UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA

"CONSTRUCCIÓN DE PLATAFORMA MARINA DE 314 PIES DE PROFUNDIDAD DE AGUA, PARA LA PERFORACIÓN – PRODUCCIÓN DE POZOS PETROLEROS"

INFORME DE INGENIERIA

PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO MECÁNICO

WILFREDO MONTENEGRO QUEVEDO

PROMOCIÓN 1982 - I

Lima - Perú

2005

DEDICATORIA

A:

JUSTO Y ESTERFILIA.
MIS PADRES:
Sé que junto a DIOS, sentirán que cumplieron su tarea de PADRES.

Dr.: GUILLERMO M. MONTENEGRO QUEVEDO.
MI HERMANO.
Tu Ejemplo, siempre fue mi Guía: Q. E. P. D.

IRMA.
MI ESPOSA:
Su Aliento y Comprensión fue muy Importante.

WILFREDO, GUADALUPE, JACKELINE, EDSON Y ESTERFILIA.
MIS HIJOS:
Estoy seguro que superarán este modesto Trabajo.

MIS HERMANOS:
Sin su apoyo no hubiera llegado a Tanto.

"CONSTRUCCIÓN DE PLATAFORMA DE 314 PIES DE PROFUNDIDAD DE AGUA, PARA LA PERFORACIÓN – PRODUCCIÓN DE POZOS PETROLEROS"

PROLOGO

CAPITULO I: INTRODUCCION 5

1.1. Objetivo 7

1.2. Antecedentes de la Empresa Belco Petroleum Corporation - Ubicación del lote Z2-B. 8

1.3. Descripción del Dpto. de Construcciones de la Empresa Belco Petroleum Corporation – Organigrama. 9

1.4.1 Superintendencia de Construcciones Mar. 9

1.4.2 Superintendencia de Construcciones Tierra. 10

1.4. Relación de Equipos utilizados en la Construcción de una Plataforma Marina de 314 pies de Profundidad de Agua. 12

CAPITULO II: DESCRIPCIÖN TIPOS Y CARACTERÍSTICAS DE PLATAFORMAS MARINAS CONSTRUÍDAS EN TALARA. 15

2.1. Tipos Plataformas Marinas. 15

2.1.1 Prototipos de Plataformas Marinas. 16

2.1.2 Características Principales de Plataformas Marinas. 18

2.1.3 Denominación de Plataformas Marinas. 19

2.1.3.1 Por el Prototipo Seleccionado. 19

2.1.3.2 Por la Profundidad de Agua de su locación. 20

2.1.3.3 Por su Ubicación dentro del Lote. 20

2.2.	Principales Elementos de Plataformas.	21
	2.2.1 Castillo.	24
	2.2.2 Mesas.	26
2.3.	Principales Elementos de Castillos.	26
	2.3.1 Paño.	27
	2.3.2 Patas.	28
	2.3.3 Elevaciones.	29
	2.3.4 Brazos.	30
	2.3.5 Inclinación de Paños.	31
	2.3.6 Inclinación de Patas.	32
	2.3.7 Medidas C-C de Primera Elevación.	34
	2.3.8 Número de Pozos por Plataforma.	35
	2.3.9 Conductoras.	36
	2.3.10 Campanas.	38
	2.3.11 Ojos de Izaje.	38
	2.3.12 Ojos de Jalada.	40
	2.3.13 Ojos de Botada.	41
	2.3.14 Tubos de Aire.	41
	2.3.15 Sistema de inundación.	42
	2.3.16 Válvulas.	43
	2.3.17 Tapas de Patas.	44
	2.3.18 Sistema de Protección Catódica.	44
	2.3.19 Encajonados.	44
2.4.	Principales Elementos de mesas.	45
	2.4.1 Mesa Inferior.	45
	2.4.2 Mesa Superior.	46
	2.4.3 Medidas de Mesas.	48
	2.4.4 Altura de Mesas.	49
	2.4.5 Patas.	50

2.4.6 Distancia C-C de Patas. 51
2.4.7 Vigas Madre. 52
2.4.8 Vigas Principales. 53
2.4.9 Vigas Secundarias. 53
2.4.10 Vigas de Esquinero. 54
2.4.11 Vigas de Contorno. 54
2.4.12 Extensiones. 56
2.4.13 Brazos de mesas. 57
2.4.14 Asientos de Mesas. 57
2.4.15 Escaleras. 58
2.4.16 Pasamanos. 58
2.4.17 Cáncamos. 59
2.4.18 Pilotes. 59
2.4.19 Varadero. 61
2.5. Skid de Lanzamiento de Castillos. 61
2.6 Skid de Lanzamiento de Mesas. 62
2.6.1 Sillas y Monturas. 63
2.6.2 Sillas. 63
2.6.3 Monturas. 64
2.7 Especificaciones de trabajos de Metal Mecánica. 67
2.7.1 Calificación de Soldadores Generalidades. 67
2.7.2 Alcances. 67
2.7.3 Limitaciones. 67
2.7.4 Estándares y Códigos. 68
2.7.5 Procedimiento. 68
2.7.6 Registros. 70
2.7.7 Prueba de Soldadura para calificación de Soldadores. 72
2.7.8 Prefabricados y Condiciones para Instalación de tuberías. 75
2.7.8.1 Introducción. 75

2.7.8.2 Mediciones en Obra. 76
2.7.8.3 Materiales. 76
2.7.8.4 Requerimientos para Habilitación de tuberías. 77
2.7.8.4.1 Habilitación del Material. 77
2.7.8.4.2 Corte y Biselado. 77
2.7.8.4.3 Conexiones Laterales. 79
2.7.8.4.4 Bridas soldadas a Tubos. 80
2.7.8.4.5 Soldaduras circunferenciales a tope. 80
2.7.8.5 Doblado. 81
2.7.8.5.1 Generalidades. 81
2.7.8.5.2 Doblado tubería Acero al Carbono. 82
2.7.8.5.3 Tolerancias. 83
2.7.8.5.4 Adelgazamiento y ovalamiento de Pared. 83
2.7.8.5.5 Alineación de caras de Brida. 84
2.7.8.5.6 Posición de huecos de Bridas. 84
2.7.9 Ejecución de los Soportes. 84
2.7.10 Montajes y Soldadura de Tuberías. 85
2.7.10.1 Montaje de Tuberías. 85
2.7.10.2 Manipuleo. 87
2.7.10.3 Instalación. 88
2.7.11 Soldadura. 89
2.7.11.1 Generalidades. 89
2.7.11.2 Tipo de Procedimiento de Soldadura. 90
2.7.11.3 Electrodos. 91
2.7.11.4 Cuidado y Almacenamiento. 92
2.7.11.5 Alineamiento. 92
2.7.11.6 Soldeo. 93
2.7.12 Inspección y Pruebas. 95
2.7.12.1 Generalidades. 95

2.7.12.2 Inspección. 95
2.7.12.3 Inspección visual. 95
2.7.12.4 Inspección Radiográfica. 96
2.7.12.5 Prueba Neumática. 97
2.7.12.5.1 Condiciones para la Prueba. 97
2.7.12.5.2 Procedimiento de Prueba. 98
2.7.12.5.3 Prueba Soldadura conexiones laterales. 100

CAPITULO III: CONSTRUCCIÓN DE CASTLLO DE 314 PIES W. D. 101

3.1 Descripción de la Zona de Trabajo. 101
3.2 Construcción de Castillo de 314 pies Profundidad de Agua. 102
3.2.1 Replanteo del Castillo. 107
3.2.2. Planos del Castillo. 108
3.2.2.1 Desarrollo del castillo. 108
3.2.2.2 Primera Elevación. 110
3.2.2.3 Segunda Elevación. 110
3.2.2.4 Tercera Elevación. 111
3.2.2.5 Cuarta Elevación. 112
3.2.2.6 Quinta Elevación. 112
3.2.2.7 Sexta Elevación. 113
3.2.2.8 Sétima Elevación. 113
3.2.2.9 Vista Lateral de Últimas Elevaciones. 114
3.2.2.10 Detalle de Ojo de Jalada y Brida de Jebe. 115
3.2.2.11 Soporte de Lanzamiento de Castillo. 115
3.2.2.12 Estándar de Soldadura de Tubos. 115
3.2.2.13 Sistema de Inundación de Castillo. 116
3.3 Selección y pedido de Materiales. 116

3.4	Selección de Personal y Tareas de Habilitado.	118
	3.4.1 Cuadrilla de Maniobristas.	120
	3.4.2 Cuadrilla de Habilitado.	120
	3.4.3 Cuadrilla de Habilitado y Armado de Elevaciones.	121
3.5	Armado y Levantamiento de Paños.	121
3.6	Armado de Elevaciones y Brazos.	124
3.7	Instalación de Conductoras.	125
3.8	Sistema de Inundación.	126
3.9	Tubos de Aire.	127
3.10	Instalación de Ánodos para protección Catódica del Castillo.	129
	3.10.1 Ánodos de Sacrificio.	129
	3.10.2 Entre 1ra. y 2da. Elevación.	130
	3.10.3 Entre 2da y 3ra. Elevación.	131
	3.10.4 Factores que intervienen en la Corrosión Electroquímica.	137
	3.10.5 Serie de los Metales por Fuerzas Electromotrices.	137
3.11	Ojos de Jalada, Ojos de Botada y Ojos de Izaje.	138
	3.11.1 Ojos de Jalada.	139
	3.11.2 Ojos de botada.	140
	3.11.3 Ojos de Izaje.	141
	3.11.4 Tapas de Patas.	142
3.12	Pruebas y Control de Calidad del Castillo.	143
	3.12.1 Inspección de Filetes para las uniones a Tope.	143
	3.12.2 Inspecciones de Juntas soldadas por Tintes Penetrantes.	144
	3.12.3 Inspección del Proceso de Soldadura.	146
	3.12.4 Pruebas de Rayos X.	146
3.13	Arenado y Pintura del Castillo.	148
	3.13.1 Arenado a Metal Blanco.	148
	3.13.2 Apariencia de la Superficie.	149
	3.13.3 Preparación de Superficie antes/después del Arenado.	150

3.13.4 Operación del Arenado. 151
3.13.5 Pintura usada en Obra Viva del Castillo. 153
3.13.6 Descripción. 153
3.13.7 Usos recomendados. 154
3.13.8 Características del producto. 154
3.13.9 Preparación de la Superficie. 156
3.13.10 Aplicación. 157
3.13.11 Acabados recomendados. 158
3.14 Protocolo de entrega del Castillo. 159
3.15 Normas de Seguridad. 160

CAPÍTULO IV: TRANSPORTE, LANZAMIENTO E INUNDACIÓN DEL CASTILLO. 162

4.1 Transporte del Castillo. 162
4.2 Lanzamiento del Castillo. 163
4.3 Inundación del Castillo. 165

CAPÍTULO V: HINCADO Y NIVELACIÓN DE PILOTES. 169

5.1 Hincado de Pilotes. 169
5.2 Corte y Nivelado de Pilotes. 171
5.2.1 Pilote. 172
5.2.2 Ventajas. 172
5.3 Características de las Cimentaciones. 174
5.4 Martillo para Hincado de Pilotes. 175

CAPÍTULO VI: CONSTRUCCIÓN DE MESAS. 178

6.1 Origen del trabajo. 178
6.2 Planos de Mesas. 180
6.2.1 Vista de Planta Mesa Superior. 180
6.2.2 Vista de Planta Mesa Inferior. 181
6.2.3 Extensiones y escaleras. 182
6.2.4 Diseño de Varadero para Plataforma Tipo 300 pies. 183
6.2.5 Pilotes para Plataforma Tipo 300. 183
6.3 Replanteos. 184
6.4 Selección y pedido de Materiales para Mesas. 185
6.5 Electrodos usados en los Procesos de Soldadura. 187
6.5.1 Pase de Raíz. 187
6.5.2 Pases en Caliente y Acabado. 189
6.6 Construcción de Mesas. 192
6.7 Nivelado de Cama de Construcción. 192
6.8 Montaje de Vigas. 193
6.9 Volteo de Mesas e Instalación de Patas y Brazos. 195
6.10 Volteo de Mesas y ubicación de Campanas para Pozos. 197
6.11 Construcción de Varadero. 198
6.12 Arenado y Pintura de Mesas. 199
6.12.1 Inspección. 200
6.12.2 Seguridad. 200
6.12.3 Preparación de la Superficie. 202
6.12.4 Pinturas para Mesas. 206
6.12.5 Componentes de la Pintura. 206
6.12.6 Resina. 207
6.12.7 Pigmento. 207
6.12.8 Solvente. 208

6.12.9 Mecanismos de protección. 208
6.12.10 Protección de Barrera. 208
6.12.11 Inhibición. 209

CAPÍTULO VII: TRANSPORTE Y MONTAJE DE MESAS. 211

7.1 Barcaza para el Transporte de Mesas. 211
7.2 Transporte de Mesas. 212
7.3 Montaje de Mesas. 213
7.4 Montaje de Mesa Inferior. 214
7.5 Montaje de Mesa Superior. 215

CAPÍTULO VIII: CRONOGRAMAS DE TRABAJO. 216

8.1 Cronogramas de Trabajo. 216
8.2 Cronograma para Construcción del Castillo. 218
8.3 Cronograma para Construcción de Mesa Inferior. 219
8.4 Cronograma para Construcción de Mesa Superior. 220
8.5 Cronograma para Construcción de Plataforma de 314'- 0" W. D. 221

CAPÍTULO IX: EVALUACIÓN ECONÓMICA DEL PROYECTO: "PLATAFORMA DE 314 PIES W. D." 226

9.1 Presupuesto Total del Proyecto. 226
9.2 Justificación Económica del proyecto. 228
9.2.1 Referencia anterior. 228
9.3 Consideraciones. 228
9.3.1 Producción Anual. 229
9.3.2 Inversión por Perforación de 4 pozos. 229

9.3.3 Inversión por construcción de plataforma. 229
9.3.4 Costo de Personal para Producción. 230
9.3.5 Costo por transporte de Personal Producción Mantto. 230
9.3.6 Costo Anual Mantenimiento con Barcaza. 230
9.4 Producción. 231
9.5 Inversión. 231
9.6 Total Inversión Anual. 231
9.6.1 Rentabilidad del Proyecto en un Año. 231

- Conclusiones y Recomendaciones. 235
- Anexos. 240
- Planos de la Obra.
- Bibliografía.

PROLOGO

El propósito del presente Trabajo es mostrar las diferentes Etapas de la Construcción de una Plataforma Marina de 314 pies de Profundidad de Agua, comenzando por la Construcción del Castillo, Mesa Inferior, Mesa Superior, Accesorios y Sistemas propios de este Tipo de Estructuras, para lo cual se enfocan las Consideraciones Técnicas y Normas a tener en cuenta en cada una de las etapas de la Obra.

El Informe consta de IX Capítulos, los cuales se han desarrollado de acuerdo a las Actividades que se llevaron a cabo y que estaban relacionadas de tal manera que la secuencia de construcción nunca paraba hasta terminar la Obra.

En el Capitulo I, se tocan Aspectos y Antecedentes de la Empresa Dueña del Proyecto, Ubicación del Proyecto, descripción y Organigrama del Departamento de Construcciones, y una relación de los Principales Equipos y Herramientas que se usaron y son necesarias para llevar a cabo este Tipo de Construcciones.

En el Capitulo II, se describen los Tipos y las Principales Características de las Plataformas Marinas construidas en la Ciudad de Talara, que es el lugar donde se llevo a cabo el Proyecto, para esto citamos los Elementos de Plataformas, así como de Castillos, y Mesas, también citamos los Elementos Auxiliares necesarios, como es el caso de los Skid de Construcción y Lanzamiento de Mesas y Castillos, asimismo hacemos una descripción de las Normas usadas y Técnicas para la Calificación de Soldadores.

El Capitulo III, está referido a los detalles de la Construcción de una Plataforma Marina de 314 pies de Profundidad de Agua, Para lo cual, hacemos una descripción de la Zona de Trabajo donde se construyen los Castillos, asimismo, analizamos cada una de las Etapas de Construcción del Castillo, desde la Etapa de Replanteos, pasando por el Análisis de cada uno de los Planos entregados, citamos una secuencia lógica de Pedido de Materiales, características de Selección de Personal y Distribución de Tareas, continuamos con el Armado de Paños, Elevaciones y Brazos; Características, Construcción e instalación de Conductoras, Sistema de Inundación, Tubos de Aire, Características e Instalación de Ánodos de Sacrificio para la Protección Catódica de la Obra Muerta del Castillo, instalación y Ubicación de los distintos Ojos usados, Pruebas y Controles de Calidad, Normas y Características del Arenado y

Pintura para proteger la Obra Viva del Castillo, terminando con el Protocolo de Entrega del Castillo, cabe mencionar que hemos empleado el Argot propio de la Construcción, utilizado en todas las secuencias de la Construcción que como se verá, es de mucha ayuda para poder identificar plenamente cada una de las partes componentes del Castillo, ya que la Habilitación y Armado de las partes, se da en varios frentes en forma paralela.

El Capitulo IV, corresponde al Transporte, Lanzamiento e Inundación del Castillo, para lo cual se describen cada una de las Actividades llevadas a cabo para lograr Transportar al Castillo hasta su Locación.

El Capitulo V, está referido al Hincado y Nivelación de Pilotes, citamos: como y porque se usan, asimismo hacemos una descripción de Pilotes y Martillos usados para el logro de este fin.

El Capitulo VI, trata de la Construcción de Mesas, ya que la Secuencia y Actividades de Construcción a llevar a cabo son iguales: tanto para la Mesa Superior, como para la Mesa Inferior, desde los trabajos de: Replanteo, Pedido de Materiales, Procesos de Soldadura y Electrodos usados, Actividades de: Construcción, Camas de Construcción, Montaje de Elementos, Volteo de Mesas, Instalación de Elementos, construcción de varadero, y Actividades de Arenado y Pintura de Mesas.

El Capitulo VII, corresponde al Transporte y Montaje de Mesas, desde las Características de la Barcaza, así como las Actividades de Transporte y Montaje de Mesas: Inferior y Superior.

En el Capitulo VIII, está referido al Análisis de los Cronogramas de Trabajo, para lo cual con Ayuda del Programa MS Project, se analiza cada una de Actividades de Construcción, referente a: Costos, Cantidad de Personal Total y por Especialidades, Tiempos de cada Tarea, etc., para la Construcción de: Castillo, Mesa Inferior, Mesa Superior y Plataforma de 314 pies de Profundidad de Agua.

El capitulo IX, esta referido al Presupuesto de Construcción del Proyecto, asimismo, hacemos un Análisis de Justificación Económica y Rentabilidad del Proyecto.

Como último aspecto que se toca en el Presente Informe de Ingeniería, están las Conclusiones y Recomendaciones para lograr mejoras en el Proyecto, asimismo, se anexa Información Técnica que es necesario conocer, así como los Planos y Bibliografía usada en la Construcción de una Plataforma de 314 pies de Profundidad de Agua.

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

A partir del año 1960 la empresa Petrolera Belco Petroleum Corporation of Perú, comienza a explorar los Yacimientos del lote Z2-B en el Zócalo Continental, frente a la provincia de Talara, Piura y Paita, en el departamento de Piura (en el noreste peruano), en las áreas de: Paita, Providencia, Litoral 3-4, Lobitos y Peña Negra. Al representar estos Yacimientos una alternativa económica muy rentable, se decide implementar un plan agresivo de desarrollo, para lo cual, se construyeron más de 100 plataformas, estando todas en la actualidad dentro de un Plan de Mantenimiento por parte de la Empresa Petro – Tech Peruana S. A., que es la Empresa que actualmente tiene a cargo la Producción en el referido Lote y anteriormente a ésta fue la Empresa Estatal Peruana: Petróleos del Mar – Petromar S. A.

La Construcción de Plataformas Marinas desde un inicio y hasta el Año: 1,968, fue encargada a la Empresa Norteamericana Brown & Root Overseas Inc. , a partir de 1968 y luego de un periodo de transición, son sus ex- trabajadores Peruanos agrupados en Cooperativas Industriales los que continuaron con la construcción de las Plataformas Marinas. Conforme avanzaba el periodo de transición y de acuerdo a los respectivos trabajos de Sísmica para la ubicación de Prospectos, Suelos y Yacimientos, se ubicaban las Áreas de Exploración, determinando con ello la Profundidad de Agua (Water Depth), que era el dato fundamental para el Diseño y posterior Construcción de la futura Plataforma Marina. Con el dato de Profundidad de Agua, la Unidad de Ingeniería, el departamento de Construcción y el Departamento de Marina, con el apoyo de las áreas de Logística, Mantenimiento y Transporte de Belco Petroleum Corporation of Perú, determinaban el tipo de Plataforma a construirse, para lo cual se realizaba el Diseño y posteriormente los Planos eran entregados a la Contratista, con lo que se daba inicio a las distintas Etapas o Fases de su Construcción, lo que implicaba eventos como: Replanteos, Selección y Pedido de Materiales, Selección de Personal, Habilitación de Material, Construcción del Castillo, Construcción de las Mesas y Pilotes, Instalación de Sistemas, Protocolo de Entrega, Pruebas de Control de Calidad, Arenado y Pintura, Jalada, Transporte, Lanzamiento de Castillo,

hincado de Pilotes y montaje de mesas, quedando de ésta manera Instalada en su Locación la Plataforma Marina y lista, para las Operaciones de: Perforación y posterior Producción de Pozos Petroleros en el Zócalo Continental.

1.1.- OBJETIVO.

El Objetivo del presente Informe de Ingeniería es: hacer un Relatorio de las distintas Actividades llevadas a cabo para la Construcción de una Plataforma Marina de 314 pies de Profundidad de Agua (Castillo, Mesa Inferior; Mesa Superior y Accesorios), Las cuales son usadas para la Perforación – Producción de Petróleo (Off - Shore), en el Zócalo Continental, en el lote Z- 2B (ubicado en los Departamentos de Piura y Tumbes, frente al Mar de las Provincias de: Talara, Paita, Máncora y Tumbes). En el Noroeste Peruano.

1.2.-ANTECEDENTES DE LA EMPRESA: BELCO PETROLEUM

CORPORATION – UBICACIÓN LOTE: Z2-B.

Ante La necesidad de incrementar las reservas de Crudo y Gas se ve la necesidad de convocar a Empresas que puedan asumir el reto, el cual es aun mayor, ya que se trataba de buscar Reservas en el Zócalo Continental dentro del área del Mar Peruano, para tal efecto gana la

Buena Pro la Empresa Norteamericana Belco Petroleum Corporation of Perú, para explotar el Lote Z2-B, que se encuentra ubicado en el Mar de los Departamentos de Piura y Tumbes, en el Noroeste Peruano.

Al encontrar un Yacimiento rico en Hidrocarburos y Gas se inicia la Perforación y Explotación del Yacimiento, para lo cuál se tenia que contar con los Recursos necesario y uno de estos y el mas importante eran las Plataformas Marinas, se daba el caso que anteriormente no se habían construido en nuestro País, por lo que fue necesario que Empresas Norteamericanas con experiencia se encarguen de: La Construcción, Transporte y Montaje en Alta Mar, de las Plataformas Marinas; luego que se retira BELCO, continua PETROMAR S. A. y actualmente PETROTECH PERUANA S. A.

1.3.- DESCRIPCIÓN DEL DEPARTAMENTO DE CONSTRUCCIONES DE LA EMPRESA BELCO PETROLEUM CORP. – ORGANIGRAMA.

Para llevar adelante y controlar las Operaciones de Construcción en Mar y Tierra, existía el Departamento de Construcciones, el cual estaba dividido en dos Superintendencias: Construcciones Mar y Construcciones Tierra, a su vez cada Superintendencia tenía Áreas de control:

1.3.1.- Superintendencia de Construcciones Mar:

- Área Litoral.
- Área Paita
- Área Lobitos.
- Área Peña Negra.
- Área Zorritos.

Se encargaban del Lanzamiento, Instalación del Castillo, Hincado de Pilotes, Montaje de Mesas, Montaje de Maquinaria y Equipos en las Plataformas, Mantenimiento de Plataformas y Tendido de Líneas Submarinas para Oleoductos.

1.3.2.- Superintendencia de Construcciones Tierra:

* Áreas Negritos – PTS (Tanques).
* Área Talara – Construcción de Castillos.
* Área de Parcela 25 – Construcción de Mesas.

Tenían la responsabilidad de la Construcción en Tierra de las Plataformas Marinas: Castillo, Mesa Inferior, Mesa Superior, Tanques, Manifolds, Tendido de Líneas: en tierra para gas y

crudo, así como Construcción de Baterías y el Mantenimiento de las mismas.

Las Operaciones de Mar contaban con Personal Técnico para el Mantenimiento de Plataformas, asimismo con Barcazas y Lanchas para tal efecto, las Operaciones de Tierra contaban con Grúas, y el Equipo para tal fin, asimismo, se contaba con la asesoria para todos los trabajos de la Unidad de Ingeniería.

1.4.- RELACIÓN DE EQUIPOS UTILIZADOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UNA PLATAFORMA MARINA.

Estimo conveniente desarrollar este trabajo, porque todos los Eventos que se llevan acabo durante la Construcción, Lanzamiento y Montaje, de una Plataforma están relacionados con nuestra Especialidad, desde la Construcción del Castillo (Jacket), las Mesas: Superior e Inferior, Varadero, Pilotes, etc., (de acuerdo al Tipo de Plataforma). Asimismo se Construyen e Instalan, Sistemas: de Protección Catódica, de Inundación, de izaje, de jalada, de Botada, etc., tanto para el Castillo como para las Mesas, sus Elementos componentes y Accesorios son: Tubos, Vigas, Ángulos, Canales y Planchas, los cuales son unidos mediante Procesos de Soldadura.

Nuestra tarea de Supervisón estuvo orientada al mejoramiento de las Técnicas de: Construcción y Montaje, Manejo de Personal, Pruebas para Selección de Soldadores, Desarrollo de Plantillas para corte de Tubería, Selección de: Tuberías, Planchas y Fittings (accesorios), Soldeo y Control de Calidad, Arenado (sand blasting) y Pintado, Protección Catódica, Hincado de Pilotes, entre otros, como se verá mas adelante, todos los Eventos están relacionados con la Especialidad de Ingeniería Mecánica en la Rama de Estructuras Metálicas.

Los equipos usados para la Construcción de una Plataforma Marina son:

- 02 Grúas con capacidad de 1000 Ton.
- 02 Grúas con capacidad de 300 Ton.
- 02 Grúas telescópicas con capacidad de 30 Ton.
- 04 Montacargas con capacidad de 5 Ton.
- Tecles tipo rachet de 5 Ton. Capacidad.
- 04 Equipos de corte con bisel para tubería.
- 100 estrobos de diferentes diámetros (1/2" – 1").

- 50 Máquinas Motosoldadoras de CC.
- 30 Equipos de corte oxiacetilenito.
- 02 Nivel teodolito.
- 20 combas de 15 lbs.
- 01 Barcaza para transporte de Castillo y Mesas.
- 01 Barcaza para izaje de Castillo.
- 20 Máquinas Rectificadoras Eléctricas.
- 40 Moladoras Angulares Eléctricas.
- 04 Camiones Camabaja.
- 06 Camionetas.
- 40 Escuadras Metálicas.
- 10 Winchas de 150 pies.

CAPÍTULO II

DESCRIPCIÓN, TIPOS Y CARACTERÍSTICAS DE PLATAFORMAS MARINAS CONSTRUÍDAS EN TALARA.

2.1.- TIPOS DE PLATAFORMAS MARINAS.

Existen varios tipos de Plataformas Marinas, las cuales son usadas para la Perforación y posteriormente para la Producción de Petróleo y Gas en el Mar, conocida como Producción Off-Shore. Entre los tipos de Plataformas Marinas tenemos: las de forma de Tronco de Pirámide de sección recta cuadrada o rectangular, las cuales pueden ser de cuatro, seis, ocho, o mas patas, siempre en números pares de patas, entre las más conocidas, todas ellas metálicas, actualmente en el Mar del Norte se a instalado la más grande del Mundo hasta el momento, esta construida con bloques de concreto armado de sección transversal cilíndrica, también las hay del Tipo flotantes las cuales se

Plataformas Tipo: 100', 150', 220' 300' y 350' de Profundidad de Agua.

Bajo este principio, y luego de un estudio se determinaba el Patrón a usar para lo cual se elegía el Tipo de Plataforma y se acondicionaba a las necesidades de la Locación, esto es, en una misma Zona cercana existirían Plataformas de un mismo Tipo, pero de diferentes Alturas (de acuerdo a la Profundidad de Agua). En la Zona de Talara las más usadas fueron las del Tipo: 150', 220' y 300' esto en parte se debió a la poca Profundidad del Lecho Marino y a las Características de las Condiciones Climatológicas.

TABLA: Nº 1

PROTOTIPO DE PLATAFORMAS MARINAS
100' de Profundidad de agua.
150' de Profundidad de agua.
220' de profundidad de agua.
300' de profundidad de agua.
350' de profundidad de agua.

estabilizan por cables que parten de bloques de concreto depositados en el Lecho Marino.

La construcción de Plataformas Marinas brinda una gran oportunidad de Diseño, al Ingenio de Técnicos en la Materia, Diseño que depende de la Locación donde van a trabajar, esto es: de las Profundidades de Agua, de las corrientes marinas, de su ubicación con respecto a la Costa, del Clima, de las Mareas, si es que van a trabajar cerca de Icebergs en desplazamiento, etc.

2.1.1.- Prototipos de Plataformas Marinas.-

La Compañía Belco Petroleum Corporation of Perú, de acuerdo a un Estudio de Batimetría del Zócalo Continental que correspondía al Lote Z-2B, solicitó a una Constructora de Plataformas Norteamericana que le proveyera de Prototipos de Plataformas, las cuales se usarían como Patrones, de acuerdo a las características de la Zona donde se ubicarían, (Profundidad de Agua, Corrientes, Mareas, Vientos, etc.), por este motivo se uso como Patrones Modelos Tipos pre determinados entre ellos:

2.1.2. **Características principales de Plataformas Marinas**

Como lo hemos expuesto anteriormente, las Plataformas Marinas se Construían de acuerdo a un Patrón que dependía de la Profundidad del Agua de su Locación. Una Plataforma Marina para la explotación de Petróleo y Gas consta de: un Castillo y dos Mesas: una Superior y otra Inferior, además cuenta con Equipos, Sistemas e Instalaciones a usar para ese fin, todas las Plataformas que se construyeron en la Ciudad de Talara, fueron Plataformas Metálicas Tipo Tronco de Pirámide de Sección Recta Cuadrada, para lo cual se uso Acero Estructural A – 36, teniendo como componentes principales: Tubería estructural, Vigas, Ángulos, Platinas, Planchas, etc. . Asimismo, tienen cuatro Patas, incluyendo la mas Grande, que es de 375' – 0" de Profundidad de Agua (instalada en el área de Peña Negra), las del Tipo 220' están Diseñadas para Perforar hasta 20 Pozos, (8 Verticales y 12 Inclinados) y las del Tipo 300' están Diseñadas para Perforar hasta 24 Pozos, de éstos, 12 Pozos son Inclinados (tienen Conductoras Inclinadas) y 12 Pozos son Verticales (tienen Conductoras Verticales). En la actualidad por existir la Perforación Dirigida todos los pozos deberían ser Verticales.

2.1.3.- Denominación de Plataformas Marinas.-

Las Plataformas recibían denominaciones de acuerdo a la Etapa de su vida en la que se encontraban, esto es, se le Denominaba durante la Construcción de acuerdo al tipo de Plataforma a la que pertenecía según su Profundidad de Agua, cuando se terminaban de Construir, recibían el Nombre de acuerdo a su Locación y Número Correlativo en el área de Ubicación, esto ayudaba para su Construcción, Ubicación y Mantenimiento, de la siguiente manera:

2.1.3.1 Por el Prototipo Seleccionado.-

Por el Prototipo seleccionado que estaba de acuerdo a la Profundidad de Agua de su locación, se les denominaba:

- **Plataforma Tipo 150'**
- **Plataforma Tipo 220'**
- **Plataforma Tipo 300'**, etc.

2.1.3.2. Por la Profundidad de Agua de su Locación.-

El Lote Z-2B por su Geografía cuenta con varios Tipos de Profundidades, que van creciendo conforme se alejan de la Costa, así una vez instaladas, de acuerdo a la Profundidad de Agua se les denominaban también de la siguiente manera:

- **De Aguas Pandas: Plataforma tipo 150'.**
- **De Aguas Medias: Plataforma tipo 220'.**
- **De Aguas Profundas: Plataforma tipo 300'.**

2.1.3.3. Por su Ubicación dentro del Lote.-

Dentro del Lote cada Plataforma era ubicada en su Locación definitiva, por lo que a partir de ese momento pasaba a ser parte de las Plataformas ubicadas en esa Zona, para nuestro caso se les asignaba un Nombre que las Identificaba plenamente, su Nombre además de Identificar el Área a la que pertenecía se le asignaba un Número correlativo de pertenencia a esa Zona, de la siguiente manera:

- **LT - 5:** Ubicada en Litoral, Plataforma No. 5.
- **LO - 8:** Ubicada en Lobitos, Plataforma No. 8.
- **PN - 3**: Ubicada en Peña Negra, Plataforma No 3.

2.2.- PRINCIPALES ELEMENTOS DE PLATAFORMAS.

Existe una marcada diferencia entre los Elementos principales de cada Tipo de Plataforma, esto es: entre los Diámetros de Tubos usados para: Patas, Elevaciones, Brazos, Pilotes y Brazos de Mesas, también varían las medidas de las Mesas, las medidas de Vigas, la Inclinación de Paños, la Inclinación de Patas, etc., pero manteniendo siempre el mismo modelo de disposición de Elementos para cada Tipo de Plataforma.

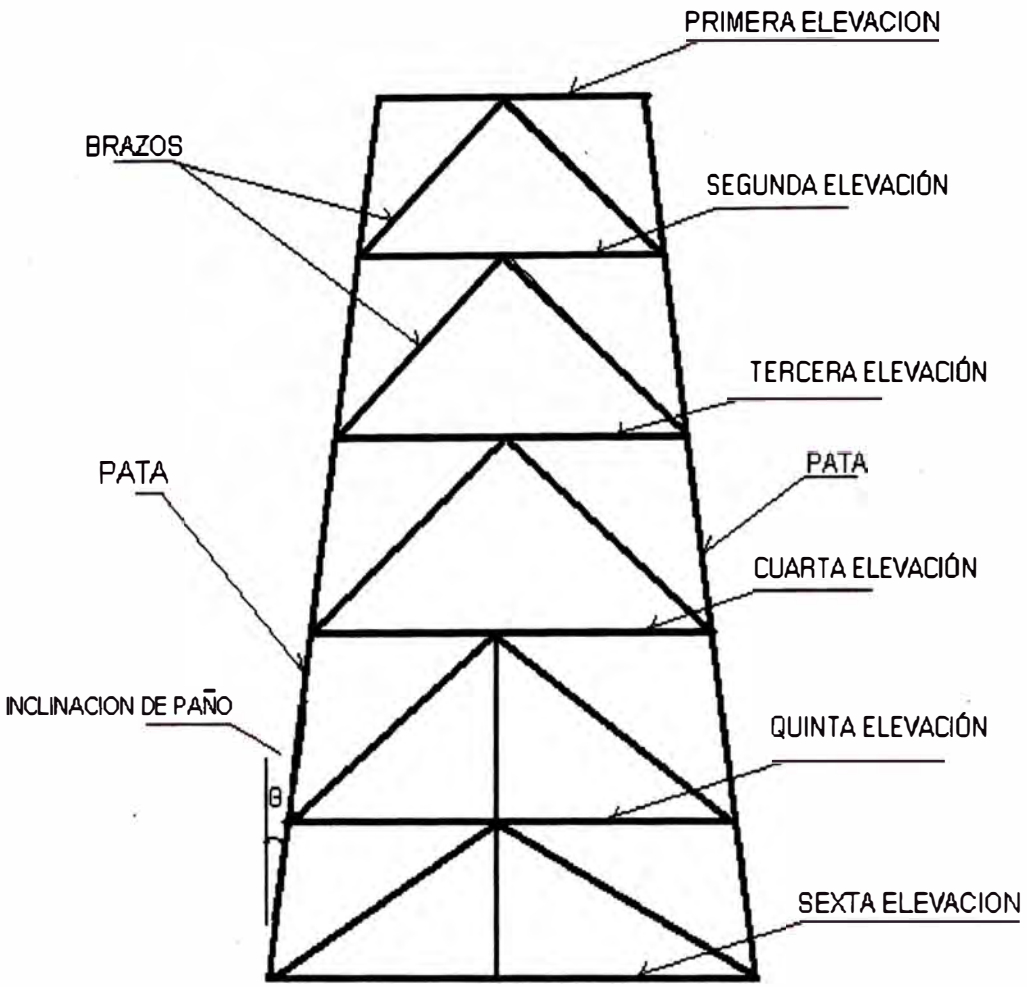
En la siguiente Tabla: 2, presentamos un Resumen de las medidas de los diferentes elementos mas Característicos de los Tipos de Plataformas usadas en la Zona de Talara, en este caso, nos abocaremos a los dos Tipos que se usaron con mas frecuencia, en lo que respecta a: Diámetros de Tubería, Inclinaciones de Paños y de Patas a tomar en cuenta para los cálculos, las distancias Centro a Centro, de la Primera Elevación, y Diámetros de Pilotes usados para los Tipos de Plataformas de 300' y 220'.

En la Tabla Nº 2 presentamos algunas Características de los Elementos de Plataformas Marinas mas usadas.

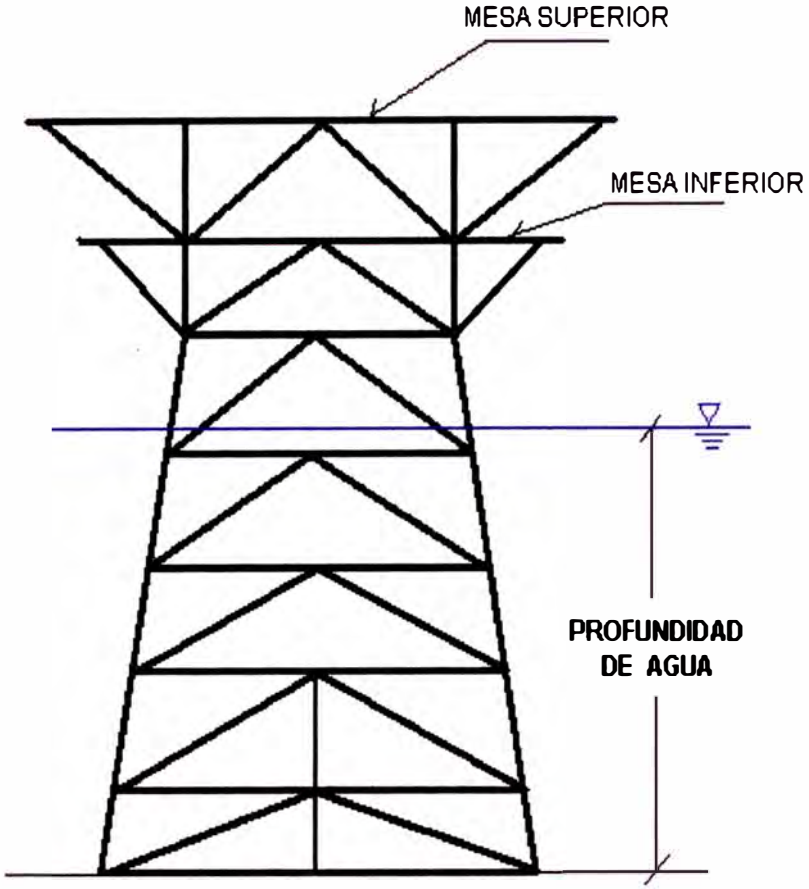
Tabla: Nº 2

CARACTERITICAS DE PLATAFORMAS MAS USADAS		
ELEMENTO	**TIPO DE PLATAFORMA**	
	220'	**300'**
PATAS	22" Ø	42" Ø
ELEVACIONES	16"Ø, 20"Ø	26" Ø
BRAZOS	16"Ø, 20"Ø	18"Ø, 24"Ø, 26"Ø
PILOTES	18" Ø	38" Ø
INCLINACIÓN DE PAÑO	1 1/2" : 12"	1 3/4" : 12"
INCLINACIÓN DE PATA	2 1/8" : 12"	2 1/2" : 12"
C-C DE PRIMERA ELEVACIÓN	30' - 9"	41' - 0 1/4"

En la Tabla 2 se presentan las medidas de los elementos de Plataformas del Tipo 220' y 300', estas son Características (invariables) para cada tipo de plataforma, lo que variaba de una Plataforma a otra del mismo Tipo era: la Altura del Castillo, la Longitud de Pata, Longitud



VISTA DE PAÑO LATERAL



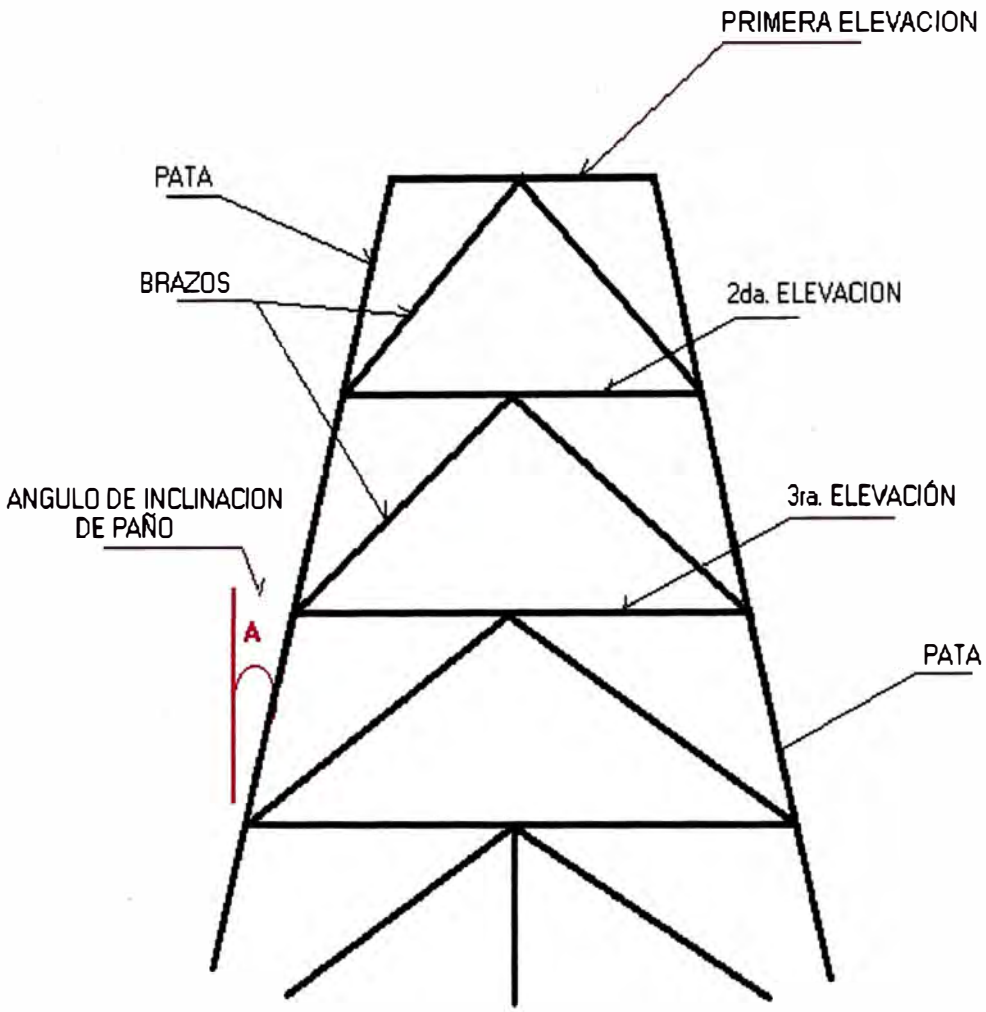
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA			
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA			
PREPARADO W.MONTENEGRO	CONSTRUCCION E INSTALACION DE UNA PLATAFORMA DE 314' DE PROFUNDIDAD DE AGUA ZOCALO CONTINENTAL - TALARA		
REVISADO W. MONTENEGRO			
APROBADO W. MONTENEGRO	ELEMENTOS DE PLATAFORMAS CASTILLOS		
DIBUJADO W. MONTENEGRO	ESCALA S/E	FECHA FEBRERO 2005	PLANO N° 01

de Paño, Número de Ánodos de Protección, Altura de Ultima Elevación, etc.

Las Plataformas Marinas como lo hemos acotado, están compuestas por un Castillo, Una Mesa Superior y una Mesa Inferior, y éstos a su vez por elementos propios de cada Estructura, como lo describimos a continuación.

2.2.1. Castillo.-

Llamado también Jacket por su nombre en Inglés, se denomina así a la Estructura Tipo Tronco de Pirámide Regular, de Base Cuadrada, construido totalmente de Tubería y que es la parte de la Plataforma que va sumergida en el Agua, se usan las Patas del Castillo como guía para los Pilotes, sobre los cuales reposan las Mesas. Asimismo, se usa el Castillo como Guía de las Conductoras para todos los Pozos Petroleros para los que está diseñada. Ver detalle en plano adjunto



ELEMENTO	TIPO DE PLATAFORMA	
	220'	300'
INCLINACION DE PAÑO	1 1/2" : 12"	1 3/4" : 12"

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA			
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA			
PREPARADO W.MONTENEGRO	CONSTRUCCION E INSTALACION DE UNA PLATAFORMA DE 314' DE PROFUNDIDAD DE AGUA ZOCALO CONTINENTAL - TALARA		
REVISADO W. MONTENEGRO			
APROBADO W. MONTENEGRO	ELEMENTOS DE PLATAFORMAS ANGULOS DE PAÑO		
DIBUJADO W. MONTENEGRO	ESCALA S/E	FECHA FEBRERO 2005	PLANO N° 02

2.2.2.- Mesas.-

Las Mesas son la parte de la Obra Viva de la Plataforma, es la parte que sobresale del agua y en donde se realizan todas las actividades de Perforación y posteriormente las actividades de Producción. En cada Plataforma se instalan dos Mesas que por su ubicación se llaman: Mesa Superior y Mesa Inferior, las cuales pasaremos a describir en su oportunidad.

2.3.- PRINCIPALES ELEMENTOS DE CASTILLOS.

Como en todo Proceso de Construcción es importante Nombrar e Identificar cada uno de los Elementos que componen el Proyecto (en este caso sólo del Castillo), con el fin de poder llevar un Control de los mismos en las distintas Etapas de su Construcción, esto es, en las Etapas de: Replanteo, Pedido de Materiales, Habilitación, Construcción, Montaje, Avance Total del Proyecto, Control de Calidad, etc., para nuestro caso, los múltiples Elementos estaban plenamente identificados, asimismo se identificaban los Subconjuntos que componían el Armado Total. Como principales Elemento del Castillo tenemos:

2.3.1.- Paño. –

Se le da el nombre de Paño, a cada una de las cuatro partes laterales del Castillo, (que vendrían a ser los cuatro lados laterales del Tronco de Pirámide, desde la Primera hasta la Ultima Elevación), así mismo diremos, que cada uno de los Paños y sus Componentes estaban plenamente Identificados, lo cual ayudaba mucho para su Habilitación, Construcción y Montaje. Como ejemplo citaremos que para la Habilitación, Construcción y Montaje de los Paños, de las Plataformas construidas en Talara, se identificaba cada Paño con los siguientes Nombres:

- **Paño de Skid.**
- **Paño lado Muelle Tortuga.**
- **Paño lado PETROPERÚ.**
- **Paño Superior**.

En línea con lo anterior, diremos que una vez terminada e instalada la Plataforma en su Locación, los Paños toman los siguientes nombres:

- **Paño lado Norte.**
- **Paño lado Sur.**
- **Paño lado Este.**
- **Paño lado Oeste.**

Esta nueva denominación se da, porque cuando se instala el Castillo en su locación, se orientan los Paños según los Puntos Cardinales, como se aprecia en los Planos adjuntos.

2.3.2. Patas.-

Se denominan así a los tubos que forman las cuatro aristas (intersección de los paños laterales), del tronco de Pirámide y son los tubos de mayor diámetro en una Plataforma. Además de ser partes importantes en la estructura, las patas del castillo sirven de guías para los pilotes, que son los que al final soportaran el peso de las Mesas, como se aprecia en los planos adjuntos.

2.3.3. Elevaciones.-

Se denominan así a las Estructuras que van instaladas en Planos Paralelos a la Base del Castillo, y que dan la rigidez a toda la Estructura, además contienen los Elementos que rigen la Dirección de los Pozos (Campanas). Para su identificación se enumeran comenzando por la Elevación Superior (Elevación No. 1), mas abajo vendría la Elevación No 2 y así sucesivamente, terminando en la Base Esto es, existen Castillos de seis, siete, ocho y hasta nueve Elevaciones, dependiendo del Tipo de Plataforma que a su vez depende de la Profundidad de Agua, como se aprecia en los Planos adjuntos.

TABLA: Nº 3

MEDIDAS DE ELEVACIONES DE PLATAFORMAS		
ELEMENTOS	**TIPO DE PLATAFORMA**	
	220'	**300'**
PRIMERA ELEVACIÓN	16" Ø	26" Ø
SEGUNDA ELEVACIÓN	16" Ø	26" Ø
TERCERA ELEVACIÓN	20" Ø	26" Ø
CUARTA ELEVACIÓN	20" Ø	26" Ø
QUINTA ELEVACIÓN	20" Ø	26" Ø
SEXTA ELEVACIÓN	- - -	26" Ø

2.3.4. Brazos.-

Se denominan así a los Elementos que son parte de los Paños y van instalados entre las Elevaciones, cumplen con la función de soporte de Elevaciones y Elementos de rigidez de la Estructura, parten del centro de cada Elevación (en cantidad de dos) hacia las Patas del mismo Paño. Dependiendo del Tipo de Plataforma, varían de diámetro según la Elevación en que van ubicados, esto es, mientras más abajo estén ubicados, es mayor el Diámetro de la Tubería usada para Brazos como se muestra en la tabla siguiente:

TABLA: Nº 4

BRAZOS DE CASTILLO DE PLATAFORMA		
ELEMENTO	**TIPO DE PLATAFORMA**	
	220'	**300'**
Brazos entre 1ra. y 2da. Elevación	16" Ø	18" Ø
Brazos entre 2da. y 3ra. Elevación	16" Ø	18" Ø
Brazos entre 3ra. y 4ta. Elevación	20" Ø	24" Ø
Brazos entre 4ta. y 5ta. Elevación	20" Ø	26" Ø
Brazos entre 5ta. y 6ta. Elevación	20" Ø	26" Ø
Brazos entre 6ta. y 7ma. Elevación	-	26" Ø

2.3.5 Inclinación de Paños.-

Se llama Inclinación de Paño a la medida del ángulo Diedro que forma un plano lateral cualquiera (Paño) con el plano vertical (perpendicular la Base del Castillo) que pasa por la línea de eje de la Primera Elevación, (esta línea de eje también esta contenida en el plano lateral). Esta inclinación varía según el Tipo de Plataforma escogida, esto es, la inclinación de Paños de las Plataformas tipo 220' y tipo 300' son diferentes, como se muestra en la Tabla: Nº 5.

TABLA: Nº 5

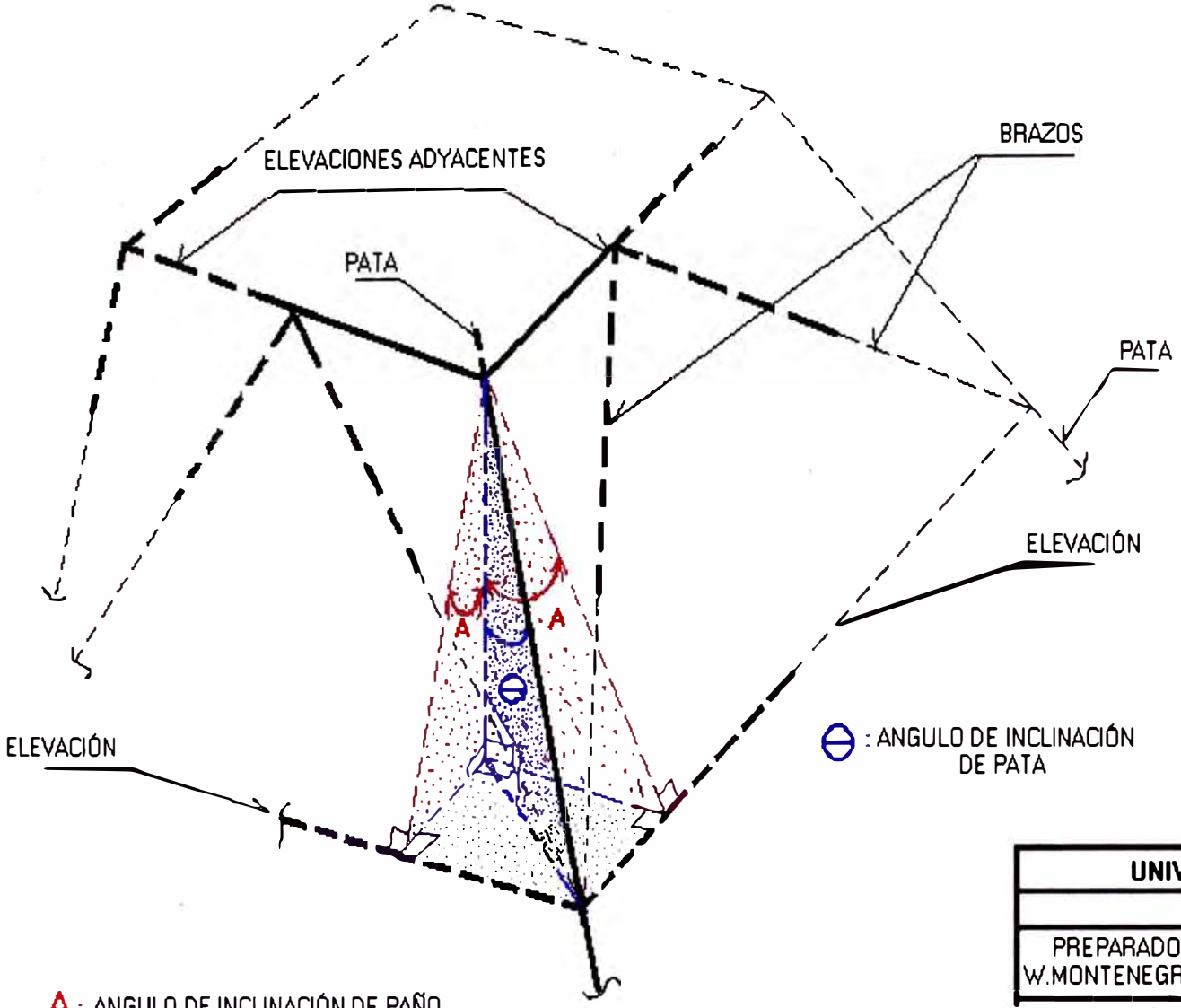
INCLINACIÓN DE PAÑOS DE CASTILLOS		
ELEMENTO	**TIPO DE PLATAFORMA**	
	220'	**300'**
INCLINACIÓN DE PAÑOS	1 1/2" : 12"	1 3/4" : 12"

2.3.6. Inclinación de Patas.-

Se llama Inclinación de Pata de un Castillo, a la inclinación que forma la arista de dos Paños contiguos (Pata del Castillo) con respecto a la vertical bajada desde un punto superior de la arista a la Base del Castillo. Esta inclinación varía según el Tipo de Plataforma escogida, esto es, sea Tipo 220' o Tipo 300' como se muestra en la Tabla: Nº 6.

TABLA: Nº 6

INCLINACIÓN DE PATAS DE CASTILLO		
ELEMENTO	**TIPO DE PLATAFORMA**	
	220'	**300'**
INCLINACIÓN DE PATAS	2 1/8" : 12"	2 1/2" : 12"



PLATAFORMA TIPO : 300'	
TANGENTE DE ANGULOS	
Tg A	1 3/4" : 12"
Tg θ	2 1/2" : 12"

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA			
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA			
PREPARADO W.MONTENEGRO	CONSTRUCCION E INSTALACION DE UNA PLATAFORMA DE 314' DE PROFUNDIDAD DE AGUA ZOCALO CONTINENTAL - TALARA		
REVISADO W. MONTENEGRO			
APROBADO W. MONTENEGRO	ELEMENTOS DE PLATAFORMAS INCLINACIONES DE PAÑOS Y PATA		
DIBUJADO W. MONTENEGRO	ESCALA S/E	FECHA FEBRERO 2005	PLANO N° 03

2.3.7. Medidas C- C de Primera Elevación.-

Como anotamos anteriormente, de acuerdo a la Profundidad de Agua, se diseñaba una Plataforma Marina, escogiendo entre los Patrones que eran del Tipo: 150', 220' o 300' y para cada Patrón las medidas de la Primera Elevación estaban definidas y eran características de cada Patrón, por ser un Tronco de Pirámide de sección cuadrada los c-c de las otras Elevaciones eran mayores de acuerdo a la Inclinación de los Paños, asimismo, para Plataformas de Tipo mayor las medidas de la Primera Elevación eran mayores esto es, la medida c-c de la Primera Elevación de un Castillo de Plataforma del Tipo 300' es mas grande que para un Castillo de Plataforma del Tipo 220', consiguiendo darle con esto una mayor estabilidad, como aparece en la Tabla: Nº 7

TABLA: Nº 7

MEDIDAS C-C DE PRIMERA ELEVACION DE CASTILLO		
ELEMENTO	**TIPO DE PLATAFORMA**	
	220'	**300'**
Medida C-C de Primera Elevación	30' - 9"	41' - 0 1/4"

2.3.8. Número de pozos por Plataforma.-

Todos los Prototipos de Plataformas, están diseñados para permitir desarrollar las Operaciones de: Perforación y Producción de Pozos Petroleros, las del Tipo 220' están diseñadas para Perforar hasta 20 Pozos, de los cuales 12 Pozos son Inclinados y 8 Pozos son Verticales y las del Tpo 300' están Diseñadas para Perforar hasta 24 Pozos, de los cuales 12 Pozos son Inclinados y 12 Pozos Verticales, la Inclinación se logra Diseñando la disposición de las Conductoras en Circulo y de forma Inclinada, con ángulos calculados para que las Conductoras no vayan a chocar con alguna Elevación o Elemento de Elevación o con algún Accesorio.

En la actualidad y con el avance de la Tecnología de Perforación de Pozos Petroleros (tanto en el Mar como en Tierra), se está usando la Perforación Dirigida, con lo que se consigue que todos los Pozos comiencen verticales y al cabo de una Profundidad convenida, se dirijan en la dirección deseada, lo que da como resultado una mayor área de Explotación, por lo que para abaratar costos así como acortar los tiempos de construcción sugerimos que las nuevas Plataformas sean Diseñadas solo con Pozos Verticales, lo que traería como lo hemos acotado menos tiempo en

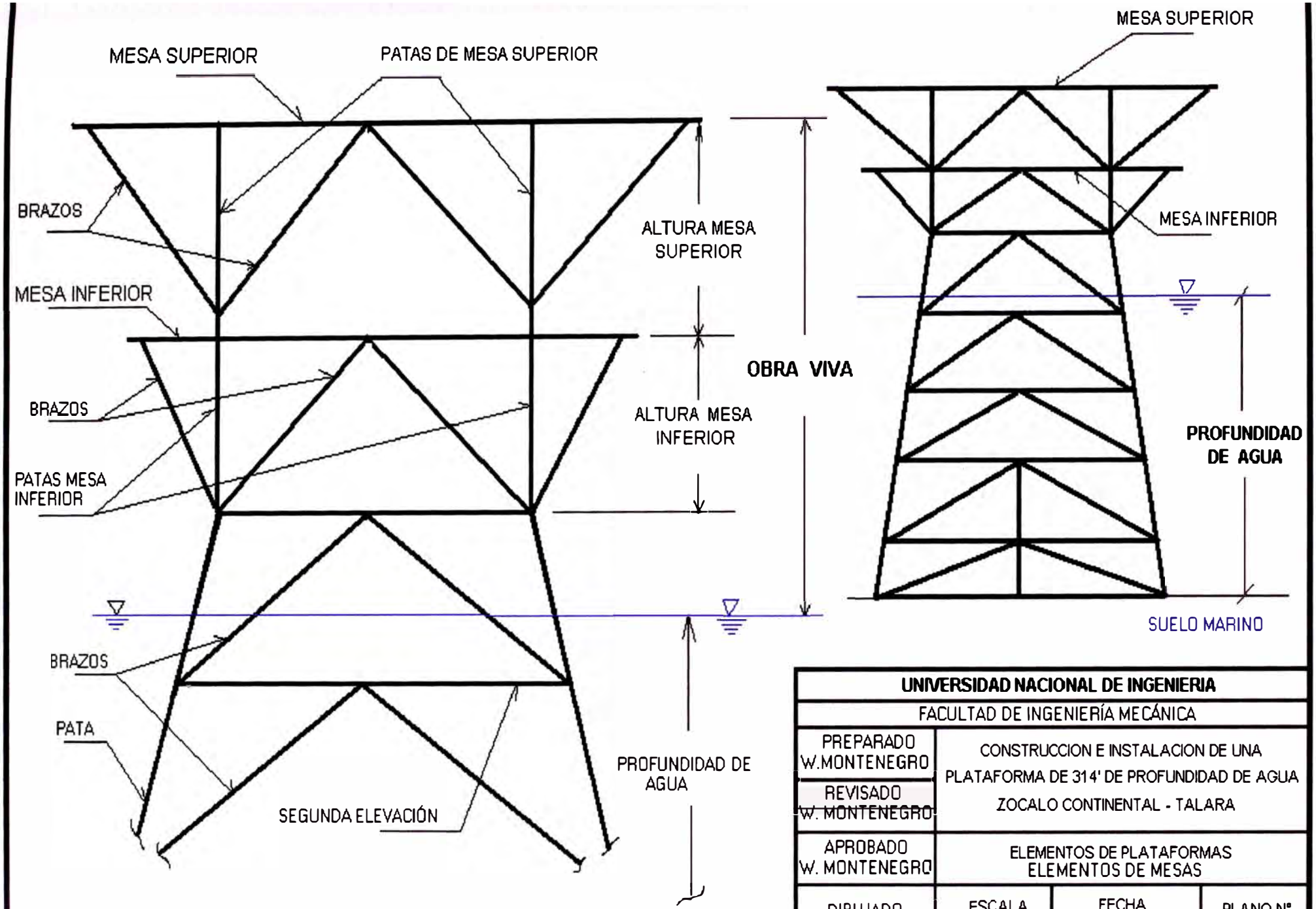
Construcción de 1er y 3er. Anillos, Campanas Inclinadas, Conductoras inclinadas, etc.

TABLA: Nº 8

NUMERO DE POZOS POR PLATAFORMA		
ELEMENTO	**TIPO DE PLATAFORMA**	
	220'	**300'**
NÚMERO DE POZOS VERTICALES	8	12
NÚMERO DE POZOS INCLINADOS	12	12
NÚMERO TOTAL DE POZOS	20	24

2.3.9. Conductoras.-

Son Tubos de 18" de Diámetro STD (18" x 0.375"), van soldados uno a continuación del otro haciendo un varillon, desde la Mesa Superior hasta la Ultima Elevación, pasan a través de las Campanas que les sirven de guías, luego, cuando el Castillo es instalado en su Locación, para los Pozos escogidos a Perforar, se les incrementa tubería a estas Conductoras hasta que lleguen al suelo Marino, y luego son Hincadas, hasta una Profundidad determinada, evitando de esta



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA			
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA			
PREPARADO W.MONTENEGRO REVISADO W. MONTENEGRO	CONSTRUCCION E INSTALACION DE UNA PLATAFORMA DE 314' DE PROFUNDIDAD DE AGUA ZOCALO CONTINENTAL - TALARA		
APROBADO W. MONTENEGRO	ELEMENTOS DE PLATAFORMAS ELEMENTOS DE MESAS		
DIBUJADO W. MONTENEGRO	ESCALA S/E	FECHA FEBRERO 2005	PLANO N° 04

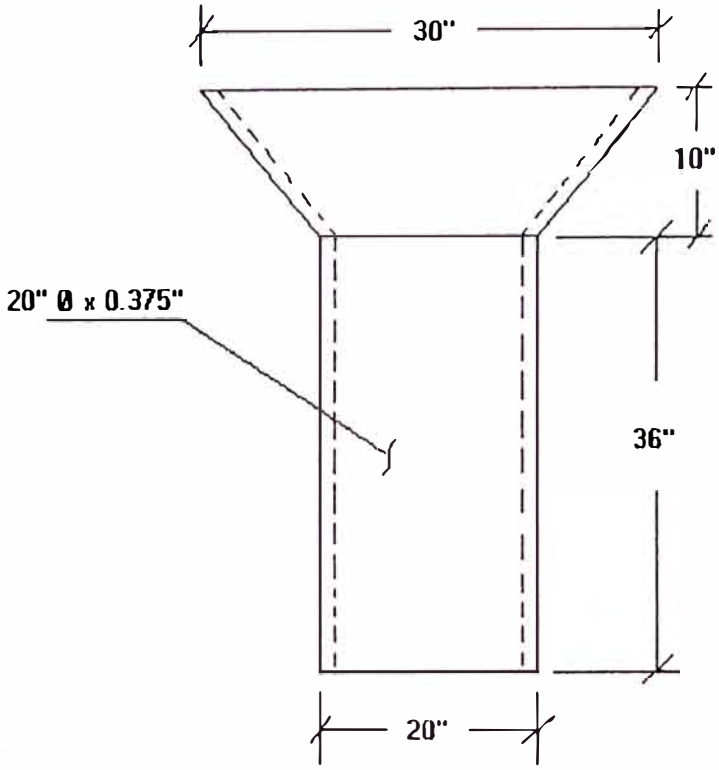
manera, que cuando se Perfore se pueda contaminar el Medio Ambiente, la Perforación se hace a través de estas Conductoras.

2.3.10. Campanas. —

Son Elementos que sirven de guías para las Conductoras de los Pozos a través del Castillo, se usan para todos los Pozos sean Verticales o Inclinados, se construyen de Tubo de 20" de diámetro STD (20" x 0.375"), con una longitud de la parte recta de 3' – 0", asimismo, en la parte superior llevan una porción de tubería en forma cónica, que le permite poder recibir con facilidad al tubo de18" de la Conductora en el momento del Montaje, van instaladas en la Primera, Tercera, Quinta y Sexta Elevación.

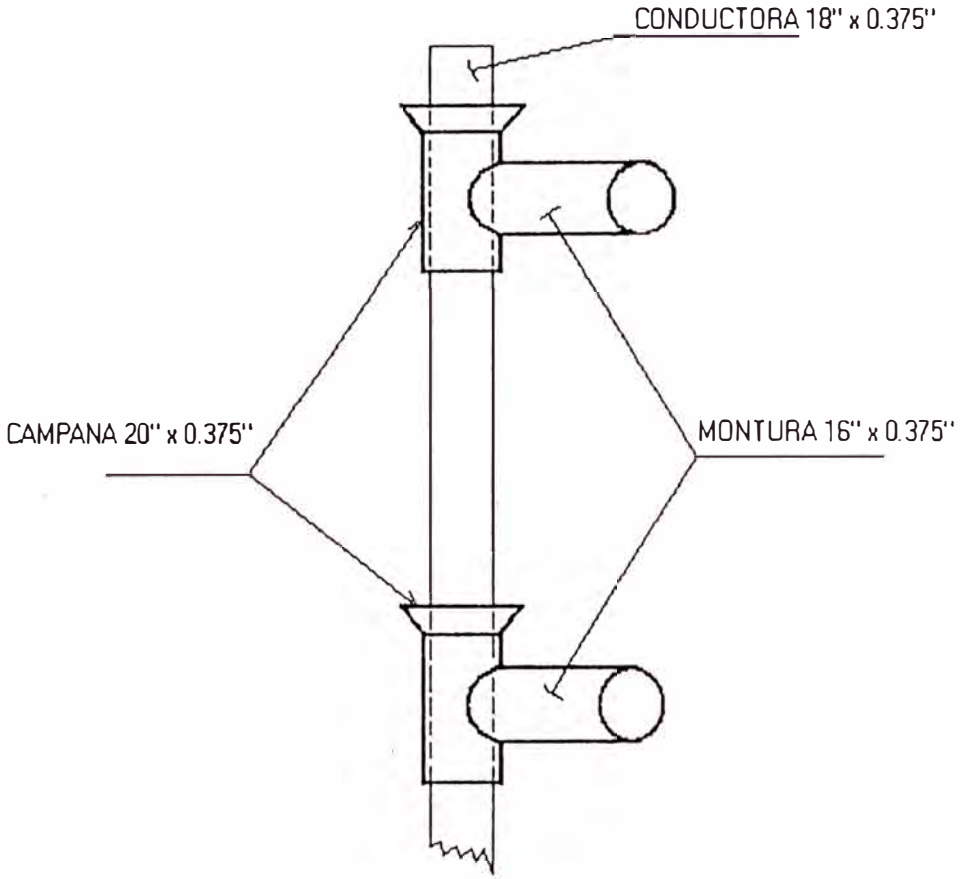
2.3.11. Ojos de Izaje.-

Los Ojos de Izaje van Instalados en la parte superior de cada una de las cuatro Patas, en la parte exterior de la Primera Elevación y en forma diagonal a esta y sirven para mantener al Castillo en forma Vertical, luego del Lanzamiento, para lo cual, la grúa con



CAMPANA

CANT.: 120



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA			
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA			
PREPARADO W.MONTENEGRO	CONSTRUCCION E INSTALACION DE UNA PLATAFORMA DE 314' DE PROFUNDIDAD DE AGUA ZOCALO CONTINENTAL - TALARA		
REVISADO W. MONTENEGRO			
APROBADO W. MONTENEGRO	ELEMENTOS DE PLATAFORMAS CAMPANAS		
DIBUJADO W. MONTENEGRO	ESCALA S/E	FECHA FEBRERO 2005	PLANO N° 18

ayuda de Grilletes y Estrobos de acero de 3" de diámetro, lo mantiene izado sin sacarlo del agua manteniéndolo de esa manera lo más cercano a su punto de Locación, hasta esperar que den la ordenen para proceder a la Inundación, procediendo de esa manera hasta llevarlo a su Locación Final. Para el caso de las Plataformas Tipo 220', los Ojos de Izaje son construidos de Plancha de 1", y en el caso de las Plataformas Tipo 300', los Ojos de Izaje son de Plancha de 2", en los dos casos van soldados a la Patas y llevan refuerzos de Plancha de 1", como se aprecia en los Planos adjuntos.

2.3.12.- Ojos de Jalada.-

Los Ojos de Jalada van ubicados en la Ultima Elevación del lado Skid (6ta. o 7ma. Elevación, dependiendo de cual sea la ultima de acuerdo al Tipo de Plataforma), la función que cumplen estos Ojos es la de servir de puntos para Jalar al Castillo hacia la Barcaza en la que luego será transportado. Para las Plataformas Tipo 220', van soldados entre las Vigas del Encajonado con el Skid y la última Elevación en número de dos, y para las Plataformas Tipo 300', se instala sólo un Ojo de Jalada y va instalado en el Centro de la

última Elevación del lado del Skid, como se aprecia en los Planos adjuntos.

2.3.13. Ojos de Botada.-

Los Ojos de Botada van ubicados en la Penúltima Elevación del lado Skid, y la función que cumplen es la de permitir retirar el Castillo hacia fuera de la Barcaza que lo Transporta, en el momento del Lanzamiento. Para las Plataformas Tipo 220' van instalados en número de dos entre la Penúltima y la Antepenúltima Elevación del Lado Skid y para las Plataformas Tipo 300' en el Centro de la Penúltima Elevación, variando para ambos casos en su forma, como se aprecia en los Planos adjuntos.

2.3.14. Tubos de Aire.-

Se denominan Tubos de Aire a los tubos estándar de 2 ½" Ø schedule 40 (2 ½" x 0.203"), que sirven para interconectar todos los Elementos de un Paño (independiente de las Patas), permitiendo con esto que al realizar la Prueba Neumática el ingreso de aire se

realice por un solo punto (ubicado en cada uno de los cuatro tubos que componen la Primera Elevación) con la ayuda de estos Tubos de Aire tenemos la certeza de que todos los Elementos de ese Paño están sometidos a la misma Presión de Prueba, la disposición de estos Tubos de Aire se puede ver en los Planos adjuntos.

2.3.15. Sistema de Inundación.-

Se conoce con el nombre de Sistema de Inundación, al mecanismo que permite el ingreso de agua dentro de los tubos que componen la estructura del Castillo, cuando se está tratando de Instalar el Castillo en su Locación. Este conjunto está compuesto por tubos galvanizados de 1 ½ " y 2" estándar. Este mecanismo nos permite abrir las Válvulas que se encuentran bajo agua a la altura de la penúltima Elevación, permitiendo el ingreso de agua para su Inundación, ingresa tanta agua hasta que se equipara la Presión Hidrostática del Agua con la Presión Neumática del Aire contenido dentro de los tubos, este evento nos permite que el Castillo vaya bajando poco a poco a su Locación y poder controlar de ese modo el descenso del Castillo

2.3.16. Válvulas.-

Las Válvulas que se usan en los Castillos, cumplen dos funciones, una es para permitir el ingreso de aire para las Pruebas Neumáticas, permitiendo tanto el ingreso como la salida de Aire (4 válvulas), y la otra es para el ingreso de Agua en el momento de la Inundación (12 válvulas) y asimismo permiten la salida del Aire y el ingreso de Agua en el momento de la Inundación para el descenso del Castillo (4 válvulas), en total son veinte Válvulas de globo de 2" x 600#, ocho Válvulas van instaladas entre la 4ta y 5ta Elevación, las que son usadas para inundar los Paños, y cuatro en las partes bajas de las Patas cercanas a la ultima Elevación, que inundan las Patas, y todas éstas son las que permiten el ingreso lento y controlado del Agua, asimismo, al momento que se equiparan las Presiones se abren las válvulas de salida de Aire (que se encuentran en la parte de la primera Elevación), logrando de este modo una Inundación controlada permitiendo que el Castillo baje lentamente, de tal manera que podamos controlar en todo momento el descenso y poder ubicar de esa manera el Castillo lo mas cercano posible en su Locación prevista.

2.3.17. Tapas de Patas.-

Las Patas del Castillo, tanto en la parte superior como en la parte Inferior se sellan. En la parte Superior con un disco de Plancha de 1" de espesor y en la parte inferior con un disco especial de caucho, lo cual se logra con la ayuda de una brida.

2.3.18. Sistema de Protección Catódica.-

Durante todo el tiempo de vida útil de una Plataforma Marina, está expuesta a un medio altamente Corrosivo como es el Agua de Mar , por esta razón toda la Estructura es protegida contra la Corrosión, con un Sistema de Protección con Ánodos de Sacrificio en este caso con Ánodos de Zinc con una pureza del 99.99%.

2.3.19. Encajonados.-

Se llaman encajonados a las estructuras que sirven para unir el Castillo con el Skid de Lanzamiento, mediante Planchas, Vigas y Canal, los cuales van instalados en las diferentes Elevaciones del

lado Skid, esto se logra con ayuda de una Viga montada sobre un Canal, para lo cual se refuerza con Planchas lo que da la apariencia de Cajones, y que permiten que en el momento de la Jalada todo el Castillo se deslice sobre el Skid de Lanzamiento, lo que se logra con esto es que el Peso del Castillo se transmita al Skid de Lanzamiento esto lo detallamos en los Planos adjuntos.

2.4.- PRINCIPALES ELEMENTOS DE MESAS.

Las Mesas van instaladas en la parte superior del Castillo, lo que podemos decir también que pertenecen a la Obra Viva de la Plataforma, sobre estas Mesas se instalan el Equipo de Perforación con sus Equipos Auxiliares y posteriormente los Equipos de Producción, entre ellos: Cabinas de Monitoreo, Tanques de Almacenamiento, Generadores, Bombas, Tanques, Manifolds, Flow Lines etc.

2.4.1. Mesa Inferior.-

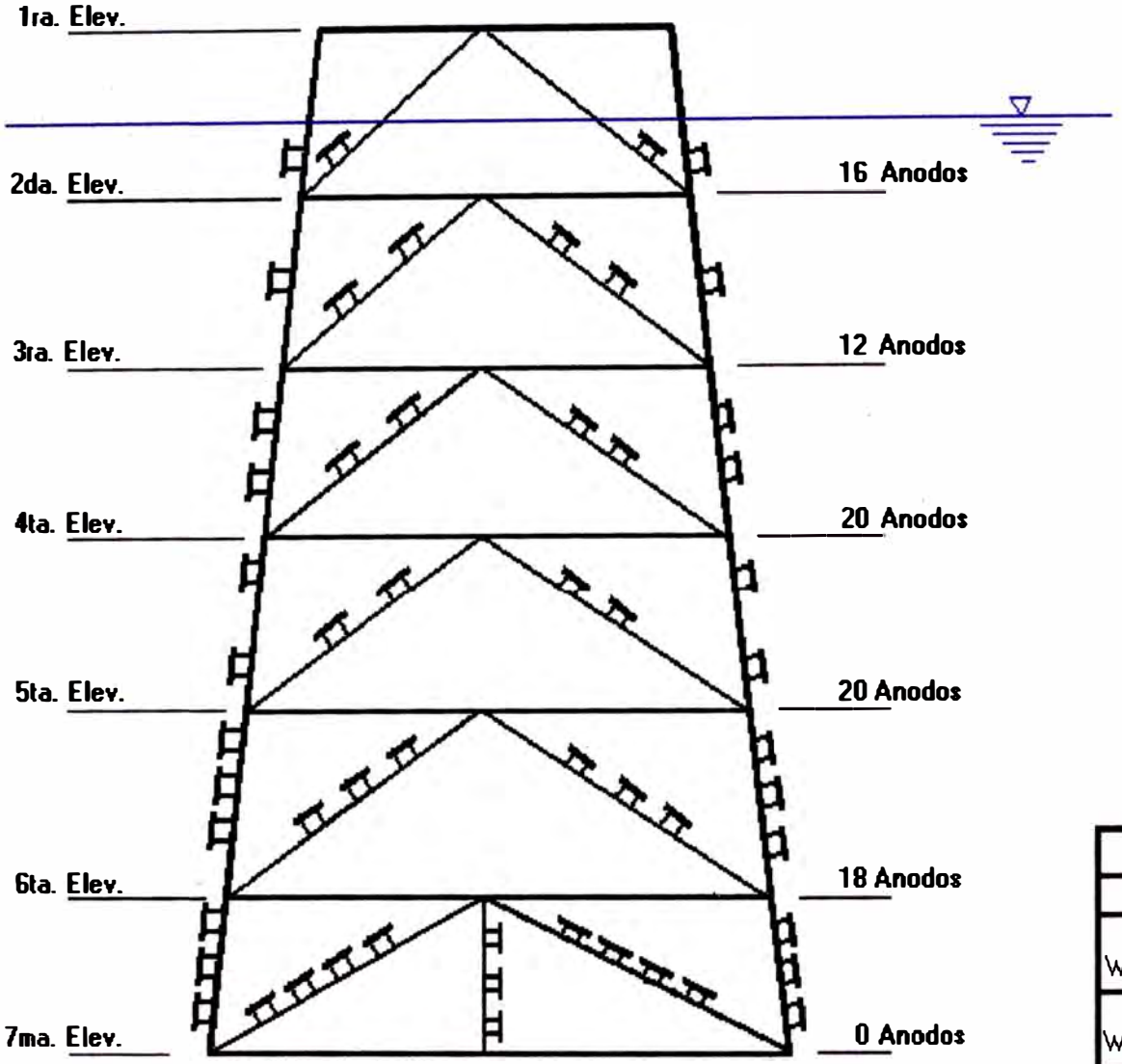
La Mesa Inferior se monta sobre los Pilotes que van dentro de las Patas del Castillo, los que previamente han sido nivelados y

recortados a un mismo nivel, sobre esta Mesa va montados los Generadores y Cabezas de Pozo, asimismo, los Tanques Trapezoidales y Bombas, entre otros. Las Patas de la Mesa Inferior terminan en una Estructura que permite el ensamble rápido con los Pilotes, ésta estructura se le conoce con el nombre de Trompo, se construye de plancha de 1" y lleva un tramo de tubo de igual diámetro que el del Pilote y el corte de este tubo tiene una inclinación igual al ángulo de inclinación de la Pata..

2.4.2. Mesa Superior.-

la Mesa Superior se monta sobre la Mesa Inferior sobre una plancha que se ubica en la intersección de las Vigas Madre (W36), sobre esta Mesa va el Equipo de Perforación y sus Equipos Auxiliares, luego en la etapa de Producción se monta sobre ella una Grúa para el izamiento de Personas, Equipos y Materiales.

A manera de información anotaremos que las Mesas se transportan después de que el Castillo se Instala en su Locación y a continuación de la siguiente fase que es el Hincado de Pilotes, las dos Mesas se transportan sobre una Barcaza y luego son montadas con ayuda de la Grúa de la Barcaza, las Patas de la



N° DE ANODOS EN PATAS Y BRAZOS: 173

N° DE ANODOS EN ELEVACIONES : 86

N° DE ANODOS TOTALES : 259

ANODOS DE Zinc : 99.99 % Pureza

Peso de Anodo: 325 Lbs.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA			
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA			
PREPARADO W.MONTENEGRO	CONSTRUCCION E INSTALACION DE UNA PLATAFORMA DE 314' DE PROFUNDIDAD DE AGUA ZOCALO CONTINENTAL - TALARA		
REVISADO W. MONTENEGRO			
APROBADO W. MONTENEGRO	ELEMENTOS DE PLATAFORMAS UBICACION DE ANODOS		
DIBUJADO W. MONTENEGRO	ESCALA S/E	FECHA FEBRERO 2005	PLANO N° 08

Mesa Superior terminan en un corte recto perpendicular al eje de la Pata.

2.4.3. Medidas de Mesas.-

Las Mesas de una Plataforma son de distinta medida, la Mesa Superior es mas grande que la Mesa Inferior, por esta razón las medidas de una Mesa están referidas a las medidas de largo por ancho de cada una de ellas, también acotaremos que las medidas de las Mesas varían de acuerdo al Tipo de Plataforma escogida como Prototipo, como lo indicamos en la Tabla: Nº 9, las Plataformas pertenecientes a Prototipos de Plataformas Grandes , tienen las medidas de sus Mesas mas grandes que las pertenecientes a Prototipos Menores, en el ejemplo en la tabla podemos ver que las medidas de Mesas de una Plataforma Tipo 300' son mas grandes que las Mesas de una Plataforma Tipo 220'.

En la Tabla Nº 9, presentamos algunas medidas para los dos Tipos de Plataformas Marinas mas usados en las operaciones de producción en el Mar del lote Z-2B en Talara.

TABLA: Nº 9

ELEMENTOS	TIPO DE PLATAFORMA	
	220'	300'
CC DE PATAS	30' - 9"	41' - 0 1/4"
ALTURA DE MESA SUPERIOR	15' - 0"	17' - 0"
ALTURA DE MESA INFERIOR	12' - 0"	12' - 0"
LARGO X ANCHO MESA SUPERIOR	90' X 90'	98' x 98'
LARGO X ANCHO MESA INFERIOR	65' X 65'	80' x 65'

2.4.4. Altura de Mesas.-

La altura de una Mesa sea ésta Mesa Superior o Inferior, esta referida a la distancia que hay entre la parte superior de la Mesa y el extremo de una de sus Patas, asimismo, la altura de una Mesa Superior y la altura de la Mesa Inferior varían según el Prototipo de Plataforma escogido. Para el caso de la Altura de la Mesa Inferior se mide desde la parte superior de la Mesa inferior hasta el final del trompo incluido , esto es, hasta la parte donde se encuentra con el Pilote que a sido previamente Nivelado y recortado a la misma altura que los otros tres, como se puede ver en la Tabla: Nº 10.

TABLA: Nº 10

MEDIDA DE ALTURA DE MESAS DE PLATAFORMAS		
ELEMENTO	**TIPO DE PLATAFORMA**	
	220'	**300'**
ALTURA DE MESA SUPERIOR	15' - 0"	17' - 0"
ALTURA DE MESA INFERIOR	12' - 0"	12' - 0"

2.4.5.- Patas. –

Tanto la Mesa Superior como la Mesa Inferior tienen cada una: cuatro Patas, para cualquiera que sea el Prototipo de Plataforma escogido, sus medidas (Diámetro de tubería y altura de Patas) dependen del Tipo de Plataforma seleccionado y de los Equipos que se instalan encima de ellas, algunos temporales como los Equipos de Perforación, Equipos de Servicio de Pozos, y otros permanentes o estacionarios, como el caso de los Compresores, Tanques, Líneas, Grúa, Manifold, Casetas, etc. Las Patas de la Mesa Inferior terminan en una Estructura que permite facilitar el ensamble con los Pilotes, llamado Trompo y las Patas de la Mesa Superior terminan en un corte recto de tubería.

TABLA: Nº 11

MEDIDA DE PATAS DE MESA DE PLATAFORMAS		
ELEMENTO	**TIPO DE PLATAFORMA**	
	220'	**300'**
NÚMERO DE PATAS	4	4
LONGITUD DE PATA MESA SUPERIOR	12'	14'
LONGITUD DE PATA MESA INFERIOR	9'	10'

2.4.6. Distancias C – C de Patas.-

Las distancias centro a centro de las Patas de las Mesas, sean estas: Superior o Inferior, dependen del Tipo de Plataforma escogida como Prototipo.

A modo de aclarar este punto, diremos que las Mesas de Plataformas Tipo220', tanto la Superior como la Inferior, tienen como distancias centro a Centro: 30' – 9", y las del Tipo 300': tienen como distancias centro a centro 41' – 0 ¼" como se puede ver en la Tabla: Nº 9, para un mismo Prototipo de Plataforma las medidas c-c de las Patas de sus Mesas son iguales, lo que varía es la longitud de las Patas del Castillo ya que esta de acuerdo a la

Profundidad de Agua, como se vera las medidas c-c son las mismas que las medidas de la primera Elevación del Castillo.

2.4.7. Vigas Madre.-

Se da el nombre de Vigas Madre, a las vigas principales de las Mesas (W36"), y son las más grandes de las que componen la Estructura de una Mesa, sobre estas Vigas se reparte el Peso Propio de la Mesa, y de todos los Elementos montados sobre las Mesas entre ellos: equipo de Perforación, Equipos de work over, Motores instalados sobre ellas, Tanques y Cargas Vivas, además de instalaciones propias de una Mesa en servicio, todas estas cargas son transmitidas a las Vigas Madre por medio de las Vigas Secundarias, y a su vez éstas (las vigas madre) lo transmiten a las Patas, y estas a su vez a los Pilotes, al respecto diremos, que en la intersección de las Vigas Madre van instaladas las Patas de la Mesa, su disposición y Medidas lo podemos ver en los Planos de Mesas presentados.

2.4.8. Vigas Principales.-

Las Vigas Principales, son las Vigas del Tipo WF que sirven de amarre entre Vigas Madre, además de darle la rigidez sirven para formar de esta manera la Plataforma de la Mesa sea esta Superior o Inferior según sea el caso, estas Vigas son de un tamaño un poco menor que las Vigas Madre, ejemplo: Cuando la Viga Madre es de W36" las Vigas Principales son: W24".

2.4.9. Vigas Secundarias.-

Las Vigas Secundarias, son las Vigas del tipo WF que sirven de amarre entre las Vigas Principales, al igual que las Vigas Principales ayudan a dar Rigidez a la Mesa además de servir para el planchado que formará la superficie de las Mesas, estas son de un tamaño menor que las Vigas Principales, ejemplo: cuando las Vigas Principales son de W24", las Vigas Secundarias son de W12" o W9".

2.4.10. Vigas de Esquinero.-

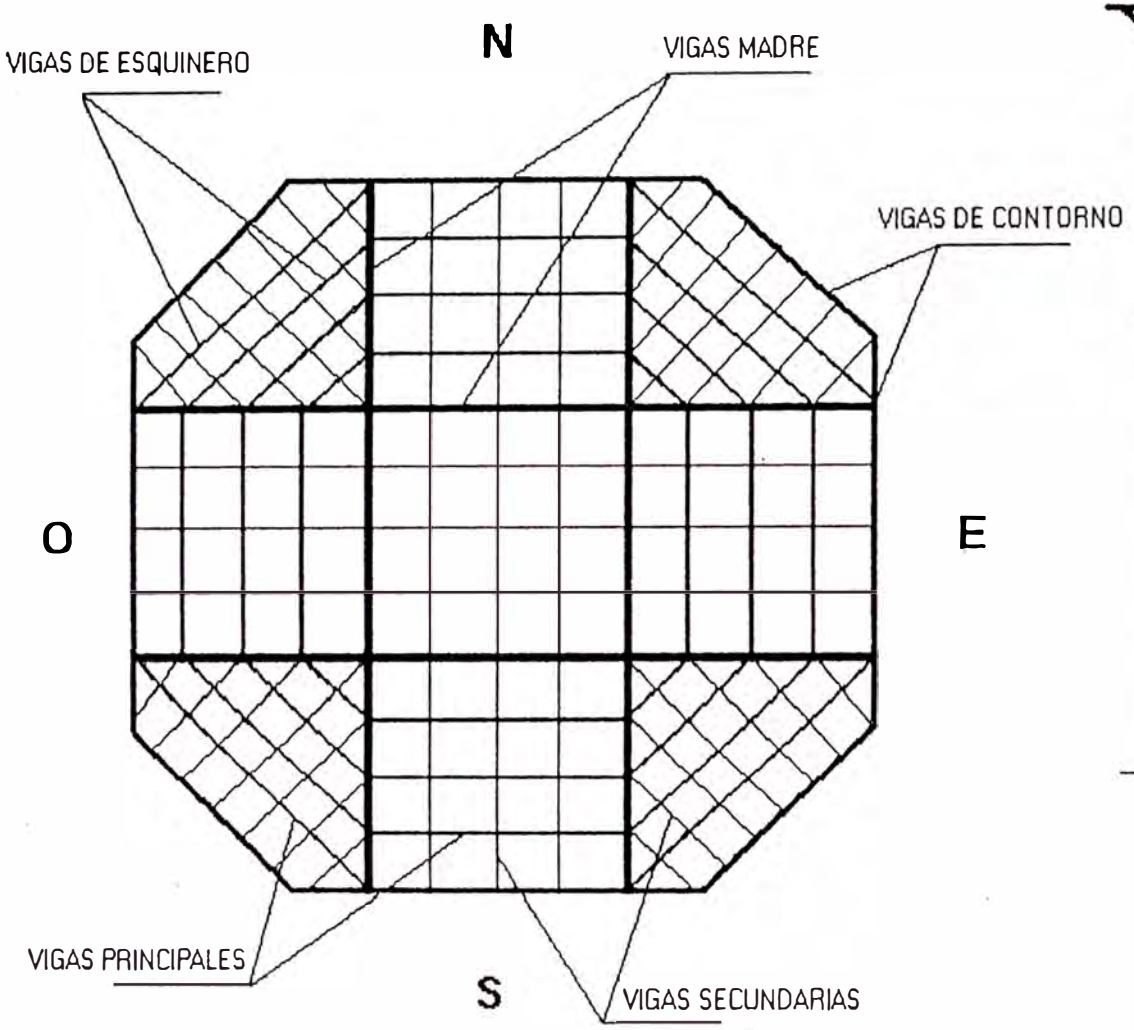
Las Vigas denominadas de Esquinero son las Vigas WF que sirven de amarre a las Vigas Principales que van instaladas en las esquinas de las Mesas, y además de servir para darle rigidez a la Mesa sirven como soportes de las planchas que componen la superficie de la Mesa, estas son de un tamaño menor que las Vigas Secundarias por lo general son: W6".

2.4.11. Vigas de Contorno.-

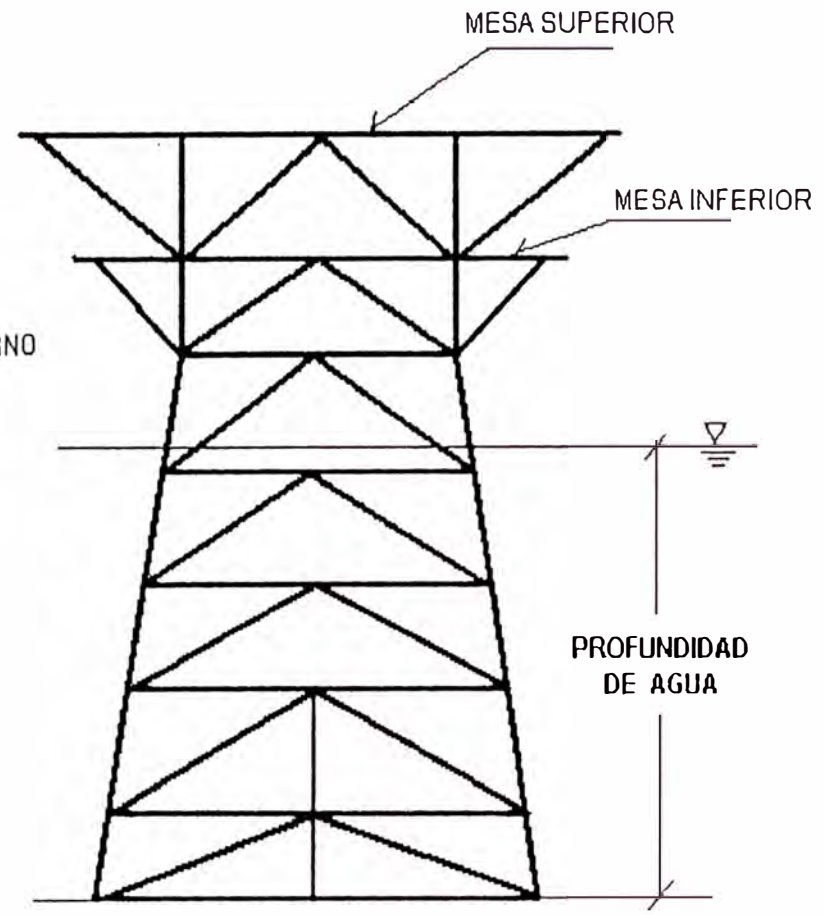
Las Vigas de Contorno son las Vigas WF que van instaladas en toda la periferia de las Mesas además de contribuir con la rigidez de las Mesas sirven para delimitar la Plataforma de éstas, son del tipo WF y por lo general son de W6".

Para poderlas identificar de acuerdo a su posición dentro de las Mesas, (tanto para la etapa de habilitado como para la etapa de armado) se les clasifica de la siguiente manera:

- Vigas Interiores.
- Vigas Exteriores lado Norte



PRINCIPALES ELEMENTOS DE MESAS DE PLATAFORMA



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA			
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA			
PREPARADO W.MONTENEGRO	CONSTRUCCION E INSTALACION DE UNA PLATAFORMA DE 314' DE PROFUNDIDAD DE AGUA ZOCALO CONTINENTAL - TALARA		
REVISADO W. MONTENEGRO			
APROBADO W. MONTENEGRO	ELEMENTOS DE PLATAFORMAS ELEMENTOS DE MESAS		
DIBUJADO W. MONTENEGRO	ESCALA S/E	FECHA FEBRERO 2005	PLANO N° 06

- Vigas Exteriores de esquinero Noreste
- Vigas Exteriores lado Este
- Vigas Exteriores de Esquinero Sureste
- Vigas Exteriores lado Sur
- Vigas Exteriores de Esquinero Suroeste
- Vigas Exteriores Lado Oeste - Aleros.
- Vigas Exteriores de Esquinero Noroeste

2.4.12. Extensiones.-

Son Estructuras de forma plana confeccionadas con Vigas, y van instaladas en la parte exterior de la Mesa junto a las Vigas de Contorno lo que permite ampliar el área de la Mesa, por lo general en ellas se montan las Casetas de los Operadores y también sirve de área de acceso para las escaleras que conducen a la Mesa Superior, ésta área de acceso va instalada en la Mesa Inferior en el Lado Sur de la Plataforma.

2.4.13. Brazos de Mesas.-

Se denominan Brazos de una Mesa, a los tubos que unen la parte inferior de las Patas de la Mesa, con el centro del tramo de la Viga Madre entre dos Patas, o también a los tubos que parten de la parte inferior de la Pata de la Mesa hacia el Volado que hace la continuación de la Viga Madre hacia afuera de la Pata, sirven de soporte o puntal, a la vez que determinan la rigidez de la estructura de la Mesa.

2.4.14. Asientos de Mesa.-

Es el Sistema de Ensamble, construido con tubería de 38" Ø o 18" Ø (según el Tipo de Plataforma escogido) y planchas de 1", que va montado en el extremo libre de las Patas de la **Mesa Inferior** y permite de ésta manera, un buen ensamble con los Pilotes que fueron Nivelados, se le conoce con el nombre de Trompo de la Pata.

2.4.15. Escaleras.-

Las Escaleras sirven como medios de acceso entre: el Varadero y la Mesa Inferior y luego entre la Mesa Inferior y la Mesa Superior, para su instalación se emplea una extensión en la Mesa Inferior y dos Extensiones Pequeñas en la Mesa Superior (para la Mesa Superior existen dos accesos), se construyen de Canal y los pasos son de Parrilla (Grating).

2.4.16. Pasamanos.-

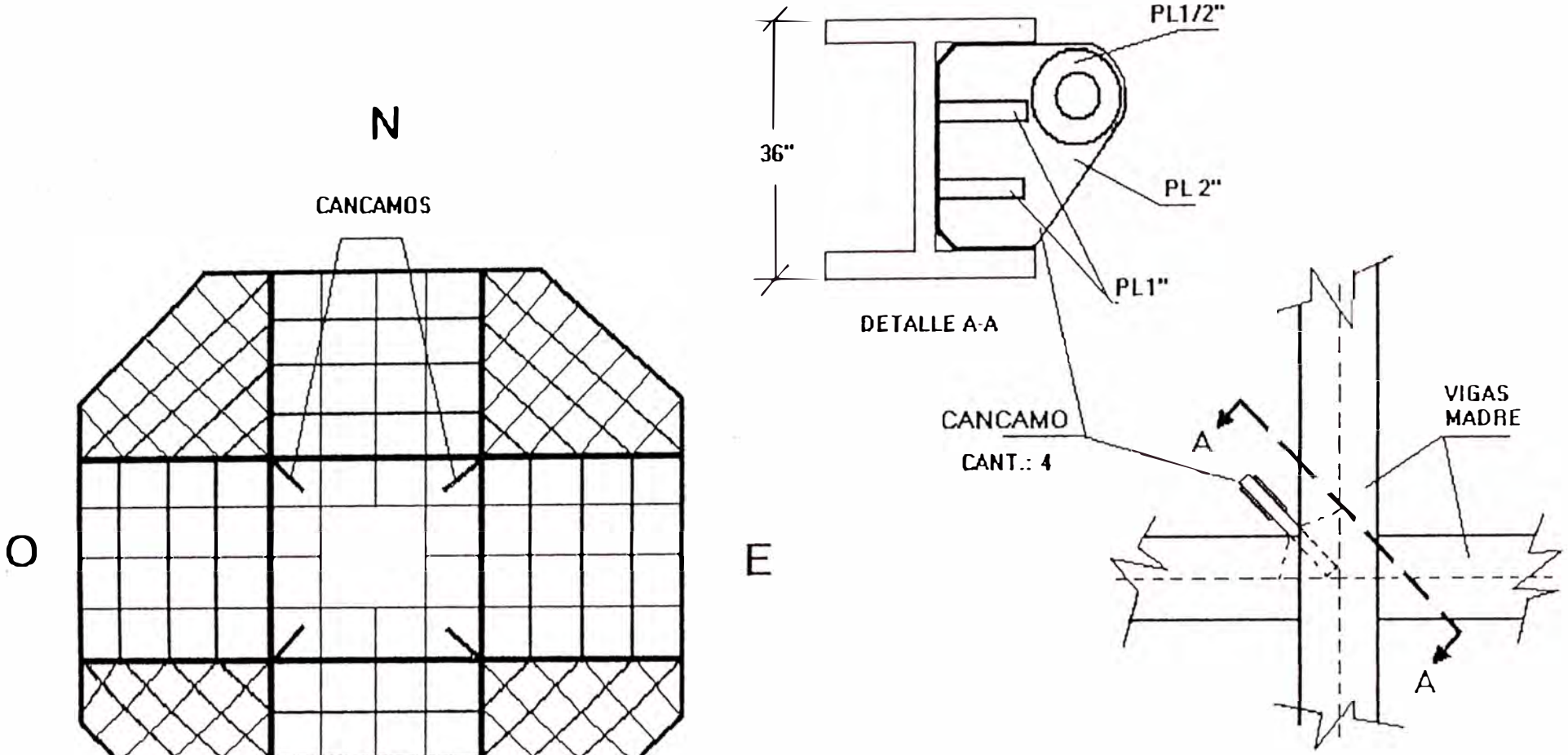
Los Pasamanos sirven como Protección para el Personal (Se construyen de tubería de 1 ½") y van instalados en todo el contorno de las Mesas (sobre las Vigas de Contorno) siguiendo en forma continua por las Escaleras, desde el Varadero instalado en la Primera Elevación hasta la Plataforma de la Mesa Superior.

2.4.17. Cáncamos.-

Se llaman Cáncamos a los accesorios construidos de plancha de 1", para facilidad de maniobras en la Plataforma de las Mesas y van soldados en las Vigas de Contorno, en la dirección de las Vigas Madres de la Mesa Superior, y que sirven como punto de amarre de tecles o winches, permitiendo de esa manera poder instalar correctamente al Equipo de Perforación, a la Grúa, o cualquier otro Equipo que se monta sobre la Plataforma de las Mesas, en total se instalan ocho Cáncamos por Mesa.

2.4.18. PILOTES.

Los Pilotes o Clavos, son hincados teniendo como guía las Patas del Castillo, dependiendo del Prototipo de plataforma seleccionado, pueden ser de tubería de: 38" Ø o 18" Ø , (esto es: según sean las patas de 42" Ø o de 22" Ø), estos pilotes se hincan hasta una profundidad que permita tener obtener el rechazo deseado, luego se nivelan, y sobre ellos se monta la Mesa Inferior, según el tramo del pilote varía el espesor de tubería (esto es, los primeros pilotes son de espesor de pared mas gruesos que los últimos).



PRINCIPALES ELEMENTOS DE MESAS DE PLATAFORMA

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA			
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA			
PREPARADO W.MONTENEGRO	CONSTRUCCION E INSTALACION DE UNA PLATAFORMA DE 314' DE PROFUNDIDAD DE AGUA ZOCALO CONTINENTAL - TALARA		
REVISADO W. MONTENEGRO			
APROBADO W. MONTENEGRO	ELEMENTOS DE PLATAFORMAS UBICACION DE CANCAMOS		
DIBUJADO W. MONTENEGRO	ESCALA S/E	FECHA FEBRERO 2005	PLANO N° 10

2.4.19. Varadero.-

Conocido también con el nombre de Embarcadero, es una estructura construida con tubería y vigas que va montado en el Lado Oeste del Castillo, a la Altura de la Primera Elevación y es usado para el Embarque/Desembarque del Personal a la Lancha/plataforma y viceversa, además cuenta con neumáticos a modo de protección para la Lancha, cuando ésta se acerca a la Plataforma en el momento de dejar y/o recoge al Personal.

2.5.- SKID DE LANZAMIENTO DE CASTILLOS.

El Skid de Lanzamiento de Castillos, está conformado por dos vías paralelas construidas de Vigas WF (viga H) de 36" x 194#, separadas: 35' – 0" de c-c, asimismo para mantenerlo siempre vertical cuenta con arriostres de tubo de 6" Ø Schedule 80 (6" Ø x 0.432"), cada 3' - 0", asimismo la línea de centro longitudinal del Skid coincide con la Línea de Centro Longitudinal del Castillo. El Skid de Lanzamiento del Castillo, está Montado sobre Pilotes de tubo de: 18" Ø schedule 120 (18" Ø x 1.375"), los que luego de ser hincados fueron nivelados, el Skid Comienza en Tierra y se dirige hacia el Mar, en una longitud aproximada de 550', a

todo lo largo sobre el Skid va montado Tacos de madera de 12" x 12" x 10' que se fijan sobre el Skid, y encima de estos Tacos se montan los Canales C 15" x 33.9#, los que van soldados uno a continuación del otro en una longitud igual a la longitud del Castillo y que unidos al Castillo por medio de los Cajones forman el Patín que se desliza sobre los Tacos, con ayuda de Grasa Pesada, permitiendo de esta manera la Jalada del Castillo hacia la Barcaza que lo transportará. Durante la construcción, el Castillo descansa sobre las Monturas existiendo una separación entre cualquier Elemento del Castillo y el Skid, una vez construido totalmente el Castillo se procede al Encajonado y posterior a esto se cortan las Monturas, quedando listo para deslizarse sobre el Skid como lo hemos descrito.

2.6.- SKID DE LANZAMIENTO DE MESAS. –

El Skid de Lanzamiento de Mesas, está conformado por tres vías paralelas de tubo de 24" schedule 80 (24" Ø x 1.218"), los que van montados sobre Pilotes de Tubo de: 18" Ø schedule 40 (18" Ø x 0.562"), y que luego de la hincada fueron nivelados dándoles una pendiente del 1.5 %, de las tres vías dos van cerca y la tercera va más separada, de la siguiente manera: Entre las dos extremas la distancia de

sus líneas de centro longitudinales es de: 41' – 0 1/4" y de la intermedia a la más extrema la distancia de sus líneas de centro longitudinales es de: 30' - 9", lo que nos permite con ayuda de Monturas sobre los tubos del Skid, deslizar por encima de ellos tanto las Mesas de Plataformas tipo 220', como las Mesas de las Plataformas Tipo 300'. A modo de información diremos que la Jalada de las Mesas es de una por una, jalando primero la Mesa Superior y después la Mesa Inferior, las mismas que son Izadas a la Barcaza en ese orden, para su transporte.

2.6.1. Sillas y Monturas.-

Son accesorios que se usan tanto para la Construcción de los Castillos como para la Jalada de las Mesas, de la siguiente manera:

2.6.2.- Sillas.-

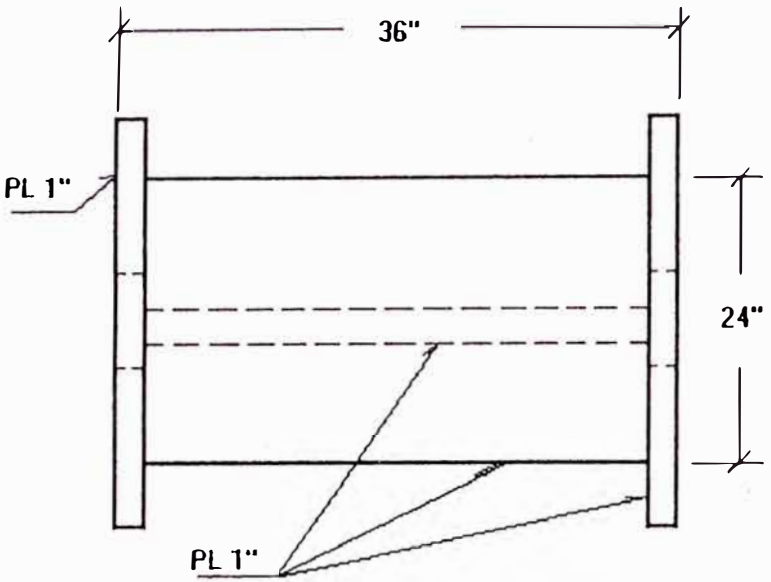
Para construir un Castillo se hace sobre soportes construidos de plancha y tubería cortada en media luna de acuerdo a las Patas del Castillo montadas a su vez sobre Mesas fijas y niveladas (a un mismo nivel, las Mesas se montan sobre Pilotes), dispuestas de tal

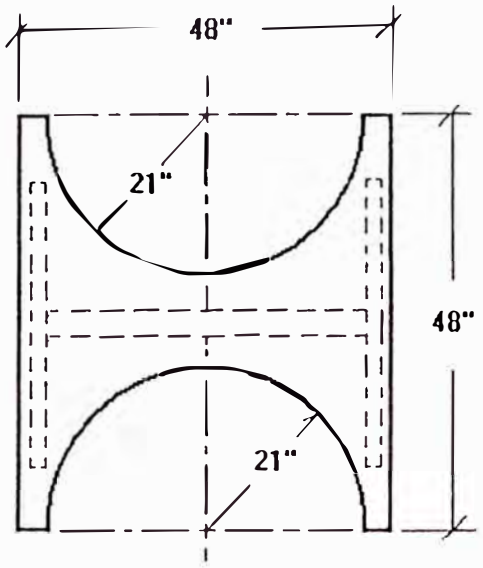
forma que siguen la dirección de los Ejes longitudinales de las Patas de los Paños, separadas de tal manera que a la vez sirvan de plantilla para la construcción de los Paños y posteriormente el armado total del Castillo, sobre estas Mesas se instalan las Sillas que son, como hemos dicho, Estructuras Metálicas, sobre las que se soporta en forma horizontal las Patas del Castillo que se está construyendo, para el caso de un Castillo Tipo 300', las Sillas tienen un Soporte Cilíndrico que viene a ser la mitad de un tubo de 42" Ø x 4' – 0", que previamente se ha rolado para que pueda albergar a la Pata del Castillo de 42" Ø y es soportado sobre Planchas Verticales de 1", lo mismo se da para el caso de un Castillo Tipo 220', sólo que ésta vez se usa un tipo de Silla que debe dar cabida a una Pata de tubo de 22"Ø.

2.6.3. Monturas.-

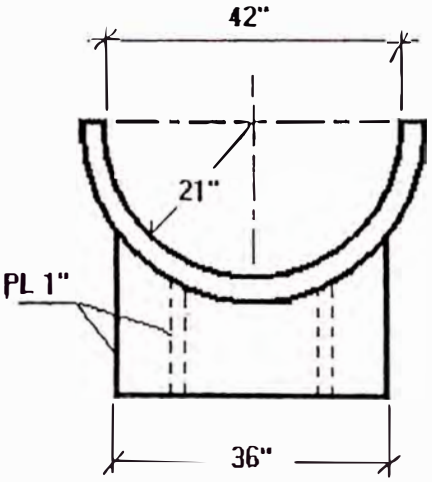
Las Monturas son Estructuras que se construyen con plancha de 1", cuentan con dos planchas de 1"x48"x48" separadas 4' - 0", a las que se les a echo cortes de semicírculo, de acuerdo al diámetro de la tubería de la pata a usar y sirven para alojar dos tubos a la vez, dispuestos en forma horizontal uno encima del otro, los tubos son

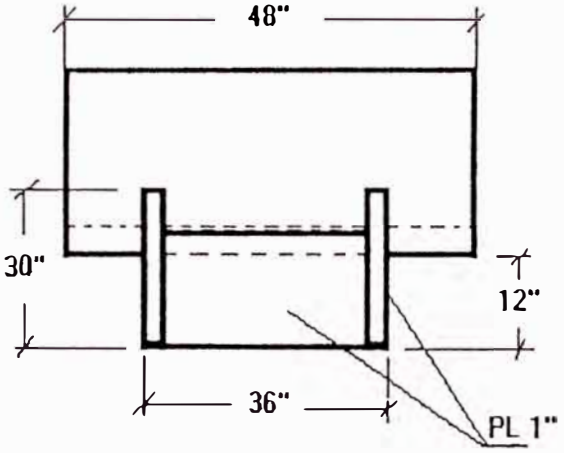
separados por la medida de la garganta de la montura (12"), esto es de gran ayuda cuando tratamos de hacer el segundo Paño ya que nos permite usar el primer Paño como plantilla, la plancha se corta en forma de doble U invertidas, se usan dos planchas con este corte separadas 48" entre si por dos planchas de 1" x 48" x 48". Como se puede observar en el esquema adjunto.





MONTURA PARA PATA DE 42"





SILLA PARA PATA DE 42"

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA			
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA			
PREPARADO W.MONTENEGRO	CONSTRUCCION E INSTALACION DE UNA PLATAFORMA DE 314' DE PROFUNDIDAD DE AGUA ZOCALO CONTINENTAL - TALARA		
REVISADO W. MONTENEGRO			
APROBADO W. MONTENEGRO	ELEMENTOS DE PLATAFORMAS MONTURAS Y SILLAS		
DIBUJADO W. MONTENEGRO	ESCALA S/E	FECHA FEBRERO 2005	PLANO N° 07

2.7. ESPECIFICACIONES TRABAJOS DE METAL MECANICA

2.7.1. Calificación de Soldadores Generalidades.

2.7.2. Alcances

Esta especificación establece los procedimientos para la calificación de soldadores a trabajar en la instalación de tuberías soldadas.

2.7.3. Limitaciones

2.7.3.1.- Aplicable sólo a materiales bajo la clasificación P-1 del Código ASME, tales como los ASTM A-36, A-53, A-105, A-106, A181, A-285, A-516, API 5L A y B, etc. para la calificación con otros materiales, remitirse al Código ASME.

2.7.3.2.- Aplicable a soldadura con electrodos bajo la clasificación F-3 del Código ASME, como son los electrodos E-XX10 y E-XX1. Para otros tipos de soldadura (doble bisel), se deberá usar este tipo de soldadura en el espécimen de prueba, de acuerdo al Código ASME.

2.7.3.3.- Aplicable para la calificación de soldadores en soldado de tuberías hasta 3/4" de espesor de pared.

2.7.4. Estándares y Códigos.

Esta especificación está de acuerdo con:

ANSI B 31.3 Standard Code for Chemical Plant & Petroleum Refinery Piping.

ANSI B 31.8 Standard Code for Gas Transmission and Distribution Piping

ASME Boiler and Pressure Vessel Code-Section ix-Welding Qualifications.

2.7.5. Procedimiento

El procedimiento consiste en la realización de una junta (soldad a tope) de tuberías y el posterior sometimiento a Pruebas de Flexión, de Probetas elaboradas de las tuberías soldadas.

La soldadura se realizará en la posición 6-G del Código ASME, que es la mostrada en la figura 1, sin rotar la tubería.

Los bordes a soldar se preparan del modo mostrado en la figura 2.

Las tuberías a soldar serán del mismo tipo que el empleado en la obra, o en su defecto será ASTM A-53, del tipo especificado en el siguiente cuadro:

TABLA Nº 12

CALIFICACIÓN PARA SOLDAR

ESPESOR DE TUBERIA	TUBERIA DE PRUEBA
STD	6" SCH 40
STD < ESPESOR < 3/4"	6" SCH 80"

Es aceptable el empleo de tuberías de mayor diámetro siempre que se mantengan como mínimo los espesores de las tuberías del cuadro.

La soldadura se realizará con electrodo clasificación E-6010.

Luego de la soldadura, las probetas para las pruebas de flexión se tomarán del modo mostrado en la figura 3. las probetas serán preparadas de acuerdo a os mostrado en la figura 4. se emplearán las cuatro probetas, dos para flexión transversal de cara y dos para flexión transversal de raíz, derivándose el nombre de la prueba, de la superficie que adopta la forma convexa durante su realización.

La prueba de flexión se realizará empleando alguna de las guías mostradas en las figuras 5 y 6. se aplicará una carga sobre la probeta hasta que ésta adopte un ángulo cercano a 180º. Cualquier procedimiento alternativo requerirá la aprobación por escrito de la supervisión.

Para que se acepte la calificación del soldador, las cuatro probetas deben de pasar la prueba de flexión. Para que las probetas pasen la prueba, la superficie convexa no deberá tener ninguna rajadura ni otro tipo de defecto abierto, de más de 3 mm de longitud en cualquier dirección. Las rajaduras ocurridas en los bordes de la probeta no deben ser consideradas, salvo que exista evidencia que se han producido por defectos en la soldadura.

2.7.6. REGISTROS

Para cada soldador que realice el procedimiento de Calificación, se deberá mantener un registro con todos los datos básicos, tales como:

- Fecha y lugar.
- Procedimiento de soldadura y tipo de electrodo.
- Características de la tubería soldada: espesor, Material.
- Tipo de probeta.

- Resultado de las pruebas de flexión.
- Certificado del laboratorio que realizó las pruebas de flexión.

Los Registros deben estar siempre disponibles para la supervisión, debiendo ser presentados para su comprobación antes de cualquier labor de soldadura.

La probeta deberá estar totalmente limpia, esto es: sin presentar manchas de grasa, pintura, aceites, o cualquier otro tipo de suciedad, asimismo, a un examen visual no debe presentar mils scale, defectos de conformado, defectos de laminación, etc.

Es también importante que el Soldador revise: el estado de la Máquina de Soldar, de los Cables, de las Tenazas, regule el Amperaje a usar, seleccione la Polaridad elegida, etc. Se debe poner énfasis en la Temperatura ambiente así como en la Humedad, de preferencia todas las Probetas deben ser soldadas bajo las mismas Condiciones Climatológicas.

A continuación detallamos las Pruebas de Soldadura para la calificación de Soldadores, así como un reporte de probeta.

2.7.7.- Prueba de Soldadura para Calificación de Soldadores.

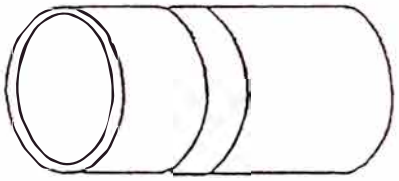


Fig. 1 Posición de soldeo

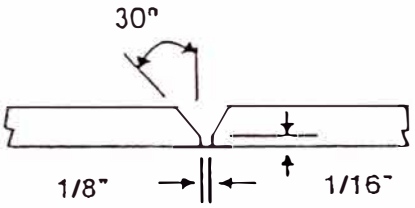


Fig. 2 Detalle de bisel

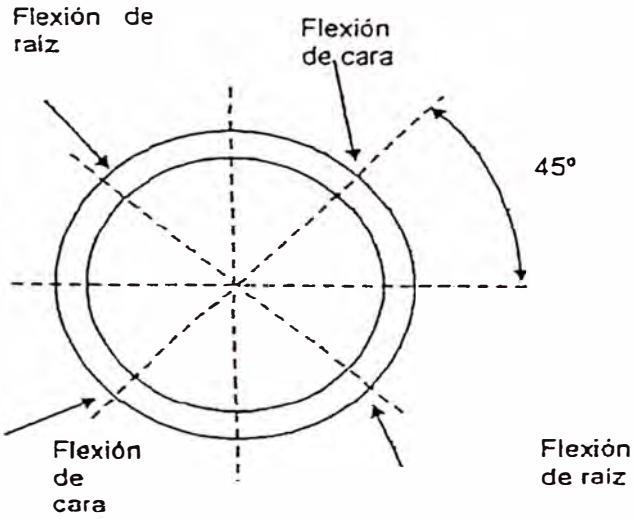


Fig. 1 Ubicación de probetas

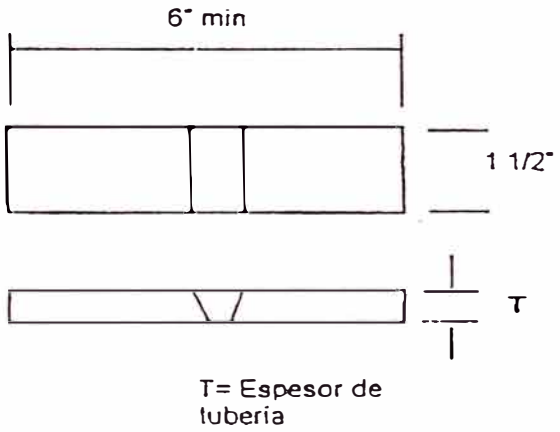


Fig. 4 Preparación de probetas

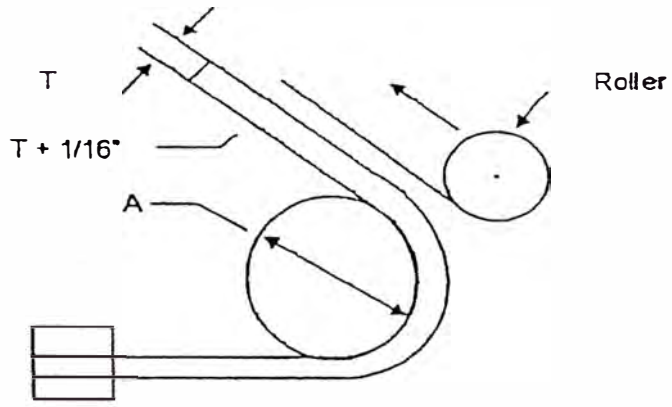


Fig. 5

Reporte sobre Probeta.

Fecha _____ Prueba N° _____

Ubicación _____

Estado _____ Posición de soldar: Rodillo ( ) Fija ( )

Soldador _____ Marca _____

Duración de soldadura _____ Hora del día _____

Temperatura promedia _____ Interrupción por viento _____

Condiciones de clima _____

Voltaje _____ Amperaje _____

Tipo de Máquina de soldar _____ Tamaño de Máquina de soldar _____

Metal de Aporte _____

Tamaño de Refuerzo _____

Tipo y grado de tubo _____

Espesor de pared _____ Diámetro exterior _____

1 2 3 4 5 6 7

Probeta Marcada _____

Dimensiones originales

Del espécimen _____

Área original del espécimen _____

Carga máxima _____

Resistencia a tracción por

Pulg.^{2} de área de plancha _____

Ubicación de fractura _____

( ) Procedimiento ( ) Prueba de calificación ( ) Calificación

( ) Soldador ( ) Prueba de línea ( ) Descalificado

Tracción Máxima _____ Tracción Mínima _____ Tracción promedia _____

Observaciones sobre pruebas de resistencia a tracción _____

1.

2.
3.
4.

Observaciones sobre prueba de flexión _____ _ _____ _____

1.
2.
3.
4.

Observaciones sobre prueba de mella _____ _____ _____

1.
2.
3.
4.

Prueba realizada en _____ _____ Fecha _____ _____ _____

Probado por _____ _____ _____ Supervisado por _____ _____ _____

2.7.8.- Prefabricados y condiciones para Instalación de Tuberías.-

2.7.8.1.- Introducción

Los materiales y la mano de obra que proporcione el Contratista, debe ser de primera categoría, de acuerdo con los estándares modernos internacionales aceptados y reconocidos para instalaciones de este tipo.

El Contratista deberá proveer los medios de transporte, de izaje y personal necesario para la recepción de estos materiales y su transporte a la obra. La recepción cualitativa y cuantitativa del material será hecha por personal competente.

El inventario del material excedente y del material que llega a pie de obra y en las instalaciones existentes, lo hará el contratista en presencia de la Supervisión previamente a su retiro.

Todas las tuberías deberán ser taponadas en sus extremos antes de transportarlas y de almacenarlas a fin de evitar la penetración de

cuerpos extraños, por medio de tapones de madera, plástico u otro material aprobado por la Supervisión.

2.7.8.2. Mediciones en Obra.-

El Contratista tomará medidas en obra antes de proceder a la habilitación de los tubos o partes de la instalación. El Contratista asumirá la responsabilidad en caso de realizar mediciones equivocadas.

2.7.8.3. Materiales.-

a) Tuberías, válvulas y accesorios

En el Cuadro Nº1 se dan las especificaciones de las tuberías y accesorios a emplear.

b) Electrodos

Para la soldadura de tuberías se emplearán electrodos AWS E-6010 y AWS E-7018

c) Planchas y perfiles a usar.

Las planchas y perfiles a usar durante la construcción del castillo y mesas serán del mismo material que los tubos a usar: A-36 (Acero estructural). Para la unión de planchas determinar de

acuerdo a planos, si es que llevan refuerzo en el caso de ser soldadas a tope, asimismo, determinar características de los refuerzos, la instalación de estos siempre debe ser Supervisada.

2.7.8.4.- Requerimientos para la Habilitación de Tuberías.

2.7.8.4.1.- Habilitación del material.-

2.7.8.4.2.- Corte y biselado

El corte y biselado de los tubos podrá ser echo por medios mecánicos o en forma manual con ayuda de equipo oxiacetilénico; Será siempre preferible el uso de medios mecánicos, ya que se cuenta con biseladoras manuales. Deberá tomarse en cuenta:

a. Para aceros al carbono, el corte con soplete, será aceptable sólo si el corte es razonablemente parejo y todos los óxidos y escorias son removidas de la superficie esmerilando al metal blanco. El biselado de preferencia deberá hacerse con máquina biseladora.

b. Luego del corte con soplete deberá eliminarse aproximadamente 2 mm de material de la superficie del bisel con ayuda de una amoladora de ángulo. Los

terminales de tubos y accesorios que deban ser soldados a tope estarán de acuerdo con la norma ANSI B16.25. Los tubos para las juntas soldadas del tipo "socket weld" serán cortados a escuadra siempre.

c. Para la soldadura a tope de todos los componentes de tubos, tubos terminales, accesorios y bridas (WN) se requiere una abertura uniforme en la raíz como se especifica abajo.

TABLA: Nº 13

ABERTURA DE RAIZ SOLDADURA A TOPE

DIAMETRO NOMINAL DE TUBERIA	ABERTURA DE LA RAIZ
MENOS DE 2"	1.5 mm
DE 2" A 10"	1.5 - 2.5 mm
DE 12" A MAYORES	2.5 - 3.5 mm

La forma de biselado será como se muestra en los planos de construcción.

b. Los extremos de tuberías o accesorios a ser soldados a tope deben ser adecuadamente alineados, debiendo mantenerse este alineamiento durante la soldadura. Cuando el desalineamiento interno exceda 1.6 mm, deberá rebajarse la superficie con el mayor espesor con un ángulo máximo de 30º, siempre que esto no resulte en debilitamiento de la tubería, toda la superficie de los biseles a unir deben estar limpios de grasa, aceites, pinturas, etc., como se a dicho no deben tener rebabas del corte de habilitado.

2.7.8.4.3.- <u>Conexiones laterales</u>

Las conexiones laterales serán del tipo sin penetración.

Las aberturas para conexiones laterales, serán cortadas cuidadosamente, esmeriladas y calibradas con precisión, para formar una abertura igual al diámetro interior de la conexión lateral, esto se da en los tubos de aire.

La tubería de la conexión lateral será biselada cuidadosamente y calibrada para formar una ranura adecuada que permita la penetración total de la soldadura en todos los puntos.

2.7.8.4.4.- Bridas soldadas a tubos

Estarán orientadas de manera que los ejes de los huecos/ pernos no estén alineados con los ejes de centro (horizontal y vertical) y deberán coincidir con la orientación de las bridas de conexión de los equipos.

2.7.8.4.5.-Soldaduras circunferenciales a tope adyacente

La distancia mínima permitida entre los bordes de soldaduras circunferenciales será de 50 mm. Si este requisito no puede ser satisfecho las soldaduras deberán ser sometidas a un proceso de alivio de tensiones independientemente del espeso de las paredes del tubo. Para aceros al carbono se permitirá el alivio de tensiones por medio de soplete, usando el control "Temp. Stick".

2.7.8.5. Doblado.-

2.7.8.5.1.-Generalidades

El doblado de tubos será hecho sólo donde se indique en los planos isométricos o con la aprobación de la Supervisión. En todos los otros casos se usará codos de fábrica. Si el tubo tiene costura longitudinal, está costura deberá ubicarse en el eje neutro. El doblado de tubos hasta diámetros de 4" será realizado con equipos dobladores de tubos o prensas con ayuda de formadores.

El máximo aplanamiento aceptado, definido como la diferencia entre el máximo y el mínimo diámetro en cualquier sección no deberá exceder 8% del diámetro externo.

No se permitirá arrugas, excesivo adelgazamiento, ralladuras o huellas de dados excesivas. Ello será motivo de rechazo y será a cuenta del Contratista. Los radios de doblado no serán menores a 5 veces el diámetro nominal del tubo.

No se aceptarán curvas en donde haya soldaduras circunferenciales.

Calentamiento por sopletes sólo será posible con autorización escrita de la supervisión. El enfriamiento por agua esta prohibido **EN TODOS LOS CASOS.**

2.7.8.5.2. Doblado de tubería de acero al carbono.

Los tubos de acero al carbono podrán ser doblados en caliente o en frío.

El doblado en caliente, en el que la operación del doblado se ha terminado a temperaturas mayores de 220ºC y menores a 900ºC, no requieren tratamiento en caliente, cuando el enfriamiento es natural en un ambiente protegido de corrientes de aire.

Cuando el doblado en caliente, se realiza en rangos de temperatura fuera del arriba indicado, se requerirá un tratamiento de normalización en caliente a 900-950ºC.

2.7.8.5.3. Tolerancias

Las siguientes tolerancias dimensiónales son permitidas:

TABLA Nº 14

TOLERANCIAS PERMITIDAS		
	MENOR DE 1.5 m	**MAYOR A 1.5 m.**
Centro a Centro	+ 1.5 mm.	+ 3.0 mm.
Centro a cara de brida	+ 1.5 mm.	+ 3.0 mm.
Centro caras de brida	+ 1.5 mm.	+ 3.0 mm.

2.7.8.5.4.- Adelgazamiento de las paredes y ovalamiento en los Dobleces

El adelgazamiento máximo permitido en las paredes no deberá exceder del 10% del espesor nominal de la pared. Para tolerancias en el ovalamiento máximo ver la norma ANSI B31.3

2.7.8.5.5.- Alineación de la cara de la brida

La máxima desviación medida en cualquier dirección no deberá excedes medio grado (1/2º)

2.7.8.5.6.-Posición de los huecos para pernos de las tuberías con Bridas

La máxima desviación permitida de la posición requerida medida a lo largo del círculo de huecos es de 1.5 mm.

2.7.9. Ejecución de los Soportes

El Contratista verificará todas las cotas antes de la confección y posicionamiento de los soportes, en función de la ubicación exacta de tuberías y equipos. Cualquier divergencia con las ubicaciones dadas en los planos será consultada en la supervisión.

Las soldaduras serán en principio continuas y de espesor de 3 mm (salvo indicación contraria), previa aprobación de la Supervisión.

3.1 Los esfuerzos transmitidos por las tuberías sobre los soportes y estructuras están indicados en las tablas que figuran en los planos de tuberías.

3.2 El Contratista verificará las dimensiones de los soportes (sillas y monturas) antes de su fabricación, tomando en cuenta las dimensiones de las patas del castillo de acuerdo al prototipo a usar, se adjunta croquis de silla y montura para un castillo tipo 300'.

2.7.10.-Montaje y Soldadura de Tuberías

2.7.10.1. Montaje de Tuberías

1.1. **Limpieza**

Antes de su colocación, las tuberías serán limpiadas por tramos de acuerdo a las indicaciones siguientes:

a) El Contratista verificará los biseles de cada tubo antes de su colocación con el fin de asegurarse de su limpieza. Cuando los tapones de protección han sido removidos, malogrados, cuando haya indicios de posible contaminación o cuando lo ordene la Supervisión, la tubería será limpiada antes de

colocarse. Esto puede ser echo por medio de un acuerdo trapeado, seguido por un sopleteado de aire con compresora.

b) La tubería se irá limpiando durante su instalación mediante una bolsa, de cuero o lona, parcialmente inflada, o cualquier otro dispositivo similar, la cual se irá jalando con una cuerda por dentro del tubo conforme se van colocando tramos de tubería. Los extremos abiertos de los tubos serán taponados al final de cada jornada de trabajo, con un tipo de sello tal que impida que el agua, arena u otro material extraño penetre en la tubería. Tales tapones o sello no se removerán hasta que el trabajo no se reanude.

c) Inmediatamente antes de soldar, los bordes biselados deberán ser limpiados de óxido, grasa, pintura o cualquier otro material extraño, hasta obtener metal blanco brillante, se observara que no tenga fallas de laminación.

2.7.10.2.- Manipuleo

Debe tenerse mucho cuidado en el manipuleo de la tubería con el fin de evitar que se malogren los biseles, se colapse, distorsione, raye o sufra cualquier otro daño. En caso de que la tubería tenga cubierta protectora, se tendrá especial cuidado en no dañarla. No se permitirá arrastrar o deslizar la tubería, y los tapones protectores de ella no se removerán hasta que no este lista para su inmediata instalación. Cuando la tubería esté lista para instalarse, será inspeccionada por los representantes autorizados del Contratista y la Supervisión. Cualquier tubería dañada a tal punto que, en opinión de la Supervisión, no deba ser usada, será removida del sitio por el Contratista y reemplazada, por otra nueva suministrada por cuenta del Contratista y aceptable para la Supervisión. En caso que se apruebe utilizar parte de la tubería dañada, el costo de cortar la parte dañada y acondicionar el resto será por cuenta del Contratista.

El Contratista preparará esquemas mostrando los tramos de tubería que propone prefabricar antes de la limpieza.

2.7.10.3.- Instalación

d) Antes de la instalación de la tubería, el Contratista verificará la correcta medida de cada una de ellas, asimismo, se debió haber comprobado el schedule solicitado, el corte de acuerdo a las plantillas usadas, la colocación de los ánodos de sacrificio en sus ubicaciones y niveles indicados en planos y/o autorizados por la Supervisión

e) Durante el montaje de las tuberías, el Contratista no utilizará como áreas de almacenaje temporal las estructuras de viaductos, plataformas y puente de tuberías.

f) Para las maniobras a realizar en el montaje el Contratista verificara el buen estado de cada uno de los estrobos a usar y comprobara de acuerdo a tablas que el estrobo a usar sea el correcto para soportar la carga a levantar, la cual debe ser realizada por personal maniobrista calificado para ese fin, cada vez que se realice una maniobra el capataz de maniobristas o cualquiera de los componentes de la cuadrilla debe verificar el buen estado de los estrobos, asimismo, se encargará de seleccionar los grilletes a usar.

2.7.11 . Soldadura

2.7.11.1 Generalidades

Todas las soldaduras en tuberías y accesorios deberán estar de acuerdo a las normas ANSI/AWS D1.1-96 AN AMERICAN NATIONAL STANDARD, aplicable al proyecto.

La soldadura será realizada solamente por soldadores calificados. La calificación de los soldadores se hará de acuerdo a lo indicado en la especificación pertinente. El Contratista correrá con todos los gastos que se deriven del proceso de calificación. Los ensayos de doblado los realizará un laboratorio que haya sido previamente aprobado por la Supervisión.

No está permitido el uso de anillos de respaldo (backing ring), salvo aprobación de la Supervisión.

La soldadura no está permitida cuando la temperatura del metal sea menor a 5º C. Los tubos con costura longitudinal serán empalmados de manera tal que la distancia entre costuras longitudinales de los tubos medida sobre la soldadura circunferencial sea cuando menos 5 veces el espesor de la pared

del tubo; preferentemente la costura longitudinal se ubicará en la parte superior de la línea.

2.7.11.2. Tipo de procedimiento de soldadura

Toda la soldadura se realizará con el proceso de arco eléctrico con electrodo revestido (shielded metal arc welding). El procedimiento de soldadura empleado se realizará estrictamente de acuerdo a estas especificaciones de obra. Cualquier modificación planteada por el Contratista deberá ser previamente aprobado por la Supervisión, siendo necesaria la calificación del procedimiento según las normas ANSI/AWS D1.1-96 o la sección IX del código ASME de Recipientes de Presión, de acuerdo al caso planteado, si es que existiera modificación de las variables esénciales ahí descritas. En caso de requerirse la calificación del procedimiento, los costos de la preparación de testigos y ejecución de ensayos serán íntegramente por cuenta del Contratista.

2.7.11.3. Electrodos

Requisitos generales

Los electrodos (alambre, protección, etc.) deben ser del tipo y marca aprobada por el Lloyd's Register of Shipping, Bureau Veritas, American Bureau of Shipping u otro organismo internacional de control. Si no, deberán ser aprobados en acuerdo a las normas de los entes de control arriba indicados y cumplirán con los requisitos exigidos por dichos organismos.

Adicionalmente, todos los elementos consumibles deberán ser adquiridos directamente del fabricante con los certificados de calificación respectiva. Estos certificados deberán dar información, por lote, sobre la composición química y las propiedades mecánicas del depósito de soldadura.

La aprobación final de los elementos consumibles de soldadura se dará luego de aprobar los requisitos de prueba del procedimiento de calificación de soldadura.

Los elementos consumibles de soldadura deberán depositar metal de composición similar a aquella usada en las pruebas de calificación de procedimiento de soldadura y calificación de

soldadores, de preferencia coincidente con la composición del metal base.

En términos generales, los electrodos serán del siguiente tipo:

Electrodos:	**ASTM A-233.**
Para pase de raíz	**Clase AWS E-6010**
Para relleno y acabado	**Clase AWS E-7018**

2.7.11.4.- Cuidados y almacenamiento

Los elementos consumibles de soldadura deberán ser almacenados en hornos para soldadura en condiciones favorables (libres de polvo y humedad) de manera de evitar su deterioro. Estos deben ser almacenados en condiciones de limpieza, sequedad y siempre que sea posible, en sus envases de fábrica, sin abrir.

2.7.11.5. Alineamiento

Deberán usarse guías y sujetadores externos, a fin de prevenir posibles desalineamiento y/o deformaciones producidas por la

soldadura. Al término del trabajo de soldadura, las guías y/o sujetadores deberán ser completamente removidos.

Las soldaduras de las bridas porta orificio de tipo "welding neck", en su parte interna, serán esmeriladas cuidadosamente de manera que en lo posible esta unión quede lista y homogénea.

2.7.11.6. Soldeo

La soldadura de tuberías se ejecutará únicamente con equipos para soldar por arco eléctrico, de corriente continua del tipo Rectificador.

Los diámetros de electrodos y número de pases en función del espesor de las tuberías, serán los indicados en la Tabla 1. **Estos números de pases no incluyen los pases de acabado.**

TABLA: Nº 15

PASES DE SOLDADURA	
ESPESOR DE TUBERIA	**NÚNERO DE PASES**
MENOS DE 0.218"	**2**
MAS DE .0218" HASTA 0.322"	**3**
MAS DE .0218" HASTA 0.322"	**4**
MAS DE .0218" HASTA 0.322"	**5**
MAS DE .0218" HASTA 0.322"	**6**

Se utilizará corriente continua con polaridad invertida (electrodo positivo) y en todo momento la tenaza de tierra estará ubicada lo mas próximo al cordón.

Los valores de corriente sugeridos están indicados en la Tabla: Nº 15, para electrodos Clases E-6010.

TABLA: Nº 16

CORRIENTE PARA SOLDAR		
NUMERO DE PASES	**DIAMETRO DE ELECTRODO**	**AMPERAJE**
1	1/8"	85
2 Y 3	1/8"	100
4 o MAS	5/32"	125

Durante la soldadura, la escoria que haya quedado, sobre el cordón, deberá ser removida con escobilla metálica, antes de aplicar el siguiente pase.

2.7.12. Inspección y Pruebas

2.7.12.1. Generalidades

La inspección y prueba deberá ser llevado a cabo antes de la aplicación de cualquier pintura o recubrimiento. Todas las dimensiones deberán ser verificadas para asegurar que la fabricación cumpla con los requerimientos de los planos y de las tolerancias permisibles.

2.7.12.2.- Inspección

2.7.12.3.- Inspección Visual

Las tuberías serán inspeccionadas visualmente por el Contratista de acuerdo a los requerimientos del Código ANSI B31.8, debiendo subsanar a su costo cualquier defecto encontrado.

2.7.12.4.- Inspección Radiográfica

La totalidad de los miembros del castillo y mesas serán inspeccionados radiográficamente. La inspección radiográfica se realizará al azar según los requerimientos del código ANSI B31.3.

Esta inspección radiográfica será realizada por el Contratista o por una empresa aprobada por la Supervisión, a costo del Contratista.

Asimismo, se tomará radiografías al 100% de un mínimo de 5% de las soldaduras circunferenciales de las patas, brazos y elevaciones, seleccionadas por la Supervisión de modo que estén representados los trabajos de todos los soldadores.

El contratista deberá llevar un control que le permita identificar al soldador que trabajó en cada unión, poniéndolo a disposición de la Supervisión cuando así sea requerido.

El Contratista dará todas las facilidades para la realización de la inspección radiográfica. En caso en que las placas radiográficas muestren que se exceden las imperfecciones toleradas por el código ANSI B31.8, el Contratista deberá reparar de inmediato y a su total costo todas las uniones defectuosas, a éstas reparaciones se les a inspeccionar

radiograficamente. Se investigará las causas que originaron soldaduras defectuosas.

2.7.12.5. Prueba Neumática

2.7.12.5.1.-Condiciones para la prueba

Durante las operaciones de prueba la Supervisión estará presente y dará su acuerdo sobre las operaciones al término de las mismas y firmará el acta respectiva.

La prueba de las líneas será realizada dentro de un orden que se deja a la iniciativa del Contratista quien deberá respetar las condiciones siguientes:

a) Las pruebas deberán realizarse después de la verificación por el Supervisor de la conformidad de la línea con los planos del proyecto.

b) Las pruebas podrán ser ejecutadas por tramos y deberán ser hechas en coordinación y bajo la supervisión de obra.

c) Los circuitos de prueba no deberán comprometer el interior de los aparatos y equipos.

d) Todo el equipo o parte de tuberías que no será incluido en la prueba debe ser desconectado de las tuberías o asilado por una válvula o plato ciego.

e) Las válvulas de control deben ser retiradas para la ejecución de las pruebas y en su reemplazo se deberá instalar una pieza de tubería o en su defecto cerrar las válvulas de aislamiento y abrir el by-pass (si así esta equipado). Como alternativa se puede instalar platos ciegos a la entrada y salida de la válvula de control. Después de terminada la prueba debe quedar la instalación como estuvo originalmente.

f) Toda restricción que interfiera con el llenado, eliminación de aire o drenaje, tales como bridas de orificio, deben ser retirados antes de iniciar la prueba neumática.

g) Los instrumentos deben ser retirados antes de la prueba y luego serán reinstalados.

2.7.12.5.2.- <u>Procedimiento de prueba</u>

Todas las tuberías deberán ser probadas nuematicamente.

La presión de prueba será 1.5 veces la presión de diseño ni menor que 225 psig, salvo que el sistema no resista esta última presión.

La presión de prueba deberá ser mantenida por un periodo no menor de de 60 minutos y lo suficientemente prolongada para permitir al Supervisor verificar cualquier caída de presión y/o fuga de aire.

Los manómetros que se utilicen para el control de las pruebas deben ser comprobados antes de instalarse. Luego se instalaran tan cerca como sea posible del punto más bajo de las líneas.

Cualquier fuga de aire deber completamente detectada con ayuda de agua jabonosa y deberá ser reparada y luego reanudar la prueba.

El aire usado en la prueba neumática será de preferencia seco para evitar condensados dentro de la tubería, luego de la prueba el aire se mantendrá en las tuberías componentes del castillo ya que ayudara en el momento de la inmersión del castillo.

Se elaborarán "registros de prueba" que incluirán fecha, identificación de líneas, fluido de prueba y presión,

reparaciones si las hubiera, firma del representante del Contratista y de la Supervisión.

2.7.12.5.3.- Prueba de Soldadura en conexiones laterales

La soldadura de todas las conexiones laterales serán probadas al igual que todos los miembros del castillo, por hermetismo, por medio de la inyección de aire a baja presión (60-80 psi). Se controlara la salida de aire aplicando agua jabonosa u otro producto apropiado en toda la longitud de la soldadura, la falta de hermetismo se reflejará en la aparición de burbujas.

CAPÍTULO III

CONSTRUCCIÓN DE CASTILLO DE 314 PIES W. D.

3.1. DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE TRABAJO.

Vamos a desarrollar el total de las actividades que se llevaban a cabo para la Construcción de una Plataforma Marina de: 314' - 0" de W. D. (de Profundidad de Agua), que fue construida en la Ciudad de Talara en el Año 1985, para lo cual, en una primera etapa trataremos de la Construcción del Castillo y las pruebas de Control de Calidad a que es sometida su construcción y en una segunda etapa trataremos de la Construcción de las Mesas de esta Plataforma. El área de construcción del Castillo y de las Mesas se encuentra en la Playa misma, la cual a sido preparada para que permita la Construcción, de tal manera de que sea fácil el Montaje de estas Estructuras sobre las Barcazas que los Transportarán a su destino final, en ambas áreas se cuenta con el

espacio ideal para que se puedan mover a través de estos, las grúas para la Construcción y el Montaje de los Elementos componentes, asimismo esas áreas deben permitir el acopiamiento de materiales a usar durante la Construcción y permitir un área para efectuar sin ningún riesgo las maniobras de Montaje.

3.2.- CONSTRUCCIÓN DE CASTILLO DE 314 PIES DE PROFUNDIDAD DE AGUA.

La Construcción de un Castillo cualquiera que sea el Tipo de Plataforma escogida, conlleva a la ejecución de tareas muy variadas, en las que intervienen Personal especializado en cada una de ellas, por nuestra parte, además de intervenir directamente en la Supervisión, nos competía el lograr mediante Análisis, las medidas para la Habilitación y el Armado de Elementos, asimismo, preparación de Plantillas, escoger y Planificar Tareas, llevar Tiempos de Construcción, Seleccionar Personal, así como también Seleccionar Materiales, Herramientas, Estrobos, Cables, Métodos de Construcción y posteriormente el Armado final de toda la Estructura. Este campo es muy amplio e interesante para nuestra Profesión ya que se tiene oportunidad de intervenir en eventos muy variados como son: Análisis de Estructuras, Cálculos Matemáticos,

Conocimientos de Construcción, conocimientos de Tolerancias, conocimiento de Soldadura y Métodos de Soldadura, Selección de Electrodos usados, Cargas Admisibles de Cables de Acero, Grilletes, Montajes, Maniobras, Seguridad Industrial, etc. y ampliar nuestros conocimientos con Tecnología Extranjera, además que se tiene el reto constante de que basándose en nuestra habilidad se pueda mejorar el Sistema de Trabajo o aportar mejoras en bien de la Obra.

Así mismo, deseo hacer constar que para nuestro caso, el de construir un Castillo de 314' de Profundidad de Agua, cuyo Peso final es de **1,050 toneladas** de material, intervenían mas de 300 trabajadores, entre los que se contaban: Supervisores, Jefes de cuadrilla o Capataces, Armadores, Soldadores, Cortadores u Oxiginistas, Maniobristas, Mecánicos, Electricistas, Almaceneros, Plantilleros, Maniobristas, Arenadores, Pintores y Ayudantes, los cuales trabajaban en dos turnos de doce horas cada uno, con una hora de refrigerio, empleando un tiempo para la Construcción de cuatro Meses aproximadamente.

Tanto el Castillo como las Mesas se construyen con Tubos y Vigas, para la unión de las partes es necesario hacerles cortes especiales, además de uniones entre tuberías de diferente diámetros, y ante la necesidad de

hacer varios cientos de Plantillas por cada castillo, se logró crear una fórmula matemática en base a Análisis que permitió hallar el desarrollo de los cortes en forma Analítica y no Gráfica, y luego con ingenio, se logró desarrollar Plantillas con cortes múltiples, como es el caso de los tubos diagonales en las Elevaciones, entre otros. Para el Armado de los distintos componentes del Castillo, y de la Plataforma en sí, la Técnica de Construcción que se sigue es muy variada y rica en conocimientos Teóricos y Prácticos, ya que como se verá, en los Planos sólo se dan las medidas finales (de acabado) de armado de las Estructuras, por lo que se tiene que analizar la forma no sólo de Construirlas, sino también, de darle a los Armadores medidas que ellos puedan usar o emplear físicamente factibles, por ejemplo: el Eje Longitudinal de en un tubo, físicamente no lo podemos encontrar, asimismo, Medidas de Escuadres y Medidas de Comprobación, etc., para que todo esto funcione, fue necesario idearse formas de lograr medir en Obra: Longitudes, Ángulos, Tolerancias y hasta fue necesario crear como en toda Obra, Lenguajes propios (Argot) que sean fácilmente reconocidos por el Personal a cargo, lo que nos permitió, trabajar con Calidad, Seguridad y libre de Accidentes, mas aun si tenemos en cuenta que cada uno de los tubos usados, en promedio, pesan entre 1 000 y 3 500 kilogramos, y muchos de ellos son necesarios levantarlos por encima de los 15 metros para su armado.

El material usado para la construcción del Castillo es Acero: **ASTM A36**, el cuál es un Acero al Carbono, y un Acero Estructural por excelencia, a modo de información anotaremos algunas de sus propiedades, extraídas del STEEL CONSTRUCTION y del Manual del Ingeniero Mecánico:

TABLA: Nº 17

ACERO ESTRUCTURAL				
Denominación ASTM	Fluencia Fy		Rotura Fu	
	Kip/pulg2	Mpa	Kip/pulg2	Mpa
A - 36	36	250	58 - 80	400 - 550

Asimismo; acotaremos que el Proceso de Soldadura empleado es de Soldadura por Arco Eléctrico manual con Electrodo Metálico revestido SMAW, en nuestro caso se usaban Electrodos: **E- 6010 y E-7018.**

La Soldadura por Arco Eléctrico Manual con Electrodo Revestido o simplemente "Soldadura Eléctrica", como la conocemos en nuestro medio, es un Proceso de Unión por Fusión de piezas Metálicas.

Para lograr la Unión, se concentra el calor de un Arco Eléctrico establecido entre los bordes de las piezas a soldar y una Varilla Metálica, llamada Electrodo, produciéndose una Zona de Fusión que, al solidificarse, forma la Unión Permanente.

El área de Construcción del Castillo y de las Mesas se encuentra en la Playa lo más próximo al Mar, ya que ello permitirá acercar lo mas que se pueda la Barcaza que lo transportará una vez terminados, a modo de comentario diremos, que el área para los Castillos estaba en la playa de Talara y para las Mesas se encontraba en la Zona de las Peñitas alejadas entre sí 5 Km.

3.2.1. Replanteo del Castillo.-

El replanteo del castillo lo realizaba el Personal Técnico de la Empresa Constructora, para lo cual se realizaba trabajo de campo y gabinete, y con ello se observaba además de las medidas principales, las inclinaciones de Pozos, asegurando con ello que ninguna Conductora choque con alguno de los Elementos componentes del Castillo, como son: Vigas, Brazos, Patas, Elevaciones, etc., (esto es: que las Conductoras pasen libremente desde la cabeza del Pozo hasta el suelo de la Locación), se determinaba la cantidad y características de las Tuberías, Vigas, Planchas, Canales, Perfiles, Número de Ánodos a usar, etc.

En línea con lo anterior se adecuaban las sillas y monturas al tipo de Plataforma seleccionado y se determinaba la longitud total de los Paños a construir de acuerdo a las medidas de Profundidad de Agua de la Locación, determinando con esto que se cumpla con las medidas dadas en los Planos.

3.2.2.- Planos del Castillo.-

El juego de Planos entregados para la Construcción de los distintos componentes de un Castillo, consistía en Planos de: Acabado y Planos de Planta de cada una de las Elevaciones, con Medidas de centro a centro, y Medidas de Acabado por lo que era necesario mediante análisis y cálculos determinar las Medidas Restantes, las que había que entregarles a los Armadores y Jefes de Grupo para el Habilitado y posterior Armado. De cada Plano se obtenía información, dicho juego de Planos consistía en:

3.2.2.1.- Plano N°: 1 - Desarrollo del Castillo. –

De este plano se obtiene:

- Altura total del Castillo = 325' - 6" (longitud vertical).
- Medida de Profundidad de Agua Promedio 314' – 0"
- Longitud vertical entre Elevaciones.
- Longitud real del Paño = 333' – 11 13/16"
- Inclinación de Paños = 1 ¾ ": 12 ".
- Longitud del centro primera Elevación a centro ultima Elevación.
- Longitud del centro primera Elevación a comienzo de

Pata Superior.

- Longitud c-c de Brazos entre Elevaciones.
- Longitud c-c real entre Elevaciones.
- Medida horizontal en Elevaciones para ubicación de Tubos de Aire.
- Medida c-c de Elevaciones.
- Medidas de puntos medios de Elevaciones.
- Medidas de separación de líneas de eje de los Brazos respecto al punto medio de las Elevaciones.
- Características de tubos de Patas.
- Característica de tubos de Brazos.
- Características de tubos de Elevaciones.
- Medidas de tramos de Patas.
- Medidas del centro de Elevaciones con respecto a tramos.
- Longitud de Pata entre Elevaciones.
- Medidas de separación de intersección de centros de Brazos y Elevaciones con línea de eje de Pata.
- Longitud de Pata entre primera y ultima Elevación.
- Longitud verdadera magnitud de Pata = 337'–11½"
- Inclinación de Pata = 2 ½ ": 12 ".
- Disposición de tubos del Sistema de Inundación.

3.2.2.2.- Plano N°: 2 - Primera Elevación.-

De este plano se puede obtener:

- Medidas c-c de primera Elevación.
- Longitud y características de Tubos Auxiliares.
- Número y medida de ángulos de Pozos Inclinados.
- Número de Pozos Verticales.
- Ubicación de Pozos Inclinados y Verticales.
- Medidas y características de tubos soporte de Campanas.
- Medidas de primer anillo y características de plancha.
- Medidas del Skid.
- Ubicación de la primera Elevación con respecto al Skid.

Ubicación de Ojos de Izaje.

3.2.2.3.- Plano N°: 3 - Segunda Elevación. –

De este plano se obtiene:

- Medidas c-c de segunda Elevación.
- Longitud y características de tubos de Elevación laterales y Superior.
- Longitud y características de tubos de Elevación lado Skid.
- Medidas y características de tubos interiores

- Ubicación referencial de Pozos Inclinados y Verticales.
- Ubicación de segunda Elevación con respecto al Skid.

3.2.2.4.- Plano N°: 4 - Tercera Elevación. –

Donde se destaca:

- Medidas c-c de tercera Elevación.
- Longitud y características de tubos de Elevación laterales y superiores.
- Medidas y características de Tubos Interiores
- Longitud y características de Tramos de Tubos de Elevación lado Skid.
- Ubicación de Pozos Inclinados y Verticales.
- Medidas y características de Soporte de Campanas.
- Medidas de Anillo tercera Elevación y características de plancha.
- Medidas del Skid.
- Ubicación de la tercera Elevación con respecto al Skid.

3.2.2.5.- Plano N°: 5 - Cuarta Elevación. –

Donde se destaca:

- Medidas c-c de Cuarta Elevación.
- Longitud y características de Elevaciones laterales y Superior.
- Longitud y características de tubos de Elevación lado Skid.
- Medidas y características de Tubos interiores
- Ubicación referencial de Pozos inclinados y verticales.
- Ubicación de cuarta Elevación con respecto al Skid.

3.2.2.6.- Plano N°: 6 - Quinta Elevación. –

Donde se destaca:

- Medidas c-c de Quinta Elevación.
- Longitud y características de tubos de Elevación laterales y superiores.
- Longitud y características de tubos de Elevación lado Skid.
- Ubicación de Discos y medidas de Plancha.
- Medidas y características de Tubos Interiores
- Ubicación de Pozos Inclinados y Verticales.
- Medidas y características de soporte de Campanas.
- Medidas del Skid.

- Ubicación de la quinta Elevación con respecto al Skid.

3.2.2.7.- Plano N°: 7 - Sexta Elevación. –

Donde se destaca:

- Medidas c-c de sexta Elevación.
- Longitud y características de tubos de Elevación laterales y superiores.
- Longitud y características de tubos de Elevación lado Skid.
- Ubicación de Discos y medidas de Plancha.
- Medidas y características de Tubos Interiores
- Ubicación de Pozos Inclinados y Verticales.
- Medidas y características de Soporte de Campanas.
- Medidas del Skid.
- Ubicación de la sexta Elevación con respecto al Skid.

3.2.2.8.- Plano N°: 8 - Sétima Elevación. –

Donde se destaca:

- Medidas c-c de sétima Elevación.
- Longitud y características de Tubos de Elevación laterales y Superiores.

- Longitud y características de Tubos de Elevación lado Skid.
- Medidas y características de Tubos Interiores
- Ubicación de Pozos Inclinados y Verticales.
- Medidas de los Aviones.
- Ubicación de Patas de Gallo.
- Características de Plancha de Esquineros.
- Ubicación de Puntales de Verticales (tubos soportes).
- Ubicación de Ojo de Jalada.
- Medidas del Skid.
- Ubicación de la sétima Elevación con respecto al Skid.

3.2.2.9.- Plano N°: 9 - Vista Lateral de últimas Elevaciones –

Donde se destaca:

- Ubicación, características y medidas de Soportes Verticales.
- Ubicación, Características y medidas de Patas de Gallo.
- Ubicación, Características y Medidas de Tubos inclinados entre sexta y sétima Elevación.
- Longitud desde sétima Elevación y parte fin de Pata.

3.2.2.10.- Plano N°: 10 - Detalle Ojo de Jalada y Bridas de Jebe de Pata

Donde se destaca:

- Medidas, ubicación, y características del Ojo de Jalada.
- Detalle de instalación de Brida de jebe en extremo de Patas.
- Detalles de medidas de Pata y Pilote y ubicación de Pilote.

3.2.2.11.- Plano N°: 11 - Soporte de Lanzamiento del Castillo.

Donde se destaca:

- Ubicación en sexta Elevación.
- Medida, ubicación y características de soporte de lanzamiento.
- Armado típico de Canal y Viga para conexión entre Brazos soportes y Skid.
- Separación mínima entre juntas soldadas, entre vigas y canal que va al Skid.

3.2.2.12.- Plano N°: 12 - Estándar de soldadura de tubos.

Donde se destaca:

- Forma de unir dos Tubos de diferentes Espesores.
- Empalme típico de dos Tubos de igual Espesor.

- Forma de aplicar un Cordón de Soldadura en la unión de dos Tubos cuyos ejes se cruzan.

3.2.2.13.- Plano N°: 13 - Sistema de Inundación de Castillo.-

Donde se destaca:

- Detalle de unión de tubos y soportes.
- Ubicación de Válvulas superiores e inferiores.
- Detalle de manubrios y tubos guías

3.3. SELECCIÓN Y PEDIDO DE MATERIALES. –

Luego del Replanteo tanto en campo como en gabinete, y de acuerdo a los Planos entregados, se procedía a seleccionar los Materiales a usar, para lo cual, se procedía a solicitar Priorizando el Material, de la siguiente manera:

- Oxigeno y Acetileno.
- Soldadura (Electrodos)
- Discos de Corte y Discos de Desbaste
- Escobillas de Discos y de Mano

- Tubos para Patas
- Planchas para 1er. y 3er. anillos.
- Tubos para campanas.
- Planchas para Pianos y Cuñas.
- Tubos para Elevaciones.
- Tubos para Brazos.
- Planchas para discos de refuerzos de Elevaciones.
- Tubos para Soportes y Patas de Gallo.
- Tubos para Conductoras.
- Tubos de Aire.
- Ánodos de Sacrificio.
- Planchas para Ojos.
- Planchas para Aviones última Elevación.
- Tubos para Sistema de Inundación.
- Válvulas para Aire.
- Bridas para Patas.
- Vigas, Canales y Planchas para Encajonados.
- Granalla.
- Pinturas y Solventes para Obra Viva.

Los Materiales a usar se pedían de acuerdo al Programa de Construcción por disponibilidad de área de acopio, asimismo se pedían

con las características necesarias para cada, caso ya que como veremos en los Planos para un mismo Elemento se usaban tubos del mismo Diámetro pero de diferente Schedule. Asimismo se usaban Vigas del mismo Peralte pero de diferente Peso por pie. Lo mismo se daba con algunos Perfiles que tienen las mismas Medidas de alas pero son de diferente Espesor de las mismas.

Por lo expuesto, esta parte de la construcción requiere de un concienzudo Análisis de todos los Elementos para poder construir de acuerdo a los Planos.

3.4. DISTRIBUCIÓN DE PERSONAL Y TAREAS DE HABILITADO.-

Luego de recibido los Planos se hacia la selección del Personal, para lo cual primero se hacia una Prueba en campo y a los aprobados se les enviaba a la Oficina Principal para ingresar a Planilla de acuerdo a las Normas establecidas.

En campo además de contar con un Jefe de Proyecto, dos Supervisores de Obra, se contaba con Jefes de Grupo para:

- Dos Jefes de Soldadores.

- Jefe de Maniobristas.
- Dos Jefes de cuadrilla de Habilitado.
- Jefe de cuadrilla de Habilitado y Armado de Elevaciones.
- Dos Jefes de Armado de Castillo.

Como se vera en los casos donde existe dos Jefes de Cuadrillas es para el caso de los dos Turnos, ya que se trabajaba en Turnos de día y de noche para poder avanzar y por lo general, en el Turno de noche se Habilitaba Material y se Soldaba los Elementos Armados en el día, en el Turno de noche también se avanzaba con los Encajonados, asimismo me permito indicar que en el Turno de noche no se permitía realizar Maniobras.

Al comienzo de las Actividades, se contaba con cuatro Cuadrillas de Maniobristas, los que se encargaban de la estiba de lo solicitado, de acuerdo a Prioridades establecidas; asimismo de Desmontar la carga y distribuirla en las áreas de Habilitado de acuerdo a lo pedido por cada Jefe de Cuadrilla. Se debía tener en cuenta que los Tubos a usar a pesar de ser del mismo Diámetro Nominal variaban en el Schedule y las Planchas en el Espesor.

Cada uno de los Jefes de Cuadrilla era responsable de Seleccionar el Personal que trabajaría en cada Grupo, además de ser el responsable

de impartir la Seguridad a cada uno de sus Miembros, para el caso de los Soldadores el Jefe de Cuadrilla intervenía directamente en la Selección de cada uno de los Soldadores en el momento de la Homologación, asimismo, se encargaba de que trabajen con los implementos de Seguridad necesarios observaba en todo momento que sean utilizados los rangos de Amperajes recomendados.

Las Cuadrillas de acuerdo a su desempeño variaban en número y responsabilidades, como ejemplo citaremos dos Cuadrillas:

3.4.1.- Cuadrilla de Maniobristas

a) 1 Maniobrista: Jefe de Cuadrilla.

b) 2 Maniobristas: encargados de Maniobras.

c) 2 Ayudantes de maniobrista.

Total: 5 Trabajadores.

3.4.2.- Cuadrilla de Habilitado

d) 1 Armador Jefe de Cuadrilla

e) 2 Cortador – Oxiginista.

f) 2Ayudante de cortador

Total: 5 Trabajadores.

3.4.3.- Cuadrilla de Habilitado y Armado de Elevaciones.

g) 1 Armador Jefe de cuadrilla

h) 1 Cortador – Oxiginista.

i) 1 Ayudante de cortador.

j) 2 Soldadores. Ñ

k) 2 Ayudantes de soldador.

l) 4 Ayudantes.

Total: 11 Trabajadores.

3.5.- ARMADO Y LEVANTAMIENTO DE PAÑOS

Luego del habilitado del Material para Patas y Elevaciones, se proceden a armar las Patas de acuerdo a los Planos entregados, ya que en los Nudos donde las Elevaciones interceptan a las Patas, la Tubería es de un Schedule mayor, y paralelo a esto se habilitan las Elevaciones, comenzando por las cuatro de la primera Elevación, luego las cuatro de la segunda Elevación y así sucesivamente, asimismo, se instalan en sus ubicaciones la Sillas y sobre estas se montan dos Patas para el primer Paño, para lo cual han sido previamente marcados en ellas, las medidas de los centros donde van a ir las Elevaciones, así como los Corrimientos para el Montaje de las Elevaciones.

Las marcas que se hacen en las Patas nos ayudan a Armar el Paño, además de permitir con ayuda de Escuadres calculados previamente, ubicar las Patas de tal manera de que queden en la posición deseada, esto es, que cuando se armen las Elevaciones éstas queden paralelas a la Base del Castillo

Luego de construido el primer Paño, sobre las Patas de éste, se montan las Monturas, que van a permitir montar sobre ellas las otras dos Patas para hacer el segundo Paño, utilizando el primer Paño como Plantilla para construir el segundo.

Luego de construidos los dos Paños, con ayuda de una grúa se retira el Paño superior y las Monturas usadas para su Construcción, ubicándolo en una zona un tanto alejada para permitir hacer la Maniobra de "parar" al Paño inferior, el cual será levantado usando para el izaje una Pata permaneciendo soportado sobre la otra Pata la cual reposa en las Sillas, esto es: se rebate el Paño usando como punto de apoyo una Pata. Una vez levantado el Paño y de comprobar su Verticalidad, se procede a arriostrarlo con cables que vienen de la Pata Superior hacia unos Anclajes en tierra que han sido Piloteados, usando templadores para un mejor afine en cuanto a la Vertical a obtener. Seguido a esto, se levanta en forma Vertical el otro Paño con ayuda de una Grúa y se instala depositando una Pata del Paño sobre las otras Sillas usadas para la Construcción del primer Paño, se trabaja en la Verticalidad de este Paño,

GRUA VICON 5600

CON 100 PIES DE PLUMA

Ángulo	Alcance Horizontal	Alcance Vertical	Carga: Lbs.	Carga: Kgs.
48	79.9	106.1	1 200 000	545 454
50	78.7	105.7	1 200 000	545 454
52	77.6	105.2	1 200 000	545 454
55	75.8	104.5	1 200 000	545 454
57	74.6	103.9	1 199 100	545 045

CON 180 PIES DE PLUMA

Ángulo	Alcance Horizontal	Alcance Vertical	Carga: Lbs.	Carga: Kgs.
65	78.9	184.3	786 700	357 591
70	77.3	183.2	772 100	350 955
75	75.7	181.9	758 400	344 727
80	74	180.5	745 500	338 864
85	72.4	179	733 200	333 273

CON 160 PIES DE PLUMA

Ángulo	Alcance Horizontal	Alcance Vertical	Carga: Lbs.	Carga: Kgs.
90	70.7	167.3	721 600	328 000
95	69	175.4	710 500	322 955
100	67.2	172.3	664 500	302 045
105	65.5	171.1	618 200	281 000
110	63.7	168.7	577 600	262 545

CON 150 PIES DE PLUMA MAS JEEP

Ángulo	Alcance Horizontal	Alcance Vertical	Carga: Lbs.	Carga: Kgs.
115	61.9	166.1	541 700	246 227
120	60.1	163.2	509 800	231 727
125	58.2	160.2	481 100	218 682
130	56.3	156.9	455 300	206 954
135	54.4	153.4	431 900	196 318

NOTA: **Cable que usa la Grua:**

Con Una sola Línea: 40 000 Lbs. 18 144 Kgs.

Con Doce Líneas: 480 000 Lbs. 217 782 Kgs

Están asumidos los factores de Seguridad.

asimismo, se comprueban los Corrimiento o Escuadres previamente Calculados de tal manera de que ambos Paños queden equidistantes con respecto al Eje del Skid y formando un Tronco de Pirámide de Base Cuadrada, es muy importante que los Escuadres sean los calculados ya que esto nos garantiza que cuando se monten las Elevaciones éstas queden paralelas a la Base.

3.6. ARMADO DE ELEVACIONES Y BRAZOS

Luego de comprobadas las Medidas requeridas de Centro a Centro y los Escuadres en Diagonal solicitados tanto en el Plano transversal donde va la Elevación como en el Plano Longitudinal donde se desarrolla el Paño, se procede a Montar la primera Elevación del lado Skid y la primera Elevación Superior, seguidamente se monta la primera X, o primera Elevación (Central) y posterior a ello se instalan los dos primeros Brazos entre la primera y segunda Elevación seguidamente los dos Brazos entre la primera y segunda Elevación Superiores, antes de montar los Brazos se deben comprobar los Escuadres solicitados, quedando listo para continuar con el Montaje de las otras Elevaciones y Elevaciones Centrales, para luego de ello continuar con los Brazos

comprobando constantemente que se cumpla con la medida de los Escuadres.

Las partes Interiores de cada Elevación (Partes Centrales), se prefabrican y en ellas se instalan las Campanas para las Conductoras, asimismo, diremos que tanto la primera como la tercera Elevación son prefabricadas con un Anillo de Plancha de ¾", donde se instalan las Campanas para los Pozos Verticales e Inclinados, y en las otras Elevaciones a excepción de la segunda y ultima (que no llevan Campanas) las Campanas van instaladas en la Elevación prefabricada sobre tubos instalados para ese fin.

3.7. INSTALACIÓN DE CONDUCTORAS.-

Luego de terminada la Construcción del Castillo, se procede al Montaje de las Conductoras que son tubos de 18" Ø sch. 40 (18" x 0.375"), se instalan tantas Conductoras como Pozos tiene el Castillo, éstas Conductoras se instalan para los Pozos Verticales y para los Pozos Inclinados. Todas las Conductoras instaladas tienen una longitud de tres tubos, algunas de ellas llevan Tapones de concreto en un extremo, generalmente en el extremo que queda dentro del Agua y en el otro

extremo se les tapa con una plancha de ½" de espesor en forma de Disco, estas conductoras usan como Guías a las Campanas que son Tubos de 20" sch 40 (20" x 0.375"), estas les sirven de Guía a través de todo el Castillo. Cada Conductora que consta de tres Tubos, se monta tubo por tubo y son soldadas in situ, para lo cual se deben tomar las medidas de Seguridad del caso.

3.8. SISTEMA DE INUNDACIÓN.

El Sistema de Inundación cumple con una función muy importante, que es la de permitir que en el Lanzamiento, al momento de instalar el Castillo en su Locación final (Inundar el Castillo), el descenso sea de una manera lenta, controlada y por etapas, de tal manera que nos permita acercarlo lo más posible al punto predeterminado (Locación), cuando las condiciones estén dadas (corriente submarina, orientación, acercamiento, etc.), con respecto a la orientación del Castillo se cumple cuando los Paños del Castillo están orientados hacia: el Norte, Sur, Este y Oeste, tal y como se había previsto, esto es importante ya que al momento del Montaje de las Mesas, éstas seguirán esa Orientación, lo que nos permitirá cumplir posteriormente con el Transporte de Personal, distribución de los Equipos en las Mesas, ubicación de Grúa y

Accesorios, así como los abastecimientos de Material entre otros, asimismo, tiene que ver con la posición de cuadrada de las Barcazas y cumplir con Normas preestablecidas, de esta manera, se cumple con el Diseño de las Mesas, que se construyen teniendo en cuenta su Orientación final, esto es: una vez instaladas, sus laterales se orienten de acuerdo a los Puntos Cardinales para que al momento del Desembarque de Personal y/o Equipo, evitar que las Lanchas o barcazas vayan a chocar con la Estructura del Castillo.

3.9. TUBOS DE AIRE.

Los denominados tubos de aire, son tubos de 2 ½" Ø schedule 40 y cumplen la función de interconectar todos los miembros de un Paño (brazos y elevaciones) a excepción de las patas, con el fin de poder realizar pruebas neumáticas por separado a todos los miembros del castillo. Con este fin, al realizar la Prueba Neumática a todos los componentes del Castillo se presuriza con Aire a todos los Miembros de un Paño hasta una presión determinada, que en este caso es de 80 PSI, para lo cual se inyecta Aire por puntos situados en la primera Elevación con ayuda de un Motocompresor de rodillos de 600 PCM. El Aire inyectado llega a todos los miembros del Paño al estar éstos

interconectados por medio de los Tubos de Aire, este ingresa a todos los elementos de un determinado Paño, permitiéndonos de esa manera, realizar una Prueba Neumática para cumplir con el Control de Calidad y posteriormente en su momento usar el Castillo como una gran Boya.

Las patas del Castillo y los Paños forman Sistemas de Inundación distintos (08 en total), esto es: al momento de terminar el Proceso de Soldadura de todos los Elementos del Castillo, como una Prueba de Control de Calidad, se realiza una prueba neumática de la totalidad de los Elementos del Castillo que están interconectados con los llamados tubos de aire, con esto se cumple, que a la vez de someter a Esfuerzo a todas las juntas, con ayuda de agua jabonosa se puedan detectar Poros en los Cordones de Soldadura, asimismo, posteriormente con el Aire inyectado el Castillo queda convertido en una gran Boya, con lo que se logra que a pesar de su gran Peso, en el momento del Lanzamiento pueda flotar y luego haciendo uso del Sistema de Inundación se logre un Descenso lento, controlado, por etapas y seguro hasta su Locación Final, como lo hemos explicado en el punto anterior.

3.10.- INSTALACIÓN DE SISTEMA DE PROTECCIÓN CATÓDICA.

3.10.1. Ánodos de Sacrificio (Ánodos de Zinc).

Una vez instalada la Plataforma quedan como Obra viva: las dos Mesas, la Primera Elevación, y parte de los Paños entre la Primera y Segunda Elevación, esto es, quedan por encima del Nivel promedio de Agua, por lo que no llegan a tener contacto directo con el Agua, la Altura total del Castillo se diseña con 12' por encima de la Profundidad de Agua, Por lo tanto, la casi totalidad del Castillo y sus componentes quedan sumergidos en una longitud igual a la Profundidad de Agua. Asimismo, parte de las conductoras, de los Pilotes y la última Elevación, tienen contacto directo con el lodo, fango y el terreno de la locación, Ver Gráficos adjuntos.

Al ser estos medios (El agua salada, el Lodo, Fango y Terreno), bastante Corrosivos para los componentes de la Plataforma, ésta se protege con la ayuda de Ánodos de Sacrificio, en este caso, con Ánodos de Zinc de un 99.99 % de Pureza y un Peso de 325 Lbs. cada uno, los cuales van soldados a las diferentes partes del Castillo, protegiendo áreas iguales, de acuerdo a un Cálculo de

Protección previamente realizado, adjuntamos los datos y cálculo realizado así como la relación y gráficos de distribución de Ánodos en las diferentes partes sumergidas, Los cálculos fueron realizados tomando en cuenta los siguientes datos:

Densidad de corriente en agua salada	**0.010 A / pie^2**
Densidad de corriente en barro	**0.002 A / pie^2**
Consumo de ánodo	**7.00 Lbs. / A x año**
Penetración promedio de pilote	**50.00 pies.**
Tiempo de protección.	**10 Años.**

Sobre la base del área de los componentes sumergidos del Castillo y de acuerdo al listado de materiales, se determina el área total en pies cuadrados por ítem y haciendo uso de los datos indicados, se determinan los Amperajes, determinando luego en base a ello, el número de ánodos recomendados asumiendo una eficiencia del 90 %, y una vida promedio de 10años, como en estos ejemplos:

3.10.2.- <u>Entre la 1ra. y 2da. Elevación:</u>

Área comprometida = 11 826 pies^2

Amperios = 11 826 pies^2 x 0.010 A/pie^2 = 118.3 A

(118.3 A) (7 Lbs./ A x año) (10 años / 325 Lbs/Ánodo) (1/ 0.9) = 28.31

Ánodos Sugeridos = 28

3.10.3. - Entre la 2da. y 3ra. Elevación:

Área comprometida = 13 013 pies^2

Amperios = 13 013 pies^2 x 0.010 A/pie^2 = 130.1 A

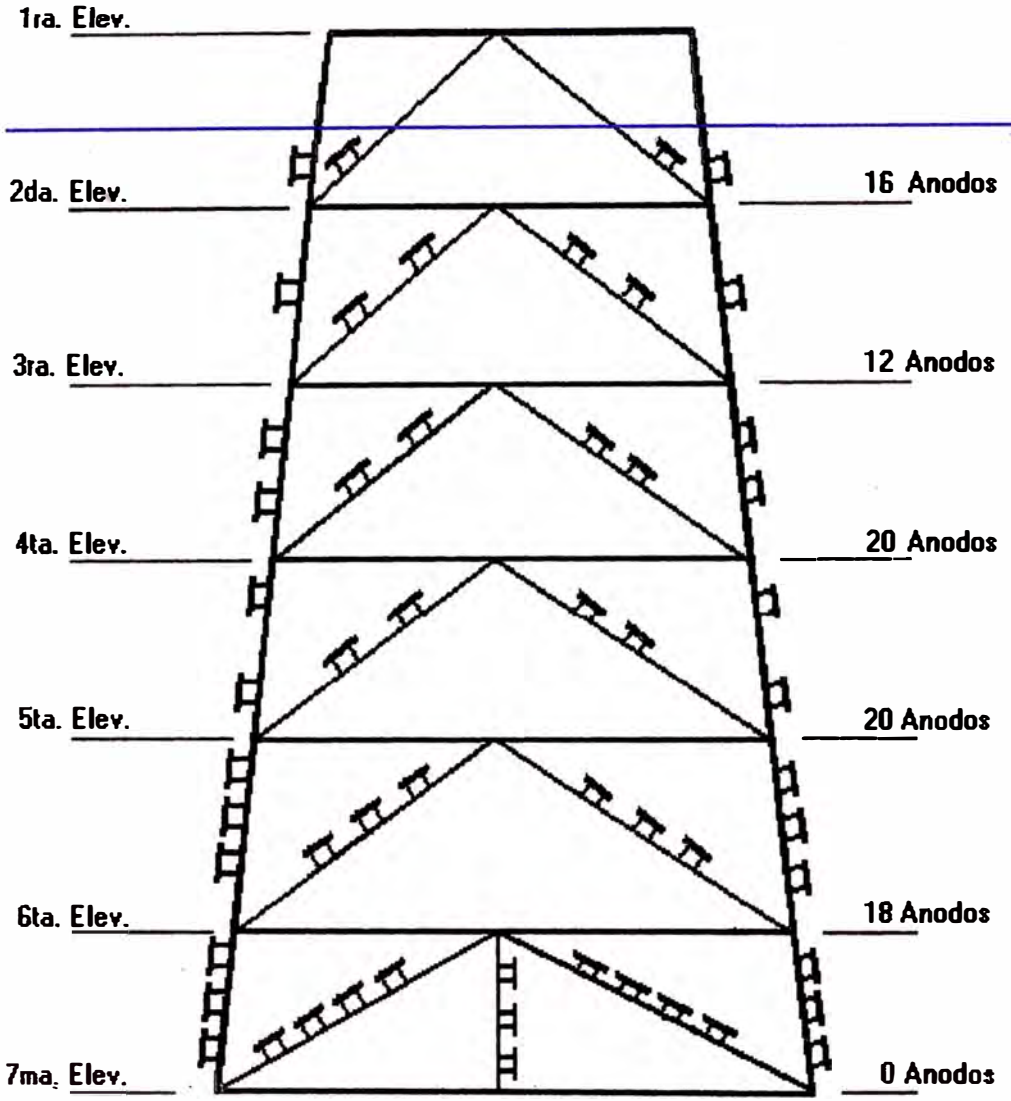
(130.1 A) (7 Lbs./ A x año) (10 años / 325 Lbs/Ánodo) (1/0.9) = 31.13

Ánodos Sugeridos: 31

Adjuntamos Resumen con la cantidad de Ánodos obtenidos por cálculo, para la Plataforma de 314' de Profundidad de Agua.

ANODOS REQUERIDOS PARA PLATAFORMA DE 314' DE PROFUNDIDAD DE AGUA

MIEMBRO	Diámetro exterior (pulgadas)	UBICACIÓN DE ELEVACIÓN					
		1ra. - 2da.	2da. - 3ra.	3ra. - 4ta.	4ta. - 5ta.	5ta. - 6ta.	6ta. - 7ma.
		ACERO SOBRE LA LINEA DE BARRO (Pies2)					
Patas	42"	1671	1698	2313	2313	2313	2313
Brazos	18"-24"-26"-28"	2287	2453	3257	3493	3745	4363
Elevaciones	16"-18"20"-26"-28"	2519	4164	6196	7191	9625	9564
Conductoras	18"	3223	3308	4495	4495	4495	4495
S. Inundación	2x3 1/2" - 2x6 5/8"	201	207	281	281	281	281
S. Flotación		850	-	-	-	-	-
Sub Total		10751	11830	16542	17773	20459	21016
Acero no incluido en el cálculo (10%)		1075	1183	1654	1777	2046	2102
TOTAL		11826	13013	18196	19550	22505	23118
Amp. sobre L. B.		118.3	130.1	182	195.9	225.1	231.2
	ACERO DEBAJO DE LA LINEA DE BARRO (Pies2)						
Conductoras	18" - 50' Prof.	-	-	-	-	-	4241
Pilotes	38" - 50' Prof.	-	-	-	-	-	1990
Sub Total		-	-	-	-	-	6231
Acero no incluido en el cálculo (10%)		-	-	-	-	-	62.3
TOTAL		-	-	-	-	-	6854
Amp. bajo L. B.		-	-	-	-	-	13.7
Amp. x patas		-	-	-	-	-	54
TOTAL Amp.		118.3	130.1	182	195.9	225.1	231.2
Anodo x Eficienc.		28.3	31.1	43.6	46.9	53.9	55.3
N° Anodos recom.		**28**	**31**	**44**	**47**	**54**	**55**
ANODOS TOTALES	**259**						



N° DE ANODOS EN PATAS Y BRAZOS: 173

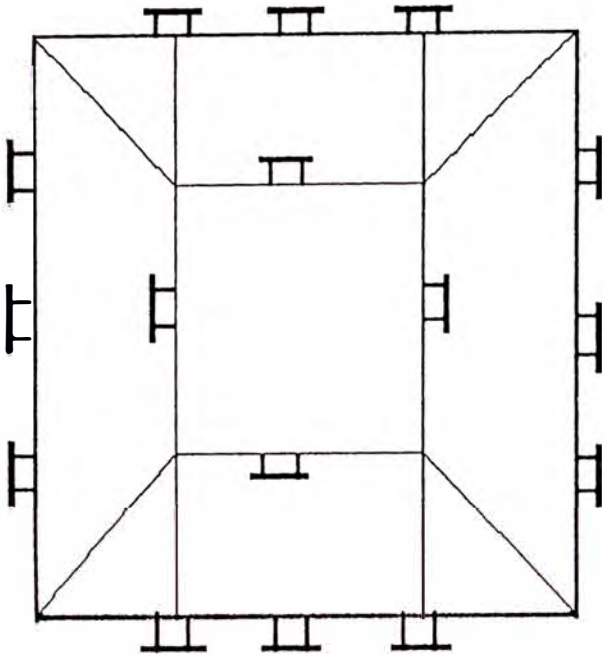
N° DE ANODOS EN ELEVACIONES : 86

N° DE ANODOS TOTALES : 259

ANODOS DE Zinc : 99.99 % Pureza

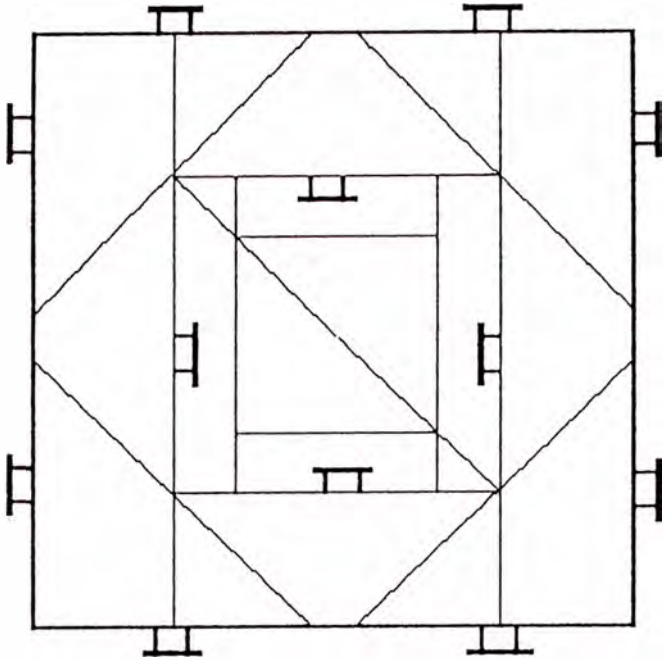
Peso de Anodo: 325 Lbs.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA			
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA			
PREPARADO W.MONTENEGRO	CONSTRUCCION E INSTALACION DE UNA PLATAFORMA DE 314' DE PROFUNDIDAD DE AGUA ZOCALO CONTINENTAL - TALARA		
REVISADO W. MONTENEGRO			
APROBADO W. MONTENEGRO	ELEMENTOS DE PLATAFORMAS UBICACION DE ANODOS		
DIBUJADO W. MONTENEGRO	ESCALA S/E	FECHA FEBRERO 2005	PLANO N° 08



2da. ELEVACIÓN

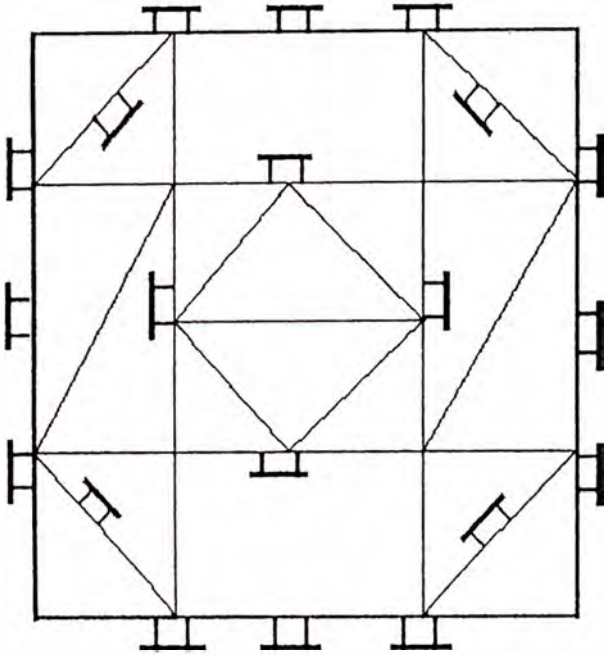
16 ANODOS



3ra. ELEVACIÓN

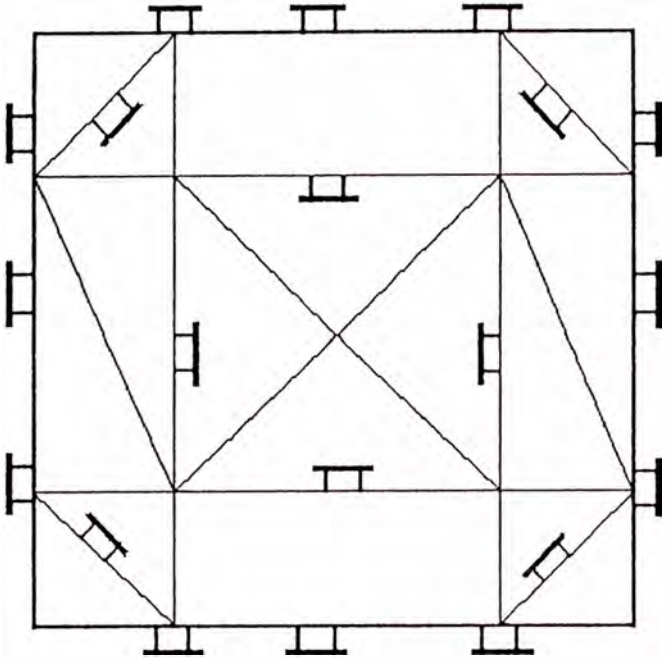
12 ANODOS

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA			
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA			
PREPARADO W.MONTENEGRO	CONSTRUCCION E INSTALACION DE UNA PLATAFORMA DE 314' DE PROFUNDIDAD DE AGUA ZOCALO CONTINENTAL - TALARA		
REVISADO W. MONTENEGRO			
APROBADO W. MONTENEGRO	ELEMENTOS DE PLATAFORMAS UBICACION DE ANODOS		
DIBUJADO W. MONTENEGRO	ESCALA S/E	FECHA FEBRERO 2005	PLANO N° 11



4ta. ELEVACIÓN

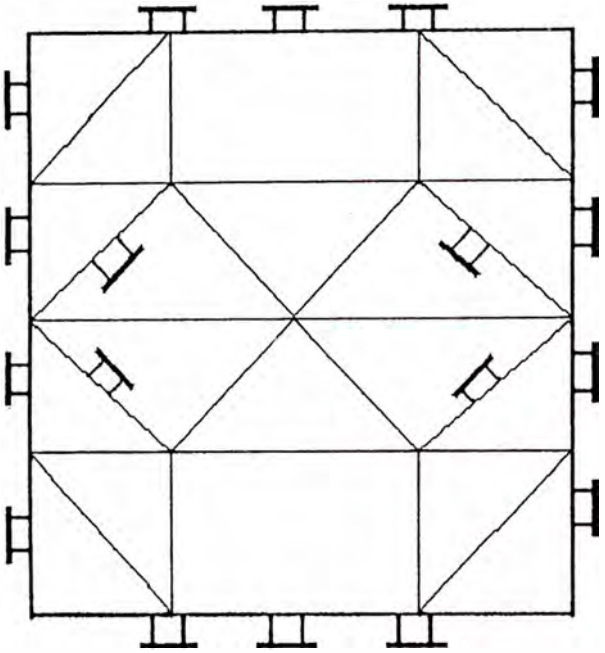
20 ANODOS



6ta. ELEVACIÓN

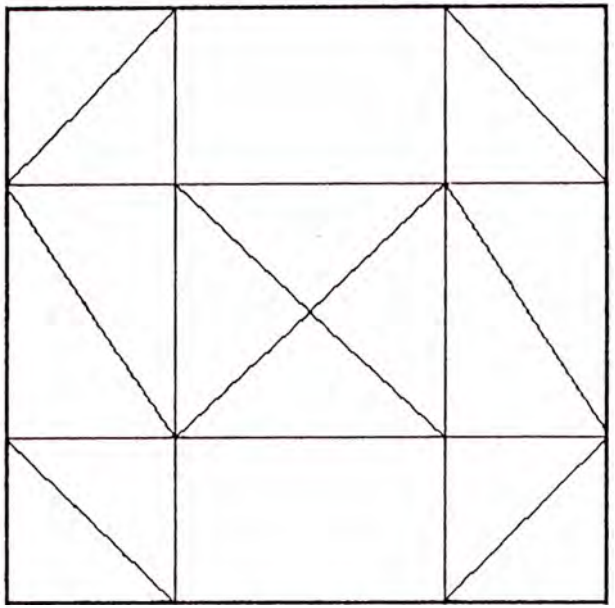
20 ANODOS

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA			
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA			
PREPARADO W.MONTENEGRO	CONSTRUCCION E INSTALACION DE UNA PLATAFORMA DE 314' DE PROFUNDIDAD DE AGUA ZOCALO CONTINENTAL - TALARA		
REVISADO W. MONTENEGRO			
APROBADO W. MONTENEGRO	ELEMENTOS DE PLATAFORMAS UBICACION DE ANODOS		
DIBUJADO W. MONTENEGRO	ESCALA S/E	FECHA FEBRERO 2005	PLANO N° 12



6ta. ELEVACIÓN

18 ANODOS



7ma. ELEVACIÓN

0 ANODOS

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA			
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA			
PREPARADO W.MONTENEGRO	CONSTRUCCION E INSTALACION DE UNA PLATAFORMA DE 314' DE PROFUNDIDAD DE AGUA ZOCALO CONTINENTAL - TALARA		
REVISADO W. MONTENEGRO			
APROBADO W. MONTENEGRO	ELEMENTOS DE PLATAFORMAS UBICACION DE ANODOS		
DIBUJADO W. MONTENEGRO	ESCALA S/E	FECHA FEBRERO 2005	PLANO N° 13

3.10.4.- Factores que intervienen en la Corrosión Electroquímica.

La tendencia de un Metal a disolverse en Agua, conocida por **Presión de solución,** se mide por el Potencial Eléctrico (sin corriente) que tiene que ser aplicado para evitar toda acción cuando el Metal está sumergido en una Solución de una de sus sales a la Concentración Estándar o Normalizada (1 molar).

A base de esta información, los Metales se disponen en una Serie según el orden de su Presión de solución.

3.10.5.- Serie de los metales por sus Fuerzas Electromotrices.

Magnesio.	**Hierro.**	Cobre.
Berilio.	Cadmio.	Mercurio.
Aluminio.	Níquel.	Plata.
Manganeso.	Estaño.	Paladio.
Zinc.	Plomo.	Platino.
Cromo.	Hidrógeno (cero).	Oro.

Aunque en la práctica nunca se encuentra la Concentración Normalizada de las Sales Metálicas ni la ausencia completa de Corrientes de Polarización, esta Serie enumera, no obstante, a los metales en orden general, la tendencia de los metales a la Corrosión. Cuando dos metales que están en contacto se sumergen en agua, el que está en la parte Superior en esta Serie se vuelve Anódico, sufre la Corrosión y protege al otro Metal, porque lo vuelve Catódico.

3.11.- OJOS DE JALADA, OJOS DE BOTADA, Y OJOS DE IZAJE.

Luego de terminada la construcción del Castillo (como estructura principal), éste se prepara para pasar pruebas de Control de Calidad, para lo cual se instalan los Elemento finales entre los cuales tenemos: Los Ojos de Jalada, los Ojos de Botada y los Ojos de Izaje, entre otros, que cumplen distintas funciones como lo pasamos a describir:

3.11.1.-Ojos de Jalada.-

Estos elementos sirven para Jalar al Castillo hacia la Barcaza que lo va a Transportar hasta su Locación Final, van instalados en la parte central de la Ultima Elevación de lado Skid, (en nuestro caso en la parte Central de la Sétima Elevación de la parte de abajo), como lo hemos dicho sirven para Jalar al Castillo y montarlo sobre el Skid de la Barcaza que lo va a transportar. Una vez que la Barcaza alinea su Skid con el Skid de Lanzamiento de Tierra, los ganchos de los cables de los Winches instalados en la Barcaza de Transporte, son llevados hasta el Pin del Ojo de Jalada tal como aparece en planos adjuntos, posteriormente se va templando poco a poco, hasta vencer la Inercia de Reposo del Castillo y lentamente se va jalando hacia la Barcaza, en ese lapso de tiempo se realizan labores paralelas en la Barcaza, como desalojar el agua del lastre, preparar los Perros de sujeción que son cartelas para asegurar Elementos a la estructura de la Mesa o del Castillo, etc.

3.11.2. Ojos de Botada.-

Son los Ojos, que van instalados en la parte Central de la Penúltima Elevación de Lado Skid (en nuestro caso en la Sétima Elevación de lado Skid), y son utilizados para Botar al Castillo de la Barcaza que lo Transporta, cuando llega a su Locación, mediante el uso de patescas es invertida la Jalada lo que permite retirar el Castillo o regresarlo poco a poco, deslizándolo por el Skid de la Barcaza hasta que el Centro de Gravedad del Castillo pase el Pin de las bisagras del Tramo de Skid de la Barcaza construido para ese fin, de tal manera que nos permita lanzar el Castillo al Agua de una manera lenta y segura.

Estos Ojos son construidos de planchas de 1 ½" y su instalación permite poder distribuir la fuerza de Jalada y Botada a toda la Masa del Castillo, su Montaje se puede observarse en el Planos adjuntos, por sus características, su Construcción y Montaje requieren de una Técnica Especial para llevarlo a cabo.

3.11.3.-Ojos de Izaje.-

Son los Ojos, que van instalados en la parte Superior de cada una de las cuatro Patas, y sirven para Izar o Levantar el Castillo, cuando este se encuentra en el Agua (luego de su Lanzamiento), ya que por su forma de Tronco de Pirámide, el Castillo flota en el Agua en forma inclinada con respecto a su Eje Longitudinal, por lo que con ayuda de la Grúa de Otra Barcaza, es levantado sin sacarlo del Agua manteniéndolo Vertical, acercándolo de esa manera a su Locación hasta el momento en que el Departamento de Marina vea que las condiciones son optimas y ordene su Inmersión.

Como se observa en los Planos adjuntos estos Ojos son Construidos con Planchas de 2" y 1" de Acero Estructural A 36, son soldados como se indica, para lo cual se usa Electrodos: AWS E-7018, asimismo se puede ver la disposición en cada una de las cuatro Patas.

3.11.4. Tapas de Patas.-

Las Tapas de Patas, van instaladas en los extremos de la Patas, esto es una vez parado el Castillo van en la parte Superior del Castillo como en la parte Inferior de las Patas , para lo cual acotaremos que son de diferente material ya que cumplen funciones especificas ,A las Patas del Castillo, se les instala Tapas tanto en la parte Superior como en la parte Inferior de las mismas, con el fin de hermetizarlas, ya que como hemos dicho anteriormente, a todos los Elementos del Castillo se les inyecta Aire cumpliendo con esto que toda la Estructura sirva como Boyas, asimismo, que estas Tapas faciliten posteriormente la Inundación del Castillo y que al final nos permitan instalar los Pilotes a través de cada una de las Patas. Para lo cual, las Tapas Superiores (cercanas a la Primera Elevación), son de Plancha de Acero Estructural A36, de: 1" de espesor y van totalmente Soldadas, asimismo, se instala una válvula de Bola de 2" x 1000#, en cada una de las cuatro Tapas, de tal manera que permitan inyectar aire en las Patas en forma independiente, lo que nos permite entre otras cosas, realizar el Control de Calidad de la Soldadura, esto es, mediante una Prueba Neumática a 80 Lbs. de Presión. Posterior a eso, poder retirar el aire al momento de Inundar el Castillo.

En la parte inferior de cada Pata (cercana a la ultima Elevación), esto es, en cada una de ellas se instalan tapas de Polivinílico de alta densidad, en forma de brida ciega, permitiéndonos de ésa manera hermetizar la Pata y al momento de Pilotear poderlas romper fácilmente y dejar pasar sin problema a los clavos.

3.12. PRUEBAS DE CONTROL DE CALIDAD DEL CASTILLO. –

En cada una de las etapas de Construcción del Castillo, se realizan pruebas de Control de Calidad, lo que nos permite cumplir con los Estándares de Construcción exigidos, entre las Pruebas realizadas citaremos las siguientes:

3.12.1. Inspección de Filetes para las Uniones a Tope.

En la Construcción del Castillo se emplean distintos Diámetros y espesores de Tuberías, asimismo algunos de estos Elementos son Principales y otros Secundarios con respecto al Esfuerzo a que están sometidos, por lo que existe variación en las formas de los Biseles a usar en cada una de las Juntas a ejecutar, esto ya

sea para unir Miembros o para alcanzar Longitudes de Tubería solicitada, como se puede apreciar en los Planos adjuntos, esta inspección se realiza durante toda la Construcción del Castillo y está a cargo de los Capataces de grupo y en forma aleatoria por el Ingeniero de Campo.

3.12.2. Inspección de Juntas Soldadas por medio de Tintes Penetrantes.

Se realizaba la inspección a la totalidad de los Cordones de las Patas y en forma aleatoria a las uniones soldadas de los otros miembros, en el caso de las Patas, se tomaban Tintes Penetrantes al Pase de Raíz y al Acabado, para los otros miembros solo para el Cordón Acabado. A modo de información diremos que la Inspección de Cordones de Soldadura por el Método de Tintes Penetrantes conocidos como Dye Check, se realiza de la siguiente manera:

1.- Se limpia el área a examinar de Escoria y Oxido y otros contaminantes, de ser posible con el uso de una amoladora provista de escobilla circular, se rocía toda el área a inspeccionar

con el Spray marcado con el N°:1 que en todo caso viene a ser la sustancia limpiadora o removedora de grasas y suciedades y se limpia con trapo industrial de preferencia blanco.

2.- Se aplica al Cordón de Soldadura el rocío del tubo marcado con el Nº 2, que es la sustancia que penetra por todos los defectos si los hubiere o poros que a simple vista no se pueden detectar, este líquido es de color rojo, se deja actuar por tres minutos.

3.- Se aplica al área a observar nuevamente el Spray del tubo marcado con el N° 1, limpiando totalmente con trapo, removiendo todo el color rojo aplicado anteriormente.

4.- Se aplica al área limpia el rocío del Tubo marcado con el N° 3, que es de color blanco, el cual se encarga de remover y sacar a flote todo liquido rojo que penetro por alguna falla del cordón de soldadura haciéndolo de esta manera fácil de detectar y corregir si fuera el caso, ya que al sacarlo fuera de la falla al liquido penetrante rojo y al contacto con el liquido blanco da un color rosado oscuro que contrasta con el blanco aplicado

3.12.3. Inspección del Proceso de Soldadura.-

Durante la construcción del Castillo se ponía mucho énfasis en todos los Procesos de Soldadura, de tal manera que para la observación de como se realizaban las Juntas Soldables se contaba con Inspectores de Soldadura, los cuales observaban la realización del trabajo de los Soldadores, asimismo, tenían injerencia para detener cualquier trabajo y revisar o comprobar que los Electrodos estén libres de Humedad, Condiciones de los Cables y Tenazas de Soldar, de igual manera cada Soldador debería contar con su Equipo de Protección Personal que exigía la Compañía.

3.12.4. Pruebas de Rayos X.-

Una vez terminada la Construcción del Castillo y en forma aleatoria se escogían Cordones de las distintos Miembros en un número que representaran el 10% del Total de Juntas Efectuadas, Como medida complementaria si había alguna falla que reparar se tomaban Placas Radiográficas a los Cordones adjuntos hasta que la junta sea verificada satisfactoriamente, sino se seguían tomando Placas y

reparando, correspondiendo a la Compañía Contratista el Pago por Placas adicionales al 10% del Total, según las Bases del Contrato, al igual que los costos por reparaciones las asumía la Contratista.

La Norma de Calificación que se tomaba para la evaluación de las Juntas Soldadas era el Código ASME Sección V, el reporte de Inspección Radiográfica indicaba el Tipo de Radiación que en este caso era GAMMA, el tipo de material de la tubería: Fierro, el Espesor de tubería, Marca de película usada en este caso se uso: Fuji Film, el tipo de Pantallas en este caso Pb 0.010" y el tipo de Norma de Calificación en este caso ASME Secc. V

Se usaba una Nomenclatura de Defectos, que los citaremos:

- **Aa:** Porosidad Agrupada.
- **Ab:** Porosidad Tubular.
- **Ac:** Porosidad Aislada.
- **Ba**: Escoria Diversa.
- **Bb:** Escoria Alineada.
- **C:** Falta de Fusión.
- **D:** Penetración Inadecuada.
- **Ea:** Fisura Longitudinal.
- **Eb:** Fisura Transversal.
- **Fa:** Socavado Interno.
- **Fb:** Socavado Externo.
- **I:** Cordón Irregular.
- **K:** Cráter o Rechupe de Raíz
- **L:** Corrimiento de Borde.
- **T:** Formación de Gotas.
- **W:** Inclusión de Tungsteno.
- **Z:** Falla en la Película.

La Penetración en todas las juntas radiografiadas tenían que ser al 100%, asimismo, el porcentaje de escoria no debía pasar los limites permisibles, en este Proceso se observaba el acabado de los Cordones.

3.13.- ARENADO Y PINTURA DE CASTILLO.

Una vez concluidos los Trabajos de Construcción del Castillo y retirado las Zetas y accesorios para las maniobras y facilidades para los soldadores en altura, y de haber realizado la prueba de Rayos X y la Prueba Neumática se procedía a preparar las partes del Castillo que se iban a Arenar y luego Pintar (aplicación de Sand Blast), esto es la Obra viva del Castillo ya que la parte sumergida se protegía con ánodos de Zinc.

3.13.1.- Arenado a Metal Blanco.-

El arenado a metal blanco es un procedimiento de limpieza de superficies metálicas mediante un chorro abrasivo producido por aire comprimido, con el fin de realizar un estudio del área o

prepararla para la aplicación de pintura, para lo cual, dependiendo de parámetros del uso a la que va a estar sometida el área, se escogen las especificaciones del tipo de arenado a aplicar, de acuerdo a la Norma escogida.

3.13.2.- Apariencia de la Superficie.-

Este método de preparación de superficies, tiene por objeto lograr una superficie libre de Óxidos, Sustancias Químicas, Aceite, Polvo, Suciedad, Escorias de Soldadura, mill scale, Pintura antigua, y otras sustancias, que puedan afectar la adhesión de las Capas de Pintura a usar. Asimismo, el Arenado debe lograr una Porosidad o Rugosidad en la superficie, de tal modo que la Pintura se impregne con facilidad, esto se conoce como "Factor de Anclaje". Para nuestro caso, se aplico el Arenado a Metal Blanco, de acuerdo a la Norma: **SSPC-SP-5**, este tipo de arenado, se caracteriza por presentar la superficie: un color metálico uniforme: gris blanco (sin zonas oscuras).

En caso de duda sobre la calidad del Arenado, existen Patrones de Comparación, o de lo contrario, se hará uso de la "Prueba del Solvente", que consiste en pasar Diluyente por la superficie (se

puede usar varsol); si se observan puntos de Corrosión (fáciles de observar a través de una lupa), el Arenado no es el correcto y por lo tanto deberá rehacerse.

3.13.3.- Preparación de la Superficie antes y después del Arenado.-

Antes del Arenado se deben limpiar todos los depósitos visibles de aceite o grasa de acuerdo al siguiente método:

- Frotar la superficie con trapo o brocha humedecida con solvente, hasta lograr eliminar la grasa o aceite ya que muchas veces no es posible eliminar estos elementos con el Arenado, los cuales son muy perjudiciales en el momento del Pintado, ya que la pintura no se adhiere, lo que trae como consecuencia que al poco tiempo se desprenda y se genere un área de oxidación o corrosión, dependiendo del medio en que se encuentre, y en nuestro caso por ser agua de mar que es altamente corrosiva, se deben tener en cuenta, en todo momento estas observaciones.

Efectuar la limpieza final con trapo o escobillas limpias humedecidas con solvente, este solvente puede ser de preferencia

thinner estándar. Para cumplir con lo anterior, también se puede usar como solvente además del varsol, aguarrás mineral.

Después del arenado y antes de pintar se debe eliminar algún oxido que llegue a ser visible, así como todos los depósitos visibles de aceite, grasa u otros contaminantes, en forma similar a lo indicado anteriormente. Asimismo, con la ayuda de brochas, soplado de aire limpio y seco, o limpieza por vacío, se debe eliminar de la superficie todo polvo y residuo flojo del abrasivo usado para la limpieza y que permanece adherido al área limpiada a ser pintada.

3.13.4.- Operación del Arenado.-

La operación del arenado, consiste en sopletear a presión con ayuda de aire comprimido: un material abrasivo, (que puede ser: granalla de acero, escoria de cobre u otro tipo, en nuestro caso se uso: arena lavada de río), sobre la superficie a limpiarse. Para esto es necesario:

1.- Aire Comprimido con una presión de 100 psi, en la salida de la boquilla del compresor.

2.- Equipo de Arenado completo (compresor, tolva de arena, manguera para arenado, pitón de arenar, y equipo de seguridad

para arenar), cada boquilla requiere un suministro de aire de unos 200 PCM, como mínimo.

3.- Se requiere Arena limpia, libre de contaminantes (polvo y arcillas), de color uniforme y seleccionada mediante el paso por malla Nº 16 y retenida por malla Nº 30.

Con el proceso de Arenado se elimina completamente de la superficie metálica todo el mill scale visible, los Óxidos, las Pinturas y Sustancias extrañas, ayudado por la Arena seca impulsada a gran Presión y Alta Velocidad, por los Pitones de Arenado. Como lo hemos recalcado, se debe tener cuidado de eliminar el aceite y el agua presente en la compresora y en el aire comprimido que se usa, ya que es muy perjudicial para la adherencia de la pintura, por lo que deben utilizarse pulmones con drenaje los cuales deben contar con drenajes, separadores y trampas de líquidos en suspensión.

El proceso de Arenado en Seco, no debe efectuarse en superficies que se encuentran humedecidas o cuando la superficie tiene menos de 5 °F, sobre el punto de rocío "dew point" o cuando la humedad relativa del ambiente es mayor de 85%.

Para el Pintado de la Obra Viva del Castillo se Arenaba al Metal Blanco y se aplicaba una capa de Primer Epóxico a base de Zinc

Inorgánico y luego dos Capas de Acabado se esperaba un Curado de 15 días antes de la fecha de Lanzamiento. Algunas características de la Pintura de acabado citaremos a manera de información:

3.13.5.- Pintura usada en la Obra Viva del Castillo.-

Nombre del producto: Vencecoat HS 550 Recubrimiento epóxico.
Auto imprimante: Componente "A": 94-050, Componente "B": 94-055.

3.13.6.- Descripción.-

Vencecoat HS-550, es un recubrimiento epóxico bifuncional de alto contenido de sólidos y de gran capacidad de humectación, que aplicado en una sola capa, con una mínima preparación de superficie, funciona como anticorrosivo y acabado. Característica que permite ahorrar costos de preparación de superficie y aplicación.

3.13.7.- Usos Recomendados.-

Para el Mantenimiento de Superficies y Estructuras de Acero y Concretos Nuevos o con resto de Pintura antigua y óxidos bien adheridos; donde, por las condiciones de operación y servicio no se pueden efectuar trabajos de arenado.

Esta recomendado para la protección de Tanques de Almacenamiento y Sistemas de Tuberías de Petróleo, Plataformas Marinas OFF-SHORE, interior de tanques de Agua, Complejos Industriales, Torres de Alta Tensión, Puentes, Bodegas y Cubiertas de Embarcaciones.

Las Materias Primas empleadas en la fabricación de este producto (resinas), han sido aprobadas por la Food and Drug Administration U.S.A. (F.D.A.), para ser usado en planta de alimentos e interior de Tanques de Agua Potable para Consumo Humano.

3.13.8.- Características del Producto.-

- Vehículo : Epoxy de tecnología avanzada.
- Mecanismo de curado : Evaporación de solventes - reacción química.
- Sólidos al volumen : 80%

- Color : Según carta de colores.
- Acabado : Semi-brillante.
- V. O. C. : 174 gr / litro.
- Punto de inflamación : 27° C
- N° de componentes : Componente "A" Resina epóxica
  Componente "B" Endurecedor.
- Relación de mezcla : 1 : 1 en volumen.
- Tiempo mínimo inducción: 30 minutos.
- Vida útil de mezcla : 2.5 h a 25°C varia con la Temperatura.
- Almacenaje : 12 meses en Condiciones Normales.
- Secado : A 10 mils, húmedos a 25°C.
  - Tacto : 5-7 horas.
  - Para repintar :
    - Mínimo : 8 horas
    - Máximo : 03 meses
- Espesor de película recomendado
  - Húmedo : 6.3 – 10 mils (158-252 micrones)
  - Seco : 5-8 mils (126-202 micrones)
- Rendimiento teórico : 15 m2 x galón a 8 mils secos o
  : 25 m2 x galón a 5 mils secos
- Resistencia a la temperatura: 135° C calor seco

3.13.9.- Preparación de la Superficie.-

Para obtener una Máxima Perfomance, la Superficie deberá estar seca, libre de Polvo, Sales, Grasa, óxidos, mill – scale, residuos de Soldadura, Pintura suelta, etc. Y cualquier otro Material Extraño que afecte la Compatibilidad y Adhesión.

Substratos:

- Fierro o acero:
- Exposición atmosférica : Arenado cercano al metal blanco PSC-SP-10
- Servicio en inmersión : Arenado a metal blanco PSC-SP-5
- Perfil de rugosidad : 1.5 – 2 mils
- Superficie previamente pintada : Pintura antigua y restos de óxidos, limpieza manual mecánica según norma SSPC-SP-2 ó SSPC-SP-3
- Superficie y estructuras de concreto : Debe estar completamente seco y fraguado (28 días), en caso de superficies lisas, se recomienda un arenado suave (brush-off), norma SSPC-SP-7 ó tratamiento químico con ácidos, hasta lograr una superficie similar a lija N° 200.

3.13.10.- Aplicación.-

- Preparación de la pintura : Mezclar los componentes de la pintura de acuerdo a los volúmenes establecidos y homogenizar bien.

- Condiciones ambientales

- Temperatura (aire, substrato, material): Entre 10 – 45°C.
- Humedad relativa : Máxima 85%
- La temperatura de la superficie a pintar deberá estar a 3°C sobre el punto de rocío.
- Equipos de aplicación:

  Brocha : Industrial de cerdas de nylon.

  Rodillo : Industrial de pelo corto.

  Dilución : Máximo 10%

- Pistola convencional

  Tipo o modelo : De Vilbiss JGA-592 ó equivalente.

  Pico de fluido : D

  Casquillo de aire : 64

  Presión de fluido : 40 psi.

  Presión de atomización : 50 – 70 psi.

  Dilución : 10%

- Equipo Airless.

Unidad	: Graco, Speeflo ó equivalente.
Presión de fluido	: 2,500 – 3,000 psi.
Pico de Fluido	: 0.017" – 0.021"
Filtro	: Malla N° 60
Dilución	: 10%
Solvente de dilución	: Diluyente industrial 80-131.

3.13.11.- Acabados Recomendados.-

Normalmente no requiere (auto imprimante). Se puede aplicar como acabado cualquier esmalte epóxico o poliuretano.

Para nuestro caso tenemos:

- Producto: Vencecoat HS – 550
- Color: Aluminio.
- Espesor seco: 3.5 Mils (promedio: 3 –4 mils)
- Espesor húmedo: 5 – 6 mils / 10% dilución.
- Rendimiento práctico: 20.43 m2/gl.
- Precio Unitario galón mezcla: US$ 30.00 + IGV
- Diluyente 80 – 131: US$ 8.79 + IGV.

3.14.- PROTOCOLO DE ENTREGA DE CASTILLO.

Luego de Terminada la Construcción del Castillo y haber realizado la Prueba Neumática, la reparación de Juntas Soldables, el retiro de todos los Accesorios que se usaron para la Construcción del Castillo como: Zetas, Topes, Cartelas, Tubos para tablones para pararse en Altura, Andamios, Cabos, Cables, Estrobos, y luego de la instalación de la Totalidad de Ánodos de Sacrificio, de la Instalación del Sistema de Inundación, así como los Ojos, Tapas, etc. Se procedía a verificar que todo lo solicitado en Planos y Adjuntos estuvieran terminados, esto es, se procedía al Protocolo de Entrega del Castillo, para lo cual intervenían dos Personas designadas de la Empresa Dueña del Castillo y dos personas de la Contratista, esto recaía en El Jefe del Departamento de Construcciones de Belco Petroleum Corporation of Perú y de la Contratista en el Jefe de Departamento de Construcciones y en el Supervisor Residente, estas cuatro Personas proveídas de un Lista de Ítems a observar recorrían todos los Elementos del Castillo y una vez que daban la conformidad se procedía a Firmar el Acta de Protocolo de entrega del Castillo que se adjuntaba a la valorización final para el cobro de lo adeudado. Con este documento aprobado, el Castillo se entregaba a la empresa dueña del proyecto, quedando de esta manera listo para su traslado a la locación cuando lo estimara por conveniente, de esta

manera la Contratista daba por concluidos los Trabajos de Construcción del Castillo. Adjunto Copia del Acta de Protocolo de Entrega del Castillo.

Luego de esto se precedía a realizar al Retiro de Chatarra y Tubería que no había sido usada, procediendo al Orden y Limpieza en el Área de Trabajo.

3.15. NORMAS DE SEGURIDAD DEL BUEN SOLDADOR.

El lugar de Trabajo.- Debe estar limpio y Ordenado, no deben haber recipientes de combustible, aceites, pinturas, solventes, trapos ni charcos con agua.

Los Implementos de Seguridad.- Vestimenta, zapatos, escarpines, mandiles, guantes largos, deben ser los apropiados y mantenerlos en buen estado; anteojos, máscara, casco, cinturón de seguridad, etc., de igual manera en buen estado.

Máquinas y Equipos.- Deberán de estar en buen estado y ser comprobados en presencia de su Supervisor, cualquier anomalía deberá ser informada al jefe de seguridad.

Balones de Gases.- La manipulación de los balones de Gases, se hará respetando estrictamente las normas establecidas por el Consejo Interamericano de Seguridad.

Las Máquinas de Soldar por Arco Eléctrico.- Durante los trabajos de Soldadura éstas deben funcionar perfectamente, en el caso que no fuera así, se deberá informar al Supervisor responsable y no tratar de repararlas.

Los Equipos de Oxicorte.- Antes de usar estos Equipos, el Soldador deberá comprobar que los manómetros de alta y baja presión estén marcando Cero, y las válvulas de los dos Balones cerradas y los tornillos de los Reguladores totalmente sueltos. Una vez hecha esta comprobación, recién se podrá abrir las válvulas y regular las presiones. Después de terminar el trabajo se cerrarán las válvulas y se evacuarán los gases y se aflojarán los tornillos de los reguladores.

Responsabilidad al hacer un trabajo de soldadura.- Al realizar nuestro Trabajo, debemos tener presente: Nunca hacer un Mal Trabajo (Cuide su Honor), tratar cada vez de Perfeccionarse y Cumpla con la Seguridad "Piense que nuestras Familia nos esperan en casa".

CAPÍTULO IV

TRANSPORTE, LANZAMIENTO E INUNDACIÓN DEL CASTILLO

4.1.- TRANSPORTE DEL CASTILLO.-

Para la fase de Transporte se emplea una Barcaza, la cual se desplaza con ayuda de dos Remolcadores, para cumplir con esta Tarea es necesario observar con anticipación las Mareas, ya que el acercamiento de la Barcaza a Tierra, solo es posible cuando la Marea lo permita, de esta manera se podrá controlar la Altura del Skid de la Barcaza que debe coincidir con la Altura del Skid de Construcción en Tierra, para cualquier incompatibilidad, se hace uso de los Tanques de Lastre que tiene la Barcaza. En la parte de acercamiento de la Barcaza a Tierra,

ésta cuenta con dos tramos paralelos de Skid Pivotados en el centro, la Barcaza se acerca a Tierra hasta que los extremos de estros Tramos llegaban a tocar los extremos del Skid de Tierra, lográndose en ese momento que el Skid de Tierra se prolongue hasta el fondo de la Cubierta de la Barcaza. En ese momento con ayuda de los Winches instalados en la Barcaza se comenzaba a Jalar al Castillo hacia la Barcaza, para lo cual se Jala el Castillo haciendo uso de los Ojos de Jalada, el acercamiento hacia la Barcaza es lento empleando un aproximado de 1.5 horas para recorrer un aproximado de 180 m, una vez sobre la Cubierta, se asegura el Castillo hacia la Cubierta quedando de esta manera listo para su traslado a su Locación Final, el Castillo queda sujeto a los Winches y estos en todo momento permanecen Brekeados.

4.2.- LANZAMIENTO DEL CASTILLO.

Al llegar la Barcaza que transporta el Castillo a su Locación, ya se encuentra en el área el Personal del Departamento de Marina, que en todo momento están monitoreando las Condiciones Meteorológicas, las Corrientes Submarinas, las Mareas, la Orientación que debe llevar el Castillo etc. Para el Lanzamiento del Castillo se espera que ellos den la Orden cuando las condiciones sean las más convenientes y se

proceda según lo planificado, mientras tanto, el Personal de la Barcaza mediante un cambio de Maniobra, pasa los cables a los Motones ubicados en el centro longitudinal del Skid, en la parte frontal de la Cubierta de la Barcaza, a la vez que proceden a asegurar los Cables en el Sistema de Botada con ayuda de Grilletes, quedando lista la Maniobra hasta que den la Orden de Botada. Cuando se recibe la Orden, con ayuda de los Winches se procede a Botar al Castillo y éste comienza a abandonar la Barcaza siempre deslizándose por el Skid de Cubierta hacia fuera, como lo indicamos anteriormente la parte final el Skid (llamados Brazos), en las dos vías, en una longitud de 100' - 0", estos tramos están Pivotado en su Centro, y cuando el Centro de Gravedad del Castillo pasa el eje de Pivote de estos Brazos, el Castillo comienza a inclinarse y a avanzar hacia fuera por la componente del Peso del Castillo paralela al Skid, para lo cual se genera una cierta Aceleración de Caída hacia el Mar, al contacto con el Agua se produce un Amortiguamiento y simultáneamente la Barcaza también comienza a alejarse del área para no recibir algún impacto del Castillo, el Castillo sale a flote por ser una gran Boya quedando unido a la Barcaza que lo transporto por medio de las Bosas de Nylon de 3", culminando de esta manera el Evento de Lanzamiento del Castillo.

4.3.- INUNDACIÓN DEL CASTILLO.

Al ser Lanzado el Castillo al Mar (lo más cercano a su Locación), queda sujeto a la Barcaza que lo Transportó por medio de cabos de Nylon de 3" de diámetro llamados Bozas, esto permite que cualquier Corriente lo lleve lejos del punto de Locación, el Castillo por contener aire en todos sus componentes se comporta como una Gran Boya, quedando sumergido por la Base y ultimas Elevaciones en forma inclinada, sobresaliendo del agua las primeras Elevaciones, luego con ayuda de otra Barcaza que cuenta con una gran Grúa, y con el Doble de la Grúa que tiene cuatro Ganchos, es Izado y mantenido cerca de su Locación en posición casi Vertical, con ayuda de cuatro Estrobos de acero de: 1 1/4" de diámetro que parten de los Ojos de Izaje ubicados en la parte superior de las Patas del Castillo, y así se mantiene a la espera de que el Personal del Departamento de Marina, que se encuentra Monitoreando las Corrientes Submarinas además de otras variables como: Pleamar, Bajamar, Vientos, Orientación, etc., determine que es el momento oportuno, y den la orden de comenzar a Inundar el Castillo, para lo cual el Personal encargado (desde la primera Elevación, por medio de Manubrios componentes del Sistema de Inundación) abren las Válvulas instaladas cercanas a la ultima Elevación (que en esos momentos se encuentra sumergida), produciendo con ello que Ingrese Agua al Interior

del Castillo por la parte de Abajo, hasta que la Presión Hidrostática iguale a la Presión Neumática del Aire dentro de los Componentes del Castillo, lo que ocasiona un Descenso lento y controlado del Castillo, al equipararse las Presiones internas, el Castillo se detiene, ingresando a una Posición de Equilibrio Vertical Casi Estable (existe movimiento en todo momento por la acción de la Marea y Corrientes de Agua), esto es siempre controlado por la Grúa de la Barcaza que lo mantiene Izado, después de esto y luego de que **las condiciones lo permitan**, el Personal del Dpto. de Marina da la orden de continuar bajando el Castillo, es decir, continuar con la Inundación que permita ir Bajando el Castillo a su Locación, para lo cual en ése momento se abren las Válvulas (08) que están ubicadas en las tapas superiores de las Patas y en la parte superior de la primera Elevación, permitiendo de esta manera que por arriba Salga el Aire y por las Válvulas Abiertas de Abajo, siga Ingresando Agua debido a la Presión Hidrostática en ese punto, esto se facilita por el Descenso de la Presión Neumática dentro del Castillo, al dejar escapar el Aire por las Válvulas de Arriba, lo que permite un descenso lento y controlado del Castillo a su Posición Final, terminando con ello la Fase de Lanzamiento e Inundación del Castillo.

CALCULO DEL PESO DE CASTILLO DE: 314' - 0" W. D.

PAÑOS					
ELEMENTO	DENOMINACIÓN	CANTIDAD (Pies)	PESO (Lb/Pie)	PESO TOTAL (Lbs.)	PESO TOTAL (Ton.)
Patas	42"Ø X 0.625"	1124	277.42	311820.08	141.74
	42"Ø X 1.125"	232	499.35	115849.20	52.66
Brazos	18"Ø X 0.375"	252	70.60	17791.20	8.09
	24"Ø X 0.375"	2024	94.60	191470.40	87.03
	26"Ø X 0.375"	1392	102.60	142819.20	64.92
Puntales	18"Ø X 0.375"	500	70.60	35300.00	16.05
PRIMERA ELEVACIÓN.					
Laterales	26"Ø x 0.375"	92	102.60	9439.20	4.29
	26"Ø x 0.750"	72	204.30	14709.60	6.69
"X" Central	16"Ø X 0.375"	164	62.60	10266.40	4.67
	18"Ø X 0.375"	116	70.60	8189.60	3.72
PLs. 1er. Anillo	PLs. 1/2"	278	20.40	5671.20	2.58
	PLs. 3/4"	155	30.60	4743.00	2.16
Monturas	16"Ø X 0.375"	18	62.60	1126.80	0.51
Campanas	20"Ø X 0.375"	24	78.60	1886.40	0.86
SEGUNDA ELEVACIÓN.					
Laterales	18"Ø X 0.375" 26"Ø X 0.375" 26"Ø X 0.750"	224 123 88	70.60 102.60 204.30	15814.40 12619.80 17978.40	7.19 5.74 8.17
TERCERA ELEVACIÓN.					
Laterales	26"Ø X 0.375"	218	102.60	22366.80	10.17
	26"Ø X 0.625"	50		0.00	0.00
"X" Central	16"Ø X 0.375"	99	62.60	6197.40	2.82
	20"Ø X 0.375"	328	78.60	25780.80	11.72
	20"Ø X 0.625"	36	129.30	4654.80	2.12
PLs. anillo 3ra. el.	PLs. 1/2"	248	20.40	5059.20	2.30
	PLs 3/4"	142	30.60	4345.20	1.98
Monturas	16"Ø X 0.375"	18	62.60	1126.80	0.51
Campanas	20"Ø X 0.375"	24	78.60	1886.40	0.86
CUARTA ELEVACIÓN					
Laterales	26"Ø X 0.500"	238	136.20	32415.60	14.73
	26"Ø X 0.750"	97	204.30	19817.10	9.01
Centrales	26"Ø X 0.500"	269	136.20	36637.80	16.65
	26"Ø X 0.750"	186	204.30	37999.80	17.27
Monturas	16"Ø X 0.375"	18	62.60	1126.80	0.51
Campanas	20"Ø X 0.375"	24	78.60	1886.40	0.86

QUINTA ELEVACIÓN					
Laterales	26"Ø X 0.375"	291	102.60	29856.60	13.57
	26"Ø X 0.750"	110	204.30	22473.00	10.22
Centrales	16"Ø X 0.375"	352	62.60	22035.20	10.02
	26"Ø X 0.375"	639	102.60	65561.40	29.80
	26"Ø X 0.750"	32	204.30	6537.60	2.97
Discos	PLs. 3/4"	18	30.60	550.80	0.25
Monturas	16"Ø X 0.375"	18	62.60	1126.80	0.51
Campanas	20"Ø X 0.375"	24	78.60	1886.40	0.86
SEXTA ELEVACIÓN					
Laterales	26"Ø X 0.375"	324	102.60	33242.40	15.11
	26"Ø X 0.750"	147	204.30	30032.10	13.65
Centrales	16"Ø X 0.375"	213	62.60	13333.80	6.06
	24"Ø X 0.375"	776	94.60	73409.60	33.37
Monturas	16"Ø X 0.375"	18	62.60	1126.80	0.51
Campanas	20"Ø X 0.375"	24	78.60	1886.40	0.86
SETIMA ELEVACIÓN					
Laterales	26"Ø X 0.375"	424	102.60	43502.40	19.77
	26"Ø X 0.750"	118	204.30	24107.40	10.96
Centrales	16"Ø X 0.375"	242	62.60	15149.20	6.89
	18"Ø X 0.375"	54	70.60	3812.40	1.73
	26"Ø X 0.375"	1081	102.60	110910.60	50.41
Esquineros	C 10" x 20	132	20.00	2640.00	1.20
	PLs. 3/16"	1250	7.66	9575.00	4.35
Patas de Gallo	16"Ø X 0.375"	228	62.60	14272.80	6.49
	26"Ø X 0.375"	384	102.60	39398.40	17.91
Conductoras	18"Ø X 0.375"	5400	70.60	381240.00	173.29
Tapa de Patas	PLs. 1 1/4"	64	51.00	3264.00	1.48
Ojos de Izaje	PLs. 1"	34	40.80	1387.20	0.63
	PLs. 1 1/2"	12	61.20	734.40	0.33
Ojos de Jalada	PLs. 1"	3	40.80	122.40	0.06
	PLs. 1 1/2"	30	61.20	1836.00	0.83
Ojos de Botada	PLs. 1 1/2"	220	61.20	13464.00	6.12
	PLs. 1 1/2"	64	61.20	3916.80	1.78
Cajones	PLs. 3/4"	372	30.60	11383.20	5.17
	W 14"X 119	660	119.00	78540.00	35.70
	C 18" x 45.8	660	45.80	30228.00	13.74
Sist. Inundación	W 6" x 12	1000	12.00	12000.00	5.45
	2"Ø x 0.154"	240	3.65	876.00	0.40
Vàlvulas	2" x 3000	16	6.50	104.00	0.05
Tubos de Aire.	2 1/2"Ø x 0.203"	480	5.79	2779.20	1.26
Ánodos de Zinc	Zn: 99.99%	259	325.00	84175.00	38.26
			PESO TOTAL:	**2311273.08**	**1050.58**

CAPÍTULO V

HINCADO Y NIVELACIÓN DE PILOTES

5.1.- HINCADO DE PILOTES.

La fase que seguía al Lanzamiento del Castillo era: la del Hincado de Pilotes y Nivelado de los mismos, esto con la finalidad de Montar sobre estos Pilotes Nivelados la Mesa Inferior y a la vez sobre ésta se Montaba la Mesa Superior, para lo cual, con ayuda de una Barcaza que tenia instalada en la cubierta una Grúa, se procedía al Hincado de Pilotes, para esto se empleaba como Guía de los Pilotes las cuatro Patas del Castillo y haciendo uso de un Martillo DELMAG, Modelo D-62, se procedía de la siguiente manera: Se introducía por cualquiera de las

Patas del Castillo el primer tramo del Pilote Grande Nº 1, hasta que sobresalía de la pata 3', para lo cual se le habían soldado previamente unas Cartelas las cuales servían como Topes, actuando de Retenida impidiendo de ésta manera que vaya a hundirse el Pilote, esto por ser el primer Tramo de menor Longitud que la Pata del Castillo.

Luego se levantaba el segundo Tramo del Pilote Nº 1 que tenia en uno de sus extremos una plancha rolada de ¼" en forma de punta para permitir un rápido Ensamble con el primer Tramo ya instalado y se armaba a continuación del primero, luego del alineamiento respectivo se procedía al Soldeo respectivo, una vez terminada la labor de Soldar los dos primeros Tramos de Pilotes Largos, se procedía a cortar los Topes y se seguía bajando el Pilote hasta que chocaban nuevamente con los otros topes que previamente se habían soldado al segundo Tramo.

Se levantaba el tercer Tramo de Pilotes Grandes que al igual que el segundo Tramo tenia en un extremo una Plancha Rolada de ¼" en forma de Punta para permitir un rápido Ensamble, al chocar entre ellos se alineaban y se procedía a unirlos con soldadura para luego bajar este pilote que por su longitud ya chocaba con el Suelo Marino, por lo que se procedía a Hincarlo con ayuda del Martillo hasta dejar el Extremo Superior a una Altura que permita continuar con el Ensamble del Tramo siguiente y así sucesivamente hasta conseguir un Rechazo de aproximadamente 210 Golpes por pie. El Hincado de Pilotes, se

realizaba con ayuda de un Martillo de combustión interna, Marca DELMAG, modelo D-62, cuya Energía entregada era del Rango de 78,000 a 165,000 lbs-pie, el Pistón de Percusión Pesaba 14,600 lbs, asimismo su ciclo de trabajo lo realizaba con 35 – 50 Golpes por Minuto, usaba como combustible Diesel Nº 2, con un Consumo de 5.3 gal-hr, y un Consumo de Aceite de 0.5 gal-hr, contaba con dos Tanques: uno para Diesel con Capacidad de 24 galones y otro para Aceite, con Capacidad de 5 galones. El Peso Total del Martillo era de: 27,900 lbs. Para nuestro caso, los Pilotes deberían penetrar una Longitud Promedio de 80 pies, terminando el Hincado con un Avance de 210 Golpes por pie.

5.2.- CORTE Y NIVELADO DE PILOTES.

Luego de terminada la Fase del Hincado de los cuatro Pilotes se procedía al corte de la parte excedente, para lo cual se marcaban y cortaban a un mismo Nivel, asimismo, la parte nivelada de los Pilotes que sobresalían de las Patas del Castillo se reforzaban para dar cabida (al Trompo) a las Patas de la Mesa Inferior que se montaba en cada uno de ellos.

Para mayor referencia de este Tema me permito indicar algunos puntos con respecto a este Tema, entre ellos:

5.2.1. - Pilote.-

Se denomina Pilote a un elemento de Construcción, compuesto de Madera, Concreto o Acero, o una combinación de estos Materiales, que se hunden en el terreno por Percusión, con el objeto de transmitir a éste Cargas Verticales u Horizontales.

5.2.2. Ventajas.-

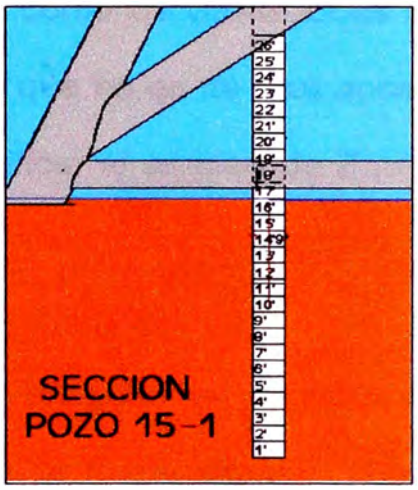
La principal ventaja de los Pilotes es: evitar la Excavación que es necesaria para cualquier otro tipo de Cimentación, lo cual representa notable economía, sobre todo si la excavación debe efectuarse bajo Agua – que es nuestro caso - Los Pilotes pueden confeccionarse cuidadosamente en una Planta Central, donde se tiene la seguridad de una confección uniforme y estrictamente vigilada, que garantice la Resistencia Asumida.

PROTOCOLO DE HINCADO DE CONDUCTORAS LO-15

Pozo 1 Vertical

- **DIÁMETRO DE TUBERÍA :** 18"
- **PESO MUERTO DEL MARTILLO :** 6,500 Kg.
- **RECORRIDO DE MARTILLO :** 8.5 PIES (RECORRIDO 7.5 PIES)
- **FECHA :** DOMINGO 16 NOV. 2003
- **NUMERO DE POZO :** LO-15-1

ÍTEM	LONG. PENETRACION/PIE	N° DE GOLPES/PIE	OBSERVACIONES
1	# 01	0	Peso propio
2	# 02	0	Peso propio
3	# 03	0	Peso propio
4	# 04	1	
5	# 05	2	
6	# 06	3	
7	# 07	6	
8	# 08	12	
9	# 09	18	
10	# 10	22	
11	# 11	26	
12	# 12	34	
13	# 13	35	
14	# 14	38	
15	# 15' 9"	50	
TOTAL PIES HINCADO	**15 PIES 9"**		



Nota :
Las conductoras quedan debidamente protegidas para evitar la caída de elementos extraños

El Equipo requerido para el Clavado de los Pilotes, es sencillo, económico y fácil de Transportar, esto último de singular importancia para nuestro caso ya que como es obvio todas las tareas se realizan mar adentro, esto es que no es de fácil acceso y cuyo volumen de Obra puede no justificar el empleo de Equipo Costoso.

El uso de Pilotes es singularmente Ventajoso en el caso de terrenos Arcillosos o Arenosos en capa de fuerte espesor donde no existe o es muy difícil llegar a capas de terreno de Mejor Calidad.

5.3. - DETERMINACIÓN DE LAS CARACTERISTICAS DE LAS CIMENTACIONES.-

Durante los últimos años se han ido acentuando la atención Científica sobre la Capacidad de los Suelos para recibir Cargas. La Capacidad de Carga de los Pilotes, es afectada por:

a.- La estructura, el contenido de Agua y las Propiedades de Fricción y Cohesión del Suelo.

b.- Perturbaciones causadas en el Terreno durante la construcción por el Hincado, Drenaje y Movimiento del Terreno adyacente.

c.- El Hundimiento Plástico (el último) y el Movimiento del Agua en el Terreno Resistente.

Hay numerosas y complejas Combinaciones de Suelos y disposiciones de Estratos, no siendo posible siempre tener a mano datos definidos para el Diseño, que tenga en cuenta todos los casos posibles, para nuestro caso, además de lo expuesto, se toma en consideración el Medio Ambiente Altamente Corrosivo del Agua de Mar entre otras cosas.

5.4. - TRABAJO DEL MARTILLO HIDRÁULICO, MANIOBRISTAS

El Peso del Martillo necesario para Hincar un Pilote dado, para que resista una Carga Calculada, esta dado por el Diámetro de Pilote y característica de Terreno, esto es la Resistencia para un Hundimiento determinado.

Los Martillos de Gravedad usado para Pilotes de Madera o Acero, no deberán pesar menos de 2 000 Libras preferiblemente menos de 3 000 Libras y en ningún caso serán menores que el Peso del Pilote. La caída de la Masa deberá regularse para obtener la Energía necesaria, pero en

ningún caso deberá ser Mayor de 15 pies. Cuando se use Martillos Neumáticos o de Vapor para Pilotes de Madera o Acero la Energía por Golpe no será Menor de 6 000 Libras-pié.

Para las tareas de Hincado de Pilotes se permite intervenir solamente a Maniobristas Calificados para tal fin, ya que como se sabe cada tramo de Pilote pesa aproximadamente 6 Ton. y debe ser levantado en un medio de total movimiento ya que a la Barcaza se transmite el movimiento del agua del Mar.

Adjuntamos Tabla con Características de los Principales Martillos usado para el Hincado de Pilotes.

TABLA N°:

MARTILLOS PARA HINCADO DE PILOTES METALICOS (TUBERIA)

DELMAG

DIESEL PILE HAMMERS

MODEL	D5	D8	D12	D15	D22	D22-13	D30	D30-13	D36-13	D44	D46-13	D55	D62-12	D80-12
PERFORMANCE DATA														
MFG. ENERGY ft.lbs	9 100	9 500 to 17 400	22 500	27 100	39 700	24 500 to 48 500	23 800 to 54 250	33 700 to 66 100	38 000 to 83 100	43 500 to 87 000	48 400 to 105 000	62 500 to 117 000	78 000 to 165 000	98 000 to 225 000
PISTON WT. lbs	1 100	1 760	2 750	3 300	4 850	4 850	6 600	6 600	7 900	9 500	10 120	12 100	14 600	19 500
BLOWS mln.	42 - 60	38 - 52	42 - 60	40 - 60	42 - 60	38 - 54	39 - 60	38 - 54	37 - 53	37 - 56	37 - 53	36 - 47	35 - 50	35 - 50
FUEL CONSUMO gal.hr	1.3	1.1	1.75	1.75	3.50	1.60	3.50	1.70	3.00	4.50	3.30	5.50	5.30	7.30
OIL CONSUMO gal.hr	0.13	0.26	0.2	0.2	0.4	0.2	0.4	0.2	0.2	0.8	0.2	0.8	0.5	0.7
FUEL TANK CAP. gal.	3.4	5.28	4.10	4.10	10.25	12.75	10.25	12.70	19.30	23.20	19.30	23.20	24.00	45.00
OIL TANK CAP. gal.	0.5	1.6	0.8	0.8	1.8	2.6	1.8	2.6	2.6	4.75	2.6	4.75	5.0	5.7
MAX BATTER RATIO	1:1	1:2	1:1	1:3	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1	1:3	1:1
HAMMER WT. lbs	2 750	4 800	6 050	6 600	11 200	11 400	12 300	13 150	17 700	22 300	19 900	26 300	27 900	36 000
DRIVE CAP. WT. lbs	950	950	1 200	1 200	1 500	1 500	1 500	1 500	1 800	2 000	2 000	2 000	2 100	2 100

CAPÍTULO VI

CONSTRUCCIÓN DE MESAS

6.1.- ORIGEN DEL TRABAJO.-

Las Plataformas Marinas para la Perforación y Producción de Pozos Petroleros se construyen con la finalidad de que nos permitan contar con un área dentro del Mar para poder realizar este tipo de Tareas, cumpliendo en todo momento todas las Normas de Seguridad requeridas.

Para tal fin se Construyen Plataformas Marinas, las cuales cuentan con un Castillo como base, el que a la vez sirve de guía a los Pilotes que soportan las Mesas, una Superior y otra Inferior, llamadas así por su Ubicación en la Plataforma, sobre estas Mesas van instalados los Equipos de Perforación, los Equipos de Producción y los Accesorios para el desarrollo de las Actividades Petroleras tales cono: Tanques, Manifolds, Válvulas, Separadores, Compresores, Bombas, Registros, Meeters, Cabinas, etc.

La Construcción de las Mesas se realiza en un área separada del área de Construcción de los Castillos, esto por disponibilidad de Playa de Embarque, por lo general las Mesas se Construyen de manera paralela, esto es, las dos a la vez, para lo cual se debe contar con un área de Construcción y Volteo de Mesas que permita llevar adelante los Trabajos sin contratiempos, asimismo, se debe contar con un Skid de Construcción-Embarque que permita desplazar las Mesas desde el área de Construcción hasta la Playa para que de esa manera se facilite la Operación de Embarque hacia la Barcaza de Transporte.

Para la Construcción de las Mesas, se reciben Planos de Construcción donde se destacan las diferentes Medidas a usar para la Construcción y algunas que no aparecen se obtienen en forma Analítica. Se debe poner

énfasis para determinar la posición de las Campanas ya que estas son las guías de las Conductoras de los Pozos.

Los Elementos componentes de las Mesas son Vigas tipo WF, Tubos Estructurales y Planchas. El material usado para la Construcción de Mesas es Acero: ASTM A36, el cual es un Acero al Carbono y un Acero Estructural por excelencia, asimismo, el Proceso de Soldadura empleado es el de Soldadura por Arco Eléctrico con Electrodo Metálico Revestido SMAW, para lo cual se usaban Electrodos: E-6010 y E-7018.

6.2.- PLANOS DE MESAS.-

Para la Habilitación y Armado de las Mesas y de sus componentes se recibía un juego de Planos, en los que se destacaban las Medidas mas generales posibles y por Análisis se obtenían las que no aparecían. dicho Juego de Planos consistía en:

6.2.1.- Vista de Planta Mesa Superior – Plano N°: 14

Donde se destaca:

- Armado de Mesa Superior, según Orientación de Puntos

Cardinales.

- Características y medidas c-c de Patas = 40' - 0".
- Medidas Largo x Ancho de Mesa = 98' – 0" x 98' - 0".
- Medidas de Esquineros.
- Detalle y ubicación de Cáncamos para mover Equipos
- Medidas y Características de Vigas Madre.
- Medidas y Características de Vigas Centrales.
- Medidas y Características de Vigas Laterales.
- Medidas y Características de Vigas de Esquineros.
- Medidas y Características de Vigas de Contorno.
- Características y Ubicación de Brazos Principales.
- Ubicación de Patas de Gallo.
- Ubicación, medidas y Características de Soportes de Escaleras.
- Ubicación y Características de Ángulo Protector de Contorno.
- Medidas y Ubicación de Parte Central Movible de la Mesa.
- Ubicación de Pozos Inclinados y Verticales.

6.2.2.- Vista de Planta Mesa Inferior – Plano N°: 15

Donde se destaca:

- Armado de Mesa Inferior, según Orientación de Puntos Cardinales.

- Características y Medidas c-c de Patas de Mesa = 40' - 0".
- Medidas Largo x Ancho de Mesa = 80' – 0" x 65' - 0".
- Medidas de Esquineros.
- Medidas y Características de Vigas Madre.
- Medidas y Características de Vigas Centrales.
- Medidas y Características de Vigas Laterales.
- Medidas y Características de Vigas de Esquineros.
- Medidas y Características de Vigas de Contorno.
- Características y Ubicación de Brazos Principales.
- Características y Ubicación de Patas de Gallo.
- Ubicación, Medidas y Características de Extensiones.
- Ubicación y Características de Ángulo Protector de Contorno.
- Ubicación de Pozos Inclinados y Verticales.
- Ubicación de área para Compresor.

6.2.3.- Extensiones y Escaleras – Plano N°: 16

Donde se destaca:

- Vista lateral del Montaje de las Mesas Elevación Sur.
- Vista lateral del Montaje de las Mesas Elevación Oeste.
- Altura de Mesas.
- Detalle de Ubicación de Brazos.

- Distancias c-c de Patas.
- Ensamble del Asiento de Mesa Inferior con Pilote.
- Ubicación, medidas y Características de Parrillas y Escaleras.
- Medidas y Características de Escaleras.
- Detalle de Construcción de Escaleras.
- Ubicación de Varadero.
- Ubicación y Características de Tubo soporte de "L".

6.2.4.- Diseño de Varadero para Plataformas tipo 300 pies.

- Medidas de Embarcadero.
- Características de tubos y Vigas de Embarcadero.
- Medidas y características de Escaleras.
- Medidas y características de Emparrillado.

6.2.5.- Pilotes para Plataformas tipo 300 pies.

Donde se destaca:

- Medidas de Pilotes N°: 1, N°:2, N°:3 y N°: 4.
- Características y Medidas de tramos de Tubería de Pilotes
- Características y Medidas de Puntas para ensamble de Pilotes.

Para el resto de los Componentes, Accesorios y Detalles así como sus: Medidas, Ubicación, Materiales y su Distribución a lo largo y ancho del Castillo y Mesas se recurren a Planos Auxiliares ya que son típicos para cada Tipo de Plataformas o se obtenían por Análisis.

6.3.- REPLANTEO. –

El replanteo de las Mesas lo realizaba el Personal Técnico de la Empresa Contratista, este trabajo se realizaba tanto en Campo como en Gabinete, además de comprobar las Medidas Principales de las dos Mesas y sus Elementos, se ponía énfasis en la Distribución e Inclinación de las Campanas Guías de cada Pozo, ya que al final deberían coincidir con las Campanas Guías del Castillo y Mesas, asegurando con ello que ninguna Conductora choque con algún Elemento de las Mesas o del Castillo.

Con el replanteo se determinaba la cantidad y características de las Tuberías, Vigas, Planchas, Canales, Perfiles, etc. a usar.

De acuerdo al Tipo de Plataforma empleado, se seleccionaba la Montura y el Skid a usar ya que esto estaba directamente relacionado con el Tipo de Plataforma, ya que variaban las medidas C-C de Pata.

Terminadas las Mesas se Montaban sobre el Skid de Lanzamiento respectivo, para ser embarcadas a su Locación final.

6.4.- SELECCIÓN Y PEDIDO DE MATERIALES PARA MESAS. –

Luego del Replanteo tanto en Campo como en Gabinete, y de acuerdo a los Planos entregados, se seleccionaban los Materiales a usar, para lo cual, se procedía a solicitar los Materiales Priorizando de acuerdo al Programa de Desarrollo de los Trabajos, de la siguiente manera:

- Oxigeno y Acetileno.
- Soldadura (Electrodos)
- Discos de Corte y Discos de Desbaste, para Moladoras.
- Escobillas de Disco y de Mano.
- Vigas WF para Vigas Madre.
- Viga WF para Vigas Centrales.
- Viga WF para Vigas Laterales.

- Vigas WF para Vigas de Esquineros.
- Vigas WF para Vigas de Contorno.
- Tubos para Patas.
- Planchas para Trompos.
- Tubos para Brazos
- Tubos para Patas de Gallo
- Canal para Escaleras.
- Ángulos para Protectores de Contorno.
- Tubos para Campanas Guías.
- Grating para Escaleras
- Plancha para Piso de Mesas
- Plancha para Cáncamos
- Plancha para Pianos y Ojos de Izaje
- Tubos para Pasamanos.
- Granalla.
- Pinturas y Solventes.

Los Materiales a usar se pedían de acuerdo al Programa de Construcción por disponibilidad de área de acopio, asimismo se pedían con las Características necesarias para cada caso, ya que como veremos en los Planos para un mismo Elemento se usaban Tubos del

mismo Diámetro pero de Diferente Schedule. Asimismo se usaban Vigas del mismo Peralte pero de Diferente Peso por pie.

Por lo expuesto, esta parte de la Construcción requiere de un concienzudo Análisis de todos los Elementos para poder construir de acuerdo a los Planos.

6.5.- ELECTRODOS USADOS EN EL PROCESO DE SOLDADURA

Los Electrodos usados en los Procesos de Soldeo de Tubos y Perfiles de Acero Estructural A-36, son los mismos que se usan para la Construcción del Castillo de la Plataforma, esto es:

6.5.1.- Pase de Raíz: Electrodo E 6010

- Electrodo Celulósico de Alta Penetración y Fácil Manejo.
- ASME II C SFA 5.1
- AWS A 5.1: E 6010
- DIN 1913: E43 32 C4

Análisis químico del metal depositado (%)

* S< 0.01

- C: 0.08-0.15 Mn: 0.40-0.60 Si: 0.18-0.25 P<0.01

Propiedades Mecánicas:

- Resistencia a la tracción: 450 – 550 N/mm2
- Límite de Fluencia: 380 – 450 N/mm2
- Elongación (l = 5d) 25 – 30%
- Impacto (Charpa V) en + 20°C: > 80J

Aplicaciones:

Para la soldadura de unión en toda posición: en construcciones estructurales de acero al carbono, tubos y planchas negras o galvanizadas, fabricaciones navales, estructuras de locomotora, vagones ferroviarios, chasis de automotores, carrocerías, carpintería metálica, optimo para el pase de raíz en soldadura de tuberías de baja, media y alta presión, gasoductos y otros recipientes de presión interior. El depósito de soldadura es a prueba de rayos X.

Características.-

Electrodo de revestimiento celulósico de gran penetración, cuyo arco potente y estable ayuda a dirigir el depósito, reduciendo la tendencia a socavar. Electrodo universal para el uso en construcciones estructurales, donde las condiciones de soldadura no son ideales (óxidos, mala preparación de biseles, etc.). Muy apropiado para posiciones difíciles.

Tipo de Corriente y Polaridad.-

Corriente continua (polo positivo)

AMPERAJES

Ø mm:	2.50	3.15	4.00	5.00	6.30
Amperios:	50-80	80-130	100-170	140-230	190-370

6.5.2.- Pases en Caliente y Acabado:

Electrodo E 7018

- Electrodo de bajo hidrogeno para soldadura en toda posición y de

- excelentes propiedades mecánicas.
- ASME II C SFA 5.1/AWS A5.1: E 7018
- DIN 1913: E 51 55B 10

- **Análisis químico del metal depositado (%):**

- C: 0.08 Mn: 1.25 Si: 0.55 P< 0.012 S< 0.015

- **Propiedades Mecánicas:**

- Resistencia a la tracción:	540 – 640 N/mm2
- Límite de fluencia:	450 – 550 N/mm2
- Elongación (l=5d):	25 – 30%
- Impacto (charpa V) en + 20°C:	>140 J

Aplicaciones:

- Ideal para construcciones soldadas de gran responsabilidad, como estructuras navales, calderas de alta presión, tuberías y accesorios en plantas de generación de vapor, tuberías en la construcción de plataformas marinas, tuberías de alta, mediana y baja presión para

transporte de líquidos y gases industriales, estructuras y cuerpos de maquinaria, etc.

- **Características:**

Electrodo de revestimiento básico, de bajo hidrogeno con contenido de hierro en polvo en su revestimiento, de arco suave, con muy pocas salpicaduras, penetración adecuada y buena velocidad de avance en su aplicación. Por sus magnificas propiedades mecánicas y calidad radiográfica se utiliza con frecuencia para juntas disímiles entre aceros al carbono y aceros de alta resistencia, alto carbono o baja aleación, para soldadura de secciones gruesas, de juntas regidas o restringidas de movimiento. Es por excelencia el electrodo básico mas confiable para aceros de difícil soldabilidad.

Tipo de Corriente y Polaridad:

Corriente alterna o continua (polo positivo).

Amperajes:

Ø mm:	2.50	3.15	4.00	5.0	6.30
Amperios:	**60**-85	90-160	110-230	160-310	230-410

6.6.- CONSTRUCCIÓN DE MESAS. –

La construcción de Mesas para Plataformas Marinas involucra muchas actividades de Construcciones Metálicas ya sea para la Mesa Superior o Mesa Inferior tienen el mismo procedimiento de Construcción, la diferencia es que una es mas grande que la otra, el cual se lleva a cabo de la siguiente manera:

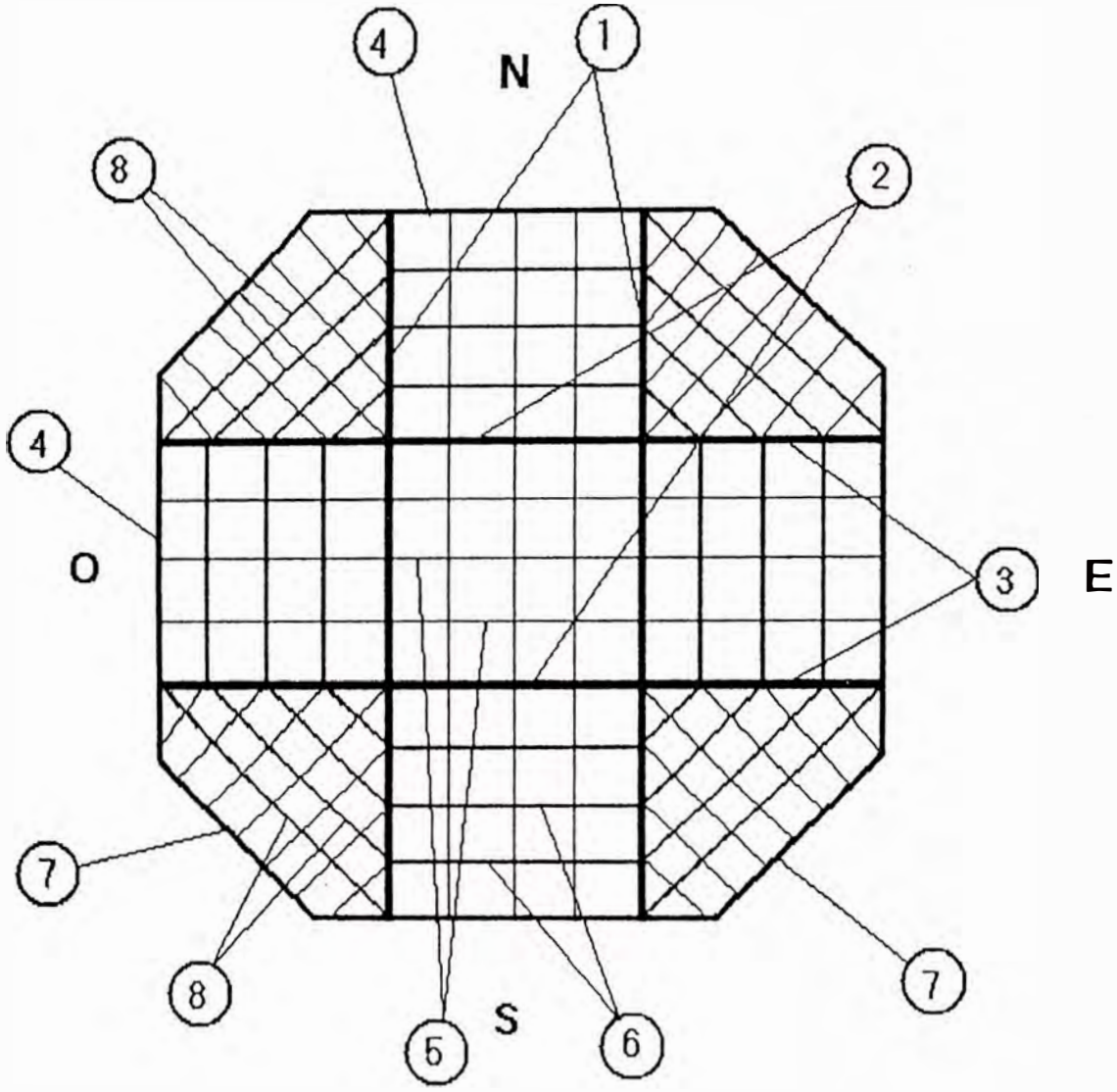
6.7.- NIVELADO DE CAMA DE CONSTRUCCIÓN. -

Cada Mesa Construida es un área de trabajo Horizontal y totalmente Plana, por donde se desplazarán Personas, Equipos de Perforación y Equipos de Producción, Para esto es necesario contar con un área de Construcción que nos permita ir Armando la Estructura de la Mesa de tal manera que al final obtengamos una Plataforma. Para esto se arma con Tubos una Estructura de Trabajo Nivelada, los Tubos deben ser dispuestos de tal manera que faciliten el Montaje de las Vigas, asimismo, estos tubos deben estar todos a un mismo nivel, a esta Estructura se le da el nombre de Cama de Construcción de Mesas. Se debe poner énfasis al trabajo de lograr lo Plano y Nivelado de la Cama de Construcción ya que de eso depende el éxito de lo buscado.

6.8.- MONTAJE DE VIGAS. –

Las primeras Vigas en montarse sobre la Cama Nivelada son las Vigas Madre (vigas W 36"x194), las cuales se unían con un corte especial para alcanzar la Medida Longitudinal que deberían tener; cuando se trataba de intersección de Vigas era necesario también un corte especial para lograr un Encastre entre Vigas. Se controlaba para el armado de las Mesas, en todo momento, la Linealidad y la Perpendicularidad de las Vigas, asimismo, también se controlaba que todas las uniones deberían contar con el Hueco de Ratón correspondiente de acuerdo a Plano, ya que esto aliviaba las Tensiones Residuales causadas por la Soldadura. Para el Armado inicial se cuadraban las Vigas de tal manera que debía respetarse el Escuadre Calculado, asimismo, al momento de Soldarse se arriostraban para mantener en todo momento la Verticalidad de las Vigas, el Alma de la Viga se Soldaba por ambas caras para evitar problemas de Contracción, los Cordones deberían estar siempre Limpios y exentos de fallas a lo largo de ellos.

Luego de apuntalar y arriostrar las Vigas Madre, se montaban y apuntalaban las Vigas de Contorno Centrales (W24"x84), las que ayudaban de esa manera a evitar problemas de Contracción por Soldadura, luego de apuntaladas todas las Vigas de Contorno Centrales,



PRINCIPALES ELEMENTOS DE MESAS DE PLATAFORMA

SECUENCIA DE ARMADO DE VIGAS

1 VIGA MADRE
2 VIGA MADRE DE AMARRE CENTRAL
3 VIGA MADRE LATERAL
4 VIGA DE CONTORNO CENTRAL
5 VIGA VIGAS PRINCIPALES CENTRALES
6 VIGAS PRINCIPALES LATERALES
7 VIGAS DE CONTORNO DE ESQUINERO
8 VIGAS DE ESQUINERO

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA			
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA			
PREPARADO W.MONTENEGRO	CONSTRUCCION E INSTALACION DE UNA PLATAFORMA DE 314' DE PROFUNDIDAD DE AGUA ZOCALO CONTINENTAL - TALARA		
REVISADO W. MONTENEGRO			
APROBADO W. MONTENEGRO	ELEMENTOS DE PLATAFORMAS ELEMENTOS DE MESAS		
DIBUJADO W. MONTENEGRO	ESCALA S/E	FECHA FEBRERO 2005	PLANO N° 09

se procedían a Soldar totalmente las Vigas Madre y posterior a esto se soldaban las Vigas de Contorno Centrales.

Luego se procedía a montar y apuntalar las Vigas Laterales (W30"x108) y posteriores a esto se montaban y apuntalaban las Vigas de Esquineros (W30"x108), terminando el armado con las vigas de Contorno. Al termino de esto se daba inicio al soldeo de todas las Vigas apuntaladas en una secuencia que evite en todo momento problemas de Distorsiones, durante el Armado se controlaba que la luz entre Vigas sea lo mas Continuo posible, que los Biseles tengan el ángulo de Bisel exacto, que los Electrodos siempre se mantenga en Horno, que los Biseles estén Limpios de: Oxido, Pintura, Grasa, Humedad, etc. Asimismo, en todo momento se deberían observar las Reglas Mínimas de Seguridad, para ello se revisaban constantemente: los Estrobos, Grilletes, el Equipo de Protección Personal, las Máquinas de Soldar, los Equipos de Corte y las Herramientas de Trabajo. El Avance de la Obra se controlaba día a día.

6.9.- VOLTEO DE MESAS E INSTALACIÓN DE PATAS Y BRAZOS.

Luego de terminadas de Soldar todas las Vigas de la Plataforma de la Mesa, y luego de instalar y Soldar los Cáncamos, ésta se volteaba para terminar de Soldar las partes que faltaban, a la vez que se aprovechaba

este volteo para instalar las Patas de la Mesa (con sus respectivos Trompos, para el caso de la Mesa Inferior), los Brazos Interiores (Brazos Principales), los Brazos Exteriores y los Brazos llamados Patas de Gallo, de la siguiente manera:

Luego de terminada de Soldar todas las Vigas , se nivelaba la Mesa y se procedía a comprobar el Escuadre de Vigas, posteriormente se procedía a marcar los Centros de Vigas, para instalar las Planchas sobres las que se montarían las Patas, a las cuales se les había instalados los Trompos, que era un sector de tubo de 42" concéntrico (tubo del mismo diámetro de la pata), cortado con una plantilla que se obtenía del Desarrollo del corte de un Plano Paralelo a la Base que cortaba a la Pata, el ángulo de corte era el ángulo de Pata que se obtiene de la inclinación de los Paños, por lo expuesto, el montaje de una Pata se hacia teniendo en cuenta la orientación del ángulo de Pata y la verticalidad de la Pata, para esto antes de realizar el montaje de una Pata, se comprobaba que la Mesa este totalmente Nivelada. Antes de soldar las Patas se armaban y apuntalaban los Brazos Principales, y los Brazos Exteriores los que les daban el arrostramiento necesario a las Patas evitando de esta manera distorsiones por Esfuerzos de Soldadura.

Después de soldar las Patas y los Brazos Montados se procedía a Montar los Brazos llamados Patas de Gallo, estos Brazos se montan con un ángulo de 45° con respecto a los Brazos antes montados, como

puede verse en los Planos adjuntos, todos los Brazos se montaban con un extremo sobre la pata y el otro extremo no iba directamente sobre la Viga a la que se dirigía, sino que para ello se soldaba una Plancha de Refuerzo donde descansaba el Brazo, además de Acartelar las Vigas en esos puntos, tal como se puede ver en los Planos adjuntos.

6.10.- VOLTEO DE MESAS Y UBICACIÓN DE CAMPANAS PARA POZOS

Terminado el soldeo de las Patas y los Brazos de la Mesa se procedía a Voltear nuevamente la Mesa, pero esta vez se Monta sobre las Sillas, que a la vez están Montadas sobre los Tubos del Skid de desplazamiento hacia la Barcaza. Ya en esta posición, que es la que mantendrá cuando se transporte y luego en Servicio, se aprovecha para instalar las Escaleras, asimismo, se realiza la Instalación de Planchas Estriadas sobre la Cubierta de la Mesa, seguidamente se marcan la Posición de las Campanas Guías y se procede a Instalarlas, para lo cual, se les debe dar la Inclinación de acuerdo al ángulo solicitado en los Planos, también se instalan los Pasamanos, los Cáncamos Exteriores, los Ángulos Protectores de Contorno, y la Parte Central Movible de la Mesa, con lo que se da por terminado la Construcción de la Mesa, como lo hemos

acotado al comienzo este es el Procedimiento de Construcción para cualquiera de las dos Mesas.

Al igual que al Castillo, se realizan Pruebas de Control de Calidad, para lo cual en forma Aleatoria se determinan los Cordones de Soldadura a Radiografiar en un aproximado de un 10% del total, teniendo en cuenta que si algún Cordón presenta fallas se tomara Placas a los Cordones mas cercanos en cualquier dirección y así sucesivamente, si se presentaran nuevamente fallas, cargando el Costo de las Radiografías y la Reparación a la Compañía Constructora.

6.11.- CONSTRUCCIÓN DE VARADERO.

Paralelo a la Construcción de las Mesas se Construía el Varadero, el cual es una Estructura que sirve como Plataforma para Abordar y/o Retirarse de la Plataforma, esto es, la Estructura Construida con Tubos y Vigas, contaba con tres Niveles para las tres Clases de Mareas existentes: Alta, Media y Baja. Al Personal que trabaja en Plataformas se le traslada en Lancha, para lo cual, al momento de dejar o retirar al Personal de la Plataforma, la Lancha se acercaba a la Plataforma de Popa (parte trasera de una embarcación), el Varadero cuenta con cabos para que el Personal se coja de ellos y pueda facilitar su Abordaje, en todo momento

esta Maniobra reviste peligro ya que la Lancha esta en constante Movimiento haciendo difícil el Abordaje: hacia la Plataforma o hacia la Lancha.

El Varadero para amortiguar los choques de la Lancha cuenta con defensas de Neumáticos Grandes y por pertenecer a la Obra Viva de la Plataforma se Pinta Totalmente. El Varadero va instalado en el lado Oeste de la Plataforma su Estructura es un Paralelepípedo de Sección Recta Trapezoidal como se puede ver en los Planos adjuntos, esto por estar acoplado al Castillo y debe seguir la Inclinación del Paño.

6.12.- ARENADO Y PINTURA DE MESAS

El proceso de Arenado a Metal Blanco y Pintado de Mesas, se realiza bajo la misma Norma empleada para el Arenado y Pintado de la Obra Viva del Castillo, para este caso explicaremos algunos puntos que siempre se tomaban en cuenta en estas actividades:

6.12.1.- Inspección.-

Todo el Proceso de Arenado y Pintado era seguido de cerca por los Inspectores de la Compañía Dueña del Proyecto, por representar una Actividad de bastante Responsabilidad en la Vida Útil de la Plataforma. Por esta razón el Personal involucrado en esta tarea, para ser contratado tenía que demostrar un amplio conocimiento como Inspector, asimismo, todo Trabajo y Materiales Suministrados, además de los Equipos y Herramientas utilizados, estaban sujetos a Inspecciones Periódicas por los Representantes de la Compañía Dueña del Proyecto, dentro de las Cláusulas del Contrato se ponía énfasis en que la Compañía Contratista, debería corregir el Trabajo y reemplazar el Material que sea encontrado Defectuoso según la especificación utilizada, a su Costo.

6.12.2.- Seguridad.-

Todo el Personal que intervenía en la Construcción de una Plataforma Marina, debía ceñir sus actividades al Folleto:

"NORMAS BASICAS DE SEGURIDAD" y a las siguientes Reglas de Seguridad para la Ejecución de los Trabajos:

1.- Antes de la Jornada Diaria de Trabajo, se deberá dictar Charlas Inductivas de Seguridad de por lo menos 5 minutos de duración, estas Charlas se dictaran en el área de Trabajo a todo el Personal Involucrado en la Construcción.

2.- Se deberá proveer al Personal del Equipo de Protección Individual (EPI) y del Equipo de Protección Colectiva (EPC).

3.- Antes de iniciar cualquier Trabajo, se debe obtener primero el Permiso de Trabajo correspondiente, no hacerlo constituye **FALTA GRAVE** e iría contra los procedimientos establecidos.

4.- Al momento de Iniciar un Trabajo y simultaneo con la Elaboración del Permiso de Trabajo, debe hacerse una Prueba de Gases, con ayuda de un Explosimetro el cual debe contar con un Certificado de Calibración Actualizado. Además se debe tomar todas las precauciones para eliminar todo Riesgo de Fuego o Explosión.

5.- El Operador del Arenado o Arenador, debe usar una Capucha o Escafandra de protección adecuada para esta Operación, la que debe contar con líneas de Aire Limpio que le permitan respirar con comodidad, estas líneas deben contar con Filtros que retengan todo tipo de Aceites y Humedad.

6.- Todas las Personas involucradas o cercanas al área de Arenado, deben usar Anteojos de Seguridad de lo contrario serán retiradas del área.

7.- Las Mangueras de Arenado deben estar conectadas a Tierra para eliminar Cargas Estáticas.

6.12.3.- Preparación de la Superficie.-

La Duración de la Pintura, depende de la Preparación de la Superficie, y la Adhesión de la pintura dependerá de la rugosidad o Factor de Anclaje obtenido en la Preparación de la Superficie.

- La Preparación de la Superficie se realiza usando Herramientas como: Lijas, Trapo, Escobillas de Acero, Esmeriles, Arenadoras, Granalladoras, Escoriadoras, Ácidos, Equipos con agua a Alta Presión, Quemadores y otros.
- Los Grados de Limpieza Normalizados por la Structure Steel Paint Council (USA), para el Acero son:

SSPC-SP1.- LIMPIEZA CON SOLVENTES.

Eliminar todo contaminante (aceite, grasa, suciedad, tierra, sales, etc.) por medio del lavado con solventes, vapor, álcalis, etc.

SSPC-SP2.- LIMPIEZA MANUAL.

Eliminar todo contaminante, pintura suelta, escamas de laminación y oxido suelto, usando herramientas manuales.

SSPC-SP3.- LIMPIEZA MECÁNICA.

Eliminar todo contaminante, pintura suelta, escamas de laminación y oxido suelto, usando herramientas mecánicas.

SSPC-SP4.- LIMPIEZA CON SOPLETE DE FUEGO.

Eliminar todo contaminante, pintura, escamas de laminación y oxido, usando soplete de fuego, seguido de limpieza con escobilla de acero.

SSPC-SP5.- ARENADO AL METAL BLANCO.

Eliminar todo contaminante, pintura, escamas de laminación y oxido por medio del arenado.

SSPC-SP6.- ARENADO COMERCIAL.

Eliminar todo contaminante, pintura, escamas de laminación y oxido, por medio del arenado en el 66% de la superficie,

quedando sólo sombras de oxido y/o pintura bien adherida en el 33% de la superficie.

SSPC-SP7.- ARENADO SUPERFICIAL.

Eliminar todo contaminante, por medio del arenado dejando sólo el oxido y pintura bien adheridos.

SSPC-SP8.- LAVADO CON ÁCIDO.

Eliminar oxido y escama de laminación por medio de inmersión en ácidos fuertes, seguido de un enjuague con agua limpia.

SSPC-SP10.- ARENADO CERCANO AL BLANCO.

Eliminar todo contaminante, pintura, escamas de laminación y oxido, por medio del arenado, en el 95% de la superficie, quedando sólo sombras de corrosión en el 5% de la superficie.

SSPC-SP11.- LIMPIEZA MECANICA AL BLANCO.

Eliminar todo contaminante, pintura, escamas de laminación y oxido, usando herramientas mecánicas en el 99% de la superficie, produciendo una rugosidad mínima de 1.0 mill.

SSPC-SP12.- LIMPIEZA POR ALTA PRESIÓN DE AGUA.

Eliminar todo contaminante, pintura, oxido y escamas de laminación, usando agua a altas presiones (por encima de 10,000 psi).

- En construcciones nuevas, los restos de grasa o aceite sobre el metal, deben eliminarse lavando con desengrasante y enjuagando con agua potable.
- Antes del arenado deben eliminarse: restos de calderería, chisporroteo de soldadura, filos, laminación, soldadura defectuosa, etc.
- Las superficies de concreto, deben limpiarse con arenado según la Norma ASTM D4259 o con ataque de acido según la Norma: ASTM D4260.
- Las superficies galvanizadas, acero laminado en frío o de aluminio, deben lavarse con detergente neutral para eliminar restos de grasa o aceite. Para algunos casos será necesario acondicionar la superficie usando wash primers o arenado ligero.

6.12.4.- Pinturas para Mesas.-

La pintura puede ser descrita como un material líquido capaz de ser aplicado sobre una superficie sólida (substrato), en la cual secará o endurecerá formando una película continua protectora. Para nuestro caso la pintura y Normas a emplear en el pintado de las mesas será igual a la usada en la obra viva del castillo.

6.12.5.- Componentes de la Pintura.-

Los componentes de una pintura son:

- Aglutinante o formador de película (otros términos incluyen: vehiculo, medio, resina, película, resina, polímero, etc.).
- Pigmento y carga (polvo inorgánico que se usa para determinadas propiedades).
- Solvente, que es el que se encarga de diluir la pintura de acuerdo a la necesidad de aplicación.

De estos, sólo los dos primeros forman la película final. El solvente sólo se utiliza para facilitar la aplicación y la formación inicial de la película, luego, éste se evapora abandonando la película.

6.12.6.- Resina.-

- Es el aglutinante que contiene las partículas de los pigmentos y une la película a la superficie
- Determina en gran parte la duración, esfuerzo y resistencia química de la película.
- El tipo de resina determina el tipo de recubrimiento.

6.12.7.- Pigmento.-

- Es un polvo fino relativamente insoluble.
- Interviene en el nivel de opacidad, brillo y color.
- Proporciona resistencia al medio ambiente, incrementa la adhesión de la película y reduce la permeabilidad a la humedad.

  Se puede dividir, según los siguientes tipos:
- Pigmentos anticorrosivos (cromato de zinc, fosfato de zinc, rojo oxido)
- Pigmentos barrera (aluminio, oxido de hierro micáceo).
- Pigmentos de color y opacidad (bióxido de titanio, blanco, oxido de hierro: negro o tonos marrones y cromatos de plomo, que pueden variar desde amarillo hasta escarlata).
- Cargas (mica, talco, sulfato de bario).

6.12.8.- SOLVENTE.-

- Facilita la aplicación permitiendo depositar el material en la superficie.
- Disuelve o dispersa los componentes de la película, reduciendo la viscosidad a un nivel que facilita su aplicación.
- Contribuye a la nivelación, secado, duración y adhesión de la película de pintura final.
- Se evapora y no forma parte de la película después que esta se seca.

6.12.9.- Mecanismos de Protección.-

Los tres Mecanismos reconocidos de los recubrimientos para proteger diferentes Substratos contra la Corrosión son: Protección Barrera, Inhibición y Acción de Sacrificio.

6.12.10.- Protección de Barrera.-

- Previene que la humedad y el oxigeno alcancen la superficie.

- Estas pinturas son permeables a la humedad y oxigeno, de tal forma que la protegen aislándola.
- Tienen una muy baja permeabilidad (propiedad de los recubrimientos, que permite que la humedad y el oxigeno los penetre), debe ser cero para condiciones prácticas.
- Los recubrimientos típicos por efecto barrera son: Epoxies, coaltar epoxi, epoxi mastic, etc.

6.12.11.- Inhibición.-

- Contiene Pigmentos Especiales que inhiben o interfieren con las reacciones del Proceso de Corrosión.

  Los Pigmentos Anticorrosivos son:

- Cromato de Zinc (amarillo).
- Azarcón o Minio de Plomo (naranja).
- Oxido de Fierro (rojo).
- Zinc Metálico (metalizado).
- Metaborato de bario (blanco).
- Oxido de zinc (blanco).
- Tetraoxicromato de zinc (amarillo).

La Tendencia actual es formar Pigmentos que no afecten al Medio Ambiente.

Los Pigmentos Anticorrosivos se usan en Pinturas Alquídicas (a base de Aceites) y en Pinturas a base de Agua. Esto debido a que dichos Pigmentos actúan para contrarrestar este Efecto.

Es importante que luego de terminar de Pintar las Mesas debe pasar un tiempo prudencial antes de moverlas que es el tiempo de Curado de la Pintura.

CAPÍTULO VII

TRANSPORTE Y MONTAJE DE MESAS

7.1.- BARCAZA PARA EL TRANSPORTE DE MESAS. –

Luego de terminado el Pintado Total de las Mesas y de haber pasado el Periodo de Curado Total de la Pintura (entre 7 a 10 días) se preparaban las Mesas para su Transporte para lo cual se hacia uso de una Barcaza, la cual era Jalada por dos Remolcadores y contaba en su cubierta con una Grúa de Gran Tonelaje y Longitud de Pluma bastante grande, la cual transportaba las Mesas hasta su Locación, Transporta las dos Mesas a la vez. Entre las Características que posee la Barcaza que Transporta las Mesas podemos citar:

* Una Grúa, Marca: VICON.
- Capacidad de Izaje: 550.00 Ton.
- Longitud de Pluma: 150' - 0".
- Ángulo de Pluma: 50°.
- Cuenta con una gran Cubierta.
- Gran capacidad de Transporte.
- Cantidad de Tripulantes 30.
- Número de Winches: 6
- Número de Anclas: 4

7.2.- TRANSPORTE DE MESAS. –

Para el Transporte de las Mesas, se procede de la siguiente Manera: Con ayuda de la Grúa de la Barcaza que las va a Transportar, primero se sube sobre la Cubierta la Mesa Superior y luego sobre ésta la Mesa Inferior, con la finalidad de que al momento de realizar el Montaje podamos Bajar primero la que esta Arriba, que es la Mesa Inferior; para el Transporte se aseguran las Mesas con ayuda de Estrobos y Templadores preparados para tal fin, luego de esto se procede al Transporte, la Barcaza no posee Propulsión Propia, por lo que es jalada por dos Remolcadores y al momento de llegar a la Locación con

ayuda de sus cuatro Anclas se cuadra de una manera que queda en una posición Estable, lo que le permite realizar las Maniobras del Montaje de Instalación de las Mesas.

7.3.- MONTAJE DE MESAS. -

Para el Montaje de las Mesas, previamente se Nivelan los Pilotes o Clavos que han sido Hincados usando las cuatro Patas del Castillo como Guías. Estos Pilotes alojan a los extremos libres de las Patas de la **Mesa Inferior** en un ensamble perfecto, ya que cada asiento de Pata de Mesa (Trompos) ha sido recortado, teniendo en cuenta la Inclinación de las Patas del Castillo, que es la misma Inclinación que tienen los Pilotes, y luego, en el espacio entre la Pata y el Pilote se instalan Suples que son Soldados, para la Unión de las Patas de la Mesa con los Pilotes se usa Electrodos AWS: E –7018,

Antes del Montaje de las Mesas se prepara el área de Montaje en cada Pata, para lo cual se sueldan Tubos de 3" Ø, sobre los que se amarran Tablones de Madera de 3" de espesor por 12" de ancho, también se sueldan Anillos los cuales sirven para asegurar la Línea de Vida de las Personas que van a tener a cargo las Labores de Montaje, en todo

momento además del Equipo de Protección Personal, cada Trabajador lleva puesto un Salvavidas.

7.4.- MONTAJE DE MESA INFERIOR. -

Como lo hemos acotado, primero se Montaba la Mesa Inferior, ésta se Montaba sobre los Pilotes Nivelados, para realizar la Maniobra de Montaje la Grúa de la Barcaza con ayuda de cuatro Estrobos de Cable de Acero de 1 1/4" Ø y Grilletes se levantaba la Mesa Inferior, para lo cual se Estrobaba de los Cáncamos que estan ubicados en las intersecciones de las Vigas Madre, (cercanas a las cuatro Patas), para esto, se ayudaba la Maniobra con dos Winches Neumáticos, en todo momento se tenia en cuenta la orientación de la Mesa tal como había sido Diseñada, se bajaba lo mas lento posible, cabe anotar que se esperaba que la Mar este lo mas Tranquila Posible, el Personal que intervenía en la Maniobra de Montaje era Personal que contaban con muchos años de Experiencia en este Tipo de Maniobras.

7.5.- MONTAJE DE MESA SUPERIOR. -

Para el caso del Montaje de la Mesa Superior, la Maniobra es más favorable ya que se instala directamente sobre la Mesa Inferior, se usan los mismos Estrobos y los mismos Grilletes que se usaron para Levantar la Mesa Inferior, los Estrobos también se colocan en los Cáncamos que están ubicados en las intersecciones de las Vigas Madre, para ambos casos, en todo momento hay que tomar en cuenta la Orientación de las Mesas ya que esto permite cumplir con Eventos posteriores, como son: Instalación de Escaleras, Instalación de Grúa, Instalación de Varadero para el ingreso del Personal, Instalación de Equipos, etc.

Estos Eventos nos obligaban estar al tanto de los Ciclos de Trabajo de los Cables de las Grúas de las Barcazas, así también poder Seleccionar Estrobos y contar con Personal Calificado, lo que nos permitía ofrecer una buena Garantía de nuestro Trabajo

A manera de Información acotaremos que todo el Personal recibía antes de comenzar la Construcción del Castillo y Mesas, Charlas de Seguridad y de Primeros Auxilios, y cada Mes Charlas de Inducción de Seguridad, asimismo, se les entregaba todo los Implementos de Seguridad y Herramientas Básicas que usarían en sus labores.

CAPÍTULO VIII

CRONOGRAMAS DE TRABAJO

8.1.- CRONOGRAMAS DE TRABAJO.

La Construcción de una Plataforma Marina consta de muchas Actividades las cuales tienen diferente duración, las mismas deben realizarse en forma secuencial o alternada. Lo cual nos obliga a planificar estas Actividades, ya que además de Plazos a cumplir, se deben controlar en todo momentos los Costos del Proyecto, por lo tanto, para poder llevar un mejor control del Proyecto: "Construcción de una Plataforma Marina de 314' - 0" de W. D.", se deben planificar los:

- Tiempos de Construcción del Castillo
- Tiempos de Construcción de la Mesa Inferior.

- Tiempos de Construcción de la Mesa Superior.
- Tiempo Total para la Construcción de la Plataforma.
- Costo por partidas y Costo total por la Construcción del Castillo.
  - Costo por partidas y costo total por la construcción de la Mesa Inferior.
  - Costo por partidas y costo total por la construcción de la Mesa Superior.
  - Costo total por la construcción de la plataforma marina.
  - Cantidad de Personal técnico por especialidades, por partidas y personal total para la construcción del castillo, mesa inferior y mesa superior.
  - Cantidad total de personal técnico por especialidades para la construcción de la plataforma, entre otros.

Se propone Controlar las Actividades con ayuda del MS Project, el cual es una Herramienta que nos permite Planificar el Proyecto, de tal manera que podamos en todo momento poder tomar decisiones, que van desde la cantidad de frentes a atacar, la simultaneidad de avance entre los frentes, la secuencia de avance, la distribución de equipos y herramientas, la distribución de personal, control de plazos, rutas criticas, pedido de materiales, consumibles, etc., a todo este conjunto de

decisiones que toma la gerencia del proyecto, es lo que denominamos la Planificación Regional de la Obra.

Y en ella se detallan todas las tareas necesarias para concluir el proyecto en los plazos previstos al igual que las duraciones, los inicio y fin de cada tarea y los recursos y costos da cada actividad. Un retrazo en cualquiera de las tareas que conforman la Ruta Critica, significará un Retraso en el Plazo de Ejecución del Proyecto, por ende estas tareas requieren especial atención y mucho Control por parte de la Gerencia del Proyecto.

8.2.- CRONOGRAMA PARA CONSTRUCCIÓN DEL CASTILLO. -

Se a creado con ayuda del MS Project un Cronograma de Trabajo para la Construcción del Castillo de la Plataforma de 314' – 0" W. D., el cual nos permite estar al tanto en el día a día de todas las actividades del Proyecto, asimismo, de la cantidad del personal total y por actividades, igualmente, los avances de cada partida y del acumulado de la obra, también nos permite estar al tanto del costo de acuerdo a lo programado, al permitir este programa conocer la Ruta Critica nos ayuda a Programar con tiempo las actividades a Priorizar además de permitimos hacer

Seguimiento de Equipos y Materiales necesarios para poder cumplir con lo Programado.

En este Cronograma están todas y cada una de las Actividades a desarrollar para la Construcción del Castillo de una Plataforma Marina de 314' - 0" W. D., adjuntamos el Project respectivo, y un resumen de los principales Parámetros.

8.3.- CRONOGRAMA PARA CONSTRUCCIÓN DE MESA INFERIOR.

Se a creado con ayuda del MS Project un Cronograma de Trabajo para la Construcción de la Mesa Inferior de la Plataforma de 314' – 0", el cual nos permite estar al tanto en el día a día de todas las Actividades del Proyecto, asimismo, de la cantidad del Personal total y por Actividades, igualmente, los avances de cada partida y del acumulado de la obra, también nos permite estar al tanto del Costo de acuerdo a lo programado, al permitir este programa conocer la ruta critica nos ayuda a programar con tiempo las actividades a priorizar además de permitimos hacer Seguimiento de Equipos y Materiales necesarios para poder cumplir con lo Programado.

En este Cronograma están todas y cada una de las Actividades a desarrollar para la Construcción de la Mesa Inferior de una Plataforma Marina de 314' - 0" W. D., adjuntamos el Project respectivo, y un Resumen de los principales Parámetros.

8.4.- CRONOGRAMA PARA CONSTRUCCIÓN DE MESA SUPERIOR.

Se a creado con ayuda del MS Project un Cronograma de Trabajo para la Construcción de la Mesa Superior de la Plataforma de 314' – 0" , el cual nos permite estar al tanto en el día a día de todas las Actividades del Proyecto, asimismo, de la cantidad del Personal total y por Actividades, igualmente, los avances de cada partida y del acumulado de la obra, también nos permite estar al tanto del costo de acuerdo a lo programado, al permitir este programa conocer la Ruta Critica nos ayuda a Programar con tiempo las Actividades a Priorizar además de permitirnos hacer seguimiento de equipos y materiales necesarios para poder cumplir con lo Programado.

En este Cronograma están todas y cada una de las Actividades a desarrollar para la Construcción de La Mesa Superior de una Plataforma

Marina de 314' - 0" W. D., adjuntamos el Project respectivo, y un resumen de los principales parámetros.

8.5.- CRONOGRAMA PARA CONSTRUCCIÓN DE PLATAFORMA DE 314 PIES W. D.-

Se a creado con ayuda del MS Project un Cronograma de Trabajo para la Construcción de una Plataforma de 314' – 0" W. D., el cual nos permite estar al tanto en el día a día de todas las Actividades del Proyecto, asimismo, de la cantidad del Personal total y por actividades, igualmente, los avances de cada partida y del acumulado de la obra, también nos permite estar al tanto del Costo de acuerdo a lo Programado, al permitir este Programa conocer la Ruta Critica nos ayuda a programar con tiempo las Actividades a Priorizar además de permitirnos hacer seguimiento de equipos y materiales necesarios para poder cumplir con lo Programado.

En este Cronograma están todas y cada una de las actividades a desarrollar para la construcción de una Plataforma Marina de 314' - 0" W. D., adjuntamos el Project respectivo, y un resumen de los principales Parámetros.

ESTADISTICA DEL PROYECTO "CONSTRUCCIÓN DE PLATAFORMA DE: 314' W. D.

DESCRIPCIÓN	CONSTRUCCIÓN CASTILLO	CONSTRUCCIÓN MESA INFERIOR	CONSTRUCCIÓN MESA SUPERIOR	CONSTRUCCIÓN PLATAFORMA DE: 314' W. D.
COMIENZO	25/03/2005	13/03/2005	13/03/2005	13/03/2005
FIN	01/07/2005	31/05/2005	31/05/2005	01/07/2005
DURACIÓN	122 Días	88 Días	99 Días	138 Días
TRABAJO	90,152 H-H	51,248 H-H	51,448 H-H	199,044 H-H
PERSONAL	237	126	129	492
COSTO US$	447,250.00	263,800.00	257,456.00	968,506.00
COSTO S/.	1'565,375.00	923,300.00	901,096.00	3'389,771.00

PERSONAL REQUERIDO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE PLATAFORMA DE 314' W.D.

RECURSO	PERSONAL CONSTRUCCIÓN CASTILLO	PERSONAL CONSTRUCCIÓN MESA INFERIOR	PERSONAL CONSTRUCCIÓN MESA SUPERIOR	PERSONAL PLATAFORMA DE: 314' W. D.
Supervisor	10	5	5	**20**
Capataz	10	4	5	**19**
Armador	10	3	4	**17**
Cortador	22	10	10	**42**
Soldador	33	15	13	**61**
Ay. Soldador	33	15	13	**61**
Maniobrista	48	26	30	**104**
Plantillero	10	2	3	**15**
Mecánico	10	5	4	**19**
Chofer	16	7	8	**31**
Oper. Grúa	10	8	8	**26**
Oper. Cargador	4	4	4	**12**
Almacenero	2	2	2	**6**
Guardián	4	4	4	**12**
Secretario	4	4	4	**12**
Técnico	2	1	1	**4**
Radiólogo	4	4	4	**4**
Arenador	2	2	2	**6**
Pintor	1	1	1	**3**
Ay. Arenado	6	6	6	**18**
Camabaja	3	3	3	**9**
Camión	3	2	2	**7**
Camioneta	9	6	5	**20**
Máq. Soldar	29	18	12	**59**
Eq. Corte	21	11	10	**42**
Total Personal:	**237**	**126**	**129**	**492**

PLANO 1

CAPÍTULO IX

EVALUACIÓN ECONÓMICA DEL PROYECTO "CONSTRUCCIÓN PLATAFORMA MARINA DE: 314 PIES W. D."

9.1.- PRESUPUESTO TOTAL DEL PROYECTO.

En el Presupuesto Total del Proyecto se deben considerar, separadamente los Costos desde la Construcción de la Plataforma, hasta el Montaje de Equipos necesarios para las Actividades de Perforación y Producción de Pozos Petroleros, esto es:

- Costo de Construcción del Castillo.
- Costo de Construcción de la Mesa Inferior.
- Costo de Construcción de la Mesa Superior.
- Costo por Reparación del Skid de Lanzamiento

- Costo por Transporte del Castillo.
- Costo por Lanzamiento del Castillo
- Costo por instalación del Castillo e Hincado de Pilotes.
- Costo por Transporte de Mesas.
- Costo por Montaje de Mesas.
- Costo por Montaje de Maquinaria y Equipos en la Plataforma.

La Sumatoria de estos Costos nos da el Costo Directo de la Obra por lo que agregados a éstos, los Costos por Administración, Costos Generales Fijos, Costos Generales Variables, más Utilidades, nos da el Costo Total de la Plataforma, esto es:

Para un Análisis de Inversión del Proyecto, vamos a considerar solamente 01 año de Producción de Crudo y Gas, con el Costo Total de la Plataforma, como se verá del Análisis Económico la Rentabilidad supera largamente la Inversión, Inversión que se recupera en el primer Año de Producción, la cual fue realizada con Recursos Propios de la Empresa Dueña del Proyecto.

9.2. JUSTIFICACIÓN ECONOMICA DEL PROYECTO.

9.2.1. Referencia anterior.-

En los años de Construcción de Plataformas, por cada Plataforma se producía: 8,000 barriles diarios de crudo, en la actualidad a disminuido la producción al 10%, por lo que cada Plataforma produce en promedio 800 Barriles diarios de Crudo (la producción de Crudo es en Barriles y la de Gas en pies cúbicos, para nuestro caso se a echo la conversión y se asume la totalidad de la producción en Barriles de Crudo).

9.3.- Consideraciones.-

Asumiendo el Promedio de Producción de 800 Barriles Diarios de Crudo, a un Costo de U.S.$ 35.00/bb (lo cual es muy conservador dada la gran Cantidad de Gas que actualmente existe).

9.3.1 La Producción Anual sería:

* 800bb/d x 365d x U.S. $ 35.00/bb = U.S. $ 10'220,000.00

En cada Plataforma se Perforan por lo general 4 Pozos a un Costo de : U. S. $ 1'500,000.00 cada uno, tenemos:

9.3.2 Inversión por Perforar 4 Pozos:

* 4 x U.S. $ 1'500,000.00 = U.S. $ 6'000,000.00

Costo Total por Construcción de una Plataforma Marina de: 314 pies W. D. (Castillo, Mesa Inferior y Mesa Superior e Instalación)

9.3.3 Inversión por Construcción de Plataforma:

* U.S. $ 1'921,596.55

Costo por Personal de Producción Anual (01 Supervisor, 01 Capataz, 01 Operador, 01 Mecánico, 01 Instrumentista, 5 Personas por dos Turnos de 12 hrs.)

9.3.4 Costo de Personal para Producción:

* 10 x U.S. $ 50.00/d x 365 d = U.S. $ 182,500.00

9.3.5 Costo transporte diario personal de producción-mantto

* U.S.$ 600 x 365 d = U.S.$ 219,000.00

9.3.6 Costo anual por mantenimiento con Barcaza

* U.S.$ 250,000.00

Asumiendo una Vida Útil de la Plataforma de 10 Años (después de este tiempo se realizan los Trabajos de Mantenimiento Mayor), durante los primeros 10 Años, los Costos Anuales asumidos se mantendrán constantes.

Para el Análisis de Justificación del Proyecto por Año se tomarán en cuenta los Costos expresado en U.S. $, para lo cual tenemos:

9.4 PRODUCCIÓN:

- Ingreso por producción: **10'220,000.00**

9.5 INVERSIÓN:

* Inversión Perforar/10 años:	650,000.00
* Inversión Plataforma/10 años:	211,380.00
* Personal Producción:	182,500.00
* Transporte Personal:	219,000.00
* Mantenimiento Plataforma:	250,000.00
* Maquinaria y Equipo:	450,000.00
* Combustibles y Consumibles:	150,000.00
* Imprevistos (10% Maquinaria):	45,000.00
* Administración 20%:	130,300.00

9.6 Total Inversión Anual: 2'288,180.00

9.7 RENTABILIDAD DEL PROYECTO EN 1 AÑO:

R: 10'220,000.00 – 2'288,180.00 = U.S. $ **7'931,820.00**

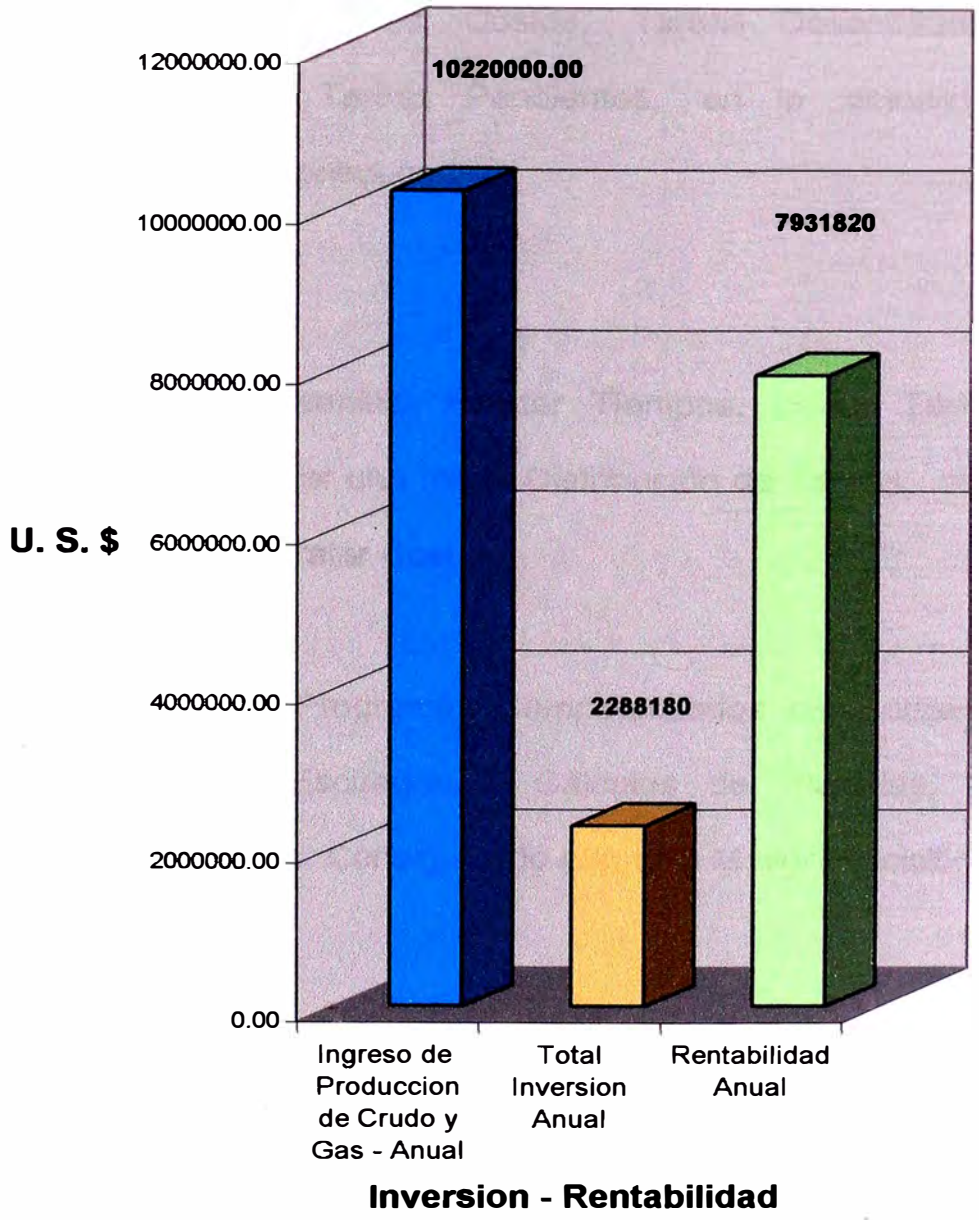
COSTO TOTAL DE UNA PLATAFORMA DE: 314' - 0" DE W. D.

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PARCIAL	SUB TOTAL U. S. $
1	COSTO POR CONSTRUCCIÓN DEL CASTILLO	GL	1.00	447,250.00	447,250.00	
2	COSTO POR CONSTRUCCIÓN DE LA MESA INFERIOR	GL	1.00	263,800.00	263,800.00	
3	COSTO POR CONSTRUCCIÓN DE LA MESA SUPERIOR	GL	1.00	257,456.00	257,456.00	
4	COSTO POR REPARACIÓN SKID DE CONSTRUCCIÓN	GL	1.00	25,921.00	25,921.00	
5	COSTO POR TRANSPORTE DEL CASTILLO	GL	1.00	47,000.00	47,000.00	
6	COSTO POR LANZAMIENTO DEL CASTILLO	GL	1.00	51,951.00	51,951.00	
7	COSTO POR HINCADO Y NIVELACIÓN DE PILOTES	GL	1.00	67,711.00	67,711.00	
8	COSTO POR TRANSPORTE DE MESAS	GL	1.00	37,900.00	37,900.00	
9	COSTO POR MONTAJE DE MESAS	GL	1.00	48,750.00	48,750.00	
10	COSTO POR MONTAJE DE EQUIPOS Y MAQUINARIA	GL	1.00	77,500.00	77,500.00	
	COSTO DIRECTO			TOTAL:	U. S. $	**1´325,239.00**
	Costo por Administración			15%		198,785.85
	Gastos Generales Fijos			10%		132,523.90
	Gastos generales Variables			5%		66,261.95
	Utilidad			15%		198,785.85
	COSTO TOTAL			**TOTAL**	**U. S. $**	**1'921,596.55**

RESUMEN DEL COSTO TOTAL DEL PROYECTO: "PLATAFORMA DE 314' - 0" W. D."

INVERSION POR PARTIDAS	COSTO U. S. $	INGRESOS PRODUCCIÓN CRUDO Y GAS EN 1 AÑO U. S. $	RENTABILIDAD PROYECTO EN 1 AÑO U. S. $
Perforación de 4 Pozos/10 Años x Interes Anual	650,000.00		
Construcción de Plataforma/10 Años x Interes Anual	211,380.00		
Personal a cargo de labores de Producción en un Año	182,500.00		
Transporte diario de Personal hacia Plataforma 2 turnos - Anual	219,000.00		
Mantenimiento Programado con Barcaza - Anual	250,000.00		
Maquinaria y Equipo labores de Producción/10 Años x Interes Anual	450,000.00		
Combustibles, Lubricantes y Consumibles - Anual	150,000.00		
Imprevistos (Repuestos, Mantenimiento Menor) 10% Maquinaria	45,000.00		
Costo por Administración 20% (Personal,Transporte,Mantenimiento)	130,300.00		
TOTAL:	2'288,180.00	10'220,000.00	7'931,820.00

RENTABILIDAD DEL PROYECTO: "PLATAFORMA DE 314'-0" W. D."



CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.-

1.- Para un mejor Control del Desarrollo del Proyecto se debe contar con Herramientas que nos permitan tener una idea clara en el día a día, en cuanto a Avances, Costos, Tareas Desarrolladas, Tareas Acumuladas y Tareas Pendientes, en la actualidad existen Programas de Control como:

* El Project MS.
* La Curva S.

Lo que nos permitirá Acortar Tiempos, ubicar Tareas Críticas, además de aplicar una mejor Distribución de Tareas, con lo que se conseguirá Abaratar Costos.

2.- Hacer uso de Programas Computarizados para determinar más rápidamente, Escuadres, Cálculos de Plantillas, Control de Consumibles, etc. Consiguiendo con esto Mayor Precisión en nuestro Trabajo.

3.- Hacer uso de Maquinas de Cortar con Plasma, con lo que se consigue que el Corte de Tubos sea más Exacto y limpio de Rebabas de Escoria, Reduciendo Tiempos de Habilitado y Ahorro de Consumibles como los Discos de Corte y Discos de Desbaste de las

Amoladoras.

4.- Para el Nivelado de la Cama para la Construcción de las Mesas se debe hacer uso de un Nivel Topográfico tipo Estación Total para una más rápida y mejor Precisión de Nivelación.

5.- Para los Ojos de Arrastre, Izado o Lanzamiento el Agujero donde va el Pin del Grillete debe ser Maquinado, consiguiendo con esto evitar Desgarros de Material por irregularidades dejadas por el Equipo de Corte Oxiacetilenico.

6.- Se debe llevar un Control de los Estrobos de Cables de Acero, con respecto al Uso y Almacenamiento, para lo cual deben guardarse en lugares limpios y secos, y de ser posibles Engrasados para evitar deterioro por Corrosión.

7.- Los Equipos para Trabajar en Altura, como es el caso de los Andamios, deben ser reemplazados por Equipos que brinden una Mayor Estabilidad, como es el caso del uso de Tubos con Grampas del tipo Acrow, para lo cual, a los Tubos Verticales de Soporte, se les debe Soldar Planchas en el extremo de Contacto con el Piso y además éstas deben ir sobre Tablones de Madera de por lo memos

3" de espesor, evitando de ésa manera que la Pata se hunda y pueda caer la Estructura.

8.- Para el Soldeo de los Sectores de Pata y de Elevaciones donde el Espesor de Tubería es mayor de ¾" hasta 1 ½" se debe usar un Proceso Alternativo de Soldeo por Arco Eléctrico con Protección de Gas como el Proceso MIG/MAG, ya que es mayor la Aportación de Material por ser continuo el Electrodo, se pueden realizar Cordones Largos sin que existan demasiados Empalmes (zona de Imperfecciones), no se requiere eliminar Escoria porque no existe, se puede realizar el Soldeo en cualquier Posición.

9.- La Soldadura usada en el 90% del Cordón es del tipo de Electrodo de Revestimiento Básico, para nuestro caso E 7018 (Supercito) los cuales por ser muy Higroscópicos (Absorben Humedad con gran facilidad) se deben mantener en todo momento en recintos adecuados (Homos) para mantenerlos perfectamente Secos y libres del Hidrogeno del Medio Ambiente ya que esto aumenta el riesgo de Poros y Fisuras.

10.- Para realizar las labores de Arenado y Pintado de la Obra Viva del Castillo o de las Mesas, éstas se deben llevar a cabo teniendo en

cuenta: la Humedad Relativa, el Punto de Rocío, la Temperatura, Velocidad de Viento para evitar el Polvo y otras Características del Medio Ambiente para una mejor Performance.

11.- La Pintura debe ser aplicada haciendo uso del Sistema Airless, lo Cual nos garantizara una buena Aplicación sin áreas con "Piel de Naranja" o Pin Holes, este Proceso nos garantiza un Espesor Alto de Pintura de acuerdo a nuestra Necesidad, sin usar Solventes para Adelgazar la Pintura y Libre de la Humedad del Medio Ambiente.

12.- La Pintura a utilizar deberá estar de acuerdo a las Especificaciones solicitadas, asimismo se tendrá cuidado con el Tiempo de Fabricación, si es Reciente mejor y de preferencia todo el Lote debe ser de la misma Fecha o pedir que sea fabricada para el Proyecto, lo cual nos garantizará que cumple con el requisito de no estar en el Límite de su Vida útil, para lo cual se debe solicitar Certificado de Fabricación.

13.- Para el uso de Tubería Estructural, Perfiles y Planchas se debe pedir Certificación de Construcción, asimismo de preferencia todos los Elementos Estructurales deben pertenecer a la misma Colada, asimismo observar que en los Biseles no tengan Fallas de

Laminación y que los Extremos de cada Tubo no estén Malogrados y/o Colapsados.

14.- En línea con lo anterior, los Tubos a todo lo largo no debe presentar Abolladuras o áreas Colapsadas, de existir deben ser Rechazados, procediendo a devolverlos, marcando con Pintura Blanca un círculo que rodee la Zona Malograda, y se escribirá con letras grandes la palabra: **RECHAZADO.**

15.- Actualmente la Tecnología usada en la Perforación de Pozos Petroleros permite que todos los Pozos sean Verticales y luego a una cierta Profundidad son Desviados de acuerdo a la necesidad Programada, esto es, para nuestro caso: todos los Pozos pueden Ser Verticales, con lo que se ahorraría tiempo de Construcción y Dinero al no tener que realizar los Anillos de la 1ra. y 3ra. Elevación, De igual manera el Montaje de las Campanas sería mas rápido ya Que todas serian Verticales, abaratando con esto el Costo de Construcción tanto del Castillo como de las Mesas.

BIBLIOGRAFÍA.

- **Manual del Ingeniero Mecánico (8va. Ed.)** ..... Theodore Baumeister.
- **Structural Welding Code – ANSI /AWS D1.1 – 96.** ..... A W S.
- **Manual Práctico de Cálculos de Ingeniería (1981)**..... Tyler G. Hicks.
- **STEEL CONSTRUCTION (Eighth Edition)** ..... AISC.
- **Diccionario Enciclopédico de Términos Técnicos**..... Javier L. Collazo.
- **Manual de Soldadura (8va. Edición)**..... A W S
- **Manual del Soldador – CESOL (2000)** ..... G. Hernández R.
- **Electrodos para Aceros Estructurales**..... OERLIKON

ANEXOS

Para la Construcción de una Plataforma Marina de 314 pies de Profundidad de Agua, que como sabemos comprende las Etapas de Construcción de: Castillo, Mesa Superior, Mesa Inferior, Varadero, Manifold, etc., se consultan Tablas para obtener Información y Características de los Elementos usados, durante la Construcción de todas las Etapas Programadas. Adjunto Tablas mas Usadas:

- Características de Tuberías.
- Características de Vigas WF.
- Características de cables de Acero.
- Características de Estrobos.
- Características de Grilletes.

NOMINAL PIPE SIZE and OUTSIDE DIAMETER inches	SCHEDULE NUMBER and/or WEIGHT	WALL THICKNESS inches t	INSIDE DIAMETER inches d	FIFTH POWER of ID in^5 d^5	AREAS and WEIGHTS: SURFACE AREA OUTSIDE sq ft per ft A_o	SURFACE AREA INSIDE sq ft per ft A_i	Cross-Sectional METAL AREA sq in A	Cross-Sectional FLOW AREA sq in A_i	WEIGHT OF PIPE lb per ft w	WEIGHT OF WATER lb per ft w_w	RADIUS OF GYRATION inches r_g	MOMENT OF INERTIA in^4 I	SECTION MOD ULUS in^3 Z
	5S	.065	.920	.6591	.275	.241	.201	.664	.683	.288	.349	.0245	.0467
	10S	.083	.884	.5398	.275	.231	.252	.614	.857	.266	.343	.0297	.0566
	40 ST 40S	.113	.824	.3799	.275	.216	.333	.533	1.131	.231	.334	.0370	.0706
3/4	80 XS 80S	.154	.742	.2249	.275	.194	.434	.432	1.474	.187	.321	.0448	.0853
		.188	.675	.1401	.275	.177	.508	.358	1.728	.155	.312	.0495	.0943
= 1.050	160	.218	.614	.0873	.275	.161	.570	.296	1.937	.128	.304	.0527	.1004
	XX	.308	.434	.0154	.275	.114	.718	.148	2.441	.064	.284	.0679	.1104
	5S	.065	1.185	2.337	.344	.310	.255	1.103	.867	.478	.443	.0500	.0760
	10S	.109	1.097	1.589	.344	.287	.413	.945	1.404	.409	.428	.0757	.1151
	40 ST 40S	.133	1.049	1.270	.344	.275	.494	.864	1.679	.374	.420	.0874	.1329
1	80 XS 80S	.179	.957	.803	.344	.250	.639	.719	2.172	.311	.407	.1056	.1606
		.219	.877	.519	.344	.230	.754	.604	2.564	.262	.395	.1178	.1791
= 1.315	160	.250	.815	.360	.344	.213	.836	.522	2.844	.226	.387	.1252	.1903
	XX	.358	.599	.077	.344	.157	1.076	.282	3.659	.122	.361	.1405	.2137
	5S	.065	1.530	8.384	.435	.401	.328	1.839	1.108	.796	.564	.1037	.1253
	10S	.109	1.442	6.235	.434	.378	.531	1.633	1.805	.707	.550	.1605	.1934
	40 ST 40S	.140	1.380	5.008	.434	.361	.668	1.496	2.273	.648	.540	.1948	.2346
1/4	80 XS 80S	.191	1.278	3.409	.434	.334	.881	1.283	2.997	.555	.524	.2418	.2914
= 1.660	160	.250	1.160	2.100	.434	.304	1.107	1.057	3.765	.458	.506	.2839	.3421
	XX	.382	.896	.577	.434	.234	1.534	.630	5.215	.273	.472	.3412	.4111
	5S	.065	1.770	17.37	.497	.463	.375	2.461	1.275	1.066	.649	.158	.168
	10S	.109	1.682	13.46	.497	.440	.613	2.222	2.085	.962	.634	.247	.260
	40 ST 40S	.145	1.610	10.82	.497	.421	.799	2.036	2.718	.882	.623	.310	.326
1/2	80 XS 80S	.200	1.500	7.59	.497	.393	1.068	1.767	3.632	.765	.605	.391	.412
= 1.900	160	.281	1.337	4.27	.497	.350	1.431	1.404	4.866	.608	.581	.483	.508
	XX	.400	1.100	1.61	.497	.288	1.885	.950	6.409	.411	.549	.568	.598
	5S	.065	2.245	57.03	.622	.588	.472	3.958	1.605	1.714	.817	.315	.265
	10S	.109	2.157	46.69	.622	.565	.776	3.654	2.638	1.582	.802	.499	.420
	40 ST 40S	.154	2.067	37.73	.622	.541	1.074	3.356	3.653	1.453	.787	.666	.561
		.167	2.041	35.42	.622	.534	1.158	3.272	3.938	1.417	.783	.710	.598
2		.188	2.000	32.00	.622	.524	1.288	3.142	4.381	1.360	.776	.777	.654
	80 XS 80S	.218	1.939	27.41	.622	.508	1.477	2.953	5.022	1.278	.766	.868	.731
= 2.375		.250	1.875	23.17	.622	.491	1.669	2.761	5.674	1.196	.756	.955	.804
		.312	1.750	16.41	.622	.458	2.025	2.405	6.884	1.041	.738	1.102	.928
	160	.343	1.689	13.74	.622	.442	2.190	2.240	7.445	.970	.728	1.163	.979
	XX	.436	1.503	7.67	.622	.393	2.656	1.774	9.030	.768	.703	1.312	1.104
	5S	.083	2.709	145.9	.753	.709	.728	5.76	2.475	2.496	.988	.711	.495
	10S	.120	2.635	127.0	.753	.690	1.039	5.45	3.531	2.381	.975	.988	.687
	40 ST 40S	.203	2.469	91.8	.753	.646	1.704	4.79	5.794	2.073	.947	1.530	1.064
2 1/2		.217	2.441	86.7	.753	.639	1.812	4.68	6.160	2.026	.943	1.611	1.121
	80 XS 80S	.276	2.323	67.6	.753	.608	2.254	4.24	7.662	1.835	.924	1.925	1.339
= 2.875	160	.375	2.125	43.3	.753	.556	2.945	3.55	10.01	1.536	.894	2.353	1.637
	XX	.552	1.771	17.4	.753	.464	4.028	2.48	13.70	1.067	.844	2.872	1.998
	5S	.083	3.334	411.9	.916	.873	.891	8.73	3.03	3.78	1.208	1.300	.743
	10S	.120	3.260	368.2	.916	.853	1.274	8.35	4.33	3.61	1.196	1.822	1.041
		.125	3.250	362.6	.916	.851	1.325	8.30	4.51	3.59	1.194	1.890	1.080
3		.148	3.204	337.6	.916	.839	1.558	8.08	5.30	3.49	1.186	2.194	1.253
= 3.500		.188	3.124	297.6	.916	.818	1.956	7.68	6.65	3.32	1.173	2.692	1.538
	40 ST 40S	.216	3.068	271.8	.916	.803	2.228	7.39	7.58	3.20	1.164	3.018	1.724

.2 (Cont'd)

DESIGN PROPERTIES of PIPE

NAL SIZE d DE ETER es	SCHEDULE NUMBER and/or WEIGHT	WALL THICK-NESS t inches	INSIDE DIAM-ETER d inches	FIFTH POWER of ID d^5 in.^{5}	AREAS and WEIGHTS: SURFACE AREA OUT-SIDE sq ft per ft A_o	SURFACE AREA IN-SIDE sq ft per ft A_i	Cross-Sectional: METAL AREA A sq in.	Cross-Sectional: FLOW AREA A_f sq in.	WEIGHT of: PIPE lb per ft w	WEIGHT of: WATER lb per ft w_w	RADIUS of GYRA-TION inches r_o	MOMENT of INERTIA in.^{4} I	SEC-TION MOD-ULUS in.^{3} Z
ued)		.241	3.018	250	.916	.790	2.467	7.15	8.39	3.10	1.155	3.29	1.283
		.254	2.992	240	.916	.783	2.590	7.03	8.81	3.04	1.151	3.43	1.362
		.289	2.922	213	.916	.765	2.915	6.71	9.91	2.90	1.140	3.79	2.165
3	80 XS 80S	.300	2.900	205	.916	.759	3.016	6.60	10.25	2.86	1.136	3.90	2.226
		.312	2.876	196	.916	.753	3.129	6.49	10.64	2.81	1.132	4.01	2.294
.500		.406	2.687	140	.916	.703	3.950	5.67	13.43	2.46	1.103	4.81	2.748
	160	.438	2.624	124	.916	.687	4.213	5.41	14.33	2.34	1.094	5.04	2.879
	XX	.600	2.300	64	.916	.602	5.466	4.15	18.58	1.80	1.047	5.99	3.425
	5S	.083	3.634	828	1.047	1.004	1.621	11.55	3.47	5.00	1.385	1.96	.979
	10S	.120	3.760	752	1.047	.984	1.463	11.10	4.97	4.81	1.372	2.76	1.378
		.128	3.744	736	1.047	.980	1.557	11.01	5.29	4.77	1.370	2.92	1.461
		.134	3.732	724	1.047	.977	1.628	10.94	5.53	4.74	1.368	3.04	1.522
		.148	3.704	697	1.047	.970	1.791	10.78	6.09	4.67	1.363	3.33	1.664
1/2		.188	3.624	625	1.047	.949	2.251	10.31	7.65	4.47	1.349	4.10	2.050
	40 ST 40S	.226	3.548	562	1.047	.929	2.680	9.89	9.11	4.28	1.337	4.79	2.394
4.000		.281	3.438	480	1.047	.900	3.233	9.28	11.16	4.02	1.319	5.71	2.855
	80 XS 80S	.318	3.364	431	1.047	.881	3.678	8.89	12.51	3.85	1.307	6.28	3.141
		.344	3.312	399	1.047	.867	3.951	8.62	13.43	3.73	1.298	6.66	3.331
		.469	3.062	269	1.047	.802	5.203	7.36	17.69	3.19	1.259	8.25	4.127
		.636	2.728	151	1.047	.714	6.721	5.84	22.85	2.53	1.210	9.85	4.925
	5S	.083	4.334	1529	1.178	1.135	1.151	14.75	3.91	6.39	1.562	2.81	1.246
	10S	.120	4.260	1403	1.178	1.115	1.651	14.25	5.61	6.17	1.549	3.96	1.762
		.128	4.244	1377	1.178	1.111	1.758	14.15	5.98	6.13	1.546	4.21	1.869
		.134	4.232	1358	1.178	1.108	1.838	14.07	6.25	6.09	1.544	4.38	1.949
		.142	4.216	1332	1.178	1.104	1.944	13.96	6.61	6.04	1.542	4.62	2.054
		.165	4.170	1261	1.178	1.092	2.247	13.66	7.64	5.91	1.534	5.29	2.350
		.188	4.124	1193	1.178	1.080	2.55	13.36	8.66	5.78	1.526	5.93	2.64
		.205	4.090	1144	1.178	1.071	2.77	13.14	9.40	5.69	1.520	6.39	2.84
	40 ST 40S	.237	4.026	1058	1.178	1.054	3.17	12.73	10.79	5.51	1.510	7.23	3.22
4		.250	4.000	1024	1.178	1.047	3.34	12.57	11.35	5.44	1.505	7.56	3.36
		.271	3.958	971	1.178	1.036	3.60	12.30	12.24	5.33	1.498	8.08	3.59
4.500		.281	3.938	947	1.178	1.031	3.74	12.18	12.72	5.27	1.495	8.33	3.70
		.300	3.900	902	1.178	1.021	3.96	11.95	13.46	5.17	1.489	8.78	3.90
		.312	3.876	875	1.178	1.015	4.10	11.80	13.96	5.11	1.485	9.05	4.02
	80 XS 80S	.337	3.826	820	1.178	1.002	4.41	11.50	14.99	4.98	1.477	9.61	4.27
		.375	3.750	742	1.178	.982	4.86	11.04	16.53	4.78	1.464	10.42	4.63
	120	.438	3.624	625	1.178	.949	5.59	10.31	19.00	4.47	1.444	11.66	5.18
		.500	3.500	525	1.178	.916	6.28	9.62	21.36	4.17	1.425	12.77	5.67
	160	.531	3.438	480	1.178	.900	6.62	9.28	22.51	4.02	1.416	13.27	5.90
	XX	.674	3.152	311	1.178	.825	8.10	7.80	27.54	3.38	1.374	15.29	6.79
	5S	.109	5.345	4363	1.456	1.399	1.88	22.43	6.38	9.71	1.928	6.97	2.51
	10S	.134	5.295	4162	1.456	1.386	2.29	22.02	7.77	9.53	1.920	8.43	3.03
	40 ST 40S	.258	5.047	3275	1.456	1.321	4.30	20.01	14.62	8.66	1.878	15.17	5.45
5		.352	4.859	2708	1.456	1.272	5.76	18.54	18.58	8.03	1.847	19.65	7.07
	80 XS 80S	.375	4.813	2583	1.458	1.260	6.11	18.19	20.78	7.88	1.839	20.68	7.43
		.438	4.688	2264	1.456	1.227	7.04	17.28	23.96	7.47	1.819	23.31	8.38
-5.563	120	.500	4.563	1978	1.456	1.194	7.95	16.35	27.04	7.06	1.799	25.74	9.25
	160	.625	4.313	1492	1.458	1.129	9.70	14.61	32.97	6.33	1.760	30.03	10.80
	XX	.750	4.063	1107	1.456	1.064	11.34	12.97	38.55	5.61	1.722	33.64	12.10

DESIGN PROPERTIES of PIPE

NOMINAL PIPE SIZE and OUTSIDE DIAMETER inches	SCHEDULE NUMBER and/or WEIGHT	WALL THICKNESS inches t	INSIDE DIAMETER inches d	FIFTH POWER of ID Thousand in.^{5} d^5	AREAS and WEIGHTS: SURFACE AREA OUTSIDE sq ft per ft A_o	SURFACE AREA INSIDE sq ft per ft A_i	Cross-Sectional METAL AREA sq in A_s	Cross-Sectional FLOW AREA sq in A_i	WEIGHT of PIPE lb per ft w_s	WEIGHT of WATER lb per ft w_w	RADIUS of GYRATION inches r_g	MOMENT of INERTIA in.^{4} I	SECTION MODULUS in.^{3} Z
	5S	.109	6.407	10.60	1.734	1.677	2.23	32.2	7.58	13.96	2.304	11.64	3.58
	10S	.134	6.357	10.38	1.734	1.664	2.73	31.7	9.29	13.74	2.295	14.40	4.35
		.169	6.287	9.82	1.734	1.646	3.43	31.0	11.66	13.14	2.283	17.97	5.40
		.180	6.265	9.65	1.734	1.640	3.64	30.8	12.39	13.35	2.280	18.94	5.72
		.188	6.249	9.53	1.734	1.636	3.80	30.7	12.93	13.28	2.277	19.71	5.95
		.219	6.187	9.07	1.734	1.620	4.41	30.1	14.98	13.02	2.266	22.64	6.83
6		.250	6.125	8.62	1.734	1.604	5.01	29.5	17.02	12.75	2.256	25.5	7.69
		.277	6.071	8.25	1.734	1.589	5.52	28.9	18.78	12.53	2.246	27.9	8.42
	40 ST 40S	.280	6.065	8.21	1.734	1.588	5.58	28.9	18.98	12.51	2.246	28.1	8.50
D = 6.625		.375	5.875	7.00	1.734	1.538	7.36	27.1	25.04	11.73	2.214	36.1	10.90
	80 XS 80S	.432	5.761	6.35	1.734	1.508	8.40	26.1	28.58	11.29	2.195	40.5	12.23
		.500	5.625	5.63	1.734	1.473	9.62	24.9	32.71	10.76	2.173	45.4	13.71
	120	.562	5.501	5.04	1.734	1.440	10.70	23.8	36.40	10.29	2.153	49.6	14.98
	160	.718	5.189	3.76	1.734	1.358	13.32	21.1	45.30	9.18	2.104	59.0	17.81
	XX	.864	4.897	2.82	1.734	1.282	15.64	18.8	53.17	8.16	2.060	66.3	20.03
	5S	.109	8.407	42.0	2.258	2.201	2.92	55.5	9.91	24.04	3.01	26.4	6.13
	10S	.148	8.329	40.1	2.258	2.180	3.94	54.5	13.40	23.59	3.00	35.4	8.21
		.158	8.309	39.6	2.258	2.175	4.20	54.2	14.29	23.48	2.99	37.7	8.74
		.165	8.295	39.3	2.258	2.172	4.39	54.0	14.91	23.40	2.99	39.3	9.10
		.188	8.249	38.2	2.258	2.160	4.98	53.4	16.94	23.14	2.98	44.4	10.29
		.203	8.219	37.5	2.258	2.152	5.37	53.1	18.26	22.97	2.98	47.7	11.05
		.219	8.187	36.8	2.258	2.143	5.78	52.6	19.66	22.94	2.97	51.1	11.68
		.238	8.149	35.9	2.258	2.133	6.27	52.2	21.32	22.58	2.97	55.2	12.80
	20	.250	8.125	35.4	2.258	2.127	6.58	51.8	22.37	22.45	2.96	57.7	13.39
	30	.277	8.071	34.2	2.258	2.113	7.26	51.2	24.70	22.15	2.95	63.4	14.69
8	40 ST 40S	.322	7.981	32.4	2.258	2.089	8.40	50.0	28.56	21.68	2.94	72.5	16.81
		.344	7.937	31.5	2.258	2.078	8.95	49.5	30.43	21.42	2.93	76.9	17.82
D = 8.625		.352	7.921	31.2	2.258	2.074	9.15	49.3	31.1	21.3	2.93	78.4	18.19
		.375	7.875	30.3	2.258	2.062	9.72	48.7	33.0	21.1	2.92	82.9	19.22
	60	.406	7.813	29.1	2.258	2.045	10.48	47.9	35.6	20.8	2.91	88.8	20.58
		.469	7.687	26.8	2.258	2.012	12.02	46.4	40.9	20.1	2.89	100.3	23.25
	80 XS 80S	.500	7.625	25.9	2.258	1.996	12.76	45.7	43.4	19.8	2.88	106.7	24.52
	100	.593	7.439	22.8	2.258	1.948	14.96	43.5	50.9	18.8	2.85	121.4	28.14
		.625	7.375	21.8	2.258	1.931	15.71	42.7	53.4	18.5	2.84	126.5	29.32
	120	.718	7.189	19.2	2.258	1.882	17.84	40.6	60.8	17.6	2.81	140.6	32.60
	140	.812	7.001	16.8	2.258	1.833	19.93	38.5	67.8	16.7	2.78	153.7	35.63
	XX	.875	6.875	15.4	2.258	1.800	21.20	37.1	72.4	16.1	2.76	162.0	37.57
	160	.906	6.813	14.7	2.258	1.784	21.97	36.5	74.7	15.8	2.75	165.9	38.48
	5S	.134	10.482	127	2.81	2.74	4.47	86.3	15.2	37.4	3.75	63.0	11.72
	10S	.165	10.420	123	2.81	2.73	5.49	85.3	18.7	36.9	3.74	76.9	14.30
		.188	10.374	120	2.81	2.72	6.24	84.5	21.2	36.6	3.73	87.0	16.19
		.203	10.344	118	2.81	2.71	6.73	84.0	22.8	36.4	3.73	93.6	17.41
		.219	10.310	116	2.81	2.70	7.28	83.5	24.7	36.1	3.72	100.9	18.78
10	20	.250	10.250	113	2.81	2.68	8.25	82.5	28.0	35.7	3.71	113.7	21.16
		.279	10.192	110	2.81	2.67	9.18	81.6	31.2	35.3	3.70	125.9	23.42
D = 10.750	30	.307	10.136	107	2.81	2.65	10.07	80.7	34.2	34.9	3.69	137.5	25.57
		.348	10.054	103	2.81	2.63	11.37	79.4	38.7	34.4	3.68	154.0	28.66
	40 ST 40S	.365	10.020	101	2.81	2.62	11.91	78.9	40.5	34.1	3.67	160.8	29.91

DESIGN PROPERTIES of PIPE (Cont'd)

NOMINAL PIPE SIZE and OUTSIDE DIAMETER inches	SCHEDULE NUMBER and/or WEIGHT	WALL THICKNESS inches t	INSIDE DIAMETER inches d	FIFTH POWER of ID Thousand in^5 d^5	AREAS and WEIGHTS: SURFACE AREA OUTSIDE sq ft per ft A_o	SURFACE AREA INSIDE sq ft per ft A_i	Cross-Sectional METAL AREA sq in. A	Cross-Sectional FLOW AREA sq in. A_f	WEIGHT OF PIPE lb per ft w_s	WEIGHT OF WATER lb per ft w_w	RADIUS of GYRATION inches r	MOMENT of INERTIA in^4 I	SECTION MODULUS in^3 Z
(continued)		.395	9.960	98.0	2.81	2.61	12.85	77.9	43.7	33.7	3.66	172.5	32.1
	60 XS 80S	.500	9.750	88.1	2.81	2.55	16.10	74.7	54.7	32.3	3.63	212.0	39.4
		.531	9.687	85.3	2.81	2.54	17.08	73.7	58.0	31.9	3.62	223.4	41.6
	80	.593	9.564	80.0	2.81	2.50	18.92	71.8	64.3	31.1	3.60	244.8	45.5
10	100	.718	9.314	70.1	2.81	2.44	22.63	68.1	76.9	29.5	3.56	286.2	53.2
		.750	9.250	67.7	2.81	2.42	23.58	67.2	80.1	29.1	3.55	296.3	55.1
D = 10.750	120	.843	9.064	61.2	2.81	2.37	26.24	64.5	89.2	27.9	3.52	324.3	60.3
	140	1.000	8.750	51.3	2.81	2.29	30.63	60.1	104.1	26.0	3.47	367.9	68.4
		1.062	8.625	47.7	2.81	2.26	32.33	58.4	109.9	25.3	3.45	384.0	71.4
	160	1.125	8.500	44.4	2.81	2.23	34.02	56.7	115.7	24.6	3.43	399.4	74.3
	5S	.165	12.420	296	3.34	3.25	6.52	121.2	22.2	52.5	4.45	129.2	20.3
	10S	.180	12.390	292	3.34	3.24	7.11	120.6	24.2	52.2	4.44	140.5	22.0
		.203	12.344	287	3.34	3.23	8.00	119.7	27.2	51.8	4.44	157.5	24.7
		.219	12.312	283	3.34	3.22	8.62	119.1	29.3	51.6	4.43	169.3	26.6
		.238	12.274	279	3.34	3.21	9.38	118.3	31.8	51.2	4.42	183.2	28.7
	20	.250	12.250	276	3.34	3.21	9.82	117.9	33.4	51.0	4.42	191.9	30.1
		.279	12.192	269	3.34	3.19	10.93	116.7	37.2	50.6	4.41	212.7	33.4
		.300	12.150	265	3.34	3.18	11.73	115.9	39.9	50.2	4.40	227.5	35.7
	30	.330	12.090	258	3.34	3.17	12.88	114.8	43.8	49.7	4.39	248.5	39.0
12		.344	12.062	255	3.34	3.16	13.41	114.3	45.6	49.5	4.39	258	40.5
	ST 40S	.375	12.000	249	3.34	3.14	14.58	113.1	49.6	49.0	4.38	279	43.8
	40	.406	11.938	242	3.34	3.13	15.74	111.9	53.5	48.5	4.37	300	47.1
D = 12.750		.438	11.874	236	3.34	3.11	16.94	110.7	57.6	47.9	4.36	321	50.4
	XS 80S	.500	11.750	224	3.34	3.08	19.24	108.4	65.4	47.0	4.33	362	56.7
	60	.562	11.626	212	3.34	3.04	21.52	106.2	73.2	46.0	4.31	401	62.8
		.625	11.500	201	3.34	3.01	23.81	103.9	80.9	45.0	4.29	439	68.8
	80	.687	11.376	191	3.34	2.98	26.04	101.6	88.5	44.0	4.27	475	74.5
	100	.843	11.064	168	3.34	2.90	31.53	96.1	107.2	41.6	4.22	562	88.1
		.875	11.000	161	3.34	2.88	32.64	95.0	111.0	41.1	4.21	579	90.8
	120	1.000	10.750	144	3.34	2.81	36.91	90.8	125.5	39.3	4.17	642	100.7
	140	1.125	10.500	128	3.34	2.75	41.09	86.6	139.7	37.5	4.13	701	109.9
		1.219	10.313	117	3.34	2.70	44.14	83.5	150.1	36.2	4.10	742	116.4
	160	1.312	10.126	106	3.34	2.65	47.14	80.5	160.3	34.9	4.07	781	122.6
		.188	13.624	469	3.67	3.57	8.16	145.8	27.7	63.1	4.88	195	27.8
		.220	13.560	458	3.67	3.55	9.52	144.4	32.4	62.5	4.87	226	32.3
		.238	13.524	452	3.67	3.54	10.29	143.6	35.0	62.2	4.87	244	34.8
	10	.250	13.500	448	3.67	3.53	10.80	143.1	36.7	62.0	4.86	255	36.5
	20	.312	13.375	428	3.67	3.50	13.44	140.5	45.7	60.8	4.84	315	45.0
	30 ST	.375	13.250	408	3.67	3.47	16.05	137.9	54.6	59.7	4.82	373	53.3
14		.406	13.188	399	3.67	3.45	17.34	136.6	59.0	59.1	4.81	401	57.3
D = 14.000	40	.438	13.125	389	3.67	3.44	18.66	135.3	63.4	58.6	4.80	429	61.4
		.469	13.062	380	3.67	3.42	19.94	134.0	67.8	58.0	4.79	457	65.3
	XS	.500	13.000	371	3.67	3.40	21.21	132.7	72.1	57.5	4.78	484	69.1
	60	.593	12.814	345	3.67	3.35	24.98	129.0	84.9	55.8	4.74	562	80.3
		.625	12.750	337	3.67	3.34	26.26	127.7	89.3	55.3	4.73	589	84.1

TABLE NO. 2 (Cont'd)

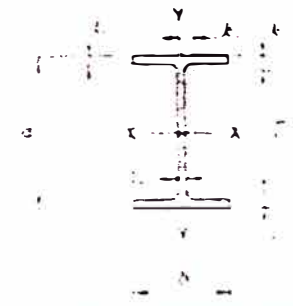
DESIGN PROPERTIES of PIPE

NOMINAL PIPE SIZE and OUTSIDE DIAMETER inches	SCHEDULE NUMBER and/or WEIGHT	WALL THICKNESS inches t	INSIDE DIAMETER inches d	FIFTH POWER of ID Thousand $in.^5$ d^5	AREAS and WEIGHTS: SURFACE AREA OUTSIDE sq ft per ft A_o	SURFACE AREA INSIDE sq ft per ft A_i	Cross-Sectional METAL AREA sq in. A	Cross-Sectional FLOW AREA sq in. A_i	WEIGHT of PIPE lb per ft w	WEIGHT of WATER lb per ft w_w	RADIUS of GYRATION inches r	MOMENT of INERTIA $in.^4$ I	SECTION MODULUS $in.^3$ Z
(continued)		.656	12.688	329	3.67	3.32	27.50	126.4	93.5	54.8	4.72	814	87.7
	80	.750	12.500	305	3.67	3.27	31.22	122.7	106.1	53.1	4.69	887	98.2
	100	.937	12.125	262	3.67	3.17	38.47	115.5	130.8	50.0	4.63	825	117.9
14	120	1.093	11.814	230	3.67	3.09	44.32	109.6	150.7	47.5	4.58	930	132.8
	140	1.250	11.500	201	3.67	3.01	50.07	103.9	170.2	45.0	4.53	1027	146.8
D = 14.000		1.344	11.313	185	3.67	2.96	53.42	100.5	181.6	43.5	4.50	1082	154.6
	160	1.406	11.188	175	3.67	2.93	55.63	98.3	189.1	42.6	4.48	1117	159.6
		.188	15.624	931	4.19	4.09	9.34	191.7	31.8	83.0	5.59	292	36.5
		.238	15.524	902	4.19	4.06	11.78	189.3	40.1	82.0	5.57	366	45.8
	10	.250	15.500	895	4.19	4.06	12.37	188.7	42.1	81.7	5.57	384	48.0
		.281	15.438	877	4.19	4.04	13.88	187.2	47.2	81.1	5.56	429	53.6
	20	.312	15.375	859	4.19	4.02	15.40	185.7	52.4	80.4	5.55	474	59.3
		.344	15.312	842	4.19	4.01	16.92	184.1	57.5	79.7	5.54	519	64.8
	30 ST	.375	15.250	825	4.19	3.99	18.41	182.7	63.8	79.1	5.53	562	70.3
		.406	15.188	803	4.19	3.98	19.89	181.2	67.6	78.4	5.52	605	75.6
		.438	15.124	791	4.19	3.96	21.41	179.6	72.8	77.8	5.50	649	81.1
16		.469	15.062	775	4.19	3.94	22.88	178.2	77.8	77.2	5.49	691	86.3
	40 XS	.500	15.000	759	4.19	3.93	24.35	176.7	82.8	76.5	5.48	732	91.5
D = 16.000		531	14.938	744	4.19	3.91	25.81	175.3	87.7	75.9	5.47	773	96.6
	60	.656	14.688	684	4.19	3.85	31.62	169.4	107.5	73.4	5.43	933	116.6
		.688	14.625	669	4.19	3.83	33.07	168.0	112.4	72.7	5.42	972	121.4
		.750	14.500	641	4.19	3.80	35.90	165.1	122.5	71.5	5.40	1047	130.9
	80	.843	14.314	601	4.19	3.75	40.14	160.9	136.5	69.7	5.37	1157	144.6
	100	1.031	13.938	528	4.19	3.65	48.48	152.6	164.8	66.1	5.29	1365	170.6
	120	1.218	13.564	459	4.19	3.55	56.56	144.5	192.3	62.6	5.23	1556	194.5
	140	1.438	13.124	389	4.19	3.44	65.79	135.3	223.7	58.6	5.17	1761	220.1
		1.500	13.000	371	4.19	3.40	68.53	132.7	232.3	57.5	5.15	1815	226.9
	160	1.593	12.814	345	4.19	3.35	72.10	129.0	245.1	55.8	5.12	1894	236.7
	10	.250	17.500	1641	4.71	4.58	13.94	240.5	47.4	104.1	6.28	549	61.0
	20	.312	17.375	1584	4.71	4.55	17.36	237.1	59.0	102.7	6.25	679	75.5
	ST	.375	17.250	1527	4.71	4.52	20.76	233.7	70.6	101.2	6.23	807	89.6
	30	.438	17.124	1472	4.71	4.48	24.17	230.3	82.2	99.7	6.21	932	103.6
	XS	.500	17.000	1420	4.71	4.45	27.49	227.0	93.5	98.3	6.19	1053	117.0
	40	.562	16.876	1369	4.71	4.42	30.79	223.7	104.7	96.9	6.17	1171	130.2
		.594	16.813	1314	4.71	4.40	32.46	222.0	110.4	96.1	6.16	1231	136.8
18		.625	16.750	1318	4.71	4.39	34.12	220.4	116.0	95.4	6.15	1289	143.3
		.719	16.562	1247	4.71	4.34	38.38	215.5	132.5	93.3	6.12	1458	162.0
D = 18.000	60	.750	16.500	1223	4.71	4.32	40.64	213.8	138.2	92.6	6.10	1515	168.3
		.812	16.375	1177	4.71	4.29	43.87	210.6	149.2	91.2	6.08	1624	180.5
	80	.937	16.126	1090	4.71	4.22	50.23	204.2	170.8	88.4	6.04	1834	203.8
	100	1.156	15.688	950	4.71	4.11	61.17	193.3	208.0	83.7	5.97	2180	242.2
	120	1.375	15.250	825	4.71	3.99	71.81	182.7	244.2	79.1	5.90	2498	277.6
	140	1.562	14.876	728	4.71	3.89	80.68	173.8	274.3	75.3	5.84	2750	305.5
		1.688	14.625	669	4.71	3.83	86.48	168.0	294.0	72.7	5.80	2908	323.1
	160	1.781	14.438	627	4.71	3.78	90.75	163.7	308.5	70.9	5.77	3020	335.6

TABLE NO. 2 (Cont'd)

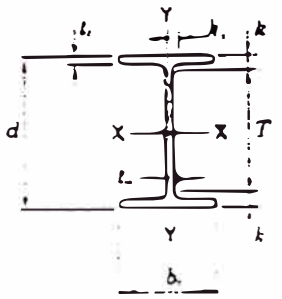
DESIGN PROPERTIES of PIPE

NOMINAL PIPE SIZE and OUTSIDE DIAMETER inches	SCHEDULE NUMBER and/or WEIGHT	WALL THICKNESS inches t	INSIDE DIAMETER inches d	FIFTH POWER of ID Million in.^{5} d^5	AREAS and WEIGHTS: SURFACE AREA OUTSIDE sq ft per ft A_c	SURFACE AREA INSIDE sq ft per ft A_i	Cross-Sectional METAL AREA sq in. A	Cross-Sectional FLOW AREA sq in. A_i	WEIGHT of PIPE lb per ft w	WEIGHT of WATER lb per ft w_w	RADIUS of GYRATION inches r_g	MOMENT of INERTIA in.^{4} I	SECTION MODULUS in.^{3} Z
	10	.250	19.500	2.82	5.24	5.11	15.51	298.6	52.7	129.3	6.98	757	75.7
		.312	19.375	2.73	5.24	5.07	19.36	294.8	65.8	127.6	6.96	938	93.8
	20 ST	.375	19.250	2.64	5.24	5.04	23.12	291.0	78.6	126.0	6.94	1114	111.4
		.438	19.124	2.56	5.24	5.01	26.9	287.2	91.5	124.4	6.92	1289	128.9
	30 XS	.500	19.000	2.48	5.24	4.97	30.6	283.5	104.1	122.8	6.90	1457	145.7
		.562	18.875	2.40	5.24	4.94	34.3	279.8	116.8	121.2	6.88	1624	162.4
	40	.593	18.814	2.36	5.24	4.93	36.2	278.0	122.9	120.4	6.86	1704	170.4
		.625	18.750	2.32	5.24	4.91	38.0	276.1	129.3	119.8	6.85	1787	178.7
20	60	.812	18.376	2.10	5.24	4.81	48.9	265.2	168.4	114.8	6.79	2257	225.7
		.875	18.250	2.02	5.24	4.78	52.8	261.6	178.7	113.3	6.77	2409	240.9
		.906	18.188	1.99	5.24	4.76	54.3	259.8	184.8	112.5	6.76	2483	248.3
D = 20.000	80	1.031	17.938	1.66	5.24	4.70	61.4	252.7	208.9	109.4	6.72	2772	277.2
		1.250	17.500	1.64	5.24	4.58	73.6	240.5	250.3	104.1	6.64	3251	325.1
	100	1.281	17.438	1.61	5.24	4.57	75.3	238.8	256.1	103.4	6.63	3316	331.6
	120	1.500	17.000	1.42	5.24	4.45	87.2	227.0	296.4	98.3	6.56	3755	375.5
	140	1.750	16.500	1.22	5.24	4.32	100.3	213.8	341.1	92.6	6.48	4217	421.7
		1.844	16.313	1.16	5.24	4.27	105.2	209.0	357.5	90.5	6.45	4379	437.9
	160	1.968	16.064	1.07	5.24	4.21	111.5	202.7	379.1	87.8	6.41	4598	459.8
22	10	.250	21.500	4.59	5.76	5.63	17.1	363	58.1	157.2	7.69	1010	91.8
	ST	.375	21.250	4.33	5.76	5.56	25.5	355	86.8	153.6	7.65	1490	135.4
D = 22.000	XS	.500	21.000	4.08	5.76	5.50	33.8	346	114.8	150.0	7.60	1953	177.5
	10	.250	23.500	7.17	6.28	6.15	18.7	434	63.4	187.8	8.40	1316	109.6
		.312	23.376	6.98	6.28	6.12	23.2	429	78.9	185.8	8.38	1629	135.8
	20 ST	.375	23.250	6.79	6.28	6.09	27.8	425	94.6	183.8	8.35	1943	161.9
		.438	23.125	6.61	6.28	6.05	32.4	420	110.1	181.9	8.33	2249	187.4
	XS	.500	23.000	6.44	6.28	6.02	36.9	415	125.5	179.9	8.31	2550	212.5
	30	.562	22.876	6.26	6.28	5.99	41.4	411	140.7	178.0	8.29	2840	237.0
24		.625	22.750	6.09	6.28	5.96	45.9	406	156.0	176.0	8.27	3140	261
	40	.687	22.626	5.93	6.28	5.92	50.3	402	171.1	174.1	8.25	3420	285
		.750	22.500	5.77	6.28	5.89	54.8	398	186.3	172.2	8.22	3710	309
	60	.968	22.064	5.23	6.28	5.78	70.0	382	238.1	165.6	8.15	4653	388
D = 24.000		1.031	21.938	5.08	6.28	5.74	74.4	378	252.9	163.7	8.13	4920	410
	80	1.218	21.564	4.66	6.28	5.65	87.2	365	296.4	158.1	8.07	5670	473
	100	1.531	20.938	4.02	6.28	5.48	108.1	344	367.4	149.1	7.96	6852	571
	120	1.812	20.376	3.51	6.28	5.33	126.3	326	429.4	141.2	7.87	7824	652
	140	2.062	19.876	3.10	6.28	5.20	142.1	310	483.2	134.3	7.79	8630	719
		2.188	19.625	2.91	6.28	5.14	149.9	302	509.7	131.0	7.75	9010	751
	160	2.343	19.314	2.69	6.28	5.06	159.4	293	542.0	126.9	7.70	9455	788
26	ST	.375	25.250	10.26	6.81	6.61	30.2	501	102.6	216.8	9.06	2479	191
D = 26.000	XS	.500	25.000	9.77	6.81	6.54	40.1	491	136.2	212.5	9.02	3257	250
									204,3				
	10	.312	29.376	21.9	7.85	7.69	29.1	678	98.9	293.5	10.50	3210	214
	ST	.375	29.250	21.4	7.85	7.66	34.9	672	118.7	291.0	10.48	3833	255
30		.438	29.125	21.0	7.85	7.62	40.6	666	138.0	288.4	10.45	4434	296
	20 XS	.500	29.000	20.5	7.85	7.59	46.3	661	157.6	286.0	10.43	5040	336
D = 30.000		.562	28.875	20.1	7.85	7.56	52.0	655	176.8	283.6	10.41	5635	376
	30	.625	28.750	19.6	7.85	7.53	57.7	649	196.1	281.1	10.39	6220	415
34	ST	.375	33.250	40.6	8.90	8.70	39.6	868	134.7	376.0	11.89	5599	329
D = 34.000	XS	.500	33.000	39.1	8.90	8.64	52.6	855	178.9	370.3	11.85	7383	434
36	ST	.375	35.250	54.4	9.44	9.23	42.0	976	142.7	422.6	12.60	6659	370
D = 36.000	XS	.500	35.000	52.5	9.44	9.16	55.8	962	189.6	416.6	12.55	8786	488
42	ST	.375	41.250	119.4	11.0	10.80	49.0	1336	166.7	578.7	14.72	10621	506
D = 42.000	XS	.500	41.000	115.9	11.0	10.73	65.2	1320	221.6	571.7	14.67	14037	668



W SHAPES
Dimensions

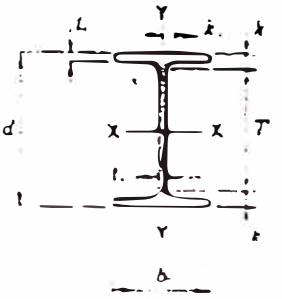
Designation	Area A	Depth d	Web			Flange			Distance		
			Thickness t_w		$\frac{t_w}{2}$	Width b_f		Thickness t_f			
	in.²	in.	in.		in.	in.		in.			
W 8x67	19.7	9.00	9	0.570	9/16	3/16	8.280	8 1/4	0.935	15/16	6 1/8	1 3/16	11/16
x58	17.1	8.75	8 3/4	0.510	1/2	1/4	8.220	8 1/4	0.810	13/16	6 1/8	1 5/16	11/16
x48	14.1	8.50	8 1/2	0.400	3/8	3/16	8.110	8 1/8	0.685	11/16	6 1/8	1 1/16	5/8
x40	11.7	8.25	8 1/4	0.360	3/8	3/16	8.070	8 1/8	0.560	9/16	6 1/8	1 1/16	5/8
x35	10.3	8.12	8 1/8	0.310	5/16	3/16	8.020	8	0.495	1/2	6 1/8	1	9/16
x31	9.13	8.00	8	0.285	5/16	3/16	7.995	8	0.435	7/16	6 1/8	15/16	9/16
W 8x28	8.25	8.06	8	0.285	5/16	3/16	6.535	6 1/2	0.465	7/16	6 1/8	15/16	9/16
x24	7.08	7.93	7 7/8	0.245	1/4	1/8	6.495	6 1/2	0.400	3/8	6 1/8	7/8	9/16
W 8x21	6.16	8.28	8 1/4	0.250	1/4	1/8	5.270	5 1/4	0.400	3/8	6 3/8	13/16	1/2
x18	5.26	8.14	8 1/8	0.230	1/4	1/8	5.250	5 1/4	0.330	5/16	6 3/8	3/4	7/16
W 8x15	4.44	8.11	8 1/8	0.245	1/4	1/8	4.015	4	0.315	5/16	6 3/8	3/4	1/2
x13	3.84	7.99	8	0.230	1/4	1/8	4.000	4	0.255	1/4	6 3/8	11/16	7/16
x10	2.96	7.89	7 7/8	0.170	3/16	1/8	3.940	4	0.205	3/16	6 3/8	5/8	7/16
W 6x25	7.34	6.38	6 3/8	0.320	5/16	3/16	6.080	6 1/8	0.455	7/16	4 3/4	13/16	7/16
x20	5.87	6.20	6 1/4	0.260	1/4	1/8	6.020	6	0.365	3/8	4 3/4	3/4	7/16
x15	4.43	5.99	6	0.230	1/4	1/8	5.990	6	0.260	1/4	4 3/4	5/8	3/8
W 6x16	4.74	6.28	6 1/4	0.260	1/4	1/8	4.030	4	0.405	3/8	4 3/4	1/4	7/16
x12	3.55	6.03	6	0.230	1/4	1/8	4.000	4	0.280	1/4	4 3/4	5/8	3/8
x 9	2.68	5.90	5 7/8	0.170	3/16	1/8	3.940	4	0.215	3/16	4 3/4	5/16	3/8
W 5x19	5.54	5.15	5 1/8	0.270	1/4	1/8	5.030	5	0.430	7/16	3 1/2	13/16	7/16
x16	4.68	5.01	5	0.240	1/4	1/8	5.000	5	0.360	3/8	3 1/2	3/4	7/16
W 4x13	3.83	4.16	4 1/8	0.280	1/4	1/8	4.060	4	0.345	3/8	2 3/4	11/16	7/16



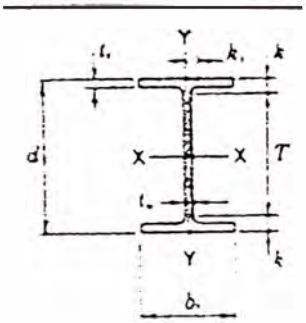
W SHAPES
Dimensions

Designation	Area A	Depth d		Web			Flange				Distance		
				Thickness t_w		$\frac{t_w}{2}$	Width b_f		Thickness t_f		T	k	k_1
	in.²	in.		in.		in.	in.		in.		in.	in.	in.
W 10x112	32.9	11.36	11 3/8	0.755	3/4	3/8	10.415	10 3/8	1.250	1 1/4	7 3/8	1 7/8	1 5/16
x100	29.4	11.10	11 1/8	0.680	11/16	3/8	10.340	10 3/8	1.120	1 1/8	7 3/8	1 3/4	1 1/8
x 88	25.9	10.84	10 7/8	0.605	5/8	5/16	10.265	10 1/4	0.990	1	7 3/8	1 5/8	1 3/16
x 77	22.6	10.60	10 5/8	0.530	1/2	1/4	10.190	10 1/8	0.870	7/8	7 3/8	1 1/2	1 3/16
x 68	20.0	10.40	10 3/8	0.470	1/2	1/4	10.130	10 1/8	0.770	3/4	7 3/8	1 3/8	1 1/16
x 60	17.6	10.22	10 1/4	0.420	7/16	1/4	10.080	10 1/8	0.680	11/16	7 3/8	1 5/16	1 1/16
x 54	15.8	10.09	10 1/8	0.370	3/8	3/16	10.030	10	0.615	5/8	7 3/8	1 1/4	1 1/16
x 49	14.4	9.98	10	0.340	5/16	3/16	10.000	10	0.560	9/16	7 3/8	1 3/16	1 1/16
W 10x 45	13.3	10.10	10 1/8	0.350	3/8	3/16	8.020	8	0.620	5/8	7 3/8	1 1/4	1 1/16
x 39	11.5	9.92	9 7/8	0.315	5/16	3/16	7.985	8	0.530	1/2	7 3/8	1 1/8	1 1/16
x 33	9.71	9.73	9 3/4	0.290	5/16	3/16	7.960	8	0.435	7/16	7 3/8	1 1/16	1 1/16
W 10x 30	8.84	10.47	10 1/2	0.300	5/16	3/16	5.810	5 3/4	0.510	1/2	8 3/8	1 5/16	1/2
x 26	7.61	10.33	10 3/8	0.260	1/4	1/8	5.770	5 3/4	0.440	7/16	8 3/8	7/8	1/2
x 22	6.49	10.17	10 1/8	0.240	1/4	1/8	5.750	5 3/4	0.360	3/8	8 3/8	3/4	1/2
W 10x 19	5.62	10.24	10 1/4	0.250	1/4	1/8	4.020	4	0.395	3/8	8 3/8	1 3/16	1/2
x 17	4.99	10.11	10 1/8	0.240	1/4	1/8	4.010	4	0.330	5/16	8 3/8	3/4	1/2
x 15	4.41	9.99	10	0.230	1/4	1/8	4.000	4	0.270	1/4	8 3/8	1 1/16	7/16
x 12	3.54	9.87	9 7/8	0.190	3/16	1/8	3.960	4	0.210	3/16	8 3/8	5/8	7/16

W SHAPES
Properties



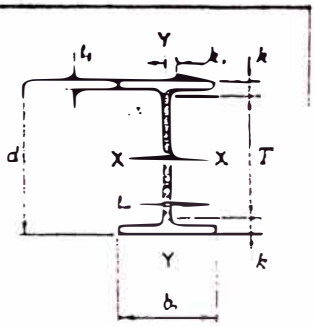
Nominal Wt. per Ft	Compact Section Criteria				r_T	$\frac{d}{A_f}$	Elastic Properties						Tor. const.	Plastic Modulus	
							Axis X-X			Axis Y-Y					
	$\frac{b_f}{2t_f}$	F_y	$\frac{d}{t_w}$	F_y			I	S	r	I	S	r	J	Z_x	Z_y
lb		ksi		ksi	in.		in.⁴	in.³	in.	in.⁴	in.³	in.	in.⁴	in.³	in.³
112	4.2	—	15.0	—	2.88	0.87	716	126	4.66	236	45.3	2.68	15.1	147	69.2
100	4.6	—	16.3	—	2.85	0.96	623	112	4.60	207	40.0	2.65	10.9	130	61.0
88	5.2	—	17.9	—	2.83	1.07	534	98.5	4.54	179	34.8	2.63	7.53	113	53.1
77	5.9	—	20.0	—	2.80	1.20	455	85.9	4.49	154	30.1	2.60	5.11	97.6	45.9
68	6.6	—	22.1	—	2.79	1.33	394	75.7	4.44	134	26.4	2.59	3.56	85.3	40.1
60	7.4	—	24.3	—	2.77	1.49	341	66.7	4.39	116	23.0	2.57	2.48	74.6	35.0
54	8.2	63.5	27.3	—	2.75	1.64	303	60.0	4.37	103	20.6	2.56	1.82	66.6	31.3
49	8.9	53.0	29.4	—	2.74	1.78	272	54.6	4.35	93.4	18.7	2.54	1.39	60.4	28.3
45	6.5	—	28.9	—	2.18	2.03	248	49.1	4.32	53.4	13.3	2.01	1.51	54.9	20.3
39	7.5	—	31.5	—	2.16	2.34	209	42.1	4.27	45.0	11.3	1.98	0.98	46.8	17.2
33	9.1	50.5	33.6	58.7	2.14	2.81	170	35.0	4.19	36.6	9.20	1.94	0.58	38.8	14.0
30	5.7	—	34.9	54.2	1.55	3.53	170	32.4	4.38	16.7	5.75	1.37	0.62	36.6	8.84
26	6.6	—	39.7	41.8	1.54	4.07	144	27.9	4.35	14.1	4.89	1.36	0.40	31.3	7.50
22	8.0	—	42.4	36.8	1.51	4.91	118	23.2	4.27	11.4	3.97	1.33	0.24	26.0	6.10
19	5.1	—	41.0	39.4	1.03	6.45	96.3	18.8	4.14	4.29	2.14	0.874	0.23	21.6	3.35
17	6.1	—	42.1	37.2	1.01	7.64	81.9	16.2	4.05	3.56	1.78	0.844	0.16	18.7	2.80
15	7.4	—	43.4	35.0	0.99	9.25	68.9	13.8	3.95	2.89	1.45	0.810	0.10	16.0	2.30
12	9.4	47.5	51.9	24.5	0.96	11.9	53.8	10.9	3.90	2.18	1.10	0.785	0.06	12.6	1.74



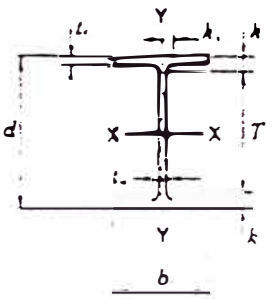
W SHAPES
Dimensions

Designation	Area A	Depth d		Web Thickness t_w		$\frac{t_w}{2}$	Flange Width b_f		Flange Thickness t_f		Distance T	Distance k	Distance k_1
	in²	in		in		in.	in.		in		in.	in.	in.
W 12x336	98.8	16.82	16 13/16	1.775	1 3/4	7/8	13.385	13 3/8	2.955	2 15/16	9 1/2	3 11/16	1 1/2
x305	89.6	16.32	16 5/16	1.625	1 5/8	13/16	13.235	13 1/8	2.705	2 11/16	9 1/2	3 7/16	1 7/16
x279	81.9	15.85	15 7/8	1.530	1 1/2	3/4	13.140	13 1/8	2.470	2 1/2	9 1/2	3 5/16	1 3/8
x252	74.1	15.41	15 3/8	1.395	1 3/8	11/16	13.005	13	2.250	2 1/4	9 1/2	2 13/16	1 5/16
x230	67.7	15.05	15	1.285	1 5/16	13/16	12.895	12 7/8	2.070	2 1/16	9 1/2	2 3/4	1 1/4
x210	61.8	14.71	14 3/4	1.180	1 3/16	5/8	12.790	12 3/4	1.900	1 7/8	9 1/2	2 5/8	1 1/4
x190	55.8	14.38	14 3/8	1.060	1 1/16	9/16	12.670	12 5/8	1.735	1 3/4	9 1/2	2 7/16	1 3/16
x170	50.0	14.03	14	0.960	15/16	1/2	12.570	12 5/8	1.560	1 9/16	9 1/2	2 1/4	1 1/8
x152	44.7	13.71	13 3/4	0.870	7/8	7/16	12.480	12 1/2	1.400	1 3/8	9 1/2	2 1/8	1 1/16
x136	39.9	13.41	13 3/8	0.790	13/16	7/16	12.400	12 3/8	1.250	1 1/4	9 1/2	1 15/16	1
x120	35.3	13.12	13 1/8	0.710	11/16	3/8	12.320	12 3/8	1.105	1 1/8	9 1/2	1 13/16	1
x106	31.2	12.89	12 7/8	0.610	5/8	5/16	12.220	12 1/4	0.990	1	9 1/2	1 11/16	15/16
x 96	28.2	12.71	12 3/4	0.550	9/16	5/16	12.160	12 1/8	0.900	7/8	9 1/2	1 5/8	7/8
x 87	25.6	12.53	12 1/2	0.515	1/2	1/4	12.125	12 1/8	0.810	13/16	9 1/2	1 1/2	7/8
x 79	23.2	12.38	12 3/8	0.470	1/2	1/4	12.080	12 1/8	0.735	3/4	9 1/2	1 7/16	7/8
x 72	21.1	12.25	12 1/4	0.430	7/16	1/4	12.040	12	0.670	11/16	9 1/2	1 3/8	7/8
x 65	19.1	12.12	12 1/8	0.390	3/8	3/16	12.000	12	0.605	5/8	9 1/2	1 5/16	13/16
W 12x 58	17.0	12.19	12 1/4	0.360	3/8	3/16	10.010	10	0.640	5/8	9 1/2	1 3/8	13/16
x 53	15.6	12.06	12	0.345	3/8	3/16	9.995	10	0.575	9/16	9 1/2	1 1/4	13/16
W 12x 50	14.7	12.19	12 1/4	0.370	3/8	3/16	8.080	8 1/8	0.640	5/8	9 1/2	1 3/8	13/16
x 45	13.2	12.06	12	0.335	5/16	3/16	8.045	8	0.575	9/16	9 1/2	1 1/4	13/16
x 40	11.8	11.94	12	0.295	5/16	3/16	8.005	8	0.515	1/2	9 1/2	1 1/4	3/4
W 12x 35	10.3	12.50	12 1/2	0.300	5/16	3/16	6.560	6 1/2	0.520	1/2	10 1/2	1	15/16
x 30	8.79	12.34	12 3/8	0.260	1/4	1/8	6.520	6 1/2	0.440	7/16	10 1/2	15/16	1/2
x 26	7.65	12.22	12 1/4	0.230	1/4	1/8	6.490	6 1/2	0.380	3/8	10 1/2	7/8	1/2
W 12x 22	6.48	12.31	12 1/4	0.260	1/4	1/8	4.030	4	0.425	7/16	10 1/2	7/8	1/2
x 19	5.57	12.16	12 1/8	0.235	1/4	1/8	4.005	4	0.350	3/8	10 1/2	13/16	1/2
x 16	4.71	11.99	12	0.220	1/4	1/8	3.990	4	0.265	1/4	10 1/2	3/4	1/2
x 14	4.16	11.91	11 7/8	0.200	3/16	1/8	3.970	4	0.225	1/4	10 1/2	11/16	1/2

W SHAPES
Properties



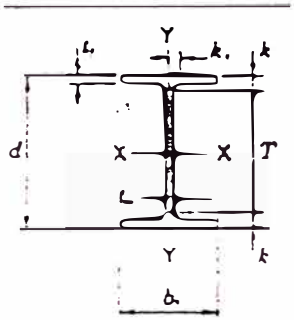
Nominal Wt per ft	Compact Section Criteria				r_T	$\frac{d}{A_f}$	Elastic Properties						Torsional constant	Plastic Modulus	
							Axis X-X			Axis Y-Y					
	$\frac{b_f}{2t_f}$	F_y'	$\frac{d}{t_w}$	F_y'''			I	S	r	I	S	r	J	Z_x	Z_y
lb		ksi		ksi	in.		in.^{4}	in.^{3}	in.	in.^{4}	in.^{3}	in.	in.^{4}	in.^{3}	in.^{3}
336	2.3	—	9.5	—	3.71	0.43	4060	483	6.41	1190	177	3.47	243	603	274
305	2.4	—	10.0	—	3.67	0.46	3550	435	6.29	1050	159	3.42	185	537	244
279	2.7	—	10.4	—	3.64	0.49	3110	393	6.16	937	143	3.38	143	481	220
252	2.9	—	11.0	—	3.59	0.53	2720	353	6.06	828	127	3.34	108	428	196
230	3.1	—	11.7	—	3.56	0.56	2420	321	5.97	742	115	3.31	83.8	386	177
210	3.4	—	12.5	—	3.53	0.61	2140	292	5.89	664	104	3.28	64.7	348	159
190	3.7	—	13.6	—	3.50	0.65	1890	263	5.82	589	93.0	3.25	48.8	311	143
170	4.0	—	14.6	—	3.47	0.72	1650	235	5.74	517	82.3	3.22	35.6	275	126
152	4.5	—	15.8	—	3.44	0.79	1430	209	5.66	454	72.8	3.19	25.8	243	111
136	5.0	—	17.0	—	3.41	0.87	1240	186	5.58	398	64.2	3.16	18.5	214	98.0
120	5.6	—	18.5	—	3.38	0.96	1070	163	5.51	345	56.0	3.13	12.9	186	85.4
106	6.2	—	21.1	—	3.36	1.07	933	145	5.47	301	49.3	3.11	9.13	164	75.1
96	6.8	—	23.1	—	3.34	1.16	833	131	5.44	270	44.4	3.09	6.86	147	67.5
87	7.5	—	24.3	—	3.32	1.28	740	118	5.38	241	39.7	3.07	5.10	132	60.4
79	8.2	62.6	26.3	—	3.31	1.39	662	107	5.34	216	35.8	3.05	3.84	119	54.3
72	9.0	52.3	28.5	—	3.29	1.52	597	97.4	5.31	195	32.4	3.04	2.93	108	49.2
65	9.9	43.0	31.1	—	3.28	1.67	533	87.9	5.28	174	29.1	3.02	2.18	96.8	44.1
58	7.8	—	33.9	57.6	2.72	1.90	475	78.0	5.28	107	21.4	2.51	2.10	86.4	32.5
53	8.7	55.9	35.0	54.1	2.71	2.10	425	70.6	5.23	95.8	19.2	2.48	1.58	77.9	29.1
50	6.3	—	32.9	60.9	2.17	2.36	394	64.7	5.18	56.3	13.9	1.96	1.78	72.4	21.4
45	7.0	—	36.0	51.0	2.15	2.61	350	58.1	5.15	50.0	12.4	1.94	1.31	64.7	19.0
40	7.8	—	40.5	40.3	2.14	2.90	310	51.9	5.13	44.1	11.0	1.93	0.95	57.5	16.8
35	6.3	—	41.7	38.0	1.74	3.66	285	45.6	5.25	24.5	7.47	1.54	0.74	51.2	11.5
30	7.4	—	47.5	29.3	1.73	4.30	238	38.6	5.21	20.3	6.24	1.52	0.46	43.1	9.5
26	8.5	57.9	53.1	23.4	1.72	4.95	204	33.4	5.17	17.3	5.34	1.51	0.30	37.2	8.1
22	4.7	—	47.3	29.5	1.02	7.19	156	25.4	4.91	4.66	2.31	0.847	0.29	29.3	3.6
19	5.7	—	51.7	24.7	1.00	8.67	130	21.3	4.82	3.76	1.88	0.822	0.18	24.7	2.9
16	7.5	—	54.5	22.2	0.96	11.3	103	17.1	4.67	2.82	1.41	0.773	0.10	20.1	2.2
14	8.8	54.3	59.6	18.6	0.95	13.3	88.6	14.9	4.62	2.36	1.19	0.753	0.07	17.4	1.9



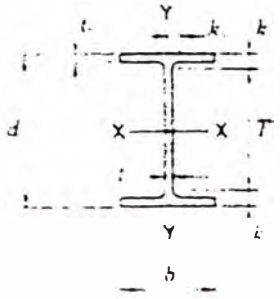
W SHAPES
Dimensions

Designation	Area A	Depth d		Web			Flange				Distance		
				Thickness t_w		$\frac{t_w}{2}$	Width b_f		Thickness t_f		T	k	k_1
	in.²	in.		in.		in.	in.		in.		in.	in.	in.
W 14x132	38.8	14.66	14⅝	0.645	⅝	5/16	14.725	14¾	1.030	1	11½	1 11/16	15/16
x120	35.3	14.48	14½	0.590	9/16	5/16	14.670	14⅝	0.940	15/16	11¼	1⅜	15/16
x109	32.0	14.32	14⅜	0.525	½	¼	14.605	14⅝	0.860	⅞	11⅛	1 9/16	⅞
x 99	29.1	14.16	14⅛	0.485	½	¼	14.565	14⅝	0.780	¾	11¼	1 7/16	⅞
x 90	26.5	14.02	14	0.440	7/16	¼	14.520	14½	0.710	11/16	11⅛	1⅜	⅞
W 14x 82	24.1	14.31	14¼	0.510	½	¼	10.130	10⅛	0.855	⅞	11	1⅝	1
x 74	21.8	14.17	14⅛	0.450	7/16	¼	10.070	10⅛	0.785	13/16	11	1 9/16	15/16
x 68	20.0	14.04	14	0.415	7/16	¼	10.035	10	0.720	¾	11	1½	15/16
x 61	17.9	13.89	13⅞	0.375	⅜	3/16	9.995	10	0.645	⅝	11	1 7/16	15/16
W 14x 53	15.6	13.92	13⅞	0.370	⅜	3/16	8.060	8	0.660	11/16	11	1 7/16	15/16
x 48	14.1	13.79	13¾	0.340	5/16	3/16	8.030	8	0.595	⅝	11	1⅜	13/16
x 43	12.6	13.66	13⅝	0.305	5/16	3/16	7.995	8	0.530	½	11	1 5/16	13/16
W 14x 38	11.2	14.10	14⅛	0.310	5/16	3/16	6.770	6¾	0.515	½	12	1 5/16	⅝
x 34	10.0	13.98	14	0.285	5/16	3/16	6.745	6¾	0.455	7/16	12	1	⅝
x 30	8.85	13.84	13⅞	0.270	¼	⅛	6.730	6¾	0.385	⅜	12	15/16	⅝
W 14x 26	7.69	13.91	13⅞	0.255	¼	⅛	5.025	5	0.420	7/16	12	15/16	9/16
x 22	6.49	13.74	13¾	0.230	¼	⅛	5.000	5	0.335	5/16	12	⅞	9/16

W SHAPES
Properties



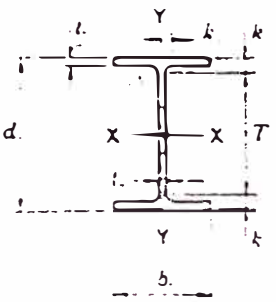
Nominal Wt. per Ft	Compact Section Criteria				r_T	$\frac{d}{A_f}$	Elastic Properties						Torsional constant	Plastic Modulus	
							Axis X-X			Axis Y-Y					
	$\frac{b_f}{2t_f}$	F_y	$\frac{d}{t_w}$	F_y			I	S	r	I	S	r	J	Z_x	Z_y
lb		ksi		ksi	in		in^4	in^3	in	in^4	in^3	in	in^4	in^3	in^3
132	7.1	—	22.7	—	4.05	0.97	1530	209	6.28	548	74.5	3.76	12.3	234	113
120	7.8	—	24.5	—	4.04	1.05	1380	190	6.24	495	67.5	3.74	9.37	212	102
109	8.5	58.6	27.3	—	4.02	1.14	1240	173	6.22	447	61.2	3.73	7.12	192	92.7
99	9.3	48.5	29.2	—	4.00	1.25	1110	157	6.17	402	55.2	3.71	5.37	173	83.6
90	10.2	40.4	31.9	—	3.99	1.36	999	143	6.14	362	49.9	3.70	4.06	157	75.6
82	5.9	—	28.1	—	2.74	1.65	882	123	6.05	148	29.3	2.48	5.08	139	44.8
74	6.4	—	31.5	—	2.72	1.79	796	112	6.04	134	26.6	2.48	3.88	126	40.6
68	7.0	—	33.8	57.7	2.71	1.94	723	103	6.01	121	24.2	2.46	3.02	115	36.9
61	7.7	—	37.0	48.1	2.70	2.15	640	92.2	5.98	107	21.5	2.45	2.20	102	32.8
53	6.1	—	37.6	46.7	2.15	2.62	541	77.8	5.89	57.7	14.3	1.92	1.94	87.1	22.0
48	6.7	—	40.6	40.2	2.13	2.89	485	70.3	5.85	51.4	12.8	1.91	1.46	78.4	19.6
43	7.5	—	44.8	32.9	2.12	3.22	428	62.7	5.82	45.2	11.3	1.89	1.05	69.6	17.3
38	6.6	—	45.5	31.9	1.77	4.04	385	54.6	5.87	26.7	7.88	1.55	0.80	61.5	12.1
34	7.4	—	49.1	27.4	1.76	4.56	340	48.6	5.83	23.3	6.91	1.53	0.57	54.6	10.6
30	8.7	55.3	51.3	25.1	1.74	5.34	291	42.0	5.73	19.6	5.82	1.49	0.38	47.3	8.99
26	6.0	—	54.5	22.2	1.28	6.59	245	35.3	5.65	8.91	3.54	1.08	0.36	40.2	5.54
22	7.5	—	59.7	18.5	1.25	8.20	199	29.0	5.54	7.00	2.80	1.04	0.21	33.2	4.39



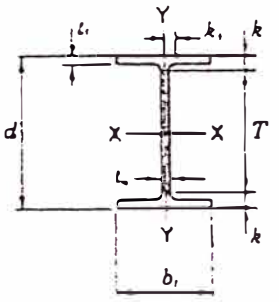
W SHAPES
Dimensions

Designation	Area A	Depth d		Web			Flange				Distance		
				Thickness t_w		$\frac{t_w}{2}$	Width b_f		Thickness t_f		T	k	k_1
	in.²	in.		in.		in.	in.		in.		in.	in.	in.
W 14x730	215.0	22.42	22 7/16	3.070	3 1/16	1 9/16	17.890	17 7/8	4.910	4 15/16	11 1/4	5 9/16	2 5/16
x665	196.0	21.64	21 5/8	2.830	2 13/16	1 7/16	17.650	17 5/8	4.520	4 1/2	11 1/4	5 3/16	2 1/16
x605	178.0	20.92	20 7/8	2.595	2 5/8	1 5/16	17.415	17 3/8	4.160	4 1/16	11 1/4	4 13/16	1 15/16
x550	162.0	20.24	20 1/4	2.380	2 3/8	1 3/16	17.200	17 1/4	3.820	3 13/16	11 1/4	4 1/2	1 13/16
x500	147.0	19.60	19 5/8	2.190	2 3/16	1 1/8	17.010	17	3.500	3 1/2	11 1/4	4 1/16	1 3/4
x455	134.0	19.02	19	2.015	2	1	16.835	16 7/8	3.210	3 3/16	11 1/4	3 7/8	1 5/8
W 14x426	125.0	18.67	18 5/8	1.875	1 7/8	15/16	16.695	16 3/4	3.035	3 1/16	11 1/4	3 11/16	1 9/16
x398	117.0	18.29	18 1/4	1.770	1 3/4	7/8	16.590	16 5/8	2.845	2 7/8	11 1/4	3 1/2	1 1/2
x370	109.0	17.92	17 7/8	1.655	1 5/8	13/16	16.475	16 1/2	2.660	2 11/16	11 1/4	3 5/16	1 7/16
x342	101.0	17.54	17 1/2	1.540	1 9/16	13/16	16.360	16 3/8	2.470	2 1/2	11 1/4	3 1/8	1 3/8
x311	91.4	17.12	17 1/8	1.410	1 7/16	3/4	16.230	16 1/4	2.260	2 1/4	11 1/4	2 15/16	1 5/16
x283	83.3	16.74	16 3/4	1.290	1 5/16	11/16	16.110	16 1/8	2.070	2 1/16	11 1/4	2 3/4	1 1/4
x257	75.6	16.38	16 3/8	1.175	1 3/16	5/8	15.995	16	1.890	1 7/8	11 1/4	2 9/16	1 3/16
x233	68.5	16.04	16	1.070	1 1/16	9/16	15.890	15 7/8	1.720	1 3/4	11 1/4	2 3/8	1 3/16
x211	62.0	15.72	15 3/4	0.980	1	1/2	15.800	15 3/4	1.560	1 9/16	11 1/4	2 1/4	1 1/8
x193	56.8	15.48	15 1/2	0.890	7/8	7/16	15.710	15 3/4	1.440	1 7/16	11 1/4	2 1/8	1 1/16
x176	51.8	15.22	15 1/4	0.830	13/16	7/16	15.650	15 5/8	1.310	1 5/16	11 1/4	2	1 1/16
x159	46.7	14.98	15	0.745	3/4	3/8	15.565	15 5/8	1.190	1 3/16	11 1/4	1 7/8	1
x145	42.7	14.78	14 3/4	0.680	11/16	3/8	15.500	15 1/2	1.090	1 1/16	11 1/4	1 3/4	1

W SHAPES
Properties



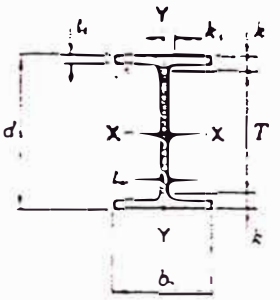
Nominal Wt. per ft	Compact Section Criteria $\frac{b_f}{2t_f}$	F_y	$\frac{d}{t_w}$	F_y	r_T	$\frac{d}{A_f}$	Elastic Properties Axis X-X I	S	r	Axis Y-Y I	S	r	Torsional constant J	Plastic Modulus Z_x	Z_y
lb		ksi		ksi	in		in⁴	in³	in	in⁴	in³	in	in⁴	in³	in³
730	1.8	—	7.3	—	4.99	0.25	14300	1280	8.17	4720	527	4.69	1450	1660	816
665	2.0	—	7.6	—	4.92	0.27	12400	1150	7.98	4170	472	4.62	1120	1480	730
605	2.1	—	8.1	—	4.85	0.29	10800	1040	7.80	3680	423	4.55	870	1320	652
550	2.3	—	8.5	—	4.79	0.31	9430	931	7.63	3250	378	4.49	670	1180	583
500	2.4	—	8.9	—	4.73	0.33	8210	838	7.48	2880	339	4.43	514	1050	522
455	2.6	—	9.4	—	4.68	0.35	7190	756	7.33	2560	304	4.38	395	936	468
426	2.8	—	10.0	—	4.64	0.37	6600	707	7.26	2360	283	4.34	331	869	434
398	2.9	—	10.3	—	4.61	0.39	6000	656	7.16	2170	262	4.31	273	801	402
370	3.1	—	10.8	—	4.57	0.41	5440	607	7.07	1990	241	4.27	222	736	370
342	3.3	—	11.4	—	4.54	0.43	4900	559	6.98	1810	221	4.24	178	672	338
311	3.6	—	12.1	—	4.50	0.47	4330	506	6.88	1610	199	4.20	136	603	304
283	3.9	—	13.0	—	4.46	0.50	3840	459	6.79	1440	179	4.17	104	542	274
257	4.2	—	13.9	—	4.43	0.54	3400	415	6.71	1290	161	4.13	79.1	487	246
233	4.6	—	15.0	—	4.40	0.59	3010	375	6.63	1150	145	4.10	59.5	436	221
211	5.1	—	16.0	—	4.37	0.64	2660	338	6.55	1030	130	4.07	44.6	390	198
193	5.5	—	17.4	—	4.35	0.68	2400	310	6.50	931	119	4.05	34.8	355	180
176	6.0	—	18.3	—	4.32	0.74	2140	281	6.43	838	107	4.02	26.5	320	163
159	6.5	—	20.1	—	4.30	0.81	1900	254	6.38	748	96.2	4.00	19.8	287	146
145	7.1	—	21.7	—	4.28	0.88	1710	232	6.33	677	87.3	3.98	15.2	260	133



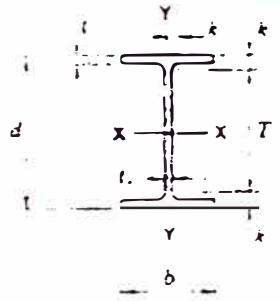
W SHAPES
Dimensions

Designation	Area A	Depth d		Web			Flange				Distance		
				Thickness t_w		$\frac{t_w}{2}$	Width b_f		Thickness t_f		T	k	k_1
	in.^{2}	in.		in.		in.	in.		in.		in.	in.	in.
W 18x119	35.1	18.97	19	0.655	5/8	5/16	11.265	11 1/4	1.060	1 1/16	15 1/2	1 3/4	1 5/16
x106	31.1	18.73	18 3/4	0.590	9/16	5/16	11.200	11 1/4	0.940	15/16	15 1/2	1 5/8	1 5/16
x 97	28.5	18.59	18 5/8	0.535	9/16	5/16	11.145	11 1/8	0.870	7/8	15 1/2	1 9/16	7/8
x 86	25.3	18.39	18 3/8	0.480	1/2	1/4	11.090	11 1/8	0.770	3/4	15 1/2	1 7/16	7/8
x 76	22.3	18.21	18 1/4	0.425	7/16	1/4	11.035	11	0.680	11/16	15 1/2	1 3/8	1 3/16
W 18x 71	20.8	18.47	18 1/2	0.495	1/2	1/4	7.635	7 5/8	0.810	13/16	15 1/2	1 1/2	7/8
x 65	19.1	18.35	18 3/8	0.450	7/16	1/4	7.590	7 5/8	0.750	3/4	15 1/2	1 7/16	7/8
x 60	17.6	18.24	18 1/4	0.415	7/16	1/4	7.555	7 1/2	0.695	11/16	15 1/2	1 3/8	1 3/16
x 55	16.2	18.11	18 1/8	0.390	3/8	3/16	7.530	7 1/2	0.630	5/8	15 1/2	1 5/16	1 3/16
x 50	14.7	17.99	18	0.355	3/8	3/16	7.495	7 1/2	0.570	9/16	15 1/2	1 1/4	1 3/16
W 18x 46	13.5	18.06	18	0.360	3/8	3/16	6.060	6	0.605	5/8	15 1/2	1 1/4	1 3/16
x 40	11.8	17.90	17 7/8	0.315	5/16	3/16	6.015	6	0.525	1/2	15 1/2	1 3/16	1 3/16
x 35	10.3	17.70	17 3/4	0.300	5/16	3/16	6.000	6	0.425	7/16	15 1/2	1 1/8	1/4
W 16x100	29.4	16.97	17	0.585	9/16	5/16	10.425	10 3/8	0.985	1	13 5/8	1 11/16	1 5/16
x 89	26.2	16.75	16 3/4	0.525	1/2	1/4	10.365	10 3/8	0.875	7/8	13 5/8	1 9/16	7/8
x 77	22.6	16.52	16 1/2	0.455	7/16	1/4	10.295	10 1/4	0.760	3/4	13 5/8	1 7/16	7/8
x 67	19.7	16.33	16 3/8	0.395	3/8	3/16	10.235	10 1/4	0.665	11/16	13 5/8	1 3/8	1 3/16
W 16x 57	16.8	16.43	16 3/8	0.430	7/16	1/4	7.120	7 1/8	0.715	11/16	13 5/8	1 3/8	7/8
x 50	14.7	16.26	16 1/4	0.380	3/8	3/16	7.070	7 1/8	0.630	5/8	13 5/8	1 5/16	1 3/16
x 45	13.3	16.13	16 1/8	0.345	3/8	3/16	7.035	7	0.565	9/16	13 5/8	1 1/4	1 3/16
x 40	11.8	16.01	16	0.305	5/16	3/16	6.995	7	0.505	1/2	13 5/8	1 3/16	1 3/16
x 36	10.6	15.86	15 7/8	0.295	5/16	3/16	6.985	7	0.430	7/16	13 5/8	1 1/8	1/4
W 16x 31	9.12	15.88	15 7/8	0.275	1/4	1/8	5.525	5 1/2	0.440	7/16	13 5/8	1 1/8	1/4
x 26	7.68	15.69	15 3/4	0.250	1/4	1/8	5.500	5 1/2	0.345	3/8	13 5/8	1 1/16	1/4

W SHAPES
Properties



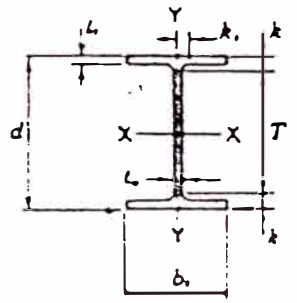
Nominal Wt per Ft	Compact Section Criteria				r_T	$\frac{d}{A_f}$	Elastic Properties						Torsional constant	Plastic Modulus	
							Axis X-X			Axis Y-Y					
	$\frac{b_f}{2t_f}$	F_y	$\frac{d}{t_w}$	F_y			I	S	r	I	S	r	J	Z_x	Z_y
lb		ksi		ksi	in		in.^{4}	in.^{3}	in.	in.^{4}	in.^{3}	in.	in.^{4}	in.^{3}	in.^{3}
119	5.3	—	29.0	—	3.02	1.59	2190	231	7.90	253	44.9	2.69	10.6	261	69.1
106	6.0	—	31.7	—	3.00	1.78	1910	204	7.84	220	39.4	2.66	7.48	230	60.5
97	6.4	—	34.7	54.7	2.99	1.92	1750	188	7.82	201	36.1	2.65	5.86	211	55.3
86	7.2	—	38.3	45.0	2.97	2.15	1530	166	7.77	175	31.6	2.63	4.10	186	48.4
76	8.1	64.2	42.8	36.0	2.95	2.43	1330	146	7.73	152	27.6	2.61	2.83	163	42.2
71	4.7	—	37.3	47.4	1.98	2.99	1170	127	7.50	60.3	15.8	1.70	3.48	145	24.7
65	5.1	—	40.8	39.7	1.97	3.22	1070	117	7.49	54.8	14.4	1.69	2.73	133	22.5
60	5.4	—	44.0	34.2	1.96	3.47	984	108	7.47	50.1	13.3	1.69	2.17	123	20.6
55	6.0	—	46.4	30.6	1.95	3.82	890	98.3	7.41	44.9	11.9	1.67	1.66	112	18.5
50	6.6	—	50.7	25.7	1.94	4.21	800	88.9	7.38	40.1	10.7	1.65	1.24	101	16.6
46	5.0	—	50.2	26.2	1.54	4.93	712	78.8	7.25	22.5	7.43	1.29	1.22	90.7	11.7
40	5.7	—	56.8	20.5	1.52	5.67	612	68.4	7.21	19.1	6.35	1.27	0.81	78.4	9.95
35	7.1	—	59.0	19.0	1.49	6.94	510	57.6	7.04	15.3	5.12	1.22	0.51	66.5	8.06
100	5.3	—	29.0	—	2.81	1.65	1490	175	7.10	186	35.7	2.51	7.73	198	54.9
89	5.9	—	31.9	64.9	2.79	1.85	1300	155	7.05	163	31.4	2.49	5.45	175	48.1
77	6.8	—	36.3	50.1	2.77	2.11	1110	134	7.00	138	26.9	2.47	3.57	150	41.1
67	7.7	—	41.3	38.6	2.75	2.40	954	117	6.96	119	23.2	2.46	2.39	130	35.5
57	5.0	—	38.2	45.2	1.86	3.23	758	92.2	6.72	43.1	12.1	1.60	2.22	105	18.9
50	5.6	—	42.8	36.1	1.84	3.65	659	81.0	6.68	37.2	10.5	1.59	1.52	92.0	16.3
45	6.2	—	46.8	30.2	1.83	4.06	586	72.7	6.65	32.8	9.34	1.57	1.11	82.3	14.5
40	6.9	—	52.5	24.0	1.82	4.53	518	64.7	6.63	28.9	8.25	1.57	0.79	72.9	12.7
36	8.1	64.0	53.8	22.9	1.79	5.28	448	56.5	6.51	24.5	7.00	1.52	0.54	64.0	10.8
31	6.3	—	57.7	19.8	1.39	6.53	375	47.2	6.41	12.4	4.49	1.17	0.46	54.0	7.03
26	8.0	—	62.8	16.8	1.36	8.27	301	38.4	6.26	9.59	3.49	1.12	0.26	44.2	5.48



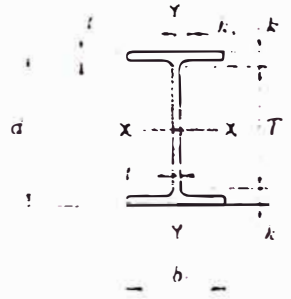
W SHAPES
Dimensions

Designation	Area A	Depth d		Web: Thickness t_w		$\frac{t_w}{2}$	Flange: Width b_f		Flange: Thickness t_f		Distance: T	Distance: k	Distance: k_1
	in.²	in.		in.		in.	in.		in.		in.	in.	in.
W 27x178	52.3	27.81	27 13/16	0.725	3/4	3/8	14.085	14 1/8	1.190	1 3/16	24	1 7/8	1 5/16
x161	47.4	27.59	27 9/16	0.660	11/16	3/8	14.020	14	1.080	1 1/16	24	1 13/16	1
x146	42.9	27.38	27 3/8	0.605	5/8	5/16	13.965	14	0.975	1	24	1 11/16	1
W 27x114	33.5	27.29	27 1/4	0.570	9/16	5/16	10.070	10 1/8	0.930	15/16	24	1 5/8	15/16
x102	30.0	27.09	27 1/16	0.515	1/2	1/4	10.015	10	0.830	13/16	24	1 9/16	15/16
x 94	27.7	26.92	26 7/8	0.490	1/2	1/4	9.990	10	0.745	3/4	24	1 7/16	15/16
x 84	24.8	26.71	26 3/4	0.460	7/16	1/4	9.960	10	0.640	5/8	24	1 3/8	15/16
W 24x162	47.7	25.00	25	0.705	11/16	3/8	12.955	13	1.220	1 1/4	21	2	1 1/16
x146	43.0	24.74	24 3/4	0.650	5/8	5/16	12.900	12 7/8	1.090	1 1/16	21	1 7/8	1 1/16
x131	38.5	24.48	24 1/2	0.605	5/8	5/16	12.855	12 7/8	0.960	15/16	21	1 3/4	1 1/16
x117	34.4	24.26	24 1/4	0.550	9/16	5/16	12.800	12 3/4	0.850	7/8	21	1 5/8	1
x104	30.6	24.06	24	0.500	1/2	1/4	12.750	12 3/4	0.750	3/4	21	1 1/2	1
W 24x 94	27.7	24.31	24 1/4	0.515	1/2	1/4	9.065	9 1/8	0.875	7/8	21	1 5/8	1
x 84	24.7	24.10	24 1/8	0.470	1/2	1/4	9.020	9	0.770	3/4	21	1 9/16	15/16
x 76	22.4	23.92	23 7/8	0.440	7/16	1/4	8.990	9	0.680	11/16	21	1 7/16	15/16
x 68	20.1	23.73	23 3/4	0.415	7/16	1/4	8.965	9	0.585	9/16	21	1 3/8	15/16
W 24x 62	18.2	23.74	23 3/4	0.430	7/16	1/4	7.040	7	0.590	9/16	21	1 3/8	15/16
x 55	16.2	23.57	23 1/2	0.395	3/8	3/16	7.005	7	0.505	1/2	21	1 5/16	15/16
W 21x147	43.2	22.06	22	0.720	3/4	3/8	12.510	12 1/2	1.150	1 1/8	18 1/4	1 7/8	1 1/16
x132	38.8	21.83	21 7/8	0.650	5/8	5/16	12.440	12 1/2	1.035	1 1/16	18 1/4	1 13/16	1
x122	35.9	21.68	21 5/8	0.600	5/8	5/16	12.390	12 3/8	0.960	15/16	18 1/4	1 11/16	1
x111	32.7	21.51	21 1/2	0.550	9/16	5/16	12.340	12 3/8	0.875	7/8	18 1/4	1 5/8	15/16
x101	29.8	21.36	21 3/8	0.500	1/2	1/4	12.290	12 1/4	0.800	13/16	18 1/4	1 9/16	15/16
W 21x 93	27.3	21.62	21 5/8	0.580	9/16	5/16	8.420	8 3/8	0.930	15/16	18 1/4	1 11/16	1
x 83	24.3	21.43	21 3/8	0.515	1/2	1/4	8.355	8 3/8	0.835	13/16	18 1/4	1 5/8	15/16
x 73	21.5	21.24	21 1/4	0.455	7/16	1/4	8.295	8 1/4	0.740	3/4	18 1/4	1 1/2	15/16
x 68	20.0	21.13	21 1/8	0.430	7/16	1/4	8.270	8 1/4	0.685	11/16	18 1/4	1 7/16	7/8
x 62	18.3	20.99	21	0.400	3/8	3/16	8.240	8 1/4	0.615	5/8	18 1/4	1 3/8	7/8
W 21x 57	16.7	21.06	21	0.405	3/8	3/16	6.555	6 1/2	0.650	5/8	18 1/4	1 3/8	7/8
x 50	14.7	20.83	20 7/8	0.380	3/8	3/16	6.530	6 1/2	0.535	9/16	18 1/4	1 5/16	7/8
x 44	13.0	20.66	20 5/8	0.350	3/8	3/16	6.500	6 1/2	0.450	7/16	18 1/4	1 5/16	7/8

W SHAPES
Properties



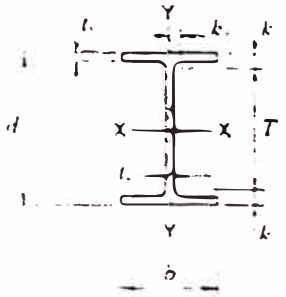
Nominal Wt. per Ft	Compact Section Criteria				r_T	$\frac{d}{A_f}$	Elastic Properties						Torsional constant	Plastic Modulus	
							Axis X-X			Axis Y-Y					
	$\frac{b_f}{2t_f}$	F_y'	$\frac{d}{t_w}$	F_y''			I	S	r	I	S	r	J	Z_x	Z_y
Lb.		ksi		ksi	in.		in.^{4}	in.^{3}	in.	in.^{4}	in.^{3}	in.	in.^{4}	in.^{3}	in.^{3}
178	5.9	—	38.4	44.9	3.72	1.66	6990	502	11.6	555	78.8	3.26	19.5	567	122
161	6.5	—	41.8	37.8	3.70	1.82	6280	465	11.5	497	70.9	3.24	14.7	512	109
146	7.2	—	45.3	32.2	3.68	2.01	5630	411	11.4	443	63.5	3.21	10.9	461	97.5
114	5.4	—	47.9	28.8	2.58	2.91	4090	299	11.0	159	31.5	2.18	7.33	343	49.3
102	6.0	—	52.6	23.9	2.56	3.26	3620	267	11.0	139	27.8	2.15	5.29	305	43.4
94	6.7	—	54.9	21.9	2.53	3.62	3270	243	10.9	124	24.8	2.12	4.03	278	38.8
84	7.8	—	58.1	19.6	2.49	4.19	2850	213	10.7	106	21.2	2.07	2.81	244	33.2
162	5.3	—	35.5	52.5	3.45	1.58	5170	414	10.4	443	68.4	3.05	18.5	468	105.
146	5.9	—	38.1	45.6	3.43	1.76	4580	371	10.3	391	60.5	3.01	13.4	418	93.2
131	6.7	—	40.5	40.3	3.40	1.98	4020	329	10.2	340	53.0	2.97	9.50	370	81.5
117	7.5	—	44.1	33.9	3.37	2.23	3540	291	10.1	297	46.5	2.94	6.72	327	71.4
104	8.5	58.5	48.1	28.5	3.35	2.52	3100	258	10.1	259	40.7	2.91	4.72	289	62.4
94	5.2	—	47.2	29.6	2.33	3.06	2700	222	9.87	109	24.0	1.98	5.26	254	37.5
84	5.9	—	51.3	25.1	2.31	3.47	2370	196	9.79	94.4	20.9	1.95	3.70	224	32.6
76	6.6	—	54.4	22.3	2.29	3.91	2100	176	9.69	82.5	18.4	1.92	2.68	200	28.6
68	7.7	—	57.2	20.2	2.26	4.52	1830	154	9.55	70.4	15.7	1.87	1.87	177	24.5
62	6.0	—	55.2	21.7	1.71	5.72	1550	131	9.23	34.5	9.80	1.38	1.71	153	15.7
55	6.9	—	59.7	18.5	1.68	6.66	1350	114	9.11	29.1	8.30	1.34	1.18	134	13.3
147	5.4	—	30.6	—	3.34	1.53	3630	329	9.17	376	60.1	2.95	15.4	373	92.6
132	6.0	—	33.6	58.6	3.31	1.70	3220	295	9.12	333	53.5	2.93	11.3	333	82.3
122	6.5	—	36.1	50.6	3.30	1.82	2960	273	9.09	305	49.2	2.92	8.98	307	75.6
111	7.1	—	39.1	43.2	3.28	1.99	2670	249	9.05	274	44.5	2.90	6.83	279	68.2
101	7.7	—	42.7	36.2	3.27	2.17	2420	227	9.02	248	40.3	2.89	5.21	253	61.7
93	4.5	—	37.3	47.5	2.17	2.76	2070	192	8.70	92.9	22.1	1.84	6.03	221	34.7
83	5.0	—	41.6	38.1	2.15	3.07	1830	171	8.67	81.4	19.5	1.83	4.34	196	30.5
73	5.6	—	46.7	30.3	2.13	3.46	1600	151	8.64	70.6	17.0	1.81	3.02	172	26.6
68	6.0	—	49.1	27.4	2.12	3.73	1480	140	8.60	64.7	15.7	1.80	2.45	160	24.4
62	6.7	—	52.5	24.0	2.10	4.14	1330	127	8.54	57.5	13.9	1.77	1.83	144	21.7
57	5.0	—	52.0	24.4	1.64	4.94	1170	111	8.36	30.6	9.35	1.35	1.77	129	14.8
50	6.1	—	54.8	22.0	1.60	5.96	984	94.5	8.18	24.9	7.64	1.30	1.14	110	12.2
44	7.2	—	59.0	19.0	1.57	7.06	843	81.6	8.06	20.7	6.36	1.26	0.77	95.4	10.2



W SHAPES
Dimensions

Designation	Area A	Depth d		Web			Flange				Distance		
				Thickness t_w		$\frac{t_w}{2}$	Width b_f		Thickness t_f		T	k	k_1
	in.²	in.		in.		in.	in.		in.		in.	in.	in.
W 36x300	88.3	36.74	36 3/4	0.945	15/16	1/2	16.655	16 5/8	1.680	1 11/16	31 1/8	2 13/16	1 1/2
x280	82.4	36.52	36 1/2	0.885	7/8	7/16	16.595	16 5/8	1.570	1 9/16	31 1/8	2 11/16	1 1/2
x260	76.5	36.26	36 1/4	0.840	13/16	7/16	16.550	16 1/2	1.440	1 7/16	31 1/8	2 9/16	1 1/2
x245	72.1	36.08	36 1/8	0.800	13/16	7/16	16.510	16 1/2	1.350	1 3/8	31 1/8	2 1/2	1 7/16
x230	67.6	35.90	35 7/8	0.760	3/4	3/8	16.470	16 1/2	1.260	1 1/4	31 1/8	2 3/8	1 7/16
W 36x210	61.8	36.69	36 3/4	0.830	13/16	7/16	12.180	12 1/8	1.360	1 3/8	32 1/8	2 5/16	1 1/4
x194	57.0	36.49	36 1/2	0.765	3/4	3/8	12.115	12 1/8	1.260	1 1/4	32 1/8	2 3/16	1 3/16
x182	53.6	36.33	36 3/8	0.725	3/4	3/8	12.075	12 1/8	1.180	1 3/16	32 1/8	2 1/8	1 3/16
x170	50.0	36.17	36 1/8	0.680	11/16	3/8	12.030	12	1.100	1 1/8	32 1/8	2	1 3/16
x160	47.0	36.01	36	0.650	5/8	5/16	12.000	12	1.020	1	32 1/8	1 15/16	1 1/8
x150	44.2	35.85	35 7/8	0.625	5/8	5/16	11.975	12	0.940	15/16	32 1/8	1 7/8	1 1/8
x135	39.7	35.55	35 1/2	0.600	5/8	5/16	11.950	12	0.790	13/16	32 1/8	1 11/16	1 1/8
W 33x241	70.9	34.18	34 1/8	0.830	13/16	7/16	15.860	15 7/8	1.400	1 3/8	29 1/4	2 5/16	1 3/16
x221	65.0	33.93	33 7/8	0.775	3/4	3/8	15.805	15 3/4	1.275	1 1/4	29 1/4	2 1/16	1 3/16
x201	59.1	33.68	33 5/8	0.715	11/16	3/8	15.745	15 3/4	1.150	1 1/8	29 1/4	1 15/16	1 1/8
W 33x152	44.7	33.49	33 1/2	0.635	5/8	5/16	11.565	11 5/8	1.055	1 1/16	29 1/4	1 7/8	1 1/8
x141	41.6	33.30	33 1/4	0.605	5/8	5/16	11.535	11 1/2	0.960	15/16	29 1/4	1 3/4	1 1/16
x130	38.3	33.09	33 1/8	0.580	9/16	5/16	11.510	11 1/2	0.855	7/8	29 1/4	1 11/16	1 1/16
x118	34.7	32.86	32 7/8	0.550	9/16	5/16	11.480	11 1/2	0.740	3/4	29 1/4	1 5/16	1 1/16
W 30x211	62.0	30.94	31	0.775	3/4	3/8	15.105	15 1/8	1.315	1 5/16	26 1/4	2 1/8	1 1/8
x191	56.1	30.68	30 5/8	0.710	11/16	3/8	15.040	15	1.185	1 3/16	26 1/4	1 15/16	1 1/16
x173	50.8	30.44	30 1/2	0.655	5/8	5/16	14.985	15	1.065	1 1/16	26 1/4	1 7/8	1 1/16
W 30x132	38.9	30.31	30 1/4	0.615	5/8	5/16	10.545	10 1/2	1.000	1	26 1/4	1 3/4	1 1/16
x124	36.5	30.17	30 1/8	0.585	9/16	5/16	10.515	10 1/2	0.930	15/16	26 1/4	1 11/16	1
x116	34.2	30.01	30	0.565	9/16	5/16	10.495	10 1/2	0.850	7/8	26 1/4	1 5/8	1
x108	31.7	29.83	29 7/8	0.545	9/16	5/16	10.475	10 1/2	0.760	3/4	26 1/4	1 9/16	1
x 99	29.1	29.65	29 5/8	0.520	1/2	1/4	10.450	10 1/2	0.670	11/16	26 1/4	1 7/16	

W SHAPES
Properties

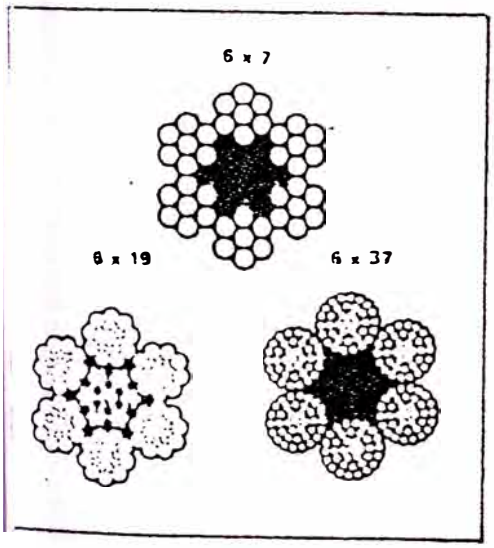


Nominal Wt. per ft	Compact Section Criteria				r_T	$\frac{d}{A_f}$	Elastic Properties						Torsional constant	Plastic Modulus	
							Axis X-X			Axis Y-Y					
	$\frac{b_f}{2t_f}$	F_y	$\frac{d}{t_w}$	F_y			I	S	r	I	S	r	J	Z_x	Z_y
lb		ksi		ksi	in		in⁴	in³	in	in⁴	in³	in	in⁴	in³	in³
300	5.0	—	38.9	43.7	4.39	1.31	20300	1110	15.2	1300	156	3.83	64.2	1260	241
280	5.3	—	41.3	38.8	4.37	1.40	18900	1030	15.1	1200	144	3.81	52.6	1170	223
260	5.7	—	43.2	35.4	4.34	1.52	17300	953	15.0	1090	132	3.78	41.5	1080	204
245	6.1	—	45.1	32.5	4.32	1.62	16100	895	15.0	1010	123	3.75	34.6	1010	190
230	6.5	—	47.2	29.6	4.30	1.73	15000	837	14.9	940	114	3.73	28.6	943	176
210	4.5	—	44.2	33.8	3.09	2.21	13200	719	14.6	411	67.5	2.58	28.0	833	107
194	4.8	—	47.7	29.0	3.07	2.39	12100	664	14.6	375	61.9	2.56	22.2	767	97.7
182	5.1	—	50.1	26.3	3.05	2.55	11300	623	14.5	347	57.6	2.55	18.4	718	90.7
170	5.5	—	53.2	23.3	3.04	2.73	10500	580	14.5	320	53.2	2.53	15.1	668	83.8
160	5.9	—	55.4	21.5	3.02	2.94	9750	542	14.4	295	49.1	2.50	12.4	624	77.3
150	6.4	—	57.4	20.1	2.99	3.18	9040	504	14.3	270	45.1	2.47	10.1	581	70.9
135	7.6	—	59.3	18.8	2.93	3.77	7800	439	14.0	225	37.7	2.38	6.99	509	59.7
241	5.7	—	41.2	38.9	4.17	1.54	14200	829	14.1	932	118	3.63	35.8	939	182
221	6.2	—	43.8	34.5	4.15	1.68	12800	757	14.1	840	106	3.59	27.5	855	164
201	6.8	—	47.1	29.8	4.12	1.86	11500	684	14.0	749	95.2	3.56	20.5	772	147
152	5.5	—	52.7	23.7	2.94	2.74	8160	487	13.5	273	47.2	2.47	12.4	559	73.9
141	6.0	—	55.0	21.8	2.92	3.01	7450	448	13.4	246	42.7	2.43	9.70	514	66.9
130	6.7	—	57.1	20.3	2.88	3.36	6710	406	13.2	218	37.9	2.39	7.37	467	59.5
118	7.8	—	59.7	18.5	2.84	3.87	5900	359	13.0	187	32.6	2.32	5.30	415	51.3
211	5.7	—	39.9	41.4	3.99	1.56	10300	663	12.9	757	100	3.49	27.9	749	154
191	6.3	—	43.2	35.4	3.97	1.72	9170	598	12.8	673	89.5	3.46	20.6	673	138
173	7.0	—	46.5	30.6	3.94	1.91	8200	539	12.7	598	79.8	3.43	15.3	605	123
132	5.3	—	49.3	27.2	2.68	2.87	5770	380	12.2	196	37.2	2.25	9.72	437	58.4
124	5.7	—	51.6	24.8	2.66	3.09	5360	355	12.1	181	34.4	2.23	7.99	408	54.0
116	6.2	—	53.1	23.4	2.64	3.36	4930	329	12.0	164	31.3	2.19	6.43	378	49.2
106	6.9	—	54.7	22.0	2.61	3.75	4470	299	11.9	146	27.9	2.15	4.99	346	43.9
103	7.8	—	57.0	20.3	2.57	4.23	3990	269	11.7	128	24.5	2.10	3.77	312	38.6

S.A. TRANSA S.A. TRANSA S.A. TRANSA S.A. TRANSA S.A. TRANSA S.A. TRANSA S.A. TRANSA S.A. TRANSA S.A.

CABLES DE ACERO

El Cable de Acero

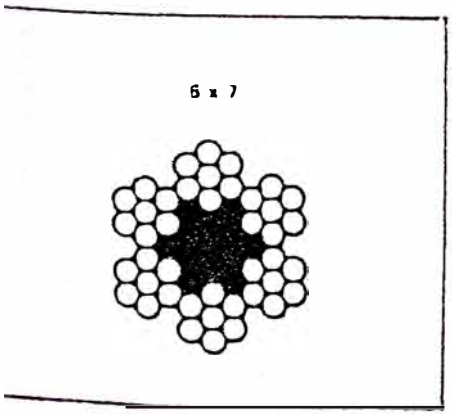


El cable de acero es un producto fabricado con alambres de acero, colocados ordenadamente para desempeñar un trabajo determinado. Al diseño o arreglo de las partes que forman un cable de acero, que consiste en alambres, torones y alma, se le denomina construcción. Como los cables se someten a distintos trabajos dependiendo de la maquinaria en que se utilicen así como de las condiciones en que trabajen, existen construcciones específicas para llenar los requisitos de cada trabajo en particular.

Clasificación

Las principales construcciones se clasifican en tres grupos: 6 x 7, 6 x 19 y 6 x 37. Estos dos últimos grupos incluyen varias construcciones, por ejemplo:

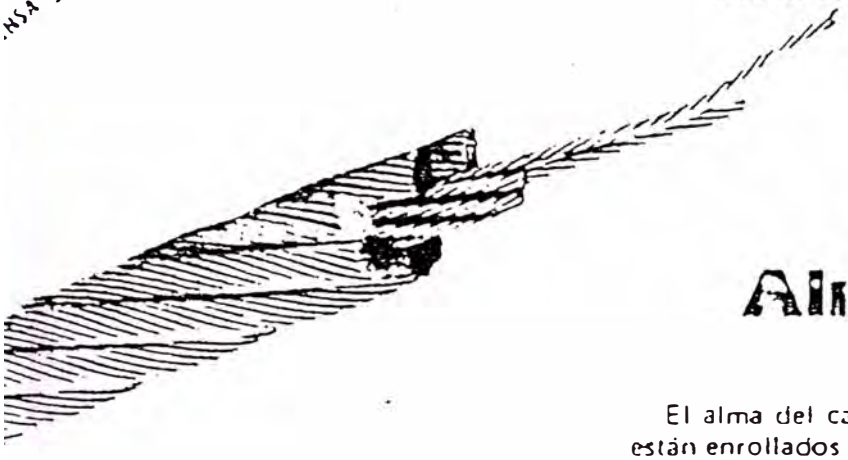
6 x 19 Filler (6 x 25), 6 x 19 Seale, etc. para el grupo 6 x 19. para el grupo 6 x 37: 6 x 31, 6 x 36, 6 x 43, etc.



Grupo 6 x 7

En este grupo cada uno de los seis torones que forman el cable está construido en una sola hilera de alambre, colocada alrededor de un alambre central. Debido a que el número de alambres (7) que forman el torón es reducido, nos encontramos con una construcción de cables formada por alambres gruesos que es muy resistente a la abrasión, pero no recomendable para aplicaciones donde se requiera flexibilidad. (Diámetro mínimo recomendado de poleas o tambores: 40 veces el diámetro del cable).

TRANSA S.A. TRANSA S.A. TRANSA S.A. TRANSA S.A. TRANSA S.A. TRANSA S.A. TRANSA S.A. TRANSA S.A. TRANSA S.A.



Alma del Cable

El alma del cable, sirve como soporte a los torones que están enrollados a su alrededor.

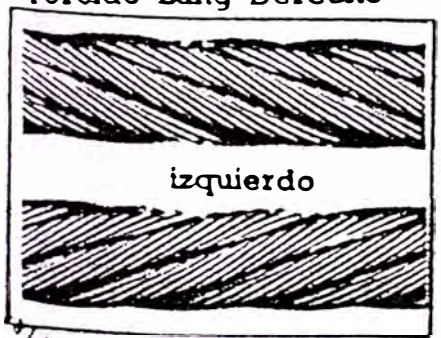
El alma se fabrica de diversos materiales, dependiendo del trabajo al cual se va a destinar el cable, siendo las más usuales: el alma independiente de cable fabricado con alambres de acero dispuestos generalmente en construcción 7 x 7; almas de acero que están formadas por un torón igual a los demás que componen el cable y almas de fibra, que pueden ser de fibras vegetales o sintéticas. (cañamo, polipropileno).

El alma de acero se utiliza para aplicaciones donde el cable está sujeto a severos aplastamientos, o cuando el cable trabaje en lugares donde existan temperaturas muy elevadas que ocasionen que el alma de fibra se dañe con el calor. También este tipo de alma proporciona una resistencia adicional a la ruptura, de aproximadamente un 10%, dependiendo de la construcción del cable. Los cables con alma de acero son ligeramente más rígidos que los cables con alma de fibra, pero soportan los dobleces adecuadamente. Los cables con alma de fibra se usan en aquellas aplicaciones en que los cables no están expuestos a las condiciones antes mencionadas. Estos cables son más fáciles de manejar y más elásticos.

Torcido de los Cables

Torcido Regular Derecho

Torcido Lang Derecho



Los cables, generalmente se fabrican en torcido REGULAR o torcido LANG. En el cable con torcido REGULAR, los alambres del torón están torcidos en dirección opuesta a la dirección de los torones del cable. Los alambres y los torones en un cable torcido LANG están torcidos en la misma dirección.

Los cables con torcido LANG, son ligeramente más flexibles y muy resistentes a la abrasión y fatiga, pero tienen el inconveniente de tener tendencia a destorcerse por lo que únicamente deberán usarse en aquellas aplicaciones en que ambos extremos del cable están fijos y no le permitan girar sobre si mismo.

Los cables con torcido regular son más fáciles de manejar, son menos susceptibles a la formación de cocas y son más resistentes al aplastamiento y distorsión. Presentan menos tendencia a destorcerse al aplicárseles cargas aunque no tengan fijos ambos extremos.

Los cables pueden fabricarse en torcido derecho o izquierdo, tanto en el torcido REGULAR como en el LANG.

En la mayoría de los casos, no afecta el que se use un cable torcido derecho o izquierdo. Los cables con torcido derecho están reconocidos como los de fabricación normal, por lo tanto son los que se utilizan en la mayoría de las aplicaciones.

TRANSA S.A. TRANSA S.A. TRANSA S.A.

S.A. TRANSA S.A TRANSA S.A. TRANSA S.A. TRANSA S.A. TRANSA S.A. TRANSA S.A. TRANSA S.A. TRANSA S.A.

El número de roturas de alambres se ha fijado para dos longitudes de cable distintas: a) para una longitud igual a 6 veces el diámetro del cable (aproximadamente un paso de cableado), en la que se pone de manifiesto la importancia de las aglomeraciones de roturas, que quedaría disimulada al elegir una longitud mayor. b) Para otra longitud igual a 30 veces el diámetro del cable (aproximadamente 5 pasos de hélice), en la que se tiene en cuenta un desgaste más generalizado y normal.

Las cifras admisibles de roturas de alambres, no son en este caso 5 veces mayores, sino solamente el doble.

El número admisible de alambres rotos es mayor para el cable de arrollamiento cruzado, puesto que en éste un alambre aparece mayor número de veces a la superficie que en un cable de arrollamiento Lang.

Para determinar el número admisible de alambres rotos, partimos del número de alambres que forman el cable, siempre que éste sea un cable normal formado por alambres del mismo diámetro. El número de alambres rotos admisibles en un cable de igual paso formado por alambres de diferente diámetro será igual al de un cable normal que posea el mismo número de alambres en la capa exterior de éstos. Así por ejemplo, el número de alambres rotos admisible en un cable 6 x 19 + 1 Filler es el mismo que el de 6 x 19 + 1 Normal, pues los dos poseen 12 alambres enla capa exterior de los cordones.

Si al examinar el cable se encuentra además algún otro defecto de los reseñados y considerados como graves, deberá retirarse el cable aunque el número de alambres rotos no alcance los límites señalados.

Cuando el defecto es localizado, conviene, antes de retirar el cable, estudiar la posibilidad de cortar el trozo defectuoso o desplazarlo a una zona donde al menos no sea peligroso. Así se obtendrá un rendimiento mayor y por tanto una economía.

Inspección de los Cables en Uso

Los cables se desgastan, más o menos rápidamente según el trabajo que realizan, disminuyendo por lo tanto el coeficiente de seguridad con que trabajan.

A fin de evitar roturas imprevistas, es necesario inspeccionar periódicamente el estado de los cables. Esta inspección sirve además para precisar los factores que más influyen en su deterioro, y por ello corregir y disminuir en lo posible la acción de éstos.

En algunos casos, por ejemplo en pozos de extracción de minas, ya existen normas que indican cuándo hay que realizar las inspecciones y la forma de llevarlas a cabo. En general, la correcta inspección de un cable comprende las siguientes observaciones:

1. Alambres rotos
2. Alambres desgastados
3. Oxidación
4. Alambres flojos
5. Cordones desequilibrados
6. Distorsión y malos tratos.

1. Alambres rotos. Hay que anotar el número de alambres rotos por metro de cable y prestar especial atención al tramo que esté en peores condiciones.

Hay que observar si las roturas están regularmente distribuidas entre todos los cordones. Si están concentrados en uno o dos cordones solamente, el peligro de rotura del cordón es mayor que si están repartidas entre todos ellos.

También debe observarse si la mayoría de las roturas ocupan siempre la misma posición respecto a los cordones, es decir si son roturas exteriores (en el lado exterior del cordón) o interiores (entre cordones adyacentes).

Según la forma de los extremos de los alambres rotos, se pueden deducir las causas de su rotura,

2. Alambres desgastados. Aunque los alambres no hayan llegado a romperse pueden haberse desgastado considerablemente, produciendo un debilitamiento general del cable que puede llegar a ser peligroso.

En la mayoría de los cables flexibles, el desgaste por rozamiento exterior no constituye un motivo de sustitución si no se rompen los alambres. En cables rígidos, cables helicoidales y cables cerrados un fuerte desgaste exterior puede representar una gran disminución de sección y por tanto del coeficiente de seguridad.

Cuando se observa una fuerte reducción del diámetro del cable (aparte de la reducción estructural es conveniente ir comprobando periódicamente que el coeficiente de seguridad no pase de un mínimo peligroso.

3. Corrosión. Es conveniente también una comprobación del diámetro del cable en toda su longitud, para investigar cualquier disminución brusca de diámetro.

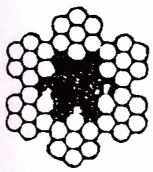
Esta reducción puede ser debida a que el núcleo de fibra se haya secado y descompuesto o a que exista una corrosión interna.

Generalmente la corrosión interna se manifiesta por oxidación y la presencia de herrumbre en las hendiduras de los cordones. Pero existe también la posibilidad de que haya corrosión interna en el cable sin que se manifiesta exteriormente.

4. Aflojamiento de alambres. En el cable nuevo, el aflojamiento de los alambres exteriores se

S.A. TRANSA S.A. TRANSA S.A. TRANSA S.A. TRANSA S.A. TRANSA S.A. TRANSA S.A. TRANSA S.A. TRANSA S.A.

S.A. TRANSA S.A TRANSA S.A. TRANSA S.A. TRANSA S.A. TRANSA S.A. TRANSA S.A. TRANSA S.A. TRANSA S.A.



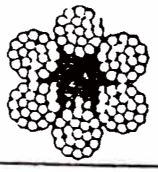
GALVANIZADO TIPO TIBURON

6 x 7

ALMA DE FIBRA

DIAMETRO NOMINAL EN pul.	m.m.	Peso aprox. en Kgs. por metro	Resistencia efectiva a la ruptura en Toneladas
3/8"	9.53	0.360	4.63
7/16"	11.11	0.460	6.26
1/2"	12.70	0.620	8.13
9/16"	14.30	0.790	10.25
5/8"	15.90	0.980	12.61
3/4"	19.05	1.400	17.96

CONSTRUCCION: 6 x 7 (6/1)



GALVANIZADO TIPO TONINA

6 x 19

ALMA DE FIBRA

DIAMETRO NOMINAL EN pulg.	m.m.	Peso aprox. en Kgs. por metro	Resistencia efectiva a la ruptura en Toneladas
3/8"	9.53	0.340	4.82
1/2"	12.70	0.600	8.48
5/8"	15.90	0.940	13.15
3/4"	19.05	1.340	18.78
7/8"	22.23	1.850	25.40
1"	25.40	2.350	33.02

CONTRUCCION: 6 x 19 (12/6/1)

NEGRO

TIPO ARRASTRE

3 x 19

DIAMETRO NOMINAL EN pulg.	m.m.	Peso aprox. en Kgs. por metro	Resistencia efectiva a la ruptura en Toneladas
5/16"	7.94	0.26	4.33
3/8"	9.53	0.34	5.80
1/2"	12.70	0.61	10.30
5/8"	15.90	0.90	15.10
3/4"	19.05	1.30	21.30

CONSTRUCCION: 3 x 19 (9/9/1)

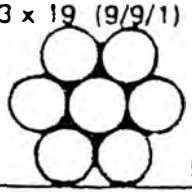
GALVANIZADO TIPO BALLENA

6 x 24

ALMA DE FIBRA

DIAMETRO NOMINAL EN pulg.	m.m.	Peso aprox. en Kgs. por metro	Resistencia efectiva a la ruptura en Toneladas
1/2"	12.70	0.540	6.63
9/16"	14.30	0.670	8.45
5/8"	15.90	0.800	10.25
3/4"	19.05	1.200	14.79
7/8"	22.23	1.700	19.87
1"	25.40	2.080	25.88

CONSTRUCCION: 6 x 24 (15/9) (7 ALMAS)



TIPO RETENIDA

1 x 7

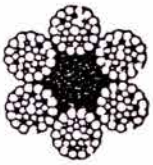
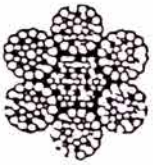
DOBLE GALVANIZADO

DIAMETRO NOMINAL EN pulg.	m.m.	Peso aprox. en Kgs. por metro	Resistencia efectiva a la ruptura en toneladas		
			Siemens Martin	Alta Resistencia	Extra alta resistencia
1/8"	3.18	0.056	.29	.59	0.831
1/4"	6.35	0.181	1.45	2.20	3.019
5/16"	7.94	0.307	2.45	3.65	5.085
3/8"	9.53	0.409	3.17	4.95	6.992
1/2"	12.70	0.775	5.50	8.55	12.213

CONSTRUCCION: 1 x 7 (6/1)

Las resistencias a la Ruptura son superiores en Toneladas Métricas a las cifras mencionadas en las Tablas.

S.A. TRANSA S.A. TRANSA S.A. TRANSA S.A. TRANSA S.A. TRANSA S.A. TRANSA S.A. TRANSA S.A. TRANSA S.A.

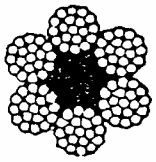
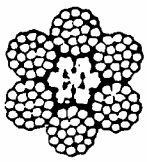
TIPO SUPERFLEX				TIPO CASCABEL	
					
6 x 37 ALMA DE FIBRA				6 x 37 ALMA DE ACERO	
DIAMETRO NOMINAL EN		Peso aprox. en Kgs. por metro	Resistencia efectiva a la ruptura en Toneladas	Peso aprox. en Kgs. por Metro	Resistencia efectiva a la ruptura en Toneladas
pulg.	m.m.				
1/4"	6.35	0.150	2.35	0.160	2.59
5/16"	7.94	0.240	3.66	0.290	4.03
3/8"	9.53	0.350	5.23	0.380	5.75
7/16"	11.11	0.480	7.09	0.540	7.80
1/2"	12.70	0.620	9.25	0.700	10.18
9/16"	14.30	0.780	11.70	0.880	12.87
5/8"	15.90	0.970	14.33	1.090	15.76
3/4"	19.05	1.380	20.50	1.570	22.55
7/8"	22.23	1.900	27.76	2.150	30.54
1"	25.40	2.470	36.11	2.780	39.72
1-1/8"	28.80	3.120	45.45	3.540	50.00
1-1/4"	31.75	3.850	55.79	4.350	61.37
1-3/8"	34.93	4.660	67.22	5.280	73.94
1-1/2"	38.10	5.560	79.74	6.270	87.71
1-5/8"	41.27	6.420	93.44	7.370	102.78
1-3/4"	44.45	7.490	107.96	8.580	118.76
1-7/8"	47.62	8.670	123.38	9.790	135.72
2"	50.80	9.840	139.71	11.150	153.68
2-1/8"	54.00	11.200	158.09	12.570	172.72
2-1/4"	57.15	12.400	177.10	14.100	193.42
2-3/8"	60.33	13.800	197.20	15.660	213.15
2-1/2"	63.50	15.100	218.18	17.400	238.27

CONSTRUCCIONES:
6 x 36 (14/7 + 7/7/1) WARRINGTON SEALE
6 x 43 (14/14/7/7/1) FILLER

Las resistencias a la Ruptura son superiores en Toneladas Métricas a las cifras mencionadas en las Tablas.

TRANSA S.A. TRANSA S.A. TRANSA S.A. TRANSA S.A. TRANSA S.A. TRANSA S.A. TRANSA S.A. TRANSA S.A. TRANSA S.A. TRANSA S.A.

Tablas de Resistencias Efectivas de los Cables de Acero

	TIPO COBRA			TIPO BOA	
					
	6 x 19			6 x 19	
	ALMA DE FIBRA			ALMA DE ACERO	
DIAMETRO NOMINAL EN pulg.	m.m.	Peso aprox. en Kgs. por metro	Resistencia efectiva a la ruptura en Toneladas	Peso aprox. en Kgs. por Metro	Resistencia efectiva a la ruptura en Toneladas
1/8"	3.18	0.040	0.63	0.040	0.69
3/16"	4.76	0.080	1.30	0.100	1.43
1/4"	6.35	0.150	2.49	0.170	2.74
5/16"	7.94	0.240	3.88	0.280	4.25
3/8"	9.53	0.360	5.53	0.390	6.08
7/16"	11.11	0.460	7.50	0.510	8.25
1/2"	12.70	0.620	9.71	0.690	10.68
9/16"	14.30	0.790	12.25	0.870	13.48
5/8"	15.90	0.980	15.15	1.080	16.67
3/4"	19.05	1.400	21.59	1.540	23.75
7/8"	22.23	1.900	29.21	2.100	32.13
1"	25.40	2.480	37.92	2.750	41.71
1-1/8"	28.60	3.120	47.72	3.470	52.49
1-1/4"	31.75	3.760	58.61	4.200	64.47
1-3/8"	34.93	4.550	70.49	5.150	77.54
1-1/2"	38.10	5.430	83.46	6.200	91.80
1-5/8"	41.27	6.370	97.07	7.140	106.77
1-3/4"	44.45	7.380	112.49	8.300	123.74
1-7/8"	47.62	8.480	127.91	9.520	140.70.
2"	50.80	9.640	145.15	10.820	159.68

CONSTRUCCIONES:
6 x 19 (9/9/1) SEALE
6 x 19 (12/6/6/1) FILLER
6 x 19 (6 + 6/6/1) WARRINGTON

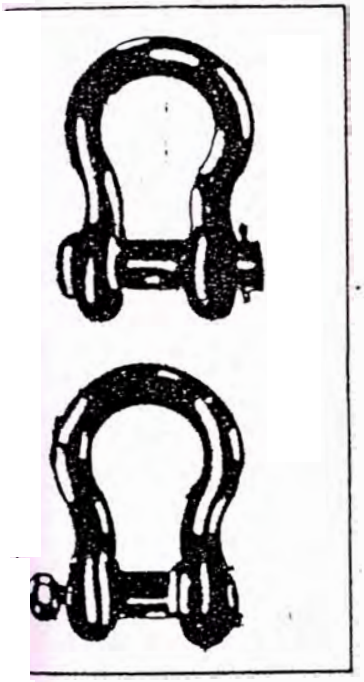
Las resistencias a la Ruptura son superiores en Toneladas Métricas a las cifras mencionadas en las Tablas.

TRANSA S.A. TRANSA S.A. TRANSA S.A. TRANSA S.A. TRANSA S.A. TRANSA S.A. TRANSA S.A. TRANSA S.A. TRANSA S.A. TRANSA S.A.

TRANSA S.A. TRANSA S.A. TRANSA S.A.

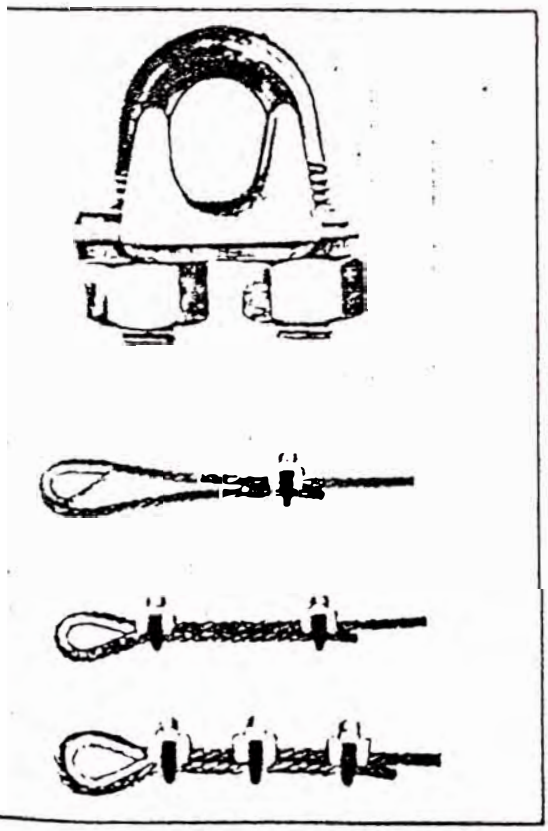
TRANSA S.A. TRANSA S.A. TRANSA S.A. TRANSA S.A. TRANSA S.A. TRANSA S.A. TRANSA S.A. TRANSA S.A. TRANSA S.A. TRANSA S.A.

Grilletes



Medida Nominal En Pulgs.	Largo Interior	Ancho Interior	Diámetro	Tolerancia Mas o Menos		Carga de Trabajo Ton.
		En el Pin	Pin	Largo	Ancho	
3/16	7/8	3/8	1/4	1/16	1/16	1/3
1/4	1 1/8	1/2	5/16	1/16	1/16	1/2
5/16	1 7/12	17/32	3/8	1/16	1/16	3/4
3/8	1 7/16	21/32	7/16	1/8	1/16	1
7/16	1 11/16	23/32	1/2	1/8	1/16	1 1/2
1/2	1 7/8	13/16	5/8	1/8	1/16	2
5/8	2 3/8	1 1/16	3/4	1/8	1/16	3 1/4
3/4	2 13/16	1 1/4	7/8	1/4	1/16	4 3/4
7/8	3 5/16	1 7/16	1	1/4	1/16	6 1/2
1	3 3/4	1 11/16	1 1/8	1/4	1/16	8 1/2
1 1/8	4 1/4	1 13/16	1 1/4	1/4	1/16	9 1/2
1 1/4	4 11/16	2 1/32	1 3/8	1/4	1/16	12
1 3/8	5 3/16	2 1/4	1 1/2	1/4	1/8	13 1/2
1 1/2	5 3/4	2 3/8	1 5/8	1/4	1/8	17
1 3/4	7	2 7/8	2	3/4	1/8	25
2	7 3/4	3 1/4	2 1/4	3/4	1/8	35
2 1/2	10 1/2	4 1/8	2 3/4	3/4	1/4	+ 55

Grapas para Cables



Medida Grampa Pulgada	Número Mínimo Grampas	Longitud de cable a voltear	Torque en Pie-Libras
1/8	2	3 1/4	4.5
3/16	2	3 3/4	7.5
1/4	2	4 3/4	5
5/16	2	5 1/4	30
3/8	2	6 1/2	45
7/16	2	7	65
1/2	3	11 1/2	65
9/16	3	12	95
5/8	3	12	95
3/4	4	18	130
7/8	4	19	225
1	5	28	225
1 1/8	6	34	225
1 1/4	7	44	360
1 3/8	7	44	360
1 1/2	8	54	360
1 5/8	8	58	430
1 3/4	8	61	590
2	8	71	750
2 1/4	8	73	760
2 1/2	9	84	750
2 3/4	10	100	750
2 3/4	10	100	750
3	10	108	1200
3 1/2	12	149	1200

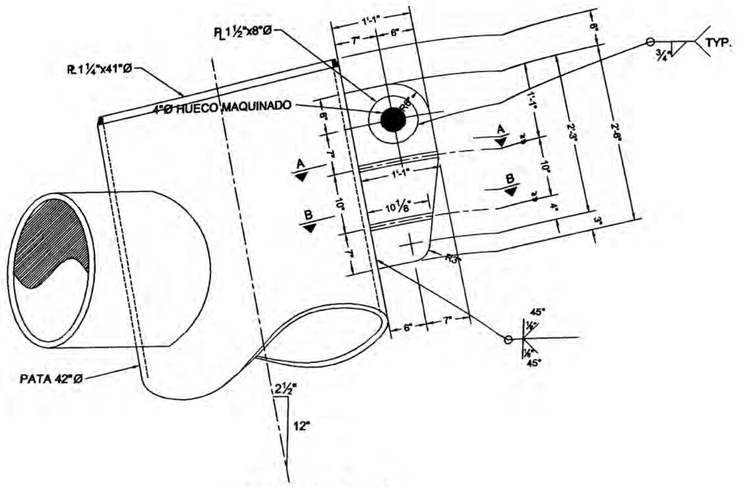
TRANSA S.A. TRANSA S.A. TRANSA S.A. TRANSA S.A. TRANSA S.A. TRANSA S.A. TRANSA S.A. TRANSA S.A. TRANSA S.A. TRANSA S.A.

PLANOS DE LA OBRA.

Se adjuntan Planos para: Construcción de una Plataforma de 314 pies de Profundidad de Agua, consistentes en Planos de:

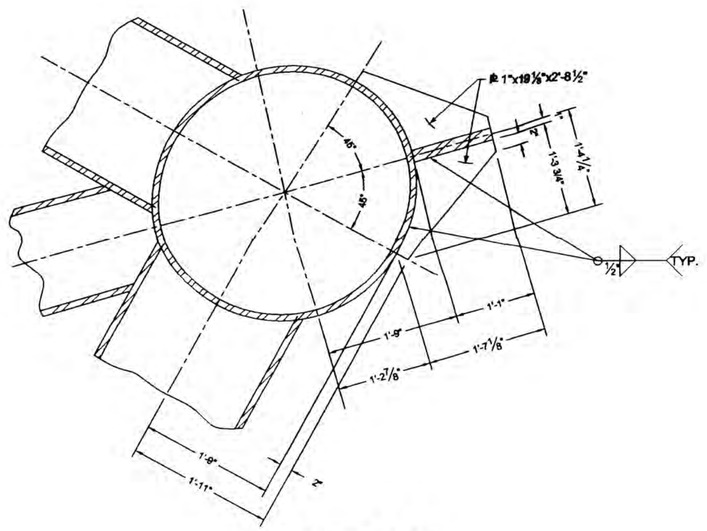
- Castillo, Plataforma Tipo 300 pies W. D.
- Mesa Superior, Plataforma Tipo 300 pies W. D.
- Mesa Inferior, Plataforma Tipo 300 pies W. D.
- Varadero, Plataforma Tipo 300 pies W. D.
- Pilotes, Plataforma Tipo 300 pies W. D.
- Encajonados, Plataforma Tipo 300 pies W. D.
- Ojos de Jalada, Plataforma Tipo 300 pies W. D.
- Ojos de Izaje, Plataforma Tipo 300 pies W. D.
- Ojos de Botada, Plataforma Tipo 300 pies W. D.
- Sistema de Inundación, Plataforma Tipo 300 pies W. D.
- Ubicación de Mesas, Plataforma Tipo 300 pies W. D.

Nombre de tarea	Duración	Inicio	Fin
CONSTRUCCION DE PLATAFORMA DE 514'	138 días?	13/3/95	22/9/95
Inicio	0 días	13/3/95	13/3/95
GESTION	6 días	13/3/95	20/3/95
Aprobación de ATE	3 días	13/3/95	15/3/95
Ingeniería de detalle	15 días	16/3/95	5/4/95
Autorización para la construcción	10 días	6/4/95	19/4/95
Diseño de Cuadrilla, Mesa Interior, Mesa Su	15 días	20/3/95	7/4/95
ADQUISICIONES	4 días?	20/3/95	23/3/95
Compra de pernos	1 día	20/3/95	20/3/95
Compra de cables	4 días	20/3/95	23/3/95
Compra de angulos	2 días	20/3/95	21/3/95
Compra de planchas	4 días	20/3/95	23/3/95
Compra de soldura	4 días	20/3/95	23/3/95
Compra de Oxigeno, Acetileno	4 días	20/3/95	23/3/95
Compra de Wimpa	5 días	20/3/95	24/3/95
Compra de Soldadura	5 días	20/3/95	24/3/95
Compra otros consumibles	10 días	20/3/95	31/3/95
CONSTRUCCION DE CASTILLO	122 días?	20/3/95	14/9/95
Replanteo	40 días	20/3/95	15/5/95
Habilitación de suelo y montaje de silla	1 día	20/3/95	20/3/95
Habilitación de patas	7 días	20/3/95	28/3/95
armado y soldeo de patas	10 días	20/3/95	31/3/95
Habilitación de anclajes	8 días	20/3/95	29/3/95
armado y soldeo de anclajes	10 días	20/3/95	31/3/95
Habilitación de 2 do primer nivel	8 días	20/3/95	29/3/95
Habilitación de cargaderas guias	3 días	20/3/95	22/3/95
Armado y soldeo de X de primera Ele	7 días	20/3/95	28/3/95
Habilitación de segundo elevación cent	3 días	20/3/95	22/3/95
Armado y soldeo de segundo elevació	2 días	20/3/95	21/3/95
Habilitación de tercer elevación cent	10 días	20/3/95	31/3/95
Armado y soldeo de X de tercera Ele	7 días	20/3/95	28/3/95
Habilitación de cuarta elevación central	4 días	20/3/95	23/3/95
Armado y soldeo de cuarta elevación	6 días	20/3/95	27/3/95
Habilitación de quinta elevación central	4 días	20/3/95	23/3/95
Armado y soldeo de quinta elevación	6 días	20/3/95	27/3/95
Habilitación de septima elevación centr	4 días	20/3/95	23/3/95
Armado y soldeo de septima elevación	5 días	20/3/95	24/3/95
Armado de cuerdas sobre sitio	4 días	20/3/95	23/3/95
Armado de vigas ejes corridos de sit	5 días	20/3/95	24/3/95
Montaje de patas para primer paño	1 día	20/3/95	20/3/95
Montaje y soldeo de primera elevació	1 día	20/3/95	20/3/95
Montaje y soldeo de primera entre Ha	1 día	20/3/95	20/3/95
Montaje y soldeo de segundo elevaci	1 día	20/3/95	20/3/95
Montaje y soldeo de tercera elevación	1 día	20/3/95	20/3/95
Montaje y soldeo de cuarta elevación	1 día	20/3/95	20/3/95
Montaje y soldeo de tercera entre 3a	1 día	20/3/95	20/3/95
Montaje y soldeo de quinta elevación	1 día	20/3/95	20/3/95
Montaje y soldeo de sexta elevación	1 día	20/3/95	20/3/95
Montaje y soldeo de quinta entre 4ta	1 día	20/3/95	20/3/95
Montaje y soldeo de sexta entre 5ta	1 día	20/3/95	20/3/95
Montaje y soldeo de septima elevació	1 día	20/3/95	20/3/95
Montaje y soldeo de septima entre 6ta	1 día	20/3/95	20/3/95
Montaje y soldeo de octava elevación	1 día	20/3/95	20/3/95
Montaje y soldeo de X 1ra primera ele	1 día	20/3/95	20/3/95
Montaje y soldeo de X 2da primera ele	1 día	20/3/95	20/3/95
Montaje y soldeo de X 3ra primera ele	1 día	20/3/95	20/3/95
Montaje y soldeo de X 4ta primera ele	1 día	20/3/95	20/3/95
Montaje y soldeo de X 5ta primera ele	1 día	20/3/95	20/3/95
Montaje y soldeo de X 6ta primera ele	1 día	20/3/95	20/3/95
Montaje y soldeo de X 7ma primera ele	1 día	20/3/95	20/3/95
Montaje y soldeo de X 8va primera ele	1 día	20/3/95	20/3/95
Montaje y soldeo de X 9na primera ele	1 día	20/3/95	20/3/95
Montaje y soldeo de X 10ma primera el	1 día	20/3/95	20/3/95
Montaje y soldeo de X 11va primera el	1 día	20/3/95	20/3/95
Montaje y soldeo de X 12va primera el	1 día	20/3/95	20/3/95
Montaje y soldeo de X 13va primera el	1 día	20/3/95	20/3/95
Montaje y soldeo de X



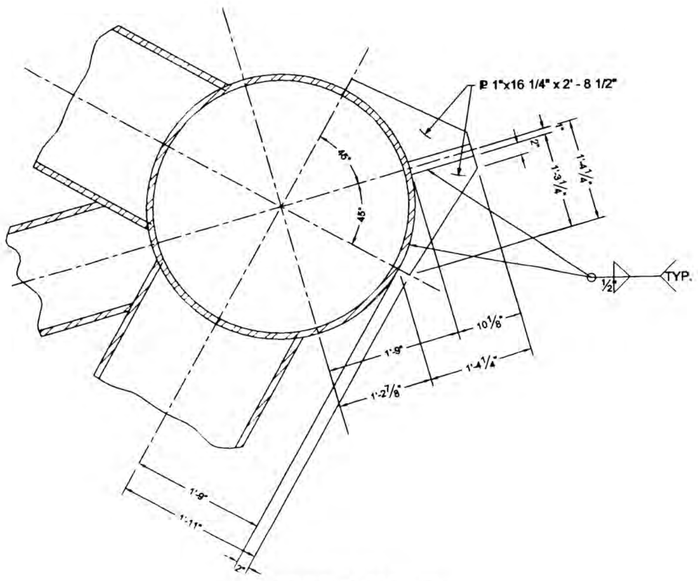
SECCCION 1 - 1

ESC- 3/4" : 1' 0"



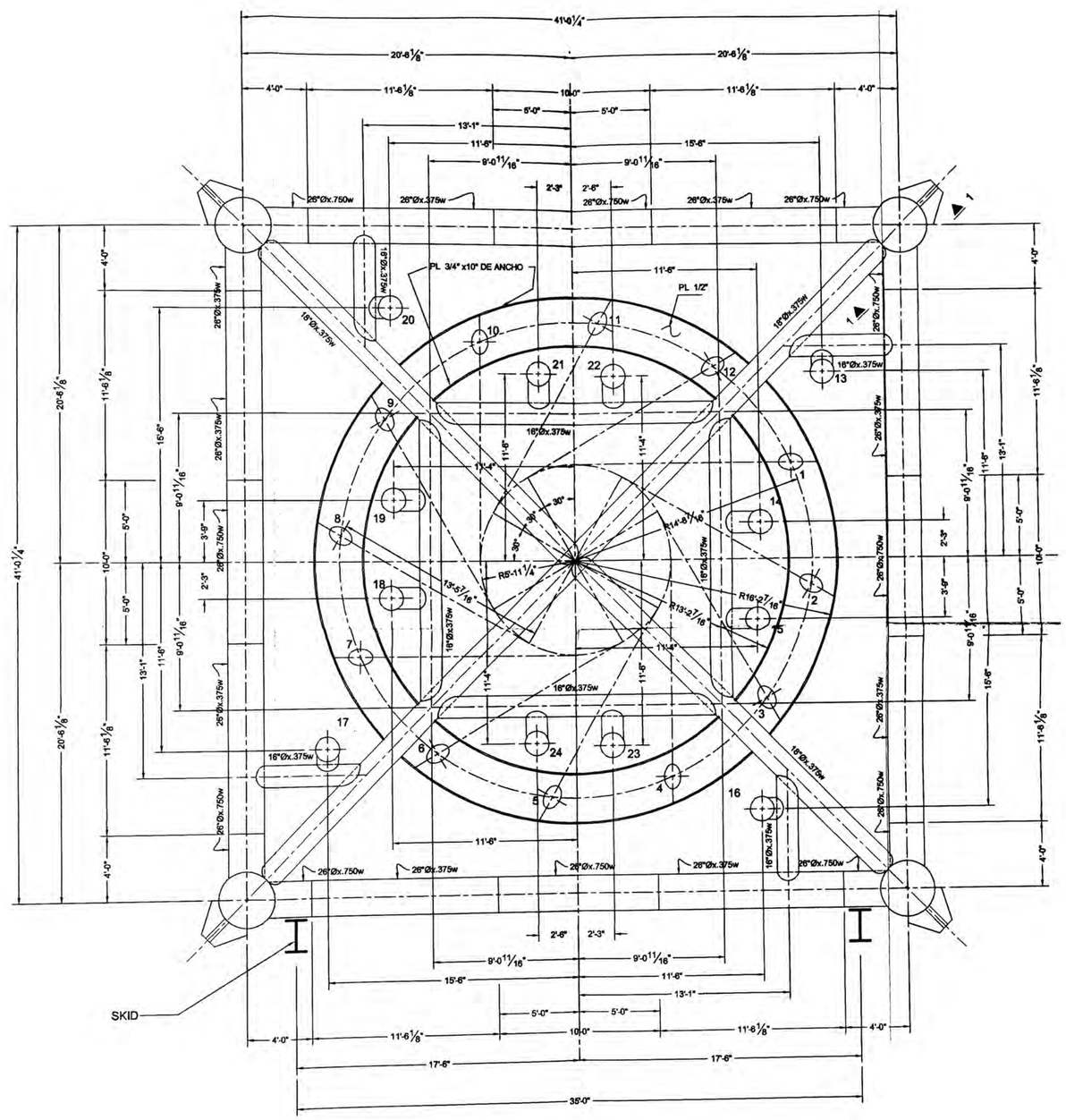
SECCCION A - A

ESC- 3/4" : 1' 0"



SECCCION B - B

ESC- 3/4" : 1' 0"



NOTA:

POZOS: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 y 12 = 14º-47' INCLINADOS

POZOS: 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24 = VERTICALES

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

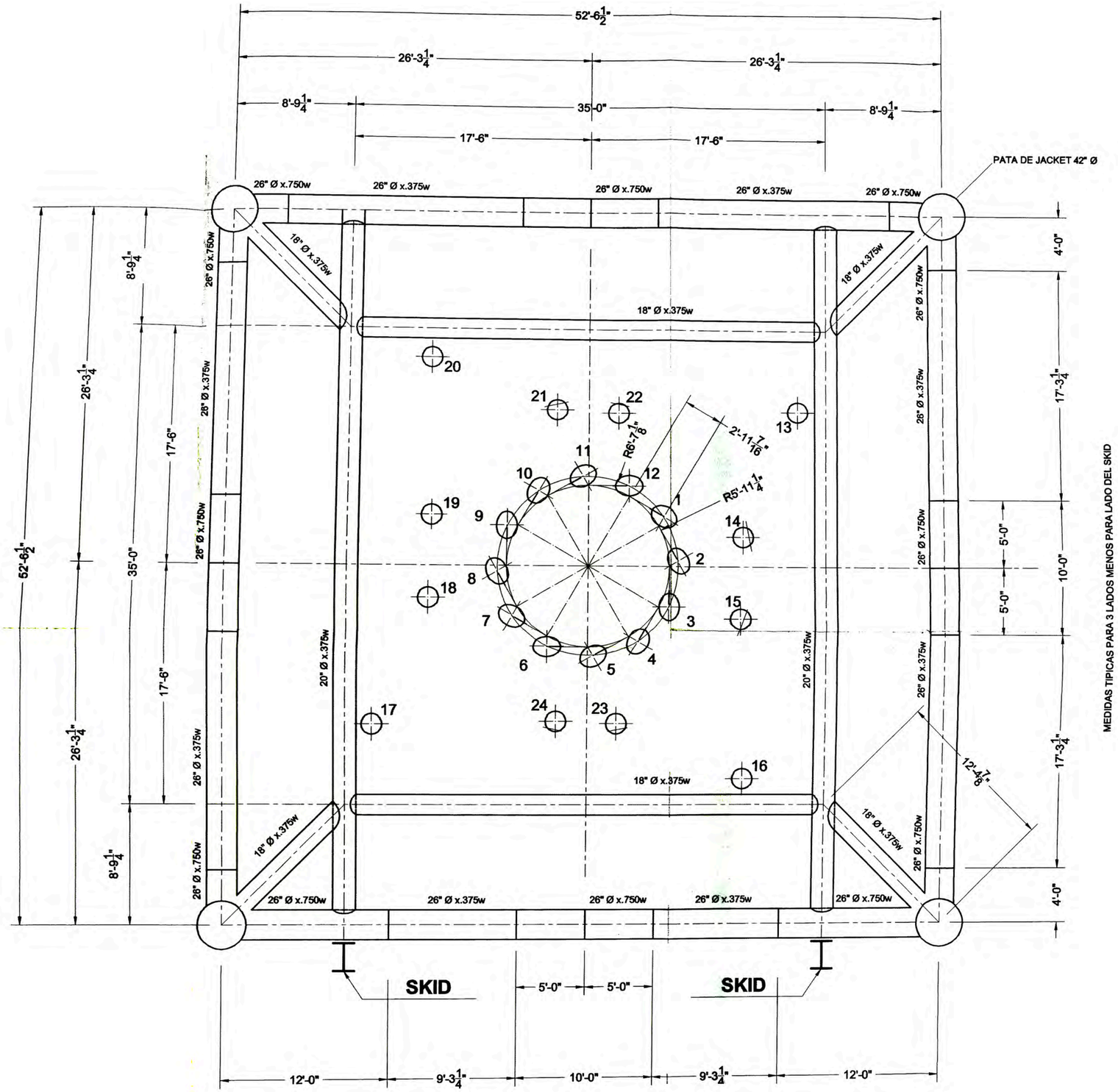
FACULTAD DE INGENIERIA MECÁNICA

TEMA: **CONSTRUCCIÓN DE PLATAFORMA DE 314' DE PROFUNDIDAD DE AGUA**

PRIMERA ELEVACION

314' NIVEL PROMEDIO DE AGUA

UBICACION:	DISEÑO:	DIBUJO:
PIURA	WILFREDO MONTENEGRO QUEVEDO	WILFREDO MONTENEGRO QUEVEDO
ASESOR:	**FECHA:**	**ESCALA:**	**PLANO:**
ING. JORGE ZAVALETA	21-SET-2003	3/16" = 1'-0"	C - 369



MEDIDAS TIPICAS PARA 3 LADOS MENOS PARA LADO DEL SKID

LADO DEL SKID

NOTA: MEDIDAS PARA UBICACIÓN DE POZOS VERTICALES VER 1ra ELEV. PLANO Nº C - 321

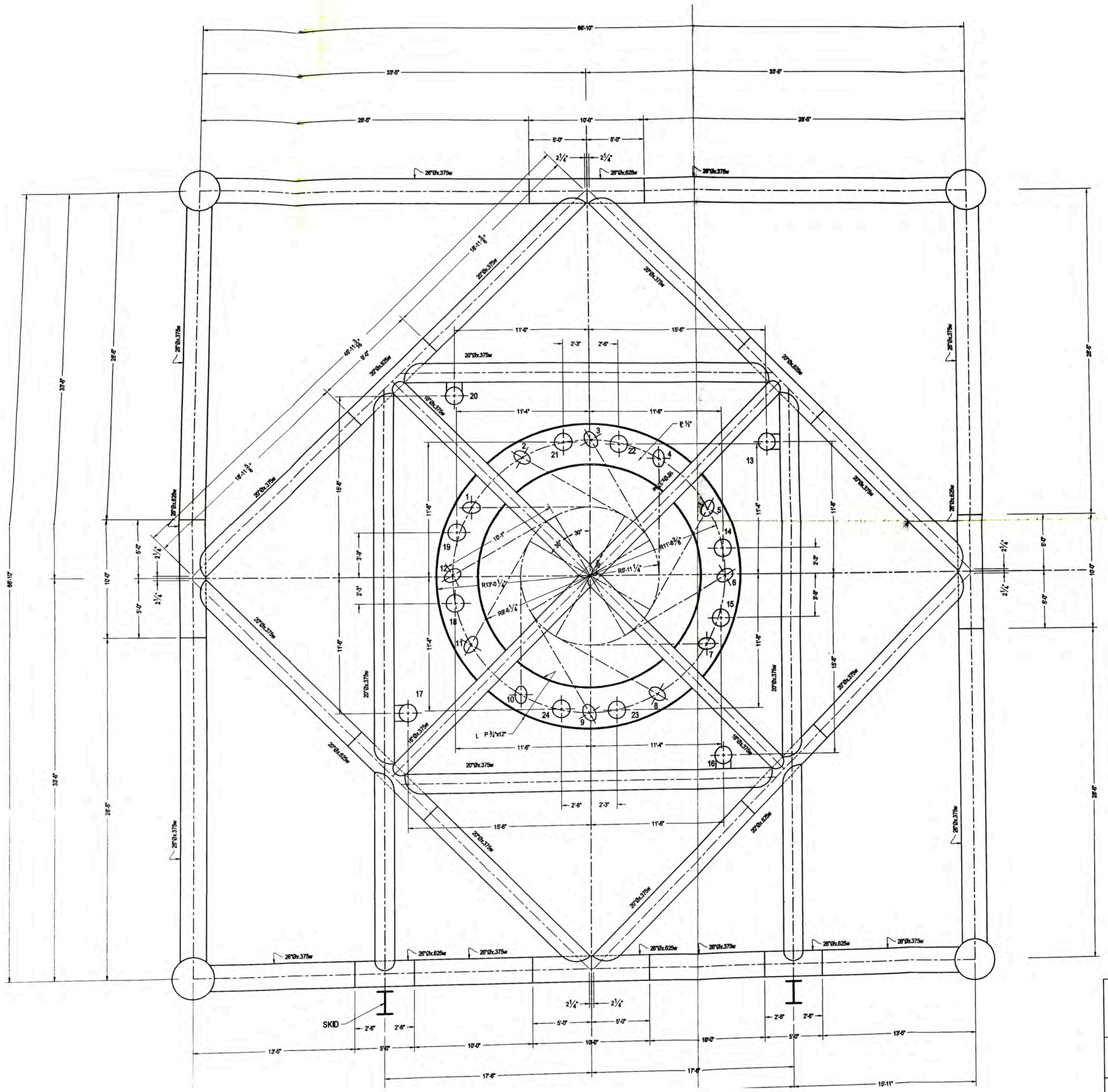
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA MECÁNICA

TEMA: **CONSTRUCCIÓN DE PLATAFORMA DE 314' DE PROFUNDIDAD DE AGUA**

SEGUNDA ELEVACION

314' NIVEL PROMEDIO DE AGUA

UBICACION:	DISEÑO:	DIBUJO:
PIURA	WILFREDO MONTENEGRO QUEVEDO	WILFREDO MONTENEGRO QUEVEDO
ASESOR:	**FECHA:**	**ESCALA:**	**PLANO:**
ING. JORGE ZAVALETA	21-SET-2003	3/16" = 1'-0"	C - 370



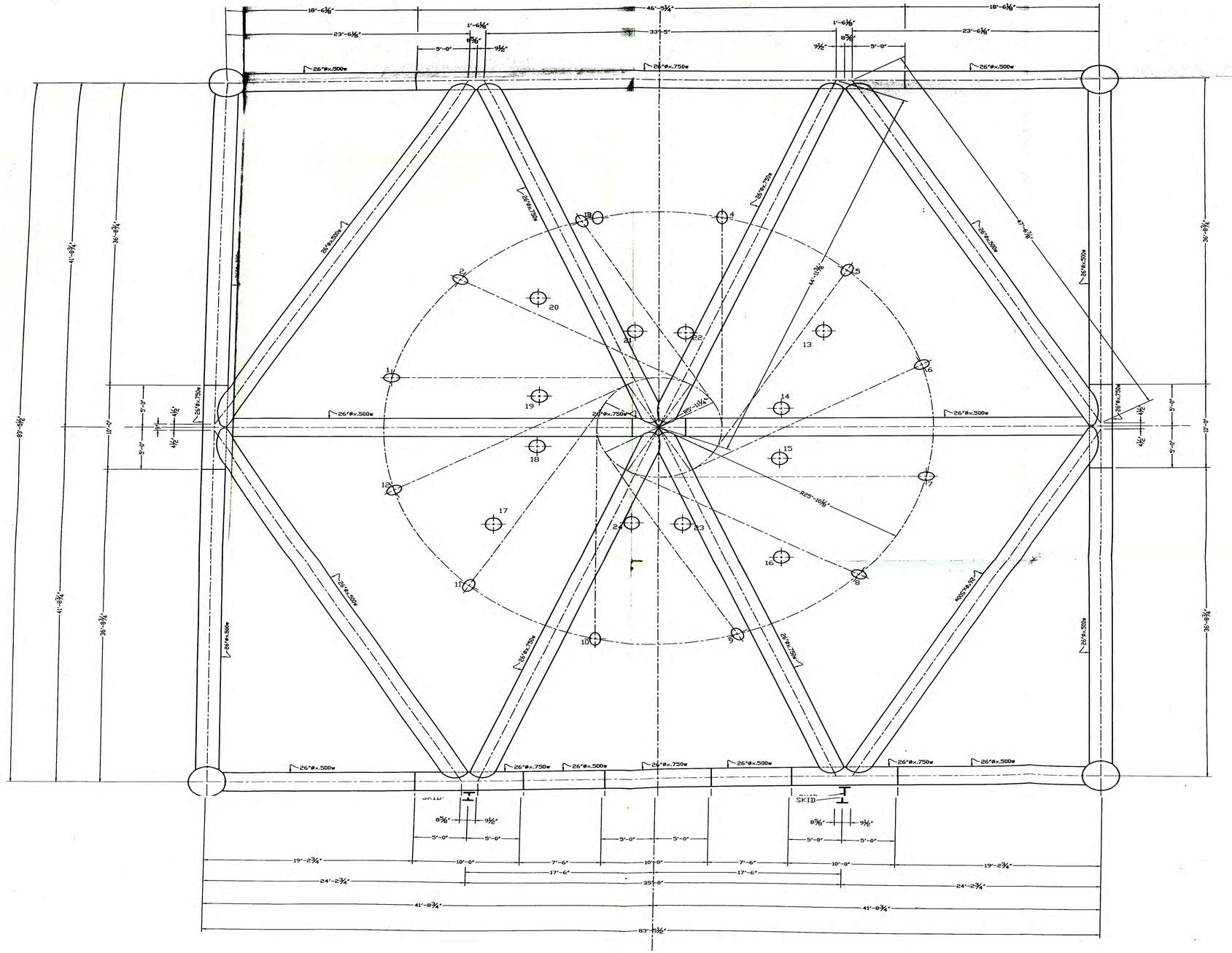
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA MECÁNICA

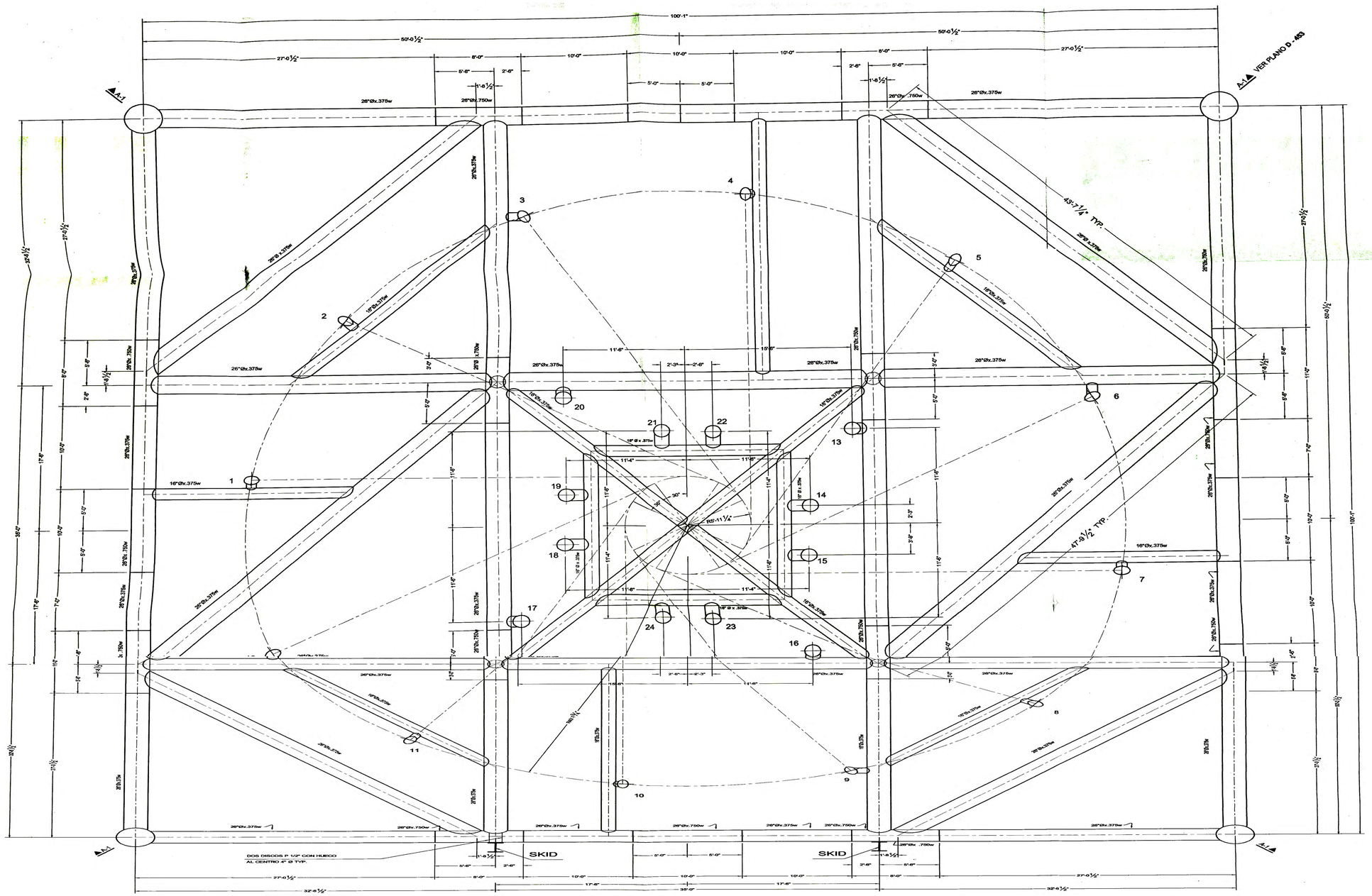
TEMA: **CONSTRUCCIÓN DE PLATAFORMA DE 314' DE PROFUNDIDAD DE AGUA**

TERCERA ELEVACION

314' NIVEL PROMEDIO DE AGUA

UBICACION:	DISEÑO:	DIBUJO:
PIURA	WILFREDO MONTENEGRO QUEVEDO	WILFREDO MONTENEGRO QUEVEDO
ASESOR:	FECHA:	ESCALA:	PLANO:
ING. JORGE ZAVALETA	21-SET-2003	3/16" = 1'-0"	C - 371


18'-6⅛"
46'-3¾"
18'-6⅛"
1'-6⅛"
23'-6⅛"
33'-5"
1'-6⅛"
23'-6⅛"
5'-0"
9½"
8⅝"
9½"
5'-0"
26"ø×.500w
26"ø×.750w
26"ø×.500w
26"ø×.750w
26"ø×.500w
26"ø×.750w



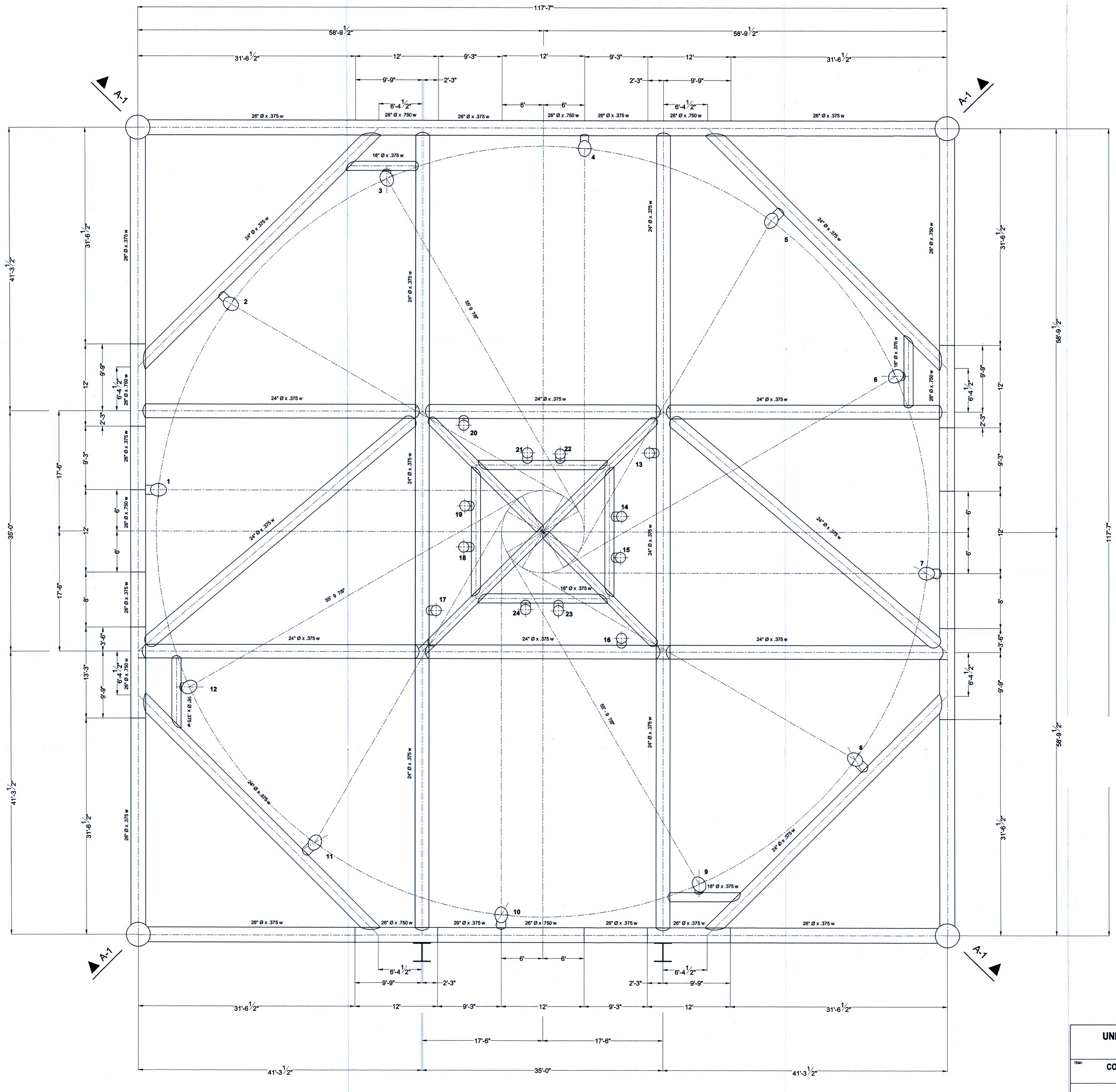
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA MECÁNICA

TEMA: **CONSTRUCCIÓN DE PLATAFORMA DE 314' DE PROFUNDIDAD DE AGUA**

QUINTA ELEVACION

314' NIVEL PROMEDIO DE AGUA

UBICACIÓN:	DIBUJO:	DIBUJO:
PIURA	WILFREDO MONTENEGRO QUEVEDO	WILFREDO MONTENEGRO QUEVEDO
ASESOR:	FECHA:	ESCALA:	PLANO:
ING. JORGE ZAVALETA	21-SET-2003	3/16" = 1'-0"	D - 491



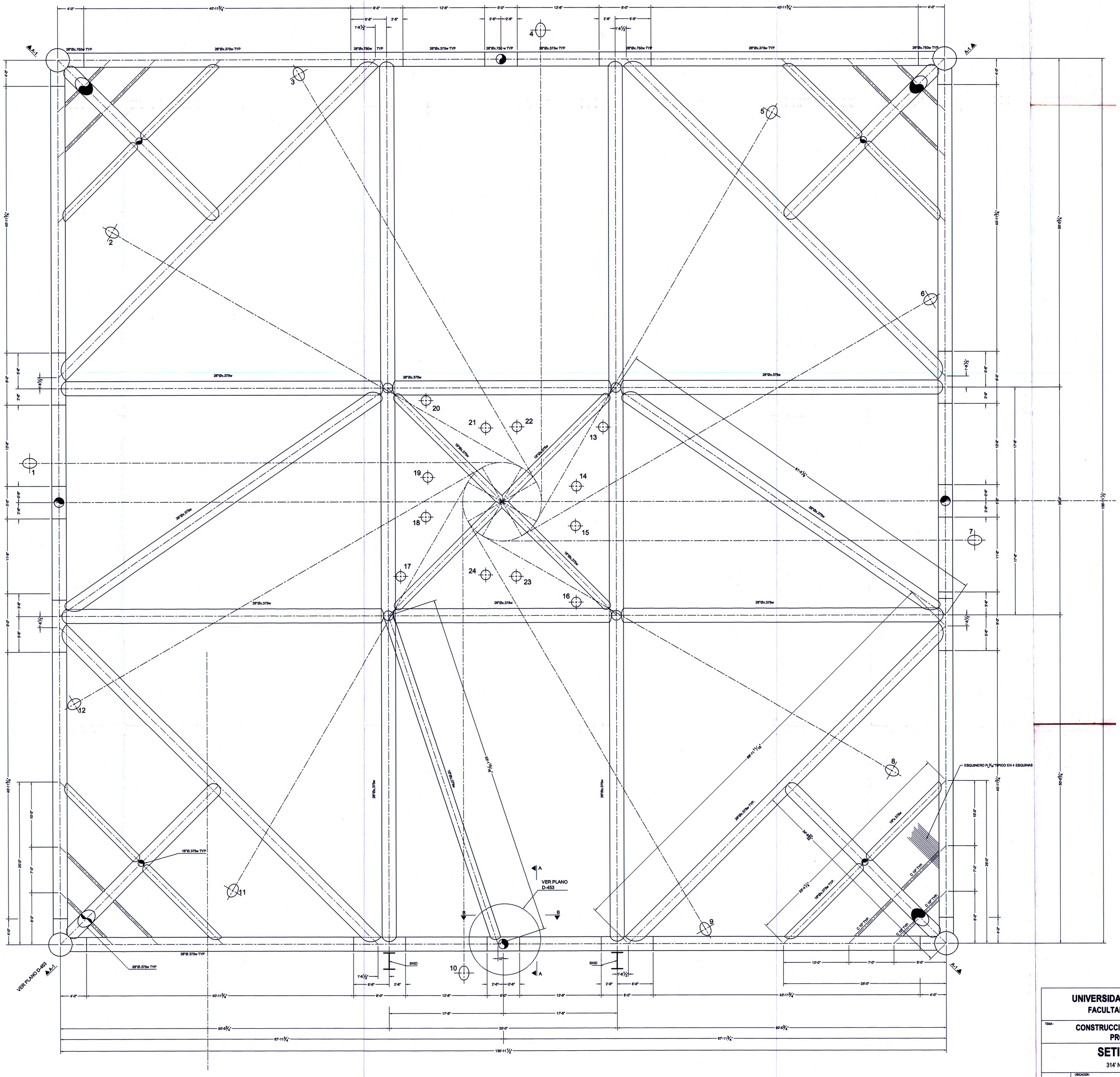
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA MECÁNICA

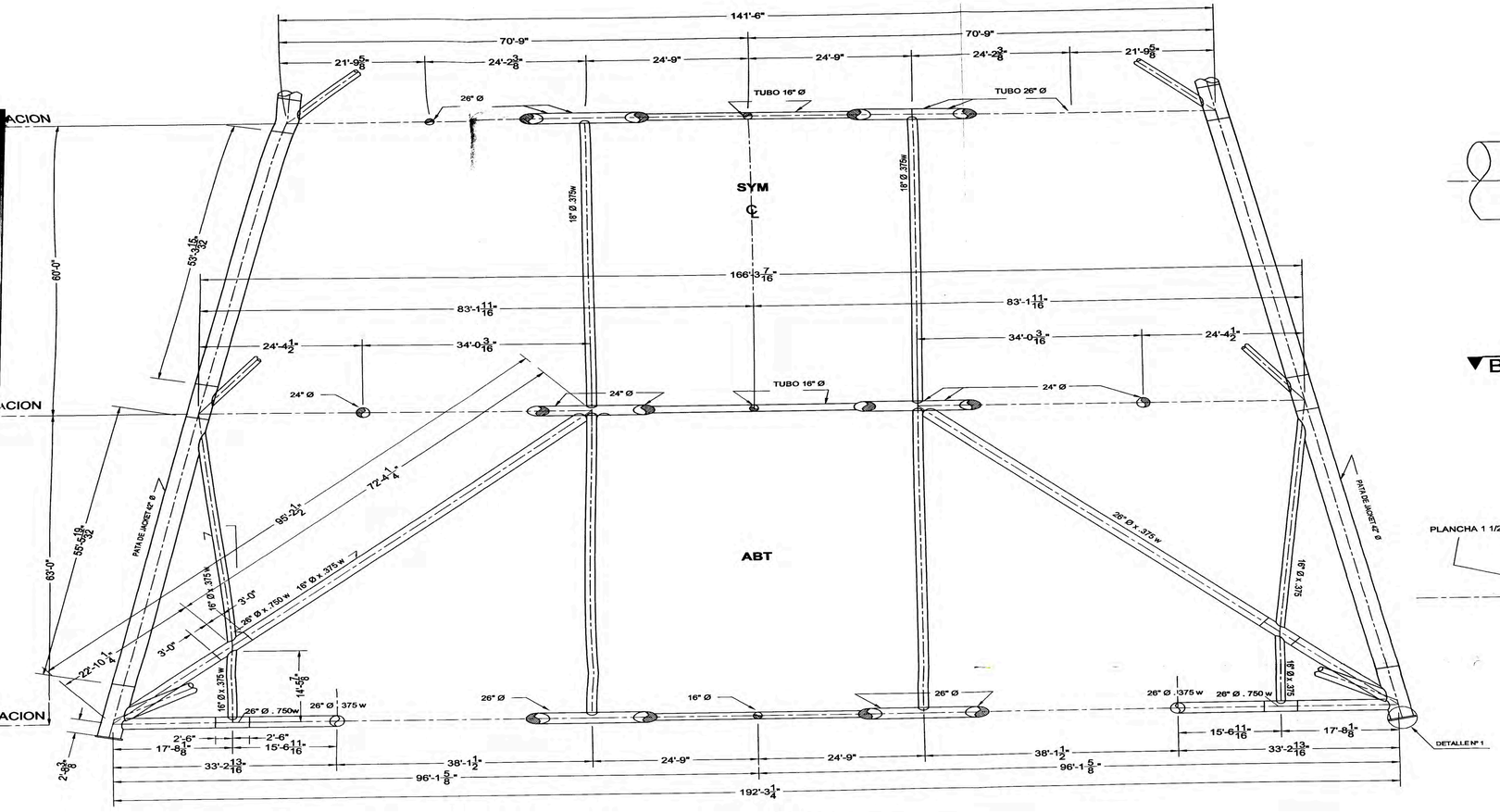
TEMA: **CONSTRUCCIÓN DE PLATAFORMA DE 314' DE PROFUNDIDAD DE AGUA**

SEXTA ELEVACION

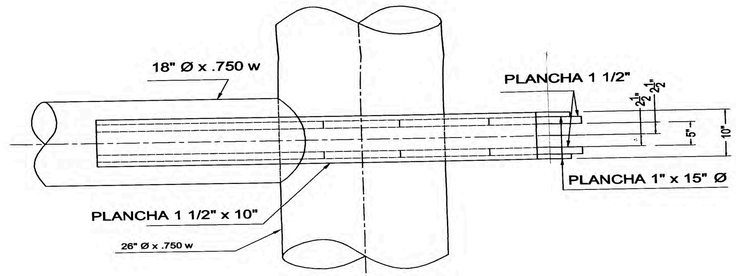
314' NIVEL PROMEDIO DE AGUA

UBICACION:	DISEÑO	DIBUJO:
PIURA	WILFREDO MONTENEGRO QUEVEDO	WILFREDO MONTENEGRO QUEVEDO
ASESOR:	**FECHA:**	**ESCALA:**	**PLANO:**
ING. JORGE ZAVALETA	21-SET-2003	3/16" = 1'-0"	D - 492

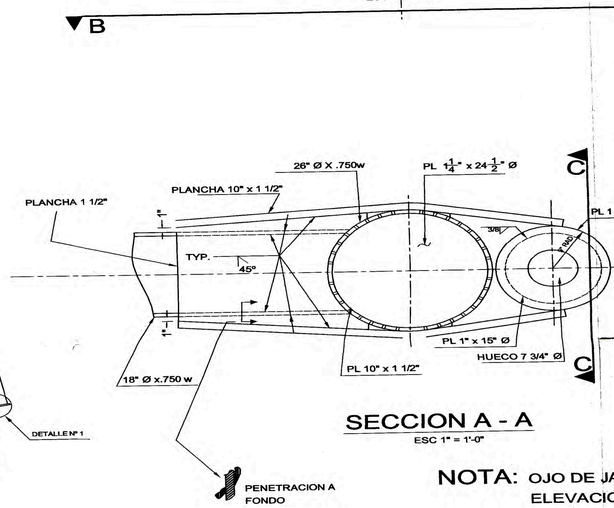

40'-11¾"
4'-0"
5'-0"
12'-6"
2'-6"
5'-6"
1'-4½"
26"Øx.750w TYP
26"Øx.375w TYP
26"Øx.750w TYP
26"Øx.375w TYP
26"Øx.750w TYP
26"Øx.375w TYP
26"Øx.750w TYP
26"Øx.375w TYP
26"Øx.750w TYP
A-1
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
18"Øx.375w
18"Øx.375w
18"Øx.375w



ELEVACION A-1
S/E



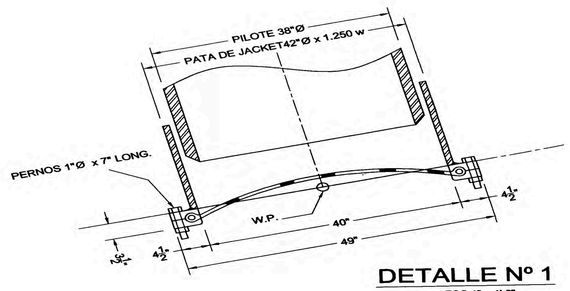
DETALLE B - B
ESC 1" = 1'-0"



SECCION A - A
ESC 1" = 1'-0"

SECCION C - C
ESC 1" = 1'-0"

NOTA: OJO DE JALADA DE JACKET, VA UBICADO EN ULTIMA ELEVACION (VER PLANO D-495)



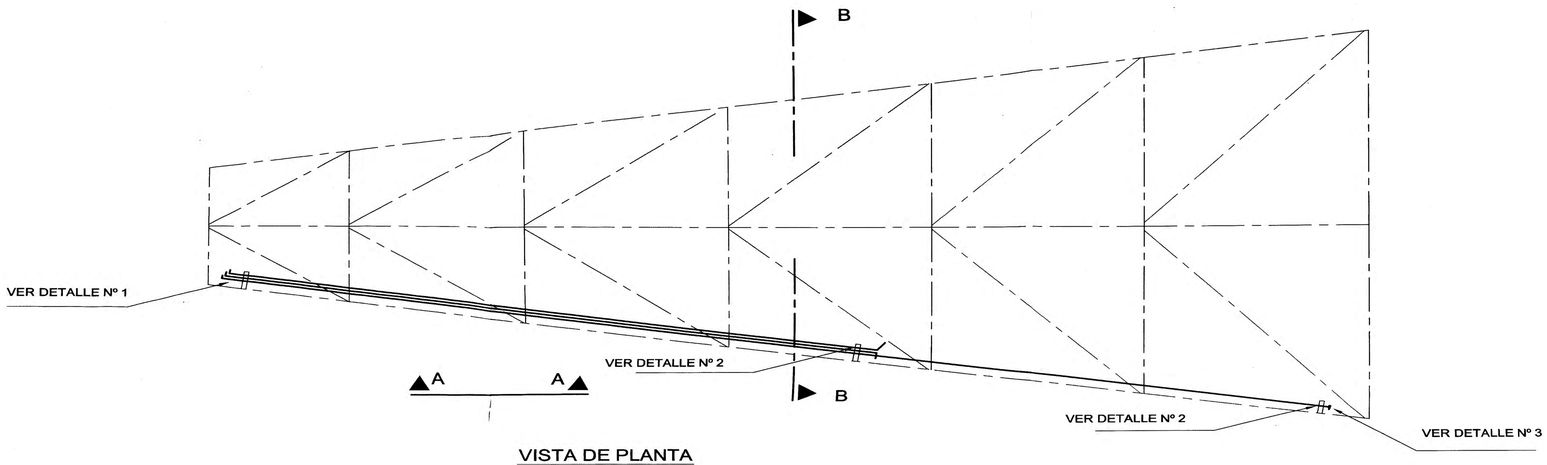
DETALLE Nº 1
ESC 1" = 1'-0"

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA MECÁNICA

TEMA: **CONSTRUCCIÓN DE PLATAFORMA DE 314' DE PROFUNDIDAD DE AGUA**

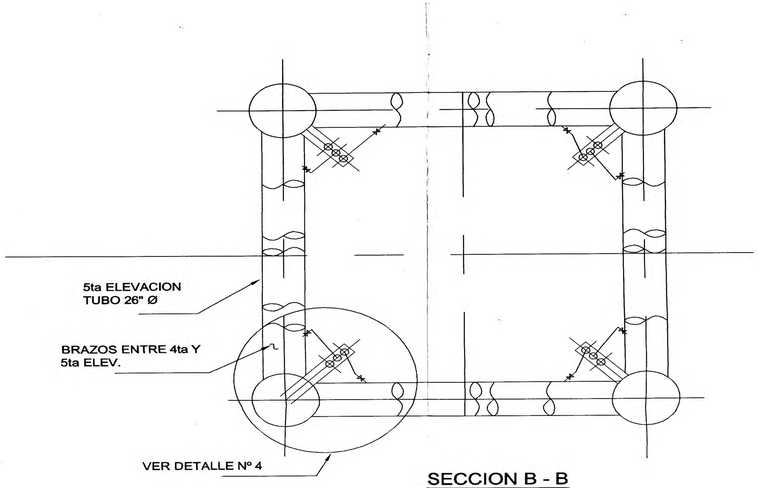
OJO DE JALADA DE JACKET Y TUBOS SOPORTES (PATAS DE GALLO) EN PLATAFORMA DE 314' DE PROFUNDIDAD DE AGUA

UBICACION:	DISEÑO:	DIBUJO:
PIURA	WILFREDO MONTENEGRO QUEVEDO	WILFREDO MONTENEGRO QUEVEDO
ASESOR:	FECHA:	ESCALA:	PLANO:
ING. JORGE ZAVALETA	21-SET-2003	INDICADA	D - 453



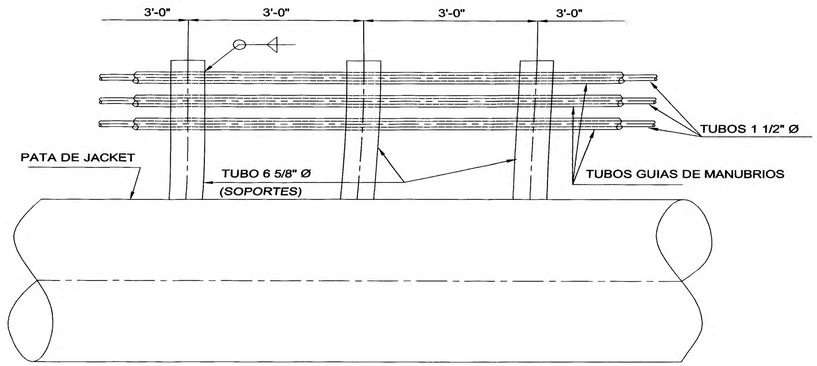
VISTA DE PLANTA

S.E.



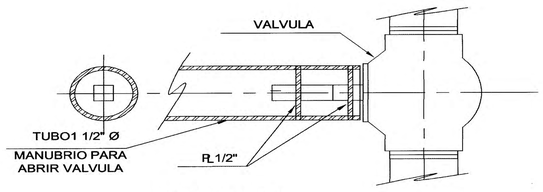
SECCION B - B

1/4" =1'-0"



SECCION A - A

3/4" =1'-0"

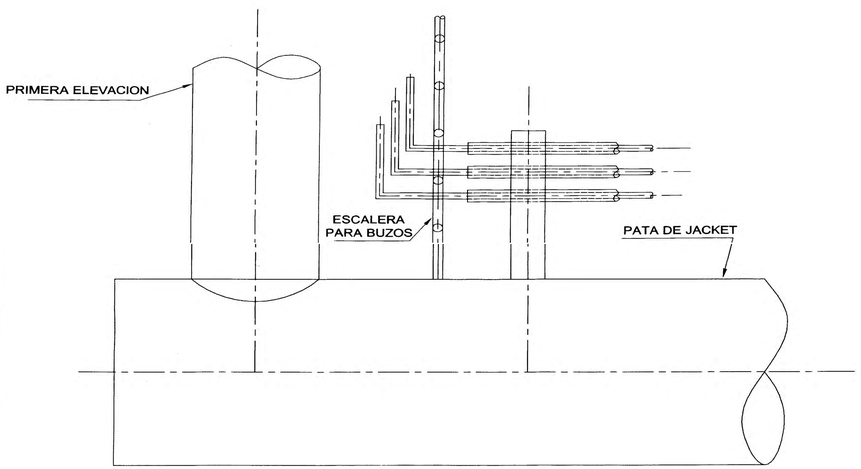


DETALLE Nº 3

S.E.

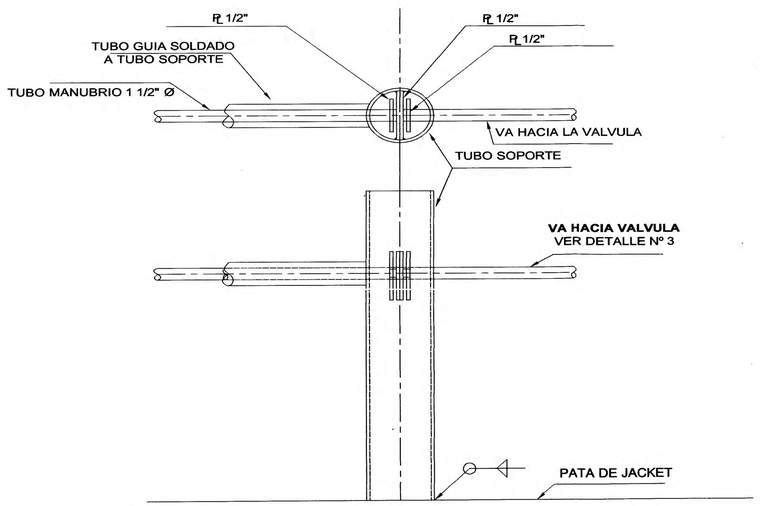
DETALLE Nº 4

3/4" =1'-0"



DETALLE Nº 1

3/4" =1'-0"



DETALLE Nº 2

S.E.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

FACULTAD DE INGENIERIA MECÁNICA

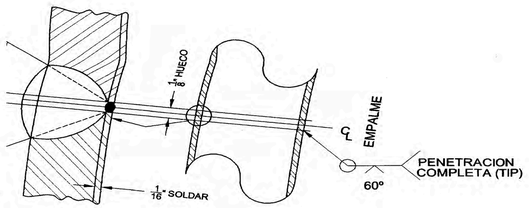
TEMA:

CONSTRUCCIÓN DE PLATAFORMA DE 314' DE PROFUNDIDAD DE AGUA

SISTEMA DE INUNDACION DE JACKET DE PLAT.

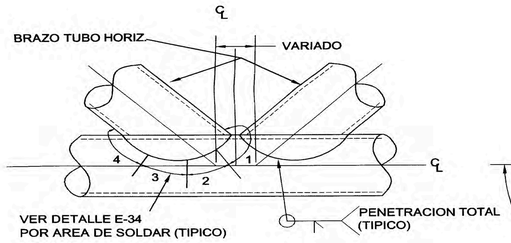
314' NIVEL PROMEDIO DE AGUA

UBICACION:	DISEÑO:	DIBUJO:
PIURA	WILFREDO MONTENEGRO QUEVEDO	WILFREDO MONTENEGRO QUEVEDO
ASESOR:	**FECHA:**	**ESCALA:**	**PLANO:**
ING. JORGE ZAVALETA	21-SET-2003	INDICADA	D - 496

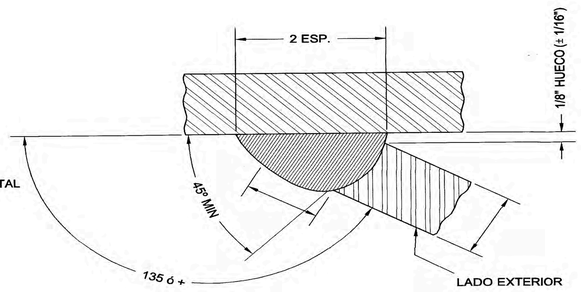


ME TIPICO PARA TUBOS DE IGUAL ESPESOR

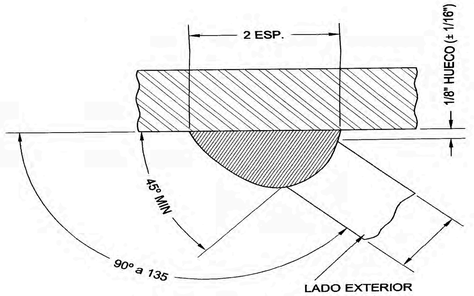
DETALLE A-34
SIN ESCALA



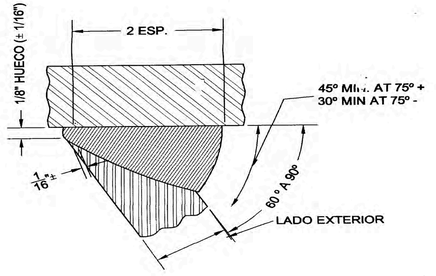
DETALLE D-34
SIN ESCALA



CONEXION DE 135° + EXTERIOR
AREA 1



CONEXION DE 90° A 135° + EXTERIOR
AREA 2



CONEXION DE 60° A 90° + EXTERIOR
AREA 3

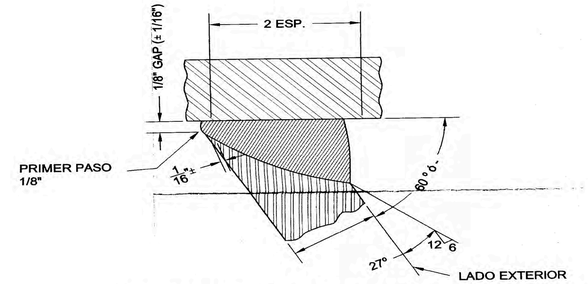
CONTORNOS TIPICOS PARA CONEXIONES DE TUBOS

1.) ESTOS DETALLES SE APLICARAN A TODAS LAS INTERSECCIONES DE TUBERIA ESTRUCTURAL.

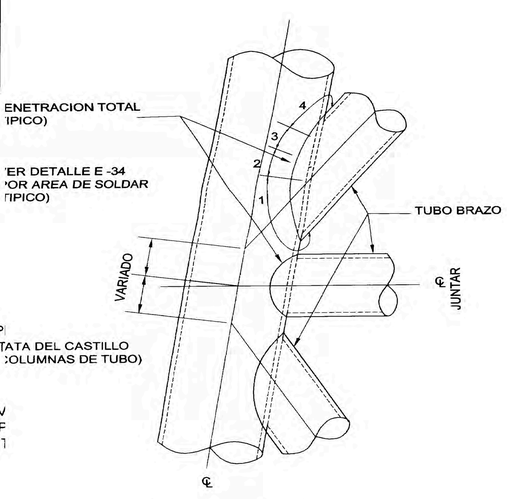
2.) LAS SOLDADURAS SERAN HECHAS CON UNIFORMIDAD

3.) TODAS LAS SOLDADURAS SERAN CON PENETRACION COMPLETA 100 %

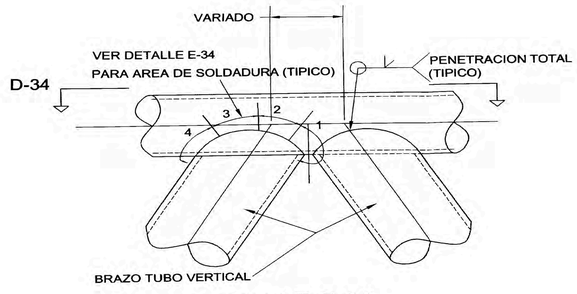
DETALLE E-34



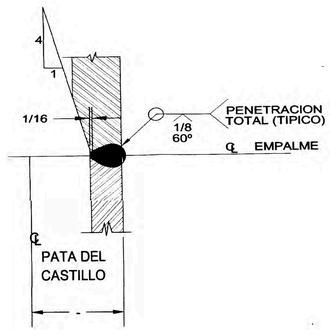
CONEXION DE MENOS DE60° (ANG. EXTERIOR)
AREA 4



DETALLE B-34
SIN ESCALA

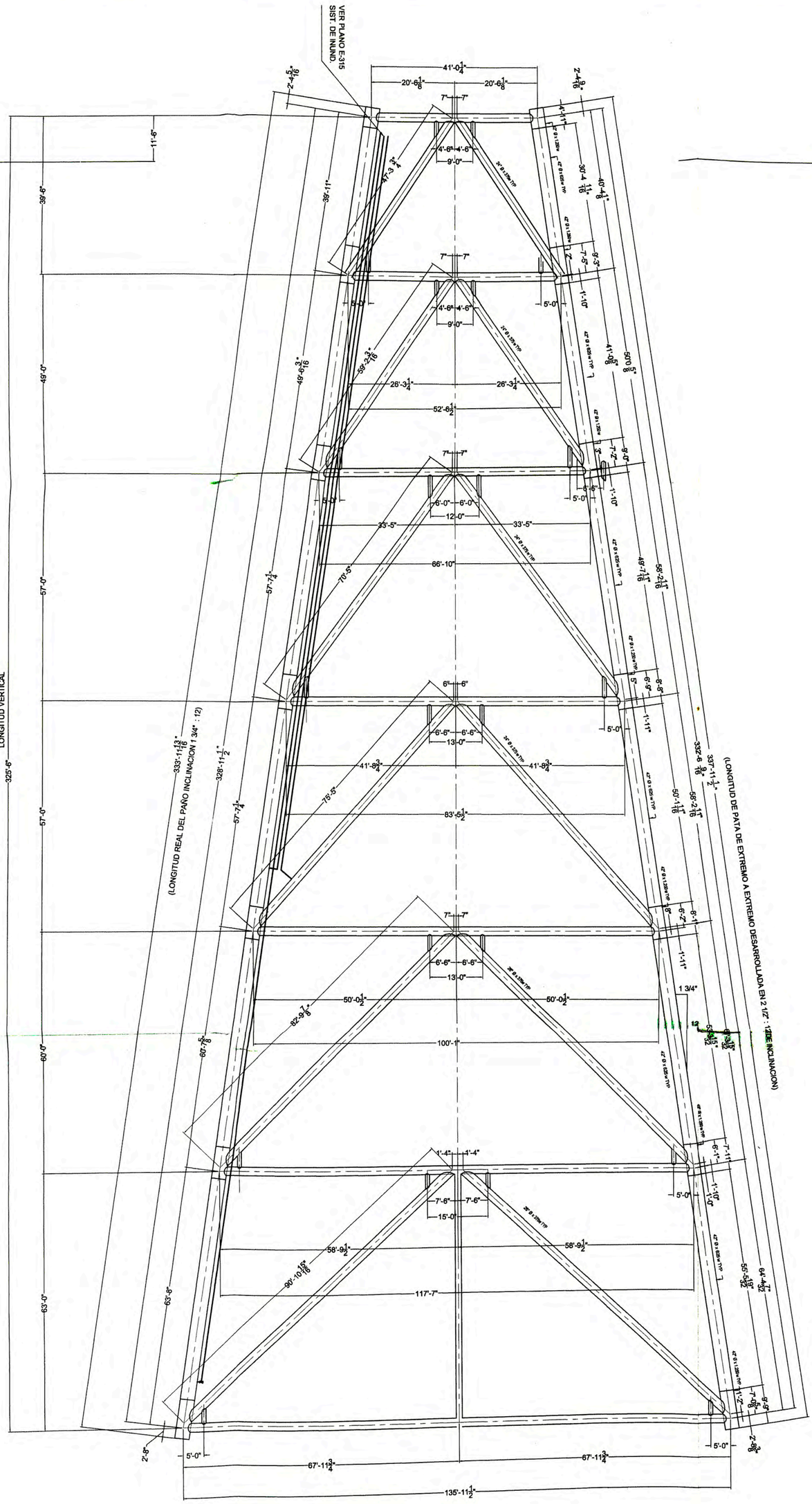


DETALLE C-34
SIN ESCALA



DETALLE F-34
ESPESORES DISTINTOS
SIN ESCALA

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA **FACULTAD DE INGENERIA MECÁNICA**			
TEMA: **CONSTRUCCIÓN DE PLATAFORMA DE 314' DE PROFUNIDAD DE AGUA**			
STANDARD DE SOLDADURA DE TUBOS DE CASTILLO			
UBICACION: PIURA	DISEÑO: WILFREDO MONTENEGRO QUEVEDO	DIBUJO: WILFREDO MONTENEG QUEVEDO	
ASESOR: ING. JORGE ZAVALETA	FECHA: 21-SET-2003	ESCALA: SIN ESCALA	PLANO: D - 497



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA MECÁNICA

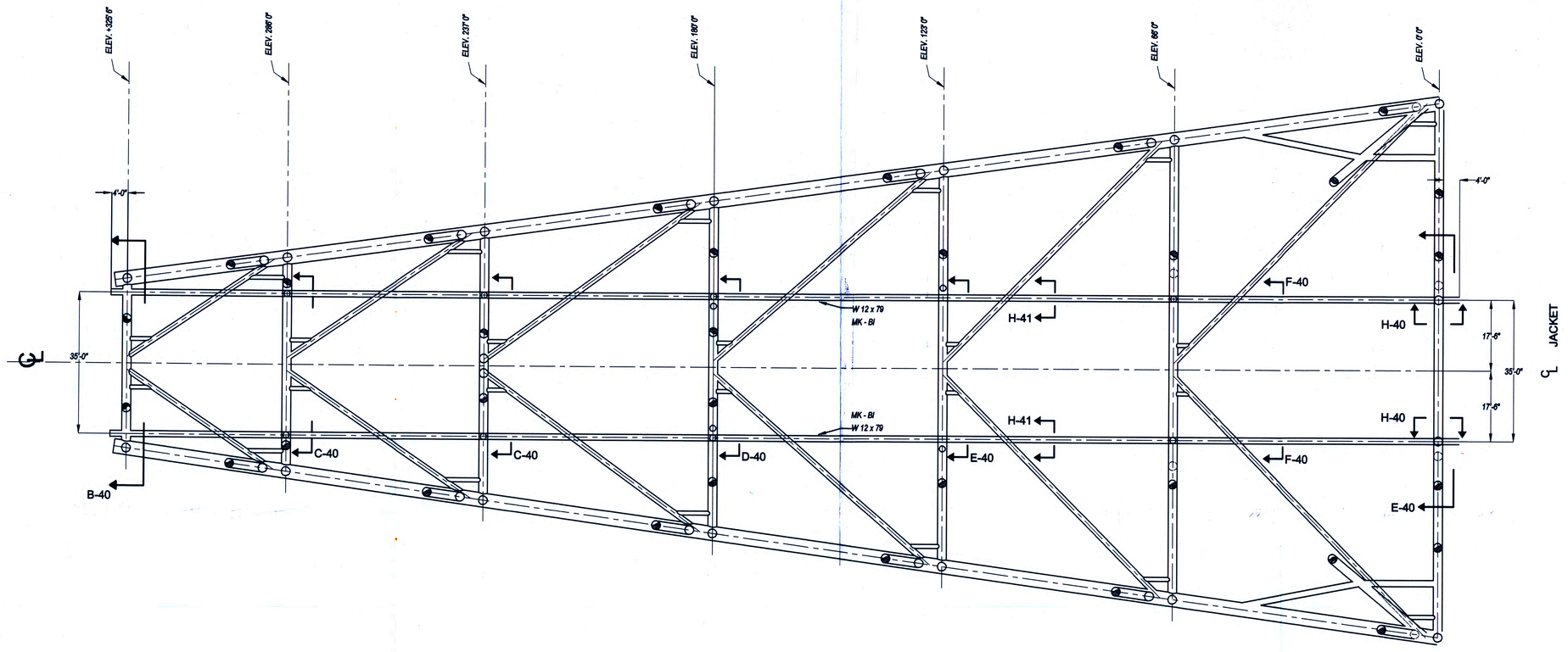
TEMA: **CONSTRUCCIÓN DE PLATAFORMA DE 314' DE PROFUNDIDAD DE AGUA**

JACKET PLATAFORMA

314' PROFUNDIDAD PROM. DE AGUA

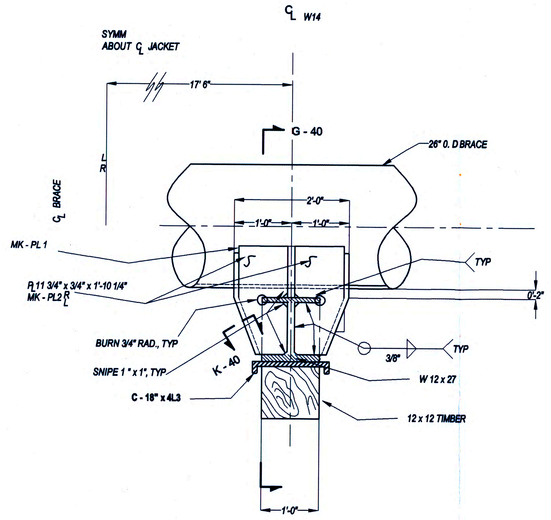
UBICACION:	DISEÑO:	DIBUJO:
PIURA	WILFREDO MONTENEGRO QUEVEDO	WILFREDO MONTENEGRO QUEVEDO

ASESOR:	FECHA:	ESCALA:	PLANO:
ING. JORGE ZAVALETA	21-SET-2003	1/16" = 1'-0"	E - 341



SKY BEAMS AT LAUNCH FACE
FRAMING PLAN A - 40

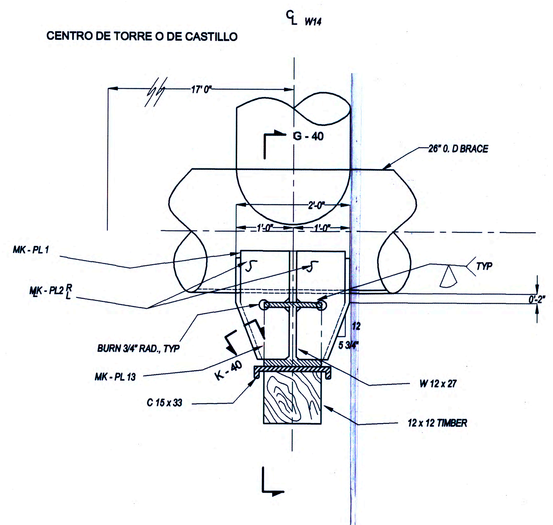
SCALE: 1/16" = 1'-0"



(EL. + 316' - 6")

DETAIL B - 40

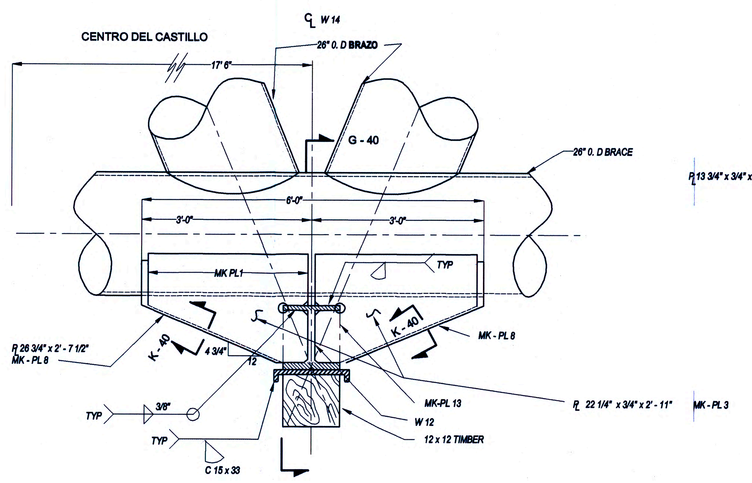
ESC. : 3/4" = 1' - 0"



(EL. + 277' - 0" ℄ + 228' - 0")

DETAIL C - 40

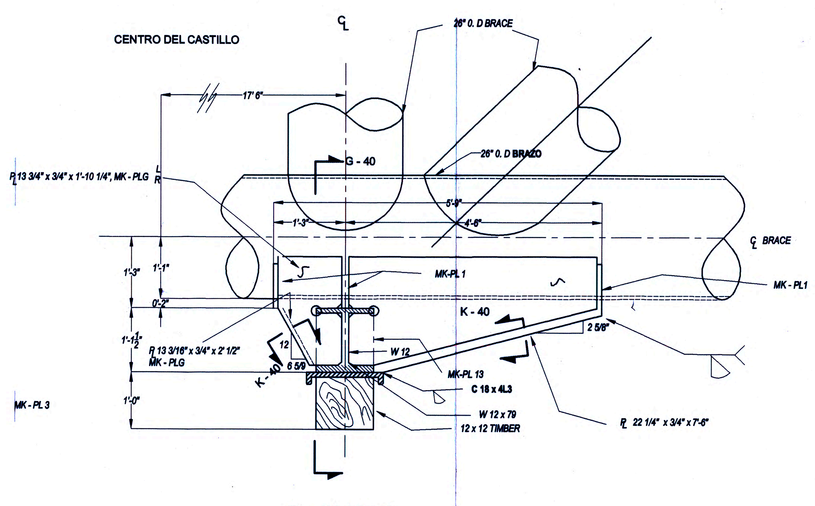
ESC. : 3/4" = 1' - 0"



(EL. + 171' - 0")

DETAIL D - 40

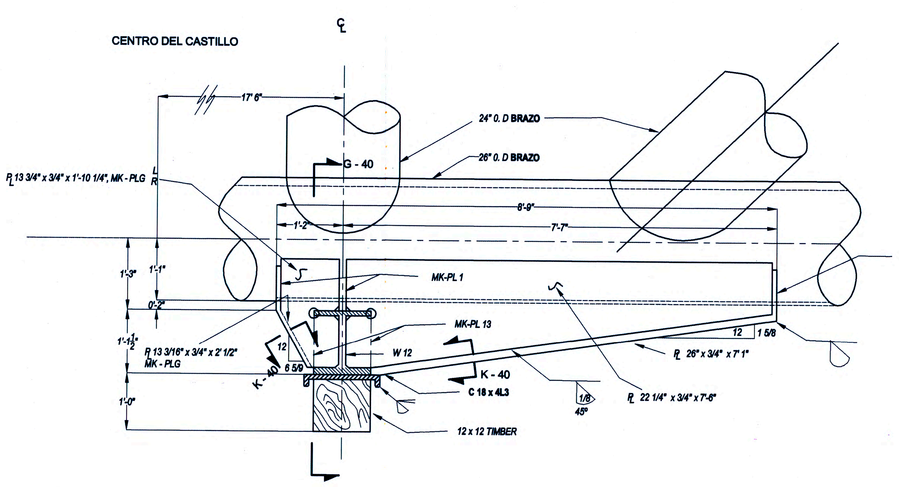
ESCALA : 3/4" = 1' - 0"



(EL. + 114' - 0" & 0' - 0")

DETAIL E - 40

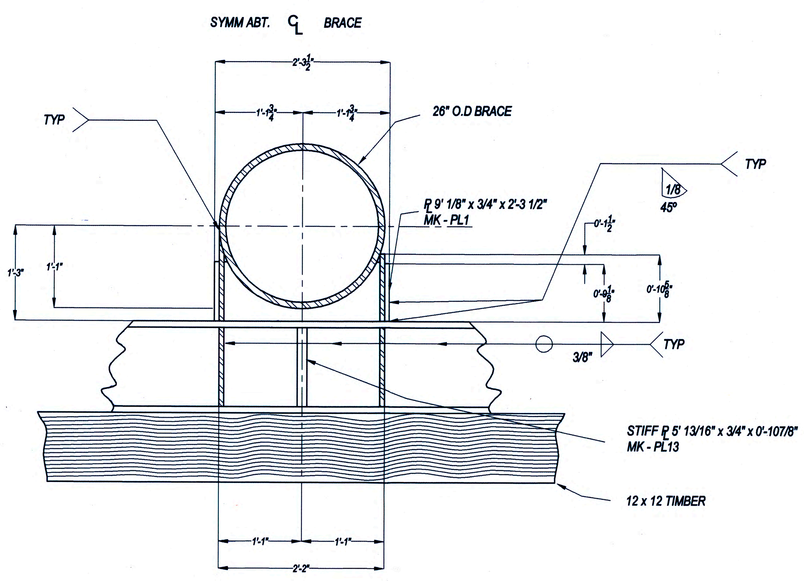
SCALA : 3/4" = 1' - 0"



(EL. + 57' - 0")

F - 40

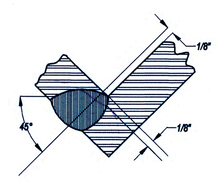
ESC. : 3/4" = 1' - 0"



(EL. + 57' - 0")

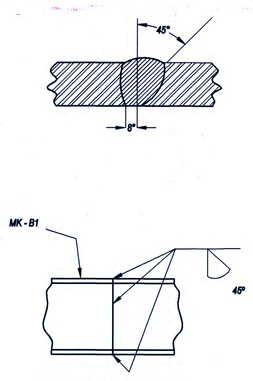
SECTION G-40

ESC. : 1" = 1' - 0"



DETAIL K - 40

SIN ESCALA



TIPICO UNION DE CARAS DE VIGA

DETAIL J - 40)

SCALA : 1" = 1' - 0"

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA MECÁNICA

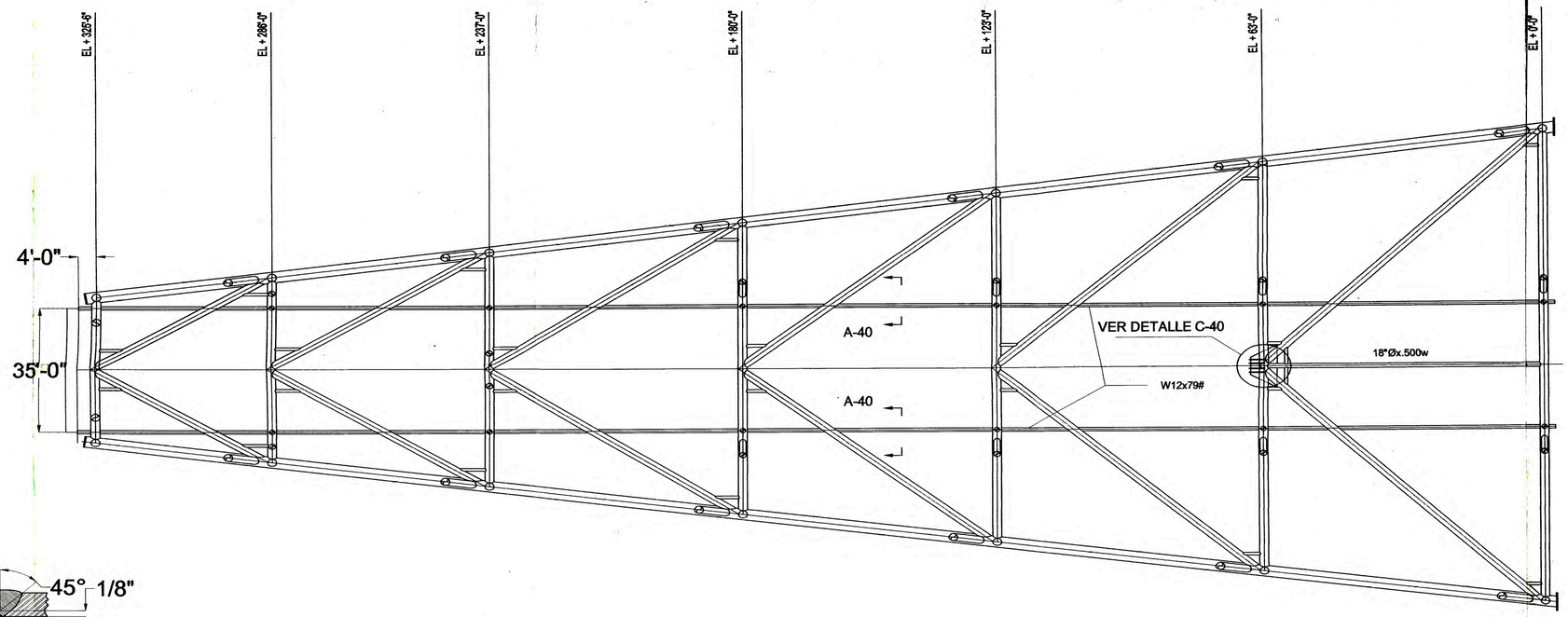
TEMA:

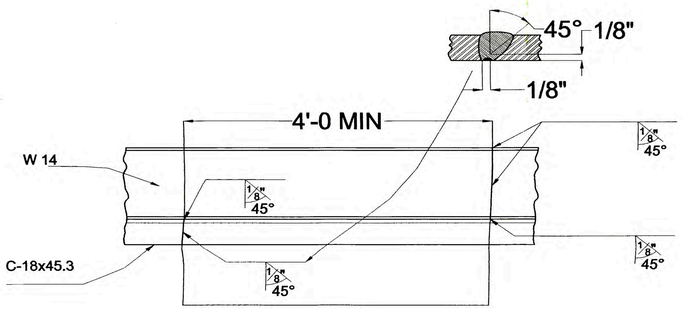
CONSTRUCCIÓN DE PLATAFORMA DE 314' DE PROFUNDIDAD DE AGUA

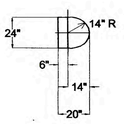
SKID DE PLATAFORMA

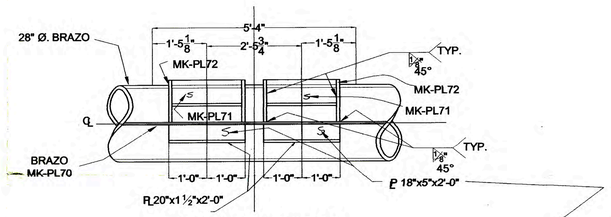
314' PIES DE AGUA

UBICACION:	DISEÑO:	DIBUJO:
PIURA	WILFREDO MONTENEGRO QUEVEDO	WILFREDO MONTENEGRO QUEVEDO
ASESOR:	FECHA:	ESCALA:	PLANO:
ING. JORGE ZAVALETA	21-SET-2003	INDICADA	E - 343

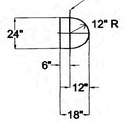


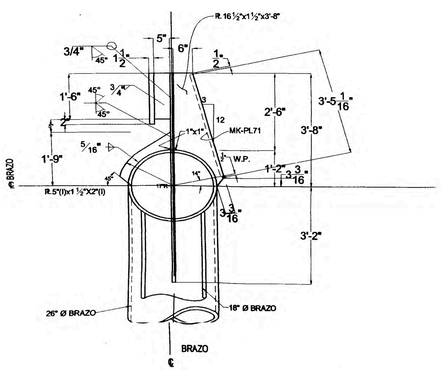




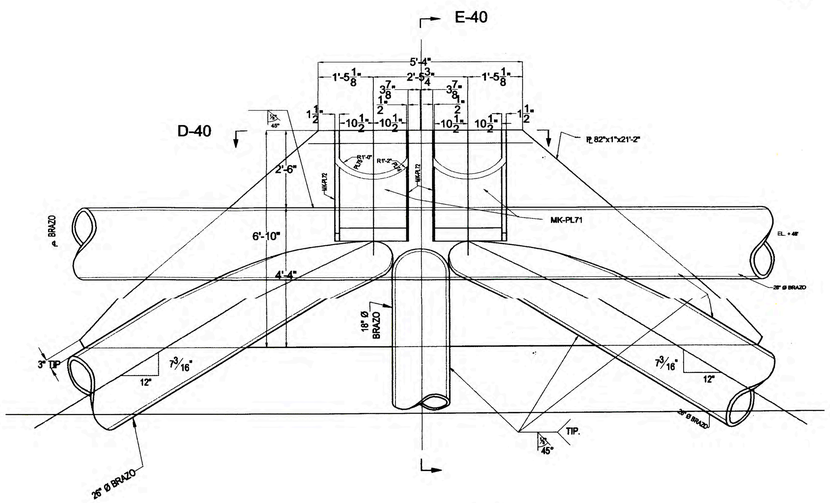


VISTA DE PLANTA D-40

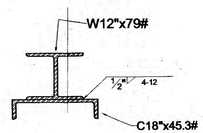




DETALLE E-40



DETALLE C-40



CANAL TIPICO PARA CONEXION DE VIGA
ENTRE BRAZOS SOPORTES

SECCION A-40

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA MECÁNICA

TEMA:

CONSTRUCCIÓN DE PLATAFORMA DE 314' DE PROFUNDIDAD DE AGUA

SOPORTE DE LANZAMIENTO DEL CASTILLO

UBICACION:	DISEÑO:
PIURA	WILFREDO MONTENEGRO QUEVEDO
ASESOR:	FECHA:
ING. JORGE ZAVALETA	21-SET-2003