI.

Cuando se trata de especificaciones de tubos y materiales para cables de acero es recomendable frecuentemente el uso de la norma API.

Las especificaciones estandarizadas para materiales usados en carreteras y métodos de muestreo y ensayo son establecidas por las normas AASHTO.

Las especificaciones concernientes a la unión de partes mediante pernos y/o remaches son establecidas por la norma AIBNRM.

En cuanto a los aspectos concernientes al diseño, proceso, ensayos e inspecciones de partes soldadas están especificadas en los acápites correspondientes a la norma ASME y a la norma AWS.

De manera particular, tenemos que en el proceso de unión por soldadura de recipientes de alta presión se recomienda frecuentemente el uso de normas ASME y API y para soldar

tanques se recomienda el uso de normas AWS.

De la misma forma, para tubos se menciona a las normas AWS y ABS.

En la fabricación de electrodos se usan comunmente las normas AWS y ASTM.

En la especificación de componentes, accesorios, herramientas, etc. usadas en los procesos de manufacturas, la norma más usada es la ASTM.

Otro sistema de normas amplia e internacionalmente conocida en el campo de la ingeniería, es el sistema DIN, que comprende especificaciones de diseño, fabricación, ensayos, inspecciones y establecimientos de definiciones. A diferencia de las normas antes citadas que usan el sistema de unidades de medida inglesas, estas normas emplean el sistema de unidades de medida M. K. S. Aunque en la actualidad existe ya la tendencia de unificación de las unidades de medida al llamado Sistema Internacional,

El sistema DIN junto con el ASA, son los más conocidos en nuestro medio.

Por consiguiente, consideramos que en una planta metal-mecánica las normas de más frecuente uso son las que a continuación señalamos:

ASME	:	American Society of Mechanical Engineers
ASTM	:	American Society for Testing and Materials
API	:	American Petroleum Institute
AWS	:	American Welding Society
AASHTO	:	American Association of State Highway
ABS	:	American Bureau of Shipping
DIN	:	Deutsche Industrie Normen
SAE	:	Society of Automotive Engineers
AISI	:	American Iron Steel Institute
AISC	:	American Institute of Steel Construction
AIBNRM	:	American Institute of Bolt, Nut and Rivet Manufacturers

También debemos considerar a la norma ITINTEC (Instituto de Investigación Tecnológica Industrial y de Normas Técnicas) que comprende especificaciones de fabricación, inspecciones, etc.

En el apéndice A podemos apreciar todas las normas indicadas, aplicadas a algunos productos concernientes a la planta Metal Mecánica que vamos a diseñar.

2.2.3 Control de Calidad

En un proceso productivo una de las partes más importantes es el control de calidad, con la finalidad de obtener un buen producto y sea competitivo en el mercado.

El control de calidad debe de ejecutarse en las fases de pre-operación, operación y circulación de un producto.

De esta manera, en la fase de pre-operación el control de calidad debe ser tal, para que permita la ejecución de las siguientes tareas:

- Desarrollo de nuevo producto
- Investigaciones para mejora de la calidad
- Planes de capacitación en control de calidad
- Elaboración de programas de inspección
- Diseño de ensayos de laboratorio
- Desarrollo de equipo de laboratorio, etc.

Considerando fundamental en esta fase la creación de una infraestructura investigativa y administrativa, dinámica, que permita la captación y modificación de tecnología acorde a los planes de desarrollo de la Planta.

En la fase de operación consideramos de vital importancia destacar el hecho de que un buen control de calidad permite reducir los trabajos de reajuste, ya que muchas veces se deben realizar operaciones adicionales como los de : limado, limpiado, escariado, ajuste y repaso de las piezas, a las medidas establecidas para un buen ensamblaje de las mismas. Es por ello que la exactitud en el mecanizado de las piezas es sumamente importante en toda Planta Metal Mecánica, sino conllevaría a pérdidas de tiempo en el arreglo.

Por otro lado tenemos que el control de calidad debe de ser integral o sea comprender también las materias primas e insumos utilizados, es por ello que consideramos conveniente efectuar ensayos de materiales en el laboratorio respectivo. Muchas veces es posible detectar fallas en las piezas metálicas, como : sopladuras, inclusiones de fundición , grietas capilares y de forja, defectos nocivos, etc., que permiten ahorro en el mecanizado de los mismos.

Con el fin de cumplir con un sistema adecuado de control de calidad es necesario:

- Elegir adecuados procedimientos operativos
- Determinar las fases sucesivas de producción
- Maquinaria y equipo tecnológico
- Establecimiento de sobreespesores, dimensiones y tolerancias
- Designación de los regímenes de corte
- Calificación del operario
- Normas Técnicas de elaboración

Las medidas de las piezas es indispensable controlarlas durante el proceso de mecanizado. La elección de las bases de medición de las cuales se hace el cálculo de las dimensiones es muy importante para aumentar la exactitud de las piezas que se fabrican.

Las operaciones de acabado se verifican al final del mecanizado de la pieza, garantizando la mejor conservación de las

superficies limpias y exactas. En la producción de la planta se dará un especial énfasis a la inspección de los cordones de soldadura mediante equipos especiales, con la finalidad de garantizar una correcta unión metálica, y detectar grietas longitudinales y transversales, falta de penetración, inclusión de escoria y porosidad en la soldadura.

Entre las características más resaltantes de un cordón de soldadura están : excelente fusión sin sobremontas, penetración buena y definida, ausencia de socavaciones, ninguna porosidad, espesor adecuado, ausencia de salpicaduras.

Por tanto, a medida que se eleva la exactitud de fabricación, se reducen los trabajos de reajuste y disminuyen los trabajos laboriosos en las operaciones de montaje. De esta manera, la precisión constituye el índice más importante de la calidad. Hay que tener en cuenta que muchas veces los errores de producción son consecuencia de factores como inexactitud de la maquinaria e instrumentos, etc., por tanto hay que tener especial cuidado en la selección y luego mantenimiento de ellos.

Los ensayos de control de calidad más importantes y concordantes con los objetivos de nuestra planta metalmeccánica son: análisis químico, análisis metalográfico, ensayos mecánicos y pruebas no destructivas.

2.2.4 Análisis Químico

Es uno de los ensayos de control de calidad muy importante en la entrada de los materiales para lo cual puede resultar muy necesario el análisis químico tanto de los aceros, como de los fierros fundidos.

La metodología de este análisis en el caso de los aceros es determinar fundamentalmente el porcentaje de carbono; en base a este resultado se puede inducir las características que pueden tener los lotes de materiales. Lo cual sumado a un examen metalográfico servirá para confrontar las características obtenidas con las especificadas o normalizadas,

La variación de los porcentajes de carbón influye en el comportamiento de las combinaciones binarias hierro - carbono, frente a los fenómenos de corrosión, fusibilidad, soldabilidad, ductilidad, maquinabilidad, tratamientos termicos, etc. En el análisis químico de estas combinaciones se presentan los siguientes casos:

- Determinación del carbono total
- Determinación del carbono de combinación
- Determinación del carbono grafitico

En la determinación del carbono total se puede emplear los siguientes métodos:

- Métodos basados en la combustión directa de la muestra
- Métodos basados en reacciones

Los más usuales son los basados en la combustión directa de la muestra, los cuales pueden ser:

- Por absorción del CO_2 en soda - asbestos
- Por absorción del CO_2 en $\text{Ba}(\text{OH})_2$
- Por medición del volumen CO_2
- Por condensación del CO_2 en aire líquido
- Por combustión directa de H_2SO_4 y H_2CrO_4

Por otro lado, en la determinación del carbono la combinación se sigue los siguientes métodos:

- Método del calorímetro
- Método magnético
-

No nos referimos a la determinación del carbono grafitico por no ser pertinente al control de calidad de la planta.

2.2.5 Análisis Metalográfico

Viene a ser un complemento del análisis químico y tiene por objeto estudiar la estructura interna del material de manera que se pueda prever el comportamiento en determinadas condiciones.

Estas pruebas se realizan de dos maneras:

- A simple vista, llamado Macrografía
- Con microscopio, llamado Micrografía

La macrografía consiste en el exámen de una sección plana, debidamente pulida, de una pieza, ya sea a simple vista, con la ayuda de una lupa o con ampliaciones no mayores de diez veces el tamaño natural, cuyas impresiones se pueden lograr en papel especial.

Los ataques químicos en este tipo de pruebas se pueden realizar de las siguientes formas:

Ataque por inmersión

- Ataque mediante un pincel

Impresión Baumann

Por otro lado de acuerdo a la duración del ataque la prueba puede ser:

Lenta y profunda

Rápida y superficial

Entre los reactivos más usados en este tipo de pruebas se tiene:

Reactivo de yodo

- Reactivo de ácido sulfúrico

- Reactivo de Heyn

Reactivo de ácido clorhídrico

- Reactivo de Fry

En cambio la micrografía, no viene a ser sino, el examen que se realiza de la referida sección, mediante un microscopio. La técnica micrográfica se puede dividir en las siguientes fases:

Elección y ubicación de la sección a ser estudiada

Preparación de una superficie plana y pulida en el lugar elegido

- Ataque químico

Cada una de estas fases deben ser llevadas a cabo en forma más exhaustiva que la técnica macrográfica. Precisa pulimentos más finos, siguiendo una técnica especial y reactivos adecuados, tales como :

- Nital

- Pieral

Pierato de sodio, etc.

Los microscopios usados para esta técnica adoptan diferentes diseños, basados en los principios siguientes:

El sistema de amplificación de un microscopio, está compuesto por el sistema de magnificación del objetivo y el sistema de magnificación del tubo - ocular, de modo que si el primero permite un aumento de 10x, por ejemplo y el segundo de 10x, la ampliación total será de 100x; debe tenerse en cuenta que hay sistemas

continuos y sistemas diferentes.

El problema básico de un microscopio, es decir sus limitaciones, no son a causa del problema de magnificación, sino más bien debido a la potencia del microscopio, el cual depende generalmente del diseño del objetivo. En forma indirecta, puede expresarse la potencia de un microscopio mediante la siguiente relación:

$$h = \frac{0.61 \lambda}{N.A.}$$

Donde:

h , radio del disco de Airy

λ , longitud de onda de la luz monocromática

N.A. apertura numérica de un objetivo

Siendo que la "profundidad focal" de un microscopio está dada por la siguiente relación:

$$d = \frac{\lambda \sqrt{N^2 - (NA)^2}}{(NA)^2}, \quad \text{para el caso de fotomicrografía}$$

$$d' = d + \frac{250}{M^2}, \quad \text{para el caso de fotomacrografía}$$

Estas expresiones se tienen:

N ; índice de refracción

M , magnificación del microscopio

Se considera que cuanto más alta sea la N. A. (apertura numérica) el sistema de lentes llega a ser más complejo y por consiguiente más caro el equipo.

Sistemas de lentes perfectos no han sido diseñados aún, siempre se producen aberraciones o defectos en una mayor o menor proporción, dependiendo de la calidad de los diseños.

Las principales aberraciones son:

Aberraciones esféricas, astigmatismo, coma, distorsión, curvatura de campo, aberraciones cromáticas y diferencia cromática de magnificación.

2.2.6 Ensayos Mecánicos

Los ensayos mecánicos que más frecuentemente se usan se agrupan en:

Ensayos mecánicos de base

Ensayos mecánicos del metal de aportación

Los ensayos mecánicos del metal base más usuales son:

Ensayos de tracción

- Ensayos de flexión
- Ensayos de doblado corriente

- Ensayo de Charpy (choque)
- Ensayos de doblado en probetas tratados térmicamente
- Ensayo de resiliencia

Por otro lado los ensayos mecánicos especiales tienen por objeto principalmente la determinación de las condiciones de soldabilidad del material base. Dentro de estos tenemos:

- Ensayo de doblado de una unión soldada
- Ensayo de resistencia con deformación plástica y envejecimiento.
- Ensayo de tracción sobre probeta entallado.
- Ensayo de tracción sobre probetas con cordones de soldadura.
- Ensayo de plegado Kommerell.
- Ensayo de doblado Hauttmann.
- Ensayo de dureza: Brinell, Rockwel, Vickers, etc.
- Ensayos de microprobeta.
- Ensayos de plegado en V.
- Ensayos Jominy.

Respecto a los ensayos de metal de aportación, debe considerarse el hecho de que las pruebas se realicen usando esencialmente los mismos aceros a ser soldados. Salvo casos excepcionales como sería cuando se trata de acero corriente, para cuyas pruebas es permitido usar aceros similares.

Los ensayos más usados en este grupo son:

- Ensayo de aptitud de fusión de los electrodos.
- Ensayo de aspecto y textura del metal depositado.
- Ensayo de forjabilidad del metal depositado.
- Ensayo de las propiedades mecánicas del metal depositado.
- Ensayo de plegado.
- Ensayo Schnadt.
- Ensayo de soldadura en ángulo, etc.
- Ensayos a baja y alta temperatura.

2.2.7. Pruebas no Destructivas

El control de calidad, en la fase de operación, debe de estar organizado de modo tal para que se cumpla adecuadamente los planes y programas trazados en la fase de preoperación y debe realizarse de tal manera que no dañe a los productos y pueda así cumplir con su carácter de fiscalizador y enjuiciamiento de la calidad producida.

De acuerdo a lo mencionado, comentaremos brevemente algunos métodos de inspección de esta fase.

Entre los métodos que más se han generalizado en su aplicación a la inspección de calidad de las construcciones soldadas tenemos el radiográfico y el ultrasónico, sin embargo no menos utilizable es el método de partículas magnéticas.

Estos procedimientos están fundados en principios electromagnéticos que permiten localizar los defectos existentes en el interior de las masas metálicas, todos ellos de gran aplicación cuando se trata de efectuar las inspecciones de las uniones soldadas, o de cualquier soldadura en general.

El equipo o aparato de rayos X, está constituido por un tubo emisor formado por una ampolla de vidrio, que lleva en su interior el filamento o cátodo y el ánodo de cobre con una pequeña superficie de tungsteno en el que se generan los rayos X. Para estos tubos emisores se adoptan los siguientes sistemas:

- Tubos bipolares
- Tubos monopolares
- Anodo hueco, o tubo de varilla

En cambio para la obtención de radiografía con rayos gamma no es necesario ningún aparato especial. Basta colocar el elemento radioactivo en una posición adecuada.

Por tanto los compuestos de radio como los isótopos radioactivos se alojan para su transporte y manejo, en tubos de una aleación especial para absorber la radiación alfa que se colocan a su vez dentro de recipientes de plomo o de aleaciones de wolfranio.

Actualmente los isótopos han reemplazado a las sales de radio, utilizándose: Tántalo 182, y una vida útil de 120 días, Cobalto con una vida promedio de 5.3 años, Iridio con una vida promedio de 70 días.

En general el empleo de los rayos X, está limitado para espesores de acero de unos 110 milímetros. Los rayos gamma pueden ser empleados hasta espesores de 250 milímetros.

En la radiografía de las soldaduras se deberían indicar:

- El tipo de los defectos observados
- El número y dimensiones de los defectos, tales como:
 - Oclusiones gaseosas
 - Inclusiones de escoria
 - Falta de penetración
 - Faltas de unión o de fusión
 - Grietas

En cuanto a lo que se refiere al método de exploración ultrasónica, se sabe que todo defecto de homogeneidad en el interior de un material atravesado por los ultrasonidos, provoca una reflexión del haz incidente en la superficie de separación cuanto mayor sea la diferencia que exista entre los dos medios acústicamente considerados, dando lugar a una disminución de la intensidad

reflejada y a la modificación del recorrido de la onda sonora.

De acuerdo a lo expuesto, los sistemas de exploración ultrasónica pueden ser:

- De medida de la intensidad de haz de ultrasonidos
- De medida de una magnitud que depende del recorrido del haz.

La aplicación de los ultrasonidos en la fabricación de componentes soldados pueden ser utilizado para el examen del metal base y en la exploración de las uniones soldadas.

La inspección de partícula magnética (magnetic particle) es también una inspección de tipo no destructivo y que se emplea para detectar fallas o defectos debajo de la superficie del metal.

El término "magnaflux" se usa comunmente en la denominación de este proceso de inspección y fue descubierto por A. V. de Forest. El éxito de este sistema radica en su simplicidad, en su fácil aplicación y finalmente no depende del tamaño, perfil, tratamiento térmico y composición del material, excepto que éste sea magnético.

Este método se aplica principalmente a la inspección de los materiales que estén sujetos a grandes esfuerzos y por consiguiente propensos a fatiga.

Las grietas de fatiga empiezan en los puntos donde se producen altos esfuerzos de tensión. Tales condiciones son frecuentemente debido al diseño, ó pequeñas fallas las cuales producen gran concentración de esfuerzos, o también a la existencia de ambos factores.

CAPÍTULO III

ANALISIS DE LOS PROCESOS DE PRODUCCION-DETERMINACION DE LOS PARAMETROS DE DISEÑO

3.1. Descripción de los Productos

3.1.1. Generalidades

La variedad de la materia prima e insumos que requiere la planta es bastante amplia, por cuanto su designación específica se adecúa al tipo de producto a fabricarse.

Los productos son los correspondientes a calderería pesada cuya fabricación presenta como característica fundamental la transformación de planchas y perfiles de acero pesados, siguiendo determinados procesos de producción.

Así de esta manera, conociendo los productos a fabricarse y determinando los procesos de producción, po-

demos determinar el área requerida, la distribución de las naves de la planta y la selección de las maquinarias y equipos.

3.1.2. Materia Prima

El presente análisis destaca las principales materias primas y otros insumos, mayormente utilizados en la fabricación de equipos caldereros estructurales. Estos son:

1. Productos Siderúrgicos
 - a) Acero estructural en planchas, tubos, perfiles, platinas, etc.
 - b) Aceros especiales en planchas, ejes y tubos especialmente los resistentes a altas temperaturas utilizados en equipos de calderería.
 - c) Piezas forjadas de acero
 - d) Piezas fundidas de acero
 - e) Acero inoxidable en planchas y tubos.
2. Productos Metálicos No Ferrosos
 - a) Cobre y sus aleaciones en planchas y tubos.
 - b) Aluminio y sus aleaciones en planchas y tubos
3. Otros insumos
 - a) Elementos de regulación y control como: válvulas, trampas, grifos, manómetros, termómetros, presostatos, termóstatos, indicadores de nivel, medidores, accesorios eléctricos y otros apa

ratos de regulación y control.

- b) Soldadura, pernos, tuercas, arandelas, remaches, cojinetes.
- c) Equipos auxiliares y complementarios: motores eléctricos, ventiladores, quemadores, bombas, compresores, mecanismos de elevación, tableros de distribución eléctrica, reductores, etc.
- d) Refractarios, aislantes, productos químicos y pinturas.
- e) Oxígeno, acetileno, aire comprimido, energía eléctrica, agua.
- f) Otros elementos.

3.1.3. Características Principales de la Materia Prima

1. Productos Siderúrgicos

En el Apéndice B indicamos la clasificación siderúrgica y sus aplicaciones.

A continuación indicamos algunas características típicas en cuanto a tamaño y forma de los productos siderúrgicos.

- a) Tubos para intercambiadores tubulares la dimensión más frecuentemente utilizada es 19mm. D.E. x 14 B.C. de espesor, también se usan tubos de 16,22 y 25 mm. D.E. con espesores que varían entre 20 B.C. hasta 18 B.C. En el ca-

so de evaporadores es común usar diámetros de 25 y 50 mm. Generalmente se requieren tubos sin costura. La Longitud es de hasta 6m. en el suministro de estos tubos.

- b) Tuberías, nos interesa como tal sólo cuando forma parte de un aparato calderero. Se usan tubos de 250 hasta 500mm de diámetro (Schedule 40 y 80) como cascos de intercambiadores, torres, tambores, también se usan a veces como cabezales o cajas de distribución para intercambiadores tubulares.

Las conexiones de diversos aparatos termo-mecánicos son construídos de tubos, para una amplia gama de dimensiones desde 12mm. Finalmente, para intercambiadores de tubos coaxiales se prefieren tuberías (pipes) a los tubos (tubes) por razones de economía, los tamaños más usados van de 12 hasta 150 mm.

Las tuberías suministradas tienen longitudes de 6 m.

- c) Planchas, se usan para la fabricación de cascos y cabezales para diversos aparatos termo-mecánicos, los espesores utilizados varían de 3 hasta

más de 64 mm. las particiones y diafragmas internos también son construídos de plancha y en algunos casos también lo son las placas de tubos y bridas. También se construyen de plancha las tapas bombeadas de diversos tipos para los fondos de aparatos caldereros. Los suministros de las planchas alcanzan dimensiones de 3x6m. de ancho y largo respectivamente.

d) Piezas forjadas, las placas de tubos para intercambiadores de calor son frecuentemente piezas forjadas, también se usan cabezales, tapas, discos, etc. forjadas en intercambiadores y otros aparatos caldereros que operan a elevadas presiones.

Otra aplicación importante de piezas forjadas lo constituyen las bridas de conexión de tuberías, casi la totalidad de las conexiones de aparatos caldereros que son embridadas y de éstas la gran mayoría son bridas forjadas. Las dimensiones usadas varían según el uso.

e) Piezas Fundidas, su uso es cada vez más restringido en la industria calderera, excepto cuando se trata de metales no ferrosos.

f) Barras, su aplicación en aparatos caldereros está restringido a la función de tirantes para el soste-

nimiento estructural de los elementos internos.
Alcanzando hasta 6 m. de longitud en su suministro.

En el cuadro 3/1 presentamos los principales productos siderúrgicos en la fabricación de equipos caldereros estructurales.

2. Productos Metálicos no Ferrosos

En el Cuadro N° 3/2 presentamos los principales productos de la industria básica de metales no ferrosos.

Los principales metales no ferrosos utilizados por una planta metalmeccánica son el cobre y el aluminio.

En el Cuadro N° 3/3 presentamos la principal producción nacional de semimanufacturas de cobre y aleaciones.

En cuanto al aluminio y sus aleaciones su uso en forma de lingotes, barras, planchas y perfiles.

3. Otros insumos

a) El uso de accesorios y equipos auxiliares es bastante variado, por cuanto muchos de estos elementos son específicos para cada producto de la planta.

CUADRO N° 3/1 PRINCIPALES INSUMOS UTILIZADOS EN LA FABRICACION DE EQUIPOS CALDEROS ESTRUCTURALES

Material	Forma del ESPECI.		COMPOSICION		OBSERVACIONES
	Insumo	ASTM.	Insumo	BASICA	
Acero Estructural	Perfiles	A7	Perfiles	Partes Estructurales. Celdas de Apoyo.	
	Planchas	A7	Sobreestructuras		
		A35	Partes Estructurales. celdas de apoyo sobreestructuras.		
			Tanques y recipientes a presiones moderadas		
Demás aceros al carbono y aceros especiales	Tubos (Tubos)	A179	Tubos de intercambiadores		Acero al carbono, sin costura estirado al frío
		A209	Tubos de intercambiadores		Baja aleación, sin costura
		A214	Tubos de intercambiadores		Bajo contenido de carbono B.R. soldado eléctricamente.
	Tubería (pipe)	A106-B	Cascos contruídos de tubo intercambiadores de tubo coaxial		Sin costura.
	Planchas	A53	Tubería ordinaria		
		A 201	Cajas de fuego, cascos, cabezales, tapas		Gr. A. hasta 12" esp. y Gr. B hasta 8"
		Gr. Ag			
		Gr. B			
		A285C	Cascos, cabezales, bridas fabricados, recipientes a presión.		Hasta 2" esp.
		A283-C	Participes y digragmas internos		
		A203	Cajas de fuego, cascos, cabezales, etc.		Aleación baja, hasta 6" esp.
		A204	Caja de fuego, cascos, cabezales, etc.		Baja aleación.
	Piezas Forjadas	A105Gr 1 y 11	Bridas, placas de tubos, cabezales		
		A-181	Bridas, placas de tubos, cabezales		
	Piezas Fundidas	A-216	Cabezales		
		A-217	Cascos y cabezales a presiones moderadas y a baja temperatura		
		A-352	Cascos y cabezales a presiones moderadas y a baja temperatura		
	Pernos	A-193	Pernos, tuercas y tirantes		

Material	Insumo	ESPECI. ASTM.	COMPOSICION BASICA	APLICACIONES	OBSERVACIONES
cero Inoxidable	Tubos	AISI316 AISI316L	Cr-18, Ni-14 Mn-2.5, C-0.1 Max Cr-17, Ni-11 Mn-2.5, C-0.03 Max	Tubos para intercambiadores de calor	Condiciones corrosivas, sin costura y soldados. Condiciones corrosivas sin costura, elevadas temperaturas (Austeníticos)
	Planchas	AISI316 AISI316L		Cascos, cabezales Cascos	Condiciones corrosivas Condiciones corrosivas y altas temperaturas. Bajo contenido de carbono. Cond. corrosivas
		AISI304	Cr-19-Ni-9 C-0.08 Max	Cascos y Cabezales	
		AISI304L	Cr-19, Ni-9	Cascos y Cabezales	Con. corrosivas y alta temperatura bajo contenido de carbono.
	Piezas Forjadas y Barras	AISI316		Placas de tubos, bridas, cabezales forjados, tirantes	
obre y aleaciones	Tubos (Tube)	5-111B	Cu-71, Zn-28 Sn-1.0	Tubos para intercambiadores	Se usan para aguas salubres y/o sustancias, (ADMIRALTY)
		B-111 Bronce Rojo	Cu-70, Ni-30	Tubos para intercambiadores	Substancias químicas corrosivas. Particularmente aplicado en refrigeración.
		Cobre		Tubos para intercambiadores, serpentines	Particularmente aplicado en refrigeración.
	Tuberías (pipe)	Latón aluminio	Cu-76, Zn-22, Al-2	Tuberías de conexión para intercambiables de tubos concéntricos	Substancias corrosivas y refrigeración.
	Planchas	B-169D B-171E B-111-B	Cu-60, Zn-40 Cu-71, Zn-28, Sn-1	Cascos, tapas, bridas Placas de tubos, discos	(Aluminio bronce) (Metal Mantz), recocido
		Bronce Naval	Cu-69, Zn-39, Sn-0.75	Placas de tubos	(Bronce Admiralty)
		B-127	Cu-30-Ni-67	Placas de tubos, particiones.	(MONEL) Resistente a la corrosión de agua de mar.
	Piezas Fundidas	B-61		Cuerpos de válvulas, similares	Bronce.

Material	Forma del Insumo	ESPECI. ASTM.	COMPOSICION BASICA	APLICACIONES	OBSERVACIONES
Otros	Barras	Bronce Naval	Cu-69, Zn-39 Sn-0.75	Tirantes	
	Tubos	B-163		Tubos de Intercambiadores	Aleación de níquel, sin costura
	Planchas	B-234		Tubos de intercambiadores	Aleación de aluminio, sin costura
		B-162		Cascos, cabezales, particiones y diafragma de torres, intercambiadores	Aleación de níquel.
		B-209		Cascos, cabezales, particiones y diafragma de diversos aparatos mecánicos	Aleación de aluminio
		A-110-AT		Cascos, cabezales, etc.	Titanio, condiciones extremadamente corrosivas.
	Piezas Forjadas	B-160		Placas de tubos y bridas	Aleación de níquel
	Pernos	B-160		Placas de tubos y bridas	Aleación de aluminio
		B-211		Pernos, tuercas y tirantes	Aleación de níquel
	Diversos	Inconel	Ni-75, Cr-13.5 Fe-6.0	Pernos, tuercas y tirantes	Aleación de Aluminio
Zinc			Revestimientos metálicos		
			Piezas de uso electrolítico		

FUENTE: Estudio Sobre la Fabricación de Aparatos Termo-Mecánicos MITI.

CUADRO N° 3/2

PRINCIPALES PRODUCTOS DE LA INDUSTRIA
BASICA DE METALES NO FERROSOS

ITEM	PRODUCTOS
01	Cobre Electrolítico Refinado
02	Cobre en Blister y otros sin refinar
03	Zinc refinado
04	Plata refinada
05	Plata en Blister
06	Bismuto refinado
07	Plomo refinado
08	Aleaciones de Zinc
09	Discos de Aluminio
10	Aluminio en planchas
11	Plomo antimonial
12	Aluminio en perfiles
13	Zinc en polvo
14	Telurio
15	Eléctrodos para soldaduras (Corrientes y especiales)
16	Aleación de Plomo Bismuto

FUENTE: MITI.

Estos pueden ser: Válvulas, grifos, accesorios y cables eléctricos, motores eléctricos, bombas, reductores, etc.

b) En cuanto al uso de refractarios, aislantes, pinturas, etc. Tenemos que:

- En refractarios es usado el ladrillo refractario.
- Los aislantes mayormente utilizados son de fibra de lana de vidrio y asbesto.
- La pintura es utilizada en los productos terminados dependiendo su característica al uso de estos productos.

c) Un insumo muy importante en la producción de la planta metalmecánica es la soldadura.

En el proceso de tipo de arco sumergido es usado soldadura de alambre con un mínimo de 1% de manganeso y sirve principalmente para fabricar perfiles soldados pesados.

Para otros tipos de producciones se usará el electrodo más adecuado de acuerdo a:

- La resistencia mínima a la tracción del depósito del electrodo (también elongación, tenacidad, resistencia al impacto o golpes).
- La posición o posiciones en que puede emplearse el electrodo.

CUADRO N° 3/3

PRODUCCION NACIONAL DE SEMIMANUFACTURAS
DE COBRE Y ALEACIONES

ITEM	PRODUCTOS
01	Alambre de cobre
02	Alambre de bronce
03	Alambre de cobre desnudo
04	Cables de cobre sin aislar
05	Barras y perfiles de cobre
06	Barras y perfiles de bronce
07	Barras, láminas y Planchas de cobre
08	Platinas, láminas y Planchas de bronce
09	Tubos y barras huecas de cobre y bronce
10	Bocinas de bronce
11	Hélices de bronce
12	Soldadura de bronce.

FUENTE: MITI.

- Clase de corriente eléctrica, continua o alterna que debe utilizarse (dependiendo del equipo o máquina de soldar).
 - Polaridad apropiada, directa o invertida que debe ser empleada.
 - Tipo de revestimiento.
 - Características del arco y penetración.
 - Metales bases a unirse mediante soldadura (clase de material, espesor y dimensiones de las piezas, tipos de unión).
 - Otras informaciones adicionales: maquinabilidad, resistencia al desgaste, aspecto deseado del cordón, clase de escoria y su adherencia al metal.
- d) Bulonería, respecto a los elementos metálicos para unión que incluyen pernos, arandelas, tuercas, etc., su uso depende del tipo de producto a fabricarse. Estos pueden ser adquiridos en el mercado local, en caso de requerirse pernos para aplicaciones y/o dimensiones especiales, se podrán fabricar en la planta. Tal es el caso de los pernos de anclaje.
- e) Para la soldadura y el corte oxiacetilénico es empleado mayormente el oxígeno y el acetileno; algunas veces es usado gas propano.

3.4.4. Definición de los Productos

En concordancia con los objetivos de la planta metal -

mecánica, los productos ya sean intermedios o finales que podrá manufacturar, son aquellos referentes, principalmente, a equipo pesado calderero y estructural. (Ver Apéndice C).

Gran parte de los elementos de sistemas termomecánicos, de manipuleo de materiales, de partes estructurales, de almacenamiento, de conducción de fluidos, de procesamiento, etc. se fabrican de planchas y perfiles adecuados, usando procesos y métodos de manufactura apropiados, para lograr formas y estructuras coherentes con la naturaleza del proyecto.

Las formas más comunes de gran parte de estos elementos son: las formas cilíndricas, prismáticas, esféricas y/o a las combinaciones de ellas. Por otro lado, las formas especiales tales como vigas, puentes, etc. son identificados especialmente por la forma de su sección recta.

Los elementos que corresponden a las formas más comunes, son fabricados principalmente de planchas de acero estructural, mientras que las formas especiales son obtenidas por el ensamble de unidades de acero de sección recta y/o planchas.

Específicamente, los trabajos realizados usando planchas metálicas, se denominan trabajos de calderería y los trabajos realizados usando perfiles de acero y planchas para obtener diversas secciones rectas, se denominan trabajos estructurales.

Por consiguiente, estos dos tipos de trabajos difieren fundamentalmente: en la forma de acero que usan y en el proceso básico de manufacturas que emplean.

Los procesos de manufactura identificados con estos trabajos han sido explicados ampliamente en el Capítulo II. Estos trabajos son los siguientes:

- Proceso de Plasto Deformación: rolado, estampado, formado, etc.
- Proceso de corte
- Proceso de unión o ensamblaje por soldadura (también remachado y empernado).
- Tratamientos Térmicos
- Proceso por arranque de virutas, etc.

Por sus dimensiones gran parte de estos trabajos precisarán planchas de acero de espesores mayores que 5 mm., sujetos a características de calidad establecidas por las normas pertinentes.

Teniendo en cuenta los alcances de la planta metal - mecánica y los aspectos arriba mencionados, presentamos una lista de productos, englobados en los siguientes rubros:

- Calderería Pesada
- Fabricaciones Estructurales
- Perfiles soldados pesados

1. Calderería Pesada

a) Calderos:

- Calderos de tubos de fuego
- Calderos de tubos de agua
- Calderos marinos
- Calderos de alta presión.

b) Intercambiadores:

- Intercambiador de calor
- Columnas y torres de destilación
- Condensadores

c) Hornos Industriales:

- Convertidores
- Hornos para acerías
- Reactores

e) Equipos de Almacenamiento:

- Recipientes y tanques de alta presión
- Tolvas

e) Mezcladores y Separadores:

- Mezcladores de arrabio y otros
- Ciclones

f) Otros equipos:

- Cucharas para metales fundidos
- Carro de rolado
- Caja para turbina
- Codastes
- Piezas de insumo para la industria naval
- Equipos varios

2. Fabricaciones Estructurales

a) Puentes Metálicos

b) Grúas puente, pórtico y otros

c) Compuertas metálicas

d) Estructuras industriales diversas:

- Naves industriales
- Plataformas, vigas, etc.

e) Tuberías de alta presión y gran diámetro

f) Tanques de techo flotante y cónico.

3. Perfiles Soldados Pesados

Están incluidos todos los perfiles cuya mayor dimensión de la sección recta sea superior a 300mm.

3.4.5. Descripción, Especificaciones Técnicas y uso de los Productos

A continuación explicaremos las características de los

productos más importantes a producir en nuestra planta metalmeccánica de acuerdo al rubro que le corresponde y sus aplicaciones respectivas.

Las dimensiones máximas de cada producto están dadas en el Apéndice D.

1. Calderería Pesada

a. Calderos

Un caldero es un sistema que permite el uso de la fuerza expansiva del vapor o el suministro de agua caliente para calefacción o para uso general. (Ver Fig# 3/1)

En un caldero el flujo de calor del combustible al agua puede ocurrir en tres formas: por radiación, convección y conducción.

A inicios del presente siglo se usaban algunos calderos, en tamaños que estaban comprendidos entre 2000 a 10000 Kw. operando generalmente a 17 Kg/cm^2 y rara vez a 32 kg/cm^2 . Las temperaturas alcanzadas eran del orden de 260°C en promedio y en el máximo 400°C . Los rendimientos frecuentemente estaban por debajo del 75%.

El rápido desarrollo en el diseño y fabricación

de estos artefactos, permite en las plantas modernas rangos de 45 y 450 de T.M, de vapor por hora, a presiones que oscilan entre 28 a 350 kg/cm² a temperaturas de 250 y 650°C y a rendimientos que oscilan entre 84% y 90%.

En la actualidad una parte de la superficie de convección es el caldero, por lo que se ha optado poner el término unidad de generación de vapor para nombrar al conjunto que incluye hornos, sobrecalentadores, economizadores, calentadores de aire, etc.

En la concepción tradicional un caldero es un artefacto de forma cilíndrica exteriormente; en la actualidad los calderos adoptan diferentes formas.

La especificación de las calderas en caballos de vapor o "Boiler Horse Power" actualmente es poca usada debido a que crea confusiones, sin embargo, es necesario conocerla. Un caballo de caldera equivale a la evaporación de 15.65 kg. de agua por hora (34.5 lbs agua/hora) desde y a 100° C (212°F) y convertirla

en vapor saturado a 100°C (212°F).

Revisiones de esta especificación consideran que en las unidades nuevas, la capacidad debe expresarse en cantidad de vapor por hora producida, a una presión y temperatura determinada, indicando también la temperatura de entrada del agua.

Todas las calderas, excepto las calderas de fierro fundido, se clasifican en: calderas de tubos de fuego y calderas de tubos de agua.

Las calderas de tubos de fuego son aquellas en la cual los productos de combustión circulan por el interior de los tubos de la caldera, alrededor de las cuales está el agua. Este tipo es usado principalmente en pequeños sistemas de calefacción y en plantas industriales o en motores de vapor, donde las presiones requeridas son bajas, lo mismo que la demanda de vapor y ocasionalmente se necesita un sobrecalentamiento. Estos calderos son relativamente baratos, lo mismo que el costo de instalación. Los diseños están limitados en tamaño, pero pueden almacenar gran canti

dad de agua, lo cual le permite compensar las fluctuaciones de demanda, pero en desmedro del tiempo para llegar a la temperatura de operación.

Los diseños más antiguos consisten en cilindros de acero, con sus cabezales respectivos dentro del cuerpo, conteniendo uno, dos o tres tubos cuyos diámetros varían de 330 a 760 mm.

Dentro de estos, podemos mencionar las calderas de horno interior con quemadores a petróleo o gas, soldados y remachados para presiones de 17 kg/cm^2 , en rangos de 0,45 a 7 TM/hr. de vapor, siendo el cuerpo 1370 mm. día x 3,7 m de longitud a 2740 mm. día x 6,0 m. de longitud.

Otro tipo de caldero de diseño tradicional es el caldero tabular de retorno horizontal, con tubos de diámetro de 50 a 100 mm, con cuerpo cilíndrico de acero, conformado por tres anillos. Estas calderas se emplean en plantas de calentamiento y en pequeñas plantas de fuerza. Pueden usar quemadores para pe

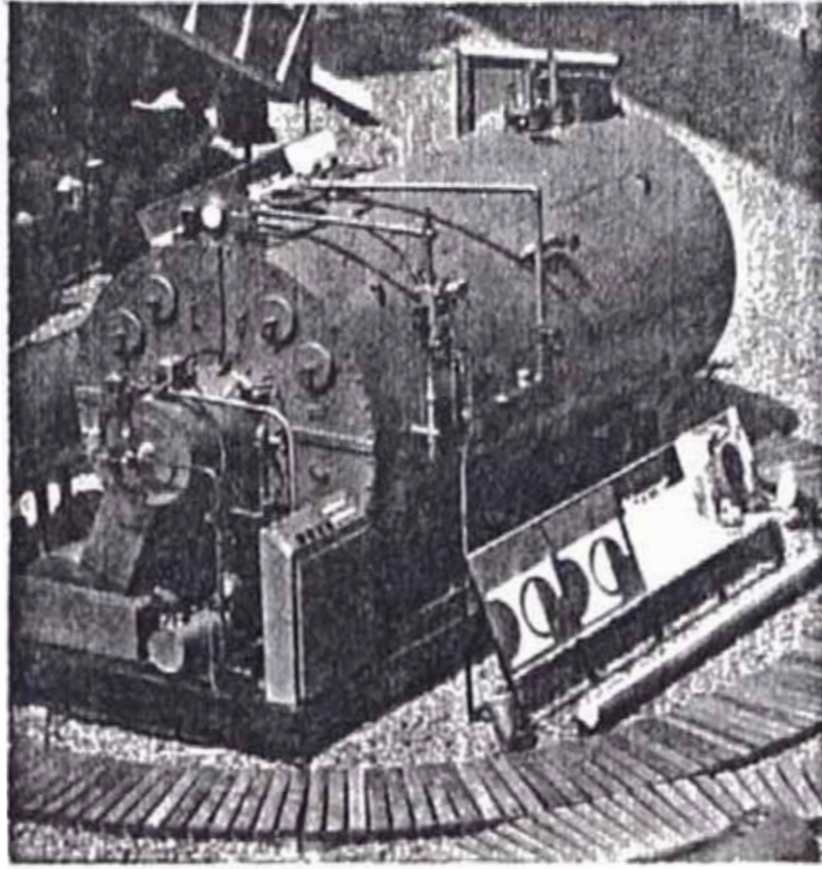
tróleo o gas y alcanzan hasta 2500 mm de dia. x 6,0 m de longitud de cuerpo.

Un diseño tradicional más depurado es aquel - que usa deflectores y tubos de 75 mm de diámetro, de estructura soldada.

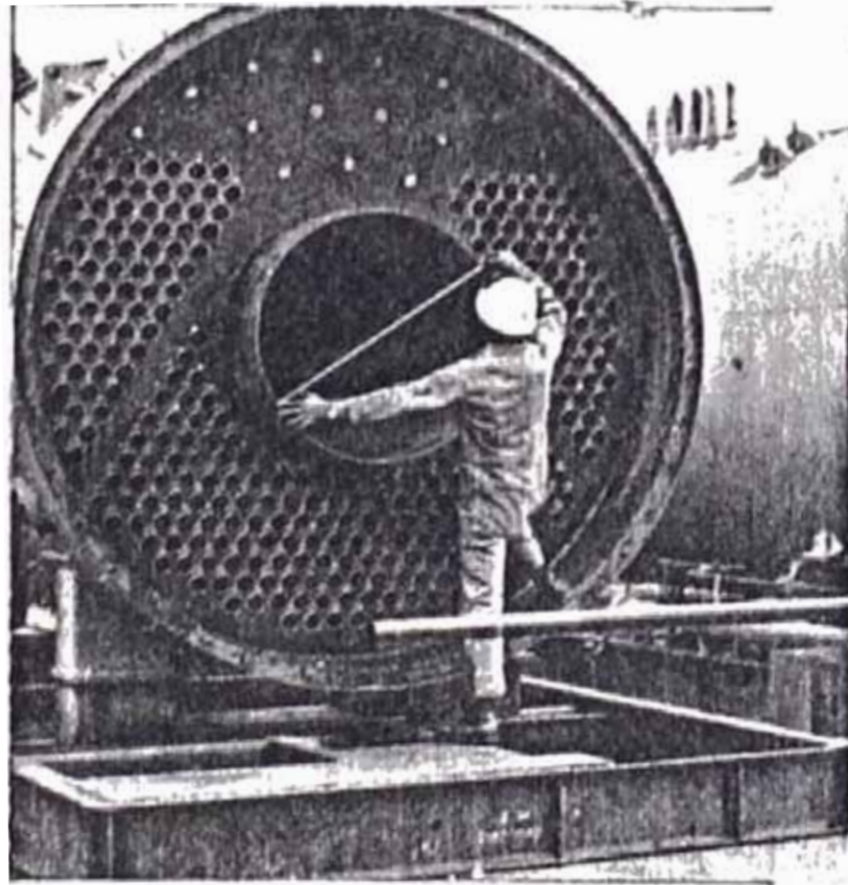
Un modelo compacto, es aquel diseño que comprende un cuerpo con dos diámetros diferentes, pero que funcionalmente es casi igual al tipo de retorno horizontal. Permite suministrar de 0,45 a 5,5 TM/hr. de vapor.

Por otro lado, las calderas de tubos de agua pueden ser clasificadas en: calderas de tubos rectos y calderas de tubos doblados. Ellos pueden adoptar diferentes formas exteriores, lo que le da flexibilidad para adaptarse a las necesidades de espacio.

Las calderas de tubos rectos pueden ser de tanques longitudinales o de tanques transversales. Los calderos de tanques longitudinales son preferidos por la simplicidad de su diseño. Son usados principalmente en plantas industriales proporcionando capacidades de hasta 40 TM/hora de vapor.



(a)



(b)

FIGURA N° 3/1

(a) CALDERO IGNEOTUBULAR

(b) VISTA INTERIOR DEL CALDERO

Los diseños de estas calderas comprenden unidades de uno, dos o tres tanques paralelos anclados en los bastidores frontal y trasero. Estos tanques pueden ser horizontales o inclinados, ya sea que los deflectores se posicionen horizontal o verticalmente.

Los tubos usados en estos calderos son de aproximadamente 90 mm. de diámetro. En el caso de tanques transversales la estructura queda modificada considerablemente. Estos modelos comenzaron usando carbón pulverizado, consiguiendo hasta 80 TM/hr. de vapor a 35 kg/cm^2 y 400°C , con una superficie de calentamiento de 1060 m^2 . Algunos diseños modernos llegan de 100 a 350 kg/cm^2 y 400 a 650°C , son usados generalmente en centrales de vapor.

Un diseño avanzado sugiere el uso de tubos de hasta 100 mm de diámetro de 5,5 a 6,0 m de longitud, con tanques de 1100 a 1900 mm de diámetro, con estructura soldada, para presiones de 11 a 85 kg/cm^2 y desde 2 a 240 TM/hr de vapor.

Dentro de los modelos de tubos doblados por el

mos mencionar aquellos de cuatro, tres o dos tanques interconectados por haces de tubos en posiciones diversas, principalmente inclinados y verticales.

Los calderos de cuatro tanques, son diseñados, por ejemplo, para presiones de 11 a 70 kg/cm^2 para capacidades de 3 a 160 TM/hr. de vapor, usando tubos de 76 a 82 mm. de diámetro son fáciles de operar, con mejores condiciones de alimentación de agua.

La experiencia acumulada en este campo, permite reducir el número de tanques sin mengua de la eficiencia.

Podemos agregar que, en muchas plantas de generación de vapor se están usando generadores de vapor de alta presión, con presiones de diseño de 125 kg/cm^2 , presiones de operación de 112 kg/cm^2 a 510°C ó más para rangos de 320 a 450 de TM/hr de vapor y con eficiencias tan altas como 88%. Sin embargo estos diseños confrontan aún, grandes problemas, ya que la cantidad de calor consumido por m^3 de espacio ocupado, es muchas veces más grandes que los de baja pre -

sión, de allí que ellos demanden grandes volúmenes de estructuras, quemadores especiales, grandes sobrecalentadores y calentadores, etc.

b. Intercambiadores

Los intercambiadores de calor son usados en los procesos químicos, no pueden ser caracterizados por poseer un sólo diseño, existen gran variedad de estos equipos.

Sin embargo, la característica común de estos equipos, es que ellos transfieren el calor de una fase caliente a una fase fría, cuando estas dos fases están separadas por una frontera sólida (Ver Fig. N° 3/2).

El tipo simple de intercambiadores de calor, es aquel de doble tubería. Esencialmente consiste de tubos concéntricos, con un fluido circulando a través del centro de la tubería mientras que el otro fluido se mueve en paralelo o en oposición.

La longitud de cada sección, está usualmente limitado por las longitudes estandarizadas de tuberías, de manera que si se precisa grandes áreas de transferencia se recurrirá a

bancos de secciones tabulares.

Si el área requerida es muy grande, no se recomienda este tipo de intercambiador.

El uso de este intercambiador no se limita al intercambio de calor entre líquido y líquido sino que puede ser empleado para fases de gas y líquido y para intercambio de calor entre gases.

Los materiales con los cuales se fabrican pueden variar de acuerdo a la naturaleza de los líquidos transportados.

Las altas velocidades pueden mejorar las condiciones de transferencia.

En el caso de grandes superficies de transferencia se prefiere un intercambiador de haz de tubos contenidos en cuerpo cilíndrico.

El fluido que entra a este intercambiador es distribuido entre los tubos interiores.

Las bajas velocidades a través de los tubos,

da lugar a bajos coeficientes de transferencia y bajas caídas de presión. Los constantes cambios de velocidad, tienden a producir turbulencia, mejorando las condiciones de transferencia.

En este tipo de intercambiador el fluido es llevado por los tubos según la orientación de los deflectores.

El número de tubos depende del diseño, la operación y del espacio disponible, además del aspecto económico. La complejidad del diseño algunas veces da lugar a costos altos de fabricación, lo que debe ser balanceado con el performance a obtenerse. Otra desventaja de este tipo de intercambiador es el incremento de fricción y las pérdidas de velocidad a la entrada y salida en los cabezales.

Por otro lado el mantenimiento de estos aparatos es bastante dificultoso.

Una elección satisfactoria sería aquella que tenga en cuenta aspectos tales como : costo, mantenimiento, temperatura, corrosión, pre

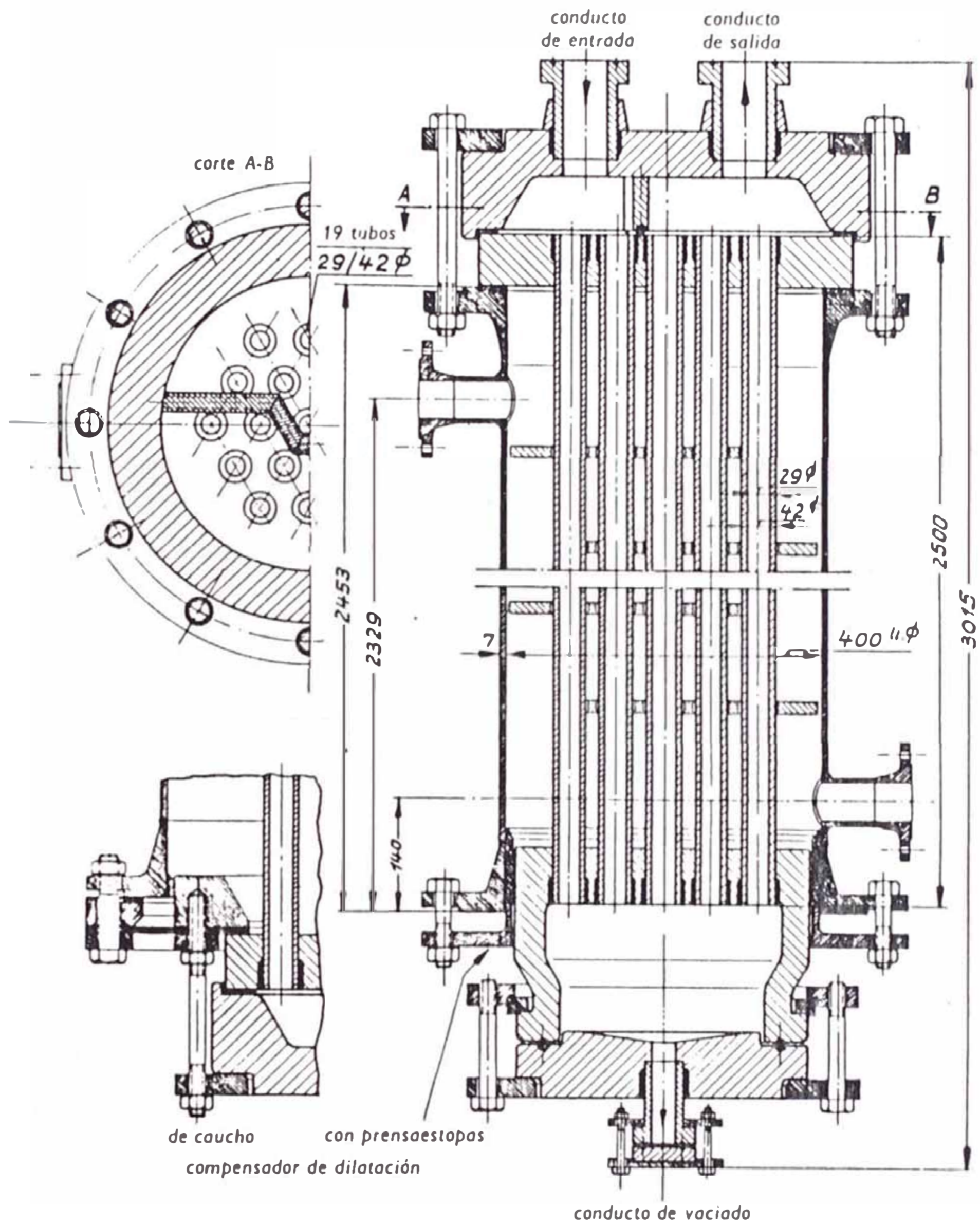


FIGURA N° 3/2

INTERCAMBIADOR DE CALOR DE HAZ DE TUBOS

sión de operación, presión de caída y riesgos.

Los deflectores en su forma más simple son de forma semicircular agujereados convenientemente para alojar los tubos.

Estos accesorios permiten orientar, tanto como sea posible, el flujo normal al haz de tubos. Además evita la flexión de los tubos.

Existen diseños más avanzados que permiten un mantenimiento más eficiente y se caracterizan por ser de cabezal flotante. Además con ello permite compensar las deformaciones por dilatación.

La característica de la parte cilíndrica de estos intercambiadores es de gran importancia y tiene una gran influencia en la selección de aquellos.

Debe tomarse en cuenta que el mantenimiento de la parte interna es sumamente dificultosa, por lo que cualquier problema de corrosión debe ser prevenido. Esta puede ser lograda

mediante el uso de aleaciones costosas.

Sin embargo, se puede lograr este ahorro, haciendo que el flujo corrosivo pase por los tubos.

Para mejorar las características de transferencia debe de tenerse en cuenta la viscosidad de los flúidos.

Los flúidos que circulan en forma laminar deben fluír por el tanque, así como los flúidos de alta presión deben circular por los tubos.

Si el intercambio de calor ocurre entre dos flúidos, donde uno de ellos tiene una alta resistencia a la transferencia de calor, el flúido de más alta resistencia controla la razón de transferencia de calor.

En tales casos, para lograr una compensación se usan tubos especiales que permiten mayores superficies de exposición externamente.

Por último, los intercambiadores industriales más corrientes son los tubulares, los de doble tubería, los de serpiente, los evaporadores y

los vaporizadores.

Las dimensiones que alcanzan estos aparatos son diversos, dependiendo del uso a que se les destina.

Columnas y torres de Destilación

En algunas operaciones se realizan procesos químicos que implican transferencia de masa de una fase a otra, o sea que un componente de una fase se transfiere a la otra causando una separación de los componentes de la mezcla. (Ver Fig. N° 3/3).

El estado de separación se puede definir como la unidad de equipo en el cual dos fases disímiles entran en contacto íntimo, para luego ser mecánicamente separados. Durante el contacto, varios componentes de la mezcla se redistribuyen entre las fases. Cuando ocurren contactos y operaciones sucesivas de las fases consideradas, es posible lograr grandes cambios en la composición de las fases, denominándose a esta operación de múltiple estado.

Los equipos fabricados para realizar esta

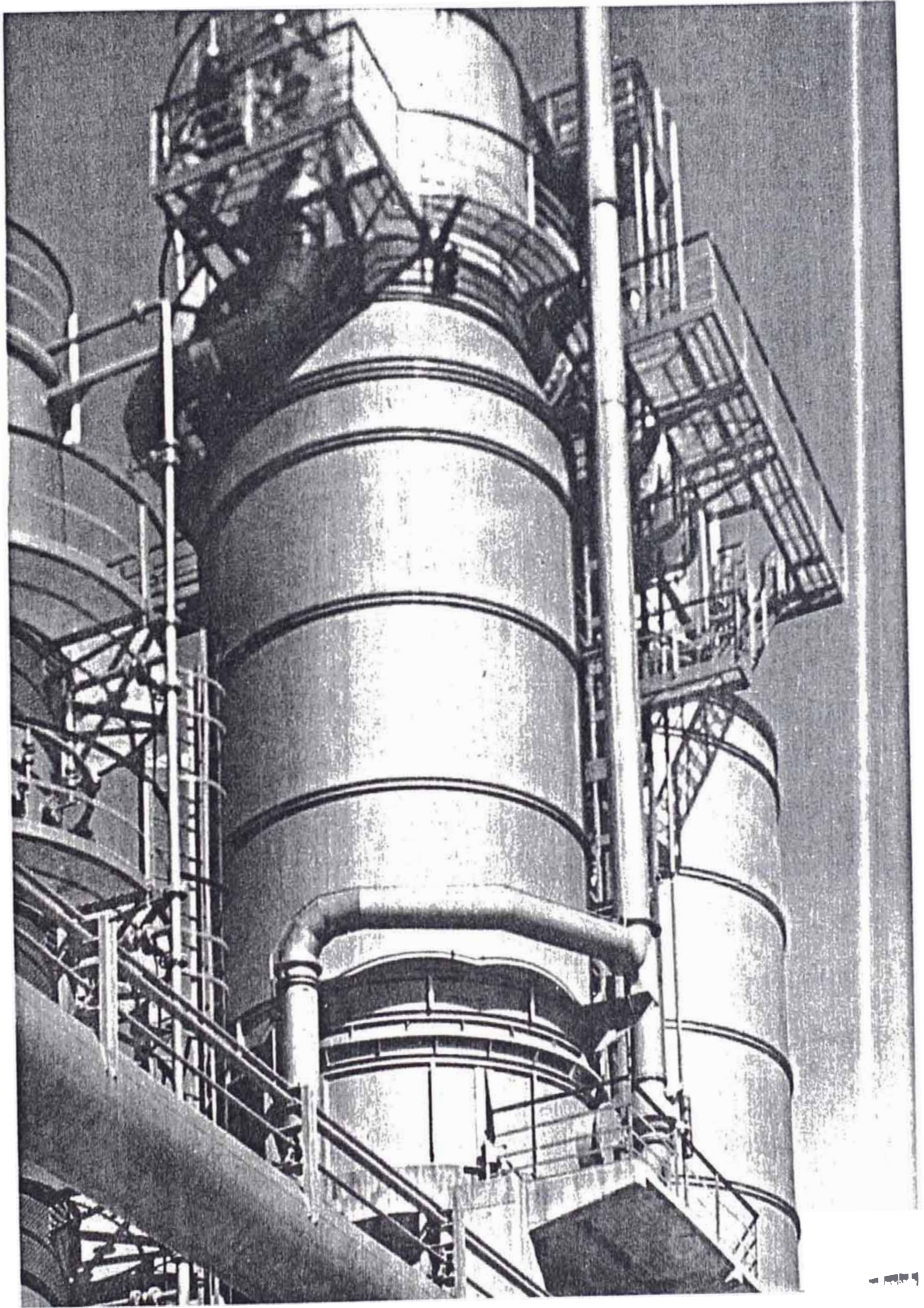


FIGURA N° 3/3

TORRE DE DESTILACION

transferencia de masa, son de dos tipos: unos para casos en que se produce contacto discontinuo entre las fases y otros para casos donde el contacto es continuo.

Algunos de estos equipos pueden consistir de un sólo estado, pero la mayoría comprenden diseños para múltiple estado con flujo de las fases en contra-corriente.

A estos tipos de operaciones comunmente se les denomina como: destilación, absorción, desabsorción, etc.

Los equipos de transferencia de masa por contacto discontinuo y múltiple estado son mayormente grandes cápsulas de forma cilíndrica, conteniendo interiormente una serie de placas perforadas con válvulas especiales, o con placas que llevan perforaciones o depósitos pequeños, de acuerdo a la operación a realizar.

Los equipos de transferencia de masa por contacto continuo de masa, son del tipo de torre o de columna, donde la fase líquida entra por

la parte superior y es distribuida totalmente sobre las placas verticales que conforman el cuerpo de la torre; la otra fase entra por la base. Estos equipos son ventajosos por su simplicidad.

La elección de los materiales de construcción de estos equipos depende de un conocimiento cuidadoso de las características de las fases.

Para dar una idea de las dimensiones de algunos equipos, vamos a mostrar algunos valores característicos de una destilación:

EQUIPO	DIAMETRO	ALTURA
Absorvedor	1,0 m	25,0 m.
Destiladores	75-115 mm.	1700-5000mm

Donde las temperaturas de operación varían entre 7° C en la parte superior a 150°C en la base de algunas columnas; y las presiones varían entre 20 y 35 kg/cm².

Condensadores

Los condensadores son equipos que se usan -

generalmente para licuar vapores de otros líquidos.

En el caso de los condensadores de vapor de agua, éstos permiten mejorar el balance térmico de las unidades de generación de vapor, éstos pueden ser de contacto directo y de superficie.

Los condensadores de contacto directo, llamados también de mezcla, barométricos, ejetor de chorro, de chorro bajo nivel, se caracterizan porque ocupa poco sitio a un costo bajo; dentro del cuerpo se mezclan el agua de enfriamiento y el vapor de agua.

Los condensadores de superficie consisten en una estructura cilíndrica y tubos interiormente, en el que el vapor está separado del agua de enfriamiento por paredes metálicas.

Otros tipos son los condensadores enfriados por aire y los de torre de enfriamiento.

Cuando se desea bajo costo inicial, para tamaños menores que 45.3 ° TM de vapor por

hora, puede ser conveniente el condensador barométrico.

Reactores.

Se denomina reactor al equipo en cuyo interior se produce alguna forma de reacción química. Generalmente, se le da esa denominación a los equipos que cumplen aquellos fines en las industrias químicas.

También se usa para denominar a aquellos equipos destinados a la generación de alguna forma de energía no tradicional, como podría ser un reactor atómico.

Debido a las diversas transformaciones que ocurren en el interior de estos equipos, los materiales usados en su fabricación deben ser resistentes a la corrosión, a las altas presiones y temperaturas. La forma de construcción más usada en estos equipos es la cilíndrica, fabricados de planchas metálicas, soportadas por estructuras adecuadas al proceso de transformación.

c. Hornos Industriales.

Hornos para Calentamiento.

En general, estos hornos industriales son aque-

llos aparatos que permiten el calentamiento de material a temperatura mayor de 535°C , (ver Fig. N^o 3/4).

Además los hornos se caracterizan por la diversidad de formas que pueden adoptar, de acuerdo al material o perfil que se calienta, de acuerdo al manipuleo de la carga dentro del horno, de acuerdo al combustible u otras formas de energía. El calor producido por un horno se distribuye en calor útil en la carga, calor almacenado en las paredes del horno, calor almacenado en los accesorios, combustible no quemado, etc.

El material de construcción de estos hornos más frecuentemente usado es el ladrillo refractario, usándose fierro fundido para las puertas, ventanas, marcos, etc., mientras que las planchas de acero se usan como estructuras y revestimientos, algunos accesorios son fabricados de aleaciones especiales.

El tamaño de horno requerido para calentar un determinado peso de material a una temperatura dada y en un tiempo dado, depende de una serie de variables, tales como :

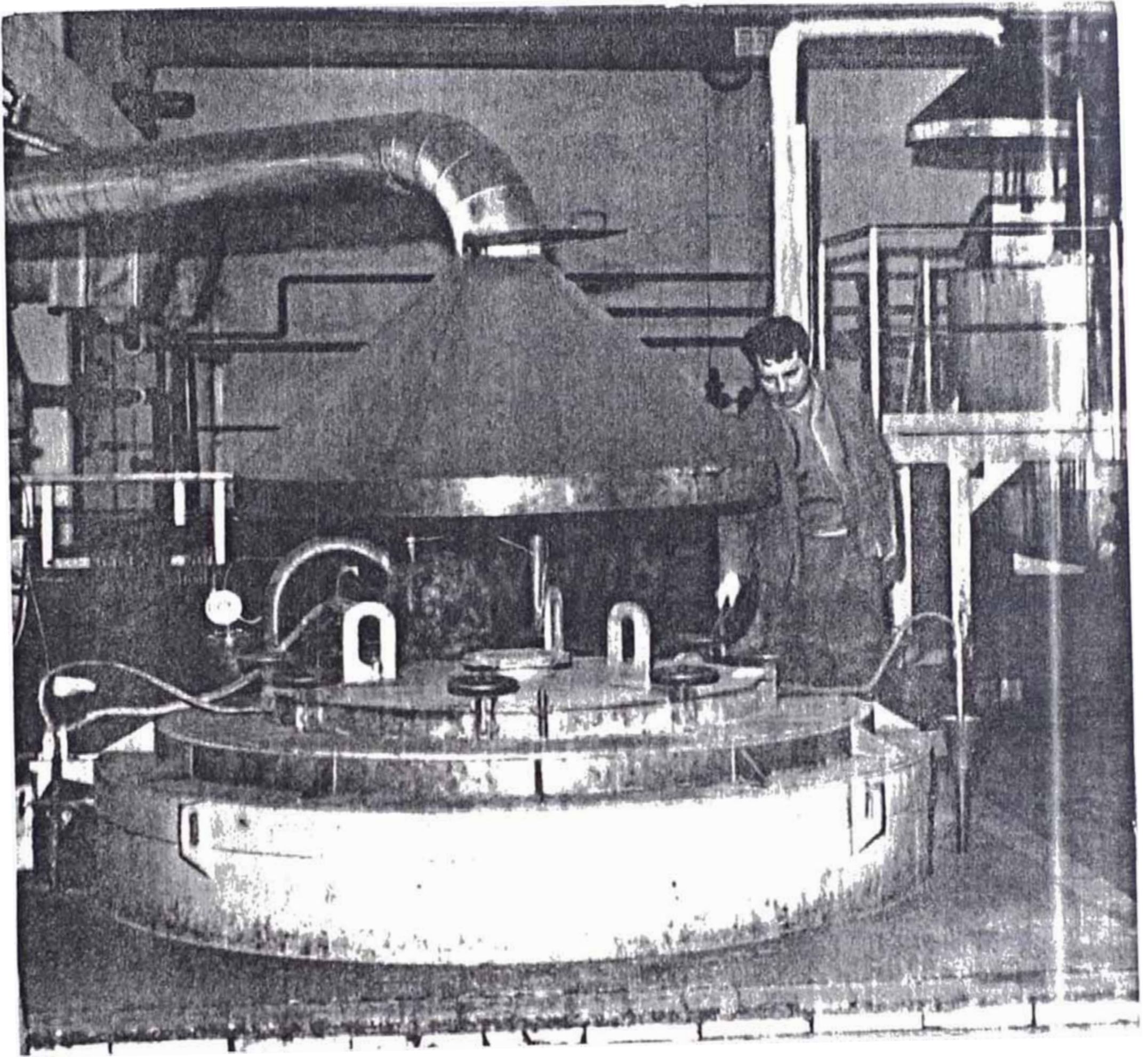


FIGURA Nº 3/4

HORNO INDUSTRIAL PARA CALENTAMIENTO

- Conductividad térmica y calor específico del material.

Razón en la cual, el calor puede ser aplicado a la carga sin malograrla.

- Razón de la superficie de carga a la masa.
- Estado de subdivisión de la carga.
- Circulación de los gases, etc.

De acuerdo al método de generación de energía calorífica, los hornos pueden ser : de combustión o de energía eléctrica.

De acuerdo al manipuleo de materiales, los hornos pueden ser : intermitentes y continuos. Los hornos continuos pueden ser : hornos de hogar estacionario y hornos móviles; siendo estos últimos a su vez hornos de mesa rotatoria, de transportador de tornillo y los de tipo de carril.

También puede hacerse una clasificación de acuerdo a la posición de los quemadores.

Finalmente por el uso del horno, se pueden denominar como hornos de forjado, de carburizado, de cocido, etc.

Convertidores.

Estos son usados en industrias siderúrgicas, siendo un horno donde se produce la conversión del arrabio, o fierro de chanco, en acero de calidad controlada. (Ver. Fig. 3/5)

Los procesos más comunes en la conversión de acero son los procesos Bessemer o Thomas, o los procesos con hornos de hogar abierto. Sin embargo, el constante perfeccionamiento de los mismos, e investigaciones relativas a la inyección adecuada de oxígeno al horno para lograr mejores performances, ha conducido al diseño y construcción de convertidores altamente eficientes tanto por su rendimiento como por la calidad del producto, llamados convertidores de oxígeno.

El convertidor Bessemer es un recipiente cilíndrico de acero, abierto por un extremo y revestido en su interior de materiales refractarios, se apoya en dos soportes giratorios que sirven para bascularlo. Uno de estos soportes es hueco y transporta la corriente de aire producida por un soplador a un compartimiento situado en la base del recipiente, unos orificios, llamados toberas, lo conducen a su vez al propio

recipiente a través de un fondo refractario.

Mediante un mecanismo adecuado se puede dar al convertidor diversos ángulos de inclinación,

El convertidor de oxígeno es un horno de forma cilíndrica, revestido interiormente de ladrillo y exteriormente de planchas de acero. En estos convertidores el oxígeno es insuflado desde la parte superior del cuerpo mediante un chorro de agua.

El convertidor está usualmente construido de tres secciones de ladrillos refractarios especiales, en un espesor hasta de 38 pulgadas, la temperatura en el centro de la masa de fusión puede alcanzar hasta $2\,500^{\circ}\text{C}$ y en las paredes hasta $1\,600^{\circ}\text{C}$.

El rendimiento de algunos convertidores es del orden de 54 Tn/calentada, en aproximadamente 37 minutos, los gases producidos fluyen a razón de $5,660\text{ m}^3/\text{min}$ y son pulverizados con agua, de manera que la temperatura al descender de $1,650^{\circ}\text{C}$ a 260°C facilita la precipitación de un polvo fino para lo cual se usan precipitadores electrostáticos.

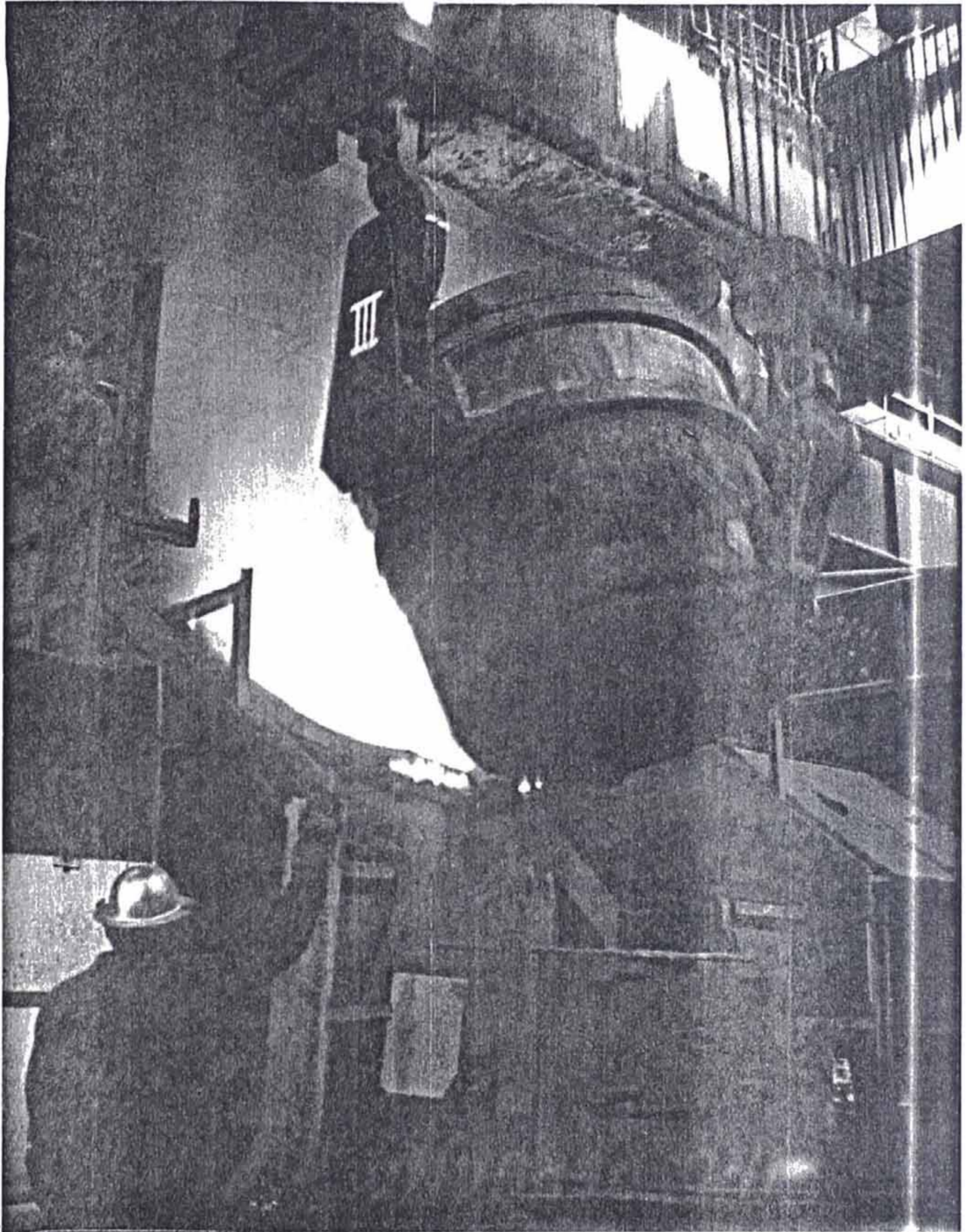


FIGURA Nº 3/5

CONVERTIDOR DE SIDERURGICA

El capital invertido en convertidores es más o -
menos tres veces menor que el invertido en hor -
nos de hogar abierto.

Hornos para Acerías.

Además de los hornos mencionados anterior men -
te existen otros tipos de hornos que por sus ca -
racterísticas especiales son usados específica -
mente en industrias siderúrgicas, entre ellas -
tenemos :

Los hornos de arco, que en la actualidad se vie -
nen usando no sólo para aceros de aleación y o -
tros de alta calidad, sino que se usan para fa -
bricar tipos más simples de acero. Entre es -
tos hornos , tenemos con capacidades de : 70 -
90 Ton. con transformadores de 20 - 25 MVA y
hornos de 150 Ton. con transformadores de 36
MVA.

El constante progreso en la fabricación de es -
tos hornos no sólo ha sido en el aumento de ca -
pacidad sino se ha obtenido un factor de rendi -
miento elevado.

Los hornos se destinan casi sin excepción a la -
fusión de cantidades consideradas de chatarra y
por lo tanto el problema de carga es muy toma -

do en cuenta.

De acuerdo a esto se han construido diversos tipos de horno tales como : los hornos de arco del tipo pórtico. En este caso una grúa pórtico soporta la tapa del horno y los electrodos, etc. La grúa puede desplazarse hacia un lado, dejando libre el acceso al horno, el pórtico puede fabricarse con una sola base, siendo el lado opuesto el que se apoya sobre ruedas. Por lo general el diseño contempla la basculación del horno.

Otro diseño más simple es aquel de cubo móvil, que permite a ésta desplazarse sobre ruedas mediante un carril. Las cubas son fabricadas de planchas de acero.

Estos hornos se construyen, casi sin excepción con fondos en forma de casquete esférico y con paredes laterales verticales, cilíndricas. El principal motivo para la adopción del fondo esférico es que no es necesario emplear dispositivos mecánicos para reforzar y soportar el fondo. La proporción en las dimensiones, puede ser observada si mencionamos que para un horno de 90 Ton. se usa una cuba de 6,10m. de diáme -

tro , en una altura de 2,00 m.

Además un horno de arco está compuesto de los dispositivos de basculación, de los rieles y guías, puertas, aros de tapa, electrodos, etc.

Los hornos de cúpula, usados en la fabricación de hierro fundido. Su forma exterior es la de un cuerpo cilíndrico de acero, revestido interiormente con ladrillos refractarios. Para la industria siderúrgica que precisa calentar lingotes o planchones se usan los hornos de tipo continuo o los de sistema Hainsworth. Estos últimos para uniformizar el calor a través de su sección recta.

Otros hornos usados para mejorar las condiciones técnicas de los lingotes, son llamados hornos de foso, cuyas celdas paralelepípedas usan bases de planchas de acero, soportadas adecuadamente por vigas de acero. Las paredes laterales están cubiertas por planchas de acero formando la sección mampostería refractaria; la tapa forma el techo del horno, fabricada de planchas de acero. Posee un mecanismo para facilitar la carga.

Estos hornos son de diferentes tipos. El más antiguo es el foso de tipo regenerativo ; entre otros diseños tenemos los siguientes tipos : foso de quemado en una dirección, foso de quemado vertical, foso de quemado en dos direcciones, foso circular, etc.

En algunos modelos las bases son de 25 mm. de espesor, las planchas de las paredes de 6 mm. como parte de un espesor total de 117 mm. y con material para la tapa de 65 mm.

Otros hornos de gran importancia son los de tratamiento térmico. Por ejemplo los hornos de recocido para el tratamiento de bobinas de acero de tipo monpila o continuas. Los Hornos de templado corrientemente sirven a bobinas de más de 2,0 m. de diámetro. Así de esta manera existen diversidad de hornos, de acuerdo al uso que se le va a dar.

d. Equipos de Almacenamiento.

Recipientes y Tanques.

Para el almacenamiento y manipuleo de grandes cantidades de materiales ya sean sólidos, líquidos o gaseosos con diferentes propiedades fís-

cas y químicas, se necesitan recipientes de -
variada construcción. (Ver Fig. N° 3/6),

Los recipientes utilizados para líquidos y gases pueden ser usados como almacén o pueden ser parte de equipos empleados en un proceso, por ejemplo, una autoclave es un recipiente para alta presión, equipado con accesorios de agitación y calentamiento, una columna de destilación puede ser considerada un recipiente el cual tiene una serie de accesorios, un intercambiador también puede ser considerado dentro de este grupo, lo mismo que un evaporador.

Entre los factores de diseño de un recipiente, - sin tomar en cuenta la naturaleza de aplicación, tenemos : la performance, propiedades del material usado, esfuerzos inducidos, estabilidad elástica, estética, etc.

Otros aspectos son : la función y localización, - naturaleza del fluido, temperatura y presión de operación, volumen, etc.

Los tipos más comunes de recipientes, de acuerdo a su geometría, pueden ser : tanques a -

biertos, tanques cilíndricos verticales de base plana, cilindros verticales y horizontales con extremos conformados, esféricos o esféricos modificados.

Los recipientes de cada una de estas clasificaciones son ampliamente usados tanto en almacenamiento como en procesos de diversa índole.

Es posible establecer algunas generalidades sobre el uso de estos recipientes. Así por ejemplo, grandes volúmenes de líquidos no peligrosos, pueden ser almacenados en tanques de poco valor sin tapa; si el fluido es tóxico, combustible o gaseoso, o si la presión es mayor que la atmosférica, se requieren sistemas cerrados a presión atmosférica los tanques cilíndricos con base plana y techos cónicos son los más usados. Los esféricos y esferoides para grandes volúmenes y presión. Para pequeños volúmenes resulta más económico tanques cilíndricos con tapas conformadas. (Ver Fig. N^o 3/7). Los recipientes abiertos pueden llegar a tener diámetros de 30 a 60 metros y pueden alcanzar grandes alturas, una gran cantidad de ellos son fabricados de planchas de acero.

Los recipientes cerrados son diseñados siguiendo las instrucciones del API st. 12 C, API Specification for Welded Oil Storage Tanks, para el caso de almacenamiento de petróleo; siendo estas normas útiles también para otras aplicaciones.

Los tanques de base plana con techo cónico son manufacturados con expansores y respiraderos. Tanques de hasta 7m. de diámetro pueden ser cubiertos con tapas autosoportadas. Tanques con diámetros hasta de 15 m. usualmente requieren, al menos, una columna central. Tanques más grandes se diseñan frecuentemente con múltiples columnas o con techo flotante. En general los tanques con techo cónico se usan a presiones atmosféricas.

Si se usan tanques de techo semiesférico, se pueden aceptar presiones de 0,2 a 1,0 Kg/cm². Estos son normalmente pequeños en diámetro, pero altos, para cierta capacidad, en comparación a los tanques de techo cónico. Los tanques cilíndricos con tapas de forma se ciñen a las reglas de API y de ASME, pueden alcanzar diámetros de hasta 4 m. en modelos transportables, sin embargo, en modelos estacionarios pueden

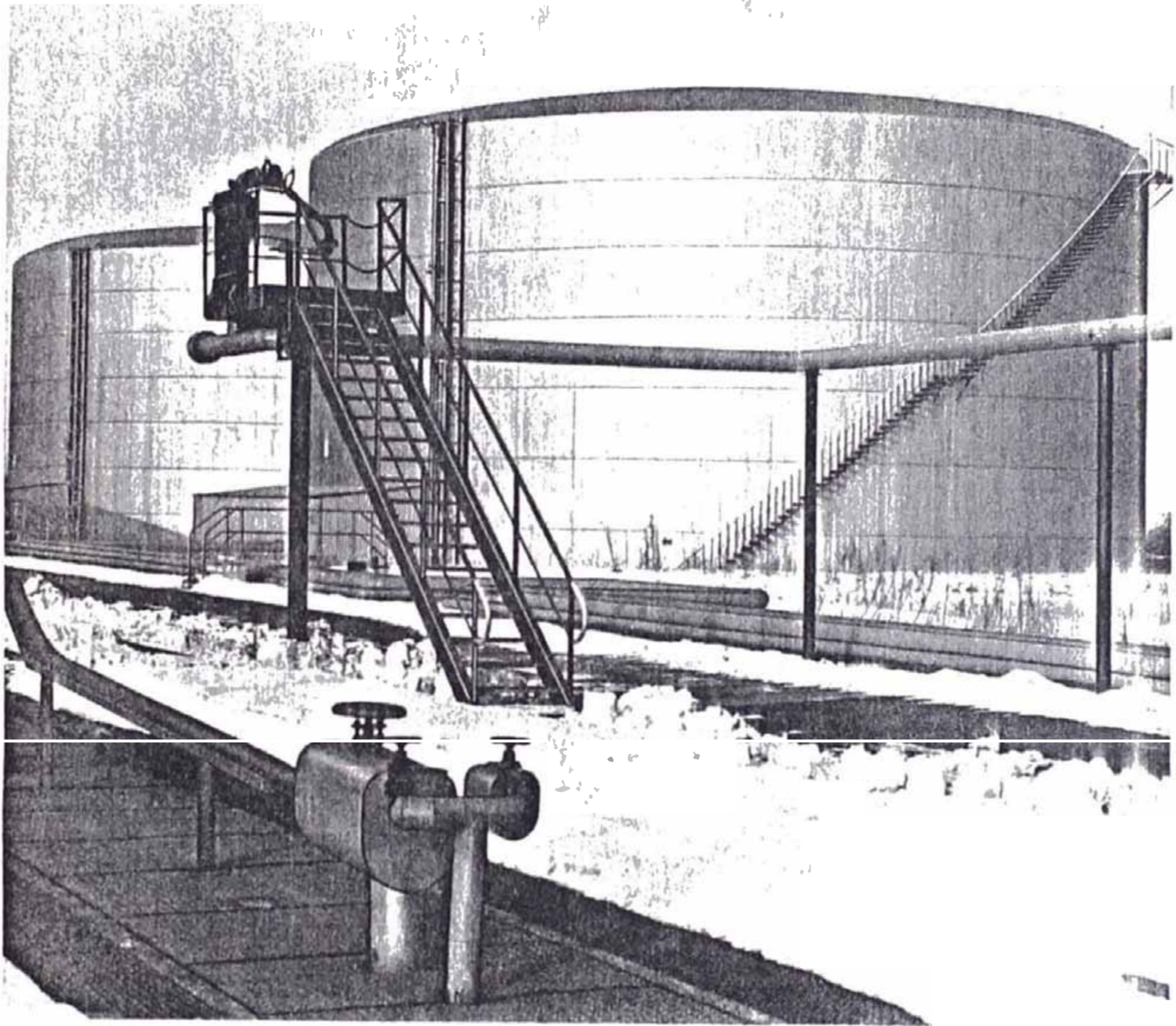


FIGURA N° 3/6

TANQUES DE ALMACENAMIENTO

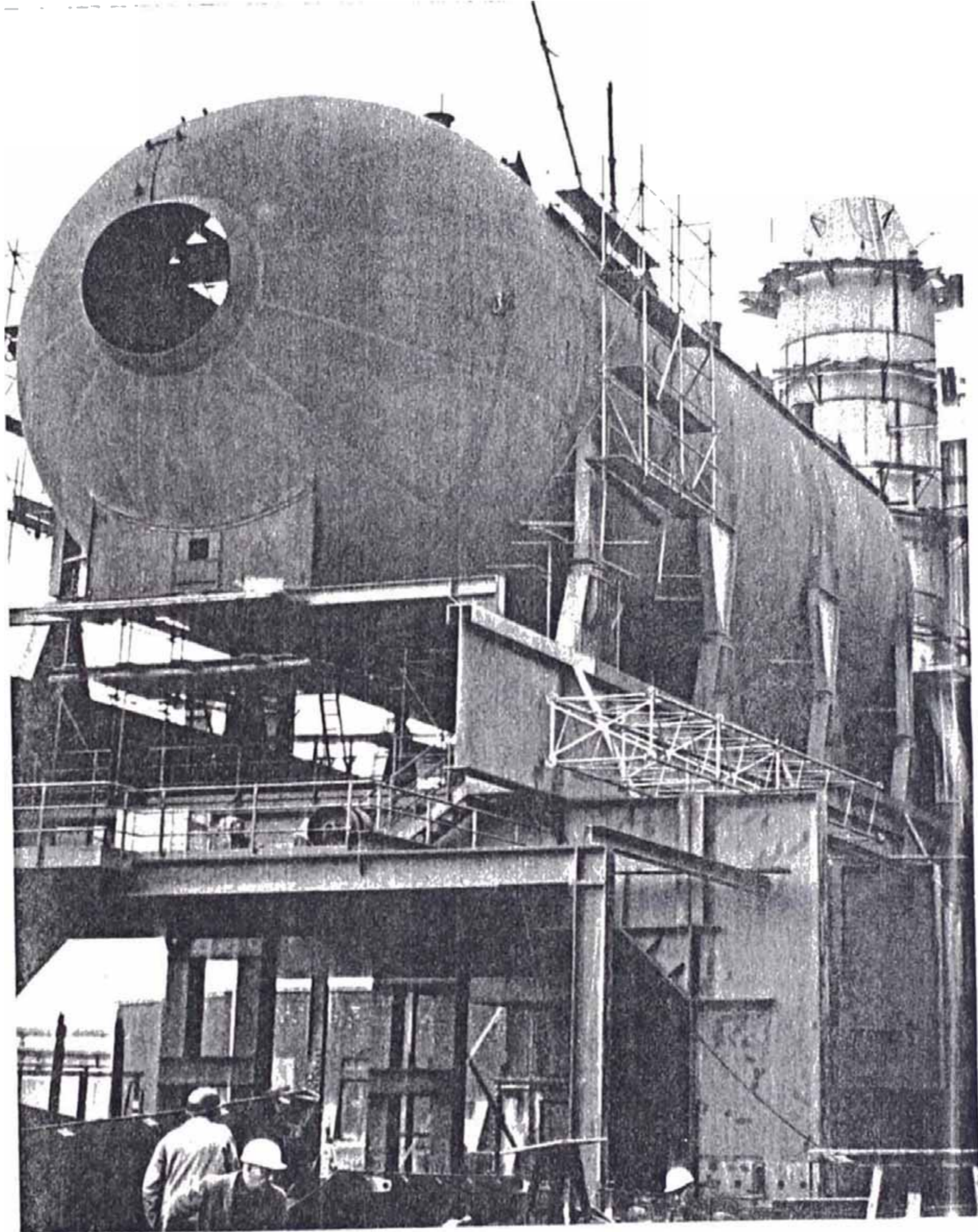


FIGURA Nº 3/7

RECIPIENTE

PRESION

ser de 11m. de diámetro y 70 m. de longitud. Dentro de este grupo podemos considerar las columnas de destilación, absorbedores, separadores, etc. (Ver Fig. N^o 3/7).

Los tanques de techo flotante y techo cónico son preferidos para depósitos de líquidos en industrias petroquímicas.

Los tanques de forma esférica pueden alcanzar a servir presiones de 0,7 a 14 Kg/cm² en capacidades de 1,000 a 25,000 bbl.

En los modelos modificados se puede llegar hasta 28 Kg/cm² con capacidad hasta de 75,000 bbl. Algunos modelos alcanzan hasta 120,000 bbl a 0,2 Kg/cm². Los tamaños comunes en tanques hemisféricos son del orden de 20,000 bbl a 0,2 Kg/cm² (1 Barril árido bbl = 115.62 l).

Tolvas.

Este recipiente tiene la finalidad de almacenar transitoriamente diversos materiales. Se fabrican en una variedad de modelos y dimensiones, adoptando en la mayor parte de las veces formas tronco cónicas fabricadas de planchas

de acero y provistas de alguna forma de bloqueo, ya sea mecánica, hidráulica o neumática.

Se distinguen tres tipos de tolvas :

Tolvas elevadas, montada sobre una estructura, conectadas algunas veces a una balanza, tolvas profundas instaladas a nivel del suelo, tolvas móviles instaladas sobre carros de ferrocarril, carriles o chasises.

e. Mezcladores y Separadores.

Mezcladores.

Son recipientes basculantes o giratorios, estacionarios o móviles que permiten la mezcla u homogenización de elementos sólidos y/o líquidos. En las industrias siderúrgicas, cuando se quiere estabilizar las condiciones de operación de la masa extraída del alto horno y que va al convertidor, se emplean mezcladores. Estas unidades tienen forma cilíndrica con mampostería de refractarios. Poseen sistemas de carga y de basculación. Algunos modelos de 2,500 ton., usan tambores de 9m. de diámetro, con longitudes de 12m. y con grosores de mampostería de 0.90 m.

El equipo basculante permite giros de 60° , la

tapa es maniobrada por un sistema mecánico.

Dentro de los mezcladores también tenemos aquellos usados en la industria de la construcción, ya sean en modelos estacionarios o móviles, impulsados circunferencialmente por sistemas mecánicos de forma cilíndrica y extremos troncocónicos, generalmente fabricados de planchas de acero.

Ciclones.

Es un equipo metálico, estacionario, cuya finalidad es separar de la masa de un gas o aire, las partículas pequeñas, el polvo o el fino de un material, con el objeto de obtener su recuperación evitando que se pierdan o contaminen el medio ambiente. (Ver Fig. N° 3/8).

Generalmente son denominados separadores ciclónicos. Hay una gran variedad de diseños de ciclones, dependiendo de la capacidad de la instalación del cual es parte integrante.

Los ciclones para separar partículas sólidas o líquidas de un flujo de gases, se aplican por lo general cuando se trata de partículas de un diámetro superior a 5 micrones.

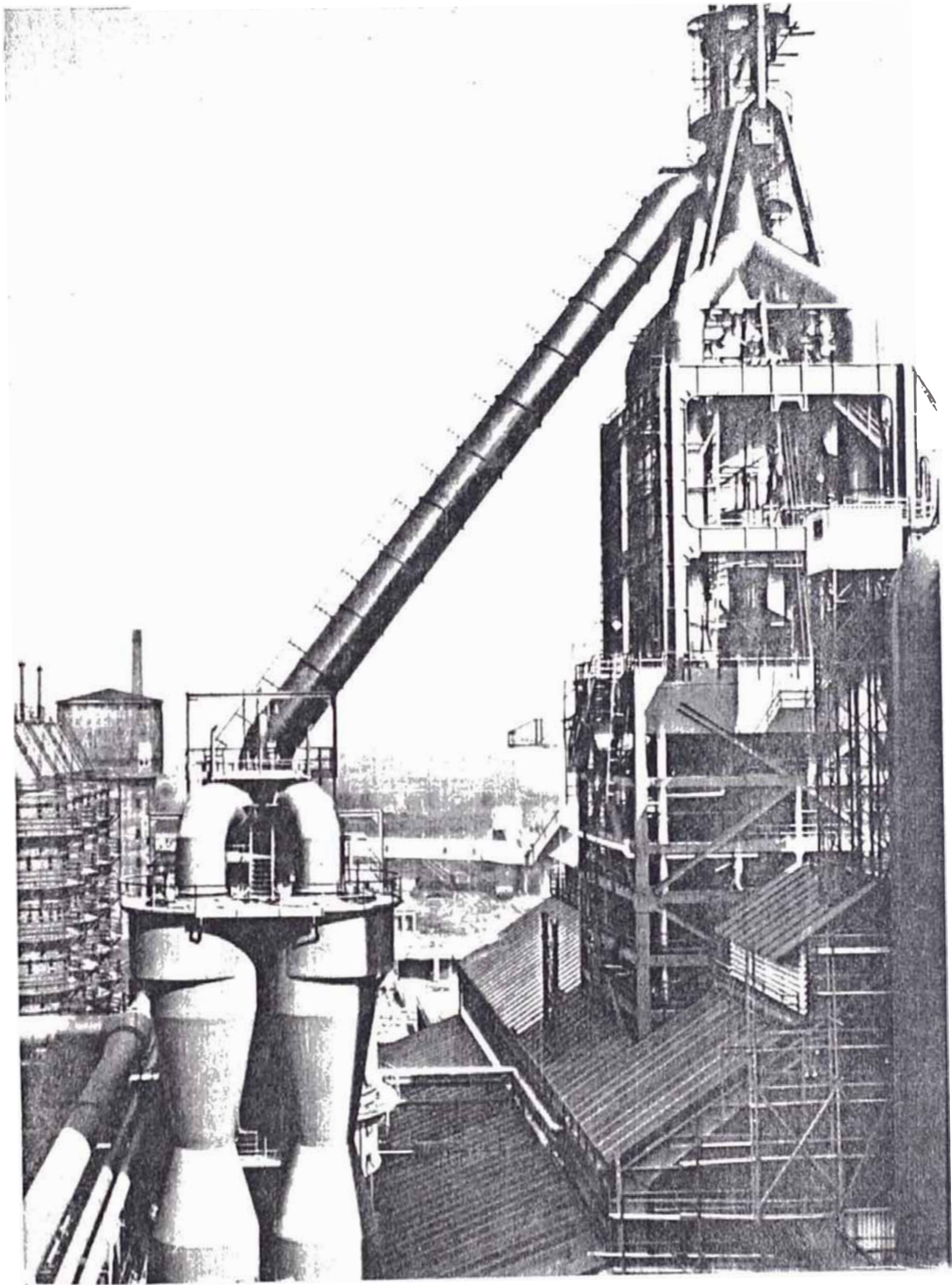


FIGURA N° 3/8

CICLONES

En los ciclones, los gases sufren una caída de presión por la resistencia que éstos presentan al flujo de gases. Para los separadores normales y tratándose de aire standard, puede considerarse que tal resistencia la varía entre 25 y 75 mm. de agua y para vencer los gases de entrada deben tener la energía cinética adecuada. Esto se consigue tomando unos 1000 m/min como velocidad de los gases en la boca de entrada del ciclón.

Los ciclones pueden trabajar al vacío cuando se instalan en el lado de aspiración de los ventiladores, y en este caso para evitar infiltraciones del aire, las juntas deben hacerse herméticas. Si se instalan en el lado de impulsión de los ventiladores, funcionarán a presión.

En cualquier caso en los ciclones, las conexiones deben mantenerse en buen estado, ya que las fugas, derrame o polvareda ocasionan perjuicios y molestias.

Hay bastante variedad en el diseño de ciclones, aunque los principios de funcionamiento son los mismos. Los más comunmente usados en

la industria son los llamados ciclones de baja velocidad, de amplia aplicación en los aserraderos, plantas de harina de pescado, plantas de almacenamiento de granos, sistemas de transporte neumático, etc.

En los ciclones las partículas de un material son separadas por el efecto combinado de las fuerzas centrífuga y gravitacional. Los gases cargados (de partículas) ingresan al ciclón por una boca tangencial a su cuerpo cilíndrico, adquiriendo un movimiento circular. Tales partículas por la acción de la fuerza centrífuga son proyectada hacia la parte de esta cámara, desde donde caen por gravedad a una cámara cónica de sedimentación donde se las recoge. Los gases en el interior del separador, adquieren un movimiento ciclónico formándose un vórtice que avanza hacia arriba, descargándose por la boca central superior para posar directamente a la atmósfera o a otros equipos.

El rendimiento de separación no depende únicamente y exclusivamente de las características del ciclón, pues depende tanto de éste como de las propiedades inherentes al material en operación. Teniendo en cuenta que

este rendimiento disminuye a manera que el ciclón sea más grande, entonces para trabajar con grandes volúmenes de gases pueden emplearse ciclones en paralelo montados en unidades múltiples con entradas y salidas comunes.

Un ciclón está constituido por las siguientes partes principales:

- Cuerpo cilíndrico principal
- Cono de sedimentación
- Boca de entrada de succión
- Boca de salida de gases
- Boca de salida del material separado.

f. Otros Equipos

Gran cantidad de equipos usados en la industria siderúrgica, son fabricados de planchas de acero por el proceso de plasto deformación. Ellos son accionados mediante sistemas mecánicos, neumáticos, eléctricos o la combinación de los mismos.

Destacando dentro de este grupo los carros mezcladores de colada, que consisten en un cuerpo cilíndrico horizontal con extremos tronco cónicos y tapas semiesféricas, sustentan-

do sobre una plataforma de carril, en cual puede autoimpulsarse a medianas velocidades; anteriormente está revestido con ladrillos refractarios. Algunos modelos tienen una capacidad útil de 450 ton. y se desplazan a 25 km/hr, su diámetro interno de 3m y longitudes de 9 m., con una potencia de impulsión de 11 kw.

Otro equipo son los carros para transporte de cucharas de colada. En ciertos modelos las velocidades son del orden de los 30 km/hr, para una capacidad de 300 Tons. y una carga útil de la cuchara de 250 ton.

Estructura parecida a éstos, tienen los carros de transbordo de escoria, algunos con cucharas de 6 m³. También son parecidos los carros lingoteros, algunos con capacidades de más de 130 Ton.

Las cucharas de colada, en algunos modelos tienen un diámetro de 4m. por 4.5 m. de alto, con mampostería refractaria de 300 mm.

Se incluyen en este grupo una serie de componentes fabricados a partir de la plancha metá-

lica y que se usan en la industria naval, o en otras industrias, por ejemplo: guardas, cajas, soportes de grandes ejes, estructuras de filtros, codastes y otros insumos para la construcción naval, partes y piezas para motores principales de buques de alto bordo, fondos bombeados y otros productos afines.

2. Fabricaciones Estructurales

a. Puentes

A mitad del siglo pasado empezaron a construirse puentes de acero, principalmente para vías férreas. En la actualidad la mayor cantidad de puentes se construyen en carreteras.

Los puentes pueden clasificarse de la manera siguiente:

- Por su forma se construyen como puentes de paso inferior y puentes de paso superior. En el primero el piso está apoyado en la parte inferior de la estructura, a diferencia del segundo, en el que el camino circula por la parte superior.
- Por la distancia que unen, los puentes pueden ser: de claro corto para longitudes hasta de 40 m., de claro medio para longitudes entre -

40 m. y 12 m. y de claros grandes para mayores de 120 m.

- Por su conformación estructural los puentes pueden ser: de viguetas simplemente apoyadas, usadas en vías férreas en longitudes de hasta 15 m. y en carreteras hasta 24 m., de traba de alma llena, usados en longitudes mayores de 70 metros, de armadura para claros medianos, la armadura tipo Pratt usado en longitudes de 45 m. a 60 m., la armadura tipo Warren para claros entre 55 metros a 60 metros, la armadura tipo Parker para claros entre 55 m. a 110 m., de armaduras subdivididas de tipo Baltimore o Pratt, los de tipo Pensilvania o Petit y los de tipo K; de armaduras continuas, usados en carreteras con claros de 140 y 243 metros, ejemplo típico es la armadura continua tipo Warren, de voladizo, usados en claros de 150 a 550 metros en carreteras y de 180 a 550 metros en ferrocarriles.
- También por su forma los puentes pueden ser: de arcos de acero y colgantes. Los de arcos de acero a su vez pueden ser de nervios sólidos, nervios arriostrados, etc. Los puentes colgantes son usados para longitudes de 122 a 3000 metros en carreteras.

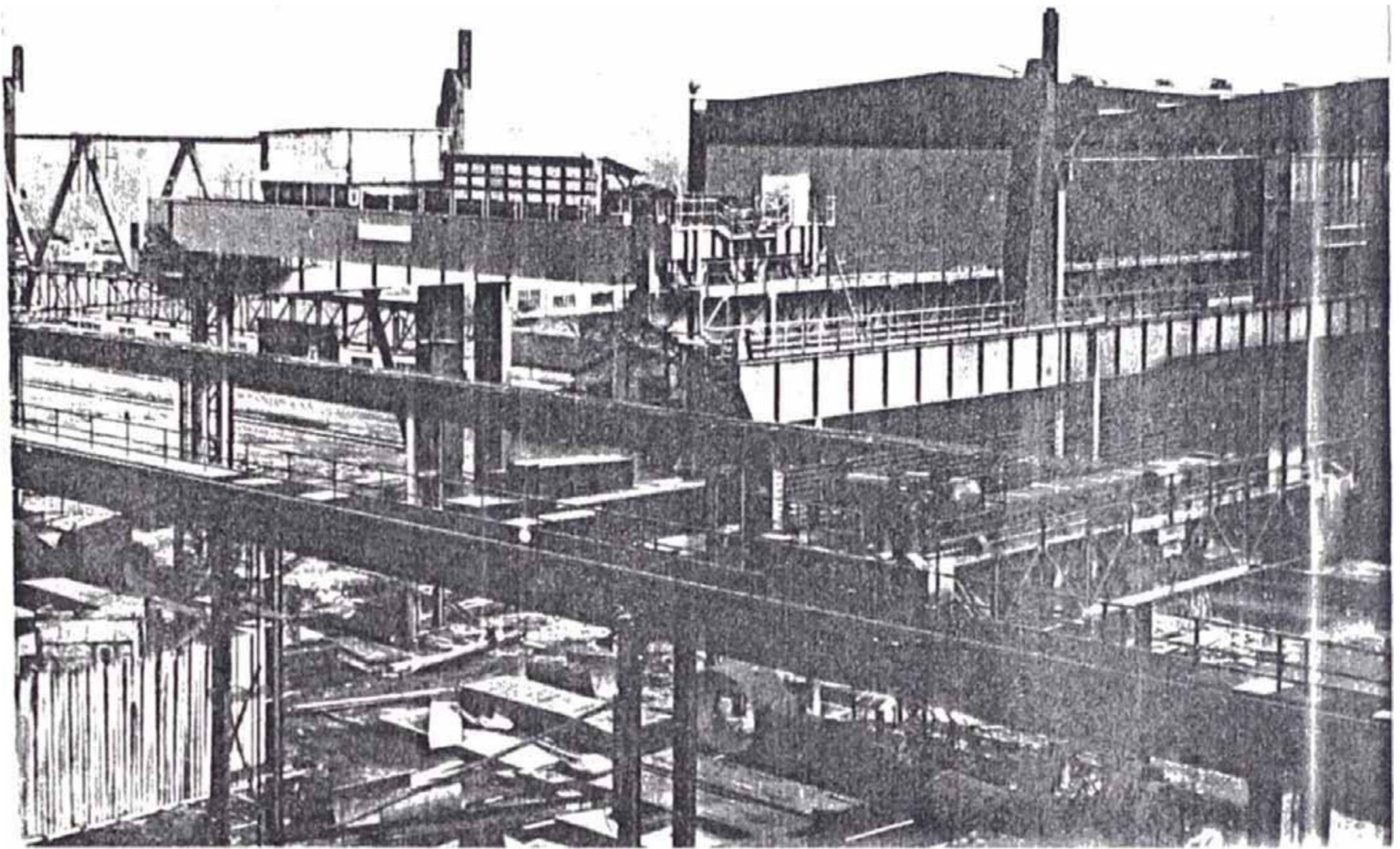
Debido a que no es posible realizar una clasificación rígida de puentes, no nos ha permitido considerar en los rubros anteriores a puentes tales como: puentes de acero de marco rígido, puentes ortotrópicos, puentes tipo viercanal, puentes de acero pretensado, puentes giratorios, puentes basculantes, puentes de levadizo, puentes modulares, etc.

Por último indicamos que entre los muchos factores determinantes de las características de un puente, tenemos a las siguientes: claro requerido, condiciones de cimentación, espacio, método de montaje, cargas a soportar, costo inicial, costo de mantenimiento, etc.

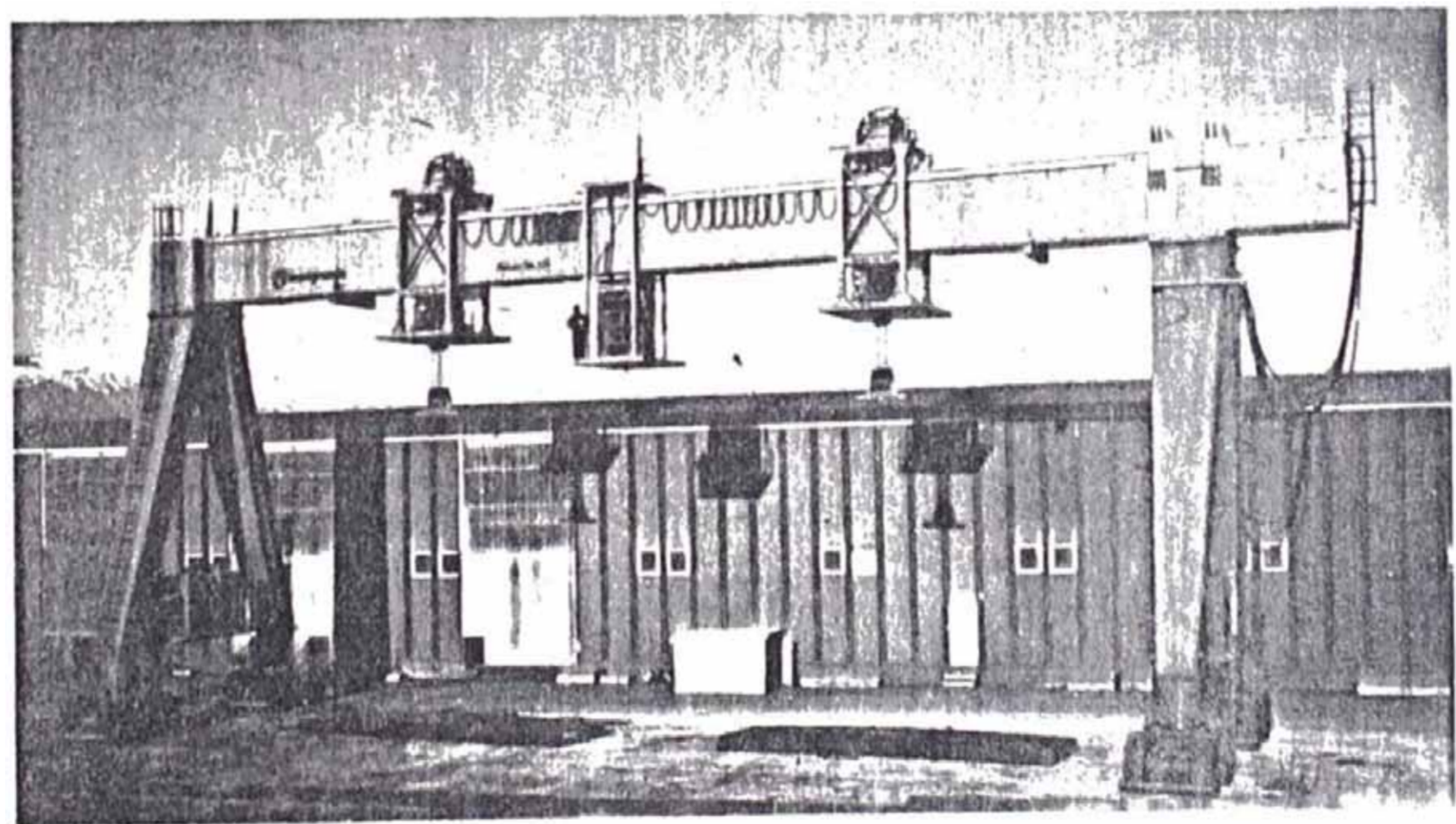
b. Grúas

Estas son máquinas utilizadas para desplazar cargas verticalmente y/u horizontalmente a ciertas velocidades, operadas por sistemas manuales, electromecánicos o neumohidráulicos.

Las más conocidas son: las grúas revolver, grúas de columna, de columna con pluma, grúas pórtico, grúas semipórtico, grúas puente, grúas de carril, grúas autopropulsadas, etc. (Ver Fig. N° 3/9).



(a)



(b)

FIGURA Nº 3/9

(a) GRUAS FUENTE

(b) GRUA PORTICO

En algunas clasificaciones las grúas se consideran como de clase A, B, C y D.

Las de clase A para servicios de 24 horas, usadas generalmente en fábricas de acero, cemento y en todo trabajo de tipo pesado. Las de clase B aproximadamente para trabajos de 8 horas, generalmente de tres motores, para trabajos semipesados. Las de tipo C para las mismas condiciones pero de 2 motores.

Las grúas de tipo D para uso intermitente, sin motor.

Las características más comunes de las grúas son las siguientes: geometría, velocidades ortogonales de trabajo, desplazamiento vertical, desplazamiento horizontal, radios de giro, carga permisible de trabajo, movimiento angulares, movimiento de rotación, estabilidad, carga muerta, área de trabajo, etc. Las dimensiones son variables, dependiendo del tipo de grúa.

c. Compuertas

Nos referimos principalmente a las compuertas hidráulicas, las cuales constan de una armazón

de acero que se desliza en un marco de acero o se apoya sobre rodillos, por lo que se les clasifican en: compuerta deslizantes y compuertas de rodillos.

Los sistemas de apertura que más se usan por su rapidez para accionar estas compuertas, son las hidráulicas. La dimensión es variable.

d. Estructuras Industriales

En la actualidad, gran parte de las estructuras son fabricadas de acero de alta resistencia, cuando se quiere minimizar las cargas muertas. Justamente este hecho es de gran importancia en puentes de gran longitud, en edificios elevados, en estructuras cimentadas en condiciones precarias, en soportes y plataformas de máquinas, etc.

Por otra parte, las estructuras de acero tienen la ventaja que se prestan para fines de ampliación. En el caso de nuevos tramos o de alas totalmente nuevas se facilita la agregación de ellos a estructuras de acero existentes, lo mismo ocurre con los puentes o con ciertos tipos de grúas.

Además se prestan a ser prefabricados, son de fácil montaje, susceptibles de ser recuperados y nuevamente utilizados. Sin embargo, son desventajosos por su costo de mantenimiento, costo de protección contra incendios y la susceptibilidad a pandeo.

Las estructuras tradicionalmente se diseñan dentro del campo elástico, es decir dentro del campo de esfuerzo permisible. Para los diseños más audaces pretenden el diseño plástico, basado en la propiedad de ductibilidad del acero, diseñándose los elementos dentro del margen de resistencia a la falla o ruptura.

Las estructuras de acero pueden fabricarse de perfiles simples de acero o de perfiles compuestos, según sean los requerimientos funcionales y de estética. (Ver Fig. N° 3/10).

Una estructura está compuesta de unidades características, tales como : elementos sujetos a tensión, elementos sujetos a compresión, elementos sujetos a flexión o combinación de éstos.

Los elementos sujetos a tensión se encuentran en puentes, armaduras, torres, sistemas de con

traventeo y tirantes. El tipo de elemento a usarse puede depender sobre todo de la forma de conexión en el extremo, más que a cualquier otro factor. Se usan perfiles redondos, ángulos, ángulos dobles, T estructurales, secciones combinadas, secciones en cajón, W o I estructurales.

Entre los elementos sujetos a compresión tenemos: columnas, cuerdas superiores de las armaduras, miembros de arriostramiento, patines de compresión y miembros sujetos a flexión y compresión. Las secciones más utilizadas en este tipo de elementos son: ángulos, ángulos dobles, T estructurales, canales, W estructurales, secciones tubulares redondos, cuadrados, rectangulares, secciones en cajón, secciones armadas, etc.

Entre las numerosas aplicaciones de elementos sujetos a flexión, se pueden citar: las vigas, las vigas secundarias, las vigas de cerramiento, las vigas de borde emparrilladas, largueros y piezas de puente, etc. En estos elementos los perfiles W han demostrado ser las secciones más económicas y han reemplazado ventajosamente a los canales y a las secciones

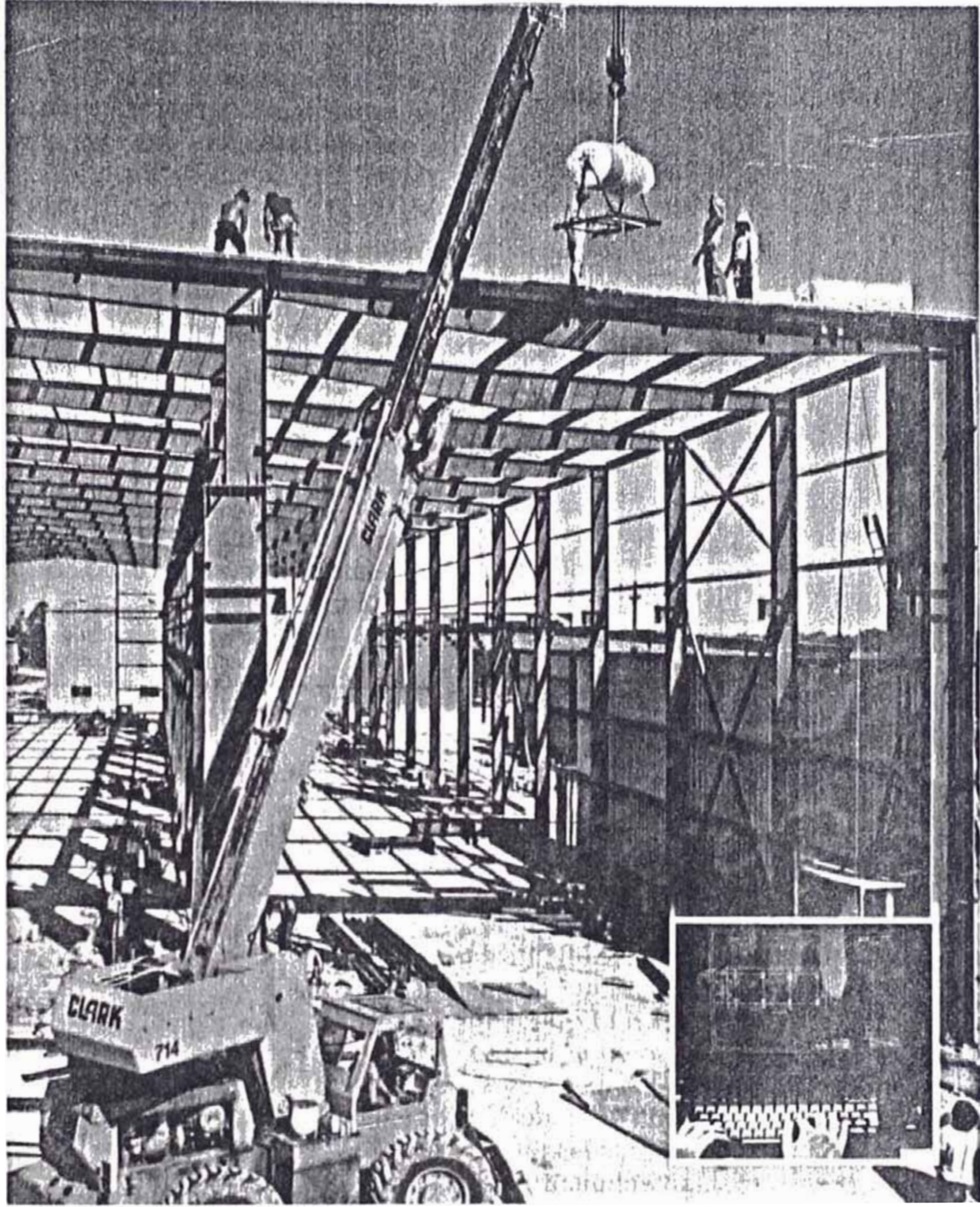


FIGURA N° 3/10

ESTRUCTURA INDUSTRIAL

en I. Las secciones tipo canal, algunas veces, son usados para cargas ligeras. En cambio el uso de vigas en I ha ido disminuyendo gradualmente.

Todos estos elementos adecuadamente elegidos y unidos ya sea mediante remaches, pernos o soldadura, forman las estructuras de edificios, puentes, plataforma, gruas, etc.

En los edificios, las estructuras se clasifican de acuerdo al tipo de construcción en: estructuras apoyada en muro de carga, entramados de acero apoyados sobre columnas de acero, estructuras para grandes claros apoyados en columnas de concreto armado o las combinaciones de éstos.

Las estructuras apoyadas en muros de carga, se usan en construcciones comerciales ligeras de una planta. Los extremos de las vigas, viguetas, etc. están apoyados sobre los muros, que a su vez transmiten las cargas a los cimientos; resultan económicos en claros que no son mayores a 12 metros.

En las construcciones de entramado de acero las

cargas se transmiten a los cimientos por una serie de vigas y columnas de acero. Este tipo de estructura que puede ser usado para edificios de grandes alturas, se llama también construcción de vigas y columnas. Generalmente, las columnas van espaciadas a 6, 8 ó 9 metros.

Cuando se trata de casos como: Tribunales, auditores, teatros, hangares o salas de baile, la construcción usual de entramados puede resultar insuficiente. Podría ser necesario usar vigas de traba compuestas, armaduras grandes, arcos, vigas con cubreplacas, etc.

Finalmente, en un gran porcentaje de construcciones, actualmente se viene combinando concreto reforzado y acero estructural.

e. Tuberías

Antiguamente el único fluido importante transportado por tubería era el agua, actualmente todos los fluidos son susceptibles de ser transportados por tuberías durante su producción, proceso o utilización.

Entre los fluidos transportables tenemos el pe -

tróleo, agua, gases, ácidos, metales líquidos, etc.

Las tuberías de alta presión y gran diámetro, se especifican por el diámetro nominal, el cual siempre es igual al diámetro externo de la tubería. Estas tuberías tienen gran empleo en el transporte de agua. En las centrales hidroeléctricas, se usan en lugar del canal abierto o en transporte de agua potable, o agua para concentradores, etc. También se emplean en la industria petrolera. (Ver Fig. N° 3/11).

Las tuberías que se usan en lugar del canal abierto o de una parte de éste se construyen principalmente de planchas de acero. Estos tubos pueden ser remachados o soldados. La unión de unos tubos con otros se efectúa generalmente por medio de bridas de acero remachadas, o soldadas a los tubos y también por rebordado del tubo y platinas y bridas sueltas o por enchufes cónicos remachados. También se emplea con buenos resultados el enchufe de dilatación con una junta formada por un carbón de cañamo empapado en grasa. Estas tuberías en servicio deben ser ancladas en trazo a bases de hormigón.

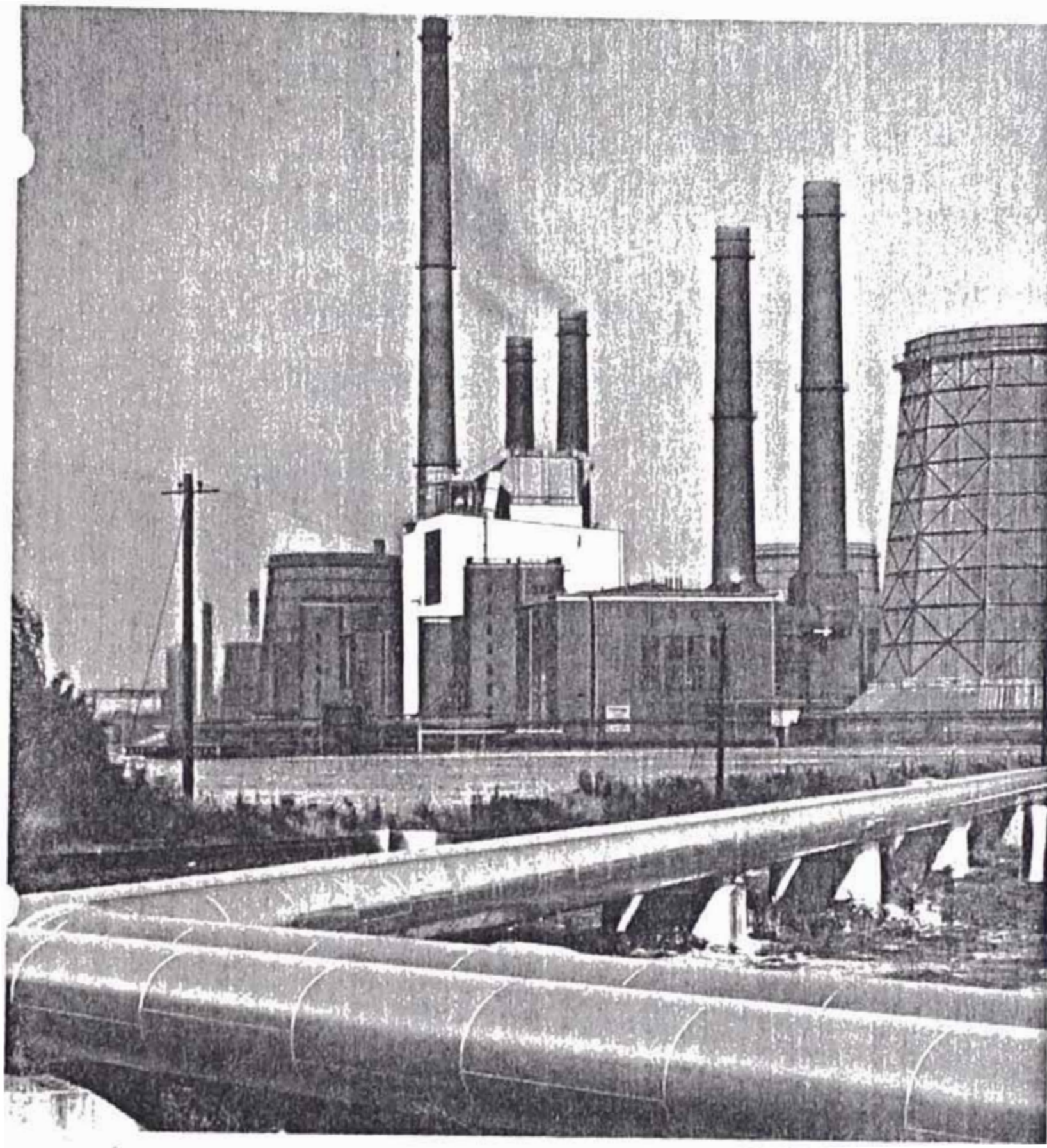


FIGURA N° 3/11

TUBERIAS DE ALTA PRESION

En la especificación completa de estos tubos se tendrá en cuenta: el material y proceso de manufactura, el tipo y material de pestañas, forma de las juntas y pernos y tuercas a ser usadas, soportes, tolerancias y dimensiones, además puede incluirse los requerimientos del que los necesita.

3. Area de Aplicación de los Productos

El campo de aplicación de los productos anteriormente definidos es amplio. Dichas áreas están mostradas en el Cuadro N° 3/4 en donde se nota que los productos de Calderería Pesada es utilizado en todas la áreas a excepción de las irrigaciones.

En cuanto a las fabricaciones estructurales pesadas la situación es similar.

3.2. Análisis de los diferentes Procesos de Producción

3.2.1. Operaciones Requeridas en la Fabricación de los Productos

La mayoría de los productos definidos anteriormente, tienen sus fases operativas de construcción, similares o en algunos casos son las mismas. Las fases operativas o procesos de producción y las máquinas y equipos necesarios utilizar en este planta

metalmecánica son los que mencionamos a continuación:

- A) Trazado: Para realizar el proceso de dibujo sobre la superficie de metal son utilizados en la mayoría de los casos caballetes o plataformas de soporte.
- B) Corte: En esta operación son utilizados equipos de oxicorte, sierras, cizallar, guillotinas.
- C) Granallado o Arenado: Para realizar esta operación son usados equipos de arenado o granallado.
- D) Perforado: Para realizar esta operación se utilizan taladros en sus diferentes tipos.
- E) Rolado: En esta operación se utilizan las máquinas roladoras.
- F) Prensado: En esta fase operativa son utilizadas las prensas mecánicas y/o hidráulicas.
- G) Soldado: Para realizar esta operación son utilizados los equipos de soldar manuales y/o semi automáticos. y/o automáticos.
- H) Tratamiento Térmico: En esta operación son utilizados hornos y también equipos autógenos de soldadura y corte.
- I) Maquinado: En esta fase son utilizados los tornos, cepillos, esmeriles, fresadoras.
- J) Ensamblaje: En esta fase son utilizados montacargas, grúas móviles, grúas puente, soldadura, caballetes.

- K) Acabado : En esta operación son utilizados los equipos de arenado, de pintura, esmeriles.
- L) Inspección : En esta fase son utilizados equipos de rayos X, ultrasonido, mediciones.
- M) Prueba : Esta fase depende del producto, la prueba puede ser hidrostática, aplicación de pesos, etc.

3.2.2 Diagramas de Flujo :

Los diagramas de flujo nos muestran la sucesión cronológica y el recorrido de los elementos hacia el ensamble final. Analizando los diagramas de flujo, para efectos del planteamiento general de la planta, podemos darnos cuenta cuáles son las áreas involucradas directamente en la producción así como los servicios auxiliares y el recorrido que sigue el producto hacia el ensamble final.

Por tanto, para mejor visualización de los procesos de producción de cada grupo de productos de calderería, estructuras y perfiles soldados pesados presentamos en los diagramas N° 3/1 al 3/15, los diagramas de flujo correspondientes, los cuales han sido elaborados en base a datos obtenidos en plantas metalmecánicas similares, a la que estoy diseñando y a experiencia propia.

DIAGRAMA N° 3/1

Diagrama de flujo : CALDEROS

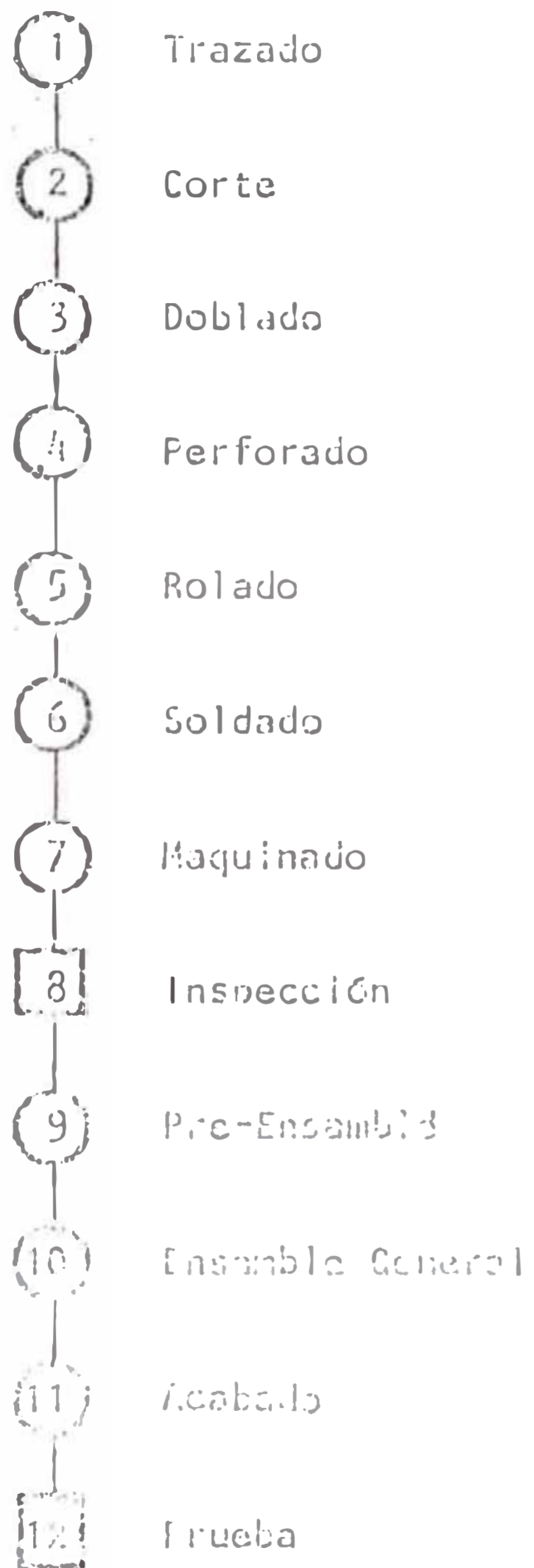


DIAGRAMA N° 3/2

Diagrama de Flujo : INTERCAMBIADORES

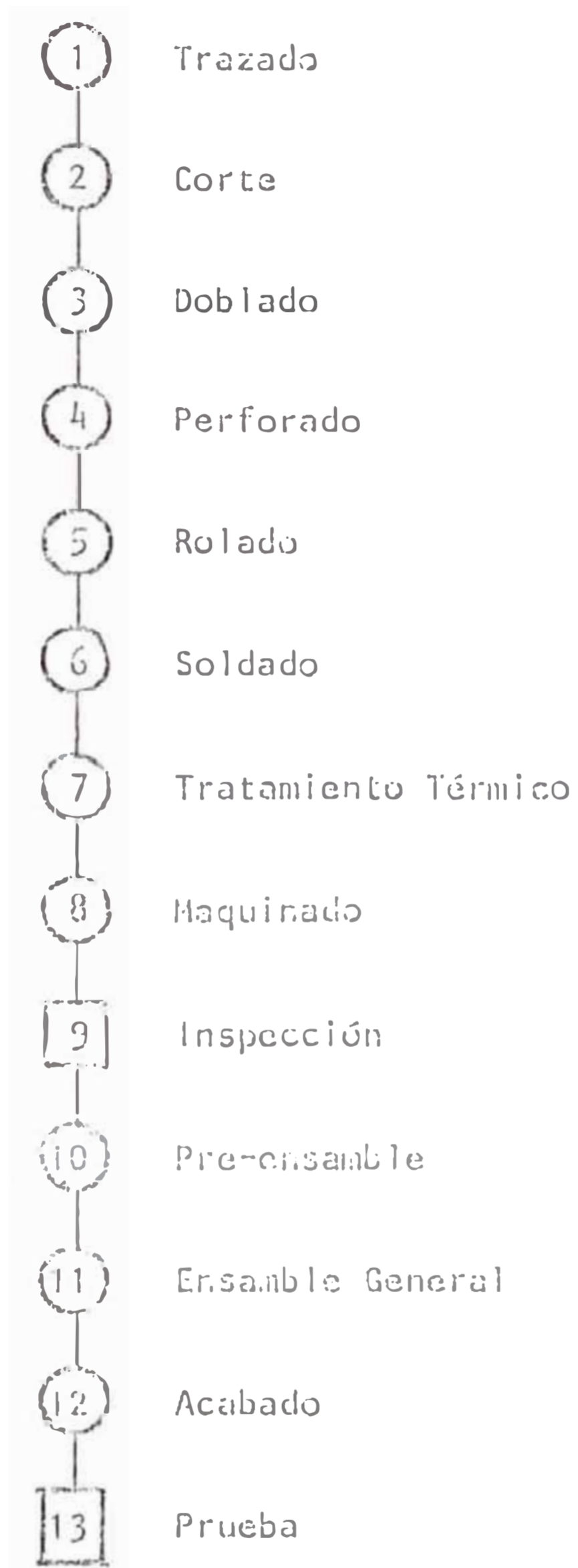


Diagrama de Flujo

HORNOS INDUSTRIALES

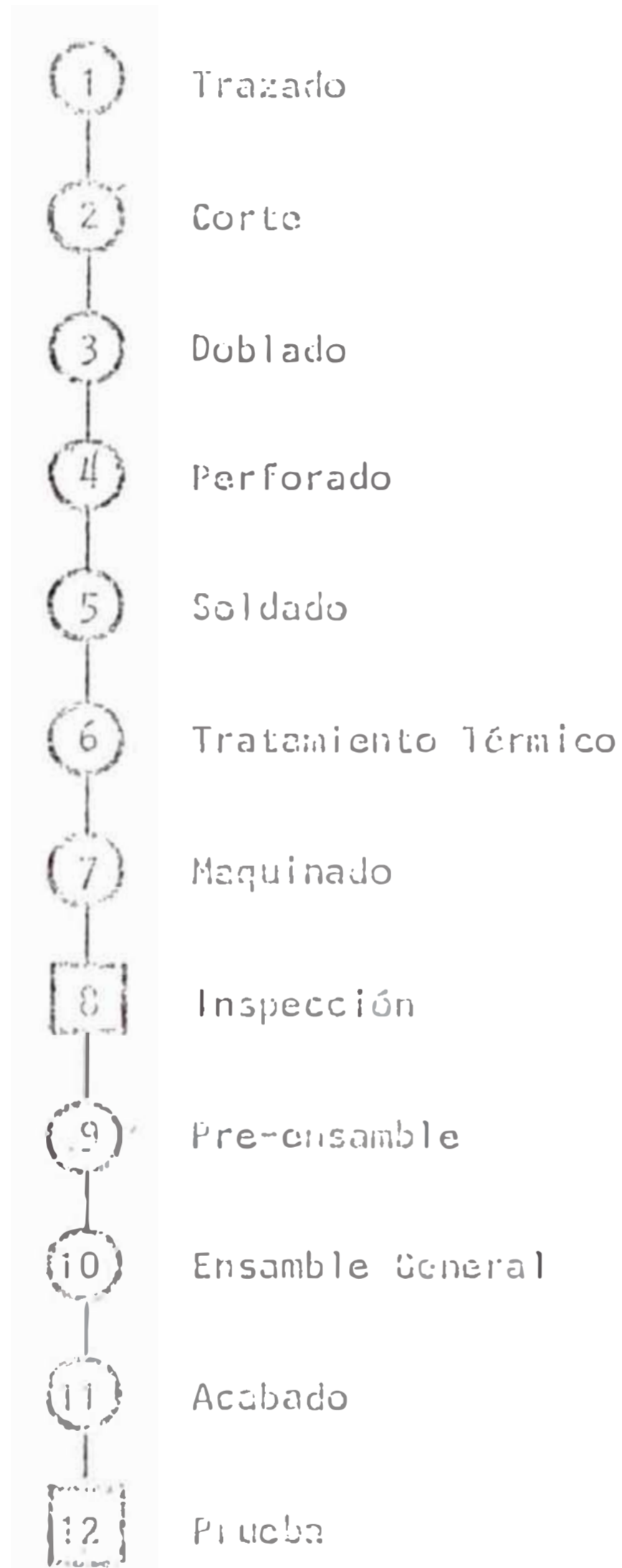


DIAGRAMA N° 3/4

Diagrama de Flujo : EQUIPOS PARA ALMACENAMIENTO

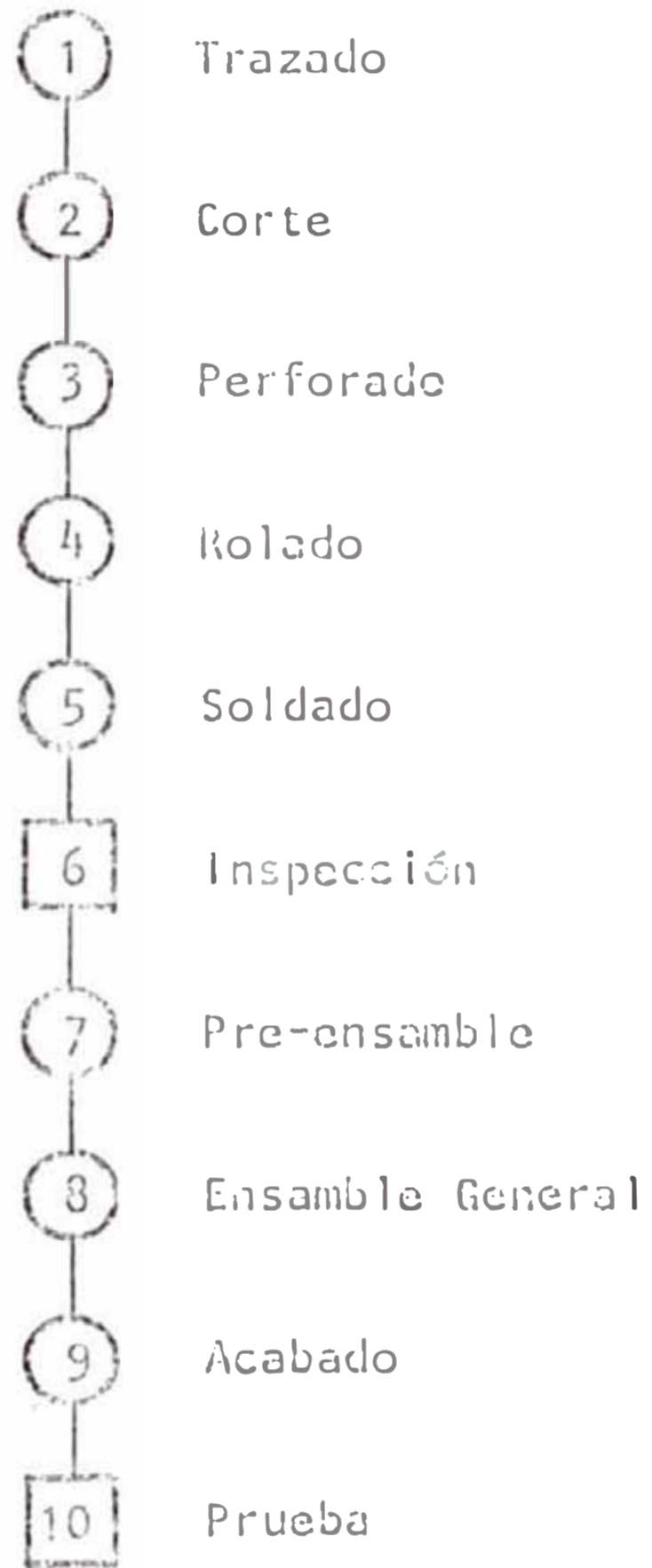


DIAGRAMA N° 3/5

Diagrama de Flujo : MEZCLADORES Y SEPARADORES

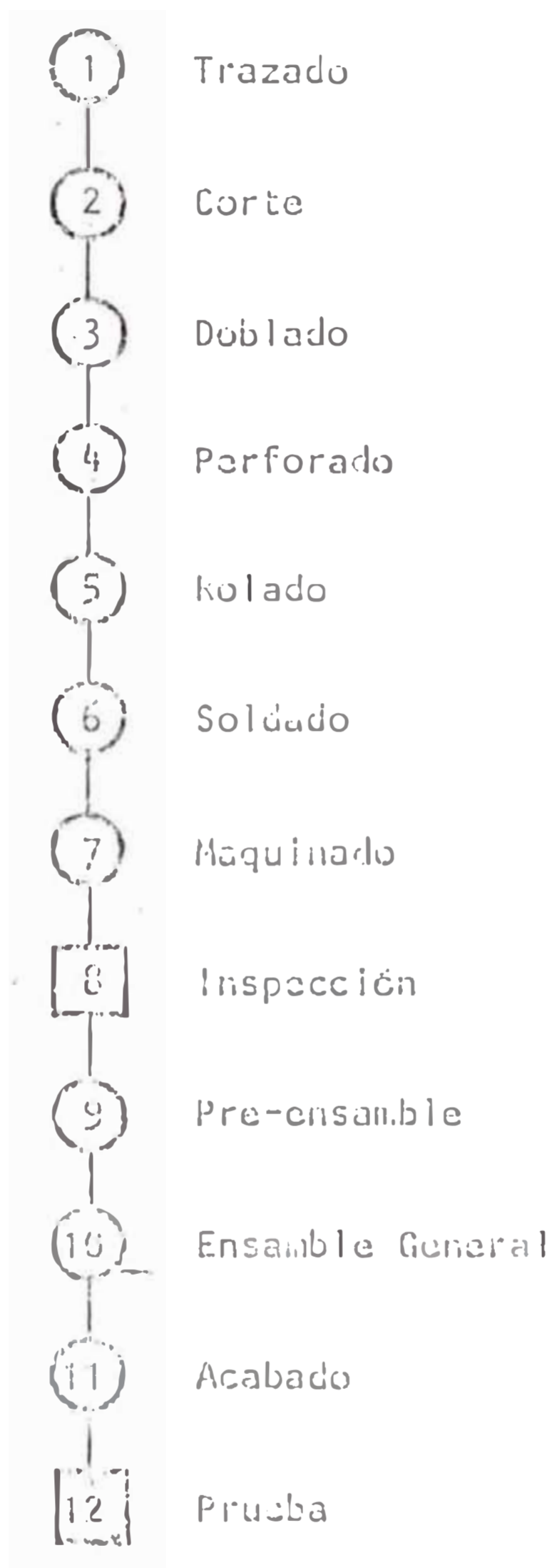


DIAGRAMA N° 3/6

Diagrama de Flujo : OTROS EQUIPOS

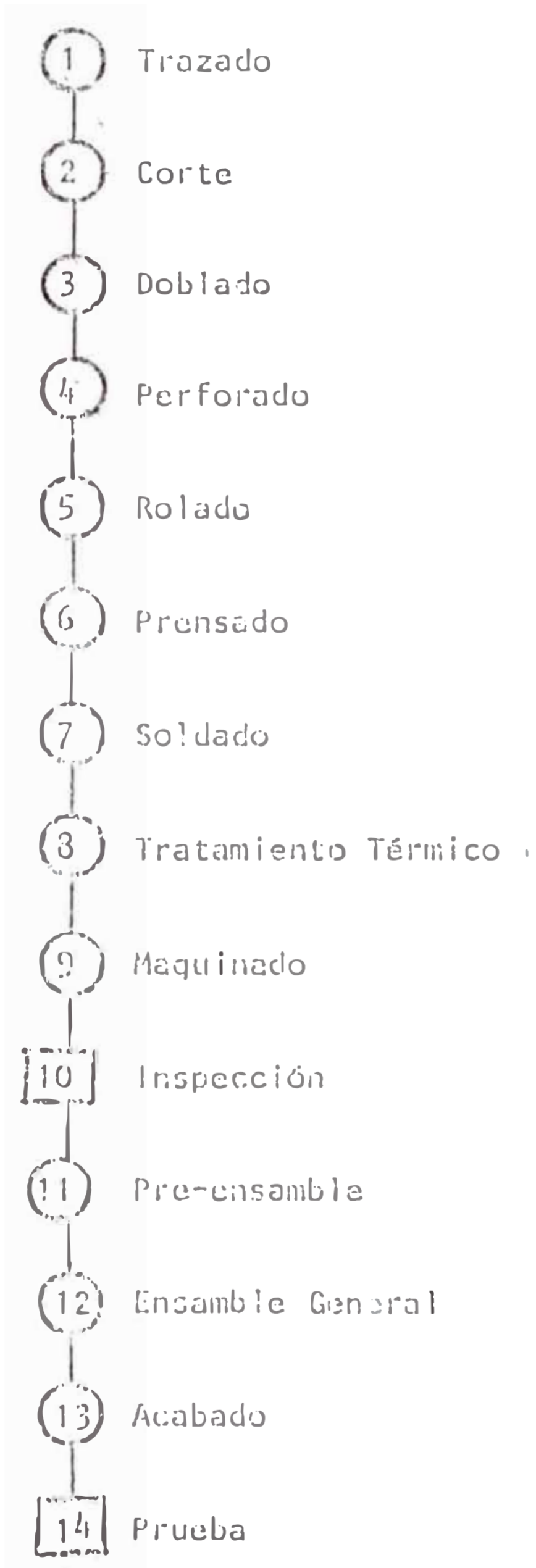


DIAGRAMA N° 3/7

Diagrama de Flujo : PUENTES



DIAGRAMA N° 3/8

Diagrama de Flujo : GRUAS



DIAGRAMA N° 3/9

Diagrama de Flujo : COMPUERTAS

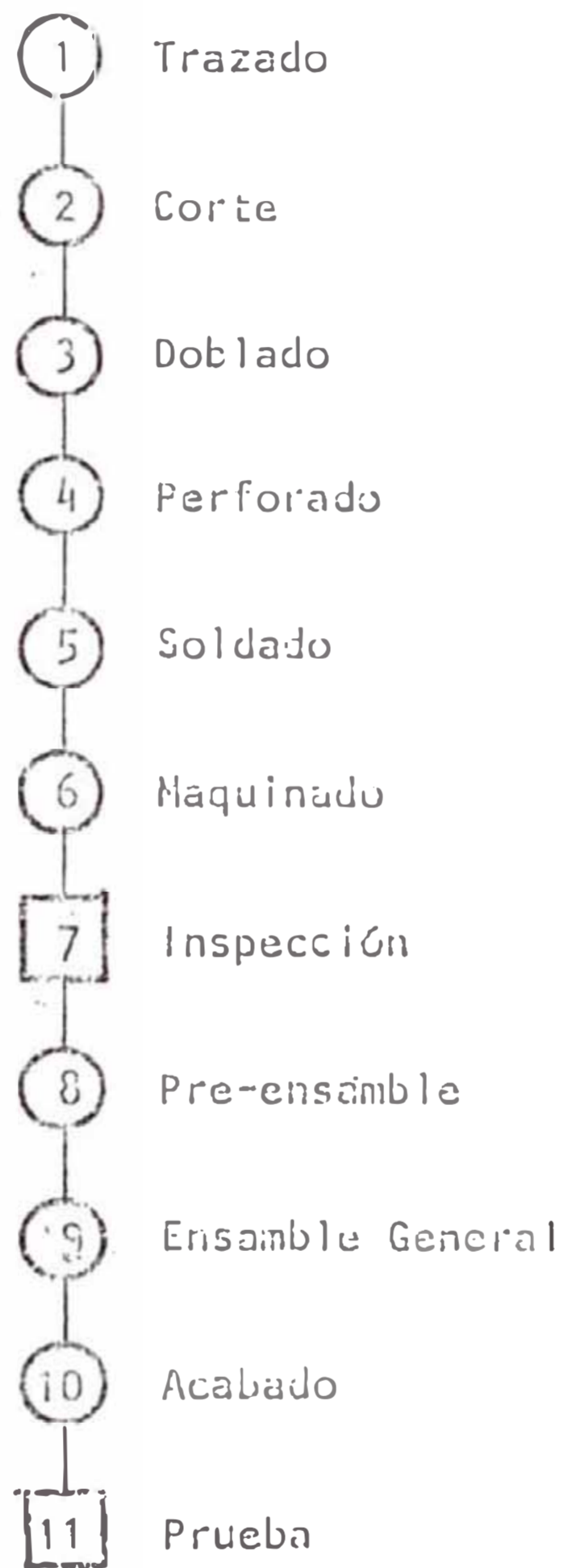


DIAGRAMA N° 3/10

Diagrama de Flujo : ESTRUCTURAS DIVERSAS

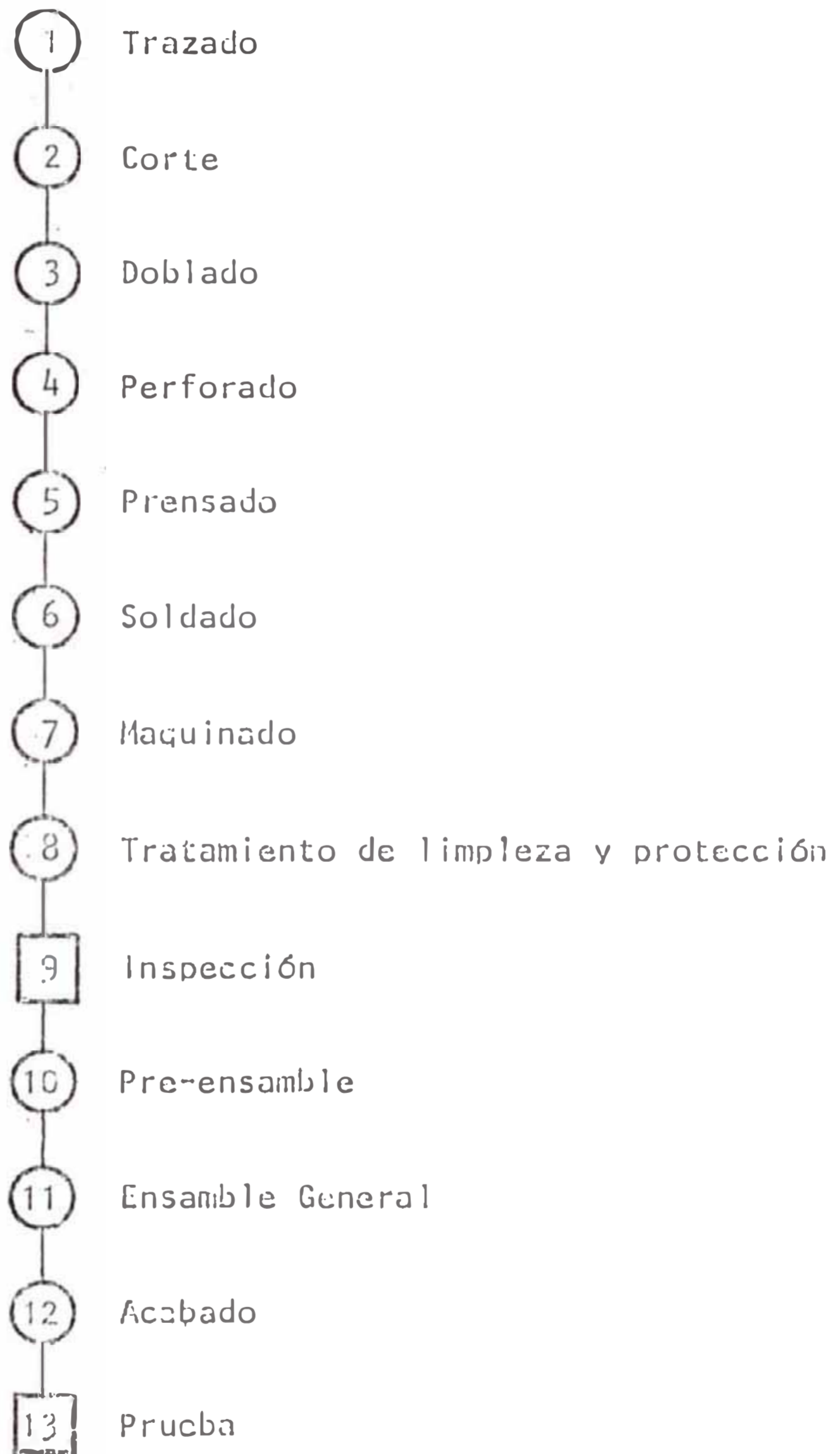


DIAGRAMA N° 3/11

Diagrama de Flujo : TANQUES

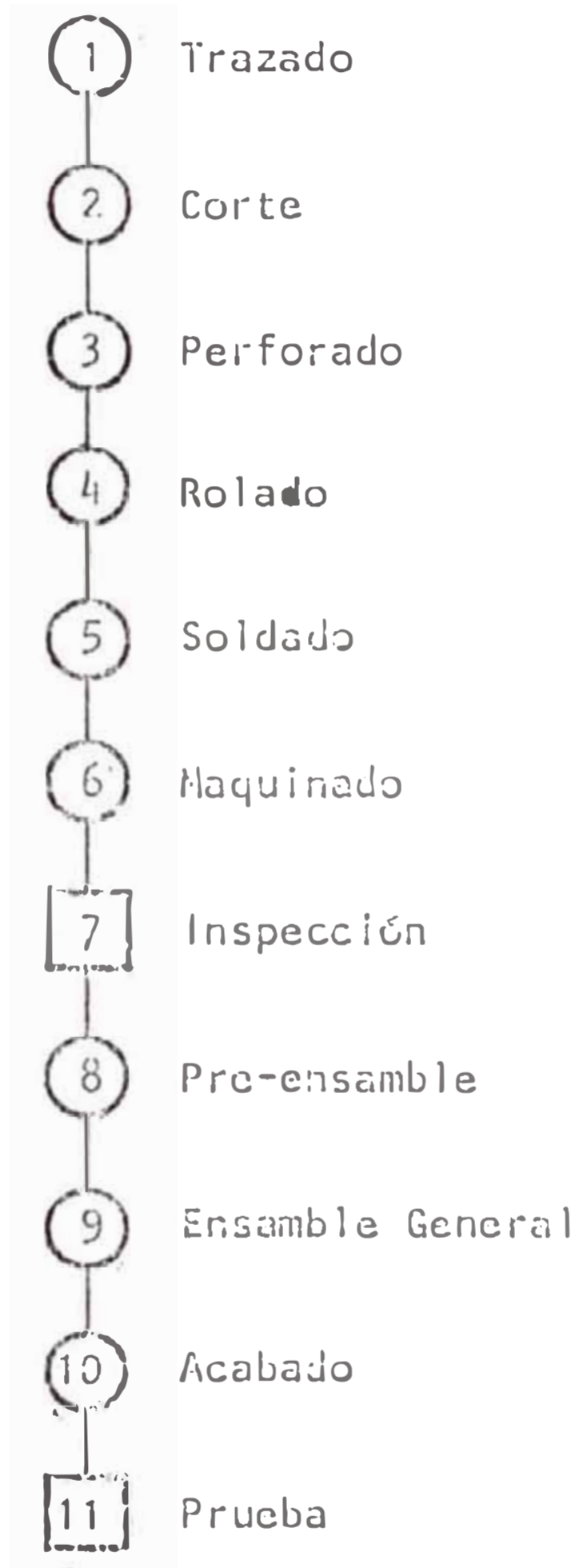


DIAGRAMA N° 3/12

Diagrama de Flujo : TUBERIAS



DIAGRAMA N° 3/13

Diagrama de Flujo : PERFILES SOLDADOS PESADOS

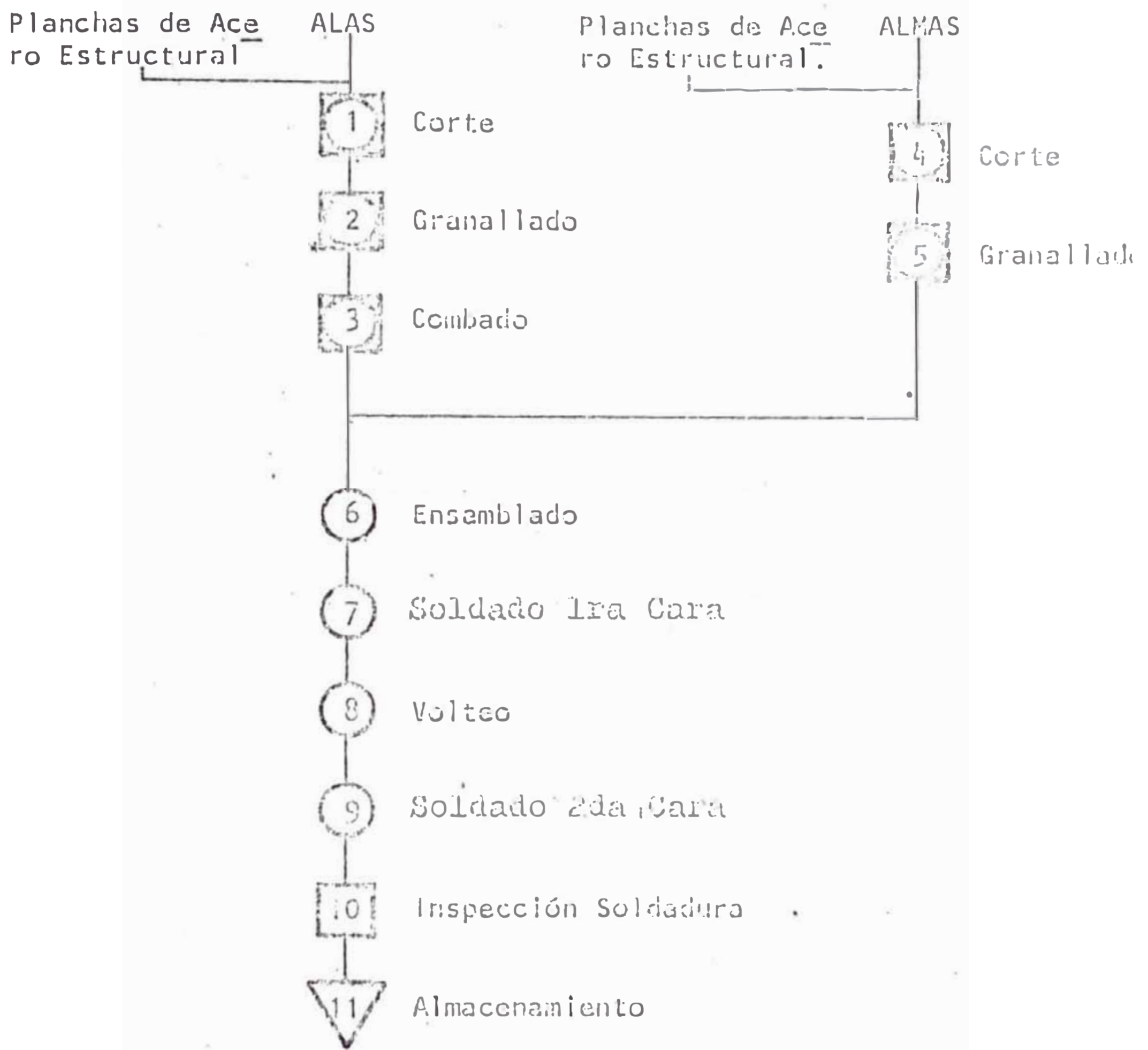


DIAGRAMA N° 3/14

Diagrama de Flujo : TANQUES SOLDADOS

Planchas de Acero

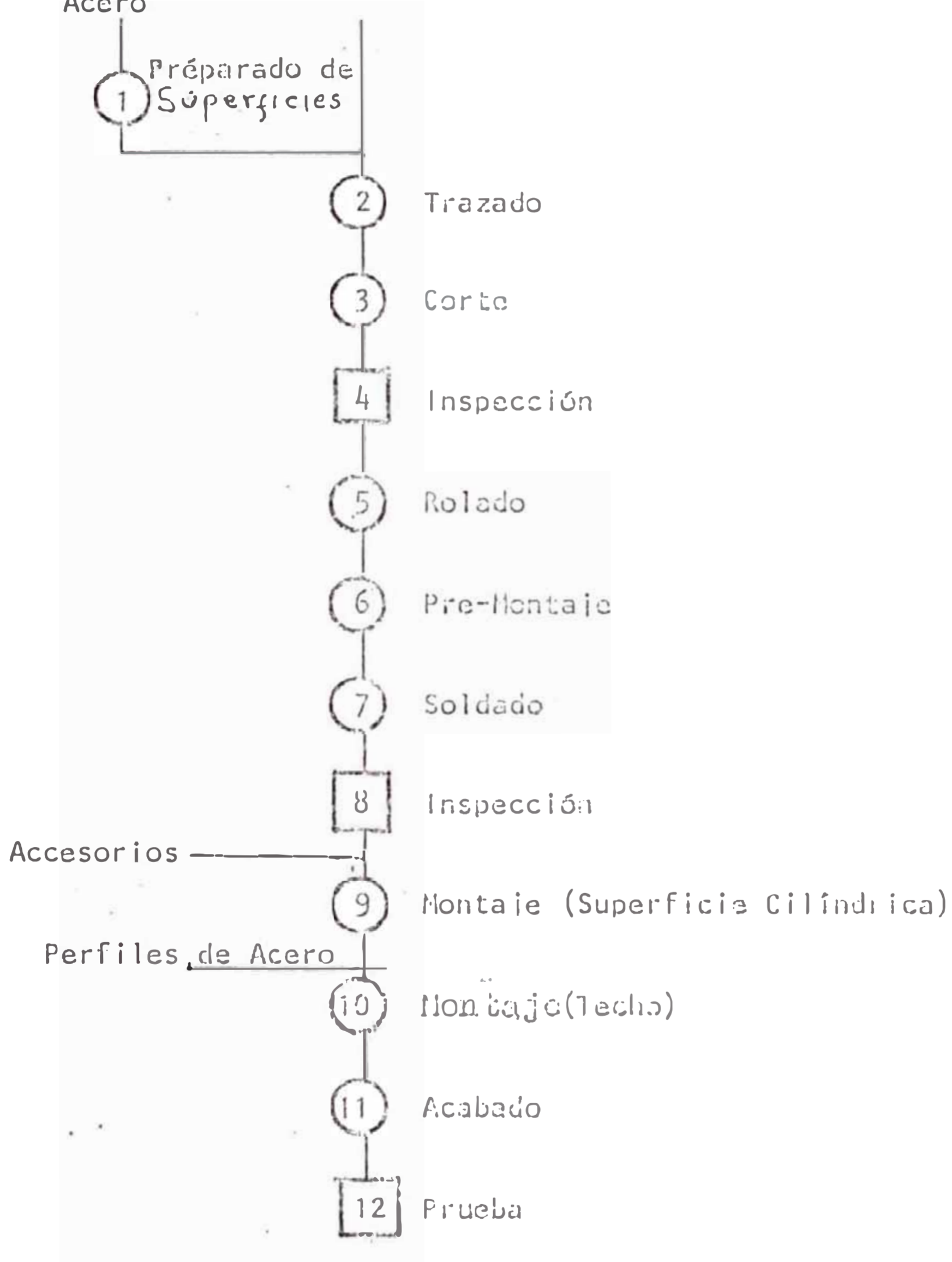
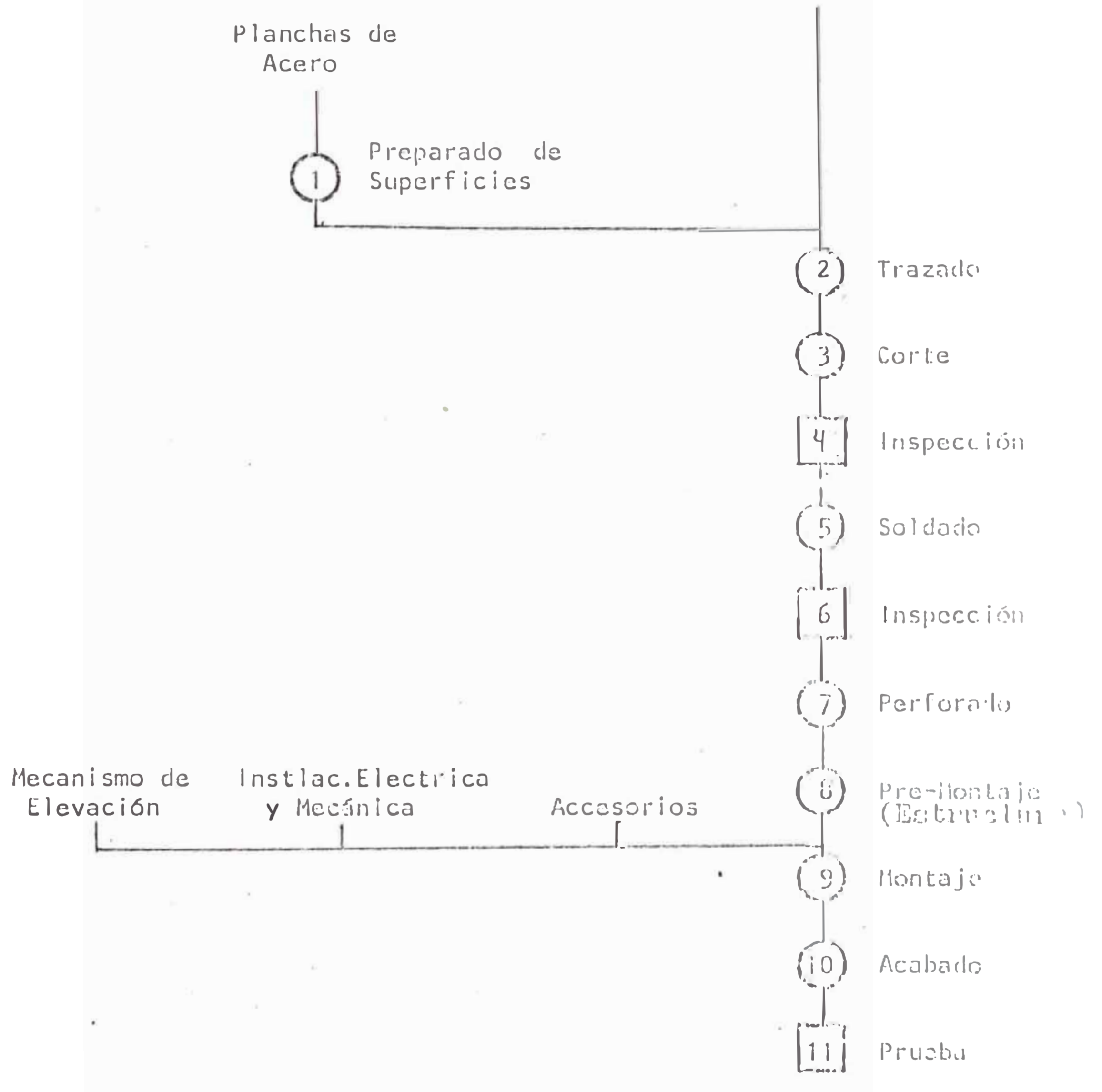


DIAGRAMA N° 3/15

Diagrama de Flujo : GRUA PUENTE



3.2.3. Selección de las Areas de Producción de la Planta

De los procesos productivos de la planta y que se encuentran indicados en los diagramas de flujo de cada producto que definimos en el acápite anterior, podemos determinar las áreas o sectores que tienen las líneas de producción directamente involucradas en el proceso y que alimentarán a las líneas de producción de las áreas de estructuras metálicas y calderería pesada y son:

- El área de fabricación de perfiles soldados, y
- El área de maestranza o procesos por arranque de viruta.

En el cuadro N° 3/5 en la cual relacionamos la áreas arriba mencionadas y los procesos productivos correspondientes y por tratarse de procesos multiproductos, en algunas de las áreas se repiten los procesos por tanto esto conllevaría a la utilización de mayor personal, máquinas y equipos, para lo cual es necesario la creación de áreas de trabajo que interrelacionan con las ya definidas.

En el cuadro N° 3/5 los procesos que se encuentran en círculo son los que se repiten constantemente en cada una de las áreas de producción y que necesaria-

mente necesitan ser ubicados en nuevas áreas y la cual determinamos a continuación:

- Area de Conservación
- Area de Trabajos preparativos
- Area de Control de Calidad
- Area de Almacenes

Además, para cumplir un adecuado control de los procesos productivos, bienestar de los trabajadores, reparación y mantenimiento de los equipos y talleres son necesarios las siguientes áreas:

- Area de Mantenimiento
- Area de Oficinas y Servicios

De acuerdo al cuadro N° 3/6 a continuación definiremos cada una de las áreas respectivas de producción:

a) Area de Conservación

Esta área tendrá como función preparar los materiales para iniciar los procesos productivos correspondientes a las otras áreas. Los procesos que comprenden son: arenado, pintado; para evitar la corrosión.

b) Area de Trabajos Preparativos

En esta área los materiales son adecuados para llevarlos tanto al área de fabricación de perfiles

CUADRO N° 3/5 Relación Proceso-Area de Trabajo Principal

AREA	Fabricación de Vigas	Estructuras Metálicas	Calderería Pesada	Maestranza
PROCESO				
Trazado	*	*	*	*
Corte	*	*	*	*
Granallado	*	*	*	
Doblado		*	*	
Perforado		*	*	
Rolado		*	*	
Prensado	*	*		
Enderezado	*	*		
Soldado	*	*	*	
Tratamiento Térmico			*	
Maquinado		*	*	*
Pintado	*	*	*	*
Pre - Ensamble		*	*	*
Ensamble General	*	*	*	*
Acabado		*	*	*
Prueba de Inspección	*	*	*	*
Almacenamiento Entrada - Salida	*	*	*	*

CUADRO N° 3/6 Relación Proceso - Area de Trabajo Seleccionado

AREA	Proceso	Conservación	Trabajos Preparativos	Fabricación de Vigas	Estructuras Metálicas	Calderería Pesada	Maestría	Mantenimiento	Control de calidad	Almacén
	Trazado		*				*			
	Corte		*	*	*					
	Granallado o Arenado	*				*				
	Doblado		*		*					
	Perforado				*					
	Rolado		*		*					
	Prensado		*		*					
	Enderezado		*		*					
	Soldado		*		*					
	Trat. Térmico					*				
	Maquinado				*	*		*		
	Pintado				*	*		*		
	Pre - Ensamble				*	*		*		
	Ensamble general			*	*	*		*	*	
	Acabado			*	*	*		*		
	Prueba									
	Arranque de viruta							*		
	Inspección							*	*	
	Almacén							*		

o calderería pesada, los procesos que comprende esta área son: trazado, corte, doblado.

c) Area de Fabricación de Vigas

En esta área se elaboran perfiles como producto final o para alimentar al área de estructuras metálicas. Los procesos que corresponden a esta área son: corte, prensado, enderezado, soldado, acabado.

d) Area de Estructuras Metálicas

En esta área se producen los productos finales correspondientes. Los procesos que comprenden esta área son: corte, prensado, enderezado, soldado, maquinado, perforado, acabado pre-ensamble, ensamble general.

e) Area de Calderería Pesada

En esta área se ejecutan los productos finales correspondientes. Los procesos que comprenden esta área son: doblado, prensado, soldado, maquinado, acabado, pre-ensamble, ensamble general.

f) Area de Maestranza

Esta área comprende los procesos por arranque de viruta y que servirá para alimentar las piezas necesarias a las otras áreas.

g) Area de Mantenimiento

Esta área tiene como función el mantenimiento

preventivo y correctivo de las diferentes máquinas, equipos y edificios correspondientes a toda la Planta MetalMecánica. Mayormente utiliza el proceso por arranque de viruta y pruebas.

h) Area de Control de Calidad : Esta área **Interviene** en todas las fabricaciones de los productos. Los procesos que comprende son de inspección y prueba.

i) Area de Almacenes

Esta área corresponde tanto para los materiales de entrada, herramientas en uso y productos finales, por lo cual está dividido en:

- Almacén de entrada de materiales
- Almacén de perfiles
- Almacén de planchas para estructuras metálicas
- Almacén de tuberías
- Almacén de planchas para calderería
- Pañoles de herramientas
- Pañoles de repuestos mecánicos y eléctricos

j) Area de Oficinas y Servicios

Esta área corresponde principalmente al control y bienestar del personal que labora en la Planta MetalMecánica y ha sido estructurada de la siguiente manera:

- Oficinas del personal administrativo
- Oficina de Talleres
- Oficina de Control de Calidad
- Oficina de Seguridad Industrial
- Servicios Higiénicos
- Comedor
- Sub-Estaciones

En las áreas de trabajo en que los procesos de producción se repiten es porque no se ha podido determinar un área específica para efectuar dichos procesos, debido a que deben efectuarse de acuerdo a las características de terminadas de cada producto con el correspondiente equipo especializado y también por las dimensiones de este y tiene que ser trabajado en la misma área.

CAPITULO IV
SELECCION Y CARACTERISTICAS DE LAS MAQUINAS
Y EQUIPOS

4.1. Generalidades

La selección de las máquinas y equipos para la planta metalmeccánica la realizaremos de acuerdo a los procesos productivos definidos en el Capítulo anterior y la capacidad de producción de la planta, comprendiendo los equipos para producción , mantenimiento y control de calidad.

Dependiendo de su uso, agrupamos las máquinas y equipos en las áreas de producción ya determinadas, siguiendo las fases operativas indicados en los diagramas de flujo (Capítulo III).

Por otra parte, esta planta será diseñada para procesar

35,000 toneladas de acero por año en un sólo turno de trabajo. Esta producción la hemos dividido en las tres líneas principales de la siguiente manera:

- Estructuras Metálicas	Aprox. 1500 ton/mes
- Calderería Pesada	Aprox. 450 ton/mes
- Perfiles Soldados Pesados	Aprox. 1000 ton/mes
Tol.	Aprox. 2950 ton/mes

Dentro del ciclo de producción necesitan tratarse dos áreas específicas en forma separada, éstas son:

- a) Línea automática para soldar perfiles, y
- b) Tratamiento mecánico o proceso por arranque de viruta.

Las dos líneas sirven tanto de abastecedores de las líneas de fabricación de productos caldereros y estructuras metálicas, o como suministradores directos o productos finales (caso de perfiles soldados).

Por tanto las maquinarias y equipos seleccionados cubren específicamente las dos líneas mencionadas y su capacidad permite alcanzar la producción mensual de acero propuesta en cada uno de los tres productos principales.

En el Cuadro N° 4/1 determinamos los equipos necesarios en cada área de producción de la planta metalmeccánica, para que puedan cumplir con las funciones que les corresponde (del Capítulo III, items 3.2.1., 3.2.2., 3.2.3.) de acuerdo a las líneas de producción, para seleccionarlos se recurrió a la capacidad de producción de acero y/o a la necesidad de contar con la máquina en el área correspondiente y de esta manera cumplir con el proceso productivo.

A continuación enumeramos los equipos que deben utilizarse y sus complementos para una producción eficiente.

A. Equipos de Conservación

En la línea de conservación tenemos previsto:

A.1 Presecador

A.2 Equipo de Arenado

A.3 Equipo de Pintura

A.4 Equipo de Cargar y Descargar

Las estaciones individuales anteriores, unidas entre sí mediante tableros de rodillos.

El material (chapas y/o perfiles) es colocado en el tablero de rodillos de entrada mediante el puente-grúas y pasa automáticamente por toda la instalación.

B. Trabajos Preparativos

Aquí tenemos principalmente máquinas de corte y doblado de los materiales:

B.1 Máquina de corte autógena

B.2 Máquina de corte autógena de coordenadas

B.3 Cizalla de mesa hidráulica

B.4 Sierra de Tubos

B.5 Dobladora de Tubos

El material procedente de la estación de conservación, pasa a través de caminos de rodillos a la máquina de grúa puente.

Las chapas cortadas entran en:

a) La línea de soldadura de perfiles, o

b) La sección de fabricación de estructuras metálicas y calderería.

C) Fabricación de Perfiles

Las chapas cortadas en tiras pasan por la línea automática de vigas con mesas giratorias/volteadoras. Las vigas acabadas se cortan a la medida que se necesite mediante sierra. Se consideran dos etapas de producción:

- Primera Etapa

C.1 Mesa de soldar y enderezar

Cuadro N° 4/1 Principales Máquinas y Equipos Necesarios en las Areas de Trabajo de La Planta

Area de Trabajo	Maquinarias y Equipos
A. Conservación	- Equipos de arenado y pintado.
B. Trabajos Preparativos	- Máquina de Corte Autógena, Cizallas, Sierras, Dobladoras.
C. Fabricación de Perfiles	- Máquina de Soldar Perfiles, Prensas, Trenes de Rodillos.
D. Fabricación de Estructuras Metálicas	- Sierras, Cizallas, Prensas, Taladros y Esmeriles Manuales, Equipos Portátiles de Soldar Automáticos y Semiautomáticos.
E. Calderería Pesada	- Roladoras, Prensas, Equipos Portátiles de Soldar, Equipos Portátiles de Corte Autógena.
F. Taller Mecánico	- Tornos, Fresadoras, Cepilladoras.
G. Mantenimiento	- Esmeriles Especiales, Equipos de Calibrar y Medición Mecánicos y Eléctricos.
H. Control de Calidad	- Equipos de Rayos X, Equipos de Ultrasonido, Equipos Electromagnéticos, Máquinas de Ensayo diversos, Sierras, Taladros, Limadoras.
I. Transporte	- Camiones, Montacargas, Grúas Móviles, Grúas Puente, Grúas Pórtico o Semipórtico.
J. Pesaje	Balanza para pasar camiones
K. Abastecimiento de Energía	- Transformadores Eléctricos y sus complementos, Planta de Oxígeno, Planta de Acetileno, Compresoras de Aire, Tanques de Agua. Etc.

- C.2 Portal de predoblar 1
- C.3 Equipo de ajuste 1
- C.4 Máquina de soldar bajo polvo 1

- Segunda Etapa

- C.5 Mesa de soldar y enderezar 2
- C.6 Portal de predoblar 2
- C.7 Equipo de ajuste 2
- C.8 Máquina de soldar bajo polvo 2
- C.9 Volteador

D) Fabricación de Estructuras Metálicas

Los equipos para fabricación de estructuras comprenden el taladro, estampado, soldado y se conciben para su ubicación descentralizada, quiere decir gran número de máquinas individuales en lugar de algunas pocas máquinas grandes.

Tal equipamiento permite llevar máquinas ligeras a la pieza a trabajar, crear mayor número de lugares de trabajo y ahorrar vías de transporte para los materiales. Los equipos son:

- D.1 Tren de Sierra para perfiles
- D.2 Cizalla de golpe para recortar
- D.3 Prensa Hidráulica para enderezar
- D.4 Punzadoras

- D.5 Taladradoras de mano de alta frecuencia
- D.6 Esmeriladoras a mano de alta frecuencia
- D.7 Generadores de alta frecuencia
- D.8 Equipos automáticos para soldar bajo polvo
- D.9 Máquinas de soldar 500 Amp.
- D.10 Máquinas de soldar 300 Amp.

E) Calderería Pesada

Los equipos especiales destinados a estas fabricaciones, constan principalmente de máquinas para la conformación de chapas tipo pesado y de equipos y dispositivos para el control de la calidad.

- E.1 Máquina Roladora
- E.2 Prensa Hidráulica
- E.3 Manipulador para E.2
- E.4 Máquina de alta eficiencia para rebordear
- E.5 Equipamiento de calentar para inducción
- E.6 Soporte para máquina de soldar automática
- E.7 Equipo giratorio de caballete portabolca
- E.8 Máquinas de soldar a mano, 500 A.
- E.9 Máquina de soldar a mano, 300 A.
- E.10 Máquina de soldar móviles por arco "UI"
- E.11 Máquina de soldar, modelo "Short Arc"
- E.12 Máquina de soldar por atmósfera inerte
- E.13 Armarios estufas para electrodos

E.14 Armarios estufas para polvo de soldar

E.15 Máquinas cortadoras autógenas portátiles

F) Taller Mecánico

Los equipos correspondientes a la sección del tratamiento mecánico son del tipo de arranque de viruta.

F.1 Tornos, 300 x 2000 mm.

F.2 Tornos, 1000 x 8000 mm.

F.3 Fresadora universal

F.4 Fresadora para ruedas dentadas

F.5 Mortajadora de chaveteras

F.6 Cepilladora

F.7 Torno de plato horizontal

F.8 Equipo de fresar y taladrar horizontal

G) Máquinas de Mantenimiento

Los equipos de esta área son para el mantenimiento eléctrico y mantenimiento de máquinas, entonces contará con:

G.1 Taller de mantenimiento de máquinas

G.2 Taller de mantenimiento eléctrico

G.3 Máquina de esmerilar hojas de sierra

G.4 Máquina de esmerilar taladros y fresas

H) Control de Calidad

Los equipos de estas secciones son para comprobar la calidad de los materiales y calificar a los trabajadores de soldadura.

H.1 Equipos para rayos x

H.2 Detectores por impulsos ultrasónicos

H.3 Equipo electromagnético para comprobación de fisuras

H.4 Instalaciones de laboratorio de comprobar

H.5 Máquina de ensayos de ruptura

H.6 Máquina de ensayos de resiliencia

H.7 Sierra de arco

H.8 Limadora/Cepilladora

H.9 Fresadora Universal

H.10 Taladrora de precisión

I) Equipos de Transporte

Estos equipos son necesarios y utilizados para el manipuleo de los materiales y piezas pesadas, facilitando el traslado de un área de trabajo a otra:

1.1 Montacargas medianos

1.2 Montacargas grandes

1.3 Camión tractor

1.4 Grúa sobre orugas

1.5 Grúa puente para el almacén

1.6 Grúas puente para los talleres mecánicos y perfiles pesados

1.7 Grúas puente para los talleres estructuras metálicas y calderería pesada.

J) Equipo de Balanza

Equipo necesario para el pesaje de camiones tanto en la entrada como en la salida.

K) Equipos para Abastecimiento de Energía

K.1 Alimentación de corriente

K.2 Alimentación de Oxígeno

K.3 Alimentación de Acetileno

K.4 Alimentación de Aire Comprimido

K.5 Alimentación de Agua

4.2. Especificaciones Técnicas de las Maquinarias y Equipos

A. Equipo de Arenado y Conservación

A.1 Presecado del Material

Todos los materiales para la máquina arenadora tienen que estar absolutamente secos.

Este proceso se efectúa en un equipo presecador con proceso continuo, alcanzando una velocidad para procesar el acero de:

$$3000 \text{ Ton/mes} \times \frac{1}{22 \text{ Días/mes}} \times \frac{1}{8 \text{ horas/día}} \times$$

$$\frac{1}{60} \text{ Hora/min.} \times 1000 \text{ kg/ton} = 284 \text{ kg/min.}$$

Si el ancho máximo de la plancha a procesar es de 3000 mm. y como los espesores de la plancha más usados variarán entre 3mm. (70.65 kg/m) y 60 mm (1413 kg/mm).

$$\text{Velocidad Max. } 284 \text{ kg/min} \quad 70.65 \text{ kg/m} = \\ 4 \text{ m/min}$$

$$\text{Velocidad Min. } 284 \text{ kg/min} \quad 1413 \text{ kg/m} = \\ 0,2 \text{ m/min}$$

Alcanzará una temperatura de 45° C, usando quemadores a gas con un consumo de calor máximo de 50,000 kcal. Se necesita un equipo.

Otras características importantes:

- Horno de perfiles con planchas
Mechero al aire comprimido con iniciador para todos los tipos de gases
- Ventilador para el aire de combustión 14000m³/h-0,06-5,5 kw.
- Seguro termo eléctrico contra falta de corriente.

A.2 Equipo de Arenado

Este equipo debe servir tanto para planchas como para perfiles. El transporte de los materiales es horizontal. La velocidad de paso depende del tipo de material y grado de oxidación, encontrándose entre 0,6 - 6,0 m/min (determinado como en A.1)

El método de arenado es por rodete centrífugo. Se necesita un equipo.

Otras características importantes:

- Descarillamiento continuo y desoxidación de planchas y perfiles en una sola operación.
- Dimensiones normales de planchas:

Espesor	:	6-60mm.
Largo	:	15000 - 25000 mm.
Ancho	:	1000 - 3500 mm.
- Arenar de perfiles : L, T, I, L
- Fierro plano mínimo : 10 x 100 mm.
 Perfil máximo : I 300
 Longitud máxima de perfiles : 20000 mm.
- Grado inicial de oxidación : " B "
- Grado de pureza después de arena : " B Sa 2,5, " - según normas suecas SISO 55900

Capacidad del equipo : 16H/día

Vía de rodillos para el transporte

Altura - 800 mm.

Ancho = 3600 mm

- Plano inclinado para la arena protegido por acero al manganeso

Con equipo de despolvoramiento

A.3 Equipo de Pintura

El material seco y limpiado se conduce inmediatamente sobre un tren de rodillos a la conservación con pintura. Por estas razones la pintura tiene un alto grado de adherencia.

La pintura se inyecta con tuberías de inyección sobre y bajo el material pasante.

El transporte se hace con cuidado por medio de parrilla de cadena sin fin,

Pintura para usar:

- "Shop primer" a base de pintura de polvo fino de zinc.
- "Shop primer" a base de óxido de hierro.

Espesor de pintura promedio : 20 μ m

Rendimiento : 7-8m²/kg pintura

Velocidad de paso entre 0,6 - 5,0 m/min (determinado como en A.1).

Otras características importantes:

- Ancho máximo de plancha : 3500 mm.
- Método de aplicación de la pintura Air-less (sin aire, con alta presión).
- Máquina de pintar consistente en:
 - Filtro de alta presión
 - Pistolas de pintura automática de "Air-less"
 - Tubería completa de alta presión para alimentación de pintura.
 - Recipientes con bombas y equipo batidor
 - Calentador de aire
 - Instalación de aspiración para la cámara de pintura.
 - Farrilla de cadena sin fin dentro de la cabina de pintar.
 - Vía de rodillos después de la cabina de pintar de 20 m. de largo.

A.4 Equipos para cargar y descargar

Consta de mesa de carga para planchas y perfiles, carretilla elevadora de carga para perfiles con un largo máximo de 18 m.

Trenes de rodillos para cargar el material del presecador con los siguientes equipos:

- Tren de rodillos a motor para transportar el material al equipo presecador, hasta el equipo de pintura.
- Del equipo de pintura se entrega a una parrilla de cadena sin fin, que tiene la misma velocidad que el tren de rodillos.
- Después del pintado está instalada una zona donde seca la pintura.
- A continuación se entrega el material a un tren de rodillos.
- Transporte transversal, con carretilla elevadora, al tren de rodillos de la máquina de corte autógeno (B.1) o los perfiles al tren de sierra.

Los trenes de rodillos están dimensionados para un planchón de 100 x 3000 x 5000 mm.

B. Trabajos Preparativos

B.1 Máquina de corte autógena de tres Portales

Esta máquina sirve para cortar las planchas en tiras, prepara las mismas como planchas de ala o de alma para perfiles compuestos.

En caso de necesidad se prepara los bordes (bisela) para soldaduras en el mismo procedimiento.

La velocidad de corte varía entre:

$$1000 \text{ Ton/mes} \times \frac{1}{22 \text{ días/mes}} \times \frac{1}{8 \text{ horas/día}} \times \frac{1}{60} \text{ hora/min} \times 1000 \text{ Kg./ton} = 95 \text{ Kg./min}$$

Si el ancho máximo de plancha es de 3000 mm y los espesores de plancha son de 3 mm (0.071 Kg./mm) - a 100 mm. (2.355 kg/mm), tenemos :

$$\text{Velocidad M} \acute{\text{a}}\text{xima} : 95 \text{ Kg./min} \div 0.071 \text{ Kg./mm} = 1400 \text{ mm/min}$$

$$\text{Velocidad M} \acute{\text{i}}\text{nima} : 95 \text{ Kg./min} \div 2.355 \text{ Kg./mm} = 40 \text{ mm/min}$$

Largo Total de la máquina : 28m. Se necesitará una máquina.

Otras características importantes:

- La máquina consiste de un portal principal que sirve de soporte de sopletes para el corte longitudinal y dos portales auxiliares. De esta manera el equipo trabaja simultáneamente para cortar independientemente los biseles longitudinales, tanto en cortes simples como en cortes de forma X, Y o K.
 - Gases combustibles : oxígeno/propano
 - Equipamiento:
 - Pórtico principal : 4 sujeciones de sopletes triples
 - Pórticos Auxiliares : 1 sujeción de sopletes triples - cada uno.
- Regulación de altura automático y autoregulado.
- Regulación de velocidades sin escalón.
 - Control central de gases con válvulas electromagnéticas.

B.2 Máquina de Corte Autógena de Coordenadas con Control Fotoeléctrico

Esta máquina es usada para trabajos de cortar generales, tanto en la sección de perfiles soldados como en las de calderería. Equipado con control foto-eléctrico, corte automático desde planos o contornos en escala 1:1. Tiene 3 sujeciones de sopletes, cada uno para tres sopletes para biseles X, Y o K.

La velocidad de corte varía entre:

$$1500 \text{ Ton/mes} \times \frac{1}{22 \text{ días/mes}} \times \frac{1}{8 \text{ horas/día}} \times \frac{1}{60} \text{ Hora/min.} \times 1000 \text{ Kg/ton} = 142 \text{ Kg/min.}$$

Si el ancho de la plancha es de 3000 mm y los espesores de plancha son de 6 mm (0.1413 Kg/min) a 200mm (4.71 Kg/min), tenemos las siguientes características:

$$\text{Velocidad Máxima} : 142 \text{ Kg/min} \div 0.1413 \text{ Kg/mm} = 1000 \text{ mm/min}$$

Velocidad Mínima : 142 Kg/min 2 4.71 Kg /
mm = 30 mm/min.

Otras características importantes:

- Accionamiento del portal y sopletes con un motor para cada sentido, longitudinal y transversal con control electrónico de velocidades.
- Largo máximo de trabajo : 10,000 mm.
- Gas necesario : Oxígeno/Propano
- Regulación de altura de sopletes automático.

B.3 Cizalla de mesa hidráulica

Sirve para ejecutar trabajos de corte en calderería.

Debe de tener los siguientes límites de trabajo :

Plancha ST52 : 12 x 3000 mm.

con tope paralelo de 20 a 1000 mm delante y detrás del cuchillo. Se necesita una máquina.

Otras características importantes:

- Largo de cuchillas : 3100 mm.
- Carrera de cuchillas : 170 mm.
- Número de cortes carga plena : 7 - 12 p. mm.
- Angulo de corte : 1  30' - 3  30'

- Presión máxima en el sistema hidráulico : -
280 Kg/cm².

B.4 Máquina para Serrar Tubos

Consta de equipo para corte inclinado y tren de rodillos sin motor. La hoja de sierra circular y el accionamiento forman una unidad.

Límites de trabajo:

Tubos hasta 100 mm.

Ajuste de corte inclinado de 1° a 1° izquierdo como derecho, max. 45°.

Con equipos de sujeción rápida. Tcpe de material para largos máximos hasta 1000 mm.

Otras características importantes:

- ϕ de hoja de la sierra : 315 mm.
- Velocidad de corte : 45 m/min.
- Campo del corte 90° :
- - Tubo - 100 mm.
- Material macizo : 90 mm.
- Tubo de sección cuadrada : 90 x 90 mm.
- Material cuadrado : 80 x 80 mm.
- Tubo de sección rectangular : 150 x 80 mm.

- Material plano : 120 x 50/ 80 x 60 mm.
- Perfil U : 140 mm.
- Angulos : 150 x 100 mm.
- Equipamiento:
 - Dispositivos de enfriamiento
 - Aprietes rápidos
 - Vía de rodillos

B.5 Máquina para Doblar Tubos

Debe servir para doblar tubos de caldera en distintos planos. La máquina también sirve para doblar perfiles y materiales llenos (barras):

Con los siguientes límites de trabajo:

Tubos hasta ϕ 90 mm.

Espesor máximo 2 mm.

Tubos redondeos, perfilados, perfiles L, T, U-
O, □, □ rangos de doblado de 0° ~ 180°. Se necesita una máquina.

Otras características importantes:

- Deformaciones de tubos en frío, sin relleno con la ayuda de un mandril de doblar.
- Accionamiento Electromecánico.

- Sujeción del material con cierre rápido exentri-
co.
- Radio máximo a doblar normalmente : 450 mm,
- Radio a doblar con accesorios : de cualquier -
tamaño
- Tiempo para doblar 90°/capacidad : 6 segun -
dos para un dobléz
- Largo util del mandril : 2,5 m.

C. Fabricación de Perfiles

- Primera etapa

C.1 Mesa para soldar y enderezar

Sirve para enderezar y soldar planchas de alma y -
de ala, para largos de perfiles mayor que el largo
máximo de plancha,

Cap. : Largo máximo de perfil : 18 m,

C.2 Portal para Predoblar 1

Sirve para las planchas de ala, con tren de rodillos
delante y detrás del portal,

C.3 Equipo de Ajustar 1

Sirve para dar la posición exacta de alas y alma de -

un perfil. El ajuste se hace en un portal con guías regulables.

C.4 Máquina automata de cabeza doble para soldadura por arco bajo polvo 1

Debe servir para soldar perfiles de plancha compuesta con alturas de alma de 300 a 2000 mm. y anchos de ala de 50 a 600 mm. Peso máximo de la viga 730 Kg/m.

Otras características importantes:

- Dimensiones de los perfiles a soldar:
 - Espesor del alma : 4-12 mm.
 - Espesor del ala : Máxima 50 mm.
 - Viga de un sólo lado cóncavo : máximo 5°
 - Viga con un ala curvada : máxima 150 mm.
 - Radio de vigas curvadas sobre el eje de las alas: r min. 8000 mm.
- Datos de soldar:
 - Soldadura 6,8 mm 5,6 mm 4,5 mm
 - Velocidad de soldar 1,0m/min 1,2m/min 1,4m/min

- Consumo
de alambre
de soldar 1,6Kp/m 1,2Kp/m 98 Kp/m
- Consumo
de fundan
te 1,0Kp/m 0,8Kp/m 0,6Kp/m

La primera plancha de ala está colocada horizontalmente en la máquina de soldar. La plancha de alma está puesta normalmente, vertical y centrada. Se suelda al mismo momento ambos lados a una velocidad igual que la máquina B,1 osea entre 40 y 1400 mm/min.

Después de soldar la primera ala, la pieza en forma de T pasa a la segunda etapa por intermedio del volteador C.9.

- Segunda Etapa

C.5 Mesa para soldar y enderezar 2

Sirve para soldar y enderezar la segunda plancha de ala, similar como en el equipo C.1

C.6 Portal de Predoblar 2

Para la segunda plancha de ala, similar como C.2,

Con este equipo está el flujo continuo de la viga con puesta asegurada.

C.7 Equipo de Ajustar 2

Sirve para dar la posición exacta de la viga prefabricada del tren de fabricación 1 con la segunda plancha de ala. Ejecución similar a C.3.

C.8 Máquina Automata de Cabeza Doble para Soldadura por Arco Bajo Polvo 2

Sirve para soldar la segunda ala que está puesta horizontalmente en la máquina de soldar. La viga prefabricada T está puesta normalmente y verticalmente céntrica sobre la plancha de ala.

Las características de la máquina y la soldadura es similar a C.4.

Después de la segunda soldadura está la viga sin torsión, sin retorcimiento y sin flexión, listo para despachar.

C.9 Volteador

Este equipo voltea la viga prefabricada que sale de la máquina de soldar N° 1 (C.4) 180° y la pone sobre el tren de rodillos delante del equipo de ajustar C.7. Se necesita un equipo. Para cortar las vigas prefabricadas terminadas, a medidas exactas, se puede usar la máquina D.1.

D. Fabricación de Estructuras Metálicas

D.1. Tren de Sierra para Perfiles

Es un equipo para recortar perfiles hasta 1000 x 450 mm o fierro cuadrado hasta 440 mm. Para facilitar las maniobras de cargar y descargar el equipo, hay trenes de rodillos para el transporte longitudinal y carretillas elevadoras para el transporte transversal y que están interconectadas con el equipo de descarga del equipo de conservación (A.4) directamente. No hay transporte de grúa. Se necesita una máquina. Otras características importantes :

- Hoja de sierra : 1400 mm.
- Margen de corte en bisel.
 - Secciones rectangular es 800 x 350 mm.
 - Perfiles 900 x 300 mm.
- Dispositivos Adicionales :
 - Dispositivos para corte en bisel

- Rango de ajuste : 45° - 90°
- Escalas
- Trenes de rodillos
- Carro medidor.

D.2 Cizalla para recortar perfiles y materiales llenos

Esta máquina sirve para el corte rápido de perfiles pequeños con la sección recta : O, L, T, U y I.

Con una sección de corte máximo de 7000 mm² en casos de acero ST45. Con posibilidades de corte para platinas de aproximadamente 150 x 32 mm. ó 400 x 16 mm.

La máquina está equipada para sesgadura y con un medidor de largos. Tiene trenes de rodillos delante y detrás para la alimentación de los perfiles. Se necesita una máquina.

Otras características importantes

Posibilidades de corte 90° :

- L, mm : 180x20/200x100x20
- T, mm : 180x20
- U, I, mm : 300
- Carreras por minuto : 40
- Equipamiento con :

- Cuchillas para acero plano.
- Accionar eléctricamente a pie o manual.
- Engrase automático.

D.3 Prensa Hidráulica de Enderezar

Esta máquina sirve para enderezar perfiles, planchas, vigas compuestas.

Tiene una capacidad de apriete de aproximadamente - 360 tns., y carrera del pistón 500 mm. con pinzones para ajustar con una :

Luz Máxima : 2000mm,

Luz Mínima : 500mm.

El movimiento del pistón es horizontal. La viga para enderezar se puede poner libremente con la grúa. Se necesita una máquina.

Otras características importantes :

- Fuerza de retroceso 70 ton.
Dimensiones de la placa de presión : 600x600 mm
- Altura de troqueles : 650 mm.
- Distancia entre troqueles y placa de presión :
Mínima : 800 mm
Máxima : 1380 mm.
- Altura de la mesa : 990 mm.

- Mesa de quita y pon.

D.4 Punzonadoras para agujerear y entallar

Estas máquinas sirven para agujerear y entallar perfiles y planchar. Se necesitan dos máquinas.

Tienen las siguientes características :

Fuerza de punzonar 120 tns.

- Agujeros hasta \varnothing 40 mm. en planchas de hasta 25 mm.

Entalladura con entallador rectangular 60x100 mm. en planchas de hasta 16 mm.

- Altura de carrera : 38 mm.
- Altura de trabajo : 1190 mm.
- Rangos de trabajo con una tensidad de 45 Kg/mm^2
 - Perfil U - en el ala : 100 - 400 mm.
 - Perfil I - en el ala : 120 - 400 mm.
 - Perfil U- en el alma: 120 - 400 mm.
 - Perfil I - en el alma: 120 - 600 mm.

D.5 Taladradoras de Mano con Soporte Magnético de Alta Frecuencia

Estas máquinas sirven para agujerear perfiles hasta un diámetro máximo de 40 mm., con marcha a derecha e izquierda, o con cambio de marchas, con potencia absorbida de 1700 W, frecuencia secundaria 300

Hz. La cantidad aproximada de estas máquinas de estas máquinas depende de la cantidad de acero a procesar, el rendimiento aproximado de un taladro para acero St-45 es de aproximadamente 1000 rev/kg. (experimental). Además tenemos que el total de acero a procesar de :

$$1500 \text{ Ton/mes} \times \frac{1}{22 \text{ días/mes}} \times \frac{1}{8 \text{ horas/día}} \times \frac{1}{60} \text{ hora/min.} \times 1000 \text{ Kg/ton} = 142 \text{ Kg/min.}$$

Aproximadamente el 10% de este acero va a ser procesado con el taladro, tendremos $142 \text{ Kg/min} \times 0.1 = 14.2 \text{ Kg/min.}$

Por tanto : $14.2 \text{ Kg/min} \times 1000 \text{ rev/Kg} = 14,200 \text{ rev/min.}$

Si seleccionamos taladros con aproximadamente 300 rev/min. (con carga) :

$$14,200 \text{ rev/min} \times 1 \text{ taladro/300rev/min} = 50 \text{ taladros}$$

D.6 Esmeriladoras a Mano de Alta Frecuencia

Estas máquinas sirven para esmerilar las soldaduras y todos los trabajos generales de esmerilar y limpiar.

Las esmeriladoras que la planta necesita son las siguientes :

- a. Esmeriladoras acodadas con una muela abrasiva de \varnothing 178 mm, 300 Hz de frecuencia, 3300 W de potencia absorbida. Estas máquinas tienen un rendimiento de aproximadamente 1500 rev/kg de acero procesado.

Si se esmerila como máximo el 60% del acero, tenemos : $0.6 \times 142 \text{ kg/min} = 85 \text{ kg/min}$.

Por tanto se necesitaría :

$$85 \text{ kg/min} \times 1500 \text{ rev/kg} = 127,500 \text{ rev/min.}$$

Si seleccionamos esmeriles con aproximadamente 6000 rev/min (con carga) :

$$127,000 \text{ rev/min} \times 1 \text{ esmerilador/6000 rev/min} = 20 \text{ esmeriladoras.}$$

- b. Esmeriladoras a mano con una piedra esmeril de \varnothing 150 mm. 300 Hz de frecuencia, 3300 W de potencia absorbida. Estas máquinas tienen un rendimiento aproximado de 1000 rev/kg (experimental). Si se esmerila el 70% acero, tenemos : $0.7 \times 142 \text{ kg/min} = 100 \text{ kg/min}$.

Por tanto se necesitará : $100 \text{ kg/min} \times 1000 \text{ rev/kg} = 100,000 \text{ rev/min}$.

Si seleccionamos esmeriles con aproximadamente 7100 rev/min con carga (10,200 rev/min sin carga)

$$100,000 \text{ rev/min} \times \frac{1 \text{ esmeriladora}}{7,100 \text{ rev/min}} = 15 \text{ esmeriles.}$$

c. Esmeriladoras a mano con una piedra esmeril de \varnothing 15 mm, 300 Hz de frecuencia, 360 W de potencia absorbida. Estas máquinas son usadas principalmente para sitios difíciles por tanto la cantidad a utilizar de máquina no es mucha, para nuestro caso seleccionaremos cinco esmeriles.

d. Esmeriladores a mano con piedras esmeriles cambiables

\varnothing 32 x 50 mm.

\varnothing 50 x 50 mm.

\varnothing 70 x 10 mm.

con 300 Hz de frecuencia, 1700 W de potencia absorbida.

Al igual que la anterior seleccionaremos cinco esmeriles.

D.7 Generadores de Alta Frecuencia

Estos equipos sirven para la alimentación eléctrica de los equipos de alta frecuencia (D.5 y D.6).

Tendrán las siguientes características

Tensión Primaria : 440 V
Frecuencia Primaria : 60 Hz
Tensión Secundaria : 200 V
Frecuencia : 300 Hz
Potencia suministrada = 30 KVA.

La cantidad necesaria de estos generadores es de acuerdo al consumo total de KVA de los equipos de alta frecuencia, lo cual tenemos :

	Cantidad	KW	<u>Factor Demanda</u>	<u>Total Kw</u>
Taladros	50	1,7	60	51
Esmeriles a	20	3,3	60	39,6
Esmeriles b	15	3,3	60	29,7
Esmeriles c	5	0,36	60	1,08
Esmeriles d	5	1,7	60	5,1
				126,48

Si asumimos un factor de potencia de 0,8 :

Tenemos que $KVA_n = \frac{126,48}{0,8} = 158,1$

Por lo tanto la cantidad de generadores es de :

$$\frac{158.1}{30} = 6 \text{ generadores.}$$

D.8 Equipos automáticos para soldadura bajo polvo

Estos equipos automáticos son usados para soldar en posición horizontal, con rieles de guía, alimentación de polvo, equipo para avance del alambre de \varnothing 1,2 - 60 mm, aspiración de polvo.

El ancho máximo de las planchas a soldar son de 300 mm y con espesor mínimo de 3 mm (7,065 kg/m), y el 80 % del acero procesado por esta máquina, entonces la velocidad máxima es de :

$$0,8 \times 142 \text{ kg/min} \div 7,065 \text{ kg/m} = 16 \text{ m/min.}$$

Otras características importantes :

Corriente para soldar hasta 1500 Amp.

Mando con avance de encendido regulable sin escalones (a través de un sistema de resistencia).

- Mando con avance del alambre : regulable en caso de mando simple; en caso de mando a través de tiristores posible regulable y constante.
- Velocidad de avance del alambre : 94-13 m/min
- Trocha del carro : 310 mm
- Recipiente de polvo.

Si seleccionamos máquinas con velocidad máxima de 400 cm/min, entonces necesitamos 4 máquinas; además contarán con generadores de 800 A y transformadores de 1000 A.

D.9 Máquinas de soldar Semiautomática a corriente continua

Estos equipos sirven para soldar en cualquier posición espacial de forma manual y bajo atmósfera de gas inerte.

Otras características importantes

Voltaje de servicio : 40 V

- Corriente de soldar máxima admisible : 60% ED-
500 A

Tensión trifásica manual : 230/460 V

- Frecuencia : 60 Hz.

El consumo aproximado de soldadura es de 2% del acero procesado, por tanto :

$$0,02 \times 142 \text{ kg/mm} = 2,84 \text{ kg/mm} = 170,4 \text{ kg/h}$$

El rango de corriente de soldar de estas máquinas varía de 200 - 500 Amperes. El rendimiento máximo es de aproximadamente 5 kg/h/máquina para ese rango de amperaje, teniendo la máquina un factor de utilización del 85%. Por tanto el número de máquinas ne

cesarias es de:

$$0,85 \times 170,4 \text{ Kg/h} \div 5 \text{ Kg/h/máqui} = 30 \text{ máquinas}$$

D. 10 Máquinas de Soldar Semiautomática y Corriente Continua

Estos equipos sirven para soldar en cualquier posición de forma manual y bajo atmósfera de gas inerte, Con rango de corriente de soldar entre 60 - 300 A.

Otras Características Importantes:

- Voltaje de servicio : 40V
- Corriente de soldar máximo admisible : 60%
ED - 300A
- Tensión trifásica nominal : 230/460V
- Frecuencia : 60Hz

El consumo aproximado de soldadura es del 2,0% del acero procesado, por tanto $0,02 \times 142 \text{ Kg/min}$
 $2,84 \text{ Kg/min} = 170,4 \text{ Kg/h.}$

Para el rango de amperaje seleccionado el rendimiento máximo es de aproximadamente 4,0 Kg/h y el factor de utilización es del 50%; por tanto el número de máquinas necesarias es de:

$$0,50 \times 170,4 \text{ Kg/h} \div 4,0 \text{ Kg/h/máq.} = 20 \text{ máquinas}$$

E. Calderería Pesada

E.1 Máquina Roladora

Esta máquina sirve para curvar las planchas con diámetro mínimo de 900 mm y un ancho máximo de 40 m. Consta con 3 rodillos y un dispositivo para rolar en forma cónica.

Es posible curvar planchas de espesor máximo de 60 mm y precurvar 32 mm ($\pm 1,5 \times \text{esp.}$) en caso de una resistencia de 65 Kg/mm con temperatura ambiente. Se necesita una máquina.

Otras Características Importantes:

- Largo de cilindros : 4200 mm
- \emptyset cilindro superior : 800 mm
- \emptyset cilindros inferior : 610 mm
- Sistema de accionamiento : hidráulico
- Velocidad de trabajo : 4 m/min

E.2 Prensa Hidráulica

Esta máquina sirve para la fabricación de fondos para

calderos y segmentos esféricos que sean necesarios,

Tienen una fuerza aparente de 800 t. como máximo - para planchas con espesor máximo de 50mm (defor - mación en caliente) en casos de planchas St50,

Diámetro máximo de las rodajas planas 5100 mm.

Diámetro máximo del fondo acabado 4200 mm.

Carrera máxima del punzón 1000 mm.

Diámetro máximo del fondo bombeado elíptico 4000mm

Se necesita una máquina.

Otras características importantes:

- Fuerza máxima de retroceso : 98 ton
- Luz entre mesa punzón máx. : 1800 mm
- Luz mínima entre mesa punzón : 215 mm.
- Luz entre bastidor : 52000mm.
- Tamaño de la mesa : 1400 x 1400 mm.
- Tamaño del plato de sujección punzón : Ø 900mm.
- Tamaño del pasador soporte : 100 mm.

E.3 Manipulador para la prensa de E.2

Esta máquina sirve para posicionar la rodajas planas-

dentro de la prensa de rebordar. Es de construcción soldada, móvil en rieles, enlazado eléctricamente y mecánicamente con la prensa para que las maniobras ejecutadas entre la prensa y manipulador la realice un solo hombre.

Tiene las siguientes características :

- Peso máximo de la rodaja : 8500 Kg.
- Diámetro máximo de fondo bombeado elíptico : 4000 mm.
- Diámetro máximo de la rodaja : 5100 mm.
- Diámetro mínimo de la rodaja : 2300 mm.

Se necesita una máquina.

E.4 Máquina de Alta eficiencia para rebordar en frío y en caliente

Esta máquina sirve para rebordar acero estructural no aleado. (resistencia máxima de tracción $45 \text{Kg} / \text{mm}^2$) y aceros austeníticos Cr - Ni (resistencia máx. de tracción $75 \text{Kg} / \text{mm}^2$)

Puede rebordar en frío hasta espesores de planchas

Acero común : 32 mm

Acero Cr-Ni : 25 mm

Puede rebordear en caliente hasta espesores de planchas

Acero común : 50 mm

Acero Cr-Ni : 38 mm

Los radios de rebordear son:

Mín : 30 mm

Máx : 700 mm

Espesor mínimo de plancha en frío

Acero común : 4 mm

Acero Cr-Ni : 5 mm

La máquina esta equipada para que se le instale adicionalmente un equipo para calentar los fondos y rebordear en caliente.

Además tiene una instalación adicional para cortar los bordes.

Se necesita una máquina.

E.5 Equipamiento de calentar los fondos por inducción

Este equipo sirve para calentar los fondos de los depósitos que hay que rebordear en caliente.

Se calienta solamente, la zona de rebordear con un equipo de inducción a base de frecuencia media. La temperatura es de 750-850°C

El tiempo de calentamiento es:

13 min (2000 mm Ø, esp. = 16 mm)

105min(4000 mm Ø, esp. = 50 mm)

La temperatura se puede mantener por la inducción durante el proceso de rebordear.

Otras características Importantes:

- Día máx. del fondo : 4000 mm
- Ancho de calentar : 770 mm
- Espesor de material : 16-50 mm
- Frecuencia : 2KHz
- Equipado con :

Transformador de adaptación

Potencia : 800 KVA

Frecuencia : 60Hz

Voltaje : 440 V

Transformador de frecuencia de circuito

Oscilatorio para sistema paralelo

Capacidad nominal : 800KVA

Frecuencia nominal : 2 KHz

Equipo de calentar y de mando

Se necesita una máquina.

E.6 Soporte para Máquina de Soldar Automática

Este equipo está construido para poner sobre de él un equipo de soldadura automático y el equipo de alimentación de corriente; sirve para soldar las soldaduras redondas para depósitos y soldaduras a lo largo. Con mecanismo de traslación y tipo de construcción horizontal, fija, girable 360°

Largo del soporte : 4000 mm

Altura de construc. : 5700 mm

Diámetro máximo de un depósito apoyado sobre el cablete portabolea : 4500 mm.

La velocidad de soldar a lo largo es igual a la velocidad con que se mueve el equipo en el suelo.

Otras Características Importantes:

- Velocidad de elevación : 480 mm
- Ancho de vía : 1435 ó 1920 mm
- Velocidad : 250 - 1500mm/min

- Con equipo completo de succión de polvo.

E.7 Equipo Giratorio de Caballete portabolea

Este equipo sirve para soldar con equipo automático en circunferencia, los calderos ó depósitos de \varnothing 1,0 a 5,0 m, un largo máximo de 8,0 m y un espesor máximo de 50 mm. teniendo la pieza un peso máximo de 60 ton.

La velocidad de circunferencia es igual a la velocidad de soldar y regulable de forma continúa.

Otras Características Importantes:

- \varnothing de rodillo : \pm 500 mm, jebe \pm acero
- Ancho de rodillo : \pm 670 mm
- Ancho de vía : 1435 ó 1920 mm
- Ajuste de los rodillos : ejes intermedios intercambiables.

E.8 Máquinas manuales de soldar con electrodos de 500A

Estas máquinas son muy maniobrables y sueldan en cualquier posición y lugar sin disminuir la calidad.

El rango de corriente de estas máquinas varia entre "

20°-500 Ampe.

En calderería pesada el consumo aproximado de soldaduras es el 3,0% del acero procesado, por tanto:

$$0.030 \times 450 \text{ tm/mes} \times \frac{1}{22 \text{ día/mes}} \times \frac{1}{8 \text{ hrs/día}} \times \frac{1}{60} \text{ hrs/min} \times 1000 \text{ Kg/Tm} = 278 \text{ Kg/min} \times \frac{60 \text{ min}}{\text{hora}}$$

$$= 76,7 \text{ Kg/h}$$

Otras Características Importantes:

- Voltaje de servicio : 40 V
- Corriente de soldar máxima admisible 60% ED-500A
- Tensión trifásica nominal : 230/460 V
- Frecuencia F 60 Hz

El rendimiento máximo de depósito de soldadura para el rango de corriente indicado es de aproximadamente 3 Kg/h/máquina. Se tiene un factor de utilización de la máquina de aproximadamente el 80% entonces el número de máquinas necesarias será :

$$0,8 \times 76,7 \text{ kg/h} : 3 \text{ kg/h/máq.} = 20 \text{ máquinas}$$

E. 9. Máquinas Manuales de Soldar con electrodos de 300A.

Estas máquinas sirven para soldar en toda posición y lugar.

El rango de corriente de estas máquinas varía entre 60- 300 Amp..

El consumo aproximado de soldadura es igual al Item E. 8 ó sea el 3,0% del acero procesado y que es de 76,7 kg/h/máq.

El rendimiento máximo de soldadura para este rango de corriente es aproximadamente 2 kg/h/máq.

- Otras características importantes

Voltaje de servicio : 40 V

Corriente de soldar máxima admisible 60% ED-300A.

Tensión Trifásica nominal : 230/460 V.

Frecuencia : 60 Hz.

Si se tiene un factor de utilización de la máquina de aproximadamente el 30%, entonces el número necesario de máquinas será :

$0,3 \times 76,7 \text{ Kg/h} : 2 \text{ Kg/h/máq.} \approx 12 \text{ máquinas.}$

E. 10 Máquina Automática para Soldadura Bajo Polvo

Estas máquinas automáticas son usadas principalmente para soldar en posición plana y horizontal, equipado con rieles de guía alimentación de polvo, equipo para avance de alambre de $\emptyset 1,2 - 6,0 \text{ mm}$, aspiración de polvo.

Otras Características Importantes:

- Corriente de soldar hasta 1500A
- Mando con avance de encendido : regulable sin escalones (a través de un sistema de resistencia)
- Mando con avance del alambre : regulado en caso de mando simple, en caso de mando a través de tiristores posible regulable y constante.
- Velocidad de avance del alambre : 0,4-13m/min
- Trocha del carro : 310 mm
- Recipiente de polvo :

El consumo de soldadura es de aproximadamente el 4% del acero procesado o sea:

$0,04 \times 43 \text{ Kg/min} \times 60 \text{ mm/hora} \approx 103,2 \text{ Kg/h}$

En dimensiones gruesas de planchas, se funden entre 20-25 Kg/h/máq. de alambre de aportación en la soldadura con alambre único.

Entonces el número necesario de máquinas será

$$103,2 \text{ Kg/h} \div 20 \text{ Kg/h/máq.} = 5 \text{ máquinas}$$

Además contará con generadores de 800A y transformadores de 1000A.

E.11 Máquinas de soldar por Short arc

Estas máquinas sirven para la soldadura de las pasadas de raíces en caso de depósitos con paredes gruesas y para la soldadura de láminas finas.

El rango de corriente de estas máquinas es de 40-300 Amperes.

El rendimiento de depósito de soldadura es de aproximadamente 2 Kg/h/máq.

Otras Características Importantes:

- Tensión primaria : 220/440 V
- Tensión secundaria : 30 V rangos (12-35V)

- Velocidad del alambre : 125-1250 cm/min
- Diámetro del alambre : 0,6 - 2,4 mm

Sabemos que en Calderería Pesada, el consumo aproximado de soldadura es de 3% del acero procesado y es 76,7 Kg/h.

Si se tiene un factor de utilización de la máquina de aproximadamente el 12%, entonces el número de máquinas necesarias es de:

$$0,12 \times 76,7 \text{Kg/h} = 2 \text{ Kg/h/máq.} = 5 \text{ máquinas,}$$

E.12 Máquinas de Soldar por Atmósfera Inerte

Estas máquinas sirven para soldar pasadas de raíces de tubos de calderería y conectar tubos de acero inoxidable y similares, sirve también para soldar aluminos.

El amperaje varia entre 2 y 375 Amperes dividido en 5 rangos.

Otras Características Importantes:

- Amperajes en los distintos rangos:
AC, 2-27/8 - 93/13 - 150/25 - 250/60 - 375
DC, 2-27/8 - 93/15 - 150/35 - 275/100 - 375

- Voltaje secundario : 40V°en caso de 300A
- Voltaje primario : 230/460 V
- Frecuencia : 60Hz

Al igual que el item E. 11 su rendimiento de depósito de soldadura es de 2Kg/h/máq. aproximadamente,

El factor de utilización es del 8% aproximadamente, entonces el número de máquina necesarias es de:

$$0,08 \times 76,7 \text{ Kg/h} = 2 \text{ Kg/h/máq.} = 3 \text{ máquinas.}$$

E. 11 Armarios Estufas para Electrodos

Estos equipos sirven para mantener secos los electrodos revestidos sensibles a la humedad.

La capacidad de cada equipo será de aproximadamente 40 paquetes de electrodos.

La temperatura máxima es 300°C con regulación termostática.

Necesitaremos 4 equipos.

E. 14 Secador para Polvo de Soldar

Este equipo sirve para secar y mantener seco el pol -

vo de soldar.

Estos equipos tienen una capacidad de 350Kg c/u
aproximadamente.

La temperatura máxima es de 400°C con regulación
continúa y alcanza la temperatura máxima se apaga
solo.

El consumo de polvo de soldar de aproximadamente
1,5 a 2,0 veces el consumo de soldadura en planchas
gruesas o sea 30Kg/h/máquina. Si la reposición del
polvo es diaria y los equipos sirven para las máquinas
de los items D.8 y E.10 entonces el número de equi
pos necesarios será de :

$$(0,8 \times 4 \text{ máq.} \times 30 \text{ Kg/h/máq.} + 5 \text{ máq.} \times 30 \text{ Kg/h/máq}) \times \frac{8 \text{ h}}{\text{d}} \times 1 \text{ d} \div 350 \text{ Kg/equipo} = 5 \text{ equipos}$$

E.15 Máquinas Cortadoras Autógenas Portátiles

Esta máquina sirve para hacer cortes a lo largo y en
círculo de las planchas de acero hasta un espesor máxi
mo de 100 mm, equipado con rieles de guía para el
corte recto y compás para el corte en círculo.

Pueda hacer cortes de biseles x - Y - K.

Velocidad de corte es de 0-1000 mm/min y con un soplete para corte normal y dos sopletes para corte de contornos.

Se necesitará 02 máquinas.

F. Taller Mecánico

F.1 Tornos Ø 300 x 2000

Esta máquina será utilizada para preparar ejes, pernos y diversidad de formas de revolución. Tiene las siguientes características principales:

Diámetro máximo de tornear	:	300 mm
Largo máximo de tornear	:	2000 mm
Márgen de revoluciones	:	40-1800rev/min
Avance normal y longitudinal	:	0,03-1,10mm/rev.
Potencia de accionamiento	:	3 Kw.

Otras Características Importantes:

- Altura de los puntos sobre la base : 320 mm
Altura de los puntos sobre el carro : 380 mm
- Ø del plato : 500 mm
- Largo útil del escote : 5550 mm
- Taladro del husillo principal : 81 mm

- Número de revoluciones del husillo principal
19
- Tipo de punto : 6 MK
Ø del husillo patrón : 40 mm
- Número de los avances longitudinales : 40
- Avance longitudinal : 0,15-1,4 mm/rev
- Avance transversal normal : 0,022-0,17 mm/rev
- Roscas
 - Roscas métricas : 185/0,4 - 140 mm
 - Roscas Inglesas : 198/1/5 - 70 pasos/pulg.
 - Roscas Modul. : 76/0,125-30 mód.
 - Roscas diametral : 64/1-224 p/π pulg.

Por otra parte conocemos que la planta va a procesar 280 Kg/min de acero, de los cuales aproximadamente el 1% será torneado por estas máquinas, o sea 2,8 Kg/min.

La cantidad de máquinas necesarias será:

Velocidad de corte para el máximo diámetro (300 mm) será :

$$V = \pi \cdot d \cdot n = \pi \cdot 0,3 \cdot 43 = 40 \text{ m/min.}$$

Para estas condiciones la sección de la viruta es de $2,73 \text{ mm}^2$ (2,48 x 1,1 mm) (tablas) si la longitud de

la viruta es $\frac{\pi \times 300}{1000} = 0,943 \text{ m/rev}$ el -

peso de la viruta será 0,019 Kg/rev.

El proceso aproximadamente, es 0,019 Kg/rev x
43 rev/min/máq. = 0,8 Kg/min/máq. Por tanto:

2,8 Kg/min - 0,8 Kg/min/máq. 4 máquinas

F.2 Torno Ø 1000 x 8000 mm

Esta máquina será utilizada para piezas de revolución de las siguientes características:

- Diámetro máximo de tornear : 1000 mm
- Largo máximo de tornear : 8000 mm
- Margen de revoluciones : 8-400rev/min
- Avance normal y longitudinal : 0,028-2,82 mm/rev.
- Potencia de accionamiento : 22 Kw.
- Altura de puntos sobre la base : 525 mm
- Altura de puntos sobre el carro : 500 mm
- Altura de puntos en el escote : 700 mm
- Largo útil del escote : 400 mm
- Taladro del husillo principal : 102 mm
- Número de revoluciones del husillo principal : 18

- Ø del husillo patrón : 75 mm ó 2 pasos/pulg.
- Paso del husillo patrón : 12 mm ó 2 pasos/pulg.
- Número de los avances longitudinales : 58
- Avance longitudinal del paso empujado :
0,112 - 45,12 mm/rev.
- Número de avances transversales : 58
- Avance transversal normal : 0,0075 - 0,73mm/
rev.
- Avance transversal de paso empujado :
0,03 - 11,68 mm/rev.
- Roscas:
 - Roscas métricas : 81/0,25-192 mm
 - Roscas Inglesas : 102/1/16 - 72p/pulg.
 - Roscas Modulares : 47/0,5 - 72 mod.
 - Roscas diametrales : 89/3/8 - 160 p. pulg.

Se utilizará una máquina.

F.3 Fresadora de Alta precisión

Esta máquina sirve para mecanizar piezas pequeñas.

Tiene las siguientes características:

- Dimensiones de la mesa : 710-190 mm
- Carrera máxima vertical: 230 mm
- Distancia entre mesa y el huso : 230 mm.

- Movimiento longitudinal : 390 mm
- Revoluciones, campo 1 : 50-1600 rev/min
- Revoluciones, campo 2 : 315-5000rev/min
- Carrera máxima transversal a mano : 150mm
- Rango giratorio de la mesa, eje vertical :
38° derecha, izquier.
- Número de revoluciones del huso : 17
- Sujeción de la herramienta a elegir : Mk3
ISO30
- Ø en el cojinete delantero : 40 mm
- Campo de avances normales, campo 1 :
10-1800 mm/min
- Campo de avances normales, campo 2 :
20-3600 mm/min
- Avances rápidos (1) / (2) : 1,8/3,6 mm/min
- Campos de avances transversales y verticales
4-710 mm/min
- Avances rápidos, transversales y verticales
710 mm/min

Será utilizada una máquina.

F.4 Fresadora para ruedat dentados

Se usara una máquina (1).

F.5 Mortajadora de Chaveteros

Se usará una máquina (1)

(1) Las características de ambas máquinas dependen de los engranajes para las grúas puente.

F.6 Cepilladora Rápida

Esta máquina sirve para conseguir superficies planas y curvas, tiene las siguientes características:

- Carrera del porta-util : 450 mm
- Ancho a cepillar : 820 mm
- Altura a cepillar : 480 mm
- Número de velocidad de la mesa : 20
- Rango de velocidad de la mesa :
0,2 - 4 mm / carrera
- Avance rápido de la mesa, horizontal :
1,1 m/min
- Avance rápido de la mesa, vertical :
0,4 m/min
- Velocidad del carro del porta-util : 8
- Número de las carreras dobles : 16-182p. min
- Carrera vertical del carro del portautíl : 200mm
- Rango giratorio del portaútil izquierda y derecha:
60°

Se usará una máquina.

F.7 Torno de Plato Horizontal

Esta máquina sirve para tornear piezas grandes de hasta 60 Ton de peso y tiene la base del plato desplazable.

Tiene las siguientes características:

- Diámetro del plato : 3,000 mm
- Rango de tornear sin desplazar : 0-3400 mm
- Rango de tornear, desplaz. máx
2600 - 6000 mm
- Altura de tornear : 2400 mm
- Altura de tornear con soporte lateral :
2000 mm
- Capacidad útil :
Dimensión máx. de herramientas : 40x40 mm
Fuerza de corte de cada sop : 5000 Kp.
Fuerza total de corte : 7500 Kp
Momento máx. de rotación del plato :
6000 Kpm
- Gama de revoluciones : 1,9-100rev/min
- Gama de avance : 0,7-125mm/min
- Avance rápido : 2000mm/min

Se usará una máquina.

F.8 Equipo de Fresar y Taladrar Horizontal

Esta máquina sirve para mecanizar los asientos de las máquinas hechas de construcción soldada.

Tiene las siguientes características:

- Diámetro del árbol portabroca : 130 mm
- Sujeción de herramientas : ISO50
- Margen de revoluciones : 6,6-1000 rev/min
- Movimiento longitudinal del árbol portabroca
900 mm
- Movimiento vertical del cabezal : 2500 mm
- Movimiento longitudinal del montante :
1200 mm
- Movimiento transversal de la mesa :
4000 mm
- Area de sujeción de la mesa : 1800x4200mm
- Carga admisible de la mesa : 15 TM
- Número de escalones de revoluciones : 24
- Escalones de avance : 27
- Margen de avance : 0,025-10mm/rev
4-1600mm/min
- Peso métrico del filete : 13

- Margen de pasos : 0,5 - 10 mm
- Avance rápido : 2,800 mm/min

Se usará una máquina.

G. Máquinas de Mantenimiento

G.1 Taller de Mantenimiento de Máquinas

Este taller esta equipado para reparar las máquinas - herramientas , máquinas de soldar, etc. el parque móvil y las instalaciones industriales.

G.2 Taller de Mantenimiento Eléctrico

Este taller esta equipado para reparar los equipos eléctricos como motores, alimentación eléctrica de soldar, grúas y la red eléctrica de la planta.

G.3 Máquina Autómata afiladora para sierra

Esta máquina sirve para afilar las hojas de sierras con el siguiente campo de aplicación:

- Hojas circulares de sierras entre 50 - 1500mm - de \emptyset
- Hojas de sierras de arco de largo máx. 800 mm
- Hojas de sierras sin fin de ancho máximo 60mm
-

Características Importantes:

- Paso de los dientes ' : 0-50 mm
- Altura del diente : 0,25 mm
- Angulo de corte : hasta 40°
- Afilado inclinado : hasta 20°
- Revolución del husillo : 3800 rev/min
- Ø de la muela : 150 mm
- Velocidad de avance : 40-90dientes/min
- Sujeción de la hoja : magnética

Se necesita una máquina.

G.4 Máquina Automática Afiladora de broscas espirales y fresas

Esta máquina sirve para elaborar las brocas y fresas- herramientas de tornear

Características Importantes:

- Superficie de sujeción de la mesa :
650 x 110 mm
- Movimiento transversal máxima : 310 mm
- Luz máxima entre las puntas del aparato divisor:
110 mm
- Largo máximo de la pieza de trabajo : 370 mm
- Largo máx. de la pieza de trabajo con mesa pro_

longada : 600 mm

- Margen de desplazamiento vertical : 170 mm
- Graduación de escala movimiento transversal
0,01 mm
- Graduación de escala movimiento vertical
0,01 mm
- Movimiento giratorio del cabezal : 360°
- Margen de inclinación vertical del cabezal
2 x 90°
- Area de desplazamiento de la mesa para afilar -
conos : 2 x 12°
- Número de velocidades de la mesa :
- Margen de velocidad de la mesa : 0,7 - 8,2 m/min
- Revoluciones del husillo : 1400/2800 rev/min
- Revolución del árbol portamuela
5300 - 02500 rev/min
- \emptyset muela : hasta 125 mm
Ancho muela : hasta 15 mm
- Tamaño máximo de la muela de copa
hasta D 125
- Accesorios normales:

Husillo de rectificado para interior y exterior
Soporte de muela
Contrapunto con punto de granete
Aparato divisor directo universal

Apoyo dentado universal.

Dispositivo de repaso.

Se necesita una máquina.

H. Control de Calidad.

H. 1. Equipos para rayos x transportables.

Estos equipos sirven para radiografiar las soldaduras de tubos, colectores y construcciones de acero,

Estos equipos son móviles y equipados con un tubo de radiación omnidireccional. Con capacidad para un espesor de chapa máxima de 80 mm.

Tendrán un fotómetro automático.

Se necesitarán 3 equipos :

- Dos para construcciones abiertas.
- Uno para tubos.

Tienen las siguientes características :

	Construcciones abiertas.	Tubos
Corriente en el tubo	8 mA	15 mA
Angulo irradiación	40°	360° x 30°
Diámetro del foco eficiente	2,3 x 2,3mm	1,5x5 mm elipt

Dimensiones del tubo 823x292x447mm. Ø 200 x 1200mm

H.2. Equipos de Ultrasonido.

Estos equipos sirven para detectar fallas en la soldadura por intermedio de impulsos ultrasónicos y sirven especialmente para soldaduras largas en las construcciones de estructuras metálicas.

Están equipadas con distintos cabezales ultrasónicos, cables, escalas AVG, tabla de calibración, etc.

Tienen las siguientes características :

Rango de frecuencias	: 0,5 - 12 MHz.
Rango de comprobación	: 10 - 5000 mm.
Rango de ajuste de amplificación	: 0 - 40 dB, 20 - 60 dB, 40 - 80 dB,
Ajuste fino	: 0,1dB/4MHz.

Es necesario tener dos equipos de ultrasonido.

H.3. Equipo Electromagnético.

Este equipo sirve para la comprobación de fisuras en las superficies de soldaduras y planchas, especialmente sirve para comprobación sencilla y segura

de las dobladuras y los bordes de soldar. Equipado con electrodos, cuerpos de comprobación y lámpara de mano UV. Tiene las siguientes características :

a) Accionamiento con corriente alterna.

Amperaje máx. de comprobación : 1060 Amp.
efectivo

Amperaje máx. de comprobación : 1500 Amp.
valor cumbre

Largo de comprobac. con 1000mm^2 de
sección de fierro : 1000 mm.

b) Accionamiento con corriente continua.

Amperaje máx. de comprobación : 1500 Amp.
valor cumbre.

Largo de comprobac. con 1000mm^2
de sección de fierro : 500 mm.

Se necesita una máquina.

H.4. Laboratorio de Comprobación.

Sirve para los trabajos de radiografiar y ultrasonar como por ejemplo desarrollar las películas, testar las cabezas ultrasónicas, etc.

H.5. Máquina de Ensayos de Ruptura y de Doblar.

Esta máquina sirve para comprobar e investigar tensiones límites de alargamiento de materiales básicos y soldadura. Equipado con cabezales de fijación, mesa de doblar con apoyos, registrador de curvas continuas con papel de 100 mm. de ancho, macho de doblar, etc. Tiene las siguientes características :

- Carga de prueba máxima : 10,000 Kp.
- Velocidad de trabajo : 0-200 mm/min.
- Luz en el campo de tracción : 350 mm.
- Distancia entre las cabezas de fijación : 700 mm.
- Desplazamientos en el cabezal inferior : 450 mm.
- Equipo adicional.
 - Juegos de chavetas.
 - Placas templadas de presión.
 - Chavetas para pruebas planas.
 - Chavetas para pruebas redondas.

Se necesita una máquina.

H.6. Máquina de Ensayos de Resiliencia.

Esta máquina sirve para ensayos de resiliencia, según probetas tipo Charpy, V-notch y DVM en casos de temperatura ambiente o temperaturas bajas. Tie

ne las siguientes características :

- Selección del campo de medición : con pesos del
quita y pon o por cambio del martillo.
- Dispositivo de medición : \varnothing 300 mm/escala
circular con aguja de arrastre.
- Graduación de escala : 0-30 Kpm/div. 2 kpm,
0-15 Kpm/div. 1 Kpm,
- Martillo de percusión : Charpy \pm Izod.
- Rendimiento de trabajo : 15 \pm 30 Kpm.
- Escala de control con división en grados.
- Campo de ajuste de los apoyos : 30 - 120 mm.
- Apoyos para las dimensiones: 30 x 15 x 160mm
10 x 10 x 55 mm
10 x 8 x 55 mm
6 x 6 x 44 mm.
- Equipación :
 - Juego de pesas 30 Kpm.
 - Marco de protección.
 - Dispositivo para centrar.
 - Forro de protección para polvo.

Se necesitará una máquina.

H. 7. Sierra de Arco.

Esta máquina sirve para la comprobación del material rompiéndolo.

Tiene las siguientes características :

- Rango de corte 90° : 220 x 240mm.
245 mm \emptyset
- Rango de corte 45° : 150 mm \emptyset

Sirve para cortar las planchuelas para las pruebas -
de soldadura.

Se necesita una máquina.

H.8. Cepilladora rápida.

Esta máquina sirve para preparar probetas de doblar
y probetas de ensayo de choque.

Tiene las siguientes características :

- Carrera del porta-útil : 890 mm
- Ancho a cepillar : 800 mm.
- Altura a cepillar : 550 mm.
- Dimensión de la mesa : 820 x 450 x 480 mm
- Número de las velocidades de la mesa : 20
- Rango de las velocidades de la mesa :
0,2 - 4 mm/carrera.
- Avance rápido de la mesa.
Horizontal : 1,1 m/min.
Vertical : 0,4 m/min.
- Velocidades del carro del porta útil : 8
- Carrera vertical del carro del portaútil : 200 mm
- Rango giratorio del portaútil izquierda y derecha:
 60°

Se necesita una máquina.

H. 9. Fresadora Universal.

Esta máquina sirve para preparar las probetas de doblar planas y las probetas de ensayo de choque.

Tiene las siguientes características :

- Dimensiones de la mesa horizontal: 710 x 320mm
- Dimensiones de la mesa vertical : 800 x 220mm
- Carrera de mesa longitudinal : 510 mm.
- Carrera de mesa vertical : 410 mm.
- Rango de conversión izquierda y derecha : 45°
- Campo de volcar desde la máquina : 15°
- Campo de volcar hacia la máquina : 45°
- Número de revoluciones del huso : 12
- Campo de las revoluciones :
45 - 2000 rev/min.
- Relación de revoluciones min. : 1 : 45
- Sujeción de herramientas en el uso: DIN 2079-SK40
- Rosca para sujeción de la fresa: M16 ó S20 x 2
- Avances, regulación sin escalón : 4-1600 mm/min
- Avances rápidos
Longitudinal \pm transversal : 1,6m / min.
Vertical : 1 m/min.
- Carrera del carro del huso : 300 mm.

Se necesita una máquina.

H.10 Taladradora de precisión.

Esta máquina sirve para preparar las probetas de soldadura.

Tiene las siguientes características :

- Capacidad de broca en ST50 : 25 mm.
rosca en ST50 : M20
- Alcance máx. borde del montante.
hasta el centro del husillo : 300 mm.
- Superficie de fijación de mesa de taladrar :
500 x 400 mm.
- Distancia fin del husillo mesa de taladrar :
máx. 825 mm. mín. 100 mm.
- Diámetro del montante : 125 mm.
- Cono del husillo : MK3.
- Profundidad del taladro : 160 mm.
- Profundidad máx. de la rosca : 20 mm.
- Revoluciones del husillo para taladrar : 150-1200/
300-2400 rev/min.

I. Equipos de Transporte.

En la planta sabemos que se movilizan diariamente : 3000 ton/
mes x 1 mes - 136 ton/día.
22 días.

distribuidas en cada una de las líneas de producción para los-
cuales son utilizados diversos medios de transporte. Hemos se

leccionado los siguientes :

I. 1. Monta Cargas Medianos.

Estas máquinas sirven para apilar y transportar los materiales o productos obtenidos. Cumplen con los siguientes requisitos

Altura de elevación : 3250,0 mm.

Carga admisible : 5 ton.

Radio mínimo de giro : 2915,0 mm.

Sistema de tracción : Diesel - motor.

Otras características importantes :

Centro de gravedad : 600 mm.

Dimensiones de porta horquilla : 1200 - 150 - 65 mm.

Fuerza de tracción en gancho con o sin carga :

4440 / 3240 kg.

Carga sobre los ejes delante detrás : 11680/1440 kg.

Distancia entre ejes : 2050 mm.

Ancho de vía adel/atrás : 1550 mm.

Enfriamiento : agua (aire)

Rev. por minuto : 2500

Ciclo del motor : 4

Número de cilindros : 6

Cilindrada 5660 cm³

Consumo de combustible 4,2 l/h.

Tipo de transmisión : hidrostático.

Unidades de neumáticos

Delante : 4

Detrás : 2

Transporta aproximadamente el 10 % del acero trabajado en el turno o sea : $0,1 \times 136 = 15 \text{ Ton.}$

Entonces necesitaremos 3 montacargas distribuidos:

(1) Area de perfiles pesados .

(1) Area de estructuras metálicas,

(1) Area de caldererías pesada.

I.2. Montacargas Grandes.

Estas máquinas sirven al igual que en el item I.1. , pero son de mayor capacidad. Cumplen con los siguientes requisitos :

- Altura de elevación : 3200,0 mm.
- Carga admisible : 10 ton.
- Radio mínimo de giro : 4230,0 mm.
- Sistema de tracción : Diesel - motor.

Otras características importantes :

- Centro de gravedad : 600 mm.
- Dimensiones de porta horquilla : 1400 - 200 - 80 mm.
- Fuerza de tracción en gancho con o sin carga. : 1050/6500 kg.
- Carga sobre los ejes delante detrás. : 21600/2100 kg.

- Distancia entre ejes : 2850 mm.
- Ancho de vía adel/atrás : 1832/1750 mm.
- Enfriamiento : Agua.
- Rev. por minuto : 2400
- Ciclo del motor : 4
- Número de cilindros : 6
- Cilindrada : 5675 cm³
- Consumo de carburante : 8 l/h.
- Tipo de transmisión : Hidrodinámico.
- Unidades de neumáticos.
 - Delante : 4
 - Detrás : 2

Transportan aproximadamente el 15 % del acero trabajado en el turno o sea $0,15 \times 136 = 20$ ton.

Entonces necesitamos dos montacargas distribuidas :

(1) Area de estructuras metálicas.

(1) Area de calderería Pesada.

I. 3. Un Camión Tractor con Remolque.

Esta máquina es utilizada para el transporte de la materia prima o de productos terminados pesados.

a) Camión Tractor :

Características Principales :

- Fuerza - velocidad : 80 ton- 65 km/h.

- Potencia : 103 ps - 2500 rev/min.

- Motor : Diesel.

Enfriamiento : Agua.

Nº de cilindros : 10/V-form.

Proporción de cambio : Adelante Retromarcha

1er. cambio 6,38 5,87

2do. cambio 3,70

3er. cambio 2,46

4to. cambio 1,79

5to. cambio 1,36

6to. cambio 1,00

Modo de cambios : con variador hidráulico.

- Frenos : al aire comprimido.

Frenos de pie : frenos al aire comprimido a toda rueda.

Freno de mano : válvula de freno para ejes traseros.

- Dirección : Hidráulica a huso.

- Cabina : Construcción de acero con 2 puertas.

1 asiento, más banco para 3 personas.

- Instalación de luz : Según reglamento de tráfico,

b) Remolque.

Características Principales.

- Plataforma baja.
 - Velocidad : 40 km/h.
 - Carga útil : 60 ton.
 - Peso propio : 12 ton.
 - Carga a ejes : 3 x 24000 K.
 - Superficie de carga : 12000 x 2750 mm
 - Largo total : + 14400 mm
 - Altura de plataforma : - 1000 mm.
 - Neumáticos : 24 x ruedas gemelas.
 - Dirección : Central de las ruedas.
 - Argollón del gancho : 40 mm Ø
- Frenos : al aire comprimido a todas las
ruedas.
- Instalación eléctrica : según reglamento de tráfico.

Se utilizará una unidad.

I.4. Una Grúa sobre Orugas.

Esta máquina servirá para el montaje de la instalación del taller y para la manipulación de piezas particularmente pesadas. La capacidad máxima será de 200 ton. (En el Cap. III vemos que algunos productos alcanzan ese peso).

Entre otras características tenemos :

- Largo máximo de la pluma : 80 m.

Se utilizará una unidad.

I. 5. Grúa Semipórtico para Almacenes.

Esta máquina sirve para el manipuleo y transporte de la materia prima de los almacenes (tamaño de los almacenes está definido en el Cap. V y tiene 50 m. de ancho). Si aproximadamente el 10 % del peso de acero será movilizado con esta máquina, entonces su capacidad será de :

$$0,1 \times 136 = 15 \text{ Ton}$$

y tendrá una luz de 50 m , con cabina de mando,

Se utilizará una unidad.

I. 6. Grúas Puente para Taller Mecánico y Perfiles Pesados.

Estas máquinas servirán para el transporte longitudinal de las piezas y materiales manipulados en dichos talleres. (El tamaño de estos talleres está definido en el Capítulo V y tienen 20 m. de ancho). Si aproximadamente la capacidad de la grúa es el 10 % manipulado diariamente en estos talleres, entonces tendrá una capacidad de :

$$0,1 \times 136 \text{ Ton} = 15 \text{ Ton} .$$

y además una luz de 20 m, con cabina de mando,

Se necesitan :

(2) grúas puente en Nave del taller mecánico.

(2) grúas puente en nave de perfiles soldados.

I. 7. Grúas Puente Talleres de Calderería Pesadas y Estructura Metálica.

Estas Máquinas sirven para el transporte longitudinal de las piezas y materiales manipulados en dichos talleres. (El tamaño de estos talleres está definido en el Cap. V y tienen un ancho de 30 m.) Si aproximadamente la capacidad de la grúa es el 20 % del peso del acero es manipulado diariamente en los talleres, entonces tendrán una capacidad de :

$$0,2 \times 136 \text{ Ton.} = 30 \text{ Ton.}$$

Además tendrán una luz de 30 m, con cabina de mando.

Se necesitarán :

(2) Grúas Puente en Nave del taller de Calderería Pesada (2 Naves)

(2) Grúas Puente en Nave del taller de Estructuras Metálicas (3 Naves).

J. Equipo de Balanza.

Este equipo sirve para el pesaje de vehículos.

Tiene las siguientes características:

Capacidad : 50 Ton

Largo de la plataforma: 20 m

Ancho de la plataforma : 3 m

Imprenta automática para: fecha/no. correlativo de 4 cifras/
bruto/tara/hora

Indicación del peso : lectura iluminada automática,

K. Equipos Para Abastecimiento de Energía

K.1 Alimentación de Corriente

En la planta metalmecánica tendremos dos subestaciones de transformadores. Cada uno equipado con transformadores para la iluminación (éstos transformadores serán determinados en el Cap. V).

Cada Estación tiene alimentación doble, en caso que falla una alimentación, se puede trabajar con la otra.

Asimismo se contará con grupos electrógenos de emergencia ubicados en la llamada casa de fuerza.

K.2 Alimentación de Oxígeno

Se tendrá una alimentación central por tubería y conexión directa a la planta de oxígeno.

Además se podrá usar equipo de botella.

K.3 Alimentación de Acetyleno

Tendrá producción en un gasificador con almacenamiento y conexión con tubería a los lugares de uso.

K.4 Alimentación de Aire Comprimido

Tendrá la instalación de compresores y con alimentación por tubería a las naves de fabricación.

K.5 Alimentación de agua

a) Agua Industrial

Con tanque de agua central y distribución con tubería a los lugares de uso, preferiblemente a lo largo de las columnas para las vigas de grúa.

b) Agua Potable

Alimentación individual con botellas grandes colocadas en los puntos de mayor importancia dentro de las áreas de oficinas y fabricación.

4.3. Vida Útil de las Maquinarias y Equipos

La vida útil de las maquinarias y equipos se estima en base de las indicaciones de los proveedores, así como de la intensidad de trabajo que se provee respecto a la utilización de estos equipos.

Además se toma en cuenta la experiencia de los técnicos de empresas metalmeccánicas.

Así se llegó a la conclusión que la vida útil aproximada de las maquinarias y equipo a emplearse en nuestra planta metalmecánica es:

- Máquinas y equipos principales : 10 años
- Herramientas y equipos manuales : 5 años.

CAPITULO V

DISEÑO DE LA PLANTA

5.1. Dimensiones de la Planta

En este acápite determinaré las necesidades de espacio requerido para la ubicación de Maquinarias y equipos, oficinas, etc.

Existen muchas maneras de determinar las necesidades de espacio, incluso varias de ellas se pueden usar simultáneamente si es necesario en un mismo proyecto.

a) Método de Cálculo

Es el más preciso, está basado en el fraccionamiento de cada sector o actividad en subsectores y elementos de la superficie total, ó sea que cada elemento de instalación o de máquina queda inventariado con las áreas ocupadas por el propio elemento, por el obrero, por la conservación, por los accesorios, etc. dando la superficie total.

b) Normas de espacio

Son normas standard pre-establecidas, es una forma práctica de determinar las necesidades de espacio. En la práctica sin embargo no es tan sencillo, ya que son normas establecidas por otros y no necesariamente se pueden adaptar a nuestra planta.

c) Planteamiento Aproximado

Es posible siempre y cuando se disponga de un plano a escala o modelos de instalaciones y máquinas, por lo tanto resulta más cómodo bosquejar un planteamiento aproximado de las distintas áreas y utilizarlos para las necesidades de espacio.

d) Tendencia de los ratios

Es probablemente el menos preciso de los cuatro métodos, solo sirve para necesidades generales de espacio.

5.1.1. Base de Diseño

Este capítulo considera el diseño y distribución de las áreas de fabricación y montaje, mantenimiento y almacenamiento de cada una de las naves y oficinas de la Planta Metal mecánica.

Para el desarrollo de este capítulo emergen como parámetros más importantes los siguientes:

1º) Requerimientos de producción de aproximadamente:

- Estructuras Metálicas	aprox. 1500 Ton/mes
- Calderería pesada	aprox. 450 Ton/mes
- Perfiles Soldados Pesados	aprox. 1000 Ton/mes
	<hr/>
	total aprox. 2950 Ton/mes

2°) Un nivel de almacenamiento de materiales de tres meses para satisfacer los requerimientos de producción antes mencionadas. Este almacenamiento tendrá sus zonas específicas excepto por las necesidades inmediatas.

Así mismo las superficies para las materias primas y materiales en proceso están dimensionadas con el fin de poder disponer en la planta de las siguientes cantidades.

a- Almacén de entrada y material protegido	9000 TM.
b- Material en flujo	3000 TM.
c- Material en Pre-Montaje (2/3 de b)	2000 TM.
d- Estructuras acabadas (1/3 de b)	1000 TM.
	<hr/>

Material total en la planta: 15,000 TM.

3°) Provisión para distribución, clasificación y almacenamiento temporal de productos terminados.

4°) En el capítulo III definimos las áreas ó secciones necesarias y son:

- a) Area de conservación
- b) Area de trabajos Preparativos
- c) Area de Fabricación de Perfiles
- d) Area de Estructuras Metálicas
- e) Area de Calderería Pesada
- f) Area de Maestranza
- g) Area de mantenimiento
- h) Area de Control de Calidad
- i) Area de Transportes
- j) Area de Almacenes
 - Almacenes de Perfiles
 - Almacenes de Planchas estructurales
 - Almacenes de Tubos
 - Almacenes de planchas de calderería
 - Pañoles
- k) Area de Oficinas y servicio
 - Oficinas Administrativas (directorio, generales)
 - Oficina de Taller

5.1.2. Selección del método de dimensionamiento

Conociendo las características de cada área o sección (cap. 111) podemos seleccionar los métodos más adecuados en base al equipamiento y/o instalaciones. El método empleado es mostrado en el cuadro N° 5/1.

5.1.3. Determinación de Espacios

Una vez seleccionado el método a emplear y conociendo -

las características de las máquinas, equipos y demás instalaciones, procederemos a determinar las necesidades de espacio.

El espacio requerido va ser determinado por dos factores.

- a) Maquinaria, equipos e instalaciones
- b) Productos a fabricarse partes en proceso y materia prima.

Para determinar el área mínima necesaria consideramos los siguientes parámetros de cálculo:

- Dimensiones de las maquinarias y equipos
- Dimensiones aproximada de planchas: hasta 2.5 x 6 y peso de 1,5 Ton/pieza; considero el almacenamiento apilado.
Dimensiones aproximadas de los perfiles y tuberías con una longitud de hasta 6m. y un almacenamiento con varias filas por lote dispuestas en racks y un peso aprox. de 3,8 ton/pieza y 0,75 ton/pieza respectivamente.
- Se considera un almacenamiento temporal de partes fabricadas.

De acuerdo a las dimensiones establecidas en el apéndice **D** procederemos a determinar las áreas neces-

sarias por sección.

A. Area Conservación

En el cuadro No 5/ 2 determina que el área mínima necesaria es de 2,980 m²

1. El área de Maquinaria es de 1320m²
2. El área de equipos es de 940m²
3. El área de almacenamiento temporal de materiales consideramos un tiempo de almacén de un día y como se procesara 284 kg/min. (Cap. IV-A1) Tenemos 284 kg/min. x 60 min. x 8h x = 130 Ton.

Por lo que se necesitan 80 planchas de 2,5 x 6,0 x 12,5 y el área requerida es de 220m²

4. Pasadiso 20% de 1 + 2 + 3 500m²
- | | |
|-------|---------------------|
| Total | 2,980m ² |
|-------|---------------------|

B. Area de trabajo Preparativos

En el cuadro N° 5/3 determino que el área mínima necesaria de 2,183 m²

1. El área de maquinarias y equipos de 669m²
2. El área de almacenamiento temporal de materiales, considerando un tiempo de 6 días y como se procesara (95 + 142) kg/min. (Cap. IV B1-B2) Tenemos:

$$6 \text{ d} \times 237 \text{ Kg/min} \times \frac{60 \text{ min}}{\text{h}} \times 8 \text{ h} = 630 \text{ Ton},$$

Por lo que se necesitan 400 planchas de 2,5 x 6 000 x 12,5 y 30 perfiles y/o tubos de hasta 6 m. de longitud.

Siendo el área necesarias de	1,150 m ²
3. Fasadizos 20% de 1+2	<u>361 m²</u>
Total	2,183 m ²

C. Area de Fabricación de Perfiles

En el cuadro N° 5/4 determinamos que el área necesaria es de 38526 m².

1. El área de maquinarias y equipos es de 2,016m².
2. El área de almacenamiento temporal de materiales será considerando un tiempo de 16d. por que 6 días estan considerados en B (22 dias).

$$16 \text{ d} \times 95 \text{ Kg/min} \times \frac{60 \text{ min}}{\text{h}} \times \frac{8 \text{ h}}{\text{d}} = 730 \text{ Ton}$$

Por lo que se necesitan 480 planchas de aprox. 2,5 x 6 000 x 12,5, siendo el a área necesaria de 440 m²

3. El área de almacenamiento de partes fabricadas

ha sido determinado considerando que se va a almacenar la producción del 90% mensual

$$0,9 \times 1000 \text{ Ton} = 900 \text{ Ton.}$$

Por lo que se necesitarán aproximadamente 240 perfiles, de 6 m. de largo ocupando un

área de 480 m^2

4. Fasadizos 20% de 1 + 2 + 3 + 500 m^2

Total $3,536 \text{ m}^2$

D. Area de Estructuras Metálicas

En el cuadro N° 5/5 determino que el área mínima necesaria es de $19,200 \text{ m}^2$.

1. El área de maquinarias es de 1113 m^2 .

2. El área de complementos de equipos es de 275 m^2 .

3. El área de almacenamiento temporal de materiales será considerado por un tiempo de 16d.

Por que 6 días esta considerado en B (22 días / mes procesa $1,500 \text{ Ton.}$)

$$16 \text{ d} \times 142 \text{ Kg/min} \times \frac{60 \text{ min}}{\text{h}} \times \frac{8 \text{ h}}{\text{d}} = 1000 \text{ Ton.}$$

Por lo que se necesitarán aproximadamente

300 perfiles de 6 m. de largo y ocuparán un
área de 6000 m²

4. El área que ocuparan las partes en fabrica -
ción y montaje la estimamos de la producción
de 1,500 Ton/mes por lo que del Apéndice D
y del Cap. 111 tomamos algunos de los produc_
tos que ocuparan en área de 8,600 m²
 5. Pasadizos 20% de 1 + 2+3+ 4 3,200 m²
- Total 19,200 m²

E. Area de Calderería Pesada

En el cuadro N° 5/6 determino que el área mínima -
necesaria es de 11551 m².

1. El área de maquinarias es de 1,682 m²
2. El área de almacenamiento tempo-
ral de materiales se considerara en
un tiempo de 16 d. (proceso mensual
de 22 d/mes , de los cuales 6d. es
tan considerados en B).

$$16d \times 42,6 \text{ Kg/min} \times \frac{60 \text{ min}}{h} \times \frac{8 h}{d} = 320 \text{ Ton}$$

Por lo que se necesitarán aproximadamente 200
planchas de 2,5 x 6 m. de longitud y ocuparán -
un área de 550 m²

3. El área que ocuparan las partes en fabricación esta considerado en la producción de un mes, del cual una parte se encuentra en maestranza- (Ej. tomenos los productos indicados en el - Apéndice D° y Cap. III siendo el área necesarias de 7,300m²
4. Pasadizos 20% de 1+ 2 + 3 1,900m²
- Total 11,432m²

F. Area de Maestranza

En el cuadro N° 5/7 determino que el área minima necesarias es de 4,000 m².

1. El área de maquinarias es de 803 m²
2. El área de almacén temporal de ma- teriales se considerará como el 1,5% del flujo de materiales (3000 Tn/mes) y es 50 Ton. la que ocupará en área aproximada de 700 m²
3. El área que ocupará la parte fabrica- da es considerada como el 3% de la- producción mensual (2,950 Ton/mes y es 100 Ton lo que ocuparán un área aproximada de 1,825m²
4. Pasadizos 20% de 1+ 2+ 3 670m²
- Total 4,000m²

G. Area de Mantenimiento

En el cuadro N° 5/8 determino que el área mínima necesaria es de

El área de maquinarias es de	40m ²
2. Se considerará un área de trabajo de aproximadamente	800m ²
Pasadizos 20% de 1 + 2	170m ²
Total	1,010m ²

H. Area de Control de Calidad

En el cuadro N° 5/9 determino que el área mínima necesaria es de 477 m².

1. El área de maquinarias de	97m ²
2. Se considerará aproximadamente en área de	300m ²
3. Pasadizos 20% de 1 + 2	80m ²
Total	477m ²

I. Areas de Transportes

En el cuadro N° 5/10 determino que el área mínima necesaria es de 382m².

1. Area de vehículos es de	262m ²
2. Area de Equipos es de	120m ²
	382m ²

J. Area de Almacenes

En el cuadro N° 5 /11 determino que el área mínimo-necesaria es de 6,840 m².

Se ha considerado cuatro áreas de almacén de materiales para tres meses, de acuerdo a lo indicado en el ítem 5. 1. 1.b es un total de 9,000 Tm.

Por tanto para fabricar perfiles el stock es de 3000 Tm de planchas estructurales.

Para fabricar estructuras metálicas el stock es de 4,500 Tm. divididos en 1000 Tm. de Planchas Estructurales, 2,700 Tm. perfiles y 800 Tm de tubos.

Para fabricar caldería pesada tenemos stock de 1500 Tm de Planchas de calderería.

1.	El área de perfiles es de	1,200m ²
2.	El área de planchas estructurales es de	2,475m ²
3.	El área de tubos es de	1,200m ²
4.	El área de planchas de calderería es de	825 m ²
5.	Pasadizos 20% de 1+2+3+4	1,140m ²
	Total	6,840m ²

Así mismo en los mismos talleres existen paños o almacenes de herramientas.

K. Area de Oficinas y Servicio

En esta parte considero a las oficinas administrativas (Directorio, Gerencias), las oficinas de taller (diseño, Mantenimiento, etc,). Tomaré el 15% del área ocupada por las áreas productivas :

$$0,15 \times 52149 = 7823$$

CUADRO N° 5/2

CONSERVACION

1. Maquina	2. Elementos de Trabajo				Sup. por personal y/o materiales (m ²)	Sup. de Acceso (m ²)	Sup. por Maq. y/o equipo requerido (m ²)	Sup. Total necesario (m ²)	Altura (m) H
Tipo Maq. y/o Equipo	Medidas (cm) L x A	Sup. Instalada (m ²)	Cant.	Sup. por personal y/o materiales (m ²)	Sup. de Acceso (m ²)	Sup. por Maq. y/o equipo requerido (m ²)	Sup. Total necesario (m ²)	Altura (m) H	
1.- Presecador	6 x 4	24	1	---	4	28	28	4,5	
- Arenador	8,5 x 4,0	34	1	---	4	38	38	5,0	
- Equipo de pintura	5,0 x 4,0	20	1	---	4	24	24	5,0	
- Equipo de carga y descarga	30 x 40	1,200	1	---	30	1230	1230	1,5	
2.- Tren de rodillos	100 x 4	400	1	540	---	940	940		
3.- Almacenamiento Temporal de Materiales									
Material	Cantidad (en lote de 20 unidades)	Forma de Almacenaje	Sup. Necesaria (lote de 10 Unid.)	Superficie personal y manipulación (m ²)	Sup. Total Necesaria (m ²)	Peso (Ton)			
Planchas	4	Ápilado	14	40	220	120			
4.- Tráfico del personal (Aprox. 20% de 1+2+3) = 500 m ²)									
5.- Área Total: 1+2+3+4+5 = 2980 m ²									

CUADRO N° 5/3

AREA DE TRABAJOS PREPARATIVOS

1.- Maquinas		Medidas (m) L x A	Sup. Instalada (m²)	Cant.	Sup. por personal y/o materiales (m²)	Sup. de Acceso (m²)	Sup. por Maq. y/o equipo requerido (m²)	Sup. Total necesario (m²)	Altura (m) H
1.- Máquina de corte Autógeno de potales		28 x 4,5	126	1	150	----	276	276	2,5
- Máquina de corte Autógena coordinadas		10 x 4,5	45	1	60	----	105	105	2,0
- Cizalla		3,5 x 2,0	7	1	200	----	207	207	2,0
- Sierra de tubos		0,8 x 0,5	0,5	1	25,5	----	26	26	1,5
- Dobladora de tubos		3 x 1,5	5,0	1	50,0	----	55	55	1,5
2.- Almacenamiento Temporal de Materiales									
Material	Cantidad (lote)	Forma de Almacenaje (unid./lote)	Sup. Necesaria (m²) lote	Superficie personal y manipulación (m²)	Sup. Total Necesaria (m²)	Peso Aprox. (Ton)			
Planchas	10	Ápilado (40)	15	40	550	565			
Perfiles	10	Ápilado (3)	15	45	600	115			
3.- Trafico del personal (Aprox. 20% de 1+2) = 364 m²									
4.- Área Total: 1-2+3 = 2195 m²									

CUADRO N° 5/4

AREA FABRICACION DE PERFILES

1.- Maquina

Tipo Maq. y/o Equipo	Medidas (m) L x A	Sup. Instalada (m²)	Cant.	Sup. por personal y/o materiales (m²)	Sup. de Acceso (m²)	Sup. por Maq. y/o equipo requerido (m²)	Sup. Total necesario (m²)	Altura (m) H
- Mesa de soldar y enderezar 1	20 x 4,5	90	4	6	100	190	760	1,0
- Portal de Pre-doblar 1	1 x 1,5	5	1	5	---	10	10	2,0
- Eq. de ajuste 1	1 x 1,5	5	1	5	---	10	10	2,0
- Máq. de soldar 1	3 x 5,0	15	1	10	---	25	25	2,0
- Mesa de soldar y enderezar 2	20 x 4,5	90	6	---	100	190	1140	1,5
- Portal de Pre-doblar 2	1 x 5,0	5	1	5	---	10	10	2,0
- Eq. de ajuste 2	1 x 5,0	5	1	5	---	10	10	2,0
- Máq. de soldar 2	7 x 5,0	15	1	10	---	25	25	2,0
- Volteador	20 x 0,8	16	1	---	10	26	26	1,0

2.- Partes Pre-Montaje y fabricadas

Material	Cantidad	Sup. Necesaria (m²)	Superficie para personal (m²)	Sup. Total Necesaria (m²)	Peso (Ton)
30 Unid./lote (Lote)		15	45	60	500
Perfiles					

CUADRO N° 5/4 (Continuación)

Area de Fabricación de Perfiles

3. Almacenamiento Temporal de materiales

Material	Cantidad (lotes de 60 Unid)	Forma de Almacenaje	Superficie Necesaria (m ²)	Sup.per. sonal y ma- nipulación	Sub.total necesaria (m ²)	Peso (Ton.)
Planchas	8	Apilado	15	40	440	730

4. Táfico de personal (Aprox. 20% de 1 - 2 - 3) = 590 m²

5. Area Total = 1 + 2 + 3 + 4 = 3576 m².

CUADRO N° 5/5

AREA DE ESTRUCTURAS METALICAS

1.- Maquinas		2.- Elementos de Trabajo									
Tipo Maq. y/o Equipo	Medidas (m) L x A	Sup. Instalada (m²)	Cant.	Sup. por personal y/o materiales (m²)	Sup. de Acceso (m²)	Sup. por Maq. y/o equipo requerido (m²)	Sup. Total necesario (m²)	Altura (m) H			
1.- Tren de sierra	3,5 x 1,5	6,0	1	100,0	---	106	106	1,5			
- Cizalla de golpe	3,0 x 2,0	6,0	1	60	---	66	66	2,0			
- Prensa hidráulica	4,0 x 2,7	11,0	1	100,0	---	111	111	1,7			
- Punzonadora	5,0 x 4,0	20,0	2	80	---	100	200	2,0			
- Generadores A/F	1,3 x 0,5	0,7	6	---	2,3	3	18	0,5			
- Máquina soldar bajo polvo	1,2 x 0,4	0,5	4	---	102,5	103	412	0,8			
- Máq. soldar 500A	1,1 x 0,6	0,7	30	---	3,3	4	120	1,0			
- Máq. soldar 300A	1,1 x 0,6	0,7	20	---	3,3	4	80	1,0			
2.- Mesa alimentacion sierra	3,0 x 4,5	135,0	1	---	50	185	185				
Mesa prensa Hidráulica	2,0 x 35,0	70,0	1	---	30	100	30				
- Mesa p. punzadora	3,0 x 30,0	90,0	2	---	30	120	50				
3.- Almacenamiento Temporal de Materiales											
Material (lote)	Cantidad	Forma de Almacenaje	Sup. Necesaria (m²)	Superficie personal manobras	Sup. Total Necesaria	Peso (ton)					
Perfiles	100	H011600	5		5000	1090					

Cuadro N° 5/5 (Continuación)

Area de Estructuras Metálicas

4. Partes Fabricadas y Pre-Montaje

Material	Cantidad	Superficie unit. necesaria (m ²) aproximada	Superficie p. personal (m ²)	Sup. total necesaria (m ²)	Peso Aprox.
Puente	8	180	80	2080	500
Estructuras Ind.	8	140	60	1600	400
Compuestas	8	60	40	800	50
Tanques	8	60	40	800	300
Grúas	8	60	40	300	300
Otros	8	60	40	800	50

5. Tráfico de personal (Aprox. 20% de 1-2-3 - 4) = 2854 m²

6. Total; 1 + 2 + 3 + 4 + 5 = 17100

CUADRO N° 5/6

AREA DE CALDERERIA PESADA

1.- Maquinas

Tipo Maq. y/o Equipo	Medidas (m) L x A	Sup. Instalada (m ²)	Cant.	Sup. por personal y/o materiales (m ²)	Sup. de Acceso (m ²)	Sup. por Maq. y/o equipo requerido (m ²)	Sup. Total necesario (m ²)	Altura (m) H
- Máq. roladora	6,5 x 4,0	26,0	1	300	---	326,0	326	2,0
- Prensa Hidráulica	7,0 x 6,5	46,0	1	150,0	---	196,0	195	2,5
- Manipulador	7,0 x 6,5	46,0	1	---	100,0	146,0	146	1,4
- Rebordeadora	5,5 x 5,2	29,0	1	60,0	---	89,0	89	1,8
- Calentador	1,9 x 1,1	2,0	1	91,0	---	93,0	93	2,0
- Soporte	4,0 x 3,5	14,0	1	---	30	44,0	44	8,5
- Equipo giratorio	10,0 x 6,0	60,0	1	---	40	100,0	100	6,5
- Máq. soldar 500A	1,1 x 0,5	0,6	20	---	3,4	4,0	80	0,9
- Máq. soldar 300A	1,1 x 0,5	0,6	12	---	3,4	4,0	48	0,9
- Máq. de soldar en polvo	1,2 x 0,4	0,5	5	---	100,5	101,0	505	0,8
- Máq. de soldar short Arc.	0,9 x 0,6	0,5	5	---	3,5	4,0	20	1,1
- Máq. de soldar Áts. inerte	0,7 x 0,7	0,5	3	---	3,5	4,0	12	1,1
- Armaricos p. Electro	0,7 x 0,6	0,4	4	---	1,6	2,0	8	0,8
- Sec. de poico de soldar	0,9 x 0,7	0,6	5	---	1,4	2,0	10	1,8
- Máq. cortadora autodesa	1,0 x 1,2	1,2	2	---	1,8	3,0	6	1,0

CUADRO N° 5/6
(Continuación)

AREA DE CALDERERIA PESADA

2.- Almacenamiento Temporal de Materiales

Material	Cantidad (lotes)	Forma de Almacenaje (20 Unid./lote)	Superficie Necesaria (m ²)	Superficie personal manipulación (m ²)	Sup. Total necesaria (m ²)	Peso (Ton)
Planchas	10	Apilado	15	40	550	320

3.-Partes fabricadas y Pre-Montaje

Material	Cantidad (lotes)	Medida Aproximada (m)	Sup. Unitaria Necesaria (m ²)	Superficie por personal (m ²)	Sup. Total necesaria (m ²)	Peso Aprox. (Ton)
Calderos	20	6 x 4	24	50	1480	200
Intercambiadores	5	3 x 10	30	60	450	40
Hornos	5	4 x 4	16	30	230	40
Tanque	2	30 x 30	900	250	2300	40
Mezcladoras	3	9 x 12	108	100	1040	15
Ductos	20	3 x 10	30	60	1800	20
Útros						

4.- Tráfico de personal (Aprox. 20% de 1+2+3) = 1900 m²

5.- Área Total: 1+2+3+4 = 11432 m²

CUADRO N° 5/7

AREA DE MAESTRANZA

1.- Maquina

Tipo Maq. y/o Equipo	Medidas L x A (m)	Sup. Instalada (m ²)	Cant.	Sup. por personal y/o materiales (m ²)	Sup. de Acceso (m ²)	Sup. por Maq. y/o eq. requerido (m ²)	Sup. Total necesario (m ²)	Altura H (m)
Torno 300x200	3,5 x 4,0	5,25	4	30,75	---	36	144	1,6
Torno 1000x800	11,3 x 2,0	22,6	1	60,40	---	83	83	1,7
Fresadora horizontal	0,5 x 0,7	0,35	1	30,65	---	31	31	1,5
Fres. p. ruedas dent.	0,6 x 0,6	0,36	1	20,64	---	21	21	1,3
Mortizadora	0,9 x 0,9	0,81	1	20,19	---	21	21	1,4
Cepilladora	1,4 x 2,4	3,36	1	30,64	---	34	34	1,6
Torno plato horizont.	6,0 x 5,8	34,8	1	200,20	---	235	235	5,6
Fresa y taladro	9,3 x 3,6	33,48	1	200,52	---	234	234	5,0

2.- Almacenamiento Temporal de Materiales

Material	Cantidad Aproximada (lotes)	Superficie Necesaria (m ²)	Superficie personal y manipulacion (m ²)	Sup. Total necesaria (m ²)	Peso Aprox. (Ton)
Varios	10	50	20	700	50

3.- Partes fabricadas y Pre-Montaje

Material	Cantidad Aproximada.	Medida Aproximada (m)	Suo. Unitaria Necesaria (m ²)	Superficie para manipulacion personal (m ²)	Sup. Total necesaria (m ²)	Peso Aprox. (Ton)
Varios	25	0,4 x 0,4	40	---	1825	100

4.- Tráfico de personal (Aprox. 20% de 1+2+3) = 670 m²

5.- Área Total: 1+2+3+4 = 4000 m²

CUADRO N° 5/8

AREA DE MANTENIMIENTO

1.- Maquinas

Tipo Maq. y/o Equipo	Medidas (m) LxA	Sup. Instalada (m ²)	Cant.	Sup. por personal y/o materiales (m ²)	Sup. de Acceso (m ²)	Superficie por Maq. y/o equipo (m ²)	Sup. Total (m ²)	Altura (m) H
- Máq. Automata Afiladora sierras	2,5 x 1,2	3,0	1	20,0		23,0	23,0	1,8
- Máq. Automata afiladora brocas	1,6 x 1,1	1,76	1	15,24		17,0	17,0	1,7

2.- Área de Trabajo

Taller	Medidas aprox. (m)	Área requerida (m ²)
Mecanica	10x50	500
Eléctrico	10x30	300

3.- Trafico de personal (Aprox. 20% de 1+2 = 170 m²)

4.- Área Total: 1+2+3 = 1010 m²

CUADRO N° 5/9

AREA DE CONTROL DE CALIDAD

1.- Maquinas .

Tipo Maq. y/o Equipo	Medidas (m) L x A	Sup. Instalada (m²)	Cant.	Sup. por personal y/o materiales (m²)	Sup. de Acceso (m²)	Sup. por Maq. y/o equipo requerido (m²)	Sup. Total necesario (m²)	Altura (m) H
Rayos x const.	0,8 x 0,3	0,24	2	4,76	----	5	10	0,5
Rayos x tubos	0,05x 0,2	0,01	1	3,99	----	4	4	1,2
Equipo Ultrasonido	0,5 x 0,7	0,35	2	3,65	----	4	8	0,4
Equipo Electromaq-netico	0,5 x 0,5	0,25	1	3,75	-	4	4	0,3
Máq. de ruptura	1,8 x 0,8	1,44	1	4,56	----	6	6	2,6
Máq. de ensayo re-silencia	0,8 x 0,7	0,56	1	4,44	----	5	5	1,3
Sierra de arco	1,3 x 0,5	0,65	1	8,35	----	9	9	0,9
Cepilladora rápida	1,4 x 3,0	4,2	1	15,80	----	20	20	0,2
Fresadora universal	2,1 x 2,1	4,41	1	15,59	-	20	20	1,7
Taladro de precisión	0,7 x 0,6	0,42	1	10,58	----	11	11	1,9

2.- Área de Trabajo

Taller	Medidas Aprox. (m)	Área requerida (m²)
Laboratorio	10 x 30	300

- Trabajo de personas: 10% de 112 = 11,2 m²

4.- Área Total: 1+2+3 = 477 m²

CUADRO N° 5/10

AREA DE TRANSPORTES

1.- Móviles												
Tipo Móvil	Medidas L x A (m)	Sup. Instalada (m ²)	Cant.	Sup. por personal y/o materiales (m ²)	Sup. Total por móvil (m ²)	Sup. Total	Sup. Total	Sup. Total	Sup. Total	Sup. Total	Sup. Total	Sup. Total
						(m ²)	(m ²)	(m ²)	(m ²)	(m ²)	(m ²)	(m ²)
Montacarga 5 ton.	2,5 x 1,6	4,0	3	8,0	12	36	36	3,5	36	36	36	36
Montacarga 10 ton.	2,9 x 2,0	6,0	2	8,0	14	28	28	3,5	28	28	28	28
Camion Tractor	17,0 x 3,0	51,0	1	32,0	83	83	83	1,9	83	83	83	83
Grúa Grugas	11,5 x 6,5	75,0	1	40,0	115	115	115		115	115	115	115
2.- Equipo												
Equipo	Medidas L x A (m)	Sup. Instalada (m ²)	Cant.	Sup. por personal y/o materiales (m ²)	Sup. Total por equipo (m ²)	Sup. Total	Sup. Total	Sup. Total	Sup. Total	Sup. Total	Sup. Total	Sup. Total
						(m ²)	(m ²)	(m ²)	(m ²)	(m ²)	(m ²)	(m ²)
Balanza	20,0 x 3,0	60,0	1	60,0	120,0	120,0	120,0		120,0	120,0	120,0	120,0

Área Total: 1+2= 382 m²

Cuadro N° 5/11

Area de Almacenes de Planchas

1) Material	N° de piezas	Sup.necesaria por lote (m ²)	N° de lotes	Sup. de Acceso y manipulación	Sup. total (m ²)	peso Aprox. (ton.)
Perfiles	700	15	20	45	1200	2700
Planchas Es- tructurales	2700	15	45	40	2475	4000
tubos	1280	12	20	48	1200	800
Planchas Cal- derería	1020	15	15	40	825	1500

Nota:

Perfiles: lote: 5 filas x 7 piezas de alto, total 35 pzs/lote

Pl. Estruct: lote 60 pl. de 1, 8 x 6

tubos: lote: 8 filas de 8 piezas alto, total 64 piezas/lote

pl. cald lote: 68 pl. de 1,5 x 6 hasta 2,5 x 6

2) Pasadizos: 20% de 1: 1140 m².

3) Area total: 1+2 = 6840 m².

5.1.4. Area Mínima Necesaria

De acuerdo a lo determinado en el punto 5.1.3. el área necesaria es:

<u>Sección</u>	Dimensiones (m ²) Calculadas
Conservación	2980
Trabajos Preparativos	2183
Fabricación de Perfiles	3526
Estructuras Metálicas	17100
Calderería Pesada	11551
Maestranza	4000
Mantenimiento	1010
Control de Calidad	477
Transportes	382
Almacenes	6840
Oficinas y Servicios	<u>7823</u>
Dimensión Mínima Necesaria	57872

5.2 Distribución de las secciones de la Planta

En el acápite 5.1 he dimensionado la planta, ahora procederé a determinar su distribución teniendo conocimiento que la dimensión, total mínima es de 57872m². y su dimensión por sección esta indicada en el acápite 5.1.3 y 5.1.4.

Para obtener la distribución de planta realizé el siguiente procedimiento

- Operaciones Requeridas
Confección de la Tabla Relacional de Actividades
- Confección del Diagrama Relacional de Recorrido y/o Actividades
- Confección del Diagrama de Disposición Ideal, práctico de áreas

Operaciones requeridas en la Fabricación de los Productos

Diagrama de flujo:

Los diagramas de flujo están indicados en el cap. III ítem 3.2.2. Los productos indicados en los diagramas N°3/12 siguen recorridos parecidos (multiproductos), a los cuales los he agrupado de acuerdo a sus procesos en el cuadro N° 5/12. Para efectos del planteamiento general de la planta, analizando de los diagramas de flujos podemos darnos cuenta cuales son las áreas involucradas directamente con la producción así como los servicios auxiliares y el recorrido que sigue el producto en su camino hacia el ensamble final. **Ver apéndice N°G.**

Cuadro Nº 5/12

Productos Multipropósitos

Producto	Calderos	Intercambiadores	Hornos	Equipos de Almacen	Mesclador y Separador	Otros Equipos	Puentes	Gruas	Compuertas	Estruct. Diversas	Tanques	Tuberias
Proceso												
Trazado	1	1	1	1	1		1	1	1	1	1	1
Corte	2	2	2	2	2		2	2	2	2	2	2
Doblado	3	3	3		3	3	3	3	3	3	3	3
Perforado	4	4	4	4	4	4	4		4	4	4	4
Rolado	5	5		5	5	5				5		5
Prensado												
Soldado	6	6	5	6	6		6	4	5	6	5	5
Tratamientos Termicos		7	6									
Maquinado	7	8	7		7		7	5	6	7	6	6
Trat. Limp. y prot.										8		
Inspeccion	8	9	8	6	8	10	8	6		9	7	7
Pre-ensamble	9		9	7	9	11	9	7	8	10	8	8
Ensamble General	10	11	10	8	10	12	10	8	9	11	9	9
Acabado		12		9	11	13	11	9	10	12	10	
Prueba	12	13	12	10	12		12	10	11	13	11	11

5.2.2 Confección de la Tabla Relacional de Actividades

Conocemos que para realizar el planteamiento de distribución de la planta, no podemos basarnos tan solo en recorrido de los materiales y/o productos, por que además de las áreas de producción tenemos los servicios anexos que deben ser integrados al recorrido de una manera organizada y esta integración puede ser la congruencia de un análisis total y establecer las razones que nos indiquen por que estos servicios deben encontrarse cerca de estos sectores productivos operacionales. A fin de confeccionar la tabla relacional actividades, he elaborado el cuadro N° 5/13 en donde establece la relación que existe entre las áreas indicadas en el item 3.2.3. del cap. III.

5.2.3 Confección del Diagrama Relacional de recorrido y/o actividades

Una vez que he estructurado la tabla relacional de actividades, la etapa siguiente ha seguir consiste en llevar estos datos a un gráfico. Tal que nos de una imagen visual de los datos recogidos y los cálculos o análisis establecidos ha partir de estos datos para tal fin he elaborado la Fig. N° 5/1.

5.2.4 Confección del Diagrama de disposición Ideal y práctica de Areas

Hasta este momento he determinado los espacios necesas

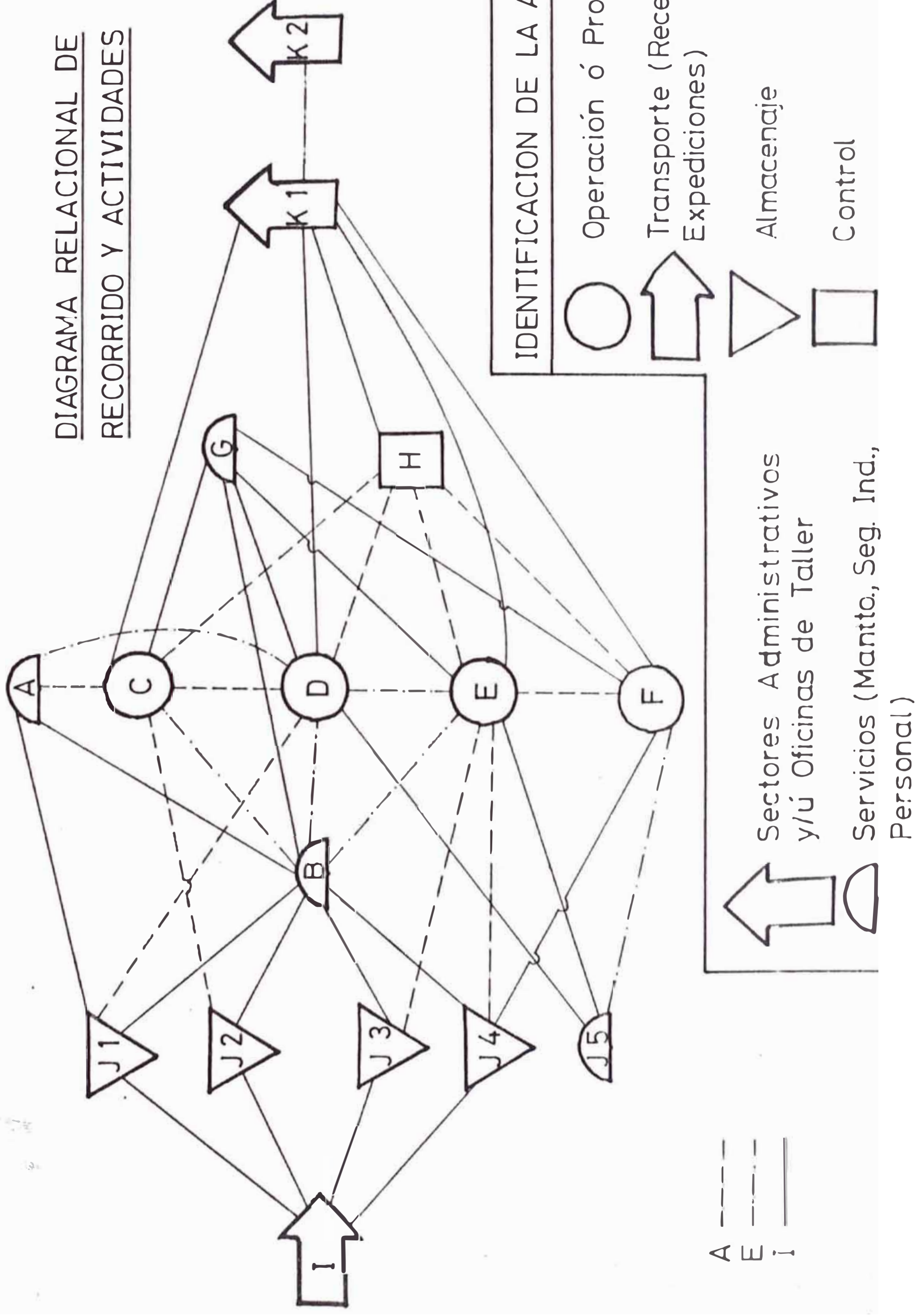
rios y los disponibles confrontandolos entre ellos asi como se ha precisado el recorrido de las relaciones entre las diferentes áreas y actividades. Ahora solo falta poner en un gráfico o plano los espacios correspondientes a cada área y determinar de esta manera c/u de las secciones. Para este efecto combino el diagrama relacional de recorrido y/o actividades con los espacios necesarios y las relaciones de actividades.

De l cuadro N° 5/13 y Fig N° 5/1 confecciono la disposición ideal observando que el área de conservación (A) tiene relación principal con las áreas de fabricación de perfiles (C) y con el área de estructuras metálicas (D) asi mismo con trabajos preparativos (B) el cual tiene relación principal con estructuras metálicas (D) y calderería pesada (E). Perfiles soldados (C) esta relacionado principalmente con estructuras metálicas (D), el cual esta relacionado con calderería pesada (E) y este a su vez tiene relación principal con maestranza (F), quienes a su vez todos tienen relación principal con control de calidad (H).

Mantenimiento (G) tiene relación con todas las áreas mencionadas. Transportes (I) presta apoyo a todas las áreas indicadas anteriormente. Los almacenes (J) tiene relación principal con todas las áreas. Las oficinas

FIGURA N° 5/1

DIAGRAMA RELACIONAL DE
RECORRIDO Y ACTIVIDADES



IDENTIFICACION DE LA ACTIVIDAD



Operación ó Producción



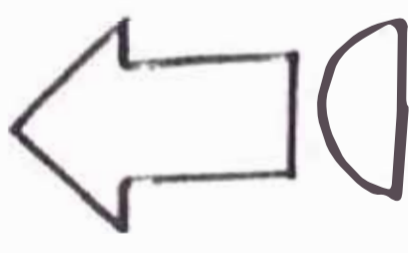
Transporte (Recepciones, Expediciones)



Almacenaje



Control



Sectores Administrativos y/ó Oficinas de Taller



Servicios (Mantto., Seg. Ind., Personal)

de taller tienen relación con cada una de las áreas por motivos de supervisión quien a su vez esta relacionada con las oficinas administrativas. De esta manera obtengo la Fig. N° 5/2 con la disposición ideal de las áreas, sin embargo esta disposición no es la más práctica debido a que vemos que la nave de fabricación de perfiles, estructuras metálicas, calderería pesada y maestranza se encuentran encerradas entre las otras áreas, además que van a usar grúas puente. Asimismo algunas áreas tales como las de control de calidad, mantenimiento, pañoles se pueden instalar en una nave edificio debido a que no utilizan grúas- puente, lo mismo que las oficinas de taller. Con la información obtenida de distribución de plantas similares tal como la que se muestra en la figura N° 5/3 y N° 5/4 en donde tenemos un ejemplo de las instalaciones; y la experiencia propia, selecciono las siguientes medidas:

- Edificio de oficinas de talleres, pañoles, etc. ancho 10 mts. de dos pisos.
- Naves de fabricación de perfiles y maestranza con un ancho de 20 mts. debido al equipamiento y manipulación de materiales y productos de dimensiones indicadas en el capítulo III y apéndice 4.
- Naves de estructuras metálicas y calderería pesada en donde se van a manipular productos de grandes dimensiones, tienen un ancho de 30 mts. que es el

ancho máximo recomendable para que las grúas puente no resulten excesivamente pesadas.

Para los almacenes un ancho de 50 mts. y utilizará una grúa semiportico

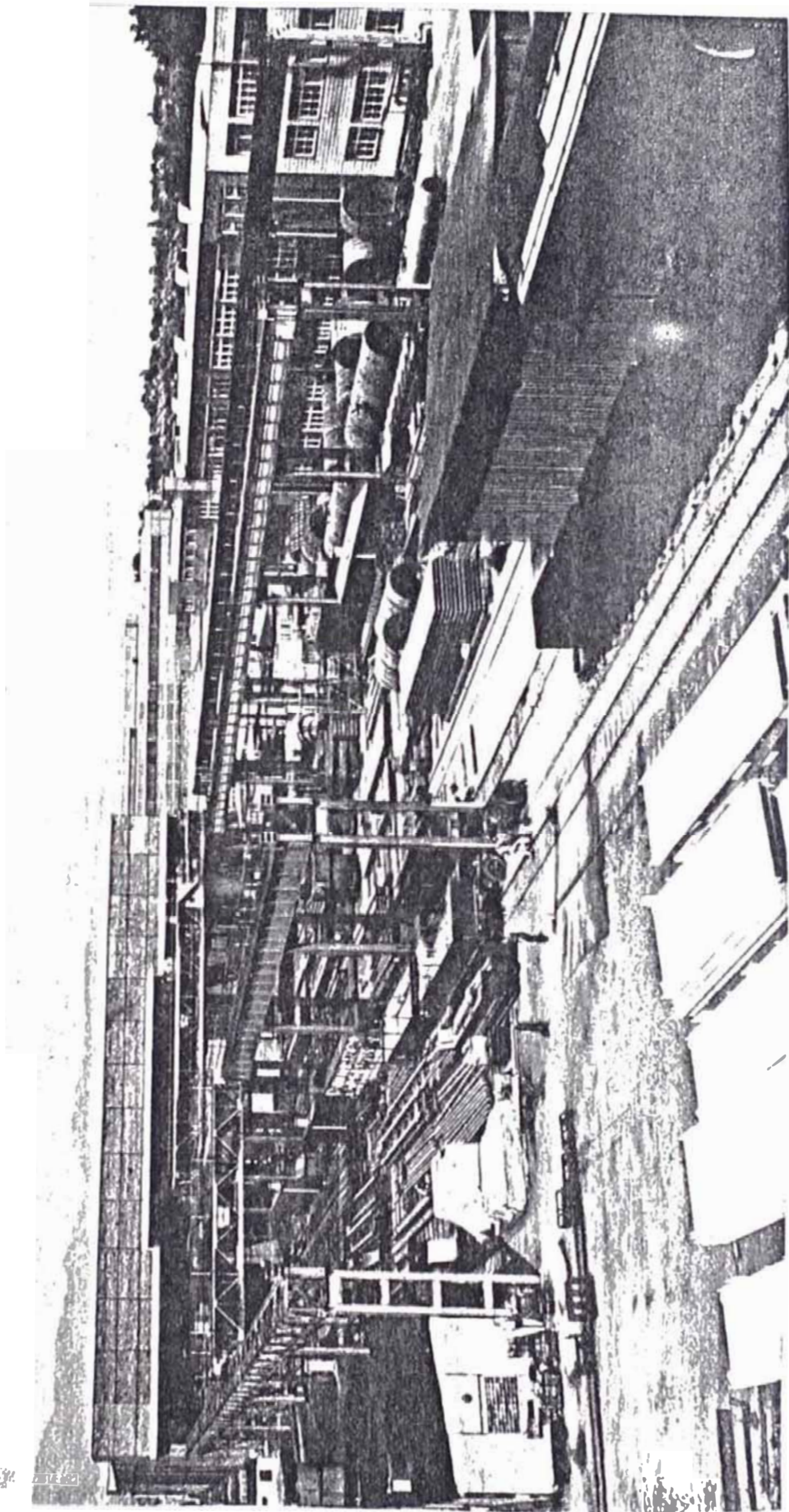
La altura de las naves depende mayormente de las dimensiones de la altura de elevación de las grúas puente. Para nuestro caso la altura de izado es de 15 mts.

Utilizando las áreas mínimas necesarias indicadas en el acápite 5.1.4 y la disposición ideal mostrada en la Fig. N° 5/2 determino la Fig. N° 5/5 en donde se muestra la disposición práctica seleccionada para esta planta.

FIGURA N° 5/2

DISPOSICION IDEAL DE AREAS

TRANSPORTES (I)			
ALMACENES (J)			
CONSERVACION (A)	TRABAJOS PREPARATIVOS (B)		PAÑOL (J)
FABRICACION DE PERFILES (C)	ESTRUCTURAS METALICAS (D)		CALDERERIA PESADA (E)
			MAESTRANZA (F)
CONTROL DE CALIDAD (H)			
MANTENIMIENTO (G)			
OFICINAS DE TALLER (K)			
OFICINAS ADMINISTRATIVAS (K)			



PLANTA METALMECANICA

FIGURA N° 5/5

DISPOSICION PRACTICA DE AREAS

OFICINAS DE TALLER (K)		PAÑOL (J)	OFICINAS ADMINISTRATIVAS (K)		TRANSPORTES (I)
ALMACENES (J)					
MANTENIMIENTO (G)		FABRICACION DE PERFILES (C)	CONSERVACION (A)	TRABAJOS PREPARATIVOS (B)	
			ESTRUCTURAS METALICAS (D)		MAESTRANZA (F)
OFICINAS DE TALLER (K)		FABRICACION DE PERFILES (C)	CALDERERIA PESADA (E)		
			CONTROL DE CALIDAD (H)		

5.3 Cálculo de las Estructuras Metálicas Principales

5.3.1 Generalidades

Una vez seleccionadas la luz de las naves que son tanto de 20 m como de 30 m, ahora paso a realizar el diseño de los mismos. Para realizar este cálculo hay que tener en cuenta la zona geográfica donde se va a situar esta planta, como el lugar es desconocido y para poder efectuar los cálculos, asumo los parámetros necesarios teniendo en cuenta las condiciones de nuestro país en la costa. La temperatura de la localidad asumida oscila entre los 32°C en verano y los 10°C en invierno teniendo un promedio en el año de 15°C, por tal motivo no consideraré en los cálculos dilataciones en los miembros de la estructura debido a variaciones de temperatura, asimismo las cargas de nieve y hielo nunca ocurrirán.

La velocidad del viento considerada suficiente en nuestro caso es la indicada con la escala número 9 de Beaufort o sea aproximadamente una velocidad de diseño de 85Km/h, considerando la zona lluviosa, le daremos a los tejerales una inclinación de 40%, asimismo estos serán hechos con perfiles soldados y son calculados como simplemente apoyados, colocandose arriotramientos transversales para prevenir la acción frontal del viento.

Las viguetas también serán calculadas como simplemente

apoyadas.

Para el caso de las columnas las calcularé como empotradas en su base a fin de evitar arriostramiento en la nave central. Asimismo la separación entre los tijerales la considero en 15 metros debido a que se trata de manipular piezas y/o productos de gran dimensión (ver capítulo III). Con estas condiciones generales pasaré al cálculo de las naves, para este trabajo solo consideraré lo sgte. :

- Techo de la nave de 20 m de luz
- Techo de la nave de 30 m de luz
- Viga carrillera de la nave de 20 m de luz
- Viga carrillera de la nave de 30 m de luz
- Columnas de ambas naves

No desarrollaré el diseño de los arriostramientos, bases, cimentaciones, etc.

5.3.2 Cálculo Techado Nave de 20 metros de luz

a) Determinación de las Fuerzas externas

Debido a la luz de las naves y techo inclinado, escojo la armadura de tipo Fink cuya geometría la muestro en el plano N° 5/1. Tal como lo indicado en el punto 5.3.1 la separación entre los tijerales lo considero en 15 metros y la pendiente es de 10%.

a.1 Cargas Vivas

Las cargas vivas actuantes en nuestro caso son las cargas producidas por el viento y por trabajadores, equipos, materiales necesarios para hacer el montaje y reparaciones en el techo tal como lo indicado en el punto 5.3.1 no considero cargas de nieve.

Las cargas viva actuantes la velocidad del viento $V = 85 \text{ Km/hr}$ con lo cual se tiene una presión $P = \frac{(85)^2}{65} \times 30 = 50 \text{ Kg/m}^2$ básica a nivel

del mar sobre una superficie normal a la dirección del viento. Debe considerarse presión y succión debido a que $\alpha > 10^\circ$ (ver R.N.C. normas de carga) :

Lado de Barlovento : $0,6 (50) = 30 \text{ Kg/m}^2$ (presión)

Lado de Sotavento : $0,4 (50) = 20 \text{ Kg/m}^2$ (succión)

La carga debida al personal, equipos y materiales para el montaje y reparaciones del techo serán asumidas y la más recomendable para nuestro caso es de 50 Kg/m^2 .

a.2 Cargas Muertas

Son debidas al peso de la estructura, divisiones

y todo material y equipo permanente que no se considera en las cargas vivas.

Las cargas muertas actuantes son:

Para la cubierta voy a utilizar planchas corrugadas grises (Eternit) y perfiles \perp el peso aproximado propio es de $16,4 \text{ Kg/m}^2$ de ambos.

Como las estructuras conformantes del tijeral no es aún conocido, lo asumo como un peso aproximado de 2500 Kg. y actúan sobre un área de $10,77 \times 15 \times 2 = 323,1 \text{ m}^2$. La carga por metro cuadrado será : 8 Kg/m^2 .

Así mismo asumo el peso de arriostamiento y miscelaneos como el 25% del peso del tijeral o sea 2 Kg/m^2 , tenemos el peso debido a las viguetas o correas y cuyo diseño hago a continuación siendo su separación de 2693 mm.

b. Diseño de las viguetas longitudinales (largueros)

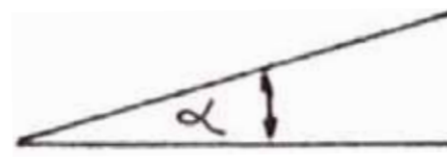
Diseñare una vigueta central típica con arriostros a cada tercio de luz. Probare el perfil W16 x 40 (W 400 x 60)

Cargas muertas "P"

$$\text{Peso propio de vigueta} = 59,528 \text{ Kg/m}$$

$$\text{Peso propio cobertura} = 16,4 \text{ Kg/m}^2, \text{ tenemos}$$
$$\text{que } 16,4 \times 2,693 = 44,165 \text{ Kg/m}$$

$$\text{Luego, } P = 59,528 + 44,165 = 103,693 \text{ Kg/m}$$



inclinación del techo

1/5 (altura/luz)

entonces, $\alpha = 21,8^\circ$

$$\text{Normal al techo : } P_x \cos \alpha = P_x = 103,693 \times$$
$$\cos 21,8^\circ = 96,277 \text{ Kg/m}$$

$$\text{Tangencial al techo: } P_x \sin \alpha = P_y = 103,693 \times$$
$$\sin 21,8^\circ = 38,511 \text{ Kg/m}$$

Sobrecarga "S"

$$S = 50 \text{ Kg/m}^2 \text{ (indicado anteriormente en a. 1)}$$

$$\text{Por metro lineal de vigueta} = 50 \times 2,693 =$$
$$= 134,65 \text{ Kg/m}$$

$$\text{Normal al techo : } S_x \cos \alpha = S_x = 134,65 \times \cos$$
$$21,8^\circ = 125 \text{ Kg/m}$$

$$\text{Tangencial al techo: } S_x \sin \alpha = S_y = 134,65 \times \sin$$
$$21,8 = 50 \text{ Kg/m}$$

Carga de viento "W"

Para vigutas, coberturas, anclajes se considera 50% de incremento sobre la carga de diseño (ver R.N.C. normas de carga art. 44)

$$\text{En presión } W = 30\text{Kg/m}^2 \times 1,5 \times 2,693\text{m} = 121,185 \text{ Kg/m}$$

$$\text{En succión } W = 20\text{Kg/m}^2 \times 1,5 \times 2,693\text{m} = 80,79 \text{ Kg/m}$$

Combinación de cargas (eje x) "Qx"

$$1^\circ P_x + S_x = 96,277 + 125 = 221,277 \text{ (normal al techo)}$$

$$2^\circ P_x + W = 96,277 + 121,185 = 217,462 \text{ Kg/m}$$
$$= 96,277 - 80,79 = 15,487 \text{ Kg/m (succión)}$$

$$3^\circ 0,75 (P_x + S_x + W) = 0,75 (221,277 + 121,185)$$
$$= 256,847 \text{ Kg/m.} = 0,75 (221,277 - 80,79) = 140,487 \text{ Kg/m}$$

$$\text{Selecciono } Q_x = 257 \text{ Kg/m}$$

Combinación de cargas (eje y) "Qy"

$$P_y + S_y = 38,511 + 50 = 88,511$$

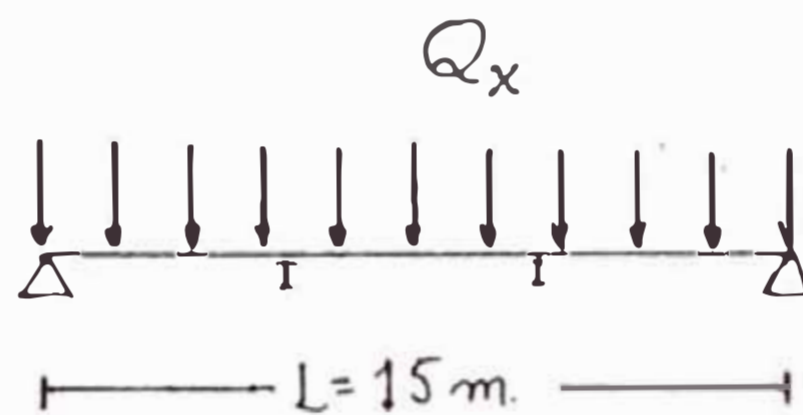
$$\text{Selecciono } Q_y = 89 \text{ Kg/m}$$

Para "W_x" considero a la vigueta como simplemente apoyada entre los tijerales y arriostrada por los ti-

rantes.

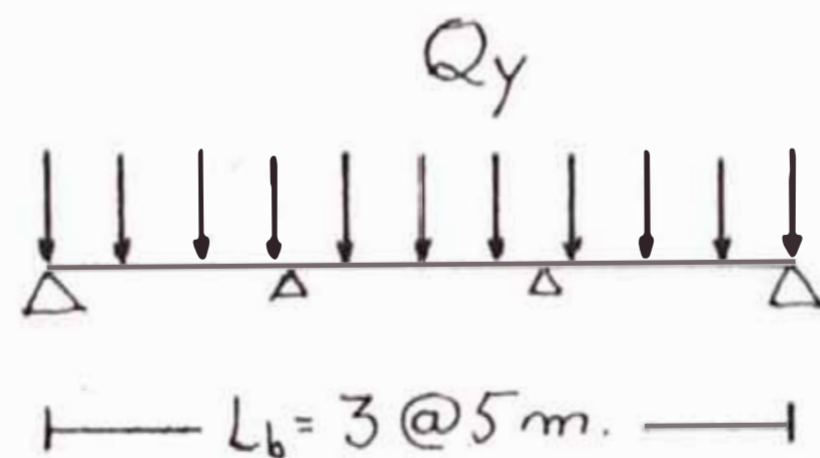
Para "Wy" considero la vigueta como continua, de modo que los tirantes sirven como apoyos.

(Ver "diseño Estructuras Metálicas " John E. Lotters pág. 364)



$$\begin{aligned} M_x &= 1/8 (Q_x \times L^2) \\ &= 1/8 \times 25 \times 15^2 \\ &= 7\,228,125 \text{ Kg}\cdot\text{m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_x &= 1/2 (Q_x \times L) \\ &= 1/2 \times 25 \times 15 \\ &= 1\,927,5 \text{ Kg.} \end{aligned}$$



$$\begin{aligned} M_y &= 1/40 (Q_y \times l_b^2) \\ &\text{(al centro de la luz } \\ &\text{en la misma sección } \\ &\text{que } M_x \text{)} \\ &= 1/40 \times 39 \times 5^2 \\ &= 55,625 \text{ Kg}\cdot\text{m} \end{aligned}$$

Verificación de la sección asumida (W16 x 40)

Tenemos:

$$F_y = 36 \text{ Ksi}, \quad E = 29\,000 \text{ Ksi}$$

Datos del perfil:

$$S_x = 1\,058,6 \text{ cm}^3$$

$$S_y = 134,865 \text{ cm}^3$$

$$d = 40,6 \text{ cm}$$

$$I_x = 21\,519,143 \text{ cm}^4$$

$$I_y = 1\,198,745 \text{ cm}^4$$

$$d/A_f = 4,54$$

$$b_f = 17,8 \text{ cm}$$

$$1/r_t = 106,9$$

$$t = 0,8 \text{ cm}$$

Esfuerzo permisible en flexión " F_b "

$$\text{como } 1/r_t = 106,9 > \frac{102 \times 10^3}{36} = 55$$

(Ver AISC)

entonces,

$$F_b = \frac{12 \times 10^3 \times 70 \times 2,54}{500 \times 4,54} = 940 \text{ Kg/m}^2$$

Esfuerzo en flexión " f_b " :

$$f_b = Mx/Sx + My/0,5 (Sy)$$

(Suponiendo conservadoramente que el total de la carga en dirección paralela al techo se aplica a nivel del ala superior y que solamente la mitad de la sección es útil para tomarla)

$$f_b = \frac{7,228,125 \times 10^2}{1\,058,6} + \frac{55,625 \times 10^2}{0,5 \times 134,865}$$
$$= 765,29 \text{ Kg/m}^2$$

Tenemos que $f_b < F_b \dots \text{OK}$

Esfuerzo cortante " f_v ":

$$f_v = \frac{Vx}{txd}$$

$$f_v = \frac{1\,927,5}{0,8 \times 40,6} = 59,3 \text{ Kg/cm}^2$$

Tenemos que $f_v < 0,4 \times Fy \dots \text{OK}$

Deflexión "y"

Para este caso se limita la flecha por sobrecarga -

a $y < L/360$ por tanto la deflexión admisible es

$$y_a = 1500/360 = 4,12 \text{ cm}$$

$$y = \frac{5xQ_x xL^4}{384 x E x I_x}$$

$$y = \frac{5 x 2,57 x 1500^4}{384 x 29000 x 70 x 21519,143} = 3,9 \text{ cm}$$

Tenemos que $y < y_a \dots$ OK

Por lo cual el perfil W400 x 60 seleccionado es el correcto.

c. Diseño del Tijeral

La geometría del tijeral está mostrada en el plano N° 5/1.

Las cargas que actúan sobre el tijeral son:

Cargas muertas "P"

Peso propio de vigueta:

$$\frac{15\text{m} \times 59.528 \text{ Kg/m}^2 \times 5 \text{ viguetas}}{10.77 \text{ m} \times 15 \text{ m}} = 27.6 \text{ Kg/m}^2$$

Peso propio de tijeral:

(indicado en a. 2) 8,0 Kg/m²

Peso propio de cobertura:

(indicado en a. 2) 16,4 Kg/m²

Peso propio de arriostamientos

más miscelaneos:

(indicado en a. 2) 2,0 Kg/m²

Total : P = 54,0 Kg/m²

Cargas vivas "S"

Sobrecarga S = 50 Kg/m²

Carga concentrada de 1,5 TM. en cualquier nudo -
de la brida inferior (criterio de diseño)

Carga de viento "W"

Determinado en a. 1 :

Lado de Barlovento = 30 Kg/m² (presión)

Lado de Sotavento = 20 Kg/m^2 (succión)

Cargas concentradas en los nudos

El área de influencia para cada nudo es :

$$15 \text{ m} \times 2,7 \text{ m} = 40,5 \text{ m}^2$$

Carga muerta : $P = 54 \times 40,5 = 2\,190 \text{ Kg}$

C.arga viva : $S = 50 \times 40,5 = 2\,030 \text{ Kg}$,

Carga de viento:

en presión $W_p = 30 \times 40,5 = 1\,216 \text{ Kg}$

en succión $W_s = 20 \times 40,5 = 810 \text{ Kg}$

Con estos datos paso a efectuar el cálculo del tijer_ ral, analizando separadamente las cargas muert_ ta , sobrecarga , viento y carga concentrada _ en cualquier nudo de la brida inferior. Después_ procedo a realizar las combinaciones exigida por_ los criterios de diseño, de modo que para el dise_ ño de cada elemento se considera el valor que pro_ duce la combinación más exigente.

Estado de cargas (1), carga muerta

De acuerdo a la figura N° 5/6 , procedo a calcular las reacciones:

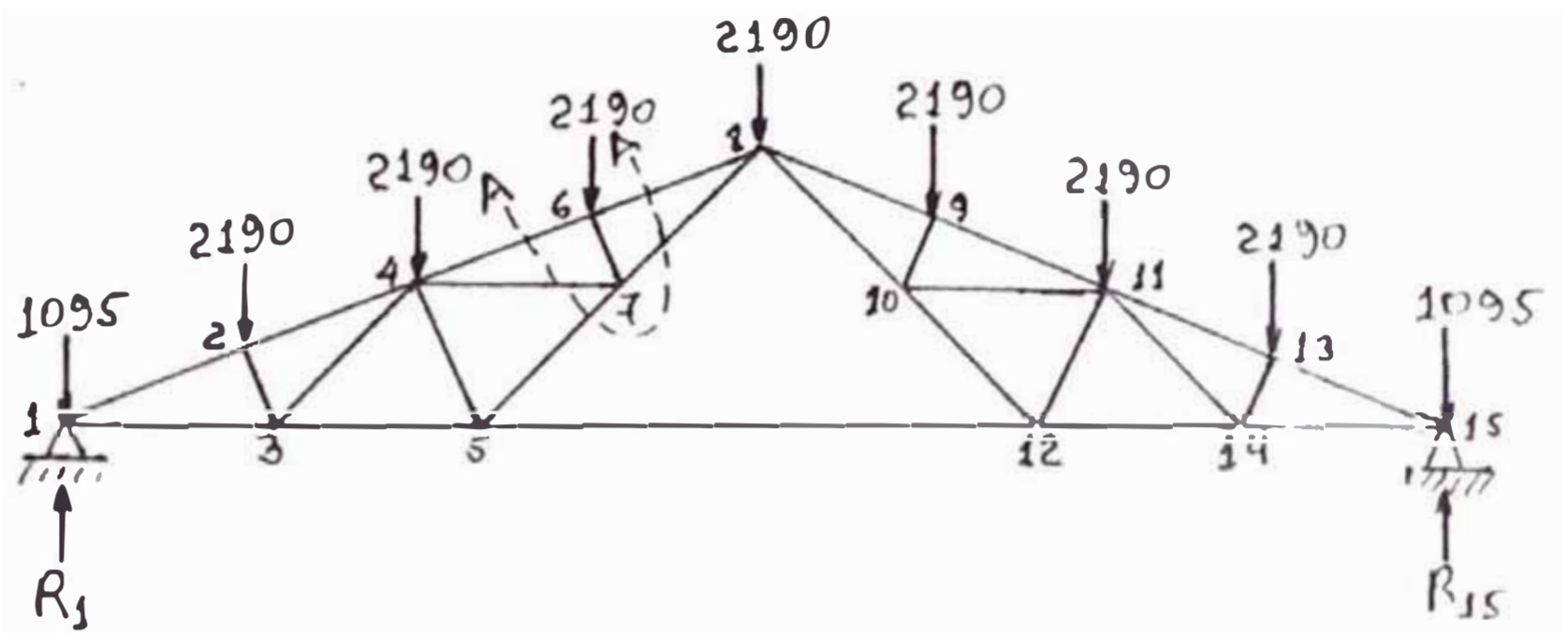


FIGURA N°5/6

$$R_1 = R_{15} = (2 \times 1\ 095 + 7 \times 2\ 190) / 2 = 8760 \text{ Kg}$$

Seguidamente procedo al cálculo de las cargas en los nudos:

Nudo 1 :

$$\sum F_y = 0, Q_{12} \times \text{sen } 21,8^\circ -$$

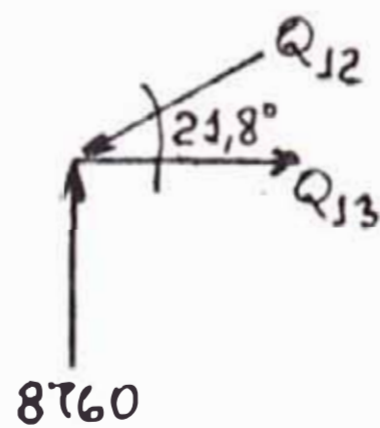
$$1\ 095 = - 8760$$

$$Q_{12} = 20\ 640 \text{ Kg } (-)$$

$$\sum F_x = 0, Q_{13} - Q_{12} \times \text{cos}$$

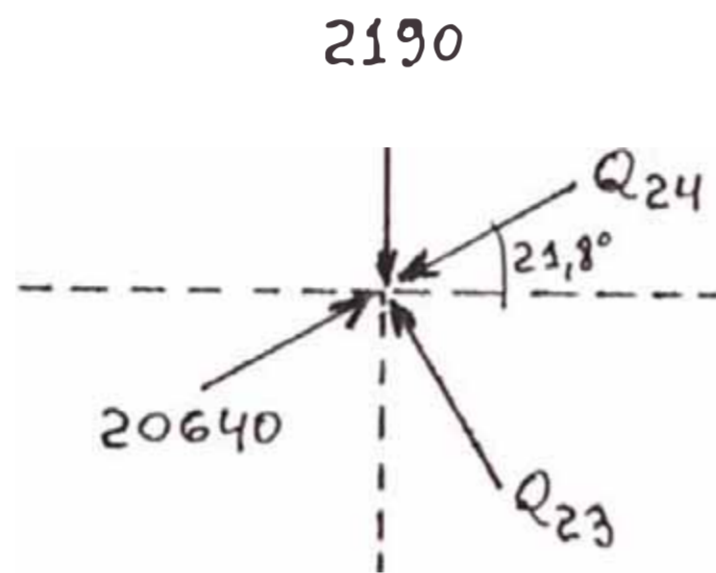
$$21,8^\circ = 0$$

$$Q_{13} = 19\ 160 \text{ Kg}$$



(+)

Nudo 2:



$$\sum F_x = 0, Q_{24} \cos 21,8^\circ + Q_{23} \sin 21,8^\circ = 20\,640 \cos 21,8^\circ$$

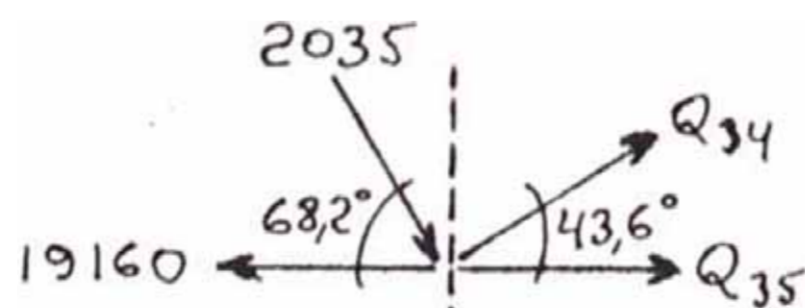
$$\sum F_y = 0, Q_{24} \sin 21,8^\circ - Q_{23} \cos 21,8^\circ = 20\,640 \sin 21,8^\circ - 2\,190$$

Resolviendo las ecuaciones tenemos:

$$Q_{23} = 2\,035 \text{ Kg (-)}$$

$$Q_{24} = 19\,820 \text{ Kg (-)}$$

Nudo 3:



$$\sum F_x = 0,$$

$$Q_{35} - 19\,160 + 2\,035 \cos 68,2^\circ + Q_{34} \cos 43,6^\circ = 0$$

$$\sum F_y = 0,$$

$$Q_{34} \sin 43,6^\circ - 2\,035 \sin 68,2^\circ = 0$$

entonces:

$$Q_{34} = 2740 \text{ Kg (+)}$$

$$Q_{35} = 16425 \text{ Kg (+)}$$

Nudo 4:

$$\sum F_x = 0,$$

$$Q_{47} - Q_{45} \cos 68,2^\circ - 2740$$

$$0 \sin 46,4^\circ + 19824$$

$$x \cos 21,8^\circ - Q_{46} x \cos$$

$$21,8^\circ = 0$$

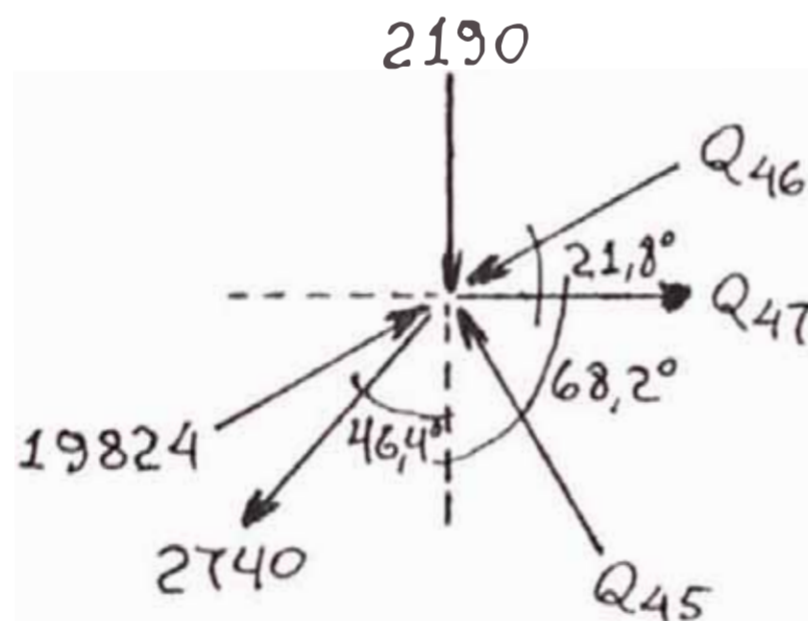
$$\sum F_y = 0,$$

$$Q_{45} x \sin 68,2^\circ - Q_{46} x \sin$$

$$21,8^\circ - 2190 + 19824$$

$$x \sin 21,8^\circ - 2740 x \cos$$

$$46,4^\circ = 0$$



En el nudo 6 hago el corte

$$\Lambda-\Lambda \text{ y } \sum M_g = 0$$

$$Q_{47} x \sin 21,8^\circ \times 2 \times 2,693 -$$

$$2190 x \sin 68,2^\circ \times 2,693 =$$

$$0$$

Resolviendo las ecuaciones

tenemos:

$$Q_{45} = 4\,070 \text{ Kg (-)}$$

$$Q_{46} = 19\,000 \text{ Kg (-)}$$

$$Q_{47} = 2\,740 \text{ Kg (+)}$$

Nudo 5:

$$\sum F_x = 0,$$

$$Q_{512} + Q_{57} \cos 43,6^\circ +$$

$$4\,070 \cos 68,2^\circ - 16\,425$$

$$= 0$$

$$\sum F_y = 0,$$

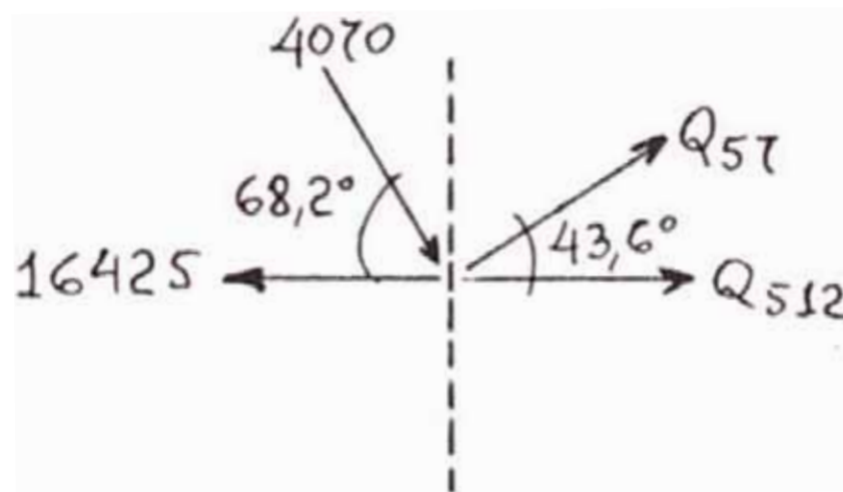
$$Q_{57} \sin 43,6^\circ - 4\,070 \sin$$

$$68,2^\circ = 0$$

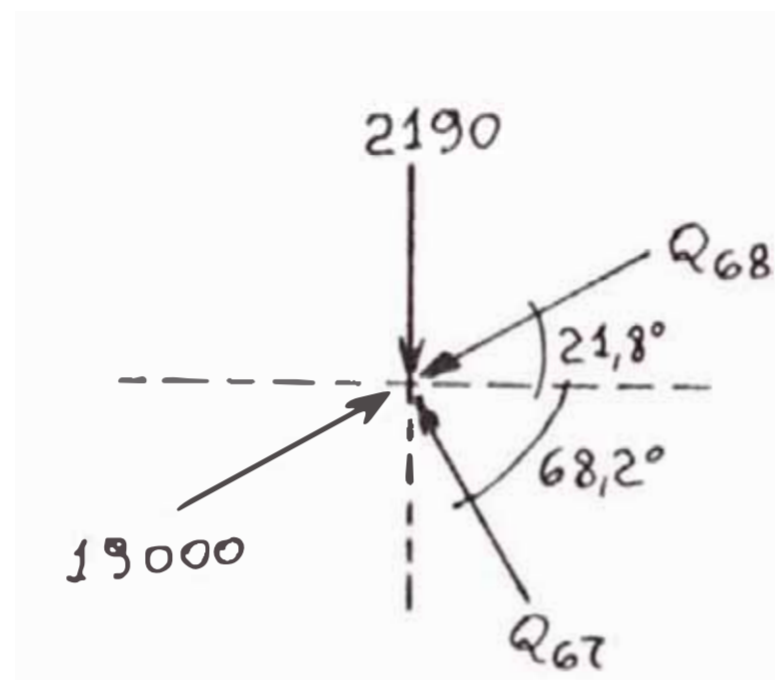
entonces:

$$Q_{57} = 5\,480 \text{ Kg (+)}$$

$$Q_{512} = 10\,950 \text{ Kg (+)}$$



Nudo 6:



$$\sum F_x = 0,$$

$$19\,000 \times \cos 21,8^\circ - Q_{68}$$

$$\times \cos 21,8^\circ - Q_{67} \times \cos$$

$$68,2^\circ = 0$$

$$\sum F_y = 0,$$

$$19\,000 \times \sin 21,8^\circ + 2\,190 -$$

$$Q_{68} \times \sin 21,8^\circ + Q_{67} \times \sin$$

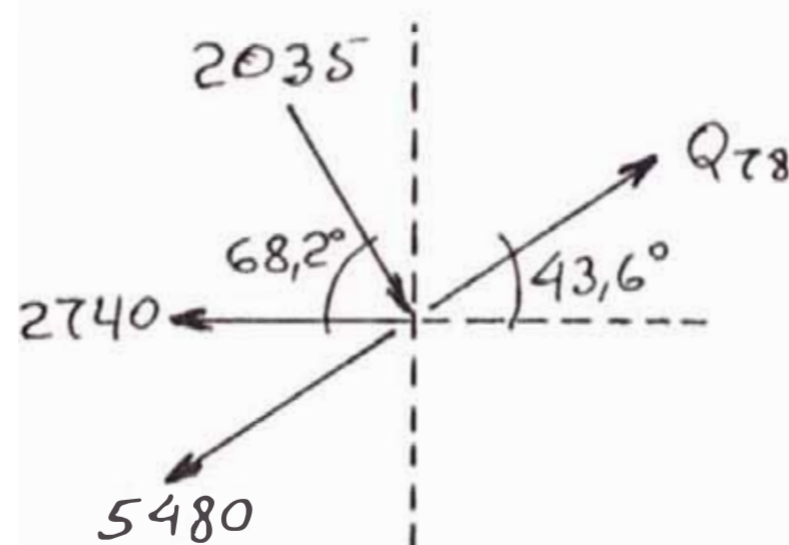
$$68,2^\circ = 0$$

Resolviendo las ecuaciones tenemos:

$$Q_{67} = 2\,035 \text{ Kg (-)}$$

$$Q_{68} = 18\,180 \text{ Kg (-)}$$

Nudo 7:



$$\sum F_y = 0,$$

$$Q_{78} \times \sin 43,6^\circ - 2\,035 \times \sin$$

$$68,2^\circ - 480 \times \sin 43,6^\circ = 0$$

$$Q_{78} = 8\,220 \text{ Kg (+)}$$

Como la armadura es simétrica, solamente analizaré la mitad.

El estado de cargas en general lo muestro en el cuadro 5/14.

CUADRO N° 14

Barra	F
1-2/13-15	- 20 640
1-3/14-15	19 160
2-3/13-14	- 2 035
2-4/11-13	- 19 820
3-4/11-14	2 740
3-5/12-14	16 425
4-6/9 -11	- 19 000
4-7/10-11	2 740
5-7/10-12	5 480
5-12	10 950
6-7/9 -10	- 2 035
6-8/8 -9	- 18 130
7-8/8--10	8 220
4-5/11-12	- 4 070

Estado de cargas (2) sobrecarga en techo

De acuerdo a la Figura N° 05/7 procedo a calcular las reacciones.

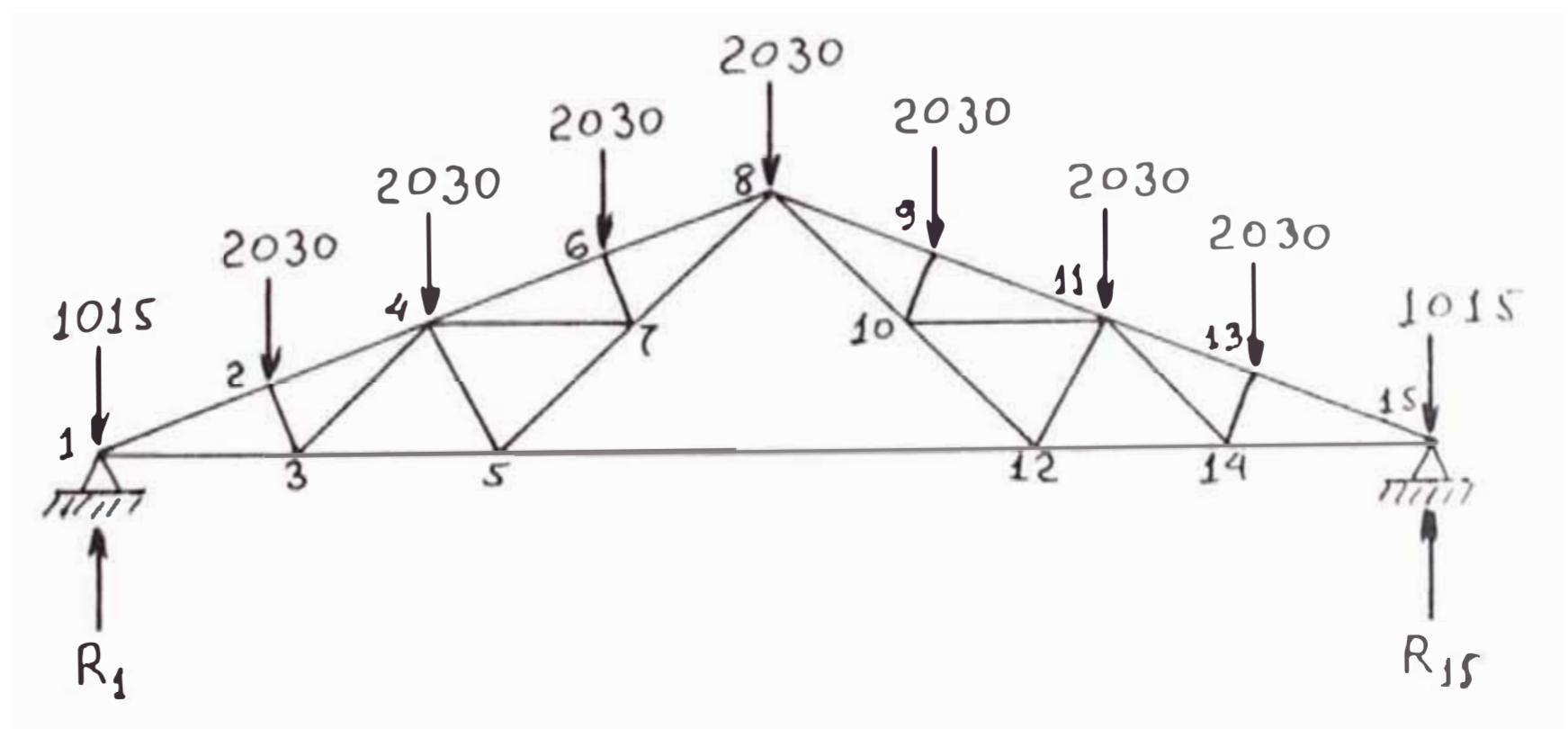


FIGURA N°5/7

$$R_1 = R_{15} = (2 \times 1\,015 + 7 \times 2\,030) / 2 = 8\,120 \text{ Kg}$$

Cálculo de los nudos

Las fuerzas en las barras las obtengo por proporcionalidad con el estado de cargas. (1).

El factor de proporcionalidad es $= 2\,030 / 2\,190 = 0,923$

entonces:

$$Q_{12} = 0,923 \times 20\,640 = 19\,050 \text{ Kg (-)}$$

$$Q_{13} = 0,923 \times 19\,160 = 17\,685 \text{ Kg (+)}$$

$$Q_{23} = 0,923 \times 2\,035 = 1\,880 \text{ Kg (-)}$$

$$Q_{24} = 0,923 \times 19\,820 = 18\,295 \text{ Kg (-)}$$

$$Q_{34} = 0,923 \times 2\,740 = 2\,530 \text{ Kg (+)}$$

$$Q_{35} = 0,923 \times 16\,425 = 15\,160 \text{ Kg (+)}$$

$$Q_{45} = 0,923 \times 4\,070 = 3\,750 \text{ Kg (-)}$$

$$Q_{46} = 0,923 \times 19\,000 = 17\,540 \text{ Kg (-)}$$

$$Q_{47} = 0,923 \times 2\,740 = 2\,530 \text{ Kg (+)}$$

$$Q_{57} = 0,923 \times 5\,480 = 5\,060 \text{ Kg (+)}$$

$$Q_{512} = 0,923 \times 10\,950 = 10\,107 \text{ Kg (+)}$$

$$Q_{67} = 0,923 \times 2\,035 = 1\,880 \text{ Kg (-)}$$

$$Q_{68} = 0,923 \times 18\,180 = 16\,780 \text{ Kg (-)}$$

$$Q_{78} = 0,923 \times 8\,220 = 7\,587 \text{ Kg (+)}$$

Dado que la armadura es simétrica y las cargas -

también son simétricas, solamente analizaré la mitad,

Estado de cargas (3) viento

De acuerdo a la figura N° 5/8 procedo al cálculo de las reacciones. Debido a efectos de viento se producen reacciones inclinadas en los apoyos luego como la estructura del tijeral es externamente hiperestática en primer grado, para resolverlo la isotatizamos convirtiendo el nudo 15 en

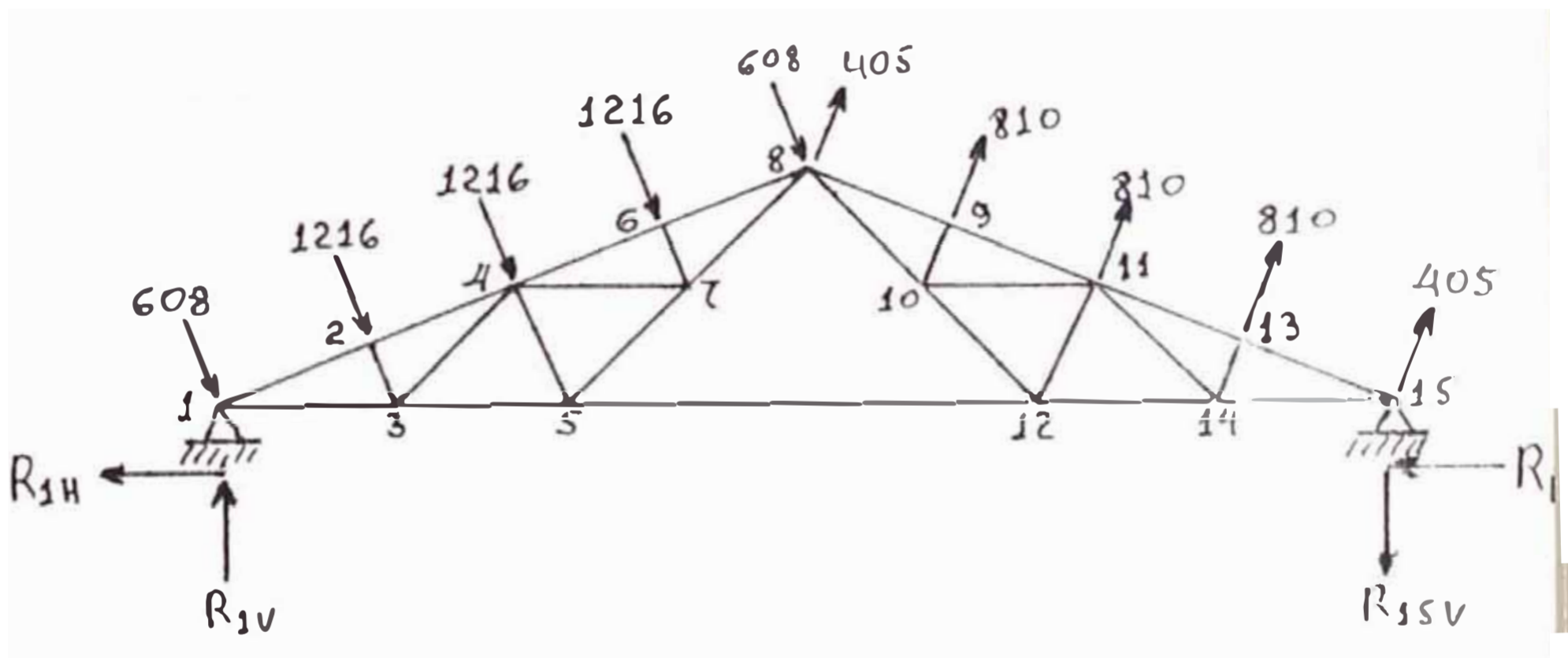


FIGURA N°5/8

un nudo desplazable y lo resuelvo por el método de carga unidad.

La estructura isotatizada y unitaria llas nuestro en la figura N° 5/9 y figura N° 5/10 respectivamente.

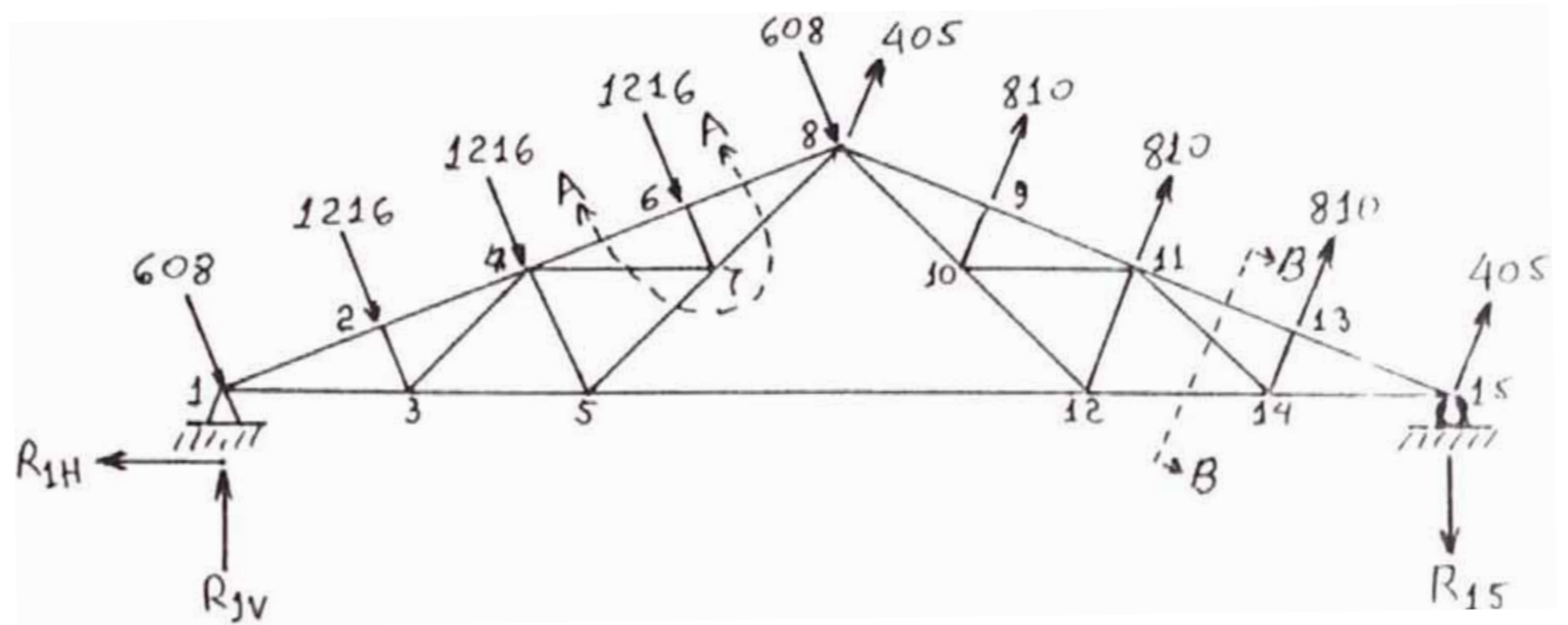


FIGURA N°5/9

Cálculo de las reacciones:

resultante de cargas en presión:

$$2 \times 608 + 3 \times 1216 = 4864 \text{ Kg}$$

aplicada en el nudo 4

componentes:

$$\text{vertical} = 4864 \times \cos 21,8^\circ = 4516 \text{ Kg}$$

$$\text{horizontal} = 4864 \times \sin 21,8^\circ = 1806 \text{ Kg}$$

resultante de cargas en succión:

$$2 \times 405 + 3 \times 810 = 3240 \text{ Kg}$$

aplicada en el nudo 11

componentes:

$$\text{vertical} = 3240 \times \cos 21,8^\circ = 3008 \text{ Kg}$$

$$\text{horizontal} = 3240 \times \sin 21,8^\circ = 1203 \text{ Kg}$$

$$\sum M_1 = 0$$

$$R_{15} \times 20 - 3008 \times 15 + (1203 + 1806) \times 2 + 4516 \times 5 = 0$$

entonces, $R_{15} = 826 \text{ kg}$

$$\sum F_y = 0$$

$$R_{1V} - 826 - 4516 + 3008 = 0$$

entonces, $R_{1V} = 2334 \text{ kg}$

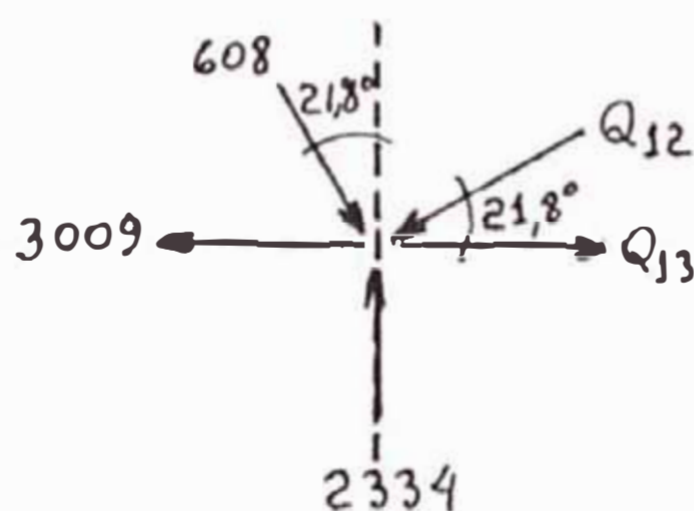
$$\sum F_x = 0$$

$$1806 + 1203 - R_{1h} = 0$$

entonces, $R_{1h} = 3009 \text{ kg}$

Cálculo en los nudos:

Nudo 1:



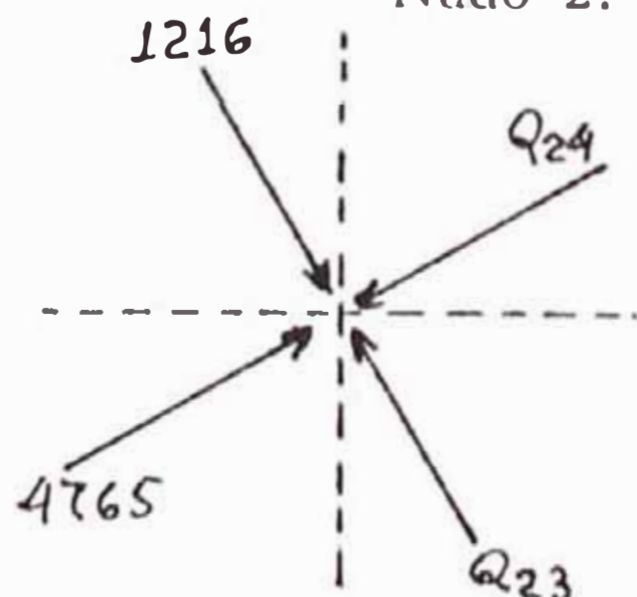
$$\sum F_y = 0, 2334 - 608 \times \cos 21,8^\circ - Q_{12} \times \sin 21,8^\circ = 0$$

$$Q_{12} = 4765 \text{ kg } (-)$$

$$\sum F_x = 0, Q_{13} - 4765 \times \cos 21,8^\circ + 608 \times \sin 21,8^\circ - 3009 = 0$$

$$Q_{13} = 7207 \text{ kg } (+)$$

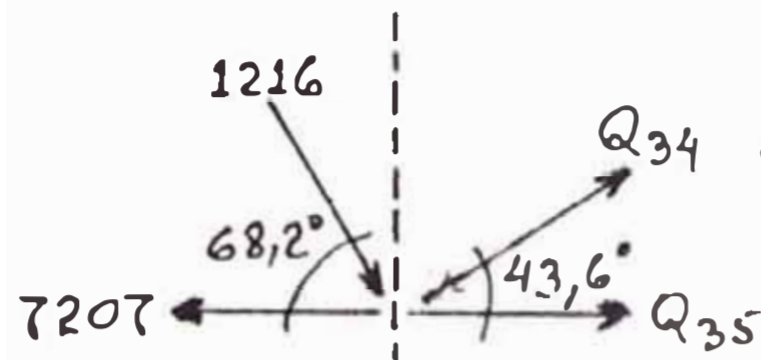
Nudo 2:



$$\sum F_x = 0, Q_{24} = 4765 \text{ kg } (-)$$

$$F_y = 0, Q_{23} = 1216 \text{ kg } (-)$$

Nudo 3:



$$\sum F_y = 0, Q_{34} \times \text{sen } 43,6^\circ - 1\ 216 \times \text{sen } 68,2^\circ = 0$$

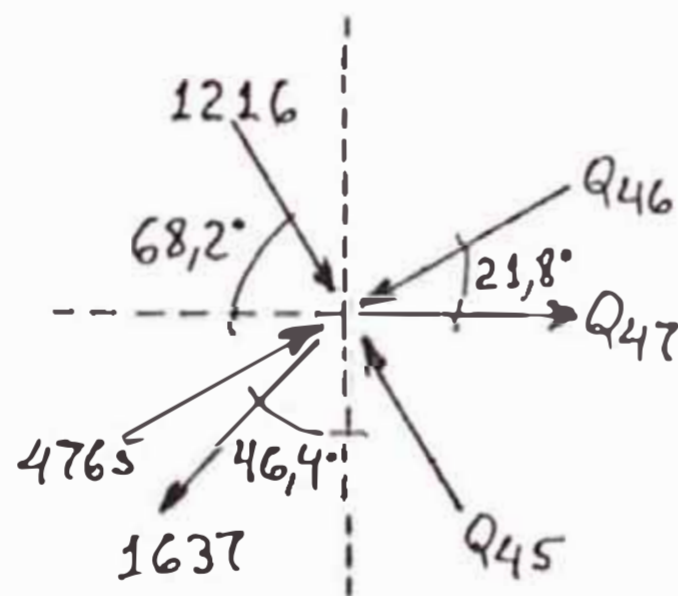
$$Q_{34} = 1\ 637 \text{ kg (+)}$$

$$\sum F_x = 0, Q_{35} + 1\ 637 \times \text{cos } 43,6^\circ - 1\ 216 \times \text{cos } 68,2^\circ - 7\ 207 = 0$$

$$Q_{35} = 5\ 570 \text{ kg (+)}$$

Nudo 4: $\sum F_x = 0, Q_{47} - Q_{46} \times \text{cos } 21,8^\circ + 1\ 216 \times \text{cos } 68,2^\circ + 4\ 765 \times \text{cos } 21,8^\circ - 1\ 637 \times \text{sen } 46,4^\circ - Q_{45} \times \text{cos } 68,2^\circ = 0$

$$\sum F_y = 0, Q_{45} \times \text{sen } 68,2^\circ - Q_{46} \times \text{sen } 21,8^\circ - 1\ 216 \times \text{sen } 68,2^\circ + 4\ 765 \times \text{sen } 21,8^\circ - 1\ 637 \times \text{cos } 46,4^\circ = 0$$



En el nudo 6 hago el corte A-A y $\sum M_B = 0$

$$Q_{47} \times \text{sen } 21,8^\circ \times 2 \times 2,693 - 1\ 216 \times 2,693 = 0$$

$$Q_{47} = 1\ 637 \text{ kg (+)}$$

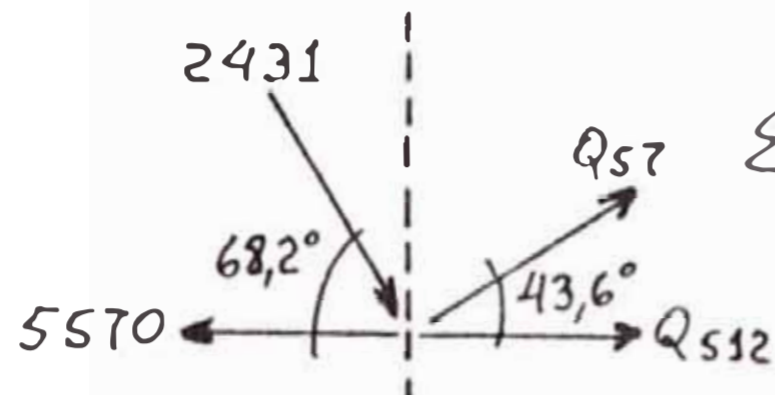
reemplazando en las ecuaciones y se

solviendo

$$Q_{45} = 2\ 431 \text{ kg (-)}$$

$$Q_{46} = 4\ 765 \text{ kg (-)}$$

Nudo 5:



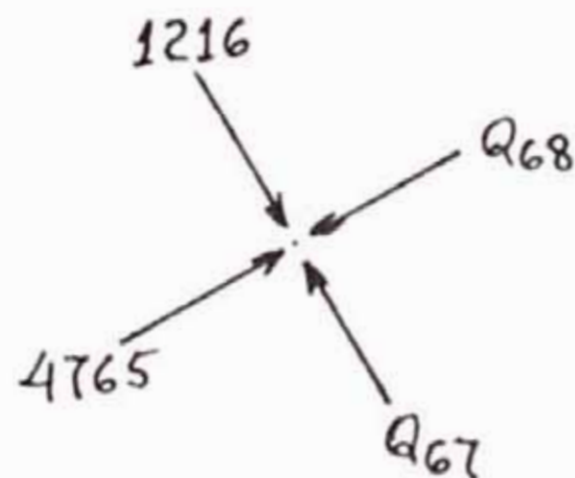
$$\sum F_y = 0, Q_{57} \times \text{sen } 43,6^\circ - 2431 \times \text{sen } 68,2^\circ = 0$$

$$Q_{57} = 3273 \text{ kg (+)}$$

$$\sum F_x = 0, Q_{512} + 3273 \times \text{cos } 43,6^\circ + 2431 \times \text{cos } 68,2^\circ - 5570 = 0$$

$$Q_{512} = 2297 \text{ kg (+)}$$

Nudo 6:



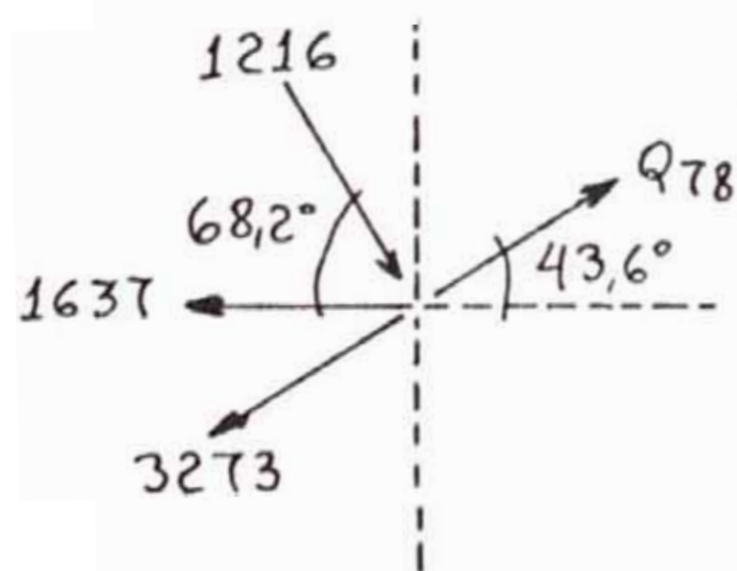
$$\sum F_y = 0, Q_{67} - 1216 = 0$$

$$Q_{67} = 1216 \text{ kg (-)}$$

$$\sum F_x = 0, Q_{68} - 4765 = 0$$

$$Q_{68} = 4765 \text{ kg (-)}$$

Nudo 7:

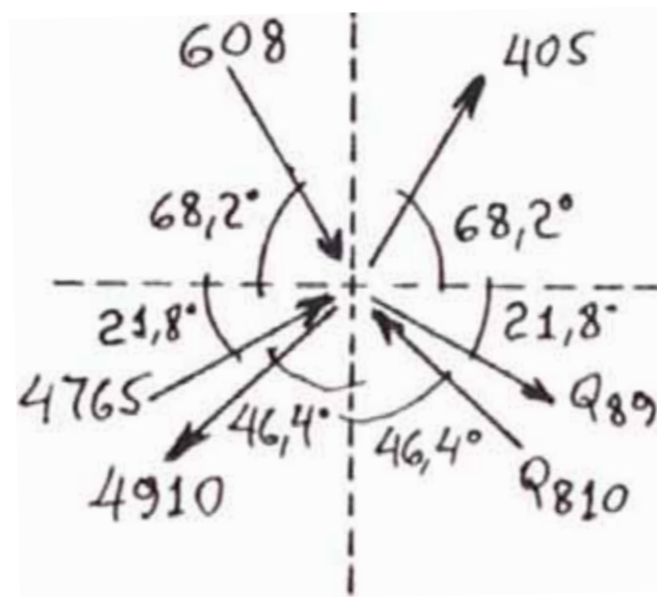


$$\sum F_y = 0, Q_{78} \times \text{sen } 43,6^\circ - 1216 \times \text{sen } 68,2^\circ - 3273 \times \text{sen } 43,6^\circ = 0$$

$$Q_{78} = 4910 \text{ (-)}$$

Nudo 8:

$$\sum F_x = 0, Q_{89} \times \cos 21,8 + 405 \times \cos 68,2 + 4765 \times \cos 21,8 - 4910 \times \sin 46,4 - Q_{810} \times \sin 46,4 = 0$$



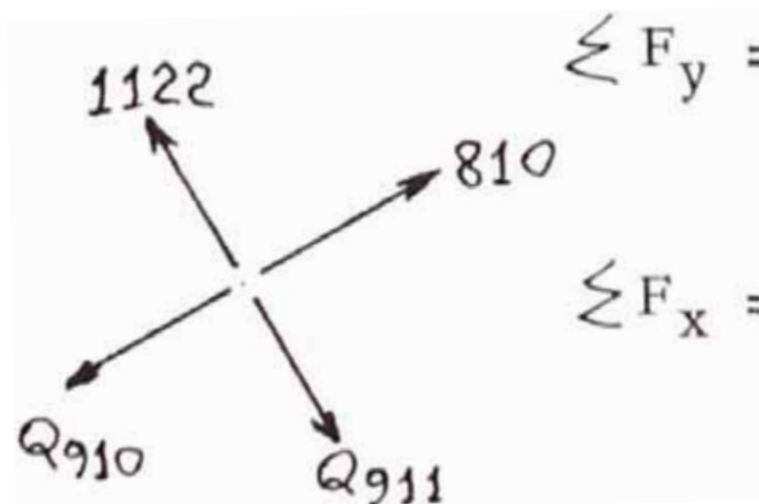
$$\sum F_y = 0, Q_{810} \times \cos 46,4 - 4910 \times \cos 46,4 + 4765 \times \sin 21,8 - 608 \times \sin 68,2 + 405 \times \sin 68,2 - Q_{89} \times \sin 21,8 = 0$$

Resolviendo las ecuaciones tenemos:

$$Q_{89} = 1\ 22 \text{ kg (+)}$$

$$Q_{810} = 3\ 268 \text{ kg (-)}$$

Nudo 9:



$$\sum F_y = 0, 810 - Q_{910} = 0$$

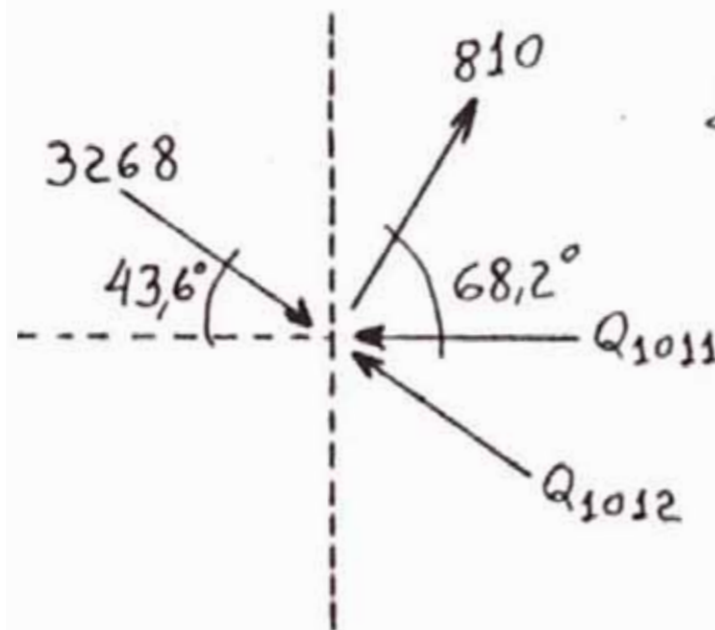
$$Q_{910} = 810 \text{ kg (+)}$$

$$\sum F_x = 0, 1\ 122 - Q_{911} = 0$$

$$Q_{911} = 1\ 122 \text{ kg (+)}$$

Nudo 10:

$$\sum F_x = 0, 810 \times \cos 68,2^\circ - Q_{1011} - Q_{1012} \times \cos 43,6^\circ - 3268 \times \cos 43,6^\circ = 0$$



$$\sum F_y = 0, Q_{1012} \times \sin 43,6^\circ - 3268 \times \sin 43,6^\circ + 810 \times \sin 68,2^\circ = 0$$

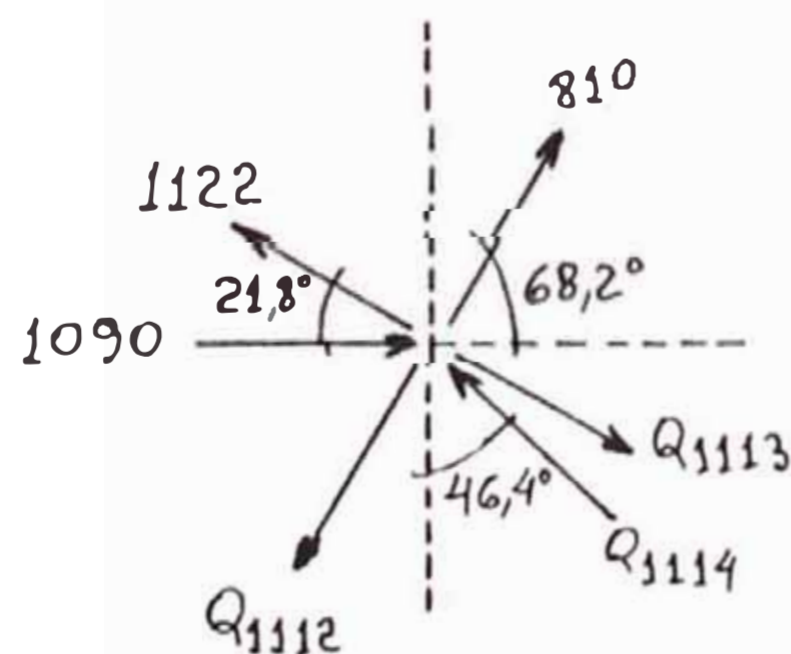
Resolviendo las ecuaciones tenemos:

$$Q_{1011} = 1090 \text{ kg } (-)$$

$$Q_{1012} = 2177 \text{ kg } (-)$$

Nudo 11:

$$\sum F_x = 0, 810 \times \cos 68,2^\circ - 1122 \times \cos 21,8^\circ + 1090 - Q_{1112} \times \cos 68,2^\circ - Q_{1114} \times \sin 46,4^\circ + Q_{1113} \times \cos 21,8^\circ = 0$$



$$\sum F_y = 0, 810 \times \sin 68,2^\circ + 1122 \times \sin 21,8^\circ - Q_{1112} \times \sin 68,2^\circ - Q_{1114} \times \cos 46,4^\circ - Q_{1113} \times \sin 21,8^\circ = 0$$

Hago el corte B-B y $\sum M_{15} = 0$.

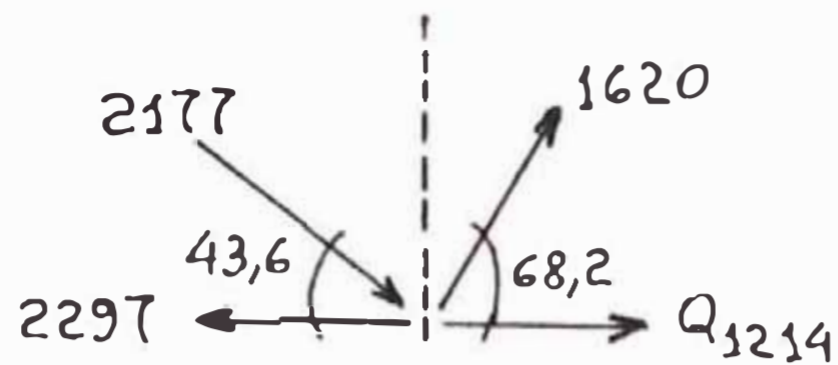
$$810 \times 2,693 - Q_{1114} \times 2,9 \times \cos 46,4^\circ = 0$$

$$Q_{1114} = 1090 \text{ kg } (-)$$

$$Q_{1112} = 1620 \text{ kg } (+)$$

$$Q_{1113} = 1122 \text{ kg } (+)$$

Nudo 12:

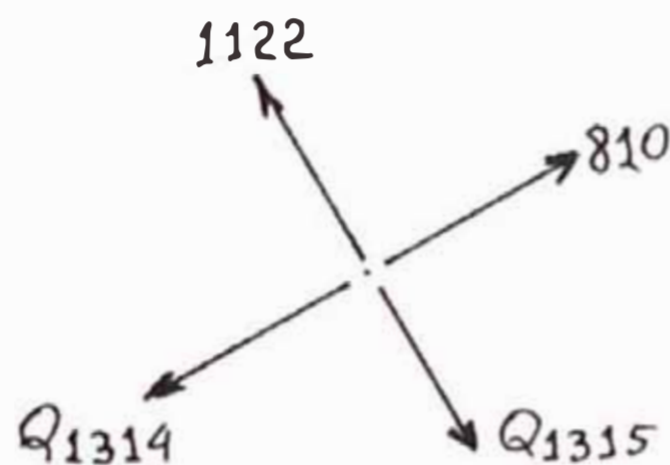


$$\sum F_x = 0, \quad Q_{1214} + 1620 \times \cos 68,2^\circ - 2297 \times \cos 43,6^\circ - 2297 = 0$$

resolviendo,

$$Q_{1214} = 119 \text{ kg (-)}$$

Nudo 13:



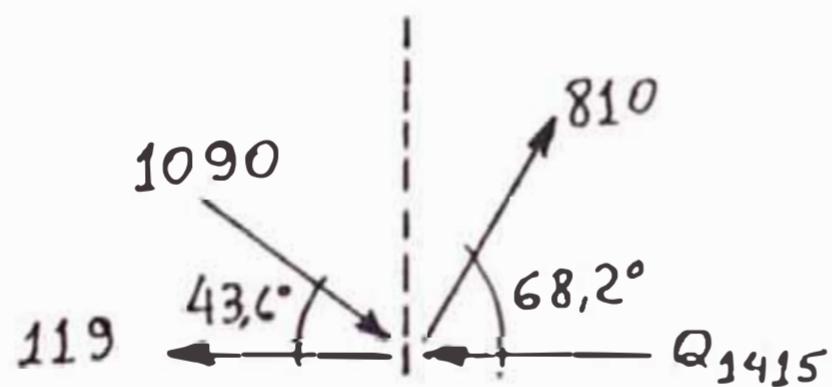
$$\sum F_x = 0, \quad 810 - Q_{1314} = 0$$

$$Q_{1314} = 810 \text{ kg (-)}$$

$$\sum F_y = 0, \quad 1122 - Q_{1315} = 0$$

$$Q_{1315} = 1122 \text{ kg (-)}$$

Nudo 14:



$$\sum F_x = 0, \quad 810 \times \cos 68,2^\circ + 1090 \times \cos 43,6^\circ - 119 - Q_{1415} = 0$$

$$Q_{1415} = 971 \text{ kg (-)}$$

Cálculo de la carga axial en el nudo 15, para cargas unitarias en los apoyos tal como se muestra en la figura N° 5/10.

Desplazamiento para la estructura isotatizada con carga de viento:

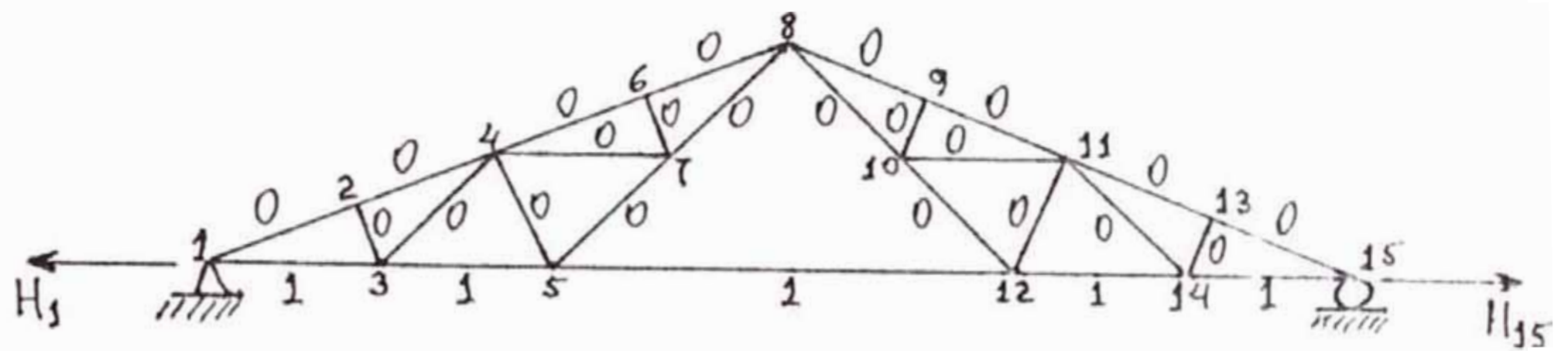


FIGURA N° 5/10

$$\Delta = \sum \frac{N \cdot n \cdot L}{E \cdot A}$$

$$\delta = \sum \frac{n^2 \cdot L}{E \cdot A}$$

Donde:

N: Fuerza axial debida a cargas externas

n: Fuerza axial para carga unitaria

Suponiendo E.A constante, resuelvo los valores de las barras respectivas mostrados en el cuadro N° 5/15

CUADRO N° 5/15

Barra	N_i	n_i	L_i	$N_i \cdot n_i \cdot L_i$	n_i^2	$n_i^2 \cdot L_i$
1-3	7-207	1	2,9	20 900,3	1	2,9
3-5	5 570	1	2,9	16 153,0	1	2,9
5-12	2 297	1	8,4	19 294,8	1	8,4
12-14	119	1	2,9	345,1	1	2,9
14-15	- 971	1	2,9	-2 815,9	1	2,9
Sumatoria				53, 877,3		20

Tenemos:

$$H_1 = H_{15} = \frac{\Delta}{\phi}$$

asimismo

$$\Delta = \frac{53\ 877,3}{E \cdot A} \quad \text{y} \quad \phi = \frac{20}{E \cdot A}$$

entonces,

$$H_{15} = \frac{53\ 877,3}{20}$$

$$H_{15} = 2\ 694 \text{ kg}$$

Las fuerzas axiales definitivas para el estado de cargas de viento se obtendrían de : $N - H_{15} \cdot x_{11}$

Tenemos,

$$Q_{13} - 7\ 207 - 2\ 694 = 4\ 513 \text{ kg}$$

$$Q_{35} - 5\ 570 - 2\ 694 = 2\ 876 \text{ kg}$$

$$Q_{512} = 2\ 297 - 2\ 694 = -397 \text{ kg}$$

$$Q_{1214} = 119 - 2\ 694 = -2\ 575 \text{ kg}$$

$$Q_{1415} = -971 - 2\ 694 = -3\ 665 \text{ kg}$$

El estado de cargas general lo muestro en el cuadro N° 5/16.

Estado de cargas (4) carga concentrada

Tomaré una carga concentrada de 1 500 kg, en cualquier nudo de la brida inferior.

Para efectos de combinación de cargas este cálculo se debe de hacer en forma conjunta con el estado de cargas (2), pero se hace separado por simplicidad de análisis.

Voy a separar dos posiciones de carga: en el nudo 3 y en el nudo 5.

- Carga concentrada en el nudo (3):

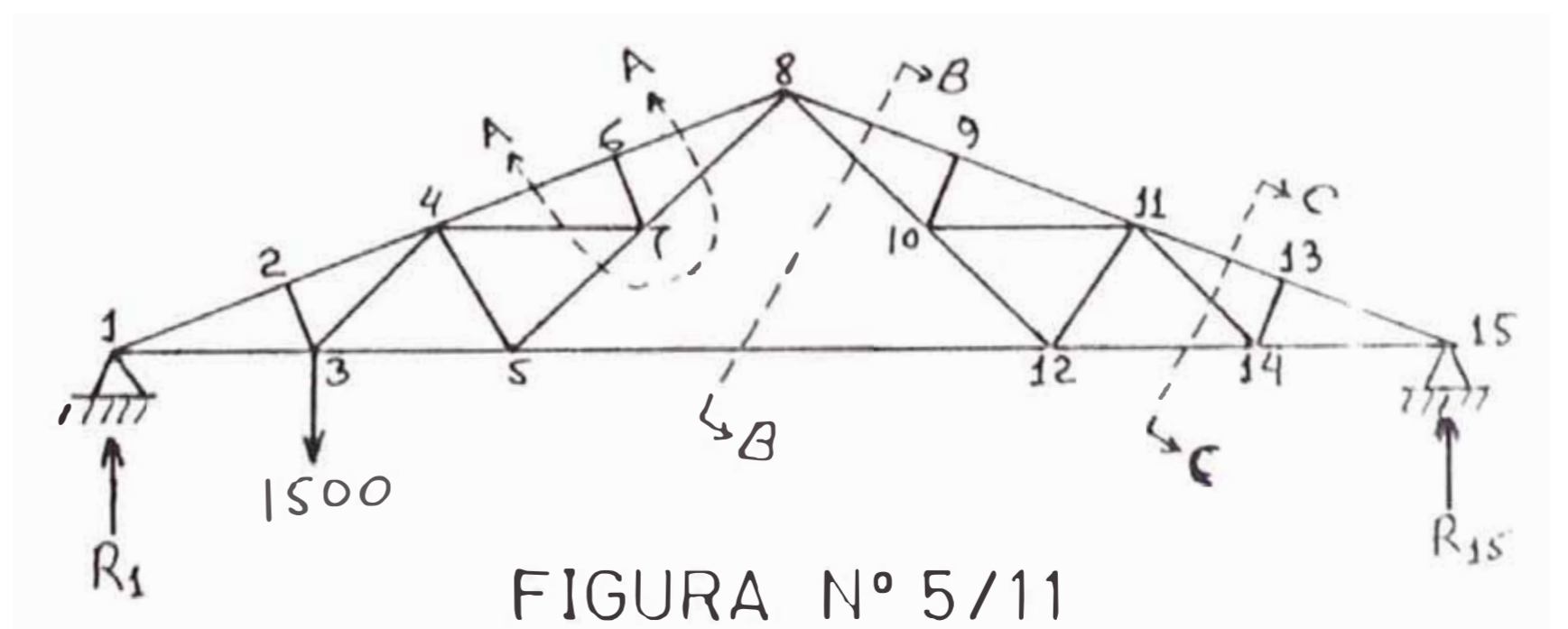


FIGURA N° 5/11

CUADRO No 5/16

BARRA	W
1-2	- 4 765
1-3	4 513
2-3	- 1 216
2-4	- 4 765
3-4	1 637
3-5	2 876
4-5	- 2 431
4-6	- 4 765
4-7	1 637
5-7	3 273
5-12	397
6-7	- 1 216
6-8	- 4 765
7-8	4 910
8-9	1 122
8-10	- 3 268
9-10	810
9-11	1 122
10-11	- 1 090
10-12	- 2 177
11-12	1 620
11-13	1 122
11-14	- 1 090
12-14	- 2 575
13-14	810
13-15	1 122
14-15	- 3 665

De acuerdo a la figura N^o 5/11 hago los cálculos correspondientes

Cálculo de las reacciones :

$$\sum M_{15} = 0, \quad R_1 \times 20 - 1\,500 \times 17,1 = 0$$

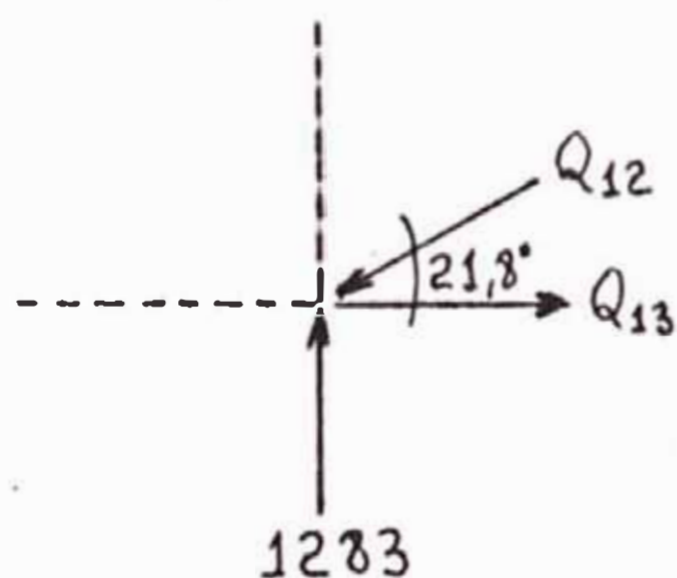
$$R_1 = 1\,283 \text{ Kg.}$$

$$\sum F_x = 0, \quad R_{15} + 1\,283 - 1\,500 = 0$$

$$R_{15} = 217 \text{ Kg.}$$

Cálculo de los nudos :

Nudo 1 :



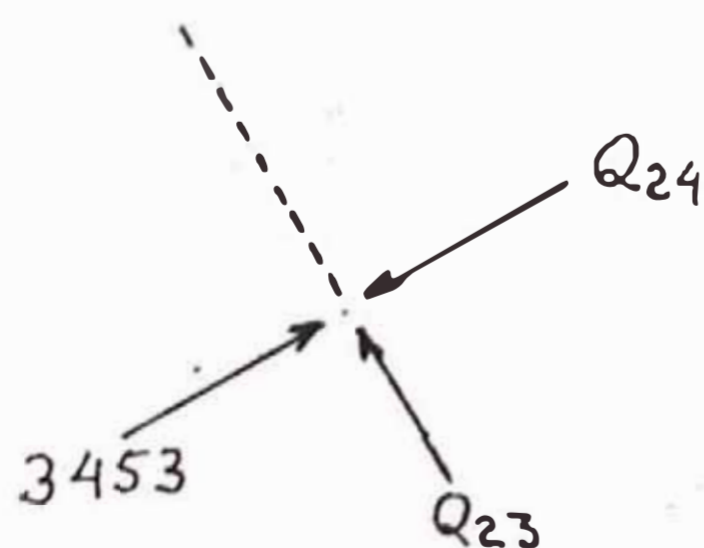
$$\sum F_y = 0, \quad 1\,283 - Q_{12} \times \text{sen } 21,8^\circ = 0$$

$$Q_{12} = 3\,453 \text{ Kf } (-)$$

$$\sum F_x = 0, \quad Q_{13} - 3\,453 \times \text{cos } 21,8 = 0$$

$$Q_{13} = 3\,206 \text{ Kg } (+)$$

Nudo 2 :



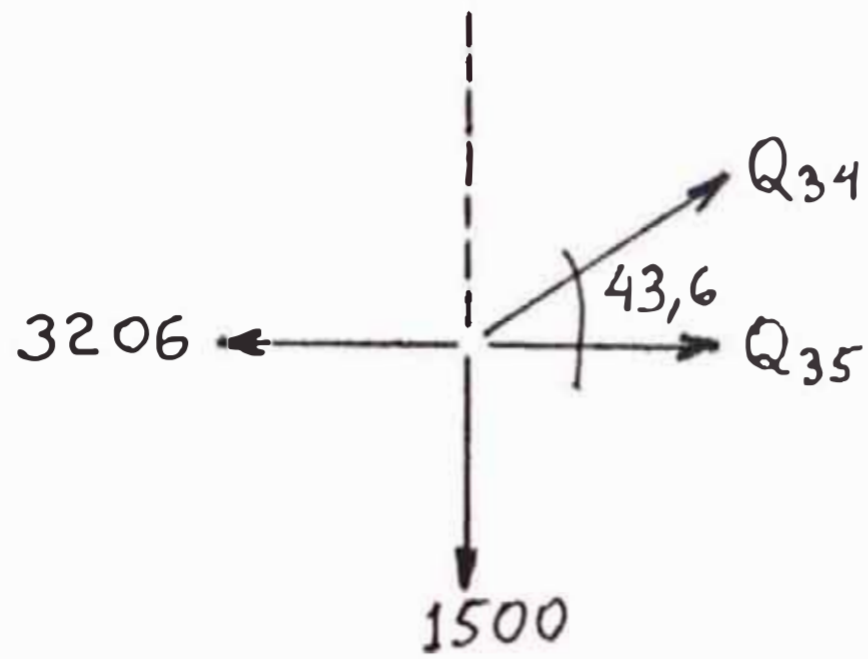
$$\sum F_x = 0, \quad 3\,463 - Q_{24} = 0$$

$$Q_{24} = 3\,453 \text{ Kg } (-)$$

$$\sum F_y = 0$$

$$Q_{23} = 0$$

Nudo 3 :



$$\sum F_y = 0, Q_{34} \times \text{sen } 43,6^\circ - 1500 = 0$$

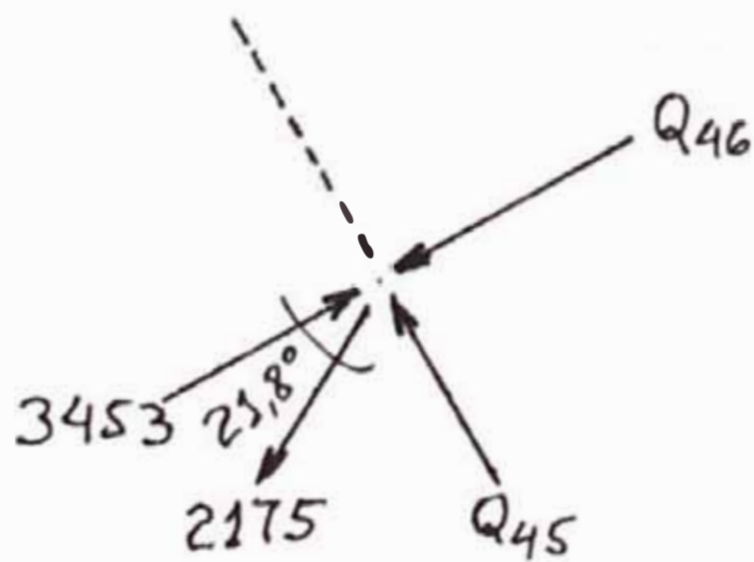
$$Q_{34} = 2175 \text{ kg } (+)$$

$$\sum F_x = 0, Q_{35} + 2175 \times \text{cos } 43,6^\circ - 3206 = 0$$

$$Q_{35} = 1631 \text{ kg } (+)$$

Nudo 4 :

En el nudo 6 hago el corte A-A y $\sum M_8 = 0$ para que el nudo esté en equilibrio tiene que ser $Q_{47} = 0$



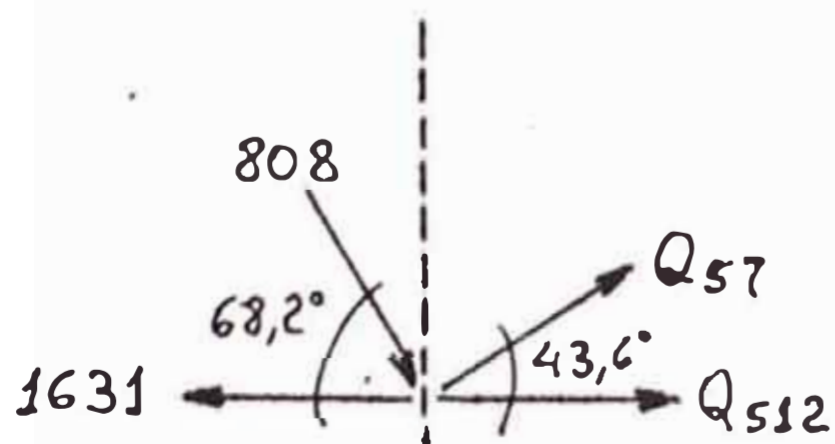
$$\sum F_y = 0, Q_{45} - 2175 \times \text{sen } 21,8^\circ = 0$$

$$Q_{45} = 808 \text{ Kg } (-)$$

$$\sum F_x = 0, 3453 - Q_{46} - 2175 \times \text{cos } 21,8^\circ = 0$$

$$Q_{46} = 1434 \text{ Kg } (-)$$

Nudo 5 :



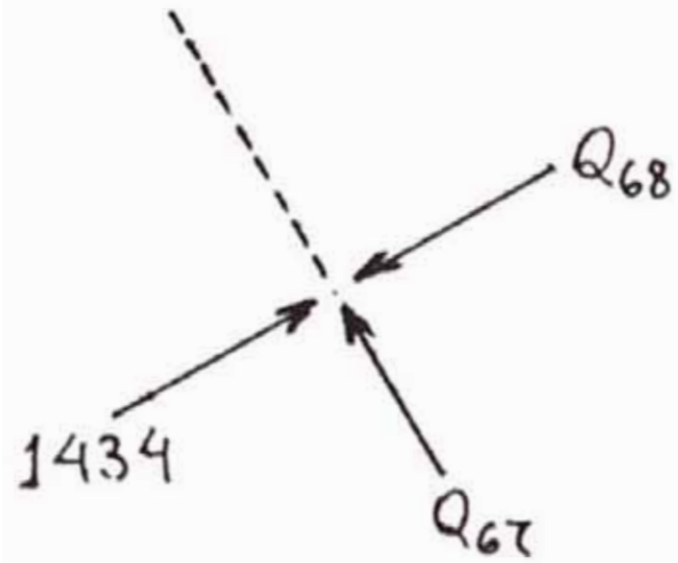
$$\sum F_y = 0, Q_{57} \times \text{sen } 43,6^\circ - 808 \times \text{sen } 68,2^\circ = 0$$

$$Q_{57} = 1088 (+)$$

$$\sum F_x = 0, Q_{512} + 1088 \times \text{cos } 43,6^\circ + 808 \times \text{cos } 68,2^\circ - 1631 = 0$$

$$Q_{512} = 543 \text{ Kg } (+)$$

Nudo 6 :



$$\sum F_y = 0, \quad Q_{67} = 0$$

$$\sum F_x = 0, \quad 1434 - Q_{68} = 0$$

$$Q_{68} = 1434 \text{ Kg } (-)$$

Nudo 7 :



$$\sum F_x = 0, \quad Q_{78} - 1088 = 0$$

$$Q_{78} = 1088 \text{ Kg } (+)$$

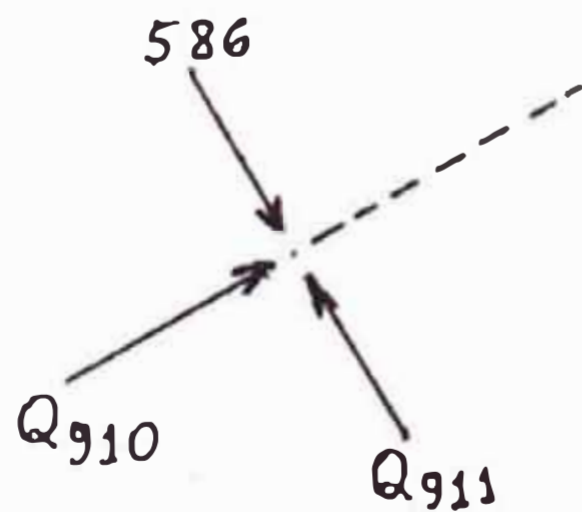
Nudo 8 :

Hago el corte B - B y $\sum M_{15} = 0$, para conservar el equilibrio de fuerzas tiene que ser $Q_{810} = 0$

$$\text{y } \sum M_{12} = 0, \quad 217 \times 5,8 - Q_{89} \times 2,154 = 0$$

$$Q_{89} = 586 \text{ Kg } (-)$$

Nudo 9 :

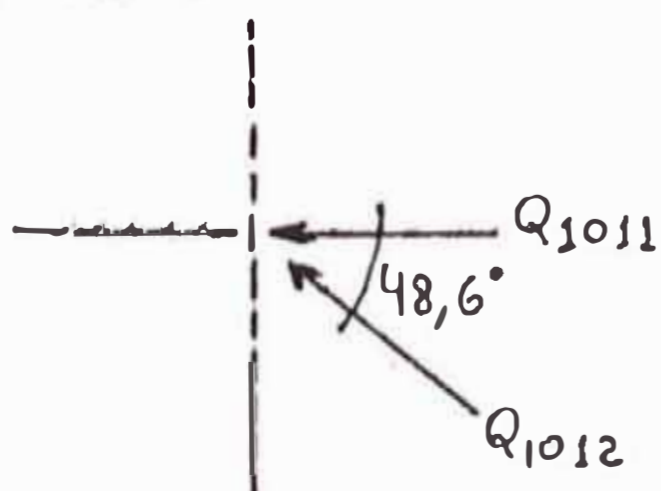


$$\sum F_x = 0, \quad 586 - Q_{911} = 0$$

$$Q_{911} = 586 \text{ Kg } (-)$$

$$\sum F_y = 0, \quad Q_{910} = 0$$

Nudo 10 :

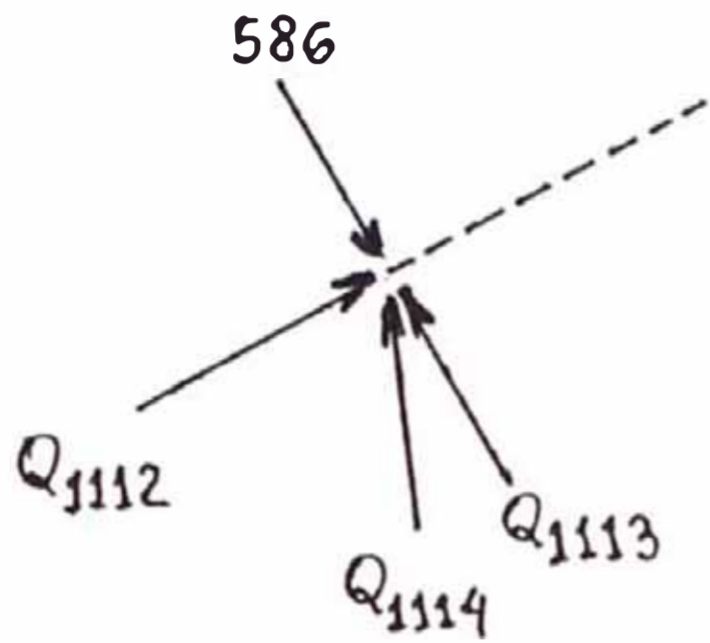


Para que el nudo esté en equilibrio

$$Q_{1011} = 0$$

$$Q_{1012} = 0$$

Nudo 11 :



Hago el corte C - C y $\sum M_{15} = 0$, para mantener el equilibrio de fuerzas,

$$Q_{1114} = 0$$

$$\sum F_x = 0, 586 - Q_{1113} = 0$$

$$Q_{1113} = 586 \text{ Kg } (-)$$

$$\sum F_y = 0, Q_{1112} = 0$$

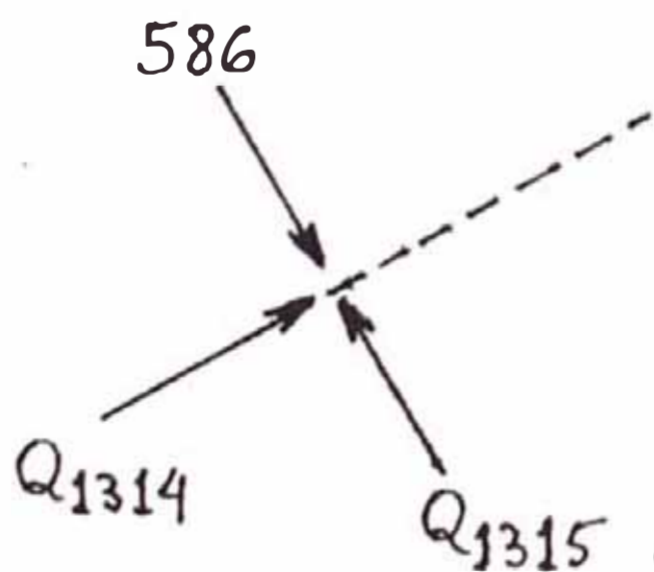
Nudo 12 :

$$\sum F_x = 0, Q_{1214} - 543 = 0$$

$$Q_{1214} = 543 \text{ Kg } (+)$$



Nudo 13 :



$$\sum F_x = 0, 586 - Q_{1315} = 0$$

$$Q_{1315} = 586 \text{ Kg } (-)$$

$$\sum F_y = 0, Q_{1314} = 0$$

Nudo 14 :



$$\sum F_x = 0, Q_{1415} - 543 = 0$$

$$Q_{1415} = 543 \text{ Kg } (+)$$

Carga concentrada en el nudo 3 :

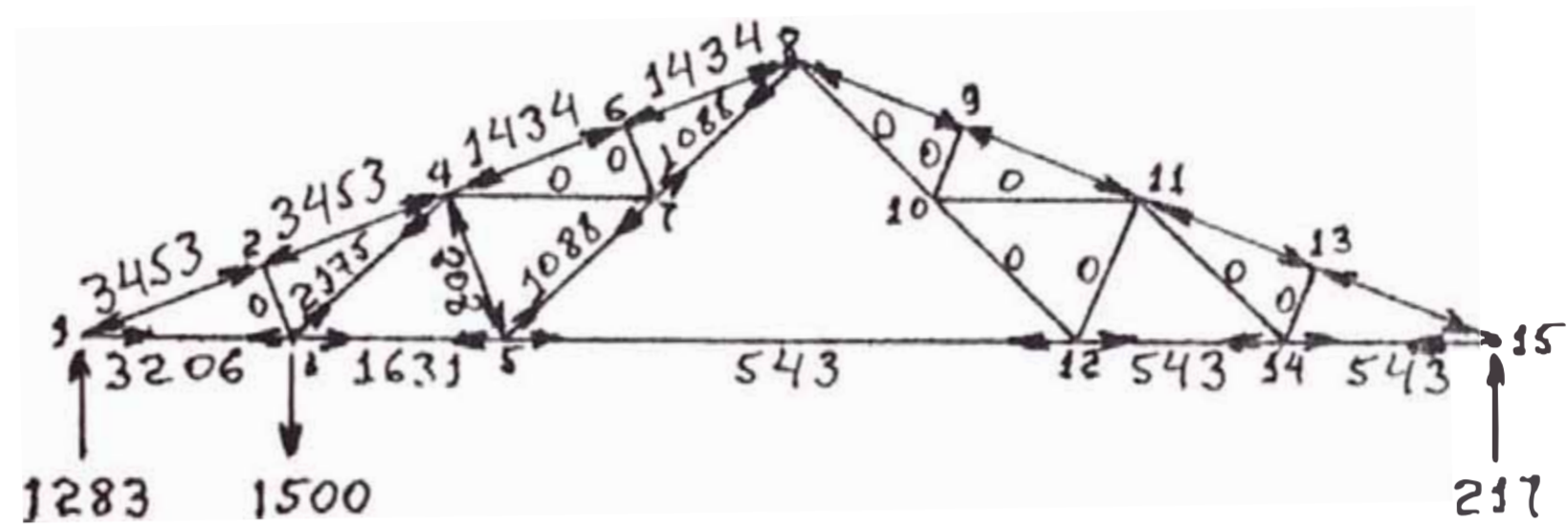


FIGURA N° 5/12

- Carga concentrada en el nudo (5) :

De acuerdo a la figura N° 5/13 hago los cálculos correspondientes

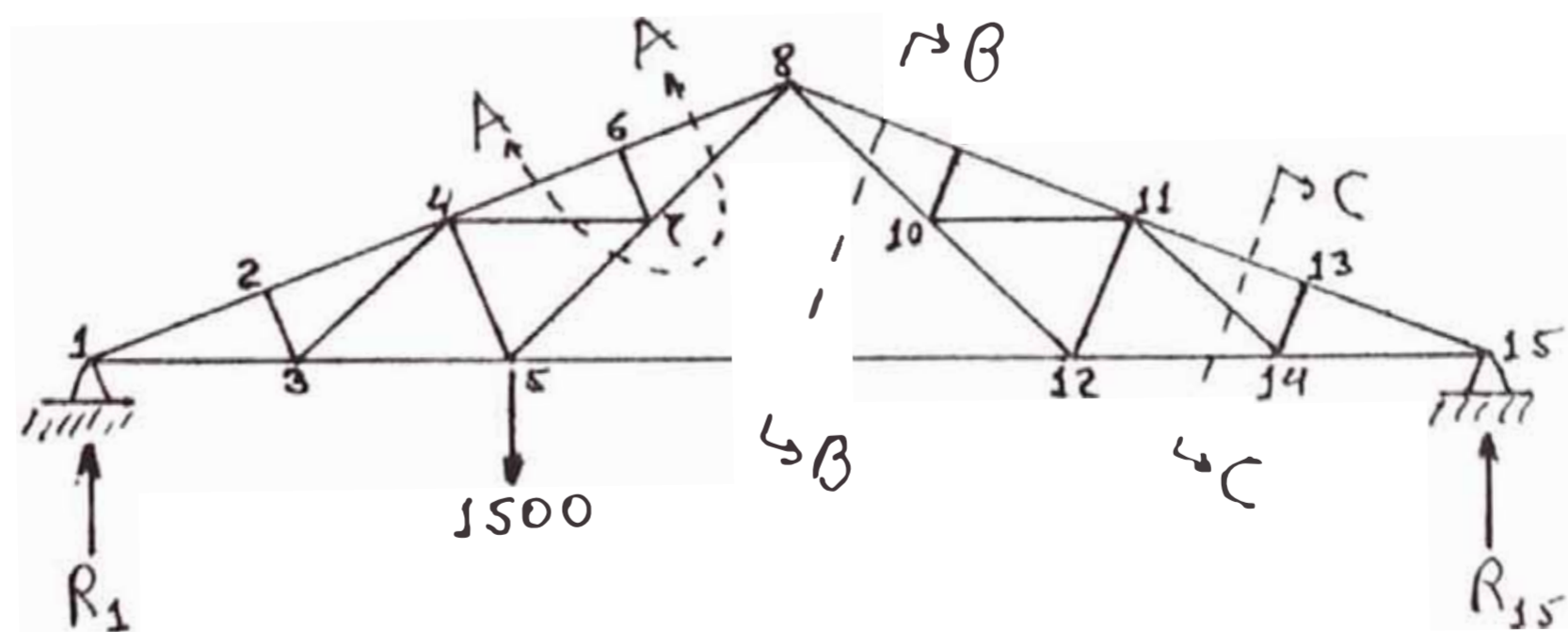


FIGURA N° 5/13

Cálculo de las reacciones :

$$\sum M_{15} = 0, \quad R_1 \times 20 - 1 \quad 500 \times 14,2 = 0$$

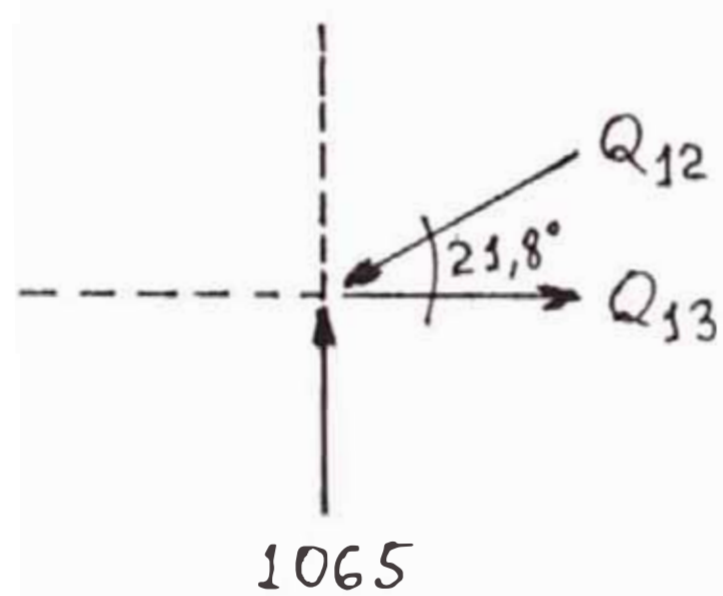
$$R_1 = 1 \, 065 \text{ Kg.}$$

$$\sum F_x = 0, \quad R_{15} + 1 \, 065 - 1 \, 500 = 0$$

$$R_{15} = 435 \text{ Kg.}$$

Cálculo de los nudos :

Nudo 1 :



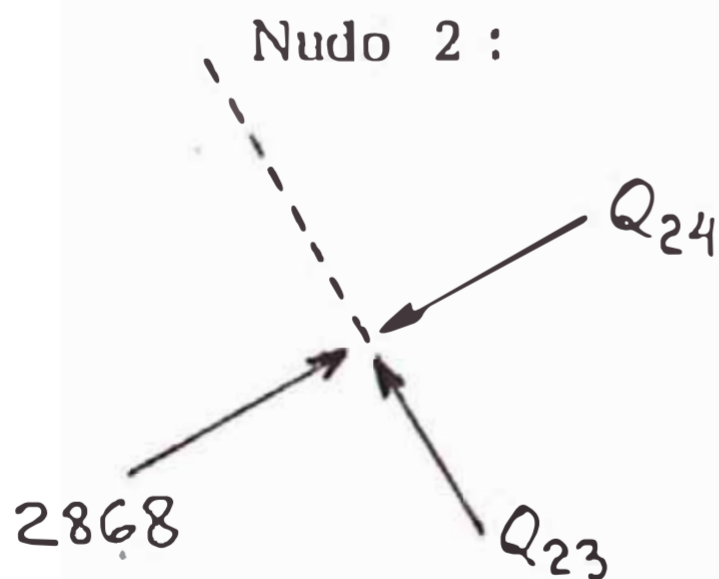
$$\sum F_y = 0, \quad 1 \, 065 - Q_{12} \times \text{sen } 21,8^\circ = 0$$

$$Q_{12} = 2 \, 868 \text{ Kg } (-)$$

$$\sum F_x = 0, \quad Q_{13} - 2 \, 868 \times \text{cos } 21,8^\circ = 0$$

$$Q_{13} = 2 \, 663 \text{ Kg } (+)$$

Nudo 2 :

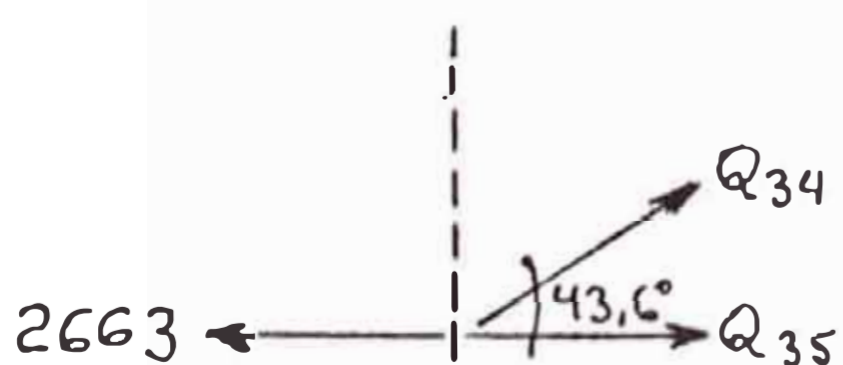


$$\sum F_x = 0, \quad 2 \, 868 - Q_{24} = 0$$

$$Q_{24} = 2 \, 868 \text{ Kg } (-)$$

$$\sum F_y = 0, \quad Q_{23} = 0$$

Nudo 3 :

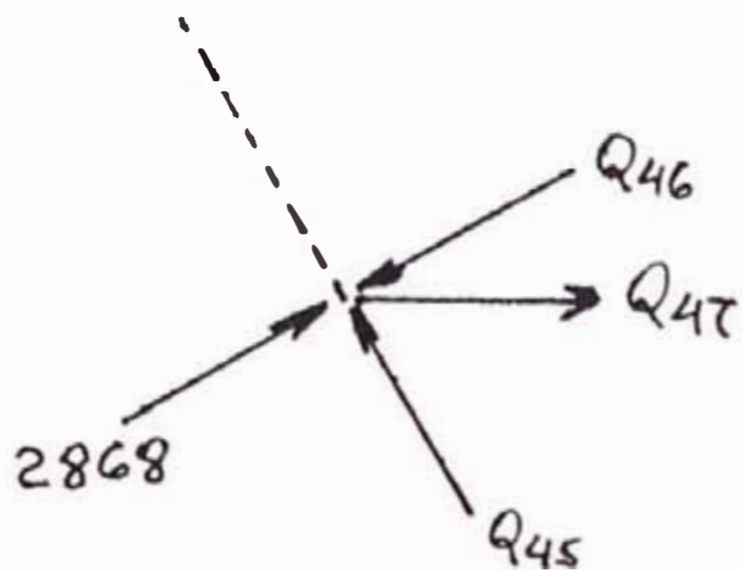


$$\sum F_y = 0, \quad Q_{34} = 0$$

$$\sum F_x = 0, \quad Q_{35} - 2 \, 663 = 0$$

$$Q_{35} = 2 \, 663 \text{ Kg } (+)$$

Nudo 4 :



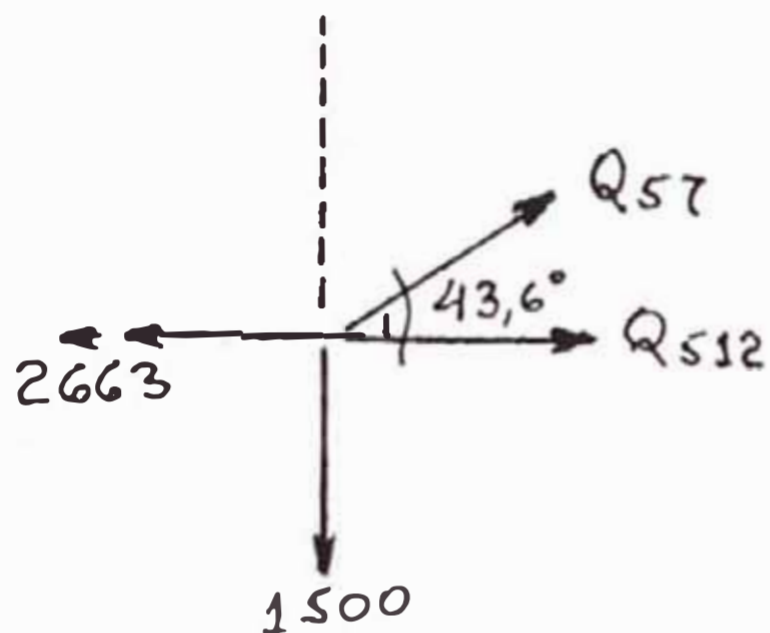
En el nudo 6 hago el corte $\Lambda - A$ y $\sum M_8 = 0$,
para que el nudo esté en equilibrio $Q_{47} = 0$.

$$\sum F_y = 0, \quad Q_{45} = 0$$

$$\sum F_x = 0, \quad 2868 - Q_{46} = 0$$

$$Q_{46} = 2868 \text{ Kg } (-)$$

Nudo 5



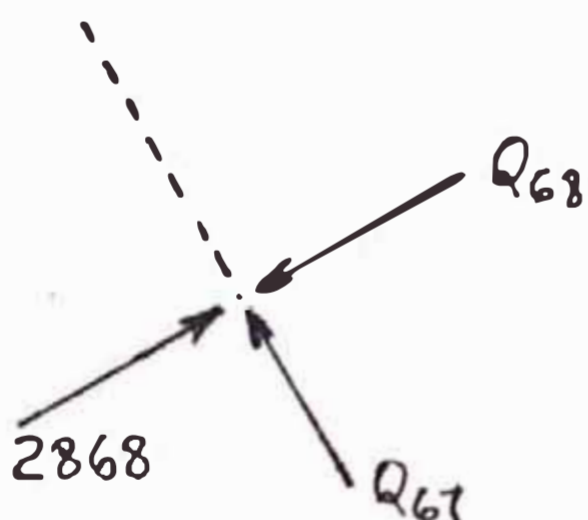
$$\sum F_y = 0, \quad Q_{57} \times \sin 43,6^\circ - 1500 = 0$$

$$Q_{57} = 2175 \text{ Kg } (+)$$

$$\sum F_x = 0, \quad Q_{512} - 2663 + 2175 \times \cos 43,6^\circ = 0$$

$$Q_{512} = 1088 \text{ Kg } (+)$$

Nudo 6 :

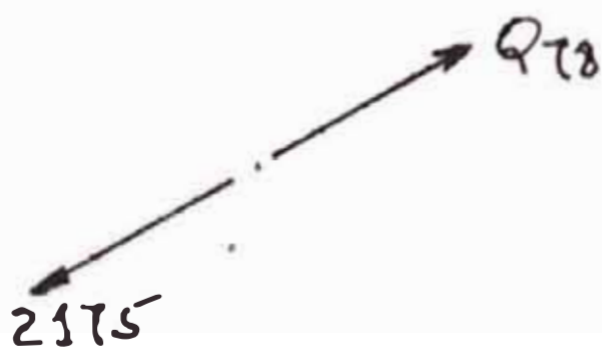


$$\sum F_y = 0, \quad Q_{67} = 0$$

$$\sum F_x = 0, \quad 2868 - Q_{68} = 0$$

$$Q_{68} = 2868 \text{ Kg } (-)$$

Nudo 7 :



$$\sum F_x = 0, \quad Q_{78} - 2175 = 0$$

$$Q_{78} = 2175 \text{ Kg } (+)$$

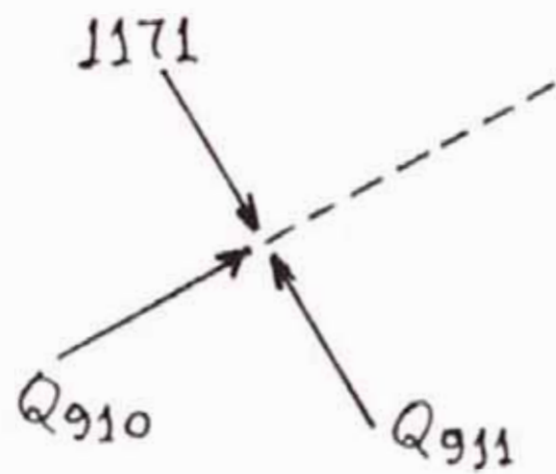
Nudo 8 :

Hago el corte B-B y $\sum M_{15} = 0$, para conservar el equilibrio de fuerzas,
 $Q_{810} = 0$

$$\sum M_{12} = 0, \quad 435 \times 5,8 - Q_{89} \times 2,154 = 0$$

$$Q_{89} = 1\,171 \text{ Kg } (-)$$

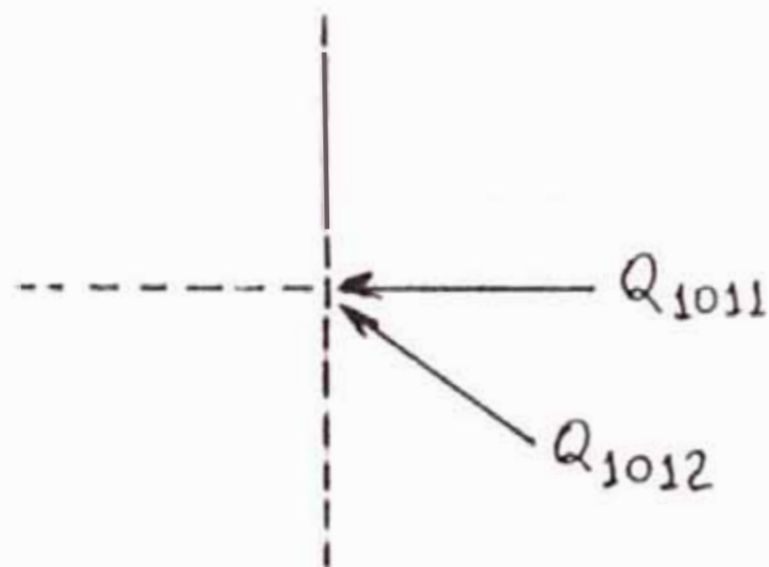
Nudo 9 :



$$\sum F_x = 0 \quad 1\,171 - Q_{911} = 0$$

$$Q_{911} = 1\,171 \text{ Kg } (-)$$

Nudo 10 :

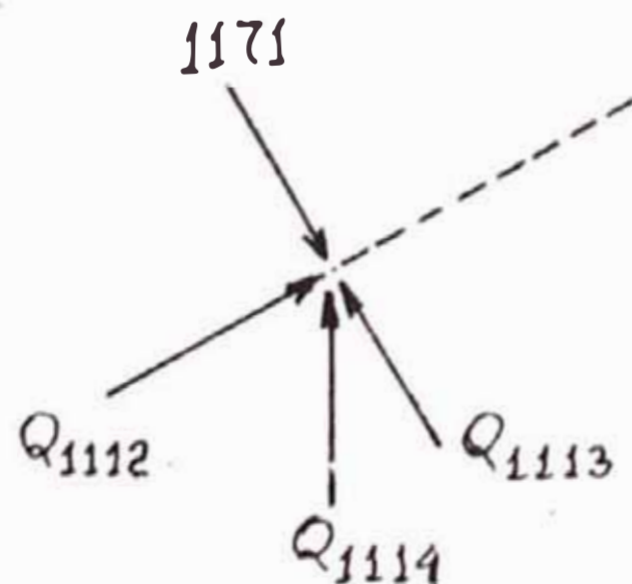


Para que el nudo esté en equilibrio

$$Q_{1011} = 0$$

$$Q_{1012} = 0$$

Nudo 11 :



Si hago el corte C - C y $\sum M_{15} = 0$,
para mantener el equilibrio de fuerzas,

$$Q_{1114} = 0$$

$$\sum F_x = 0, \quad 1\,171 - Q_{1113} = 0$$

$$Q_{1113} = 1\,171 \text{ Kg } (-)$$

$$\sum F_y = 0, \quad Q_{1112} = 0$$

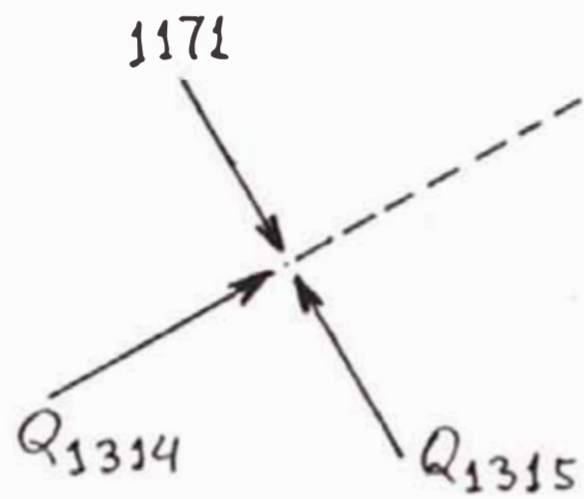
Nudo 12:



$$\sum F_x = 0, Q_{1214} - 1088 = 0$$

$$Q_{1214} = 1088 \text{ Kg (+)}$$

Nudo 13:

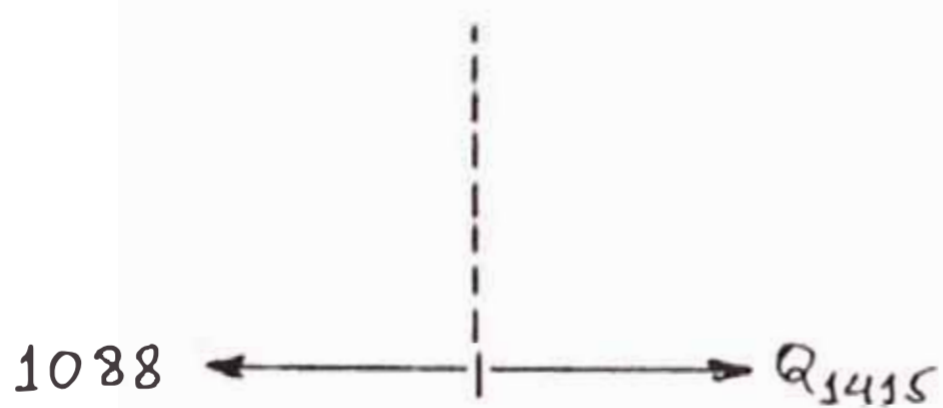


$$\sum F_x = 0, 1171 - Q_{1315} = 0$$

$$Q_{1315} = 1171 \text{ Kg (-)}$$

$$\sum F_y = 0, Q_{1314} = 0$$

Nudo 14:



$$\sum F_x = 0, Q_{1415} - 1088 = 0$$

$$Q_{1415} = 1088 \text{ Kg (+)}$$

Carga concentrada en el nudo (5):

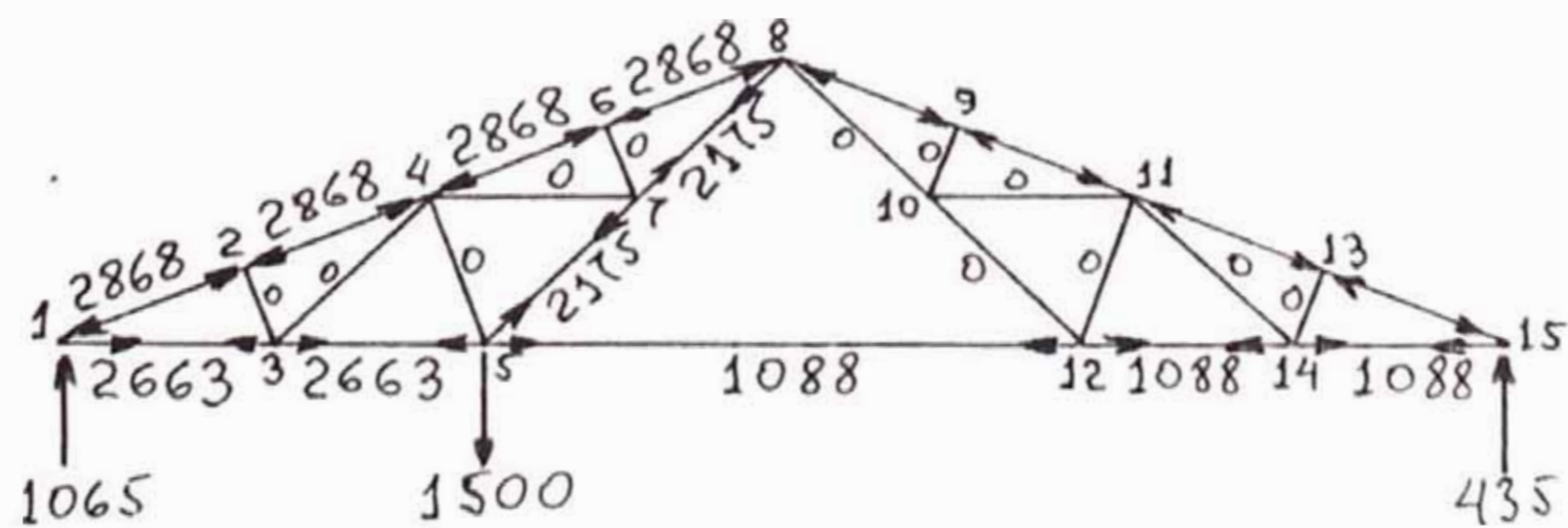


FIGURA N° 5/14

Como manifieste anteriormente para los criterios de diseño - determino la forma definitiva en los valores de cada barra - con la combinación, sobrecarga en techo (estado 2) más - carga concentrada en la brida inferior (Figs. N° 5/12 y N° 5/14), cuyo resultado se llamara fuerzas axiales por sobrecarga.

Trabajo solamente con la mitad de la armadura dada su simetría y zona más cargada, teniendo en cuenta que posiciones no simétricas pueden ocurrir. Así mismo en aquellas barras que se presenten inversión de valores de esfuerzo, tendré en cuenta los dos casos.

Las fuerzas axiales por sobrecarga (S) los muestro en el cuadro N° 5/17.

Criterios de Diseño

Determino las fuerzas axiales de diseño usando las siguientes combinaciones:

$$(1) P + S$$

$$(2) P \pm W$$

$$(3) 0,75 x (P + S \pm W)$$

En el cuadro N° 5/18 muestro las fuerzas de diseño.

CUADRO No 5/17

Barra	(2) + (5/12)	(2) + (5/14)	S
1-2	- 22 503	- 21 918	- 22 503
1-3	20 891	20 348	20 891
2-3	- 1 880	- 1 880	- 1 880
2-4	- 21 748	- 21 163	- 21 748
3-4	4 705	2 530	4 705
3-5	16 791	17 823	17 823
4-5	- 4 558	- 3 750	- 4 558
4-6	- 18 974	- 20 408	- 20 408
4-7	2 530	2 530	2 530
5-7	6 148	7 235	7 235
5-12	10 650	11 195	11 195
6-7	- 1 880	- 1 880	- 1 880
6-8	- 18 214	- 19 648	- 19 648
7-8	8 675	9 762	9 762
R ₁	- 9 403	- 9 185	- 9 403
R ₁₅	- 8 337	- 8 555	- 8 555

CUADRO N° 5/18

BARRA	(P + S)	(P + W)	(P - W)	0,75 (P + W + S)	0,75 (P + S - W)	F. DE DISEÑO
1 - 2	-43 143	- 25 405	- 19 518	-35 932	-31 516	-43 143
1 - 3	40 051	23 673	15 495	33 423	27 290	40 051
2 - 3	- 3 915	- 3 251	- 1 225	- 3 848	- 2 328	- 3 915
2 - 4	-41 563	- 24 585	- 18 698	- 34 750	- 30 335	-41 563
3 - 4	7 445	4 377	1 650	6 812	4 766	7 445
3 - 5	32 248	19 301	13 850	27 843	23 755	32 248
4 - 5	- 8 628	-6 501	-2 450	- 8 294	- 5 256	- 8 628
4 - 6	- 39 403	- 23 765	- 17 878	-33 130	-28 715	- 39 403
4 - 7	5 270	4 377	1 650	5 180	3 135	5 270
5 - 7	12 715	8 753	3 303	11 991	7 907	12 715
5 - 12	22 145	10 553	10 553	16 311	16 311	22 145
6 - 7	- 3 915	- 3 251	- 1 225	- 3 848	- 2 328	- 3 915
6 - 8	- 37 828	-22 945	- 17 058	- 31 945	- 27 530	- 37 828
7 - 8	17 982	13 130	4 952	17 169	11 036	17 982
R	18 163	11 094	7 934	15 372	13 002	18 163

Dimensionado del Tijeral

Con los datos obtenidos en el cuadro N° 5/18 pasaré a dar forma a la estructura. Se debe distinguir dos fuerzas axiales que intervienen y son tracción y compresión

Para tracción utilizaré un esfuerzo permisible de

$$1\ 200\ \text{Kg/cm}^2\ (\text{DIN 1050})$$

Cuerda superior:

$$C_{\text{max}} = 43\ 143\ \text{Kg}\ (\text{Compresión máxima barra 1.2})$$

$$l = 2\ 693\ \text{mm}$$

Pruebo un perfil W 150 x 30 (W 6 x 20)

$$A = 37,9 \text{ cm}^2$$

$$r_x = 6,8 \text{ cm}$$

$$r_y = 3,8 \text{ cm}$$

El límite de esbeltes para este caso es $k - l$

Luego:

$$\frac{k.l}{r_x} = \frac{1 \times 269,3 \text{ cm}}{6,8 \text{ cm}} = 39,6$$

$$\frac{k.l}{r_y} = \frac{1 \times 269,3 \text{ cm}}{3,8 \text{ cm}} = 70,9$$

El esfuerzo admisible en compresión para $k.l/r =$

71 es (AISC) :

$$F_a = 1\,144 \text{ kg/cm}^2$$

Tenemos que la compresión admisible es, $C_{adm} =$

$$A \times F_a$$

$$C_{adm} = 37,9 \times 1\,144 = 43\,357 \text{ kg}$$

Entonces:

$$C_{max} = 43\,143 < C_{adm} = 43\,357 \dots\dots\dots \text{OK}$$

$$\frac{K.l}{r_y} = \frac{1 \times 269,3 \text{ cm}}{3,8 \text{ cm}} = 70,9$$

El esfuerzo admisible en compresión para $K.l/r = 71$ es (AISC) :

$$F_a = 1\,144 \text{ Kg/cm}^2$$

Tenemos que la compresión admisible es, $C_{adm} = A_x F_a$

$$C_{adm} = 37,9 \times 1\,144 = 43\,357 \text{ Kg}$$

Entonces:

$$C_{max} = 43\,143 < C_{adm} = 43\,357 \dots \text{OK}$$

Usaré el perfil W6 x 20 (W150 x 30)

Cuerda inferior :

$$T_{max} = 40\,051 \text{ Kg (Tracción máxima barra 1 - 3)}$$

Prueba un perfil W150 x 30

El esfuerzo actuante axial es, $f_t = \frac{T}{A}$

$$f_t = \frac{40\,051}{37,9} = 1\,057 \text{ Kg/cm}^2$$

Por condiciones de diseño el esfuerzo admisible es,

$$F_t = 1\,200 \text{ Kg/cm}^2$$

entonces:

$$f_t < F_t \dots$$

OK

Usaré el perfil W 150 x 30

Malla interior:

Barras en tracción : 5-7 y 7-8 y 3-4 y 4-7

$$T_{\text{max}} = 17\,982 \text{ Kg}$$

Prueba el perfil $2 \angle 2\,1/2 \times 2\,1/2 \times 1/4$ (2L 64 x 64 x 6)

$$A = 17,4 \text{ cm}^2$$

El esfuerzo axial es,

$$f_t = \frac{17\,982}{17,4} = 1\,033 \text{ Kg/cm}^2$$

Asimismo :

$$F_t = 1\,200 \text{ Kg/cm}^2$$

Tenemos que:

$$f_t < F_t \dots\dots$$

OK

Usaré el perfil 2L 64 x 64 x 6

Barras en compresión : 2-3, 4-5 y 6-7

$$C_{\text{max}} = 8\,628 \text{ Kg.}$$

$$l = 2\,154 \text{ mm}$$

Pruebo el perfil 2 L 64 x 64 x 6

$$A = 17,4 \text{ cm}^2$$

$$r_x = 2,03 \text{ cm}$$

Límite de esbeltez, $K = 1$

$$\frac{k.l}{r} = \frac{1 \times 215,4 \text{ cm}}{2,03 \text{ cm}} = 106,1$$

El esfuerzo admisible en compresión para $k.l/r = 106$ según el AISC :

$$F_a = 918 \text{ Kg/cm}^2$$

La compresión admisible es:

$$C_{adm} = A \times F_a = 17,4 \times 918 = 15\ 973 \text{ Kg}$$

Tenemos:

$$C_{max} < C_{adm} \dots \text{OK}$$

Usare el perfil 2 L 64x64x 6

Se puede seleccionar un perfil más ligero, pero para evitar el retaceo, usare el calculado.

Peso de un Tijeral ·

cuerda superior	: 8 x 2,693 m x 30 =	646,32 kg
cuerda inferior	· 20 x 30 -	600,00 kg
mallas interiores	· 2,154x2x6,83x2 -	58,85 kg
	1,044x4x6,83x2 =	58,85 kg
	2,9x8x6,93x2 =	316,91 kg
		1680,93 kg

5.3.3 Cálculo o techado Nave de 30m de luz

a) Determinación de las fuerzas externas

Igual que en el caso de la nave anterior escogemos la armadura del tipo Fink cuya geometría es mostrada en el plano N°. 5/2, Tijerales de 15 m y pendiente de 40 ‰

a.1) Cargas vivas

Asimismo las cargas vivas actuantes son la velocidad del viento $\pm 50 \text{ kg/m}^2$. (Igual que en la Nave de 20m)

En Presión $W_v \pm 0,6 \times 50 \text{ kg/m}^2 \pm 30/\text{m}^2$

En Succión $W_v \pm 0,4 \times 50 \text{ kg/m}^2$

Y la carga debida al personal, equipos y materiales para el montaje y reparaciones del techo es de 50 kg/m^2 (igual Nave de 20 m).

a.2) Cargas muertas

Son igualmente las cargas producidas por la cu-

biertas y otros: 16,4 Kg/m².

y el Tijeral :

8,0 Kg/m² (3 750 ÷ 16,155 x 15 x 2).

(Asumo p eso de Tijeral es 3750 Kg.)

b) Diseños de las viguetas longitudinales (largueros)

La separación entre viguetas es de 4 039mm y los arriostres a cada tercio de luz. Utiliza para cálculos el perfil W18 x 50 (W 457 x 74)

Cargas muertas "P"

Peso propio de vigueta = 74,41 Kg/m

Peso propio cobertura = 16,4 Kg/m²

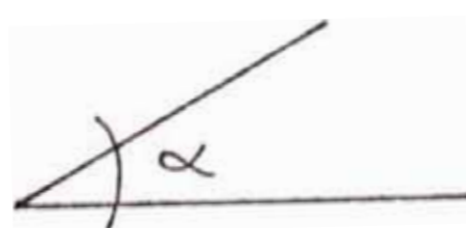
∴ 16,4 x 4,039 = 66,24 Kg/m.

P = 74,41 + 66,240 = 140,65 Kg/m.

Inclinación del techo

1/5 (altura/luz)

$\alpha = 21.8^{\circ}$



Normal techo $P \cos \alpha = P_x = 130,59 \text{ Kg/m}$

Tangencial al techo $P \sin \alpha = P_y = 52,236 \text{ Kg/m}$

Sobre carga "S"

S - 50 Kg/m^2 (indicado anteriormente).

Por metro lineal de vigueta = $50 \times 4,039 = 202 \text{ Kg/m}$

Normal al techo $S \cos \alpha = S_x = 187,552 \text{ Kg/m}$

Tangencial al techo $S \sin \alpha = S_y = 75,0 \text{ Kg/m}$

Carga de viento "W"

En presión $W = 30 \text{ Kg/m}^2 \times 1,5 \times 4,039 = 181,76 \text{ Kg/m}$.

En succión $W = 20 \text{ Kg/m}^2 \times 1,5 \times 4,039 = 121,17 \text{ Kg/m}$

Combinación de cargas (eje X) "Qx"

a) $P_x + S_x = 130,59 + 187,552 = 318,142 \text{ Kg/m}$.

b) $P_x \pm W = 130,59 + 181,76 = 312,35 \text{ Kg/m}$.

$130,59 - 121,17 = 9,42 \text{ Kg/m}$.

$$c) \quad 0,75 (P_x + S_x + W) = 0,75 (130,59 + 187,552 + 181,76) = 374,93 \text{ Kg/m.}$$

$$0,75 (130,59 + 87,552 - 121,17) = 147,73 \text{ Kg/m.}$$

Seleccionamos $Q_x = 375 \text{ Kg/m.}$

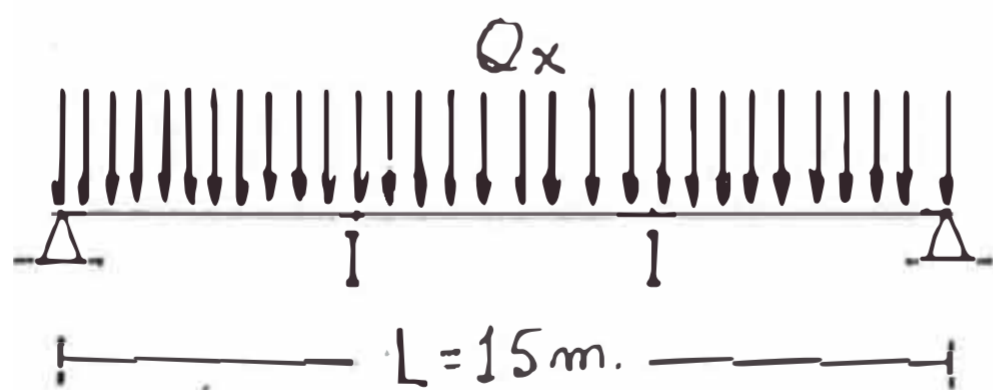
Combinación de cargas (eje y) "Qy"

$$P_y + S_y = 52,236 + 75 = 127,24 \text{ Kg/m.}$$

Seleccionamos $Q_y = 127 \text{ Kg/m.}$

Como en el caso de la nave de 20 mts.

Para eje x



$$M_x = \frac{1}{8} Q_x \cdot L^2$$
$$= \frac{1}{8} \times$$

$$375 \times (15)^2$$

$$M_x = 10546,88 \text{ Kg.m}$$

$$V_x = \frac{1}{2} Q \times L$$

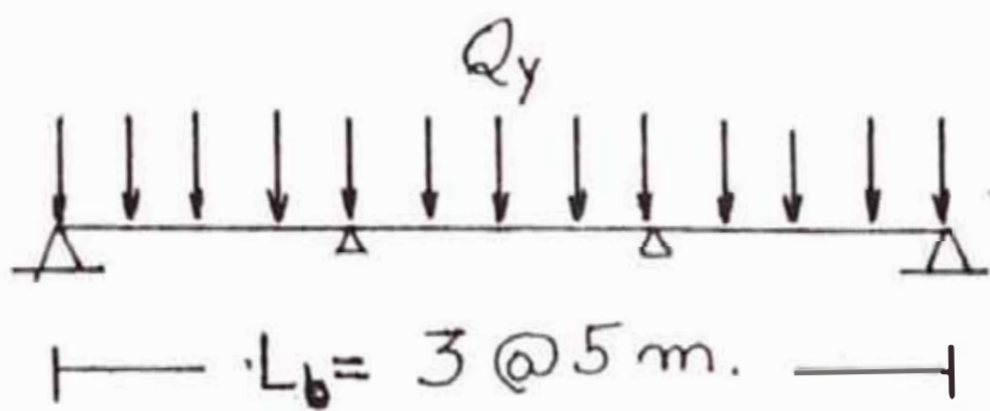
$$= \frac{1}{2} \times 375 \times 15$$

$$V_x = 2812,5 \text{ Kg}$$

Para eje Y

$$M_y = \frac{1}{40} Q_y \times L_b^2$$

$$= \frac{1}{40} \times 127 \times (5)^2$$



$$M_y = 79,38 \text{ kg/m.}$$

Verificamos la sección asumida W 18 x 50 (W457 x 74)

$$\text{Para } F_y = 36 \text{ Ksl}$$

$$E = 29000 \text{ Ksl}$$

$$S_x = 1460,08 \text{ cm}^3$$

$$S_y = 175,34 \text{ cm}^3$$

$$d = 45,7 \text{ cm}$$

$$I_x = 33381,73 \text{ cm}^4$$

$$I_y = 1673,25 \text{ cm}^4$$

$$d/A_f = 4,21$$

$$b_f = 19,1 \text{ cm}$$

$$l/r_t = 100$$

$$t = 0,9$$

Esfuerzo permisible en flexión F_b :

$$l/r_t = 100 > \sqrt{\frac{102 \times 10^3}{36}} = 53$$

$$F_b = \frac{12 \times 10^3 \times 70 \times 2,54}{500 \times 4,21} = 1014 \text{ kg/cm}^2$$

Esfuerzo en flexión: f_b

$$f_b = \frac{M_x}{S_x} + \frac{M_y}{0.5 S_y}$$
$$= \frac{1056,88 \times 10^2}{1460,08} + \frac{79,38 \times 10^2}{0,5 \times 175,34} = 722 \text{ kg/m}^2$$

$$722 \text{ kg/m}^2 < 1014 \text{ kg/m}^2 \quad \text{OK}$$

Esfuerzo Cortante:

f_v

$$f_v = \frac{V}{tdx} = \frac{2812,5}{0,9 \times 45,7} = 68,4 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} < 0,4 f_y = 1000 \text{ kg} \quad \text{OK}$$

Deflexión: y

$$\text{Límite } y \leq L/360 = 4,12 \text{ cm.}$$

$$y = \frac{5 \cdot W \cdot L^4}{384 E I_x}$$

$$y = \frac{5 \times 3,75 (1500)^4}{384 \times 29000 \times 70 \times 33381,73} = 3,7 \text{ cm} < 4,12 \text{ cm.} \quad \text{OK}$$

Por lo cual el perfil W 45x74 es el correcto

c) Diseño del tijeral

La geometría está indicada en Plano No ,/2.

Las cargas que actúan sobre el tijeral son:

Cargas Muertas "P"

Peso propio de Viguetas longitudinales 15 x 74,41 x

$$5 / 16,155 \times 15 = 23,03 \text{ kg/M}^2$$

$$\text{Peso propio de Tijeral} = 3,0 \text{ "}$$

$$\text{Peso propio de Cobertura} = 16,4 \text{ "}$$

Peso propio de arriostamiento

$$= \text{miscelaneos} \quad \frac{2 \times 22,323}{15} = 3,0 \text{ "}$$

$$\text{Total P} = 50,43 \text{ kg/m}^2$$

Cargas Vivas "S"

$$\text{Sobre carga} = 50 \text{ kg/m}^2$$

Carga Concentrada de 1,5 Ton. en

Cualquier nudo de la brida

$$\text{inferior} = 1500 \text{ kg (criterio de Diseño)}$$

Carga de Viento "W"

$$\text{Lado a Barlovento} = 0,6 (50) = 30 \text{ kg/m}^2 \text{ (Presión)}$$

$$\text{Lado a Sotavento} = 0,4 (50) = 20 \text{ kg/m}^2 \text{ (Succión)}$$

Cargas concentradas en los nudos

Area de influencia para cada nudo = $15 \times 4,039 = 61 \text{ m}^2$

Carga Muerta = $P = 50,43 \text{ kg/m}^2 \times 61 \text{ m}^2 = 3076 \text{ kg}$

Carga viva = $S = 50 \text{ kg/m}^2 \times 61 \text{ m}^2 = 3050 \text{ kg}$.

Carga de Viento

En presión $W_p = 30 \text{ kg/m}^2 \times 61 \text{ m}^2 = 1830 \text{ kg}$.

En succión $W_s = 20 \text{ kg/m}^2 \times 61 \text{ m}^2 = 1220 \text{ kg}$.

Al igual que en la Nave de Mts. de luz, procedo a efectuar el cálculo del tijeral.

Estado de Cargas (I) 1 Carga Muerta

De la Fig. no 5/15

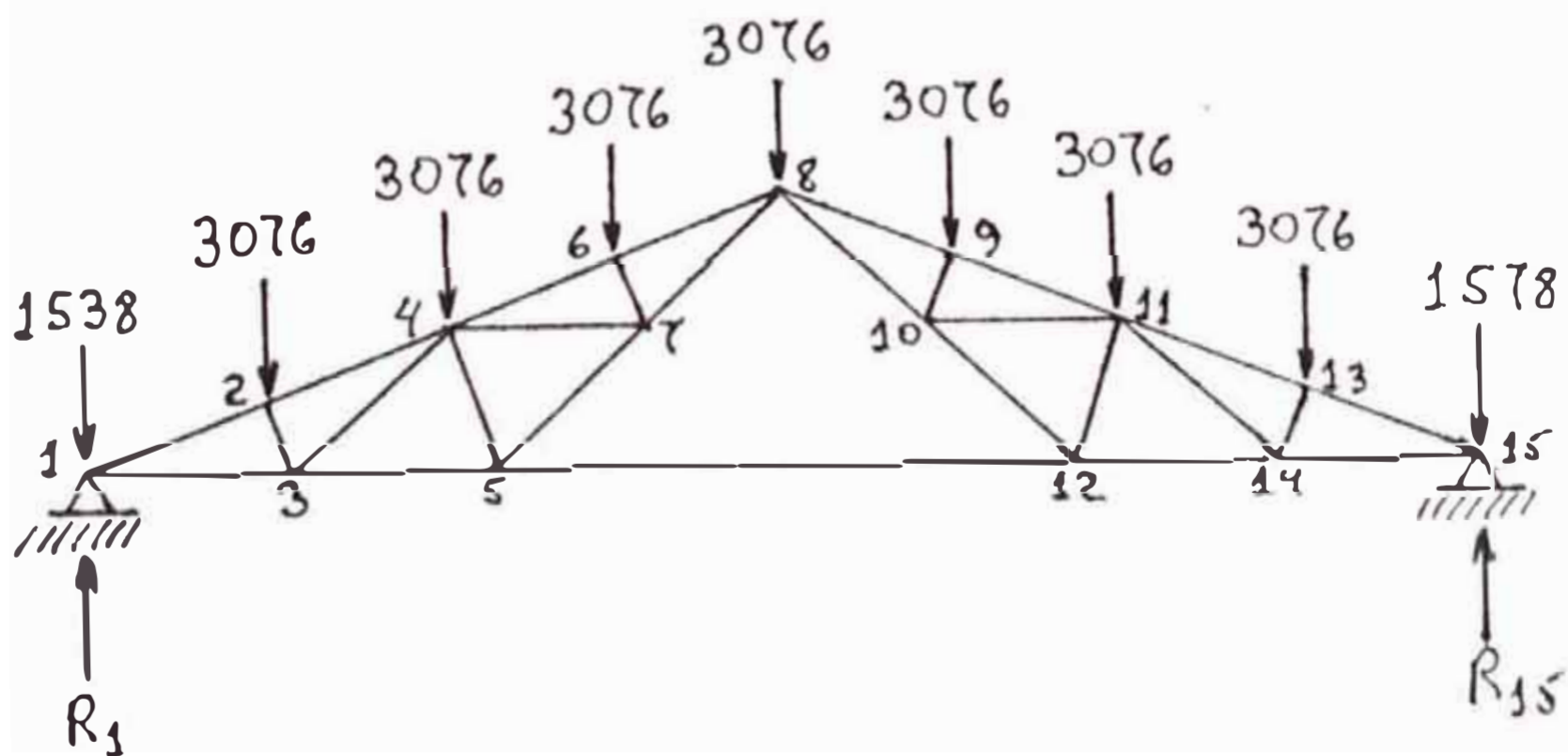


FIGURA N°5/15

Cálculo de las reacciones:

$$R_1 = R_{15} = (2 \times 1538 + 7 \times 3076) / 2 = 12304 \text{ kg.}$$

Cálculos de los nudos:

Las fuerzas en las barras las obtenemos por proporcionalidad por el estado de cargas de la Nave de 20 Mts.

$$\text{El factor de proporcionalidad} = \frac{3076}{2190} = 1,405$$

$$Q_{12} = 1,405 \times 20640 = 29000 \text{ kg (-)}$$

$$Q_{13} = 1,405 \times 19160 = 26920 \text{ kg (+)}$$

$$Q_{23} = 1,405 \times 2050 = 2880 \text{ kg (-)}$$

$$Q_{24} = 1,405 \times 19820 = 27847 \text{ kg (-)}$$

$$Q_{34} = 1,405 \times 2740 = 3850 \text{ kg (+)}$$

$$Q_{35} = 1,405 \times 16425 = 23077 \text{ kg (+)}$$

$$Q_{46} = 1,405 \times 19000 = 26695 \text{ kg (-)}$$

$$Q_{45} = 1,405 \times 4070 = 5718 \text{ kg (-)}$$

$$Q_{47} = 1,405 \times 2740 = 3850 \text{ kg (+)}$$

$$Q_{67} = 1,405 \times 2050 = 2880 \text{ kg (-)}$$

$$Q_{68} = 1,405 \times 18180 = 25543 \text{ kg (-)}$$

$$Q_{78} = 1,405 \times 8230 = 11563 \text{ kg (+)}$$

$$Q_{57} = 1,405 \times 5480 = 7700 \text{ kg (+)}$$

$$Q_{512} = 1,405 \times 10950 - 15385 \text{ kg (+)}$$

Dado que la armadura es simétrica y las cargas también son simétricas solamente se analiza la mitad.

Estado de cargas (2); Sobrecarga en Techo

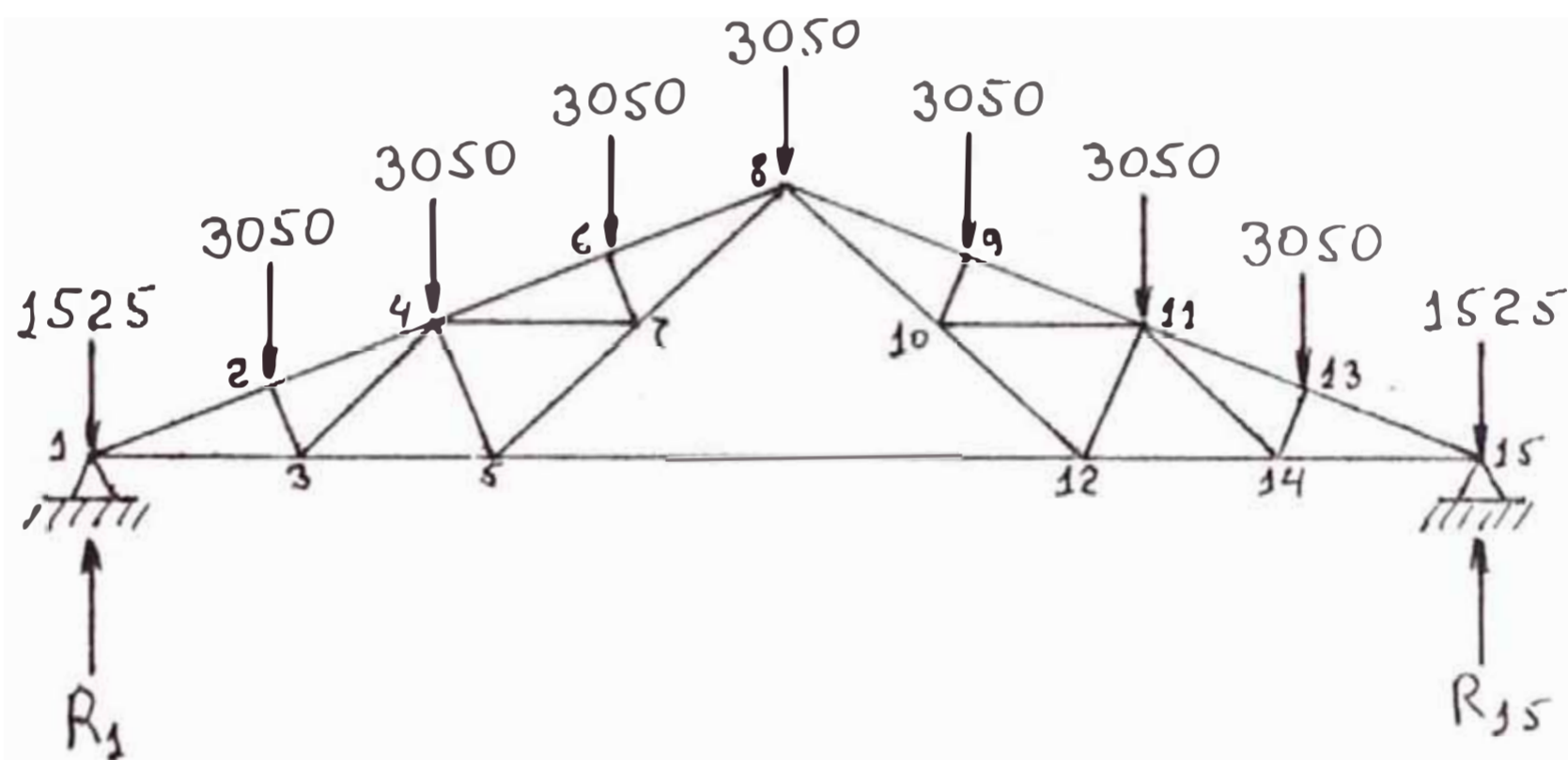


FIGURA N°5/16

Cálculo de las reacciones:

$$R_1 = R_{15} = (2 \times 1525 + 7 \times 3050)/2 = 12200 \text{ kg.}$$

Cálculo en los nudos:

Las fuerzas en las barras las obtenemos por proporcionalidad con el estado de cargas (1).

El factor de proporcionalidad = $\frac{3050}{3076} = 0,992$

$$Q_{12} = 0,992 \times 29000 = 28768 \text{ kg. } (-)$$

$$Q_{13} = 0,992 \times 26920 = 26705 \text{ kg. } (+)$$

$$Q_{23} = 0,992 \times 2880 = 2857 \text{ kg. } (-)$$

$$Q_{24} = 0,992 \times 27847 = 27624 \text{ kg. } (-)$$

$$Q_{34} = 0,992 \times 3850 = 3819 \text{ kg. } (+)$$

$$Q_{35} = 0,992 \times 23077 = 22892 \text{ kg. } (+)$$

$$Q_{46} = 0,992 \times 26695 = 26481 \text{ kg. } (-)$$

$$Q_{45} = 0,992 \times 5718 = 5672 \text{ kg. } (-)$$

$$Q_{47} = 0,992 \times 3850 = 3819 \text{ kg. } (+)$$

$$Q_{67} = 0,992 \times 2880 = 2857 \text{ kg. } (-)$$

$$Q_{68} = 0,992 \times 25543 = 25339 \text{ kg. } (-)$$

$$Q_{78} = 0,992 \times 11563 = 11470 \text{ kg. } (+)$$

$$Q_{57} = 0,992 \times 7700 = 7638 \text{ kg. } (+)$$

$$Q_{512} = 0,992 \times 15385 = 15262 \text{ kg. } (+)$$

Dado que la armadura es simétrica y las cargas también son simétricas, solamente se analiza la mitad.

Estado de Cargas [3]_L. Viento

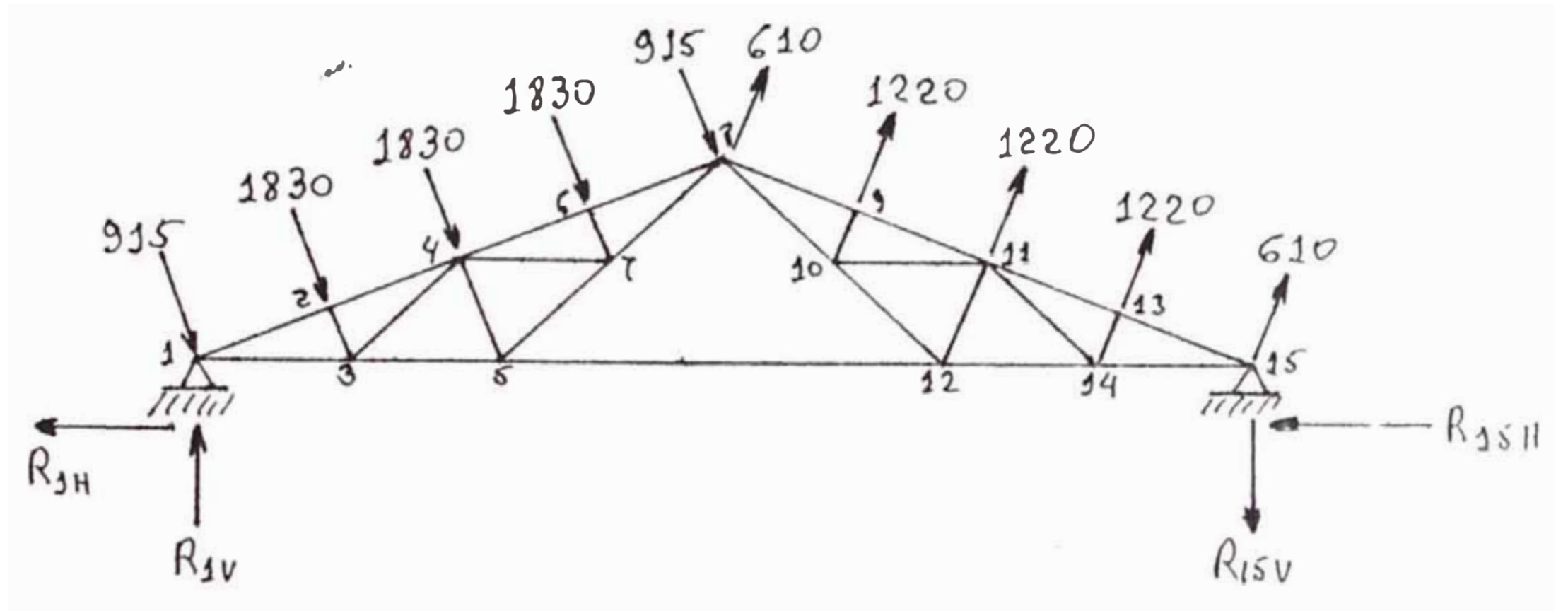


FIGURA N° 5/17

Resolviendo por el mismo método que la Nave de 20 mts.
ver fig 5/18.

Cálculo de las reacciones:

Resultante de cargas en presión: $2 \times 915 + 3 \times 1830 =$
7320 kg.

Aplicada en el nudo 4

Componentes

$$\text{Vertical} = 7320 \cos 21.8 = 6796 \text{ kg}$$

$$\text{Horizontal} = 7320 \sin 21.8 = 2719 \text{ kg}$$

$$\text{Resultante de cargas en succión: } 2 \times 610 + 3 \times 1220 = 4880 \text{ kg.}$$

Aplicado en el nudo II

Componentes

$$\text{Vertical} = 4880 \cos 21.8 = 4531 \text{ kg.}$$

$$\text{Horizontal} = 4880 \sin 21.8 = 1812 \text{ kg.}$$

$$\sum M_1 = 0$$

$$R_{15V} \times 30 - 4531 \times 22,5 = (1812 + 2719) \times 3 + 6796 \times 7,5 = 0$$

$$R_{15V} = 1246 \text{ kg.}$$

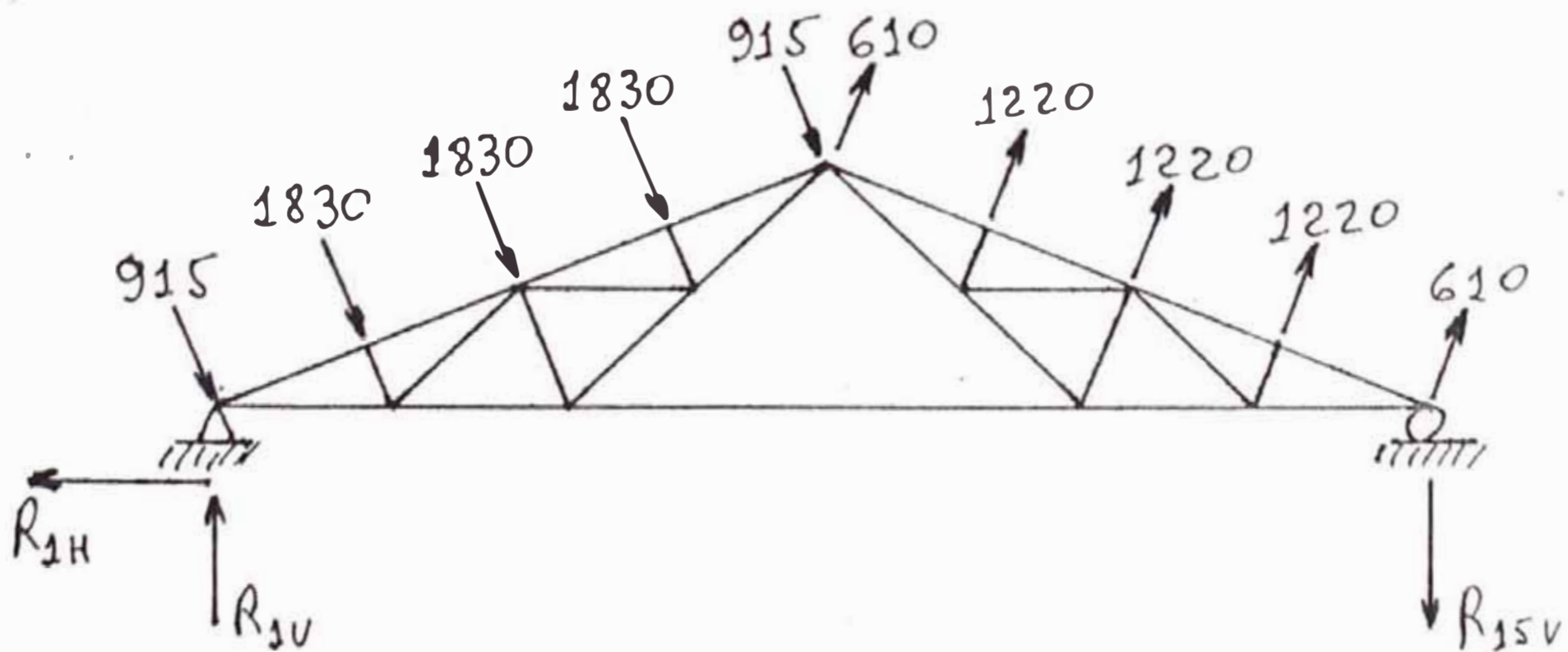


FIGURA N°5/18

$$\sum F_y = 0$$

$$R_1 v - 1246 - 6796 + 4531 = 0$$

$$R_1 v = 3511 \text{ kg.}$$

$$\sum F_x = 0$$

$$- R_{1H} = 4531 \text{ kg} - (4058) = 473, (R_{15H} = 4058 \text{ kg})$$

Cálculo en los nudos:

Las fuerzas en las barras las obtenemos por proporcionalidad con el estado de cargas (3) de la Nave de 20 Mts. de luz (cuadro No 5/16).

$$\text{El factor de proporcionalidad} = \frac{1830}{1216} = 1,506$$

$$Q_{12} = 1,506 \times 4765 = 7177 \quad (-)$$

$$Q_{13} = 1,506 \times 4513 = 6797 \quad (+)$$

$$Q_{24} = 1,506 \times 4765 = 7177 \quad (-)$$

$$Q_{23} = 1,506 \times 1216 = 1832 \quad (-)$$

$$Q_{34} = 1,506 \times 1637 = 2466 \quad (+)$$

$$Q_{35} = 1,506 \times 2876 = 4331 \quad (+)$$

$$Q_{45} = 1,506 \times 2431 = 3662 \quad (-)$$

$$Q_{47} = 1,506 \times 1637 = 2466 \quad (+)$$

$$Q_{46} = 1,506 \times 4765 = 7177 \quad (-)$$

$$Q_{57} = 1,506 \times 3273 = 4930 \quad (+)$$

$$\begin{aligned} Q_{512} &= 1,506 \times 397 - 598 \quad (-) \\ Q_{68} &- 1,506 \times 4765 - 7177 \quad (-) \\ Q_{67} &= 1,506 \times 1216 - 1832 \quad (-) \\ Q_{78} &- 1,506 \times 4910 = 7395 \quad (+) \\ Q_{89} &- 1,506 \times 1122 = 1690 \quad (+) \\ Q_{810} &- 1,506 \times 3268 = 4922 \quad (-) \\ Q_{910} &- 1,506 \times 810 - 1220 \quad (+) \\ Q_{911} &- 1,506 \times 1122 = 1690 \quad (+) \\ Q_{1011} &- 1,506 \times 1090 = 1642 \quad (-) \\ Q_{1012} &= 1,506 \times 2177 = 3279 \quad (-) \\ Q_{1112} &- 1,506 \times 1620 = 2440 \quad (+) \\ Q_{1113} &- 1,506 \times 1122 - 1690 \quad (+) \\ Q_{1114} &- 1,506 \times 1090 - 1642 \quad (-) \\ Q_{1214} &- 1,506 \times 2575 = 3879 \quad (-) \\ Q_{1314} &= 1,506 \times 810 - 1220 \quad (+) \\ Q_{1315} &- 1,506 \times 1122 - 1690 \quad (+) \\ Q_{1415} &= 1,506 \times 3665 = 5220 \quad (-) \\ R_{15H} &= 1,506 \times 2694 - 4058 \end{aligned}$$

Estado de Cargas (4). Carga concentrada

Tomaré una carga concentrada de 1500 kg. en cualquier nudo de la brida inferior.

Vamos a separar dos posiciones de carga en el nudo 3 y en el nudo 5.

Carga Concentrada en el nudo (3):

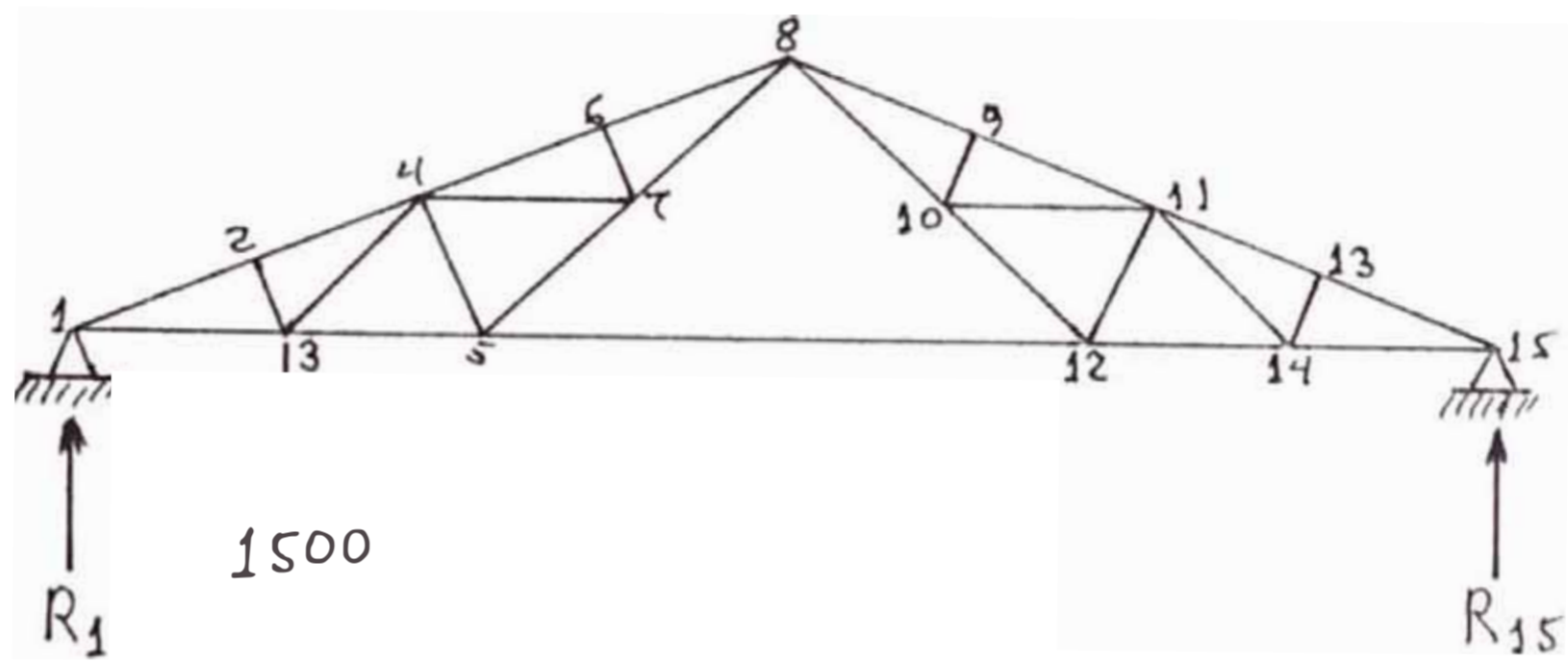


FIGURA N°5/19

Cálculos de las reacciones:

$$\sum M_{15} = 0$$

$$R_1 \times 30 - 1500 \times 25,65 = 0 \quad R_1 = 1282,5 \text{ kg.}$$

$$\sum F_y = 0$$

$$R_{15} + 1282,5 - 1500 = 0 \quad R_{15} = 217,5 \text{ kg.}$$

Cálculo de los nudos:

Las fuerzas de las barras se obtienen por proporcionalidad con el estado de carga 4, nudo 3 de la nave de 20 mts. Tenemos:

$$\text{factor} = \frac{1500}{1500} = 1$$

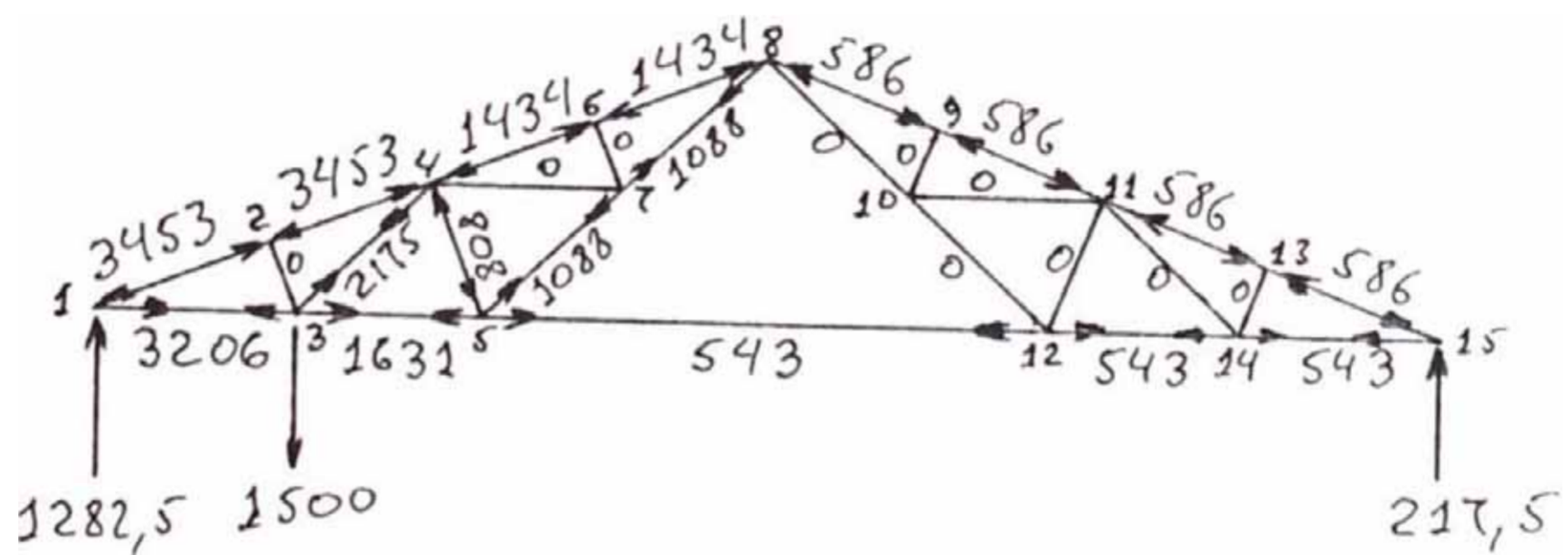


FIGURA N° 5/20

- Carga concentrada en el nudo (5):

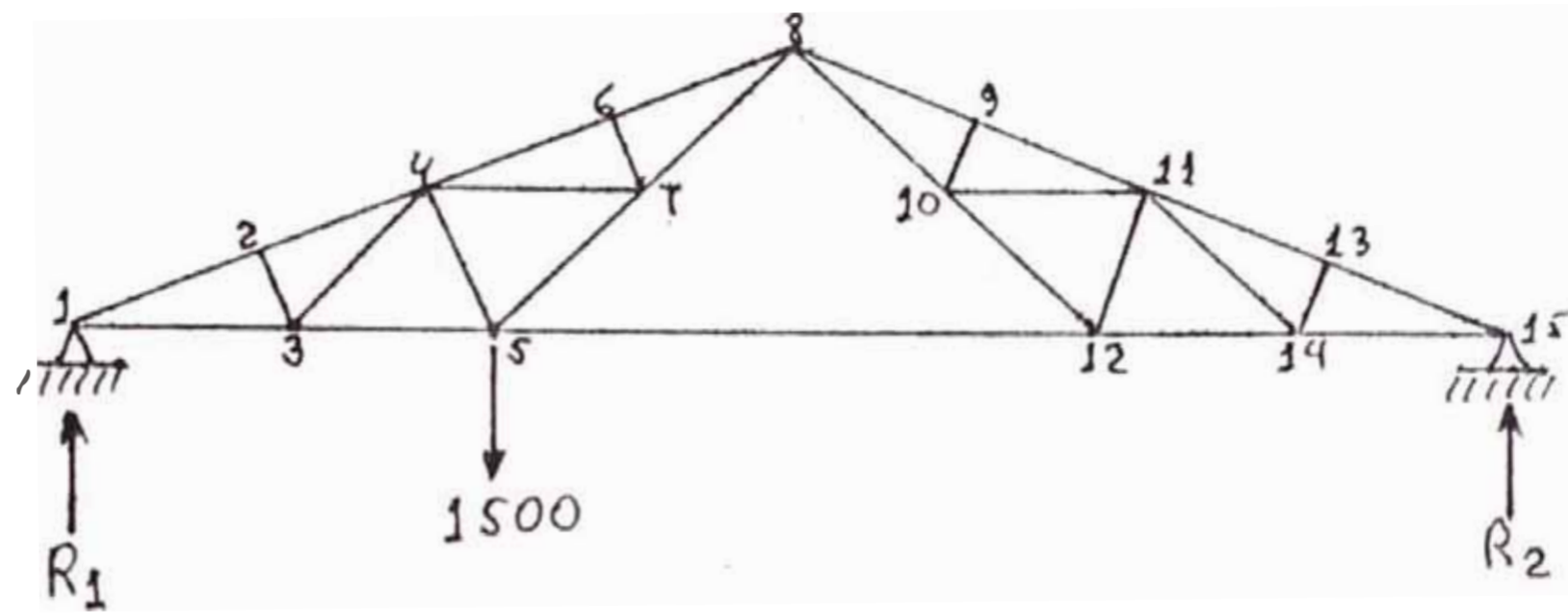


FIGURA N° 5/21

Por proporcionalidad = a 1 por el estado de cargas 4,
nudo 5 de la nave de 20 mts, tenemos:

Cálculo de las reacciones:

$$R_1 = 1065 \text{ kg.}$$

$$R_2 = 435 \text{ kg.}$$

Cálculo de los nudos:

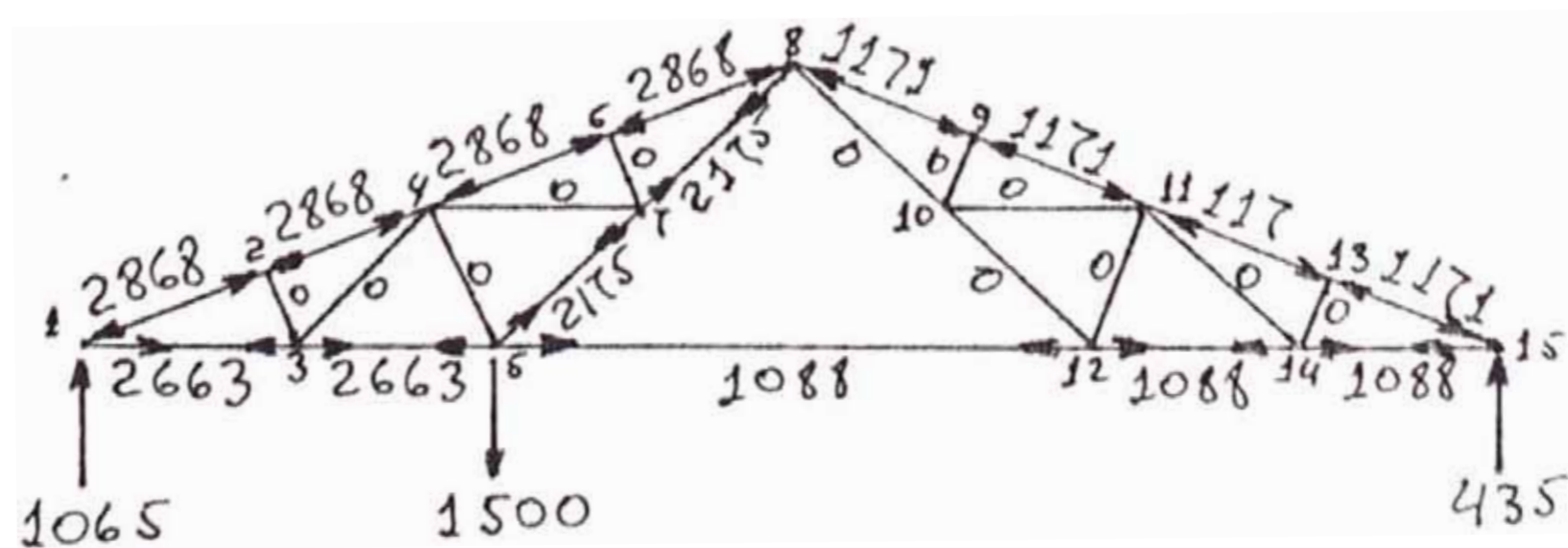


FIGURA N° 5/22

Como lo realizado con la nave de 20 mts. obtenemos la carga definitiva "S" de la combinación del estado - (21 + Fig. No 5/20 y No 5/22. (Ver cuadro No 5/19).

Trabajo solamente con la mitad de la armadura dada su simetría teniendo en cuenta que posiciones de carga no simétrica pueden ocurrir.

Asímismo en aquellas barras en las que se presenta inversión de esfuerzo se tendrá en cuenta los dos valores.

Las fuerzas axiales por sobrecarga (s) de los nudos son: (kg)

Criterio de Diseño

En el Cuadro N° 5/20 muestra las fuerzas axiales del diseño. Determino las fuerzas del diseño utilizando las siguientes combinaciones :

$$(1) \quad P + S$$

$$(2) \quad P + W$$

$$(3) \quad 0.75 (P + S + W)$$

CUADRO N° 5/19

<u>Barra</u>	<u>(2) + (5/20)</u>	<u>(2) + (5/22)</u>	S
1-2	-32221	-31636	-32221
1-3	29911	29368	29911
2-3	-2857	-2857	-2857
2-4	-31077	-30492	-31077
3-4	5994	3819	5994
3-5	24523	25555	25555
4-6	-27915	-29349	-29349
4-5	-6480	-5672	-6480
4-7	3819	3819	3819
6-7	-2857	-2857	-2857
6-8	-26773	-28207	-28207
7-8	12558	13645	13645
5-7	8726	9813	9813
5-12	15805	16350	16350
R1	13482,5	13265	13482,5
R15	12417,5	12635	12635

CUADRO N° 5/20

Barra	P+S	P+W	P-W	0,75(P+S+W)	0,75(P+S-W)	F. de diseño
1-2	61221	36177	27310	51299	44648	61221
1-3	56831	33717	21891	47721	38852	56831
2-3	5737	4712	1660	5677	3388	5737
2-4	58924	35024	26157	49576	42926	58924
3-4	9844	6316	2208	9233	6152	9844
3-5	48632	27408	19198	39722	33565	48632
4-6	56044	33872	25005	47416	40766	56044
4-5	12198	3380	3278	11895	7319	12198
4-7	7669	6316	2208	7601	4520	7669
6-7	5737	4712	1660	5677	3388	5737
6-8	53750	32720	23853	45695	39045	53750
7-8	25208	18958	6641	24452	15215	25208
5-7	17513	12630	4421	16832	10676	17513
5-12	31735	14787	14787	23353	23353	31735
R	25786,5	15815	11058	21973	18405	25786,5

Dimensionado del tijeral:

Con los datos del cuadro N° 5/20 paso a dar forma a la estructura. Se distinguen dos clases de fuerzas axiales que intervienen y son tracción y compresión. Para el caso de la tracción utilizaré un esfuerzo permisible de 1200 Kg/cm^2 (DIN 1050).

a) Cuerda superior.

$$C_{\text{max}} = 61221 \text{ Kg.}$$

$$l = 4039 \text{ mm.}$$

Probamos un W200 x 46 similar a (W8 x 31 americano)

$$A = 58,8 \text{ cm}^2$$

$$r_x = 8,8 \text{ cm}$$

$$r_y = 5,1 \text{ cm}$$

Límite de esbeltez. Para nuestro caso $K = 1,0$

$$\left(\frac{Kl}{r_x} \right) = \frac{1,0 \times 403,9}{8,8} = 46$$

$$\left(\frac{Kl}{r_y} \right) = \frac{1,0 \times 403,9}{5,1} = 79$$

El esfuerzo admisible en compresión para $Kl/r = 79$

$$\text{es } F_a = 1083 \text{ Kg/cm}^2 \text{ (AISC)}$$

La compresión admisible es :

$$C_{\text{adm}} = AF_a = 58,8 \times 1083 = 63680 \text{ Kg.}$$

$$\text{luego : } 61221 \text{ Kg} < 63680 \text{ Kg.....OK}$$

Uso el perfil W 200 x 46

b) Cuerda inferior.

$$T_{\max} = 56831 \text{ Kg. (tracción máxima)}$$

Probamos W200 x 46

$$f_t = \frac{T}{A} = \frac{56831}{58,8} = 967 \text{ Kg/cm}^2 \text{ (esfuerzo actuante axial)}$$

$$\text{asimismo } F_t = 1200 \text{ Kg/cm}^2 \text{ (condiciones de s diseño)}$$

$$\text{luego : } 967 \text{ Kg/cm}^2 < 1200 \text{ Kg/cm}^2 \dots\dots\dots \text{OK}$$

Uso el perfil W200 x 46.

c) Malla interior.

- Barras 5 - 7 y 7 - 8 y 3 - 4 y 4 - 7 en tracción.

$$T_{\max} : 25208 \text{ Kg (tracción máxima)}$$

Probamos con sección 150 x 17,9 (similar W6 x 12 Americano)

$$A = 22,8 \text{ cm}^2$$

$$f_t = \frac{T}{A} = \frac{25208}{22,8} = 1104 \text{ Kg/cm}^2 \text{ (esfuerzo actuante axial)}$$

$$\text{asimismo } F_t = 1200 \text{ Kg/cm}^2 \text{ (condiciones de diseño)}$$

$$1104 \text{ Kg/cm}^2 < 1200 \text{ Kg/cm}^2 \dots\dots\dots \text{OK}$$

Uso el perfil W 150x 17,9

- Barras 2 -3, 4 - 5 y 6 - 7 en compresión.

$$C_{\max} = 12198 \text{ Kg (compresión máxima)}$$

$$l = 3231 \text{ mm.}$$

Probamos W 150 x 17,9

$$A = 22,8 \text{ cm}^2$$

$$r_x = 6,3 \text{ cm}$$

$$r_y = 2,3 \text{ cm}$$

Límite de esbeltez $K = 1,0$

$$\frac{K l}{r_y} = \frac{1,0 \times 323,1}{2,3} = 139$$

El esfuerzo admisible para $\frac{K l}{r} = 139$ es $F_a = 541,1 \text{ Kg/cm}^2$

La compresión admisible

$$C_{\text{adm}} = A F_a = 22,8 \times 541,1 = 12337 \text{ Kg.}$$

$$12198 \text{ Kg} < 12337 \text{ Kg}$$

Uso el perfil W 150 x 17,9

Peso del tijeral :

$$\text{Cuerda superior : } 8 \times 4,030 \times 46 = 1483,04 \text{ kg.}$$

$$\text{Cuerda inferior : } 30 \times 46 = 1380,00 \text{ kg.}$$

$$\text{Malla interior : } 2 \times 3,231 \times 17,9 = 115,67 \text{ Kg.}$$

$$4 \times 1,616 \times 17,9 = 115,67 \text{ Kg.}$$

$$8 \times 4,350 \times 17,9 = \underline{622,92 \text{ Kg.}}$$

$$\text{TOTAL} = 3717,3 \text{ Kg.}$$

5.3.4. Cálculo de la Viga Carrilera de la Nave de 20 mts de luz.

Para esta nave se ha considerado una grúa puente de 15 ton. de levante y una luz entre columnas de 15 mts.

a) Características de la grúa - puente : Datos Catálogo Fabricante. Ver figura No. 5/23.

Capacidad : 15 ton.

Luz a ejes del riel : 18500 mm.

Peso de vigas puente : 8280 kg.

Peso del trolley : 6080 kg.

Carga máx. sobre una rueda : 13140 Kg.

Carga mínima sobre una rueda : 2100 kg.

Distancia entre ejes de ruedas : 4000 mm.

Riel A 65 (Din 536) : 43,5 kg/m.

b) Estado de Cargas.

- Carga Vertical (P) :

Carga máxima en ruedas + 25 % por impacto. (Ver - AISC 1.3.3)

$$P = 1,25 \times 13140 = 16425 \text{ Kg.}$$

- Frenado Transversal (T) : Viene a ser el 20 % del levante más del peso del trolley.

Carga de levante = 15000 kg.

Peso del trolley = 6080 kg.

21080 kg.

$$T_t = 0,2 \times 21080 = 4216 \text{ kg.}$$

En cada rueda $T_r = 4216/4 = 1054 \text{ kg.}$

y es aplicado al nivel del riel.

- La fuerza Longitudinal (L) : viene a ser el 10% de la carga máxima en las ruedas.

$$L = 0,10 \times (2 \times 13140) = 2628 \text{ Kg.}$$

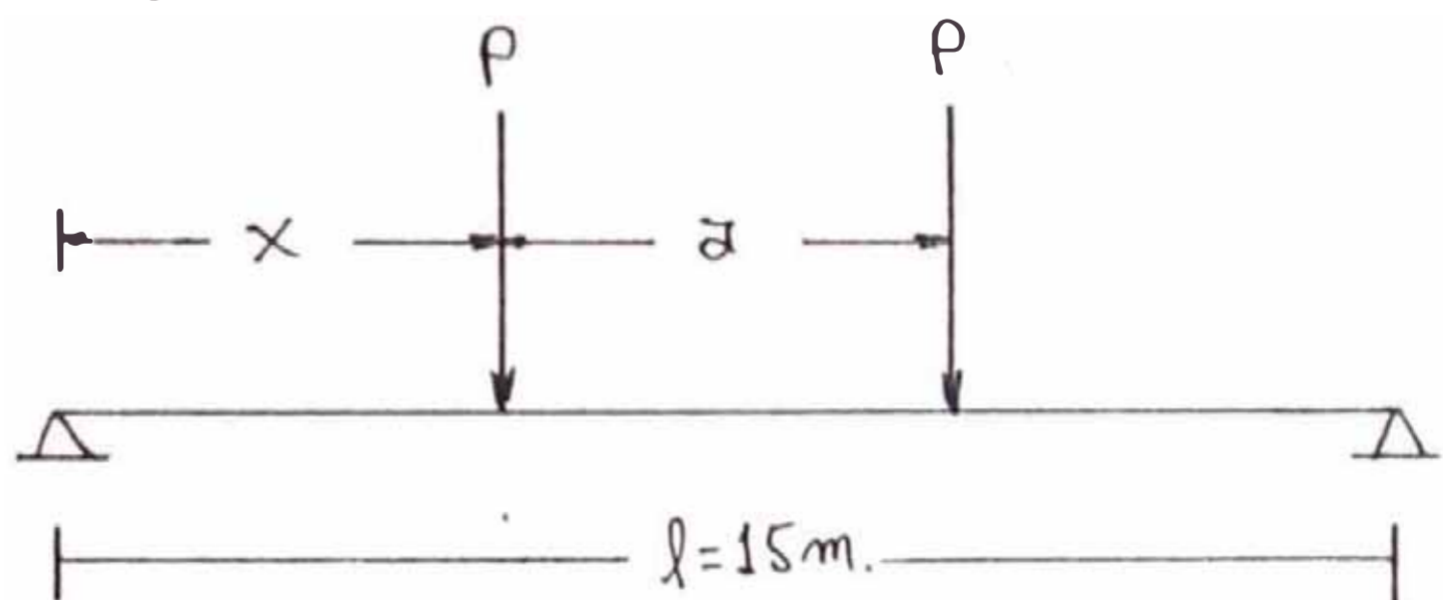
c) Cálculo.

Eje x - x

Voy a considerar la viga carrilera como implemento -
apoyada en sus dos extremos y con una carga móvil -
desplazable.

Para encontrar la posición del momento máximo vea -
mos el caso 41.

Pág. 2 - 212 del AISC.



Tenemos que $a = 4,0$ (Separación entre ruedas)

$$0,586 \times l = 0,586 (15 \text{ m}) = 8,79 > 4,0 \text{ m.}$$

luego el momento máx. se produce para

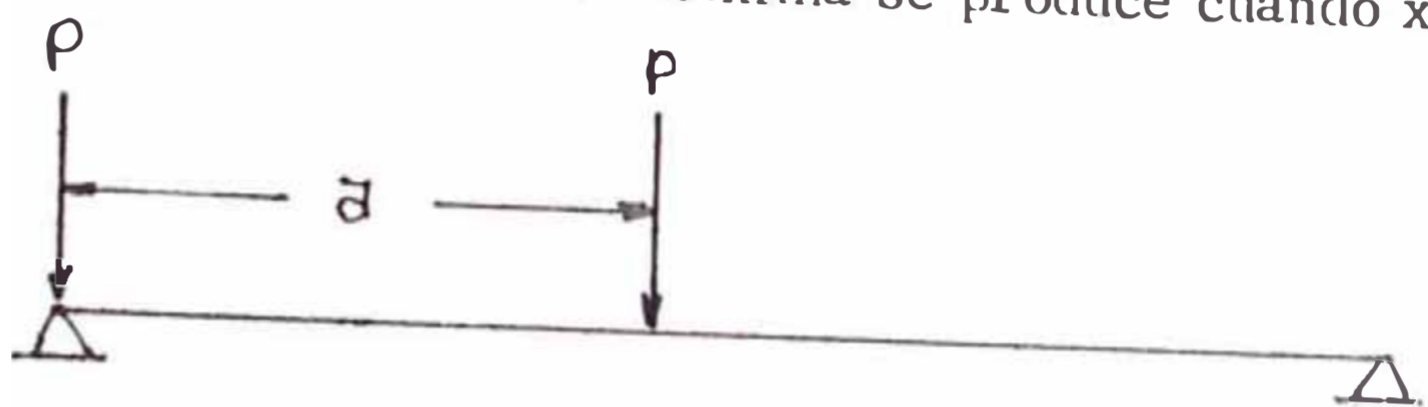
$$x = 1/2 (l - a/2)$$

$$x = 1/2 x (15 - 4/2) = 6,5 \text{ m.}$$

$$\text{Con un valor de } M = \frac{P}{2l} x (1 - a/2)^2$$

$$M = \frac{16425}{2 \times 15} (15 - 4/2)^2 = 92527,5 \text{ kgm}$$

La fuerza cortante máxima se produce cuando $x = 0$



$$V_1 = P (2 - a/l)$$

$$V_1 = 16425 (2 - 4/15)$$

$$V_1 = 28470 \text{ Kg.}$$