

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA**



**FABRICACIÓN Y MONTAJE DE ESTRUCTURA  
METÁLICA DE LAS FAJAS TRANSPORTADORAS  
DE BAGAZO Y CARBÓN PARA LA CALDERA  
DE LA PLANTA CASAGRANDE S.A.A.**

**INFORME DE SUFICIENCIA  
PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO MECÁNICO  
NÉSTOR GUSTAVO ROJAS LI  
PROMOCIÓN 1996-I**

**LIMA-PERÚ**

**2010**

A mis hijos por su fortaleza y  
ternura que me inspiran.

# **INDICE**

## **CAPITULO I**

### **INTRODUCCIÓN**

1.1 Antecedentes	4
1.2 Objetivo	5
1.3 Justificación	5
1,4 Alcances	5
1.5 Limitaciones	6

## **CAPÍTULO II**

### **ESPECIFICACIONES Y REQUERIMIENTOS**

2.1 Recepción de documentos y anexos del proyecto de ingeniería	8
2.1.1 Especificaciones técnicas de la estructura metálica	8
2.2 Revisión de planos de diseño y planos de detalle	9
2.2.1 Planos de diseño y planos de detallamiento	9
2.2.2 Identificación y disposición de elementos estructurales	10
2.2.3 Revisión de planos de diseño y planos de detallamiento	10
2.3 Elaboración de los Organigramas	17
De Planeamiento	
De fabricación y montaje	
2.4 Metrado de materiales de acero	21
2.5 Metrado de consumibles y pintura	24
2.6 Requerimiento de equipos y herramientas e implementos de seguridad	25
2.7 Requerimiento de mano de obra	28

2.8 Cronograma de ejecución del proyecto	29
--	----

### **CAPITULO III**

#### **FABRICACIÓN**

3.1 Principios	30
3.2 Cronograma de fabricación	32
3.3 Control de suministros, materiales, consumibles, servicios, etc.	35
3.4 Programa de trabajos de grupo	35
3.5 Proceso de fabricación	35
3.5.1 En obra	35
3.6 Supervisión de la fabricación	38
3.6.1 Control de calidad	38
3.6.2 Control de avance de fabricación	41
3.6.3 Supervisión de seguridad industrial	42

### **CAPITULO IV**

#### **MONTAJE**

4.1 Premisas	43
4.2 Cronograma del montaje	44
4.3 Control de suministros	45
4.3.1 Consumibles y pinturas	45
4.3.2 Equipos y herramientas	45
4.3.3 Implementos de seguridad	45
4.4 Programa de trabajos en grupo	45
4.5 Proceso de montaje	46
4.6 Supervisión de montaje	48

4.6.1 Control de calidad	49
4.6.2 Control de seguridad en trabajos de altura	49
4.6.3 Control de equipos para maniobra	49

## **CAPITULO V**

### **COSTOS**

5.1 Estructura de costos	53
5.1.1 Costos	53
5.1.2 Costos por elementos fabricados	57

## **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

## **BIBLIOGRAFIA**

## **APENDICE**

## PROLOGO

En el presente proyecto tenemos como objetivo el alcanzarles la información de todo lo establecido en el proceso de elaboración del trabajo, que se manifiesta como sigue:

En el Capítulo 1, están los objetivos del proyecto que es establecer los procesos de fabricación y montaje. En los alcances determina que debemos hacer, que es lo que incluye y no incluye, como corresponde solamente estructura de soporte, barandas y pórticos. En las limitaciones del proyecto contempla hasta donde debemos llegar, así como también la justificación del mismo.

En los Capítulos II y III, tenemos los detalles iniciales del proyecto a ejecutarse, tales como las recepciones de los planos, especificaciones técnicas y el planeamiento del trabajo desde sus inicios.

En el Capítulo IV, se encuentra establecido principalmente el proceso de fabricación, así como también la forma organizativa de los grupos de trabajo, incluyendo a las supervisiones continuas tanto de seguridad como de control de calidad.

En el Capítulo V, se encuentra establecido el cronograma de montaje, los suministros tanto de equipos, herramientas y personal para la realización del trabajo. Igualmente

En el Capítulo VI, se encuentra establecido el análisis de costos unitarios establecidos antes de iniciarse el proyecto e inclusive mucho antes de otorgar la buena pro a la compañía que ejecuto el trabajo. Al final se establece un cuadro de elementos fabricados con sus tiempos establecidos, para la realización de los pagos parciales por avance de obra.

Luego tenemos las conclusiones y recomendaciones, que de alguna manera nos permite desarrollar mejores métodos en los procesos tanto de fabricación como de montaje, para posteriores trabajos que jamás faltan en nuestra rutina diaria.

**“FABRICACIÓN Y MONTAJE DE ESTRUCTURAS DE FAJAS  
TRANSPORTADORAS DE BAGAZO Y CARBÓN PARA ALIMENTACIÓN DE  
CALDERA PLANTA CASAGRANDE S.A.A”**



# CAPÍTULO I

## INTRODUCCIÓN

### 1.1. Antecedentes

Actualmente en la Empresa están trabajando con dos calderos que generan 85Kgr/Hr y 75KgrHr de vapor y que estos fueron construidos muy independientemente en lugares estratégicos, según sus necesidades en tiempos anteriores. Sus soportes de las fajas transportadoras cada uno independiente y son de estructuras livianas.

Debido a la demanda del azúcar la empresa a decidido ampliar la producción con la instalación de un nuevo caldero ecológico de una entrega de vapor de 130,000Kgr/Hr, y para ello diseñaron la construcción de un soporte de estructura, en donde se van a sostener 02 fajas transportadoras que alimentaran al caldero de bagazo y carbón y así suministrar vapor; al turbo generador, a la zona de lavados, y otros lugares donde es necesario la energía térmica para el proceso del azúcar.

Con esta instalación del caldero, la empresa mejorara el proceso del azúcar, ya que los calderos anteriores son de poca capacidad y a la vez cumplirá con uno de los requisitos indispensables en estos últimos tiempos, que es cuidar el medio ambiente, ya que es ecológico, Últimamente se ha tenido que cambiar todo

el cableado eléctrico a uno de los calderos existentes, pues se produjo un corto circuito, y por ello una parada de por lo menos 20 días, provocando una pérdida en la producción.

## 1.2. Objetivos

### 1.2.1 Objetivos principal

Ejecutar la fabricación y montaje de las estructuras metálicas, para las fajas transportadoras de bagazo y carbón para la alimentación del caldero nuevo.

### 1.2.2 Objetivos específicos

Determinar los procesos para la fabricación y el montaje de las estructuras metálicas, de las fajas transportadoras de bagazo y carbón para la alimentación de la cámara de combustión del caldero de 130Kgr/hr de la planta Casa grande SAA.

## 1.3. Justificación

La fabricación, se justifica porque estos servirán para alimentar el caldero nuevo y así garantizar la capacidad energética que necesita la planta para aumentar la producción del azúcar, ya que los calderos existentes necesitan un mantenimiento que demanda tiempo para su buena reparación y funcionamiento y no ocasionar pérdidas por paradas de mantenimiento.

## 1.4. Alcances

El proyecto principal, es la instalación del caldero TSXG por extranjeros chinos, de los cuales el soporte de estructura metálica de las fajas transportadoras y otros, es parte del proyecto. La Empresa Contratistas Granada SAC, dedicada a obras civiles se le concede la buena pro, para la fabricación y montaje de la

estructura. La Empresa Contratistas Granada SAC, subcontrata a la Empresa SC Ingenieros de Proyectos SAC, la cual se encarga de realizar el trabajo.

Para empezar la fabricación de los elementos, se coordina con los ingenieros de ambas empresas, recepcionando los documentos técnicos y planos de diseño para realizar el detallamiento correspondiente a la primera fase del trabajo.

También se coordina las negociaciones establecidas en el presupuesto realizado, las cuales establecen las responsabilidades del proceso de trabajo, como son los servicios de grúa, cargueros tipo cama baja, montacargas, entrega de gases y otros.

#### 1.5. Limitaciones

La obra se realizara en las mismas instalaciones de la planta, donde cuenta con un área, para el proceso de fabricación de 100m x 50m, cercano al lugar donde se instalara el soporte.

Para la fabricación la longitud del enrejado se programara por tramos, ya que el paso o vía de ingreso está limitado por sus dimensiones (4.5m de ancho x 3.5m de altura. Los tramos a fabricar estarán comprendidos entre 12 a 15 metros de longitud y un ancho de 4.2 metros.

Para los pórticos, solamente del eje X, se enviara para la zona de arenado en dos tramos, ya que tiene 17.414 metros de longitud, longitud que no podrá dar salida de la zona de fabricación por mucha altura.

La corriente de 440V y de 220V, se tendrá que traer de una distancia de unos 25 metros, en donde se encuentra una subestación de energía.

La coordinación del servicio de la grúa, es factor de prever, por el hecho que en casi todo el proceso de fabricación y montaje, se solicita. Siendo un motivo

muy importante para mantener los tiempos de procesos ininterrumpidos, y por tanto sin perjudicar el avance.



**FOTOGRAFIA N° 1.1**  
**VISTA LATERAL DESDE LA PARTE INFERIOR DE LAS FAJAS**  
**TRANSPORTADORAS**

## CAPITULO II

### ESPECIFICACIONES Y REQUERIMIENTOS

#### 2.1. Recepción de documentos y anexos del proyecto de ingeniería

Se mencionan todas las especificaciones técnicas de las estructuras metálicas a utilizar en el proyecto.

##### 2.1.1. Especificaciones técnicas de las estructuras metálicas

Estas especificaciones tienen por objetivo determinar las normas y recomendaciones generales para la fabricación y montaje de la estructura metálica.

Normas y códigos aplicables a todas las estructuras metálicas que serán fabricados y montados de acuerdo con la última edición de las siguientes normas y códigos:

AISC (AMERICAN INSTITUTE OF STEEL CONSTRUCTION)

ASTM (AMERICAN SOCIETY FOR TESTING MATERIALS)

ANSI (AMERICAN NATIONAL STANDARDS INSTITUTE)

ASME (AMERICAN SOCIETY FOR MECHANICAL ENGINEERS)

AWS (AMERICAN WELDING SOCIETY)

En caso de discrepancias entre los códigos mencionados se aplicaran los más restrictivos.

## 2.2. Revisión de planos de diseño y planos de detallamiento

Los planos de diseño entregados por los ingenieros encargados de la obra, previa verificación y firmados como compromiso si hubiere alguna modificación posteriormente, son revisados y en campo; las medidas hechas por el diseñador serán verificadas para empezar a realizar el detallamiento de los elementos.

### 2.2.1. Planos de diseño y planos de detallamiento

#### 2.2.1.1. Planos de diseño

Se mencionan las codificaciones de los planos entregados, por los supervisores de la empresa Contratistas Granada SAC y el supervisor encargado de la Empresa Casagrande SAA.

Plano EG – 1 Rev. A

Plano EB – 1 Rev. A

Plano EB – 2 Rev. A

Plano EB – 3 Rev. A

Plano EB – 1 Rev. O

Plano EB – 2 Rev. O

Plano EB – 3 Rev. O

Plano EB – 4 Rev. O

Plano EB – 5 Rev. O

2.2.1.2. Los planos de detallamiento viene en isométrico, de elementos de fabricación y elementos para el montaje, y están codificados. Se muestra la relación de la codificación de los planos:

Plano 13307-08 ER1 Rev.0

Plano 13307-08 ER2 Rev.0

Plano 13307-08 ER3 Rev.0

Plano 13307-08 ER4 Rev.0

Plano 13307-08 ER5 Rev.0

Plano 13307-08 ISO-01 Rev. A

Plano 13307-08 m01 Rev. A

Plano 13307-08 m02 Rev. A

Plano 13307-08 m03 Rev. A

Plano 13307-08 Im05 Rev. A

### 2.2.2. Identificación y disposición de elementos estructurales

La identificación de los elementos esta dado en los planos de diseño y de detallamiento. La tabla de elementos se presenta a continuación, en donde también se menciona los tipos de perfiles que se utilizaron para la fabricación.

### 2.2.3. Revisión de los planos de diseño y de detallamiento.

Recibido el expediente técnico del departamento de ingeniería se procedió a la revisión y evaluación integral de los planos que conforman el proyecto, poniendo énfasis en los siguientes aspectos:

Revisión de los planos de diseños.

Revisión, de la elaboración de una relación entre diseños y especificaciones técnicas de la fabricación y del montaje.

Se plantea soluciones adecuadas en coordinación con el departamento de ingeniería, correcciones o modificaciones que sin cambiar los diseños del proyecto, permitan optimizar los tiempos y mantener las mismas características de cada elemento a fabricar.

Los planos se entregaron indicando el tipo de revisión actualizado, firmado y aprobado por el encargado del área del departamento de ingeniería.



**FOTOGRAFIA N° 2.0**

**VISTA DE LA ESTRUCTURA DE FAJAS, EDIFICIO, CALDERO Y  
TEMPLADORES VERTICALES.**



**TABLA 2.1**  
**LISTADO DE COMPONENTES Y ELEMENTOS**

MARCA	CANT.	DESCRIPCIÓN	PERFIL	LARGO	AREA	AREA	P.	P. TOTAL
		N		O	U.	TOT	UNIT	
A1	2	ANGULO	L3X3X1/2	375	0.12	0.24	5.2	10.4
A2	4	ANGULO	L3X3X1/2	563	0.17	0.68	7.8	31.3
AR1	2	ARANDELA	3-1/2Ø_WASHER	12	0.05	0.6	1.7	20.4
D1	1	DIAGONAL	TS8X8X1/4	7823	7.04	7.04	315.2	315.2
D2	2	DIAGONAL	TS8X8X1/4	9005	7.93	15.86	355.4	710.9
D3	1	DIAGONAL	TS8X8X1/4	7823	7.04	7.04	315.2	315.2
D4	2	DIAGONAL	TS8X8X1/4	8038	6.53	13.06	292.2	584.4
D5	2	DIAGONAL	TS8X8X1/4	5446	4.47	8.94	199	398
D6	2	DIAGONAL	TS8X8X1/4	4261	3.53	7.06	156.4	312.8
D7	2	DIAGONAL	TS8X8X1/4	8207	6.66	13.32	298.3	596.6
D8	2	DIAGONAL	TS8X8X1/4	4361	3.61	7.22	160	320
D9	2	DIAGONAL	TS8X8X1/4	2876	2.44	4.88	106.6	213.2
D10	1	DIAGONAL	WT4X9	2734	1.76	1.76	56.9	56.9
D11	1	DIAGONAL	WT5X11	3518	2.22	2.22	67.9	67.9
D12	6	DIAGONAL	WT5X11	3518	2.2	13.2	67.9	407.7
D13	1	DIAGONAL	WT5X11	3591	2.24	2.24	69.1	69.1
D14	6	DIAGONAL	WT5X11	3518	2.22	13.32	67.9	407.7
D15	1	DIAGONAL	WT5X11	3518	2.22	2.22	67.9	67.9
D16	1	DIAGONAL	WT5X11	3482	2.2	2.2	67.5	67.5
D17	1	DIAGONAL	WT5X11	3182	2.03	2.03	63.3	63.3
D18	1	DIAGONAL	WT5X11	3628	2.28	2.28	69.8	69.8
D19	6	DIAGONAL	WT3X6	3804	1.51	24.16	39.7	635.4
D20	6	DIAGONAL	WT4X9	3771	1.98	11.88	57.3	343.6
D21	2	DIAGONAL	WT5X15	2223	1.25	2.5	49.8	99.5

D22	2	DIAGONAL	WT5X15	2225	1.25	2.5	49.8	99.6
D23	1	DIAGONAL	WT5X11	1636	0.9	0.9	26.9	26.9
D24	1	DIAGONAL	WT5X11	1649	0.91	0.91	27.1	27.1
D25	4	DIAGONAL	WT5X11	1649	0.91	3.64	27.1	108.2
D26	2	DIAGONAL	WT5X11	1655	0.91	1.82	27.2	54.3
D27	1	DIAGONAL	WT5X11	1620	0.9	0.9	26.6	26.6
D28	6	DIAGONAL	WT5X11	1649	0.89	5.34	27.1	162.4
D29	1	DIAGONAL	WT5X11	1459	0.79	0.79	23.9	23.9
D30	1	DIAGONAL	WT5X11	1636	0.88	0.88	26.8	26.8
D31	2							
D31	0	DIAGONAL	WT5X11	1649	0.91	18.2	27.1	541.2
D32	1	DIAGONAL	WT5X11	3518	2.22	2.22	67.9	67.9
D33	1	DIAGONAL	WT5X11	1649	0.91	0.91	27.1	27.1
D34	1	DIAGONAL	WT5X11	3523	2.22	2.22	68	68
D35	1	DIAGONAL	WT5X11	1736	0.96	0.96	28.5	28.5
D36	1	DIAGONAL	WT5X11	1680	0.93	0.93	27.6	27.6
D37	1	DIAGONAL	WT5X11	1725	0.95	0.95	28.3	28.3
D38	1	DIAGONAL	WT5X11	1459	0.81	0.81	23.9	23.9
D39	4	DIAGONAL	WT5X11	2226	1.23	4.92	36.5	146.1
D40	3							
D40	2	DIAGONAL	WT3X6	1829	0.65	20.8	16.5	527.6
D41	1	DIAGONAL	WT4X9	1256	0.6	0.6	16.7	16.7
D42	1							
D42	5	DIAGONAL	WT4X9	1796	0.85	12.75	23.9	358.8
D43	1	DIAGONAL	WT4X9	1150	0.55	0.55	15.3	15.3
D44	1	DIAGONAL	WT5X11	3523	2.22	2.22	68	68
D45	3	DIAGONAL	WT4X9	3771	1.97	5.91	57.3	171.8
D46	3	DIAGONAL	WT4X9	1796	0.84	2.52	23.9	71.8
D47	1							
D47	5	DIAGONAL	WT3X7.5	2878	1.32	19.8	32.2	483.2
D48	7	DIAGONAL	WT3X7.5	2815	1.29	9.03	31.5	220.6

ER1	1	ENREJADO	W18X55	3192	25.8	25.8	1329	1329
ER2	1	ENREJADO	W18X55	4998	33.52	33.52	1696. 2	1696.2
ER3	1	ENREJADO	W10X49	8483	54.87	54.87	2890. 8	2890.8
ER4	1	ENREJADO	W10X49	10990	67.63	67.63	3502. 6	3502.6
ER5	1	ENREJADO	W27X84	17676	139.2	139.2	7470. 1	7470.1
ER6	1	ENREJADO	W12X26	18817	64.31	64.31	2066. 3	2066.3
ER7	1	ENREJADO	W12X26	18817	65.63	65.63	2112. 6	2112.6
ER8	1	ENREJADO	W12X26	18862	69.57	69.57	2480. 9	2480.9
ER9	1	ENREJADO	W12X26	18862	70.88	70.88	2526. 8	2526.8
ER10	1	ENREJADO	W12X26	15938	50.38	50.38	1583. 6	1583.6
ER11	1	ENREJADO	W12X26	15938	51.48	51.48	1622. 2	1622.2
ER12	1	ENREJADO	W12X26	13061	46.41	46.41	1646. 5	1646.5
ER13	1	ENREJADO	W12X26	13061	47.29	47.29	1677. 3	1677.3
ER14	1	ENREJADO	W12X26	16549	56.64	56.64	1832. 9	1832.9
ER15	1	ENREJADO	W12X26	16549	57.74	57.74	1871. 4	1871.4
G1	6	GUIA	PIPE3-1/2 SCH40	202	0.07	0.42	2.7	16.5
PAS1	6	PASADOR	D88.9	566	0.17	1.02	27.4	164.4

PL1	2	PLANCHA	PL12X75	402	0.07	0.14	2.8	5.7
PL2	2	PLANCHA	PL600X325X16	325	0.42	0.84	24.5	49
PL3	2	PLANCHA	PL3X375	625	0.48	0.96	8.5	17.1
PL4	2	PLANCHA	PL450X675X25	675	0.66	1.32	59.6	119.2
PL5	2	PLANCHA	PL3X325	600	0.4	0.8	7.1	14.2
	1		3-					
TR1	2	TUERCA	1/2_HEAVY_HEX	90	0.09	1.08	6.8	81.7
V1	2	VIGA	W10X22	3134	3.51	7.02	107	214
	5							
V2	0	VIGA	W10X22	2892	3.25	162.5	99.1	4952.7
V3	2	VIGA	W10X22	3134	3.53	7.06	107	214
V4	4	VIGA	W10X22	3125	3.52	14.08	106.7	426.8
V5	2	VIGA	W10X22	2938	3.32	6.64	100.6	201.2
V6	2	VIGA	W10X22	2047	2.24	4.48	69.3	138.6
V7	1	VIGA	W12X40	5854	9.21	9.21	389.5	389.5
V8	1	VIGA	W12X40	5854	9.43	9.43	397.2	397.2
V9	1	VIGA	W12X40	6313	11.38	11.38	489.4	489.4
V10	1	VIGA	W12X40	6313	11.82	11.82	504.8	504.8
V11	1	VIGA	W8X15	3012	2.95	2.95	89.4	89.4
V12	1	VIGA	W8X15	3012	2.95	2.95	89.9	89.9
V13	3	VIGA	W8X15	3012	3.24	9.72	106.5	319.4
	2							
V14	6	VIGA	W10X26	3012	3.52	91.52	121.6	3161.3
V15	2	VIGA	W10X26	3008	3.52	7.04	121.8	243.5
V16	1	VIGA	W10X26	2990	3.24	3.24	115.4	115.4
V17	3	VIGA	W8X48	3420	5.86	17.58	448.8	1346.4
V18	1	VIGA CAJON	PL16X417	3520	12.18	12.18	728	728
<b>TOTAL</b>						<b>1588.66</b>	<b>60431.4</b>	



**FOTOGRAFÍA N° 2.1**

**VISTA DEL PÓRTICO DE 17,85 METROS DE ALTURA**

**Determinaciones**

Al iniciar la elaboración del presupuesto se toma en cuenta, el peso, la cantidad de personal, las herramientas y equipos que se necesitan, los servicios, para proyectarse en el tiempo de ejecución del trabajo y realizar el cronograma general requerido.

Cuando se recibe el trabajo, se realizan algunos ajustes previamente a los documentos y planes para iniciar el trabajo, y se establece los organigramas correspondientes, según las necesidades del caso, tanto para la fabricación y de montaje. El organigrama de planeamiento de la empresa ya está dado.

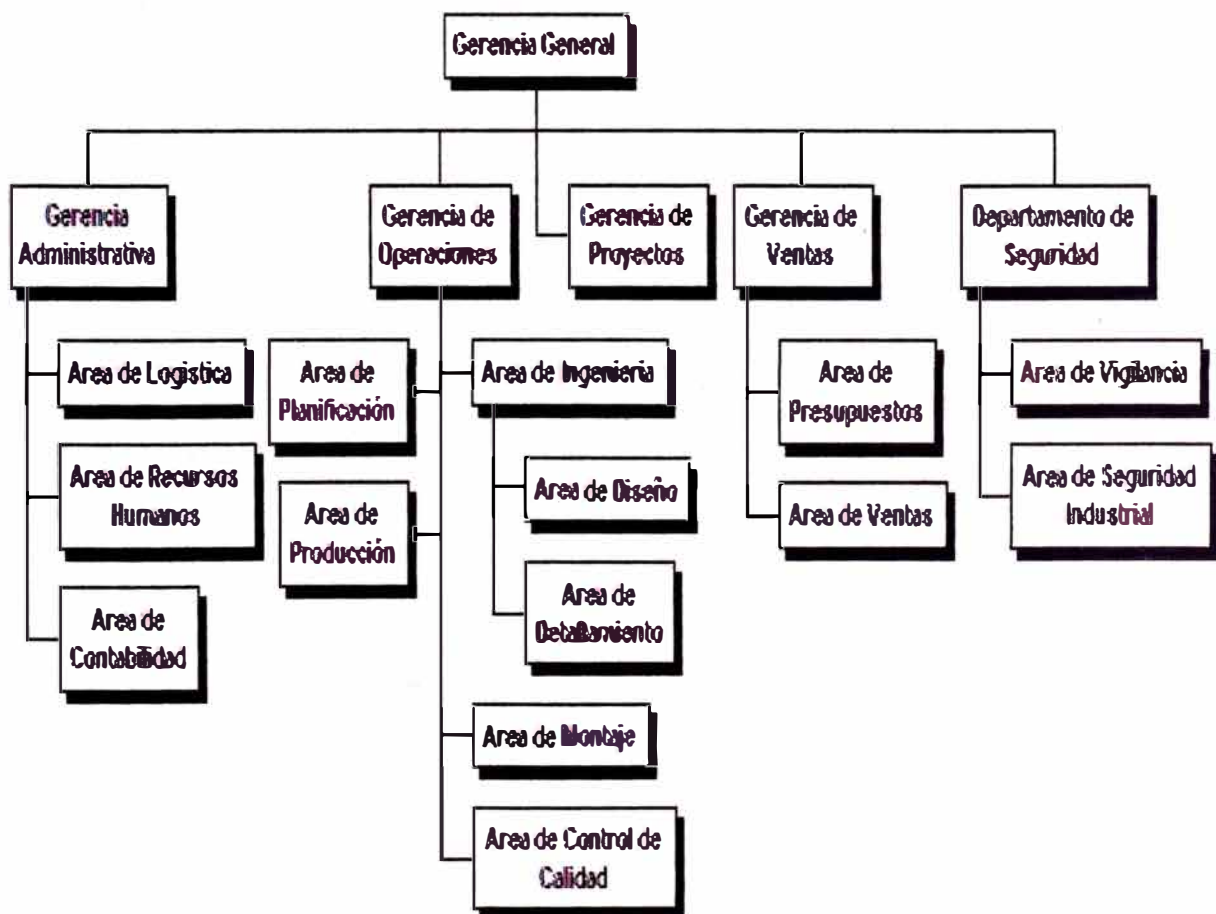
### 2.3. Elaboración de los organigramas.

El organigrama de planeamiento está establecido por la Empresa SC Ingenieros de Proyectos SAC, como se presenta en el siguiente diagrama.

Los organigramas de fabricación y montaje están estructurados según el tiempo programado con el personal disponible, para alcanzar los objetivos ya descritos.

## ORGANIGRAMA 2.1

### ORGANIGRAMA DE PLANEAMIENTO



Ingeniero Residente, es el responsable de la dirección del proyecto y está encargado de la planificación, organización, selección del personal, el objetivo, el tiempo, costo, ejecución y entrega del producto final.

El Ingeniero Residente debe tener presente que las tratativas más importantes son con el cliente.

Ingeniero Asistente, tiene la responsabilidad de asistir en todo momento al Ingeniero Supervisor, coordinar los trabajos en los lugares asignados y proporcionar la instrucción y ser guía para el personal contratado, verificar que todos los materiales lleguen a la obra en el momento oportuno, los servicios, los avances y la distribución de todo el personal, maquinas y herramientas de forma adecuada.

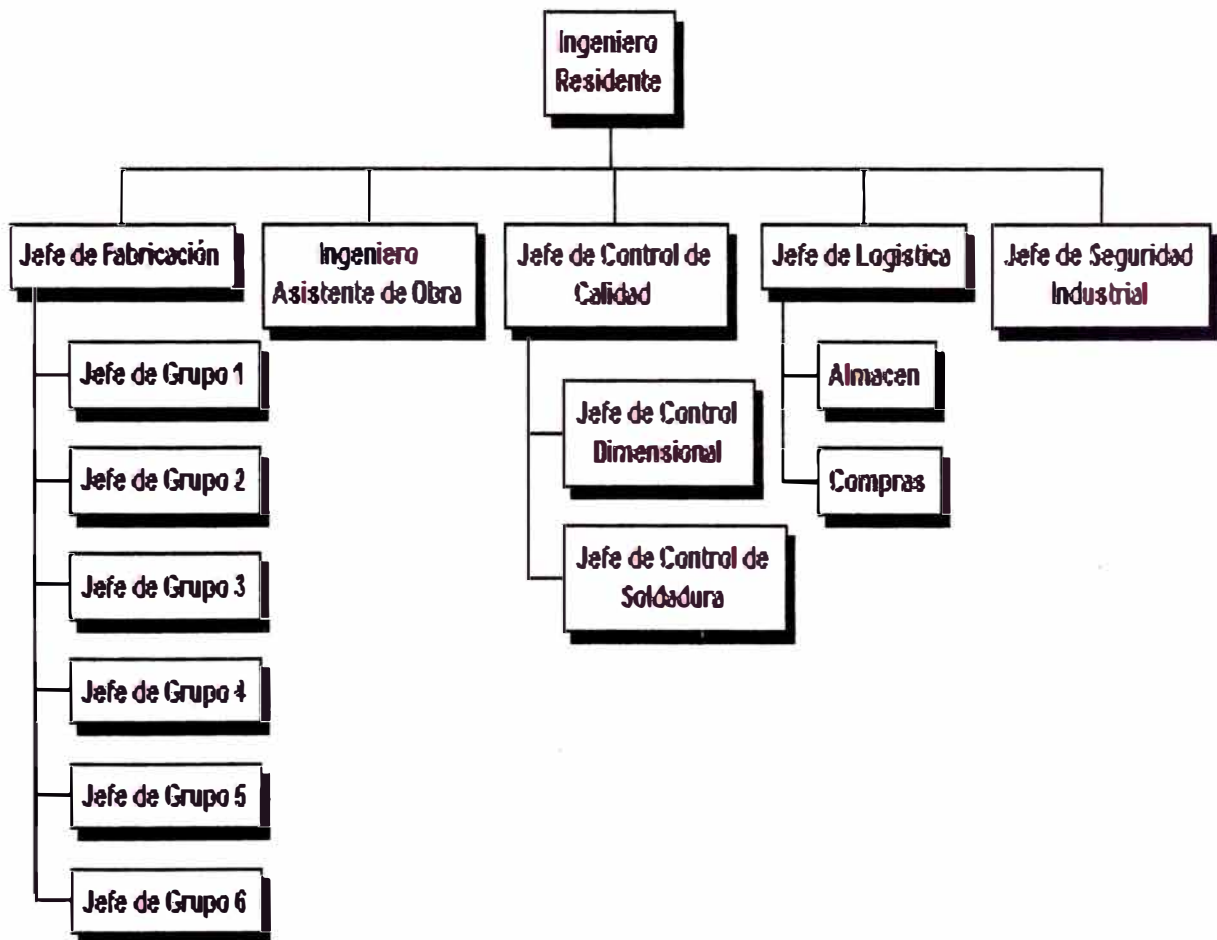
Técnico en Control de Calidad, Es el encargado del aseguramiento de calidad del proyecto, es el responsable de supervisar y auditar las actividades de calidad de materiales y de los productos finales, tanto en la fabricación como en el montaje, tiene la autoridad de detener el trabajo, indicar correcciones de productos mal elaborados, para luego continuar el trabajo.

Técnico en Seguridad Industrial, tiene la responsabilidad de evitar cualquier tipo de accidente, controlar que el personal asignado al proyecto este adecuadamente uniformado y protegido con todos los implementos de seguridad según sea el tipo de trabajo que este desempeñando.

Se debe reportar en cada momento cero accidentes, para tener así una buena labor en el proyecto.

## ORGANIGRAMA 2.2

### ORGANIGRAMA DE FABRICACIÓN

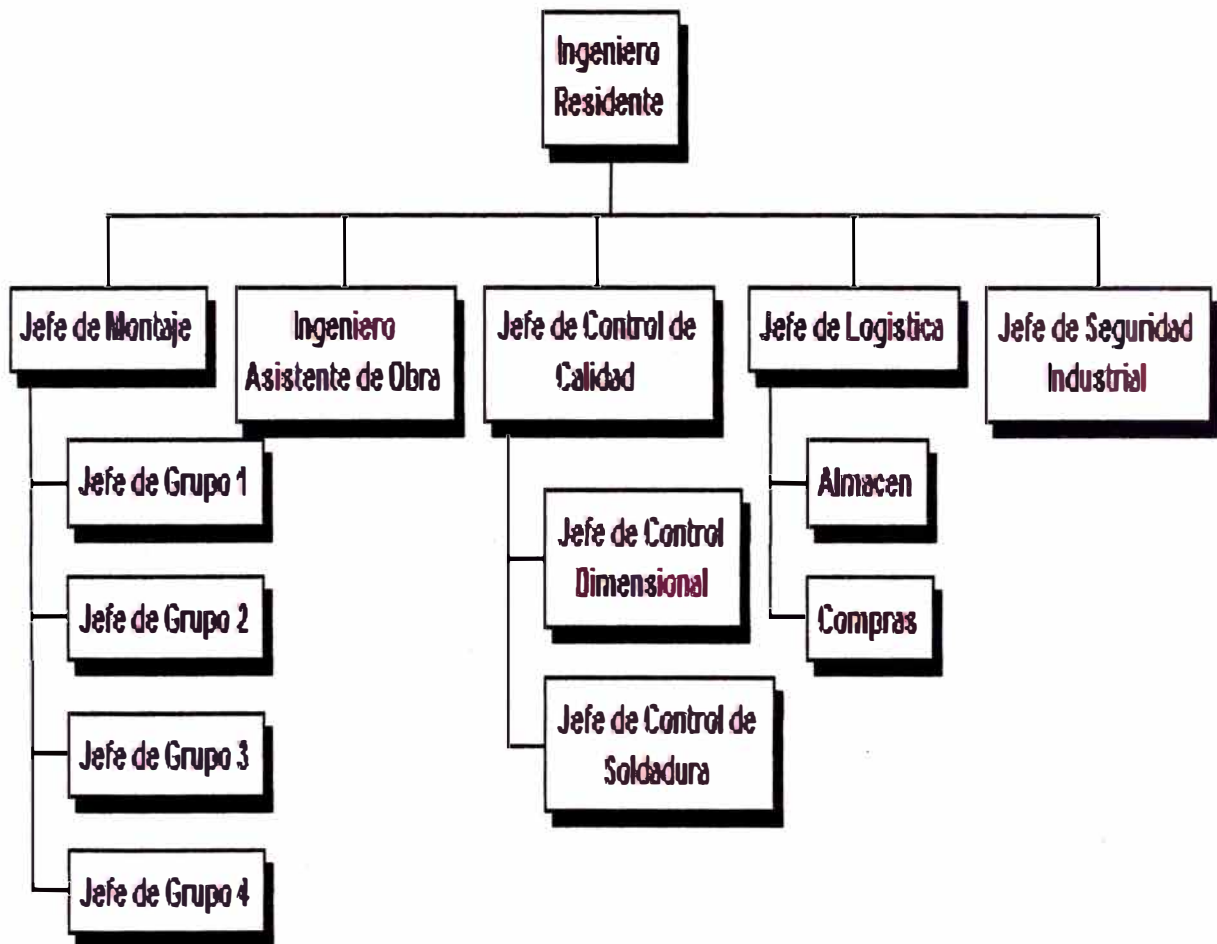


Grupos: 1, 2, 3, 4 lo conforman los habilitadores y armadores  
Grupos: 5, 6, 7 lo conforman los soldadores



## ORGANIGRAMA 2.3

### ORGANIGRAMA DE MONTAJE



Grupos: 1, 2, 3 lo conforman caldereros montajistas  
Grupos: 4, 5 lo conforman soldadores montajista

## 2.4. Metrado de los materiales de acero

El metrado de los materiales de acero es muy importante determinarlos, pues con ello se obtienen la mano de obra, los consumibles, la cantidad de pintura, el tiempo de ejecución de la obra y el costo total del proyecto.

Se utilizaron perfiles H, planchas estructurales, tubos cuadrados, ángulos, etc.

### 2.4.1. Optimización de los materiales de acero

El metrado de los materiales se realizó teniendo en cuenta la optimización del consumo de acero. En el caso de los pórticos se codificó cada componente (piezas) del elemento llamado pórtico con la ayuda de un programa de cálculo, se realizó un ordenamiento para finalmente obtener un aprovechamiento lineal del acero, llegando a optimizar el consumo de acero en un 10%.

En la tabla N° 3.1, se da un resumen de todos los materiales de acero involucrados en la fabricación de la estructura.

**TABLA 2.2**  
**LISTADO DE MATERIALES DE ACERO**

<b>PERFIL</b>	<b>MATERIAL</b>	<b>L.T. (m)</b>	<b>PESO T.</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
W10X22	A36	138.468	4543.5	Para obtener WT5X11
W10X22	A36	178.386	5863.2	
W10X26	A36	132.972	5126.4	
W10X30	A36	26.69	1195.2	Para obtener WT5X15
W10X49	A36	37.238	2715.8	
W12X26	A36	172.713	6691.6	
W12X40	A36	25.491	1520.8	Para obtener WT6X20
W12X40	A36	24.242	1448.6	
W18X50	A36	16.228	1208.2	
W30X90	A36	34.498	4612.6	
W6X12	A36	59.696	1076.8	Para obtener WT3X6
W6X15	A36	31.4375	703.5	Para obtener WT3X7.5
W8X15	A36	106.412	2392.9	
W8X18	A36	35.703	950.4	Para obtener WT4X9
W8X24	A36	57.95	2078	
W8X48	A36	10.26	732.6	
TS 8X8X1/4	A36	99.842	3590.4	
TS 6X6X1/4	A36	101.454	2692.2	
PIPEØ3-1/2 SCH40	A36	0.202	2.7	
L4X4X3/8	A36	2.64	38.4	

L4X4X1/4	A36	21.02	209.2	
L3X3X1/4	A36	39.04	292.8	
L3X3X1/2	A36	3.102	43.2	
PLATINA 3/16 X 1"	A36	17.683	22.4	
PL10 mm	A36		3330.7	
PL12 mm	A36		2952.3	
PL16 mm	A36		797.6	
PL20 mm	A36		158	
PL25 mm	A36		163.4	
PL3.2 mm	A36		0.2	
PL32 mm	A36		667.6	
PL38 mm	A36		2263.2	
PL6 mm	A36		166	
PL3.2 mm	PLOMO		31.2	
Tubo Ø1 ¼"	A-53	260	881.4	
Tubo Ø1"	A-53	440.66	1101.65	

**TOTAL****62264.65**

### 2.5. Metrado de consumibles y pintura

Los consumibles son aquellos que se utilizan en el proceso de fabricación y montaje de la estructura soporte de las fajas transportadoras, y son requeridos según la herramienta y/o equipo.

Para el tratamiento superficial de la estructura se emplea el proceso de arenado comercial.

Para el recubrimiento de la superficie se emplea pintura epóxica de la marca CPPQ.

**TABLA 2.3**  
**CONSUMIBLES Y PINTURA**

Nº	DESCRIPCIÓN	CANT	UNID
1	Discos de corte de 4"	60	Unid
2	Discos de corte de 7"	50	Unid
3	Discos de desbaste 4"	36	Unid
4	Discos de desbaste de 7"	30	Unid
5	Alambre para soldadura mig N 1.6	18	Rollos
6	Alambre para soldadura mig N1.2	12	Rollos
7	Discos trenzados de fierro	24	Unid
8	Tiza calderera	89	Unid
9	Soldadura E 6011-1/8	60	Kgr
10	Escobillas de fierro	54	Unid
11	Trapo industrial	25	Kgr
12	Thinner acrílico	20	Glns

13	Metanol o refrigerante	14	litros
14	Diluyente	28	Glns
15	Pintura base epóxica	110	Glns
16	Pintura esmalte acabado	200	Glns

## 2.6. Requerimiento de equipos, herramientas e implementos de seguridad

El requerimiento de los equipos, herramientas e implementos de seguridad está programado según el tiempo y el personal establecido para la fabricación y el montaje de la estructura.

Según el avance parcial se evalúa los tiempos de entrega de cada etapa del proyecto. Si hubiera algún retraso se programa los equipos y/o herramientas necesarias para obtener el avance estimado en el proyecto.

**TABLA 2.4**  
**RESUMEN DE EQUIPOS Y HERRAMIENTAS**

Nº	DESCRIPCIÓN	CANT	UNID
1	Esmeriles de 7"	10	Unid
2	Esmeriles de 4"	15	Unid
3	Taladro magnético	2	Unid
4	Brocas especiales de 45mm	3	Unid
5	Brocas especiales de 28mm	4	Unid
6	Brocas especiales de 21mm	5	Unid
7	Brocas especiales de 18mm	6	Unid

8	Maquina de soldar tr-330 trifásico	4	Unid
9	Maquina de soldar Kempf monofásica	4	Unid
10	Cable vulcanizado trifásico	200	Mt
11	Cable monofásico vulcanizado	250	Mt
12	Escuadras de tope de 12" metálicas	15	Unid
13	Escuadras de 24" metálica	7	Unid
14	Escuadra falsa	2	Unid
15	Nivel de mano de 24"	2	Unid
16	Nivel de mano de 10"	5	Unid
17	Tablero eléctrico trifásico	2	Unid
18	Tablero eléctrico monofásico	2	Unid
19	Carro porta botellas de gases	4	Unid
20	Horno eléctrico	3	Unid
21	Cinceles	8	Unid
22	Comba de 6 libras	8	Unid
23	Combas de 12 libras	2	Unid
24	Barretas	4	Unid
25	Pata de cabra	3	Unid
26	Maquina de soldar mig mag 400kwatts	2	Unid
27	Taladro percutor de ½"	1	Unid
28	Brocas de 5/8", ½", 3/8"	12	Unid
29	Tirfor de 10 tn	1	Unid
30	Tecles de 5 tn	2	Unid
31	Tecles de 2 tn	2	Unid
32	Soga de ½ de nylon x 25 metros	4	Unid

33	Tira línea	6	Unid
34	Regla de aluminio de 3mt	2	Unid
35	Carrito de corte	2	Unid
36	Equipo de oxicorte (mangueras y manómetros)	4	Unid
37	Boquillas de corte	15	Unid
38	Chisperos	10	Unid
39	Repuestos para chisperos	20	Unid
40	Limpia boquillas	5	Unid
41	Garruchas de 6"	4	unid
42	Rayadores	10	Unid
43	Punzón	5	Unid

**TABLA 2.5**

**RESUMEN DE IMPLEMENTOS DE SEGURIDAD**

Nº	DESCRIPCIÓN	CANT	UNID
1	Cascos de seguridad color azules	25	Unid
2	Cascos de seguridad color blanco	5	Unid
3	Barbiquejos	20	Unid
4	Zapatos punta de aceros	50	Unid
5	Guantes de cuero cortos	25	Pares
6	Guantes de cuero manga larga	10	Pares
7	Lentes de seguridad	45	Unid
8	Careta para protección de esmerilar	20	Unid



9	Careta para soldar	10	Unid
10	Lentes para oxicorte	5	Unid
11	Tapones de oído	45	Pares
12	Arnés de seguridad	15	Unid
13	Mandiles de cuero	25	Unid
14	Escarpines de cuero	25	Pares
15	Mangas de cuero	25	Pares
16	Cuerda de vida trenzado ½" x 20 metros	4	Unid
17	Cinta de seguridad	2	Rollo
18	Extintores	10	Bot
19	Andamios	10	cuerpos

## 2.7. Requerimiento de mano de obra

Para la mano de obra de dicho proyecto, se cuenta con el 65% del personal perteneciente a la empresa encargada para realizar el proyecto, por tanto ya no era necesaria las evaluaciones para este personal.

Con el 35% se contrata dicho personal, realizando las evaluaciones en obra, teniendo como previa selección, sus documentos.

Se firma el contrato correspondiente, comprometiéndose en la entrega del trabajo en los tiempos establecidos en el cronograma de fabricación y montaje.

## 2.8.- CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN

Id	Nombre de tarea	noviembre 2008	diciembre 2008	enero 2009	febrero 2009	marzo 2009	abril 2009
		noviembre	diciembre	enero	febrero	marzo	abril
		nov	dic	ene	feb	mar	abr
1	Planeamiento del Proyecto						
2	Compras de materiales y recepción						
3	Traslado e instalación equipos y otros						
4	Proceso de Fabricación						
5	Cierre parcial						
6	Proceso de Montaje						

## CAPITULO III

### FABRICACIÓN

#### 3.1. Principios

Para tener en cuenta, los procesos de fabricación, hay que conocer el tipo de material al que debemos moldear, como está compuesto.

Hablemos del acero de construcción. Son los que sirven para la fabricación de elementos estructurales y pueden ser aleados y sin alear.

Los no aleados tienen, en general, 0.1 a 0.6% de C, mientras que los aceros para herramientas contienen 0.6 a 1.6% de C.

En general, todos los aceros aleados únicamente con carbono se denominan brevemente "aceros ricos en carbón" o también "aceros no aleados", aunque estos aceros, según las últimas normas, pueden contener hasta 0.8% de Mn, 0.5% de Si, 0.25% de Cu, 0.1% de Al, Ti y otros elementos de aleación.

La proporción de carbono en los aceros puede llegar a ser, prácticamente, de 0.03% a 1.6%. El carbono es el principal regulador de las propiedades resistentes de los aceros no aleados y ofrece la posibilidad de templearlos y mejorarlos. La temperatura de fusión (de cerca de 1500 grados en el acero dulce) y los pesos específicos (7.85 en el acero dulce) disminuyen a medida que aumenta la proporción de carbono, a la vez que aumenta la resistencia a la tracción, hasta

0.9% de C máximo, cerca de 34 a 90 Kg/mm<sup>2</sup> (en estado recocido)) y disminuye el alargamiento a la rotura, de 25-30% a un 10%. Mediante la adición de 0.1% carbono, se consigue aumentar en los aceros técnicos la resistencia a la tracción (en estado laminado) en cerca de 9 Kg/mm<sup>2</sup> y el límite aparente de elasticidad en 4-5 Kg/mm<sup>2</sup>. La dureza aumenta de unos 100 a 350 grados brinell; la resiliencia y ductilidad disminuyen marcadamente. La soldabilidad es buena únicamente hasta 0.3%

En cuanto a los aceros de construcción, pueden ser clasificados, según el campo de aplicación, en aceros para la construcción de maquinas, para edificios y para la construcción de puentes.

Para el proceso del acero estructural A-36, tenemos las siguientes propiedades, básicos que se dan para moldearlos.

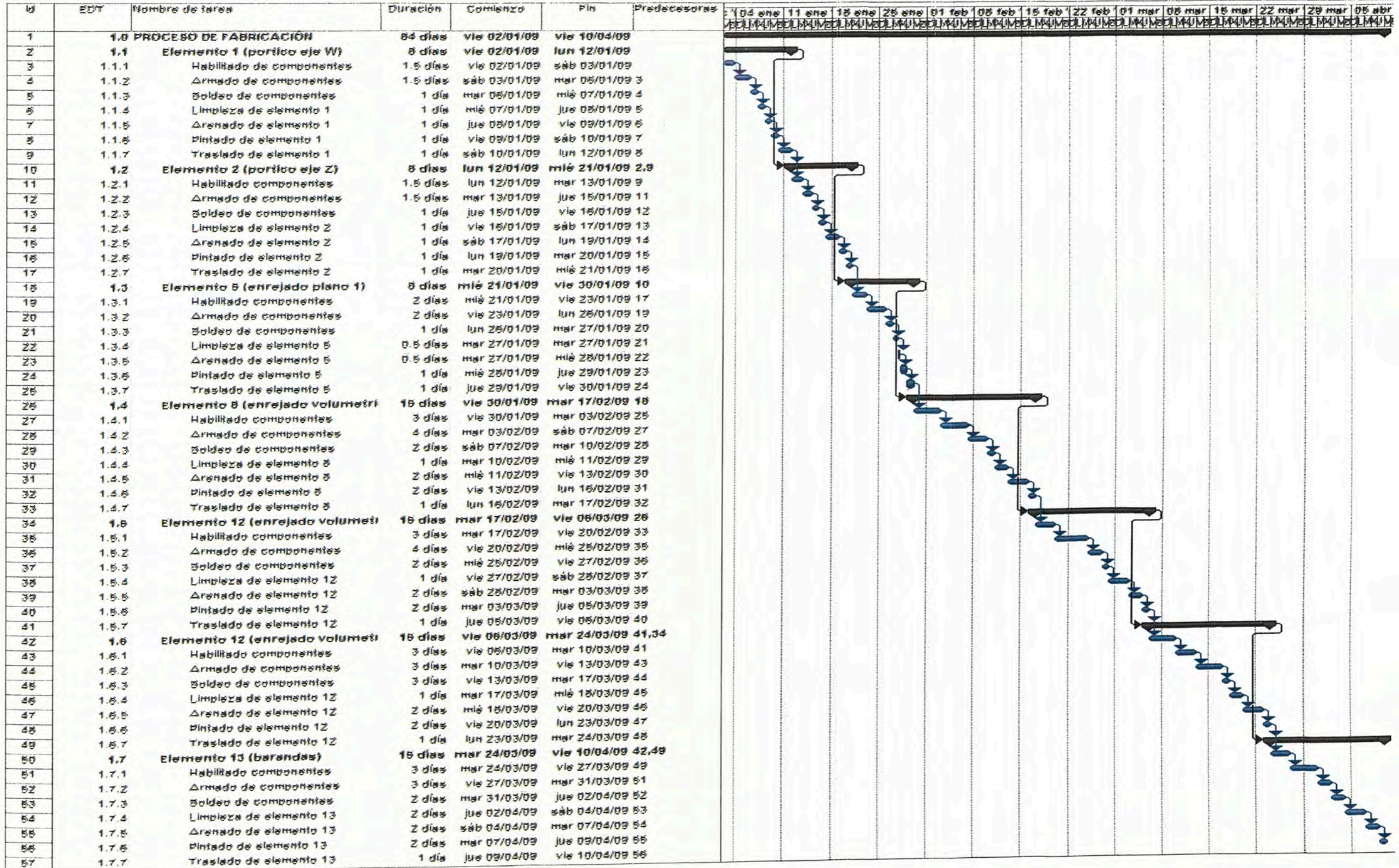
Como la mayoría de los aceros, el A36, tiene una densidad de 7850 kg/m<sup>3</sup> (0.28 lb/in<sup>3</sup>). El acero A36 en barras, planchas y perfiles estructurales con espesores menores de 8 pulgadas (203,2 mm) tiene un límite de fluencia mínimo de 250 MPA (36 kpsi), y un límite de rotura mínimo de 410 MPa (58 kpsi). Las planchas con espesores mayores de 8 pulgadas (203,2 mm) tienen un límite de fluencia mínimo de 220 MPA (32 kpsi), y el mismo límite de rotura

Para unir las piezas hechas a partir de acero A36, mediante los procesos de soldadura, los más comúnmente usados son los menos costosos y rápidos como la Soldadura por arco metálico protegido (SMAW, Shielded metal arc welding), Soldadura con arco metálico y gas (GMAW, Gas metal arc welding), y soldadura oxiacetilénica.

El acero A36 es también comúnmente atornillado y remachado en las aplicaciones estructurales: edificios, puentes, torres, etc.

3.2 CRONOGRAMA DE FABRICACIÓN

Grupo N° 01





Id	EDT	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	04 ene '09							11 ene '09							18 ene '09							25 ene '09							01 feb '09							08 feb '09							15 feb '09							22 feb '09							01 mar '09							08 mar '09								
						V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S
						[Gantt Bar]																																																																							
1	1.0	PROCESO DE FABRICACIÓN	57 días	vie 02/01/09	mar 10/03/09	[Gantt Bar]																																																																							
2	1.1	Elemento 4 (portico eje Y1)	20 días	vie 02/01/09	lun 26/01/09	[Gantt Bar]																																																																							
3	1.1.1	Habilitado de componentes	4 días	vie 02/01/09	mié 07/01/09	[Gantt Bar]																																																																							
4	1.1.2	Armado de componentes	5 días	mié 07/01/09	mié 14/01/09	[Gantt Bar]																																																																							
5	1.1.3	Soldeo de componentes	4 días	mié 14/01/09	lun 19/01/09	[Gantt Bar]																																																																							
6	1.1.4	Limpieza de elemento 4	1 día	lun 19/01/09	mar 20/01/09	[Gantt Bar]																																																																							
7	1.1.5	Arenado de elemento 4	2 días	mar 20/01/09	jue 22/01/09	[Gantt Bar]																																																																							
8	1.1.6	Pintado de elemento 4	2 días	jue 22/01/09	sáb 24/01/09	[Gantt Bar]																																																																							
9	1.1.7	Traslado de elemento 4	1 día	sáb 24/01/09	lun 26/01/09	[Gantt Bar]																																																																							
10	1.2	Elemento 7 (portico eje X)	25 días	lun 26/01/09	mar 24/02/09	[Gantt Bar]																																																																							
11	1.2.1	Habilitado componentes	7 días	lun 26/01/09	mar 03/02/09	[Gantt Bar]																																																																							
12	1.2.2	Armado de componentes	5 días	mar 03/02/09	lun 09/02/09	[Gantt Bar]																																																																							
13	1.2.3	Soldeo de componentes	5 días	lun 09/02/09	sáb 14/02/09	[Gantt Bar]																																																																							
14	1.2.4	Limpieza de elemento 7	2 días	sáb 14/02/09	mar 17/02/09	[Gantt Bar]																																																																							
15	1.2.5	Arenado de elemento 7	2 días	mar 17/02/09	jue 19/02/09	[Gantt Bar]																																																																							
16	1.2.6	Pintado de elemento 7	3 días	jue 19/02/09	lun 23/02/09	[Gantt Bar]																																																																							
17	1.2.7	Traslado de elemento 7	1 día	lun 23/02/09	mar 24/02/09	[Gantt Bar]																																																																							
18	1.3	Elemento 9 (volumetrico eje Y1)	12 días	mar 24/02/09	mar 10/03/09	[Gantt Bar]																																																																							
19	1.3.1	Habilitado componentes	2 días	mar 24/02/09	jue 26/02/09	[Gantt Bar]																																																																							
20	1.3.2	Armado de componentes	2 días	jue 26/02/09	sáb 28/02/09	[Gantt Bar]																																																																							
21	1.3.3	Soldeo de componentes	3 días	sáb 28/02/09	mié 04/03/09	[Gantt Bar]																																																																							
22	1.3.4	Limpieza de elemento 9	1 día	mié 04/03/09	jue 05/03/09	[Gantt Bar]																																																																							
23	1.3.5	Arenado de elemento 9	1 día	jue 05/03/09	vie 06/03/09	[Gantt Bar]																																																																							
24	1.3.6	Pintado de elemento 9	2 días	vie 06/03/09	lun 09/03/09	[Gantt Bar]																																																																							
25	1.3.7	Traslado de elemento 9	1 día	lun 09/03/09	mar 10/03/09	[Gantt Bar]																																																																							

### 3.3. Control de suministros, materiales, consumibles, servicios, etc.

El control de los suministros, materiales, consumibles se realiza mediante un cuaderno de control, teniendo en cuenta al personal que se le entrega, la fecha, para donde está destinado, la cantidad, cerrando diariamente con los sobrantes, si los hubiera. La responsabilidad del control recae sobre el responsable de cada tarea, quien tiene que supervisar los trabajos asignados a cada grupo.

Para el control de los servicios, que en este caso es sobre el arenado y pintura, la responsabilidad está sobre el supervisor de obra, y un encargado de llevar los registros de calidad, midiendo los espesores y llenando las tablas, para su presentación con el cliente.

### 3.4. Programa de trabajos en grupo.

Para la programación de los trabajos en grupo, se inicia con los supervisores, personal de control de calidad y los jefes de grupo, donde se les destina la cantidad de personal a su cargo, los planos de detalle de cada elemento, el plano general de cada componente a fabricar y la secuencia a seguir para cada tarea determinada.

### 3.5. Proceso de fabricación

Para el proceso de fabricación consideramos primeramente las tareas y luego las operaciones. Solamente redactaré un procedimiento de fabricación de un componente, que es el pórtico del eje W, según plano de detalle número 13307-08 M05.

#### 3.5.1. Habilitado de los elementos en obra

##### 3.5.1.1. Placa base (plancha de 2" de acero estructural A-36.



3.5.1.1.1. Trazado de placa base. Corresponde bordes, ejes y agujeros.

3.5.1.1.2. Corte de placa base.

3.5.1.1.3. Esmerilado de placa.

3.5.1.1.4. Taladrado de agujeros.

3.5.1.1.5. Control de calidad dimensional.

3.5.1.2. Viga ER1 (w18X50)

3.5.1.2.1. Trazado de longitud, línea de ejes y agujeros.

3.5.1.2.2. Cortes de vigas.

3.5.1.2.3. Esmerilado de vigas.

3.5.1.2.4. Taladrado de agujeros.

3.5.1.2.5. Control de calidad dimensional.

3.5.1.3. Cartelas (plancha de 10mm de espesor)

3.5.1.3.1. Trazado de cartelas.

3.5.1.3.2. Corte de cartelas.

3.5.1.3.3. Esmerilado de cartelas.

3.5.1.3.4. Control de calidad dimensional

3.5.1.4. Viga transversal (w12x26)

3.5.1.4.1. Trazado de medidas a viga.

3.5.1.4.2. Corte de vigas.

3.5.1.4.3. Esmerilado de vigas

3.5.1.4.4. Taladrado de vigas

3.5.1.4.5. Control de calidad dimensional.

3.5.1.5. Arriostres de tubo cuadrado de 6" TS6X6X

3.5.1.5.1. Trazado de tubos cuadrados

3.5.1.5.2. Corte de tubos cuadrados.

3.5.1.5.3. Esmerilado de tubos cuadrados

- 3.5.1.5.4. Control de calidad dimensional.
- 3.5.2. Apuntalado de componentes de elemento.
  - 3.5.2.1. Apuntalado de vigas W18x50 con cartelas
  - 3.5.2.2. Apuntalado de vigas-cartelas con arriostres.
  - 3.5.2.3. Apuntalado de vigas-cartelas-arriostres con vigas transversales
  - 3.5.2.4. Control de calidad dimensional.
- 3.5.3. Soldado de componentes de elemento
  - 3.5.3.1. Soldeo de vigas w18x50 con cartelas
  - 3.5.3.2. Soldeo de vigas-cartelas con arriostres.
  - 3.5.3.3. Soldeo de vigas-cartelas-arriostres con vigas transversales.
  - 3.5.3.4. Control de calidad de dimensional.
  - 3.5.3.5. Control de calidad de soldadura.
- 3.5.4. Limpieza de elemento
  - 3.5.4.1. Esmerilado de pórtico del eje W.
- 3.5.5. Arenado de elemento.
- 3.5.6. Pintado de elemento
  - 3.5.6.1. Pintado con pintura base epóxica.
  - 3.5.6.2. Pintado con pintura acabado esmalte. (02 capas).
- 3.5.7. Traslado a obra.

Para los elementos siguientes, el procedimiento es el mismo; salvo los elementos de tipo enrejados en sus apoyos con los pórticos Y1, Y2 y X y los pórticos en sí, que tienen dos operaciones mas como son el torneado de agujero, para el ingreso de la barra roscada y la operación de roscado de barra de 3" en los extremos para asegurar las uniones del enrejado con los pórticos.

### 3.6. Supervisión de la fabricación

#### 3.6.1. Control de calidad

El control de calidad se realizara desde el inicio hasta el final del trabajo. Esto indica que tiene unos procedimientos ya establecidos llevando un orden en la recepción y entrega de los componentes, elementos, consumibles, gases y otros.

Se tendrá que mantener la dirección con una visión clara y segura, para la empresa Tenemos los siguientes procedimientos ya establecidos como lineamientos de la empresa.

Procedimiento de Calificación de procedimientos de soldadura Rev. 0

Procedimientos para la recepción de materiales Rev. 0.

Procedimiento de control dimensional Rev. 0.

Procedimiento de soldadura estructural Rev. 0.

Procedimiento de arenado y pintura Rev.0.

Procedimiento de montaje Rev. 0.

A continuación, presentamos los formatos y certificaciones que se tomaran en cuenta, para realizar el control correspondiente, para ambos casos:

Formato de control dimensional ITC – 04 – 01.

Formato de inspección visual de soldadura SCITC – 05 – 01.

Certificado de fabricación de estructura metálicas SCITC – 08 – 01.

Formato de inspección de pintura.

Formato de replanteo.



FOTOGRAFIA 4.1

ENSAMBLAJE DE LA ESTRUCTURA DE ACERO  
SE MUESTRA LAS DIAGONALES INTERIORES Y LATERALES



FOTOGRAFIA 4.2

SE MUESTRA EL ARMADO DE LA ESTRUCTURA EN PROCESO DE  
SOLDADURA.



FOTOGRAFIA 4.3

ELEMENTO DE UNIÓN ENTRE LA ESTRUCTURA VOLUMETRICA CON EL PORTICO. (EN TOTAL SON 06 PIEZAS SIMILARES

### 3.6.2. Control de avance de fabricacion.

Todos los avances se controlaban diariamente, entregando un informe de reporte semanal al Área de Ingeniería.

Es importante llevar el control, pues de no entregarlo completo, no podría la empresa cobrar las valorizaciones correspondientes, al igual que otros documentos que se solicitan.

Los formatos tanto de control dimensional y de soldadura, que mayormente se dan, se van adjuntando, para el informe final.

### 3.6.3. Supervisión de seguridad industrial

La supervisión de seguridad, empieza desde el momento de inicio de los trabajos, y mayormente cuando se realiza alguna maniobra.

Se empieza por la revisión de los implementos de seguridad del personal, luego por las conexiones eléctricas y los equipos tales como las maquinas de soldar, los equipos de oxicorte, los esmeriles, los taladros, etc.

## CAPITULO IV

### MONTAJE

#### 4.1. Premisas

En el montaje de los elementos estructurales, la parte de obras civiles, ya había establecido los ejes de los pórticos. De nuestra parte ya habíamos revisado los ejes tanto longitudinales, como transversales, para los agujeros de cada placa, como también para el alineamiento de los pórticos.

Las operaciones de montaje se desarrollan como se indica:

Alineamiento y nivelación de los pernos de anclaje y las placas.

Montaje de los pórticos correspondientes, cartelas y arriostres.

Montaje de enrejados simples.

Montaje de arriostres entre los pórticos de ejes Y1 y Y2.

Montaje de enrejados volumétricos.

Montaje de barandas.





#### 4.3. Control de suministros

Para realizar el montaje, es importante mantener al final, la limpieza y la estética del trabajo, para realizarlo, se tuvo que organizar de forma similar que en el área de fabricación un lugar, donde se establezca un almacén y este dirigido para estos fines.

##### 4.3.1. Consumibles y pintura

Se utilizaron en cantidades con un porcentaje de 10 a 15% del total utilizado, siendo necesarios para realizar los últimos acabados finales.

##### 4.3.2. Equipos y herramientas

Son los equipos y herramientas que se van a utilizar en el montaje de las estructuras y están listados en la tabla 3.3.

##### 4.3.3. Implementos de seguridad

Muy importante los implementos de seguridad, pues aquí está contemplado los trabajos de más alto riesgo, pues la mayoría de casos (empalmes de elementos), se realizaron en altura.

#### 4.4. Programa de trabajos en grupo

Para la ejecución del montaje inicial se programa un grupo especialmente para el replanteo de medidas. Luego de realizado esta labor, se integran a los grupos de trabajo de fabricación.

Terminando los primeros trabajos de fabricación (pórticos), este grupo empieza el montaje uno a uno, de cada elemento, hasta que se van integrando otros grupos según sea la prioridad y avance del trabajo, hasta cerrar el proyecto.

#### 4.5. Proceso de montaje

El proceso de montaje se realizó con algunos inconvenientes dando motivos a atrasos en la obra, pero fueron superados a tiempo, coordinando las prestaciones como la grúa, la cama baja y el montacargas.

##### 4.5.1. Trazado de ejes de pórticos

Se realizó al inicio del trabajo, para verificar los ejes de cada pórtico y las alineaciones correspondientes, para pasar la información al detallador de los planos de diseño, y así empezar la fabricación de los componentes y estos a la vez empezar el ensamble y obtener los elementos correspondientes.

##### 4.5.2. Limpieza de terminales de barra de anclajes (hilos de rosca de barra de 45mm de diámetro).

Para empezar el montaje de los pórticos, previamente se limpian los anclajes de óxidos y concreto por salpicadura, para asegurar con las tuercas y contratuercas dicho pórtico.

##### 4.5.3. Instalación de contratuercas en barras.

Una vez limpio se engrasan los pernos de anclaje y se instalan las contratuercas, dando el nivel de altura requerido a cada pórtico.

##### 4.5.4. Montaje de elementos (pórtico eje W. Z, Y1, Y2. X)

Una vez nivelado se procede a realizar el montaje de los pórticos, según la secuencia que corresponda, desde el de menos altura hasta el más alto.

##### 4.5.5. Instalación de tuercas de sujeción de pórticos del eje W. Z. Y1, Y2. X.

Una vez puesto el pórtico, por medio de la grúa, se procede a poner las tuercas en los pernos de anclaje, asegurándolos hasta que queden nivelados.

4.5.6. Para la instalación del pórtico del eje X, primeramente se tuvo que empalmar, ya que para su fabricación por motivos de transporte se fabrico en dos partes, pues entero era difícil su traslado a la zona del montaje.

4.5.7. Seguidamente se instalaron los enrejados planos 1 y el enrejado plano 2, haciendo una maniobra con la grúa y el montacargas, empernando y asegurando al final una vez nivelado y alineado, con soldadura.

4.5.8. Para realizar el montaje del enrejado volumétrico 1, se tuvo que empalmar mediante pernos de  $\frac{3}{4}$ " grado 8, ya que la longitud obtenida es de unos 26.1 metros, el cual por los motivos de transporte se tuvo que enviar a la zona de trabajo en dos partes, para luego unirlos y asegurarlos con soldadura, previo alineamiento en toda su longitud.

Mediante dos grúas, una de 50 TN y otra de 200 TN. La mas pequeña sirvió de fijación al pórtico del eje Z y la de mas capacidad fue como guía para el alineamiento final. Quedando sujeto al pórtico del eje Z, mediante pernos de  $\frac{7}{8}$ " y de  $\frac{3}{4}$ ", y al eje Y1, mediante dos espárragos de 3" de diámetro, fabricados en taller de maestranza de la fabrica y asegurados mediante 04 tuercas de 3".

4.5.9. Seguidamente, una vez trasladados los enrejados volumétricos 2 y 3, pasaron a ser empalmados, previa nivelación y alineamiento. Se coordino con el encargado de los operadores de las grúas, ubicar las distancias a las cuales se tenía que poner los cáncamos y ser izado el elemento ya unido para ponerlo en su

lugar. Se obtuvieron los valores de 3 a 4 metros del lado inferior y de 13 a 14 metros tomados de este mismo punto hacia la parte más alta. El montaje se realizó sin ningún problema, siendo asegurados mediante los espárragos de 3" de diámetro en los pórticos del eje Y2 y el eje X, ajustándolos con las tuercas correspondientes.

4.5.10. Se procedió con el último enrejado volumétrico 4, que lo realizamos, sin terminar de armarlo completamente, por motivos de la contrata que tenía la grúa de 200 TN con la empresa Casagrande SAA, pues terminaba en esos días, y el tiempo no era favorable para culminar el trabajo. No hubo problemas y luego lo terminamos de realizar el armado, ya que era empemado en la mayoría todos sus componentes.

4.5.11. Se realizó en todo momento la supervisión, en la nivelación de los pórticos, en el alineamiento de todos los enrejados, en los empalmes mediante pernos, en la soldadura y luego en el acabado superficial, hasta el final o entrega del trabajo. Para terminar de poner este enrejado volumétrico 4 se tomó en cuenta la instalación de una plancha de plomo, ya que este elemento no está sujeto rígidamente al concreto, por motivos de vibración que provocan los motores en todo momento del funcionamiento del transportador.

4.5.12. Para la instalación de las barandas, se realizó por tramos de una longitud de 4.5 metros, completando los 94.41 metros para ambos lados de la estructura.

#### 4.6. Supervisión de montaje

En todo momento de inicio de los trabajos diarios, previo había una charla de seguridad, en donde se exponía de forma muy resumida un caso en donde los

implementos de seguridad son importantes en cada paso de una operación, tomando mayor énfasis en los trabajos de altura, que son los de mayor peligrosidad en el montaje de estructuras.

La supervisión se da en todo momento, desde el inicio de cada tarea, se obtiene el PDT (Permiso de trabajo).

#### 4.6.1. Control de Calidad

El control de calidad es tomado desde el transporte de la zona de arenado y pintura, observado si desasistiese alguna ralladura, golpe que ocasionara alguna deformación. Luego de realizado el montaje se toma medidas, dando conformidades o disconformidades, ya sea el caso, procediendo luego a su modificación o reubicación.

#### 4.6.2. Control de seguridad en trabajos de altura

Antes de realizar los trabajos de altura, presentaban los procedimientos incluyendo los implementos y equipos de seguridad que iban a utilizar, teniendo en cuenta en donde sujetaban las líneas de vida y cuantas personas iban a asegurarse en dicha línea de vida.

Cabe recalcar que sin un procedimiento establecido inicialmente el trabajo no se puede iniciar y si lo hubiera tendría que ser previamente evaluado por los supervisores encargados y de seguridad.

#### 4.6.3. Control de equipos para maniobra

En todo momento de realizar una maniobra los equipos previamente son evaluados, para así tomar precauciones y evitar accidentes, ya que existe una probabilidad aunque sea mínima, de todas maneras hay que estar atentos.



FOTOGRAFIA 5.1  
SE OBSERVAN 03 PÓRTICOS YA INSTALADOS Y 02 CAMAS YA ASEGURADAS



FOTOGRAFIA 5.2  
MONTAJE DEL ENREJADO VOLUMÉTRICO CON 02 GRUAS DE 200TN Y DE 50TN



FOTOGRAFIA 5.2  
OTRA VISTA REALIZANDO EL MONTAJE DEL ENREJADO VOLUMÉTRICO  
LA GRÚA DE 50TN SIRVE DE TIMÓN DEL MONTAJE



FOTOGRAFIA 5.4  
SE APRECIA LA INSTALACIÓN DE LAS BARANDAS A TODO LO LARGO DE  
LAS FAJAS TRANSPORTADORAS



## FOTOGRAFIA 5.5

SE APRECIA LA PARTE INFERIOR DEL SOPORTE ESTRUCTURAL DE LAS  
FAJAS TRANSPORTADORAS



## CAPITULO V

### COSTOS

#### 5.1. Estructura de costos

Los costos para el proyecto realizado esta estructurado de la siguiente manera:

##### 5.1.1. Análisis de Costos Unitarios

Esta elaborado para la determinar con los precios estimados por los proveedores, los ratios que se tendrían que tomar en cuenta, en función al peso determinado por los perfiles de acero requeridos para la construcción del soporte. También están involucrados los servicios de mano de obra tanto de fabricación, de montaje, arenado, pintura, el transporte, los suministros de consumibles, gases, los gastos generales y las utilidades.

**CUADRO 5.1**  
**COSTOS**

Item	Descripción	CANT	UND	US\$ / KG	US\$-TOT		SUBTOTAL
<b>1.00</b>	<b>ACERO</b>						
1.01	Algalos "L"	630.29	kg	0.86	542.05		
1.02	Planchas lisas y estriadas	11,396.81	kg	0.90	10,257.13		
1.03	Perfiles Laminados "WF"	46,288.91	kg	0.95	43,974.46		
1.04	Fe lisos	-	kg	0.85	-		
1.05	Tubos sch 40	2,141.69	kg	0.95	2,034.61		
1.06	Tubos cuadrados	6,785.21	kg	0.95	6,445.95		
		<b>67,242.91</b>	<b>kg</b>	<b>0.94</b>	<b>63,254.19</b>		
<b>2.00</b>	<b>PINTURA Y CONSUMIBLES</b>						
2.01	Arenado Comercial	1,588.7	m <sup>2</sup>	3.00	4,765.98		
2.02	Pintura (Pintura, Solventes)	1,588.7	m <sup>2</sup>	3.00	4,765.98		
2.03	Consumibles (Soldadura, gases, discos, etc.)	10%			-		
2.04	Otros Consumibles no considerados				2,500.00		<b>12,031.96</b>
	<b>MANO DE OBRA</b>	<b>HH-TN</b>	<b>US\$-</b>	<b>TN.</b>			

<b>3.00</b>			<b>HH</b>				
3.01	Fabricación	100.00	2.50	67.24	16,810.73		
3.02	Montaje	81.00	2.40	67.24	13,072.02		
3.03	Pintura	35.00	1.80	67.24	4,236.30		<b>34,119.05</b>
<b>4.00</b>	<b>EQUIPOS Y HERRAMIENTAS</b>						
4.01	Equipos y Herramientas Varias	5.0%			3,162.71		
4.02	Reparación de Equipos	5.0%			3,162.71		<b>6,325.42</b>
<b>5.00</b>	<b>SUPERVISION E INGENIERIA</b>						
5.01	Supervisión	2.5%			1,581.35		
5.02	Ingeniería (Diseño)	0.0%			-		
5.03	Ingeniería de detalle( Planos de Fab.)	4.4%			2,783.18		
5.04	Planos as-built	1.0%			632.54		<b>4,997.08</b>
<b>6.00</b>	<b>TERCEROS</b>						
6.01	Transp. Materiales, Equipos y Herramientas Ida-vuelta	1.0	glb	4,200.00	4,200.00		
6.02	Energía eléctrica	-	Mes	700.00	-		
6.03	Montacarga	-	glb	9,500.00	-		
	Camión HIAB	100.0	hrs	25.00			

6.04					2,500.00		
6.05	Grua de 20Ton	-	hrs	40.00	-		
6.06	Agujeros(agujeros normales y aguj. chinos)		Und	0.20	-		
6.07	Servicio de Corte y Doblez	-	kg	0.30	-		
6.08	Pernos de anclajes, pernos, espárragos	0.5	glb	2,720.00	1,360.00		<b>8,060.00</b>
	<b>COSTO DIRECTO (US\$)</b>						<b>65,533.51</b>
	<b>G.G. (US\$)</b>				<b>10%</b>		<b>6,553.35</b>
	<b>Util. (US\$)</b>				<b>20%</b>		<b>13,106.70</b>
	<b>TOTAL (US\$)</b>						<b>85,193.56</b>

### 5.1.2. Costos por elementos fabricados

Los costos por cada elemento fabricado están determinados por la suma de los pesos de cada componente que lo constituye a cada elemento. A continuación se muestra la tabla de elementos fabricados con sus respectivas valorizaciones.

**CUADRO 5.2**  
**ELEMENTOS FABRICADOS VALORIZADOS**

Nº	Elementos	Longitud	Peso (KgRS)	Grupo	Grupo	Precio \$\$
		(mm)		Fabricación	Montaje	
1	Pórtico eje W	3192	1,329.00	1.00	1.00	\$1,764.51
2	Pórtico eje Z	4998	1,696.20	1.00	1.00	\$2,252.04
3	Pórtico eje Y2	8483	2,890.80	2.00	1.00	\$3,838.12
4	Pórtico eje Y1	10990	3,502.60	3.00	1.00	\$4,650.40
5	Enrejado plano 1	6266	1,335.30	1.00	1.00	\$1,772.88
6	Enrejado plano 2	6284	1,659.00	2.00	1.00	\$2,202.65
7	Pórtico eje X	25201	11,205.15	3.00	1.00	\$14,877.08
8	Enrejado volumétrico 1	26100	12,064.21	1 y 2	1.00	\$16,017.65
9	Volumétrico entre ejes Y2 - Y1	-	4,251.82	2.00	2.00	\$5,645.14
10	Enrejado volumétrico 3	14250	7,705.95	3.00	1.00	\$10,231.19
12	Enrejado volumétrico 2	17000	6,312.65	1.00	1.00	\$8,381.31
11	Enrejado volumétrico 4	14500	6,525.00	1.00	1.00	\$8,663.24
13	Barandas	189000	1,786.97	1.00	2.00	\$2,372.56
			<b>62,264.65</b>			<b>\$82,668.78</b>

## CONCLUSIONES

El proyecto se llega a terminar en los tiempos establecidos con un avance acelerado en los montajes de los elementos finales, como el último enrejado que se conecta con el edificio.

En los últimos momentos de realizar el montaje de los enrejados volumétricos, los obreros civiles, iban instalando las placas colaborantes, seguido del vaciado de concreto, presionando el desarrollo del montaje sucesivo de los últimos elementos.

Encontramos un problema de niveles lo cual nos comprometía con la losa final, para tratar de dejarlo con una altura de 190mm.

El proyecto se desarrollo en medio de varios sub proyectos, los cuales impidieron el avance estipulado o programado, lo que hizo re programar varios puntos o hitos de entrega, llegando a cumplirlos.

El proyecto principal, se retrasa como medio año, por motivos varios, que merecen un estudio profundo para poder evitar dichas pérdidas.

## RECOMENDACIONES

Cuando se gana un sub proyecto, es mejor obtenerlo completamente, para evitar la no disposición del servicio otorgado por el cliente, en este caso de la grúa, pues en los momentos necesarios, se encontraba ocupado con el proyecto principal, perjudicando nuestro avance, lo cual fue compensado con la adquisición de otro servicio, llevando a equilibrar el retraso.

Se debe establecer una pre selección en los contratos de la zona, pues es un factor importante. Si no se toma en cuenta conlleva a conflictos de interés entre los trabajadores de otros lugares.

Se tiene que tener una movilidad de primeros auxilios como servicio interno, pues cualquier emergencia es cubierta de una manera rápida



## **BIBLIOGRAFIA**

1. - Manual of Steel Construction, AISD, 1986

Autor: Instituto Americano de la Construction en Acero.

2.- Resistencia de Materiales.

Autor: Singer.

3.- Sistema Internacional de Medidas.

Autor: INDECOPI – José Dajes Castro.

4.- Proyectos de Elementos de Maquinas.

Autor: M. I. Spott.

## **APENDICES**

## APENDICE 1

### 1.1. El acero

El desarrollo industrial está demostrado en las innovaciones tecnológicas, el cual en la actualidad es aprovechado en gran escala para revertirlo en las nuevas estrategias, para la obtención de buena calidad de los Proyectos y Políticas Empresariales. Disminuyendo notablemente los costos operativos, costos de mantenimiento y lo que es más rentable los costos de producción, consiguiendo directamente la calidad de un Proyecto.

El crecimiento en cualquier frente industrial se logra haciendo un uso eficiente de la Tecnología actualizada y planificada.

### 1.2. Componentes básicos del acero

El hierro químicamente puro, no tiene aplicación en la Ingeniería. El hierro para ser acero tiene que ser fusionado; es decir, combinado con otros elementos como el carbono, manganeso, cobre, silicio, molibdeno, níquel, cromo y tener un mínimo de impurezas de fósforo y azufre, para que sea un material utilizable. El acero es aquel material de hierro aleado que puede forjarse sin tratamiento previo ni posterior.

El mineral hierro no se encuentra puro en la naturaleza, generalmente se encuentra oxidado por lo que es necesario un proceso de reducción, con el carbono y aire a presión, en los altos hornos y dada la afinidad del oxígeno con el carbono, se genera el óxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ). El producto que resulta toma el nombre de Arrabio, que debe ser transformado en acero mediante los llamados hornos convertidores. La técnica desarrollada en la Siderurgia permite asegurar que los aceros de hoy sean productos confiables en sus propiedades.

### 1.3. Proceso de obtención del acero en el Perú.

El acero es posiblemente el más versátil de los materiales, en la actualidad n ha alcanzado un desarrollo notable, sobre todo en características de resistencia, peso reducido, tenacidad y diversificación; condiciones que son básicas para los procesos industriales en general.

El acero se origina por la composición de minerales de hierro, carbono y los fundentes, que aliados a elementos químicos como el silicio, manganeso, nitrógeno, azufre, etc., adquieren características propias de dureza, tenacidad, fragilidad, etc.

Su proceso inicial se obtiene en los altos hornos de las fundiciones, en forma de Arrabio de donde son trasladados a los aceríos para ser refinados y donde además de emplear el Arrabio, emplean la chatarra proveniente de la industria.

Metal mecánica como desperdicio. El arrabio y chatarra son clasificados en los patios de los aceros para transportarlos a los hornos convertidores y obtener diferentes tipos de cola líquida de acero que en otro proceso son solidificados para obtener los lingotes o planchones.

La cola líquida proveniente de los convertidores ingresa a las lingoteras en donde se solidifica en forma de lingotes, posteriormente mediante un mecanismo de desprendimiento se separan ambos. Cuando la colada líquida se vierte continuamente sobre lingoteras sin fondo que disponen de un sistema de refrigeración continuo en todo su recorrido, a una distancia de 10 a 15 metros, se solidifica, para proceder a cortar en forma de lingotes o planchones.

Los lingotes en estado de altas temperaturas son transportadas a los trenes devastadores para la obtención de cuadrados, palanquillas y planchones que a altas temperaturas son cortadas a medidas convenientes.

En estas condiciones se trasladan a los depósitos enfriadores. Una vez enfriados son transportados a los hornos alimentadores, que operan con combustibles líquidos donde se calientan continuamente a temperaturas de laminación para pasar a los trenes de laminación final, que por lo general están ubicadas en filas de dos hasta diez, se obtiene el perfil de acero que se corte a medidas estándares de comercialización.

Los perfiles, planchas, ejes, etc., obtenidos en los aceros son comercializados a los grandes distribuidores que están ubicados en las zonas industriales de las ciudades. Los grandes distribuidores para comercializar los aceros, tienen la infraestructura necesaria para almacenar, conservar y distribuir incluso, procesar y hasta reciclar aquellos materiales que no tienen condiciones para comercializarlos.

Así mismo las industrias Metal Mecánicas dedicadas a la construcción por lo general adquieren la materia prima de los grandes distribuidores, porque resulta más económico.

Para lograr este objetivo, se tiene que mejorar los sistemas operativos de comercialización que se componen de dos áreas distintas. El trabajo de Ventas y el trabajo de almacén (Recepción y Despacho de materiales).

## APENDICE 2

### 2.1. Generalidades

El poco peso que presentan las estructuras es una gran ventaja para los cálculos antisísmicos, también son favorables los cálculos de los esfuerzos por las cargas estáticas o dinámicas que a través del tiempo no cambian sus propiedades.

Se comportan de acuerdo a la ley de HOOKE hasta los esfuerzos muy elevados, la vida útil de estas estructuras es muy larga con la consideración de un mantenimiento adecuado; presenta tenacidad y ductilidad; con la ventaja de que se puedan modificar fácilmente.

Las desventajas de consideraciones se pueden decir que son: el alto costo de mantenimiento, a altas temperaturas el acero pierde mucha resistencia, se presenta el pandeo cuando están sometidas a compresión y puedan fallar por esbeltez.

Los diagramas de esfuerzo – deformación, son la base para desarrollar los métodos de diseño correspondiente a estructuras. Una propiedad importante de una estructura que no haya sido cargada mas allá de su punto de fluencia, es que recupera su longitud original cuando se le retira carga. Si se hubiese llevado más allá de ese punto, solo alcanzaría a recuperar parte de su longitud original.

### 2.2. Clase de acero

Luego de pasar por los hornos convertidores, el acero de acuerdo al tratamiento y al cuidado del proceso se clasifica:

#### 2.2.1. Acero calmados

Este tipo de acero es sometido a un tratamiento mediante la adición de manganeso, silicio o aluminio antes de la colada. Esto le permite conseguir piezas perfectas pues no produce gases durante la solidificación, de modo que tal adición impide la formación de sopladuras.

El acero calmado se emplea generalmente para piezas solicitadas dinámicamente.

Ejemplo: En la construcción de maquinaria o para piezas que deben ser sometidas a fuertes conformaciones o para mecanizado con arranque de viruta.

### 2.2.2. Aceros semi-calmados

Este acero está en un punto intermedio entre el acero efervescente y el acero calmado, este al solidificarse muestra una menor contracción produciendo una cavidad o depresión de menor tamaño en la parte superior del lingote.

### 2.2.3. Aceros efervescentes

La manufactura de este acero consiste en vaciar el acero líquido, con alto contenido de oxígeno, en lingoteras (moldes). El acero entonces, forma un lingote que empieza a solidificarse desde afuera hacia dentro comenzando por las paredes y fondo de la lingotera, formando paredes y un fondo de hierro casi puro. Como resultado de esto el acero, aun líquido en el centro del lingote se segrega casi todo el carbón, sulfuro y fósforo. El oxígeno reacciona con el carbón formando monóxido de carbono que queda atrapado en la masa del lingote al solidificarse y que desaparece durante los subsecuentes procesos de laminación en caliente.

## 2.3. Tipos de estructuras de aceros

La fabricación estructural en general, se componen de tres tipos de estructuras de acero, los pórticos, las estructuras armadas y las estructuras laminadas, que son las que se emplean para este propósito.

Los aceros estructurales además de su calidad deberán ser económicas, el mercado peruano e internacional del acero tienen gran variedad de aceros los que con el acabado en juntas; la protección para evitar el envejecimiento y corrosión prematura, mediante diversos protectores.

#### 2.4. Cargas que actúan sobre la estructura de acero.-

Las cargas externas e internas que actúan sobre la estructura de acero y que deben de tomar en cuenta, son los siguientes:

##### 2.4.1. Carga muerta

Son aquellos elementos que se encuentran en la estructura o adheridas a ella.

Ejemplo: Tuberías, conductores de aire, aparatos de iluminación, acabados de superficie, cubiertas de techos, cielos rasos adheridos, etc.

##### 2.4.2. Carga viva

Son aquellas cargas que actuaran sobre la estructura de acero, cuando esta se encuentra ya en servicio y que pueda variar en posición y valor durante la vida útil de la estructura.

Ejemplo: Las personas, muebles, equipos móviles, vehículos y mercaderías, etc.

##### 2.4.3. Cargas de nieve



Aunque en el Perú, la mayoría de las estructuras de acero, se construyen en zonas donde la nieve no es significativa, es recomendable que los techos de la estructura que se encuentran en altitud de más de 3000 m.s.n.m., sean diseñados con peso específico de 150 Kg/cm<sup>3</sup>, y en un espesor menor de 5cm.

#### 2.4.4. Cargas de impacto

Son aquellas cargas vivas de efecto dinámico que súbitamente son aplicadas, en su cálculo se le aplica el 30 a 100 % más de su peso.

Ejemplo: Elevadores, puentes grúas, equipos de arranque o detención instantánea.

#### 2.4.5. Cargas de viento

Todas las estructuras están sujetas a la acción del viento y en especial, los de 2 o 3 pisos de altura, o en aquellos en las zonas donde la velocidad del viento es significativo.

Donde:

$$Q = 0.005 V^2 \text{ (Kg/cm}^2\text{)}$$

Q: Intensidad de la acción dinámica del viento.

V: Velocidad del viento.

Siempre que es igual o mayor de 15 Kg/cm<sup>2</sup>.

#### 2.4.6. Cargas de sismo

Los terremotos producen movimientos horizontales y verticales. Los movimientos horizontales son los que generan en la estructura los efectos más significativos.

## **ANEXOS**

# PROCEDIMIENTO DE CONTROL DIMENSIONAL

**REV: 0**

COPIA N° :

ASIGNADA A :

	NOMBRE	FIRMA	FECHA
ELABORADO			
REVISADO			
APROBADO			

# CONTENIDO

1. OBJETIVO
2. ALCANCE
3. REFERENCIAS
4. DEFINICIONES
5. EJECUCION
  - 5.1 Identificación de materiales a emplear
  - 5.2 Trazo de materiales (calderería)
  - 5.3 Apuntalado de estructuras
  - 5.4 Control final de los elementos fabricados
  - 5.5 Control documental
6. RESPONSABLES
7. ANEXOS

## 1. OBJETIVO

Definir los puntos de control (control dimensional), que se llevaran a cabo a las estructuras metálicas que sean fabricados en taller o en obra.

## 2. ALCANCE

El control dimensional que SC Ingenieros realiza es a partir de la llegada de los materiales, haciendo un control de espesores y tamaños de la sección de los aceros, durante la fabricación como el control de distancias entre agujeros, hasta el control del producto final como columnas, vigas, tijerales, etc.

## 3. REFERENCIAS

- 3.1. Especificaciones Técnicas del Proyecto.
- 3.2. Normas que requiera o exija el Cliente.

## 4. DEFINICIONES

- 4.1. NA

## 5. EJECUCION

### 5.1. Identificación de materiales a emplear

El ingeniero de fabricación de SC Ingenieros verificara que los materiales que se emplee para la fabricación de las estructuras metálicas sean las requeridas de acuerdo con los planos y especificaciones técnicas del proyecto. Cualquier cambio que pudiera existir en desmedro o sobre

dimensionamiento de los materiales a emplear, SC Ingenieros comunicará formalmente a la Supervisión o el representante del Cliente, y solo procederá con la modificación cuando la Supervisión lo apruebe.

SC Ingeniero tendrá en cuenta las tolerancias permisibles establecidas en los estándares internacionales para la aceptación o rechazo de una materia prima (acero).

## 5.2. Trazo de materiales (calderería)

Para SC Ingenieros la etapa del trazo de materiales es un punto crítico por que a partir de este momento se van definiendo las dimensiones de las estructuras y no se pueden arrastra errores a un producto final.

Así como para el corte es importante la verificación previa a la ejecución de agujeros, esto quiere decir, cuando se tenga trazado los puntos de centro para la ejecución de agujeros, SC Ingenieros verificará las distancias entre marcas de centros existentes, y solo así se liberará para que se proceda con la perforación de agujeros.

## 5.3. Apuntalado de estructuras

Durante el apuntalado se verificará que la disposición de las estructuras a soldar corresponda a lo señalado en los planos de fabricación, además de las verificaciones de alineamiento como paralelismo entre aristas adyacentes.

Previo al proceso del soldeo se debe considerar el aspecto de la acumulación del calor que se concentra en las estructuras cuando un sector del elemento a fabricar está sobre cargado, para esto el Ingeniero de Fabricación se proyectará e identificar metodologías de soldeo para estructura de este tipo.

#### 5.4. Control final de los elementos fabricados

Cuando SC Ingenieros tiene concluida la etapa de soldeo en fierro negro, verificara las dimensiones totales, ya que las dimensiones de placas, entre agujeros, etc., han sido verificadas oportunamente.

Las dimensiones generales están referidas a las longitudes totales a las deformaciones producto del calor que pudieron haberse producido o las deformaciones de torsión como es el caso de vigas o columnas, de tal manera que las estructuras estén completamente de acuerdo con los planos de fabricación establecidos.

#### 5.5. Control documental

El control documental es importante para SC Ingenieros por que nos dará evidencia de los controles que se han efectuado. Al final de cada jornada de trabajo el responsable del control dimensional de la fabricación diaria, reportará en el registro SC/ITC-04-01.

## 6. RESPONSABLES

### 6.1. Ingeniero de Fabricación

- Definir los puntos de control dimensional que se llevara acabo para cada tipo de estructuras.
- Verificar que los controles dimensionales se realicen de acuerdo con los puntos de inspección definidos.

### 6.2. Control de Calidad

- Verificar las dimensiones de los materiales que se emplearan.
- Verificar las dimensiones principales de cada estructura.
- Verificar las dimensiones de los agujeros que se realicen a las estructuras



## 7. ANEXOS

### 7.1. Formato de control topográfico SC/ITC-09-01.

#### Registro de control dimensional ITC-04-01

<b>1. DATOS Y/O DESIGNACION</b>							
Realizado por: _____ Plano: _____ Fecha: _____							
Área: _____ Sector: _____ Zona: _____							
Tipo de capa: _____ Numero de capa: _____ Skerch: _____							
<b>2. PARTES CONTROLADAS</b>							
Identificación	Cota Teórica	Cota Real	Desviación	Tolerancia	Estado de Control		Observación *
	( )	( )	( )	( )	Acep.	Rech.	
<b>3. ESQUEMA DEL ELEMENTO CONTROLADO DIMENSIONALMENTE (el esquema se puede anexar a este formato para mayor detalle)</b>							
Comentario:							
<b>4. APROBACION DEL CONTROL</b>							
_____				_____			
Ing. de Fabricación				Control de Calidad			

# PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA ESTRUCTURAL

## REV: 0

COPIA N°:

ASIGNADA A :

	NOMBRE	FIRMA	FECHA
ELABORADO			
REVISADO			
APROBADO			

# CONTENIDO

---

1. OBJETIVO
2. ALCANCE
3. REFERENCIA
4. DEFINICIONES
5. EJECUCION
  - 5.1 Condiciones de trabajo
  - 5.2 Mantenimiento del metal de aporte
  - 5.3 Procedimientos de soldadura calificado
  - 5.4 Soldadores Calificados
  - 5.5 Planificación de los trabajos de soldadura
  - 5.6 Trazabilidad de las uniones soldadas
6. RESPONSABILIDADES
7. ANEXOS

## 1. OBJETO

La presente ITC tiene como objetivo, prever y definir las acciones que tienen que ver directamente con la calidad de las uniones soldadas que serán ejecutadas para el presente proyecto.

## 2. ALCANCE

El alcance del procedimiento es para todos los trabajos de soldadura que realice en taller y/o obra.

## 3. REFERENCIA

3.1. Especificaciones Técnicas del Cliente.

3.2. Código AWS D1.1.

3.4. Calificación de procedimiento de soldadura SC/ITC-02.

3.5. Calificación de soldadores SC/ITC-03.

## 4. DEFINICIONES

### 4.1. Mantenimiento de Metal de Aporte

Es el almacenamiento del material de aporte (en homos eléctricos), de acuerdo a los rangos de temperatura establecidos por el fabricante del material de aporte.

### 4.2. Procedimiento Calificado

Es todo procedimiento de soldadura elaborado de acuerdo al código o norma, y que ha sido sometido a los ensayos mecánicos establecidos.

#### 4.3. Soldador Calificado

Es todo aquel soldador que ha elaborado sus probetas para el ensayo de soldadura, en las condiciones o posición requerida por los trabajos a ser ejecutados en taller.

### 5. EJECUCION

La presente ITC toma en cuenta las variables: preparación de las juntas, metal de aporte, procedimientos de soldadura y soldeo, como factores principales que inciden en la calidad de las uniones soldadas a ejecutarse para el proyecto.

#### 5.1. Condiciones de Trabajo

Durante la planificación para la fabricación de estructuras metálicas el Ingeniero de Fabricación tendrá en cuenta los aspectos de control que se llevan a cabo durante todo el proceso de soldeo de acuerdo a:

##### a) Antes

- Todas las soldaduras deben ser ejecutadas de acuerdo con los procedimientos de soldadura aprobados.
- La zona a soldar debe encontrarse limpia al rededor de las 2 Pulgadas, esto quiere decir libre de pintura, grasa, oxido u otras impurezas que puedan contaminar la soldadura.
- Cuando las condiciones climáticas son severas se deben contar con carpas para la protección del viento y/o lluvia, antes de iniciar los trabajos de soldadura.
- Se debe contar con biombos para delimitar el área del soldador.

##### b) Durante

- Se debe verificar el buen manipuleo del metal de aporte, manteniéndose en las condiciones que recomienda el fabricante del producto.
- Se debe verificar que se esté realizando la limpieza entre cada pase de soldadura, se puede utilizar herramientas mecánicas o manuales, teniendo en cuenta lo especificado en el procedimiento
- Se debe verificar que la temperatura de precalentamiento sea la establecida de ser aplicable.
- Cuando se suelden vigas, tijerales, tuberías, etc., ésta no deberá ser levantada o movida durante la soldadura.

c) Después

- Se verificara visualmente el acabado y las dimensiones del cordón de soldadura (empleando instrumentos de medición). La altura del refuerzo deberá responder a lo que se indica en el procedimiento de soldadura.
- Al termino de la soldadura verificar que no queden residuos de escoria o salpicadura de soldadura, para que pase a la siguiente etapa del arenado y pintado.
- Verificar que las juntas queden con la identificación del soldador que ejecuto la junta.
- Registrar las juntas soldadas en una jornada de trabajo.

## 5.2. Mantenimiento del Metal de Aporte

El metal de aporte a ser empleado, debe ser especificado según las normas AWS, y debe ser almacenado de acuerdo a las recomendaciones técnicas del fabricante en homos eléctricos al abrirse las lastas y mantenerse en homos portátiles al asignarse a soldadores en cantidades de 1 a 4kg.

### 5.3. Procedimientos de Soldadura Calificado

No se efectuará soldadura alguna, sino se tiene el respectivo procedimiento de soldadura calificado. La calificación demostrará la conformidad de los resultados de los ensayos mecánicos respecto de los criterios de aceptación de la norma o código aplicable.

### 5.4. Soldadores Calificados

Todo trabajo de soldadura deberá ser realizado por un soldador calificado, de acuerdo a las exigencias de las posiciones del trabajo a ejecutar. Todo soldador calificado debe contar con un certificado de homologación como tal y asignarle y código o estampa.

### 5.5. Planificación de los Trabajos de Soldadura

El Ingeniero de Fabricación deberá revisar el procedimiento calificado que se emplee para el proceso de soldeo y de acuerdo a la calificación de cada soldador se le asignara el trabajo de soldeo

### 5.6. Trazabilidad de las uniones soldadas

Las uniones soldadas deben contar con una identificación que nos permita determinar que soldador realizo la junta, para esto a cada soldador se le asignará un código o estampa del soldador, con el fin de llevar el control de trazabilidad del producto final.

### 5.7. Ingeniero de Fabricación

- Asegurar las condiciones de almacenamiento del metal de aporte.

- Planificar los trabajos de soldadura, y definir el uso de determinado procedimiento de soldadura calificado.
- Mantener un número adecuado de soldadores calificados, de acuerdo a la demanda del trabajo a efectuar.
- Asignar a un responsable para que verifique los trabajos de soldadura.

#### 5.8. Responsable de la soldadura

- Verificar que se este empleando el procedimiento adecuado.
- Verificar que los soldadores que efectúen los trabajos cuenten con la calificación de respaldo.
- Realizar el seguimiento e inspección visual de los trabajos, así como asegura el cumplimiento de las especificaciones técnicas en cuanto a las pruebas y/o ensayos no destructivos sobre los trabajos de soldadura a ejecutarse.
- Llevar estadísticas de los trabajos de los soldadores calificados para definir acciones correctivas oportunas.
- Verifica que se mantengan al día los registros de calidad de los trabajos de soldadura.
- Hacer cumplir la presente ITC.

#### 6. ANEXOS

- Registro de inspección visual de soldadura SC/ITC-05-01



## Registro de inspección visual de soldadura SCITC – 05 - 01

1.: EQUIPO : _____ PLANO DE FABRIC.: _____ ESPECIF. TEC. CONTRAC: _____						
CODIGO EQUIPO: _____ CODIGO/NORMA: _____ EDICION : _____						
COLUMNA: <input type="checkbox"/> TIGERAL: <input type="checkbox"/> VIGAS: <input type="checkbox"/> OTROS: <input type="checkbox"/>						
<b>2. UBICACIÓN Y/O DISTRIBUCION DE UNIONES SOLDADAS</b>						
Nota: La juntas soldadas deberán mostrar claramente la identificación v el N° de estampa del soldador						
IDENTIFICACION DE JUNTA	TIPO DE JUNTA	TIPO/DEFECTO	ACEPTADO SI/NO	REPARAR SI/NO	SOLDADO POR	RESULTADO
_____ Ingeniero de Fabricación			_____ Control de Calidad			

## Certificado de fabricación de estructuras metálicas SCITC-08-01

<b>1. DATOS GENERALES</b>
Estructuras fabricadas en: _____ Planos de Fabricación: _____
Características articulares : _____

2. PRESENTACION DE LOS ELEMENTOS			
	Si	No	N° del Registro de Control
- Certificado de materiales	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Fecha de control: _____; _____
- control dimensional	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Fecha de control: _____; _____
- Ensayos no destructivos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Fecha de control: _____; _____
- Arenado y pintura	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Fecha de control: _____; _____
- Codificación de elementos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Fecha de control: _____; _____
Observaciones	y/o		comentarios
3. LISTADO DE ELEMENTOS CERTIFICADOS			
I	Descripción	Cantidad	Código del elemento
_____		_____	
Ing. Fabricación		Control de Calidad	