

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y DE ENERGÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA**



**“INSPECCIÓN DE CONTROL DE CALIDAD EN LA  
FABRICACIÓN DEL SISTEMA ESTRUCTURAL DE  
LA COBERTURA METÁLICA DEL ESTADIO  
NACIONAL”**

**TRABAJO ACADEMICO PARA OPTAR EL TITULO  
PROFESIONAL DE INGENIERO MECÁNICO**

**BACH. DENNIS STUWARD HERNÁNDEZ PALACIOS**

**Callao, Mayo, 2018**

**PERÚ**



## **DEDICATORIA**

*A mis padres que siempre me han dado su apoyo, a mi esposa e hijos, que son mi razón de seguir adelante y continuar buscando algo mejor.*

## **AGRADECIMIENTO**

*A los compañeros de la FIME, por el profesionalismo demostrado en las diferentes obras en las que coincidimos.*

*A Técnicas Metálicas Ingenieros S.A.C. por ser una empresa que brinda la oportunidad de participar en grandes proyectos.*

*A los docentes de la Facultad, por darnos las herramientas para desarrollarnos profesionalmente.*

# ÍNDICE

	<b>PAG.</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b>	6
<b>I. OBJETIVOS</b>	
1.1 Objetivo General	8
1.2 Objetivos Específicos	8
<b>II. ORGANIZACIÓN DE LA EMPRESA O INSTITUCIÓN</b>	
2.1 Empresa Técnicas Metálicas Ingenieros S.A.C	9
2.2 Estructura orgánica	9
<b>III. ACTIVIDADES DESARROLLADAS POR LA EMPRESA</b>	
3.1 Actividades desarrolladas por la empresa TMI S.A.C.	11
3.2 Proyectos realizados por el graduado	15
<b>IV. DESCRIPCIÓN DETALLADA DEL PROYECTO DE INGENIERÍA</b>	
4.1 Descripción del Tema	17
4.2 Antecedentes	22
4.3 Planteamiento del Problema	23
4.4 Justificación	23
4.5 Marco teórico	24
4.5.1 Conceptos de Calidad	24
4.5.2 Términos y definiciones de soldadura	24
<b>4.5.3</b> Defectos del material base	28
<b>4.5.4</b> Ensayos No destructivos	29
<b>4.5.5</b> Códigos, estándares, especificaciones	30
4.5.6 Defectos de soldadura	33
4.6 Fases del Proyecto	34

	<b>PAG.</b>
4.6.1 Inspección de recepción de materiales	34
4.6.2 Inspección de habilitado de piezas metálicas	40
4.6.3 Inspección de fabricación de estructuras	47
4.6.3.1 Inspección de armado y apuntalado	47
4.6.3.2 Inspección de soldadura	49
4.6.3.3 Inspección de estructurados	58
4.6.3.4 Inspección de reparaciones	61
4.6.3.5 Inspección de ensayos no destructivos	65
4.6.4 Inspección de tratamiento superficial	72
4.6.4.1 Inspección de preparación superficial	72
4.6.4.2 Inspección de recubrimiento superficial	75
<b>V. EVALUACIÓN TÉCNICO - ECONÓMICO</b>	
5.1 Propuesta Técnica	79
5.2 Costos del proyecto	81
<b>VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	
6.1 Conclusiones	84
6.2 Recomendaciones	85
<b>VII. REFERENCIALES Y BIBLIOGRAFIA</b>	86
<b>VIII. ANEXOS Y PLANOS</b>	88

## INDICE DE FIGURAS

### PAG.

Fig. N° 1.1 Vista parcial de la cobertura metálica del Estadio Nacional.	8
Fig. N° 4.1 Ubicación del Estadio Nacional	17
Fig. N° 4.2 Mapa de procesos de Control de Calidad	21
Fig. N°4.3 Tipos de fisuras (fig. B.33 norma AWS A3.0 2010)	33
Fig. N°4.4 Inspección de materia prima	37
Fig. N° 4.5 Inspección de Ultrasonido para descartar laminación	37
Fig. N° 4.6 Empleo de tabla de variación de espesores.	38
Fig. N° 4.7 N° de lote conforme en soldadura y certificado de calidad.	39
Fig. N° 4.8 N° de colada conforme en tubos y certificado de calidad.	40
Fig. N° 4.9 Procedimiento de muestreo para habilitado	42
Fig. N° 4.10 Máquinas para el proceso de habilitado	45
Fig. N° 4.11 CNC de corte por plasma para corte y apunzonado	45
Fig. N° 4.12 Elementos de CNC plasma codificados a revisar	46
Fig. N° 4.13 Elemento observado por mala perforación	46
Fig. N° 4.14 Vista 3D de los tijerales.	47
Fig. N° 4.15 Partes de la armadura principal.	48
Fig. N°4.16 Inspección de armado y apuntalado	48
Fig. N° 4.17 Actividades previas al proceso de soldeo	49
Fig. N° 4.18 Controles posteriores al proceso de soldadura	58
Fig. N° 4.19 Control de calidad en el estructurado	60
Fig. N° 4.20 Inspección de estructurado	61
Fig. N° 4.21 Reparación de junta observada en ensayo radiografico	63
Fig. N° 4.22 Correccion de brida a su posicion correcta.	64
Fig. N° 4.23 Reparación de cartela de diagonal a su posición correcta	64
Fig. N° 4.24 realización de ensayo de partículas magnéticas	66
Fig. N° 4.25 Elementos con indicacion aceptable en ensayo MT	66
Fig. N° 4.26 Elementos con indicacion de referencia en ensayo RT	67
Fig. N° 4.27 Registro de ensayo MT aceptable	68
Fig. N° 4.28 Registro de ensayo MT aceptable	69
Fig. N° 4.29 Registro de ensayo RT observado	70
Fig. N° 4.30 Registro de ensayo RT de juntas reparadas	71
Fig. N° 4.31 Cabinas de granallado en planta de TMI S.A.C.	73
Fig. N° 4.32 Ingreso de estructuras a cabina de granallado	73
Fig. N° 4.33 Estructuras granalladas según requerimiento	74
Fig. N° 4.34 Medición de espesor de pintura, en húmedo y seco	75
Fig. N° 4.34 Pasos para control de granallado y Pintura	76
Fig. N° 4.35 Bachiller Dennis Hernández Palacios en area de pintura.	77
Fig. N° 4.36 Estructuras codificadas y empaquetadas para llevar a obra.	77
Fig. N° 4.37 Estructuras montadas en obra según codificación.	78
Fig. N° 4.38 Estructuras montadas	78
Fig. N° 5.1 Presupuesto detallado del proyecto	81
Fig. N° 5.2 Cronograma valorizado de avance de obra al 05-2010 .	82
Fig. N° 5.3 Cronograma de avance de ingeniería y fabricación	83

## INDICE DE CUADROS

### PAG.

Cuadro N° 2.1 Organigrama de la empresa TMI S.A.C.	10
Cuadro N° 3.1 lista de fabricaciones para proyectos mineros	11
Cuadro N° 3.2 lista de fabricaciones para centros comerciales	13
Cuadro N° 3.3 lista de fabricaciones para industrias	14
Cuadro N° 3.4 Lista de proyectos principales del Bachiller Dennis Hernández Palacios	15
Cuadro N° 4.1 imágenes de los resultados del análisis estructural	18
Cuadro N° 4.2 imágenes de los resultados del análisis estructural	19
Cuadro N° 4.3 Modelo de memoria de cálculo de empalme de brida	20
Cuadro N° 4.4 Grados de oxidación según ISO 8501-1	28
Cuadro N° 4.5 Principios físicos y limitantes de los ensayos no Destructivos	29
Cuadro N° 5.1 Costo de ensayos no destructivos a soldadura	80
Cuadro N° 5.2 Costo de ensayos no destructivos a material base	80



## INDICE DE TABLAS

### PAG.

Tabla N° 4.1 Muestreo de porcentajes	35
Tabla N° 4.2 Muestreo para la inspección	36
Tabla N°4.3 Materiales agrupados sujetos a inspección	36
Tabla N° 4.4 Variaciones de espesor aceptables, para A36 y A572Gr.50.	38
Tabla N° 4.5 Puntos de Inspección de Habilitado de elementos.	43
Tabla N° 4.6 Tolerancia de ubicación de agujeros	44
Tabla N° 4.7 Tolerancia de elementos cortados	44
Tabla N° 4.8 Puntos de Inspección previas a la soldadura.	50
Tabla N° 4.9 Puntos de Inspección de soldadura de elementos.	51
Tabla N° 4.10 criterios de aceptación para inspección visual.	53
Tabla N° 4.11 Inspección antes, durante y despues de la soldadura	55
Tabla N° 4.12 Propiedades mecanicas de la soldadura	55
Tabla N° 4.13 Composición química de la soldadura	56
Tabla N° 4.14 Combinación de materiales base y material de aporte	57
Tabla N° 4.15 Severidad de defectos de soldadura	57
Tabla N° 4.16 Rectitud de columnas y armaduras	60
Tabla N° 4.17 Tipos de reparaciones	63
Tabla N° 4.18 Puntos de inspección para la preparación superficial	72
Tabla N° 4.18 Puntos de Inspección de pintado.	76

## INTRODUCCIÓN

El objetivo principal del presente trabajo académico es mostrar los métodos de control de calidad en la inspección de la fabricación del sistema estructural de la cobertura metálica del estadio nacional, mostrar la importancia de controlar, inspeccionar, medir y comparar los resultados obtenidos con los criterios de aceptación de los estándares, comenzando la inspección desde la recepción de los materiales, durante la realización de las uniones soldadas, hasta terminados los trabajos de pintura y posterior despacho.

La empresa Técnicas Metálicas Ing. S.A.C. se encargó de dos trabajos diferenciados:

- La fabricación del muro cortina, que viene a ser el cerco perimétrico que constituido por una estructura de acero cubierta por planchas aluminizadas que permiten una visión semitransparente al exterior del Estadio.
- La fabricación de la Cobertura del Estadio, compuesta por armaduras reticuladas tipo tijeral, que se extienden aproximadamente 30 m, formadas por perfiles tubulares de acero.

Para garantizar una estructura confiable fue necesario capacitar al personal y tomar conciencia de los costos de una “mala calidad”, se

mejoró la metodología del trabajo, se buscó la calidad desde el proyecto, se trabajó empleando normas técnicas, se realizó controles adecuados, se calificó los procedimientos y a los operarios de soldadura.

Las normas y especificaciones aplicables para este proyecto fueron las especificaciones del cliente, el Código de Soldadura Estructural American Welding Society AWS D1.1, ASTM, AISC, planos de fabricación y de taller los cuales se emplearon en los procesos de construcción e inspección de las uniones soldadas para esta estructura. Fue seleccionado el proceso de soldadura FCAW (Flux Cored Arc Welding), con hilos tubulares exsatub E71T-1 por ser este capaz de aplicarse en toda posición.

Es por ello que el Estadio Nacional del Perú continuará siendo por muchos años el principal escenario deportivo de nuestra capital por su magnitud y renovada infraestructura.

# I. OBJETIVOS

## 1.1 Objetivo General

Realizar la inspección de control de calidad en la fabricación del sistema estructural de la cobertura metálica del Estadio Nacional mediante la correcta aplicación de las normas y especificaciones aplicables al proyecto para garantizar una estructura metálica confiable.

## 1.2 Objetivos Específicos

- Inspeccionar la recepción de materiales, para garantizar la calidad de los mismos.
- Inspeccionar la habilitación de piezas metálicas
- Inspeccionar los procesos de fabricación de estructuras
- Inspeccionar el tratamiento superficial

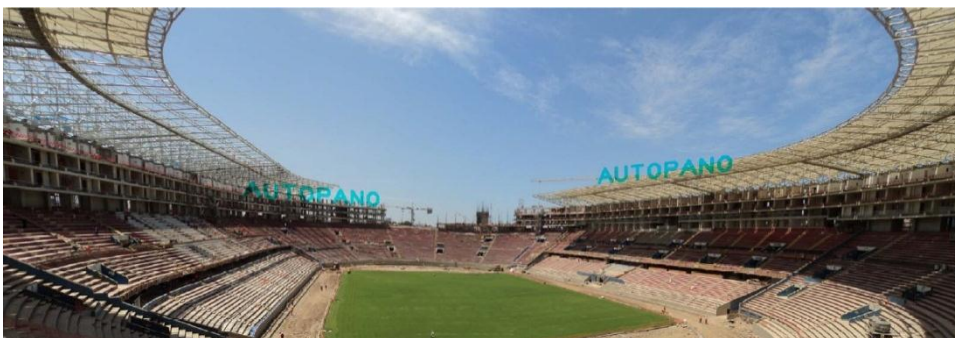


Fig. N° 1.1 Vista parcial de la cobertura metálica del Estadio Nacional.

Fuente: Propia

## **II. ORGANIZACIÓN DE LA EMPRESA O INSTITUCION**

### **2.1 Empresa Técnicas Metálicas Ingenieros S.A.C**

Técnicas Metálicas Ingenieros S.A.C. Con ruc: 20101145868 y con nombre comercial Técnicas Metálicas Ings. S.A.C., ubicado en: Av. Juan de Arona Nro. 151 Int. 1001 Urb. San Isidro Lima - Lima - San Isidro, es una compañía peruana fundada en 1979, especializada en la Fabricación de estructuras metálicas como actividad principal.

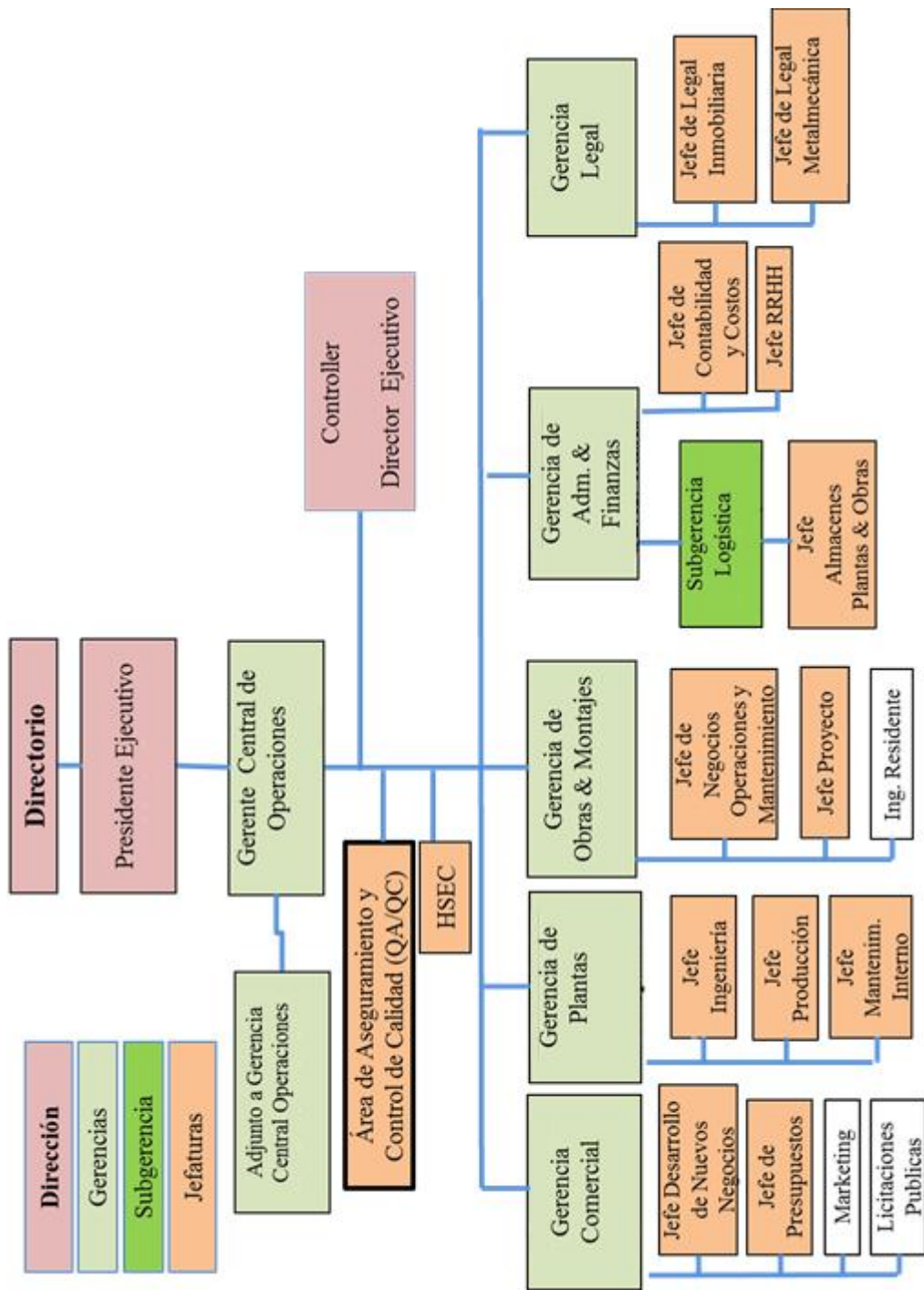
Técnicas Metálicas Ingenieros S.A.C., líder en el sector metalmecánico, atiende a empresas mineras, comerciales, de telecomunicaciones, de energía, de transporte, industriales y del sector inmobiliario.

En el año 2003 se crea la empresa inmobiliaria del grupo TM, denominada TM Gestión Inmobiliaria S.A.C., como actividad secundaria, una empresa dedicada al desarrollo de proyectos de vivienda multifamiliares, condominios residenciales, oficinas y otros; considerando los mejores diseños, ubicaciones estratégicas y calidad en acabados, ofreciendo así una inversión segura y garantizando la plena satisfacción de sus clientes.

### **2.2 Estructura Orgánica**

En el organigrama he ocupado el cargo de Inspector de Control de Calidad.

Función: Me desempeñe como Inspector en el área Control de Calidad.



Cuadro N°2.1 Organigrama de la empresa TMI S.A.C.

Fuente: Empresa TMI S.A.C.

### III. ACTIVIDADES DESARROLLADAS POR LA EMPRESA O INSTITUCIÓN

#### 3.1 Actividades desarrolladas por la empresa TMI S.A.C.

- Proyectos mineros entre los cuales se resaltan:

ITEM	OBRA	IMAGEN
1	<b>ODEBRECHT PERU INGENIERIA &amp; CONSTRUCCION - CDB MELCHORITA</b> Pampa Melchorita, Ica – Perú Proyecto Muelle Exportación Perú LNG.	
2	<b>MINERA ANTAMINA</b> Ancash – Perú, Ampliación del Truck Shop, Fabricación y montaje de las estructuras metálicas para la ampliación del edificio y oficinas del taller de camiones Truck Shop.	
3	<b>COMPANIA MINERA MILPO – CERRO LINDO</b> Ica – Perú, Construcción de la Mina Cerro Lindo, Suministro y fabricación de nueve edificios, diseño de conexiones, detalle de ingeniería.	

(Continua)

(Continuación)




4	<b>FLUOR CANADA LTD - PHELPS DODGE CORP</b> Arequipa – Perú, Planta primaria del sulfuro Mina Cerro Verde, Suministro y fabricación de estructuras 3,900 ton	
5	<b>FLUOR DANIEL - CERRO VERDE</b> Arequipa – Perú, Construcción del Jack Up Heather Steel, Fabricación de las estructuras metálicas para el Jack Up Heather de la planta de sulfuros de Cerro Verde.	
6	<b>NEWMONT - EMPRESA MINERA YANACocha</b> Cajamarca, Perú Taller de equipos de perforación, Diseño de conexiones y detallamiento, suministro, fabricación y montaje de estructura 300 ton	
7	<b>MINERA YANACocha S.R.L.,</b> Cajamarca – Perú, Ampliación del Truck Shop T-2. Ingeniería, fabricación, montaje, instalaciones y equipamiento del Truck Shop y estructuras metálicas e instalaciones para el edificio principal.	

Cuadro N°3.1 lista de fabricaciones para proyectos mineros

Fuente: Empresa TMI S.A.C.







- Proyectos de centros comerciales, resaltando los siguientes:

ITEM	OBRA	IMAGEN
1	<p><b>SAGA FALABELLA</b> San Isidro, Lima. Centro Comercial Tottus, Diseño de conexiones y detallamiento, suministro, fabricación y montaje de estructuras - 2,450 ton.</p>	
2	<p><b>SAGA FALABELLA</b> Miraflores, Lima. Diseño de conexiones y detallamiento, suministro, fabricación y montaje de estructuras.</p>	
3	<p><b>LARCO MAR S.A.</b> Miraflores, Lima, Centro Comercial Larcomar Fabricación, transporte y montaje de 3 ductos para extracción de humos o chimeneas.</p>	

Cuadro N°3.2 lista de fabricaciones para centros comerciales

Fuente: Empresa TMI S.A.C.

- Proyectos Industriales, resaltando los siguientes:

ITEM	OBRA	IMAGEN
1	<p><b>GLORIA S.A.</b> Lima – Perú, Centro Papelero – Gloria, Fabricación y montaje estructuras metálicas para las siguientes áreas: sala de máquinas, sala de producción, sala de almacén.</p>	
2	<p><b>COSAPI -PROMOTORA INTERCORP S.A.</b> Lima – Perú, Nueva Sede Banco Interbank, Fabricación de estructuras metálicas para las siguientes áreas: mesa de dinero, directorio principal en piso 20, auditorio principal, mezanine, recepción.</p>	
3	<p><b>PERFILES METALICOS PRECOR S.A.</b> Lima – Perú, Ampliación de Planta Industrial, Fabricación y montaje de estructuras para fachada de planta de tubos, estructuras para túnel de pintado, estructuras zona inyección y pintado.</p>	
4	<p><b>UNION COMERCIAL INDUSTRIAL</b> Piura – Perú, Nueva Planta de Producción de Hidrogeno, Obras civiles, movimiento de tierras y cimentación. Fabricación y montaje de edificio metálico de 6 niveles. Montaje de equipos electromecánicos.</p>	

Cuadro N°3.3 lista de fabricaciones para industrias

Fuente: Empresa TMI S.A.C.



### 3.2 Proyectos realizados por el graduado

Así mismo me desempeñe como Inspector en el área de Control de Calidad en taller y obra, resaltando las siguientes empresas y proyectos.

ITEM	OBRA	IMAGEN
1	<p><b>SERVICIOS INDUSTRIALES DE LA MARINA SIMA-CALLAO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Inspector de Control de Calidad en el Área de Metalmecánica, Proyecto: Instalaciones Marítimas, Perú LNG-Proyecto Melchorita.</li> <li>• Inspector de Control de Calidad en el Área de Reparaciones y Construcciones Navales.</li> </ul>	
2	<p><b>TECNICAS METALICAS INGENIEROS S.A.C.</b></p> <p>Proyecto: Fabricación de la Cobertura Metálica y Muro Cortina del Estadio Nacional.</p>	
3	<p><b>CORMEI CONTRATISTAS GENERALES S.A.C</b></p> <p>Proyecto: Fabricación y Montaje de Virolas y Llanta, Horno II - UNACEM S.A.A.</p> <p>Proyecto: Fabricación y montaje de 3 Hornos Verticales - Cemento Sur S.A. Juliaca</p>	

(Continua)

(Continuación)

4	<p><b>SUMINISTRO FABRICACIÓN CONSTRUCCIÓN S.A.C.</b> Y</p> <p>Proyecto: Montaje de Sistema Gas Lift en Plataforma Petrolera marina CX-15 Zorritos-Tumbes.</p>	
5	<p><b>TECNICAS METALICAS INGENIEROS S.A.C.</b></p> <p>Proyecto: Ampliación de la Refinería de Petro-Perú en Talara.</p>	

Cuadro N°3.4 Lista de proyectos principales del Bachiller Dennis Hernández P.

Fuente: Propia

## IV. DESCRIPCIÓN DETALLADA DEL PROYECTO DE INGENIERÍA

### 4.1 Descripción del Tema

Para la realización de la inspección de control de calidad en la fabricación del sistema estructural de la cobertura metálica del estadio nacional, fue importante comprender los procesos a seguir, los estándares aplicables que garantizarían obtener una estructura metálica de calidad para Lima.

La secuencia de fabricación de la estructura metálica estuvo en función a los avances y liberaciones de las obras civiles, ejecutadas por los contratistas Cosapi y Dhmont, en base a esta información el área de Ingeniería desarrollo los planos para la fabricación de estructuras en la planta de Técnicas Metálicas Ing. S.A.C. para luego montarlas en sitio.

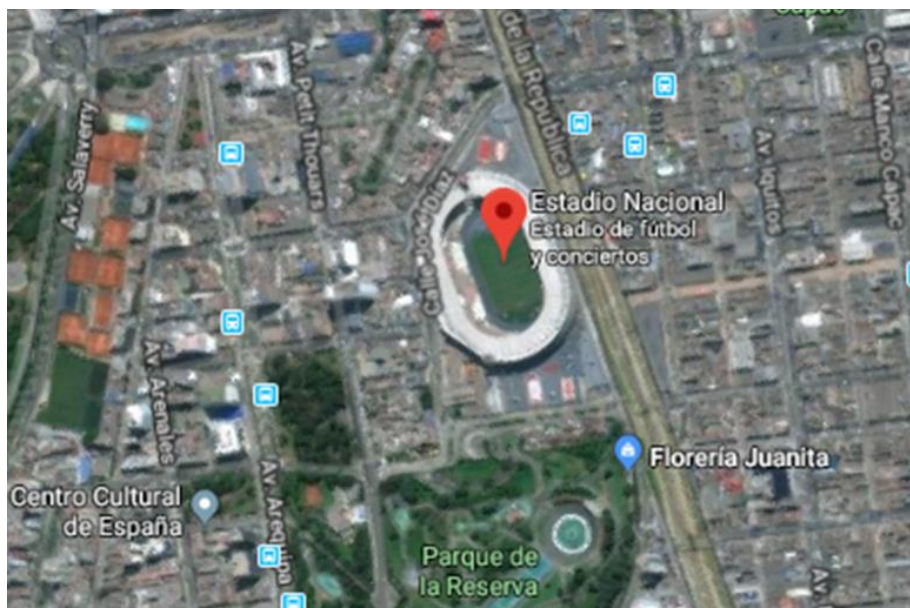
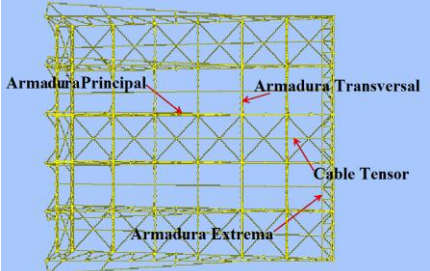
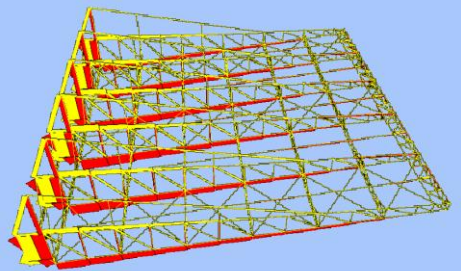
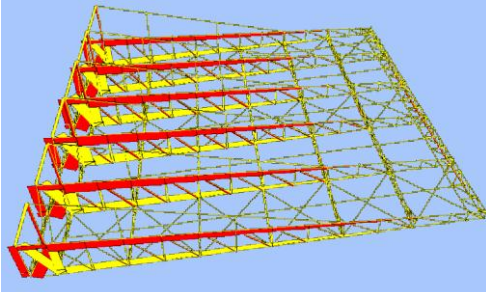
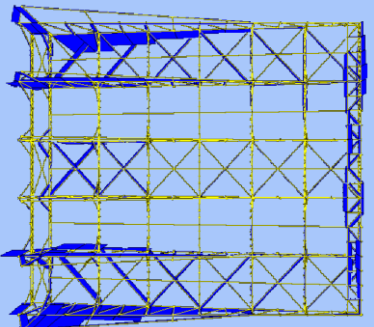


Fig. N° 4.1 Ubicación del Estadio Nacional

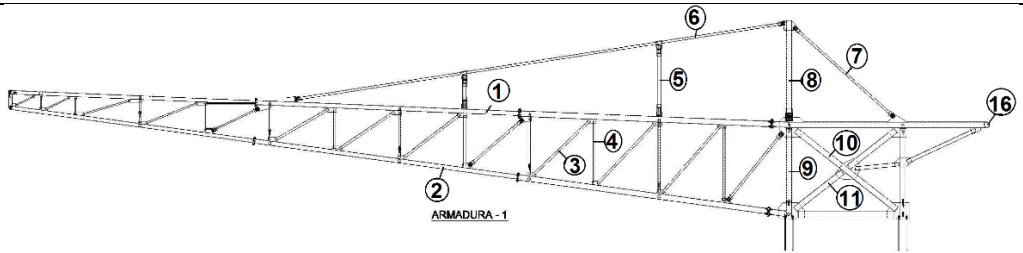
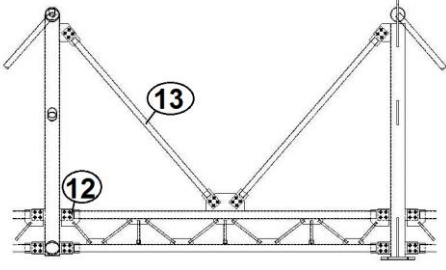
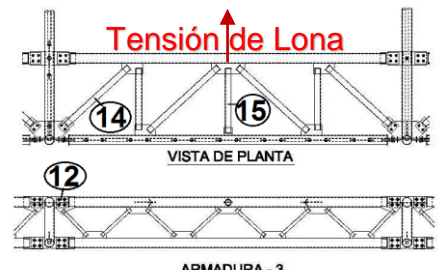
Fuente: Empresa TMI S.A.C

La materia prima fue controlada a la llegada de la planta Técnicas Metálicas Ing. S.A.C., según requerimiento realizado de acuerdo al análisis estructural y diseño de fabricación, es por ello la importancia de la verificación del cumplimiento de sus especificaciones técnicas.

RESULTADOS DEL ANÁLISIS ESTRUCTURAL	
 <p>Modelo de la estructura para el análisis estructural</p>	 <p>Cargas muertas + vivas + viento hacia abajo</p>
 <p>Cargas muertas + viento hacia arriba</p>	 <p>Cargas de sismo transversales a las armaduras</p>
<p style="text-align: center;"><b>CARGAS CONSIDERADAS</b></p> <p>Cargas del tensado de la lona</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tensión de 15 Ton en cable principal</li> </ul> <p>Cargas de gravedad</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Peso propio de la estructura = 40 kg/m<sup>2</sup></li> <li>• Sobrecarga = 30 kg/m<sup>2</sup></li> <li>• Cargas de pasarelas</li> <li>• Equipos colgados en casos puntuales</li> </ul> <p>Cargas de Viento</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Condiciones de succión y presión sobre la lona</li> </ul> <p>Cargas de Sismo</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sismo en las dos direcciones principales</li> <li>• Sismo en la dirección vertical (2/3 del espectro para dirección horizontal)</li> </ul>	<p style="text-align: center;"><b>COMBINACIONES DE CARGAS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tensado + cargas muertas + cargas vivas</li> <li>• Tensado + cargas muertas + vivas + viento</li> <li>• Tensado + cargas muertas + vivas + sismo</li> </ul> <p>Con estas combinaciones se hallaron las fuerzas para el diseño de los elementos.</p> <p style="text-align: center;"><b>EFFECTOS MÁXIMOS SOBRE LOS ELEMENTOS</b></p> <p>En Armaduras Principales</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bidas de armaduras: 60 Ton (C o T)</li> <li>• Diagonales: 11 Ton (T) o 6 Ton (C)</li> <li>• Montantes: 9 Ton (C)</li> </ul> <p>En Armaduras Transversales</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bidas de armaduras: 6 Ton (C)</li> <li>• Diagonales y montantes: 1 Ton (C)</li> <li>• Diagonales extremas: 3 Ton (C)</li> </ul> <p>Dónde: T=tracción, C=compresión</p>

Cuadro N°4.1 Imágenes de los resultados del análisis estructural

Fuente: Empresa TMI S.A.C.

MATERIALES DE ACUERDO AL CRITERIO DE DISEÑO		
 <p style="text-align: center;">ARMADURAS PRINCIPALES</p>		
<p>BRIDAS:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tubos de 8" a 3" Cédula-40</li> </ul> <p>MONTANTES Y DIAGONALES:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tubos de 3" a 1.5" Cédula-40</li> </ul> <p>MONTANTES Y DIAGONALES EN APOYO:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tubos de 8" Cédula-40</li> </ul>		
 <p style="text-align: center;">ARMADURA - 2 ARMADURAS SECUNDARIAS</p>	 <p style="text-align: center;">ARMADURA - 3 ARMADURAS EN EL EXTREMO DEL VOLADIZO</p>	
<p>BRIDAS:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tubos de 4" Cédula-40</li> </ul> <p>MONTANTES Y DIAGONALES:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tubos de 1" Cédula-40</li> </ul> <p>DIAGONALES EN APOYO:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tubos de 3" Cédula-40</li> </ul>		
CRITERIOS DE CARGA PARA DISEÑO DE CONEXIONES		
N°	NOMBRE	CRITERIO DE DISEÑO
1	Brida superior	100% tracción o 100% flexo-compresión
2	Brida inferior	100% tracción o 100% flexo-compresión
3	Diagonal en tijeral	75 % tracción
4	Montante	75 % tracción
5	Péndola	50 % corte
6	Templador	100 % tracción
7	Templador	100 % tracción
8	Puntal	100 % compresión y tracción
9	Puntal	100 % compresión y tracción
10	Diagonal principal	100 % compresión y tracción
11	Diagonal principal	100 % compresión y tracción
12	Armadura 2 y 3 transversal	50% corte
13	Diagonal secundaria	50% tracción
14	Diagonal armadura 3 (armadura 3) horizontal	50% tracción
15	Puntal horizontal (armadura 3)	50% tracción
16	Travesaño entre tijerales	50 % corte

Cuadro N°4.2 Imágenes de los resultados del análisis estructural

Fuente: Empresa TMI S.A.C.

**MEMORIA DE CALCULO - EMPALME DE BRIDAS (ARMADURA -1)**

**Materiales:**

Acero ASTM A-36	Fy= 35.0 ksi Fu= 58.0 ksi
Pernos ASTM A325 N	Fv= 21.0 ksi (Esfuerzo Admisible a Corte para Conexión Tipo Aplastamiento) Ft= 120.0 ksi (Esfuerzo a Tensión)
Soldadura E71T-1	Fu= 70.0 ksi (Esfuerzo a Tensión)

**Datos del perfil**

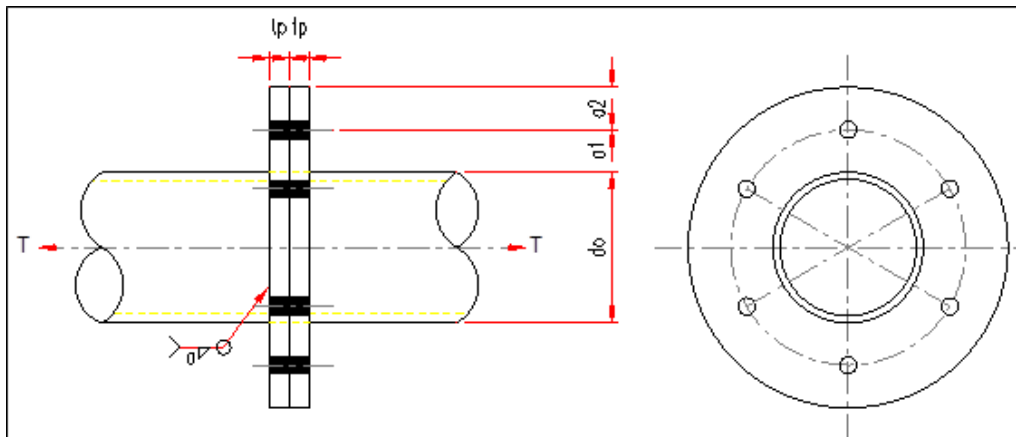
<b>Tubo Ø5" Sch40</b>	
Diámetro Exterior	De= 5.56 pulg.
Espesor de la tubería	tc= 0.26 pulg
Diámetro Interior	Di= 5.04 pulg
Distancia entre perno y tubería	a1= 1.31 pulg
Área de sección	A= 4.30 pulg <sup>2</sup>

**Datos de perno a verificar**

Nº de pernos	<b>n= 6.0 und.</b>
Diámetro del perno	d= 7/8 pulg.
Área del perno	a2= 0.60 pulg <sup>2</sup>

**Datos de Soldadura a verificar**

Espesor de soldadura	<b>a= 3/8 pulg</b>
----------------------	--------------------



Para el análisis tomaremos la Carga Máxima Admisible a Tensión de la tubería:

La Carga Máxima del Elemento a Tracción es  $T = (0,6 * Fy * A) = 90.2$  kips.

La Carga Máxima del Elemento a Corte es  $C = (0,4 * Fy * A) = 60.16$  kips.

**1.- Cálculo del espesor de la brida**

$t_i = \sqrt{2T / (0,9 * f_y * \pi * f_3)}$	0.59 pulg
$f_3 = 1 / (2K_1) * (K_3 + \sqrt{K_3^2 - 4 * K_1})$	5.16
$K_1 = L_n (r_2 / r_3)$	0.43
$K_3 = K_1 + 2$	2.43
$r_2 = De / 2 + a_1$	4.09
$r_3 = (De - tc) / 2$	2.65

**2.- Cálculo por Tensión Admisible en los pernos**

Un perno de Ø7/8" A325N es capaz de resistir a Tensión  $f = (0,33 * F_t * a_2) = 23.8$  kips

Con 6 pernos de Ø7/8" en un extremo la capacidad a Tensión se incrementaría a: **142.9 kips > 90.2 OK**

(Continúa)



(Continuación)

<p><b>3.- Cálculo a Corte de pernos</b> Un perno de Ø7/8" A325N es capaz de resistir a cortante simple <math>f=(a^2*F_v) = 12.6</math> kips Con 6 pernos de Ø7/8" en un extremo la capacidad a corte se incrementaría a: 75.8 kips &gt; <u>60.2</u> OK</p> <p>.....</p> <p><b>4.-Calculo de Soldadura</b> La Resistencia permisible de la soldadura E71T-1 es igual: <math>T_s = 0,707*0,3*F_u*a*(\pi*De)</math> 97.3 &gt; <u>90.2</u> OK</p> <p><b>Resultado:</b> El espesor de la brida debe ser igual o mayor a <b>0.59</b> pulg → <math>t_i = 16</math> mm Se usarán <b>06 pernos de 7/8"</b> de diámetro para la conexión de las bridas El filete de la soldadura es: <b>3/8</b> pulg → <math>a = 10</math> mm</p>
---

Cuadro 4.3 Modelo de memoria de cálculo de empalme de brida

Fuente: Empresa TMI S.A.C.

Una vez aprobados los materiales, estos fueron almacenados con su codificación respectiva, para continuar su paso por los siguientes procesos de habilitado, fabricación de estructuras y tratamiento superficial, en cada uno de ellos fueron evaluados el cumplimiento de los requisitos por medio de la observación y juicio técnico, seguido cuando fue necesario por la medición, ensayos no destructivos, prueba o comparación con patrones.

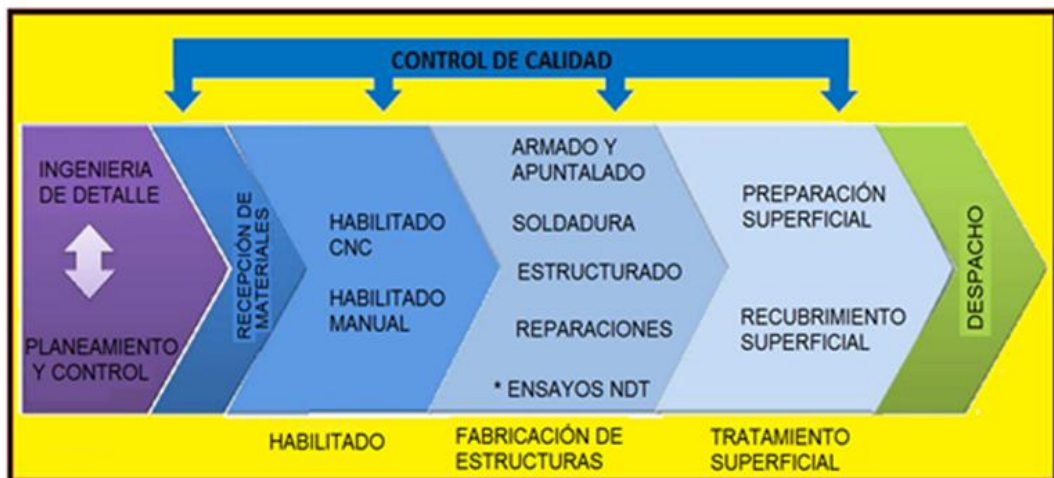


Fig. N° 4.2 Mapa de procesos de Control de Calidad

Fuente: Propia

## **4.2 Antecedentes**

Gutierrez, R. (2017), en su trabajo de suficiencia profesional titulado “Aplicación de la Norma AWS D1.1 en la inspección de soldaduras en las uniones de las estructuras metálicas, del proyecto de ampliación de la Refinería de Talara” para optar el título de Ingeniero Mecánico Electricista en la Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur, concluye que con la aplicación de los procedimientos de inspección desarrollados según la norma AWS D1.1 2010, mejoró la calidad de las estructuras metálicas del Proyecto de Ampliación de la Refinería de Talara.

Campos, F. (2014) en su tesis titulada “control de calidad en los procesos de soldadura FCAW – SMAW” para optar el título de Ingeniero Metalurgista en la Universidad Nacional de San Agustín concluye que se demuestra que la aplicabilidad del proceso FCAW- SMAW y sus bondades está en relación al correcto control de calidad desde el material base, material de aporte, personal calificado, procedimientos calificados, equipos de inspección y medición con certificados de calibración y aplicación de los ensayos no destructivos finales para verificar la sanidad interna y comprobar la integridad de la soldadura en todo su espesor. Para las juntas soldadas en estudio los reportes de inspección visual de soldadura (VT), Líquidos penetrantes (PT) y ultrasonido (UT); nos dan resultados aceptables.

Julcapari, M. (2013) en su tesis titulada “Planeación en procedimiento de soldadura para mejorar uniones soldadas en aceros ASTM A36 en la empresa Mota- Engil Perú” para optar el título de Ingeniero Mecánico en la Universidad Nacional del Centro del Perú indica que dentro de la planificación de soldadura el documento de procedimiento WPS (Welding Procedure Specification) así como los demás documentos de referencia como son; POR (Procedure Qualification Record) y WPQ (Welder Performance Qualification), son herramientas útiles para determinar de una manera ágil, las variables y parámetros que afectan directamente al proceso.

#### **4.3 Planteamiento del Problema**

¿Es necesario una inspección de control de calidad en la fabricación del sistema estructural de la cobertura metálica del estadio nacional?

#### **4.4 Justificación**

El presente trabajo de inspección de control de calidad en la fabricación del sistema estructural de la cobertura metálica del estadio nacional, se realizó para mostrar la secuencia de inspección y control en cada uno de sus procesos, desde la recepción de materiales hasta terminado los trabajos de pintura, con el fin de reducir y eliminar los defectos encontrados que generan re trabajos tales como sustitución de material,

esmerilados y otros problemas que ocasionan sobrecostos y demora en los plazos fijados.

El presente trabajo de inspección se apoya en la aplicación de las normas y estándares internacionales aplicables en cada proceso de fabricación, de esta manera se evitaron los defectos y en el caso de haberlos encontrado, estos se corrigieron de manera oportuna.

De esta manera se garantizó la fabricación de una estructura de calidad adecuada, confiable y segura.

## **4.5 Marco Teórico**

### **4.5.1 Conceptos de Calidad**

- Control de Calidad (QC Quality Control): Es un Proceso para comprobar si el producto o servicio obtenido cumple los requisitos del cliente.
- Aseguramiento de la Calidad (QA Quality Assurance): Es un sistema de acciones y procedimientos que aseguran que el producto o servicio cumplirá los requisitos del cliente.
- Gestión de Calidad Total (TQM Total Quality Management): Principio por la que toda la organización participa en la mejora continua de la calidad.

### **4.5.2 Términos y definiciones de soldadura**

Según el estándar AWS A3.0 (2010) se definen:

- Certificado de Calidad: documento que evidencia ensayos a los que han sido sometidos los materiales por el fabricante, así como los resultados de los mismos, haciendo mención a las normas bajo las cuales se han ejecutado dichos ensayos, así como aquéllas bajo las cuales se evalúan esos resultados.
- Inspector del Contratista: “El Inspector del Contratista” se definirá como la persona debidamente designada que actúe para y en beneficio del Contratista, en toda inspección y asuntos sobre calidad en el ámbito de este Código y de los documentos del Contrato.
- Código: Un documento que se encuentra arreglado sistemáticamente para su comprensión que contiene las reglas y estándares de la aplicación de soldadura, siendo mandatorio y de carácter legal.
- Especificación.- Documento que denota las propiedades directas que se contemplan en la realización de un trabajo. Este documento parte de lo particular hacia lo particular.
- Estándar.- Documento General que se toma como base para la realización y homogenización de una actividad o producto
- Norma.- Código.
- Criterio de aceptación.- Rangos de valores permisibles para la aceptación de un evento.
- Criterio de Rechazo.- Dimensionamiento o percepción fuera de los Rangos de valores permisibles para la aceptación de un evento.
- Defecto.- Discontinuidad relevante (fuera de los criterios de





aceptación).

- Discontinuidad.- Indicación relevante (cambio en la naturaleza del evento que es registrable a un método de inspección).
- Discontinuidad no relevante.- indicación relevante que se encuentra dentro de los criterios de aceptación.
- Ensayos no destructivos.- Ensayos en los cuales no se afecta las propiedades físicas de la pieza u objeto a inspeccionar.
- Especificaciones AWS.- Documentos precisos y claros que describen todo lo pertinente a la información técnica necesaria para un material, producto, sistema o servicio para su cumplimiento.
- Especificaciones del cliente.- documentos precisos y claros que describen todo lo pertinente a la información técnica necesaria para un material, producto, sistema o servicio para su cumplimiento bajo las características propias del criterio del cliente.
- Variables esenciales.- Son las variables de aplicación que al ser modificadas fuera de los rangos permitidos afectan la compatibilidad entre el material base, material aporte, técnica y proceso de soldadura.
- Inspección Visual.- Técnica de Ensayo no destructivo superficial que se realiza visualmente bajo los criterios de aceptación de una especificación.
- Juntas.- Forma en la cual se encuentran posicionados en el espacio los elementos a unir.
- Material Base.- Material al cual se le va aplicar la soldadura.

- Material de aporte.- Material que se adicionará en el proceso de soldadura.
- Perfiles de Juntas.- Diseño de junta, forma en la cual se presenta el perfil de la unión a soldar.
- Plan de Inspección.- Documento que señala la secuencia o los puntos importantes a verificar durante las etapas de la inspección en la soldadura.
- Plan de pruebas: Documento que señala los tipos de pruebas, la secuencia y los puntos importantes a verificar durante las etapas de la ejecución de las pruebas físicas a realizar.
- Pre calentamiento.- Elevación de la temperatura de la pieza y homogenización de esta, antes de iniciar la soldadura.
- Procedimiento Calificado.- Procedimiento de soldadura el cual se ha verificado su cumplimiento en base a las pruebas físicas realizadas.
- Procedimiento de soldadura.- Documento que detalla las variables esenciales y las no esenciales importantes requeridas para el control de la soldadura inmediatamente antes, durante y después de su ejecución.
- Pruebas Físicas.- Pruebas mecánicas y ensayos no destructivos realizados a la soldadura para observar que cumplen con las características físicas requeridas por el servicio.
- Propiedades químicas.- Propiedades físicas proporcionadas a una aleación dependiendo de la concentración de elementos aleantes que la integran.

#### 4.5.6 Defectos del material base

- Grados de oxidación, la norma ISO 8501-1 identifica cuatro tipos denominados grados de oxidación que se pueden observar en las superficies de acero adquiridas o almacenadas.

	
<b>Grado A:</b> Superficie de acero con la capa de laminación intacta en toda la superficie y prácticamente sin corrosión.	<b>Grado B:</b> Superficie de acero con principio de corrosión y en la cual la capa de laminación comienza a despegarse.
	
<b>Grado C:</b> Superficie de acero en donde la capa de laminación ha sido eliminada por la corrosión o la capa de laminación pueden ser eliminada por raspado, pero en la cual no se han formado en gran escala cavidades visibles.	<b>Grado D:</b> Superficie de acero en donde la capa de laminación ha sido eliminada por la corrosión y se han formado en gran escala cavidades visibles.


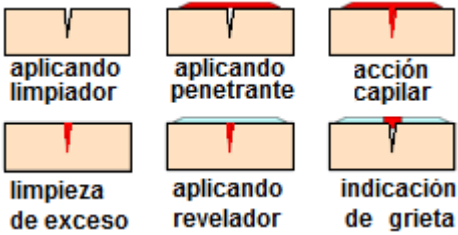

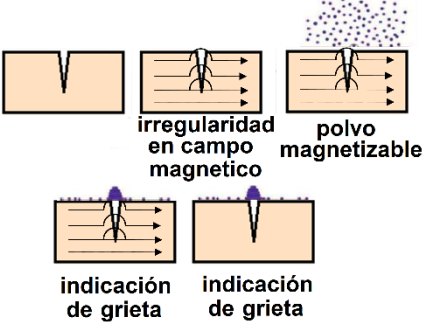
Cuadro N° 4.4 Grados de oxidación según ISO 8501-1

Fuente: TMI S.A.C.



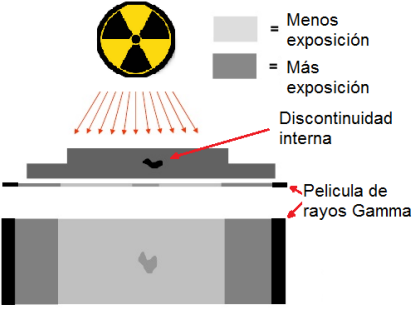
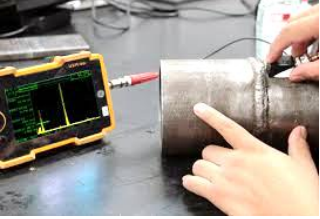
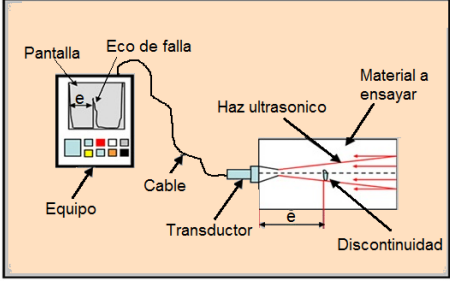
#### 4.5.7 Ensayos No destructivos

- Inspección Visual (VT: Visual testing), se tiene la limitante para detectar únicamente discontinuidades superficiales (abiertas a la superficie).

ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS	PRINCIPIOS FISICOS	LIMITANTES
<p>Líquidos Penetrantes (PT: Penetrant testing)</p>  <p>imagen de kit de penetrantes</p>	<p>Este método se basa en el principio de la acción capilar de los líquidos y se emplean para todo tipo de materiales no porosos.</p>  <p>aplicando limpiador    aplicando penetrante    acción capilar limpieza de exceso    aplicando revelador    indicación de grieta</p>	<p>Se tiene la limitante para detectar únicamente discontinuidades superficiales (abiertas a la superficie).</p>
<p>Partículas Magnéticas (MT: Magnetizing testing)</p>  <p>Imagen de yugo magnético</p>	<p>Se basa en los cambios abruptos en el flujo magnético que corre por la pieza debido a irregularidades en el material, que resultan en una dispersión local del flujo. Esta dispersión se detecta aplicando un fino polvo de material magnético que tiende a apilarse y saltar sobre tales discontinuidades.</p>  <p>irregularidad en campo magnetico    polvo magnetizable indicación de grieta    indicación de grieta</p>	<p>Se tiene la posibilidad de detectar tanto discontinuidades superficiales como sub-superficiales (las que se encuentran debajo de la superficie pero muy cercanas a ella).</p>

(Continua)

(Continuación)

<p>Gammagrafía Industrial (RT: Radiographic testing)</p>  <p>Imagen de fuente radiactiva</p>	<p>Se utilizan los rayos Gamma para atravesar el material. Si la estructura de este es no uniforme los rayos serán absorbidos en mayor o menor medida por el material.</p>  <p>Vista superior de película expuesta</p>	<p>Estos métodos permiten la detección de discontinuidades internas y sub-superficiales, así como bajo ciertas condiciones, la detección de discontinuidades superficiales.</p>
<p>Ultrasonido Industrial (UT: Ultrasonic testing)</p>  <p>Imagen de equipo de ultrasonido</p>	<p>Se basa en el principio de la reflexión de ondas ultrasónicas en la superficie interface de dos medios distintos, en este sentido una falla interna proveerá una superficie donde una porción de las ondas será reflejada (e).</p> 	

Cuadro N° 4.5 Principios físicos y limitantes de los ensayos no destructivos

Fuente: Propia

### 4.5.5 Códigos, estándares, especificaciones

- AISC (American Institute of Steel Construction) Instituto Americano de Construcción de Acero.

- AISI (American Iron and Steel Institute) Instituto Americano del Hierro y el Acero.
- ANSI (American National Standards Institute) Instituto Americano de Estándares Nacionales.
- ASTM (American Society of Testing Materials) Asociación Americana de Ensayo de Materiales.
- ASTM A325M Especificación para pernos de alta resistencia para juntas de acero estructural.
- ASTM A36 Especificación para acero estructural.
- ASTM A435 Especificación para examen ultrasónico de haz recto en planchas de acero.
- ASTM A53 Especificación para tubería, acero, negro y sumergido en caliente.
- ASTM D1186 Métodos de prueba estándar para la medición no destructiva del espesor de la película seca de revestimientos no magnéticos aplicados a una base ferrosa.
- ASTM D3276 Guía estándar para inspectores de pintura (sustrato metálico).
- ASTM D3359 Métodos de prueba estándar para medir la adherencia mediante prueba de cinta.
- ASTM D4285 Métodos de prueba estándar para indicar aceite o agua en aire comprimido.
- ASTM D4414 Práctica estándar para la medición del espesor de

película húmeda mediante medidores de muesca.

- ASTM D4417 Medición de campo del perfil de superficie de acero limpiado por voladura.
- ASTM D4541 Método de prueba estándar para la resistencia a la extracción de recubrimientos utilizando comprobadores de adhesión portátiles
- ASTM E-165 Método de ensayo normalizado para inspección por líquidos penetrantes.
- ASTM E337 Método de prueba estándar para medir la humedad con un psicrómetro.
- AWS (American Welding Society) Sociedad Americana de Soldadura.
- AWS D1.1 Código de Soldadura Estructural – Acero.
- END Ensayos No Destructivos.
- ISO (International Organization for Standardization) Organización Internacional de Normalización.
- ISO 8502-3 Prueba para la evaluación de la limpieza de la superficie
- ISO 8501-1 Grados de oxidación y de preparación de sustratos de acero no pintados y de sustratos de acero después de estar totalmente decapados de revestimientos anteriores.
- NACE (National Association of Corrosion Engineers) Asociación Nacional de Ingenieros de Corrosión

- NTP Norma Técnica Peruana.
- OSHA (Occupational Safety and Health Administration) Administración de Seguridad y Salud Ocupacional.
- SSPC (Steel Structures Painting Council) Consejo de pintura de estructuras de acero.
- SSPC-SP1 Limpieza con solvente.
- SSPC-SP2 Limpieza de herramientas manuales.
- SSPC-SP6, Limpieza con chorro abrasivo, granallado comercial.
- SSPC-SP10 Limpieza con Chorro al Grado Cercano al Blanco.

#### 4.5.6 Defectos de soldadura

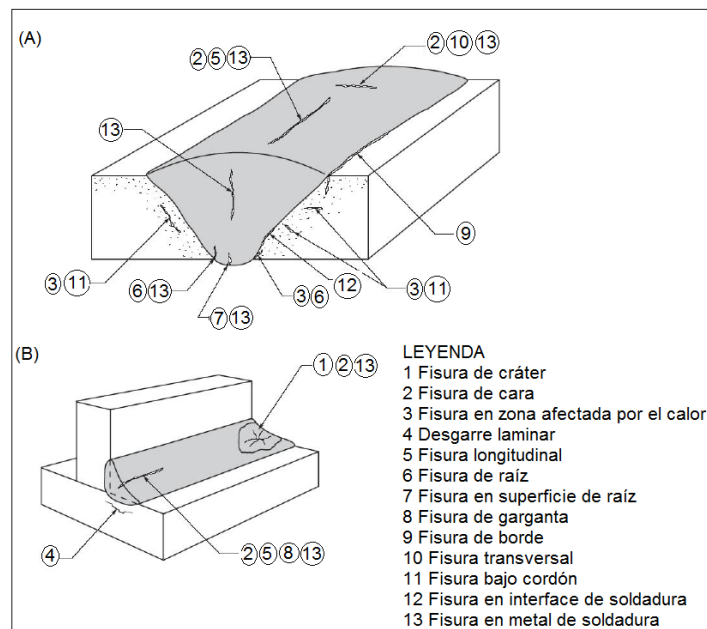


Fig. N°4.3 Tipos de fisuras (fig. B.33 norma AWS A3.0 2010)

Fuente: Norma AWS A3.0

## **4.6 Fases del Proyecto**

### **4.6.1 Inspección de Recepción de Materiales**

El inspector de calidad realizó la verificación de los materiales mediante la orden de compra y/o orden de suministro y la guía de remisión, para comprobar que el material adquirido corresponda con las especificaciones técnicas.

- El inspector de calidad verificó que el certificado de calidad correspondiera al material, para ello coincidieron el número de colada y lote de fabricación del material con el certificado correspondiente.
- El material inspeccionado cumplió los requerimientos de acuerdo a las normas aplicables y características del producto.
- En planchas y perfiles, las marcas en el acero y los signos de daño fueron revisadas en la recepción de acuerdo a lo indicado en el ASTM A6. Sin embargo la longitud y otras dimensiones de las partes fueron verificadas antes de iniciar el proceso de habilitado.
- El inspector realizó un muestreo para un nivel de inspección II y nivel de calidad aceptable 1.5; para el caso de los puntos B, C y D de lo descrito en la tabla N°4.3 de materiales sujetos a inspección.

Para el punto A, el muestreo fue de la siguiente manera: para una cantidad menor que 10, la muestra fue del 20% aprox.; para una cantidad mayor que 10 y menor que 50, la muestra fue de 15% aprox.; para una cantidad mayor que 50, la muestra fue de 10%. Ver tablas Tabla 4.1 para muestrear porcentajes y N°4.3 de materiales sujetos a inspección.

- Al encontrarse una no conformidad, fue sellada la guía de remisión como “No Conforme”, se realizó un informe de no conformidad y fue entregado una copia al responsable del almacén para su reclamo.
- En los elementos encontrados conformes, se sellaron sus guías de remisión respectivas con la palabra “Conforme” y se indicó que el material ya estaba liberado. El material liberado se identificó con marcador metálico y/o con un sticker de conformidad por lote inspeccionado para su paso al siguiente proceso. Los certificados de calidad y registros de control fueron archivados por el inspector de calidad dando por terminado la inspección. Los stickers fueron definidos por los siguientes colores:
  - Verde = Indica Conformidad (pasa al siguiente proceso)
  - Amarillo = Indica Observado (estado por Confirmar)
  - Rojo = Indica No Conforme (Tratamiento o devolución)
- El Sticker de color Amarillo se utilizó en el caso que el Inspector realizó una observación al material, que se evaluó posteriormente para determinar su estado final (Conforme o No Conforme).

Tamaño de Lote	Tamaño de muestra	Nivel de aceptación de calidad	
		Ac	Re
< 10	20%	0	1
11 a 50	15%	0	1
51 a 130	10%	0	1
131 a 320	10%	1	2
321 a 500	10%	2	3

Tabla 4.1 Muestreo de porcentajes.

Fuente: Empresa TMI S.A.C.

TABLA DE MUESTREO PARA LA INSPECCIÓN					
Tamaño Lote <i>Size Lot</i>	Niveles de Inspección General <i>General inspections Levels</i>	Tamaño de código de letras <i>Size of Code of Letters</i>	Tamaño <i>Size</i>	Niveles de aceptación de calidad (Inspecciones normales) AQL 1.5 <i>Acceptable Quality Levels (Normal Inspections) AQL 1.5</i>	
	II			Ac	Re
2 a 8	A	A	2	0	1
9 a 15	B	B	3	0	1
16 a 25	C	C	5	0	1
26 a 50	D	D	8	0	1
51 a 90	E	E	13	0	1
91 a 150	F	F	20	1	2
151 a 280	G	G	32	1	2
281 a 500	H	H	50	2	3
501 a 1200	J	J	80	3	4
1201 a 3200	K	K	125	5	6
3201 a 10000	L	L	200	7	8

Tabla 4.2 Muestreo para la inspección

Fuente: Empresa TMI S.A.C.

A	B	C	D
-Planchas de acero	-Pintura:	-Soldadura	-Pernos
-Platinas.	-Resinas	-Fundente	-Tuercas
-Ángulos	-Catalizador		-Arandelas
- Vigas laminadas	-Diluyente		-Espárragos
-Canales	-Thinner		-Abrazaderas
-Tubo redondo.	-Granalla		
- Tubo cuadrado			
-Fierro redondo liso			
-Fierro redondo corrugado			
-Cobertura			
- Planchas Fibraforte			
- TR4			
- Drywall			

Tabla N°4.3 Materiales agrupados sujetos a inspección

Fuente: Empresa TMI S.A.C.





Fig. N°4.4 Inspección de materia prima

Fuente: Empresa TMI S.A.C.



Fig.N°4.5 Inspección de Ultrasonido para descartar laminación

Fuente: Propia

Specified Thickness, mm	Permitted Variations Over Specified Thickness for Widths Given in Millimetres, mm										
	1200 and Under	Over 1200 to 1500, excl	1500 to 1800, excl	1800 to 2100, excl	2100 to 2400, excl	2400 to 2700, excl	2700 to 3000, excl	3000 to 3300, excl	3300 to 3600, excl	3600 to 4200, excl	4200 and Over
5.0	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.9	1.0	...	...
5.5	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.9	1.0	...	...
6.0	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.9	1.0	1.1	...
7.0	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.9	1.0	1.2	1.4
8.0	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.9	1.0	1.2	1.4
9.0	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	1.0	1.0	1.3	1.5
10.0	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	1.0	1.0	1.3	1.5
11.0	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	1.0	1.0	1.3	1.5
12.0	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.9	1.0	1.0	1.3	1.5
14.0	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.9	0.9	1.0	1.1	1.3	1.5
16.0	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.9	0.9	1.0	1.1	1.3	1.5
18.0	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.4	1.6
20.0	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.9	1.0	1.2	1.2	1.4	1.6
22.0	0.8	0.9	0.9	0.9	1.0	1.1	1.3	1.3	1.5	1.8	2.0
25.0	0.9	0.9	1.0	1.0	1.0	1.2	1.3	1.5	1.5	1.8	2.2
28.0	1.0	1.0	1.1	1.1	1.1	1.3	1.4	1.8	1.8	2.0	2.2
30.0	1.1	1.1	1.2	1.2	1.2	1.4	1.5	1.8	1.8	2.1	2.4
32.0	1.2	1.2	1.3	1.3	1.3	1.5	1.6	2.0	2.0	2.3	2.6
35.0	1.3	1.3	1.4	1.4	1.4	1.6	1.7	2.3	2.3	2.5	2.8
38.0	1.4	1.4	1.5	1.5	1.5	1.7	1.8	2.3	2.3	2.7	3.0
40.0	1.5	1.5	1.6	1.6	1.6	1.8	2.0	2.5	2.5	2.8	3.3
45.0	1.6	1.6	1.7	1.8	1.8	2.0	2.3	2.8	2.8	3.0	3.5
50.0	1.8	1.8	1.8	2.0	2.0	2.3	2.5	3.0	3.0	3.3	3.8
55.0	2.0	2.0	2.0	2.2	2.2	2.5	2.8	3.3	3.3	3.5	3.8
60.0	2.3	2.3	2.3	2.4	2.4	2.8	3.0	3.4	3.4	3.8	4.0
70.0	2.5	2.5	2.5	2.6	2.6	3.0	3.3	3.5	3.6	4.0	4.0
80.0	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	3.3	3.5	3.5	3.6	4.0	4.0
90.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.5	3.5	3.5	3.6	4.0	4.4
100.0	3.3	3.3	3.3	3.3	3.5	3.8	3.8	3.8	3.8	4.4	4.4
110.0	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.8	3.8	3.8	3.8	4.4	4.4
120.0	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8	4.8	4.8
130.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	5.2	5.2
140.0	4.3	4.3	4.3	4.3	4.3	4.3	4.3	4.3	4.3	5.6	5.6
150.0	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	5.6	5.6
160.0	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	5.6	5.6
180.0	5.4	5.4	5.4	5.4	5.4	5.4	5.4	5.4	5.4	6.3	6.3
200.0	5.8	5.8	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	7.0	7.0
250.0	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	8.8
300.0	7.5	7.5	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0

Tabla N° 4.4 Variaciones de espesor aceptables, para A36 y A572Gr.50.

Fuente: ASTM A6/A6M



### EMPLEO DE TABLA DE ESPESORES



Variación=0.8mm

Specified Thickness, mm	Permitted Variations Over Specified Thickness for Widths Given in Millimetres, mm										
	1200 and Under	Over 1200 to 1500, excl	1500 to 1800, excl	1800 to 2100, excl	2100 to 2400, excl	2400 to 2700, excl	2700 to 3000, excl	3000 to 3300, excl	3300 to 3600, excl	3600 to 4200, excl	4200 and Over
5.0	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.9	1.0	...	...
5.5	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.9	1.0	...	...
6.0	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.9	1.0	1.1	...
7.0	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.9	1.0	1.2	1.4
8.0	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.9	1.0	1.2	1.4
9.0	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	1.0	1.0	1.3	1.5
10.0	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	1.0	1.0	1.3	1.5
11.0	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	1.0	1.0	1.3	1.5
12.0	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.9	0.9	1.0	1.0	1.3	1.5
14.0	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.9	0.9	1.0	1.1	1.3	1.5
16.0	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.9	0.9	1.0	1.1	1.3	1.5
18.0	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.4	1.6
20.0	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.9	1.0	1.2	1.2	1.4	1.6
22.0	0.8	0.9	0.9	0.9	1.0	1.1	1.3	1.3	1.5	1.8	2.0
25.0	0.9	0.9	1.0	1.0	1.0	1.2	1.3	1.5	1.5	1.8	2.2

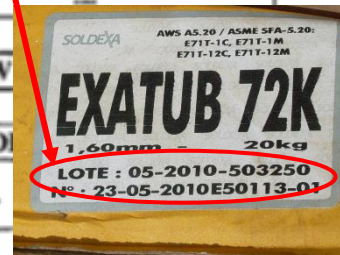
Fig. N° 4.6 Empleo de tabla de variación de espesores.

Fuente: Propia

**CERTIFICADO DE CALIDAD DE SOLDADURA**

SOLDEXA MEDIANTE EL PRESENTE DOCUMENTO CERTIFICA QUE EL PRODUCTO INDICADO HA SIDO FABRICADO BAJO EL SISTEMA DE CALIDAD ISO 9001:2000 Y QUE SUS CARACTERISTICAS CUMPLEN CON LAS NORMAS INTERNACIONALES CONSIGNADAS.

EXATUB 72 K		
CERTIFICADO N°	CCS - 2010-0317	
N° de LOTE	05-2010-503250	
DIMENSIONES	Diámetro Nominal [mm]	1.60
COMBINACIÓN	Gas	CO2
	Alambre	---
	Fundente	---
PROCESO	F C A W	
GRADO	---	
POSICION	H, F, VD, O	
NORMAS	AWS	A 5.20 E 71 T-1
	EN	---
	ABS	---
	LR	---



Aprobado  
Ronald Requejo Villanueva  
Jefe de Control de Calidad

Antigua Panamericana Sur Km 38.5  
Lurin - Lima 16

Fig. N° 4.7 Número de lote conforme en soldadura y certificado de calidad.

Fuente: Propia

河北圣天集团无缝钢管有限公司  
Hebei Shengtian Group Seamless Steel Tube Co., Ltd.

产品质量证明  
Product Quality Certificate

收货单位: 富盛国际实业有限公司  
Consignee: Rich Fortune Int'l Industrial Limited 益为贵公司制造之无缝钢管, 业经本公司质量检验合格, 特此证明。  
Name of goods: 无缝钢管  
This is to certify that in accordance with the relevant product technical conditions and contract stipulations, the seamless steel tube captured for your unit, were tested qualified by our quality control department.

许可证号: TS2710F75-2014

执行标准 Administer standard	API SL/ASTM A106/A53	交货状态 Consign- ment state	正火	总重 Total weight	2,279.14															
炉号 Heat No.	批号 Batch No.	钢号 Steel grade	规格 (mm) Size (mm)	数量 quantity	化学成分(%) chemical composition	力学性能 mechanics capability	技术 technology capability	涡流 Eddy View												
				支数 pieces	重量 weight	件数 bundles	C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Cu	屈服强度 Rm(Mpa)	抗拉强度 Rm(Mpa)	伸长率 A(%)	压扁 flattening	扩口 Expansion	
H140406	01665	GR.B	21.3*2.77	40	6	3500	26.58	21	0.21	0.26	0.51	0.02	0.03	0.05	0.02	0.02	470/475	265/265	31/32	合格
H140461	01666	GR.B	26.7*2.87	40	6	2420	24.49	19	0.22	0.25	0.49	0.02	0.02	0.06	0.02	0.02	480/485	270/270	32/33	合格
H140451	01667	GR.B	33.7*3.18	40	6	3340	30.14	27	0.19	0.23	0.51	0.02	0.02	0.06	0.02	0.02	470/485	275/280	33/34	合格
H140406	01665	GR.B	42.2*3.56	40	6	4250	36.51	70	0.19	0.26	0.49	0.02	0.02	0.05	0.02	0.02	475/485	280/285	32/32	合格
H140406	01665	GR.B	48.3*3.68	40	6	3500	35.04	38	0.20											
H140406	01665	GR.B	60.3*3.91	40	6	4150	41.59	68	0.22											
H140406	01665	GR.B	73.0*3.16	40	6	2900	29.04	79	0.19											
H140406	01665	GR.B	88.9*3.49	40	6	4700	47.04	190	0.21											
H140406	01665	GR.B	114.3*3.02	40	6	1000	10.04	53	0.20											
H140406	01665	GR.B	141.3*3.55	40	6	250	2.55	25	0.17											
H140406	01665	GR.B	168.3*3.11	40	6	350	3.51	55	0.18											
H140406	01665	GR.B	168.3*3.11	40	12	558	5.58	80	0.17											
H140406	01665	GR.B	219.1*3.18	40	6	75	0.75	19	0.21											

Fig. N° 4.8 Número de colada conforme en tubos y certificado de calidad.

Fuente: Propia

#### 4.6.2 Inspección de habilitado de piezas metálicas

En el habilitado se preparó los elementos a utilizarse para la estructura a partir de planchas o perfiles, preparándose de manera automática (corte del material de acuerdo al diseño del elemento, incluidas las perforaciones requeridas) o mecánica (previo trazo, con proceso de corte mediante oxycorte y el proceso de perforado dependiendo del diseño).

La inspección del Corte se realizó de la siguiente manera:

- a. En el habilitado manual el muestreo se realizó con un nivel general de inspección II y nivel de calidad aceptable de 1.5 según la tabla de muestreo N° 4.2 para la inspección.
- b. En el habilitado automático el muestreo se realizó de acuerdo a los porcentajes indicados en la tabla N° 4.1 y un nivel de calidad aceptable de 1.5.
- c. En ambos casos el muestreo se realizó por cada inspección.
- d. La inspección consistió en tomar las dimensiones resultantes del corte, verificándolas contra el plano de detalle o fabricación. Se verificó los siguientes puntos: la ubicación, diámetro de los agujeros o perforaciones, los destajes y la verticalidad del corte, la codificación del elemento habilitado.

La inspección visual consistió en la revisión de bordes cortantes o rebabas tanto en los cortes como en las perforaciones y la verificación del correcto acabado de los perfiles o las planchas.

- e. Los elementos no conformes fueron separadas para evitar su uso y se realizó el seguimiento correspondiente hasta que fueron levantadas las observaciones.
- f. Cuando no existan observaciones (o cuando las observaciones se levantaron), se procedió a la liberación de los elementos para su traslado al siguiente proceso.

Los elementos observados o conformes fueron identificados con marcador metálico o un sticker por lote inspeccionado para pasar al siguiente proceso. Los estados de inspección para el caso de los stickers se identificarán según los colores:

- Verde = Indica Conformidad (para pasar al siguiente proceso)
- Amarillo = Indica Observado (estado a evaluar)
- Rojo = Indica No Conforme.

g. Todos los registros de liberación de Control de Calidad fueron entregados al responsable de documentos de calidad para su numeración, ingreso al sistema informático y archivamiento en el dossier de calidad.

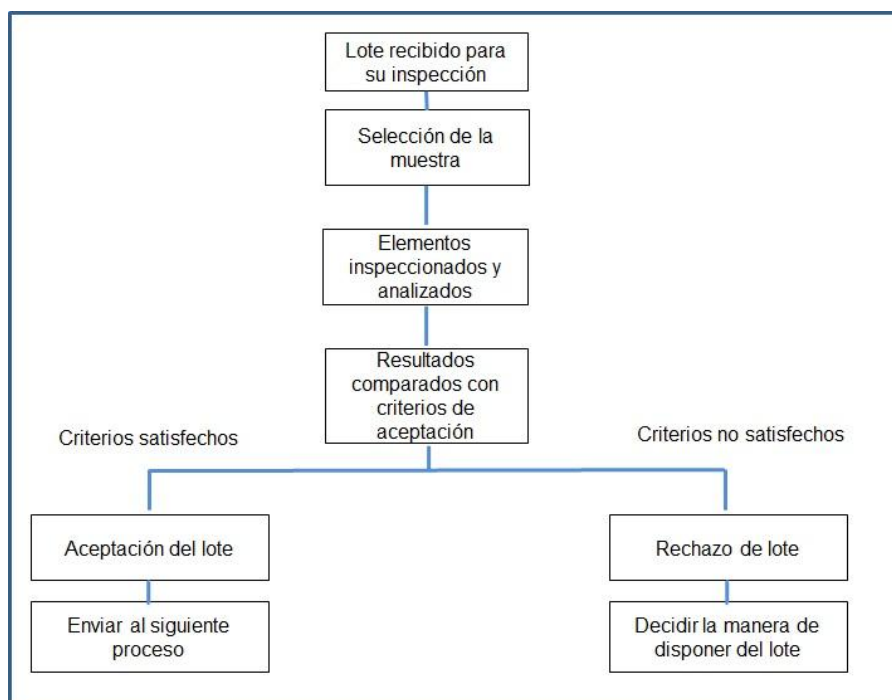


Fig. N° 4.9 Procedimiento de muestreo para habilitado

Fuente: Propia

N°	ETAPA DE INSPECCIÓN	CARACTERÍSTICA DE LA INSPECCIÓN	MÉTODO	DOCUMENTACIÓN DE REFERENCIA
1	Se verificó el diseño de los elementos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diseño del elemento.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Documental.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Planos de detalle.</li> <li>• Especificaciones técnicas del cliente.</li> </ul>
2	Se controló el trazo (para habilitado manual)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Trazo.</li> <li>• Ubicación de centros para agujeros.</li> <li>• Método de codificación del elemento.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Visual</li> <li>• Dimensional</li> <li>• Instrumental</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Planos de detalle.</li> <li>• Especificaciones técnicas del cliente.</li> </ul>
3	Se controló el habilitado	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cantidad de elementos (según tablas de muestreo).</li> <li>• Destajes.</li> <li>• Perforado: cantidad y diámetro de agujeros, tolerancias de agujeros.</li> <li>• Verticalidad del corte.</li> <li>• Espesor.</li> <li>• Dimensiones de acuerdo a diseño.</li> <li>• Tolerancias de dimensiones.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Visual</li> <li>• Dimensional</li> <li>• Instrumental</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Planos de detalle.</li> <li>• Especificaciones técnicas del cliente.</li> </ul>
4	Se realizó el control final	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Codificación del elemento</li> <li>• Acabado.</li> <li>• Limpieza.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Visual</li> <li>• Documental</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Planos de detalle.</li> </ul>
5	Se liberó físicamente de los elementos habilitados para ser incorporados en el Proyecto.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conformidad con requisitos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comprobación documental.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Registro de Liberación.</li> </ul>

Tabla N° 4.5 Puntos de Inspección de Habilitado de elementos.

Fuente: Propia

Posterior al corte y realizada la limpieza de rebabas se verificó que los elementos cumplan con los requisitos dimensionales requeridos para el presente proyecto como son el largo, ancho, perpendicularidad y diferencia de diagonales para el caso de perforaciones.

DIMENSION	TOLERANCIA
Largo (L)	$\pm 1$ mm
Ancho (A)	$\pm 1$ mm
Diferencia de diagonales LD1 – LD2	$\leq 2$ mm

El diagrama muestra un rectángulo con sus dimensiones y diagonales. El largo es etiquetado como 'L' y el ancho como 'A'. Las diagonales se etiquetan como 'LD1' y 'LD2'.

Tabla N° 4.6 Tolerancia de ubicación de agujeros

Fuente: Empresa TMI S.A.C.

DIMENSION	TOLERANCIA
Largo (L)	$\pm 1$ mm
Ancho (A)	$\pm 1$ mm

Tabla N° 4.7 Tolerancia de elementos cortados

Fuente: Empresa TMI S.A.C.





Fig. N° 4.10 Máquinas para el proceso de habilitado

Fuente: Empresa TMI S.A.C.

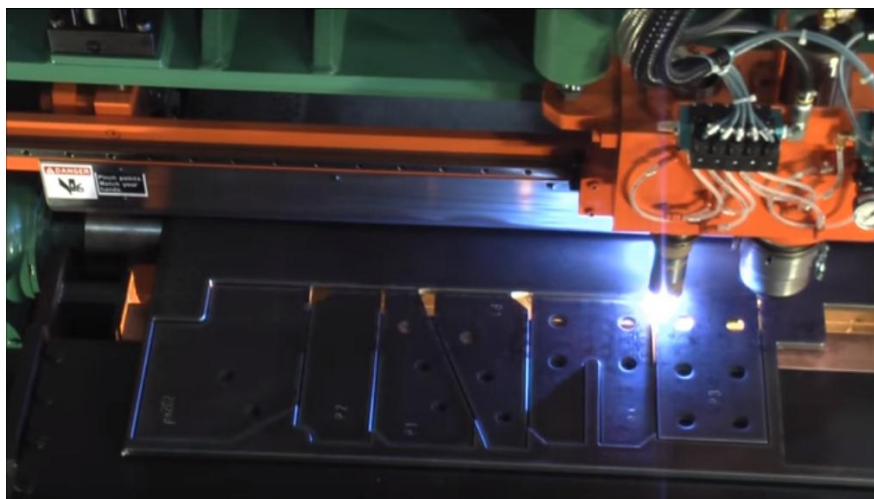


Fig. N° 4.11 CNC de corte por plasma para corte y apunzonado.

Fuente: Empresa TMI S.A.C.



Fig. N° 4.12 Elementos de CNC plasma codificados a revisar

Fuente: Propia



Fig. N° 4.13 Elemento observado por mala perforación

Fuente: Propia

### 4.6.3 Inspección de fabricación de Estructuras

#### 4.6.3.1 Inspección de armado y apuntalado

Luego del inicio de la fabricación de las estructuras metálicas según detalles de los planos de fabricación recibidos del área de ingeniería, se realizó la inspección de las piezas armadas en dimensiones (longitud, ubicación de agujeros, ubicación de accesorios), calidad de cortado, calidad de soldado y otros asuntos pertinentes verificando el cumplimiento de los criterios de aceptación. Luego la verificación fue registrada en los planos de fabricación.

Los tijerales principales fueron diseñados en cuatro partes y luego fueron unidas en obra mediante bridas empernadas, sujetadas en un extremo por unos espárragos de anclaje a una base de concreto, llegando a tener en promedio una longitud de 30 m hacia el centro del estadio.

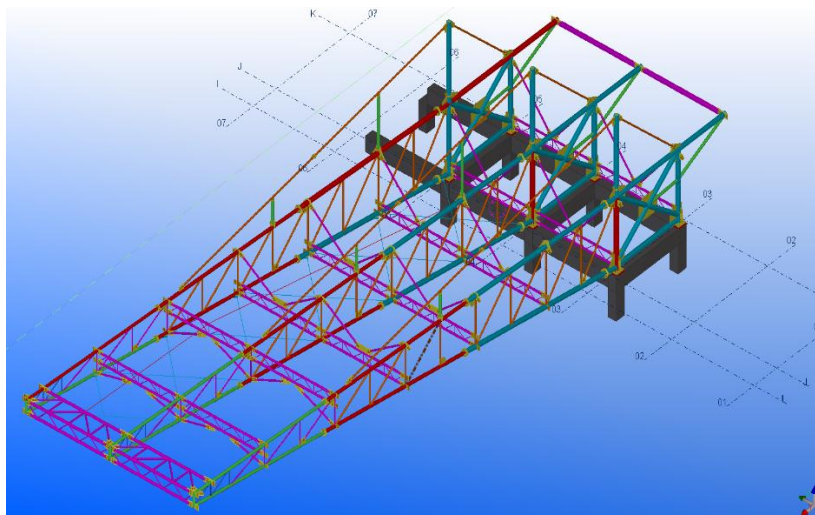


Fig. N° 4.14 Vista 3D de los tijerales.

Fuente: Empresa TMI S.A.C.

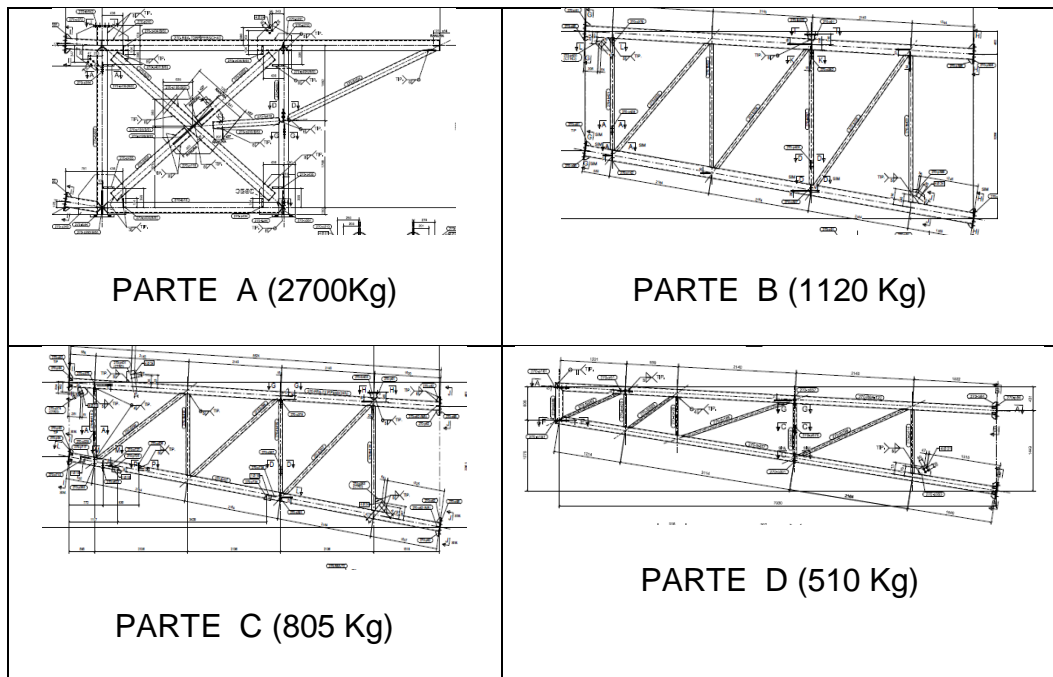


Fig. N° 4.15 Partes de la armadura principal.

Fuente: Empresa TMI S.A.C.



Fig. N°4.16 Inspección de armado y apuntalado

Fuente: Propia

#### 4.6.3.2 Inspección de soldadura

El inspector realizó la inspección de la soldadura, donde fue muy importante la verificación de la calidad de la soldadura, la observación y marcado de los defectos visuales de soldadura, la verificación y confirmación del mantenimiento de la máquina (calibración respectiva y cumplimiento de lo requerido por el Procedimiento de Soldadura).

Todas las soldaduras fueron inspeccionadas visualmente al 100% de acuerdo al criterio de aceptación del AWS D1.1 y se realizaron por un inspector con certificación SNT-TC-1A nivel II en inspección visual.

### ACTIVIDADES PREVIAS AL PROCESO DE SOLDADURA

- 1. Elaboración de WPS y PQR**

Determinar las juntas a utilizar y los procesos de soldadura

  - ↳ Material Base, Material de Aporte
  - ↳ Posiciones de soldadura a ser usado
- 2. Calificación de Operadores de soldadura y Soldadores**

Calificación de acuerdo al proceso a ser utilizado

  - ↳ Calificación de acuerdo a la posición de soldeo
- 3. Generación del registro de Calidad**

La data encontrada será registrado en su formato respectivo




Fig. N° 4.17 Actividades previas al proceso de soldeo

Fuente: Empresa TMI S.A.C.

N°	ETAPA DE INSPECCIÓN	CARACTERÍSTICA DE LA INSPECCIÓN	MÉTODO	DOCUMENTACIÓN DE REFERENCIA
1	Se revisó los Planos de Detalle y Especificaciones Técnicas	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tipos de materiales a soldar.</li> <li>- Rango de espesores.</li> <li>- Tipos de juntas.</li> <li>- Grados de penetración.</li> <li>- Proceso a utilizar.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Documental</li> <li>- Verificación con normas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Planos de Detalle.</li> <li>- Especificaciones técnicas.</li> <li>- ASTM.</li> <li>- AWS D1.1M/D1.1</li> <li>- Procedimiento de Inspección de Soldadura.</li> </ul>
2	Se evaluó el uso de procesos de soldadura y material de aporte para SMAW y FCAW.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Variables de soldadura.</li> <li>- Juntas precalificadas.</li> <li>- Calificaciones (en caso se requieran)</li> <li>- Capacidad instalada.</li> <li>- Material de aporte.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Documental</li> <li>- Verificación con normas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- AWS D1.1M/D1.1</li> <li>- Especificaciones técnicas.</li> <li>- Procedimiento de Inspección de Soldadura.</li> </ul>
3	Se elaboró las especificaciones de procedimientos de soldadura (WPS) para SMAW y FCAW.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Variables de soldadura.</li> <li>- Proceso aprobado.</li> <li>- PQR</li> <li>- Diseño de junta</li> <li>- Material base</li> <li>- Material de aporte.</li> <li>- Posición.</li> <li>- Parámetros a utilizar.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Documental</li> <li>- Verificación con normas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- AWS D1.1M/D1.1</li> <li>- Especificaciones técnicas.</li> <li>- Procedimiento de Inspección de Soldadura.</li> </ul>
4	Se ejecutó las probetas para calificación de procedimientos de soldadura (no calificados) SMAW y FCAW.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Materiales, condiciones y parámetros de Soldadura, de acuerdo al WPS.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Visual</li> <li>- Documental</li> <li>- Instrumental</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Especificaciones de los Procedimientos de Soldadura (WPS).</li> <li>- AWS D1.1M/D1.1</li> </ul>
5	Se ejecutó los ensayos mecánicos y reporte de resultados.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Criterios de aceptación de acuerdo al WPS.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Proveedor de servicio de ensayos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Especificaciones de los Procedimientos de Soldadura (WPS).</li> <li>- AWS D1.1M/D1.1</li> </ul>

(Continua)

(Continuación)

6	Se seleccionó los soldadores para SMAW y FCAW	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Calificaciones previas y vigentes.</li> <li>- Experiencia.</li> <li>- Continuidad en soldadura en los procedimientos a ejecutar.</li> </ul>	- Documental	<ul style="list-style-type: none"> <li>- AWS D1.1M/D1.1</li> <li>- Especificación de los procedimientos de soldadura (WPS)</li> <li>- Registro de Calificación del soldador.</li> </ul>
7	Se ejecutó los ensayos y reportes de resultados.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Criterios de aceptación de acuerdo al AWS</li> </ul>	- Proveedor de servicio de ensayos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Especificación de los procedimientos de soldadura (WPS)</li> <li>- AWS D1.1M/D1.1</li> </ul>
8	Se elaboró la lista de soldadores calificados, con sus respectivas estampas de identificación.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Reportes e informes de los ensayos aprobados.</li> <li>- Vigencia de resultados.</li> <li>- Procesos de soldeo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Visual</li> <li>- Documental</li> <li>- Verificación con Normas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Especificación de los procedimientos de soldadura (WPS)</li> <li>- Registro de calificación del soldador.</li> </ul>

Tabla N° 4.8 Puntos de Inspección previas a la soldadura.

Fuente: Empresa TMI S.A.C.

N°	ETAPA DE INSPECCIÓN	CARACTERÍSTICA DE LA INSPECCIÓN	MÉTODO	DOCUMENTACIÓN DE REFERENCIA
1	Se verificó el diseño de los elementos soldados	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Diseño del elemento soldado</li> </ul>	- Documental	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Planos de detalle</li> <li>- Especificaciones técnicas.</li> <li>- AWS D1.1M/D1.1</li> </ul>
2	Se inspeccionó el proceso de soldadura	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Procedimientos calificados.</li> <li>- Soldadores calificados.</li> <li>- Material de aporte (electrodo y alambre)</li> </ul>	- Documental	<ul style="list-style-type: none"> <li>- AWS D1.1M/D1.1</li> <li>- Especificación de los procedimientos de soldadura (WPS)</li> <li>- Lista de soldadores calificados.</li> <li>- Certificados de calidad de material de aporte.</li> </ul>
3	Se inspeccionó las uniones soldadas: - Inspección visual	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tipo de junta.</li> <li>- Identificación de junta.</li> <li>- Dimensiones de soldadura.</li> <li>- Conformidad con requisitos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Visual</li> <li>- Dimensional</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- AWS D1.1M/D1.1</li> </ul>

(Continua)

(Continuación)

4	Se inspeccionó las uniones soldadas: - Inspección por Tintes Penetrantes.	- Tipo de junta. - Identificación de junta. - Tipo y método de ensayo. - Conformidad con requisitos (resultados de ensayo).	- Visual - Documental	- AWS D1.1M/D1.1
5	Se ensayó las uniones soldadas: - Inspección por Ultrasonido y/o Gammagrafía	- Tipo de junta. - Identificación de junta. - Tipo y método de ensayo. - Conformidad con requisitos (resultados de ensayo).	- Instrumental - Documental	- AWS D1.1M/D1.1
6	Se ensayó las uniones soldadas: - Inspección por Partículas Magnéticas	- Tipo de junta. - Identificación de junta. - Tipo y método de ensayo. - Conformidad con requisitos (resultados de ensayo).	- Instrumental - Documental	- AWS D1.1M/D1.1
7	Se reparó la soldadura	- Localización de zona a reparar. - Número de reparaciones. - Conformidad con requisitos (resultados de ensayo).	- Visual - Documental	- AWS D1.1M/D1.1 - Registros - Resultados de Ensayos NDT
8	Se realizó el control final	- No presencia de escoria. - No salpicaduras. - No filos. - Relleno de hendiduras. - Buen acabado y uniformidad.	- Visual	- AWS D1.1M/D1.1
9	Se liberó físicamente los elementos soldados	- Conformidad con requisitos.	- Comprobación documental	- Resultados de Inspecciones.

Tabla N° 4.9 Puntos de Inspección de soldadura de elementos.

Fuente: Empresa TMI S.A.C.



CRITERIOS DE ACEPTACIÓN PARA INSPECCION VISUAL													
Grado de la discontinuidad y criterio de la inspección	Conexiones No tubulares Estáticamente cargadas	Conexiones No tubulares Cíclicamente cargadas	Conexiones tubulares (todas las cargas)										
<b>(1) Prohibición de Grietas</b> Cualquier grieta deberá ser inaceptable, sin importar el tamaño o ubicación.	X	X	X										
<b>(2) Fusión de la Soldadura/Metal Base</b> Deberá haber fusión completa entre las capas adyacentes del metal de soldadura y entre el metal de soldadura y el metal base.	X	X	X										
<b>(3) Cráter en la Sección Transversal</b> Todos los cráteres deberán ser llenados para proporcionar el tamaño de soldadura especificado, excepto para los extremos de las soldaduras de filete intermitente fuera de su longitud efectiva.	X	X	X										
<b>(4) Perfiles de la Soldadura</b> Los perfiles de la soldadura deberán ser de acuerdo con el 5.24.	X	X	X										
<b>(5) Tiempo de Inspección</b> La Inspección Visual de las soldaduras en todos los aceros puede iniciar inmediatamente después de que las soldaduras terminadas se hayan enfriado a temperatura ambiente. Los criterios de aceptación para aceros ASTM A 514, A 517 y A 709 grado 100 y 100 W, deberá estar basado en la inspección visual realizada en no menos de 48 horas después de terminada la soldadura.	X	X	X										
<b>(6) Soldaduras de Poco Tamaño (inferiores)</b> El tamaño de una soldadura de filete en cualquier soldadura continua, puede ser menor que el nominal especificado tamaño (L) sin corrección de las siguientes cantidades (U): <table style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td style="text-align: center;">L,</td> <td style="text-align: center;">U,</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">tamaño de soldadura nominal especificada, pulg. [mm]</td> <td style="text-align: center;">disminución permitida de L, pulg. [mm]</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"><math>\leq 3/16</math> [5]</td> <td style="text-align: center;"><math>\leq 1/16</math> [2]</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"><math>1/4</math> [6]</td> <td style="text-align: center;"><math>\leq 3/32</math> [2.5]</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"><math>\geq 5/16</math> [8]</td> <td style="text-align: center;"><math>\leq 1/8</math> [3]</td> </tr> </table> En todos los casos, la parte de la soldadura de poco tamaño no deberá exceder el 10% de la longitud de la soldadura. En soldaduras alma-ala de vigas, la reducción deberá ser prohibida en los extremos de una longitud igual a dos veces el ancho del ala.	L,	U,	tamaño de soldadura nominal especificada, pulg. [mm]	disminución permitida de L, pulg. [mm]	$\leq 3/16$ [5]	$\leq 1/16$ [2]	$1/4$ [6]	$\leq 3/32$ [2.5]	$\geq 5/16$ [8]	$\leq 1/8$ [3]	X	X	X
L,	U,												
tamaño de soldadura nominal especificada, pulg. [mm]	disminución permitida de L, pulg. [mm]												
$\leq 3/16$ [5]	$\leq 1/16$ [2]												
$1/4$ [6]	$\leq 3/32$ [2.5]												
$\geq 5/16$ [8]	$\leq 1/8$ [3]												
<b>(7) Socavado</b> (A) Para el material menor de 1 pulg. [25 mm] de espesor, el socavado no deberá exceder 1/32 pulg. [1 mm], con la siguiente excepción: el socavado no deberá exceder 1/16 pulg. [2 mm] para cualquier longitud acumulada de hasta 2 pulg. [50 mm] en cualquier longitud de 12 pulg. [200 mm]. Para material igual a o mayor de 1 pulg. [25 mm] de espesor, el socavado no deberá exceder 1/16 pulg. [2 mm] para cualquier longitud de soldadura.	X												
(B) En miembros principales, el socavado deberá ser de no más de 0.01 pulg. [0.25 mm] de profundidad cuando la soldadura es transversal al esfuerzo de tracción bajo cualquier condición de diseño de carga. El socavado deberá ser no más de 1/32 pulg. [1mm] de profundidad para todos los otros casos.		X	X										

(Continua)

(Continuación)

<p><b>(8) Porosidad</b>            (A) Las soldaduras de canal de penetración completa CJP en juntas a tope transversal en dirección al esfuerzo de tracción calculada no deberán tener porosidad visible en tubería. Para todas las otras soldaduras de canal y soldaduras de filete, la suma de porosidad visible de la tubería de 1/32 pulg. [1 mm] o mayor en diámetro, no deberá exceder 3/8 pulg. [10 mm] en cualquier pulgada lineal de la soldadura y no deberá exceder 3/4 pulg. [20 mm] en cualquier longitud de soldadura de 12 pulg. [300 mm].</p>	X		
<p>(B) La frecuencia de la porosidad de la tubería en la soldadura de filete no deberá exceder de 1 por cada 4 pulg. [100 mm] de la longitud de la soldadura y el diámetro máximo no deberá exceder 3/32 pulg. [2.5 mm].            Excepción: para soldaduras de filete conectando refuerzos al alma, la suma de los diámetros de la porosidad tubular no debe exceder 3/8 pulg. [10 mm] en cualquier pulgada lineal de la soldadura y no deberá exceder 3/4 pulg. [20 mm] en cualquier longitud de soldadura de 12 pulg. [300 mm].</p>		X	X
<p>(C) Las soldaduras de canal de penetración completa CJP en juntas a tope transversal a la dirección del esfuerzo de tracción calculado no deberá tener porosidad tubular. Para todas las otras soldaduras de canal, la frecuencia de la porosidad tubular no deberá exceder de 1 en 4 pulg. [100 mm] de longitud y el diámetro máximo no deberá exceder de 3/32 pulg. [2.5 mm].</p>		X	X
<p>Nota: Una "X" indica la aplicación para el tipo de conexión; el área sombreada indica la no-aplicabilidad.</p>			

Tabla N° 4.10 criterios de aceptación para inspección visual.

Fuente: Norma AWS D1.1 (Tabla 6.1)



Fig. 4.18 Prueba para calificar soldadores

Fuente: Propia

ENSAYO DE INSPECCION VISUAL		
ANTES DE SOLDAR	DURANTE LA SOLDADURA	DESPUES DE LA SOLDADURA
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se revisó los documentos relacionados</li> <li>• Se verificó: WPS, PQR y WPQ</li> <li>• Se desarrolló un plan de inspección y registros</li> <li>• Se desarrolló un sistema para identificar rechazos</li> <li>• Se chequeó equipos de soldadura</li> <li>• Se chequeó la calidad del material base y material de aporte.</li> <li>• Se chequeó la calidad y precisión de las Juntas</li> <li>• Se chequeó el montaje y alineamiento</li> <li>• Se chequeó la limpieza de la junta</li> <li>• Se chequeó el precalentamiento cada vez que era requerido</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se chequeó las variables</li> <li>• Se inspeccionó visualmente cada pase de soldadura</li> <li>• Se chequeó la limpieza entre pases</li> <li>• Se chequeó la temperatura entre pases</li> <li>• Se chequeó la secuencia de pases</li> <li>• Se chequeó las superficies de respaldo</li> <li>• Se realizaron ensayos no destructivos (END) cuando fueron requeridos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se chequearon su apariencia final</li> <li>• Se chequearon su tamaño</li> <li>• Se chequearon sus longitudes y distancias</li> <li>• Se chequearon la precisión dimensional del ensamble soldado</li> <li>• Se monitorearon los tratamientos térmicos post soldadura, cuando fueron requeridos</li> <li>• Se realizaron ensayos no destructivos (END) adicionales cuando fueron requeridos</li> <li>• Se prepararon sus reportes de inspección respectivos.</li> </ul>

Tabla N° 4.11 Inspección antes, durante y después de la soldadura

Fuente: Propia

Según las normas AWS A5.20 y AWS A5.1, se muestra la comparación de las propiedades mecánicas de los materiales de aporte para procesos FCAW y SMAW:

PROPIEDADES MECÁNICAS							
Especificación AWS	Clasificación de electrodo AWS	Min. Esfuerzo de Fluencia		Rango de Tracción		% Elongación mínima	Energía mínima de impacto Charpy muesca en V
		ksi	MPa	ksi	MPa		
AWS A5.20	E7XT-1C, E7XT-1M	58	400	70-95	490-655	22	20 ft·lbf a 0°F
AWS A5.1	E7018	58	400	70	490	22	20 ft·lbf a 20°F

Tabla N° 4.12 Propiedades mecánicas de la soldadura

Fuente: normas AWS A5.20 y AWS A5.1

## CONTROL DEL PROCESO DE SOLDADURA

- 1. Preparación de Junta**  
 Verificación de la preparación de los biseles
 
- 2. Procedimiento de Soldadura**  
 Verificación del uso de los WPS en el proceso de soldadura
  - ↳ Pre calentamiento de ser requerido
  - ↳ Parámetros de soldeo, amperaje, voltaje, diámetro de material aporte
- 3. Calificación de soldadores**  
 Homologación de soldadores
  - ↳ Posición de soldeo para las diferentes juntas
  - ↳ Proceso de soldadura en la cual fue homologado
  - ↳ Conservación del material de aporte y fundentes

Fig. N° 4.17 Control del proceso de soldadura

Fuente: Empresa TMI S.A.C.

Según las normas AWS A5.20 y AWS A5.1, se muestra la comparación de la composición química de los materiales de aporte para procesos de soldadura tubular y manual:

REQUISITOS DE LA COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA SOLDADURA DE METAL PARA LA CLASIFICACIÓN											
AWS	Clasificación de AWS	C	Mn	Si	S	P	Cr	Ni	Mo	V	Cu
AWS A5.20	E7XT-1C E7XT-1M	0.12	1.75	0.90	0.03	0.03	0.20	0.50	0.30	0.08	0.35
AWS A5.1	E7018	0.15	1.60	0.75	0.035	0.035	0.20	0.30	0.30	0.08	-

Tabla N° 4.13 Composición química de la soldadura

Fuente: Normas AWS A5.20 y AWS A5.1

Según la tabla 3.1 de la Norma AWS D1.1/D1.1M:2010 se extrae para los materiales del proyecto lo siguiente

METALES BASE PRECALIFICADO – COMBINACIÓN DE METALES DE APORTE									
Requerimientos de la especificación de Acero						Requerimientos de metal de aporte			
GRUPO	Especificación de Acero		Min. Esfuerzo de Fluencia		Rango de Tracción		Proceso	Especificación de electrodo AWS	Clasificación de Electrodo
			ksi	MPa	ksi	MPa			
I	ASTM A36	(≤3/4 pulg. [20mm])	36	250	58-80	400-550	SMAW FCAW	A5.1 A5.20	E7018 E7XT-X, E7XT-XC, E7XT-XM
	ASTM A53	Grado B	35	240	60 min.	415 min.			
	ASTM A106	Grado B	35	240	60 min.	415 min.			
II	ASTM A36	(>3/4 pulg. [20mm])	36	250	58-80	400-550			
	ASTM A572	Grado 50	50	345	65 min.	450 min.			

Tabla N° 4.14 Combinación de materiales base y material de aporte

Fuente: Norma AWS D1.1 (Tabla 3.1)

DEFECTO	SEVERIDAD
Fisuras	Más severa
Fusión incompleta	↓
Penetración incompleta	
Inclusiones sólidas	
Inclusiones gaseosas	Menos severa
Otros	A evaluar

Tabla N° 4.15 Severidad de defectos de soldadura

Fuente: Propia

## CONTROLES POSTERIORES AL PROCESO DE SOLDADURA

### 1. Inspección Visual de la Soldadura

Verificación de porosidades, socavaciones, sobre montas, etc.  
(según AWS D1.1 Tabla 6.1)



### 2. Tamaño de Catetos de Soldadura

Medición de Sobremona, Garganta y cateto de soldadura  
(Plano de Fabricación)

### 3. Ensayos No destructivos

Partículas Magnéticas / Líquidos Penetrantes

↳ Ultrasonido

↳ Gammagrafía



Fig. N° 4.18 Controles posteriores al proceso de soldadura

Fuente: Empresa TMI S.A.C.

#### 4.6.3.3 Inspección de estructurado

El inspector realizó la inspección final de los elementos fabricados terminados, fue de particular importancia la inspección durante este proceso, debido a los efectos que género la deformación por calor y por la contracción de soldadura.

Se realizó la inspección al 100% de todas las dimensiones de cada plano de fabricación, de elementos, y fueron incluidas la verificación de la marca del número de fabricación de la pieza y sus dimensiones.

Se realizaron todas las inspecciones finales y estas fueron documentadas en su registro correspondiente con su plano respectivo que representa al elemento, una vez conformes se colocó sobre el elemento el sticker verde con las iniciales del inspector, su firma, la línea de fabricación, etc. Todos los elementos fueron inspeccionados (aprobados o rechazados) y se les colocó su sticker de color respectivo:

- Verde = Indica Conformidad (para pasar al siguiente proceso)
- Amarillo = Indica Observado (estado a evaluar)
- Rojo = Indica No Conforme (separados para su acción correctiva)

Referente a las tolerancias dimensionales de los elementos estructurales soldados, la norma AWS D1.1 2010 en su sección 5.23 indica: “Las dimensiones de los miembros estructurales soldados deben estar en conformidad con las tolerancias de (1) las especificaciones generales que rigen el trabajo, y (2) las tolerancias dimensionales especiales en 5.23.1 a 5.23.12.” (p. 210)

La rectitud de las columnas soldadas y armaduras de sección circular no excedieron la máxima variación indicada, según la sección 5.23.1 del AWS D1.1 2010.

Longitud de columna y armadura	Variación máxima de rectitud
< 9m	1mm x N° de metros de longitud total
≥ 9m a 15m	10mm + 3mm x $\frac{\text{N}^\circ \text{ de metros de longitud total} - 15}{3}$

Tabla N° 4.16 Rectitud de columnas y armaduras

Fuente: Norma AWS D1.1

Por requerimiento del proyecto las longitudes de los elementos armados tuvieron una variación igual o menor a -1mm y +1mm en los puntos de conexión.

**CONTROL DE CALIDAD EN EL ESTRUCTURADO**

**1. Ensamble de componentes**

Verificación dimensional (de acuerdo a plano de fabricación)

- ↳ Apuntalamiento (tack weld)
- ↳ Inspección Visual

**2. Estructurado**

Inspección Dimensional del elemento

- ↳ Verificación de deformaciones, Camber, Sweep (Código AWS D1.1-2008)
- ↳ Ubicación de accesorios y agujeros (Planos de Fabricación)
- ↳ Verificación de los diámetros de agujeros (Tolerancias según AISC)
- ↳ Inspección Visual



Fig. N° 4.19 Control de calidad en el estructurado

Fuente: Empresa TMI S.A.C.



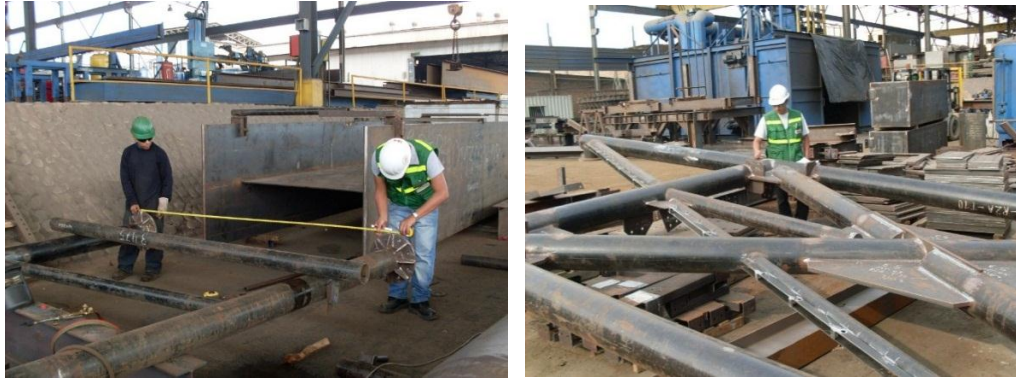


Fig. N° 4.20 Inspección de estructurado

Fuente: Propia

#### 4.6.3.4 Inspección de reparaciones

Las observaciones de indicaciones o defectos, fueron verificadas y evaluadas según el código empleado, al ser requerida se realizó la reparación en base a los procedimientos definidos, y descritos en el procedimiento de reparación.

Muchas veces el material base se distorsiono por efecto de la soldadura, y estos fueron enderezados por medios mecánicos o por la aplicación de una cantidad limitada de calor. La temperatura de las áreas calentadas fueron medidas por métodos aprobados no debiendo superar los 650°C. Las partes a ser calentadas para enderezarse estuvieron substancialmente libres de tensión y de fuerzas externas, excepto de las tensiones que resultaron de métodos mecánicos de enderezamientos usados en conjunto con la aplicación del calor.

N°	TIPO DE REPARACIÓN	DETECCIÓN	CORRECCIÓN	ENSAYO
1	Se realizó la reparación superficial. Para profundidad menor al 7% del espesor de la placa base, determinado ASTM A6-9.2.1, Desgarramientos superficiales (Ralladuras).	VT	Se retiró las rebabas y zonas rasgadas sólo en el caso de ralladura. Se realizó una nueva medición de profundidad de la discontinuidad con la galga.	VT
2	Se realizó las reparaciones superficiales en soldadura: Porosidad superficial, socavación, mordeduras, concavidad, garganta insuficiente, catetos demasiado cortos, sobremonta, quemones y salpicaduras.	PT, VT	Se retiró mediante esmerilado, pulido o maquinado superficial. Inspección por PT, hasta alcanzar la eliminación del 100% del defecto. Se rellenó con soldadura cuando fue requerido. Para el proceso de soldadura será empleado el mismo procedimiento de soldadura de fabricación, salvo que por accesibilidad no sea posible. Controlar la temperatura de precalentamiento de acuerdo a la tabla 3.2 AWS D1.1	PT,VT
3	Se realizó las reparaciones en soldadura: Fusión incompleta, penetración incompleta, fisuras, socavación, mordeduras, solape, sobremonta excesiva, penetración excesiva, rechupes, y porosidad en raíz.	VT, UT, PT, MT.	Se realizó según código aplicable, removiendo parte del cordón de soldadura y cuando fue necesario la totalidad del mismo hasta encontrar el defecto manifestado en los END. Para el proceso de soldadura fue empleado el mismo procedimiento de soldadura, salvo que por accesibilidad no fue posible.	VT, UT, PT, MT. Aplica el mismo ensayo usado en la detección.
4	Se descartó laminaciones y defectos de fabricación o colada del material base. Todo tipo de defecto puntual que sea admisible, o reparable según ASTM A6.	VT, UT, PT, MT,	Se inspeccionaron las planchas por ultrasonido y palpador normal, en concordancia con la Especificación Técnica ASTM A-435. Los defectos ubicados fueron retirados mediante esmerilado, pulido o maquinado superficial. Se realizó la inspección por PT, hasta alcanzar la eliminación del 100% del defecto. Se rellenó con soldadura cuando fue requerido. Para el proceso de soldadura fue empleado el mismo procedimiento de soldadura, salvo que por accesibilidad no sea posible. Solo a partir de 1/2". Criterio de aceptación de laminación en un círculo de 3" o mitad del espesor mayor a esto fue rechazado.	UT
5	Se repararon agujeros. El metal base no sujeto a esfuerzos de tracción cíclicos se restauraron por soldadura. Los agujeros de menor diámetro al solicitado o que tuvieron algún tipo de problema al empernar se trabajaron respecto a la norma técnica E.090.	VT	Se abrió la perforación en forma de bote y se rellenó con cordones de soldadura rectos. Se empleó un procedimiento WPS de fabricación concordante con el material base. Se realizó pruebas de UT (solicitadas contractualmente). Se realizó PT o MT, para descartar presencia de micro fisuras en ambos casos. Se trazó centros nuevos y procedió al taladrado.	UT

(Continua)

(Continuación)

6	Se descartó falta de material o desgarramiento. Defectos en las vigas por falta de material durante el conformado (proveedor). Desgarramiento por abrasión y/o impacto.	VT	La extensión de la falta de material o desgarramiento fue evaluada mediante exploración del material y el uso de Líquidos Penetrantes (PT) o Partículas Magnéticas (MT). Se soldó el canal de reparación haciendo uso del procedimiento (WPS) que se emplea en fabricación.	PT
7	Se descartó la presencia de fisuras	VT, MT, PT	La extensión de la fisura fue evaluada mediante exploración del material y fue examinado previamente por MP o PT.	VT, MT, PT

Tabla N° 4.17 Tipos de reparaciones

Fuente: Empresa TMI S.A.C.



Fig. N° 4.21 Reparación de junta observada en ensayo radiográfico

Fuente: Propia



Fig. N° 4.22 Correccion de brida a su posicion correcta.

Fuente: Propia



Fig. N° 4.23 Reparación de cartela de diagonal a su posición correcta

Fuente: Propia

#### **4.6.3.5 Inspección de ensayos no destructivos**

Una vez concluidos los trabajos de soldadura estos fueron liberados visualmente por el inspector de soldadura (con certificación SNT-TC-1A nivel II en Inspección visual), quien coordinó con la empresa de ensayos no destructivos la programación de ensayos respectivos.

Los requerimientos del proyecto indicaron ensayos al 100% en las juntas, realizándose:

- Ensayos de partículas magnéticas a las juntas de penetración parcial.
- Ensayos de placas radiográficas a las juntas de penetración completa, en caso de no poder realizarse este ensayo por la inaccesibilidad o geometría del lugar se realizó el ensayo de ultrasonido.

Previo a la realización de los ensayos mencionados, la empresa de ensayos cumplió con el envío de la documentación solicitada para su aprobación:

- Procedimiento de ensayo según la norma AWS D1.1 (VT, MT y RT)
- Certificación SNT-TC-1A nivel II de su personal (VT, MT y RT)
- Certificado vigente de la calibración de los equipos (MT y RT)

Una vez evaluada la junta soldada y no habiéndose encontrado discontinuidades relevantes, los elementos pasaron al siguiente proceso.

En el caso de haber obtenido discontinuidades relevantes, se marcó la zona a reparar para nuevamente someter la junta reparada a ensayo y continuar en el proceso de trabajo.



Fig. N° 4.24 realización de ensayo de partículas magnéticas

Fuente: Propia



Fig. N° 4.25 Elementos con indicacion aceptable en ensayo MT


Fuente: Propia



Fig. N° 4.26 Elementos con indicación de referencia en ensayo RT

Fuente: Propia

En la imagen se muestra la zona donde se realizó el ensayo de placas radiográficas, en el elemento mostrado se realizó dicho ensayo por tratarse de un empalme de tubos con junta de penetración completa, en la fotografía se observa la codificación del elemento (elemento de código R6A-V13, número de junta J1), las flechas son la indicación de donde se inició y hacia qué dirección se evaluó la placa, para tener la orientación de la misma en caso de tener que reparar puntualmente el elemento en caso de salir con alguna observación.

 <b>NDT ENGINEERING S.A.C.</b> <small>INGENIERIA DE LOS ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS</small>		<b>REPORTE DE ENSAYO POR PARTICULAS MAGNETICAS</b> N° INF.: 528-915-MT/10      HOJA: 01 / 02							
<b>REGISTRO DE CALIDAD</b>									
CLIENTE: TECNICAS METALICAS INGENIEROS S.A.C. PROYECTO: FABRICACION Y MONTAJE DE ESTRUCTURAS TECHO ESTADIO NACIONAL (O.T:270) CODIGO DE ELEMENTO INSPECCIONADO: 270 - R4B - T3 CANT. DE JUNTAS INSPECCIONADAS: 03 BRIDAS Y 05 EMPALMES METRAJE INSPECCIONADO: 8.0 m.		PROCEDIMIENTO: NDT - AWS - MT001 - 10 P.M. SOLICITADO: SOLICITUD DEL CLIENTE (VER GRAFICO) P.M. REALIZADO: 100% REQUERIDO POR EL CLIENTE ETAPA DE INSPECCION: ACABADO SUPERFICIAL MATERIAL: ASTM A-36							
<input type="checkbox"/> ANTES DE T°.T° <input type="checkbox"/> DESPUES T°.T° <input checked="" type="checkbox"/> SIN T°.T° <input checked="" type="checkbox"/> JUNTAS SOLDADAS <input type="checkbox"/> FUNDIDOS <input type="checkbox"/> FORJADOS <input type="checkbox"/> LAMINADOS <input type="checkbox"/> CHAFLANES									
<b>EQUIPO UTILIZADO</b>			<b>TÉCNICA DE MAGNETIZACIÓN</b>						
FABRICANTE	MODELO	N° DE SERIE	TIPO DE CORRIENTE						
<input type="checkbox"/> MAGNAFLUX <input checked="" type="checkbox"/> PARKER RESEARCH	<input type="checkbox"/> P - 1500 <input checked="" type="checkbox"/> DA - 200 <input type="checkbox"/> PM - 50	15489	<input checked="" type="checkbox"/> CORRIENTE ALTERNA <input type="checkbox"/> CORRIENTE CONTINUA						
			<input type="checkbox"/> PROD <input checked="" type="checkbox"/> YUGO <input type="checkbox"/> BOBINA <input type="checkbox"/> CONDUCTOR CENTRAL <input type="checkbox"/> IMANES PERMANENTES						
<b>PRODUCTO UTILIZADO (PARTÍCULAS FERROMAGNÉTICAS)</b>									
FABRICANTE	FLUORESCENTE HÚMEDO	NO FLUORESCENTE HÚMEDO	SECA						
<input type="checkbox"/> MAGNAFLUX <input type="checkbox"/> PARKER RESEARCH <input type="checkbox"/> MET - L - CHEK <input checked="" type="checkbox"/> CIRCLE SYSTEMS INC	<input type="checkbox"/> F - 500 <input type="checkbox"/> 14 A REDI - BATH MIX <input type="checkbox"/> MET - L - GLO 1400W	<input type="checkbox"/> P - 300 <input type="checkbox"/> V - 300	<input type="checkbox"/> P - 200 <input type="checkbox"/> MPI - 86G <input checked="" type="checkbox"/> DP - 63						
			INDICADOR DE CAMPO <input checked="" type="checkbox"/> PIE-SHAPED <input type="checkbox"/> SHINS						
<b>CONDICIONES DEL ENSAYO</b>									
ESTADO DE SUPERFICIE	TEMPERATURA DE LA PIEZA	LIMPIEZA		APLICACION DE LAS PARTICULAS MAGNETICAS					
		PRODUCTO UTILIZADO	SECADO						
<input type="checkbox"/> ESMERILADO <input checked="" type="checkbox"/> ESCOBILLADO <input type="checkbox"/> MAQUINADO <input type="checkbox"/> GRANALLADO	22 °C	<input type="checkbox"/> THINER <input type="checkbox"/> DILUYENTE ECOLOGICO	<input checked="" type="checkbox"/> NATURAL <input type="checkbox"/> AIRE FORZADO	<input checked="" type="checkbox"/> ESPOLVOREADO <input type="checkbox"/> PULVERIZACIÓN <input type="checkbox"/> INMERSIÓN					
DESMAGNETIZACIÓN	RECORD FOTOGRAFICO	<b>EVALUACIÓN</b>							
SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/>	SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	ILUMINACIÓN	<input type="checkbox"/> ULTRA-VIOLETA <input type="checkbox"/> ARTIFICIAL <input checked="" type="checkbox"/> NATURAL						
<b>RESULTADOS</b>									
N°	SECTOR	DIMENSIÓN	INDICACION	CONDICION	N°	SECTOR	DIMENSIÓN	INDICACION	CONDICION
01	BRIDA 1	100 cm.	----	ACEPTABLE					
02	BRIDA 2	100 cm.	----	ACEPTABLE					
03	BRIDA 3	100 cm.	----	ACEPTABLE					
04	EMPALME 1	100 cm.	----	ACEPTABLE					
05	EMPALME 2	100 cm.	----	ACEPTABLE					
06	EMPALME 3	100 cm.	----	ACEPTABLE					
07	EMPALME 4	100 cm.	----	ACEPTABLE					
08	EMPALME 5	100 cm.	----	ACEPTABLE					
<b>LEYENDA:</b> FL - FIBURA LONGITUDINAL      FT - FIBURA TRANSVERSAL      PO - POROSIDAD      SC - SOCAVADO DC - DESCOLGAMIENTO      FF - FALTA DE FUSION      A - ACEPTABLE      R - REPARAR CO - CONCAVIDAD      ERS - EXCESIVO REFUERZO DE SOLDADURA									
CRITERIO DE ACEPTACION DE ACUERDO CON: AWS D1.1 - 2010 OBSERVACIONES: NO PRESENTA DISCONTINUIDADES RELEVANTES DE ACUERDO A LOS CRITERIOS DE ACEPTACION DEL CODIGO DE REFERENCIA.									
CONCLUSIÓN: <input checked="" type="checkbox"/> APROBADO <input type="checkbox"/> RECHAZADO									
LIMA, 14 DE ENERO DEL 2011									

Dirección: Of. Calle Vesalio N° 725 San Borja - Lima - Perú. Tel.: 475-5835 Cel.: 90071853 e-mail: ndteng2005@yahoo.es  
 Laboratorio: Av. Separadora Industrial N° 3034 - 3038 Ate- Vitarfa. Tel/fax: 346-9502

Fig. N° 4.27 Registro de ensayo MT aceptable

Fuente: Empresa de ensayos NDT Ingeniering S.A.C.



**UBICACIÓN E IDENTIFICACIÓN DE LAS ZONAS INSPECCIONADAS  
MEDIANTE PARTICULAS MAGNÉTICAS**

**270 – R4B – T3**



FOTO 1: Se observa los tramos de la Brida 1, Inspeccionado mediante partículas magnéticas vía seca, los cuales no presentan discontinuidades relevantes.



FOTO 2: Se observa los tramos del Empalme 2, Inspeccionado mediante partículas magnéticas vía seca, los cuales no presentan discontinuidades relevantes.



FOTO 3: Se observa los tramos de la Brida 2, Inspeccionado mediante partículas magnéticas vía seca, los cuales no presentan discontinuidades relevantes.



FOTO 4: Se observa los tramos del Empalme 3, Inspeccionado mediante partículas magnéticas vía seca, los cuales no presentan discontinuidades relevantes.



FOTO 5: Se observa los tramos de la Brida 3, Inspeccionado mediante partículas magnéticas vía seca, los cuales no presentan discontinuidades relevantes.



FOTO 6: Se observa los tramos del Empalme 4, Inspeccionado mediante partículas magnéticas vía seca, los cuales no presentan discontinuidades relevantes.

**ZONAS INSPECCIONADAS CON PARTICULAS MAGNÉTICAS VIA SECA:** 

HOJA 2 DE 2

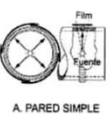
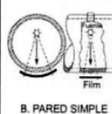
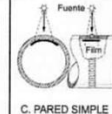
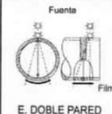
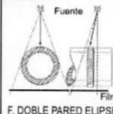
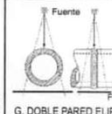
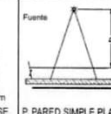
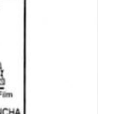
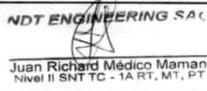
**NDT Engineering S.A.C.**

CLIENTE: CONSORCIO JOSE DIAZ.  
PROYECTO: FABRICACION Y MONTAJE DE ESTRUCTURAS  
TECHO ESTADIO NACIONAL (O.T: 270)

Elaborado por: Antony Alvarez  
Fecha: 14/01/2011

Fig. N° 4.28 Registro de ensayo MT aceptable

Fuente: Empresa de ensayos NDT Ingeniering S.A.C.

<b>REPORTE DE EVALUACION RADIOGRAFICA</b>			
REPORTE N° 507-75-RT/10		PAG. 01 DE 04	PROCEDIMIENTO: NDT-AWS-RT002-10
SOLICITADO POR CONSORCIO JOSE DIAZ			
COMPONENTE EVALUADO: TUBERIAS Ø8" CON BACKING-PROYECTO: FABRICACION Y MONTAJE DE ESTRUCTURAS TECHO ESTADIO NACIONAL			
MATERIAL: ASTM A-53	ESPESOR: 8.18 mm	PELICULA: AGFA D7 con Pb	TIEMPO EXPOSIC: 40 Seg.
FUENTE/CI: GAMMA / 68 Ci	TEC. DE EXPOS: 'E'	DIMENSIONES: 70x300 mm	CAL. RADIOGRAF: CALIDAD II
TAMAÑO FOCAL: 3.53 mm		PANTALLA: 0.027 mm Pb	IND. CAL. IMAGEN: 1 ASTM B
		DENSIDAD: 2.0 - 4.0	POSICION ICI: LADO FILM
		DISTANCIA F/P: 220 mm	CODIGO / NORMA: AWS D1.1 - 2008
TÉCNICAS DE EXPOSICIÓN			
 A. PARED SIMPLE	 B. PARED SIMPLE	 C. PARED SIMPLE	 D. DOBLE PARED
 E. DOBLE PARED ELIPSE	 F. DOBLE PARED ELIPSE	 G. DOBLE PARED ELIPSE	 H. PARED SIMPLE PLANCHA
IDENTIFICACION	DISCONTINUIDADES	CALIFICACION	OBSERVACIONES
1	270 - R1B - T4		
2	J2 P1	ACEPTABLE	(*)
3	P2	ACEPTABLE	
4	P3	Aa	
5			
6	270 - R1B - T3		
7	J1 P1	ACEPTABLE	
8	P2	Ba, L, Ac, C	(30 - 35) cm
9	P3		
10			
11	J2 P1	L	
12	P2		
13	P3	L, Ac	
14			
15			
16			
17			
18			
19			(*) Empalme de backing
20			
NOMENCLATURA DE DISCONTINUIDADES			
Aa: Porosidad agrupada Ab: Porosidad alineada Ac: Porosidad aislada Ba: Escoria aislada	Bb: Escoria alineada Bc: Escoria agrupada C: Falta de fusión D: Penetración incompleta	Ea: Fisura longitudinal Eb: Fisura transversal Fa: Socavado interno Fb: Socavado externo	I: Cordón irregular K: Quemón L: Defecto de película T: Inclusión de tungsteno
Rc: Raiz cóncava H: Hi-Lo PE: Exceso de penetración	<b>LUGAR Y FECHA DE EJECUCION</b>		<b>INSPECTOR END</b>
VILLA EL SALVADOR 14 DE OCTUBRE DEL 2010		 <b>Juan Richard Medico Mamani</b> Nivel II SNT TC - 1A RT, MT, PT	<b>SUPERVISOR END</b>

Dirección: Of.: Calle Vesalio N° 725 San Borja Telf.: 990071853 RPM # 309481 e-mail: ventas@ndtperu.com  
Laboratorio: Av. Separadora Industrial N° 3034 - 3038 Ate - Vitarte. Telefax: 348-9502 / 348-7337 e-mail: administracion@ndtperu.com  
Web: www.ndtperu.com

Fig. N° 4.29 Registro de ensayo RT observado

Fuente: Empresa de ensayos NDT Ingeniering S.A.C.



REPORTE DE EVALUACION RADIOGRAFICA			
REPORTE N° 507-75R1-RT/10 PAG. 01 DE 01		PROCEDIMIENTO: NDT-AWS-RT002-10	
SOLICITADO POR CONSORCIO JOSE DIAZ			
COMPONENTE EVALUADO: TUBERIAS Ø8" CON BACKING-PROYECTO: FABRICACION Y MONTAJE DE ESTRUCTURAS TECHO ESTADIO NACIONAL			
MATERIAL: ASTM A-53	PELICULA: AGFA D7 con Pb	TIEMPO EXPOSIC: 43 Seg	
ESPESOR: 8.18 mm	DIMENSIONES: 70x300 mm	CAL. RADIOGRAF: CALIDAD II	
FUENTE/CI: GAMMA / 66 Ci	PANTALLA: 0.027 mm Pb	IND. CAL. IMAGEN: 1 ASTM B	
TEC. DE EXPOS: 'E'	DENSIDAD: 2.0 - 4.0	POSICION ICI: LADO FILM	
TAMAÑO FOCAL: 3.53 mm	DISTANCIA F/P: 220 mm	CODIGO / NORMA: AWS D1.1 - 2008	
TÉCNICAS DE EXPOSICIÓN			
 A. PARED SIMPLE	 B. PARED SIMPLE	 C. PARED SIMPLE	 D. DOBLE PARED
 E. DOBLE PARED ELIPSE	 F. DOBLE PARED ELIPSE	 G. DOBLE PARED ELIPSE	 H. PARED SIMPLE PLANCHA
IDENTIFICACION	DISCONTINUIDADES	CALIFICACION	OBSERVACIONES
1	270 - R1B - T3		
2	J1R1 P2	ACEPTABLE	
3	270 - R1B - T6		
4	J1R1 P1	ACEPTABLE	
5	P2	ACEPTABLE	
6	270 - R7A - T6		
7	J1R1 P2	ACEPTABLE	
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			
NOMENCLATURA DE DISCONTINUIDADES			
Aa: Porosidad agrupada Ab: Porosidad alineada Ac: Porosidad aislada Ba: Escoria aislada	Bb: Escoria alineada Bc: Escoria agrupada C: Falta de fusión D: Penetración incompleta	Ea: Fisura longitudinal Eb: Fisura transversal Fa: Socavado interno Fb: Socavado externo	I: Cordón irregular K: Quemón L: Defecto de película T: Inclusión de tungsteno
Rc: Raiz cóncava H: Hi-Low PE: Exceso de penetración	<b>LUGAR Y FECHA DE EJECUCION</b> VILLA EL SALVADOR 18 DE OCTUBRE DEL 2010		<b>INSPECTOR END</b>  Yuri Girardo Machado Nivel II SNT TC-1A RT,MT,UT,VI,PT
		<b>SUPERVISOR END</b>	

Dirección: Of.: Calle Vesalio N° 725 San Borja Telf: 990071853 RPM # 309481 e-mail: ventas@ndtperu.com  
 Laboratorio: Av. Separadora Industrial N° 3034 - 3038 Ate - Vitarte. Telefax: 348-9502 / 348-7337 e-mail: administracion@ndtperu.com  
 Web: www.ndtperu.com

Fig. N° 4.30 Registro de ensayo RT de juntas reparadas

Fuente: Empresa de ensayos NDT Ingeniering S.A.C.

#### 4.6.4 Inspección de tratamiento superficial

##### 4.6.4.1. Inspección de preparación superficial

- El inspector de preparación superficial realizó la verificación de los elementos recibidos, para asegurar la coincidencia con lo descrito en el Vale de entrega de elementos estructurales y procedió a firmar en señal de conformidad.
- Se realizó la verificación del código del elemento antes del granallado.
- Se registró el código del elemento; tipo de granalla, grado de corrosión y condiciones ambientales.
- Se realizó el granallado según el requerimiento para el proyecto, de tener una preparación de superficie SSPC-SP6 (Limpieza con chorro abrasivo, granallado comercial).

Nº	ETAPA DE INSPECCIÓN	CARACTERÍSTICA DE LA INSPECCIÓN	MÉTODO	DOCUMENTACIÓN DE REFERENCIA
1	Se verificó las especificaciones generales para tratamiento superficial	- Especificaciones para granallado. - Especificaciones para pintado.	- Documental	- Plano de detalle. - Especificaciones técnicas del cliente. - Normas ASTM. - Normas SSPC.
2	Se verificó las condiciones del granallado	- Tipo de máquina. - Tipo de granalla. - Tamaño. - Preparación superficial. - Humedad relativa.	- Visual - Instrumental - Documental	- Normas ASTM. - Normas SSPC.
3	Se inspeccionó el granallado	- Grado de corrosión inicial. - Perfil de rugosidad nominal. - Perfil de rugosidad real. - Tolerancias	- Visual - Instrumental	- Normas ASTM. - Normas SSPC.

Tabla N° 4.18 Puntos de inspección para la preparación superficial

Fuente: Empresa TMI S.A.C.

## PROCESO DE GRANALLADO Y PINTURA



**GRANALLADORA  
SEMI AUTOMÁTICA**



**GRANALLADORA  
MANUAL**

Fig. N° 4.31 Cabinas de granallado en planta de TMI S.A.C.

Fuente: Empresa TMI S.A.C.



Fig. N° 4.32 Ingreso de estructuras a cabina de granallado

Fuente: Propia



Fig. N° 4.33 Estructuras granalladas según requerimiento

Fuente: Propia

#### 4.6.4.2 Inspección de recubrimiento superficial

Los inspectores de pintura realizaron la inspección de los espesores de pintura (húmeda y seca), como indica la Norma SSPC-PA2, se realizó el registro de los datos en su respectivo protocolo (descripción de producto utilizado, condiciones ambientales y mediciones de espesores) de acuerdo a lo indicado:

- Medición del espesor en húmedo de la pintura aplicada (ASTM D1186)
- Medición del espesor en seco de la pintura aplicada (ASTM D1186)

Se realizó la Inspección Visual de la pintura (por su apariencia), luego su ensayo de Adhesión (según ASTM D4541) y se generó sus protocolos de Calidad.

El requerimiento para el proyecto fue el siguiente:

Primera capa: empleo 1 capa de anticorrosivo epóxico, 3 mills de espesor, color RAL 9003 (color Blanco)

Capa final: empleo 2 capas de esmalte epóxico, 2 mills de espesor c/u, color RAL 7035 (color Gris luminoso)



Fig. N° 4.34 Medición de espesor de pintura, en húmedo y seco

Fuente: Empresa TMI S.A.C.

N°	ETAPA DE INSPECCIÓN	CARACTERÍSTICA DE LA INSPECCIÓN	MÉTODO	DOCUMENTACIÓN DE REFERENCIA
1	Se verificó las condiciones del pintado	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Equipo a usar.</li> <li>- Sistema de pintado.</li> <li>- Pintura (marca y lote).</li> <li>- Tiempo de granallado.</li> <li>- Humedad relativa.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Visual</li> <li>- Instrumental</li> <li>- Documental</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Normas ASTM.</li> <li>- Normas SSPC.</li> </ul>
2	Se inspeccionó el pintado (por capa)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Número de capa.</li> <li>- Spots a inspeccionar.</li> <li>- Espesor nominal.</li> <li>- Espesor real por punto.</li> <li>- Espesor real promedio.</li> <li>- Color.</li> <li>- Acabado superficial.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Visual</li> <li>- Instrumental</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Normas ASTM.</li> <li>- Normas SSPC.</li> </ul>
3	Se realizó la liberación física de los elementos y estructuras granalladas y pintadas.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Conformidad con requisitos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Comprobación documental</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Registro de liberación</li> </ul>

Tabla N° 4.18 Puntos de Inspección de pintado.

Fuente: Propia



Fig. N° 4.34 Pasos para control de granallado y Pintura

Fuente: Empresa TMI S.A.C.





Fig. N° 4.35 Bachiller Dennis Hernández Palacios en área de pintura.  
Fuente: Propia



Fig. N° 4.36 Estructuras codificadas y empaquetadas para llevar a obra.  
Fuente: Propia



Fig. N° 4.37 Estructuras montadas en obra según codificación.

Fuente: Propia

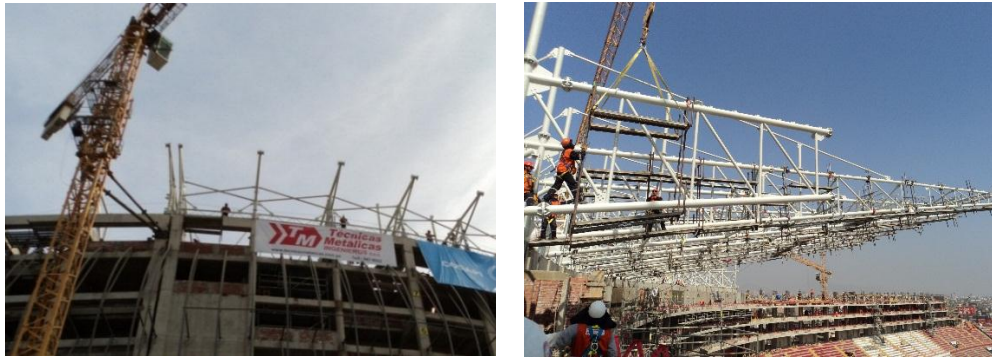


Fig. 4.38 Estructuras montadas

Fuente: Propia

## V. EVALUACIÓN TÉCNICO- ECONÓMICO

### 5.1 Propuesta Técnica

Se recomienda la realización de ensayos UT para descartar de defectos como fisuras y laminaciones en el material base a partir de ½ pulg. Comentando sobre este tema lo siguiente:

En la actualidad es una práctica común realizar ensayos no destructivos (UT, PT o MT) a los cordones de soldadura, pero es poco común realizar los ensayos a los materiales base para descartar los defectos de estos. La norma AWS D1.1 2010 capítulo 5, sección 5.15 referida a la preparación del metal base, menciona que la plancha base debe estar exenta de defectos (como fisuras, laminaciones etc.), pero no menciona a partir de que espesor se debe hacer este ensayo, una práctica habitual debería ser realizar UT a planchas de espesores mayores o iguales a 25 mm, por exigencia del trabajo es recomendable realizarlas a partir de 16 mm, lo que se indica y asegura es que a menor espesor es menor la probabilidad de encontrar laminaciones.

El estándar ASTM A435 cubre el procedimiento para el examen ultrasónico de haz recto, de placas de acero de aleación y carbono a partir de 1/2 pulg de espesor.

Tenemos la recomendación del AWS D1.1 que el material base debe estar exenta de defectos, y el estándar ASTM A435 referente a procedimiento de ensayo, en ambas normas no hay nada mandatorio de realizar el ensayo.

COSTO DE ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS A SOLDADURA		
Ensayo	Costo promedio (dólares)	Cantidad
RT	7	1 unid.
UT	7	1 mL
MT	7	1 mL

Cuadro N° 5.1 Costo de ensayos no destructivos a soldadura

Fuente: Empresa de Ensayos Inspeccac

COSTO DE ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS A MATERIAL BASE					
Ensayo	Costo promedio m2 (dólares)	Cantidad	Medidas de planchas mm	Área	Costo del ensayo (dólares)
UT	7	1 m2	3000x6000	18	126
			3000x12000	36	252

Cuadro N° 5.2 Costo de ensayos no destructivos a material base

Fuente: Empresa de Ensayos Inspeccac

Los costos proporcionados por la Empresa de Ensayos Inspeccac de los cuadros N° 5.1 y 5.2 están al 2018.

## 5.2 Costos del proyecto

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio Unitario S/.	Costo Parcial S/.
01	<b>OBRAS PROVISIONALES</b>				<b>50,403.59</b>
01.01	OFICINA DE OBRA	m2	13.00	60.50	786.50
01.02	ALMACEN DE OBRA	m2	6.00	55.00	330.00
01.03	INSTALACIONES PROVISIONALES	est	1.00	2,475.00	2,475.00
01.04	CASETA PARA GUARDIANA	m2	6.00	44.00	264.00
01.05	CARTEL DE IDENTIFICACION DE OBRA DE 7.2mX3.6m	und	1.00	2,348.09	2,348.09
01.06	TRAZO Y REPLANTEO	m2	10,000.00	4.42	44,200.00
02	<b>CARPINTERIA METALICA</b>				<b>447,787.80</b>
02.01	PA SARELA METALICA PARA EL TECHO	m	790.00	522.86	413,059.40
02.02	MONTAJE DE PA SARELA METALICA PARA EL TECHO	m	790.00	43.96	34,728.40
03	<b>COBERTURA</b>				<b>4,153,988.89</b>
03.01	COBERTURA MEMBRANA DE PVC /PVDF FLUORINADA	m2	35,869.00	115.81	4,153,988.89
04	<b>ESTRUCTURAS METALICAS</b>				<b>7,470,914.32</b>
04.01	ARMADURA PRINCIPAL 1 L=29 - 31 m	und	85.00	32,387.78	2,752,961.30
04.02	ARMADURA PRINCIPAL 1 L=31 - 33 m	und	17.00	32,843.09	558,332.53
04.03	ARMADURA PRINCIPAL 1 L=33 - 35.5 m	und	25.00	33,790.19	844,754.75
04.04	ARMADURA PRINCIPAL 1A L=29 - 31 m	und	12.00	32,644.04	391,728.48
04.05	ARMADURA PRINCIPAL 1A L=33 - 35.5 m	und	4.00	33,666.31	134,665.24
04.06	ARMADURA 2 L=2.90 - 3.50 m	und	15.00	2,085.17	31,277.55
04.07	ARMADURA 2 L=3.50 - 4.00 m	und	93.00	2,083.85	193,798.05
04.08	ARMADURA 2 L=4.00 - 4.50 m	und	111.00	2,153.82	239,074.02
04.09	ARMADURA 2 L=4.50 - 5.00 m	und	393.00	2,631.19	1,034,057.67
04.10	ARMADURA 2 L=5.0 - 5.50 m	und	258.00	2,702.70	697,296.60
04.11	ARMADURA 3 L=3.50 - 4.00 m	und	75.00	3,097.18	232,288.50
04.12	ARMADURA 3 L=4.50 - 5.00 m	und	5.00	3,353.25	16,766.25
04.13	ARMADURA 3 L=5.00 - 5.50 m	und	48.00	3,480.37	160,097.02
04.14	ARRIOSTRE DE 5/8"	und	1,116.00	164.71	183,816.36
05	<b>TRANSPORTE Y MONTAJE DE ESTRUCTURAS METALICAS</b>				<b>1,441,565.42</b>
05.01	TRANSPORTE CARGA ANCHA ARMADURA 1 y 1A PARTE 1	VJE	20.00	1,953.69	39,073.80
05.02	TRANSPORTE ARMADURA 1 y 1A PARTE 2 Y 3	VJE	28.00	1,572.56	44,031.68
05.03	TRANSPORTE ARMADURA 2 y 3	VJE	20.00	1,572.56	31,451.20
05.04	MONTAJE DE TIJERAL 1 Y 1A	und	143.00	2,662.44	380,728.92
05.05	MONTAJE DE TIJERAL 2	und	878.00	838.21	735,948.38
05.06	MONTAJE DE TIJERAL 3	und	126.00	1,100.58	138,673.08
05.07	MONTAJE DE ARRIOSTRES	und	1,116.00	64.21	71,658.36
	<b>COSTO DIRECTO (1)</b>				<b>13,564,660.02</b>
	<b>GASTOS GENERALES (2)</b>		12%		<b>1,627,759.20</b>
	<b>UTILIDADES (3)</b>		10%		<b>1,356,466.00</b>
	<b>SUB TOTAL (1) + (2) + (3)</b>				<b>16,548,885.22</b>
	<b>IGV (19%)</b>				<b>3,144,288.19</b>
	<b>TOTAL GENERAL</b>				<b>19,693,173.41</b>

Fig. N° 5.1 Presupuesto detallado del proyecto

Fuente: Empresa TMI S.A.C.

<b>CRONOGRAMA VALORIZADO DE AVANCE DE OBRA</b>									
<b>PROYECTO</b> : FABRICACION Y MONTAJE DE LAS ESTRUCTURAS DEL TECHO Y SUMINISTRO E INSTALACION DE CUBERTURA DE MEMBRANA SINTETICA EN EL ESTADIO NACIONAL <b>UBICACIÓN</b> : LIMA <b>PROPIETARIO</b> : INSTITUTO PERUANO DEL DEPORTE <b>FECHA</b> : MAYO 2010									
ITEM	SUB - PRESUPUESTO	COSTO DIRECTO	1° MES	2° MES	3° MES	4° MES	5° MES	6° MES	7° MES
01	ESTRUCTURAS	8,148,141.70	45,885.17	1,402,093.74	1,882,423.89	1,962,339.32	2,042,708.91	812,690.67	0.00
02	ARQUITECTURA	4,189,367.41	0.00	0.00	27,815.61	125,170.23	145,243.69	936,036.53	2,949,101.35
	<b>SUB TOTAL</b>		45,885.17	1,402,093.74	1,910,239.50	2,087,509.55	2,187,952.60	1,748,727.20	2,949,101.35
	<b>COSTO DIRECTO TOTAL</b>	12,331,509.11	45,885.17	1,402,093.74	1,910,239.50	2,087,509.55	2,187,952.60	1,748,727.20	2,949,101.35
	<b>GASTOS GENERALES</b>	1,479,781.09	5,506.22	168,251.25	229,228.74	250,501.15	262,554.31	209,847.26	353,892.16
	<b>UTILIDAD</b>	1,233,150.91	4,588.52	140,209.37	191,023.95	208,750.95	218,795.26	174,872.72	294,910.14
	<b>SUB TOTAL</b>	15,044,441.11	55,979.91	1,710,554.36	2,330,492.19	2,546,761.65	2,669,302.17	2,133,447.18	3,597,903.65
	<b>IGV (19.00%)</b>	2,858,443.81	10,636.18	325,005.33	442,793.52	483,884.71	507,167.41	405,354.96	683,601.70
	<b>TOTAL PRESUPUESTO</b>	S/. 17,902,884.92	66,616.09	2,035,559.69	2,773,285.71	3,030,646.36	3,176,469.58	2,538,802.14	4,281,505.35
	<b>AVANCE PROMEDIO PORCENTUAL</b>		0.37%	11.37%	15.49%	16.93%	17.74%	14.18%	23.92%

Fig. N° 5.2 Cronograma valorizado de avance de obra al 05-2010

Fuente: Empresa TMI S.A.C.

	Cronograma		días	Peso Aprox
<b>Ingeniería de detalle para techo estadio nacional</b>	27/07/2010	06/12/2010	132	
Ingeniería Prioridad Zona Nº 6	27/07/2010	23/08/2010	27	150 Ton
Ingeniería Prioridad Zona Nº 8	16/08/2010	09/09/2010	24	150 Ton
Ingeniería Prioridad Zona Nº 7	30/08/2010	23/09/2010	24	125 Ton
Ingeniería Prioridad Zona Nº 1	13/09/2010	09/10/2010	26	160 Ton
Ingeniería Prioridad Zona Nº 5	28/09/2010	23/10/2010	25	160 Ton
Ingeniería Prioridad Zona Nº 4	11/10/2010	06/11/2010	26	150 Ton
Ingeniería Prioridad Zona Nº 3	25/10/2010	20/11/2010	26	160 Ton
Ingeniería Prioridad Zona Nº 2	08/11/2010	06/12/2010	28	145 Ton
	Cronograma		días	Peso Aprox
<b>Fabricación de Estructuras Metalicas del Techo del Estadio Nacional</b>	16/08/2010	28/12/2010	134	
Fabricación Prioridad Zona Nº 6	16/08/2010	14/09/2010	29	150 Ton
Fabricación Prioridad Zona Nº 8	30/08/2010	01/10/2010	32	150 Ton
Fabricación Prioridad Zona Nº 7	16/09/2010	15/10/2010	29	125 Ton
Fabricación Prioridad Zona Nº 1	30/09/2010	31/10/2010	31	160 Ton
Fabricación Prioridad Zona Nº 5	16/10/2010	14/11/2010	29	160 Ton
Fabricación Prioridad Zona Nº 4	30/10/2010	28/11/2010	29	150 Ton
Fabricación Prioridad Zona Nº 3	13/11/2010	12/12/2010	29	160 Ton
Fabricación Prioridad Zona Nº 2	27/11/2010	28/12/2010	31	145 Ton

Fig. Nº 5.3 Cronograma de avance de ingeniería y fabricación

Fuente: Empresa TMI S.A.C.

## VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 6.1 Conclusiones

- La correcta inspección en los diversos procesos de fabricación empleando los estándares correspondientes, garantizaron una estructura que cumple las expectativas con las que fue diseñada.
- La inspección durante la fabricación así como los ensayos no destructivos al 100% garantizaron la continuidad de las propiedades mecánicas de la estructura.
- El uso de instrumentos de medición calibrados y equipo con un mantenimiento regular, fueron necesarios e importantes para asegurar un buen control y trabajo.
- La presente obra se realizó empleando la norma AWS D1.1, los materiales con corrosión fueron rechazados por ser puntos de corrosión, a diferencia de la norma ASME (para Tanques y Recipientes de Presión) donde se rechazaría por tener menor espesor en esa zona y ser concentrador de esfuerzos.
- El material de aporte seleccionado fue un taller el alambre tubular E71T-1 y en obra el electrodo E7018, y ensayados al 100%, lo que descarta la presencia de defectos en las juntas.



## **6.2 Recomendaciones**

Durante los trabajos de este tipo se debe tener especial cuidado en temas como el mantenimiento de los equipos de soldar, ya que de no detectarse una variante en la continuidad entregada por esta, podría tenerse una gran cantidad de defectos en el interior del material base, que generaría retraso y reproceso.

En estos trabajos es importante no exceder las horas de trabajo de los operarios de soldadura, porque se puede exigir a una máquina, pero la habilidad operativa de las personas decae conforme se aumenta el tiempo de trabajo y el esfuerzo de estos.

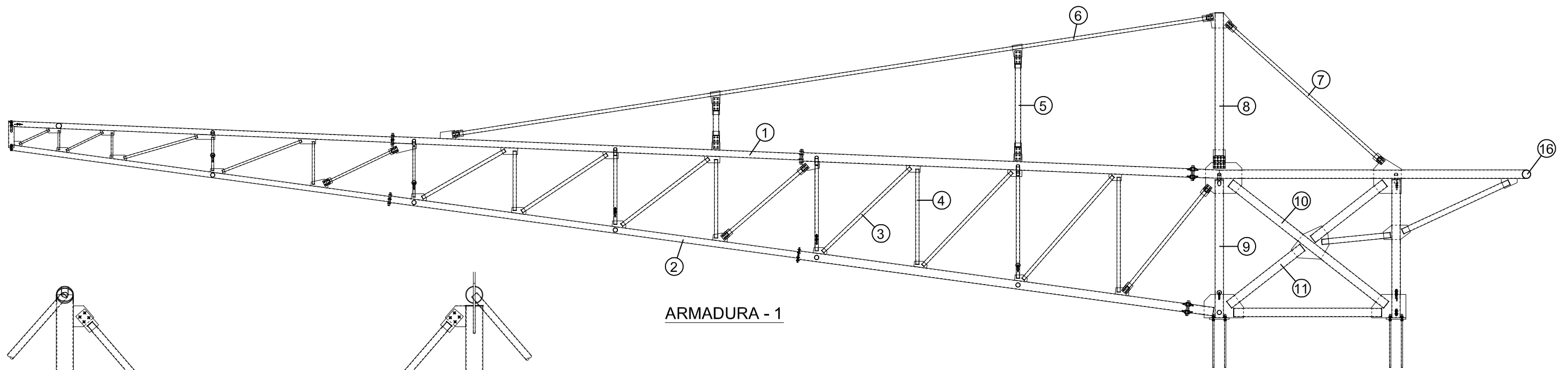
Toda estructura metálica expuesta a factores externos de corrosión, como viento, lluvia, salinidad, entre otros, sufre daños significativos que afectan la resistencia, durabilidad y estética de estos elementos. Por tal razón, las labores de inspección y cuidado continuo de estas edificaciones se hacen vitales para el prolongamiento de la vida útil del proyecto.

## VII REFERENCIALES Y BIBLIOGRAFIA

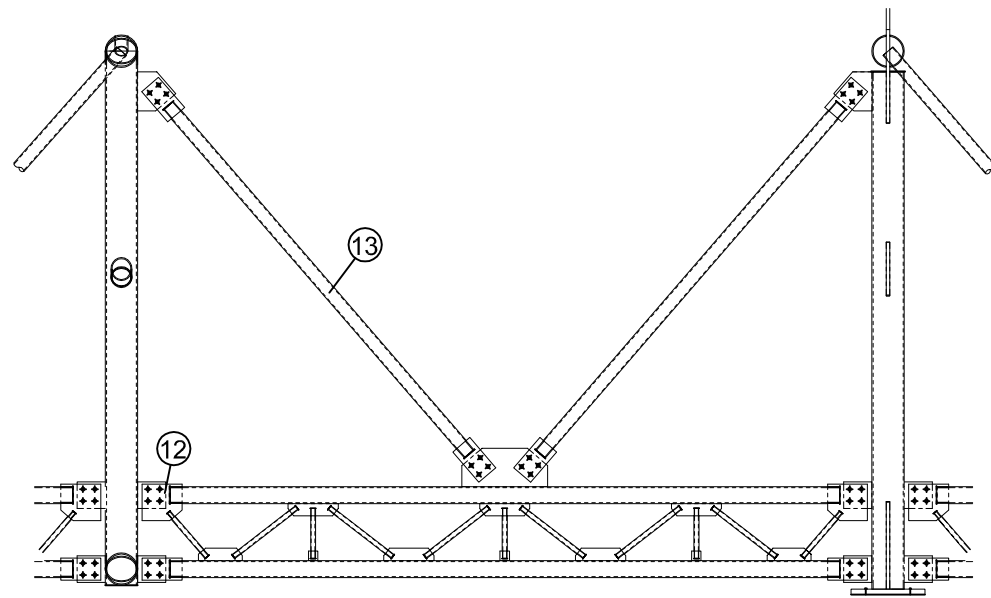
- GUTIERREZ CHUQUISPUMA, Roggers James. ***Aplicación de la Norma AWS D1.1 en la Inspección de Soldaduras en las Uniones de las Estructuras Metálicas, del Proyecto de Ampliación de la refinería de Talara.*** Trabajo de suficiencia profesional. Lima. Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur. 2017.
- CAMPOS TORRES, Franklin Luis. ***Control de Calidad en los Procesos de Soldadura FCAW – SMAW.*** Tesis de grado. Arequipa. Universidad Nacional de San Agustín. 2014.
- JULCAPARI CUBA, Miguel Ángel. ***Planeación en Procedimiento de Soldadura para Mejorar Uniones Soldadas en Aceros ASTM A36 en la Empresa Mota- Engil Perú.*** Tesis de grado. Huancayo. 2013.
- AWS D1.1 /D1.1M:2010. ***Código de Soldadura Estructural – Acero.*** Miami. 2010.
- AWS A3.0M/A3.0:2010. ***Norma de Términos y Definiciones de Soldadura.*** Miami. 2010.
- AWS A5.20/A5.20M:2005(R2015). ***Specification for Carbon Steel Electrodes for Flux Cored Arc Welding.*** Miami. 2015.
- AWS A5.1/A5.1M:2012. ***Specification for Carbon Electrodes for Shielded Metal Arc Welding.*** Miami 2012.

- EN-ISO 9001:2015. **Sistema de Gestión de la Calidad.** España. 2015.
- ASTM A6/A6M **Standard Specification for General Requirements for Rolled Structural Steel Bars, Plates, Shapes, and Sheet Piling.** Estados Unidos. 2006
- ASTM 435/A435M **Standard Specification for Straight-Beam Ultrasonic Examination of Steel Plates.** Estados Unidos. 2001

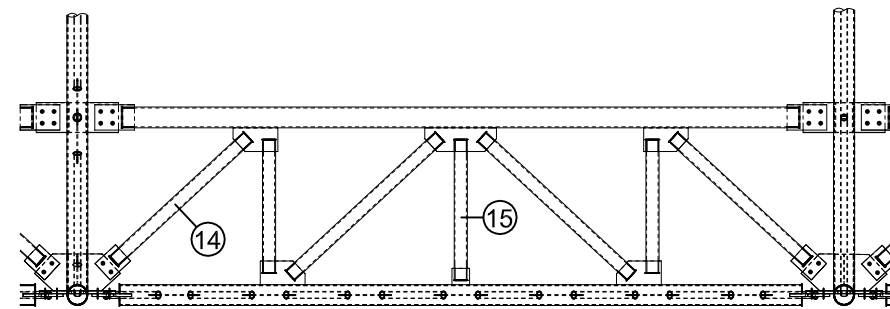
## VIII ANEXOS Y PLANOS



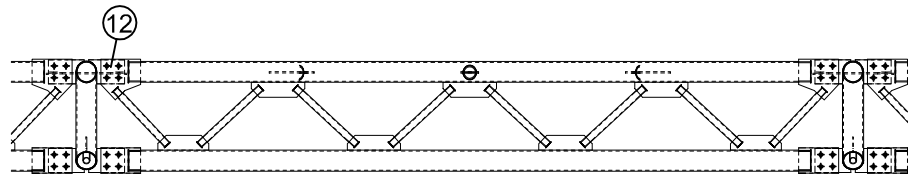
ARMADURA - 1



ARMADURA - 2



VISTA DE PLANTA

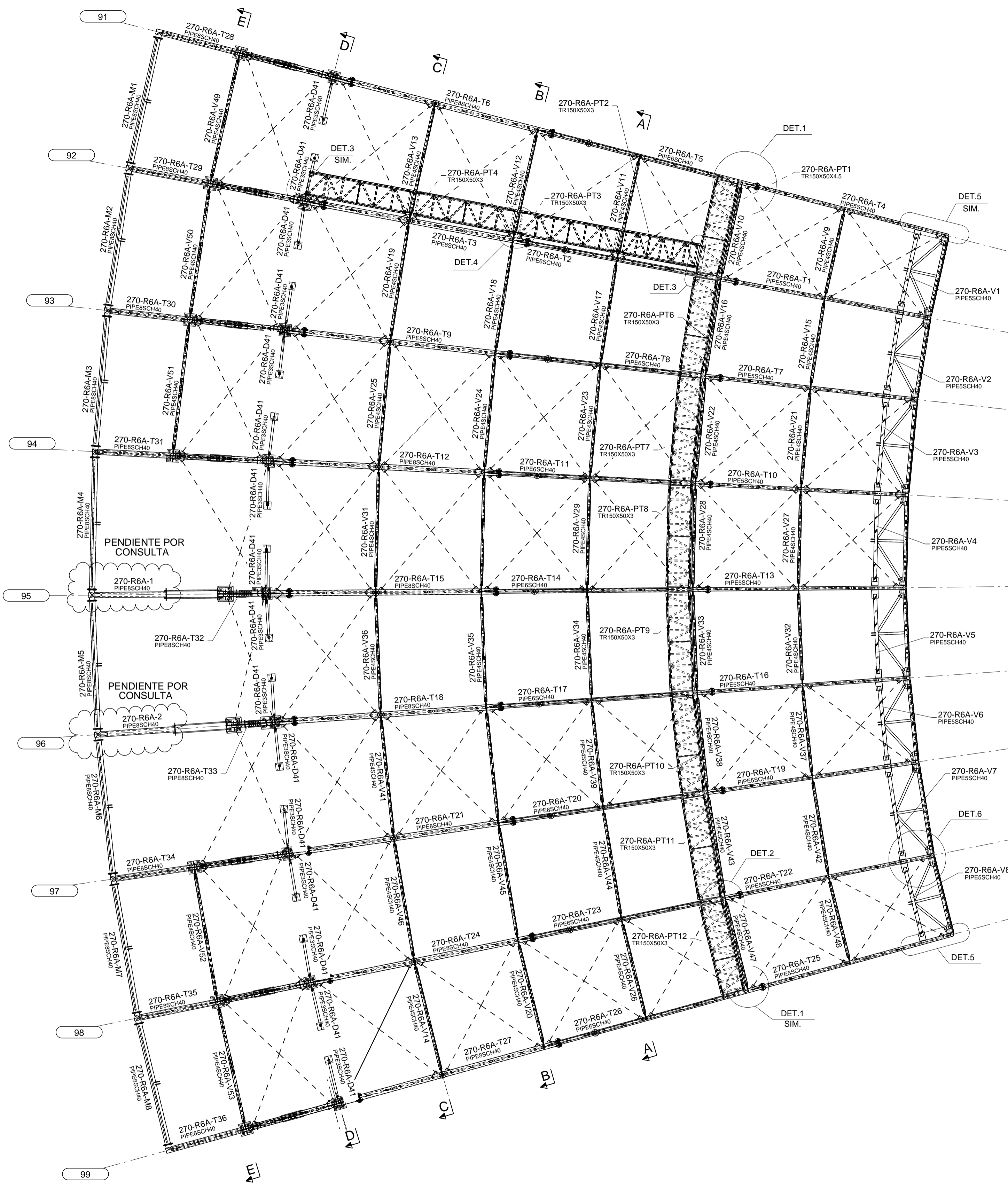


ARMADURA - 3

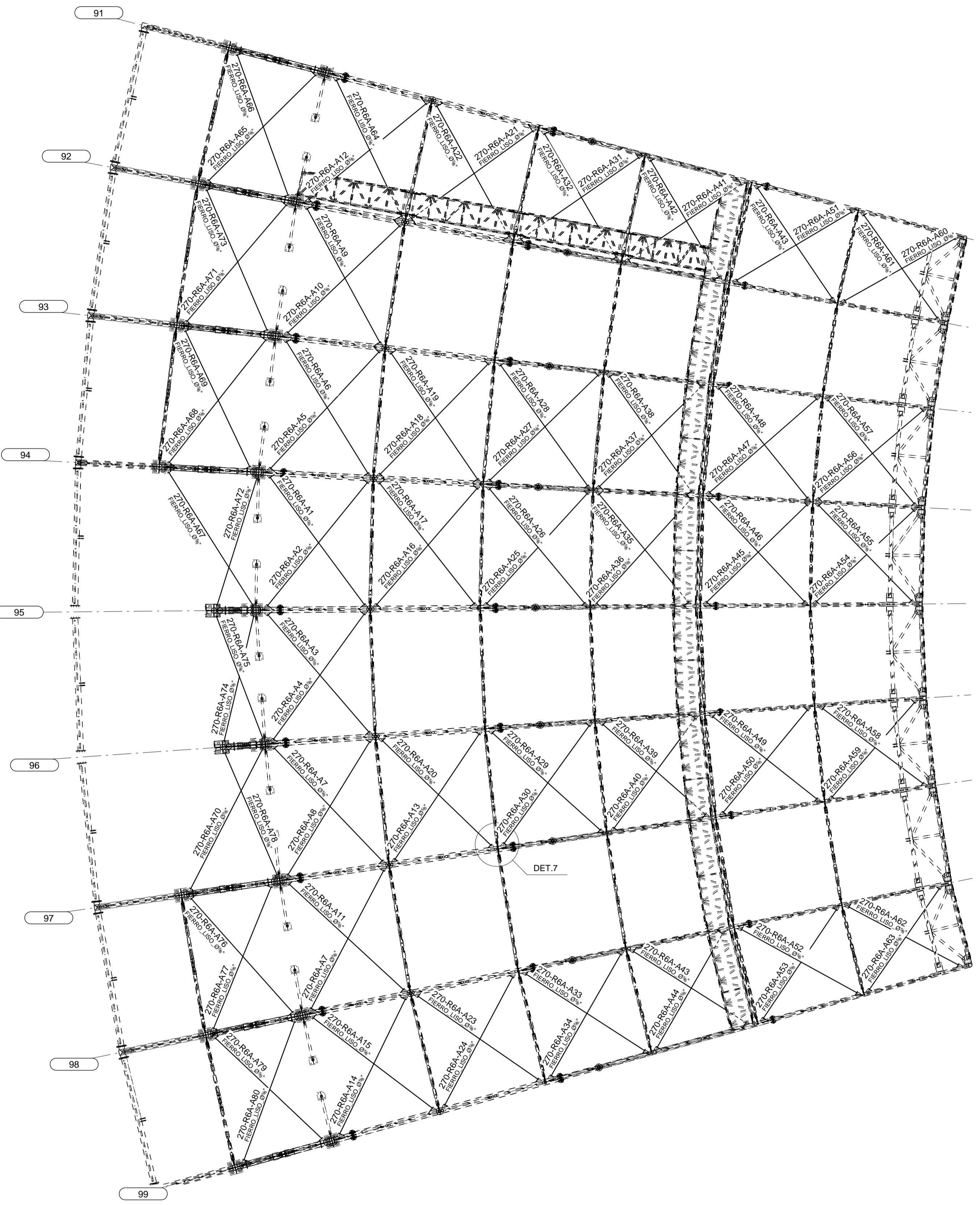
CRITERIOS DE CARGA PARA DISEÑO DE CONEXIONES

ELEMENTO	NOMBRE	CRITERIO DE DISEÑO
1	BRIDA SUPERIOR	100% TRACCION o' 100% FLEJO-COMPRESION
2	BRIDA INFERIOR	100% TRACCION o' 100% FLEJO-COMPRESION
3	DIAGONAL EN TIJERAL	75 % TRACCION
4	MONTANTE	75 % TRACCION
5	PENDOLA	50 % CORTE
6	TEMPLADOR	100 % TRACCION
7	TEMPLADOR	100 % TRACCION
8	PUNTAL	100 % COMPRESION y TRACCION
9	PUNTAL	100 % COMPRESION y TRACCION
10	DIAGONAL PRINCIPAL	100 % COMPRESION y TRACCION
11	DIAGONAL PRINCIPAL	100 % COMPRESION y TRACCION
12	ARMADURA 2 y 3 TRANSVERSAL	50 % CORTE
13	DIAGONAL SECUNDARIA	50 % TRACCION
14	DIAGONAL ARMADURA 3 (ARMADURA 3) HORIZONTAL	50 % TRACCION
15	PUNTAL HORIZONTAL (ARMADURA 3)	50 % TRACCION
16	TRAVESAÑO ENTRE TIJERALES	50 % CORTE

<p>Técnicas Metálicas INGENIEROS S.A.C.</p>	Plano :		Obra : FABRICACION Y MONTAJE DE LAS ESTRUCTURAS DEL TECHO - ESTADIO NACIONAL	
	CRITERIO DE CARGAS DE DISEÑO		Lugar: LIMA	
Documento de Ref :	Dib: J. Coveñas	Aprobado : C.Z.T.	O.T.:	Lámina :A3
	Responsable: J.G.B.	Escala: S/E	270-10	270-APR-01
	Revisado: J.G.B.	Fecha: 16-06-10		Propietario: IPD
Area : INGENIERIA DE DETALLE	Rufo de acceso :			Revisión:



PLANTA SUPERIOR - ESTRUCTURAS ZONA R6A



PLANTA INFERIOR - ESTRUCTURAS ZONA R6A

NOTA:  
1. LOS DETALLES 1, 2, 3, 4, 5, 6 y 7 SE UBICAN EN EL PLANO 270-R6A-M-005

- 1.- VER NOTAS GENERALES EN PLANO N° E-G.3 Y E-G.4
- 2.- ELEVACIONES EN METROS Y DIMENSIONES EN MILIMETROS (S.I.C.)
- 3.- ACERO CALIDAD ASTM A53 Gr. B (TUBOS), ASTM A36 (CARTELAS) ASTM A572 Gr 50 (PLANCHAS BASE)
- 4.- SOLDADURA DE TERRENO FILETE MIN. 6mm. SALVO INDICACION CONTRARIA
- 5.- ELECTRODO E70XX SEGUN AWS A5.1
- 6.- ESPECIFICACION TECNICA DE FABRICACION : DOC 270-EE-TT
- 7.- ESPECIFICACION TECNICA DE PINTURA : DOC 270-EE-TT
- 8.- PERNOS DE ESTRUCTURA PRINCIPAL Y SECUNDARIA A325

**TECNICAS METALICAS**
  
 INGENIEROS S.A.C.

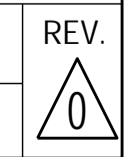
ESCALA: SE      FORMATO: A1

CONTRATISTA	NOMBRE	FECHA
PROYECTO	TM	01-06-2010
DIBUJO	J.C.C.	04.08.2010
REVISO	P.S.C.	04.08.2010
TRASPASO	J.C.C.	09.08.2010
APROBO	C.Z.T.	09.08.2010



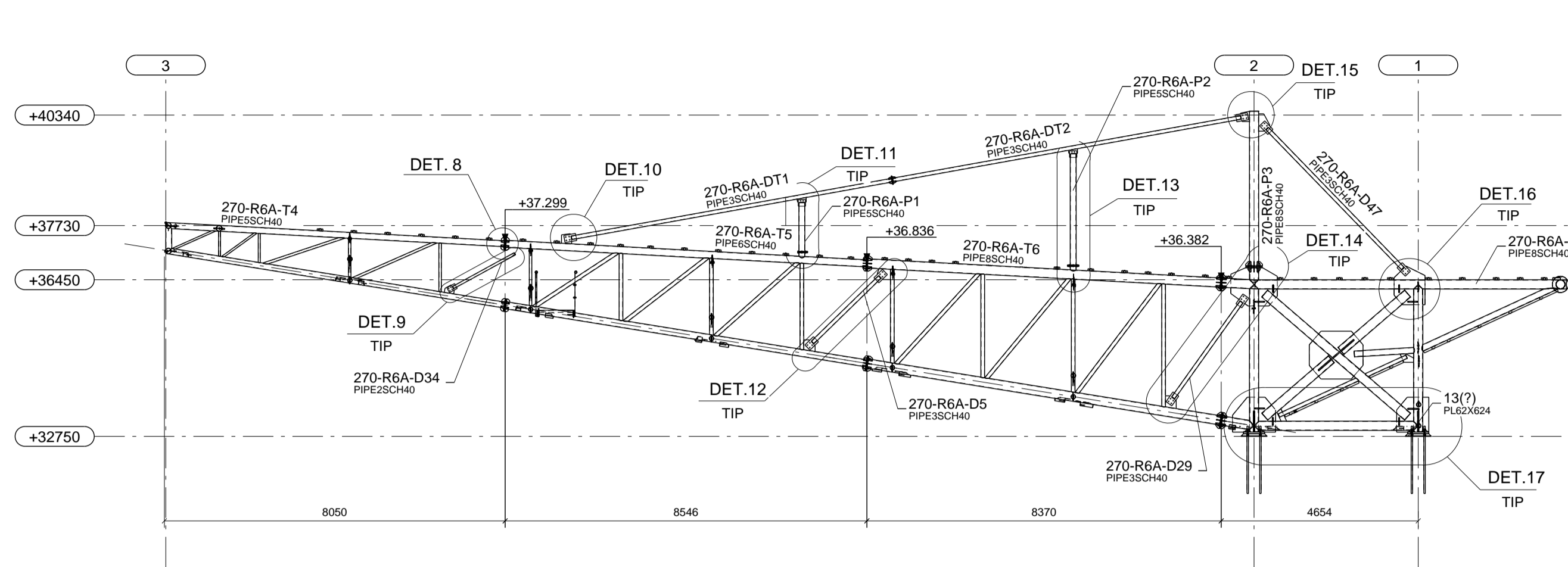
FABRICACION Y MONTAJE ESTRUCTURAS  
TECHO ESTADIO NACIONAL  
PLANTA SUPERIOR E INFERIOR - ZONA R6A

PROYECTO NO.: 270-2010  
N° PLANO: 270-R6A-M-001

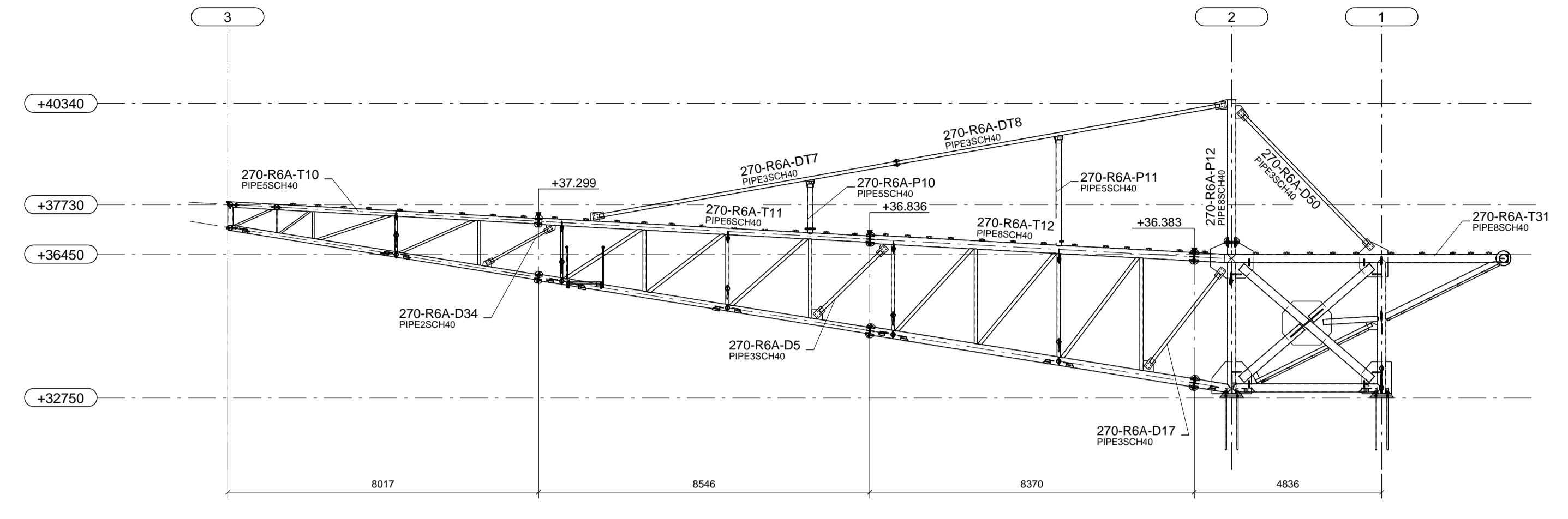


Este plano fue creado en base a un modelo 3D MODELO DT-270-10 FABRICACION Y MONTAJE ESTRUCTURAS ESTADIO NACIONAL-1

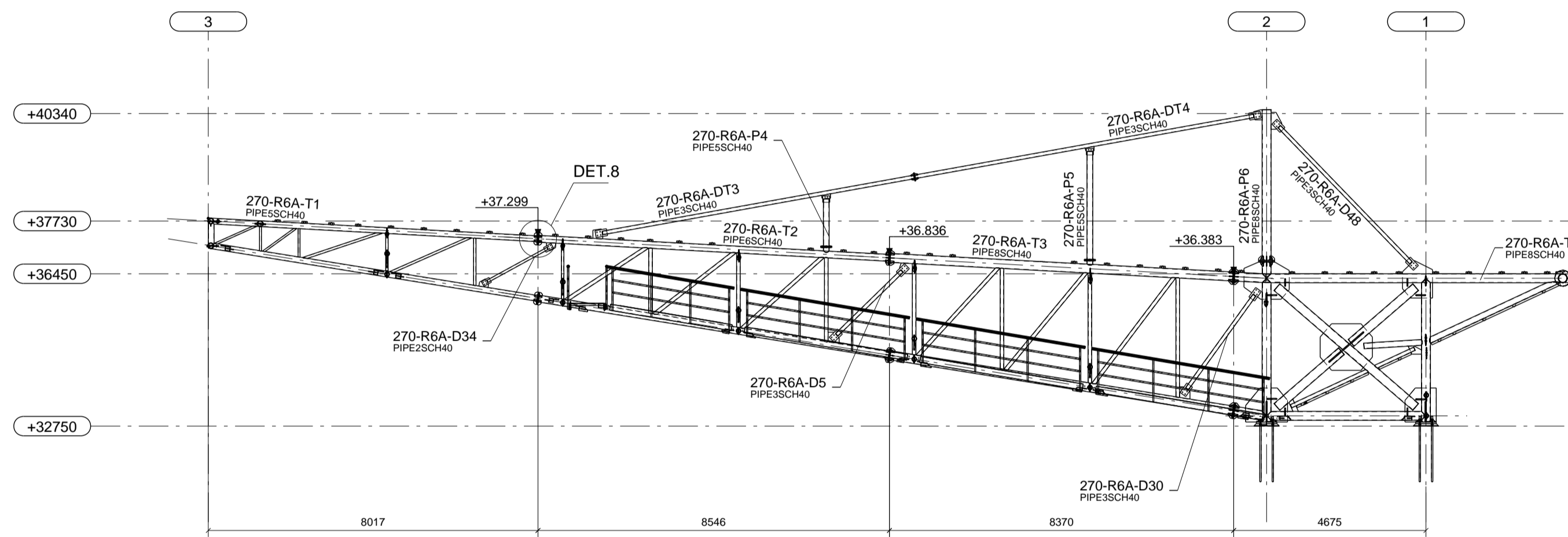
PLANO REFERENCIA DISEÑO	REV.	FECHA	DESCRIPCION	DIB.	REV.	APROBO
	B	13-09-2010	EMITIDO PARA APROBACION	M.C.V	P.S.C	C.Z.T.
	A	02-09-2010	EMITIDO PARA APROBACION	M.C.V	P.S.C	C.Z.T.
	O	21-09-2010	EMITIDO PARA MONTAJE	M.C.V	P.S.C	C.Z.T.



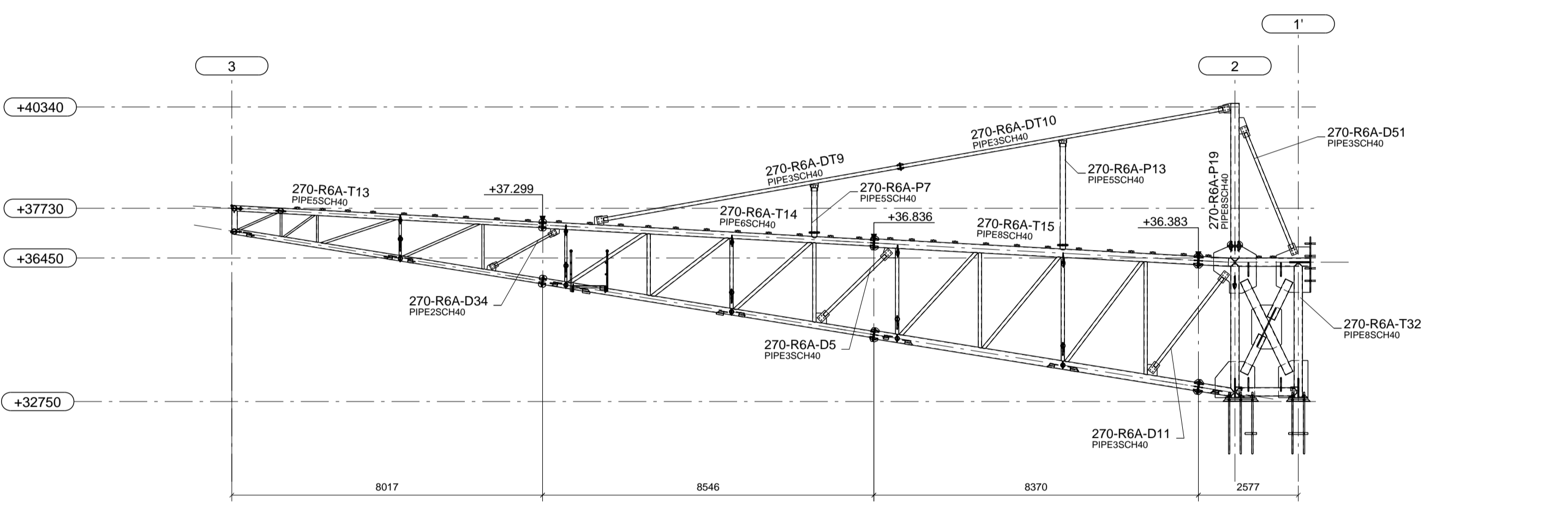
ELEVACION EJE 91



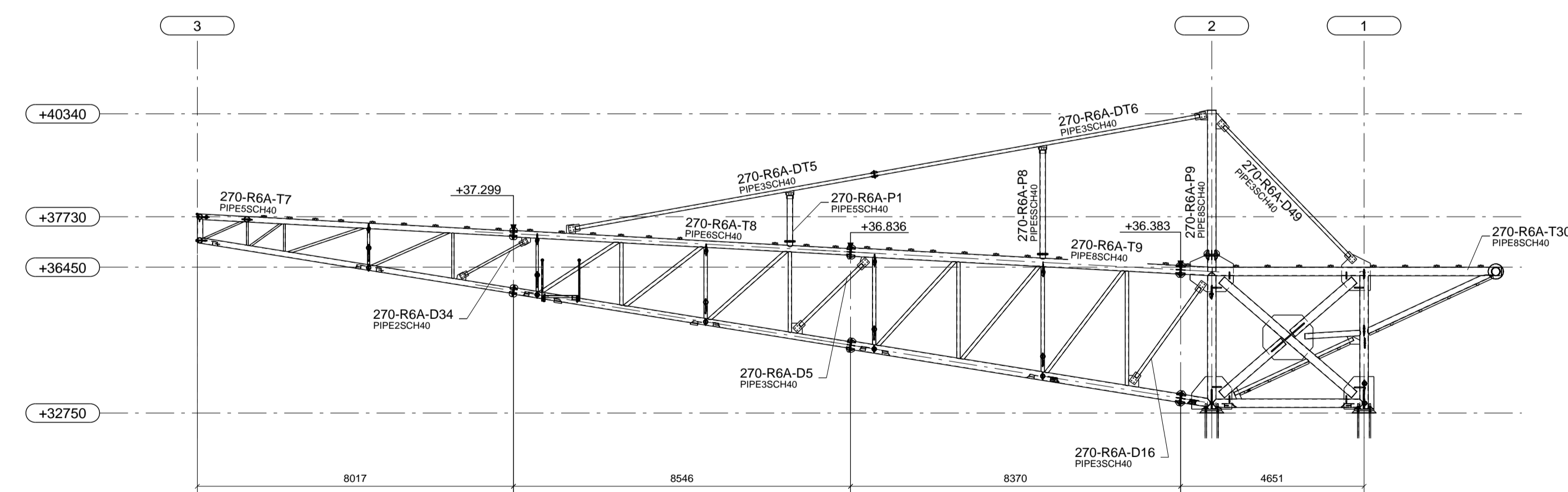
ELEVACION EJE 94



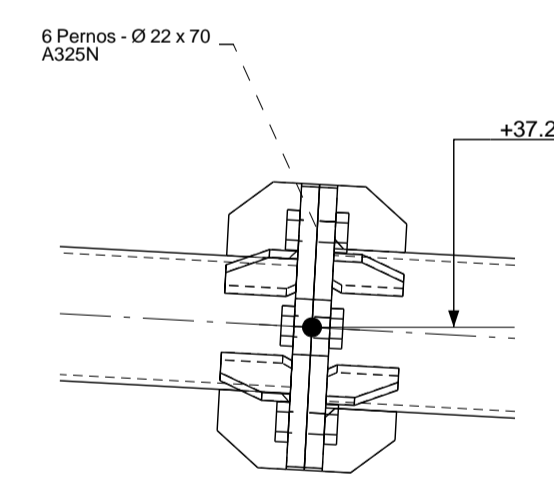
ELEVACION EJE 92



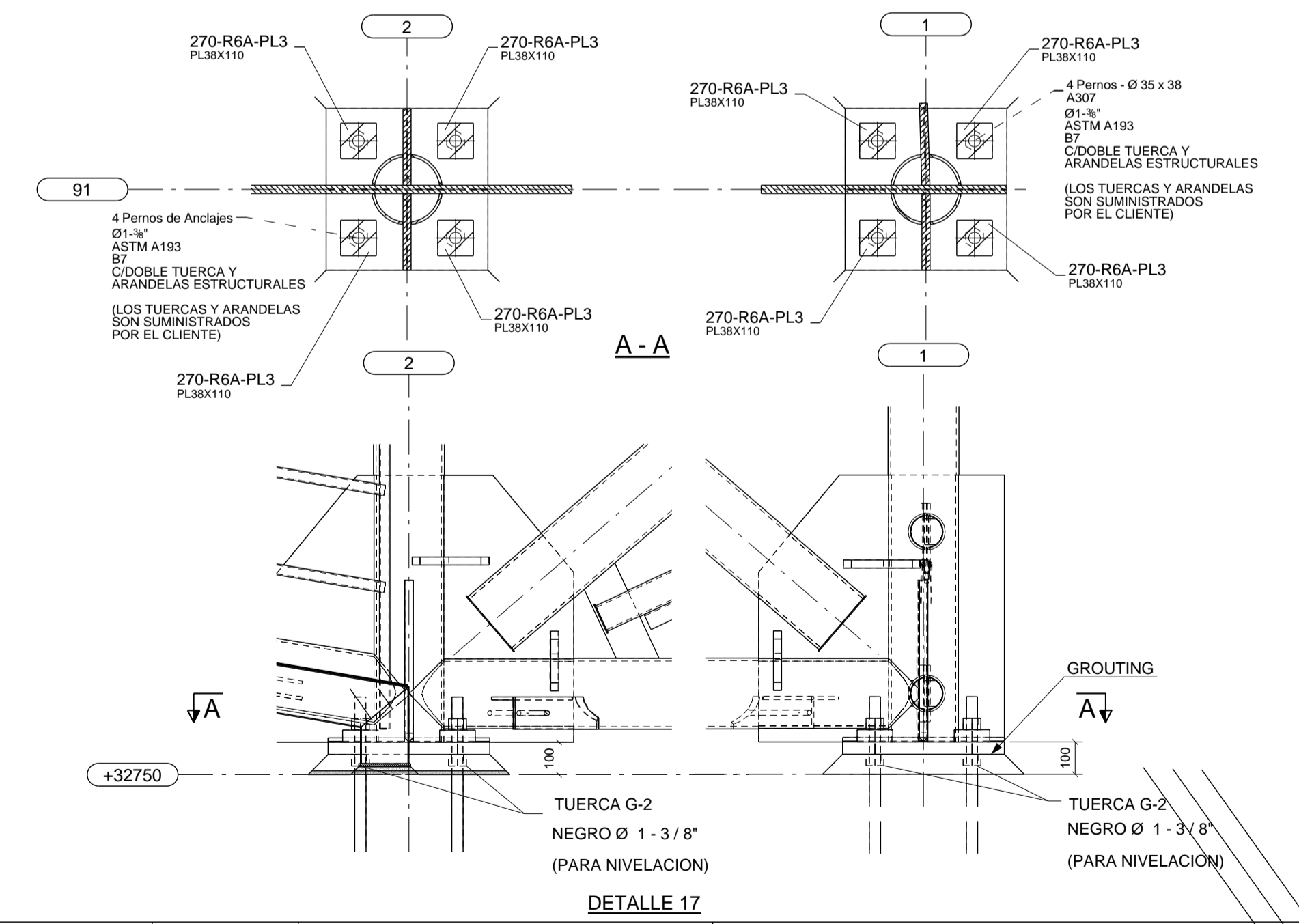
ELEVACION EJE 95



ELEVACION EJE 93



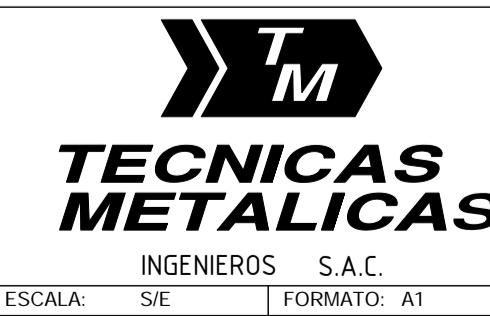
DETALLE 8



DETALLE 17

- NOTA:
- EL DETALLE 17 CORRESPONDE SOLO A LOS EJES 91, 92, 93, 94, 97, 98 y 99.
  - LOS DETALLES 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15 y 16 SE UBICAN EN EL PLANO 270-R6A-M-005.

- VER NOTAS GENERALES EN PLANO N° E-G.3 Y E-G.4
- ELEVACIONES EN METROS Y DIMENSIONES EN MILIMETROS (S.I.C.)
- ACERO CALIDAD ASTM A53 Gr. B (TUBOS), ASTM A36 (CARTELAS) ASTM A572 Gr 50 (PLANCHAS BASE)
- SOLDADURA DE TERREÑO FILETE MIN. 6mm. SALVO INDICACION CONTRARIA
- ELECTRODO E70XX SEGUN AWS A5.1
- ESPECIFICACION TECNICA DE FABRICACION : DOC 270-EE-TT
- ESPECIFICACION TECNICA DE PINTURA : DOC 270-EE-TT
- PERNOS DE ESTRUCTURA PRINCIPAL Y SECUNDARIA A325



CONTRATISTA	NOMBRE	FECHA
PROYECTO	TM	01-06-2010
DIBUJO	M.C.V	25.08.2010
REVISO	P.S.C	25.08.2010
TRASPASO	M.C.V	25.08.2010
APROBO	C.Z.T	25.08.2010



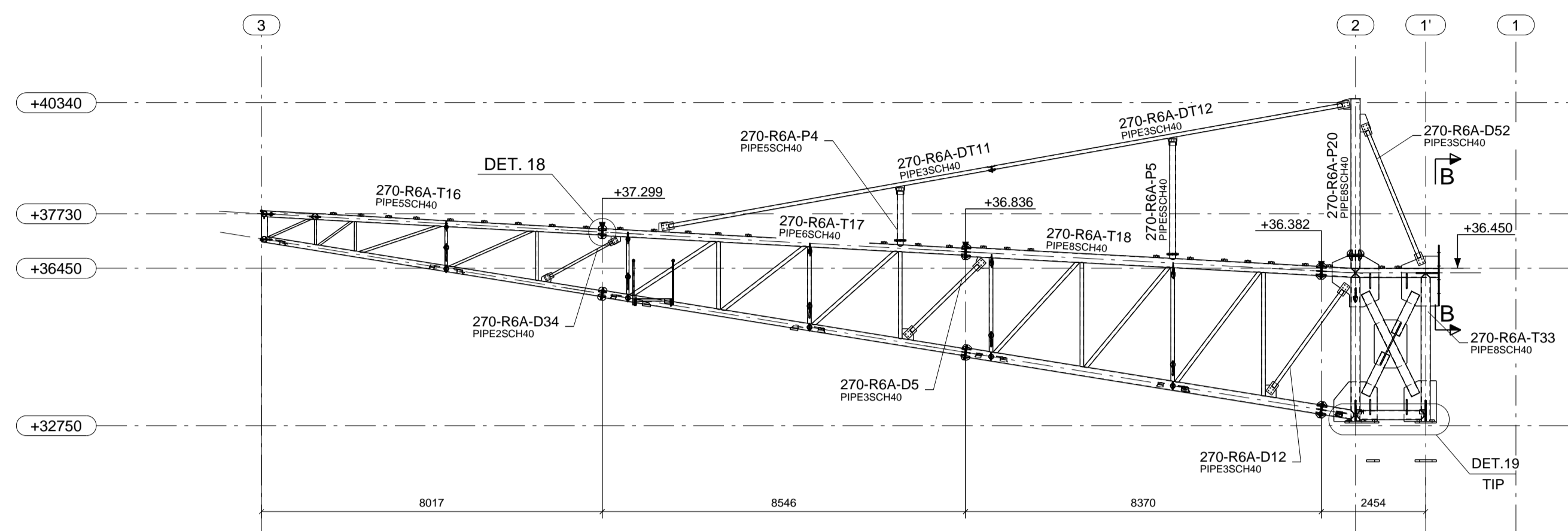
FABRICACION Y MONTAJE ESTRUCTURAS  
TECHO ESTADIO NACIONAL  
ELEVACIONES EJES 91,92,93,94,95

PROYECTO NO.: 270-2010

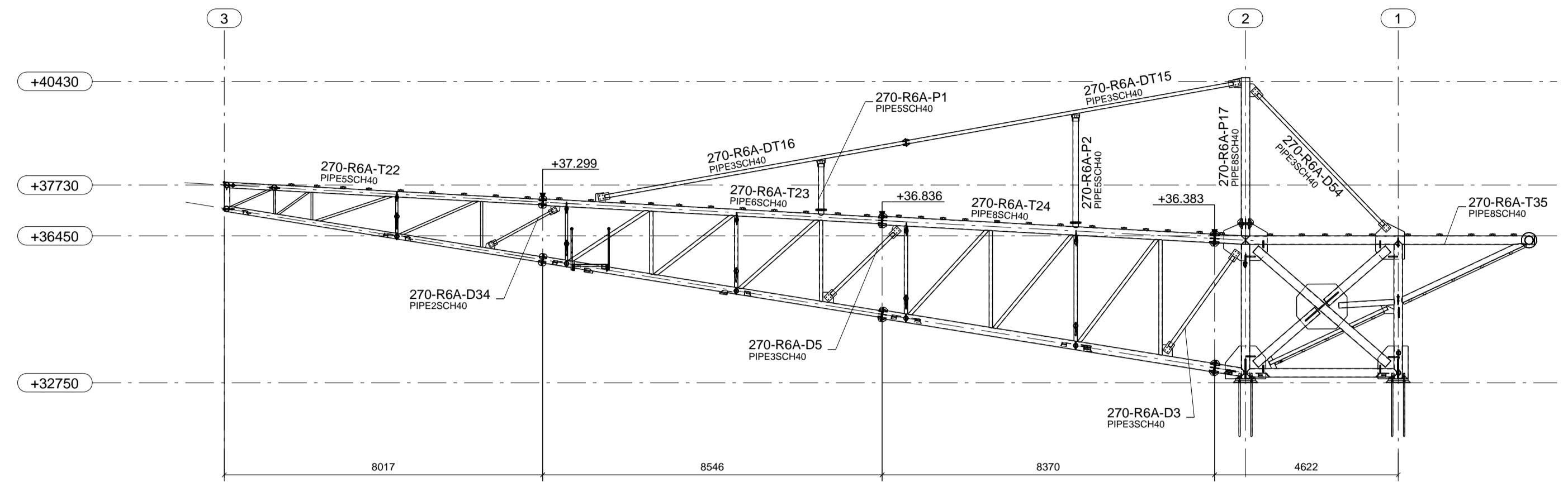
N° PLANO: 270-R6A-M-002



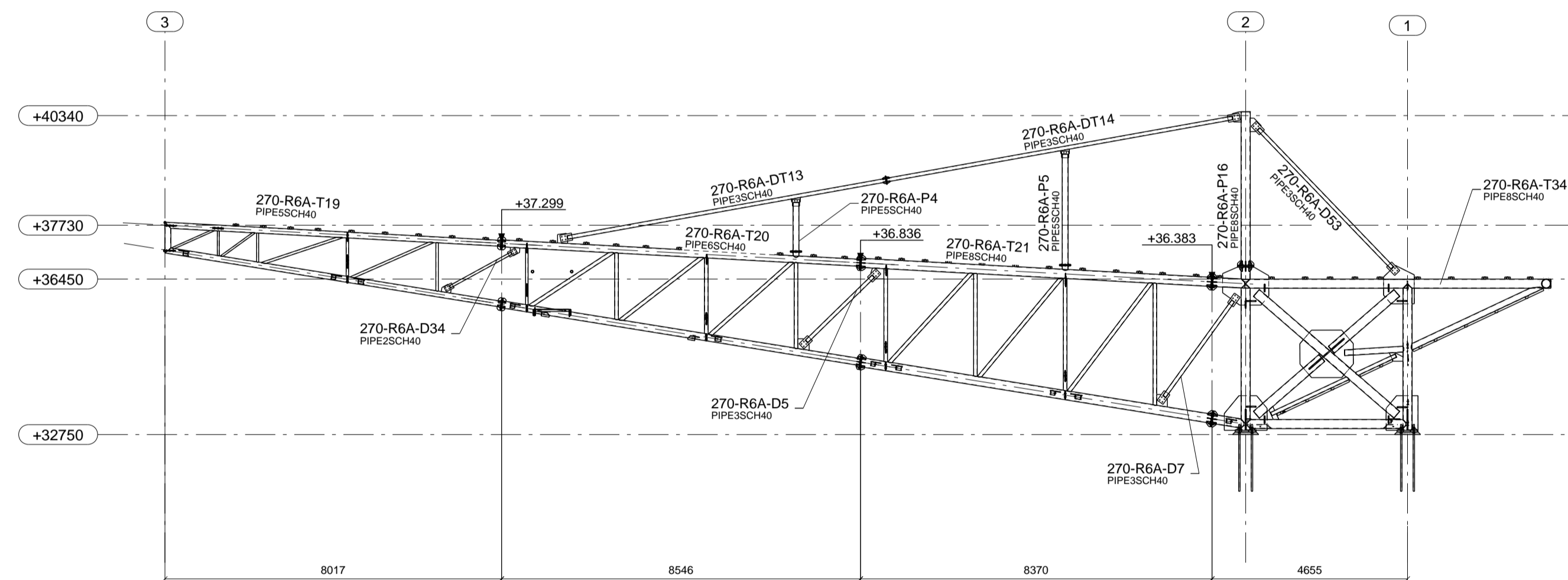
REV.	FECHA	DESCRIPCION	DIB.	REV.	APROBO
B	13-09-2010	EMITIDO PARA APROBACION	M.C.V	P.S.C	C.Z.T.
A	02-09-2010	EMITIDO PARA APROBACION	M.C.V	P.S.C	C.Z.T.
0	21-09-2010	EMITIDO PARA MONTAJE	M.C.V	P.S.C	C.Z.T.



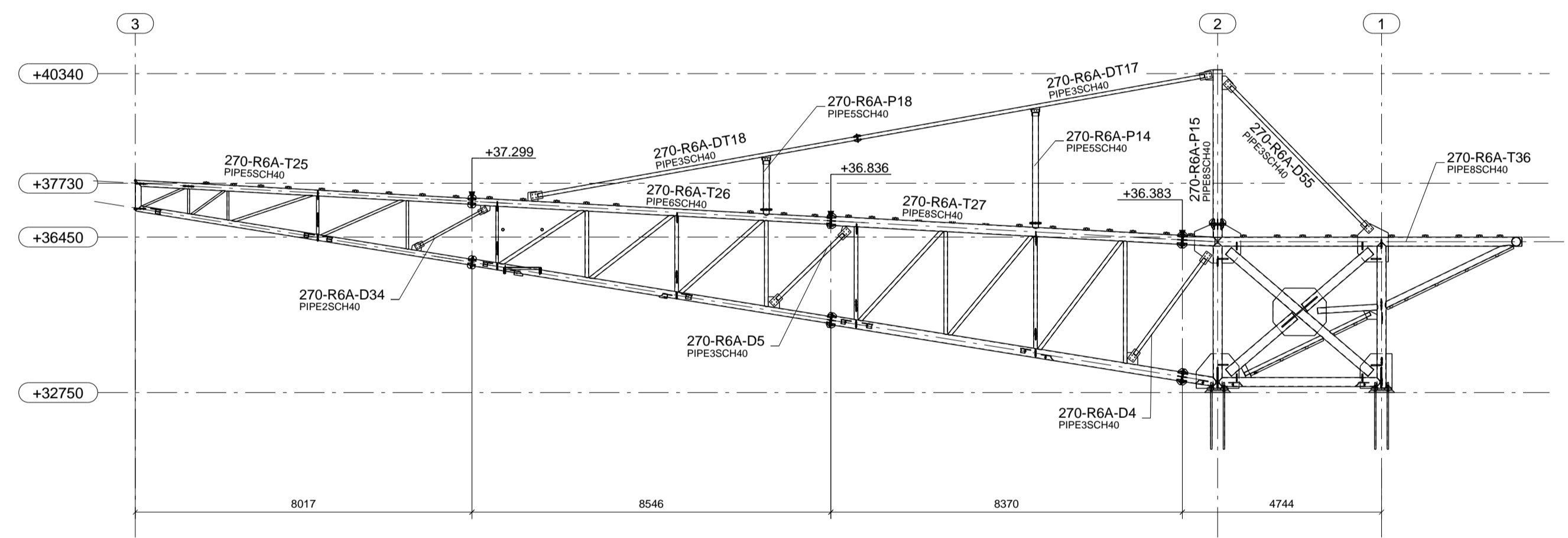
ELEVACION EJE 96



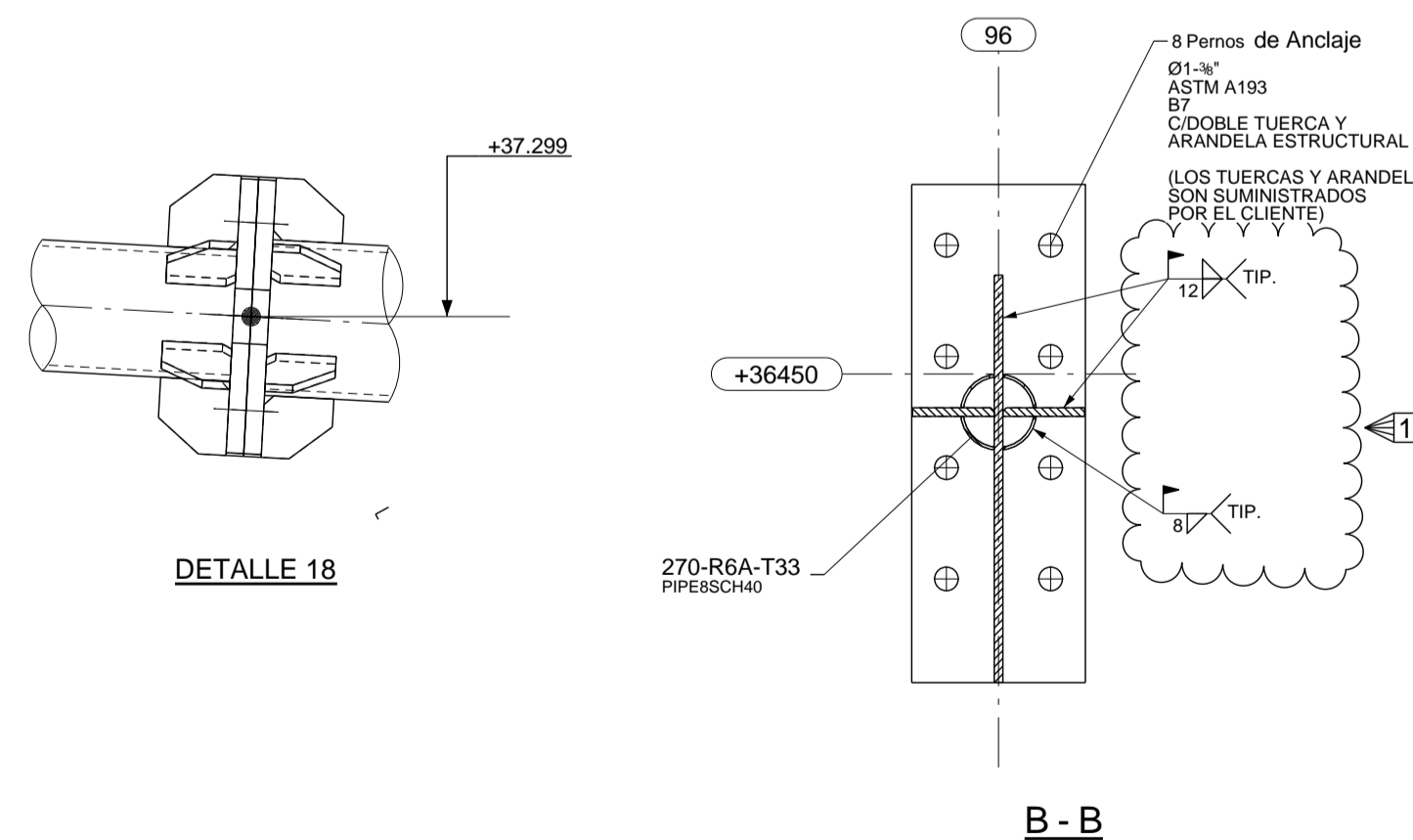
ELEVACION EJE 98



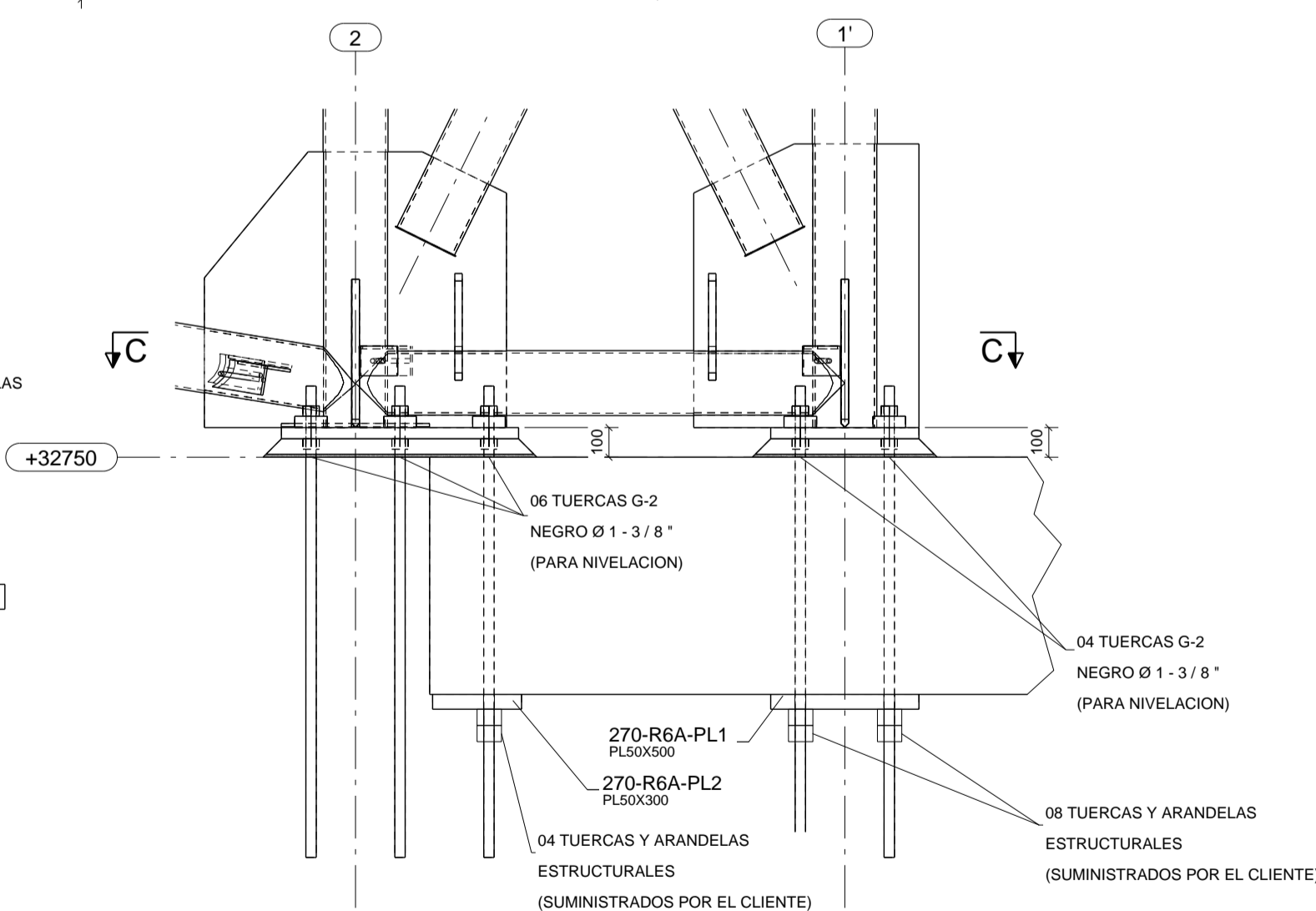
ELEVACION EJE 97



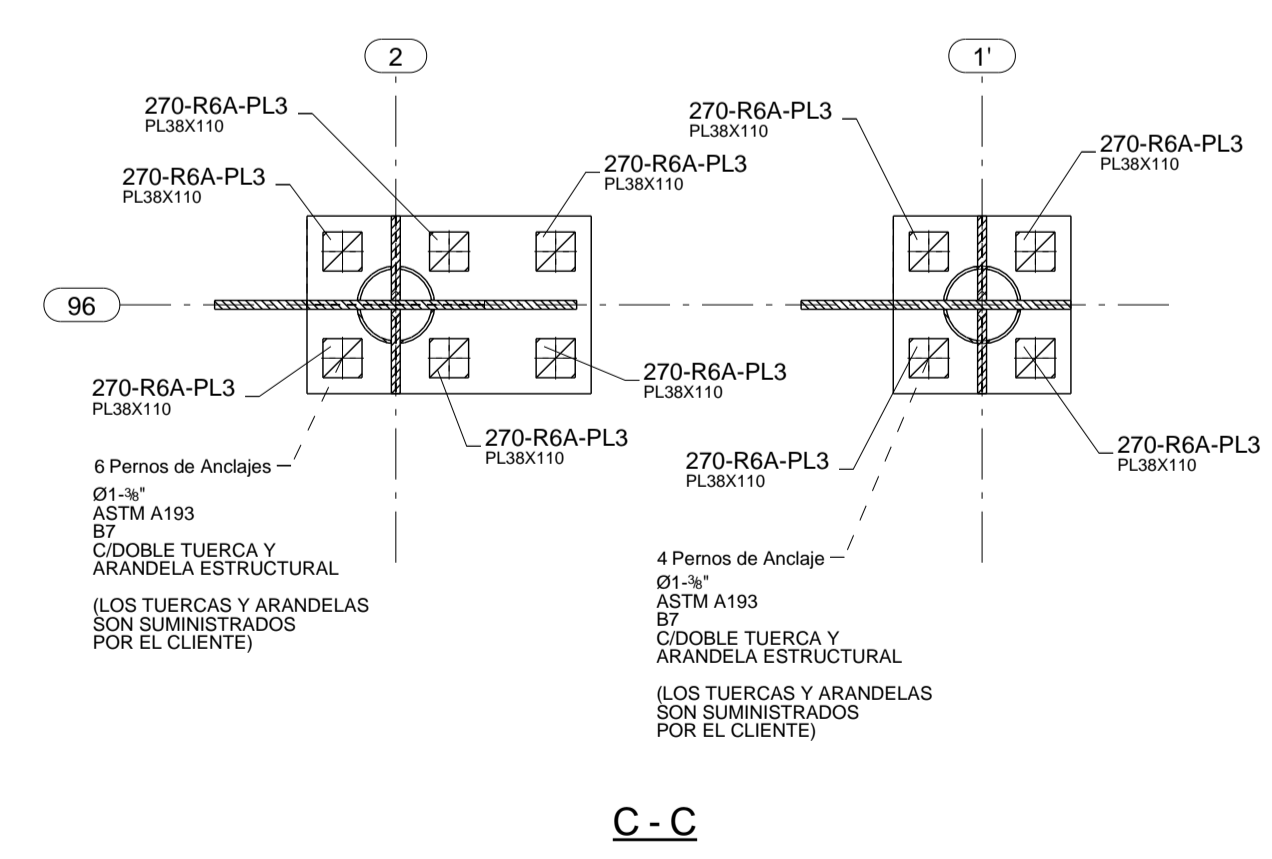
ELEVACION EJE 99



DETALLE 18



DETALLE 19



C - C

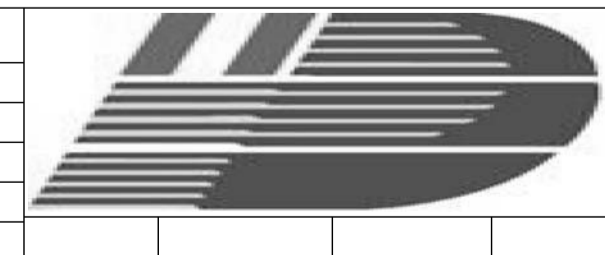
NOTA :  
1.- EL DETALLE 19 Y EL CORTE C-C, SOLO ES TIPICO PARA LOS EJES 95 Y 96.

- 1.- VER NOTAS GENERALES EN PLANO N° E-G.3 Y E-G.4
- 2.- ELEVACIONES EN METROS Y DIMENSIONES EN MILIMETROS (S.I.C.)
- 3.- ACERO CALIDAD ASTM A53 Gr. B (TUBOS), ASTM A36 (CARTELAS) ASTM A572 Gr 50 (PLANCHAS BASE)
- 4.- SOLDADURA DE TERRENO FILETE MIN. 6mm. SALVO INDICACION CONTRARIA
- 5.- ELECTRODO E70XX SEGUN AWS A5.1
- 6.- ESPECIFICACION TECNICA DE FABRICACION : DOC 270-EE-TT
- 7.- ESPECIFICACION TECNICA DE PINTURA : DOC 270-EE-TT
- 8.- PERNOS DE ESTRUCTURA PRINCIPAL Y SECUNDARIA A325



ESCALA: SIE FORMATO: A1

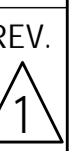
CONTRATISTA	NOMBRE	FECHA
PROYECTO	TM	01-06-2010
DIBUJO	M.C.V	24.08.2010
REVISO	P.S.C.	24.08.2010
TRASPASO	M.C.V	24.08.2010
APROBO	C.Z.T.	24.08.2010



FABRICACION Y MONTAJE ESTRUCTURAS  
TECHO ESTADIO NACIONAL  
ELEVACIONES EJES 96,97,98,99

PROYECTO NO.: 270-2010

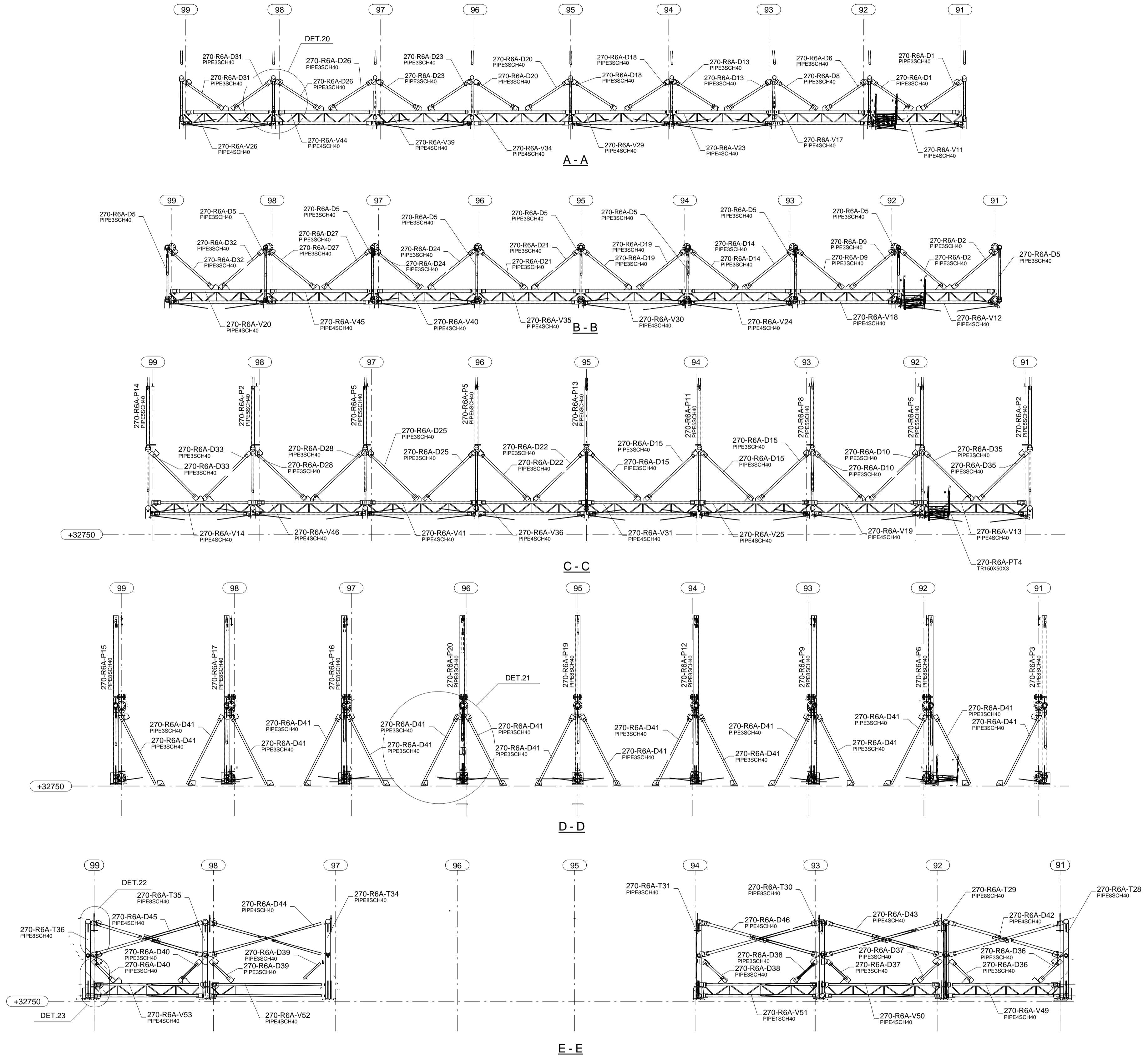
N° PLANO: 270-R6A-M-003



REV.	FECHA	DESCRIPCION	DIB.	REV.	APROBO
B	13-09-2010	EMITIDO PARA APROBACION	M.C.V	P.S.C	C.Z.T.
A	02-09-2010	EMITIDO PARA APROBACION	M.C.V	P.S.C	C.Z.T.
1	23-09-2010	SE ADICIONA SOLDADURA	M.C.V	P.S.C	C.Z.T.
0	21-09-2010	EMITIDO PARA MONTAJE	M.C.V	P.S.C	C.Z.T.



Este plano fue creado en base a un modelo 3D MODELO\_OT-270-10 FABRICACION Y MONTAJE ESTRUCTURAS ESTADIO NACIONAL-1

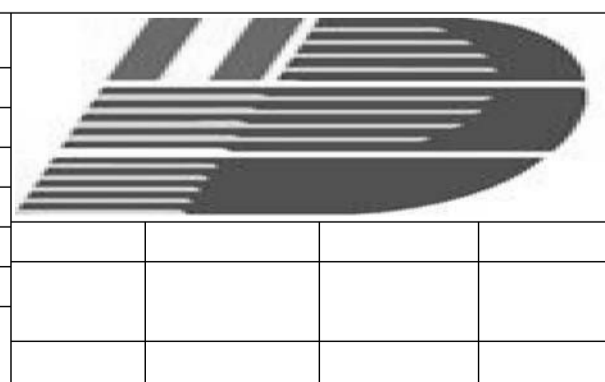


- 1.- VER NOTAS GENERALES EN PLANO N° E-G.3 Y E-G.4
- 2.- ELEVACIONES EN METROS Y DIMENSIONES EN MILIMETROS (S.I.C.)
- 3.- ACERO CALIDAD ASTM A57 Gr. B (TUBOS), ASTM A36 (CARTELAS) ASTM A572 Gr 50 (PLANCHAS BASE)
- 4.- SOLDADURA DE TERRENO FILETE MIN. 6mm. SALVO INDICACION CONTRARIA
- 5.- ELECTRODO E70XX SEGUN AWS A5.1
- 6.- ESPECIFICACION TECNICA DE FABRICACION : DOC 270-EE-TT
- 7.- ESPECIFICACION TECNICA DE PINTURA : DOC 270-EE-TT
- 8.- PERNOS DE ESTRUCTURA PRINCIPAL Y SECUNDARIA A325

**TM**  
**TECNICAS METALICAS**  
INGENIEROS S.A.C.

ESCALA: S/E      FORMATO: A1

CONTRATISTA	NOMBRE	FECHA
PROYECTO	TM	01-06-2010
DIBUJO	M.C.V	24.08.2010
REVISO	P.S.C.	24.08.2010
TRASPASO	M.C.V	24.08.2010
APROBO	C.Z.T.	24.08.2010



FABRICACION Y MONTAJE ESTRUCTURAS  
TECHO ESTADIO NACIONAL  
PLANTA SUPERIOR E INFERIOR - ZONA R6A

PROYECTO NO.: 270-2010

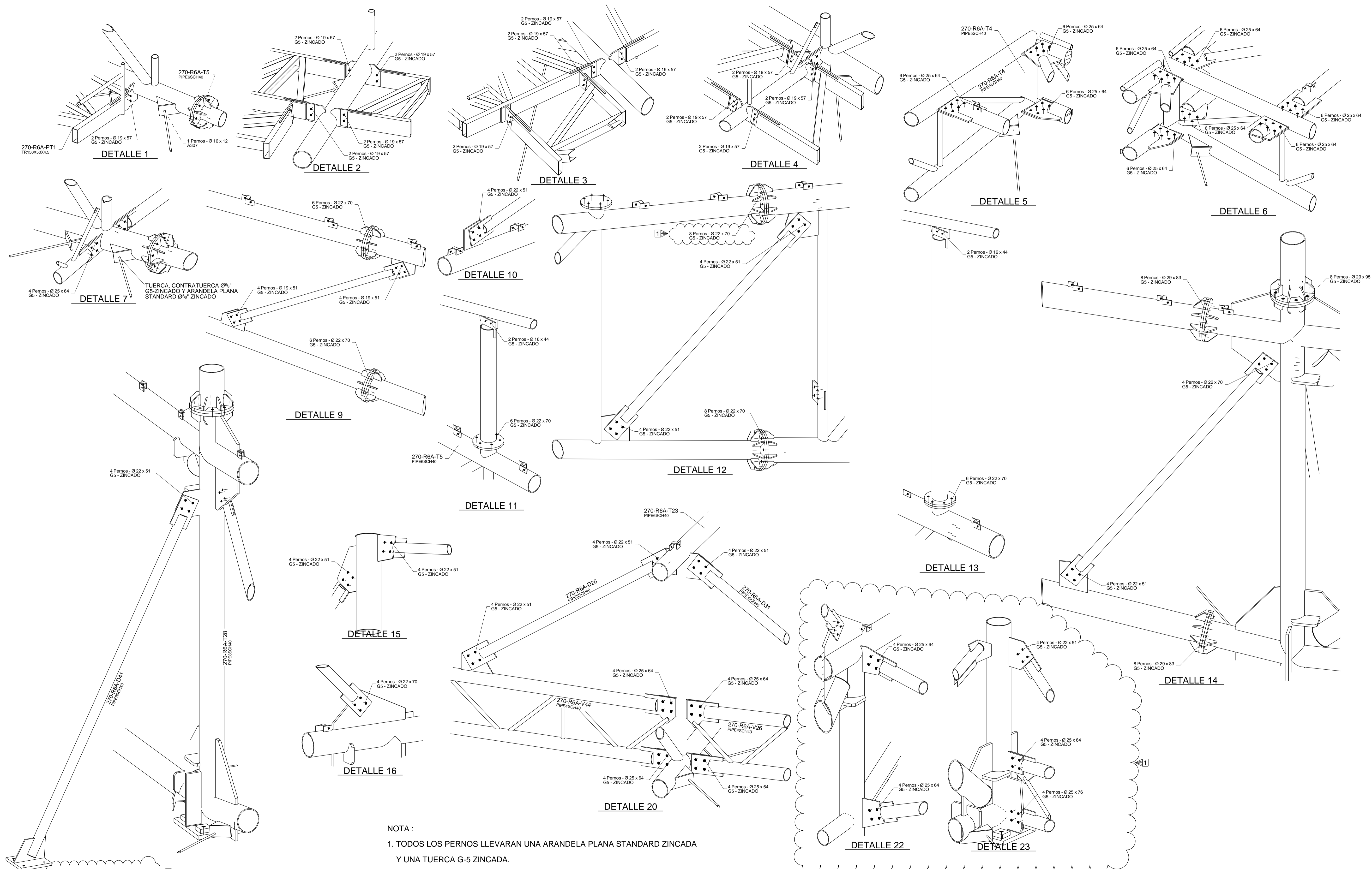
N° PLANO: 270-R6A-M-004

PLANO REFERENCIA DISEÑO

REV.	FECHA	DESCRIPCION	DIB.	REV.	APROBO
B	13-09-2010	EMITIDO PARA APROBACION	M.C.V	P.S.C	C.Z.T.
A	02-09-2010	EMITIDO PARA APROBACION	M.C.V	P.S.C	C.Z.T.
0	21-09-2010	EMITIDO PARA MONTAJE	M.C.V	P.S.C	C.Z.T.

REV.  
0

Este plano fue creado en base a un modelo 3D MODELO OT-270-10 FABRICACION Y MONTAJE ESTRUCTURAS ESTADIO NACIONAL-1



**NOTA :**  
 1. TODOS LOS PERNOS LLEVARAN UNA ARANDELA PLANA STANDARD ZINCADA Y UNA TUERCA G-5 ZINCADA.

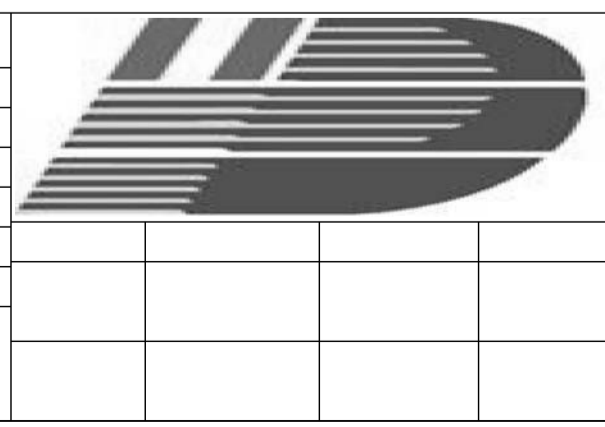
- NOTAS**
- 1.- VER NOTAS GENERALES EN PLANO N° E-G.3 Y E-G.4
  - 2.- ELEVACIONES EN METROS Y DIMENSIONES EN MILIMETROS (S.I.C.)
  - 3.- ACERO CALIDAD ASTM A53 Gr. B (TUBOS), ASTM A36 (CARTELAS) ASTM A572 Gr 50 (PLANCHAS BASE)
  - 4.- SOLDADURA DE TERRENO FILETE MIN. 6mm. SALVO INDICACION CONTRARIA
  - 5.- ELECTRODO E70XX SEGUN AWS A5.1
  - 6.- ESPECIFICACION TECNICA DE FABRICACION : DOC 270-EE-TT
  - 7.- ESPECIFICACION TECNICA DE PINTURA : DOC 270-EE-TT
  - 8.- PERNOS DE ESTRUCTURA PRINCIPAL Y SECUNDARIA A325

**TM**  
**TECNICAS METALICAS**  
 INGENIEROS S.A.C.

ESCALA: SIE      FORMATO: A1

CONTRATISTA	NOMBRE	FECHA
PROYECTO	TM	01-06-2010
DIBUJO	F.A.P.	20.08.2010
REVISO	P.S.C.	20.08.2010
TRASPASO	F.A.P.	20.08.2010
APROBO	C.Z.T.	31.08.2010

PROYECCION



FABRICACION Y MONTAJE ESTRUCTURAS  
 TECHO ESTADIO NACIONAL  
 DETALLES ISOMETRICOS DE R6A

PROYECTO NO.: 270-2010

N° PLANO: 270-R6A-M-005

REV.

PLANO REFERENCIA DISEÑO

REV.	FECHA	DESCRIPCION	DIB.	REV.	APROBO
1	23-09-2010	SE ACTUALIZAN VISTAS Y NOTAS	M.C.V	P.S.C	C.Z.T.
0	21-09-2010	EMITIDO PARA MONTAJE	M.C.V	P.S.C	C.Z.T.

# SMAW

## Aceros al Carbono y Baja Aleación



### SUPERCITO

Electrodo revestido de tipo básico, de bajo hidrógeno con extraordinarias características mecánicas y de soldabilidad. Presenta un arco muy suave, bajo nivel de salpicaduras y la escoria es de muy fácil remoción. El contenido de hierro en polvo mejora su tasa de depósito. Dentro de su categoría es el producto que presenta los mejores niveles de resistencia a la tracción.

Clasificación	
AWS A5.1 / ASME-SFA 5.1	E7018

Aprobaciones	Grados
ABS	3H15,3Y
LR	3m,3ym
GL	3Y

#### Análisis Químico de Metal Depositado (valores típicos) [%]

C	Mn	Si	P	S	Mo	Ni	Cr	Cu	Otros
0,05	1,00	0,60	máx. 0,020	máx. 0,020	-	-	-	-	-

#### Propiedades Mecánicas del Metal Depositado

Tratamiento Térmico	Resistencia a la Tracción [MPa (psi)]	Límite de Fluencia [MPa (psi)]	Elongación en 2" [%]	Energía Absorbida ISO-V [°C (°F)] [J (Ft-Lbf)]
Sin tratamiento	520 - 610 (75 400 - 88 450)	min. 400 (58 000)	min.23	[-30 °C (-22 °F)] min. 70 (57)

Conservación del Producto
<ul style="list-style-type: none"> <li>Mantener en un lugar seco y evitar humedad.</li> <li>Almacenamiento en horno: 125 - 150°C.</li> <li>Resecado de 300°C a 350 °C por 2 horas.</li> </ul>

Posiciones de Soldadura
P, H, Va, SC.

#### Parámetros de Soldeo Recomendados

Para corriente alterna (AC) o continua (DC): Electrodo al polo positivo DCEP							
Diámetro	[mm]	1,60	2,50	3,25	4,00	5,00	6,30
	[pulgadas]	1/16	3/32	1/8	5/32	3/16	1/4
Amperaje mínimo	-	60	90	120	170	210	
Amperaje máximo	-	90	140	190	240	280	

#### Aplicaciones

- Para aceros de mediano a alto contenido de carbono, alta resistencia y baja aleación.
- Para aceros de alto contenido de azufre y fácil fresado.
- Para aceros laminados al frío.
- Por sus características de resistencia y su fácil manejo, especialmente adecuado para: Soldaduras de tuberías de vapor, calderas de alta presión, piezas de maquinaria pesada, instalaciones de la industria petrolera, petroquímica y minera.

Nota: El precalentamiento está en función al tipo y espesor del material a soldar.



CC- F-050  
Edición 01

**CERTIFICADO DE CALIDAD DE SOLDADURA**

SOLDEXA MEDIANTE EL PRESENTE DOCUMENTO CERTIFICA QUE EL PRODUCTO INDICADO HA SIDO FABRICADO BAJO EL SISTEMA DE CALIDAD ISO 9001:2000 Y QUE SUS CARACTERISTICAS CUMPLEN CON LAS NORMAS INTERNACIONALES CONSIGNADAS.

SUPERCITO			
CERTIFICADO N°	CCS - 2010-0521		
N° de LOTE	10-2010-500657		
DIMENSIONES	Diámetro Nominal [mm]	3.25	
COMBINACIÓN	Gas	---	
	Alambre	---	
	Fundente	---	
PROCESO	S M A W		
GRADO	3 H, 3 Y		
POSICION	ALL		
NORMAS	AWS	AWS / ASME SFA 5.1 E 7018	Año 2004
	EN	1913 E 51 55 B 10	Año '84
	ABS	---	---

COMERCIAL DEL ACERO S.A.  
CERTIFICADO DE CALIDAD  
13 OCT 2010  
FIRMA

Aprobado  
Ronald Requejo Villanueva  
Jefe de Control de Calidad

Antigua Panamericana Sur Km 38,5  
Lurin - Lima 16

**FCAW****Acero al Carbon y Baja Aleación****SOLDEXA****EXATUB 72K**

El producto EXATUB 72K es un alambre tubular para toda posición, presenta la transferencia igual al E71T-1, pero tiene mejores propiedades de impacto cumpliendo aún así con el requerimiento de N° A: 1 por su contenido de manganeso. El contenido de hidrógeno difusible es tan bajo como los tipos de electrodos de bajo hidrógeno (5ml/100gr), tiene una excelente resistencia a la fisuración y sopladuras, la generación de humos es más bajo que los alambres tubulares convencionales.

**Clasificación**

AWS A5.20 / ASME SFA-5.20 E71T-1C, 1M / E71T-12C,M

**Análisis Químico de Metal Depositado (valores típicos) [%]**

C	Mn	Si	P	S	Mo	Ni	Cr	Cu	Gas de Protección
0,05	1,28	0,5	0,013	0,009	-	-	-	-	100% CO <sub>2</sub>

**Propiedades Mecánicas del Metal Depositado**

Resistencia a la Tracción [MPa (psi)]	Límite de Fluencia [MPa (psi)]	Elongación en 2" [%]	Energía Absorbida ISO-V[*°C]/(J)
min. 570 (82,000)*	min. 515 (74,000)*	min. 29	[-28] / (58) [-17] / (97)

\*Valores obtenidos con 100% CO<sub>2</sub>Gas de Protección: 100% CO<sub>2</sub>, 75% Ar/25% CO<sub>2</sub>**Conservación del Producto**

- Mantener seco y evitar humedad.

**Posiciones de Soldadura**

P, Fh, H, Va, Vd, Sc

**Parámetros de Soldeo Recomendados**

Diámetro [mm]	1,20	1,60
Polaridad	Corriente continua electrodo al positivo (DCEP)	
Amperaje [A]	140 - 280	200 - 420
Voltaje [V]	24 - 31	25 - 35
Stick out (mm)	16 - 19	19 - 25
Flujo de Gas [l/min]	19 - 33	

**Aplicaciones**

- El alambre EXATUB 72K está diseñado para soldaduras en toda posición.
- Es muy empleado en la fabricación de puentes, estructuras offshore, maquinarias de plantas químicas, vehículos y afines.



CC-F-050  
Edición 01

**CERTIFICADO DE CALIDAD DE SOLDADURA**

SOLDEXA MEDIANTE EL PRESENTE DOCUMENTO CERTIFICA QUE EL PRODUCTO INDICADO HA SIDO FABRICADO BAJO EL SISTEMA DE CALIDAD ISO 9001:2000 Y QUE SUS CARACTERISTICAS CUMPLEN CON LAS NORMAS INTERNACIONALES CONSIGNADAS.

<b>EXATUB 72 K</b>			
<b>CERTIFICADO N°</b>	<b>CCS - 2010-0317</b>		
<b>N° de LOTE</b>	<b>07-2010-503257</b>		
<b>DIMENSIONES</b>	<b>Diámetro Nominal [mm]</b>	<b>1.60</b>	
<b>COMBINACIÓN</b>	<b>Gas</b>	<b>CO2</b>	
	<b>Alambre</b>	---	
	<b>Fundente</b>	---	
<b>PROCESO</b>	<b>F C A W</b>		
<b>GRADO</b>	---		
<b>POSICION</b>	<b>H, F, VD, OH</b>		
<b>NORMAS</b>	<b>AWS</b>	<b>A 5.20 E 71 T-1</b>	<b>Año 2005</b>
	<b>EN</b>	---	---
	<b>ABS</b>	---	---
	<b>LR</b>	---	---

Aprobado  
Ronald Requejo Villanueva  
Jefe de Control de Calidad

Antigua Panamericana Sur Km 38.5  
Lurin - Lima 16

Jul-2010



## Pure Gases

### Carbon Dioxide

#### Transportation Information

UN Number: 1013



United States of America



Canada



Mexico

#### Formula

CO<sub>2</sub>

#### MSDS Reference

P-4574

#### CAS Number

124 - 38 - 9

#### General Description

Colorless, odorless, nonflammable, slightly acidic, liquified gas.

Shipping Name	United States of America	Canada	Mexico
Carbon Dioxide	Carbon Dioxide	Carbon Dioxide	Carbon Dioxide
Hazard Class	2.2	2.2	2.2
Label	Nonflammable Gas	Nonflammable Gas	Nonflammable Gas

#### Product and Package Information

Part Number	Product Grade	Quality Assay/ Specification	Cylinder Style	Content	Regulator Recommendations See Section F, Page 1
CD 5.5LS	5.5 LaserStar	99.9995 % O <sub>2</sub> < 5 ppm H <sub>2</sub> O < 0.5 ppm THC < 10 ppb Halocarbons < 100 ppt	AT	70 lb/31.75 kg	4000 Series: Non-corrosive
CD 5.0LS	5.0 LaserStar	99.999 % O <sub>2</sub> < 5 ppm H <sub>2</sub> O < 3 ppm THC < 1 ppm	K	60 lb/27.2 kg	4000 Series: Non-corrosive
CD 5.0SE	5.0 Supercritical Fluid Extraction	99.999 % O <sub>2</sub> < 2 ppm H <sub>2</sub> O < 0.5 ppm N <sub>2</sub> < 5 ppm H <sub>2</sub> < 0.1 ppm CO < 0.1 ppm THC (as CH <sub>4</sub> ) < 2 ppm Total Extractable Hydrocarbons < 10 ppb (as Dodecane) Total Extractable Halocarbons < 100 ppb (as CCl <sub>4</sub> )	AS	39 lb/17.7 kg	SFE/SFC Kit (PRS CO <sub>2</sub> )
CD 4.8SC	4.8 Supercritical Fluid Chromatography	99.998 % O <sub>2</sub> < 5 ppm H <sub>2</sub> O < 1 ppm N <sub>2</sub> < 10 ppm H <sub>2</sub> < 0.1 ppm CO < 0.1 ppm THC (as CH <sub>4</sub> ) < 2 ppm Total Extractable Hydrocarbons < 50 ppb (as Dodecane)	AS	39 lb/17.7 kg	SFE/SFC Kit (PRS CO <sub>2</sub> )
CD 4.8RS	4.8 Research	99.998 % O <sub>2</sub> < 2 ppm H <sub>2</sub> O < 3 ppm N <sub>2</sub> < 10 ppm THC < 4 ppm CO < 0.5 ppm	K AS	60 lb/27.2 kg 39 lb/17.7 kg	4000 Series: Non-corrosive

1-877-PRAXAIR

[www.praxair.com/specialtygases](http://www.praxair.com/specialtygases)

Pure Gases



Carbon Dioxide

Product and Package Information

Part Number	Product Grade	Quality Assay/ Specification	Cylinder Style	Content	Regulator Recommendations See Section F, Page 1
CD 4.5LS	4.5 LaserStar	99.995% H <sub>2</sub> O < 5 ppm O <sub>2</sub> < 5 ppm THC (as CH <sub>4</sub> ) < 1 ppm	K	60 lb/27.2 kg	3008 Series: Special Purpose
CD 4.0AN	4.0 Anaerobic	99.99 % O <sub>2</sub> < 10 ppm	K Q	60 lb/27.2 kg 20 lb/9.07 kg	3008 Series: Special Purpose
CD 4.0IS	4.0 Instrument	99.99 % O <sub>2</sub> < 15 ppm H <sub>2</sub> O < 10 ppm	K Q	60 lb/27.2 kg 20 lb/9.1 kg	3008 Series: Special Purpose
CD 3.0	3.0	99.9 %	K Q	60 lb/27.2 kg 20 lb/9.1 kg	3008 Series: Special Purpose
CD 4.8SP	4.8 Semiconductor Process Gas	99.998 % O <sub>2</sub> < 2 ppm H <sub>2</sub> O < 3 ppm N <sub>2</sub> < 10 ppm CH <sub>4</sub> < 4 ppm CO < 0.5 ppm H <sub>2</sub> < 0.5 ppm	K AT	60 lb/27.2 kg 70 lb/31.75	Valve Panels 7000 Series: Semiconductor
CD 4.0SP	4.0 Semiconductor Process Gas	99.99 % O <sub>2</sub> < 10 ppm H <sub>2</sub> O < 10 ppm N <sub>2</sub> < 50 ppm CH <sub>4</sub> < 5 ppm	K AT	60 lb/27.2 kg 70 lb/31.75	Valve Panels 7000 Series: Semiconductor

Eductor tubes available upon request.



When ordering, please add the desired cylinder style to the end of the above part number.  
Add "S" for eductor tube (CD 3.0-KS).  
Add "D" for DISS connection. (CD 4.0SP-KD)

See Sections G and H for safety and technical information.

Cylinder Information

Cylinder Style	Connection CGA/DISS	Pressure psig/bar	Gross Weight lb/kg
AT*	320/716	830/57.2	156/71
AS*	320/716	830/57.2	89/40
K*	320/716	830/57.2	193/88
Q*	320	830/57.2	86/8

Praxair is the world's largest supplier of carbon dioxide. Praxair's carbon dioxide grades are designed for maximum performance.

See Section E - Medical Gases for Carbon Dioxide - U.S.P. Grade (see page E36)

See page C65 for liquid carbon dioxide.

\* Cylinders can be supplied with 2000 psig helium headspace pressure.  
To order, add "H" for headspace (i.e. CD 4.0IS-KSH).





## Hoja de Datos de Seguridad del Producto

**Emergencia:** Llame a cualquier hora del día o de la noche al teléfono 0800-11-521 / 01517-2341  
Para informaciones de rutina consulte a su proveedor Praxair Perú S.R.L. más cercano.

### 1 – Identificación del Producto y de la Empresa

**Producto:** DIÓXIDO DE CARBONO (HSDP N° P-4574-J)

**Nombre químico:** Dióxido de carbono

**Sinónimos:** Anhídrido carbónico, gas ácido carbónico

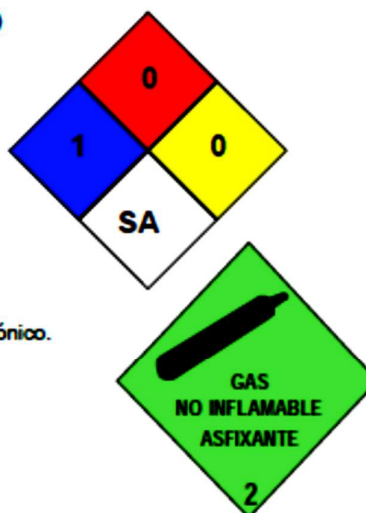
**Grupo químico:** Anhídrido ácido

**Fórmula:** CO<sub>2</sub>

**Nombre(s) comercial(es):** Dióxido de carbono, gas carbónico.

**Teléfono de emergencia:** 0800-11-521  
01517-2341

**Empresa:** Praxair Perú S.R.L.  
Av. Venezuela 2597 Bellavista – Callao.  
Perú.



### 2 – Composición e Informaciones sobre los Componentes

**Descripción:** Esta sección cubre al producto como la forma en que es producido. Vea las Secciones 3, 8, 10, 11, 15 y 16 para mayores informaciones sobre los subproductos generados durante el uso, especialmente en soldadura y corte. Para mezclas de este producto, solicite la respectiva Hoja de Datos de Seguridad del Producto de cada componente. Vea la sección 16 para mayores informaciones sobre mezclas.

**Material:** Dióxido de carbono (CAS 124-38-9) (ONU 1013)

**Porcentaje (%):** 99,0 mínimo

**CAP<sup>1</sup> (Concentración Ambiental Permissible) / TLV =** 3.900 ppm

**LEB<sup>2</sup> (Límite de Exposición Breve) =** 30.000 ppm

**3 – Identificación de Peligros****EMERGENCIA**

**¡CUIDADO! Líquido y gas bajo presión.**  
**Puede causar sofocamiento rápido.**  
**Puede aumentar la tasa de respiración y el ritmo cardíaco.**  
**Puede causar daños al sistema nervioso central.**  
**Puede causar quemaduras por congelamiento.**  
**Puede causar vértigo y somnolencia.**  
**Equipo de respiración autónomo puede ser requerido para el personal de rescate.**  
**Olor: Ninguno a levemente penetrante.**

**Concentración Ambiental Permissible / TLV:** Ver Sección 2.

**Estatus de reglamentación de la OSHA:** Este gas es considerado como peligroso por la norma de comunicación de riesgos de la OSHA (29 CFR 1910.1200)

**EFFECTOS DE UNA ÚNICA SOBRE EXPOSICIÓN (AGUDA):**

**INHALACIÓN:** El dióxido de carbono es un asfixiante con efectos debido a la falta de oxígeno. También es activo fisiológicamente afectando la circulación y la respiración. En concentraciones de 2 a 3 % ocurren síntomas de asfixia, somnolencia y vértigo; de 3 a 5 % causa respiración acelerada, dolor de cabeza y ardor en nariz y garganta; hasta 15 % causa dolor de cabeza, excitación, exceso de salivación, náuseas, vómito y pérdida de la conciencia. En concentraciones más altas, causa rápida insuficiencia circulatoria, pudiendo llevar al coma o la muerte.

**CONTACTO CON LOS OJOS:** El gas no representa ningún efecto nocivo. El líquido o gas frío puede causar congelamiento y daños permanentes del órgano alcanzado.

**INGESTIÓN:** Una manera poco probable de exposición. Este producto es un gas a presión y temperatura normales.

**CONTACTO CON LA PIEL:** El gas no representa ningún efecto nocivo. El dióxido de carbono como gas frío, líquido o sólido puede causar graves quemaduras por congelamiento.

**EFFECTOS DE UNA REPETIDA SOBRE EXPOSICIÓN (CRÓNICA):** No hay evidencia de efectos adversos a través de las informaciones disponibles. El dióxido de carbono es el más poderoso dilatador de vasos cerebrales conocido. No se debe permitir que personas con problemas de salud, donde tales dolencias sean agravadas por la exposición al CO<sub>2</sub> gaseoso, manipulen o trabajen con este producto.

**OTROS EFFECTOS DE SOBRE EXPOSICIÓN:** Pueden ocurrir daños a las células ganglionares o a la retina y al sistema nervioso central.

**CONDICIONES MÉDICAS AGRAVADAS POR LA SOBRE EXPOSICIÓN:** El conocimiento de las informaciones toxicológicas disponibles y de las propiedades físico y químicas del material sugiere que es improbable que una sobre exposición agrave las condiciones ya existentes.

**INFORMACIONES SIGNIFICATIVAS DE LABORATORIOS CON POSIBLE RELEVANCIA PARA LA EVALUACIÓN DE RIESGOS A LA SALUD HUMANA:** Un estudio demostró un aumento de defectos en el corazón de ratones a una concentración de 8 % de dióxido de carbono en el aire por 24 horas, en diferentes períodos durante la gestación. No existe comprobación de que el dióxido de carbono sea teratógeno para los seres humanos.

**CARCINOGENICO:** El dióxido de carbono no es listado como carcinógeno por los organismos NTP (National Toxicology Program), OSHA (Occupational Safety and Health Administration) e IARC (International Agency for Research on Cancer).

#### 4 – Medidas de Primeros Auxilios

**INHALACIÓN:** Retire para el aire fresco. Administre respiración artificial si no estuviese respirando. La aplicación de oxígeno debe ser realizada por personal calificado. Llame a un médico inmediatamente.

**CONTACTO CON LA PIEL:** Para exposiciones al gas frío o líquido, inmediatamente bañe el área quemada por congelamiento con agua tibia (no exceder 41 °C). Llame a un médico.

**INGESTIÓN:** Una manera poco probable de exposición. Este producto es un gas a presión y temperatura normales.

**CONTACTO CON LOS OJOS:** Para exposiciones al gas frío o líquido, inmediatamente lave completamente los ojos con agua corriente durante 15 minutos como mínimo. Los párpados deben ser mantenidos abiertos y distantes del globo ocular para asegurar que todas las superficies sean enjuagadas completamente. Llame a un médico inmediatamente, de preferencia oftalmólogo.

***NOTA PARA EL MÉDICO:** No tiene antídoto específico. Asfixia y colapsos pueden suceder. El tratamiento debe ser dirigido para el control de los síntomas y de las condiciones clínicas del paciente.*

#### 5 – Medidas de Prevención y Combate de Incendios

**Punto de fulgor (Método o Norma):** No aplica.

**Temperatura de auto-ignición:** No aplica.

**Límite de inflamabilidad en aire (% en Volumen):**

**Inferior:** No aplica.

**Superior:** No aplica.

**Medio de combate al fuego:** El dióxido de carbono no es inflamable. Utilice recursos apropiados para controlar el fuego circundante. Este producto es usado como agente extintor de fuego.

**Procedimientos especiales de combate al fuego: ¡CUIDADO! Gas licuado bajo presión.** Retire todo el personal del área de riesgo. Inmediatamente bañe los recipientes con chorros de agua en neblina hasta enfriarlos conservando una distancia máxima, retire los recipientes lejos del área de fuego si no hay riesgo. No aplique agua directamente al líquido, el dióxido de carbono congelará el agua rápidamente. Utilice equipo autónomo de respiración en caso de rescate de víctimas.

**Posibilidades no comunes de incendio:** Líquido o gas no son inflamables. Recipientes pueden romperse debido al calor del fuego. Ninguna parte del recipiente debe ser sujeta a temperaturas superiores a 52 °C (aproximadamente 125 °F). Todos los recipientes son provistos de un dispositivo de alivio de presión proyectado para aliviar el contenido cuando ellos son expuestos a temperaturas elevadas (en otros países existen excepciones en recipientes fabricados bajo normas específicas).

**Productos posibles de causar combustión en contacto con dióxido de carbono:** Ninguno actualmente conocido.

#### 6 – Medidas de Control para Derrames / Fugas

**Medidas a tomar si el material derrama o fuga:** Retire todo el personal del área de peligro. Formará nieve carbónica a presiones por debajo de 67 PSig. Utilice equipo de respiración autónomo cuando sea necesario. Contenga la fuga si no hay riesgo. Ventile el área de la fuga o retire los recipientes con fugas para áreas bien ventiladas. Pruebe el área, principalmente las áreas confinadas, para conocer si hay oxígeno suficiente, antes de permitir el retorno del personal.

**Método para la disposición de residuos:** Alivie lentamente para la atmósfera externa. Descarte cualquier producto, residuo, recipiente disponible o tubería de manera que no perjudique al medio ambiente, en total cumplimiento con las regulaciones nacionales y/o internacionales. Si es necesario entre en contacto con su proveedor para asistencia.

#### 7 – Manejo y Almacenamiento

**Condiciones de almacenamiento:** Almacene y utilice siempre con ventilación adecuada. Asegúrese que los cilindros estén fuera de riesgo de caídas o hurtos. Enrosque firmemente la tapa de la válvula con las manos. No permita almacenar en temperaturas mayores a 52 °C (aproximadamente 125 °F). Almacene en forma separada los cilindros llenos y vacíos. Use un sistema en modo de fila para prevenir el almacenaje de cilindros llenos por largos periodos. Se recomienda colocar los cilindros de forma que tengan tres puntos de contacto unos con otros (en forma de colmena). Así mismo, es aconsejable sujetarlos con cadenas u otro medio que evite las caídas.

**Condiciones de uso:** Proteja los cilindros contra daños físicos. Utilice un carro de mano para mover los cilindros; no arrastre, ruede o deje caer. Nunca intente levantar un cilindro por la tapa de la válvula; la tapa existe solamente para proteger a la válvula. Nunca inserte cualquier objeto (ej: llaves hexagonales, destornilladores, etc.) dentro del orificio de la tapa de la válvula; esto puede causar daños a la válvula y consecuentemente fugas. Use una llave ajustable para remover tapas apretadas u oxidadas. Abra la válvula suavemente. Si estuviese muy dura, descontinúe el uso y entre en contacto con su proveedor. Nunca aplique llama o calor localizado directamente al cilindro. Altas temperaturas pueden causar daños al cilindro y también pueden causar el alivio de presión anticipadamente, venteando el contenido del cilindro. Para mayores precauciones con el uso del dióxido de carbono vea la Sección 16.

#### 8 – Control de Exposición y Protección Individual

COMPONENTE	PEL de la OSHA	TLV – TWA de ACGIH (2007)
------------	----------------	---------------------------

Bióxido de carbono	5000 ppm	5000 ppm, 30000 ppm 15 min STEL
--------------------	----------	---------------------------------

**IDLH 40,000 ppm**

**Protección respiratoria (tipo específico):** No es requerida bajo condiciones normales de uso. Sin embargo, respiradores con suministro de aire son necesarios cuando se estuviere trabajando en espacios confinados y en grandes fugas.

**Ventilación**

**Extracción local:** Use sistema de extracción local, si es necesario, para controlar la concentración de este producto en la zona de respiración de los trabajadores.

**Especiales:** Ninguna.

**Mecánica (general):** Bajo ciertas condiciones, sistema de ventilación con extracción puede ser aceptable para controlar la exposición del operador al dióxido de carbono.

**Otros:** Ninguno.

**Guantes protectores:** Neopreno con aislamiento térmico.

**Protección de los ojos:** Lentes de seguridad sin coloración y protección lateral o protector facial. No utilizar lentes de contacto cuando se manipule este producto.

**Otros equipos protectores:** Calzado de seguridad, vulcanizados, con puntera de acero para el manejo de cilindros. Pantalones deben ser usados por encima del zapato. Botas de seguridad son preferibles.

---

**9 – Propiedades Físico-Químicas**


---

**Peso molecular:** 44,01

**Gravedad específica (aire = 1):** 1,52 a 21,1 °C (70 °F) y 1 atm

**Gravedad específica (H<sub>2</sub>O=1):** 1,22 a -7 °C (19,4 °F)

**Densidad del gas:** 1,522 a 21,1 °C (70 °F) y 1 atm

**Densidad del líquido (saturado):** 762 kg/m<sup>3</sup> (47,6 lb/ft<sup>3</sup>) a 21,1 °C (70 °F) y 1 atm

**Presión de vapor:** 5.778 kPa (838 PSig) a 21,1 °C (70 °F)

**Solubilidad en agua (% en peso):** 0,9 a 20 °C (68 °F) y 1 atm

**Porcentaje de materia volátil en volumen:** 100

**Coefficiente de evaporación (acetato de butilo = 1):** Alto

**PH:** 3,7 (para ácido carbónico)

**Punto de sublimación:** -78,5 °C (-109,3 °F) a 1 atm

**Apariencia, olor y estado:** Gas incoloro, inodoro y sin gusto a presión y temperatura normales.

## 10 – Estabilidad y Reactividad

**Estabilidad:** Estable.

**Incompatibilidad (materiales a evitar):** Metales alcalinos, metales alcalinos-terrosos, acetileno metálicos, cromo, titanio por arriba de 550 °C, uranio por arriba de 750 °C y magnesio por arriba de 775 °C.

**Productos posibles de riesgo después de la descomposición:** En presencia de descarga eléctrica, el dióxido de carbono es descompuesto formando monóxido de carbono y oxígeno.

**Riesgo de polimerización:** No ocurrirá.

**Condiciones a evitar:** Ninguna actualmente conocida.

## 11 – Informaciones Toxicológicas

**EFFECTOS POR DOSIFICACIÓN AGUDA:** LC<sub>50</sub> = 90,000 ppm, 5 min en humanos.

El proceso de soldadura puede generar gases y vapores peligrosos.

El dióxido de carbono es asfixiante. Al inicio estimula la respiración y después causa falta de aire. Altas concentraciones causan narcosis. Los síntomas en seres humanos siguen abajo:

EFEECTO	CONCENTRACIÓN (%)
La tasa de respiración aumenta levemente.	1
La tasa de respiración aumenta en 50 % por encima del nivel normal. Exposición prolongada causa dolor de cabeza y fatiga.	2
La tasa de respiración aumenta dos veces por encima de lo normal y se toma difícil. Efecto narcótico suave. Perjudica la audición, causa dolor de cabeza, aumento de la presión sanguínea y de la tasa de pulsación.	3
La tasa de respiración aumenta aproximadamente 4 veces por encima de lo normal, síntomas de intoxicación se toman evidentes y un leve sofocamiento puede ser sentido.	4 – 5
Considerable olor penetrante. Respiración muy difícil, dolor de cabeza, confusión visual y zumbido de los oídos. Puede ser perjudicial, seguido por pérdida de la conciencia.	5 – 10
La inconsciencia ocurre más rápidamente por encima de 10 %. Exposiciones prolongadas a altas concentraciones pueden resultar en la muerte por asfixia.	50 – 100

## 12 – Informaciones Ecológicas

No es esperado ningún efecto ecológico. El dióxido de carbono no contiene ningún material químico de las Clases I o II (destructores de la capa de ozono). El dióxido de carbono no es considerado como contaminante marítimo por la DOT (Department of Transportation).

---

**13 – Consideraciones sobre el Tratamiento y Disposición**

---

**Método de disposición de residuos:** No intente deshacerse de los residuos o cantidades no utilizadas. Devuelva el cilindro a su proveedor.

---

**14 – Informaciones sobre Transporte**

---

**Nombre de embarque:** Dióxido de carbono.

**Clase de riesgo:** 2,2

**Número de identificación:** UN 1013

**Rótulo de embarque:** GAS NO INFLAMABLE.

**Aviso de advertencia (cuando es requerido):** GAS NO INFLAMABLE.

**INFORMACIONES ESPECIALES DE EMBARQUE:** Los cilindros deben ser transportados en posición segura en vehículo bien ventilado. Cilindros transportados en vehículos cerrados con compartimientos no ventilados pueden presentar serios riesgos de seguridad.

Es prohibido el llenado de cilindros sin el consentimiento de su propietario.

---

**15 – Regulaciones**

---

Los siguientes documentos relacionados son aplicados a este producto. No todos los requerimientos son identificados. El usuario de este producto es el único responsable por el cumplimiento de todas las regulaciones nacionales y locales.

- **DECRETO SUPREMO Nº 42-F REGLAMENTO DE SEGURIDAD INDUSTRIAL**  
CAPITULO VII: Cilindros para gases. Sección Primera. Cilindros para gases comprimidos, licuados o disueltos.
- **NTP 399.013 COLORES DE IDENTIFICACION DE GASES INDUSTRIALES CONTENIDOS EN ENVASES A PRESION, TALES COMO CILINDROS, BALONES, BOTELLAS Y TANQUES**
- **DECRETO SUPREMO Nº 021 REGLAMENTO PARA EL TRANSPORTE TERRESTRE DE MATERIALES Y RESIDUOS PELIGROSOS. TITULO I**

---

**16 – Otras Informaciones**

---

Asegúrese de leer y comprender todas las etiquetas y otras informaciones en todos los recipientes de este producto.

**PELIGRO ADICIONALES A LA SEGURIDAD Y SALUD:** El uso del dióxido de carbono o mezclas conteniendo dióxido de carbono en soldadura y corte puede crear peligros adicionales.

**Humos y gases** pueden ser peligrosos a la salud y generan serios daños a los pulmones.

- **Mantenga la cabeza lejos de los humos. No respire humos o gases. Use ventilación suficiente, extracción local o ambos para mantener humos y gases lejos de su zona de respiración y área en general. La sobre exposición a humos puede resultar en vértigo, náusea, sequedad o irritación de la nariz, garganta y ojos, también de otras situaciones poco confortantes.**

La composición de los humos y gases depende del metal con que se está trabajando, del proceso, del procedimiento y de los electrodos utilizados. Posiblemente, materiales peligrosos pueden ser encontrados en fundiciones, electrodos y otros materiales. Solicite la HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD DEL PRODUCTO para cada material en uso.

Contaminantes en el aire pueden adicionar peligros a los humos y gases. Contaminante como el vapor de hidrocarburo clorado de las actividades de limpieza es un alto riesgo.

- **No use arcos eléctricos en presencia de hidrocarburos clorados – fosfógenos altamente tóxicos pueden ser producidos.**

Revestimientos de metal que estén siendo trabajados, así como pintura, electro galvanizados o galvanización, pueden generar humos cuando son calentados. Residuos de limpieza pueden ser peligrosos.

- **Evite usar arcos eléctricos en partes con residuos de fosfato (preparaciones de limpieza, sustancias contra óxidos) – fosfina altamente tóxica puede ser producida.**

Para saber la cantidad de humos y gases, usted puede tomar una muestra del aire. Analizando la misma, puede ser determinada cual protección respiratoria debe ser utilizada. Un ejemplo es tomar el aire del interior del casco del operario o de la zona de respiración. Para otras informaciones sobre prácticas de seguridad y descripciones mas detalladas de los peligros a la salud en uso de soldadura y sus consecuencias, consulte a su proveedor de productos de soldadura.

**OBSERVACIONES PARA EL MÉDICO**

**AGUDA:** Gases, vapores y polvos pueden causar irritación en los ojos, pulmones, nariz y garganta. Algunos gases tóxicos asociados con procesos de soldadura y relacionados pueden causar edema pulmonar, asfixia y muerte. Sobre exposición aguda puede incluir señales y síntomas tales como: Ojos lacrimosos, irritación de la nariz y garganta, dolor de cabeza, vértigo, respiración difícil, tos frecuente o dolor en el pecho.

**CRÓNICA:** Inhalación prolongada de contaminantes de aire puede producir acumulación de estos en los pulmones, una condición que puede ser vista como áreas densas en los rayos X del tórax. La gravedad del cambio es proporcional a la duración de la exposición. Las modificaciones observadas no están necesariamente asociadas con síntomas o señales de dolencia o reducción



de la función pulmonar. Además de esto, las modificaciones en los rayos X pueden ser causadas por factores no relacionados con el trabajo como el fumar, etc.

#### VESTIMENTAS Y EQUIPOS PROTECTORES PARA OPERACIONES CON SOLDADURA:

**Guantes protectores:** Use guantes para soldadura.

**Protección de los ojos:** Use casco con máscara y lentes con filtro especial.

**Otros equipos protectores:** Utilice protección para la cabeza, mano y cuerpo. Además, si es necesario, permitirá ayudar a prevenir daños producidos por la radiación, chispas y choques eléctricos. La protección mínima incluye guantes de soldadura y máscara protectora para el rostro. Para protección adicional considere usar mangas largas, delantal, gorro, protector para hombros, además de una vestimenta oscura. Entrene a los operadores para no tocar las partes eléctricas conectadas.

**OTRAS CONDICIONES DE RIESGO EN CARGAS, USO Y ALMACENAJE:** Gas y líquido a alta presión. Use tuberías y equipos adecuadamente diseñados para resistir las presiones que puedan ser encontradas. **El gas puede causar sofocamiento rápido en caso de deficiencia de oxígeno.** Almacene y utilice con ventilación adecuada. El dióxido de carbono es más pesado que el aire. Por eso, tiende a acumularse cerca del suelo en espacios confinados, desplazando al aire e impulsándolo hacia arriba. Esto crea una deficiencia de oxígeno cerca del suelo. Verifique la concentración de oxígeno. Cierre las válvulas después de su uso; mantenga cerrada la misma cuando el cilindro esté vacío. **Prevenga el retroceso de flujo.** El retroceso de flujo en el cilindro puede causar ruptura. Use válvula de seguridad u otro dispositivo en cualquier parte de la línea o tubería del cilindro. **No alcance al cilindro con arco.** El defecto producido por la quemadura de un arco puede llevar el cilindro a la ruptura. **Nunca trabaje en sistemas presurizados.** Si existiese fuga, cierre la válvula del cilindro, ventile el sistema para un sitio seguro, de manera de no perjudicar al medio ambiente, en total cumplimiento con las regulaciones nacionales, estatales y locales, entonces repare la fuga. **Nunca atierre o deje un cilindro donde pueda formar parte de un circuito eléctrico.** Cuando use gas comprimido dentro o cerca de aplicaciones con soldadura eléctrica, no atierre el cilindro. Aterrándolo, expone el cilindro a daños por arco eléctrico.

**MEZCLAS:** Cuando dos o más gases, o gases licuados son mezclados, sus propiedades peligrosas pueden combinarse y crear riesgos inesperados y adicionales. Obtenga y evalúe las informaciones de seguridad de cada componente antes de producir la mezcla. Consulte a un especialista u otra persona capacitada cuando haga la evaluación de seguridad del producto final.

**POR MEDIDA DE SEGURIDAD ES PROHIBIDO EL TRASVASE DE ESTE PRODUCTO DE UN CILINDRO HACIA OTRO.**

#### CLASIFICACIÓN DE LA NFPA (National Fire Protection Association):

SALUD	= 1 (Peligroso)
INFLAMABILIDAD	= 0 (Incombustible)
REACTIVIDAD	= 0 (Estable y no reactivo con el agua)
ESPECIAL	= SA (CGA recomienda designarlo como simple asfixiante)



#### CONEXIONES ESTANDAR DE VÁLVULAS PARA E.U.A. Y CANADÁ

ROSCA: CGA-320

#### DEFINICIONES:

- (1) **Concentración Ambiental Permisible (CAP):** Es la concentración promedio ponderada en el tiempo de sustancias químicas a las que se cree pueden estar expuestos los trabajadores, repetidamente durante ocho (8) horas diarias y cuarenta (40) horas semanales sin sufrir daños adversos a la salud.
- (2) **Límite de Exposición Breve (LEB):** Es la exposición al promedio ponderado de la concentración del contaminante en el tiempo a la cual pueden estar expuestos los trabajadores, durante un período continuo de quince (15) minutos, como máximo y no mas de cuatro (4) veces al día, con intervalos de no exposición por lo menos de sesenta (60) minutos, siempre que no se exceda la concentración promedio ponderada en ocho (8) horas (CAP), sin sufrir:
  - a. Irritación.
  - b. Daño tisular crónico irreversible.
  - c. Narcosis de intensidad suficiente como para aumentar la propensión a accidentes.
  - d. La reducción del auto rescate .
- (3) CGA - Compressed Gas Association – Asociación de Gases Comprimidos

---

**Praxair Perú S.R.L. recomienda que todos sus funcionarios, usuarios y clientes de este producto estudien detenidamente esta hoja de datos a fin de quedar notificados de eventuales posibilidades de riesgos relacionados al mismo. A favor de la seguridad se debe:**

- 1) Notificar a todos los empleados, usuarios y clientes acerca de las informaciones incluidas en estas hojas y entregar uno o más ejemplares a cada uno.**
- 2) Solicitar a los clientes que también informen a sus respectivos funcionarios y clientes, y así sucesivamente.**

---

**Las opiniones expresadas en este texto son hechas por expertos de Praxair. Se cree que la información contenida aquí esta actualizada hasta la fecha que aparece en la Hoja de Datos de Seguridad del Producto. Ya que el uso de esta información y las condiciones de uso no están bajo el control de Praxair Perú S.R.L., el usuario está en la obligación de determinar las condiciones de uso seguro del producto.**

---

**Las Hojas de Datos de Seguridad del Producto son entregadas en la venta o despacho de Praxair Perú S.R.L. o de distribuidores independientes. Para obtener una Hoja de Datos de Seguridad del producto actualizada o confirmar si la que posee está actualizada contacte a su representante de ventas o distribuidor más cercano. Si tiene alguna duda o comentario favor indicarla junto con el número de la hoja de datos y fecha de revisión a su representante de ventas mas cercano.**



## AUROMASTIC 80 EP+

1385 AUROMASTIC 80 EP+  
8185000 CATALIZADOR AUROMASTIC 80 EP +

### DESCRIPCIÓN

Es un mastic autoimprimante de dos componentes de alto contenido de sólidos, rápido secado, formulado a base de resinas epoxi-poliamida amina y pigmento inhibidor (fosfato de zinc), que le otorgan al producto una alta resistencia a la corrosión, alta resistencia a la abrasión, muy buena flexibilidad, alta adherencia a una amplia gama de sustratos incluido el hormigón, con una excelente resistencia al agua y agentes químicos.

### CARACTERISTICAS

Es un producto multipropósito que puede ser usado como base y acabado, tiene un curado rápido, muy buena dureza, adherencia y flexibilidad. Posee un bajo VOC y un mínimo olor. Debido a su excelente humectación permite buena adhesión sobre superficies oxidadas adecuadamente tratadas, pudiendo aplicarse sobre sustratos con mínima preparación de superficie (limpieza manual y/o mecánica).

Puede usarse como capa de acabado, pero si se requiere darle una capa de recubrimiento es compatible con una amplia gama de productos epóxicos y poliuretanos.

Es un producto aplicable sobre capas alquídicas bien adheridas con al menos 3 meses de curado.

### USOS

El AUROMASTIC 80 EP+ se recomienda su uso para:

- Mantenimiento industrial
- Protección de maquinarias, tuberías, equipos.
- Protección puentes y estructuras metálicas
- Ambientes marinos
- Plantas de Tratamiento de agua
- Protección de concreto y hormigón
- Exterior de Tanques
- Plantas químicas
- Revestimiento interior de tanques

---

### PREPARACION DE SUPERFICIE

La superficie debe estar limpia, seca, libre de sustancias contaminantes:

- Acero Nuevo.- Se recomienda un arenado comercial SSPC-SP-6
- Acero con pintura antigua.- Se recomienda una preparación de superficie equivalente a SSPC-SP-2, o SSPC-SP-3
- Aluminio.- Se recomienda una preparación de superficie equivalente a SSPC-SP-1
- Galvanizado.- Se recomienda una preparación de superficie equivalente a SSPC-SP-1
- Concreto.- Se recomienda una limpieza de superficie según la norma ASTM-D-4259 (proceso de arenado) ó en su defecto según la norma (ataque ácido).
- Para uso en inmersión se recomienda una limpieza de superficie equivalente a un SSPC-SP-10 (arenado cercano al blanco).



Puede aplicarse sobre superficies preparadas por Waterjetting o por arenado húmedo. En el caso de sustratos de difícil adherencia se recomienda realizar una prueba de adherencia previa.

#### **CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS**

Acabado : Semibrillante

Color : Según carta de colores

Componentes : 2

Relación de Mezcla en volumen: : 1 : 1  
Parte A : Parte B

Sólidos en Volumen :  $85 \pm 2$  % (mezcla)

---

Rendimiento Teórico : 32 m<sup>2</sup>/gal a 4 mils  
El rendimiento práctico dependerá del perfil de anclaje de la superficie, pérdida por mezclado, método de aplicación, condiciones del clima, etc.

Espesor de Película Seca Recomendado : 4 – 10 mils

Número de capas : 2 de acuerdo al espesor de película seca requerido.

Tiempo de Inducción : 30 minutos a 20°C.

Vida útil de la mezcla (diluido al 10%) : 2 – 4 horas a 25 °C, acortándose el tiempo si aumenta la temperatura. Debido al pot-life limitado del producto, no mezclar mayor cantidad de pintura del que se pueda aplicar en una jornada de trabajo.

Disolvente : Aurothinner Epoxi

Dilución en volumen : 10 – 15 % respecto al volumen total de pintura mezclada. La dilución debe realizarse al término del tiempo de inducción. Para equipo Airless no requiere de dilución.

---

Tiempo de Secado a 25°C  
Al tacto : 1 hora

Duro : 4 - 8 horas

Tiempo de Repintado  
Mínimo : 4 horas

Máximo : 6 meses



Condiciones de Aplicación	: El AUROMASTIC 80 EP+ puede ser aplicado a temperaturas entre los 10 y 45°C de temperatura ambiental; la temperatura de la superficie debe estar por lo menos 3°C por encima del punto de rocío.
Método de Aplicación	: Pistola convencional Presión de atomización 50 psi Presión de fluido (tanque) 30-40 psi  Pistola Airless Presión: 2500 - 3000 psi Boquilla: 0.015" - 0.021"  Brocha, rodillo : áreas pequeñas
Modo de Preparación	: Agitar el componente "A" y adicionar suavemente el componente "B". Agitar vigorosamente por cinco minutos. Asegúrese de mezclar todo el material de los envases. Dejar reposar.
Bases	: Autoimprimante .También es posible aplicar sobre bases anticorrosivas del tipo epóxico.
Acabados Recomendados	: Cualquier acabado Auropoxi o Aurothane
Resistencia a Temperatura seca	: 100 °C
Precauciones	: Contiene solventes inflamables
Estabilidad al Almacenamiento	: 12 meses en Interiores bajo condiciones normales.
Presentación	: 1 galón Parte "A".AUROMASTIC 80EP + 1 galón Parte "B"Catalizador AUROMASTIC 80 EP+


Este producto sustituye para todos sus efectos al AUROMASTIC 80 EP y al AUROMASTIC 80 EP –FZ


LIMITACION DE RESPONSABILIDAD La información contenida en esta HOJA DE INFORMACIONES TÉCNICAS está basada en pruebas de laboratorio que creemos precisas y está orientada a servir de guía únicamente. Toda recomendación o sugerencia relativa al uso de los productos Aurora fabricados por CORPORACION MARA S.A., ya sea en documentación técnica, o en respuesta a una consulta específica, o de cualquier otro tipo, está basada en información que en nuestro mejor conocimiento es confiable. Los productos y la información están diseñados para usuarios con el conocimiento y la práctica industrial requeridos y es responsabilidad del usuario final determinar la conveniencia del producto para el uso propuesto. CORPORACION MARA S.A. no tiene ningún control ni sobre la calidad ni la condición del sustrato, ni sobre los muchos factores que afectan el uso y aplicación del producto. CORPORACION MARA S.A. por lo tanto no acepta ninguna responsabilidad que emerja de pérdidas, perjuicios o daños resultantes de tal uso o del contenido de esta HOJA DE INFORMACIONES TÉCNICAS (a menos que existan acuerdos escritos que estipulen algo diferente). La información aquí contenida es susceptible de modificación como resultado de la experiencia práctica y el continuo desarrollo de productos. Esta HOJA DE INFORMACIONES TÉCNICAS reemplaza y anula toda edición anterior y es por lo tanto responsabilidad del usuario asegurarse de su vigencia antes de usar el producto.

Versión 01

2013-Febrero

Página 3 de 3

CERTIFICADO DE CALIDAD N° 1438/10				
Nombre de la Base :	AUROMASTIC 80 EP OFF WHITE		Código: 1361-4001	
Nombre del Catalizador:				
Cliente:	2 COMPONENTES			
PROPIEDADES FÍSICAS	Especificación Base	Resultados Base	Especificación Catalizador	Resultados Catalizador
Cantidad (gal)		100		
Número de Lote		10092787		
Fecha de Fabricación		11/09/10		
Peso Específico (kg/gal) ASTM-D1475	5.75 -5.95	5.95		
Fineza (H) ASTM-D1210	5 Min.	6		
Viscosidad (KU) ASTM-D362	120 - 130	123		
% Sólidos en Peso NTP-319.150	84 - 86	86,00%		
PROPIEDADES DE APLICACIÓN				
%Sólidos Volumen ASTM-D2697	80 +/- 2		80.61%	
Peso Específico(Kg/gal) ASTM-D1475	5.69 - 5.76		5.7	
Relación de Mezcla	1 : 1		1 : 1	
Tiempo de Secado: Tacto ASTM-D1640	1 - 2 horas		OK	
Pot Life	6 horas		OK	
Color	OFF WHITE		OK	
Apariencia	Sin defectos		OK	
Elaborado : Ricardo Balbuena Aprobado: M. Bedón	Fecha de emisión:	11/09/10	Iniciales : R.B.  M.B.	

CERTIFICADO DE CALIDAD N° 1604/10		
Nombre del Producto :	CATALIZADOR AUROMASTIC 80 EP	Código: 8061-0001
NÚMERO DE LOTE:	10103083	
CANTIDAD (GAL):	150	
FECHA DE FABRICACIÓN:	12/10/10	
PROPIEDADES FÍSICAS	ESPECIFICACION DEL PRODUCTO	RESULTADOS
Peso Específico (kg/gal) <i>ASTM-D1475</i>	5.2 - 6.2	5.2
Viscosidad (KU) <i>ASTM-D-562</i>	120 - 130	129
Fineza (H) <i>ASTM-D1210</i>	5	5
%Sólidos en Peso <i>NTP-319.150</i>	78 +/- 2	80.60%
PROPIEDADES DE APLICACIÓN		
%Sólidos Volumen En mezcla <i>ASTM-D2697</i>	80+/- 2	80.10%
Peso Específico(Kg/gal) <i>ASTM-D1475</i>	5.9 - 6.2	5.95
Relación de Mezcla	1 : 1	1: 1
Pot Life	6 horas	OK
Tiempo de Secado: Tacto <i>ASTM-D1640</i>	1 - 2 horas	2 horas
Color Apariencia	Película suave y uniforme	OK
Evaluated por: R. Balbuena Revisado: M.Bedón.	Fecha de emisión: 12/10/10	Iniciales : R.B. M.Bedón. 



Más de medio siglo garantizando calidad



<b>CERTIFICADO DE CALIDAD N° 1369/10</b>			
Nombre del Producto	<b>AUROTHINNER EPOXI</b>		Código: 9015-0001
	Especificación	Resultado	
Cantidad (gal)		260	
Número del Lote		10082651	
Fecha de Producción		28/08/10	
Peso Específico (23°C)	3.15 – 3.25	3.25 kg/gal	
Ind. de refracción (20°C)	1.47 – 1.472	1.471	
<b>SPEC. FOR MIXED PRODUCT</b>	<b>SPEC'S MIXED PRODUCT</b>		<b>RESULTS MIXED PRODUCT</b>
Evaluado por R. Balbuena Aprobado por: M. Chire.	Fecha de emisión	28/08/10	Initials : R.B. M.Ch.

1-com^p

BRC/





Más de medio siglo garantizando calidad



Protecting the future

CERTIFICADO DE CALIDAD N° 1415/10				
Nombre de la Base :		AUROMASTIC 80 EP GRIS RAL 7035		Código: 1361-5351
Nombre del Catalizador:				
Cliente:		2 COMPONENTES		
PROPIEDADES FÍSICAS	Especificación Base	Resultados Base	Especificación Catalizador	Resultados Catalizador
Cantidad (gal)		25		
Número de Lote		10092680		
Fecha de Fabricación		08/09/10		
Peso Especifico (kg/gal) <i>ASTM-D1475</i>	6.2 – 6.3	6.2		
Fineza (H) <i>ASTM-D1210</i>	5-6	6		
Viscosidad (KU) <i>ASTM-D562</i>	95 – 105	106		
% Sólidos en Peso <i>NTP-319.150</i>	84 – 86	85		
PROPIEDADES DE APLICACIÓN				
%Sólidos Volumen <i>ASTM-D2697</i>	80 +/- 2		80.0	
Peso Especifico(Kg/gal) <i>ASTM-D1475</i>	5.69 – 5.76		5.74	
Relación de Mezcla	1 : 1		1 : 1	
Tiempo de Secado: Tacto <i>ASTM-D1640</i>	1 - 2 horas		OK	
Pot Life	6 horas		OK	
Color	Gris Ral 7035		OK	
Apariencia	Sin defectos		OK	
Evaluado: Ricardo Balbuena Aprobado: Manuel Bedón	Fecha de emisión:	08/09/10	Iniciales : R.B. M.B.	

**CORPORACIÓN MARA S.A.**

Planta y Oficinas: Jr. Perseo 251 – La Campiña / Chorrillos – Lima 09 – Perú

Teléfono: (51-1) 467-6777 / Fax: 2522438

Oficina Ventas – Chimbote: Av. Bolognesi # 400 – Telf/Fax:0-44-347000

www.corporacion.com.pe



CERTIFICADO DA QUALIDADE  
CERTIFICADO DA CALIDAD / QUALITY CERTIFICATE

Nº 10281

Cliente / Cliente / Customer: **LINDERO**  
Material / Material / Specs: **S 330 H**

Data / Fecha / Date: **17/8/2010**  
N.F. nº:  
Peso / Peso / Weight: **6000 kg**

Análise Química / Análisis QUÍMICO / Chemical Analysis % S A E J 827 / J 1993

Elemento / Element	C	SI	Mn	P	S
Especificado / Especificado / Specs.	0,80-1,20	>0,40	0,60-1,20	<0,05	<0,05

Especificado / Especificado / Specs.	Dureza / Dureza / Hardness HRC S A E J 827 / J 1993 / WAE
	90% ENTRE 40,0 - 51,0 HRC

Gronulometria / Granulometria / Granulometry % S A E J 444 / WAE

Nº Peneira / Nº Tamiz / Sieve Nº ABNT	14	16	20	25		
Abertura / Abertura / Opening (mm)	1,400	1,180	0,850	0,710		
Especificado / Especificado / Specs.	0	< 5	> 85	> 98		

Defeito / Defectos / Defects % S A E J 827 / J 1993

Especificação (Máximo) / Especificado (Máximo) / Specs. (Maximum)	Cavidade / Cavity / Cavidad / Cavity	Porosidade / Porosity / Porosidad / Porosity	Trinca / Grietas / Cracks	Distorção / Deformidades / Distorsões / Distorsiones
	<10%	<10%	<15%	<5%

OBS.:



*[Signature]*  
IKK do Brasil Ind. e Com. Ltda  
Estrela Tameshiro  
Técnica de Laboratório



CERTIFICADO DA QUALIDADE  
CERTIFICADO DA CALIDAD / QUALITY CERTIFICATE

Nº 10280

Cliente / Cliente / Customer: **LINDERO**  
Material / Matonal / Specs: **S 280 H**

Data / Fecha / Date: **17/8/2010**  
N.F. n.º:  
Peso / Peso / Weight: **16000 kg**

Análise Química / Análisis Químico / Chemical Analysis % S A E J 827 / J 1993

Elemento Elemento / Element	C	Si	Mn	P	S
Especificado Especificado / Specs.	0,80-1,20	>0,40	0,80-1,20	<0,05	<0,05

Dureza / Dureza / Hardness HRc S A E J 827 / J 1993 / WAE

Especificado Especificado / Specs.	<b>90% ENTRE 40,0 - 51,0 HRc</b>
---------------------------------------	----------------------------------

Granulometria / Granulometria / Granulometry % S A E J 444 / WAE

Nº Peneira / Nº Tamiz Sieve Nº ABNT	16	18	25	30			
Abertura / Abertura Opening (mm)	1,180	1,000	0,710	0,600			
Especificado Especificado / Specs.	0	< 5	> 85	> 96			

Defeito / Defectos / Defects % S A E J 827 / J 1993

Especificado (Máximo) Especificado (Máximo) / Specs. (Maximum)	Cavidade Cavidad / Cavity	Porosidade Porosidad / Porosity	Trinca Grietas / Cracks	Distorção Deformaciones / Mishapes
	<10%	<10%	<15%	<5%

OBS.:



*[Signature]*  
IKK do Brasil Ind. e Com. Ltda  
Estrada Teresopolense  
Técnicos de Laboratório