



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA

**ANÁLISIS ESTÁTICO BAJO CONDICIONES DE
OPERACIÓN Y TORMENTA DE LA PLATAFORMA
DE PERFORACIÓN PP-AYATSIL-D**

T E S I S

QUE PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE:

INGENIERO CIVIL

INGENIERÍA CIVIL – ESTRUCTURAS

P R E S E N T A :

JOSÉ LUIS GARNICA GARCÍA

TUTOR:

M.I. FERNANDO MONROY MIRANDA

2015





UNIVERSIDAD NACIONAL
AVENIDA DE
MEXICO

Señor
JOSÉ LUIS GARNICA GARCÍA
Presente

DIVISIÓN DE INGENIERÍAS CIVIL Y GEOMÁTICA
COMITÉ DE TITULACIÓN
FING/DICyG/SEAC/UTIT/031/15

En atención a su solicitud me es grato hacer de su conocimiento el tema que propuso el profesor M.I. FERNANDO MONROY MIRANDA, que aprobó este Comité, para que lo desarrolle usted como tesis de su examen profesional de INGENIERO CIVIL.

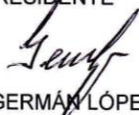
"ANÁLISIS ESTÁTICO BAJO CONDICIONES DE OPERACIÓN Y TORMENTA DE LA PLATAFORMA DE PERFORACIÓN PP-AYATSIL-D"

- INTRODUCCIÓN
- I. ANTECEDENTES
- II. BASES DE DISEÑO
- III. CONSIDERACIONES DEL ANÁLISIS
- IV. MODELO ESTRUCTURAL
- V. CARGAS CONSIDERADAS
- VI. ARCHIVOS DE ENTRADA
- VII. ANÁLISIS DE RESULTADOS
- VIII. CONCLUSIONES

Ruego a usted cumplir con la disposición de la Dirección General de la Administración Escolar en el sentido de que se imprima en lugar visible de cada ejemplar de la tesis el Título de ésta.

Asimismo le recuerdo que la Ley de Profesiones estipula que deberá prestar servicio social durante un tiempo mínimo de seis meses como requisito para sustentar Examen Profesional.

Atentamente
"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"
Cd. Universitaria a 12 de mayo del 2015.
EL PRESIDENTE


M.I. GERMÁN LÓPEZ RINCÓN

GLR/MTH*gar.

AGRADECIMIENTOS

A mi madre, ***Marta García Vargas***: La persona mas importante en mi vida, la cual con su infinito apoyo y paciencia ha logrado hacer de mí un hombre que enfrenta la vida, por su fuente inagotable de amor y cariño. Gracias por todo tu esfuerzo.

A mi familia por darme todo su apoyo y quererme sobre todas las cosas.

Al M.I. Fernando Monroy Miranda, por la dirección de este trabajo de tesis, ya que sin su ayuda no hubiera sido posible cumplir este gran sueño.

A mis sinodales: M.I. Hugo Sergio Haaz Mora, Ing. Heriberto Esquivel Castellanos, M.I. Guillermo Mancilla Urrea y M.I. Rodrigo Takashi Sepulveda Hirose, quienes con sus comentarios y aportaciones hicieron posible el enriquecimiento de este trabajo.

A mis amigos que me apoyaron, me alentaron y que han estado conmigo en cada una de las etapas de mi vida, les deseo un éxito enorme, que se que lo tendrán.

A la Ingeniera Inocencia Vanessa Sanchez García por todo el apoyo brindado, los consejos y regaños para la elaboración de esta tesis.

A la **Facultad de Ingeniería** de la **Universidad Nacional Autónoma de México** por la formación que recibí en la carrera.

Al Ing. José Luis Yañez por abrirme las puertas de CPI, al Ing. José Luis García Guzman por la enseñanza y los consejos, a los Ingenieros Irving García Lopez, Yadira Figueroa, Gustavo Tapia, Diego y Marco Dorado, Daniel y David Rodriguez y Cesar Raya por el material proporcionado así como sus consejos.

Gracias a todas las personas que de alguna u otra manera hicieron posible la realización de este trabajo.

Finalmente y en especial agradezco al Ing. Victor Manuel Valdes por brindarme la oportunidad de entrar a escuchar su clase y encaminarme a un área tan apasionante como lo es la ingeniería civil costa afuera.

RESUMEN

El diseño y análisis estructural de plataformas marinas fijas del tipo aligeradas con tirantes mayores a los 100 m no se encuentran contempladas en ninguna normatividad Mexicana. La norma de referencia con la que se diseña y analiza las plataformas marinas en Mexico NRF-003-PEMEX-2007: “Diseño y Evaluación de Plataformas Marinas en el Golfo de México solamente cubre tirantes hasta los 100 m y expresamente menciona que no es aplicable a plataformas marinas del tipo aligeradas. En el presente trabajo se propone los parámetros para el diseño de este tipo de estructuras con tirantes mayores a los indicado en la norma de referencia, aplicando los parámetros metaoceánicos obtenidos de estudios recientes ya que se carece de un banco de información en la zona de estudio. Se presenta el desarrollo conceptual de la plataforma considerando los aspectos fundamentales de diseño, las condiciones de producción, construcción y mantenimiento de este tipo de estructuras. En base a estos parámetros de diseño, la plataforma cuenta con la resistencia y rigidez requerida para las condiciones de operación y tormenta. Finalmente se propone que se modifique la norma de referencia existente o la creación de una nueva que abarque todos los puntos que dicha norma carece.

ÍNDICE

RESUMEN	VII
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO 1	3
ANTECEDENTES	3
1.1. JUSTIFICACIÓN	3
1.2. OBJETIVO.....	3
1.3. ALCANCE.....	3
1.4. MARCO TEÓRICO.....	4
1.5. METODOLOGÍA	5
CAPÍTULO 2	7
BASES DE DISEÑO.....	7
2.1. LOCALIZACIÓN	7
2.2. CATEGORIZACIÓN DE LA PLATAFORMA.....	7
2.3. ESTRUCTURACIÓN DE LA PLATAFORMA	8
2.3.1. Cimentación	8
2.3.2. Subestructura.....	9
2.3.3. Superestructura.....	9
2.3.4. Accesorios Estructurales	11
2.4. UNIDADES	12
2.5. MATERIALES CONSIDERADOS.....	12
2.5.1. Acero	12
2.5.2. Agua de mar	14
2.5.3. Crecimiento marino.....	14
2.6. ANÁLISIS ESTRUCTURAL.....	15
2.7. ANÁLISIS EN SITIO ESTÁTICO.....	16
2.7.1. Modelo Estructural	16
2.7.2. Cargas.....	17
2.7.2.1. <i>Cargas gravitacionales</i>	18
2.7.2.2. <i>Cargas vivas</i>	18
2.7.2.3. <i>Cargas debidas al crecimiento marino</i>	18
2.7.2.4. <i>Cargas ambientales</i>	19
2.7.2.5. <i>Fuerzas generadas por viento</i>	19
2.7.2.6. <i>Cargas accidentales</i>	20
2.7.2.7. <i>Parámetros hidrodinámicos adicionales</i>	20
2.7.2.8. <i>Combinaciones de cargas</i>	21
2.8. MECÁNICA DE SUELOS	26
2.9. CRITERIOS DE DISEÑO	30
2.9.1. Esfuerzos a tensión axial.....	31
2.9.2. Esfuerzos por compresión axial	31
2.9.3. Esfuerzos por flexión	32

2.9.4. Esfuerzo cortante	33
2.9.5. Diseño por colapso hidrostático	33
2.9.6. Esfuerzos por flexo-compresión.....	33
2.9.7. Esfuerzos de compresión axial y presión hidrostática	34
2.9.8. Juntas tubulares	34
2.10. PROTECCIÓN MECÁNICA Y CATÓDICA.....	36
2.10.1. Zona de oleaje	36
2.10.2. Zona atmosférica	37
CAPÍTULO 3.....	39
CONSIDERACIONES DEL ANÁLISIS.....	39
3.1. PROCEDIMIENTO DEL ANÁLISIS ESTRUCTURAL “EN SITIO ESTÁTICO”.	39
3.1.1. Diseño preliminar	39
3.1.2. Integración del modelo geométrico.....	39
3.1.3. Aplicación de cargas al modelo	39
3.1.4. Modelación de la interacción suelo - pilote	40
3.1.5. Análisis Estructural	40
3.2. ASPECTOS PARTICULARES DE LA MODELACIÓN	40
3.2.1. Áreas de arrastre de ánodos.....	40
3.2.2. Volúmenes sumergidos de ánodos	40
3.2.3. Coeficientes de arrastre (Cd) e Inercia (Cm)	41
3.2.4. Coeficientes de cinemática de ola	41
3.2.5. Crecimiento marino.....	41
3.2.6. Modificación de propiedades de grupos de elementos.....	41
3.2.7. Elementos inundados.....	41
3.2.8. Factores de bloqueo de corriente.....	41
3.2.9. Opciones para el análisis	41
3.2.10. Colapso hidrostático	41
3.2.11. Áreas de pantalla para viento	41
3.2.12. Combinaciones de cargas	42
3.2.13. Condiciones especiales.....	42
3.3. REVISIÓN DE JUNTAS TUBULARES	42
3.4. GENERALIDADES	42
CAPÍTULO 4.....	45
MODELO ESTRUCTURAL.....	45
4.1. IDENTIFICACIÓN DE NODOS	46
4.2. GRUPOS DE ELEMENTOS.....	62
4.3. PROPIEDADES DE GRUPOS DE ELEMENTOS	77

CAPÍTULO 5	83
CARGAS CONSIDERADAS	83
5.1. CARGAS BÁSICAS.....	83
5.2. PARÁMETROS.....	97
5.2.1. Algoritmo para el cálculo de las alturas de ola de diseño y última.....	98
5.2.1.1. <i>Evaluación de la cubierta inferior</i>	103
5.2.1.2. <i>Elevación de la cubierta inferior mínima por seguridad</i>	103
5.2.1.3. <i>Estudio de riesgo de la elevación de cubierta</i>	104
5.2.1.4. <i>Elevación de la cubierta para los primeros cálculos estructurales</i>	104
5.3. PARÁMETROS AMBIENTALES.....	104
5.3.1. Parámetros metaoceánicos de Oceanweather.....	104
5.3.2. Altura de ola máxima	106
5.3.3. Determinación de teoría de oleaje y elevación de cubierta.....	106
5.3.3.1. <i>Determinación de teoría de oleaje (Operación)</i>	107
5.3.3.2. <i>Determinación de teoría de oleaje (Tormenta)</i>	110
5.4. PARÁMETROS HIDRODINÁMICOS	113
5.5. COMBINACIONES DE CARGA	113
5.6. CARGAS LATERALES.....	122
CAPÍTULO 6.....	125
ARCHIVOS DE ENTRADA	125
6.1. MODELO ESTRUCTURAL.....	125
6.2. CIMENTACIÓN.....	137
CAPÍTULO 7	141
ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	141
7.1. RESUMEN DE CARGAS	142
7.2. DESPLAZAMIENTOS NODALES.....	143
7.3. RELACIONES DE ESFUERZO EN ELEMENTOS	146
7.4. REVISIÓN DE JUNTAS.....	150
7.4.1. Previsión por Punzonamiento (Punching Shear) y Resistencia	150
7.5. REVISIÓN POR COLAPSO HIDROSTÁTICO.....	153
7.6. REVISIÓN DE PILOTES.....	158
7.6.1. Revisión de esfuerzos.....	158
7.6.2. Revisión de desplazamientos	163
7.6.3. Revisión por carga axial.....	166
CAPÍTULO 8.....	169
CONCLUSIONES	169

ANEXOS	173
PLANOS.....	173
REFERENCIAS	199

TABLAS

- 2.1. Localización de la Plataforma Ayatsil-D.
 - 2.2. Tipos de acero.
 - 2.3. Crecimiento marino.
 - 2.4. Cargas Vivas.
 - 2.5. Datos meteorológicos y oceanográficos en operación.
 - 2.6. Datos meteorológicos y oceanográficos en tormenta.
 - 2.7. Factores de contingencia para Fase de Diseño en Sitio.
 - 2.8. Cargas básicas y combinaciones en operación.
 - 2.9. Cargas básicas y combinaciones en tormenta.
 - 2.10. Estratigrafía del Sitio.
 - 2.11. Valores para Qu.
 - 2.12. Valores para C1, C2 y C3.
-
- 5.1. Cargas básicas.
 - 5.2. Cargas básicas ambientales.
 - 5.3. Coeficientes de arrastre máximos para fuerzas de oleaje y corriente sobre cubierta.
 - 5.4. Factores γ que afectan a H100 para obtener la HU de la NRF-003-PEMEX-2007.
 - 5.5. Parámetros meteoceánicos de Oceanweather.
 - 5.6. Parámetros meteoceánicos de Luna et al. (2011).
 - 5.7. Parámetros meteoceánicos de Luna et al. (2011) alturas de ola máxima.
 - 5.8. Datos Meteorológicos y Oceanográficos en Operación.
 - 5.9. Datos Meteorológicos y Oceanográficos en Tormenta.
 - 5.10. Cargas básicas y combinaciones en Operación, posición 1 torre de perforación.
 - 5.11. Cargas básicas y combinaciones en Operación, posición 2 torre de perforación.
 - 5.12. Cargas básicas y combinaciones en Tormenta, posición 1 torre de perforación.
 - 5.13. Cargas básicas y combinaciones en Tormenta, posición 2 torre de perforación.
 - 5.14. Pantallas de viento en dirección “+X”.
 - 5.15. Pantallas de viento en dirección “+Y”.
 - 5.16. Pantallas de viento en dirección “-X”.
 - 5.17. Pantallas de viento en dirección “-Y”.
-
- 7.1. Desplazamientos laterales máximos.
 - 7.2. Factor de seguridad de los pilotes de la plataforma Ayatsil-D.

FIGURAS

- 1.1. Tormenta en Plataforma Marina.
-
- 2.1. Esquema de desarrollo de la Plataforma Ayatsil-D.
 - 2.2. Guías para pilotes tipo faldón.
 - 2.3. Subestructura (Jacket) de Ayatsil-D.
 - 2.4. Superestructura (Deck) de Ayatsil-D.
 - 2.5. Placa Base en la Subestructura.
 - 2.6. Vista vertical de una plataforma en sus diferentes secciones de acero.
 - 2.7. Secciones de acero en una conexión Subestructura con Pilote Faldón.
 - 2.8. Crecimiento marino en los arriostramientos.
 - 2.9. Diseño de Plataformas Marinas.

- 2.10. Isométrico de la Plataformas Ayatsil-D.
 - 2.11. Incidencias de cargas ambientales.
 - 2.12. Parámetros de resistencia del sitio.
 - 2.13. Peso volumétrico del sitio.
 - 2.14. Datos P-Y.
 - 2.15. Capacidad de carga axial ultima de pilote.
-
- 4.1. Modelo tridimensional PP-Ayatsil-D.
 - 4.2. Nodos en marco longitudinal Eje A, superestructura.
 - 4.3. Nodos en marco longitudinal Eje B, superestructura.
 - 4.4. Nodos en marco transversal Eje 1, superestructura.
 - 4.5. Nodos en marco transversal Eje 2, superestructura.
 - 4.6. Nodos en marco transversal Eje 3, superestructura.
 - 4.7. Nodos en marco transversal Eje 4, superestructura.
 - 4.8. Nodos en Cubierta Superior Elev. (+) 27.145 m, superestructura.
 - 4.9. Nodos en Cubierta Principal Elev. (+) 19.100 m, superestructura.
 - 4.10. Nodos en marco longitudinal Eje A, subestructura.
 - 4.11. Nodos en marco longitudinal Eje B, subestructura.
 - 4.12. Nodos en marco transversal Eje 1, subestructura.
 - 4.13. Nodos en marco transversal Eje 2, subestructura.
 - 4.14. Nodos en marco transversal Eje 3, subestructura.
 - 4.15. Nodos en marco transversal Eje 4, subestructura.
 - 4.16. Nodos en Elev. (+) 6.096 m, subestructura.
 - 4.17. Nodos en Elev. (-) 12.192 m, subestructura.
 - 4.18. Nodos en Elev. (-) 36.271 m, subestructura.
 - 4.19. Nodos en Elev. (-) 63.093 m, subestructura.
 - 4.20. Nodos en Elev. (-) 84.950 m, subestructura.
 - 4.21. Nodos en Elev. (-) 102.234 m, subestructura.
 - 4.22. Nodos en Elev. (-) 115.950 m, subestructura.
 - 4.23. Nodos en Conductores.
 - 4.24. Nodos en Guías de pilote faldón.
 - 4.25. Grupos en marco longitudinal Eje A, superestructura.
 - 4.26. Grupos en marco longitudinal Eje B, superestructura.
 - 4.27. Grupos en marco transversal Eje 1, superestructura.
 - 4.28. Grupos en marco transversal Eje 2, superestructura.
 - 4.29. Grupos en marco transversal Eje 3, superestructura.
 - 4.30. Grupos en marco transversal Eje 4, superestructura.
 - 4.31. Grupos en Cubierta Superior Elev. (+) 27.145 m, superestructura.
 - 4.32. Grupos en Cubierta Principal Elev. (+) 19.100 m, superestructura.
 - 4.33. Grupos en marco longitudinal Eje A, subestructura.
 - 4.34. Grupos en marco longitudinal Eje B, subestructura.
 - 4.35. Grupos en marco transversal Eje 1, subestructura.
 - 4.36. Grupos en marco transversal Eje 2, subestructura.
 - 4.37. Grupos en marco transversal Eje 3, subestructura.
 - 4.38. Grupos en marco transversal Eje 4, subestructura.
 - 4.39. Grupos en Elev. (+) 6.096 m, subestructura.
 - 4.40. Grupos en Elev. (-) 12.192 m, subestructura.
 - 4.41. Grupos en Elev. (-) 36.271 m, subestructura.
 - 4.42. Grupos en Elev. (-) 63.093 m, subestructura.
 - 4.43. Grupos en Elev. (-) 84.950 m, subestructura.

- 4.44. Grupos en Elev. (-) 102.234 m, subestructura.
- 4.45. Grupos en Elev. (-) 115.950 m, subestructura.
- 4.46. Grupos en Conductores.
- 4.47. Grupos en Guías de pilote faldón.

- 5.1. Peso propio.
- 5.2. Peso de los accesorios.
- 5.3. Carga muerta en cubierta inferior.
- 5.4. Carga muerta en cubierta superior.
- 5.5. Carga muerta en subnivel.
- 5.6. Carga viva en cubierta inferior.
- 5.7. Carga viva en cubierta superior.
- 5.8. Carga viva en subnivel.
- 5.9. Carga de equipos en cubierta inferior.
- 5.10. Carga de equipos en cubierta superior (equipo de perforación).
- 5.11. Carga de gancho y tubería, posición 1.
- 5.12. Carga de gancho y tubería, posición 2.
- 5.13. Carga de modulo habitacional (Operación).
- 5.14. Carga de modulo habitacional (Tormenta).
- 5.15. Carga de tuberías en cubierta inferior.
- 5.16. Carga de tuberías en cubierta superior.
- 5.17. Carga de tuberías en subnivel.
- 5.18. Carga de equipo en subnivel.
- 5.19. Acción del viento en la dirección 0° de la Plataforma.
- 5.20. Cargas oceanográficas en Operación (incidencia 0°).
- 5.21. Cargas oceanográficas en Tormenta (incidencia 0°).
- 5.22. Direcciones de incidencia de cargas ambientales.
- 5.23. Gráfica ilustrativa de la variación de Cd.
- 5.24. Curva Fuerza – Desplazamiento lateral en un análisis incremental de carga.
- 5.25. Cálculo del periodo aparente para condiciones de Operación.
- 5.26. Obtención de la Teoría de oleaje, para el cálculo de fuerzas en condiciones de Operación.
- 5.27. Cálculo del periodo aparente para condiciones de Tormenta.
- 5.28. Obtención de la Teoría de oleaje, para el cálculo de fuerzas en condiciones de Tormenta.
- 5.29. Factor de bloqueo propuesto por la NRF-003-PEMEX-2007.

- 7.1. Desplazamientos máximos globales en la condición de Tormenta a 270° posición 2 de la torre de perforación.
- 7.2. Desplazamientos máximos globales en la condición de Tormenta a 300° posición 2 de la torre de perforación.
- 7.3. Desplazamientos máximos globales en la condición de Tormenta a 330° posición 2 de la torre de perforación.
- 7.4. Relaciones de Esfuerzos (Unity Check) Máximas en Superestructura.
- 7.5. Relaciones de Esfuerzos (Unity Check) máximas en cubierta superior Elev. (+) 27.765.
- 7.6. Relaciones de Esfuerzos (Unity Check) máximas en cubierta Inferior Elev. (+) 19.100.
- 7.7. Relaciones de Esfuerzos (Unity Check) máximas en subestructura.
- 7.8. Relaciones de Esfuerzos (Unity Check) máximas en subestructura, marco A.
- 7.9. Relaciones de Esfuerzos (Unity Check) máximas en subestructura, marco B.
- 7.10. Relaciones de esfuerzos máximos en los pilotes tipo faldón.
- 7.11. Gráfica de relaciones de esfuerzos (Unity Check) máximos en Pilotes de 72"Ø Grupo PLA.
- 7.12. Gráfica de relaciones de esfuerzos (Unity Check) máximos en Pilotes de 72"Ø Grupo PLB.

- 7.13. Envolvente de desplazamientos laterales en pilotes de 72"Ø Grupo PLA.
- 7.14. Envolvente de desplazamientos laterales en pilotes de 72"Ø Grupo PLB.
- 7.15. Localización de los pilotes tipo faldón.
- 7.16. Capacidad de carga axial pilotes de 72" Ø.

INTRODUCCIÓN

Pemex es la empresa número uno del mundo en producción de crudos pesados en aguas someras (zona marina con profundidad de menos de 500 metros). Al estarse agotando el actual petróleo en aguas someras se ha visto la necesidad de modificar las acciones para explorar y explotar el petróleo en aguas medias y profundas. Al extenderse las actividades petroleras hacia aguas profundas, las fuerzas de la dinámica oceánica y sus propiedades actuando sobre las estructuras destinadas a la explotación de hidrocarburos, toman relevancia significativa, situación que nos obliga a conocer con mayor detalle las características y magnitudes de los estados del mar.

De acuerdo con sus estrategias de explotación Pemex desarrolla el siguiente proyecto: “Desarrollo de la ingeniería conceptual del Escenario 7D del Proyecto de Crudo Extrapesado Ayatsil-Tekel y desarrollo de la ingeniería básica de las Plataformas de Perforación Ayatsil-A, Ayatsil-B, Ayatsil-C, Ayatsil-D, PB-Ayatsil-A, ductos asociados, cable submarino y Plataforma Habitacional HA-AY-A, del Activo Ku-Maloob-Zaap”.

El proyecto considera necesario el desarrollo de infraestructura nueva, que incluye instalaciones y condiciones adecuadas para la producción y manejo del crudo extrapesado en el campo Ayatsil. Con el proyecto, Pemex planteó la construcción de cuatro plataformas de perforación, una plataforma de multiservicios producción-enlace, una plataforma habitacional, puentes, un trípode para quemador, trípodes de apoyo de puentes de interconexión y 13 ductos, en el campo Ayatsil, en tirantes de agua de entre 120 y 130 m.

Se realizó el diseño estructural-conceptual de las plataformas marinas fijas mencionadas, de lo que se concluyó que para tales tirantes de agua es conveniente el empleo de estructuras aligeradas cimentadas con pilotes faldón. Se trata de diseños conceptuales, porque en México no se han llegado a construir plataformas marinas fijas en tirantes mayores de 90 metros, aproximadamente; además, la norma de referencia de diseño de plataformas fijas en el Golfo de México (NRF-003-Pemex-2007) sólo cubre hasta los 100 metros de tirante de agua y expresamente menciona que no es aplicable a plataformas marinas aligeradas.

El proceso se inició con la plataforma de perforación, primero con las dimensiones requeridas por la operación, que incluye la posibilidad de manejar una cara vertical en la subestructura. Se estimó el número de pozos y se procedió a la estructuración. Se consideró la posibilidad de utilizar plataformas autoelevables (jackup) para la perforación de algunos pozos. Se evaluó tanto las capacidades y disponibilidad de jackups, que influye significativamente en la decisión del empleo de una cara vertical o no de la subestructura. Se encontró que las capacidades de jackups en el mundo estaban en los límites en cuanto a alcances en tirantes de agua, para poder dar servicio a estas plataformas, además de su limitada disponibilidad. Esta situación reforzó la idea de emplear caras inclinadas en la subestructura, que a su vez permite lograr una estructura más eficiente y estable, con menores costos.

Al final se definieron los diseños conceptuales, los que se verificaron con las condiciones de operación y tormenta y de resistencia última por oleaje, con los mejores estimados de la ingeniería básica disponible; además de los análisis dinámicos para determinar sus propiedades dinámicas básicas, como son sus periodos y formas modales. Se determinó la estructuración total, todos los elementos estructurales y sus secciones transversales, así como los pilotes faldón y la conexión o pile cluster que une los pilotes faldón con la subestructura a nivel de línea de lodos.

Por tratarse de estructuras no convencionales, las condiciones de verificación entre solicitaciones meteorológicas y oceanográficas de diseño y los factores de seguridad e índices de confiabilidad que deben cumplir los diseños conceptuales, se desarrollaron de manera paralela con el diseño conceptual de las plataformas. Las dos etapas partieron de cero y se desarrollaron simultáneamente en un esquema iterativo, para lograr el diseño conceptual de las plataformas y el establecimiento de los factores de seguridad y de los parámetros metaoceanicos de diseño. Se muestra, en este proyecto, un caso singular en que simultáneamente se genera un diseño conceptual y sus parámetros de diseño y factores de seguridad, como el factor de reserva de resistencia y el índice de confiabilidad.

El aporte a la industria de la construcción petrolera culminó en un grupo de diseños industriales, a nivel conceptual, y la generación de especificaciones de diseño entre solicitaciones y niveles de seguridad, con carácter normativo, útiles para el diseño definitivo de las plataformas marinas PP-Ayatsil-A, PP-Ayatsil-D, por parte de las compañías CARSO y COMMSA, a través del IMP, y de las PP-Ayatsil-B y PP-Ayatsil-C, por McDermott e ICA.

CAPÍTULO 1

ANTECEDENTES

1.1. JUSTIFICACIÓN

Este proyecto ha permitido por primera vez en Mexico afrontar el diseño de estructuras de las dimensiones para los tirantes de agua de 120-130 metros, ya que las estructuraciones son distintas a las empleadas hasta ahora en la parte mexicana del Golfo de México.

La justificación de este documento surge de la necesidad de modificar la norma de diseño y evaluación de plataformas marinas fijas en el Golfo de México. Los aportes a la norma son el nuevo sistema estructural, la posibilidad de construir en tirantes de aguas más profundos, los nuevos factores de seguridad e índices de confiabilidad; así como los nuevos parámetros metaoceánicos de diseño y el establecimiento de la elevación de la cubierta inferior de 19.100 metros, que sería constante para mayores tirantes.

La norma NRF-003-PEMEX-2007 es aplicable exclusivamente para el análisis, diseño y evaluación estructural de plataformas fijas de acero tipo “jacket” y plataformas aligeradas “mínimas” ubicadas en tirantes de aguas menores a 100 m situadas dentro de zonas establecidas.

Aunque el sitio AYATSIL queda dentro de la zona geográfica de la Sonda de Campeche indicada por la norma NRF-003-PEMEX-2007, hay dos aspectos que hacen que la norma mencionada no sea aplicable. El primer aspecto es que se tratarán de plataformas ubicadas en tirantes de agua entre 120 a 130 m, y el segundo aspecto es que las estructuras serán aligeradas. En este caso se deben realizar los correspondientes estudios de riesgo para definir los factores de seguridad y solicitaciones.

1.2. OBJETIVO

El objetivo del presente análisis de operación y tormenta, consiste en garantizar que la plataforma conservará su integridad estructural durante su vida de servicio; es decir, que los refuerzos actuantes en pilotes, en elementos estructurales y en juntas tubulares, tanto de la subestructura como de la superestructura, no exceden los esfuerzos admisibles establecidos en la normatividad vigente y aplicable, para condiciones normales de operación y para condiciones de tormenta.

1.3. ALCANCE

El alcance del presente documento se limita a la elaboración del modelo del sistema estructural, considerando exclusivamente pilotes faldón, la interacción suelo-estructura de acuerdo con los datos del estudio geotécnico contenido en los documentos de licitación, diseño estructural de la plataforma de perforación PP-Ayatsil-D, cumpliendo con los requerimientos estructurales que permitan soportar, en condiciones de operación y tormenta extrema (véase figura 1.1), las solicitaciones que se presenten durante su vida útil, de acuerdo con la normatividad aplicable y vigente, a partir de la ingeniería conceptual de licitación, para un tirante de 115.950 m.



Figura 1.1. Tormenta en Plataforma Marina

1.4. MARCO TEÓRICO

La necesidad de satisfacer la demanda creciente de hidrocarburos ha orientado al hombre a incursionar en la búsqueda de yacimientos subyacentes en el fondo marino. El descubrimiento de yacimientos y su explotación por medio de pozos petroleros costa afuera han demandado la utilización de la tecnología más avanzada para efectuar las actividades requeridas. El desarrollo de la tecnología ha permitido que la perforación costa afuera vaya venciendo los obstáculos que representan la magnitud de los tirantes de agua y la distancia a la línea costera en donde se desempeña, así como del dominio de las técnicas específicas que utiliza.

Se ha introducido el concepto denominado plataforma marina fija aligerada, que son estructuras muy similares a las plataformas tipo “jacket” con un sistema de cimentación compuesto por pilotes faldón conectados a las piernas sobre la línea de lodos sin pilotes en el interior de las piernas. La evolución de la tecnología de plataformas marinas ha llevado al desarrollo de proyectos para instalar estructuras tipo “jacket” en profundidades cada vez mayores y con mayor frecuencia.

El propósito fundamental del diseño estructural de plataformas marinas para aguas profundas es lograr una estructura económica y segura que cumpla con una serie de requisitos funcionales. Para este fin se ha requerido desarrollar un nuevo tipo de configuración estructural, en la que se tiene como premisa el conocimiento de los materiales, sobre todo de aquellos fabricados en México, de la mecánica de suelos, del comportamiento y del análisis estructural. También dentro de este propósito se estableció la filosofía de que cada uno de los elementos estructurales que componen la plataforma deberían ser capaces de:

- Soportar todas las cargas y deformaciones que se presenten durante la construcción, transporte e instalación, con la máxima seguridad.
- Tener la durabilidad de diseño durante toda la vida útil de la estructura, a fin de soportar el equipo para perforación y/o producción.
- Soportar con seguridad todas las cargas accidentales y permanentes que se presenten por la acción de sismos de máxima intensidad en la zona, oleajes, corrientes y vientos.

1.5. METODOLOGÍA

Para el desarrollo de este trabajo se describe las bases de diseño de la estructura, dado que es el primer documento que se debe de elaborar durante un proyecto de este tipo.

Para el diseño estructural de la plataforma se conocerá el comportamiento, a nivel de esfuerzos y deformaciones en elementos, juntas tubulares y pilotes, además de determinar los factores de seguridad por carga axial de los pilotes, bajo condiciones normales de operación y tormenta, todo lo anterior a partir de un análisis en sitio. El criterio de diseño a utilizar es el denominado Diseño por Esfuerzos Permisibles (DEP).

Por último y como producto final de un diseño estructural, se elaborará e incluirá los planos estructurales de la plataforma PP-Ayatsil-D, en estos se incluirán las dimensiones, materiales y secciones transversales de cada uno de los elementos que formarán la estructura y que además servirán como guía en una etapa posterior al Diseño Estructural, es decir en la construcción e instalación de la plataforma.

CAPÍTULO 2

BASES DE DISEÑO

Como parte de las actividades previas al análisis y diseño de una plataforma, se elaborará el modelo tridimensional de la estructura.

En este capítulo se describe el modelo geométrico de la misma. El modelo considera todos los elementos estructurales principales y secundarios que participan en la rigidez de la estructura, tales como columnas, arriostramientos y placa base.

En el modelo no se contempla la simulación de los accesorios de la subestructura tales como mesa de estrobos, tapas superiores e inferiores de columnas, tanques de flotación, sistema de lanzamiento, orejas de izaje y arrastre, sistema de inundación, camisas de succión, defensas y embarcaderos, los cuales no contribuyen en la rigidez de la estructura. Su presencia toma lugar en la transmisión de cargas gravitacionales sobre la subestructura, ya sea como pesos concentrados en los nodos de apoyo o como cargas uniformemente repartidas a lo largo de los elementos estructurales.

2.1. LOCALIZACIÓN

PEMEX Exploración y Producción (PEP) ha contemplado ubicar la plataforma de producción PP-AYATSIL-D en el activo integral Ku Maloob Zaap de la Región Marina Noreste (RMNE), se encuentra ubicado entre 120 y 145 km al noroeste de la Ciudad del Carmen (Campeche) en el Golfo de México, con un tirante de agua que va desde 100 m hasta 700 m y cubriendo un área total de 225 km², la cual contará con las estructuras Ayatsil-B, Ayatsil-C, Ayatsil-D, PB-Ayatsil-A, ductos asociados, cable submarino y Plataforma Habitacional HA-AY-A. En la Tabla 2.1 se muestra las coordenadas de la plataforma Ayatsil-D y en la imagen 2.1 se muestra el desarrollo del campo Ayatsil-Tekel.

Tabla 2.1. Localización de la Plataforma Ayatsil-D

Región	Campo	Activo	Plataforma	Tipo	Coordenadas		Orientación
					X (m)	Y (m)	
Marina - Noreste	Ayatsil	Ku Maloob Zaap	Ayatsil-D	Octápodo	570,001.62	2'171,291.53	N-S

2.2. CATEGORIZACIÓN DE LA PLATAFORMA

La categoría de las plataformas marinas en la Sonda de Campeche se establece en función de su producción manejada. Para fines de la norma NRF-003-PEMEX-2007, se entiende como producción manejada al volumen de crudo o aceite que la plataforma produce, recibe y procesa, expresado en barriles por día equivalentes de crudo pesado.

La plataforma PP-Ayatsil-D tiene el servicio de perforación de pozos, con un volumen de producción manejado entre 34 000 BPD (barriles por día) la cual la posiciona en una categoría de exposición muy alta. Por lo tanto las consecuencias de la falla estructural de la plataforma impactarán en vidas humanas, en el medio ambiente y en lo económico.

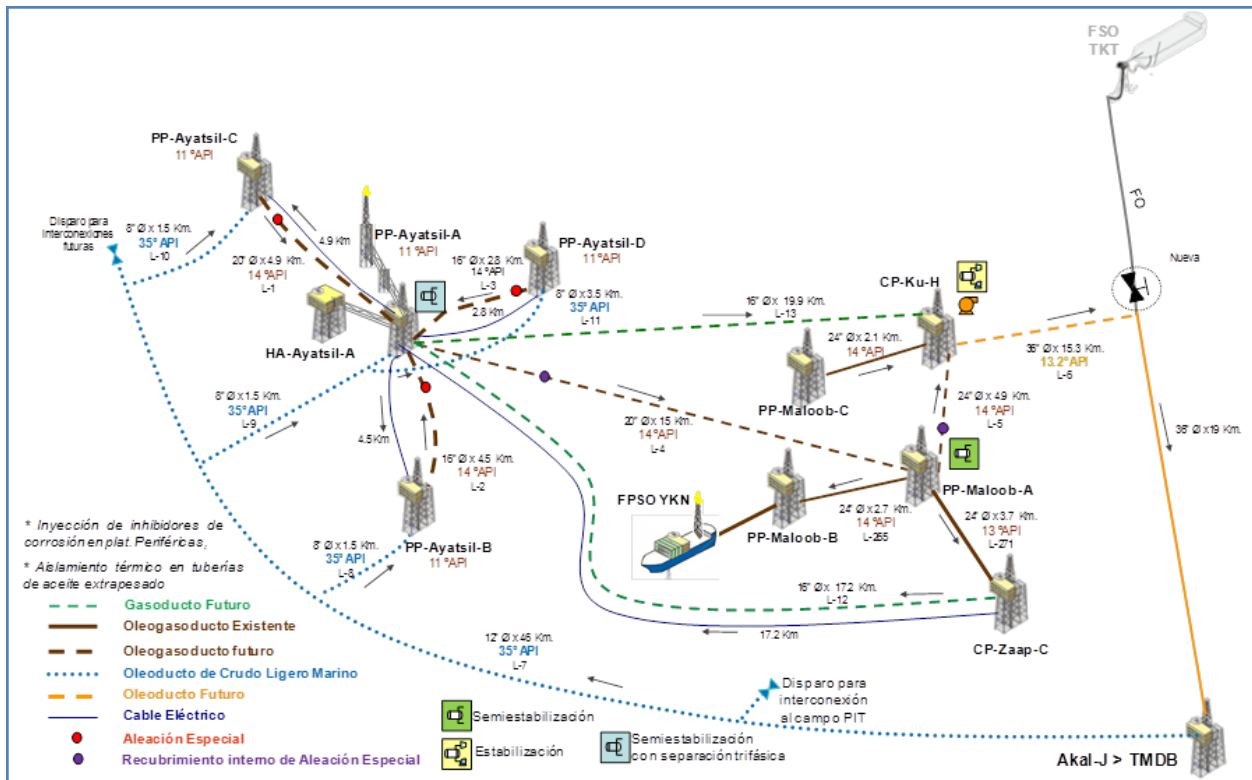


Figura 2.1. Esquema de desarrollo de la Plataforma Ayatsil-D

2.3. ESTRUCTURACIÓN DE LA PLATAFORMA

Se realizará el diseño estructural-conceptual de la plataforma marina fija PP-Ayatsil-D, debido a que para tales tirantes de agua es conveniente el empleo de estructuras aligeradas cimentadas con pilotes faldón. Se trata de un diseño conceptual, porque en México no se han llegado a construir plataformas marinas fijas en tirantes mayores de 90 metros aproximadamente; además, la norma de referencia de diseño de plataformas fijas en el Golfo de México (NRF-003-Pemex-2007) sólo cubre hasta los 100 metros de tirante de agua y expresamente menciona que no es aplicable a plataformas marinas aligeradas.

Por lo tanto la plataforma PP-Ayatsil-D estará conformada por:

- Cimentación, conformada a base de doce pilotes faldón.
- Subestructura, conformada por ocho columnas en forma de pirámide truncada.
- Superestructura, constituida por ocho columnas distribuidas en marcos longitudinales y transversales.
- Accesorios estructurales, de subestructura y superestructura.

2.3.1. Cimentación

Está compuesta por un sistema de (12) pilotes faldón de punta abierta de sección tubular de Ø78" de diámetro, de espesores variables de 44.45 a 63.50 mm (1.75 a 2.50"), fabricados en acero estructural tipo ASTM A-36 y aceros de alta resistencia API SPEC 2H GRADO 50 y ASTM A-572 GRADO 50,

2 pilotes faldón por cada uno de los cuatro ejes de esquina y un pilote faldón por cada uno de los cuatro ejes interiores, su integración con la subestructura está definida a través de camisas para pilotes faldón fabricadas en acero de alta resistencia cuya función es garantizar la continuidad estructural pilote-pierna, las camisas de pilote faldón, se unen a la subestructura desde la elevación (-) 108.330 m hasta la elevación (-) 116.086 m. En la figura 2.2 se muestra las guías para el pilote faldón.

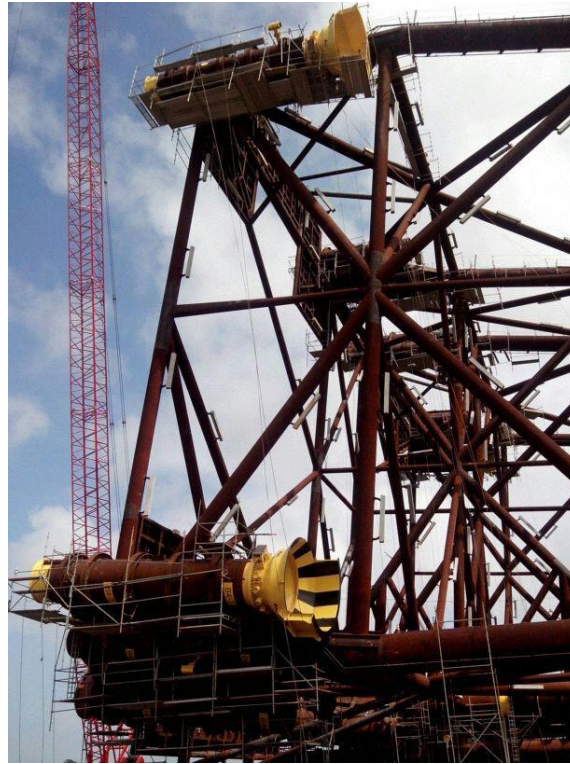


Figura 2.2. Guías para pilotes tipo faldón

2.3.2. Subestructura

Estructurada principalmente por ocho columnas de acero estructural, dispuestas en cuatro marcos transversales y dos longitudinales (ver figura 2.3), las columnas de esquina de los ejes 1 y 4, tendrán doble pendiente 1:8 y las columnas de los ejes 2 y 3 tendrán una pendiente sencilla de 1:8, desde la elevación (+)7.315m hasta la elevación (-)101.015 m, a partir de esta elevación y hasta la elevación del lecho marino (-)118.086m las ocho columnas serán totalmente verticales, a fin de simplificar la conexión de la subestructura con la cimentación (camisas y pilotes).

2.3.3. Superestructura

Contará con dos cubiertas, una localizada en el nivel (+) 19.100m y otra en el nivel (+) 27.939m, estructuradas con traves principales transversales y longitudinales, traves intermedias transversales, traves perimetrales y largueros para formar el sistema de piso. Todas las traves principales serán de sección armada de tres placas soldadas (ver figura 2.4).



Figura 2.3. Subestructura (Jacket) de Ayatsil-D



Figura 2.4. Superestructura (Deck) de Ayatsil-D

2.3.4. Accesorios Estructurales

Considerados únicamente como cargas gravitacionales en el modelo, debido a que el diseño de los accesorios de la superestructura está incluido en el alcance de este proyecto.

Para la subestructura se incluyen: placa base para instalación de la subestructura (ver figura 2.5), sistema de protección catódica, armaduras con sus vigas de deslizamiento, orejas de arrastre y de contingencia, defensas de pierna, atracaderos, escaleras, pasillos, barandales, ductos ascendentes y defensas, soportes y camisas para bombas de succión, guías fijas y ajustables para conductores, sistemas de inundación, tapas de sello en piernas y en camisas de faldones, sistema de flotación, orejas de posicionamiento vertical y eslingas, anillos para colapso hidrostático y global, plataformas de estrobos, y tubos “J” con sus defensas.

Para la superestructura se incluyen: conexión superestructura-subestructura, orejas o muñones de izaje, anillos de refuerzo en columnas y pedestales de las grúas, rejilla, barandales, estructura para muros contra incendio con sus soportes, soportes para hidrantes monitor y para luces de ayuda a la navegación, placa antiderrapante de acero estructural, tableros desmontables para conductores, placa antiderrapante para zona de pozos y tableros desmontables, cobertizos para protección de obra electromecánica y de tuberías, subniveles para operación de válvulas, escaleras fijas para comunicación entre cubiertas, protección anticorrosiva para zona atmosférica, soportes para balsas inflables, camisas para bombas con sus guías, pedestal para grúa con tanque de almacenamiento, sistema de monorrieles y polipastos para zona de pozos, soportes para quemador, placas estrella para refuerzo de conexiones viga columna.



Figura 2.5. Placa Base en la Subestructura

2.4. UNIDADES

El sistema de unidades que con el cual se llevó a cabo la elaboración del modelo estructural es el Sistema Métrico Decimal, las unidades son las siguientes:

Unidades de longitud = metros (m)

Unidades de superficie = metro cuadrado (m²)

Unidades de volumen = metro cúbico (m³)

Unidades de Peso = kilogramo (kg)

2.5. MATERIALES CONSIDERADOS

Las características de los materiales utilizados en el análisis y diseño de la plataforma Ayatsil-D son:

2.5.1. Acero

Las propiedades mecánicas del acero estructural a utilizar son las siguientes:

Módulo de Elasticidad = 2.10×10^6 kg/cm², (2.95×10^7 lb/in²)

Relación de Poisson = 0.3

Densidad del Acero = 7,850 kg/m³, (490 lb/ft³)

La selección de materiales y del tipo de acero deberá ser realizada de acuerdo con las guías de la norma NRF-175-PEMEX-2007. (Véase tabla 2.2).

Tabla 2.2. Tipos de acero

Tipo	Descripción
API Spec 2B	Especificación API para tubería de acero estructural.
API Spec 2H CON SUPL.	Especificación API para placa de acero al carbón manganeso para juntas tubulares en plataformas marinas.
API 5L Gr. B	Especificación API para tubería de línea.
ASTM A36	Acero Estructural.
ASTM A53 (TIPO H)	Tubería, Acero Negro e Inmerso en Caliente Recubierto con Zinc soldado y sin costuras.
ASTM A106	Tubería sin costura de acero al carbón para servicio a alta temperatura.
ASTM A325	Tornillos de alta resistencia para juntas de acero estructural, cadminizados.
ASTM A563	Tuercas de acero al carbón y aceros aleados cadminizados.
ASTM A572	Aceros de alta resistencia y baja aleación de colombio-vanadio de calidad estructural.
ASTM F473	Arandelas de acero endurecido para uso con tornillos de alta resistencia cadminizados.
ASTM A537 – CLASE I	Acero de alta resistencia para pilotes en la zona del lecho marino.
ASTM A633 Gr. C o D	Acero de alta resistencia para pilotes en la zona del lecho marino.
API – 2H, Gr. 50	Acero de alta resistencia para accesorios varios y pilotes en la zona del lecho marino.

En las figuras 2.6 y 2.7 se puede identificar los diferentes tipos de acero utilizados en una plataforma marina tipo, los cuales están indicados en la norma de referencia NRF-175-PEMEX-2013.

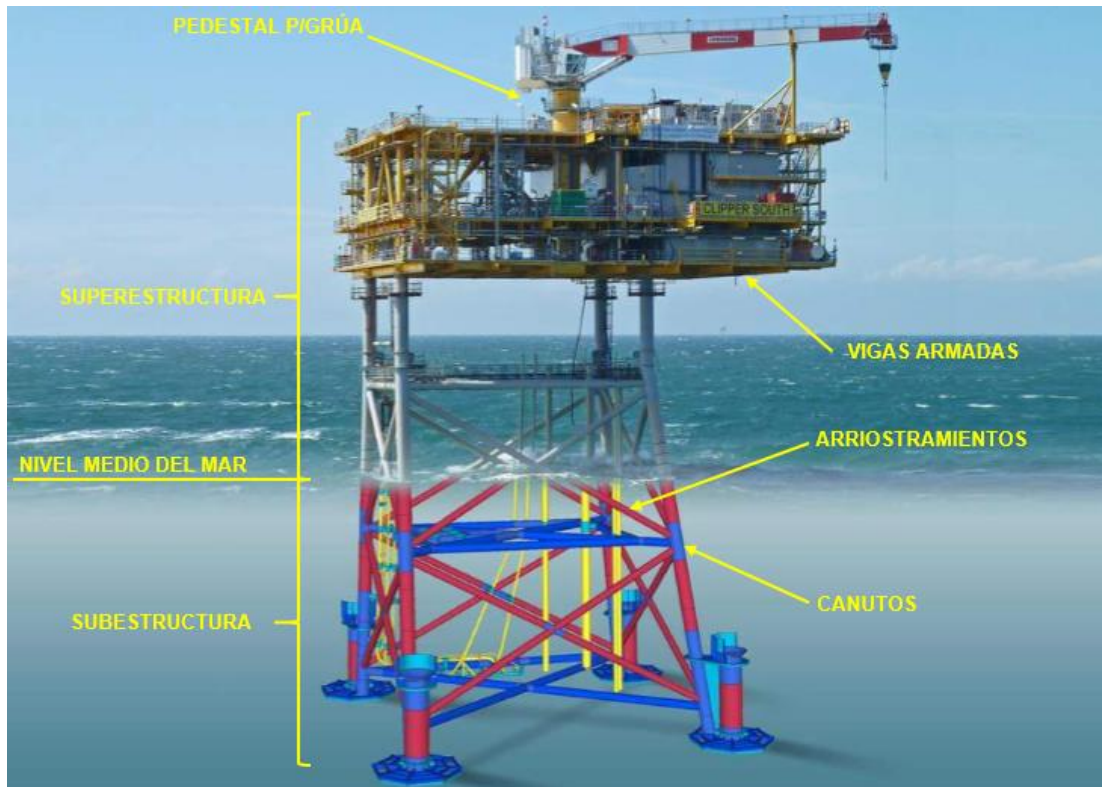


Figura 2.6. Vista vertical de una plataforma en sus diferentes secciones de acero

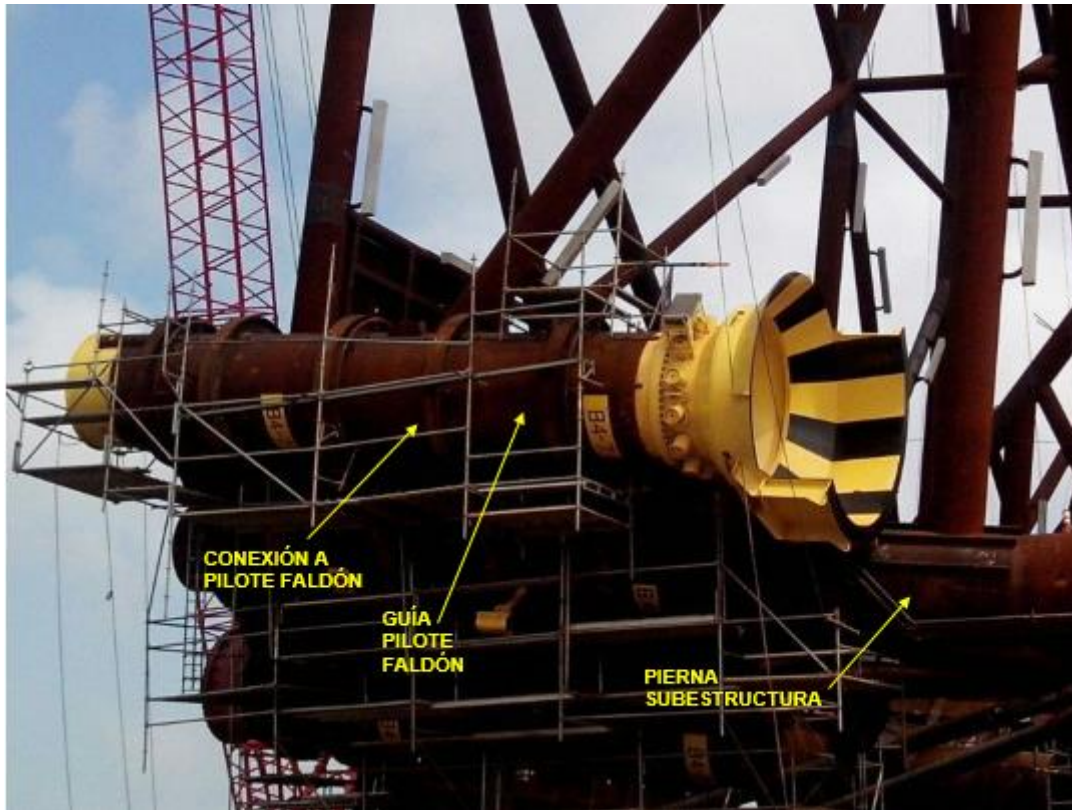


Figura 2.7. Secciones de acero en una conexión Subestructura con Pilote Faldón

2.5.2. Agua de mar

La densidad el agua de mar está dado por:

Densidad = 1028 kg/m³ (1b/ft³) Las propiedades mecánicas

2.5.3. Crecimiento marino

La cantidad de crecimiento marino a considerar en el diseño se ha tomado de la norma NRF-003-PEMEX-2007, tales valores se muestran en la tabla 2.3.

Tabla 2.3. Creciento marino

Elevación respecto al NMM (m)	Espesor duro (cm)
(+) 1.000 a (-) 20.000	7.5
(-) 20.000 a (-) 50.000	5.5
(-) 50.000 a (-) 80.000	3.5

Densidad de crecimiento marino = 1.44 ton/m³.

En la figura 2.8 se muestra el crecimiento marino en los arriostramientos de la subestructura (Jacket).



Figura 2.8. Crecimiento marino en los arriostramientos

2.6. ANÁLISIS ESTRUCTURAL

Para el diseño de una plataforma marina, es necesario realizar una serie de análisis estructurales, para la plataforma Ayatsil con las características ya definidas, se requieren por lo menos los siguientes análisis:

1. Análisis en sitio
2. Análisis de resistencia última
3. Análisis de fatiga
4. Análisis de arrastre de la superestructura y subestructura
5. Análisis de transportación de la superestructura, subestructura y pilotes
6. Análisis de izaje de la superestructura
7. Análisis de izaje horizontal y vertical de la subestructura
8. Análisis de lanzamiento y flotación de la subestructura
9. Análisis de estabilidad de la subestructura (placa base)
10. Análisis de protección catódica
11. Análisis de hincado de pilotes

En la figura 2.9 se muestra el esquema del análisis y diseño de una plataforma marina.

Como se mencionó, el alcance de este trabajo solo abarca el Análisis en Sitio de la plataforma Ayatsil-D por Operación y Tormenta (en Sitio), por lo tanto los criterios descritos en este capítulo estarán enfocados en este análisis.

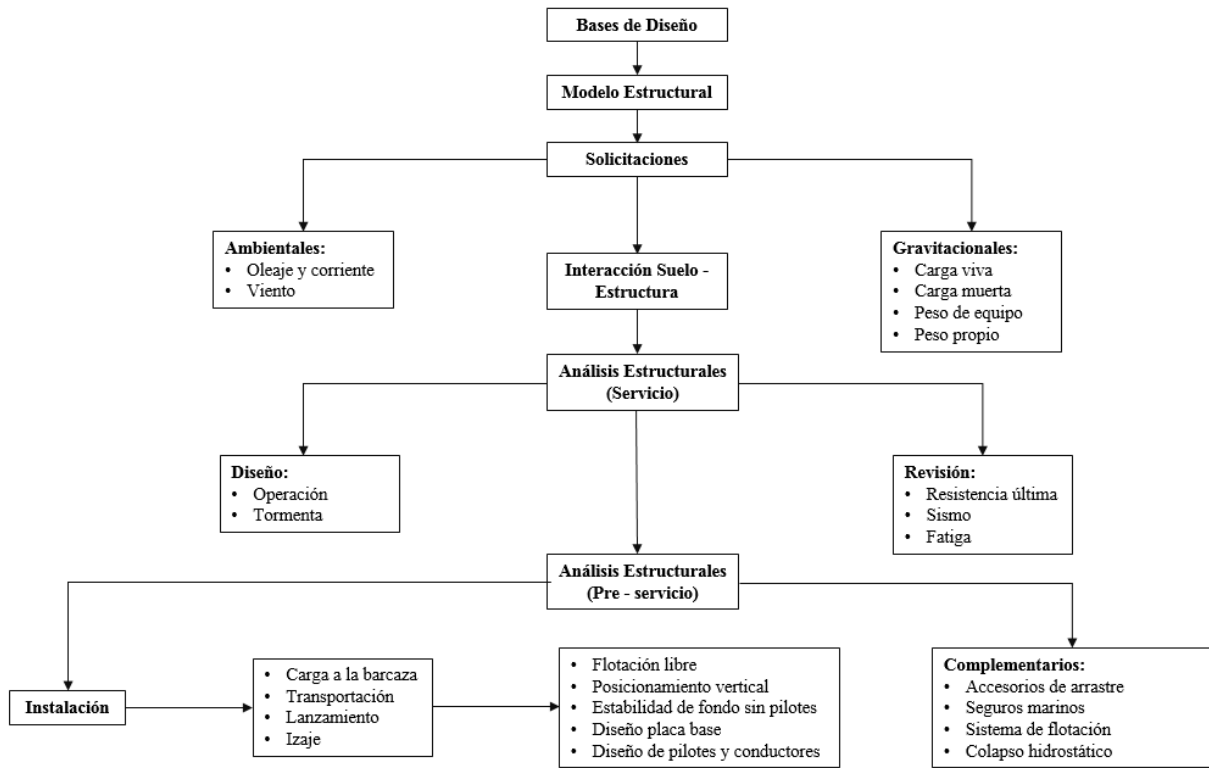


Figura 2.9. Diseño de Plataformas Marinas

2.7. ANÁLISIS EN SITIO ESTÁTICO

Este análisis se requiere para asegurar que el diseño de la plataforma cumple con todos los requerimientos del API RP 2A, en lo relativo a todas las condiciones que se puedan presentar.

Para lograr todo lo anterior, se debe construir un modelo estructural en computadora, este modelo debe tener toda la información necesaria en lo relativo a geometría, propiedades de los elementos estructurales y cargas para la representación de las condiciones normales de operación y condiciones extremas de tormenta de la plataforma.

2.7.1. Modelo Estructural

El presente análisis se ha realizado con el programa SACS (Structural Analisis Computer System) mediante el cual se determinará el comportamiento estructural que presenta la estructura ante los efectos producidos por cargas gravitacionales y ambientales de acuerdo al AISC y API-RP-2A.

Las unidades empleadas en este análisis son los correspondientes al Sistema Internacional, es decir, fuerzas en kilogramos y longitudes en metros.

Se realizó el análisis a nivel de diseño y se evaluaron los resultados describiendo el comportamiento de la estructura a nivel de esfuerzos y deformaciones. Se revisaron los esfuerzos tanto en elementos

estructurales como en placas verificando que estos esfuerzos cumplan con lo estipulado en la normatividad.

El modelo de análisis estructural (figura 2.9.) considera las propiedades geométricas y mecánicas indicadas en los planos estructurales de diseño, también considera el sistema de solicitaciones gravitacionales y ambientales.



Figura 2.10. Isométrico de la Plataformas Ayatsil-D

2.7.2. Cargas

Para el diseño estructural del Octápodo se requiere de la modelación o representación matemática de la estructura, esto es; describir las características de la estructura y las solicitaciones a las que se someterá, de forma tal que se simplifique la interpretación de dichos datos.

Las cargas a las que se deben someter la plataforma en un análisis y diseño en sitio se dividen en cargas gravitacionales (o cargas verticales), cargas ambientales (o cargas laterales), en algunos casos se consideran carga accidentales.

2.7.2.1. Cargas gravitacionales

Este tipo de cargas se clasifican en:

- **Peso Propio:** el peso de cada uno de los elementos estructurales que forman parte del modelo de una estructura es parte de las fuerzas verticales que actúan en dicha estructura. Están considerados dentro de éstos, los elementos principales de la subestructura, de la superestructura y los pilotes.
- **Cargas muertas:** son todos aquellos elementos que no se contemplan dentro de la condición de peso propio de la estructura es decir, todos aquellos que no se consideran como elementos principales y que son de carácter permanente. En las cargas muertas de la subestructura se incluye el peso de los accesorios tales como, defensas de piernas, ánodos, placa base, accesorios de instalación, abrazaderas, y rejilla, etc. Se deberá considerar tolerancia permisible para corrosión y accesorios de tubería incluyendo abrazaderas y bridas. Los cálculos de peso deberán ser ajustados dependiendo de los casos de análisis para reflejar con exactitud la situación que está siendo modelada.

Como cargas muertas también se deben de considerar las descargas generadas por el peso propio y cargas muertas del puente.

Se deberá considerar la flotación-inundación de acuerdo con el programa de inundación esperada en la instalación. La instalación de accesorios a ser removidos no deberá ser considerada para los cálculos en el sitio.

2.7.2.2. Cargas vivas

Se consideran como cargas vivas aquellas que no son de carácter permanente producidas tanto por la tripulación de la plataforma como por material, herramientas, pequeños equipos temporales, los líquidos contenidos en tuberías y recipientes, así como por el peso de grúas y helicópteros; también se incluyen las cargas dinámicas producidas por la vibración de máquinas.

La carga viva a considerar es la de los pasillos y de las tuberías en operación. Dichas cargas son tomadas del manual P.2.0000.02:2006 “Manual de Plataformas Fijas de Perforación”, indicada en la sección 6.2 de la misma, en la tabla 2.4 se muestra este valor.

Tabla 2.4. Cargas Vivas

Área de aplicación	Carga distribuida (kg/cm ²)
Pasillos	500.00

2.7.2.3. Cargas debidas al crecimiento marino

El crecimiento marino sobre los miembros de una estructura produce un incremento en masa y en el área expuesta a la corriente y oleaje.

2.7.2.4. Cargas ambientales

Las cargas ambientales son aquellas que actúan sobre la plataforma inducidas por fenómenos naturales como viento, corriente, oleaje y mareas, las cuales dependen de las condiciones meteorológicas y oceanográficas.

Son fuerzas dinámicas por naturaleza pero que para profundidades no muy grandes pueden ser adecuadamente representadas por su equivalente estático. Las fuerzas producidas por el oleaje y corriente dependen de la altura (H) y el período (T) de la ola, así como de la profundidad del fondo marino, las fuerzas producidas por el oleaje y corriente se calculan de acuerdo a la ecuación 2.3.1-1 del API.

$$F_{dk} = \frac{1}{2} \rho C d (\alpha_{wkf} V + \alpha_{cbf} U)^2 A \quad (2.1.)$$

Donde U es la velocidad de la corriente en la superficie (0% de profundidad) asociada con la ola, α_{wkf} es el coeficiente de cinemática de la ola (0.85 para el Golfo de México) α_{cbf} es el factor de bloqueo de la corriente para la subestructura y ρ es la densidad del agua.

El coeficiente de arrastre, Cd tendrá una variación lineal respecto a la profundidad, tomando un valor de 0.0 en la superficie (elevación de la cresta) y un valor mínimo a una profundidad de $Vc/2g$ (medida a partir de la elevación de la cresta). F_{dx} es la fuerza resultante total de oleaje en la cubierta.

2.7.2.5. Fuerzas generadas por viento

Las fuerzas de viento representan aproximadamente del 5% al 10% de las fuerzas ambientales totales que actúan en una estructura típica costa fuera. Las cargas de viento deberán ser calculadas de acuerdo con la expresión 2.3.2-8 del API RP2A-WSD.

$$F = (\rho U) \mu^2 C_s A \quad (2.2.)$$

En donde F es la fuerza del viento, ρ es la densidad del aire a presión y temperatura estándar, μ describe la velocidad del viento, C_s es el coeficiente de forma, y por último A es el área.

Los valores de la velocidad del viento especificados en estas bases de diseño están dados a una elevación de (+) 10.0 m (3.30') con respecto al NMM. Todos los análisis de la plataforma en el sitio deberán estar basados en un valor de viento promedio de una hora.

Se incluirán todas las áreas de exposición al viento (elementos estructurales y no estructurales, equipos, accesorios, etc.). La carga generada por el viento será distribuida adecuadamente en los elementos correspondientes. Los datos oceanográficos y meteorológicos considerados en el diseño de la Plataforma Ayatsil-D, tanto en condiciones de operación como de tormenta, se tomarán de acuerdo Estudio de Riesgo y Confiabilidad Estructural de Plataformas Marinas Fijas Aligeradas, Plataformas en Ayatsil, documento A-F.27892-1815-31-RCE-AYATSIL, elaborado por el Instituto Mexicano del Petróleo.

Tabla 2.5. Datos meteorológicos y oceanográficos en operación

Dato	Párametros
Altura de ola (m)	13.14
Período de la ola (s)	11.34
Marea astronómica (m)	0.76
Marea de operación (m)	0.38
Velocidad máxima de viento 10 m sobre el N.M.M. (m/s), promedio de 1 hr.	17.31
Velocidades de corriente (cm/s)	
5.0 % de la profundidad	53.22
35.4 % de la profundidad	52.83
56.7 % de la profundidad	47.79
94.0 % de la profundidad	42.35

Tabla 2.6. Datos meteorológicos y oceanográficos en tormenta

Dato	Párametros
Altura de ola (m)	19.20
Período de la ola (s)	12.82
Marea astronómica (m)	0.76
Marea de operación (m)	0.54
Velocidad máxima de viento 10 m sobre el N.M.M. (m/s), promedio de 1 hr.	33.10
Velocidades de corriente (cm/s)	
0.0 % de la profundidad	163.68
50.0 % de la profundidad	126.78
95.0 % de la profundidad	95.97

2.7.2.6. Cargas accidentales

Las instalaciones costa-afuera están sujetas a diferentes tipos de cargas accidentales tales como: sismo, colisión de botes y barcasas, impactos provocados por la caída de objetos, explosiones, etc. Ciertas áreas como aquéllas que están cercanas a la estructura de perforación a la grúa y algunas específicas sobre la cubierta, son más factibles a sufrir daños por caída de objetos.

2.7.2.7. Parámetros hidrodinámicos adicionales

Los parámetros hidrodinámicos adicionales al cálculo de las cargas ambientales (oleaje, corriente y viento) serán tomados de la norma NRF-003-PEMEX-2007 y el API RP 2A.

El Factor de Bloqueo que se utilizará es el recomendado por API-RP-2A para ocho columnas en la plataforma y depende de la incidencia de la ola: de frente 0.70, diagonal 0.85 y de costado 0.80.

El Coeficiente de Cinemática de la Ola se tomará como se presenta a continuación:

- Tormenta = 0.85
- Otra condición = 1.0

Los valores que serán empleados del Coeficiente de Arrastre y del Coeficiente de Inercia se presentan en seguida:

- Coeficiente de arrastre, c_d (superficie rugosa) = 1.05
- Coeficiente de inercia, c_m (superficie rugosa) = 1.20
- Coeficiente de arrastre, c_d (superficie lisa) = 0.65
- Coeficiente de inercia, c_m (superficie lisa) = 1.60

2.7.2.8. Combinaciones de cargas

El análisis en sitio se realizará en dos casos, la primera en condiciones normales de operación y el segundo en condiciones extremas de tormenta, para ello se combinaran las cargas gravitacionales más las cargas ambientales en operación y tormenta.

Las cargas ambientales en operación y tormenta se aplicarán en 12 direcciones de incidencia ($0^\circ, 30^\circ, 60^\circ, 90^\circ, 120^\circ, 150^\circ, 180^\circ, 210^\circ, 240^\circ, 270^\circ, 300^\circ$ y 330°) de acuerdo al sistema de referencia utilizado (ver figura 2.11.).

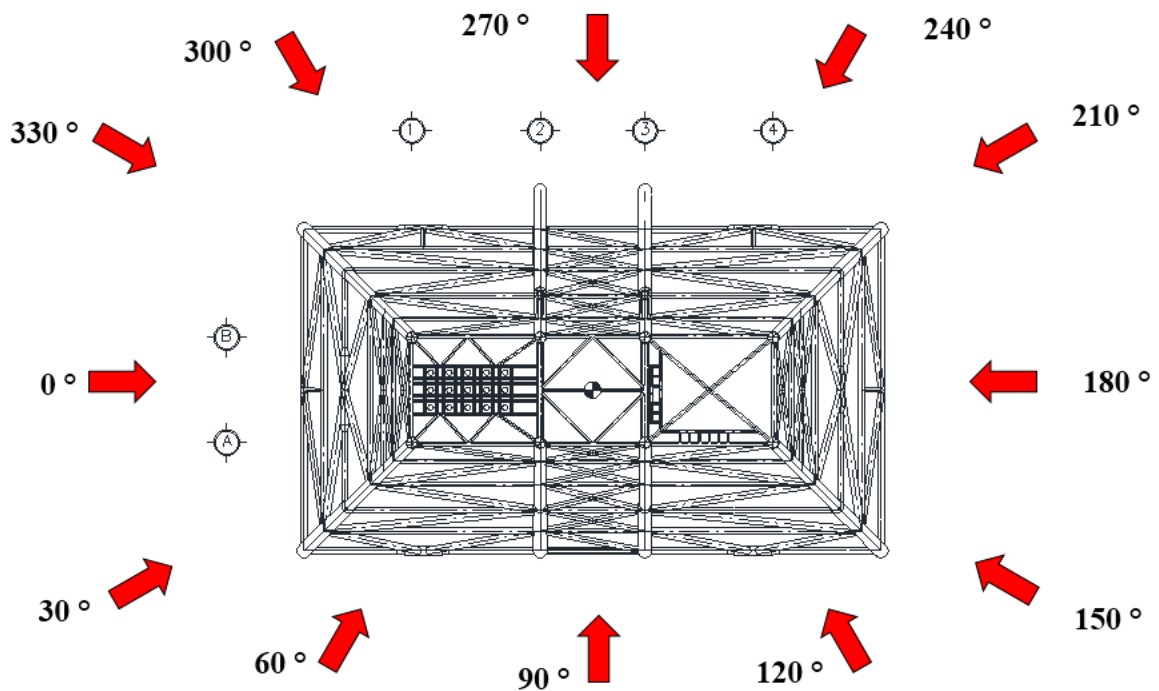


Figura 2.11. Incidencias de cargas ambientales

Para el diseño de la Plataforma Ayatsil D, se deben de considerar los siguientes factores de contingencia en las cargas gravitacionales según tabla 1.7 del Manual de Plataformas Fijas de Perforación.

Tabla 2.7. Factores de contingencia para Fase de Diseño en Sitio

No.	Etapas del proyecto	Peso de la estructura
1	Diseño único	10 %

En las tablas 2.8 y 2.9 se identifican las diferentes combinaciones de carga empleadas, tanto en operación como tormenta.

Tabla 2.8. Cargas básicas y combinaciones en operación

No.	Etapa del proyecto	Combinaciones de carga en condiciones de Operación											
		0°	30°	60°	90°	120°	150°	180°	210°	240°	270°	300°	330°
Factor de Esfuerzos Permisibles		1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
1	Peso propio	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10
2	Accesorios	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10
3	Carga muerta en cubierta inferior	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10
4	Carga muerta en cubierta superior	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10
5	Carga muerta subnivel	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10
6	Carga viva en cubierta inferior	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
7	Carga viva en cubierta superior	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
8	Carga viva en subnivel	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
9	Carga equipo en cubierta inferior	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20
10	Carga equipo de perforación	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
11	Carga de torre de perforación posición 1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
12	Carga de torre de perforación posición 2	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
13	Carga de modulo habitacional y paquete de máquinas en Operación	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
15	Carga de tuberías en cubierta inferior	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20
16	Carga de tuberías en cubierta superior	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20
17	Carga de tubería en subnivel	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
18	Carga de equipo en subnivel	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Cargas ambientales en equipo de perforación													
51	Viento en equipo de perforación operación +X (0°)	1.00	.866	0.50								0.50	.866
52	Viento en equipo de perforación operación +Y (90°)		0.50	.866	1.00	.866	0.50						
53	Viento en equipo de perforación operación -X (180°)					0.50	.866	1.00	.866	0.50			

Tabla 2.8. Cargas básicas y combinaciones en operación (continuación)

No.	Etapa del proyecto	Combinaciones de carga en condiciones de Operación											
		0°	30°	60°	90°	120°	150°	180°	210°	240°	270°	300°	330°
	Factor de Esfuerzos Permisibles	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
54	Viento en equipo de perforación operación -Y (270°)								0.50	.866	1.00	.866	0.50
	Cargas ambientales												
61	Viento, corriente y oleaje. Operación +X (0°)	1.00											
62	Viento, corriente y oleaje. Operación (30°)		1.00										
63	Viento, corriente y oleaje. Operación (60°)			1.00									
64	Viento, corriente y oleaje. Operación +Y (90°)				1.00								
65	Viento, corriente y oleaje. Operación (120°)					1.00							
66	Viento, corriente y oleaje. Operación (150°)						1.00						
67	Viento, corriente y oleaje. Operación -X (180°)							1.00					
68	Viento, corriente y oleaje. Operación (210°)								1.00				
69	Viento, corriente y oleaje. Operación (240°)									1.00			
70	Viento, corriente y oleaje. Operación -Y (270°)										1.00		
71	Viento, corriente y oleaje. Operación (300°)											1.00	
72	Viento, corriente y oleaje. Operación (330°)												1.00

Tabla 2.9. Cargas básicas y combinaciones en tormenta

No.	Etapa del proyecto	Combinaciones de carga en condiciones de Operación											
		0°	30°	60°	90°	120°	150°	180°	210°	240°	270°	300°	330°
	Factor de Esfuerzos Permisibles	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
1	Peso propio	1.33	1.33	1.33	1.33	1.33	1.33	1.33	1.33	1.33	1.33	1.33	1.33
2	Accesorios	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10
3	Carga muerta en cubierta inferior	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10
4	Carga muerta en cubierta superior	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10
5	Carga muerta subnivel	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10
6	Carga viva en cubierta inferior	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
7	Carga viva en cubierta superior	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
8	Carga viva en subnivel	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
9	Carga equipo en cubierta inferior	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20
10	Carga equipo de perforación	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
11	Carga de torre de perforación posición 1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
12	Carga de torre de perforación posición 2	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
14	Carga de modulo habitacional y paquete de máquinas en Operación	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
15	Carga de tuberías en cubierta inferior	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20
16	Carga de tuberías en cubierta superior	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20
17	Carga de tubería en subnivel	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
18	Carga de equipo en subnivel	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	Cargas ambientales en equipo de perforación												
55	Viento en equipo de perforación tormenta +X (0°)	1.00	.866	0.50								0.50	.866
56	Viento en equipo de perforación tormenta +Y (90°)		0.50	.866	1.00	.866	0.50						
57	Viento en equipo de perforación tormenta -X (180°)					0.50	.866	1.00	.866	0.50			

Tabla 2.9. Cargas básicas y combinaciones en tormenta (continuación)

No.	Etapa del proyecto	Combinaciones de carga en condiciones de Operación											
		0°	30°	60°	90°	120°	150°	180°	210°	240°	270°	300°	330°
	Factor de Esfuerzos Permisibles	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
58	Viento en equipo de perforación tormenta -Y (270°)								0.50	.866	1.00	.866	0.50
	Cargas ambientales												
81	Viento, corriente y oleaje. Tormenta +X (0°)	1.00											
82	Viento, corriente y oleaje. Tormenta (30°)		1.00										
83	Viento, corriente y oleaje. Tormenta (60°)			1.00									
84	Viento, corriente y oleaje. Tormenta +Y (90°)				1.00								
85	Viento, corriente y oleaje. Tormenta (120°)					1.00							
86	Viento, corriente y oleaje. Tormenta (150°)						1.00						
87	Viento, corriente y oleaje. Tormenta -X (180°)							1.00					
88	Viento, corriente y oleaje. Tormenta (210°)								1.00				
89	Viento, corriente y oleaje. Tormenta (240°)									1.00			
90	Viento, corriente y oleaje. Tormenta -Y (270°)										1.00		
91	Viento, corriente y oleaje. Tormenta (300°)											1.00	
92	Viento, corriente y oleaje. Tormenta (330°)												1.00

2.8. MECÁNICA DE SUELOS

Para el análisis en sitio de la plataforma se debe incluir también la interacción Suelo-Pilote mediante el modelado de los resortes que representan las propiedades del suelo, en la mayoría de los casos, se utilizan las curvas T-Z, Q-Z y P-Y. Lo anterior es con el fin de investigar las condiciones del suelo en el sitio de la estructura, desarrollar parámetros de diseño y calcular la capacidad axial de pilotes, calcular la resistencia del suelo-deflexión del pilote.

Dado que el informe geotécnico final del sitio de instalación de la Plataforma no cuenta con la información referente a las curvas T-Z y Q-Z, para este análisis en particular y para obtener la resistencia axial del pilote se hará uso de la estratigrafía del sitio, de la resistencia al corte, del peso volumétrico del suelo y de los ángulos de fricción, mismos que se muestran en la tabla 2.10 y las figuras 2.12 y 2.13.

Tabla 2.10. Estratigrafía del Sitio

No.	Penetración (m)		Descripción
	De	A	
I	0.0	13.7	Arcilla calcárea muy blanda a media
II	13.7	16.5	Arcilla calcárea firme
III	16.5	87.2	Arcilla calcárea firme a muy firme
IV	87.2	122.5	Arcilla calcárea firme

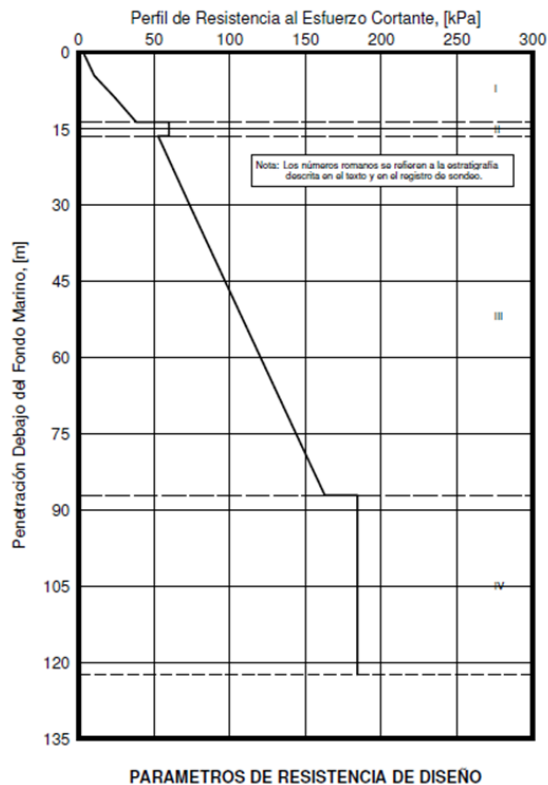


Figura 2.12. Parámetros de resistencia del sitio

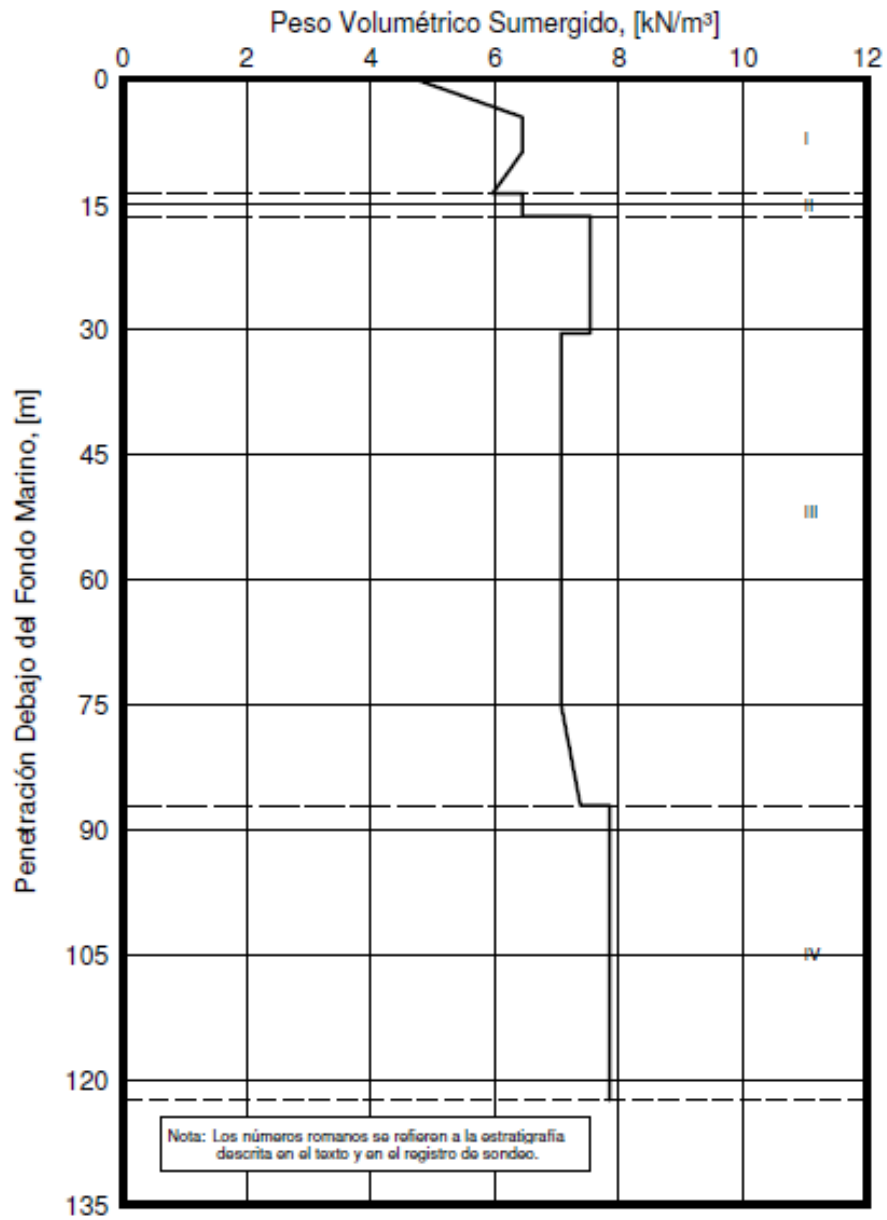


Figura 2.13. Peso volumétrico del sitio

La resistencia lateral de los pilotes se da en función de las curvas P-Y, mismas que se indican en la figura 2.14.

PENETRACION DEBAJO DEL FONDO MARINO (m)	PUNTOS DE LA CURVA								
		1	2	3	4	5	6	7	8
0.00	p	0	3	4	6	9	13	18	18
	y	0.0	2.5	9.1	27.4	91.4	274.3	731.5	1828.8
1.83	p	0	9	13	19	28	41	57	57
	y	0.0	2.5	9.1	27.4	91.4	274.3	731.5	1828.8
3.66	p	0	15	24	35	51	74	103	103
	y	0.0	2.5	9.1	27.4	91.4	274.3	731.5	1828.8
4.57	p	0	19	30	44	64	93	128	128
	y	0.0	2.5	9.1	27.4	91.4	274.3	731.5	1828.8
5.49	p	0	25	39	57	84	121	168	168
	y	0.0	2.5	9.1	27.4	91.4	274.3	731.5	1828.8
7.32	p	0	38	58	86	127	183	254	254
	y	0.0	2.5	9.1	27.4	91.4	274.3	731.5	1828.8
8.84	p	0	50	77	114	167	241	334	334
	y	0.0	2.5	9.1	27.4	91.4	274.3	731.5	1828.8
8.84	p	0	50	77	114	167	241	334	334
	y	0.0	1.2	4.6	13.7	45.7	137.2	365.8	1828.8
10.97	p	0	68	104	154	227	326	453	453
	y	0.0	1.2	4.6	13.7	45.7	137.2	365.8	1828.8
13.72	p	0	94	144	213	313	450	625	625
	y	0.0	1.2	4.6	13.7	45.7	137.2	365.8	1828.8
13.72	p	0	134	205	303	446	642	891	891
	y	0.0	1.2	4.6	13.7	45.7	137.2	365.8	1828.8
16.15	p	0	148	227	335	493	709	985	985
	y	0.0	1.2	4.6	13.7	45.7	137.2	365.8	1828.8
16.46	p	0	148	227	335	493	709	985	985
	y	0.0	1.2	4.6	13.7	45.7	137.2	365.8	1828.8
16.46	p	0	130	199	295	433	624	867	867
	y	0.0	1.2	4.6	13.7	45.7	137.2	365.8	1828.8
36.58 (y debajo)	p	0	207	317	469	689	992	1378	1378
	y	0.0	1.2	4.6	13.7	45.7	137.2	365.8	1828.8

Notas: 1. "p" es resistencia lateral del suelo, [kN/m].
2. "y" es deformación lateral, [mm].

Figura 2.14. Datos P-Y

Cabe mencionar que estas curvas pertenecen a un pilote de 72"Ø, mismas que serán escaladas para un pilote de mayor diámetro 78"Ø.

Para determinar la capacidad axial de los pilotes, se usará la curva de Capacidad de Carga Axial Última del Pilote (figura 2.15), generalmente las curvas de capacidad se definen para diferentes diámetros de pilote, por lo tanto se utilizara el de 72"Ø, misma que será escalada para un pilote de mayor diámetro.

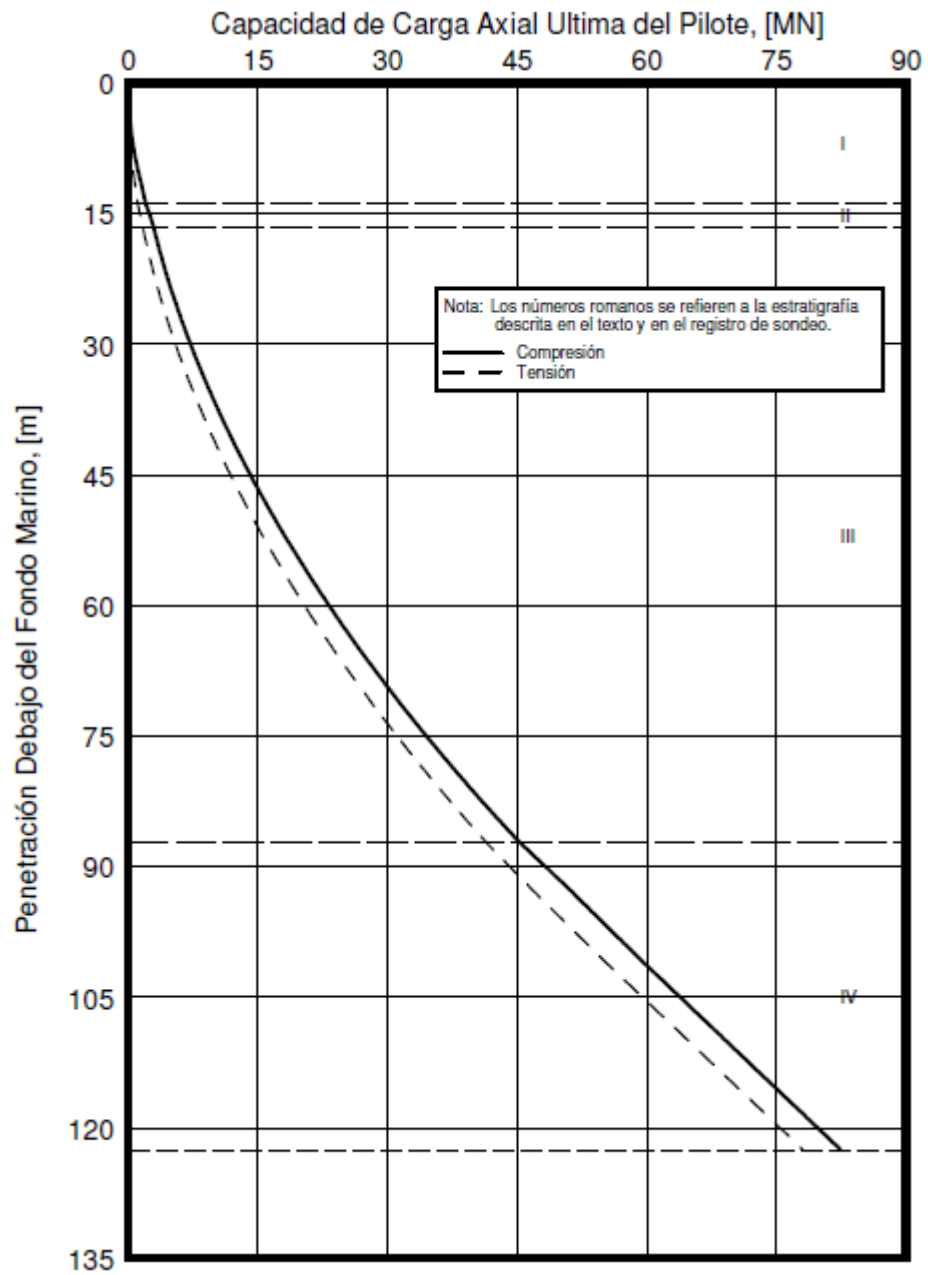


Figura 2.15. Capacidad de carga axial ultima de pilote

2.9. CRITERIOS DE DISEÑO

La Plataforma Ayatsil D será diseñada estructuralmente para cumplir una vida útil de 20 años, incluyendo todas las secciones estructurales y los pilotes.

La subestructura, superestructura y los pilotes principales deberán ser verificados para condiciones de diseño en el sitio. El análisis de Tormenta de Diseño considerará un Período de Retorno de 100 años según Norma NRF-003-PEMEX-2007, con incremento del 33 % en los esfuerzos permisibles. El propósito de este análisis es que todas las partes de la estructura estén diseñadas para la fuerza máxima probable que se espera para la tormenta de diseño, de la misma manera la subestructura, superestructura y pilotes deberán ser verificados para condiciones de diseño con cargas de operación en el sitio, sin incremento en los esfuerzos permisibles.

El análisis en sitio verificará el comportamiento estructural de la plataforma a nivel de esfuerzos y deformaciones en elementos estructurales y juntas tubulares, de la misma manera se verificará la capacidad de carga de los pilotes en operación y tormenta.

Para calcular la posición más desfavorable en cuanto a las combinaciones de tormenta y operación, se realizará un análisis de rastreo de olas, considerando la posición del cortante basal máximo. Esta posición deberá encontrarse tomando en cuenta 12 direcciones de incidencia de cargas ambientales, tanto para operación, como para tormenta.

Las revisiones de los esfuerzos en cada elemento de la estructura, en juntas tubulares y colapso hidrostático en las columnas de la subestructura, deberán ser hechas para las cargas máximas producidas por la ola, corriente, viento, etc., de acuerdo con API RP 2A-WSD de manera que no se tengan relaciones de interacción mayores de 1.0. La distribución de esfuerzos en los extremos y en la mitad de la longitud de los miembros será suficiente a menos que se apliquen cargas no uniformes o concentradas al miembro.

Para la verificación de las trabes de las superestructuras generalmente se deberán verificar varios puntos más a lo largo del miembro; para la combinación de esfuerzos y deflexiones máximas se usará el AISC-ASD mientras que para el análisis de cortante por penetración se utilizará el API RP2A-WSD. Las conexiones columnas-pilotes deberán ser verificadas para la resistencia en el sitio.

A continuación se describen las expresiones utilizadas en el diseño de la Plataforma Ayatsil D de acuerdo al API RP2A-WSD en los elementos mecánicos del análisis estructural, obteniéndose los esfuerzos actuantes en elementos estructurales y en las juntas tubulares.

La obtención de esfuerzos permisibles en elementos estructurales, se obtienen de acuerdo a lo indicado en la AISC WSD 9th (American Institute of Steel Construction 9° Edition), así como el API RP 2A-WSD 21 edición.

Para los elementos estructurales de sección tubular, los esfuerzos permisibles se obtienen de acuerdo a lo establecido en la sección 3 del API RP 2A-WSD 21 ed.

2.9.1. Esfuerzos a tensión axial

La tensión axial se determina con la ecuación:

$$F_t = 0.6F_y \quad (2.3.)$$

Donde F_y es igual al esfuerzo de fluencia del acero.

2.9.2. Esfuerzos por compresión axial

La compresión axial se calcula con la fórmula 2.4. para miembros tubulares con una relación (D/t) menor o igual que 60.

$$F_a = \frac{\left[1 - \left(\frac{kl}{r}\right)^2\right]^{1/2} F_y}{\frac{5}{3} + \frac{3\left(\frac{kl}{r}\right) - \left(\frac{kl}{r}\right)^\alpha}{8C_c}} \quad (2.4.)$$

Para:

$$\frac{kl}{r} < C_c \quad (2.5.)$$

$$F_a = \frac{12\pi^2 E}{23\left(\frac{kl}{r}\right)^2} \quad (2.6.)$$

Para:

$$\frac{kl}{r} > C_c \quad (2.7.)$$

Donde:

$$C_c = \left(\frac{2\pi^2 E}{F_y}\right) \quad (2.8.)$$

E= Módulo de elasticidad.
k = Factor de longitud efectiva.
l = Longitud libre sin apoyos.
r = Radio de giro.

2.9.3. Esfuerzos por flexión

El esfuerzo permisible por flexión se calcula de acuerdo a la sección 3.2.3. del API 2A WSD Ed. 21 mediante la ecuación 2.9 (a, b y c):

$$F_b = 0.75F_y \quad (2.9.a)$$

Para:

$$\frac{D}{t} \leq \frac{10340}{F_y} \quad (2.10.)$$

$$F_b = \left[0.84 - 1.74 \frac{F_y D}{Et} \right] F_y \quad (2.9.b)$$

Para:

$$\frac{10340}{F_y} < \frac{D}{t} \leq \frac{20680}{F_y} \quad (2.11.)$$

$$F_b = \left[0.72 - 0.58 \frac{F_y D}{Et} \right] F_y \quad (2.9.c)$$

Para:

$$\frac{20680}{F_y} < \frac{D}{t} \leq 300 \quad (2.12.)$$

2.9.4. Esfuerzo cortante

El esfuerzo permisible por cortante, los elementos de sección tubular se revisan con la ecuación 2.13.

$$F_b = \left[0.72 - 0.58 \frac{F_y D}{Et} \right] F_y \quad (2.13)$$

2.9.5. Diseño por colapso hidrostático

$$H_z = z + \frac{H_w}{2} \left(\frac{\cosh[k(d-z)]}{\cosh kd} \right) \quad (2.14.)$$

Donde:

z = Profundidad desde la superficie del agua incluyendo la marea.

H = Altura de ola.

k = $2\pi/L$ Con L igual a longitud de ola.

d = Tirante de agua.

γ = Densidad del agua de mar.

2.9.6. Esfuerzos por flexo-compresión

Para la revisión de elementos sujetos a flexo-compresión deben satisfacerse los siguientes requerimientos de la ecuación:

$$\frac{f_a}{F_a} + \frac{C_m \sqrt{f_{by}^2 + f_{bz}^2}}{\left(1 - \frac{f_a}{F_e}\right) F_b} \leq 1.0 \quad (2.15.)$$

$$\frac{f_a}{0.6F_y} + \frac{\sqrt{f_{bx}^2 + f_{by}^2}}{F_b} \leq 1.0 \quad (2.16.)$$

Cuando $\frac{f_a}{F_a} \leq 0.15$ puede utilizarse la siguiente ecuación para sustituir a los dos anteriores:

$$\frac{f_a}{F_a} + \frac{\sqrt{f_{bx}^2 + f_{by}^2}}{F_b} \leq 1.0 \quad (2.16.)$$

Donde:

f_a = Esfuerzo axial actuante.

F_a = Esfuerzo axial permisible.

$f_{b(y, z)}$ = Esfuerzo de flexión actuante en el eje considerado.

F_b = Esfuerzo de flexión permisible

2.9.7. Esfuerzos de compresión axial y presión hidrostática

Cuando los esfuerzos de compresión longitudinal y transversal ocurren simultáneamente se deben satisfacer las siguientes ecuaciones:

$$\frac{f_a + (0.5f_h)}{F_{xc}}(SF_x) + \frac{f_b}{F_b}(SF_b) \leq 1.0 \quad (2.17.a)$$

$$(SF_x) \times \frac{f_h}{F_{hc}} \leq 1.0 \quad (2.17.b)$$

Donde:

SF_x = Factor para compresión axial.

SF_b = Factor para flexión.

2.9.8. Juntas tubulares

En lo que se refiere a las juntas tubulares, estas se revisan de acuerdo a lo indicado en la sección 4 del API RP 2A-WSD 21 edición.

La primera revisión a realizar en las juntas tubulares, es verificar que las conexiones de los extremos de los miembros a compresión y tensión soporten el esfuerzo requerido por las cargas de diseño, por no menos del 50 % la resistencia efectiva del elemento, de acuerdo a lo indicado en la sección 4.1 del API RP 2A-WSD 21 edición. La regla anterior se considera satisfecha si se cumple con la siguiente ecuación:

$$P_a = Q_u Q_f \frac{F_{yc} T^2}{FS \text{sen} \theta} \quad (2.18.a)$$

$$M_a = Q_u Q_f \frac{F_{yc} T^2 d}{FS \text{sen} \theta} \quad (2.18.b)$$

Donde:

P_a = Capacidad axial para el brace.

M_a = Capacidad del momento de flexión para el brace.

F_{yc} = Esfuerzo de fluencia de la cuerda en la junta (ó 2/3 del esfuerzo de tensión si es menor).

Q_u = Es un factor que considera los efectos del tipo de carga y la geometría y su valor se toma de la tabla 2.11.

Tabla 2.11. Valores para Q_u

Joint Classification	Brace Load			
	Axial Tension	Axial Compression	In-Plane Bending	Out-of-Plane Bending
K	$(16 + 1.2\gamma) \beta^{1.2} Q_g$ but $\leq 40 \beta^{1.2} Q_g$		$(5 + 0.7\gamma) \beta^{1.2}$	$2.5 + (4.5 + 0.2\gamma) \beta^{2.6}$
T/Y	30β	$2.8 + (20 + 0.8\gamma) \beta^{1.6}$ but $\leq 2.8 + 36 \beta^{1.6}$		
X	23β for $\beta \leq 0.9$ $20.7 + (\beta - 0.9)(17\gamma - 220)$ for $\beta > 0.9$	$[2.8 + (12 + 0.1\gamma)\beta] Q_\beta$		
Notes:				
(a) Q_β is a geometric factor defined by:				
$Q_\beta = \frac{0.3}{\beta(1 - 0.833\beta)}$ for $\beta > 0.6$				
$Q_\beta = 1.0$ for $\beta \leq 0.6$				
(b) Q_g is the gap factor defined by:				
$Q_g = 1 + 0.2 [1 - 2.8 g/D]^3$ for $g/D \geq 0.05$ but ≥ 1.0				
$Q_g = 0.13 + 0.65 \phi \gamma^{0.5}$ for $g/D \leq -0.05$ where $\phi = F_{yb}/(TF_y)$				
The overlap should preferably not be less than $0.25\beta D$. Linear interpolation between the limiting values of the above two Q_g expressions may be used for $-0.05 < g/D < 0.05$ when this is otherwise permissible or unavoidable. See Commentary C4.3.3.				
F_{yb} = yield stress of brace or brace stub if present (or 0.8 times the tensile strength if less), ksi (MPa)				
(c) The Q_u term for tension loading is based on limiting the capacity to first crack. The Q_u associated with full ultimate capacity of tension loaded Y and X joints is given in the Commentary.				
(d) The X joint, axial tension, Q_u term for $\beta > 0.9$ applies to coaxial braces (i.e., $e/D \leq 0.2$ where e is the eccentricity of the two braces). If the braces are not coaxial ($e/D > 0.2$) then 23β should be used over the full range of β .				

Q_f es un factor que considera el esfuerzo nominal longitudinal en la cuerda.

$$Q_f = \left[1 + C_1 \left(\frac{FSP_c}{P_y} \right) - C_2 \left(\frac{FSM_{ipb}}{M_p} \right) - C_3 A^2 \right] \quad (2.19.)$$

El parámetro A es definido:

$$A = \left[\left(\frac{FSP_c}{P_y} \right)^2 + \left(\frac{FSM_c}{M_p} \right)^2 \right]^{0.5} \quad (2.20.)$$

Donde:

Py = Esfuerzo de fluencia de la cuerda en la junta.

Mp = Capacidad del momento plástico de la cuerda.

C1, C2 y C3 = Factores que dependend de la geometría de la conexión.

Tabla 2.12. Valores para C₁, C₂ y C₃

Joint Type	C ₁	C ₂	C ₃
K joints under brace axial loading	0.2	0.2	0.3
T/Y joints under brace axial loading	0.3	0	0.8
X joints under brace axial loading*			
β ≤ 0.9	0.2	0	0.5
β = 1.0	-0.2	0	0.2
All joints under brace moment loading	0.2	0	0.4
*Linearly interpolated values between β = 0.9 and β = 1.0 for X joints under brace axial loading.			

2.10. PROTECCIÓN MECÁNICA Y CATÓDICA

Los sistemas anticorrosivos aplicados para proteger a los elementos estructurales del Trípode Intermedio serán diseñados de acuerdo a la Norma NRF-053-PEMEX-2006 “Sistemas de Protección Anticorrosiva Basado en Recubrimientos para Instalaciones superficiales”, suministrados e instalados en las siguientes zonas:

2.10.1. Zona de oleaje

Todo elemento estructural localizado entre los niveles (-) 3.048 m (10'-0”) y (+) 4.572 m (15'-0”) respecto al nivel medio del mar, se protegerá aumentando en 1/4” el espesor de pared de los elementos estructurales (columnas y contraventeos verticales) requerido por diseño, posteriormente será limpiado con chorro de arena tipo comercial.

2.10.2. Zona atmosférica

Comprende todo elemento estructural localizado arriba de la zona de oleaje. Esta zona se protegerá de acuerdo a la norma indicada.

CAPÍTULO 3

CONSIDERACIONES DEL ANÁLISIS

3.1. PROCEDIMIENTO DEL ANÁLISIS ESTRUCTURAL “EN SITIO ESTÁTICO”

Este análisis se requiere para asegurar que el diseño de la plataforma cumpla con todos los requerimientos del API RP 2A, en lo relativo a cargas, desplazamientos y esfuerzos, tanto en la subestructura y superestructura, como en la cimentación (pilotes). En la subestructura y superestructura se debe revisar el comportamiento estructural de los elementos, de las placas y de las juntas tubulares, la cimentación (pilotes) se debe revisar por capacidad axial, por cargas laterales, así como por desplazamientos y esfuerzos, tanto por debajo del lecho marino y sobre el lecho marino.

A continuación se presenta un procedimiento detallado del análisis.

3.1.1. Diseño preliminar

Antes de realizar el diseño global de la plataforma se debe de realizar un diseño preliminar de los elementos principales de la plataforma, tanto de los elementos de la subestructura, superestructura y pilotes.

Para lograr lo anterior se tomará como punto de partida que los pilotes tipo faldón de la cimentación serán de 78”Ø, no es muy común encontrar este tipo de diámetro en las plataformas marinas aligeradas en México.

3.1.2. Integración del modelo geométrico

Definido las dimensiones de los elementos principales de la plataforma se deben construir los modelos geométricos de la subestructura, superestructura y los pilotes, dichos modelos deben incluir las propiedades geométricas y mecánicas de cada uno de los elementos. Cabe mencionar que los pilotes se localizan arriba del lecho marino se encuentran a un costado de las piernas integrados en el modelo de la subestructura.

Realizados los modelos geométricos, estos se deben integrar en un solo modelo. Se debe tener especial cuidado al integrar los tres elementos del modelo, particularmente es necesario modelar adecuadamente la transmisión de cargas laterales (únicamente) entre la subestructura y los pilotes a través de elementos “Wishbone” en todos los niveles de arriostamiento; la unión entre la parte superior de la subestructura (Elev.+6.706) y los pilotes debe ser rígida, al igual que la unión entre la parte superior de los pilotes y la parte inferior de la superestructura (Elev.+7.315); en la parte inferior de los pilotes se deben especificar juntas tipo “Pilehead”.

3.1.3. Aplicación de cargas al modelo

En esta etapa se aplican al modelo todas las cargas que actuarán sobre la estructura, las cuales se dividen en cargas gravitacionales y cargas ambientales.

Las cargas gravitacionales a aplicar al octápodo son las siguientes:

1. Peso Propio de la Estructura.
2. Carga muerta en la estructura.

Las cargas ambientales se calcularán de acuerdo a los parámetros especificados en la Norma NRF-003-PEMEX-2007, así como en el API RP 2A. Las cargas ambientales se aplican en dos condiciones, la primera es en condiciones normales de operación y la segunda es en condiciones extremas de tormenta, dichas cargas deben de aplicarse a cada 30 grados respecto al sistema de referencia utilizado.

3.1.4. Modelación de la interacción suelo - pilote

De acuerdo a las características del programa de análisis a utilizar, se debe de contar con un modelo independiente de las características de la interacción suelo-pilote, las cuales deben de incluir las dimensiones y propiedades mecánicas de los pilotes bajo el lecho marino, así como las propiedades del suelo, obtenidas del reporte geotécnico. Las propiedades del suelo están indicadas en la sección 1.8 de este documento.

3.1.5. Análisis Estructural

Después de contar con el modelo de la plataforma y con el modelo de la interacción suelo-pilote, se ejecutará el análisis estructural para el diseño y revisión estructural de toda la plataforma: subestructura, superestructura y pilotes. Para ello y de acuerdo a las características del programa de análisis estructural utilizado, es necesario el empleo de dos modelos:

1. Modelo estructural, contiene toda la información correspondiente a geometría, propiedades mecánicas y cargas, etc., por arriba del lecho marino, especificando todos los parámetros de diseño estructural.
2. Modelo de interacción suelo-pilote, este modelo debe contener todas las propiedades geométricas y mecánicas de los pilotes, así como las propiedades del suelo bajo el lecho marino.

3.2. ASPECTOS PARTICULARES DE LA MODELACIÓN

Para la generación adecuada de las cargas ambientales, es necesario incluir en el modelo de la plataforma algunos parámetros hidrodinámicos, dentro de los cuales se encuentran los siguientes:

3.2.1. Áreas de arrastre de ánodos

Los ánodos de sacrificio están también expuestos a las corrientes de agua, generando cargas adicionales a la estructura, dichas cargas deben ser incluidas en el modelo de la plataforma, de acuerdo a las características del programa de análisis estructural utilizado, para el cálculo de las cargas es necesario introducir las correspondientes áreas en las proyecciones X & Y (horizontales) de todos los ánodos de la plataforma, haciendo una correcta distribución de estas áreas, respecto al centro de gravedad de los ánodos.

3.2.2. Volúmenes sumergidos de ánodos

Adicionalmente de las proyecciones que generan los ánodos de sacrificio, se debe incluir las fuerzas de empuje vertical (fuerzas de flotación) de los ánodos, para ello se modelan los volúmenes de los ánodos localizando el centro de gravedad de cada uno de ellos o de un conjunto de ellos, las fuerzas de empuje vertical generados se distribuyen adecuadamente en una serie de nodos.

3.2.3. Coeficientes de arrastre (Cd) e Inercia (Cm)

De acuerdo a la sección 8.3.2.2 de la NRF-003-PEMEX-2007, los coeficientes de arrastre (Cd) e inercia (Cm) para elementos sumergidos deben ser 1.05 y 1.20, respectivamente, mientras que para los elementos fuera del agua deben ser 0.65 y 1.60. Estos valores se deben aplicar sin importar el diámetro de los tubos.

3.2.4. Coeficientes de cinemática de ola

En condiciones de operación, se debe usar un coeficiente de cinemática de ola de 1.00, mientras que en condiciones de tormenta se debe usar un coeficiente de 0.85.

3.2.5. Crecimiento marino

Se deben aplicar los espesores de crecimiento marino presentados en la tabla 8.3.1.5 de la norma NRF-003-PEMEX-2007.

3.2.6. Modificación de propiedades de grupos de elementos

Se deben modificar las propiedades geométricas de los elementos que se localizan en el interior de otros, tal es el caso de los “wishbones” de manera que el programa no calcule las cargas hidrodinámicas sobre estos elementos, para ello se especificaran las dimensiones efectivas locales en X & Y como 0.001.

3.2.7. Elementos inundados

Los elementos inundados son las columnas de la subestructura y los pilotes, por tal motivo, todos los grupos de estos elementos deben declararse inundados.

3.2.8. Factores de bloqueo de corriente

Se deben especificar los siguientes factores de bloqueo de corriente: 0.90 para las direcciones de incidencias longitudinales, transversales y diagonales de acuerdo a la sección 2.3 del API RP 2A.

3.2.9. Opciones para el análisis

Además de especificar los parámetros anteriores, es necesario especificar la densidad del agua de 1.028 Ton/m³, del acero de 7.849 Ton/m³, además se deben especificar la elevación del lecho marino y el tirante tal como se presentan en el estudio batimétrico, es decir, sin considerar mareas.

3.2.10. Colapso hidrostático

Al existir elementos totalmente sellados y que se encuentran sumergidos en el mar, se debe incluir la revisión por colapso hidrostático de acuerdo a lo especificado por el API, en caso de ser necesario se debe incluir el diseño de anillos exteriores en dichos elementos.

3.2.11. Áreas de pantalla para viento

Se deberán especificar áreas de pantalla para el viento en la superestructura en las direcciones X & Y, dichas áreas corresponden a equipos, elementos no estructurales y algún otro elemento de la cual solo

se incluyó su peso, las áreas de viento deben de introducirse y ubicarse de acuerdo al centro de gravedad de dicha área.

3.2.12. Combinaciones de cargas

El análisis y diseño estructural de la plataforma se realizará bajo dos grupos de combinaciones de carga, el primer grupo corresponden a las condiciones de operación (peso propio, cargas muertas, cargas vivas al 100% y ambientales en operación), mientras que el segundo grupo de combinaciones corresponde a las condiciones de tormenta (peso propio, cargas muertas, cargas vivas al 75% y ambientales en tormenta). La nomenclatura de las combinaciones debe ser tal que sea como una referencia rápida del tipo de combinación de que se trata, se utilizará la siguiente nomenclatura en caso de ser posible:

- Condiciones de Operación: O000, O030, O060, O090, O120, O150, O180, O210, O240, O270, O300 y O330.
- Condiciones de Tormenta: T000, T030, T060, T090, T120, T150, T180, T210, T240, T270, T300 Y T330.

3.2.13. Condiciones especiales

Se excluirán del diseño los elementos que no tienen influencia en la rigidez de la plataforma, en particular estos elementos son: defensas en piernas, ductos ascendentes, etc., estos elementos se modelan solo para incluir su peso y las cargas ambientales que inciden sobre ellos.

Los grupos de elementos correspondientes a las columnas de la subestructura se identifican con la siguiente nomenclatura LG1, LG2,..., LGn. Igualmente, los grupos de elementos correspondientes a los pilotes se nombraron PL1, PL2,..., PLn.

El esfuerzo de fluencia debe especificarse como 2532 kg/cm² para acero ASTM-A36 y como 3515 kg/cm² para acero API 2H Grado 50.

Todos los elementos deben ser modelados con los “Offsets” en coordenadas globales necesarios para que el modelo sea lo más cercano a la estructura real y así considerar las excentricidades generadas.

3.3. REVISIÓN DE JUNTAS TUBULARES

Se deben especificar las opciones necesarias en el análisis para que se realicen las siguientes revisiones de juntas las juntas tubulares:

1. Revisión por Punzonamiento la cual aplica en todas las juntas tubulares (sección 4.3.1 y 4.3.2 del API RP 2A).
2. Revisión por Resistencia (sección 4.1 del API RP 2A), la cual aplica para todas las juntas tubulares.
3. Revisión por Colapso General (sección 4.3.4 del API RP 2A), la cual aplica en las crucetas de la subestructura.

3.4. GENERALIDADES

En cuanto al modelo estructural se considera importante mencionar lo siguiente:

En cuanto al sistema de referencia utilizado en el modelo es el mostrado en la figura 2.10., de este documento, donde se puede observar que el eje A del octápodo se alinea con el eje X positivo del sistema de referencia.

Se han modelado todos los elementos tanto principales como secundarios que conforman a la Superestructura, tales como, columnas, vigas, arriostramientos horizontales y verticales así como las placas de apoyo del puente; los accesorios tales como orejas de izaje se han considerado como carga muerta de accesorios.

La subestructura ha sido modelada con todos sus elementos principales y secundarios que aportan su rigidez estructural, tales como columnas, arriostramientos horizontales y verticales, así como largueros del sistema de la placa base; se han modelado también las siete defensas de pierna correspondientes, únicamente para considerar las cargas que estas generan; las orejas de izaje vertical y horizontal, así como ánodos de sacrificio, se han considerado como cargas de accesorios en la subestructura.

La cimentación ha sido modelada incluyendo la interacción suelo-pilote, de acuerdo con la estratigrafía y a las curvas P-Y del reporte geotécnico.

Cabe mencionar que las curvas P-Y utilizadas pertenecen a un pilote de 72"Ø, estas serán escaladas para aplicarse a los pilotes del octápodo (78"Ø). Del mismo modo, la gráfica de capacidad de carga vs. penetración de los pilotes incluida en el reporte geotécnico, pertenecen a un pilote de 72"Ø, de lo anterior, la capacidad de carga para un pilote de 78"Ø, se obtendrá a partir de un porcentaje proveniente de la interpolación lineal en función del diámetro (72"Ø).

CAPÍTULO 4

MODELO ESTRUCTURAL

En este capítulo se muestra la geometría del modelo empleado para la evaluación mediante el análisis en sitio, referente a la plataforma de perforación denominada PP-Ayatsil-D, como se muestra en la figura 4.1.

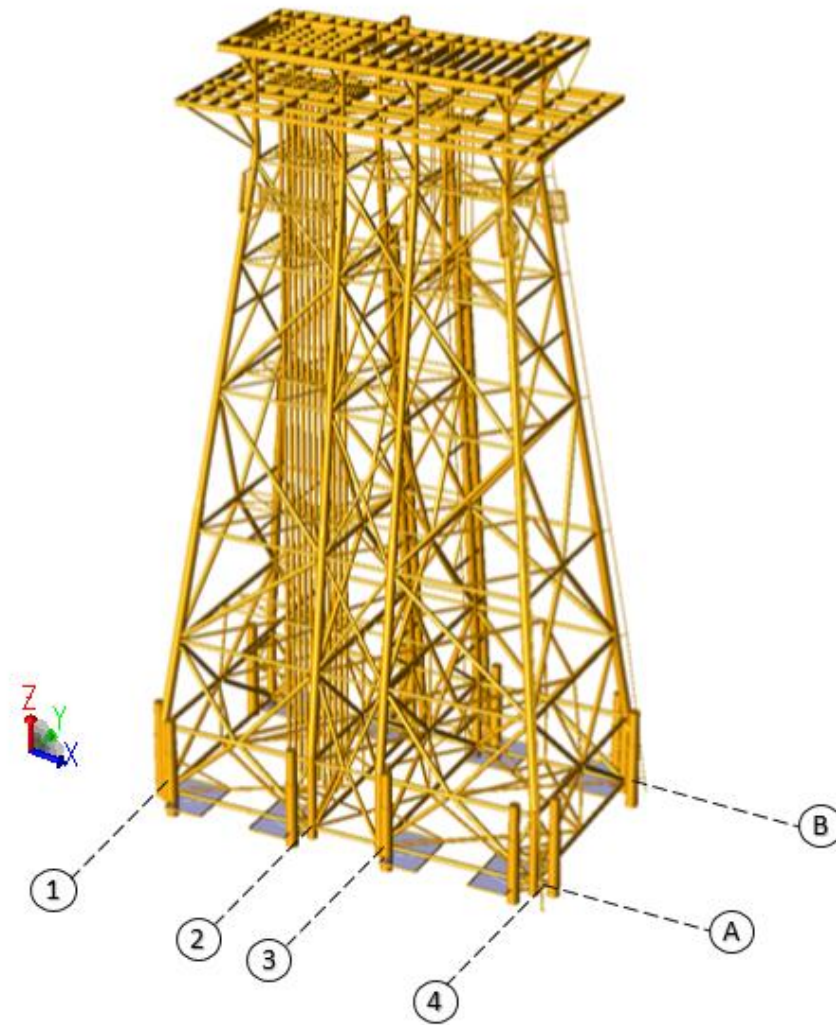


Figura 4.1. Modelo tridimensional PP-Ayatsil-D

4.1. IDENTIFICACIÓN DE NODOS

En esta sección se muestra la identificación de los nodos del modelo estructural, tanto de la subestructura como la superestructura.

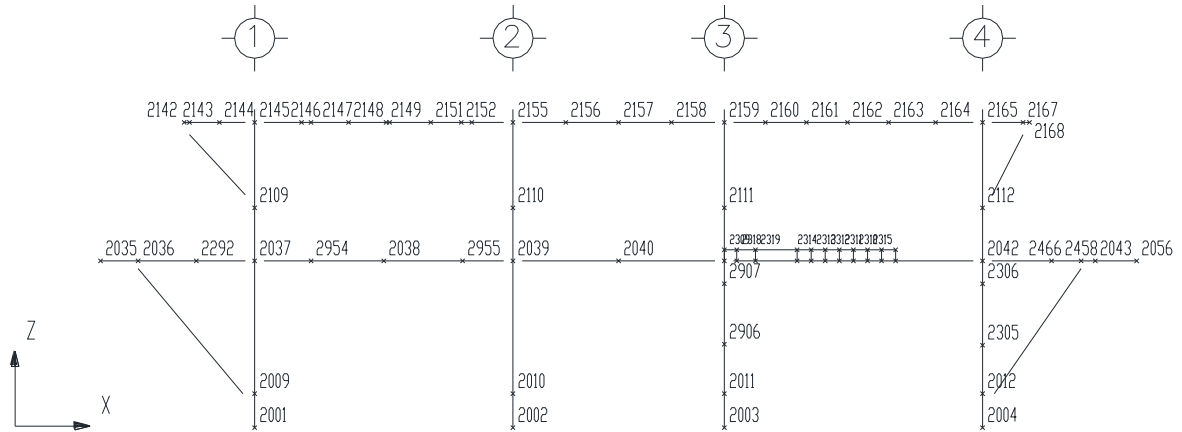


Figura 4.2. Nodos en marco longitudinal Eje A, superestructura

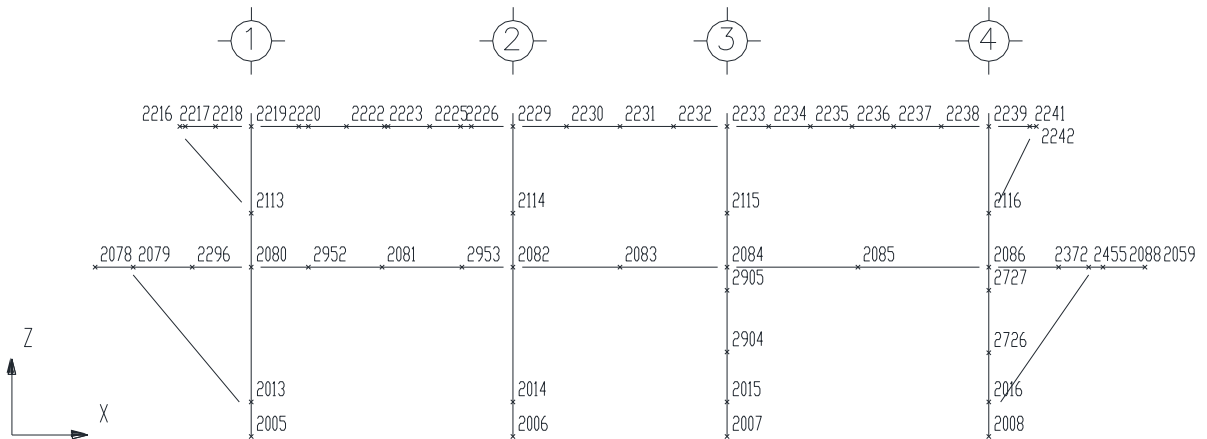


Figura 4.3. Nodos en marco longitudinal Eje B, superestructura

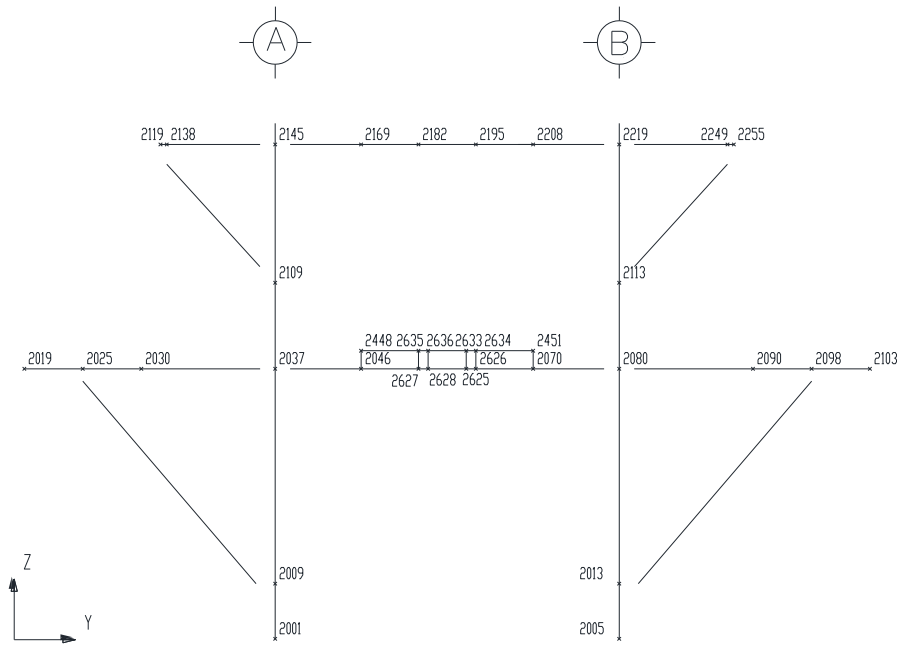


Figura 4.4. Nodos en marco transversal Eje 1, superestructura

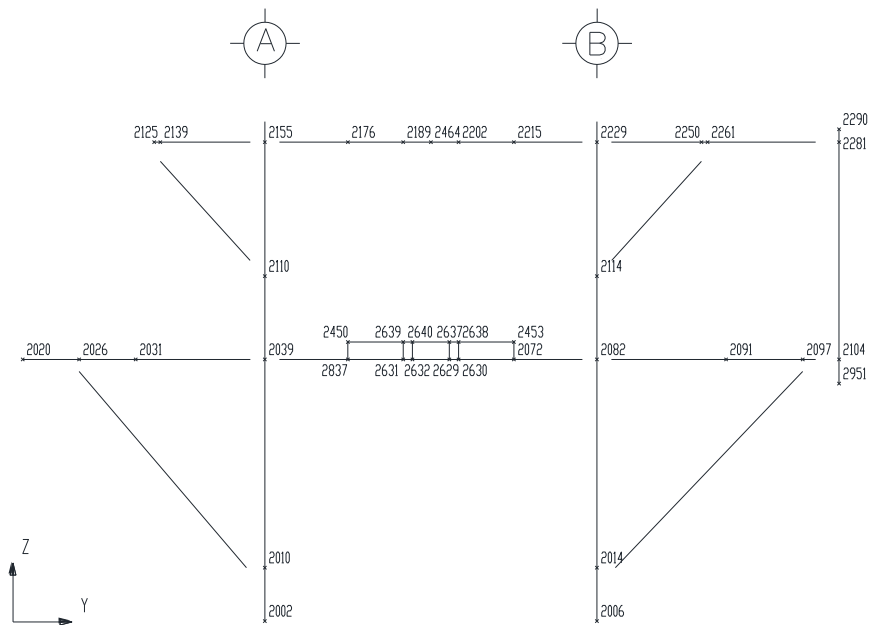


Figura 4.5. Nodos en marco transversal Eje 2, superestructura

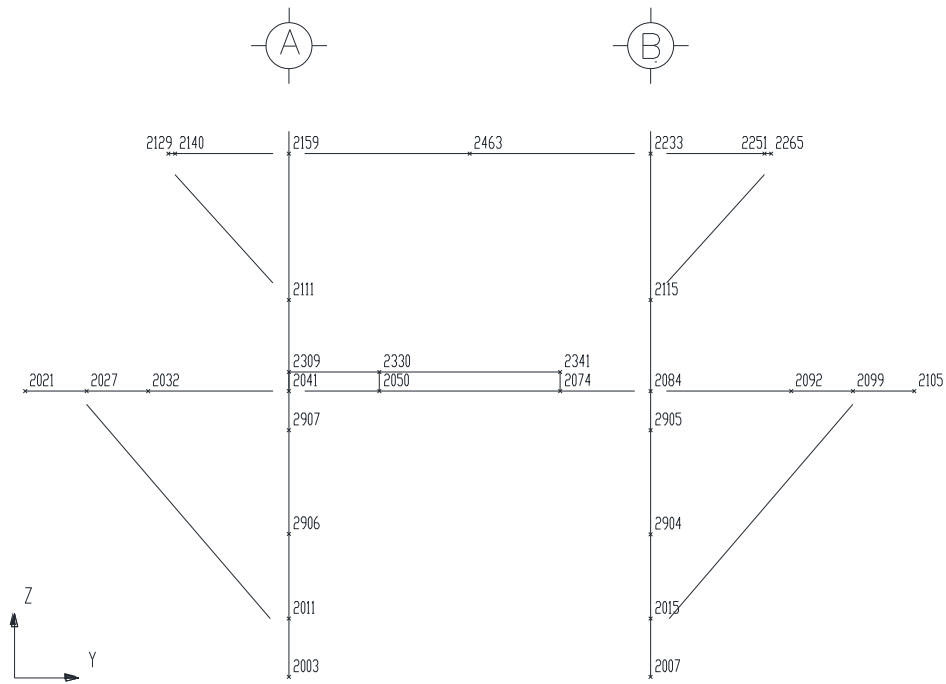


Figura 4.6. Nodos en marco transversal Eje 3, superestructura

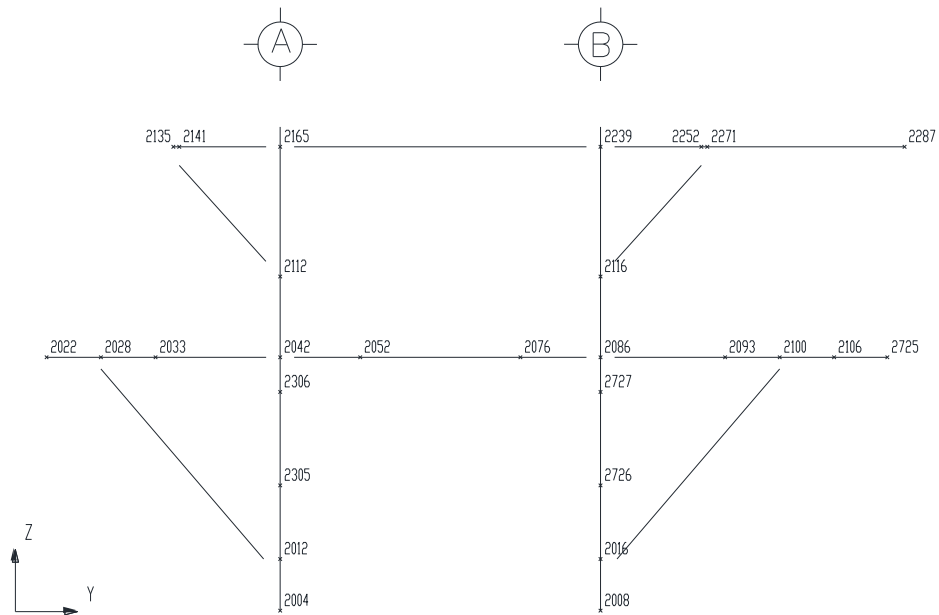


Figura 4.7. Nodos en marco transversal Eje 4, superestructura

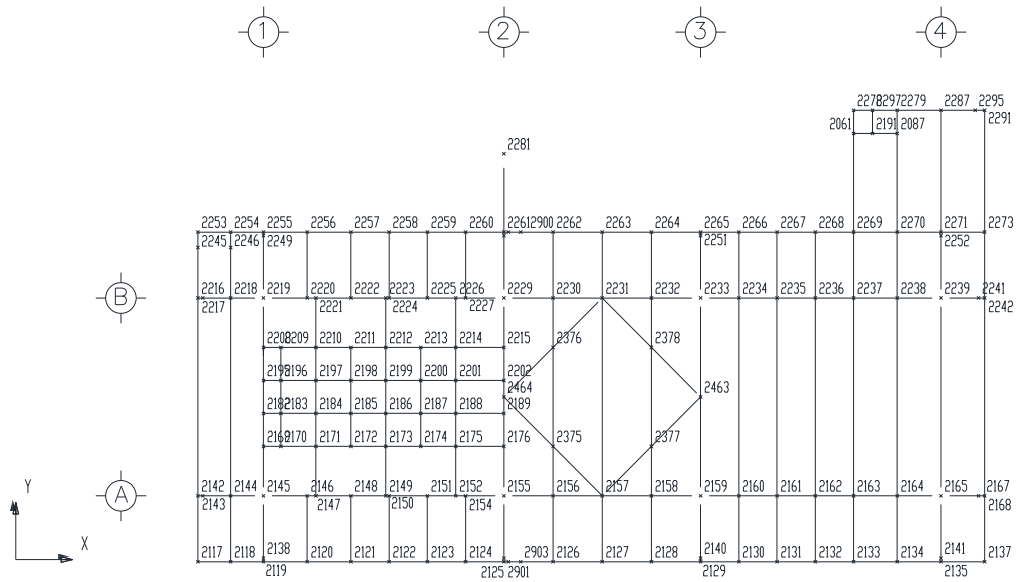


Figura 4.8. Nodos en Cubierta Superior Elev. (+) 27.145 m, superestructura

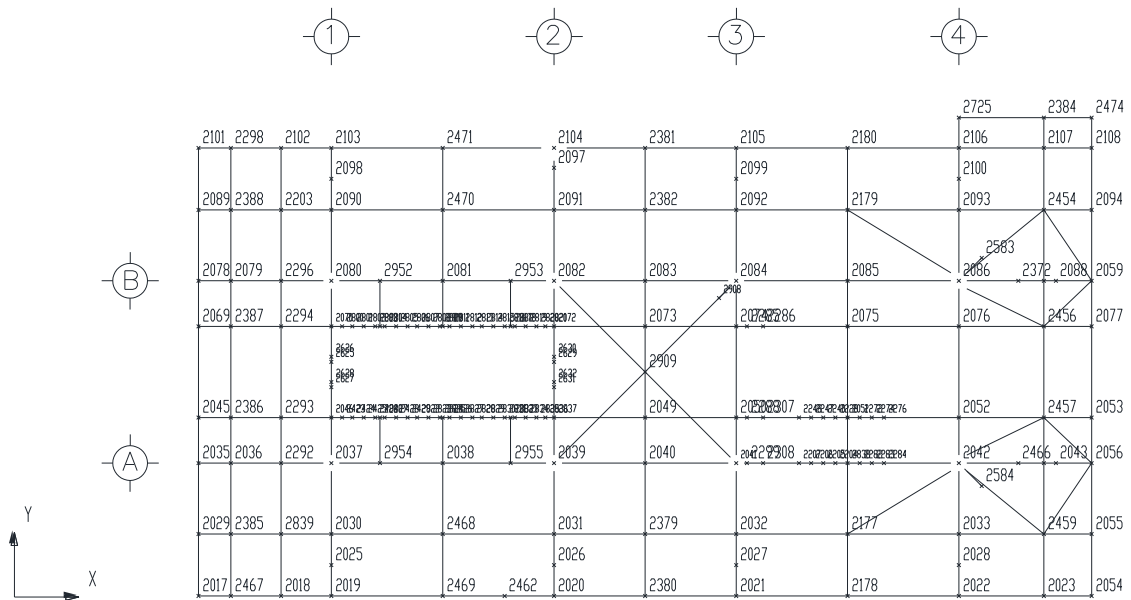


Figura 4.9. Nodos en Cubierta Principal Elev. (+) 19.100 m, superestructura

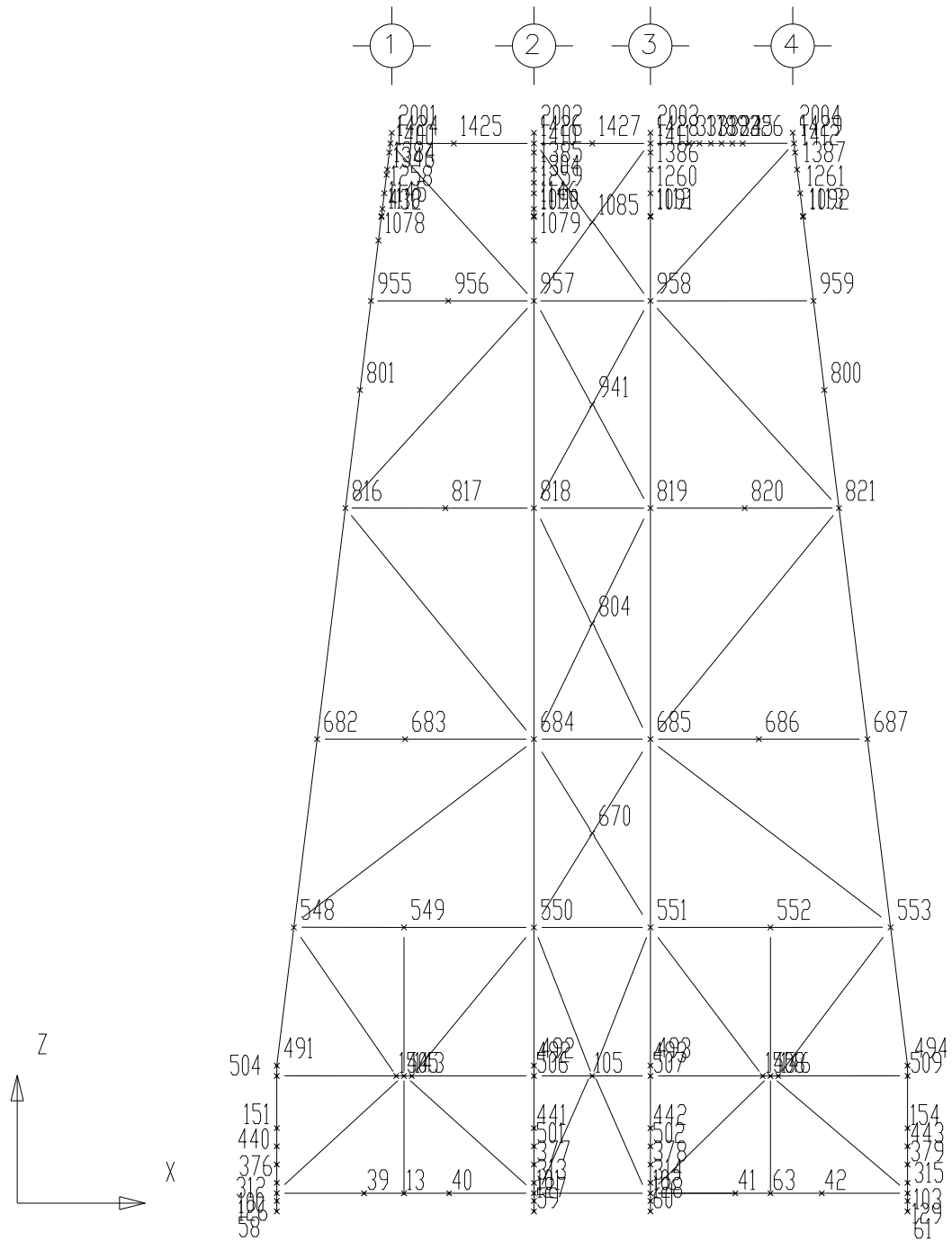


Figura 4.10. Nodos en marco longitudinal Eje A, subestructura

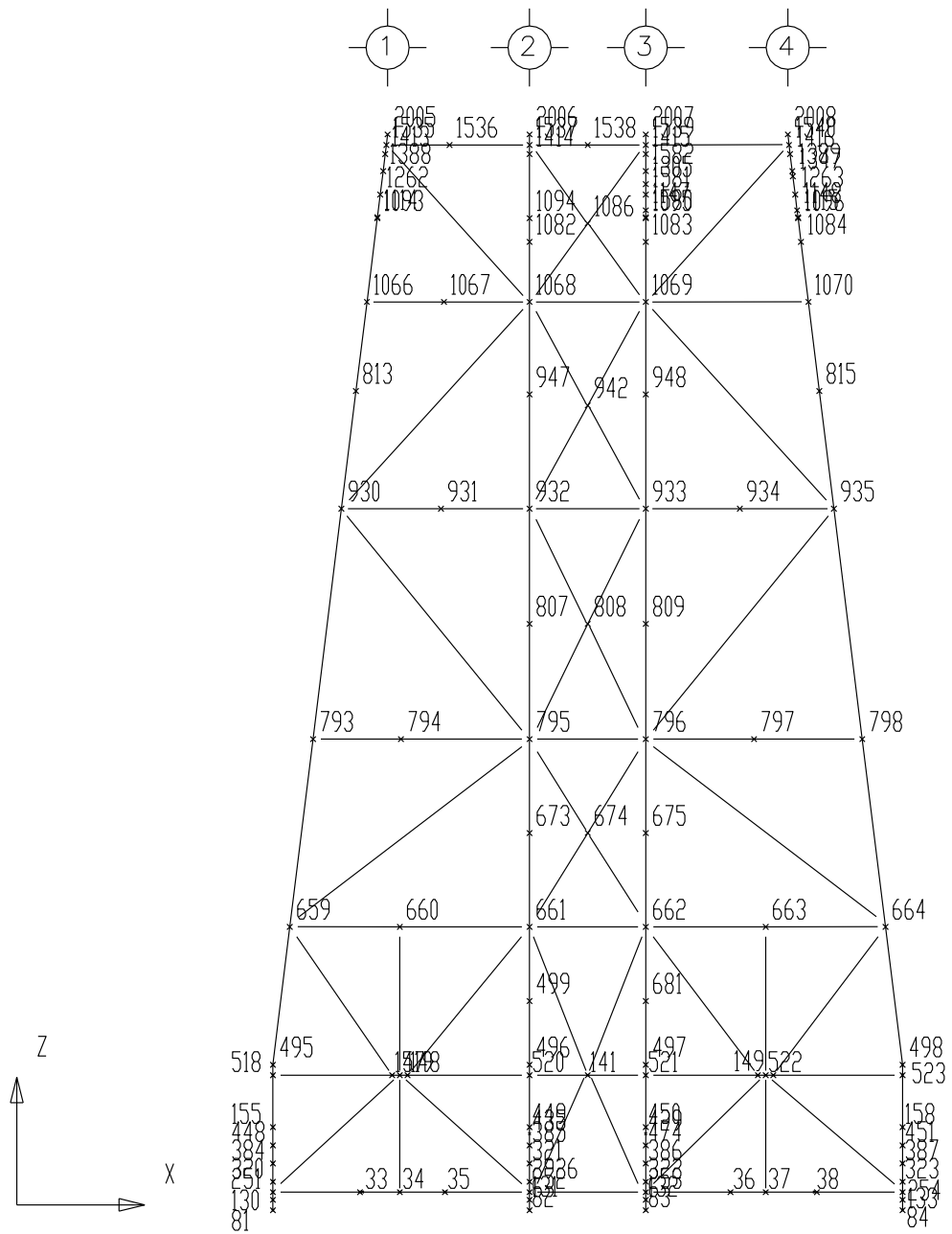


Figura 4.11. Nodos en marco longitudinal Eje B, subestructura

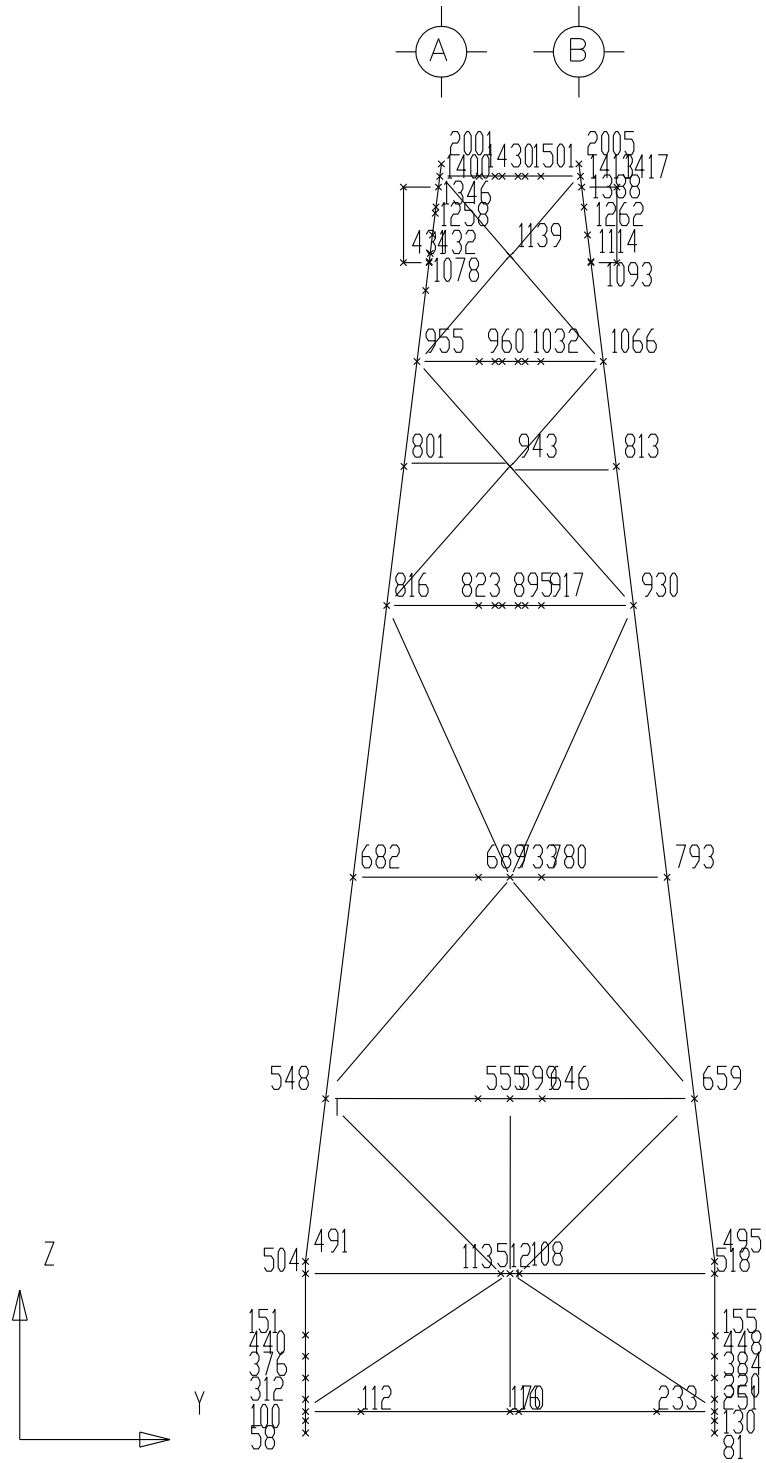


Figura 4.12. Nodos en marco transversal Eje 1, subestructura

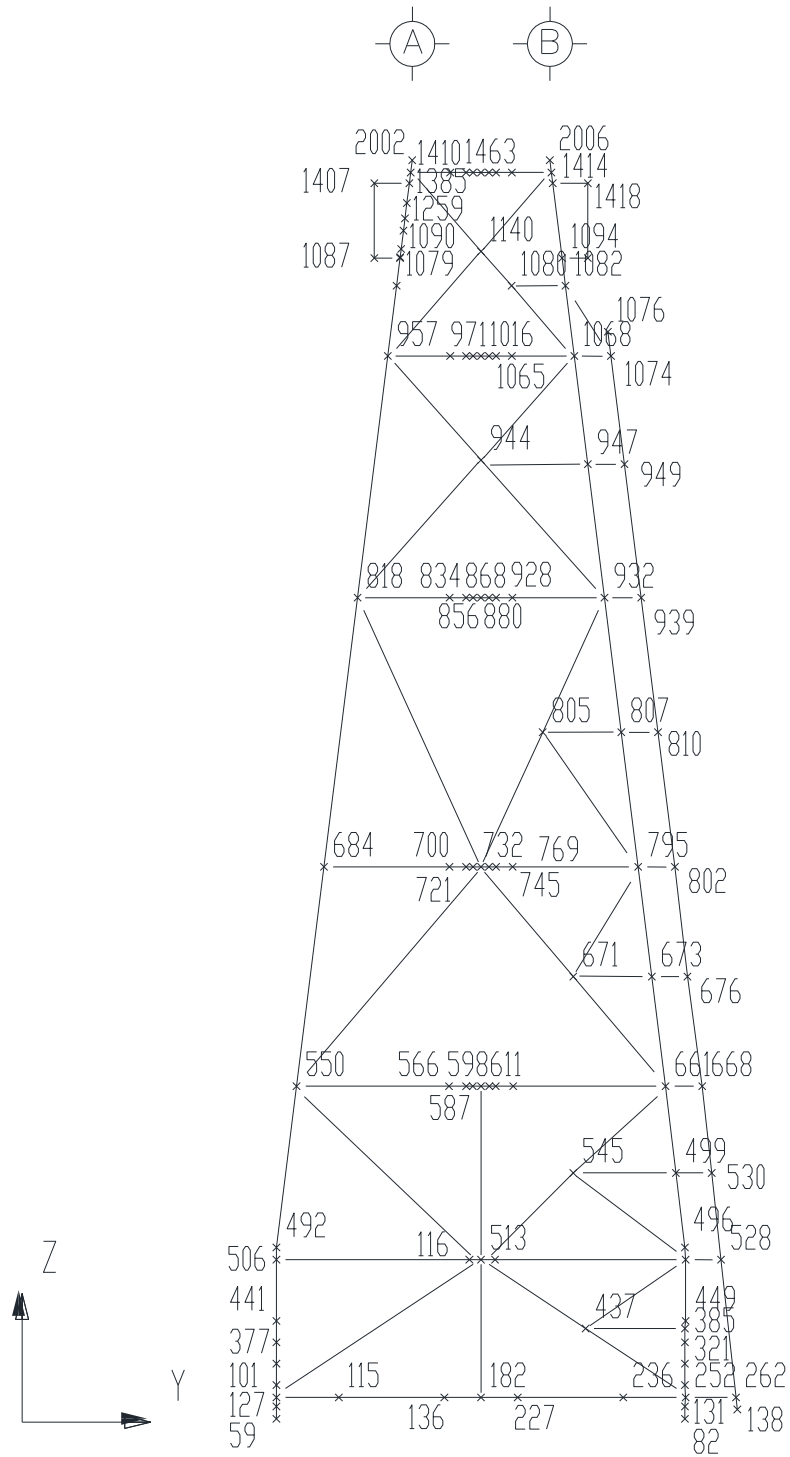


Figura 4.13. Nodos en marco transversal Eje 2, subestructura

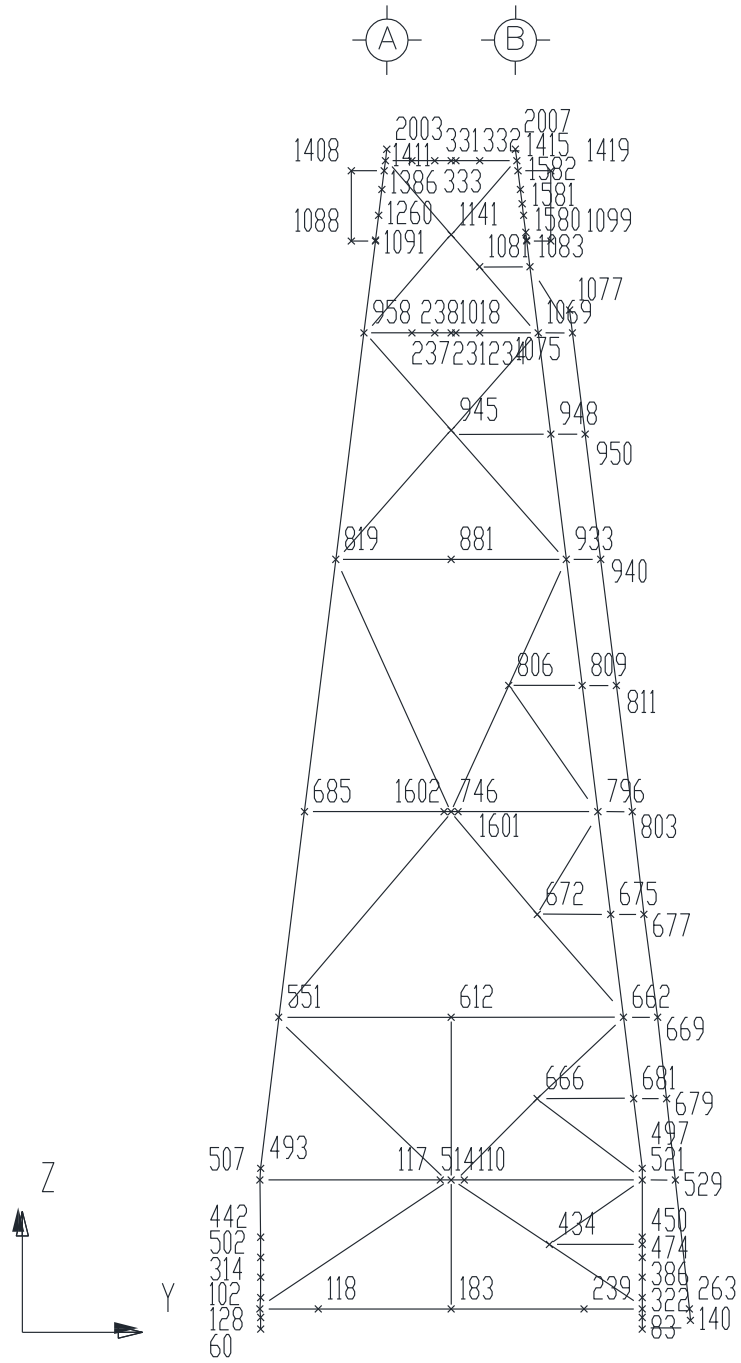


Figura 4.14. Nodos en marco transversal Eje 3, subestructura

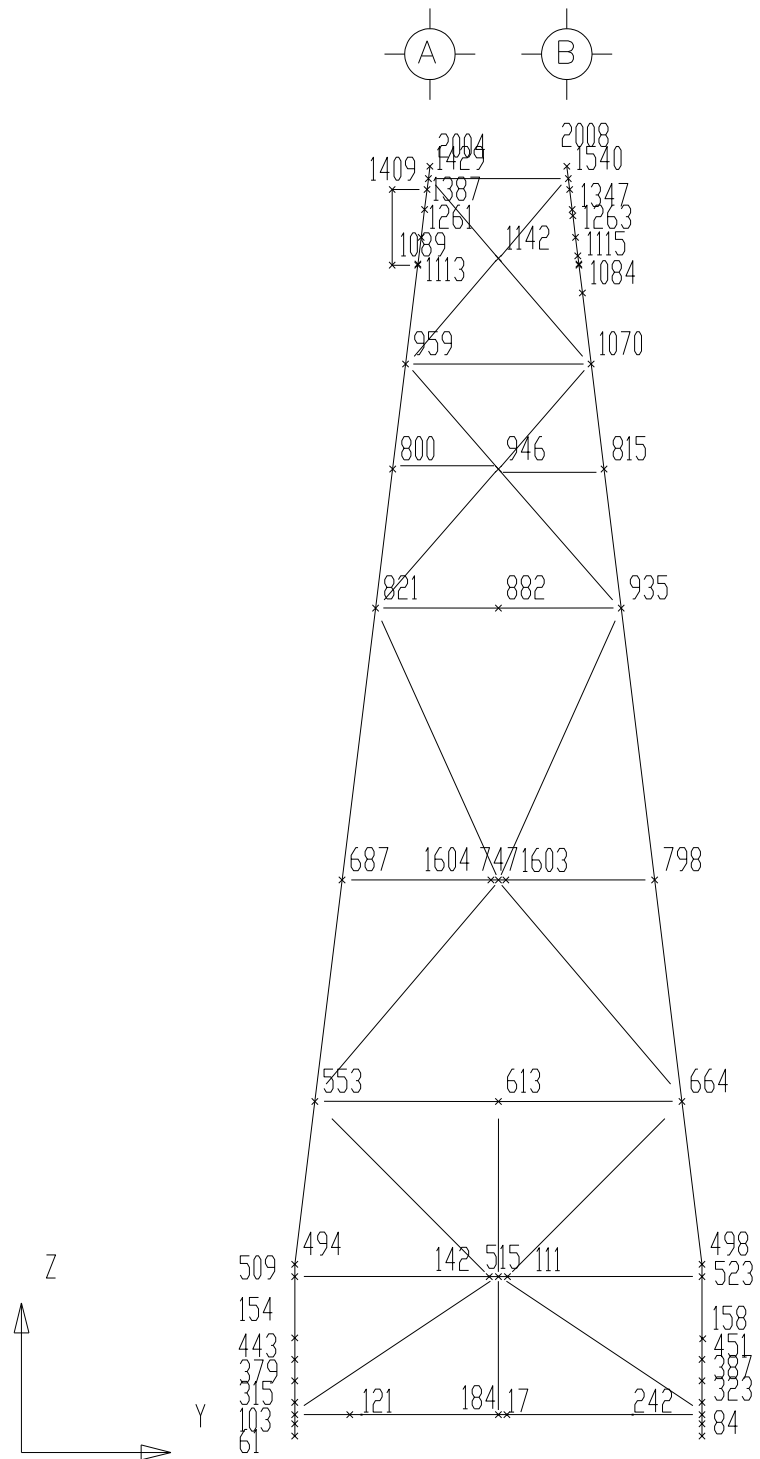


Figura 4.15. Nodos en marco transversal Eje 4, subestructura

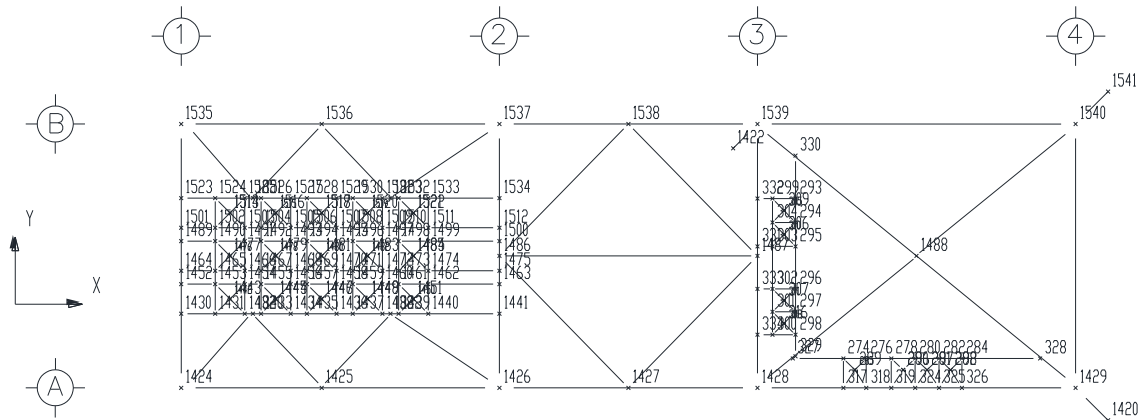
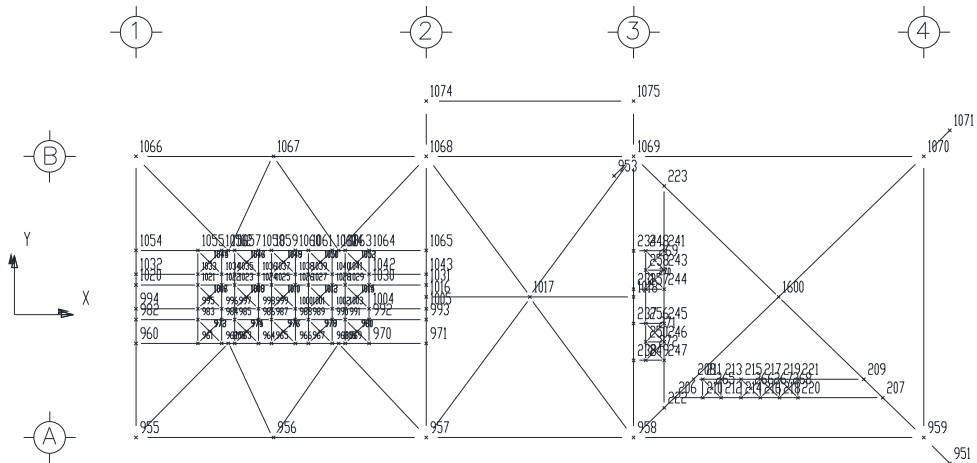


Figura 4.16. Nodos en Elev. (+) 6.096 m, subestructura



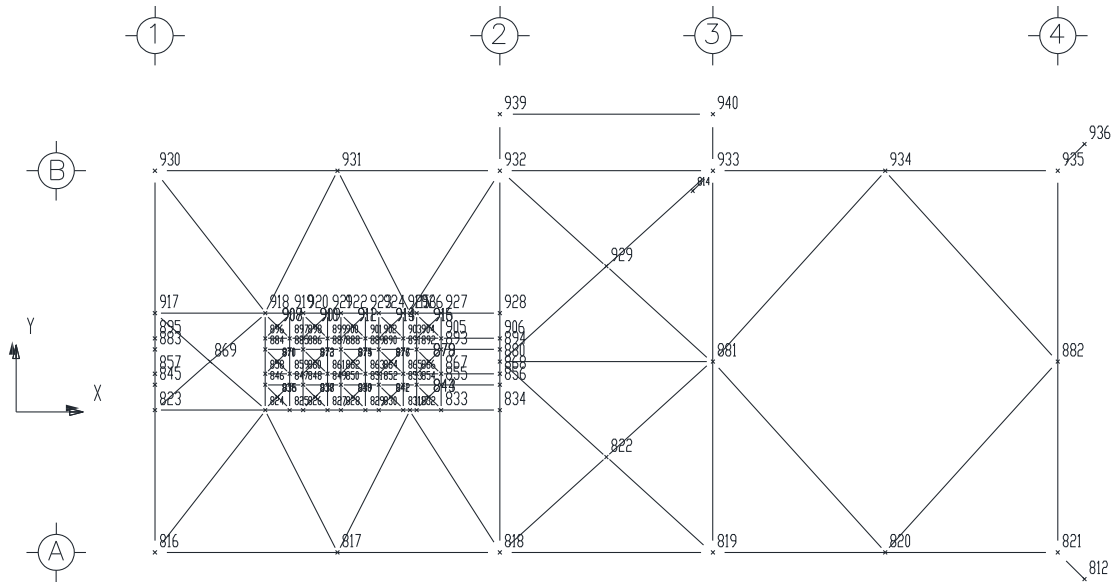


Figura 4.18. Nodos en Elev. (-) 36.271 m, subestructura

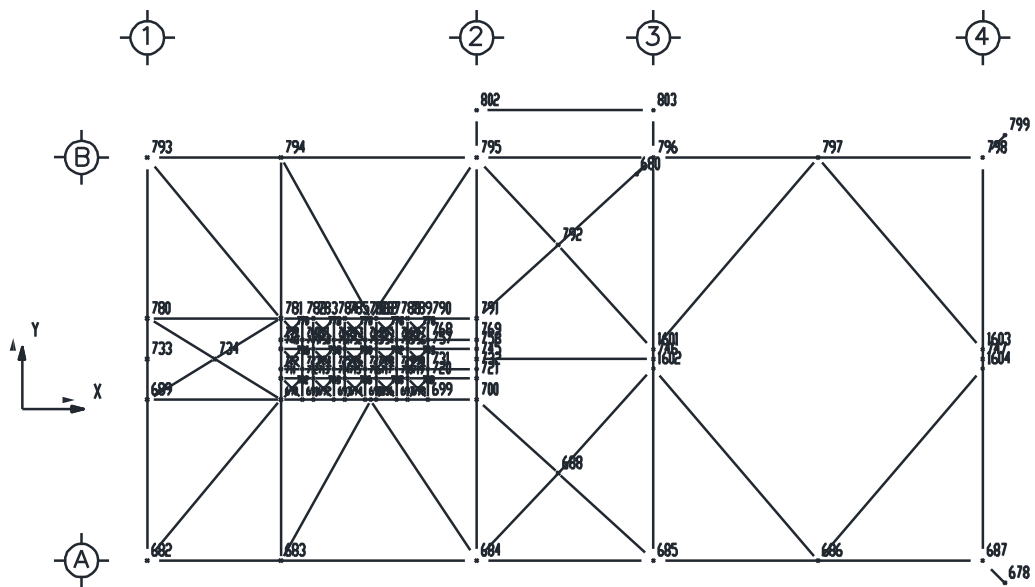


Figura 4.19. Nodos en Elev. (-) 63.093 m, subestructura

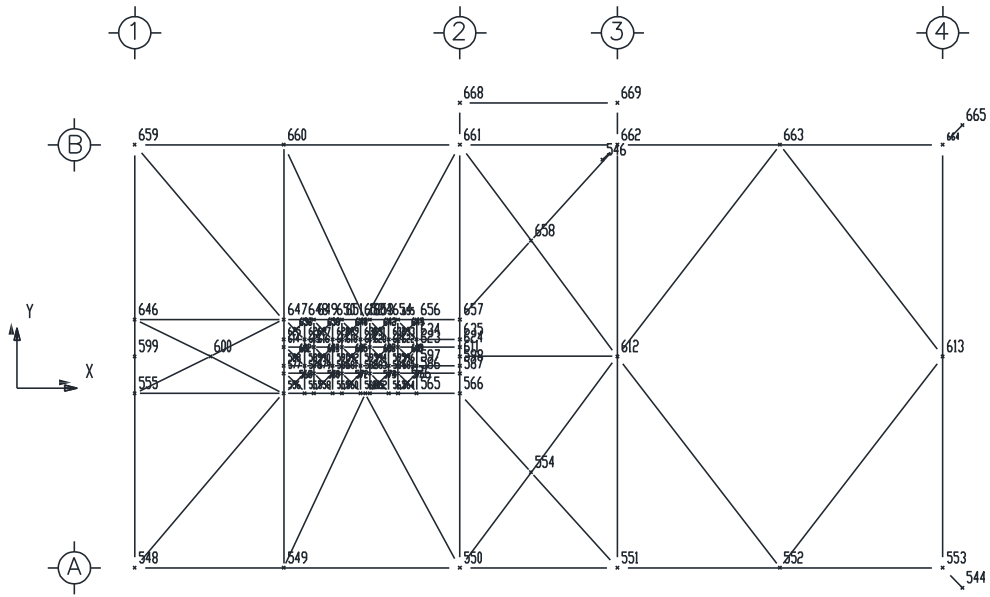


Figura 4.20. Nodos en Elev. (-) 84.950 m, subestructura

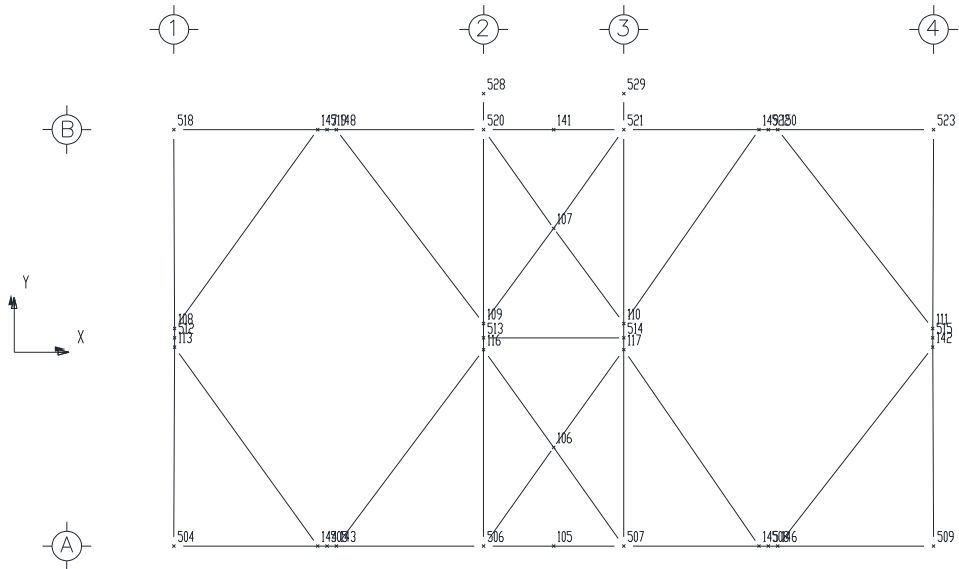


Figura 4.21. Nodos en Elev. (-) 102.234 m, subestructura

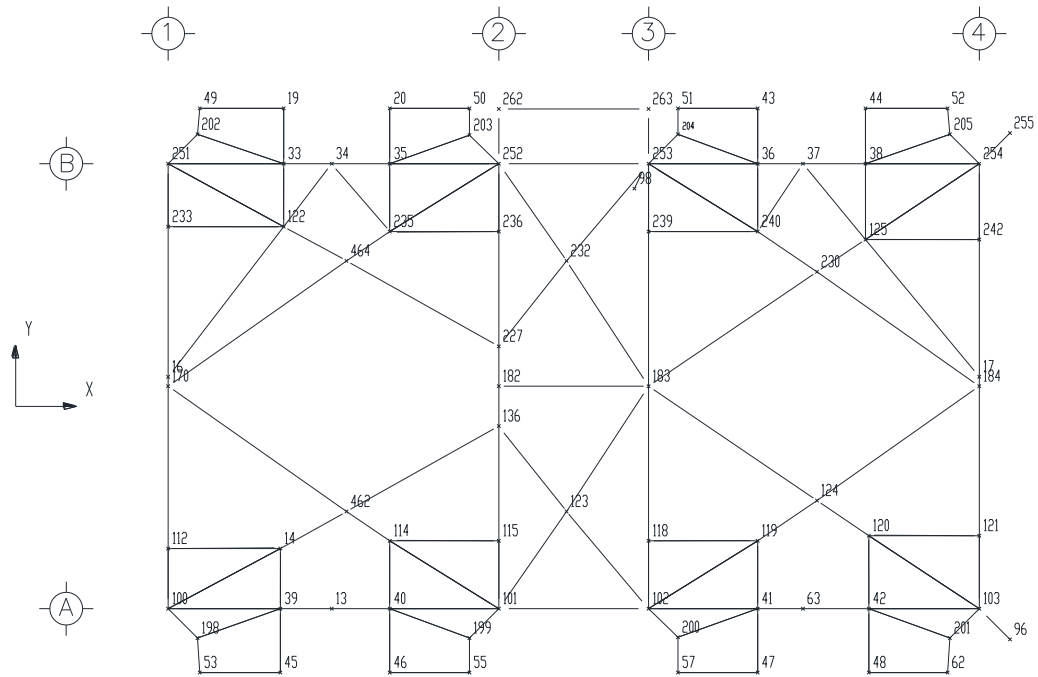


Figura 4.22. Nodos en Elev. (-) 115.950 m, subestructura

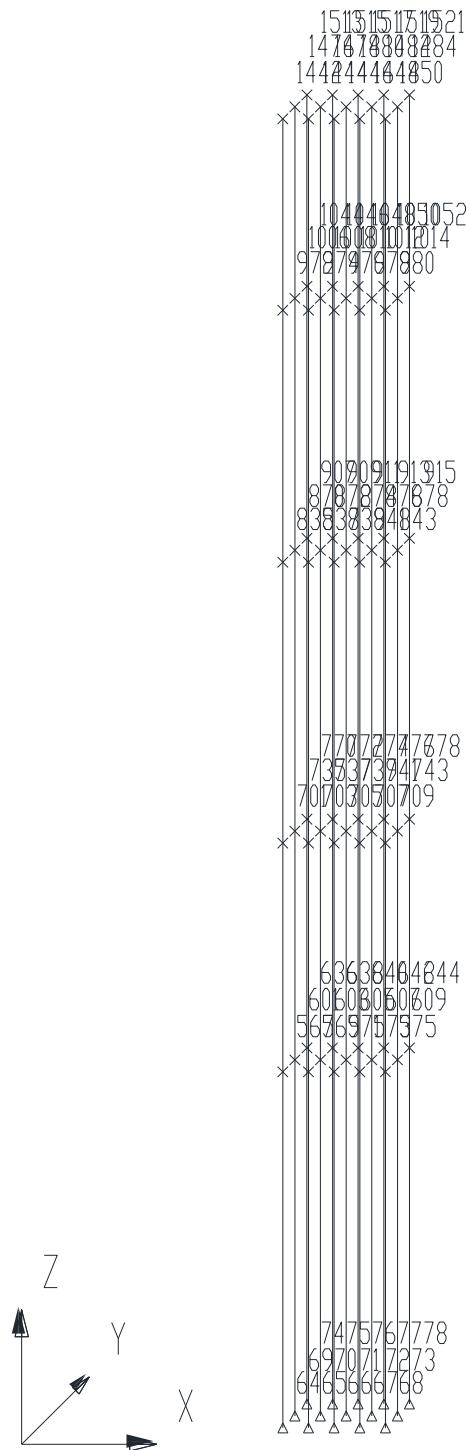


Figura 4.23. Nodos en Conductores

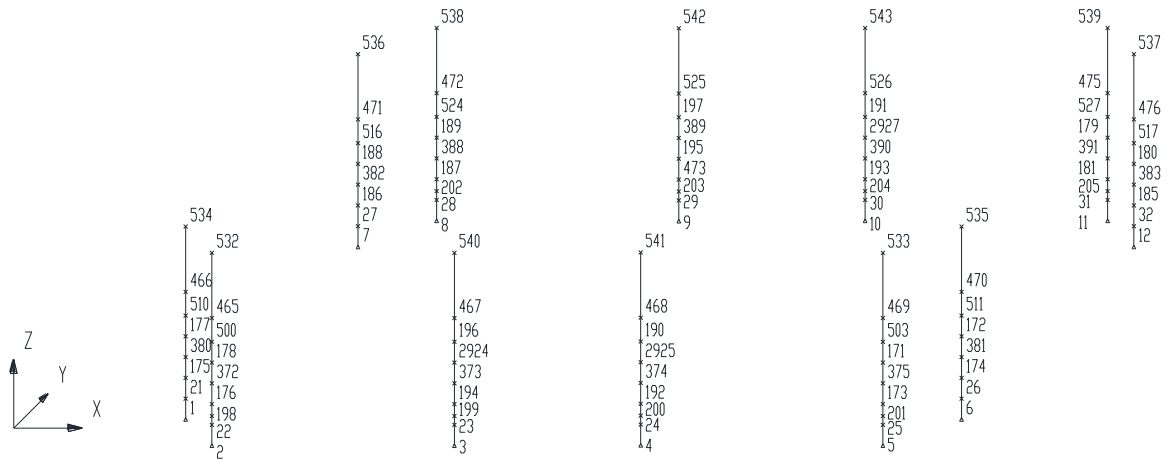


Figura 4.24. Nodos en Guías de pilote faldón

4.2. GRUPOS DE ELEMENTOS

En esta sección se muestra la identificación de los grupos de elementos del modelo estructural, tanto de la subestructura como la superestructura.

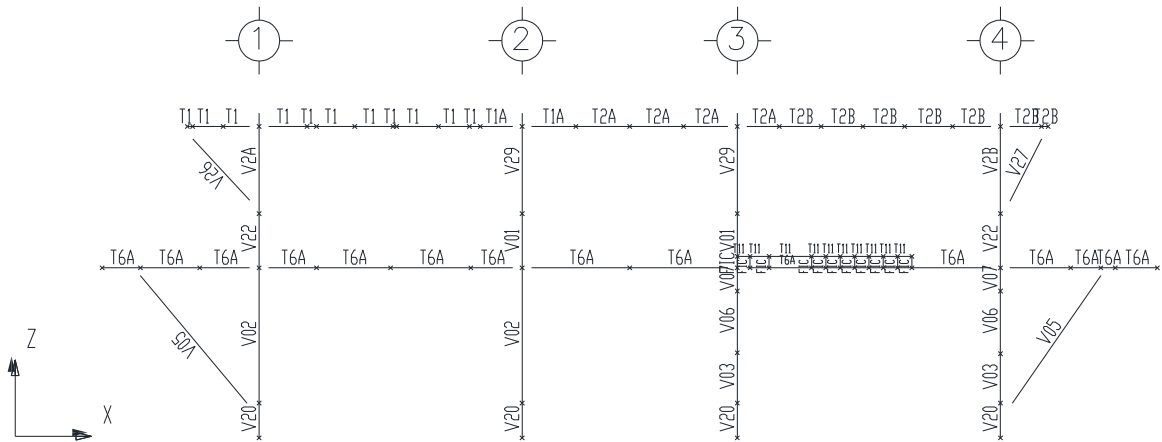


Figura 4.25. Grupos en marco longitudinal Eje A, superestructura

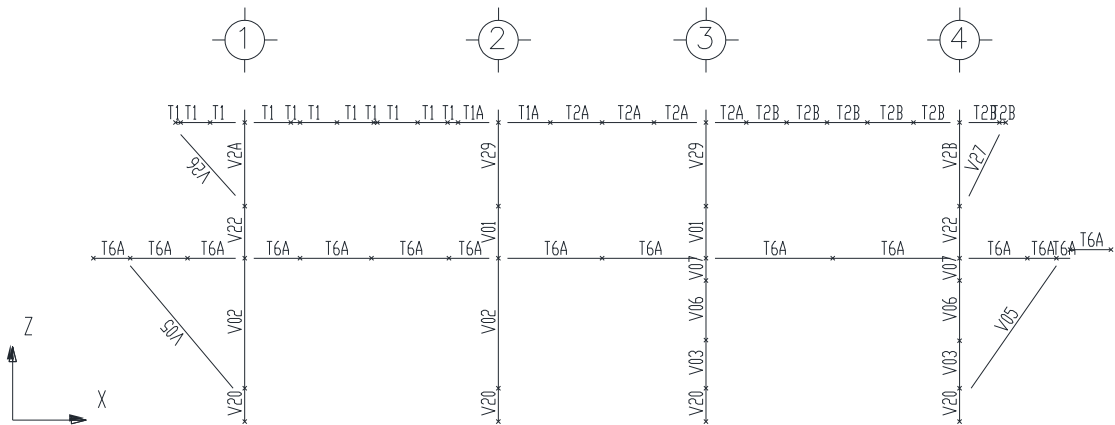


Figura 4.26. Grupos en marco longitudinal Eje B, superestructura

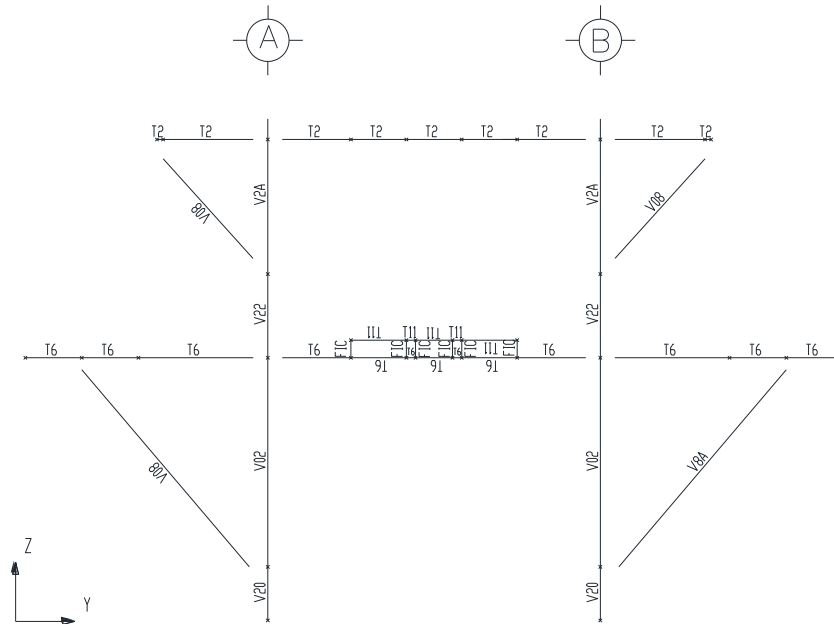


Figura 4.27. Grupos en marco transversal Eje 1, superestructura

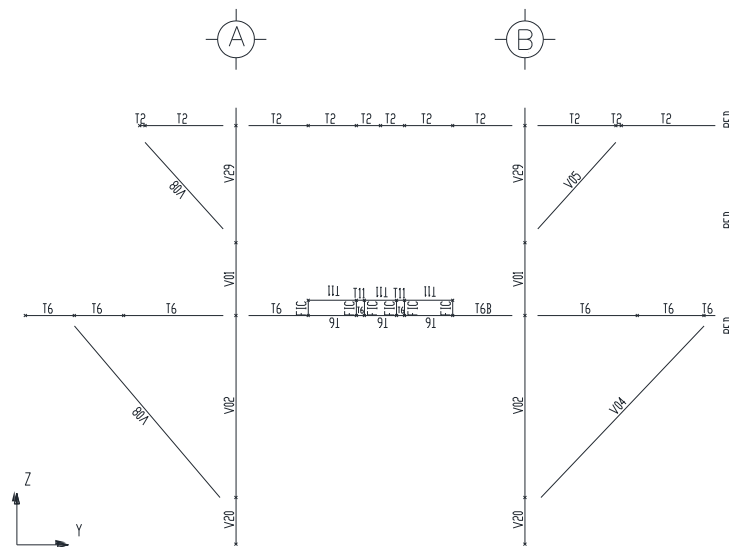


Figura 4.28. Grupos en marco transversal Eje 2, superestructura

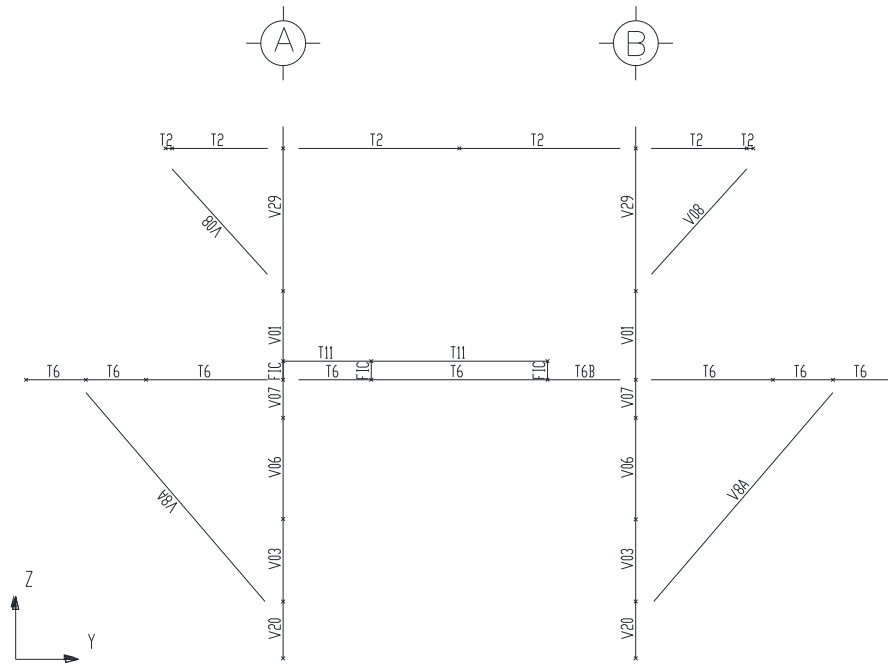


Figura 4.29. Grupos en marco transversal Eje 3, superestructura

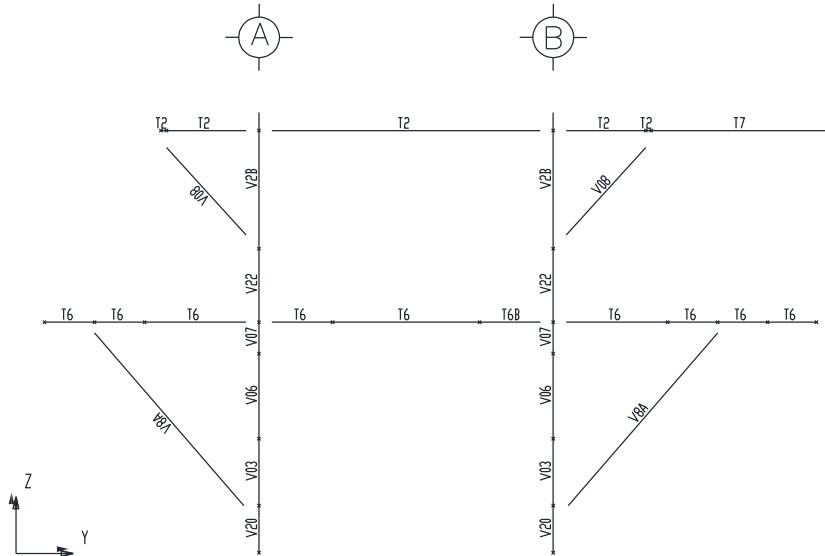


Figura 4.30. Grupos en marco transversal Eje 4, superestructura

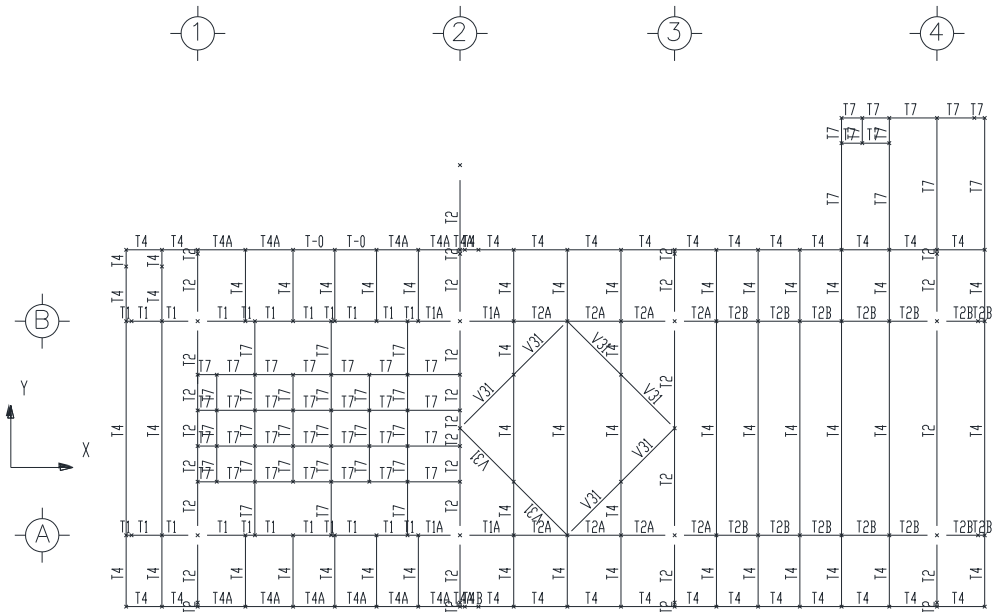


Figura 4.31. Grupos en Cubierta Superior Elev. (+) 27.145 m, superestructura

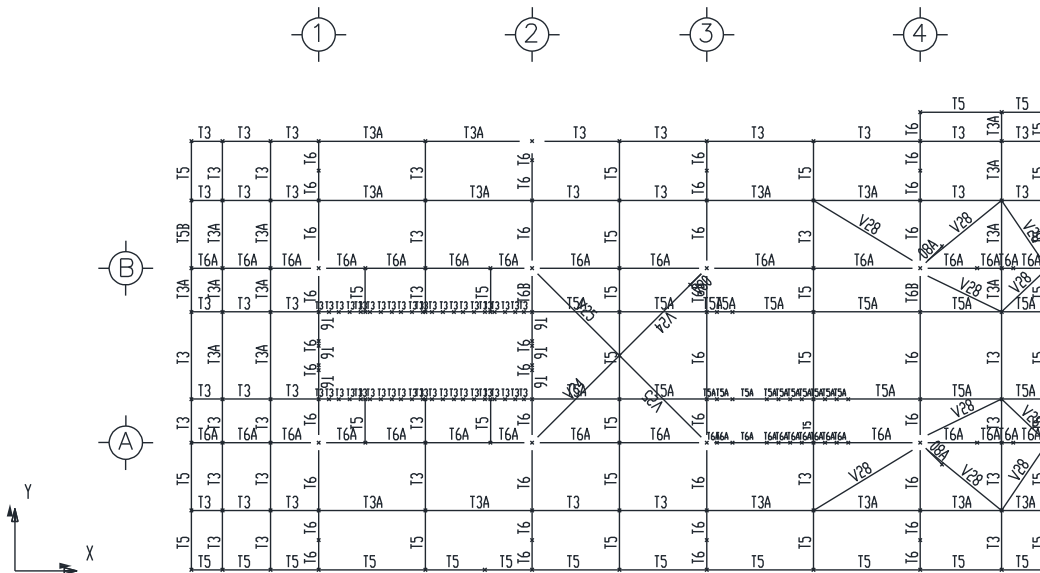


Figura 4.32. Grupos en Cubierta Principal Elev. (+) 19.100 m, superestructura

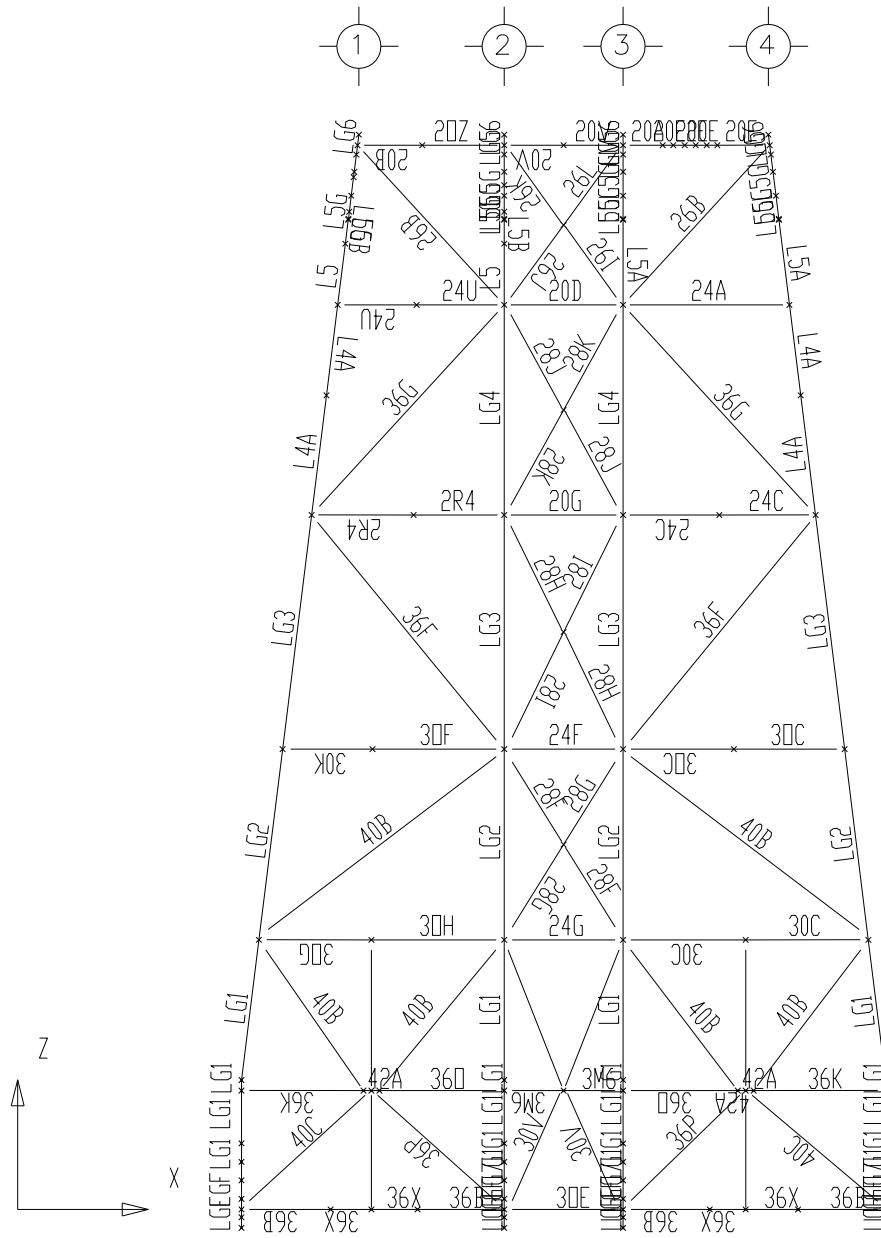


Figura 4.33. Grupos en marco longitudinal Eje A, subestructura

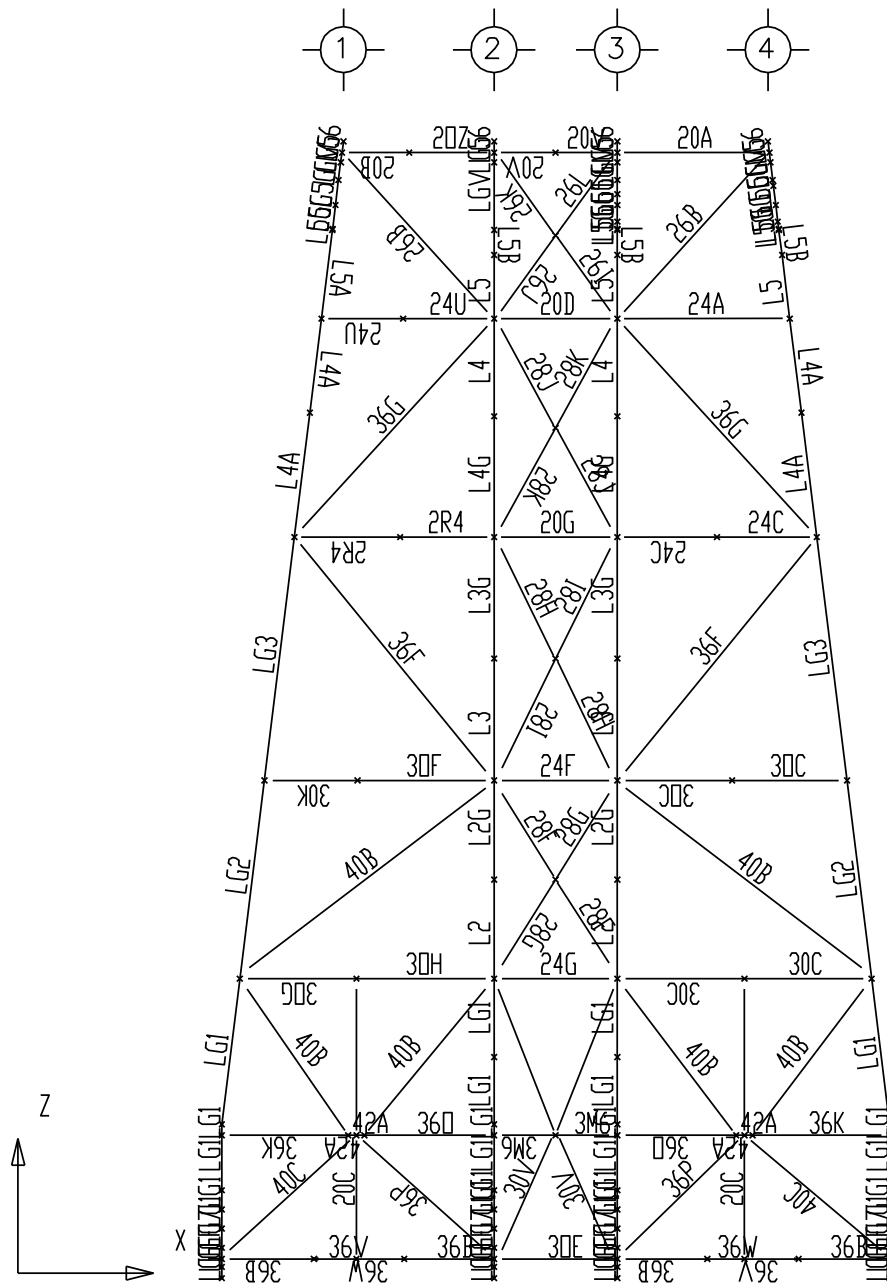


Figura 4.34. Grupos en marco longitudinal Eje B, subestructura

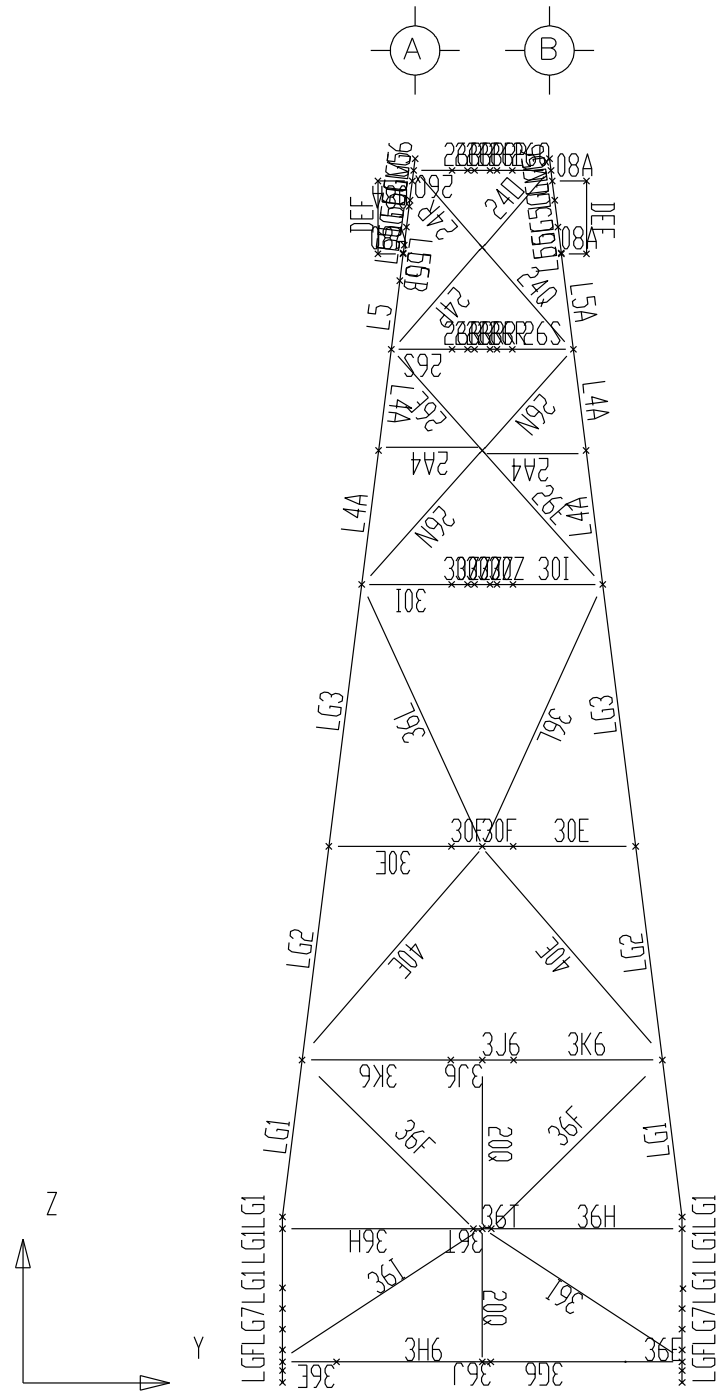


Figura 4.35. Grupos en marco transversal Eje 1, subestructura

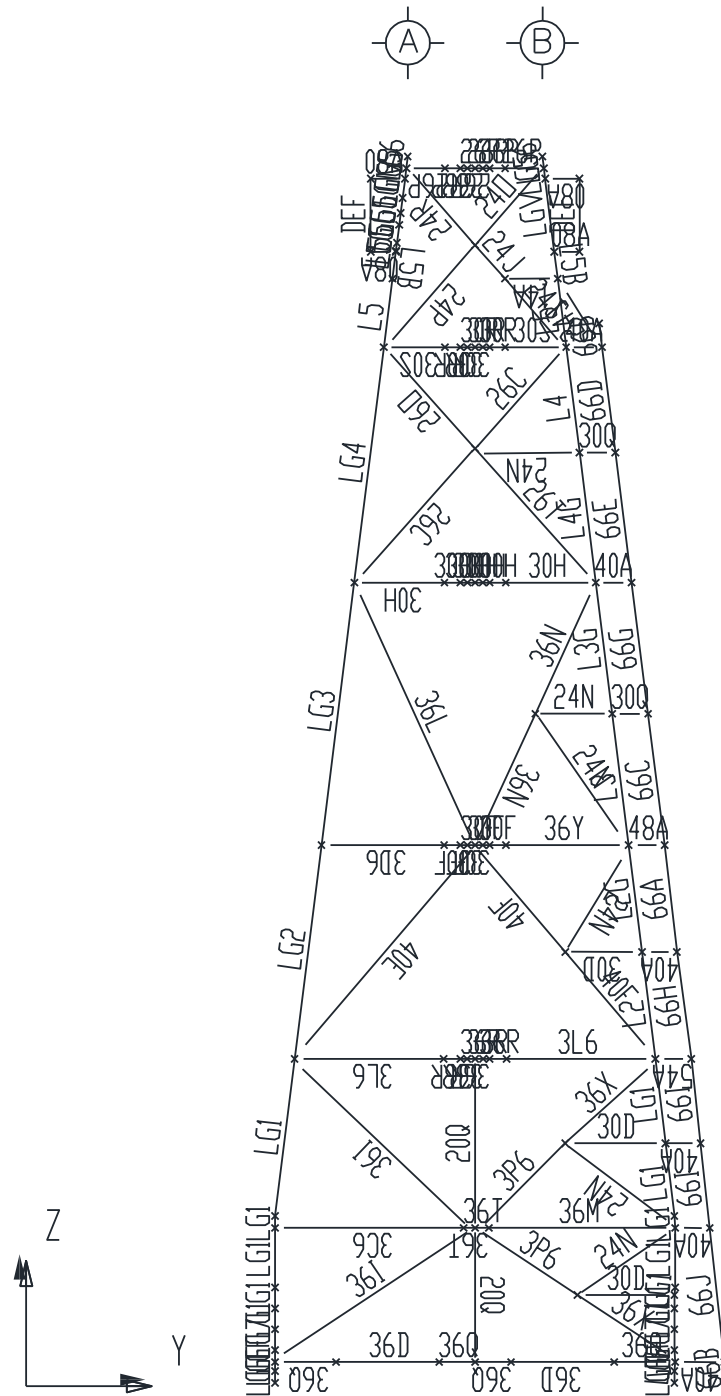


Figura 4.36. Grupos en marco transversal Eje 2, subestructura

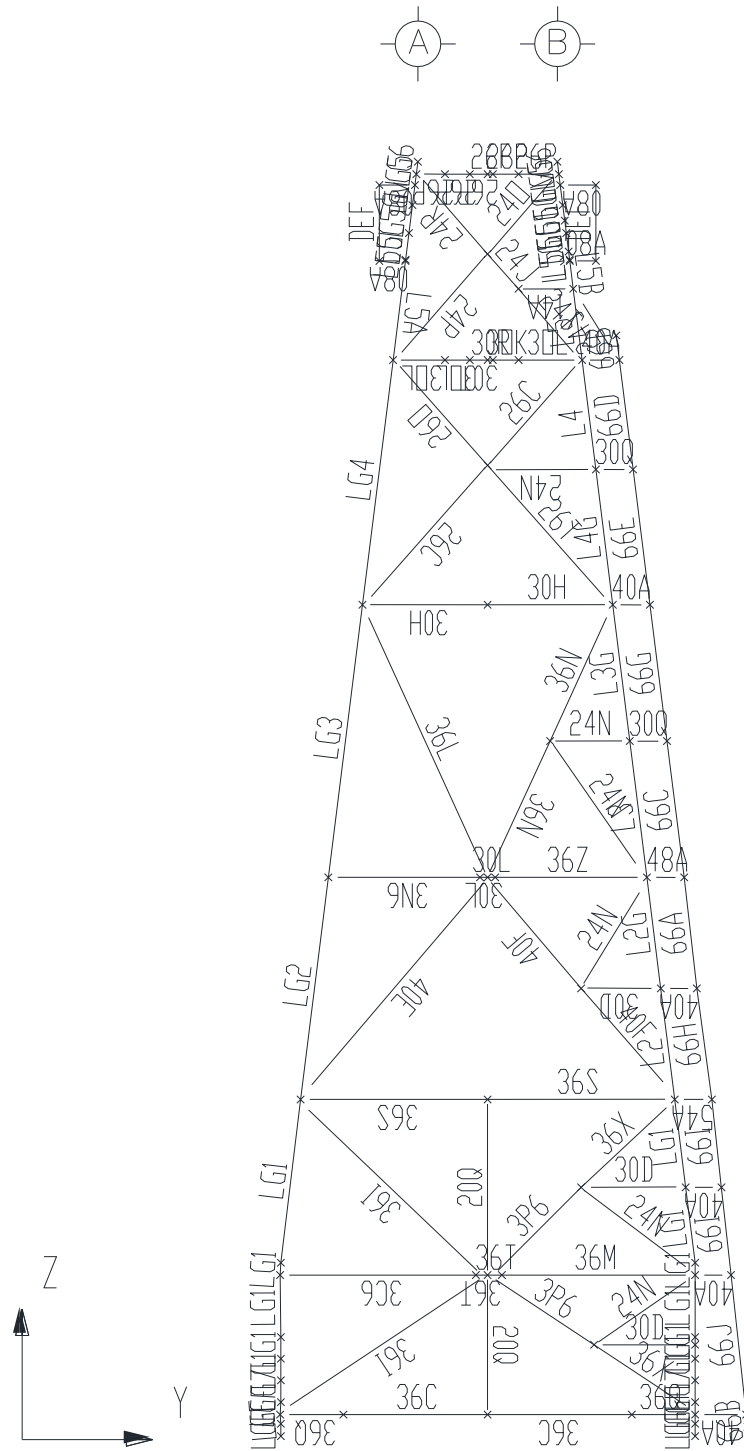


Figura 4.37. Grupos en marco transversal Eje 3, subestructura

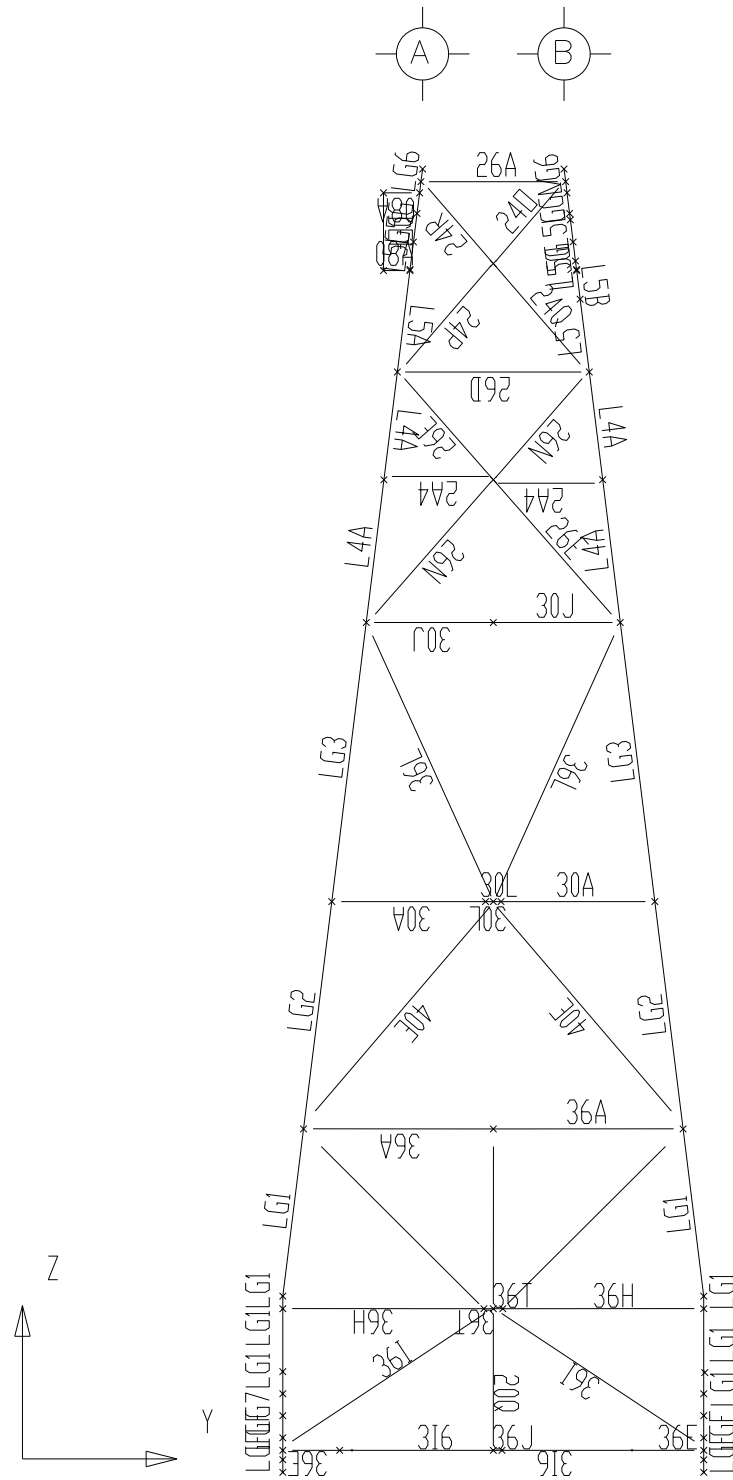


Figura 4.38. Grupos en marco transversal Eje 4, subestructura

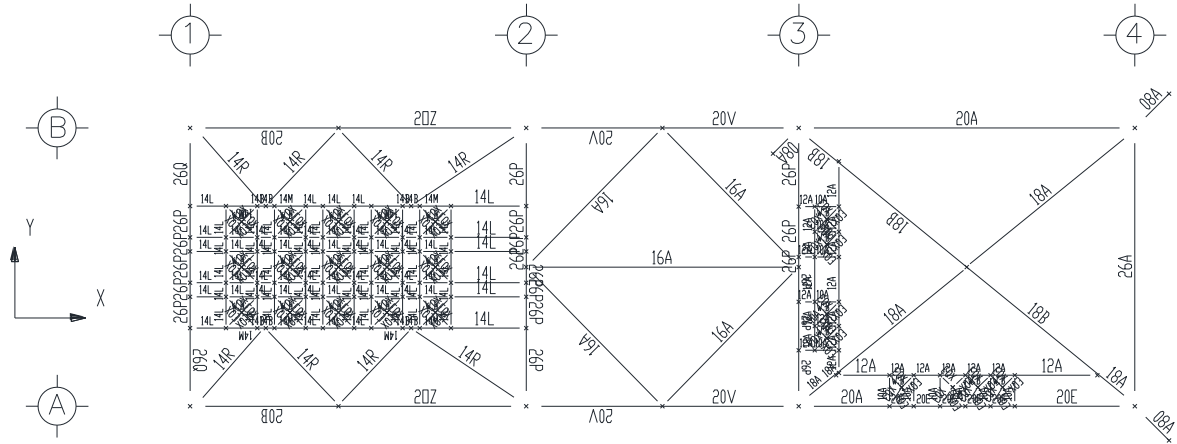


Figura 4.39. Grupos en Elev. (+) 6.096 m, subestructura

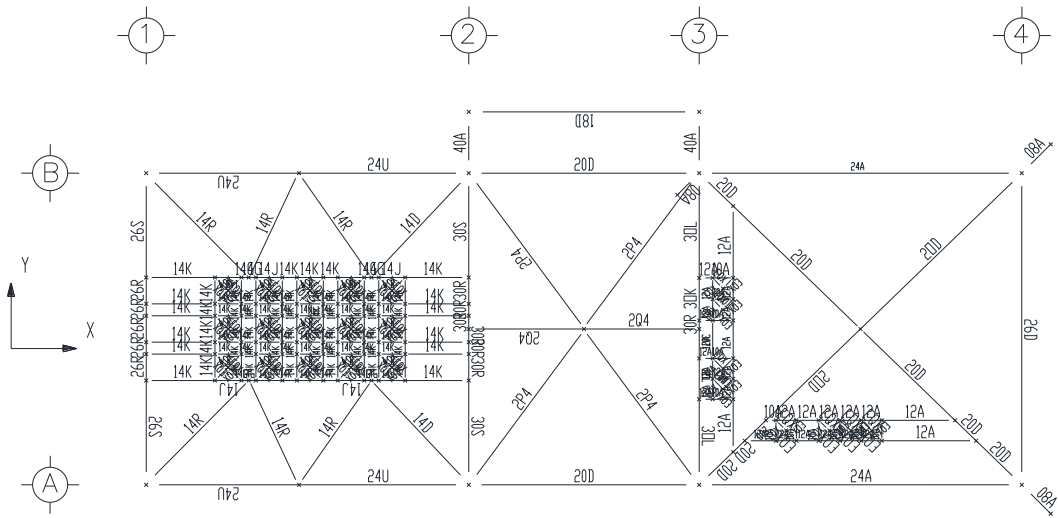


Figura 4.40. Grupos en Elev. (-) 12.192 m, subestructura

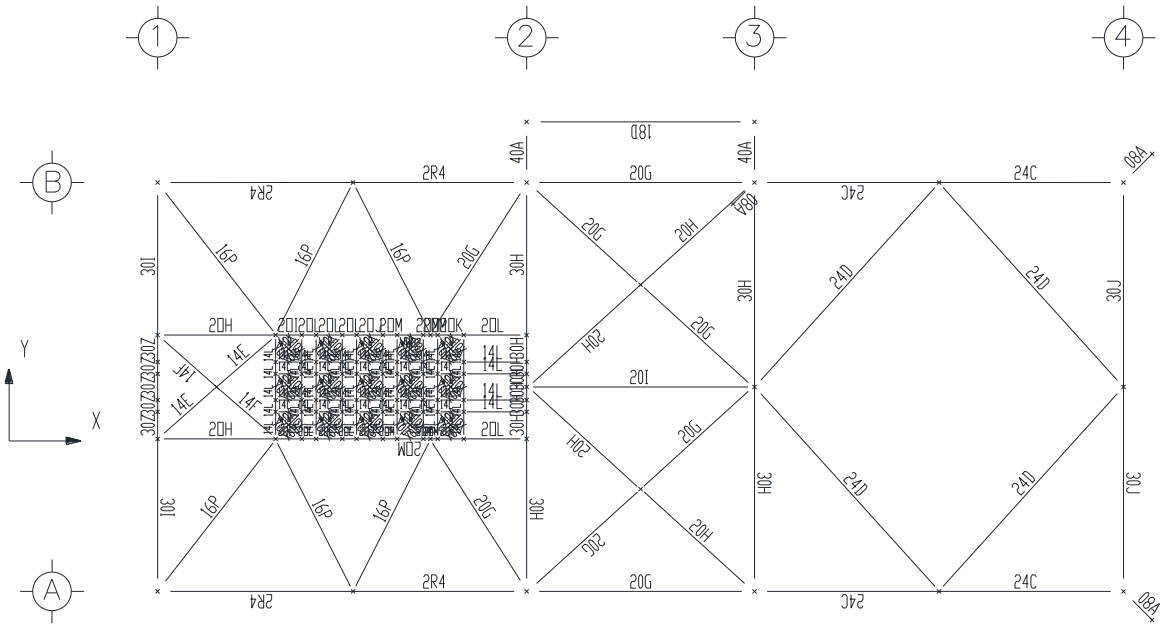


Figura 4.41. Grupos en Elev. (-) 36.271 m, subestructura

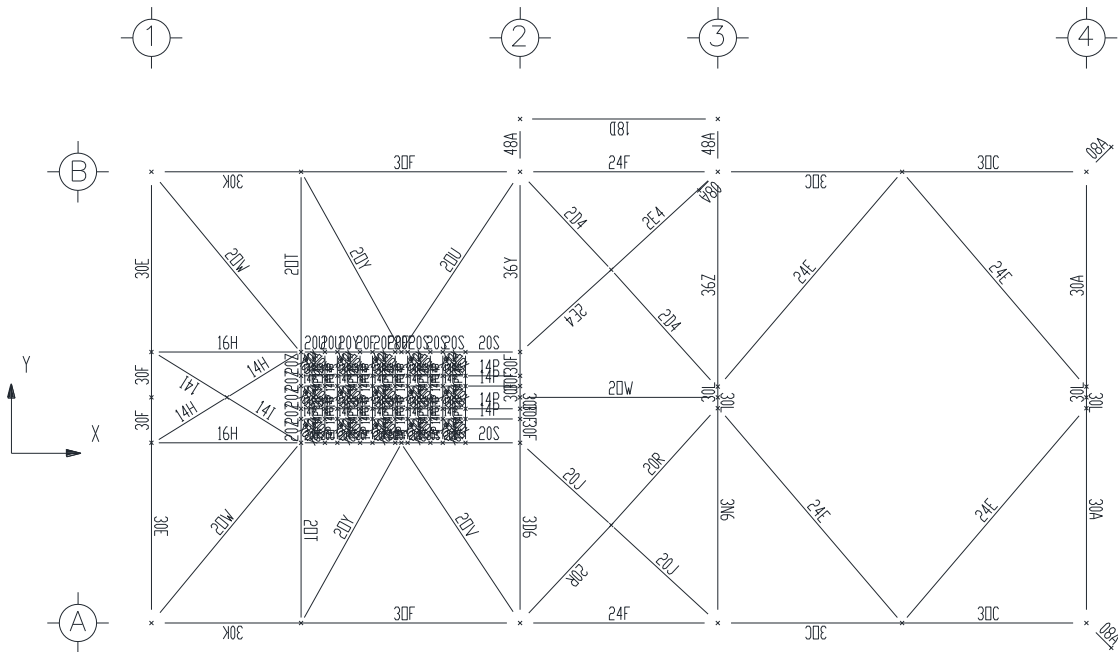


Figura 4.42. Grupos en Elev. (-) 63.093 m, subestructura

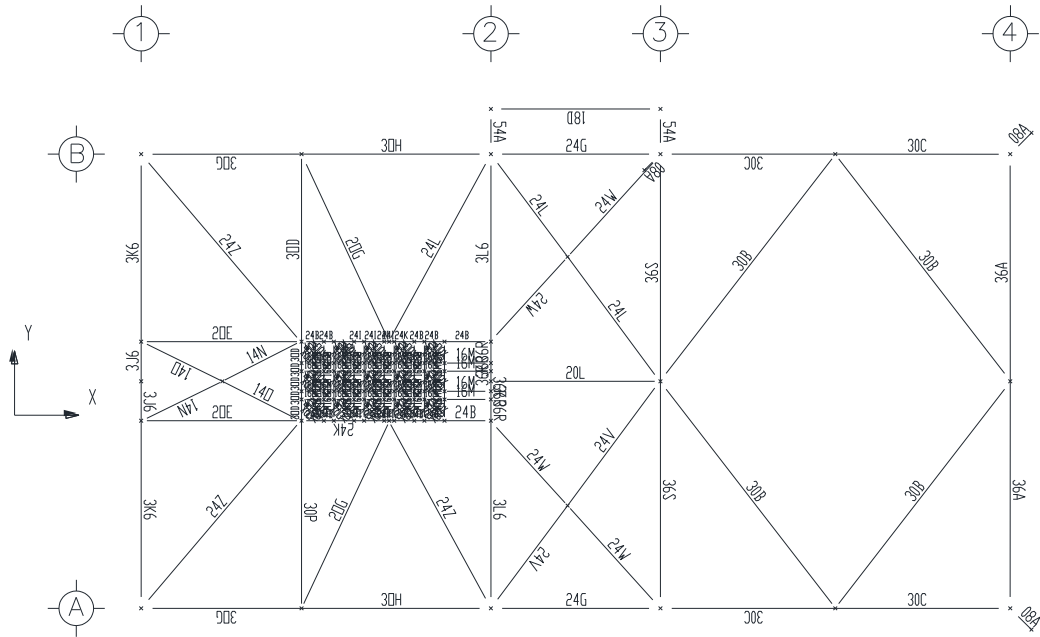


Figura 4.43. Grupos en Elev. (-) 84.950 m, subestructura

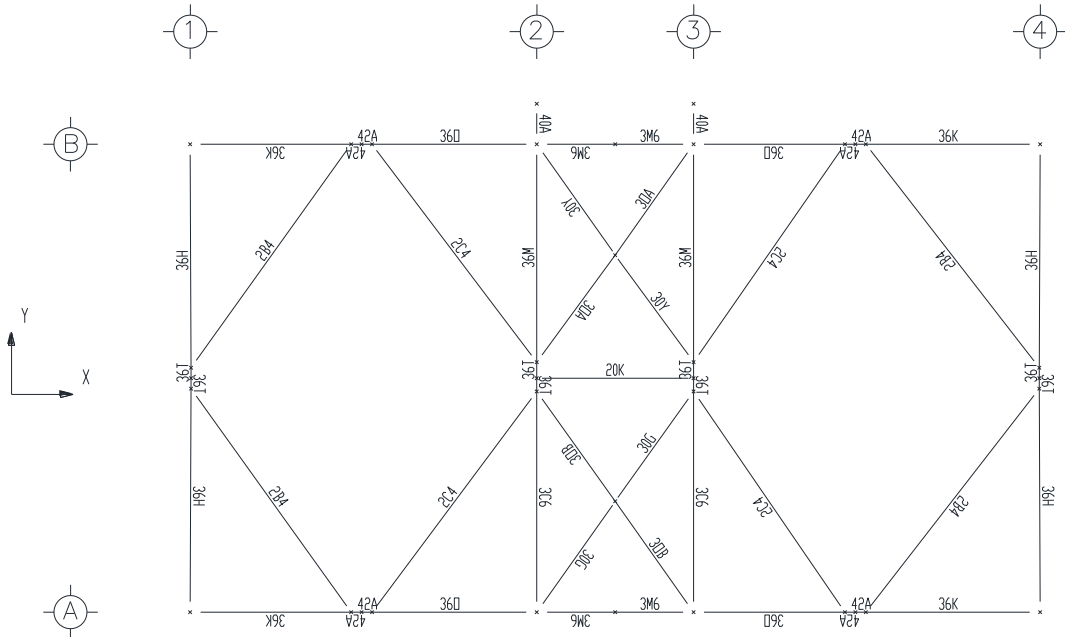


Figura 4.44. Grupos en Elev. (-) 102.234 m, subestructura

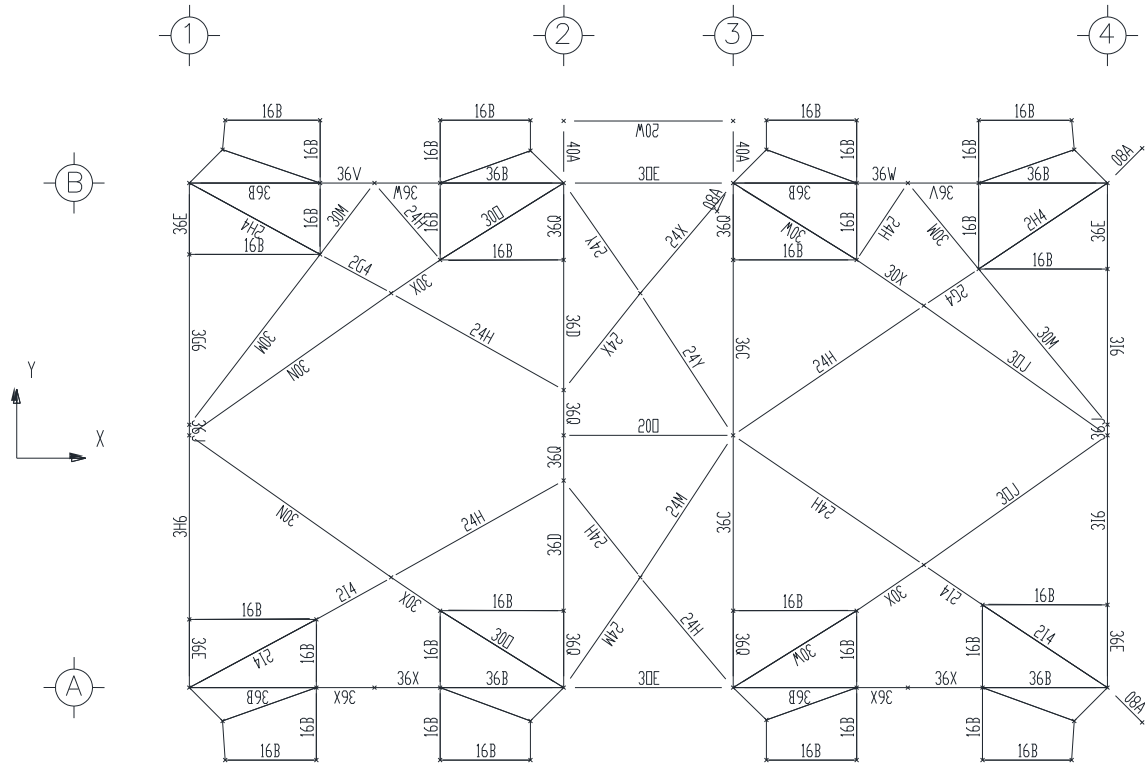


Figura 4.45. Grupos en Elev. (-) 115.950 m, subestructura

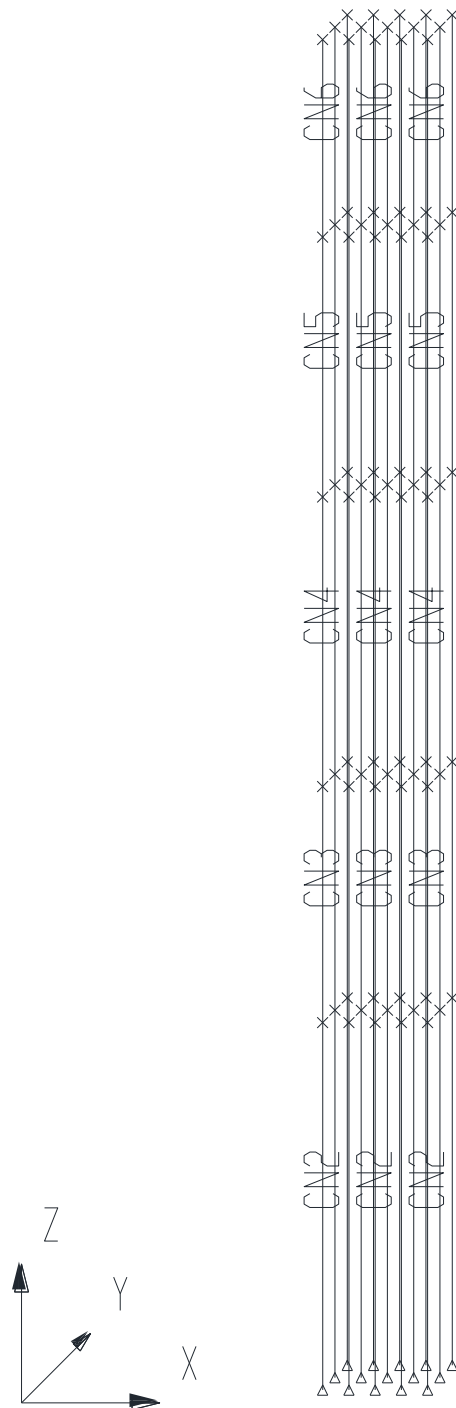


Figura 4.46. Grupos en Conductores



Figura 4.47. Grupos en Guías de pilote faldón

4.3. PROPIEDADES DE GRUPOS DE ELEMENTOS

En esta sección se presentan los grupos de los elementos asociados a sus propiedades. Los elementos del modelo de la subestructura son de sección circular.

La nomenclatura está dada por:

- ID = Identificación del Grupo
- OD = Diámetro Exterior (cm)
- W = Espesor (cm)
- E = Módulo de Elasticidad (kg/cm²)
- G = Módulo de Rigidez a Cortante (kg/cm²)
- F_y = Esfuerzo de Fluencia del Material (kg/cm²)
- K_Y = Factor de Longitud Efectiva alrededor del Eje Y local del Elemento
- K_Z = Factor de Longitud Efectiva alrededor del Eje Z local del Elemento
- LEN = Longitud del segmento

CAPÍTULO 5

CARGAS CONSIDERADAS

En esta sección se presentan las cargas básicas y las combinaciones de cargas que se han considerado en el análisis en sitio de la plataforma PP-Ayatsil-D.

5.1. CARGAS BÁSICAS

Las cargas básicas incluidas en este análisis se muestran a continuación, en primer lugar se presentan los esquemas de cada condición de carga básica y posteriormente un resumen global.

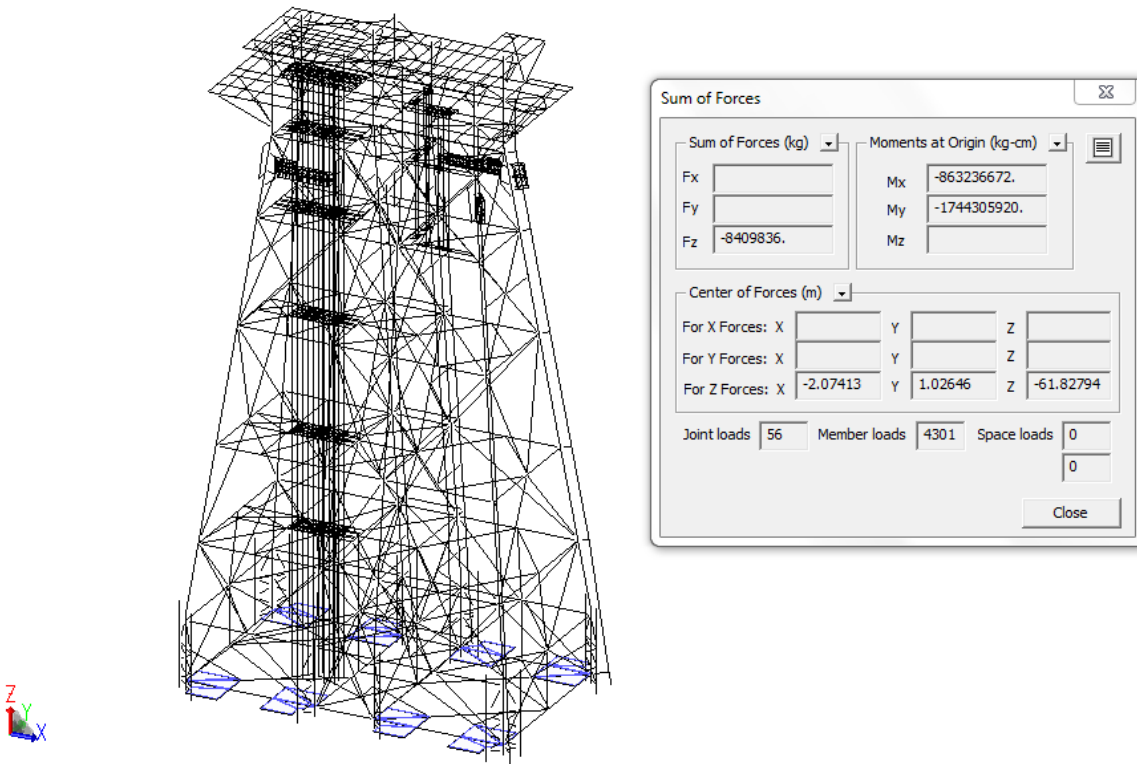


Figura 5.1. Peso propio

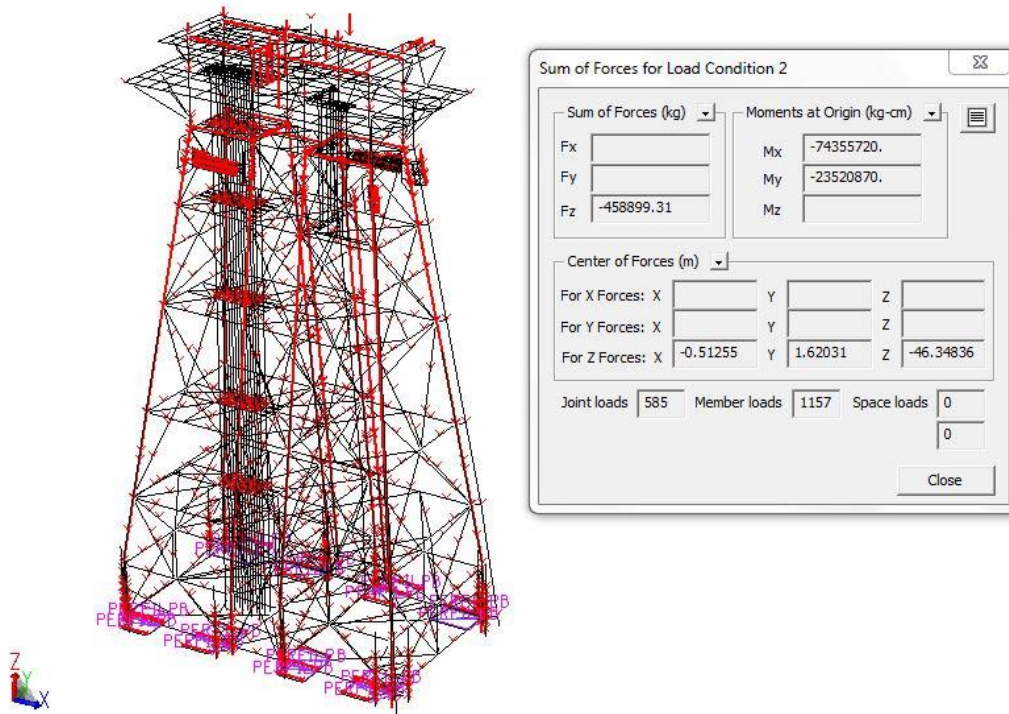


Figura 5.2. Peso de los accesorios

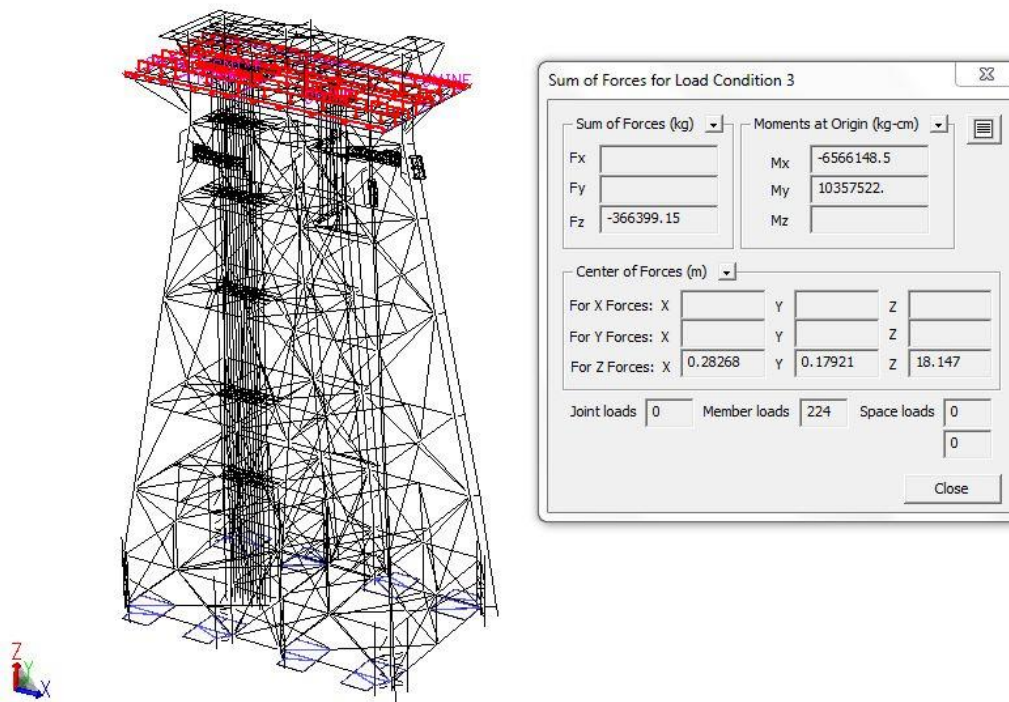


Figura 5.3. Carga muerta en cubierta inferior

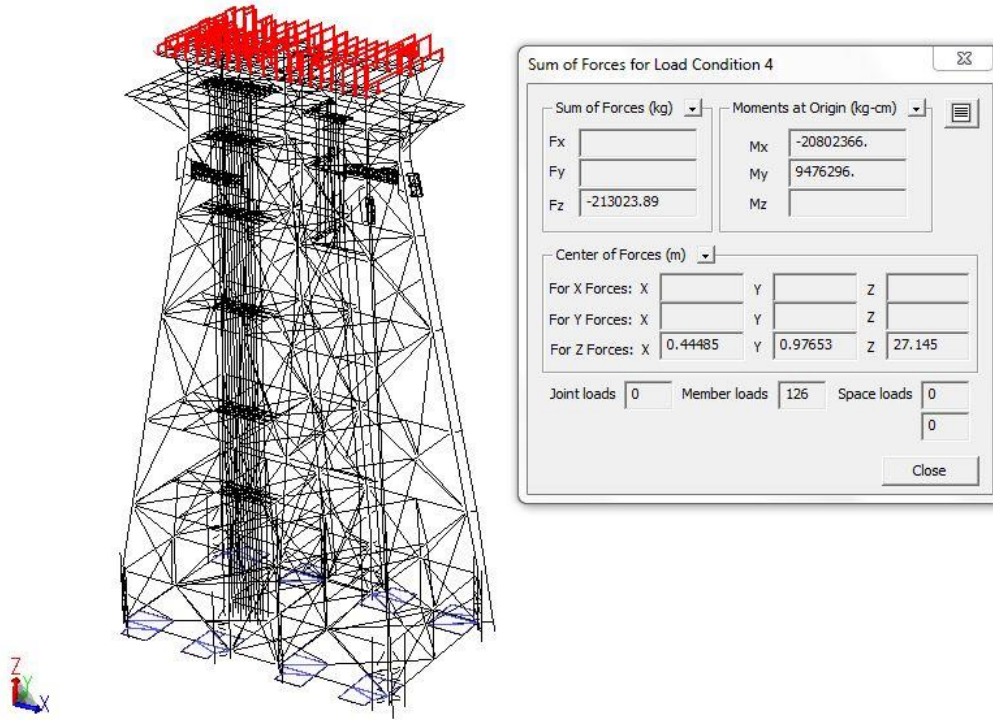


Figura 5.4. Carga muerta en cubierta superior

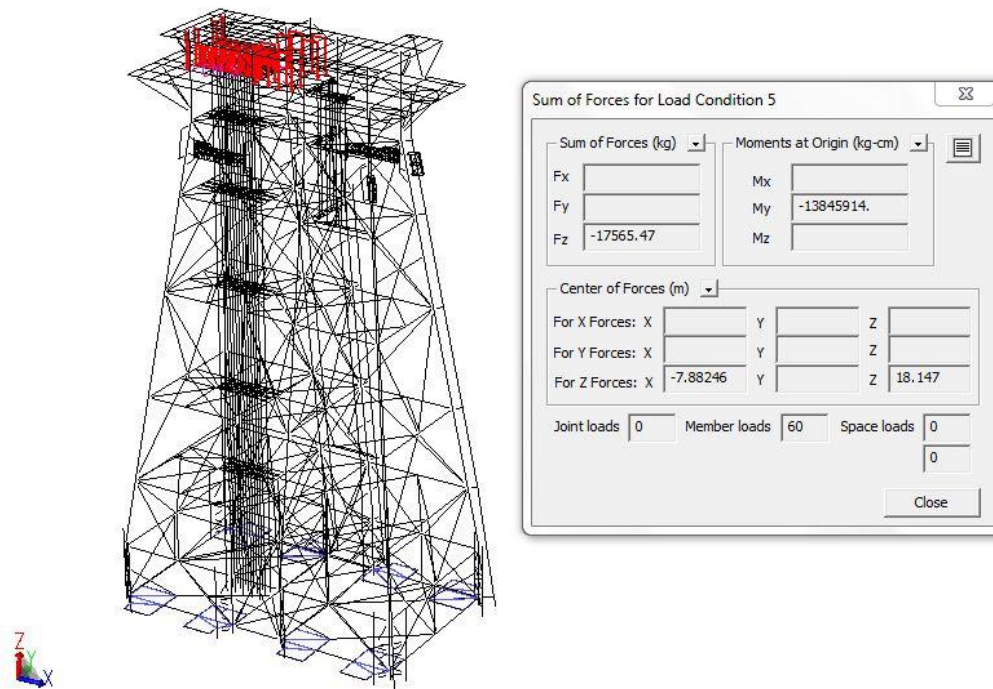


Figura 5.5. Carga muerta en subnivel

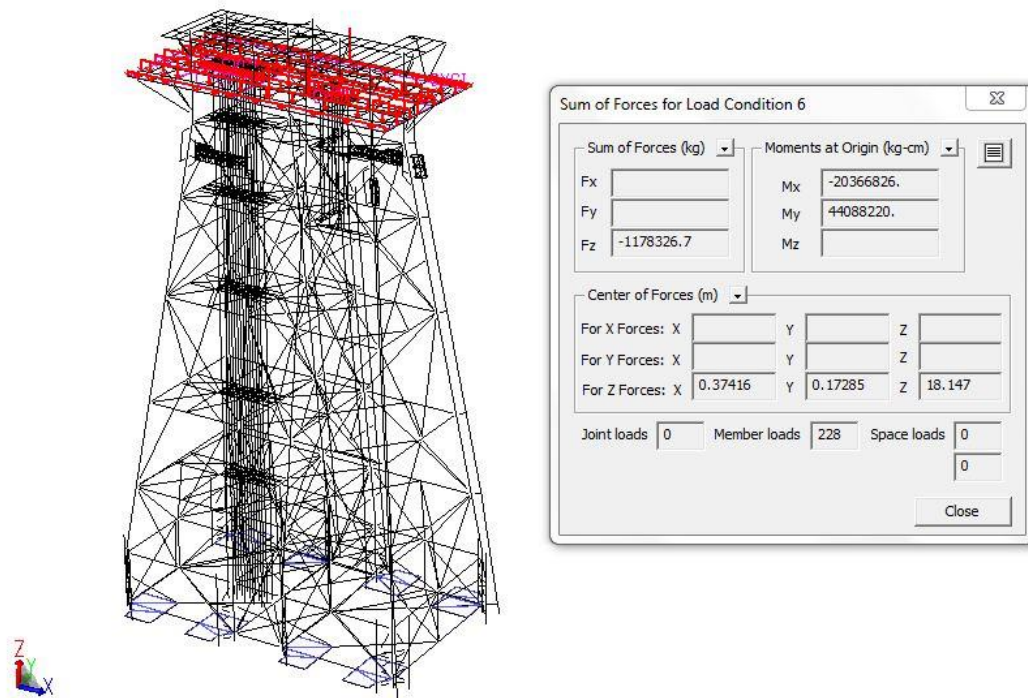


Figura 5.6. Carga viva en cubierta inferior

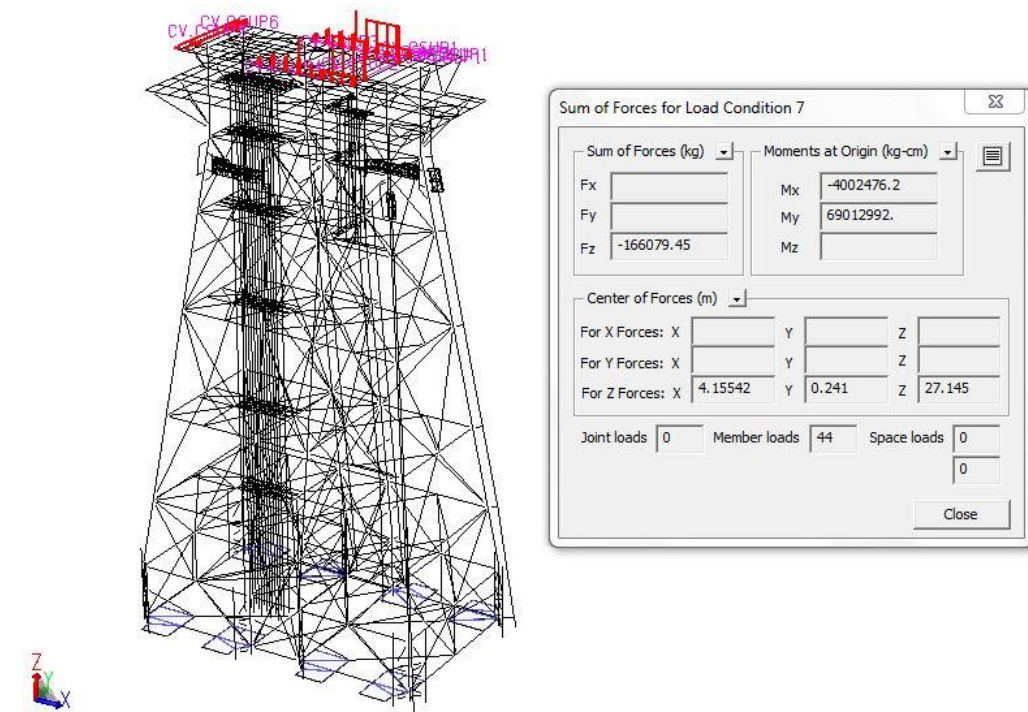


Figura 5.7. Carga viva en cubierta superior

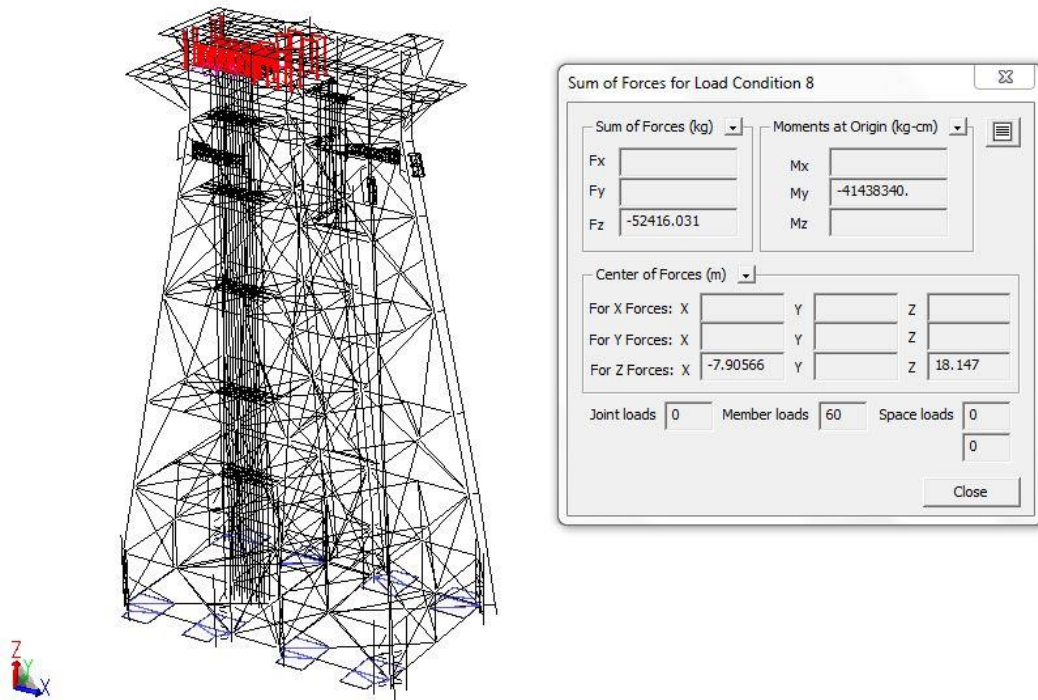


Figura 5.8. Carga viva en subnivel

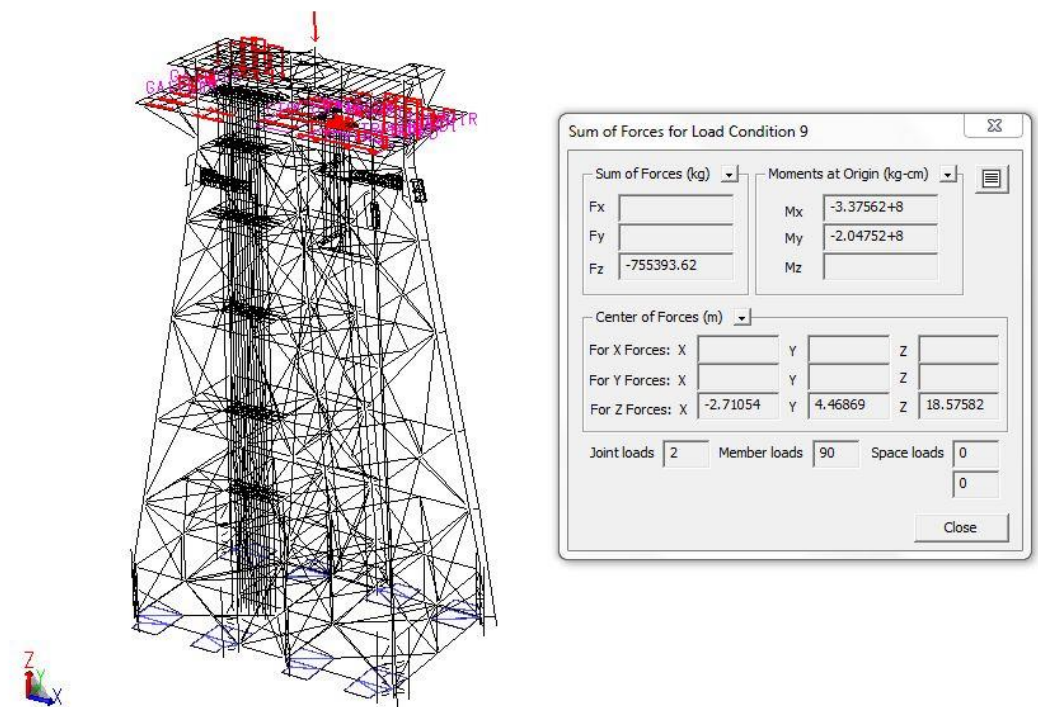


Figura 5.9. Carga de equipos en cubierta inferior

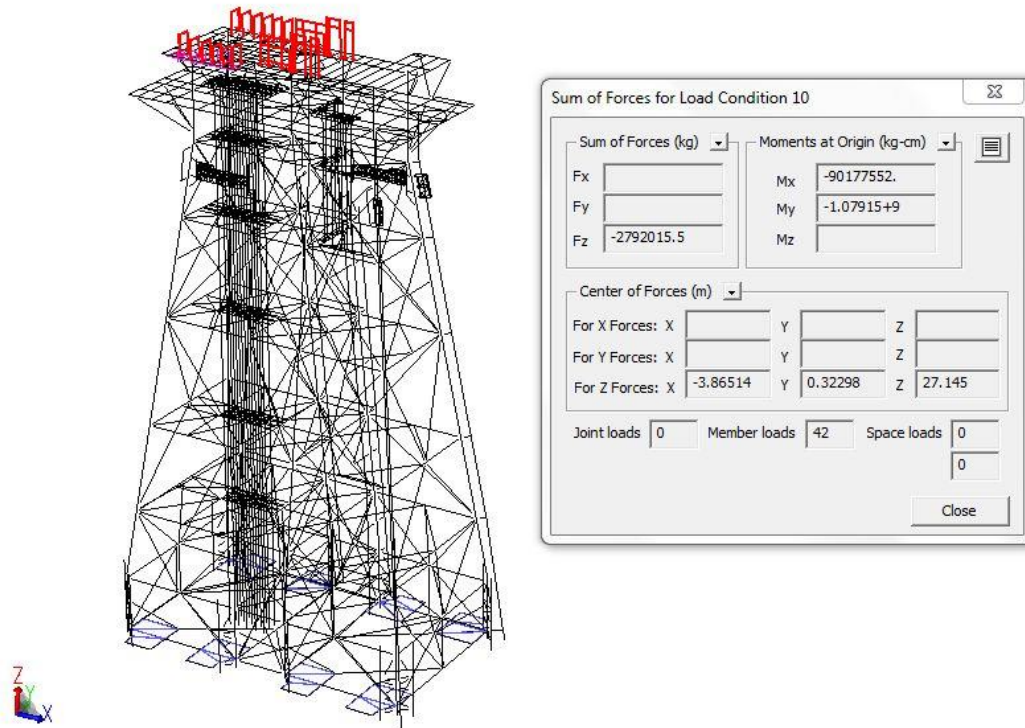


Figura 5.10. Carga de equipos em cubierta superior (equipo de perforación)

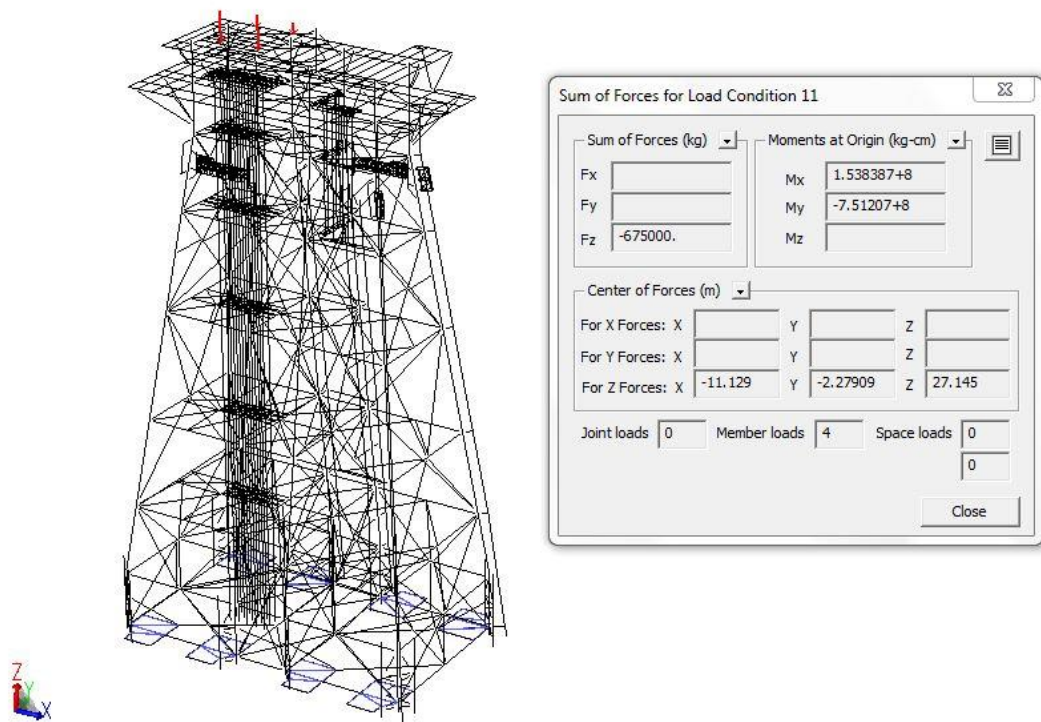


Figura 5.11. Carga de gancho y tubería, posición 1

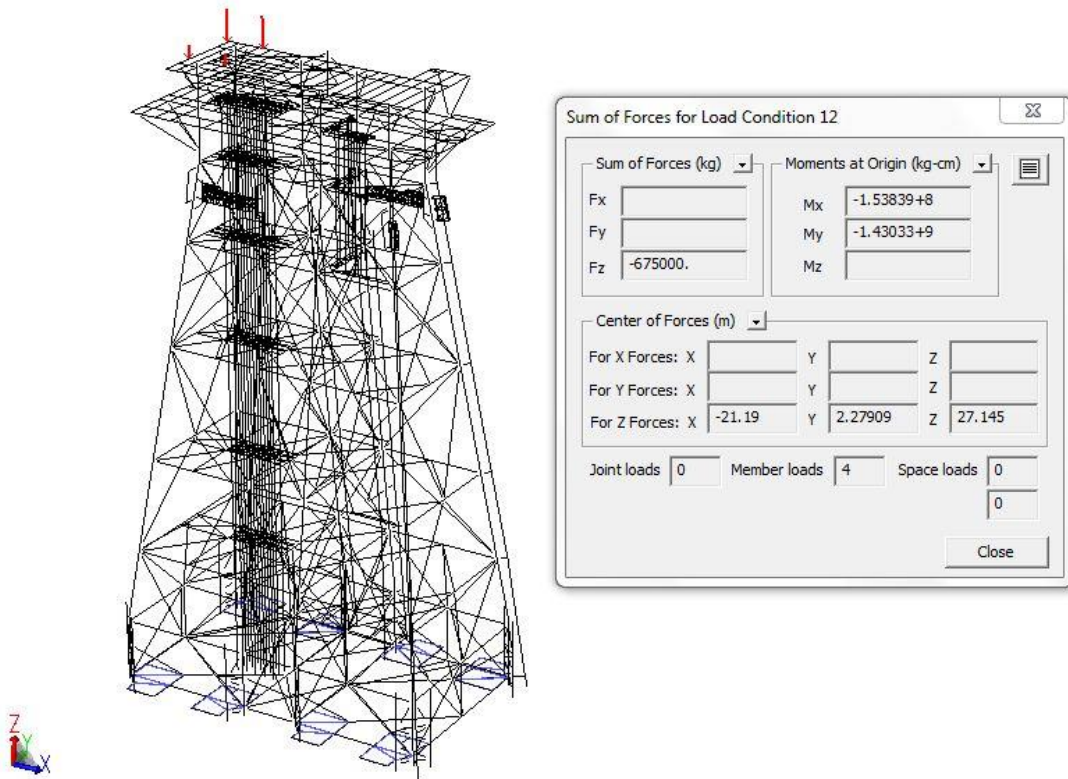


Figura 5.12. Carga de gancho y tubería, posición 2

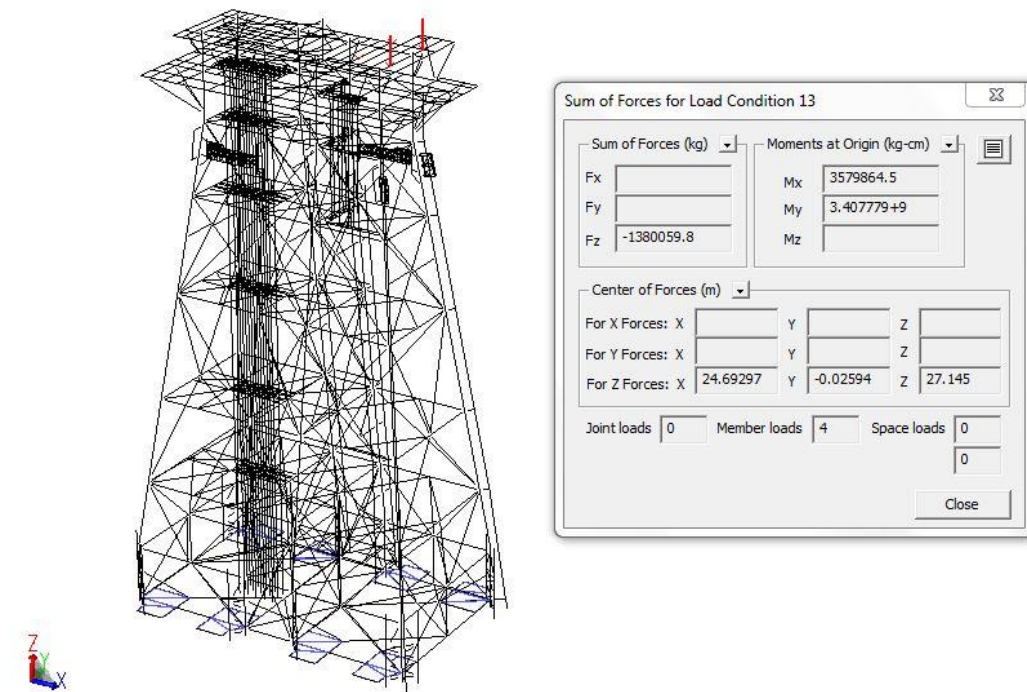


Figura 5.13. Carga de modulo habitacional (Operación)

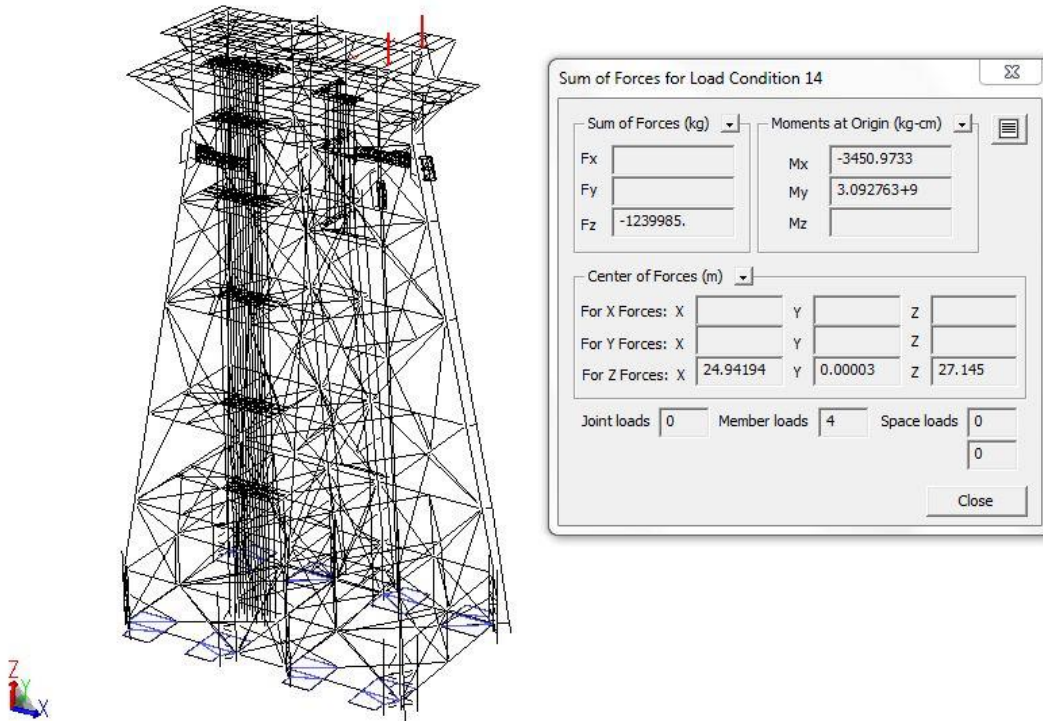


Figura 5.14. Carga de modulo habitacional (Tormenta)

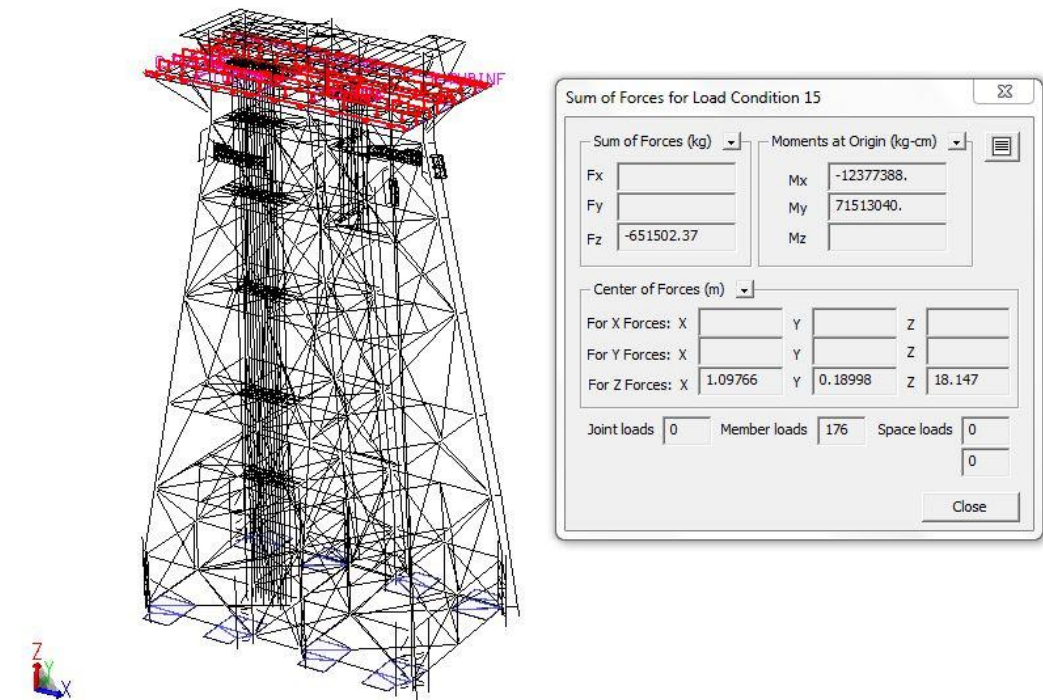


Figura 5.15. Carga de tuberías en cubierta inferior

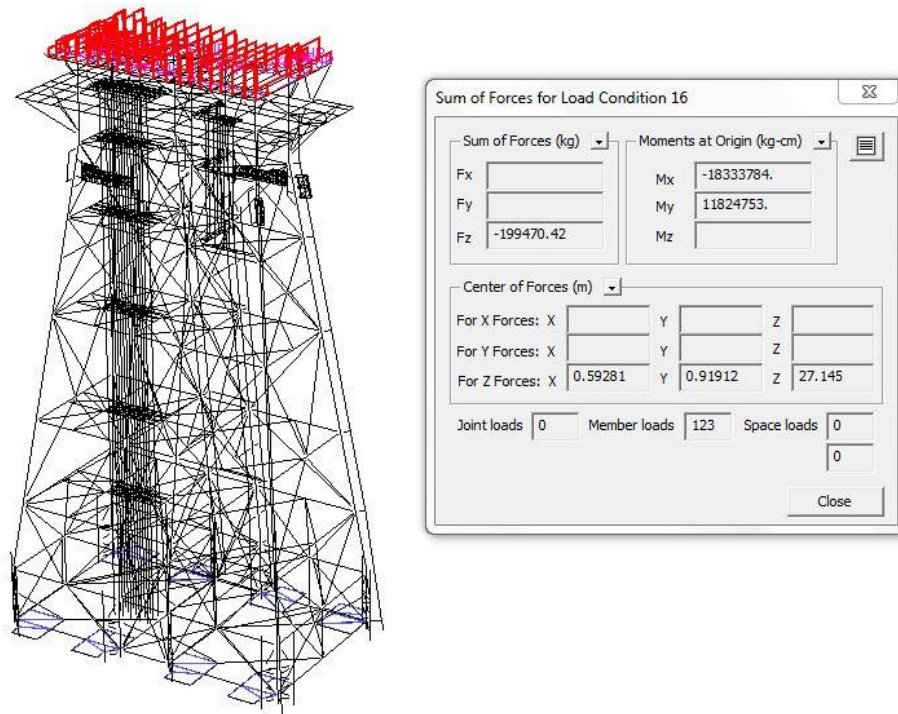


Figura 5.16. Carga de tuberías en cubierta superior

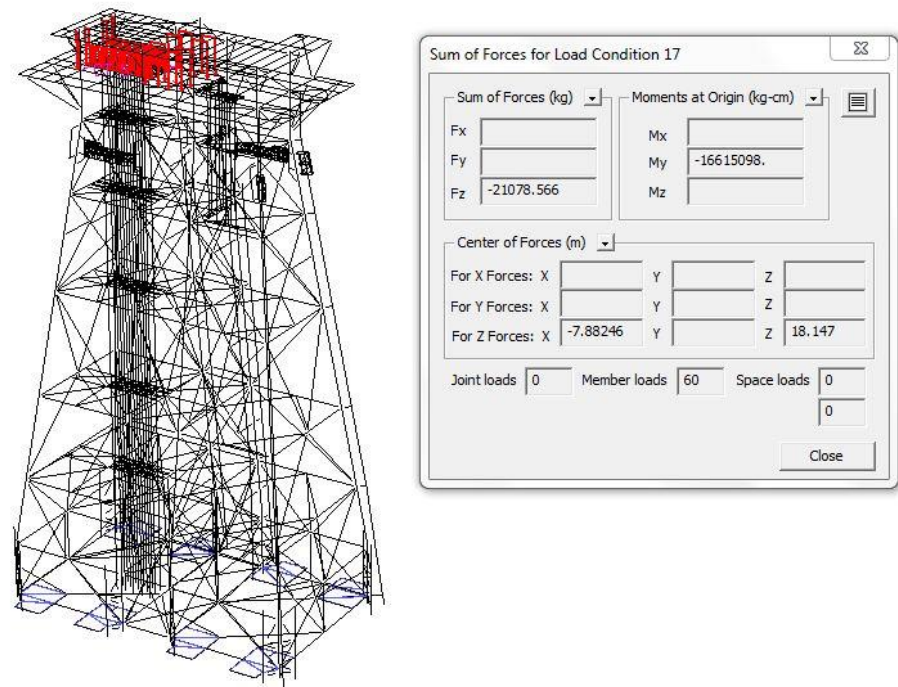


Figura 5.17. Carga de tuberías en subnivel

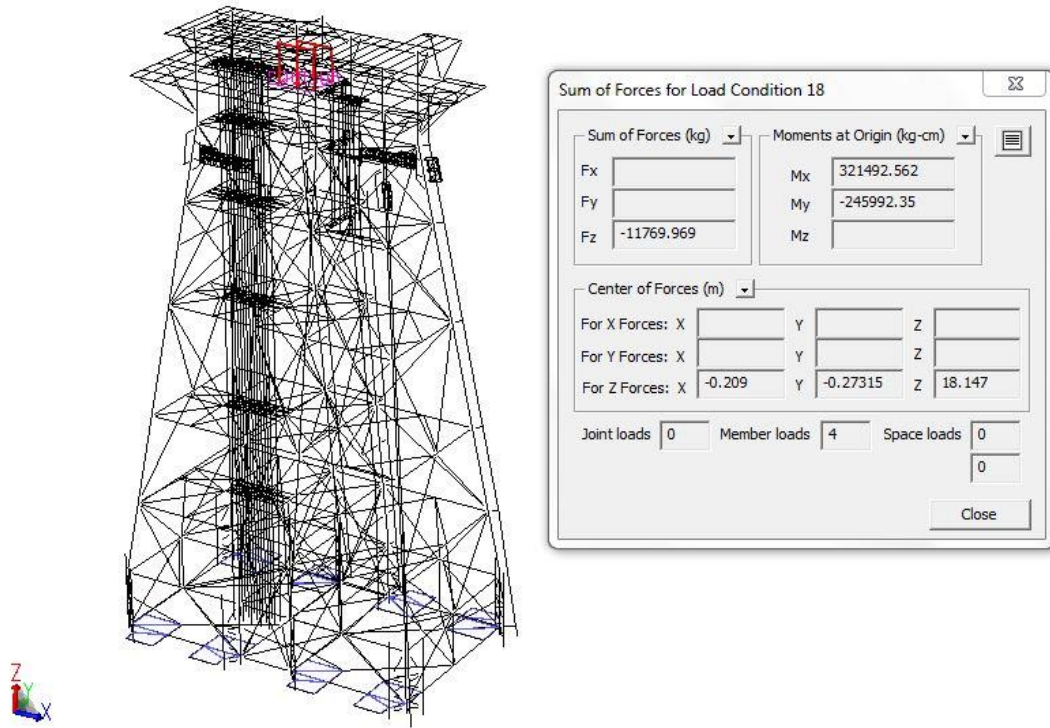


Figura 5.18. Carga de equipo en subnivel

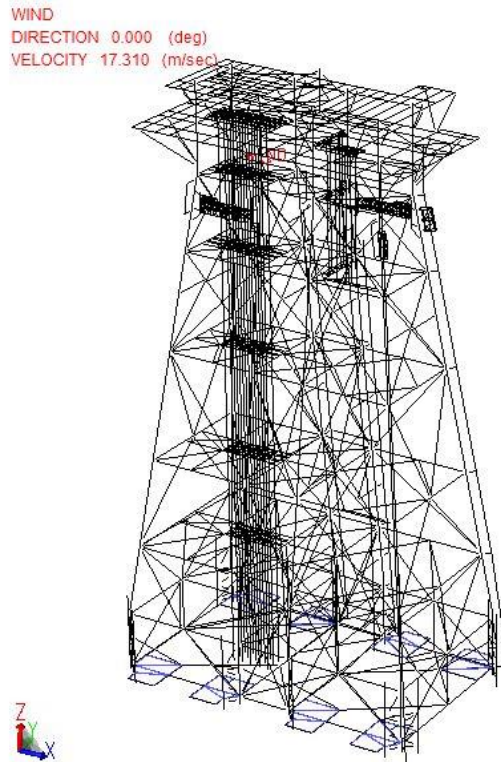


Figura 5.19. Acción del viento en la dirección 0° de la Plataforma

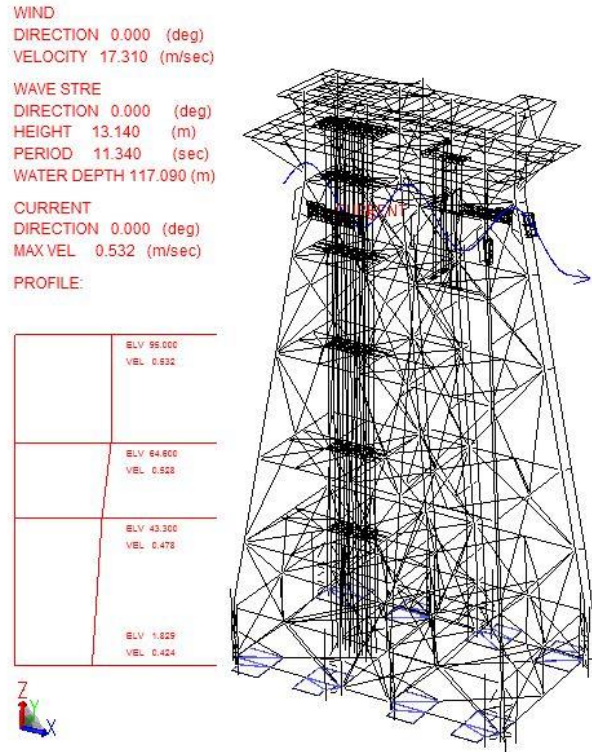


Figura 5.20. Cargas oceanográficas en Operación (incidencia 0°)

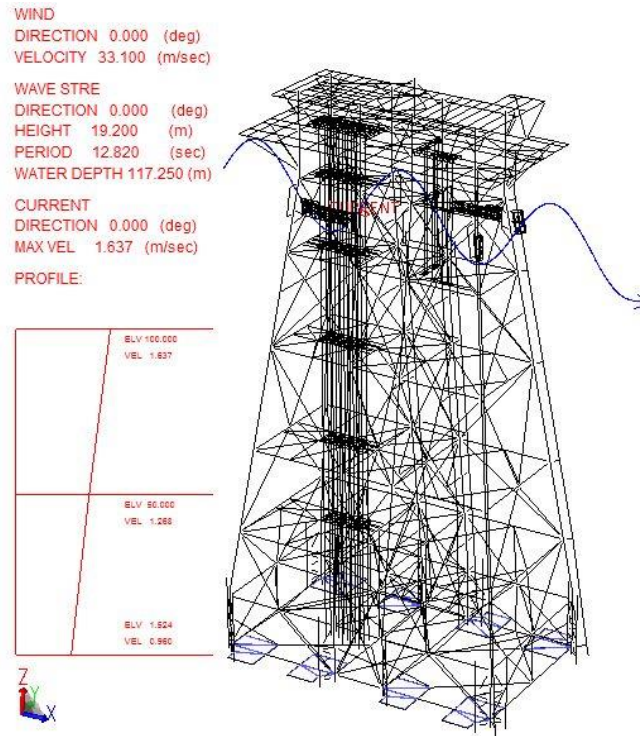


Figura 5.21. Cargas oceanográficas en Tormenta (incidencia 0°)

En la tabla 5.1 se incluye un resumen de las cargas gravitacionales empleadas en el análisis.

Tabla 5.1. Cargas básicas

No.	Descripción			Peso (kg)	
1	Peso Propio			8,409,836	
2	Accesorios	Subestructura	Anillos de colapso global	35,038	458,899
			Anillos de colapso hidrostático	18,078	
			Abrazaderas de ductos ascendentes	8,456	
			Abrazaderas de atracaderos	6,782	
			Abrazaderas de defensas de pierna	3,959	
			Abrazaderas de defensas de ducto ascendente	1,879	
			Base de acero para amortiguador (rubstrip) en atracadero	10,045	
			Ánodos	94,283	
			Concreto de atracaderos	6,368	
			Concreto de defensas de ducto ascendente	2,130	
			Cuna (acero)	813	
			Cuna (madera)	-7,433	
			Guías de conductores tipo I	8,325	
			Guías de conductores tipo II	7,308	
			Amortiguador (rubstrip) en atracadero	1,920	
			Orejas de arrastre	1,304	
			Orejas posicionamiento vertical	5,000	
		Pasillos	11,948		
		Placa base	25,336		
		Placas de conexión faldón con pierna	72,318		
		Refuerzo por cortante en faldones (anillos de cortante)	2,001		
		Sistemas de inundación	10,207		
		Tapas de piernas y armadura de arrastre	2,992		
		Superestructura	Anillos rigidizadores en columnas	3,192	
			Apoyos para botes salvavidas	2,000	
			Atiesadores en viga	11,448	
			Conos de acoplamiento	9,600	
Cono guía de pilotes faldón	5,214				
Escaleras fijas para comunicación entre cubiertas	28,000				
Apoyo de luces de navegación	400				
Muro Contra Incendio	18,148				
Oreja de izaje	5,480				
Placas estrella y tapa rigidizadoras	43,760				
Tapas y anillos interiores de pedestal	2,600				

Tabla 5.1. Cargas básicas (continuación)

No.	Descripción	Peso (kg)
3	Carga muerta en cubierta inferior	366,399
4	Carga muerta en cubierta superior	213,024
5	Carga muerta en subnivel	17,565
6	Carga viva en cubierta inferior	1,178,327
7	Carga viva en cubierta superior	166,079
8	Carga viva en subnivel	52,416
9	Carga equipo en cubierta inferior	755,394
10	Carga de equipo de perforación	2,792,015
11	Carga Torre de perforación Posición 1	675,000
12	Carga Torre de perforación Posición 2	675,000
13	Carga modulo habitacional y paquete de máquinas Operación	1,380,060
14	Carga modulo habitacional y paquete de máquinas Tormenta	1,239,985
15	Carga de tubería en cubierta inferior	651,502
16	Carga de tubería en cubierta superior	199,470
17	Carga tubería subnivel	21,079
18	Carga de equipo en subnivel	11,770

En cuanto a las cargas ambientales, éstas se aplicaron a cada 30° respecto al sistema de referencia indicada en la figura 5.22. En la tabla 5.2 y en la figura 5.22., se indican las incidencias de cargas ambientales consideradas.

Tabla 5.2. Cargas básicas ambientales

Condición de carga	Descripción
61	Viento, Ola y Corriente Operación 0°
62	Viento, Ola y Corriente Operación 30°
63	Viento, Ola y Corriente Operación 60°
64	Viento, Ola y Corriente Operación 90°
65	Viento, Ola y Corriente Operación 120°
66	Viento, Ola y Corriente Operación 150°
67	Viento, Ola y Corriente Operación 180°
68	Viento, Ola y Corriente Operación 210°
69	Viento, Ola y Corriente Operación 240°
70	Viento, Ola y Corriente Operación 270°
71	Viento, Ola y Corriente Operación 300°
72	Viento, Ola y Corriente Operación 330°
81	Viento, Ola y Corriente Tormenta 0°
82	Viento, Ola y Corriente Tormenta 30°
83	Viento, Ola y Corriente Tormenta 60°
84	Viento, Ola y Corriente Tormenta 90°

Tabla 5.2. Cargas básicas ambientales (continuación)

Condición de carga	Descripción
85	Viento, Ola y Corriente Tormenta 120°
86	Viento, Ola y Corriente Tormenta 150°
87	Viento, Ola y Corriente Tormenta 180°
88	Viento, Ola y Corriente Tormenta 210°
89	Viento, Ola y Corriente Tormenta 240°
90	Viento, Ola y Corriente Tormenta 270°
91	Viento, Ola y Corriente Tormenta 300°
92	Viento, Ola y Corriente Tormenta 330°

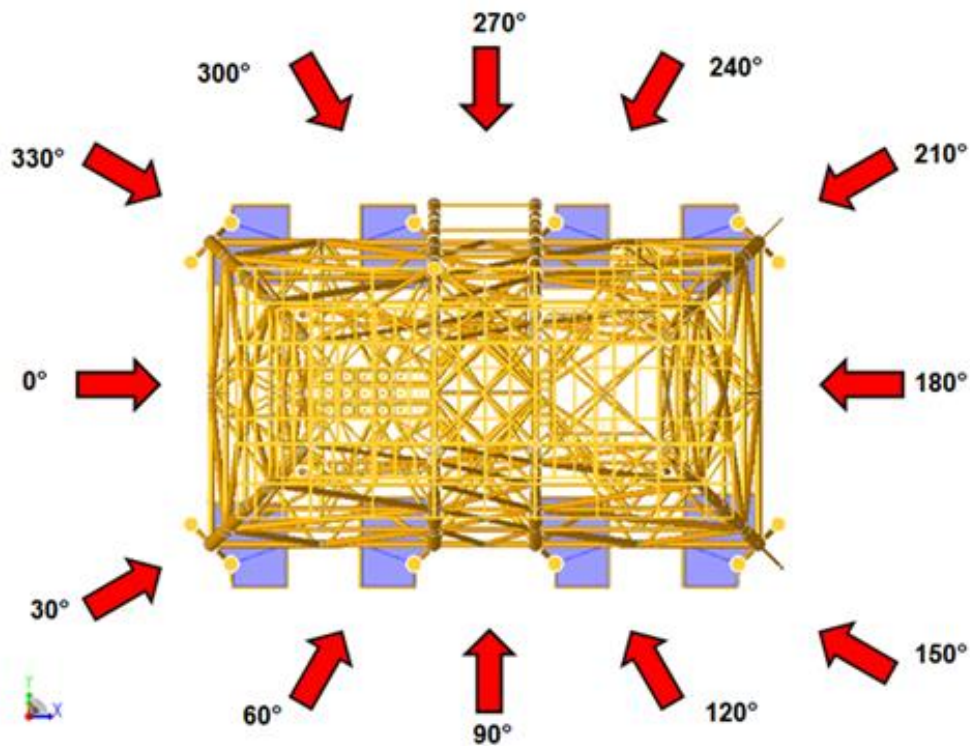


Figura 5.22. Direcciones de incidencia de cargas ambientales

Las fuerzas generadas por viento representan aproximadamente del 5% al 10% de las fuerzas ambientales totales que actúan en una estructura típica costa fuera. Las cargas de viento deberán ser calculadas de acuerdo con la expresión 2.3.2-8 del APIRP2A-WSD.

$$F = (\rho U) \mu^2 C_s A \quad (5.1.)$$

En donde F es la fuerza del viento, ρ es la densidad del aire a presión y temperatura estándar, μ describe la velocidad del viento, C_s es el coeficiente de forma, y por último A es el área.

Los valores de la velocidad del viento especificados en estas bases de diseño están dados a una elevación de (+) 10.0 m (3.30') con respecto al NMM. Todos los análisis de la plataforma en el sitio deberán estar basados en un valor de viento promedio de una hora.

Se incluirán todas las áreas de exposición al viento (elementos estructurales y no estructurales, equipos, accesorios, etc.). La carga generada por el viento será distribuida adecuadamente en los elementos correspondientes. Los datos oceanográficos y meteorológicos considerados en el diseño de la Plataforma Ayatsil-D, tanto en condiciones de operación como de tormenta, se tomarán de acuerdo Estudio de Riesgo y Confiabilidad Estructural de Plataformas Marinas Fijas Aligeradas, Plataformas en Ayatsil, documento A-F.27892-1815-31-RCE-AYATSIL, elaborado por el Instituto Mexicano del Petróleo.

5.2. PARÁMETROS

Las cargas ambientales son aquellas que actúan sobre la plataforma inducidas por fenómenos naturales como viento, corriente, oleaje y mareas, las cuales dependen de las condiciones meteorológicas y oceanográficas.

Son fuerzas dinámicas por naturaleza pero que para profundidades no muy grandes pueden ser adecuadamente representadas por su equivalente estático. Las fuerzas producidas por el oleaje y corriente dependen de la altura (H) y el período (T) de la ola, así como de la profundidad del fondo marino, las fuerzas producidas por el oleaje y corriente se calculan de acuerdo a la siguiente expresión, tomado de la Sección 2.3.1b del API-RP-2A (WSD), 21ª Edición

$$F_{dk} = \frac{1}{2} \rho C_d (\alpha_{wkf} V + \alpha_{cbf} U)^2 A \quad (5.2.)$$

Donde U es la velocidad de la corriente en la superficie (0% de profundidad) asociada con la ola, α_{wkf} es el coeficiente de cinemática de la ola (0.85 para el Golfo de México), Donde U es la velocidad de la corriente en la superficie (0% de profundidad) asociada con la ola, α_{wkf} es el coeficiente de cinemática de la ola (0.85 para el Golfo de México), α_{cbf} es el factor de bloqueo de la corriente para la subestructura y ρ es la densidad del agua.

El coeficiente de arrastre, C_d tendrá una variación lineal respecto a la profundidad, tomando un valor de 0.0 en la superficie (elevación de la cresta) y un valor mínimo a una profundidad de V_c^2/g (medida a partir de la elevación de la cresta). F_{dk} es la fuerza resultante total de oleaje en la cubierta.

Tabla 5.3. Coeficientes de arrastre máximos para fuerzas de oleaje y corriente sobre cubierta

Valores máximos de C_d en función de la incidencia del frente de oleaje		
Tipo de cubierta	Extremo Costado	Diagonal
Muy equipada (sólido)	2.5	1.9
Moderadamente equipada	2.0	1.5
Vacía sin equipo	1.6	1.2

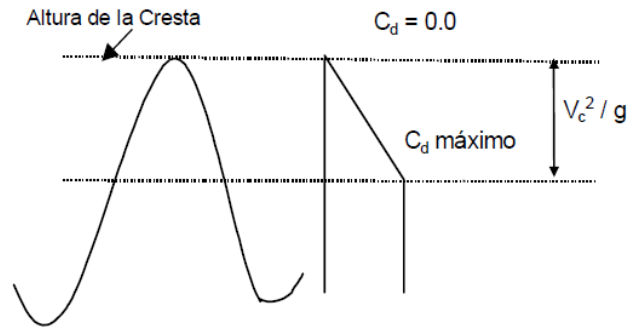


Figura 5.23. Gráfica ilustrativa de la variación de C_d

5.2.1. Algoritmo para el cálculo de las alturas de ola de diseño y última

En la fig. 5.24 se muestra un esquema que relaciona la fuerza cortante lateral a nivel de línea de lodos con el desplazamiento generado en la cubierta.

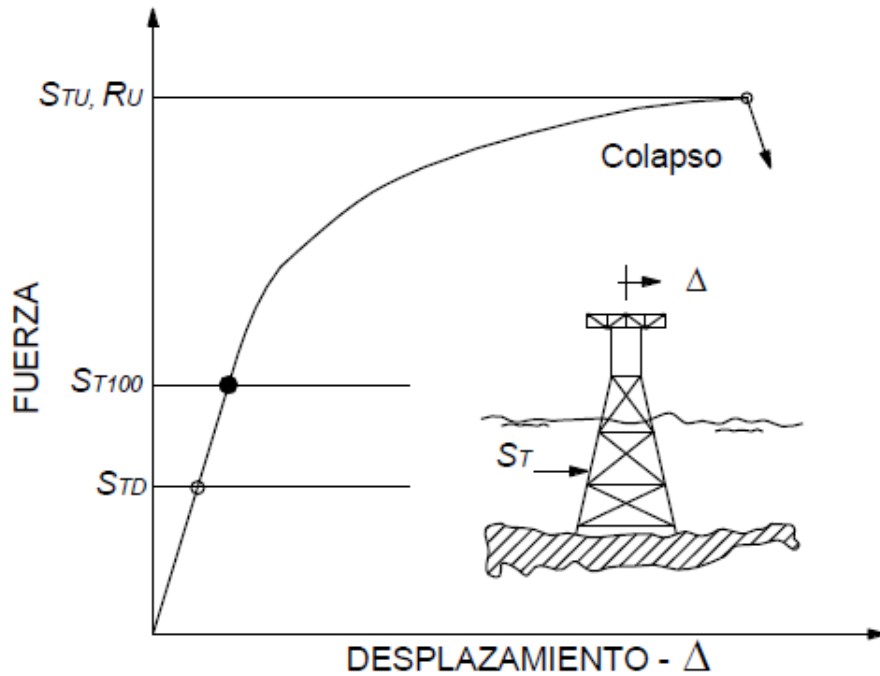


Figura 5.24. Curva Fuerza – Desplazamiento lateral en un análisis incremental de carga

A partir de dicho esquema se define lo siguiente:

$$RSR = \frac{R_U}{S_{T100}} = \frac{S_{TU}}{S_{T100}} \quad (5.3.)$$

$$ULR = \frac{R_U}{S_{TD}} = \frac{S_{TU}}{S_{TD}} \quad (5.4.)$$

$$LRF = \frac{RSR}{ULR} = \frac{S_{TD}}{S_{T100}} \quad (5.5.)$$

Donde:

RSR Relación de reserva de resistencia. Es la relación entre la capacidad lateral última de la estructura y la carga lateral de referencia con un periodo de retorno de 100 años.

ULR Relación entre la capacidad lateral última de la estructura y la carga lateral de diseño.

LRF Relación entre la carga de diseño y la carga lateral de referencia con un periodo de retorno de 100 años.

R_U Capacidad lateral última de la estructura. Esta capacidad lateral corresponde a una carga lateral total S_{TU} .

S_{TU} Carga lateral total (viento, oleaje y corriente) calculada en la base de la plataforma que provoca el colapso de la plataforma.

S_{T100} Carga lateral total (viento, oleaje y corriente) calculada en la base de la plataforma que tiene un periodo de retorno de 100 años.

S_{TD} Carga lateral total (viento, oleaje y corriente) de diseño calculada en la base de la plataforma.

La carga lateral total S_T (S_{TU} , S_{T100} y S_{TD}) sobre la plataforma está compuesta por la carga hidrodinámica y por la carga de viento sobre la misma. Para plataformas marinas la máxima carga de viento varía generalmente entre el 10% y el 15% de la máxima carga hidrodinámica S_H . Entonces puede suponerse (Bea, 1997):

$$S_T = 1.15S_H \quad (5.6.)$$

Las cargas hidrodinámicas pueden estimarse a partir de la ecuación de Morrison y puede expresarse en forma simplificada como (Bea, 1997, Moan, 2005):

$$S_T = K_H H^\alpha \quad (5.7.)$$

Por lo tanto:

$$S_T = 1.15K_H H^\alpha \quad (5.8.)$$

Donde:

- K_H Representa los coeficientes de carga hidrodinámicos.
 α Exponente que relaciona la altura de ola con la fuerza hidrodinámica total.
 S_H Carga hidrodinámica.
 H Altura de ola.

$$S_T = 1.15K_H H_U^\alpha \quad (5.9.)$$

$$S_T = 1.15K_H H_{100}^\alpha \quad (5.10.)$$

$$S_T = 1.15K_H H_D^\alpha \quad (5.11.)$$

Donde:

- H_U Altura de ola que provoca el colapso de la plataforma.
 H_{100} Altura de ola que tiene un periodo de retorno de 100 años.
 H_D Altura de ola de diseño.

Es importante notar que en las Ecs. 5.9, 5.10 y 5.11 se supone que S_{TU} , S_{T100} y S_{TD} se estiman con el mismo factor ($1.15 K_H$), y por lo tanto, que las olas con H_U , H_{100} y H_D no impactan las cubiertas de la plataforma para que sea válido el factor mencionado, ya que debe ser diferente $H K$ si se impacta o no las cubiertas.

Por otro lado, al reemplazar las Ecuaciones 5.9, 5.10 y 5.11 en las Ecuaciones 5.3, 5.4 y 5.5 se tiene lo siguiente:

$$RSR = \frac{R_U}{S_{T100}} = \frac{S_{TU}}{S_{T100}} = \frac{H_U^\alpha}{H_{100}^\alpha} \quad (5.12.)$$

$$ULR = \frac{R_U}{S_{TD}} = \frac{S_{TU}}{S_{TD}} = \frac{H_U^\alpha}{H_D^\alpha} \quad (5.13.)$$

$$LRF = \frac{RSR}{ULR} = \frac{S_{TD}}{S_{T100}} = \frac{H_D^\alpha}{H_{100}^\alpha} \quad (5.14.)$$

Despejando H_D de la Ecuación (5.14) se tiene:

$$H_D = \left[\frac{RSR}{ULR} \right]^{\frac{1}{\alpha}} H_{100} \quad (5.15.)$$

Por otro lado, Bea (1997) propone que el RSR se calcule con la ecuación:

$$RSR = \left(\frac{B_S}{B_R} \right) \exp \left(\beta \sigma_{\ln \frac{R}{S}} - 2.33 \sigma_S \right) \quad (5.16.)$$

Donde:

R Mediana de la resistencia de la plataforma.

S Mediana de la carga de oleaje.

B_S Mediana del sesgo de la carga lateral por huracán, es decir, la relación entre la carga real y la carga nominal.

B_R Mediana del sesgo de la capacidad de la plataforma a carga lateral por huracán, es decir, la relación entre la capacidad real y la capacidad nominal.

El índice de confiabilidad de la estructura (β) es:

$$\beta = \frac{\ln \left(\frac{R}{S} \right)}{\sqrt{\sigma_{\ln R}^2 + \sigma_{\ln S}^2}} = \frac{\ln \left(\frac{R}{S} \right)}{\sigma_{\ln \frac{R}{S}}} \quad (5.17.)$$

Adicionalmente se puede demostrar que a partir de la Ec. (5.8) se obtiene la Ec. (5.18)

$$\sigma_{\ln S} = \sigma_{\ln H} \quad (5.18.)$$

Donde:

$\sigma_{\ln S}$ Incertidumbre en la carga lateral por huracanes sobre la plataforma, es decir, la desviación estándar del logaritmo natural de la carga lateral.

$\sigma_{\ln H}$ Desviación estándar del logaritmo natural de la ola.

Sustituyendo las Ecs. 5.16 y 5.18 en la Ec. 5.15 se obtiene la ecuación para calcular la altura de ola de diseño, como se presenta en la Ec. 5.19.

$$H_D = fH_{100} \quad (5.19.)$$

Donde:

$$f = \left[\left(\frac{B_S}{B_R} \right) \frac{1}{ULR} \exp \left(\beta \sigma_{\ln \frac{R}{S}} - 2.33\alpha \sigma_{\ln H} \right) \right]^{\frac{1}{\alpha}} \quad (5.20.)$$

Al conservar el requisito de que se diseñen para la Categoría de Exposición Muy Alta, se considera el índice de confiabilidad $\beta = 3.62$ como se muestra en la tabla 2.1. Resultó, para la NRF-003-PEMEX-2007, que f está alrededor de la unidad por lo que se acepta que la altura de ola de diseño sea igual a la altura de ola máxima con periodo de retorno de 100 años. Ese mismo valor ($f=1$) es el que se emplea para los análisis iniciales, y posteriormente, dicho valor será obtenido a partir de los análisis de Riesgo.

También, se obtiene la denominada altura de ola última asociada a la confiabilidad óptima β . Se despeja a H_U de las Ecs. 5.12 y 5.13 para obtener las Ecs. 5.21 y 5.22 respectivamente.

$$H_U = RSR^{\frac{1}{\alpha}} H_{100} = \left[\left(\frac{B_S}{B_R} \right) \frac{1}{ULR} \exp \left(\beta_0 \sigma_{\ln \frac{R}{S}} - 2.33\alpha \sigma_{\ln H} \right) \right]^{\frac{1}{\alpha}} H_{100} \quad (5.21.)$$

$$H_U = ULR^{\frac{1}{\alpha}} H_D = \left(\frac{RSR}{LRF} \right)^{\frac{1}{\alpha}} H_D = \left[\frac{1}{LRF} \left(\frac{B_S}{B_R} \right) \exp \left(\beta_0 \sigma_{\ln \frac{R}{S}} - 2.33\alpha \sigma_{\ln H} \right) \right]^{\frac{1}{\alpha}} H_D \quad (5.22.)$$

Ambas ecuaciones son equivalentes ya que $RSR^{\frac{1}{\alpha}} H_{100} = ULR^{\frac{1}{\alpha}} H_D$

La Ec. 5.23 sugiere el empleo de un factor que afecte a H_{100} , es decir:

$$H_U = \lambda H_{100} \quad (5.23.)$$

De esa manera se emplean diferentes factores para calcular la altura de ola última de diseño y de evaluación para las diferentes categorías de exposición, tal como se muestra en la tabla 5.4. Este procedimiento es diferente al empleado en el desarrollo de la NRF-003-PEMEX-2007 y proporciona resultados de altura de ola última de menor intensidad lo que a su vez influirá en una elevación de cubierta inferior aceptable.

Tabla 5.4. Factores λ que afectan a H_{100} para obtener la H_U de la NRF-003-PEMEX-2007

Descripción	Diseño	Evaluación			
	Muy Alta	Categoría de Exposición			
		Baja	Moderada	Alta	Muy Alta
Sonda de Campeche, Litoral de Tabasco y Región Norte.	1.38	1.14	1.20	1.24	1.28

De manera similar a lo realizado para los análisis de diseño, para los análisis iniciales de colapso se tomará el valor $\lambda = 1.38$ correspondiente a la Categoría de Exposición Muy Alta. Dicho valor será obtenido posteriormente a partir de los análisis de riesgo.

Por ejemplo, para la ubicación de Ayatsil, $H_{100} = 19.70$ m, por lo tanto, la altura de ola última de diseño es $H_U = 1.38 \times 19.70 = 27.186$ m.

5.2.1.1. Evaluación de la cubierta inferior

La solución del problema se planteó dentro del campo de la investigación operativa pero en términos probabilísticos optimizando una función objetivo sujeto a una importante restricción. La función por optimizar, en este caso minimizar, fue el costo total del mantenimiento, reparaciones y reposiciones en las cubiertas y plataforma dependientes de la elevación sus cubiertas durante la vida de servicio de la plataforma. Mientras que la restricción mencionada obliga a tener una elevación de cubierta inferior mínima por requerimientos de la seguridad global.

Así, la filosofía general para establecer la Elevación de la Cubierta Inferior (ECI) se resume en los siguientes puntos:

- Las plataformas nuevas deberán tener una ECI de tal manera que su falla global ocurra por un mecanismo de colapso en el jacket o en pilotes o una combinación de ambos, sin que la cresta de la ola que provoque el colapso golpee la cubierta inferior. Esta ECI se define como la mínima por seguridad.
- Es deseable que la ECI en las plataformas nuevas exista un balance entre los costos iniciales, los costos de falla, los costos de mantenimiento después de eventos extremos y los costos de movilización de equipo. La ECI obtenida de este análisis minimiza el costo total esperado.
- Se define la ECI para las plataformas nuevas, donde deberá cumplirse cabalmente con el punto 1.

5.2.1.2. Elevación de la cubierta inferior mínima por seguridad

La ECI mínima por seguridad se caracteriza por permitir a lo más que la altura de ola última de diseño roce el paño inferior de la trabe de la cubierta más baja, por lo que se espera que el mecanismo de colapso se genere en el jacket, o en los pilotes o en ambos, pero no en las cubiertas; en esta situación, no hay cargas laterales en las cubiertas por oleaje y corriente.

El procedimiento a seguir es sencillo y tiene dos pasos:

- a) A partir del índice de confiabilidad óptimo (β_0) basado en el estudio de riesgo ambiental por huracanes y tormentas de invierno, se obtiene la altura de ola de colapso H_U mediante la Ec. 5.21.

$$H_U = RSR^{\frac{1}{\alpha}} H_{100} = \left[\left(\frac{B_S}{B_R} \right) \frac{1}{ULR} \exp \left(\beta_0 \sigma_{\ln \frac{R}{S}} - 2.33 \alpha \sigma_{\ln H} \right) \right]^{\frac{1}{\alpha}} H_{100} \quad (5.21.)$$

- b) Se obtiene la ECI mínima por seguridad (restricción) en la ecuación (5.24) en donde k depende de la cresta de la ola, las mareas y el peralte de la trabe inferior de la cubierta inferior y de su sistema de piso.

$$ECI = kH_U \quad (5.24.)$$

5.2.1.3. Estudio de riesgo de la elevación de cubierta

En un estudio anterior (Campos et al., 2008) para la optimización se emplearon herramientas de riesgo y confiabilidad. En dicho estudio, se encontró que los costos totales de falla y mantenimiento después de eventos intensos y por movilización de equipo, dependientes de la elevación sus cubiertas durante la vida de servicio de la plataforma, son similares para diferentes elevaciones. En tal sentido, la elevación de la cubierta inferior estará definida por seguridad, según las Ecs. 5.9 y 5.24.

5.2.1.4. Elevación de la cubierta para los primeros cálculos estructurales

Para la modelación conceptual inicial se recomendó el empleo de la elevación de cubierta inferior que exige la NRF-003-PEMEX-2007 que es de $ECI = 19.10\text{m}$.

5.3. PARÁMETROS AMBIENTALES

5.3.1. Parámetros meteoceánicos de Oceanweather

Para los primeros análisis se emplearon parámetros de Oceanweather (2006) los cuales se muestran en la tabla 5.5. En el caso del estudio de riesgo, se recomendó la aplicación en los diseños los parámetros asociados al periodo de retorno de 100 años y como los de operación, los parámetros asociados al periodo de retorno de 10 años. Asimismo, se adoptaron varios factores de seguridad de la NRF-003-PEMEX-2003. Los resultados obtenidos nos permitirán definir las confiabilidades, factores de seguridad y parámetros de diseño para el diseño detallado final de las plataformas.

Tabla 5.5. Parámetros metaoceánicos de Oceanweather¹

Parámetros			
Periodo de retorno años	10	100	3000
Altura de ola máxima (m)	14.60	19.70	28.60
Periodo pico (s)	12.60	14.40	17.00
Máxima velocidad del viento a 10 m sobre el NMM ² (m/s) en promedios de 1 hr.	22.70	33.90	49.50
Altura de la marea de tormenta (m)	0.44	0.57	0.77
Altura de la marea astronómica (m)	0.76	0.76	0.76
Velocidades de corriente (cm/s)			
0% de profundidad	---	173.00	443.10
50 % de profundidad	---	133.30	341.20
95 % de profundidad	---	100.10	256.40

1. Tabla obtenida a partir de una distribución conjunta de Nortes y Huracanes
2. NMM = Nivel medio de mar.

A partir del 2011 la información del peligro metaoceánico es actualizado (Luna et al., 2011) y en la tabla 5.6 se muestra el resumen de la información correspondiente a la región de Ayatsil.

Tabla 5.6. Parámetros metaoceánicos de Luna et al. (2011)

Parámetros ambientales	T _R (años)					
	1	5	10	25	50	100
Huracanes						
Altura de ola significativa, H _s (m)	3.50	3.93	4.94	6.48	7.76	9.11
Periodo, T _p (s)	---	10.05	11.26	12.24	12.84	13.36
Velocidad del viento, U ₁₀ (m/s) a 10 m.s.n.m.	---	12.60	15.79	18.64	20.47	22.17
Nortes						
Altura de ola significativa, H _s (m)	4.50	6.43	6.97	7.64	8.12	8.59
Periodo, T _p (s)	---	12.09	12.41	12.77	13.01	13.23
Velocidad del viento, U ₁₀ (m/s) a 10 m.s.n.m.	---	17.01	17.64	18.35	18.83	19.28
Combinación de Huracanes y Nortes						
Altura de ola significativa, H _s (m)	---	6.57	7.19	8.03	8.74	9.60
Periodo, T _p (s)	---	12.19	12.54	12.96	13.27	13.59
Velocidad del viento, U ₁₀ (m/s) a 10 m.s.n.m.	---	17.31	18.12	19.33	20.60	22.18
Velocidad de corriente, V_c (m/s)						
5 % (-6.01 m)	---	0.5322	0.6225	0.7377	0.8238	0.9098
35.4 % (-42.51 m)	---	0.5283	0.6324	0.7661	0.8665	0.9669
56.7 % (-68.00 m)	---	0.4779	0.5717	0.6940	0.7860	0.8800
94 % (-112.76 m)	---	0.4235	0.4746	0.5380	0.5843	0.6299

A esta información se debe agregar la altura de ola máxima para cada periodo de retorno para nortes, huracanes y la conjunta. Además se deben complementar las corrientes para el caso de nortes y huracanes.

5.3.2. Altura de ola máxima

En el dominio del tiempo, la máxima altura de ola H_{max} es la ola más grande dentro de un registro de alturas de ola. En el dominio de la frecuencia para un espectro de oleaje de banda angosta, la altura de ola máxima más probable (la moda de la altura máxima de ola) está definida por Longuet-Higgins (1952) como:

$$\text{mod}(H_{max}) \approx \left(\sqrt{\ln N} + \frac{0.2886}{\sqrt{\ln N}} \right) H_{rms} \tag{5.25.}$$

ó

$$\text{mod}(H_{max}) \approx H_s \sqrt{\frac{1}{2} \ln N} \tag{5.26.}$$

Para usos prácticos en ingeniería, es posible suponer que una tormenta tiene una duración de 6 horas y que el periodo de ola promedio es de 10 s, con lo que el número de ciclos de ola N es 2160. Sustituyendo este valor de N en la ecuación anterior, la altura de ola máxima H_{max} es (Holthuisen 2007):

$$H_{max} \approx \text{mod}(H_{max}) = 1.96H_s \approx 2H_s \tag{5.27.}$$

Así, al aplicar el factor de 2 a las alturas de ola significativa de la tabla 5.6 se encuentran las diferentes alturas de ola máxima:

Tabla 5.7. Parámetros metaoceánicos de Luna et al. (2011) alturas de ola máxima

Parámetros ambientales	Tr (años)					
	1	5	10	25	50	100
Huracanes						
Alrtura de ola máxima, H_{max} (m)	7.00	7.86	9.88	12.96	15.52	18.22
Nortes						
Alrtura de ola máxima, H_{max} (m)	9.00	12.86	13.94	15.28	16.24	17.18
Combinación de Huracanes y Nortes						
Alrtura de ola máxima, H_{max} (m)	---	13.14	14.38	16.06	17.48	19.20

5.3.3. Determinación de teoría de oleaje y elevación de cubierta

Se muestran los parámetros de diseño por oleaje. La tabla 5.8 muestra los parámetros de diseño por operación y tabla 5.9 los de diseño por tormenta. Debe notarse que la altura de ola para diseño por operación corresponde al periodo de retorno de 100 años determinado en la tabla 5.7. Los parámetros de diseño por operación corresponden a un periodo de retorno de 5 años. Para seleccionar la altura de ola última se emplea la Ec. 5.23; ésta será $H_U = 1.45 \times 19.2 = 27.84$ m.

En la ecuación 5.24, para la posición Ayatsil, se encuentra que aproximadamente $\kappa=0.685$, con lo que aproximadamente, la elevación de cubierta inferior debe de ser por lo menos de 19.07 m. Por lo que se recomienda una $ECl=19.10$ m.

5.3.3.1. Determinación de teoría de oleaje (Operación)

A continuación se indican los parámetros ambientales para la condición de operación, utilizado para el análisis en sitio.

Tabla 5.8. Datos Meteorológicos y Oceanográficos en Operación

Parámetros		
H	Altura de ola de Diseño	13.14
T	Periodo de la ola (s)	11.34
Ma	Altura de la marea astronómica (m)	0.76
Mt	Altura de la marea de tormenta (m)	0.38
	Velocidad máxima de viento a 10 m sobre el N.M.M. (m/s), promedio de 1 hr.	17.31
	Velocidades de corriente (m/s)	
	5 % de la profundidad	0.5322
	35.4 % de la profundidad	0.5283
	56.7 % de la profundidad	0.4778
	94 % de la profundidad	0.4200
Ta	Tirante (m)	115.950

Tirante de agua total:

$$d = (M_a + M_t + T_a) \quad (5.28.)$$

$$d = (0.76 + 0.38 + 115.95) = 117.09$$

Velocidad promedio de corriente V_1 :

$$V_1 = \frac{(V_{5\%} + V_{35.4\%} + V_{56.7\%} + V_{94\%})}{4} \quad (5.29.)$$

$$V_1 = \frac{0.5322 + 0.5238 + 0.4779 + 0.4200}{4} = 0.4885$$

Por lo tanto:

$$\frac{d}{gT^2} = \frac{117.09}{(9.81)(11.34)^2} = 0.09282 \quad (5.30.)$$

$$\frac{V_1}{gT} = \frac{0.4885}{(9.81)(11.34)} = 0.0044 \quad (5.31.)$$

Con estos dos datos entramos a la gráfica 2.3.1-2 Efecto Doppler de la API RP 2ª WSD Ed 21.

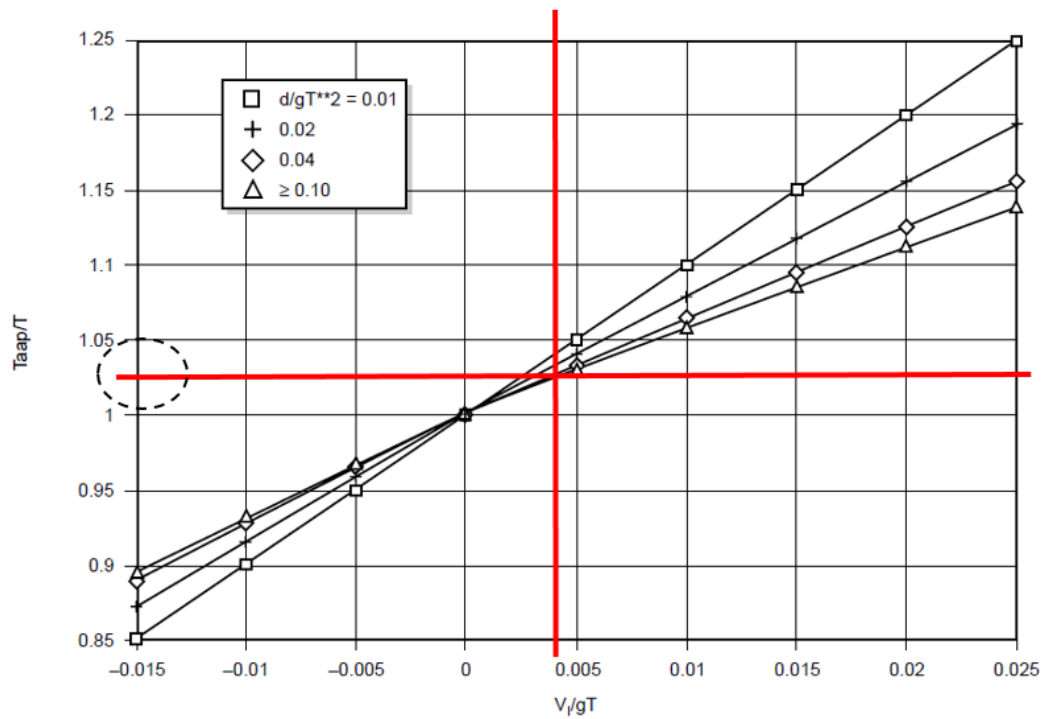


Figura 5.25. Cálculo del periodo aparente para condiciones de Operación

$$\frac{T_{aap}}{T} = 1.0228 \quad (5.32.)$$

Periodo aparente:

$$T_{aap} = 1.0228 * T = 1.0228 * 11.34 = 11.5985 \quad (5.33.)$$

Para el cálculo de la Teoría:

$$\frac{d}{gT_{app}^2} = \frac{117.09}{(9.81)(11.5985)^2} = 0.09239 \quad (5.34.)$$

$$\frac{H}{gT_{app}^2} = \frac{13.14}{(9.81)(11.5985)^2} = 0.009957 \quad (5.35.)$$

Con estos datos se obtiene de la gráfica de 2.3.1-3 del API RP2A la teoría de oleaje, resulta una teoría de oleaje **STREAM FUNCTION 3 ORDEN O STOKES 5**.

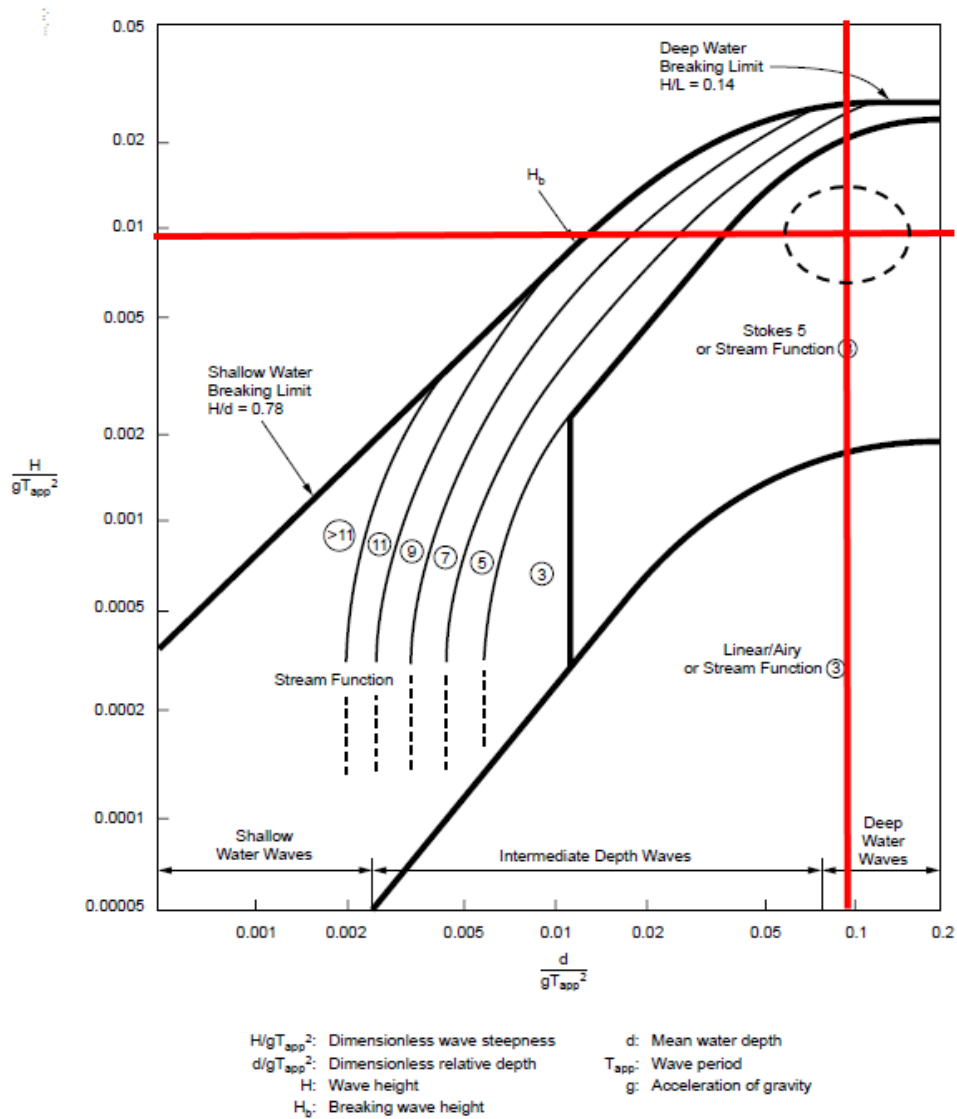


Figura 5.26. Obtención de la Teoría de oleaje, para el cálculo de fuerzas en condiciones de Operación

5.3.3.2. Determinación de teoría de oleaje (Tormenta)

A continuación se indican los parámetros ambientales para la condición de tormenta, utilizado para el análisis en sitio.

Tabla 5.9. Datos Meteorológicos y Oceanográficos en Tormenta

Parámetros		
H	Altura de ola de Diseño	19.20
T	Periodo de la ola (s)	12.82
Ma	Altura de la marea astronómica (m)	0.76
Mt	Altura de la marea de tormenta (m)	0.54
	Velocidad máxima de viento a 10 m sobre el N.M.M. (m/s), promedio de 1 hr.	33.10
	Velocidades de corriente (m/s)	
	5 % de la profundidad	1.64
	50 % de la profundidad	1.28
	94 % de la profundidad	0.96
Ta	Tirante (m)	115.950
g	Gravedad (m/s ²)	9.81

Tirante de agua total:

$$d = (M_a + M_t + T_a) \quad (5.28.)$$

$$d = (0.76 + 0.54 + 115.95) = 117.25$$

Velocidad promedio de corriente V_1 :

$$V_1 = \frac{(V_{5\%} + V_{50\%} + V_{95\%})}{4} \quad (5.29.)$$

$$V_1 = \frac{1.64 + 1.28 + 0.96}{3} = 1.2933$$

Por lo tanto:

$$\frac{d}{gT^2} = \frac{117.25}{(9.81)(12.82)^2} = 0.07272 \quad (5.30.)$$

$$\frac{V_1}{gT} = \frac{1.2933}{(9.81)(12.82)} = 0.01028 \quad (5.31.)$$

Con estos dos datos entramos a la gráfica 2.3.1-2 Efecto Doppler de la API RP 2ª WSD Ed 21.

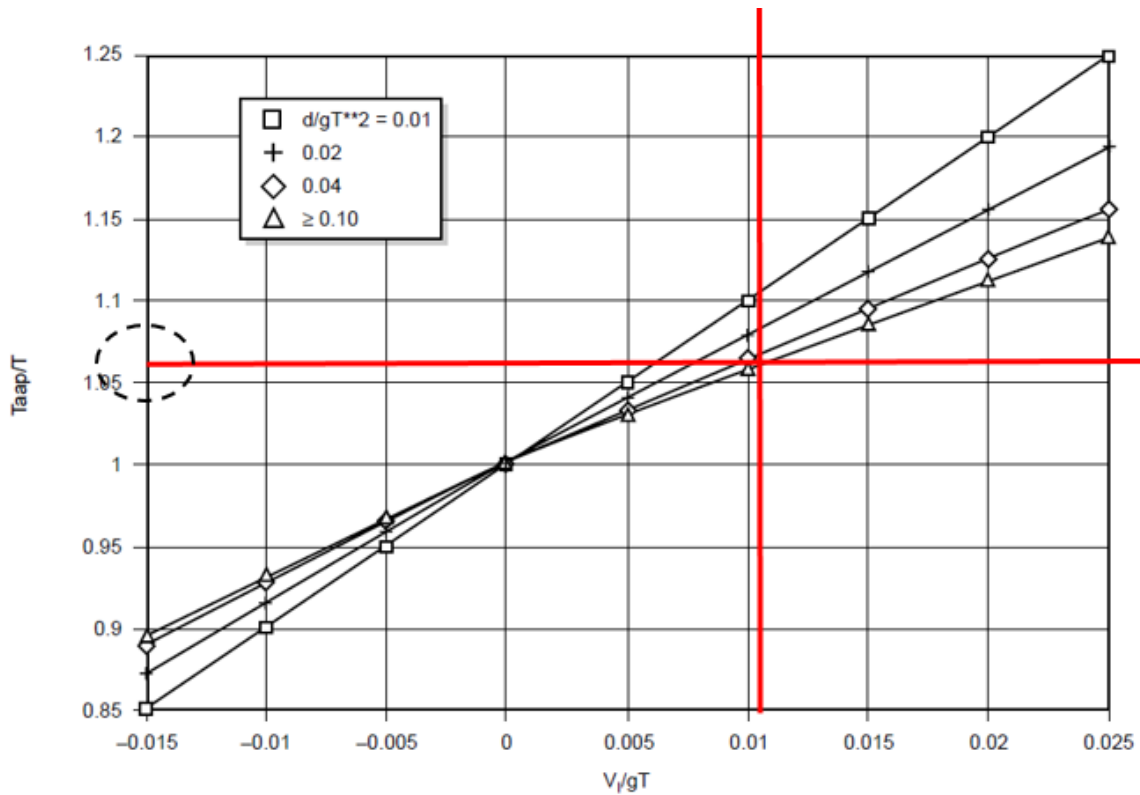


Figura 5.27. Cálculo del periodo aparente para condiciones de Tormenta

$$\frac{T_{aap}}{T} = 1.0616 \quad (5.32.)$$

Periodo aparente:

$$T_{aap} = 1.0616 * T = 1.0616 * 12.82 = 13.6097 \quad (5.33.)$$

Para el cálculo de la Teoría:

$$\frac{d}{gT_{aap}^2} = \frac{117.25}{(9.81)(13.6097)^2} = 0.06453 \quad (5.34.)$$

$$\frac{H}{gT_{app}^2} = \frac{13.14}{(9.81)(13.6097)^2} = 0.01056 \quad (5.35.)$$

Con estos datos se obtiene de la gráfica de 2.3.1-3 del API RP2A la teoría de oleaje, resulta una teoría de oleaje **STREAM FUNCTION 3 ORDEN O STOKES 5**.

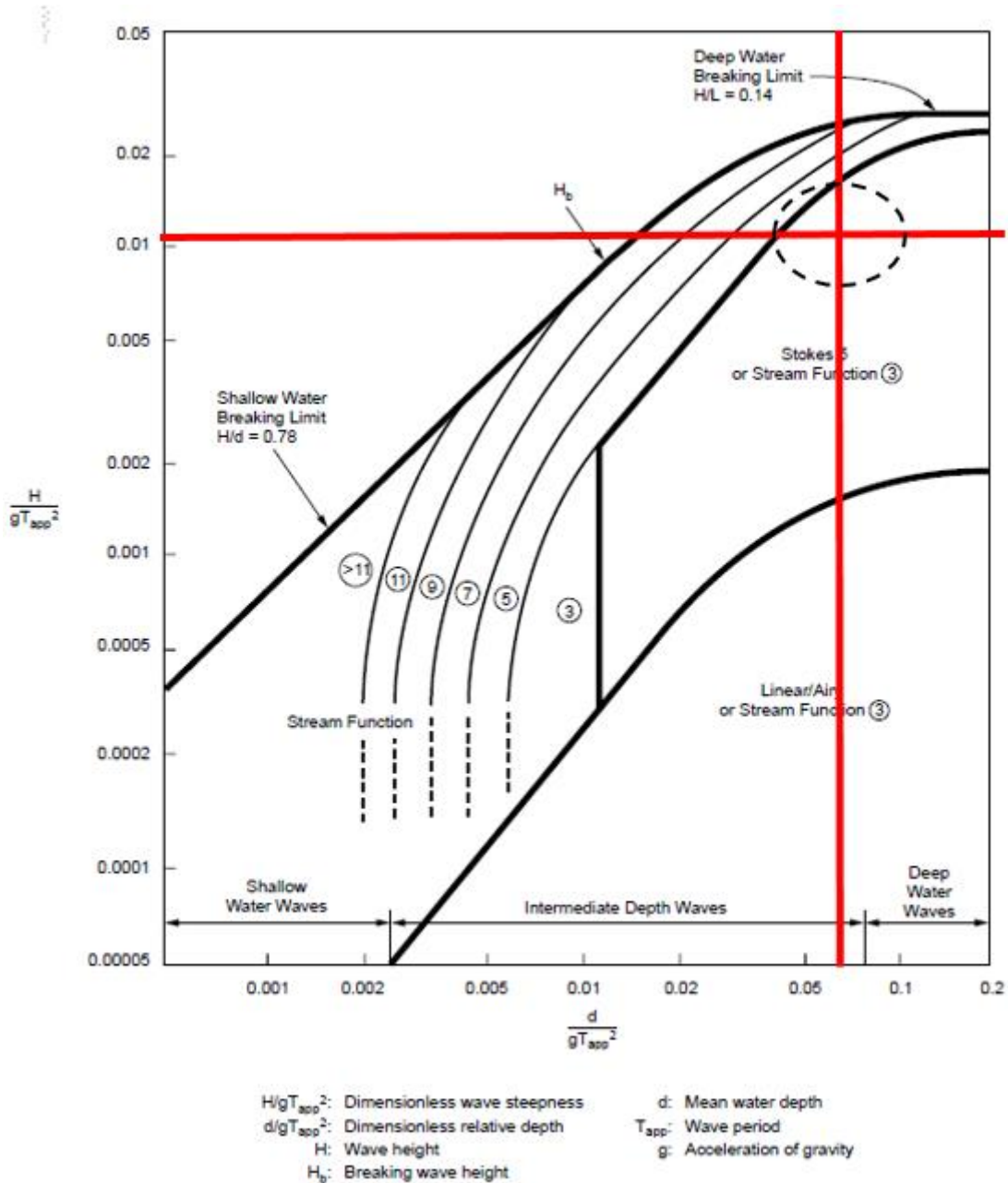


Figura 5.28. Obtención de la Teoría de oleaje, para el cálculo de fuerzas en condiciones de Tormenta

5.4. PARÁMETROS HIDRODINÁMICOS

Los parámetros hidrodinámicos adicionales para el cálculo de las cargas ambientales (oleaje, corriente y viento) serán tomados de la norma NRF-003-PEMEX-2007 y del API RP 2A.

El factor de bloqueo que se utilizará es el recomendado por API-RP-2A para ocho columnas en la plataforma y depende de la incidencia de la ola: de frente 0.70, diagonal 0.85 y de costado 0.80.

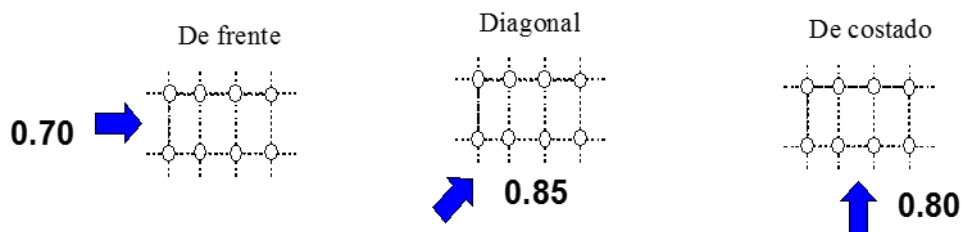


Figura 5.29. Factor de bloqueo propuesto por la NRF-003-PEMEX-2007

El Coeficiente de Cinemática de la Ola se tomará como se presenta a continuación:

- Tormenta = 0.85
- Otra condición = 1.00

Los valores que serán empleados del Coeficiente de Arrastre y del Coeficiente de Inercia se presentan en seguida:

- Coeficiente de arrastre, c_d (superficie rugosa) = 1.05
- Coeficiente de inercia, c_m (superficie rugosa) = 1.20
- Coeficiente de arrastre, c_d (superficie lisa) = 0.65
- Coeficiente de inercia, c_m (superficie lisa) = 1.60

5.5. COMBINACIONES DE CARGA

El análisis en sitio se realizará en dos casos, la primera en condiciones normales de operación y el segundo en condiciones extremas de tormenta, para ello se combinarán las cargas gravitacionales más las cargas ambientales en operación y tormenta.

Las cargas ambientales en operación y tormenta se aplicarán en 12 direcciones de incidencia ($0^\circ, 30^\circ, 60^\circ, 90^\circ, 120^\circ, 150^\circ, 180^\circ, 210^\circ, 240^\circ, 270^\circ, 300^\circ$ y 330°) de acuerdo al sistema de referencia utilizado (ver figura 5.22).

Tabla 5.10. Cargas básicas y combinaciones en Operación, posición 1 torre de perforación

No.	Descripción	Combinaciones de carga en condición de Operación											
		00°	030°	060°	090°	0120°	0150°	0180°	0210°	0240°	0270°	0300°	0330°
		+X	+X+Y	+X+Y	+Y	+Y-X	+Y-X	-Y	-X-Y	-X-Y	-Y	-Y+X	-Y+X
	Combinación	201	202	203	204	205	206	207	208	209	210	211	212
1	Peso propio	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10
2	Accesorios	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10
3	Carga muerta en cubierta inferior	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10
4	Carga muerta en cubierta superior	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10
5	Carga muerta subnivel	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10
6	Carga viva en cubierta inferior	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
7	Carga viva en cubierta superior	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
8	Carga viva en subnivel	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
9	Carga equipo en cubierta inferior	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20
10	Carga equipo de perforación	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
11	Carga de torre de perforación posición 1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
13	Carga de modulo habitacional y paquete de máquinas en Operación	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
15	Carga de tuberías en cubierta inferior	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20
16	Carga de tuberías en cubierta superior	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20
17	Carga de tubería en subnivel	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
18	Carga de equipo en subnivel	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Cargas ambientales en equipo de perforación													
51	Viento en equipo de perforación operación +X (0°)	1.00	.866	0.50								0.50	.866
52	Viento en equipo de perforación operación +Y (90°)		0.50	.866	1.00	.866	0.50						
53	Viento en equipo de perforación operación -X (180°)					0.50	.866	1.00	.866	0.50			

Tabla 5.10. Cargas básicas y combinaciones en Operación, posición 1 torre de perforación (continuación)

No.	Descripción	Combinaciones de carga en condición de Operación											
		00°	030°	060°	090°	0120°	0150°	0180°	0210°	0240°	0270°	0300°	0330°
		+X	+X+Y	+X+Y	+Y	+Y-X	+Y-X	-Y	-X-Y	-X-Y	-Y	-Y+X	-Y+X
Combinación	201	202	203	204	205	206	207	208	209	210	211	212	
54	Viento en equipo de perforación operación -Y (270°)								0.50	.866	1.00	.866	0.50
Cargas ambientales													
61	Viento, corriente y oleaje. Operación +X (0°)	1.00											
62	Viento, corriente y oleaje. Operación (30°)		1.00										
63	Viento, corriente y oleaje. Operación (60°)			1.00									
64	Viento, corriente y oleaje. Operación +Y (90°)				1.00								
65	Viento, corriente y oleaje. Operación (120°)					1.00							
66	Viento, corriente y oleaje. Operación (150°)						1.00						
67	Viento, corriente y oleaje. Operación -X (180°)							1.00					
68	Viento, corriente y oleaje. Operación (210°)								1.00				
69	Viento, corriente y oleaje. Operación (240°)									1.00			
70	Viento, corriente y oleaje. Operación -Y (270°)										1.00		
71	Viento, corriente y oleaje. Operación (300°)											1.00	
72	Viento, corriente y oleaje. Operación (330°)												1.00

Tabla 5.11. Cargas básicas y combinaciones en Operación, posición 2 torre de perforación

No.	Descripción	Combinaciones de carga en condición de Operación											
		00°	030°	060°	090°	0120°	0150°	0180°	0210°	0240°	0270°	0300°	0330°
		+X	+X+Y	+X+Y	+Y	+Y-X	+Y-X	-Y	-X-Y	-X-Y	-Y	-Y+X	-Y+X
	Combinación	221	222	223	224	225	226	227	228	229	230	231	232
1	Peso propio	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10
2	Accesorios	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10
3	Carga muerta en cubierta inferior	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10
4	Carga muerta en cubierta superior	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10
5	Carga muerta subnivel	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10
6	Carga viva en cubierta inferior	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
7	Carga viva en cubierta superior	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
8	Carga viva en subnivel	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
9	Carga equipo en cubierta inferior	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20
10	Carga equipo de perforación	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
12	Carga de torre de perforación posición 2	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
13	Carga de modulo habitacional y paquete de máquinas en Operación	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
15	Carga de tuberías en cubierta inferior	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20
16	Carga de tuberías en cubierta superior	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20
17	Carga de tubería en subnivel	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
18	Carga de equipo en subnivel	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Cargas ambientales en equipo de perforación													
51	Viento en equipo de perforación operación +X (0°)	1.00	.866	0.50								0.50	.866
52	Viento en equipo de perforación operación +Y (90°)		0.50	.866	1.00	.866	0.50						
53	Viento en equipo de perforación operación -X (180°)					0.50	.866	1.00	.866	0.50			

Tabla 5.10. Cargas básicas y combinaciones en Operación, posición 2 torre de perforación (continuación)

No.	Descripción	Combinaciones de carga en condición de Operación											
		00°	030°	060°	090°	0120°	0150°	0180°	0210°	0240°	0270°	0300°	0330°
		+X	+X+Y	+X+Y	+Y	+Y-X	+Y-X	-Y	-X-Y	-X-Y	-Y	-Y+X	-Y+X
Combinación	221	222	223	224	225	226	227	228	229	230	231	232	
54	Viento en equipo de perforación operación -Y (270°)								0.50	.866	1.00	.866	0.50
Cargas ambientales													
61	Viento, corriente y oleaje. Operación +X (0°)	1.00											
62	Viento, corriente y oleaje. Operación (30°)		1.00										
63	Viento, corriente y oleaje. Operación (60°)			1.00									
64	Viento, corriente y oleaje. Operación +Y (90°)				1.00								
65	Viento, corriente y oleaje. Operación (120°)					1.00							
66	Viento, corriente y oleaje. Operación (150°)						1.00						
67	Viento, corriente y oleaje. Operación -X (180°)							1.00					
68	Viento, corriente y oleaje. Operación (210°)								1.00				
69	Viento, corriente y oleaje. Operación (240°)									1.00			
70	Viento, corriente y oleaje. Operación -Y (270°)										1.00		
71	Viento, corriente y oleaje. Operación (300°)											1.00	
72	Viento, corriente y oleaje. Operación (330°)												1.00

Tabla 5.12. Cargas básicas y combinaciones en Tormenta, posición 1 torre de perforación

No.	Descripción	Combinaciones de carga en condición de Operación											
		T0°	T30°	T60°	T90°	T120°	T150°	T180°	T210°	T240°	T270°	T300°	T330°
		+X	+X+Y	+X+Y	+Y	+Y-X	+Y-X	-Y	-X-Y	-X-Y	-Y	-Y+X	-Y+X
	Combinación	301	302	303	304	305	306	307	308	309	310	311	312
1	Peso propio	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10
2	Accesorios	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10
3	Carga muerta en cubierta inferior	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10
4	Carga muerta en cubierta superior	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10
5	Carga muerta subnivel	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10
6	Carga viva en cubierta inferior	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
7	Carga viva en cubierta superior	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
8	Carga viva en subnivel	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
9	Carga equipo en cubierta inferior	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20
10	Carga equipo de perforación	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
11	Carga de torre de perforación posición 1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
14	Carga de modulo habitacional y paquete de máquinas en Tormenta	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
15	Carga de tuberías en cubierta inferior	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20
16	Carga de tuberías en cubierta superior	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20
17	Carga de tubería en subnivel	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
18	Carga de equipo en subnivel	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Cargas ambientales en equipo de perforación													
55	Viento en equipo de perforación tormenta +X (0°)	1.00	.866	0.50								0.50	.866
56	Viento en equipo de perforación tormenta +Y (90°)		0.50	.866	1.00	.866	0.50						
57	Viento en equipo de perforación tormenta -X (180°)					0.50	.866	1.00	.866	0.50			

Tabla 5.12. Cargas básicas y combinaciones en Tormenta, posición 1 torre de perforación (continuación)

No.	Descripción	Combinaciones de carga en condición de Operación											
		T0°	T30°	T60°	T90°	T120°	T150°	T180°	T210°	T240°	T270°	T300°	T330°
		+X	+X+Y	+X+Y	+Y	+Y-X	+Y-X	-Y	-X-Y	-X-Y	-Y	-Y+X	-Y+X
Combinación	301	302	303	304	305	306	307	308	309	310	311	312	
58	Viento en equipo de perforación tormenta -Y (270°)								0.50	.866	1.00	.866	0.50
Cargas ambientales													
81	Viento, corriente y oleaje. Tormenta +X (0°)	1.00											
82	Viento, corriente y oleaje. Tormenta (30°)		1.00										
83	Viento, corriente y oleaje. Tormenta (60°)			1.00									
84	Viento, corriente y oleaje. Tormenta +Y (90°)				1.00								
85	Viento, corriente y oleaje. Tormenta (120°)					1.00							
86	Viento, corriente y oleaje. Tormenta (150°)						1.00						
87	Viento, corriente y oleaje. Tormenta -X (180°)							1.00					
88	Viento, corriente y oleaje. Tormenta (210°)								1.00				
89	Viento, corriente y oleaje. Tormenta (240°)									1.00			
90	Viento, corriente y oleaje. Tormenta -Y (270°)										1.00		
91	Viento, corriente y oleaje. Tormenta (300°)											1.00	
92	Viento, corriente y oleaje. Tormenta (330°)												1.00

Tabla 5.13. Cargas básicas y combinaciones en Tormenta, posición 2 torre de perforación

No.	Descripción	Combinaciones de carga en condición de Operación											
		T0°	T30°	T60°	T90°	T120°	T150°	T180°	T210°	T240°	T270°	T300°	T330°
		+X	+X+Y	+X+Y	+Y	+Y-X	+Y-X	-Y	-X-Y	-X-Y	-Y	-Y+X	-Y+X
	Combinación	321	322	323	324	325	326	327	328	329	330	331	332
1	Peso propio	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10
2	Accesorios	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10
3	Carga muerta en cubierta inferior	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10
4	Carga muerta en cubierta superior	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10
5	Carga muerta subnivel	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10
6	Carga viva en cubierta inferior	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
7	Carga viva en cubierta superior	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
8	Carga viva en subnivel	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
9	Carga equipo en cubierta inferior	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20
10	Carga equipo de perforación	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
12	Carga de torre de perforación posición 2	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
14	Carga de modulo habitacional y paquete de máquinas en Tormenta	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
15	Carga de tuberías en cubierta inferior	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20
16	Carga de tuberías en cubierta superior	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20
17	Carga de tubería en subnivel	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
18	Carga de equipo en subnivel	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Cargas ambientales en equipo de perforación													
55	Viento en equipo de perforación tormenta +X (0°)	1.00	.866	0.50								0.50	.866
56	Viento en equipo de perforación tormenta +Y (90°)		0.50	.866	1.00	.866	0.50						
57	Viento en equipo de perforación tormenta -X (180°)					0.50	.866	1.00	.866	0.50			

Tabla 5.13. Cargas básicas y combinaciones en Tormenta, posición 2 torre de perforación (continuación)

No.	Descripción	Combinaciones de carga en condición de Operación											
		T0°	T30°	T60°	T90°	T120°	T150°	T180°	T210°	T240°	T270°	T300°	T330°
		+X	+X+Y	+X+Y	+Y	+Y-X	+Y-X	-Y	-X-Y	-X-Y	-Y	-Y+X	-Y+X
Combinación	321	322	323	324	325	326	327	328	329	330	331	332	
58	Viento en equipo de perforación tormenta -Y (270°)								0.50	.866	1.00	.866	0.50
Cargas ambientales													
81	Viento, corriente y oleaje. Tormenta +X (0°)	1.00											
82	Viento, corriente y oleaje. Tormenta (30°)		1.00										
83	Viento, corriente y oleaje. Tormenta (60°)			1.00									
84	Viento, corriente y oleaje. Tormenta +Y (90°)				1.00								
85	Viento, corriente y oleaje. Tormenta (120°)					1.00							
86	Viento, corriente y oleaje. Tormenta (150°)						1.00						
87	Viento, corriente y oleaje. Tormenta -X (180°)							1.00					
88	Viento, corriente y oleaje. Tormenta (210°)								1.00				
89	Viento, corriente y oleaje. Tormenta (240°)									1.00			
90	Viento, corriente y oleaje. Tormenta -Y (270°)										1.00		
91	Viento, corriente y oleaje. Tormenta (300°)											1.00	
92	Viento, corriente y oleaje. Tormenta (330°)												1.00

5.6. CARGAS LATERALES

En los análisis en sitio, se emplea la velocidad de viento promedio de una hora, de acuerdo con el Estudio de riesgo No. A-F.27892-1815-31-RCE-AYATSIL y un factor de forma de 1.0.

Para los componentes no incluidos en el modelo estructural, de acuerdo con el criterio recomendado en el API RP 2A, se emplean los coeficientes de forma siguientes:

- 1.5 aplicado a las áreas de módulos y perfiles de sección abierta.
- 0.5 aplicado a las áreas proyectadas de puentes (en su caso) y perfiles de secciones tubulares.

En las tablas 5.14 a 5.17, se indican las áreas de viento expuestas de cada uno de los equipos que integran el paquete de perforación, tanto en dirección “X” como en la dirección “Y”.

Áreas expuestas al viento del equipo de perforación 4850 ton.

Tabla 5.14. Pantallas de viento en dirección “+X”

ID Área	Descripción	Área (m ²)	X (m)	Y (m)	Z (m)
O1	Torre de perforación	129.215	-21.685	2.286	59.9965
O2	Base de la torre	65.18	-25.583	2.286	36.649
O3	Patín de la torre	17.82	-25.583	2.591	34.041
O4	Modulo habitacional	63.17	8.438	-2.115	42.152
6A	Grúa 1	20.589	-2.71	-10.025	38.9403
6C	Grúa 2	20.589	-2.71	-10.025	38.9403
O7	Paquetes, bombas, almacenamiento y maquinas	24.38	-5.603	-6.599	32.405
O8	Paquete de lodos	10.90	-24.249	9.83	29.6375
O9	Paquete de líquidos	16.644	-25.583	-9.913	30.6828
10	Equipo cubierta inferior	106.7625	-33.622	0	21.2112
11	Pantalla bajo cubierta	21.11025	-24.232	0	16.7098

Tabla 5.15. Pantallas de viento en dirección “+Y”

ID Área	Descripción	Área (m ²)	X (m)	Y (m)	Z (m)
O1	Torre de perforación	129.215	-18.543	-3.32	56.0515
O2	Base de la torre	55.757	-18.543	-6.706	36.649
O3	Patín de la torre	17.52	-15.82	-6.706	34.047
O4	Modulo habitacional	131.04	25.883	-9.53	41.935
O5	Tubería en patio	53.642	2.668	-10.667	36.557
6E	Grúa 1	34.021	-2.028	-11.43	36.426
6F	Pluma grúa 1	8.76	7.3758	-11.43	46.567
O7	Paquetes, bombas, almacenamiento y maquinas	160.077	10.509	-10.667	31.293
O9	Paquete de líquidos	99.176	-16.544	-11.43	30.682
10	Equipo cubierta inferior	207.8302	0	-16.858	21.161
11	Pantalla bajo cubierta	115.1175	0	-7.468	16.069
12	Soporte modulo habitacional	26.802	27.536	-9.5	35.517
73	Cuarto de variadores	216	23.62	-16.86	21.161

Tabla 5.16. Pantallas de viento en dirección “-X”

ID Área	Descripción	Área (m ²)	X (m)	Y (m)	Z (m)
O1	Torre de perforación	101.0465	-15.22	2.286	56.0515
O4	Modulo habitacional	129.03	27.336	0	42.0155
6E	Grúa 1	16.125	-0.781	-10.5001	38.1759
6G	Grúa 2	18.196	-0.781	-10.5495	37.1759
O7	Paquetes, bombas, almacenamiento y maquinas	140.02	20.198	0	31.292
O8	Paquete de lodos	3.37	-6.858	10.9339	29.6375
O9	Paquete de líquidos	5.42	-7.505	-10.9361	30.682
10	Equipo cubierta inferior	106.77	33.622	0	21.2112
11	Pantalla bajo cubierta	21.11025	24.232	0	16.71
12	Soporte modulo habitacional	22.7805	23.767	0	36.637
73	Cuarto de variadores 2	81	33.622	-16.53	21.21
73	Cuarto de variadores 1	225	33.622	11.972	21.21

Tabla 5.17. Pantallas de viento en dirección “-Y”

ID Área	Descripción	Área (m ²)	X (m)	Y (m)	Z (m)
O1	Torre de perforación	129.215	-18.543	5.531	56.0515
O2	Base de la torre	55.757	-18.543	7.468	36.751
O3	Patín de la torre	46.929	-18.543	7.468	33.105
O4	Modulo habitacional	131.04	25.883	9.53	41.935
O5	Tubería en patio	53.642	2.668	10.667	36.557
6G	Grúa 2	34.021	-2.028	11.43	36.426
6H	Pluma grúa 2	8.76	7.3758	11.43	45.567
O7	Paquetes, bombas, almacenamiento y maquinas	160.077	10.509	10.438	31.293
O8	Paquete de lodos	59.08	-15.554	11.43	29.638
O9	Paquete de líquidos	4.67	-24.917	-8.4	29.688
10	Equipo cubierta inferior	207.8302	0	16.858	21.161
11	Pantalla bajo cubierta	115.1175	0	7.468	16.069
12	Soporte modulo habitacional	26.802	27.536	9.5	35.517
73	Cuarto de variadores 2	81	31.45	16.858	21.161

CAPÍTULO 6

ARCHIVOS DE ENTRADA

A continuación se presentan los archivos de entrada necesarios para la realización del análisis en sitio estático

6.1. MODELO ESTRUCTURAL

En seguida se presenta de manera condensada el archivo con toda la información correspondiente al modelo estructural.

```

LDOPT      NF+Z1.0300007.850000 -115.95 117.09GLOBME      CMBMPTNP  K
OPTIONS    ME      SDUC  4 4      CPT  PTPPT  PTPPT
LCSEL ST   201 202 203 204 205 206 207 208 209 210 211 212
LCSEL ST   221 222 223 224 225 226 227 228 229 230 231 232
LCSEL ST   301 302 303 304 305 306 307 308 309 310 311 312
LCSEL ST   321 322 323 324 325 326 327 328 329 330 331 332
HYDRO +ZAPEXFLRG I117.250 -115.950 1.500 1.030 0.635 0.317
HYDR02     0.800MLO.800
UCPART     0.8000.8001.0001.0001000.
AMOD
AMOD 301 1.333 302 1.333 303 1.333 304 1.333 305 1.333 306 1.333 307 1.333
AMOD 308 1.333 309 1.333 310 1.333 311 1.333 312 1.333 321 1.333 322 1.333
AMOD 323 1.333 324 1.333 325 1.333 326 1.333 327 1.333 328 1.333 329 1.333
AMOD 330 1.333 331 1.333 332 1.333
SECT
SECT CON01 CON 182.884.445152.40
SECT CON02 CON 152.404.445121.92
SECT CON03 CON 101.602.54076.200
SECT CON04 CON 106.683.17591.440
SECT CON05 CON 101.602.54091.440
SECT PLGT1 WF 61.0004.500179.201.900
SECT PLGT1A WF 61.0004.500179.202.540
SECT PLGT2 WF 61.0004.500158.901.905
SECT PLGT2A WF 61.0004.500158.902.540
SECT PLGT3 WF 40.6002.54099.1001.270
SECT PLGT4 WF 40.6003.175124.001.270
SECT PLGT4A WF 50.8004.445158.902.540
SECT PLGT5 WF 30.5001.90599.1001.270
SECT PLGT5A WF 30.5002.54099.1001.270
SECT PLGT6 WF 45.7005.08099.1001.600
SECT PLGT6A WF 61.0005.08099.1001.600
SECT PLGT7 WF 30.6002.50099.1001.600
SECT SK1 TUB1982.311525.521668454.1.0569+7 60.9603.810
SECT SK3 TUB1406.12850.4804563583.6691217. 60.9603.810
SECT SK4 TUB1982.311525.521668454.1.0569+7 60.9603.810
SECT SKIRT TUB 226.063.175198.126.350
SECT SK_EXT TUB 226.063.175198.125.080
SECT SP_FIC PRI200.0010.000 100.000 100.000 1.000 1.0001.000 1.0001.000
GRP
GRP 08A 21.895 1.270 2039.815.62532. 9 1.001.00 0.500N7.8490
GRP 08Y 21.895 0.820 2039.815.62532. 9 1.001.00 0.500N7.8490
GRP 10A 27.305 1.270 2039.815.72532. 1 1.001.00 0.500N7.8490
GRP 10X 27.305 1.270 2039.815.62532. 9 1.001.00 0.500N7.8840
GRP 12A 32.385 1.270 2039.815.62532. 9 1.001.00 0.500N7.8490
GRP 12X 32.385 1.270 2039.815.62532. 9 1.001.00 0.500N7.8490
GRP 14A 35.560 1.270 2039.815.72532. 1 1.001.00 0.500N7.8490
GRP 14B 35.560 2.540 2039.815.73518. 1 1.001.00 0.500N7.8490
GRP 14D 35.560 1.905 2039.815.72532. 1 1.001.00 0.500N7.8490
GRP 14E 35.560 1.270 2039.815.72532. 1 1.001.00 0.500N7.8490
GRP 14F 35.560 2.540 2039.815.73518. 1 1.001.00 0.500N7.8490.910
GRP 14F 35.560 1.270 2039.815.72532. 1 1.001.00 0.500N7.8490
GRP 14G 35.560 2.540 2039.815.73518. 1 1.001.00 0.500N7.8490
GRP 14H 35.560 1.270 2039.815.72532. 1 1.001.00 0.500N7.8490
GRP 14I 35.560 2.540 2039.815.73518. 1 1.001.00 0.500N7.8490.760
GRP 14I 35.560 1.270 2039.815.72532. 1 1.001.00 0.500N7.8490
GRP 14J 35.560 2.540 2039.815.73518. 1 1.001.00 0.500N7.8490.789
GRP 14J 35.560 1.905 2039.815.72532. 1 1.001.00 0.500N7.8490
GRP 14K 35.560 1.905 2039.815.82532. 1 1.001.00 0.500N7.8490
GRP 14L 35.560 1.270 2039.815.82532. 1 1.001.00 0.500N7.8490
GRP 14M 35.560 2.540 2039.815.73518. 1 1.001.00 0.500N7.8490.480
GRP 14M 35.560 1.270 2039.815.72532. 1 1.001.00 0.500N7.8490
GRP 14N 35.560 1.270 2039.815.72532. 1 1.001.00 0.500N7.8490
GRP 14O 35.560 2.540 2039.815.73518. 1 1.001.00 0.500N7.8490.910
GRP 14O 35.560 1.270 2039.815.72532. 1 1.001.00 0.500N7.8490
GRP 14P 35.560 1.905 2039.815.72532. 1 1.001.00 0.500N7.8490
GRP 14R 35.560 1.270 2039.815.72532. 1 1.001.00 0.500N7.8490
GRP 16A 40.640 1.270 2039.815.82532. 1 1.001.00 0.500N7.8490
GRP 16B 40.640 1.905 2039.815.82532. 1 1.001.00 0.500N7.8490
GRP 16H 40.640 1.270 2039.815.72532. 1 1.001.00 0.500N7.8490
GRP 16M 40.640 2.144 2039.815.72532. 1 1.001.00 0.500N7.8490
GRP 16P 40.640 1.270 2039.815.72532. 1 1.001.00 0.500N7.8490
GRP 18A 45.720 1.270 2039.815.82532. 1 1.001.00 0.500N7.8490
GRP 18B 45.720 1.905 2039.815.83518. 1 1.001.00 0.500N7.8490.762
GRP 18B 45.720 1.270 2039.815.82532. 1 1.001.00 0.500N7.8490
GRP 18C 45.720 1.270 2039.815.72530. 1 1.001.00 0.500N7.8490
GRP 18D 45.720 1.905 2039.815.72532. 1 1.001.00 0.500N7.8490
GRP 20A 50.800 1.905 2039.815.73518. 1 1.001.00 0.500N7.84902.29

```

CAPÍTULO 6

GRUP 20A	50.800	1.588	2039.815.72532.	1	1.001.00	0.500N7.8490
GRUP 20B	50.800	2.540	2039.815.83518.	1	1.001.00	0.500N7.8490.840
GRUP 20B	50.800	1.588	2039.815.82532.	1	1.001.00	0.500N7.8490
GRUP 20C	50.800	2.540	2039.815.72532.	1	1.001.00	0.500N7.8490
GRUP 20D	50.800	1.905	2039.815.82532.	1	1.001.00	0.500N7.8490
GRUP 20E	50.800	1.588	2039.815.72532.	1	1.001.00	0.500N7.8490
GRUP 20F	50.800	3.175	2039.815.73518.	1	1.001.00	0.500N7.8490
GRUP 20G	50.800	1.905	2039.815.82532.	1	1.001.00	0.500N7.8490
GRUP 20H	50.800	2.540	2039.815.83518.	1	1.001.00	0.500N7.8490.914
GRUP 20H	50.800	2.540	2039.815.82532.	1	1.001.00	0.500N7.8490
GRUP 20I	50.800	1.270	2039.815.72532.	1	1.001.00	0.500N7.8490
GRUP 20J	50.800	2.540	2039.815.82532.	1	1.001.00	0.500N7.8490
GRUP 20K	50.800	1.905	2039.815.72532.	1	1.001.00	0.500N7.8490
GRUP 20L	50.800	1.270	2039.815.72532.	1	1.001.00	0.500N7.8490
GRUP 20O	50.800	1.270	2039.815.72532.	1	1.001.00	0.500N7.8490
GRUP 20Q	50.800	1.588	2039.815.82532.	1	1.001.00	0.500N7.8490
GRUP 20R	50.800	3.175	2039.815.83518.	1	1.001.00	0.500N7.8490.914
GRUP 20R	50.800	2.540	2039.815.82532.	1	1.001.00	0.500N7.8490
GRUP 20S	50.800	1.905	2039.815.73518.	1	1.001.00	0.500N7.8490
GRUP 20U	50.800	1.905	2039.815.72532.	1	1.001.00	0.500N7.8490
GRUP 20V	50.800	2.540	2039.815.83518.	1	1.001.00	0.500N7.8490.914
GRUP 20V	50.800	1.905	2039.815.83518.	1	1.001.00	0.500N7.8490
GRUP 20W	50.800	1.905	2039.815.72532.	1	1.001.00	0.500N7.8490
GRUP 20Y	50.800	1.905	2039.815.72532.	1	1.001.00	0.500N7.8490
GRUP 20Y	50.800	3.175	2039.815.73518.	1	1.001.00	0.500N7.8490.707
GRUP 20Z	50.800	2.540	2039.815.73518.	1	1.001.00	0.500N7.8490
GRUP 24A	60.960	1.588	2039.815.82532.	1	1.001.00	0.500N7.8490
GRUP 24B	60.960	2.540	2039.815.72532.	1	1.001.00	0.500N7.8490
GRUP 24C	60.960	2.540	2039.815.73518.	1	1.001.00	0.500N7.84901.22
GRUP 24C	60.960	1.588	2039.815.72532.	1	1.001.00	0.500N7.8490
GRUP 24D	60.960	1.905	2039.815.82532.	1	1.001.00	0.500N7.8490
GRUP 24E	60.960	1.905	2039.815.82532.	1	1.001.00	0.500N7.8490
GRUP 24F	60.960	1.905	2039.815.72532.	1	1.001.00	0.500N7.8490
GRUP 24G	60.960	1.905	2039.815.82532.	1	1.001.00	0.500N7.8490
GRUP 24H	60.960	1.905	2039.815.82532.	1	1.001.00	0.500N7.8490
GRUP 24I	60.960	3.175	2039.815.73518.	1	1.001.00	0.500N7.8490
GRUP 24J	59.690	2.540	2039.815.73518.	1	1.001.00	0.500N7.8490.690
GRUP 24J	59.690	2.540	2039.815.72532.	1	1.001.00	0.500N7.84901.11
GRUP 24J	60.960	3.175	2039.815.72532.	1	1.001.00	0.500N7.8490
GRUP 24J	60.960	3.175	2039.815.73518.	1	1.001.00	0.500N7.8490.610
GRUP 24K	60.960	3.175	2039.815.73518.	1	1.001.00	0.500N7.8490.640
GRUP 24K	60.960	2.540	2039.815.72532.	1	1.001.00	0.500N7.8490
GRUP 24L	60.960	2.540	2039.815.73518.	1	1.001.00	0.500N7.8490
GRUP 24M	60.960	2.540	2039.815.73518.	1	1.001.00	0.500N7.8490.915
GRUP 24M	60.960	1.905	2039.815.72532.	1	1.001.00	0.500N7.8490
GRUP 24N	60.960	2.540	2039.815.82532.	1	1.001.00	0.500N7.8490
GRUP 24O	59.690	2.540	2039.815.72532.	1	1.001.00	0.500N7.84908.23
GRUP 24O	60.960	3.175	2039.815.72532.	1	1.001.00	0.500N7.8490
GRUP 24P	59.690	2.540	2039.815.72532.	1	1.001.00	0.500N7.84901.50
GRUP 24P	60.960	3.175	2039.815.72532.	1	1.001.00	0.500N7.8490
GRUP 24Q	59.690	3.175	2039.815.73518.	1	1.001.00	0.500N7.8490.760
GRUP 24Q	59.690	2.540	2039.815.72532.	1	1.001.00	0.500N7.8490.730
GRUP 24Q	60.960	3.175	2039.815.72532.	1	1.001.00	0.500N7.8490
GRUP 24R	59.690	3.175	2039.815.73518.	1	1.001.00	0.500N7.8490.760
GRUP 24R	59.690	2.540	2039.815.72532.	1	1.001.00	0.500N7.84907.76
GRUP 24R	60.960	3.175	2039.815.72532.	1	1.001.00	0.500N7.8490
GRUP 24S	60.960	2.540	2039.815.72532.	1	1.001.00	0.500N7.8490
GRUP 24T	60.960	3.175	2039.815.73518.	1	1.001.00	0.500N7.8490.610
GRUP 24T	60.960	3.175	2039.815.72532.	1	1.001.00	0.500N7.8490
GRUP 24U	60.960	2.540	2039.815.73518.	1	1.001.00	0.500N7.8490.760
GRUP 24U	60.960	1.588	2039.815.72532.	1	1.001.00	0.500N7.8490
GRUP 24V	60.960	2.540	2039.815.73518.	1	1.001.00	0.500N7.8490.915
GRUP 24V	60.960	2.540	2039.815.72532.	1	1.001.00	0.500N7.8490
GRUP 24W	60.960	1.905	2039.815.72532.	1	1.001.00	0.500N7.8490
GRUP 24X	60.960	2.540	2039.815.73518.	1	1.001.00	0.500N7.8490
GRUP 24Y	60.960	2.540	2039.815.73518.	1	1.001.00	0.500N7.8490.915
GRUP 24Y	60.960	2.540	2039.815.72532.	1	1.001.00	0.500N7.8490
GRUP 24Z	60.960	2.540	2039.815.72532.	1	1.001.00	0.500N7.8490
GRUP 26A	66.040	2.540	2039.815.72532.	1	1.001.00	0.500N7.8490
GRUP 26B	66.040	3.175	2039.815.72532.	1	1.001.00	0.500N7.849011.5
GRUP 26B	64.770	2.540	2039.815.72532.	1	1.001.00	0.500N7.849010.4
GRUP 26B	66.040	3.175	2039.815.72532.	1	1.001.00	0.500N7.8490
GRUP 26C	66.040	2.540	2039.815.82532.	1	1.001.00	0.500N7.8490
GRUP 26D	66.040	2.540	2039.815.82532.	1	1.001.00	0.500N7.8490
GRUP 26E	66.040	2.540	2039.815.73518.	1	1.001.00	0.500N7.84901.52
GRUP 26E	66.040	1.905	2039.815.72532.	1	1.001.00	0.500N7.8490
GRUP 26I	66.040	3.175	2039.815.72532.	1	1.001.00	0.500N7.8490
GRUP 26J	66.040	3.810	2039.815.73518.	1	1.001.00	0.500N7.8490.762

.....						
MEMBER						
MEMBER198 253	08A					
MEMBER OFFSETS					-64.66-91.44	
MEMBER1103 96	08A					
MEMBER OFFSETS			64.655-64.66			
MEMBER1254 255	08A					
MEMBER OFFSETS			64.65864.658			
MEMBER1431 432	08A					
MEMBER OFFSETS					0.003-76.14 0.002	
MEMBER1553 544	08A					
MEMBER OFFSETS			65.655-65.67-2.0-4			
MEMBER1662 546	08A					
MEMBER OFFSETS			-64.92-64.89 0.002			
MEMBER1664 665	08A					
MEMBER OFFSETS			65.66265.6624.20-4			
MEMBER1687 678	08A					
MEMBER OFFSETS			65.653-65.67-2.0-4			
MEMBER1796 680	08A					
MEMBER OFFSETS			-64.91-64.912.50-4			
MEMBER1798 799	08A					
MEMBER OFFSETS			65.66065.6602.90-4			
MEMBER1821 812	08A					
MEMBER OFFSETS			54.712-54.723.30-4			
MEMBER1933 814	08A					
MEMBER OFFSETS			-54.08-54.10-0.001			
MEMBER1935 936	08A					
MEMBER OFFSETS			54.71754.717			
MEMBER1959 951	08A					

```

MEMBER OFFSETS          54.718-54.72-0.001
MEMBER11069953 08A
MEMBER OFFSETS          -54.08-54.104.80-4
MEMBER110701071 08A
MEMBER OFFSETS          54.71654.7173.80-4
MEMBER110891092 08A
MEMBER OFFSETS          -76.14 0.001
MEMBER110901087 08A
MEMBER OFFSETS          -76.16-0.078
MEMBER110911088 08A
MEMBER OFFSETS          -76.16-0.078
.....
PGRUP
PGRUP PLB 0.6350 2039.0 0.3002532.0          7.8490
PLATE
PLATE A001 198 39 100 PLB 0
PLATE A002 40 199 101 PLB 0
PLATE A003 102 200 41 PLB 0
PLATE A004 42 201 103 PLB 0
PLATE A005 100 39 14 PLB 0
PLATE A006 100 112 14 PLB 0
PLATE A007 114 40 101 PLB 0
PLATE A008 114 115 101 PLB 0
PLATE A009 102 41 119 PLB 0
PLATE A010 102 118 119 PLB 0
PLATE A011 120 42 103 PLB 0
PLATE A012 103 121 120 PLB 0
PLATE A013 251 233 122 PLB 0
PLATE A014 122 33 251 PLB 0
PLATE A015 35 235 252 PLB 0
PLATE A016 235 236 252 PLB 0
PLATE A017 253 239 240 PLB 0
PLATE A018 253 36 240 PLB 0
PLATE A019 125 38 254 PLB 0
PLATE A020 125 242 254 PLB 0
PLATE A021 251 33 202 PLB 0
PLATE A022 35 252 203 PLB 0
PLATE A023 253 36 204 PLB 0
PLATE A024 38 254 205 PLB 0
PLATE A025 198 53 45 39 PLB 0
PLATE A026 40 46 55 199 PLB 0
PLATE A027 200 57 47 41 PLB 0
PLATE A028 42 48 62 201 PLB 0
PLATE A029 202 49 19 33 PLB 0
PLATE A030 35 20 50 203 PLB 0
PLATE A031 204 51 43 36 PLB 0
PLATE A032 38 44 52 205 PLB 0
JOINT
JOINT 1 -39. -17. -118.-85.800-70.600-99.000 PILEHD
JOINT 2 -34. -23. -118.-47.000 -9.400-99.000 PILEHD
JOINT 3 -9. -23. -118.-55.200 -9.400-99.000 PILEHD
JOINT 4 9. -23. -118. 55.200 -1.700-99.000 PILEHD
JOINT 5 34. -23. -118. 47.000 -9.400-99.000 PILEHD
JOINT 6 39. -17. -118. 85.800-70.600-99.000 PILEHD
JOINT 7 -39. 17. -118.-85.800 70.600-99.000 PILEHD
JOINT 8 -34. 23. -118.-47.000 9.400-99.000 PILEHD
JOINT 9 -9. 23. -118.-55.200 1.700-99.000 PILEHD
JOINT 10 9. 23. -118. 55.200 9.400-99.000 PILEHD
JOINT 11 34. 23. -118. 47.000 9.400-99.000 PILEHD
JOINT 12 39. 17. -118. 85.800 70.600-99.000 PILEHD
JOINT 13 -22. -20. -115.-17.300-40.000-95.000
JOINT 14 -26. -14. -115.-88.000-88.400-95.000
JOINT 16 -37. 0. -115.-16.400 85.300-95.000
JOINT 17 37. 0. -115. 16.400 86.500-95.000
JOINT 19 -26. 25. -115.-57.500 47.800-95.000
JOINT 20 -16. 25. -115.-85.800 47.800-95.000
JOINT 21 -39. -17. -116.-85.800-70.600-86.000
JOINT 22 -34. -23. -116.-47.000 -9.400-86.000
JOINT 23 -9. -23. -116.-55.200 -9.400-86.000
JOINT 24 9. -23. -116. 55.200 -1.700-86.000
JOINT 25 34. -23. -116. 47.000 -9.400-86.000
JOINT 26 39. -17. -116. 85.800-70.600-86.000
JOINT 27 -39. 17. -116.-85.800 70.600-86.000
JOINT 28 -34. 23. -116.-47.000 9.400-86.000
JOINT 29 -9. 23. -116.-55.200 1.700-86.000
JOINT 30 9. 23. -116. 55.200 9.400-86.000
JOINT 31 34. 23. -116. 47.000 9.400-86.000
JOINT 32 39. 17. -116. 85.800 70.600-86.000
JOINT 33 -26. 20. -115.-57.500 40.000-95.000
JOINT 34 -22. 20. -115.-17.300 40.000-95.000
JOINT 35 -16. 20. -115.-85.800 40.000-95.000
JOINT 36 16. 20. -115. 85.800 40.000-95.000
JOINT 37 21. 20. -115. 0.700 40.000-95.000
JOINT 38 26. 20. -115. 73.300 40.000-95.000
JOINT 39 -26. -20. -115.-88.000-40.000-95.000
JOINT 40 -16. -20. -115.-85.800-40.000-95.000
JOINT 41 16. -20. -115. 85.800-40.000-95.000
JOINT 42 27. -20. -115. 4.600-40.000-95.000
JOINT 43 16. 25. -115. 85.800 47.800-95.000
JOINT 44 26. 25. -115. 73.300 47.600-95.000
JOINT 45 -26. -26. -115.-88.000-25.600-95.000
JOINT 46 -16. -26. -115.-85.800-25.600-95.000
JOINT 47 16. -26. -115. 85.800-25.600-95.000
JOINT 48 27. -26. -115. 4.600-25.600-95.000
JOINT 49 -34. 25. -115.-26.200 47.800-95.000
JOINT 50 -9. 25. -115.-55.200 47.800-95.000
JOINT 51 9. 25. -115. 55.200 47.800-95.000
JOINT 52 34. 25. -115. 26.200 47.600-95.000
JOINT 53 -34. -26. -115.-26.200-25.600-95.000
JOINT 54 40. -23. -118. 35.500-59.100-98.000
JOINT 55 -9. -26. -115.-55.200-25.600-95.000
JOINT 56 5. 18. -118. 56.500 12.100-98.000
JOINT 57 9. -26. -115. 55.200-25.600-95.000
JOINT 58 -37. -20. -118.-16.400-40.000 -8.000
JOINT 59 -6. -20. -118.-85.800-40.000 -8.000
JOINT 60 6. -20. -118. 85.800-32.300 -8.000
JOINT 61 37. -20. -118. 16.400-40.000 -8.000

```

JOINT 62	34.	-26.	-115.	26.200	-25.600	-95.000			
JOINT 63	21.	-20.	-115.	0.700	-40.000	-95.000			
JOINT 64	-21.	-2.	-118.	-18.200	-28.600	-98.000	PILEHD		
JOINT 65	-18.	-2.	-118.	-74.400	-28.600	-98.000	PILEHD		
JOINT 66	-16.	-2.	-118.	-30.600	-28.600	-98.000	PILEHD		
JOINT 67	-13.	-2.	-118.	-86.800	-28.600	-98.000	PILEHD		
JOINT 68	-11.	-2.	-118.	-43.000	-28.600	-98.000	PILEHD		
JOINT 69	-21.	0.	-118.	-18.200		-98.000	PILEHD		
JOINT 70	-18.	0.	-118.	-74.400		-98.000	PILEHD		
JOINT 71	-16.	0.	-118.	-30.600		-98.000	PILEHD		
JOINT 72	-13.	0.	-118.	-86.800		-98.000	PILEHD		
JOINT 73	-11.	0.	-118.	-43.000		-98.000	PILEHD		
JOINT 74	-21.	2.	-118.	-18.200	28.600	-98.000	PILEHD		
JOINT 75	-18.	2.	-118.	-74.400	28.600	-98.000	PILEHD		
JOINT 76	-16.	2.	-118.	-30.600	28.600	-98.000	PILEHD		
JOINT 77	-13.	2.	-118.	-86.800	28.600	-98.000	PILEHD		
JOINT 78	-11.	2.	-118.	-43.000	28.600	-98.000	PILEHD		
JOINT 81	-37.	20.	-118.	-16.400	40.000	-8.000			
JOINT 82	-6.	20.	-118.	-85.800	32.300	-8.000			
JOINT 83	6.	20.	-118.	85.800	40.000	-8.000			
JOINT 84	37.	20.	-118.	16.400	40.000	-8.000			
JOINT 85	40.	23.	-118.	35.500	59.100	-98.000			
JOINT 96	39.	-23.	-115.	97.600	-21.200	-95.000			
JOINT 98	5.	18.	-115.	56.500	12.100	-95.000			
JOINT 100	-37.	-20.	-115.	-16.400	-40.000	-95.000			
JOINT 101	-6.	-20.	-115.	-85.800	-40.000	-95.000			
JOINT 102	6.	-20.	-115.	85.800	-40.000	-95.000			
JOINT 103	37.	-20.	-115.	16.400	-40.000	-95.000			
JOINT 105	0.	-20.	-102.		-40.000	-23.000			
JOINT 106	0.	-10.	-102.		-72.800	-23.000			
JOINT 107	0.	10.	-102.		72.800	-23.000			
JOINT 108	-37.	0.	-102.	-8.700	91.400	-23.000			
JOINT 109	-6.	1.	-102.	-85.800	40.000	-23.000			
.....									
* AREAS DE VIENTO									
* AREA VIENTO DIRECCION +X									
AREA									
AREA01	129.2		-21.87	2.29	60.001	5.002218		F	
AREA01	129.2		-21.87	2.29	60.001	5.0022182144		F	
AREA02	65.2		-25.58	2.29	36.651	5.002218		F	
AREA02	65.2		-25.58	2.29	36.651	5.0022182144		F	
AREA03	17.8		-25.58	2.59	34.041	5.002218		F	
AREA03	17.8		-25.58	2.59	34.041	5.0022182144		F	
AREA04	63.2		8.44	-2.12	42.151	5.002160		F	
AREA04	63.2		8.44	-2.12	42.151	5.0021602234		F	
AREA6A	20.6		-2.71	-10.03	38.941	5.0022622230		F	
AREA6A	20.6		-2.71	-10.03	38.941	5.002262226322302231		F	
AREA6C	20.6		-2.71	10.03	38.941	5.0021262156		F	
AREA6C	20.6		-2.71	10.03	38.941	5.002126212721562157		F	
AREA07	24.4		-5.60	-6.60	32.401	5.0021552229		F	
AREA07	24.4		-5.60	-6.60	32.401	5.002155213922292250		F	
AREA08	10.9		-24.25	9.83	29.641	5.00225422492218		F	
AREA08	10.9		-24.25	9.83	29.641	5.00225422552249224622182219		F	
AREA09	16.6		-25.58	-9.91	30.681	5.002144		F	
AREA09	16.6		-25.58	-9.91	30.681	5.0021442118		F	
AREA10	106.8		-33.62	0.00	21.211	5.0021012078		F	
AREA10	106.8		-33.62	0.00	21.211	5.0020452029		F	
AREA10	106.8		-33.62	0.00	21.211	5.002101208920782069		F	
AREA10	106.8		-33.62	0.00	21.211	5.002045203520292017		F	
AREA11	21.1		-24.23	0.00	16.711	5.0021012078		F	
AREA11	21.1		-24.23	0.00	16.711	5.0020452029		F	
AREA11	21.1		-24.23	0.00	16.711	5.002101208920782069		F	
AREA11	21.1		-24.23	0.00	16.711	5.002045203520292017		F	
.....									
LOADCN	1								
LOADLB1									
PESO PROPIO + CM - FLOTACIÓN									
DEAD									
DEAD									
LOADCN	2								
LOADLB2									
ACCESORIOS									
* CARGAS DE ACCESORIOS EN SUPERESTRUCTURA									
LOAD	2229								
LOAD	2233								
LOAD	2155								
LOAD	2159								
LOAD	2219								
LOAD	2229								
LOAD	2233								
LOAD	2239								
LOAD	2145								
LOAD	2155								
LOAD	2159								
LOAD	2165								
LOAD	2080								
LOAD	2037								
LOAD	2039								
LOAD	2082								
LOAD	2084								
LOAD	2041								
LOAD	2086								
LOAD	2042								
LOAD	2005								
LOAD	2001								
LOAD	2006								
LOAD	2002								
LOAD	2007								
LOAD	2003								
LOAD	2008								
LOAD	2004								
LOAD	2101								
LOAD	2017								
LOAD Z	20722082								
LOAD Z	20722630								
LOAD Z	26292630								
LOAD Z	26292632								
LOAD Z	26312632								

LOAD Z 26312837	-1.45+3	-1.45+3	GLOB UNIF MURO.INC
LOAD Z 20392837	-1.45+3	-1.45+3	GLOB UNIF MURO.INC
LOAD Z 21452146	-131.15	-131.15	GLOB UNIF ATIES.VG
LOAD Z 21462147	-131.15	-131.15	GLOB UNIF ATIES.VG
LOAD Z 21472148	-131.15	-131.15	GLOB UNIF ATIES.VG
LOAD Z 21482149	-131.15	-131.15	GLOB UNIF ATIES.VG
LOAD Z 21492150	-131.15	-131.15	GLOB UNIF ATIES.VG
LOAD Z 21502151	-131.15	-131.15	GLOB UNIF ATIES.VG
LOAD Z 21512152	-131.15	-131.15	GLOB UNIF ATIES.VG
LOAD Z 21522154	-131.15	-131.15	GLOB UNIF ATIES.VG
LOAD Z 21542155	-131.15	-131.15	GLOB UNIF ATIES.VG
LOAD Z 21552156	-131.15	-131.15	GLOB UNIF ATIES.VG
LOAD Z 21562157	-131.15	-131.15	GLOB UNIF ATIES.VG
LOAD Z 21572158	-131.15	-131.15	GLOB UNIF ATIES.VG
LOAD Z 21582159	-131.15	-131.15	GLOB UNIF ATIES.VG
LOAD Z 21592160	-131.15	-131.15	GLOB UNIF ATIES.VG
LOAD Z 21602161	-131.15	-131.15	GLOB UNIF ATIES.VG
LOAD Z 21612162	-131.15	-131.15	GLOB UNIF ATIES.VG
LOAD Z 21622163	-131.15	-131.15	GLOB UNIF ATIES.VG
LOAD Z 21632164	-131.15	-131.15	GLOB UNIF ATIES.VG
LOAD Z 21642165	-131.15	-131.15	GLOB UNIF ATIES.VG
LOAD Z 22382239	-131.15	-131.15	GLOB UNIF ATIES.VG
LOAD Z 22372238	-131.15	-131.15	GLOB UNIF ATIES.VG
LOAD Z 22362237	-131.15	-131.15	GLOB UNIF ATIES.VG
LOAD Z 22352236	-131.15	-131.15	GLOB UNIF ATIES.VG
LOAD Z 22342235	-131.15	-131.15	GLOB UNIF ATIES.VG
LOAD Z 22332234	-131.15	-131.15	GLOB UNIF ATIES.VG
LOAD Z 22322233	-131.15	-131.15	GLOB UNIF ATIES.VG
LOAD Z 22312232	-131.15	-131.15	GLOB UNIF ATIES.VG
LOAD Z 22302231	-131.15	-131.15	GLOB UNIF ATIES.VG
LOAD Z 22292230	-131.15	-131.15	GLOB UNIF ATIES.VG
LOAD Z 22272229	-131.15	-131.15	GLOB UNIF ATIES.VG
LOAD Z 22262227	-131.15	-131.15	GLOB UNIF ATIES.VG
LOAD Z 22252226	-131.15	-131.15	GLOB UNIF ATIES.VG
LOAD Z 22242225	-131.15	-131.15	GLOB UNIF ATIES.VG
LOAD Z 22232224	-131.15	-131.15	GLOB UNIF ATIES.VG
LOAD Z 22222223	-131.15	-131.15	GLOB UNIF ATIES.VG
LOAD Z 22212222	-131.15	-131.15	GLOB UNIF ATIES.VG
LOAD Z 22202221	-131.15	-131.15	GLOB UNIF ATIES.VG
LOAD Z 22192220	-131.15	-131.15	GLOB UNIF ATIES.VG
LOAD 2290	-1.30+3		GLOB JOIN TP.PEDES
LOAD 2104	-1.30+3		GLOB JOIN TP.PEDES
LOAD 2009	-186.00		GLOB JOIN AN.COL.1
LOAD 2013	-186.00		GLOB JOIN AN.COL.1
LOAD 2010	-186.00		GLOB JOIN AN.COL.1
LOAD 2014	-186.00		GLOB JOIN AN.COL.1
LOAD 2011	-186.00		GLOB JOIN AN.COL.1
LOAD 2015	-186.00		GLOB JOIN AN.COL.1
LOAD 2012	-186.00		GLOB JOIN AN.COL.1
LOAD 2016	-186.00		GLOB JOIN AN.COL.1
LOAD Z 21452109 1.86000-142.00			GLOB CONC AN.COL.2
LOAD Z 21552110 1.86000-142.00			GLOB CONC AN.COL.2
LOAD Z 21592111 1.86000-142.00			GLOB CONC AN.COL.2
LOAD Z 21652112 1.86000-142.00			GLOB CONC AN.COL.2
LOAD Z 22192113 1.86000-142.00			GLOB CONC AN.COL.2
LOAD Z 22292114 1.86000-142.00			GLOB CONC AN.COL.2
LOAD Z 22332115 1.86000-142.00			GLOB CONC AN.COL.2
LOAD Z 22392116 1.86000-142.00			GLOB CONC AN.COL.2
LOAD 2113	-142.00		GLOB JOIN AN.COL.2
LOAD 2116	-142.00		GLOB JOIN AN.COL.2
LOAD 2109	-142.00		GLOB JOIN AN.COL.2
LOAD 2112	-142.00		GLOB JOIN AN.COL.2
*LOAD 2181	-7000.0		GLOB JOIN ESC.CIE
LOAD Z 21042381 2.97400-7.00+3			GLOB CONC ESC.CIEM
LOAD 2265	-5.25+3		GLOB JOIN ESC.CICS
LOAD Z 21272128 0.99700-5.25+3			GLOB CONC ESC.CICS
*LOAD 2181	-1750.0		GLOB JOIN ESC.CIC
LOAD Z 21052381 2.97400-1.75+3			GLOB CONC ESC.CICS
*LOAD 2166	-100.0		GLOB JOIN LUC.NAV
*LOAD 2066	-100.0		GLOB JOIN LUC.NAV
LOAD 2021	-1.75+3		GLOB JOIN ESC.CICS
LOAD 2021	-7.00+3		GLOB JOIN ESC.CIEM
LOAD 2474	-100.00		GLOB JOIN LUC.NAV
LOAD 2054	-100.00		GLOB JOIN LUC.NAV
LOAD Z 22712287 3.16100-189.29		-189.29	GLOB UNIF AP_BOTE
LOAD Z 20872279		-189.29	GLOB UNIF AP_BOTE
LOAD Z 22702087 3.16100-189.29		-189.29	GLOB UNIF AP_BOTE
* CARGAS DE ACCESORIOS EN SUBESTRUCTURA			
LOAD Z 941 958 6.90004-229.40			GLOB CONC ANODO
LOAD Z 941 819 6.71510-229.40			GLOB CONC ANODO
LOAD Z 804 819 7.41125-229.40			GLOB CONC ANODO
LOAD Z 804 685 7.15158-229.40			GLOB CONC ANODO
LOAD Z 670 685 7.80564-229.40			GLOB CONC ANODO
LOAD Z 670 551 7.46275-229.40			GLOB CONC ANODO
LOAD Z 552 551 7.15301-229.40			GLOB CONC ANODO
LOAD Z 552 553 7.14890-229.40			GLOB CONC ANODO
LOAD Z 685 553 9.90968-229.40			GLOB CONC ANODO
LOAD Z 685 553 19.8194-229.40			GLOB CONC ANODO
LOAD Z 685 553 29.7290-229.40			GLOB CONC ANODO
LOAD Z 958 821 10.4543-229.40			GLOB CONC ANODO
LOAD Z 958 821 20.9087-229.40			GLOB CONC ANODO
LOAD Z 944 1068 7.16284-229.40			GLOB CONC ANODO
LOAD Z 944 932 9.26529-229.40			GLOB CONC ANODO
LOAD Z 805 932 6.91479-229.40			GLOB CONC ANODO
LOAD Z 805 745 7.41675-229.40			GLOB CONC ANODO
LOAD Z 671 745 8.85460-229.40			GLOB CONC ANODO
LOAD Z 671 661 8.00151-229.40			GLOB CONC ANODO
LOAD Z 657 661 7.21530-229.40			GLOB CONC ANODO
LOAD Z 930 733 9.61318-229.40			GLOB CONC ANODO
LOAD Z 930 733 19.2264-229.40			GLOB CONC ANODO
LOAD Z 945 958 7.35432-229.40			GLOB CONC ANODO
LOAD Z 945 1069 7.16304-229.40			GLOB CONC ANODO
LOAD Z 945 819 9.07424-229.40			GLOB CONC ANODO
LOAD Z 945 933 9.26529-229.40			GLOB CONC ANODO
LOAD Z 881 819 6.87376-229.40			GLOB CONC ANODO
LOAD Z 881 933 6.87378-229.40			GLOB CONC ANODO
LOAD Z 1602685 7.59674-229.40			GLOB CONC ANODO
LOAD Z 1601796 7.59675-229.40			GLOB CONC ANODO

LOAD Z 806 746	7.41675-229.40	GLOB CONC	ANODO
LOAD Z 806 933	6.91479-229.40	GLOB CONC	ANODO
LOAD Z 819 746	9.55435-229.40	GLOB CONC	ANODO
LOAD Z 819 746	19.1087-229.40	GLOB CONC	ANODO
LOAD Z 746 551	8.42803-229.40	GLOB CONC	ANODO
LOAD Z 746 551	16.8561-229.40	GLOB CONC	ANODO
LOAD Z 746 551	25.2841-229.40	GLOB CONC	ANODO
LOAD Z 672 746	8.85460-229.40	GLOB CONC	ANODO
LOAD Z 672 662	8.00151-229.40	GLOB CONC	ANODO
LOAD Z 612 551	10.2633-229.40	GLOB CONC	ANODO
LOAD Z 612 662	10.2633-229.40	GLOB CONC	ANODO
LOAD Z 1070946	7.18951-229.40	GLOB CONC	ANODO
LOAD Z 946 959	7.38064-229.40	GLOB CONC	ANODO
LOAD Z 946 935	9.29849-229.40	GLOB CONC	ANODO
LOAD Z 946 821	9.10754-229.40	GLOB CONC	ANODO
LOAD Z 882 935	6.87383-229.40	GLOB CONC	ANODO
LOAD Z 882 821	6.87382-229.40	GLOB CONC	ANODO
LOAD Z 1603798	7.59680-229.40	GLOB CONC	ANODO
LOAD Z 1604687	7.59680-229.40	GLOB CONC	ANODO
LOAD Z 935 747	9.61318-229.40	GLOB CONC	ANODO
LOAD Z 935 747	19.2264-229.40	GLOB CONC	ANODO
LOAD Z 747 821	9.61318-229.40	GLOB CONC	ANODO
LOAD Z 747 821	19.2264-229.40	GLOB CONC	ANODO
LOAD Z 613 664	10.2633-229.40	GLOB CONC	ANODO
LOAD Z 613 553	10.2633-229.40	GLOB CONC	ANODO
LOAD Z 1068942	6.71504-229.40	GLOB CONC	ANODO
LOAD Z 942 932	6.90014-229.40	GLOB CONC	ANODO
LOAD Z 942 933	6.71523-229.40	GLOB CONC	ANODO
LOAD Z 942 1069	6.90002-229.40	GLOB CONC	ANODO
LOAD Z 932 808	7.21970-229.40	GLOB CONC	ANODO
LOAD Z 808 796	7.15158-229.40	GLOB CONC	ANODO
LOAD Z 808 795	7.34311-229.40	GLOB CONC	ANODO
LOAD Z 808 933	7.41125-229.40	GLOB CONC	ANODO
LOAD Z 795 674	7.60716-229.40	GLOB CONC	ANODO
LOAD Z 674 796	7.80564-229.40	GLOB CONC	ANODO
LOAD Z 674 661	7.66123-229.40	GLOB CONC	ANODO
LOAD Z 674 662	7.46275-229.40	GLOB CONC	ANODO
LOAD Z 660 661	7.15291-229.40	GLOB CONC	ANODO
LOAD Z 663 662	7.15301-229.40	GLOB CONC	ANODO
LOAD Z 663 664	7.14890-229.40	GLOB CONC	ANODO
LOAD Z 930 1068	10.4543-229.40	GLOB CONC	ANODO
LOAD Z 930 1068	20.9087-229.40	GLOB CONC	ANODO
LOAD Z 1069935	10.4543-229.40	GLOB CONC	ANODO
LOAD Z 1069935	20.9087-229.40	GLOB CONC	ANODO
LOAD Z 796 664	9.90968-229.40	GLOB CONC	ANODO
LOAD Z 796 664	19.8194-229.40	GLOB CONC	ANODO
LOAD Z 796 664	29.7291-229.40	GLOB CONC	ANODO
LOAD Z 144 504	6.76809-229.40	GLOB CONC	ANODO
LOAD Z 143 506	6.77210-229.40	GLOB CONC	ANODO
LOAD Z 145 507	6.77219-229.40	GLOB CONC	ANODO
LOAD Z 146 509	6.76809-229.40	GLOB CONC	ANODO
LOAD Z 147 518	6.79370-229.40	GLOB CONC	ANODO
LOAD Z 148 520	6.79759-229.40	GLOB CONC	ANODO
LOAD Z 149 521	6.79759-229.40	GLOB CONC	ANODO
LOAD Z 150 523	6.79370-229.40	GLOB CONC	ANODO
LOAD Z 108 518	6.65620-229.40	GLOB CONC	ANODO
LOAD Z 108 518	14.2264-229.40	GLOB CONC	ANODO
LOAD Z 661 545	8.57496-229.40	GLOB CONC	ANODO
LOAD Z 116 506	6.65616-229.40	GLOB CONC	ANODO
LOAD Z 116 506	14.2263-229.40	GLOB CONC	ANODO
LOAD Z 109 520	6.65613-229.40	GLOB CONC	ANODO
LOAD Z 109 520	14.2263-229.40	GLOB CONC	ANODO
LOAD Z 514 551	9.17570-229.40	GLOB CONC	ANODO
LOAD Z 514 551	18.3514-229.40	GLOB CONC	ANODO
LOAD Z 110 521	6.99746-229.40	GLOB CONC	ANODO
LOAD Z 110 521	14.9089-229.40	GLOB CONC	ANODO
LOAD Z 662 666	9.17570-229.40	GLOB CONC	ANODO
LOAD Z 117 507	6.99746-229.40	GLOB CONC	ANODO
LOAD Z 117 507	14.9089-229.40	GLOB CONC	ANODO
LOAD Z 664 515	8.60229-229.40	GLOB CONC	ANODO
LOAD Z 664 515	17.2046-229.40	GLOB CONC	ANODO
LOAD Z 111 523	6.65613-229.40	GLOB CONC	ANODO
LOAD Z 111 523	14.2263-229.40	GLOB CONC	ANODO
LOAD Z 142 509	6.65619-229.40	GLOB CONC	ANODO
LOAD Z 142 509	14.2264-229.40	GLOB CONC	ANODO
LOAD Z 515 553	8.60231-229.40	GLOB CONC	ANODO
LOAD Z 515 553	17.2046-229.40	GLOB CONC	ANODO
LOAD Z 943 930	9.29850-229.40	GLOB CONC	ANODO
LOAD Z 10681069	6.09600-229.40	GLOB CONC	ANODO
LOAD Z 932 933	6.09600-229.40	GLOB CONC	ANODO

.....

* VIENTO EQUIPO DE PERFORACION EN OPERACION

LOADCN 51			
LOADLB51	VIENTO OPER. 0°		
WIND			
WIND1DI	17.31010.00000	0.00	03046A6C0708091011
LOADCN 52			
LOADLB52	VIENTO OPER. 90°		
WIND			
WIND1DI	17.31010.00000	90.00	2324256E6F272930313273
LOADCN 53			
LOADLB53	VIENTO OPER. 180°		
WIND			
WIND1DI	17.31010.00000	180.00	616K47484950515274
LOADCN 54			
LOADLB54	VIENTO OPER. 270°		
WIND			
WIND1DI	17.31010.00000	270.00	636465606P676869707172
LOADCN 55			
LOADLB55	VIENTO TORM. 0°		
WIND			
WIND1DI	33.10010.00000	0.00	03046A6C0708091011
LOADCN 56			
LOADLB56	VIENTO TORM. 90°		
WIND			
WIND1DI	33.10010.00000	90.00	2324256E6F272930313273
LOADCN 57			

```

LOADLB57 VIENTO TORM. 180°
WIND
WIND1DI 33.10010.00000 180.00 6I6K47484950515274
LOADCN 58
LOADLB58 VIENTO TORM. 270°
WIND
WIND1DI 33.10010.00000 270.00 636465606P676869707172
LOADCN 61
LOADLB61 VIENTO OLEAJE Y CORRIENTE OPER. 0°
GRPOV
GRPOV CN2 .735.735.840.840 F
GRPOV CN3 .735.735.840.840 F
GRPOV CN4 .735.735.840.840 F
GRPOV CN5 .735.735.840.840 F
GRPOV CN6 .735.735.840.840 F
WIND
WIND1DW 17.310 1.00000 0.00 21AP
WAVE
WAVE1.00STRE 13.14117.09 11.34 0.00 L OMM10 1 0 3
CURR
CURR 6.000 0.424 0.000 0.700 US NL WDP AWP
CURR 43.300 0.478
CURR 64.600 0.528
CURR 95.000 0.532
DRAG
DRAGO 81828384858687888990
LOADCN 62
LOADLB62 VIENTO OLEAJE Y CORRIENTE OPER. 30°
GRPOV
GRPOV CN2 1.011.011.151.15 F
GRPOV CN3 1.011.011.151.15 F
GRPOV CN4 1.011.011.151.15 F
GRPOV CN5 1.011.011.151.15 F
GRPOV CN6 1.011.011.151.15 F
WIND
WIND1DW 17.310 1.00000 30.00 21AP
WAVE
WAVE1.00STRE 13.14117.09 11.34 30.00 L OMM10 1 0 3
CURR
CURR 6.000 0.424 30.000 0.850 US NL WDP AWP
CURR 43.300 0.478 30.000
CURR 64.600 0.528 30.000
CURR 95.000 0.532 30.000
DRAG
DRAGO 81828384858687888990
LOADCN 63
LOADLB63 VIENTO OLEAJE Y CORRIENTE OPER. 60°
GRPOV
GRPOV CN2 1.011.011.151.15 F
GRPOV CN3 1.011.011.151.15 F
GRPOV CN4 1.011.011.151.15 F
GRPOV CN5 1.011.011.151.15 F
GRPOV CN6 1.011.011.151.15 F
WIND
WIND1DW 17.310 1.00000 60.00 21AP
WAVE
WAVE1.00STRE 13.14117.09 11.34 60.00 L OMM10 1 0 3
CURR
CURR 6.000 0.424 60.000 0.850 US NL WDP AWP
CURR 43.300 0.478 60.000
CURR 64.600 0.528 60.000
CURR 95.000 0.532 60.000
DRAG
DRAGO 919293949596979899A1
LOADCN 64
LOADLB64 VIENTO OLEAJE Y CORRIENTE OPER. 90°
GRPOV
GRPOV CN2 .683.683.780.780 F
GRPOV CN3 .683.683.780.780 F
GRPOV CN4 .683.683.780.780 F
GRPOV CN5 .683.683.780.780 F
GRPOV CN6 .683.683.780.780 F
WIND
WIND1DW 17.310 1.00000 90.00 21AP
WAVE
WAVE1.00STRE 13.14117.09 11.34 90.00 L OMM10 1 0 3
CURR
CURR 6.000 0.424 90.000 0.800 US NL WDP AWP
CURR 43.300 0.478 90.000
CURR 64.600 0.528 90.000
CURR 95.000 0.532 90.000
DRAG
DRAGO 919293949596979899A1
LOADCN 65
LOADLB65 VIENTO OLEAJE Y CORRIENTE OPER. 120°
GRPOV
GRPOV CN2 1.011.011.151.15 F
GRPOV CN3 1.011.011.151.15 F
GRPOV CN4 1.011.011.151.15 F
GRPOV CN5 1.011.011.151.15 F
GRPOV CN6 1.011.011.151.15 F
WIND
WIND1DW 17.310 1.00000 120.00 21AP
WAVE
WAVE1.00STRE 13.14117.09 11.34 120.00 L OMM10 1 0 3
CURR
CURR 6.000 0.424 120.000 0.850 US NL WDP AWP
CURR 43.300 0.478 120.000
CURR 64.600 0.528 120.000
CURR 95.000 0.532 120.000
DRAG
DRAGO 919293949596979899A1
LOADCN 66
LOADLB66 VIENTO OLEAJE Y CORRIENTE OPER. 150°
GRPOV
GRPOV CN2 1.011.011.151.15 F
GRPOV CN3 1.011.011.151.15 F
GRPOV CN4 1.011.011.151.15 F

```

CAPÍTULO 6

GRPOV	CN5				1.011.011.151.15		F
GRPOV	CN6				1.011.011.151.15		F
WIND							
WIND1DW	17.310	1.00000	150.00		21AP		
WAVE							
WAVE1.00STRE	13.14117.09	11.34		150.00	L		OMM10 1 0 3
CURR							
CURR	6.000	0.424	150.000		0.850	US NL	WDP AWP
CURR	43.300	0.478	150.000				
CURR	64.600	0.528	150.000				
CURR	95.000	0.532	150.000				
DRAG							
DRAGO					81828384858687888990		
LOADCN	67						
LOADLB67	VIENTO OLEAJE Y CORRIENTE OPER. 180°						
GRPOV							
GRPOV	CN2				.735.735.840.840		F
GRPOV	CN3				.735.735.840.840		F
GRPOV	CN4				.735.735.840.840		F
GRPOV	CN5				.735.735.840.840		F
GRPOV	CN6				.735.735.840.840		F
WIND							
WIND1DW	17.310	1.00000	180.00		21AP		
WAVE							
WAVE1.00STRE	13.14117.09	11.34		180.00	L		OMM10 1 0 3
CURR							
CURR	6.000	0.424	180.000		0.700	US NL	WDP AWP
CURR	43.300	0.478	180.000				
CURR	64.600	0.528	180.000				
CURR	95.000	0.532	180.000				
DRAG							
DRAGO					81828384858687888990		
LOADCN	68						
LOADLB68	VIENTO OLEAJE Y CORRIENTE OPER. 210°						
GRPOV							
GRPOV	CN2				1.011.011.151.15		F
GRPOV	CN3				1.011.011.151.15		F
GRPOV	CN4				1.011.011.151.15		F
GRPOV	CN5				1.011.011.151.15		F
GRPOV	CN6				1.011.011.151.15		F
WIND							
WIND1DW	17.310	1.00000	210.00		21AP		
WAVE							
WAVE1.00STRE	13.14117.09	11.34		210.00	L		OMM10 1 0 3
CURR							
CURR	6.000	0.424	210.000		0.850	US NL	WDP AWP
CURR	43.300	0.478	210.000				
CURR	64.600	0.528	210.000				
CURR	95.000	0.532	210.000				
DRAG							
DRAGO					81828384858687888990		
LOADCN	69						
LOADLB69	VIENTO OLEAJE Y CORRIENTE OPER. 240°						
GRPOV							
GRPOV	CN2				1.011.011.151.15		F
GRPOV	CN3				1.011.011.151.15		F
GRPOV	CN4				1.011.011.151.15		F
GRPOV	CN5				1.011.011.151.15		F
GRPOV	CN6				1.011.011.151.15		F
WIND							
WIND1DW	17.310	1.00000	240.00		21AP		
WAVE							
WAVE1.00STRE	13.14117.09	11.34		240.00	L		OMM10 1 0 3
CURR							
CURR	6.000	0.424	240.000		0.850	US NL	WDP AWP
CURR	43.300	0.478	240.000				
CURR	64.600	0.528	240.000				
CURR	95.000	0.532	240.000				
DRAG							
DRAGO					919293949596979899A1		
LOADCN	70						
LOADLB70	VIENTO OLEAJE Y CORRIENTE OPER. 270°						
GRPOV							
GRPOV	CN2				.683.683.780.780		F
GRPOV	CN3				.683.683.780.780		F
GRPOV	CN4				.683.683.780.780		F
GRPOV	CN5				.683.683.780.780		F
GRPOV	CN6				.683.683.780.780		F
WIND							
WIND1DW	17.310	1.00000	270.00		21AP		
WAVE							
WAVE1.00STRE	13.14117.09	11.34		270.00	L		OMM10 1 0 3
CURR							
CURR	6.000	0.424	270.000		0.800	US NL	WDP AWP
CURR	43.300	0.478	270.000				
CURR	64.600	0.528	270.000				
CURR	95.000	0.532	270.000				
DRAG							
DRAGO					919293949596979899A1		
LOADCN	71						
LOADLB71	VIENTO OLEAJE Y CORRIENTE OPER. 300°						
GRPOV							
GRPOV	CN2				1.011.011.151.15		F
GRPOV	CN3				1.011.011.151.15		F
GRPOV	CN4				1.011.011.151.15		F
GRPOV	CN5				1.011.011.151.15		F
GRPOV	CN6				1.011.011.151.15		F
WIND							
WIND1DW	17.310	1.00000	300.00		21AP		
WAVE							
WAVE1.00STRE	13.14117.09	11.34		300.00	L		OMM10 1 0 3
CURR							
CURR	6.000	0.424	300.000		0.850	US NL	WDP AWP
CURR	43.300	0.478	300.000				
CURR	64.600	0.528	300.000				
CURR	95.000	0.532	300.000				
DRAG							
DRAGO					919293949596979899A1		

```

LOADCN 72
LOADLB72 VIENTO OLEAJE Y CORRIENTE OPER. 330°
GRPOV
GRPOV CN2 1.011.011.151.15 F
GRPOV CN3 1.011.011.151.15 F
GRPOV CN4 1.011.011.151.15 F
GRPOV CN5 1.011.011.151.15 F
GRPOV CN6 1.011.011.151.15 F
WIND
WIND1DW 17.310 1.00000 330.00 21AP
WAVE
WAVE.00STRE 13.14117.09 11.34 330.00 L OMM10 1 0 3
CURR
CURR 6.000 0.424 330.000 0.850 US NL WDP AWP
CURR 43.300 0.478 330.000
CURR 64.600 0.528 330.000
CURR 95.000 0.532 330.000
DRAG
DRAGO 81828384858687888990
*****CARGAS AMBIENTALES TORMENTA*****
LOADCN 81
LOADLB81 VIENTO OLEAJE Y CORRIENTE TORMENTA 0°
GRPOV
GRPOV CN2 .735.735.840.840 F
GRPOV CN3 .735.735.840.840 F
GRPOV CN4 .735.735.840.840 F
GRPOV CN5 .735.735.840.840 F
GRPOV CN6 .735.735.840.840 F
WIND
WIND1DW 33.100 1.00000 0.00 21AP
WAVE
WAVE.850STRE 19.20117.25 12.82 0.00 L OMM10 1 0 3
CURR
CURR 5.000 0.960 0.000 0.700 US NL WDP AWP
CURR 50.000 1.268
CURR 100.000 1.637
DRAG
DRAGO 81828384858687888990
LOADCN 82
LOADLB82 VIENTO OLEAJE Y CORRIENTE TORMENTA 30°
GRPOV
GRPOV CN2 1.011.011.151.15 F
GRPOV CN3 1.011.011.151.15 F
GRPOV CN4 1.011.011.151.15 F
GRPOV CN5 1.011.011.151.15 F
GRPOV CN6 1.011.011.151.15 F
WIND
WIND1DW 33.100 1.00000 30.00 21AP
WAVE
WAVE.850STRE 19.20117.25 12.82 30.00 L OMM10 1 0 3
CURR
CURR 5.000 0.960 30.000 0.850 US NL WDP AWP
CURR 50.000 1.268 30.000
CURR 100.000 1.637 30.000
DRAG
DRAGO 81828384858687888990
LOADCN 83
LOADLB83 VIENTO OLEAJE Y CORRIENTE TORMENTA 60°
GRPOV
GRPOV CN2 1.011.011.151.15 F
GRPOV CN3 1.011.011.151.15 F
GRPOV CN4 1.011.011.151.15 F
GRPOV CN5 1.011.011.151.15 F
GRPOV CN6 1.011.011.151.15 F
WIND
WIND1DW 33.100 1.00000 60.00 21AP
WAVE
WAVE.850STRE 19.20117.25 12.82 60.00 L OMM10 1 0 3
CURR
CURR 5.000 0.960 60.000 0.850 US NL WDP AWP
CURR 50.000 1.268 60.000
CURR 100.000 1.637 60.000
DRAG
DRAGO 919293949596979899A1
LOADCN 84
LOADLB84 VIENTO OLEAJE Y CORRIENTE TORMENTA 90°
GRPOV
GRPOV CN2 .683.683.780.780 F
GRPOV CN3 .683.683.780.780 F
GRPOV CN4 .683.683.780.780 F
GRPOV CN5 .683.683.780.780 F
GRPOV CN6 .683.683.780.780 F
WIND
WIND1DW 33.100 1.00000 90.00 21AP
WAVE
WAVE.850STRE 19.20117.25 12.82 90.00 L OMM10 1 0 3
CURR
CURR 5.000 0.960 90.000 0.800 US NL WDP AWP
CURR 50.000 1.268 90.000
CURR 100.000 1.637 90.000
DRAG
DRAGO 919293949596979899A1
LOADCN 85
LOADLB85 VIENTO OLEAJE Y CORRIENTE TORMENTA 120°
GRPOV
GRPOV CN2 1.011.011.151.15 F
GRPOV CN3 1.011.011.151.15 F
GRPOV CN4 1.011.011.151.15 F
GRPOV CN5 1.011.011.151.15 F
GRPOV CN6 1.011.011.151.15 F
WIND
WIND1DW 33.100 1.00000 120.00 21AP
WAVE
WAVE.850STRE 19.20117.25 12.82 120.00 L OMM10 1 0 3
CURR
CURR 5.000 0.960 120.000 0.850 US NL WDP AWP
CURR 50.000 1.268 120.000
CURR 100.000 1.637 120.000

```

CAPÍTULO 6

```

DRAG
DRAGO                      9192939495969798899A1
LOADCN 86
LOADLB86 VIENTO OLEAJE Y CORRIENTE TORMENTA 150°
GRPOV
GRPOV      CN2                1.011.011.151.15      F
GRPOV      CN3                1.011.011.151.15      F
GRPOV      CN4                1.011.011.151.15      F
GRPOV      CN5                1.011.011.151.15      F
GRPOV      CN6                1.011.011.151.15      F
WIND
WIND1DW 33.100 1.00000 150.00      21AP
WAVE
WAVE.850STRE 19.20117.25 12.82      150.00      L      OMM10 1 0 3
CURR
CURR      5.000 0.960 150.000      0.850      US NL      WDP AWP
CURR      50.000 1.268 150.000
CURR      100.000 1.637 150.000
DRAG
DRAGO                      81828384858687888990
LOADCN 87
LOADLB87 VIENTO OLEAJE Y CORRIENTE TORMENTA 180°
GRPOV
GRPOV      CN2                .735.735.840.840      F
GRPOV      CN3                .735.735.840.840      F
GRPOV      CN4                .735.735.840.840      F
GRPOV      CN5                .735.735.840.840      F
GRPOV      CN6                .735.735.840.840      F
WIND
WIND1DW 33.100 1.00000 180.00      21AP
WAVE
WAVE.850STRE 19.20117.25 12.82      180.00      L      OMM10 1 0 3
CURR
CURR      5.000 0.960 180.000      0.700      US NL      WDP AWP
CURR      50.000 1.268 180.000
CURR      100.000 1.637 180.000
DRAG
DRAGO                      81828384858687888990
LOADCN 88
LOADLB88 VIENTO OLEAJE Y CORRIENTE TORMENTA 210°
GRPOV
GRPOV      CN2                1.011.011.151.15      F
GRPOV      CN3                1.011.011.151.15      F
GRPOV      CN4                1.011.011.151.15      F
GRPOV      CN5                1.011.011.151.15      F
GRPOV      CN6                1.011.011.151.15      F
WIND
WIND1DW 33.100 1.00000 210.00      21AP
WAVE
WAVE.850STRE 19.20117.25 12.82      210.00      L      OMM10 1 0 3
CURR
CURR      5.000 0.960 210.000      0.850      US NL      WDP AWP
CURR      50.000 1.268 210.000
CURR      100.000 1.637 210.000
DRAG
DRAGO                      81828384858687888990
LOADCN 89
LOADLB89 VIENTO OLEAJE Y CORRIENTE TORMENTA 240°
GRPOV
GRPOV      CN2                1.011.011.151.15      F
GRPOV      CN3                1.011.011.151.15      F
GRPOV      CN4                1.011.011.151.15      F
GRPOV      CN5                1.011.011.151.15      F
GRPOV      CN6                1.011.011.151.15      F
WIND
WIND1DW 33.100 1.00000 240.00      21AP
WAVE
WAVE.850STRE 19.20117.25 12.82      240.00      L      OMM10 1 0 3
CURR
CURR      5.000 0.960 240.000      0.850      US NL      WDP AWP
CURR      50.000 1.268 240.000
CURR      100.000 1.637 240.000
DRAG
DRAGO                      9192939495969798899A1
LOADCN 90
LOADLB90 VIENTO OLEAJE Y CORRIENTE TORMENTA 270°
GRPOV
GRPOV      CN2                .683.683.780.780      F
GRPOV      CN3                .683.683.780.780      F
GRPOV      CN4                .683.683.780.780      F
GRPOV      CN5                .683.683.780.780      F
GRPOV      CN6                .683.683.780.780      F
WIND
WIND1DW 33.100 1.00000 270.00      21AP
WAVE
WAVE.850STRE 19.20117.25 12.82      270.00      L      OMM10 1 0 3
CURR
CURR      5.000 0.960 270.000      0.800      US NL      WDP AWP
CURR      50.000 1.268 270.000
CURR      100.000 1.637 270.000
DRAG
DRAGO                      9192939495969798899A1
LOADCN 91
LOADLB91 VIENTO OLEAJE Y CORRIENTE TORMENTA 300°
GRPOV
GRPOV      CN2                1.011.011.151.15      F
GRPOV      CN3                1.011.011.151.15      F
GRPOV      CN4                1.011.011.151.15      F
GRPOV      CN5                1.011.011.151.15      F
GRPOV      CN6                1.011.011.151.15      F
WIND
WIND1DW 33.100 1.00000 300.00      21AP
WAVE
WAVE.850STRE 19.20117.25 12.82      300.00      L      OMM10 1 0 3
CURR
CURR      5.000 0.960 300.000      0.850      US NL      WDP AWP
CURR      50.000 1.268 300.000
CURR      100.000 1.637 300.000

```

```

DRAG
DRAGO                               919293949596979899A1
LOADCN 92
LOADLB92 VIENTO OLEAJE Y CORRIENTE TORMENTA 330°
GRPOV
GRPOV      CN2                       1.011.011.151.15   F
GRPOV      CN3                       1.011.011.151.15   F
GRPOV      CN4                       1.011.011.151.15   F
GRPOV      CN5                       1.011.011.151.15   F
GRPOV      CN6                       1.011.011.151.15   F
WIND
WIND1DW 33.100 1.00000 330.00      21AP
WAVE
WAVE .850STRE 19.20117.25 12.82      330.00 L          OMM10 1 0 3
CURR
CURR      5.000 0.960 330.000      0.850 US NL      WDP AWP
CURR      50.000 1.268 330.000
CURR      100.000 1.637 330.000
DRAG
DRAGO                               81828384858687888990
LCOMB
*****
*COMBINACIONES DE OPERACIÓN
LCOMB 201 1 1.10002 1.10003 1.10004 1.10005 1.10006 1.0000
LCOMB 201 7 1.00008 1.00009 1.00010 1.00011 1.00013 1.0000
LCOMB 201 15 1.00016 1.00017 1.00018 1.00051 1.00061 1.0000
LCOMB 202 1 1.10002 1.10003 1.10004 1.10005 1.10006 1.0000
LCOMB 202 7 1.00008 1.00009 1.00010 1.00011 1.00013 1.0000
LCOMB 202 15 1.00016 1.00017 1.00018 0.100051 0.866052 0.5000
LCOMB 202 62 1.0000
LCOMB 203 1 1.10002 1.10003 1.10004 1.10005 1.10006 1.0000
LCOMB 203 7 1.00008 1.00009 1.00010 1.00011 1.00013 1.0000
LCOMB 203 15 1.00016 1.00017 1.00018 1.00051 0.500052 0.8660
LCOMB 203 63 1.0000
LCOMB 204 1 1.10002 1.10003 1.10004 1.10005 1.10006 1.0000
LCOMB 204 7 1.00008 1.00009 1.00010 1.00011 1.00013 1.0000
LCOMB 204 15 1.00016 1.00017 1.00018 1.00052 1.00064 1.0000
LCOMB 205 1 1.10002 1.10003 1.10004 1.10005 1.10006 1.0000
LCOMB 205 7 1.00008 1.00009 1.00010 1.00011 1.00013 1.0000
LCOMB 205 15 1.00016 1.00017 1.00018 1.00052 0.866053 0.5000
LCOMB 205 65 1.0000
LCOMB 206 1 1.10002 1.10003 1.10004 1.10005 1.10006 1.0000
LCOMB 206 7 1.00008 1.00009 1.00010 1.00011 1.00013 1.0000
LCOMB 206 15 1.00016 1.00017 1.00018 0.100052 0.50005 3.8660
LCOMB 206 66 1.0000
LCOMB 207 1 1.10002 1.10003 1.10004 1.10005 1.10006 1.0000
LCOMB 207 7 1.00008 1.00009 1.00010 1.00011 1.00013 1.0000
LCOMB 207 15 1.00016 1.00017 1.00018 1.00053 1.00067 1.0000
LCOMB 208 1 1.10002 1.10003 1.10004 1.10005 1.10006 1.0000
LCOMB 208 7 1.00008 1.00009 1.00010 1.00011 1.00013 1.0000
LCOMB 208 15 1.00016 1.00017 1.00018 1.00053 0.866054 0.5000
LCOMB 208 68 1.0000
LCOMB 209 1 1.10002 1.10003 1.10004 1.10005 1.10006 1.0000
LCOMB 209 7 1.00008 1.00009 1.00010 1.00011 1.00013 1.0000
LCOMB 209 15 1.00016 1.00017 1.00018 1.00053 0.500054 0.8660
LCOMB 209 69 1.0000
LCOMB 210 1 1.10002 1.10003 1.10004 1.10005 1.10006 1.0000
LCOMB 210 7 1.00008 1.00009 1.00010 1.00011 1.00013 1.0000
LCOMB 210 15 1.00016 1.00017 1.00054 1.00070 1.00018 1.0000
LCOMB 211 1 1.10002 1.10003 1.10004 1.10005 1.10006 1.0000
LCOMB 211 7 1.00008 1.00009 1.00010 1.00011 1.00013 1.0000
LCOMB 211 15 1.00016 1.00017 1.00018 1.00051 0.500054 0.8660
LCOMB 211 71 1.0000
LCOMB 212 1 1.10002 1.10003 1.10004 1.10005 1.10006 1.0000
LCOMB 212 7 1.00008 1.00009 1.00010 1.00011 1.00013 1.0000
LCOMB 212 15 1.00016 1.00017 1.00018 1.00051 0.866054 0.5000
LCOMB 212 72 1.0000
LCOMB 221 1 1.10002 1.10003 1.10004 1.10005 1.10006 1.0000
LCOMB 221 7 1.00008 1.00009 1.00010 1.00012 1.00013 1.0000
LCOMB 221 15 1.00016 1.00017 1.00051 1.00061 1.00018 1.0000
LCOMB 222 1 1.10002 1.10003 1.10004 1.10005 1.10006 1.0000
LCOMB 222 7 1.00008 1.00009 1.00010 1.00012 1.00013 1.0000
LCOMB 222 15 1.00016 1.00017 1.00018 1.00051 0.866052 0.5000
LCOMB 222 62 1.0000
LCOMB 223 1 1.10002 1.10003 1.10004 1.10005 1.10006 1.0000
LCOMB 223 7 1.00008 1.00009 1.00010 1.00012 1.00013 1.0000
LCOMB 223 15 1.00016 1.00017 1.00018 1.00051 0.500052 0.8660
LCOMB 223 63 1.0000
LCOMB 224 1 1.10002 1.10003 1.10004 1.10005 1.10006 1.0000
LCOMB 224 7 1.00008 1.00009 1.00010 1.00012 1.00013 1.0000
LCOMB 224 15 1.00016 1.00017 1.00052 1.00064 1.00018 1.0000
LCOMB 225 1 1.10002 1.10003 1.10004 1.10005 1.10006 1.0000
LCOMB 225 7 1.00008 1.00009 1.00010 1.00012 1.00013 1.0000
LCOMB 225 15 1.00016 1.00017 1.00018 1.00052 0.866053 0.5000
LCOMB 225 65 1.0000
LCOMB 226 1 1.10002 1.10003 1.10004 1.10005 1.10006 1.0000
LCOMB 226 7 1.00008 1.00009 1.00010 1.00012 1.00013 1.0000
LCOMB 226 15 1.00016 1.00017 1.00018 1.00052 0.500053 0.8660
LCOMB 226 66 1.0000
LCOMB 227 1 1.10002 1.10003 1.10004 1.10005 1.10006 1.0000
LCOMB 227 7 1.00008 1.00009 1.00010 1.00012 1.00013 1.0000
LCOMB 227 15 1.00016 1.00017 1.00053 1.00067 1.00018 1.0000
LCOMB 228 1 1.10002 1.10003 1.10004 1.10005 1.10006 1.0000
LCOMB 228 7 1.00008 1.00009 1.00010 1.00012 1.00013 1.0000
LCOMB 228 15 1.00016 1.00017 1.00018 1.00053 0.866054 0.5000
LCOMB 228 68 1.0000
LCOMB 229 1 1.10002 1.10003 1.10004 1.10005 1.10006 1.0000
LCOMB 229 7 1.00008 1.00009 1.00010 1.00012 1.00013 1.0000
LCOMB 229 15 1.00016 1.00017 1.00018 1.00053 0.500054 0.8660
LCOMB 229 69 1.0000
LCOMB 230 1 1.10002 1.10003 1.10004 1.10005 1.10006 1.0000
LCOMB 230 7 1.00008 1.00009 1.00010 1.00012 1.00013 1.0000
LCOMB 230 15 1.00016 1.00017 1.00054 1.00070 1.00018 1.0000
LCOMB 231 1 1.10002 1.10003 1.10004 1.10005 1.10006 1.0000
LCOMB 231 7 1.00008 1.00009 1.00010 1.00012 1.00013 1.0000
LCOMB 231 15 1.00016 1.00017 1.00018 1.00051 0.500054 0.8660
LCOMB 231 71 1.0000
LCOMB 232 1 1.10002 1.10003 1.10004 1.10005 1.10006 1.0000

```


6.2. CIMENTACIÓN

En seguida se presenta el archivo correspondiente a la cimentación en el cual se incluye toda la información de los pilotes bajo el lecho marino, así como la interacción suelo-pilotes.

```

ANALISIS EN SITIO ESTATICO PLATAFORMA DE PERFORACIÓN AYATSIL-D
INFORME GEOTECNICO FINAL LOCALIZACION AYATSIL-D (0201-6966-2) FUGRO 2011
PSIOPT +ZMET      SM 0.001 0.0001500      100 0.1 7.85
PLTRQ SD DTE      MTE STE      DAE ALE ASE UCE      LG
PLGRUP
PLGRUP PLA      198.12 5.080 2039. 815.7 3515. 29.566      1.0
PLGRUP PLA      198.12 5.080 2039. 815.7 2532. 12.192      1.0
PLGRUP PLA      198.12 4.445 2039. 815.7 2532. 30.480      1.0
PLGRUP PLA      198.12 4.445 2039. 815.7 3515. 15.240      1.0
PLGRUP PLA      198.12 4.445 2039. 815.7 2532. 10.668      1.0
PLGRUP PLA      198.12 5.080 2039. 815.7 3515. 3.048      1.03.0828
PLGRUP PLB      198.12 6.350 2039. 815.7 3515. 29.566      1.0
PLGRUP PLB      198.12 6.350 2039. 815.7 2532. 15.240      1.0
PLGRUP PLB      198.12 5.080 2039. 815.7 2532. 3.048      1.0
PLGRUP PLB      198.12 6.350 2039. 815.7 2532. 6.096      1.0
PLGRUP PLB      198.12 6.350 2039. 815.7 3515. 15.240      1.0
PLGRUP PLB      198.12 6.350 2039. 815.7 2532. 6.096      1.0
PLGRUP PLB      198.12 5.080 2039. 815.7 2532. 6.096      1.0
PLGRUP PLB      198.12 5.080 2039. 815.7 3515. 3.048      1.03.0828
PLGRUP CON      76.20 2.540 2039. 815.7 2532. 60.960      1.0 0.456
PILE
PILE 3 540 PLA      SUE1
PILE 4 541 PLA      SUE1
PILE 9 542 PLA      SUE1
PILE 10 543 PLA      SUE1
PILE 1 534 PLB      SUE1
PILE 2 532 PLB      SUE1
PILE 5 533 PLB      SUE1
PILE 6 535 PLB      SUE1
PILE 7 536 PLB      SUE1
PILE 8 538 PLB      SUE1
PILE 11 539 PLB      SUE1
PILE 12 537 PLB      SUE1
PILE 642331 CON      SUE2
PILE 652333 CON      SUE2
PILE 662335 CON      SUE2
PILE 672337 CON      SUE2
PILE 682339 CON      SUE2
PILE 692361 CON      SUE2
PILE 702363 CON      SUE2
PILE 712365 CON      SUE2
PILE 722367 CON      SUE2
PILE 732369 CON      SUE2
PILE 742391 CON      SUE2
PILE 752393 CON      SUE2
PILE 762395 CON      SUE2
PILE 772397 CON      SUE2
PILE 782399 CON      SUE2
SOIL
SOIL TZAXIAL HEAD 11      0.100SUE1 PIL 78"
SOIL T-Z SLOCSM 8      0.0110
SOIL T-Z 0.000 0.000 0.000 2.900 0.000 5.700 0.00010.400 0.000 14.60
SOIL T-Z 0.000 18.30 0.000 36.60 0.0001828.8
SOIL T-Z SLOCSM 8 0.91      0.0110
SOIL T-Z 0.000 0.000 0.700 2.900 1.200 5.700 1.80010.400 2.100 14.60
SOIL T-Z 2.400 18.30 2.100 36.60 2.1001828.8
SOIL T-Z SLOCSM 8 4.57      0.0110
SOIL T-Z 0.000 0.000 2.500 2.900 4.100 5.700 6.10010.400 7.400 14.60
SOIL T-Z 8.200 18.30 7.400 36.60 7.4001828.8
SOIL T-Z SLOCSM 8 13.72      0.0110
SOIL T-Z 0.000 0.000 8.50 2.900 14.10 5.700 21.2010.400 25.40 14.60
SOIL T-Z 28.20 18.30 25.40 36.60 25.401828.8
SOIL T-Z SLOCSM 8 13.73      0.0110
SOIL T-Z 0.000 0.000 10.60 2.900 17.60 5.700 26.5010.400 31.80 14.60
SOIL T-Z 35.30 18.30 31.80 36.60 31.801828.8
SOIL T-Z SLOCSM 8 16.46      0.0110
SOIL T-Z 0.000 0.000 11.70 2.900 19.40 5.700 29.1010.400 35.00 14.60
SOIL T-Z 38.90 18.30 35.00 36.60 35.001828.8
SOIL T-Z SLOCSM 8 16.47      0.0110
SOIL T-Z 0.000 0.000 10.90 2.900 18.20 5.700 27.3010.400 32.80 14.60
SOIL T-Z 36.50 18.30 32.80 36.60 32.801828.8
SOIL T-Z SLOCSM 8 87.17      0.0110
SOIL T-Z 0.000 0.000 47.20 2.900 78.70 5.700118.1010.400141.70 14.60
SOIL T-Z 157.50 18.30141.70 36.60141.701828.8
SOIL T-Z SLOCSM 8 87.18      0.0110
SOIL T-Z 0.000 0.000 50.30 2.900 83.80 5.700125.7010.400150.80 14.60
SOIL T-Z 167.60 18.30150.80 36.60150.801828.8
SOIL T-Z SLOCSM 8 103.33      0.0110
SOIL T-Z 0.000 0.000 55.30 2.900 92.10 5.700138.1010.400165.80 14.60
SOIL T-Z 184.20 18.30165.80 36.60165.801828.8
SOIL T-Z SLOCSM 8 122.53      0.0110
SOIL T-Z 0.000 0.000 55.30 2.900 92.20 5.700138.3010.400165.90 14.60
SOIL T-Z 184.30 18.30165.90 36.60165.901828.8
SOIL BEARING HEAD 4      0.100SUE1
SOIL BEAR SLOC 7 30.48      3.5835PIL 78"
SOIL T-Z 0.000 0.000 0.439 3.700 0.877 23.80 1.316 76.80 1.579 133.5
SOIL T-Z 1.754 182.9 1.7541828.8
SOIL BEAR SLOC 7 87.17      3.5835
SOIL T-Z 0.000 0.000 0.962 3.700 1.924 23.80 2.886 76.80 3.464 133.5
SOIL T-Z 3.849 182.9 3.8491828.8
SOIL BEAR SLOC 7 92.66      3.5835
SOIL T-Z 0.000 0.000 1.089 3.700 2.179 23.80 3.268 76.80 3.922 133.5
SOIL T-Z 4.358 182.9 4.3581828.8
SOIL BEAR SLOC 7 122.53      3.5835
SOIL T-Z 0.000 0.000 1.089 3.700 2.179 23.80 3.268 76.80 3.922 133.5

```


SOIL	P-Y	0.0	0.0	9.0	1.2	14.0	4.6	20.0	13.7	30.0	45.7
SOIL	P-Y	43.0	137.2	30.0	685.8	30.0	914.4				
SOIL P-Y	SLOCSM	8	4.57		0.85						
SOIL	P-Y	0.0	0.0	11.0	1.2	18.0	4.6	26.0	13.7	38.0	45.7
SOIL	P-Y	55.0	137.2	45.0	685.8	45.0	914.4				
SOIL P-Y	SLOCSM	8	5.79		0.85						
SOIL	P-Y	0.0	0.0	17.0	1.2	26.0	4.6	38.0	13.7	56.0	45.7
SOIL	P-Y	80.0	137.2	73.0	685.8	73.0	914.4				
SOIL P-Y	SLOCSM	7	7.01		0.85						
SOIL	P-Y	0.0	0.0	22.0	1.2	34.0	4.6	51.0	13.7	75.0	45.7
SOIL	P-Y	108.0	137.2	108.0	914.4						
SOIL P-Y	SLOCSM	7	8.84		0.85						
SOIL	P-Y	0.0	0.0	30.0	1.2	45.0	4.6	67.0	13.7	99.0	45.7
SOIL	P-Y	142.0	137.2	142.0	914.4						
SOIL P-Y	SLOCSM	7	8.85		0.85						
SOIL	P-Y	0.0	0.0	30.0	0.6	45.0	2.3	67.0	6.9	99.0	22.9
SOIL	P-Y	142.0	68.6	142.0	914.4						
SOIL P-Y	SLOCSM	7	13.72		0.85						
SOIL	P-Y	0.0	0.0	47.0	0.6	73.0	2.3	107.0	6.9	158.0	22.9
SOIL	P-Y	227.0	68.6	227.0	914.4						
SOIL P-Y	SLOCSM	7	13.73		0.85						
SOIL	P-Y	0.0	0.0	74.0	0.6	113.0	2.3	167.0	6.9	246.0	22.9
SOIL	P-Y	355.0	68.6	355.0	914.4						
SOIL P-Y	SLOCSM	7	16.46		0.85						
SOIL	P-Y	0.0	0.0	74.0	0.6	113.0	2.3	167.0	6.9	246.0	22.9
SOIL	P-Y	355.0	68.6	355.0	914.4						
SOIL P-Y	SLOCSM	7	16.47		0.85						
SOIL	P-Y	0.0	0.0	65.0	0.6	100.0	2.3	147.0	6.9	217.0	22.9
SOIL	P-Y	312.0	68.6	312.0	914.4						
SOIL P-Y	SLOCSM	7	36.58		0.85						
SOIL	P-Y	0.0	0.0	103.0	0.6	158.0	2.3	234.0	6.9	345.0	22.9
SOIL	P-Y	496.0	68.6	496.0	914.4						
END											

CAPÍTULO 7

ANÁLISIS DE RESULTADOS

En esta sección se muestran los principales resultados obtenidos del análisis en sitio estático de la plataforma de perforación PP-Ayatsil-D. Inicialmente se presentan los parámetros especificados en el modelo estructural para la realización del análisis.

***** SACS MODEL PARAMETERS *****

```
NUMBER OF JOINTS ..... 1957
NUMBER OF MEMBERS ..... 3912
NUMBER OF PLATES ..... 32
NUMBER OF SHELL ELEMENTS ..... 0
NUMBER OF SOLID ELEMENTS ..... 0
NUMBER OF BASIC LOADS ..... 48
NUMBER OF COMBINED LOADS ..... 0
UNITY CHECK ..... API RP2A 21ST/AISC 9TH
JOINT DEFLECTION REPORT .....YES
GROUP SUMMARY REPORT .....YES
ELEMENT STRESS AT MAXIMUM UC REPORT .....YES
MEMBER INTERNAL LOADS SUMMARY REPORT .....NO
ELEMENT UNITY CHECK REPORT .....NO
ELEMENT DETAIL REPORT .....YES
MEMBER END FORCES AND MOMENTS REPORT .....YES
JOINT REACTIONS REPORT .....YES
```

HYDROSTATIC PARAMETERS

```
.... VERTICAL COORDINATE..... +Z
.... WATER DEPTH ..... 117.25 M
.... MUDLINE ELEVATION ..... -115.95 M
.... WATER DENSITY..... 1.03 SPG
.... REDESIGN PARAMETERS
      RING HEIGHT INCR..... 0.635 CM
      RING THICKNESS INCR.... 0.317 CM
      REDESIGN TYPE..... RINGS ONLY
      INITIAL RING SPACING.... MEMBER LENGTH
.... BUOYANCY OPTION..... MARINE
.... ALPHA FACTOR ..... 0.800
.... SAFETY FACTORS
      AXIAL COMPRESSION..... 1.500
      AXIAL TENSION..... 1.670
      HOOP COMPRESSION..... 2.000
```

*** SACS POST PROCESSOR COMMENTS ***

** THE USER SHOULD TAKE NOTE OF THE FOLLOWING COMMENTS REGARDING THE SACS POST PROCESSOR OUTPUT **

BEAMS

- (1) INTERNAL LOADS FOR MEMBERS ARE PRESENTED IN THE CLASSICAL ENGINEERING SIGN CONVENTION AS DESCRIBED BY TIMOSHENKO
- (2) IF THE AXIAL COMPRESSIVE LOAD ON A MEMBER EXCEEDS THE EULER BUCKLING LOAD, THEN THE AXIAL UNITY CHECK VALUE FOR THE MEMBER IS AUGMENTED BY 100 TO INDICATE THAT THE MEMBER HAS BUCKLED
- (3) THE MAXIMUM COMBINED UNITY CHECK CAN BE THE MAXIMUM SHEAR UNITY CHECK IF IT IS GREATER THAN THE MAXIMUM UNITY CHECK DUE TO BENDING AND AXIAL LOAD
- (4) THE FOLLOWING ABBREVIATIONS ARE USED TO DESCRIBE THE CRITICAL UNITY CHECK CONDITIONS:
TN+BN - TENSION PLUS BENDING
BEND - BENDING ONLY (COMP. ALLOWABLES)
C<.15 - COMPRESSION WITH AXIAL LOAD RATIO <.15 (AISC H1-3)
C>.15A - COMPRESSION/BENDING INTERACTION WITH CM'S AND AXIAL LOAD AMPLIFICATION (AISC H1-1)
C>.15B - COMPRESSION/BENDING INTERACTION WITHOUT CM'S AND WITHOUT AXIAL LOAD AMPLIFICATION (AISC H1-2)
SHEAR - EXCEEDS SHEAR ALLOWABLE
L.BEND - CONES: LOCAL BENDING AT CONE - CYL. INTERFACE
HOOP - CONES: HOOP COMPRESSION OR TENSION
EULER - EULER BUCKLING
HYDRO - HYDROSTATIC COLLAPSE
- (5) THE FOLLOWING ABBREVIATIONS ARE USED TO DESCRIBE THE CRITICAL UNITY CHECK CONDITIONS FOR CONCRETE:
COLBUC - COLUMN BUCKLING
CM+BN - COMPRESSION WITH BENDING IN COLUMN ELEMENT
TN+BN - TENSION WITH BENDING IN COLUMN ELEMENT
SHEAR - SHEAR
TORS - TORSION
BEND-Y - PURE BENDING IN BEAM ELEMENT ABOUT LOCAL Y AXIS
REINF - REINFORCEMENT RATIO

(NOTE) FOR EARTHQUAKE ANALYSIS WITH 'PRST' OR 'PRSC' OPTION, ONLY THE FORCES AND MOMENTS AT MEMBER ENDS ARE MEANINGFUL. 'JO' STRESS OPTION IS RECOMMENDED.

PLATES

- (1) MEMBRANE STRESSES ARE GIVEN AT THE NEUTRAL AXIS OF THE PLATE IN THE LOCAL COORDINATE SYSTEM OF THE PLATE . ALSO THE PRINCIPAL MEMBRANE STRESS AND MAXIMUM SHEAR STRESS ARE GIVEN
- (2) THE DIRECT STRESSES RESULTING FROM OUT OF PLANE BENDING ARE GIVEN AT THE UPPER SURFACE OF THE PLATE (POSITIVE LOCAL Z DIRECTION) IN THE LOCAL COORDINATE SYSTEM OF THE PLATE . ALSO THE PRINCIPAL BENDING STRESS AND MAXIMUM SHEAR STRESS ARE GIVEN
- (3) THE MAXIMUM PRINCIPAL STRESS AND MAXIMUM SHEAR STRESS FOR THE COMBINED MEMBRANE AND BENDING STRESS ARE GIVEN . THE UNITY CHECK VALUE IS BASED ON THESE STRESSES

7.1. RESUMEN DE CARGAS

A continuación se presenta los resúmenes de las cargas básicas y las combinaciones de carga aplicadas durante el presente análisis.

** SEASTATE BASIC LOAD CASE DESCRIPTIONS **

LOAD CASE	LOAD LABEL	DESCRIPTION
1	1	PESO PROPIO + CM - FLOTACIÓN
2	2	ACCESORIOS
3	3	CARGA MUERTA EN CUBIERTA INFERIOR
4	4	CARGA MUERTA EN CUBIERTA SUPERIOR
5	5	CARGA MUERTA EN SUBNIVEL
6	6	CARGA VIVA EN CUBIERTA INFERIOR
7	7	CARGA VIVA EN CUBIERTA SUPERIOR
8	8	CARGA VIVA EN SUBNIVEL
9	9	CARGA EQUIPO EN CUBIERTA INFERIOR
10	10	CARGA DE EQUIPO DE PERFORACION
11	11	CARGA DE TORRE DE PERFORACION POSIC
12	12	CARGA DE TORRE DE PERFORACION POSIC
13	13	CARGA DE MODULO HABITACIONAL Y PAQU
14	14	CARGA DE MODULO HABITACIONAL Y PAQU
15	15	CARGA DE TUBERIA EN CUBIERTA INFERIO
16	16	CARGA DE TUBERIA EN CUBIERTA SUPERIO
17	17	CARGA DE TUBERIA EN SUBNIVELES
18	18	USER GENERATED LOADS
19	51	VIENTO OPER. 0°
20	52	VIENTO OPER. 90°
21	53	VIENTO OPER. 180°
22	54	VIENTO OPER. 270°
23	55	VIENTO TORM. 0°
24	56	VIENTO TORM. 90°
25	57	VIENTO TORM. 180°
26	58	VIENTO TORM. 270°
27	61	VIENTO OLEAJE Y CORRIENTE OPER. 0°
28	62	VIENTO OLEAJE Y CORRIENTE OPER. 30°
29	63	VIENTO OLEAJE Y CORRIENTE OPER. 60°
30	64	VIENTO OLEAJE Y CORRIENTE OPER. 90°
31	65	VIENTO OLEAJE Y CORRIENTE OPER. 120°
32	66	VIENTO OLEAJE Y CORRIENTE OPER. 150°
33	67	VIENTO OLEAJE Y CORRIENTE OPER. 180°
34	68	VIENTO OLEAJE Y CORRIENTE OPER. 210°
35	69	VIENTO OLEAJE Y CORRIENTE OPER. 240°
36	70	VIENTO OLEAJE Y CORRIENTE OPER. 270°
37	71	VIENTO OLEAJE Y CORRIENTE OPER. 300°
38	72	VIENTO OLEAJE Y CORRIENTE OPER. 330°
39	81	VIENTO OLEAJE Y CORRIENTE TORMENTA 0°
40	82	VIENTO OLEAJE Y CORRIENTE TORMENTA 30°
41	83	VIENTO OLEAJE Y CORRIENTE TORMENTA 60°
42	84	VIENTO OLEAJE Y CORRIENTE TORMENTA 90°
43	85	VIENTO OLEAJE Y CORRIENTE TORMENTA 120°
44	86	VIENTO OLEAJE Y CORRIENTE TORMENTA 150°
45	87	VIENTO OLEAJE Y CORRIENTE TORMENTA 180°

** SEASTATE BASIC LOAD CASE DESCRIPTIONS **

LOAD CASE	LOAD LABEL	DESCRIPTION
46	88	VIENTO OLEAJE Y CORRIENTE TORMENTA 210°
47	89	VIENTO OLEAJE Y CORRIENTE TORMENTA 240°
48	90	VIENTO OLEAJE Y CORRIENTE TORMENTA 270°
49	91	VIENTO OLEAJE Y CORRIENTE TORMENTA 300°
50	92	VIENTO OLEAJE Y CORRIENTE TORMENTA 330°

***** SEASTATE BASIC LOAD CASE SUMMARY *****
RELATIVE TO MUDLINE ELEVATION

LOAD CASE	LOAD LABEL	FX (KG)	FY (KG)	FZ (KG)	MX (KG-M)	MY (KG-M)	MZ (KG-M)	DEAD LOAD (KG)	BUOYANCY (KG)
1	1	0.000	0.000	-5047254.500	-5894461.000	*****	0.004	9612549.000	4565218.500
2	2	0.000	0.000	-458899.219	-743557.688	-235208.719	0.000	0.000	0.000
3	3	0.000	0.000	-366399.344	-65661.602	103574.961	0.000	0.000	0.000
4	4	0.000	0.000	-213023.953	-208023.641	94762.992	0.000	0.000	0.000
5	5	0.000	0.000	-17565.473	0.001	-138459.141	0.000	0.000	0.000
6	6	0.000	0.000	-1178327.375	-203668.312	440881.969	0.000	0.000	0.000
7	7	0.000	0.000	-166079.469	-40024.762	690129.812	0.000	0.000	0.000
8	8	0.000	0.000	-52416.039	0.000	-414383.562	0.000	0.000	0.000
9	9	0.000	0.000	-755393.562	-3375622.500	-2047526.500	0.000	0.000	0.000
10	10	0.000	0.000	-2792015.750	-901774.688	*****	0.000	0.000	0.000
11	11	0.000	0.000	-675000.062	1538386.750	-7512075.000	0.000	0.000	0.000
12	12	0.000	0.000	-675000.125	-1538386.875	*****	0.000	0.000	0.000

***** SEASTATE BASIC LOAD CASE SUMMARY *****
RELATIVE TO MUDDLINE ELEVATION

LOAD CASE	LOAD LABEL	FX (KG)	FY (KG)	FZ (KG)	MX (KG-M)	MY (KG-M)	MZ (KG-M)	DEAD LOAD (KG)	BUOYANCY (KG)
13	13	0.000	0.000	-1380060.000	35798.699	34077780.000	0.000	0.000	0.000
14	14	0.000	0.000	-1239985.000	-34.564	30927632.000	0.000	0.000	0.000
15	15	0.000	0.000	-651502.188	-123773.914	715130.750	0.000	0.000	0.000
16	16	0.000	0.000	-199470.375	-183337.797	118247.609	0.000	0.000	0.000
17	17	0.000	0.000	-21078.570	0.002	-166151.000	0.000	0.000	0.000
18	18	0.000	0.000	-11769.970	3214.923	-2459.925	0.000	0.000	0.000
19	51	24167.518	0.000	0.000	0.000	3461794.000	17218.078	0.000	0.000
20	52	0.000	86804.086	0.000	*****	0.000	372449.844	0.000	0.000
21	53	-28231.980	0.000	0.000	0.000	-3918562.250	-37576.246	0.000	0.000
22	54	0.000	-80777.648	0.000	11417653.000	0.000	-416936.406	0.000	0.000
23	55	88367.758	0.000	0.000	0.000	12657939.000	62957.355	0.000	0.000
24	56	0.000	317396.375	0.000	*****	0.000	1361851.125	0.000	0.000
25	57	-103229.336	0.000	0.000	0.000	*****	-137396.359	0.000	0.000
26	58	0.000	-295360.938	0.000	41748288.000	0.000	-1524515.625	0.000	0.000
27	61	966031.188	-3178.035	-150514.781	393595.750	92415792.000	-640020.750	0.000	0.000
28	62	980892.125	550047.875	-149417.719	*****	92494424.000	-578613.438	0.000	0.000
29	63	597704.812	1091829.625	-150990.656	*****	56440524.000	-1885167.500	0.000	0.000
30	64	785.759	1229749.250	-149823.641	*****	-294095.250	-2444474.000	0.000	0.000
31	65	-622903.750	1135547.625	-140534.406	*****	*****	-4538421.500	0.000	0.000
32	66	-1053775.000	590359.562	-130945.211	*****	*****	-2576596.500	0.000	0.000
33	67	-1031236.625	-2959.513	-131598.906	-20650.139	*****	588974.500	0.000	0.000
34	68	-1036073.312	-587867.000	-140278.297	56979140.000	*****	3644445.250	0.000	0.000
35	69	-608895.812	-116616.375	-155782.844	*****	*****	5053527.000	0.000	0.000
36	70	-1410.963	-1207058.500	-166533.828	*****	-3874.482	2511191.750	0.000	0.000
37	71	586155.188	-1079230.125	-168173.984	*****	56215444.000	1448285.125	0.000	0.000
38	72	972440.188	-549857.938	-160693.578	53952764.000	92452792.000	-529803.875	0.000	0.000
39	81	2604089.750	-3704.833	-206557.094	427733.219	*****	-2134182.250	0.000	0.000
40	82	2745537.000	1519842.375	-198515.016	*****	*****	-5195731.500	0.000	0.000
41	83	1583914.750	2853007.000	-191125.875	*****	*****	-8497601.000	0.000	0.000
42	84	1770.562	3055799.750	-185546.797	*****	-290169.625	-6845456.500	0.000	0.000
43	85	-1603824.000	2887926.750	-174161.688	*****	*****	-9430580.000	0.000	0.000
44	86	-2809291.250	1553174.750	-169683.141	*****	*****	-4101205.000	0.000	0.000
45	87	-2665888.250	-4471.510	-181827.203	34772.141	*****	2109447.000	0.000	0.000

7.2. DESPLAZAMIENTOS NODALES

En seguida se muestran los desplazamientos nodales máximos para cada una de las combinaciones de cargas. Posteriormente se presentan las figuras 7.1, 7.2 y 7.3 que ilustran la configuración deformada que toma la estructura bajo la combinación de cargas 330, 331 y 332 las cuales corresponden a la condición de Tormenta y las direcciones de 270°, 300° y 330°, respectivamente.

***** MAXIMUM JOINT DEFLECTION REPORT *****

LOAD CASE	JOINT	X-DIRECTION DEFLECTION CM	JOINT	Y-DIRECTION DEFLECTION CM	JOINT	Z-DIRECTION DEFLECTION CM
201	2290	9.6844	2117	3.2694	2471	-8.4198
202	2290	9.5919	2117	9.2237	2471	-9.0721
203	2290	7.0014	2117	15.2447	2471	-9.7470
204	2290	2.7823	2117	17.0100	2471	-10.0951
205	1407	-4.7596	2117	16.2655	2471	-10.0982
206	1407	-7.7753	2117	10.0777	2471	-9.6197
207	1407	-7.7838	2117	3.2329	2471	-8.9754
208	1418	-7.7272	1153	-6.6085	2471	-8.3362
209	1418	-4.5581	1155	-11.8146	2178	-9.0483
210	2290	2.9335	2237	-13.1917	2178	-9.3683
211	2290	7.1953	2137	-11.8081	2178	-9.3099
212	2290	9.9011	2054	-6.4009	2178	-8.7453
221	2290	9.2662	2117	3.9328	2471	-8.7176
222	2290	9.1737	2117	9.8865	2471	-9.3764
223	2290	6.5841	2117	15.9095	2471	-10.0458
224	2290	2.3648	2117	17.6751	2471	-10.3944
225	2467	-5.0635	2117	16.9312	2471	-10.3978
226	1407	-8.1404	2117	10.7815	2471	-9.9410
227	1407	-7.9467	2117	3.8971	2471	-9.2744
228	1418	-7.8661	1153	-6.3600	2471	-8.6348
229	1418	-4.6972	1155	-11.5606	2178	-8.9582
230	2290	2.5142	2137	-12.9711	2178	-9.2779
231	2290	6.7759	2137	-11.5983	2178	-9.2193
232	2290	9.4824	2054	-6.2449	2178	-8.6549
301	2290	23.3446	2117	3.3793	2077	-8.8405
302	2290	24.3202	2117	22.0129	2474	-10.7590
303	2297	15.6993	2117	38.5435	2471	-12.1836
304	2297	2.7804	2117	41.4628	2471	-13.1248
305	1409	-13.2380	2117	39.5198	2471	-13.0564
306	1407	-22.3144	2117	22.7519	2471	-11.6018
307	2467	-20.7600	2117	3.1175	2471	-9.4481
308	1418	-22.1693	2236	-18.5518	2178	-9.6967
309	1419	-13.0932	2235	-34.7066	2178	-11.9155
310	2290	3.3012	2236	-37.9328	2178	-12.7599
311	2290	15.9113	2236	-34.7704	2178	-12.5120
312	2290	24.8978	2237	-18.8481	2178	-10.7351
321	2290	22.9245	2117	4.0435	2077	-8.6628
322	2290	23.9011	2117	22.6772	2474	-10.6391
323	2297	15.4073	2117	39.2110	2471	-12.4834
324	2297	2.4873	2117	42.1356	2471	-13.4261
325	1409	-13.3900	2117	40.2129	2471	-13.3580

```

***** MAXIMUM JOINT DEFLECTION REPORT *****
LOAD CASE   *** X-DIRECTION ***   *** Y-DIRECTION ***   *** Z-DIRECTION ***
             JOINT DEFLECTION   JOINT DEFLECTION   JOINT DEFLECTION
             CM                 CM                 CM
326         1407         -22.4838         2117         23.4231         2471         -11.9035
327         2467         -21.1262         2117         3.7837         2103         -9.7997
328         2017         -22.3224         2236         -18.2449         2178         -9.6071
329         2017         -13.3071         2236         -34.3752         2178         -11.8240
    
```

Los máximos desplazamientos que se presentan en la Plataforma son:

```

***** MAXIMUM JOINT DEFLECTION REPORT *****
LOAD CASE   *** X-DIRECTION ***   *** Y-DIRECTION ***   *** Z-DIRECTION ***
             JOINT DEFLECTION   JOINT DEFLECTION   JOINT DEFLECTION
             CM                 CM                 CM
330         2290          2.8771         2236         -37.6168         2178         -12.6670
331         2290         15.4813         2236         -34.4683         2178         -12.4173
332         2290         24.4745         2237         -18.5609         2178         -10.6427
    
```

I SOMETRI C

DEFL SHAPE LC 3

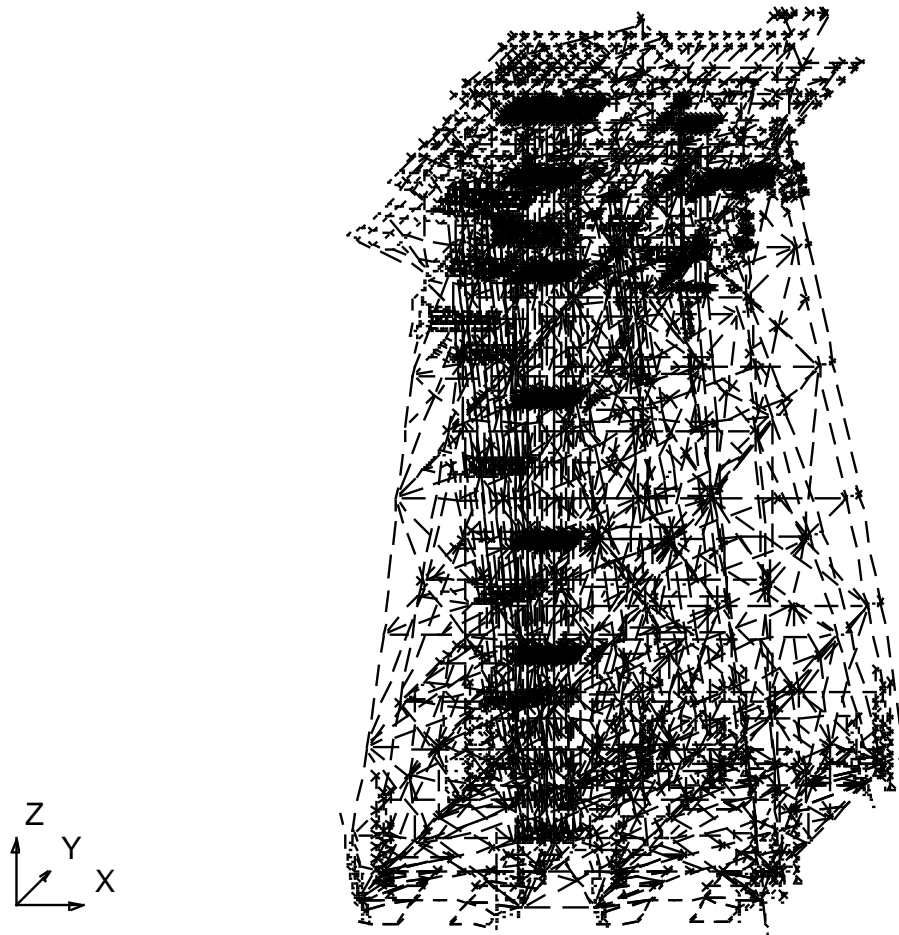


Figura 7.1. Desplazamientos máximos globales en la condición de Tormenta a 270° posición 2 de la torre de perforación

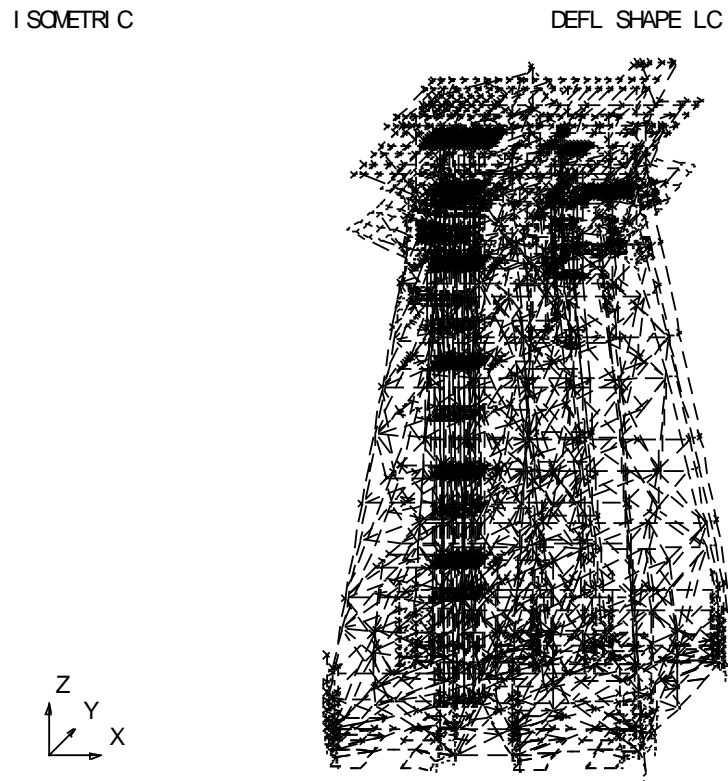


Figura 7.2. Desplazamientos máximos globales en la condición de Tormenta a 300° posición 2 de la torre de perforación

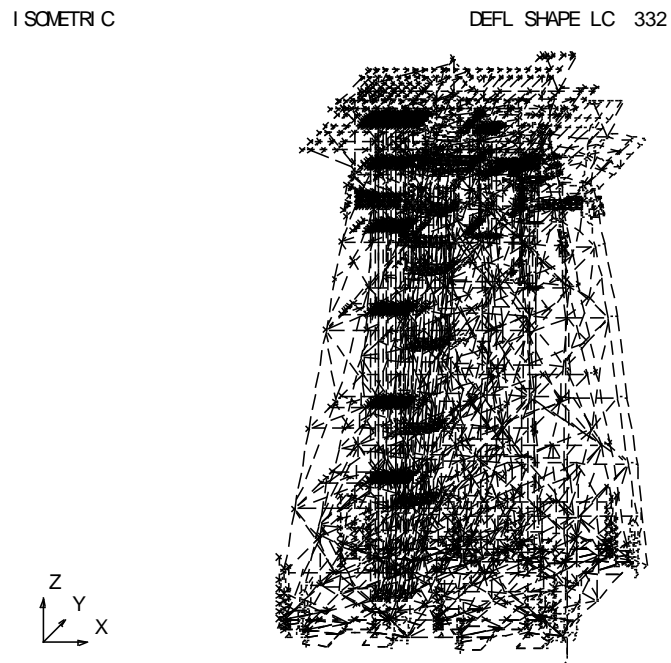


Figura 7.3. Desplazamientos máximos globales en la condición de Tormenta a 330° posición 2 de la torre de perforación

7.3. RELACIONES DE ESFUERZO EN ELEMENTOS

A continuación se presentan las relaciones de esfuerzos en elementos, expresada mediante la relación de esfuerzos actuantes entre esfuerzos permisibles (Unity Check). Inicialmente se presenta el listado con el resumen de las relaciones de esfuerzos máximos para cada grupo de elementos, posteriormente se presentan los esquemas que ilustran de manera gráfica los elementos con las relaciones de esfuerzos máximas, tanto de la subestructura, como de la superestructura. Ningún elemento rebasa la relación de esfuerzos.

SACS-IV MEMBER UNITY CHECK RANGE SUMMARY															
GROUP II - UNITY CHECKS GREATER THAN 0.80 AND LESS THAN 1.00															
MEMBER	GROUP ID	MAXIMUM COMBINED UNITY CK	LOAD COND NO.	DIST FROM END	AXIAL STRESS KGSMM	BENDING Y KGSMM	STRESS Z KGSMM	SHEAR FY MT	FORCE FZ MT	KLY/RX	KLZ/RZ	SECOND-HIGHEST UNITY CHECK	HIGHEST LOAD COND	THIRD-HIGHEST UNITY CHECK	HIGHEST LOAD COND
250- 271 10A		0.823	329	0.5	0.02	18.34	0.01	-0.13	5.42	5.9	5.9	0.821	309	0.812	328
1823-1537 14R		0.830	303	5.9	-8.72	-8.19	2.33	1.01	-2.47	46.7	46.7	0.829	203	0.828	323
1075-1083 24S		0.867	204	4.8	-7.76	6.75	0.40	0.33	16.56	23.3	23.3	0.864	224	0.856	205
1068-1535 26B		0.855	223	21.9	-7.00	1.55	-1.30	-3.00	0.16	85.8	85.8	0.827	322	0.825	222
943- 816 26N		0.887	329	16.9	-11.73	1.00	-1.54	-1.88	2.64	65.3	73.4	0.850	331	0.838	309
191- 521 28A		0.879	305	0.0	-15.69	-2.57	11.00	-72.80	29.09	14.7	14.7	0.879	325	0.834	304
196- 506 28A		0.843	311	0.0	-13.64	-1.94	12.46	-73.29	19.98	14.7	14.7	0.839	331	0.764	310
197- 520 28A		0.868	323	0.0	-15.79	-1.93	-10.62	69.31	25.31	14.6	14.6	0.866	303	0.807	324
500- 504 28A		0.939	329	0.0	-13.77	-0.70	-15.79	88.24	5.59	15.9	15.9	0.937	309	0.926	328
503- 509 28A		0.946	311	0.0	-14.33	-0.78	15.34	-85.59	6.89	15.9	15.9	0.940	331	0.923	312
510- 504 28A		0.923	329	0.0	-13.64	-2.24	15.25	-82.35	19.19	15.9	15.9	0.919	309	0.831	328
511- 509 28A		0.905	311	0.0	-13.45	-2.23	-14.84	80.58	18.41	15.9	15.9	0.899	331	0.815	312
516- 518 28A		0.908	325	0.0	-13.65	-2.29	-14.68	79.69	19.67	15.9	15.9	0.899	305	0.814	326
517- 523 28A		0.876	303	0.0	-13.20	-2.26	14.13	-77.31	18.74	15.9	15.9	0.874	323	0.778	302
524- 518 28A		0.927	325	0.0	-13.84	-0.62	15.29	-86.19	4.96	15.9	15.9	0.919	305	0.914	326
527- 523 28A		0.921	303	0.0	-14.13	-0.66	-14.70	82.87	5.90	15.9	15.9	0.919	323	0.891	302
685- 821 36F		0.829	328	32.5	-8.67	2.81	0.19	-0.84	4.45	88.4	88.4	0.829	326	0.811	306
796- 935 36F		0.806	326	32.5	-8.49	2.71	-0.15	0.94	4.40	88.4	88.4	0.799	306	0.779	328
816- 684 36F		0.834	332	0.0	-8.73	2.76	0.57	0.63	-4.42	88.4	88.4	0.792	312	0.743	321
930- 795 36F		0.887	322	0.0	-9.24	2.84	-0.37	-0.82	-4.48	88.4	88.4	0.827	302	0.776	321
816- 957 36G		0.818	308	30.4	-8.87	2.94	-0.46	-3.50	8.46	84.2	84.2	0.796	306	0.781	307
108- 518 36H		0.812	325	1.6	11.41	-2.05	1.27	-1.80	-0.30	51.2	48.9	0.803	305	0.695	225
113- 504 36H		0.823	329	1.6	11.61	-2.06	-1.15	1.69	-0.23	51.2	49.0	0.816	309	0.695	229
100- 512 36I		0.870	329	0.0	-11.73	-2.74	-1.41	1.41	0.11	60.6	60.6	0.867	309	0.800	330
251- 512 36I		0.866	325	0.0	-11.72	-2.69	1.38	-1.45	0.05	60.6	60.6	0.864	305	0.813	324
930- 733 36L		0.860	329	27.7	-11.01	1.72	-0.97	-1.82	4.11	75.4	75.4	0.835	309	0.748	330
100- 505 40C		0.920	308	0.0	-12.79	-3.39	2.32	-2.81	1.44	45.2	50.9	0.918	328	0.802	309
103- 508 40C		0.911	312	0.0	-12.56	-3.33	-2.06	2.29	1.38	47.5	53.4	0.904	332	0.811	311
251- 519 40C		0.923	326	0.0	-13.24	-2.53	-2.43	3.17	-1.16	45.2	50.8	0.920	306	0.807	325
254- 522 40C		0.945	302	0.0	-12.93	-2.27	2.20	-2.75	-1.63	47.4	61.2	0.944	322	0.845	303
662- 522 40C		0.805	302	20.0	-9.86	4.56	-0.06	0.36	7.19	50.2	64.6	0.805	322	0.690	301
687- 821 LG3		0.809	311	6.1	-12.72	1.44	0.23	-2.34	-11.91	51.5	51.5	0.796	331	0.755	211
2257-2258 T-0		0.820	310	2.7	-0.40	15.61	10.45	29.24	4.93	4.2	24.7	0.818	330	0.772	309
2222-2223 T1		0.903	330	0.0	0.74	8.52	-12.12	51.51	115.88	3.6	19.2	0.853	331	0.832	329
2223-2224 T1		0.816	330	0.2	0.70	6.85	11.83	68.54	-123.76	3.5	19.1	0.757	331	0.756	329
2154-2155 T1A		0.830	203	2.1	-0.25	-16.20	2.98	7.82	-229.57	3.6	19.8	0.829	204	0.821	202
2227-2229 T1A		0.805	223	2.1	0.35	-17.24	1.06	2.53	-237.69	2.8	15.7	0.802	224	0.796	222
2229-2230 T1A		0.871	204	0.0	0.32	-11.82	-0.75	2.60	478.68	3.9	21.5	0.870	203	0.870	205
2158-2159 T2A		0.849	210	2.8	0.08	-16.45	0.93	2.02	-454.83	4.3	20.9	0.848	211	0.847	209
2232-2233 T2A		0.885	204	2.8	0.06	-17.98	0.37	0.78	-474.24	4.3	20.9	0.884	203	0.884	205
2164-2165 T2B		0.932	310	2.4	0.71	-11.22	-9.93	-26.31	-162.96	3.7	18.1	0.917	311	0.900	210
2238-2239 T2B		0.925	304	2.4	0.83	-11.30	9.51	25.03	-164.93	3.7	18.1	0.915	204	0.906	203
2203-2090 T3		0.930	310	3.8	-0.06	-12.89	8.76	5.27	-77.25	9.0	40.5	0.919	330	0.898	309
2387-2079 T3A		0.927	310	3.4	0.52	-11.94	-18.37	-13.77	-39.22	8.2	36.8	0.923	330	0.877	311
2900-2902 T4		0.904	231	0.0	-0.20	-13.89	-1.02	1.06	41.13	6.6	36.8	0.903	230	0.895	330
2256-2257 T4A		0.925	310	3.0	-0.31	15.24	-5.55	-10.79	82.61	4.8	28.2	0.923	330	0.876	311
2021-2178 T5		0.877	209	0.0	0.69	-11.97	2.19	-0.25	32.36	21.3	135.9	0.876	210	0.871	229
2022-2023 T5		0.897	211	0.0	0.62	-10.23	1.62	-0.25	22.99	16.3	103.7	0.896	210	0.890	212
2075-2085 T5		0.800	324	3.4	-0.03	-13.48	-3.35	-0.98	-25.57	8.7	55.6	0.787	304	0.757	323
2380-2021 T5		0.811	209	6.9	0.75	-11.93	-0.85	-0.15	-32.83	17.5	111.2	0.808	208	0.807	210
2462-2020 T5		0.875	231	3.7	0.84	-7.97	-0.86	-0.14	-22.86	21.4	136.2	0.875	230	0.866	232
2838-2051 T5		0.908	330	0.0	0.02	-14.92	-4.30	1.22	30.19	8.7	55.6	0.898	310	0.869	329
2070-2080 T6		0.982	206	2.8	-0.15	-14.64	-1.79	-3.70	-102.83	6.6	24.5	0.962	209	0.953	210
2080-2090 T6		0.905	209	0.0	2.92	-10.44	1.57	-2.15	59.60	11.0	41.0	0.903	210	0.892	204
2098-2103 T6		0.887	210	0.0	-0.54	-13.64	-0.34	0.47	136.66	12.6	47.0	0.885	230	0.883	209

SACS-IV MEMBER UNITY CHECK RANGE SUMMARY
 GROUP III - UNITY CHECKS GREATER THAN 1.00 AND LESS THAN*****
 ** NO UNITY CHECKS IN THIS GROUP **

ISOMETRICO

M N VALUE=0.800

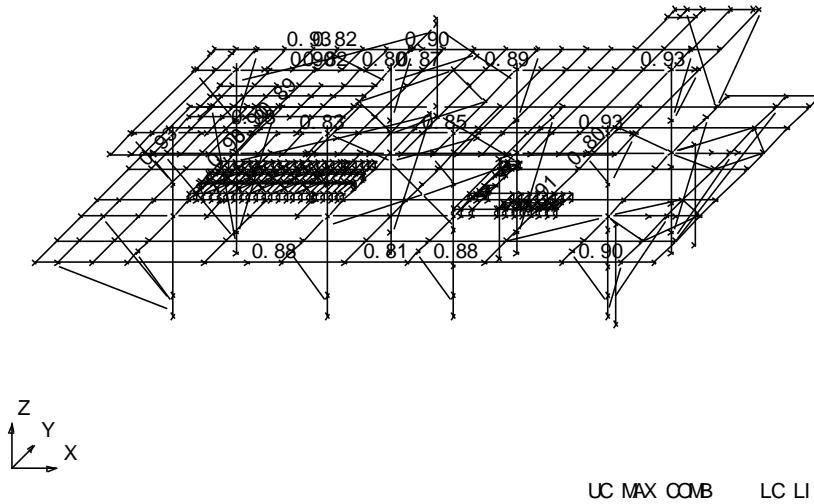


Figura 7.4. Relaciones de Esfuerzos (Unity Check) Máximas en Superestructura

PLAN VIEW AT Z = 27.145

M N VALUE=0.800

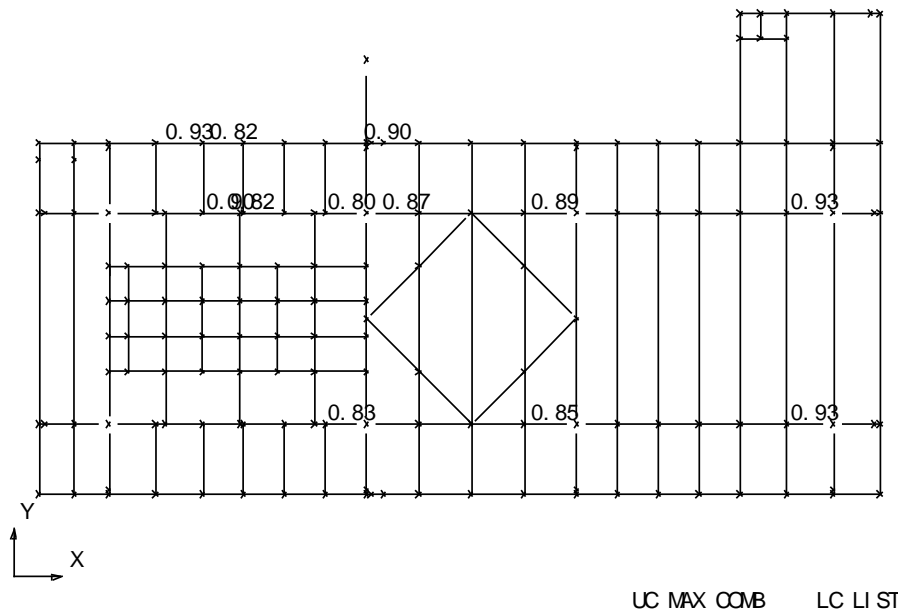


Figura 7.5. Relaciones de Esfuerzos (Unity Check) máximas en cubierta superior Elev. (+) 27.765

PLAN VI EWAT Z = 18.147

M N VALUE=0.800

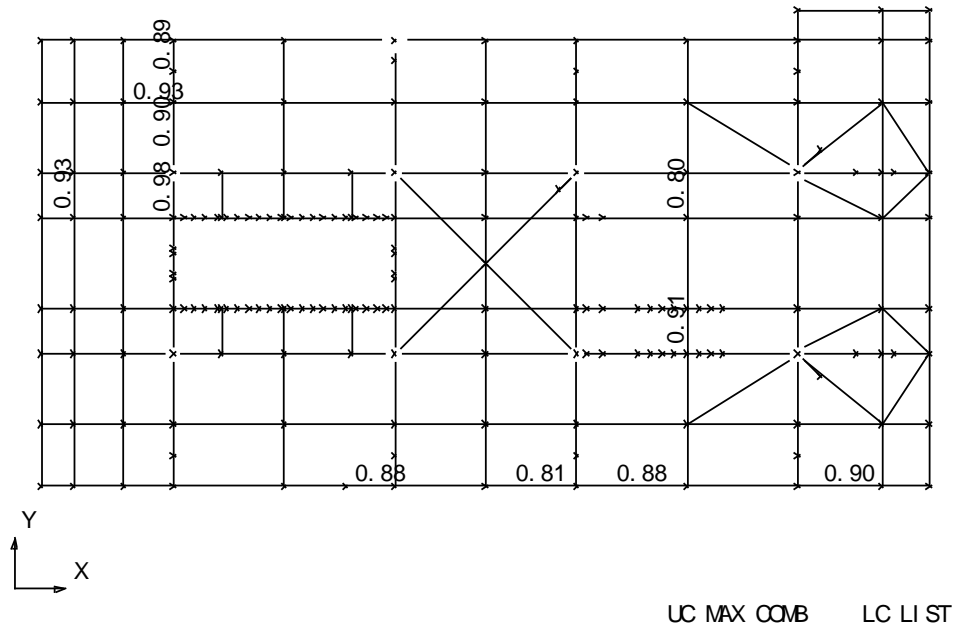


Figura 7.6. Relaciones de Esfuerzos (Unity Check) máximas en cubierta Inferior Elev. (+) 19.100

ISOMETRICO

M N VALUE=0.800

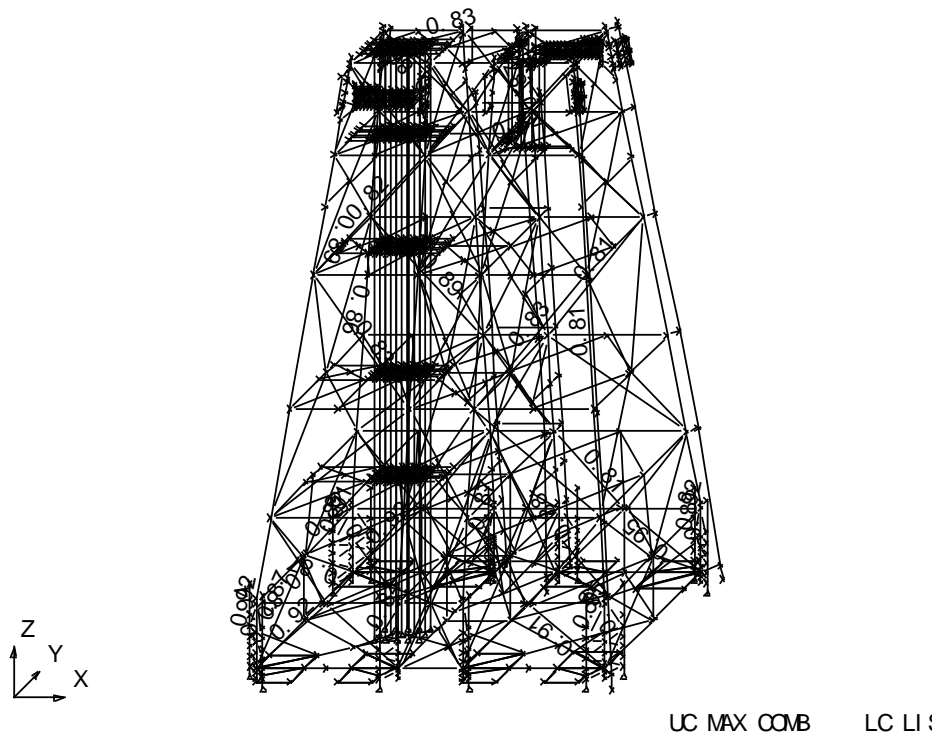


Figura 7.7. Relaciones de Esfuerzos (Unity Check) máximas en subestructura

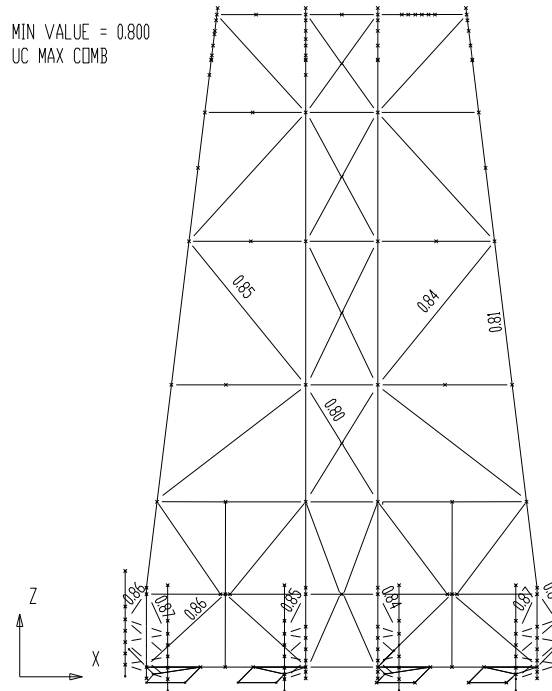


Figura 7.8. Relaciones de Esfuerzos (Unity Check) máximas en subestructura, marco A

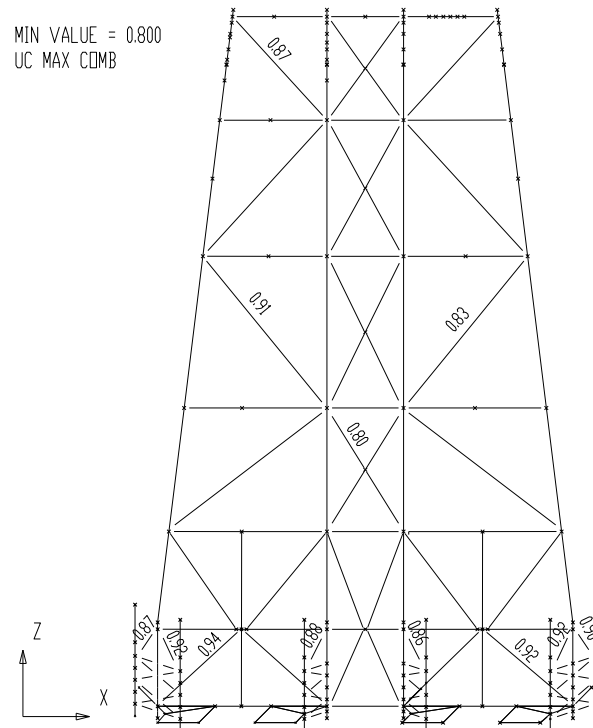


Figura 7.9. Relaciones de Esfuerzos (Unity Check) máximas en subestructura, marco B

7.4. REVISIÓN DE JUNTAS

En esta sección se presenta la revisión de las juntas tubulares. En primer lugar se presentan las relaciones de esfuerzos (Unity Check) máximas por punzonamiento (Punching Shear) y por resistencia, posteriormente se presenta la revisión por colapso general en las juntas donde es aplicable esta revisión.

7.4.1. Previsión por Punzonamiento (Punching Shear) y Resistencia

A continuación se incluye el listado con las relaciones de esfuerzos máximas (Unity Check) máximas por punzonamiento (Punching Shear) y resistencia.

** JOINT CAN SUMMARY **												
(UNITY CHECK ORDER)												
***** ORIGINAL *****						***** LOAD DESIGN *****				*** STRENGTH ANALYSIS ***		
JOINT	DIAMETER (CM)	THICKNESS (CM)	YLD STRS (KGSMM)	LOAD UC	STRN UC	DIAMETER (CM)	THICKNESS (CM)	YLD STRS (KGSMM)	LOAD UC	STRN UC	BRACE JOINT	LOAD CASE
946	66.040	2.540	35.180	0.704	0.992	66.040	2.540	35.180	0.704	0.992	1070	325
943	66.040	2.540	35.180	0.862	0.991	66.040	2.540	35.180	0.862	0.991	1066	303
683	76.200	2.540	35.180	0.085	0.991	76.200	2.540	35.180	0.085	0.991	1813	312
1083	152.400	3.175	35.180	0.980	0.851	152.400	3.175	35.180	0.980	0.851	1075	303
107	76.200	2.540	35.180	0.104	0.979	76.200	2.540	35.180	0.104	0.979	110	323
550	182.880	4.445	35.180	0.477	0.974	182.880	4.445	35.180	0.477	0.974	554	308
685	182.880	4.445	35.180	0.648	0.968	182.880	4.445	35.180	0.648	0.968	1602	311
508	106.680	3.175	35.180	0.720	0.967	106.680	3.175	35.180	0.720	0.967	553	225
684	182.880	4.445	35.180	0.638	0.967	182.880	4.445	35.180	0.638	0.967	700	309
57	40.640	1.905	25.320	0.176	0.942	40.640	1.905	25.320	0.176	0.942	47	311
47	40.640	1.905	25.320	0.058	0.940	40.640	1.905	25.320	0.058	0.940	57	310
429	182.880	4.445	35.180	0.155	0.939	182.880	4.445	35.180	0.155	0.939	434	302
1074	167.640	5.080	35.180	0.307	0.935	167.640	5.080	35.180	0.307	0.935	1068	324
1075	167.640	5.080	35.180	0.332	0.935	167.640	5.080	35.180	0.332	0.935	1069	304
435	182.880	4.445	35.180	0.155	0.929	182.880	4.445	35.180	0.155	0.929	437	326
1488	45.720	1.905	35.180	0.233	0.895	45.720	1.905	35.180	0.233	0.895	329	328
1017	60.960	3.175	35.180	0.152	0.893	60.960	3.175	35.180	0.152	0.893	957	308
612	91.440	3.175	35.180	0.140	0.893	91.440	3.175	35.180	0.140	0.893	658	226
1082	152.400	3.175	35.180	0.886	0.893	152.400	3.175	35.180	0.886	0.893	1074	305
2404	50.800	1.905	25.320	0.106	0.891	50.800	1.905	25.320	0.106	0.891	2229	310
551	182.880	4.445	35.180	0.462	0.887	182.880	4.445	35.180	0.462	0.887	552	308
957	152.400	4.445	35.180	0.715	0.880	152.400	4.445	35.180	0.715	0.880	816	311
791	101.600	3.810	35.180	0.258	0.877	101.600	3.810	35.180	0.258	0.877	790	328
958	152.400	4.445	35.180	0.745	0.877	152.400	4.445	35.180	0.745	0.877	821	309
700	101.600	3.810	35.180	0.272	0.876	101.600	3.810	35.180	0.272	0.876	699	326
804	71.120	3.175	35.180	0.620	0.863	71.120	3.175	35.180	0.620	0.863	685	324
808	71.120	3.175	35.180	0.575	0.862	71.120	3.175	35.180	0.575	0.862	796	310
549	76.200	3.175	35.180	0.040	0.859	76.200	3.175	35.180	0.040	0.859	556	331
158	182.880	3.170	35.180	0.557	0.859	182.880	3.170	35.180	0.557	0.859	125	303
154	182.880	3.170	35.180	0.280	0.858	182.880	3.170	35.180	0.280	0.858	120	311
450	182.880	3.170	35.180	0.423	0.856	182.880	3.170	35.180	0.423	0.856	230	305
805	91.440	3.175	35.180	0.167	0.854	91.440	3.175	35.180	0.167	0.854	807	328
155	182.880	3.170	35.180	0.500	0.853	182.880	3.170	35.180	0.500	0.853	122	325
2403	50.800	1.905	25.320	0.131	0.851	50.800	1.905	25.320	0.131	0.851	2229	330
441	182.880	3.170	35.180	0.318	0.848	182.880	3.170	35.180	0.318	0.848	462	311
151	182.880	3.170	35.180	0.324	0.848	182.880	3.170	35.180	0.324	0.848	14	329
806	91.440	3.175	35.180	0.158	0.839	91.440	3.175	35.180	0.158	0.839	809	210
37	91.440	3.175	35.180	0.325	0.832	91.440	3.175	35.180	0.325	0.832	522	331
34	91.440	3.175	35.180	0.390	0.831	91.440	3.175	35.180	0.390	0.831	519	309
2005	152.400	4.445	35.180	0.829	0.813	152.400	4.445	35.180	0.829	0.813	2013	324
1535	152.400	4.445	35.180	0.827	0.605	152.400	4.445	35.180	0.827	0.605	1523	324
1140	59.690	2.540	35.180	0.822	0.818	59.690	2.540	35.180	0.822	0.818	1537	330
613	91.440	2.540	35.180	0.047	0.816	91.440	2.540	35.180	0.047	0.816	515	326
145	106.680	3.175	35.180	0.103	0.811	106.680	3.175	35.180	0.103	0.811	117	324
121	91.440	3.175	35.180	0.155	0.810	91.440	3.175	35.180	0.155	0.810	120	331
149	106.680	3.175	35.180	0.097	0.805	106.680	3.175	35.180	0.097	0.805	110	330
112	91.440	3.175	35.180	0.145	0.804	91.440	3.175	35.180	0.145	0.804	14	308
242	91.440	3.175	35.180	0.129	0.802	91.440	3.175	35.180	0.129	0.802	125	323
2008	152.400	4.445	35.180	0.631	0.800	152.400	4.445	35.180	0.631	0.800	2016	304
819	152.400	4.445	35.180	0.698	0.797	152.400	4.445	35.180	0.698	0.797	881	203
208	50.800	1.905	25.320	0.797	0.704	50.800	1.905	25.320	0.797	0.704	211	308
233	91.440	3.175	35.180	0.114	0.794	91.440	3.175	35.180	0.114	0.794	122	306
587	91.440	3.175	35.180	0.126	0.794	91.440	3.175	35.180	0.126	0.794	586	322
598	91.440	3.175	35.180	0.126	0.794	91.440	3.175	35.180	0.126	0.794	597	322
624	91.440	3.175	35.180	0.124	0.794	91.440	3.175	35.180	0.124	0.794	623	322
635	91.440	3.175	35.180	0.122	0.794	91.440	3.175	35.180	0.122	0.794	634	322
442	182.880	3.170	35.180	0.384	0.791	182.880	3.170	35.180	0.384	0.791	123	311
2004	152.400	4.445	35.180	0.573	0.790	152.400	4.445	35.180	0.573	0.790	2012	311
1540	152.400	4.445	35.180	0.650	0.789	152.400	4.445	35.180	0.650	0.789	1429	304
143	106.680	3.175	35.180	0.105	0.788	106.680	3.175	35.180	0.105	0.788	116	324
240	76.200	2.540	35.180	0.207	0.785	76.200	2.540	35.180	0.207	0.785	37	210
1429	152.400	4.445	35.180	0.625	0.785	152.400	4.445	35.180	0.625	0.785	1540	310
148	106.680	3.175	35.180	0.100	0.782	106.680	3.175	35.180	0.100	0.782	109	310
1054	66.040	2.540	35.180	0.263	0.781	66.040	2.540	35.180	0.263	0.781	1055	303
514	91.440	3.175	35.180	0.249	0.779	91.440	3.175	35.180	0.249	0.779	666	326
2082	121.920	5.080	35.150	0.040	0.779	121.920	5.080	35.150	0.040	0.779	2909	306
100	182.880	5.080	35.180	0.779	0.672	182.880	5.080	35.180	0.779	0.672	39	324
513	91.440	3.175	35.180	0.259	0.778	91.440	3.175	35.180	0.259	0.778	545	322
960	66.040	2.540	35.180	0.285	0.778	66.040	2.540	35.180	0.285	0.778	961	309
251	182.880	5.080	35.180	0.778	0.669	182.880	5.080	35.180	0.778	0.669	33	330
437	91.440	3.175	35.180	0.108	0.772	91.440	3.175	35.180	0.108	0.772	520	205

7.5. REVISIÓN POR COLAPSO HIDROSTÁTICO

A continuación se incluye la revisión por colapso general en las juntas donde es aplicable esta revisión, es decir, en las “cruceas” de la subestructura.

ANALISIS EN SITIO ESTATICO-PLATAFORMA PP-AYATSIL-D

***** SEASTATE HYDROSTATIC COLLAPSE ANALYSIS *****

*** DESIGN PARAMETERS **

DESIGN DEPTH 117.250 M.
 WATER DENSITY 1.030 TONNE/M**3
 PRESSURE 120767.031 KG/M**2
 RING HEIGHT INCR..... 0.635 CM.
 RING THICK. INCR..... 0.317 CM.
 SAFETY FACTOR 1.500
 CODE SELECTED API
 REDESIGN SELECTED RINGS
 HYDROSTATIC AXIAL LOAD . NO
 RING LOCATION EXTERNAL

ANALISIS EN SITIO ESTATICO-PLATAFORMA PP-AYATSIL-D

***** SEASTATE HYDROSTATIC COLLAPSE ANALYSIS *****

GROUP LABEL	OUTSIDE DIAMETER (CM)	WALL THICKNESS (CM)	YIELD STRESS (KG/CM2)	HOOP STRESS (KG/CM2)	AXIAL STRESS (KG/CM2)	RING SPACING (CM)	***** RING PARAMETERS *****				***** COMMENTS *****	UNITY CHECK
							----- WEB -----	--- FLANGE ---	THICK. (CM)	WIDTH (CM)		
08A	21.895	1.270	2532.001	104.102	0.000	102.88					ORIGINAL	0.099
08Y	21.895	0.820	2532.001	161.231	0.000	128.03					ORIGINAL	0.202
10A	27.305	1.270	2532.001	129.825	0.000	143.27					ORIGINAL	0.141
10X	27.305	1.270	2532.001	129.825	0.000	143.27					ORIGINAL	0.141
12A	32.385	1.270	2532.001	153.978	0.000	185.05					ORIGINAL	0.188
12X	32.385	1.270	2532.001	153.978	0.000	185.05					ORIGINAL	0.188
14A	35.560	1.270	2532.001	169.074	0.000	212.91					ORIGINAL	0.218
14B	35.560	2.540	3518.001	84.537	0.000	150.56					ORIGINAL	0.056
14D	35.560	1.905	2532.001	112.716	0.000	173.85					ORIGINAL	0.112
14E	35.560	1.270	2532.001	169.074	0.000	212.91					ORIGINAL	0.218
14F	35.560	2.540	3518.001	84.537	0.000	150.56					ORIGINAL	0.056
14G	35.560	1.270	2532.001	169.074	0.000	212.91					ORIGINAL	0.218
14H	35.560	2.540	3518.001	84.537	0.000	150.56					ORIGINAL	0.056
14I	35.560	1.270	2532.001	169.074	0.000	212.91					ORIGINAL	0.218
14J	35.560	2.540	3518.001	84.537	0.000	150.56					ORIGINAL	0.056
14K	35.560	1.905	2532.001	112.716	0.000	173.85					ORIGINAL	0.112
14L	35.560	1.270	2532.001	169.074	0.000	212.91					ORIGINAL	0.218
14M	35.560	2.540	3518.001	84.537	0.000	150.56					ORIGINAL	0.056
14N	35.560	1.270	2532.001	169.074	0.000	212.91					ORIGINAL	0.218
14O	35.560	2.540	3518.001	84.537	0.000	150.56					ORIGINAL	0.056
14P	35.560	1.270	2532.001	169.074	0.000	212.91					ORIGINAL	0.218
14R	35.560	1.905	2532.001	112.716	0.000	173.85					ORIGINAL	0.112
14S	35.560	1.270	2532.001	169.074	0.000	212.91					ORIGINAL	0.218
16A	40.640	1.270	2532.001	193.227	0.000	260.12					ORIGINAL	0.266
16B	40.640	1.905	2532.001	128.818	0.000	212.39					ORIGINAL	0.139
16H	40.640	1.270	2532.001	193.227	0.000	260.12					ORIGINAL	0.266
16M	40.640	2.144	2532.001	114.458	0.000	200.21					ORIGINAL	0.114
16P	40.640	1.270	2532.001	193.227	0.000	260.12					ORIGINAL	0.266
18A	45.720	1.270	2532.001	217.381	0.000	310.38					ORIGINAL	0.314
18B	45.720	1.905	3518.001	144.920	0.000	253.43					ORIGINAL	0.135
18C	45.720	1.270	2532.001	217.381	0.000	310.38					ORIGINAL	0.314
18D	45.720	1.270	2532.001	217.381	0.000	310.38					ORIGINAL	0.314
18E	45.720	1.905	2532.001	144.920	0.000	253.43					ORIGINAL	0.170
20A	50.800	1.905	3518.001	161.023	0.000	296.82					ORIGINAL	0.158
20B	50.800	1.588	2532.001	193.166	0.000	325.09					ORIGINAL	0.266
20C	50.800	2.540	3518.001	120.767	0.000	257.06					ORIGINAL	0.101
20D	50.800	1.588	2532.001	193.166	0.000	325.09					ORIGINAL	0.266
20E	50.800	2.540	2532.001	161.023	0.000	296.82					ORIGINAL	0.125
20F	50.800	1.588	2532.001	193.166	0.000	325.09					ORIGINAL	0.266
20G	50.800	3.175	3518.001	96.614	0.000	229.92					ORIGINAL	0.069
20H	50.800	1.905	2532.001	161.023	0.000	296.82					ORIGINAL	0.202
20I	50.800	2.540	3518.001	120.767	0.000	257.06					ORIGINAL	0.101
20J	50.800	2.540	2532.001	161.023	0.000	296.82					ORIGINAL	0.125
20K	50.800	1.270	2532.001	241.534	0.000	363.52					ORIGINAL	0.431
20L	50.800	2.540	2532.001	120.767	0.000	257.06					ORIGINAL	0.125
20M	50.800	1.905	2532.001	161.023	0.000	296.82					ORIGINAL	0.202
20N	50.800	1.270	2532.001	241.534	0.000	363.52					ORIGINAL	0.431
20O	50.800	1.588	2532.001	193.166	0.000	325.09					ORIGINAL	0.266
20P	50.800	3.175	3518.001	96.614	0.000	229.92					ORIGINAL	0.069
20Q	50.800	2.540	2532.001	120.767	0.000	257.06					ORIGINAL	0.125
20R	50.800	1.905	3518.001	161.023	0.000	296.82					ORIGINAL	0.158
20S	50.800	1.905	2532.001	161.023	0.000	296.82					ORIGINAL	0.202
20T	50.800	2.540	3518.001	120.767	0.000	257.06					ORIGINAL	0.101
20U	50.800	1.905	3518.001	161.023	0.000	296.82					ORIGINAL	0.158
20V	50.800	2.540	3518.001	120.767	0.000	257.06					ORIGINAL	0.101
20W	50.800	1.905	2532.001	161.023	0.000	296.82					ORIGINAL	0.202
20X	50.800	1.905	2532.001	161.023	0.000	296.82					ORIGINAL	0.202
20Y	50.800	3.175	3518.001	96.614	0.000	229.92					ORIGINAL	0.069
20Z	50.800	2.540	3518.001	120.767	0.000	257.06					ORIGINAL	0.101
24A	60.960	1.588	2532.001	231.800	0.000	427.34					ORIGINAL	0.381
24B	60.960	2.540	2532.001	144.920	0.000	337.90					ORIGINAL	0.170
24C	60.960	2.540	3518.001	144.920	0.000	337.90					ORIGINAL	0.135
24D	60.960	1.588	2532.001	231.800	0.000	427.34					ORIGINAL	0.381
24E	60.960	1.905	2532.001	193.227	0.000	390.17					ORIGINAL	0.266

7.6. REVISIÓN DE PILOTES

A continuación se presenta la revisión de los pilotes, en términos de esfuerzos, desplazamientos y capacidad de carga.

7.6.1. Revisión de esfuerzos

A continuación se muestran las relaciones de esfuerzos de los pilotes arriba del lecho marino, de forma numérica y gráfica.

*** MEMBER GROUP SUMMARY ***
API RP2A 21ST/AISC 9TH

GRP ID	CRITICAL MEMBER	LOAD COND	MAX. UNITY CHECK	DIST FROM END M	* APPLIED STRESSES *			*** ALLOWABLE STRESSES ***				CRIT COND	EFFECTIVE LENGTHS		CM VALUES *	
					AXIAL KGSM	BEND-Y KGSM	BEND-Z KGSM	AXIAL KGSM	EULER KGSM	BEND-Y KGSM	BEND-Z KGSM		KLY M	KLZ M	Y	Z
PIL	465-532	229	0.00	0.0	-0.05	-0.01	0.00	14.88	1062.08	18.99	18.99	C<.15	6.7	6.7	0.85	0.85
SLE	8-28	323	0.57	2.1	-4.33	-10.19	-7.05	27.17	*****	30.42	30.42	C>.15A	2.1	2.1	1.00	1.00
SLV	10-30	323	0.64	2.1	-5.48	-10.52	-8.14	27.17	*****	30.42	30.42	C>.15A	2.1	2.1	1.00	1.00

ISOMETRIC

M N VALUE=0.400

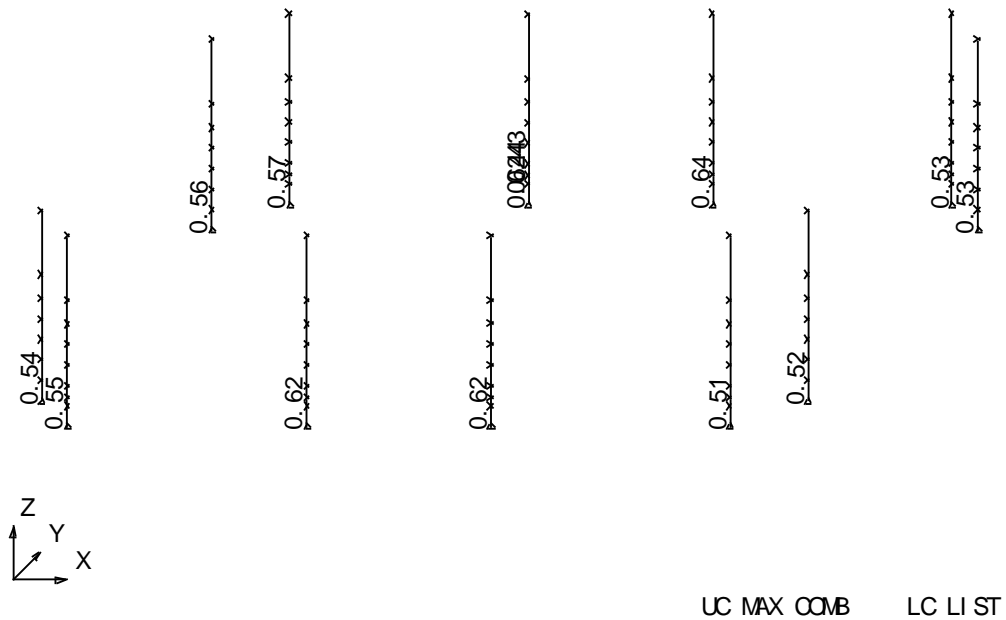


Figura 7.10. Relaciones de esfuerzos máximos en los pilotes tipo faldón

** P I L E G R O U P S U M M A R Y **

GROUP ID = PLA

Table with columns: DISTANCE FROM PILEHEAD M, DEFLECTIONS (LATERAL CM, AXIAL CM, ROT. RAD), INTERNAL LOADS (BENDING MOMENT M-KG, SHEAR KG, AXIAL LOAD KG), STRESSES (BENDING STRESS KGSCM, AXIAL STRESS KGSCM, SHEAR STRESS KGSCM, COMB. STRESS KGSCM), PILE HEAD ID, CRITICAL LOAD CASE, MAXIMUM UNITY CHECK. The table lists data for 72.6 meters distance.

** PILE GROUP SUMMARY **

GROUP ID = PLB

DISTANCE FROM PILEHEAD M	***** DEFLECTIONS *****			***** INTERNAL LOADS *****			***** STRESSES *****				PILE HEAD ID	CRITICAL LOAD CASE	MAXIMUM UNITY CHECK
	LATERAL CM	AXIAL CM	ROT. RAD	BENDING MOMENT M-KG	SHEAR KG	AXIAL LOAD KG	BENDING STRESS KG/CM ²	AXIAL STRESS KG/CM ²	SHEAR STRESS KG/CM ²	COMB. STRESS KG/CM ²			
73.5	0.000	0.588	0.00000	73.3	15.9	-607597.3	0.04	-158.82	0.01	-158.86	8	325	0.078
74.3	0.000	0.582	0.00000	60.1	15.0	-570598.6	0.03	-149.15	0.01	-149.18	8	325	0.074
75.1	0.000	0.576	0.00000	47.9	13.6	-533434.4	0.03	-139.44	0.01	-139.46	8	325	0.069
76.0	0.000	0.569	0.00000	37.1	12.0	-495883.5	0.03	-160.96	0.01	-160.99	8	325	0.079
76.8	0.000	0.562	0.00000	27.7	10.2	-458008.0	0.02	-148.67	0.01	-148.68	8	325	0.073
77.7	0.000	0.557	0.00000	19.9	8.3	-420074.6	0.01	-136.35	0.01	-136.37	8	325	0.067
78.5	0.000	0.551	0.00000	13.7	6.6	-382060.7	0.01	-124.01	0.00	-124.02	8	325	0.061
79.4	0.000	0.546	0.00000	8.8	5.0	-343942.8	0.01	-111.64	0.00	-111.65	8	325	0.055
80.2	0.000	0.542	0.00000	5.3	3.6	-305696.5	0.00	-99.23	0.00	-99.23	8	325	0.049
81.1	0.000	0.538	0.00000	2.8	2.4	-267296.1	0.00	-86.76	0.00	-86.76	8	325	0.043
81.9	0.000	0.535	0.00000	1.2	1.4	-228715.1	0.00	-74.24	0.00	-74.24	8	325	0.026
82.7	0.000	0.532	0.00000	0.4	0.7	-189925.9	0.00	-61.65	0.00	-61.65	8	325	0.022
83.6	0.000	0.530	0.00000	0.0	0.2	-150899.6	0.00	-48.98	0.00	-48.98	8	325	0.017
84.4	0.000	0.528	0.00000	0.0	0.0	-65661.7	0.00	-21.31	0.00	-21.31	8	325	0.008

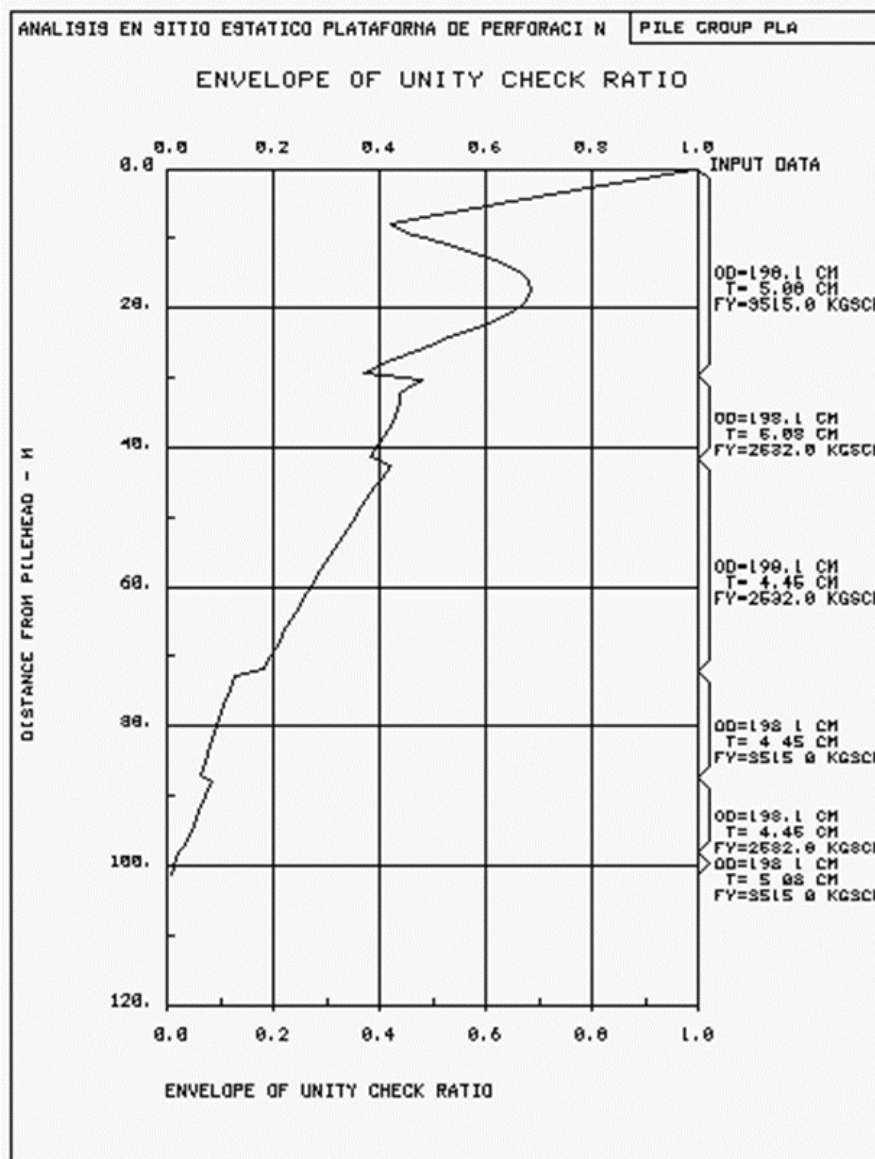


Figura 7.11. Gráfica de relaciones de esfuerzos (Unity Check) máximos en Pilotes de 72”Ø Grupo PLA

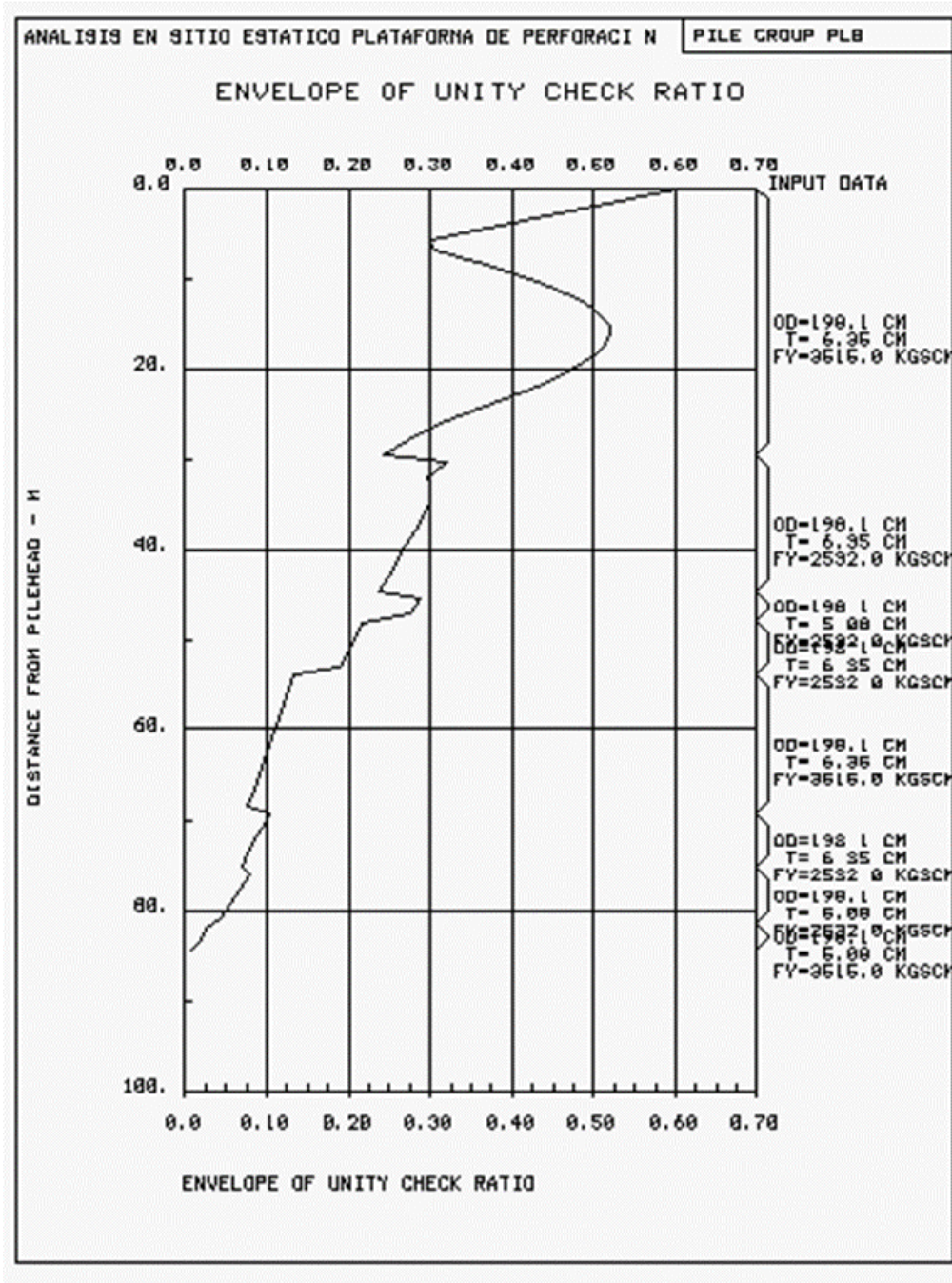


Figura 7.12. Gráfica de relaciones de esfuerzos (Unity Check) máximos en Pilotes de 72”Ø Grupo PLB

7.6.2. Revisión de desplazamientos

La siguiente gráfica muestra los desplazamientos laterales en la cabeza del pilote (A nivel del lecho marino).

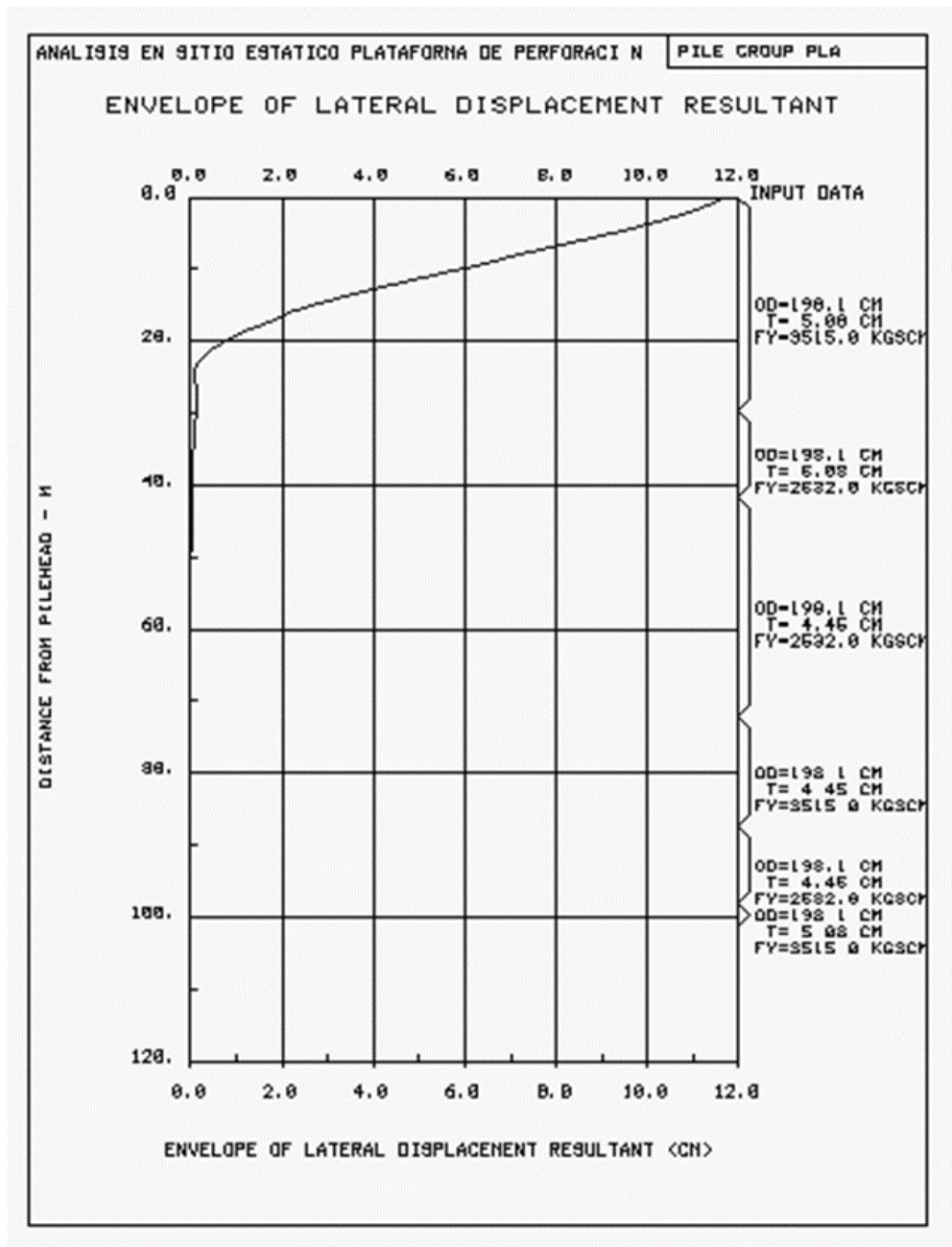


Figura 7.13. Envoltente de desplazamientos laterales en pilotes de 72"Ø Grupo PLA

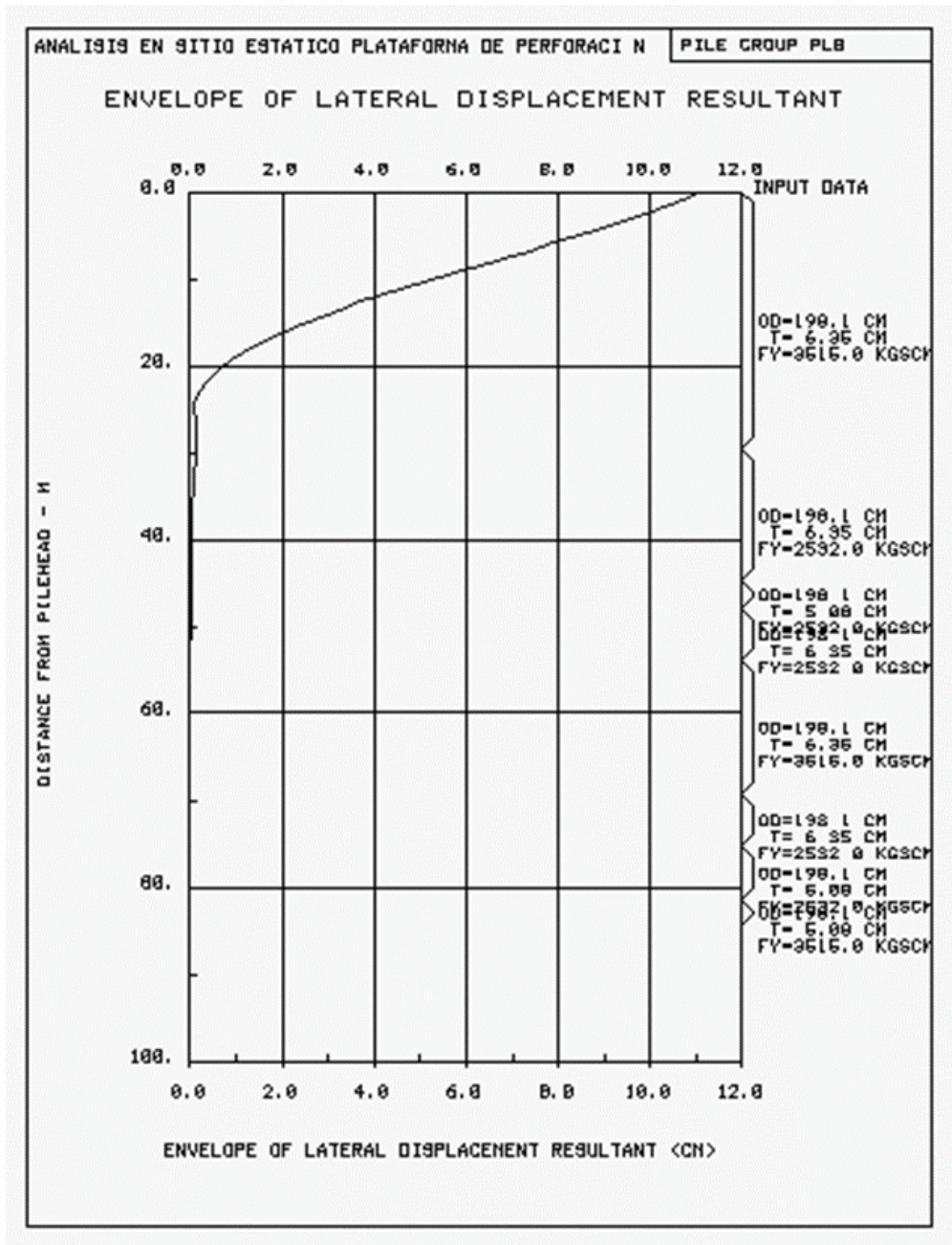


Figura 7.14. Envoltorio de desplazamientos laterales en pilotes de 72"Ø Grupo PLB

En la siguiente tabla se presentan los desplazamientos máximos en la cabeza de los pilotes.

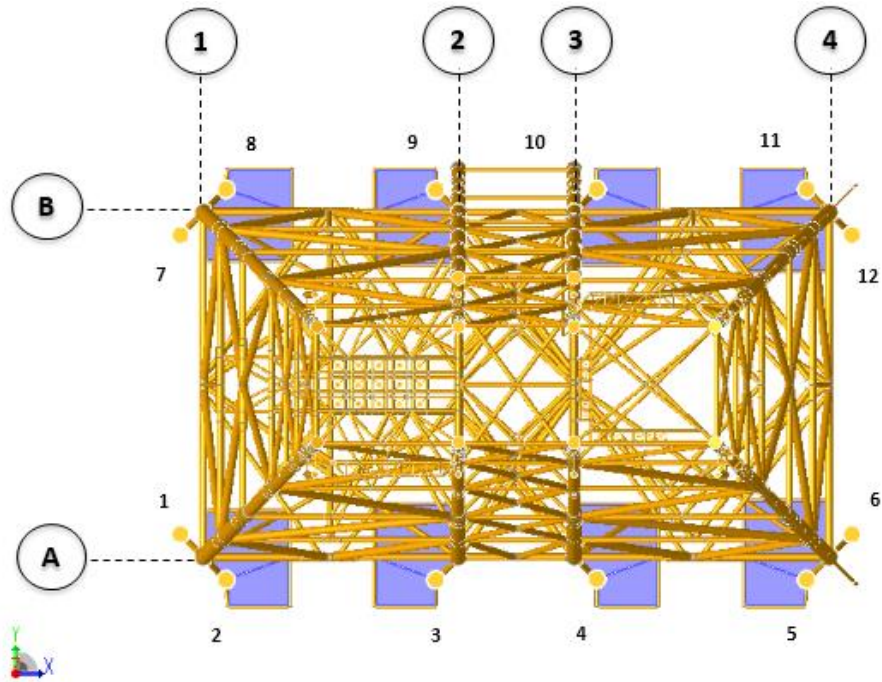


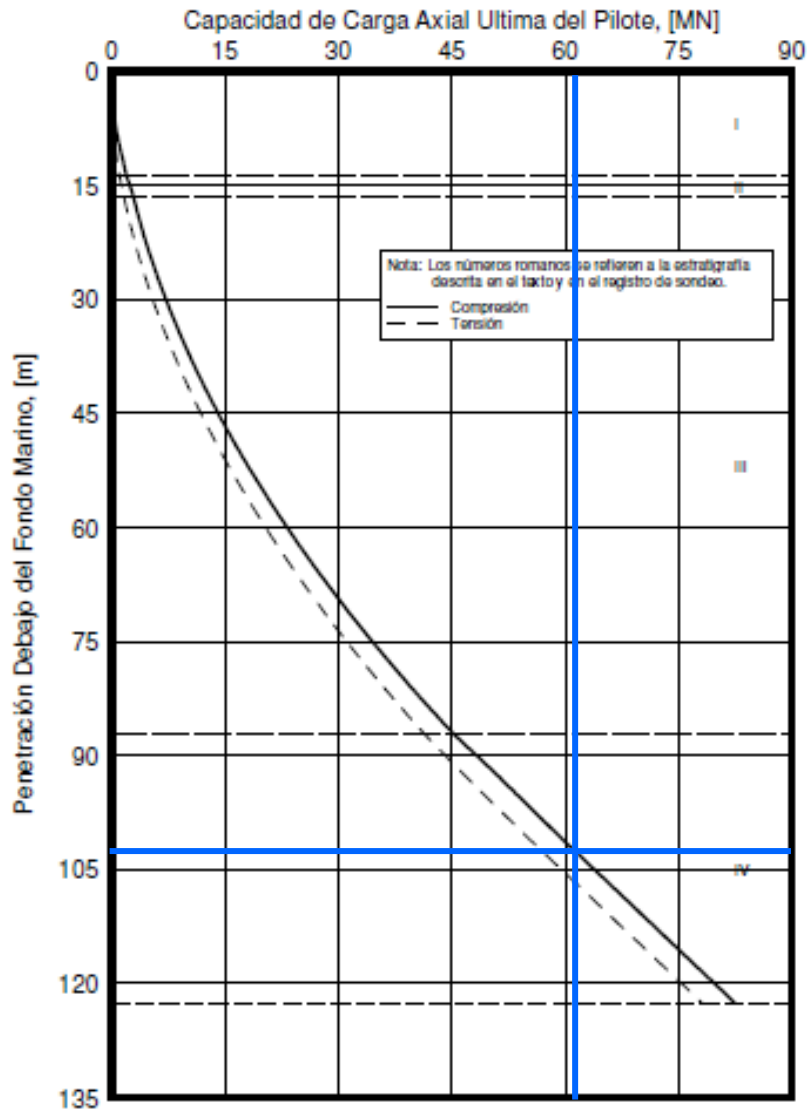
Figura 7.15. Localización de los pilotes tipo faldón

Tabla 7.1. Desplazamientos laterales máximos

Desplazamientos de PP-Ayatsil-D				
Pilote	Nodo	Grupo	Operación	Tormenta
1 A1	1	PLB	2.91	11.01
1 A2	2	PLB	2.88	11.49
1 B1	7	PLB	2.81	10.95
1 B2	8	PLB	2.84	10.93
2A	3	PLA	3.19	11.56
2B	9	PLA	3.24	11.64
3A	4	PLA	3.11	11.49
3B	10	PLA	3.16	11.66
4 A1	5	PLB	2.48	9.75
4 A2	6	PLB	2.47	9.52
4 B1	11	PLB	2.61	9.95
4 B2	12	PLB	2.46	9.50

7.6.3. Revisión por carga axial

A continuación se presenta la revisión de los pilotes por carga axial. Se presenta la gráfica de capacidad de carga de los pilotes de 72"Ø.



CAPACIDAD DE CARGA AXIAL ULTIMA DEL PILOTE
 Método API RP 2GEO (2011)
 Pilotes Tubulares Hincados de 1829 mm (72 pulg.) en Diámetro
 Sondeo: PP-AYATSIL-D
 Bahía de Campeche, México

Figura 7.16. Capacidad de carga axial pilotes de 72" Ø

De acuerdo a los resultados obtenidos del análisis de operación y tormenta, se determinó que la profundidad de hincado de los pilotes es de 101 m.

En la revisión por carga axial (compresión) de los pilotes de 72"Ø, se tomaron los valores del Reporte Geotécnico de Sondeo: Ayatsil. De acuerdo a la figura 7.15 y de acuerdo a la longitud de hincado de los pilotes, tenemos la lectura de capacidad de carga axial de los pilotes de 62 MN, correspondiente a 6222.39 ton para pilotes de 72"Ø.

De acuerdo con lo anterior, para pilotes de 72" Ø, la capacidad de Carga Axial es de 6222.39 Ton.

Peso de las longitudes de pilote:

Para pilotes de 72" de diámetro es de 308.13 Ton para Eje 1 A1, 1 A2, 1 B1, 1 B2, 4 A1, 4 A2, 4 B1 y 4 B2.

Para pilotes de 72" de diámetro es de 228.08 Ton para Eje 2 A, 2 B, 3 A y 3 B.

Para obtener el factor de seguridad de los pilotes se ha utilizado la capacidad axial neta, es decir, a la capacidad obtenida de la figura 7.15 se le ha restado el peso del pilote correspondiente.

Tabla 7.2. Factor de seguridad de los pilotes de la plataforma Ayatsil-D

Pilote	Eje	Nodo	Diámetro (in)	Diámetro (cm)	Capacidad Axial (ton)	Peso del pilote (ton)	Capacida Axial Neta (ton)
ESQUINA	1 A1	1	78	198.12	6222.39	308.13	5914.26
ESQUINA	1 A2	2	78	198.12	6222.39	308.13	5914.26
ESQUINA	1 B1	7	78	198.12	6222.39	308.13	5914.26
ESQUINA	1 B2	8	78	198.12	6222.39	308.13	5914.26
INTERIOR	2A	3	78	198.12	6222.39	228.08	5994.31
INTERIOR	2B	9	78	198.12	6222.39	228.08	5994.31
INTERIOR	3A	4	78	198.12	6222.39	228.08	5994.31
INTERIOR	3B	10	78	198.12	6222.39	228.05	5994.31
ESQUINA	4 A1	5	78	198.12	6222.39	308.13	5914.26
ESQUINA	4 A2	6	78	198.12	6222.39	308.13	5914.26
ESQUINA	4 B1	11	78	198.12	6222.39	308.13	5914.26
ESQUINA	4 B2	12	78	198.12	6222.39	308.13	5914.26

Tabla 7. 2. Factor de seguridad de los pilotes de la plataforma Ayatsil-D (continuación)

Pilote	Grupo	Nodo	Dirección	Operación Axial (ton)	Dirección	Tormenta Axial (ton)	Factor de Seguridad	
							Operación	Tormenta
ESQUINA	PLB	1	210°	1490.10	210°	2383.21	3.97	2.48
ESQUINA	PLB	2	240°	1725.96	240°	2852.68	3.43	2.07
ESQUINA	PLB	7	300°	1519.91	180°	2412.25	3.89	2.45
ESQUINA	PLB	8	330°	1782.03	120°	2895.98	3.32	2.04
INTERIOR	PLA	3	240°	2053.83	240°	3056.02	2.92	1.96
INTERIOR	PLA	9	270°	2324.00	120°	3353.15	2.58	1.79
INTERIOR	PLA	4	120°	2068.84	300°	3043.93	2.90	1.97
INTERIOR	PLA	10	90°	2326.06	60°	3333.56	2.58	1.80
ESQUINA	PLB	5	300°	1753.50	300°	2762.31	3.41	2.14
ESQUINA	PLB	6	240°	1546.72	330°	2422.81	3.82	2.44
ESQUINA	PLB	11	60°	1740.22	60°	2760.07	3.40	2.14
ESQUINA	PLB	12	30°	1531.78	30°	2412.36	3.86	2.45

CAPÍTULO 8

CONCLUSIONES

Los aspectos tratados en este documento están basados y han sido enfocados solamente al caso de los parámetros oceanográficos bajo las condiciones de diseño de operación y tormenta. Este trabajo no aborda los diferentes análisis que se realizan a una plataforma marina.

A partir de los resultados análisis en sitio estático (operación y tormenta) de la plataforma de perforación PP-Ayatsil-D, se puede observar lo siguiente:

En general, el comportamiento estructural de la plataforma PP-Ayatsil-D es adecuado, ya que en los elementos estructurales no se presenta ningún elemento con relaciones de esfuerzo mayor de 1.0, es decir está cumpliendo con la normatividad.

El comportamiento de los pilotes tipo faldón es adecuado en cuanto a la relación de esfuerzos, ya que el valor máximo es de 0.988 sobre el lecho marino para el grupo de pilotes de 72"Ø. En cuanto a los Factores de Seguridad obtenidos, tanto en las condiciones de operación como de tormenta, estos tienen valores de 2.58 y 1.79, respectivamente; los cuales cumplen con lo establecido en el API RP 2A WSD, 21TH Ed. de 2.0 y 1.5.

En la revisión de juntas, no se han encontrado juntas con relaciones de esfuerzos mayores a la unidad. Los desplazamientos máximos obtenidos en tormenta, asociados a la dirección de análisis transversal a la plataforma (Y, 90°) son del orden de: 42.14 cm en superestructura, 33.22 cm en el punto de trabajo y 10.90 cm en la elevación de la línea de lodos. Estos desplazamientos son aceptables para este tipo de plataformas.

Por lo anterior, se concluye que la plataforma de perforación Ayatsil-D, cuenta con la resistencia y rigidez requerida para las condiciones analizadas y cumple con los requerimientos normativos. De manera general se concluye:

En los últimos años ha sido un reto para México la exploración y explotación de yacimientos petroleros en aguas profundas (tirantes de agua mayor a 500 metros, distancia entre la superficie y el lecho marino), donde Pemex ha estimado que se encuentra el 55 por ciento (o cerca de 30 mil millones de barriles de crudo equivalente), de un total de 54 mil millones de barriles de petróleo equivalente de recursos prospectivos (potenciales) que tiene el país.

Aun cuando es cada vez más necesario emplear nuevos proyectos como la exploración en aguas profundas, pues el petróleo que se obtiene en tierra y en la plataforma continental se encuentra en fase de declinación, la prioridad de la paraestatal es obtener esos recursos petroleros en aguas someras, aguas profundas y en campos maduros.

Ayatsil y Lakach son dos campos que protagonizarán el sector energético del país en los próximos años.

De acuerdo a esas estrategias de explotación, Pemex planea construir cuatro plataformas de perforación, una de producción, una habitacional, trípodes de apoyo y de desfogue, utilizando un concepto diferente al convencional tipo jacket. En este caso, como el tirante de agua está entre 120 y

130 m y no resulta económico emplear pilotes que se extiendan por encima de la superficie del agua, se concluyó que es conveniente emplear subestructuras aligeradas cimentadas con pilotes faldón.

En este trabajo se presenta el desarrollo del diseño conceptual de la plataforma marina fija aligerada considerando los aspectos fundamentales para el diseño de estructuras costa afuera, las condiciones de producción, la logística de la construcción y estado del arte en el análisis, diseño, construcción y mantenimiento de este tipos de estructuras. Para ello, se establecieron con la mayor precisión posible las necesidades de producción y servicios de las plataformas. Se revisó la disponibilidad de barcazas y barcos grúa asociados a las maniobras de lanzamiento e izaje, para decidir la mejor alternativa en el diseño de la plataforma. Se obtuvo la estructuración de la plataforma de acuerdo con la distribución y pesos de equipos en las cubiertas.

El proceso se inicia con el dimensionamiento en función de los requerimientos del grupo operativo, asimismo se consideró la posibilidad de diseñar la plataforma con una cara vertical en la subestructura, se definió el número de pozos y se procedió a desarrollar la estructuración más conveniente. La cara vertical está asociada a la posibilidad de utilizar plataformas del tipo autoelevable (jackups) para la perforación de algunos pozos. Se evaluaron tanto las capacidades y disponibilidad de jackups antes de tomar la decisión del empleo o no, de una cara vertical en la plataforma. Se tomó la decisión sobre la cantidad de piernas a emplear en la plataforma de perforación, asimismo, se evaluó la logística sobre su lanzamiento e izaje en el proceso de instalación y se revisó si los pilotes faldón serían inclinados, es decir, paralelos a las piernas de la subestructura para lo cual el hincado de los pilotes se haría con martillo submarino y con el uso de un seguidor, o verticales. Al final se define el diseño conceptual.

Finalmente lo presentado en este trabajo se muestra el diseño conceptual propuesto para la plataforma de acuerdo a su servicio. Se concluye en la utilización de la plataforma ocho piernas tomando como base una serie de premisas, requerimientos funcionales operativos, condiciones ambientales y condiciones de servicio estructural. Asimismo, es importante mencionar que se generaron y emplearon los factores de seguridad expresamente definidos para realizar estos diseños (Campos et al., 2011; Cabrera-Miranda, 2012). Se encontró que las capacidades de Jack ups, en el mundo, estaban en los límites de su capacidad en cuanto a alcances para poder dar servicio a esta plataforma, además de su limitada disponibilidad. Esta situación reforzó la idea de emplear caras inclinadas en la subestructura, los que a su vez, permite una estructura más eficiente y con mayor estabilidad. En el diseño conceptual se considera las condiciones de operación, tormenta y de resistencia última por oleaje (aunque en este trabajo solo se presenta las condiciones de operación y tormenta). Se definió la estructuración completa, incluyendo todos los elementos estructurales y sus secciones transversales, incluyendo los pilotes faldón y la conexión pilote-pierna que une los pilotes faldón con la subestructura a nivel de línea de lodos.

RETO FUTURO

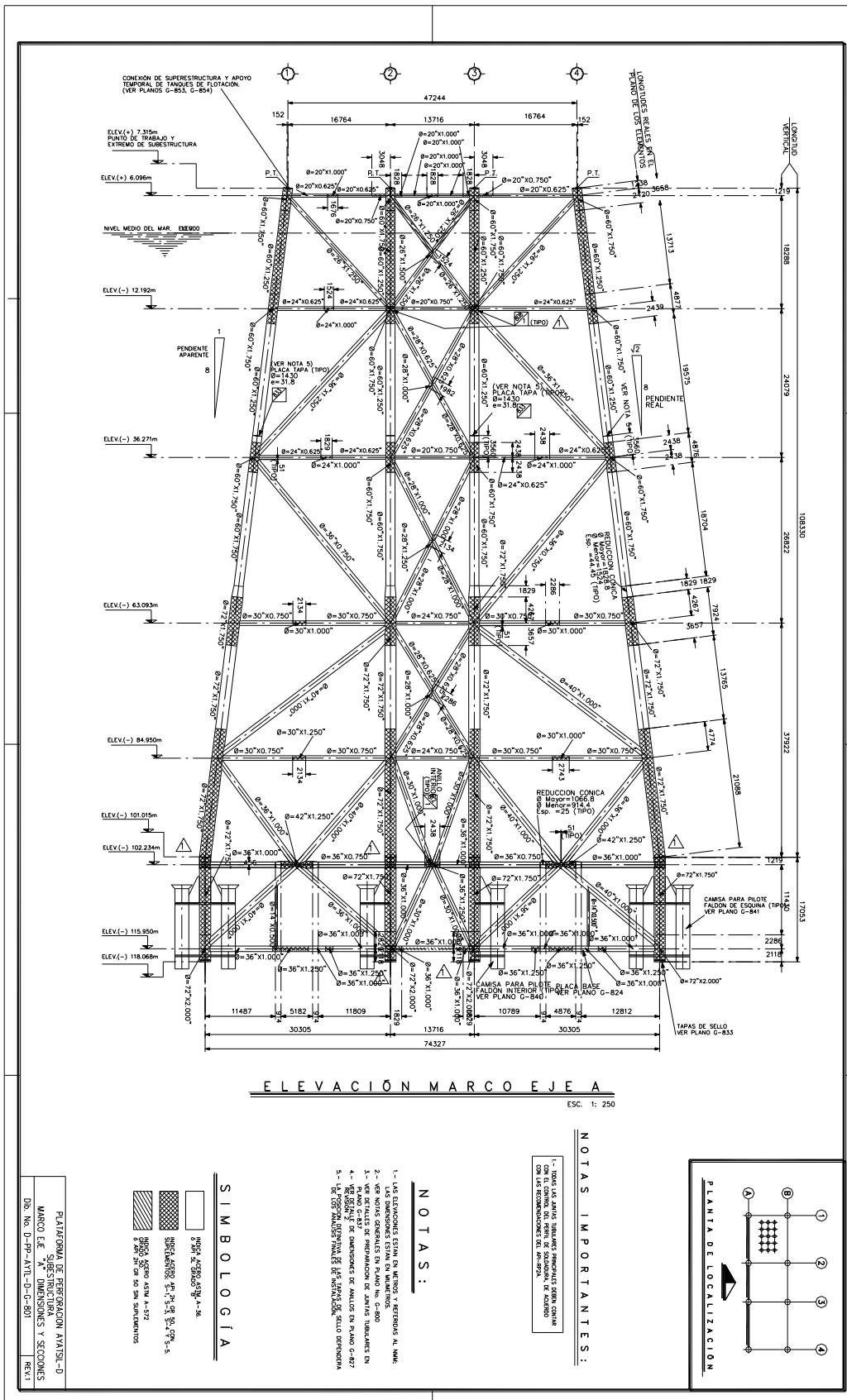
Las expectativas inmediatas de exploración de hidrocarburos en la Sonda de Campeche abarcan regiones cuyos tirantes llegan hasta un poco más de 1000 m. Sin embargo, es de preverse que en el corto plazo habrá que operar en aguas más profundas. En el año 2011 la plataforma Centenario perforó un pozo en un tirante de agua de 1928 m en el Golfo de México.

Antes de diseñar nuevos tipos de estructuras marinas para un nuevo sitio se deben desarrollar dos etapas ligadas entre sí: el diseño conceptual y la seguridad estructural. Al respecto, hasta los 100 m de profundidad se cuenta ya con la suficiente experiencia e información necesaria para el diseño de una plataforma marina tipo jacket la cual se cuenta con la normatividad NRF-003-PEMEX-2007: “Diseño y Evaluación de Plataformas Marinas en el Golfo de México” cuyo alcance cubre la Región Norte,

Litoral Tabasco y Sonda de Campeche. Para los nuevos retos se requieren instalar nuevas plataformas en diferentes sitios cuyos tirantes son mayores a 100 m, diferentes tipos de estructuras, situación que actualmente no está cubierta bajo la norma antes citada. Se requieren estudios metoceanicos en tirantes mayores a 100 m ya que son indispensables para el análisis de una plataforma así como la modificación de la norma de referencia existente o la creación de una nueva que abarque todos los puntos que la NRF-003-PEMEX-2207 carece. En esta sección se muestran los principales resultados obtenidos del Análisis en Sitio Estático de la Plataforma de Perforación PP-Ayatsil-D. Inicialmente se presentan los parámetros especificados en el modelo estructural para la realización del análisis.

ANEXOS

PLANOS



ELEVACION MARCO EJE A
ESC. 1: 250

PLATAFORMA DE PERFORACION AVANSA-D
MARCO E.F. SUPERESTRUCTURA Y SECCIONES
DISEÑO: D-PP-AVIL-G-C-301
REV.1

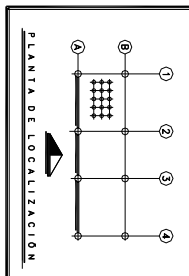
SIMBOLOGIA

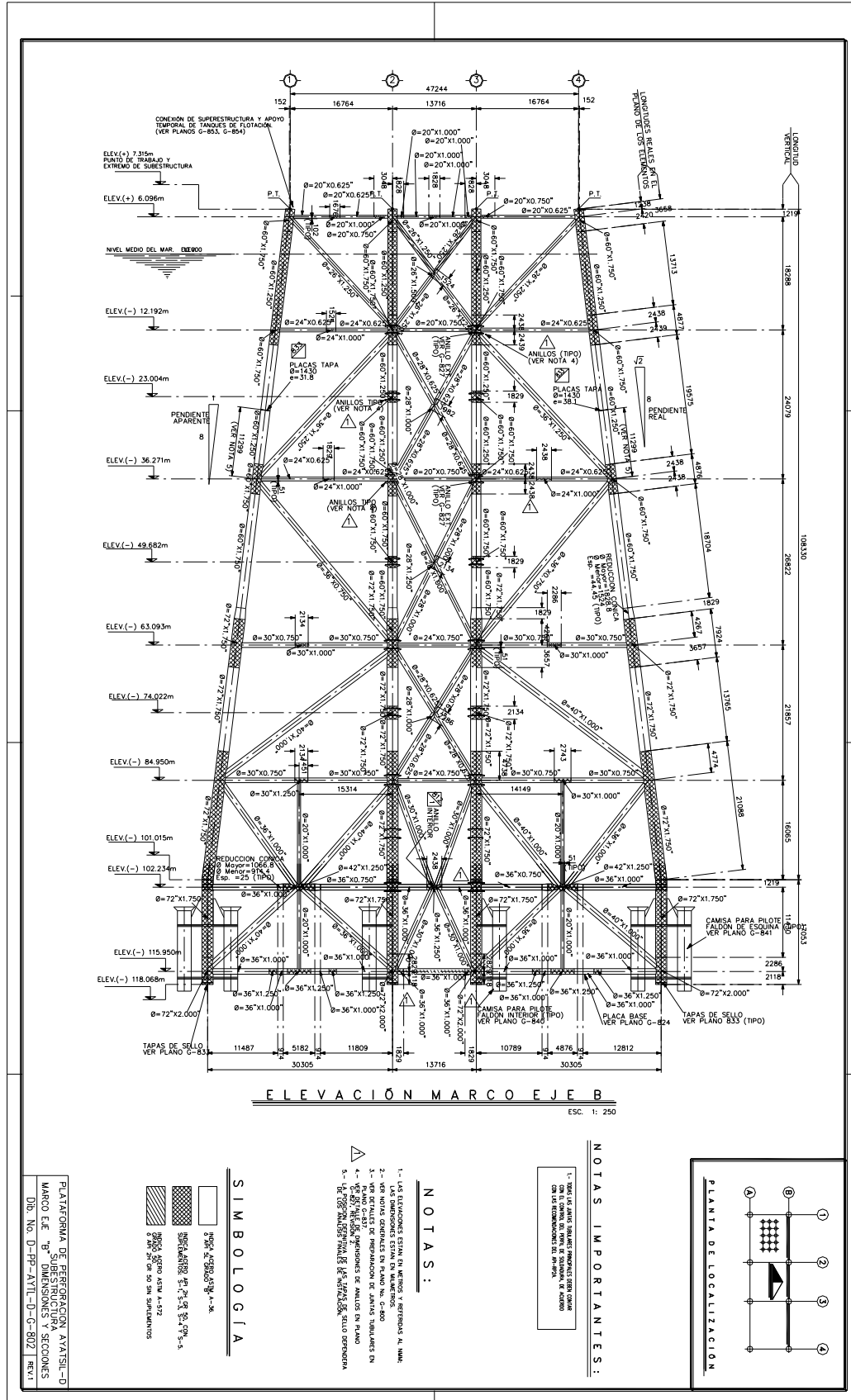
	3/8\"/>
	1/2\"/>
	5/8\"/>
	1\"/>
	1 1/4\"/>
	1 1/2\"/>
	2\"/>
	3\"/>
	4\"/>
	6\"/>
	8\"/>
	10\"/>
	12\"/>
	14\"/>
	16\"/>
	18\"/>
	20\"/>
	22\"/>
	24\"/>
	26\"/>
	28\"/>
	30\"/>
	32\"/>
	34\"/>
	36\"/>
	38\"/>
	40\"/>
	42\"/>
	44\"/>
	46\"/>
	48\"/>
	50\"/>

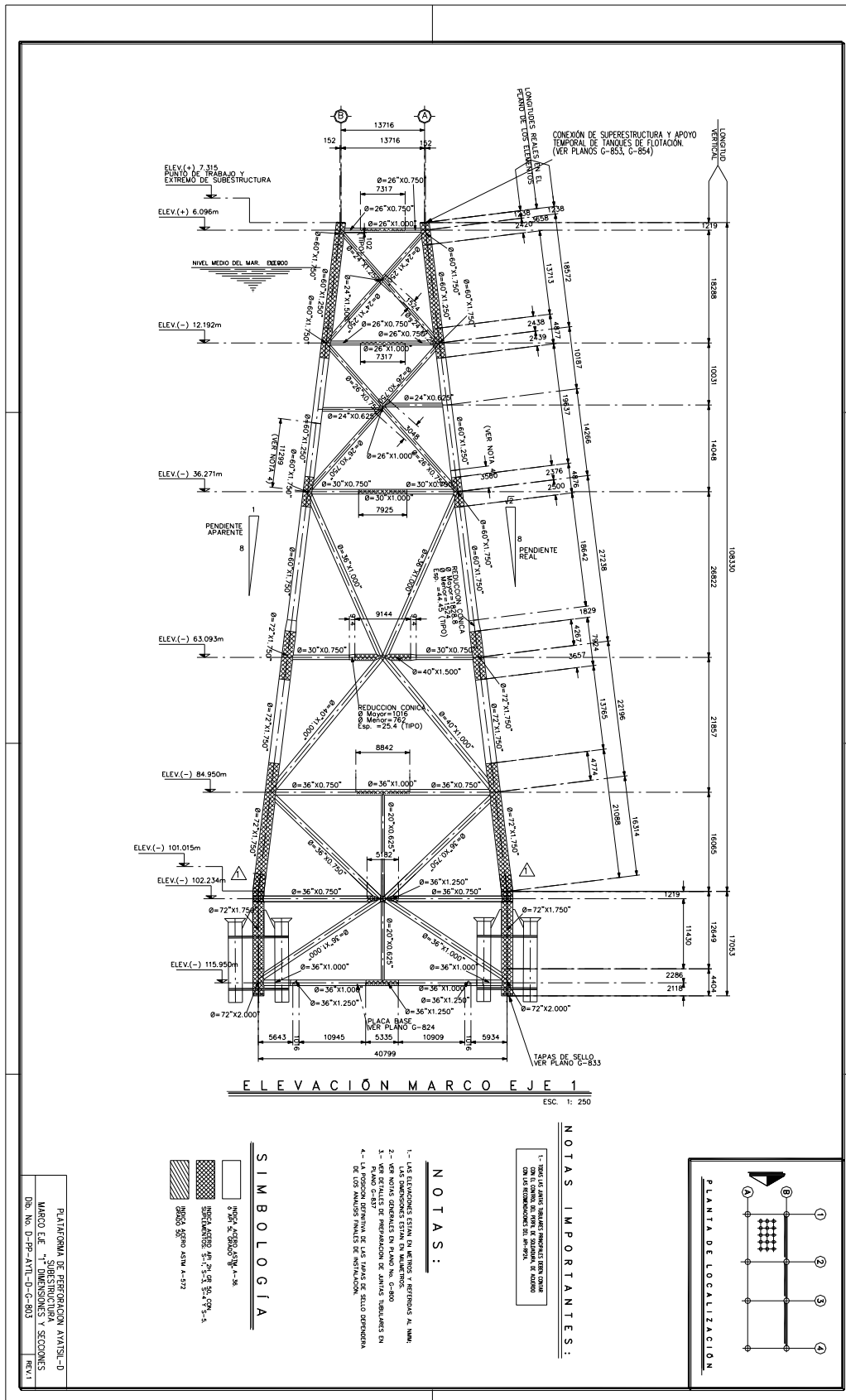
- NOTAS:**
- 1.- LAS DIMENSIONES ESTAN EN METROS Y REDONDEADAS AL MILIMETRO.
 - 2.- LAS DIMENSIONES ESTAN EN MILIMETROS.
 - 3.- VER NOTAS GENERALES EN PLANO No. G-800
 - 4.- VER DETALLES DE PREPARACION DE ANILLOS TUBERIALES EN PLANO G-827
 - 5.- LA RESERVA DE MATERIAL EN ANILLOS DE BLOQUE DEBEN DEMONSTRARLA.

NOTAS IMPORTANTES:

1.- TUBOS DE CEMENTO ARMADO PREPARADOS CON CEMENTO COM EL CEMENTO DE MARCA DE CALIDAD DE CALIDAD CON LAS RECOMENDACIONES DE UN INGENIERO.







ELEVACION MARCO EJE 1
ESC. 1: 250

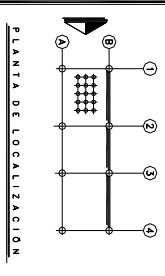
SIMBOLOGIA

	ESTRUC. ACEROS, ALBA-1-18
	REFUERZO EN CONCRETO, ALBA-1-18
	CONCRETO, ALBA-1-18
	REJILLA DE ACERO, ALBA-1-18

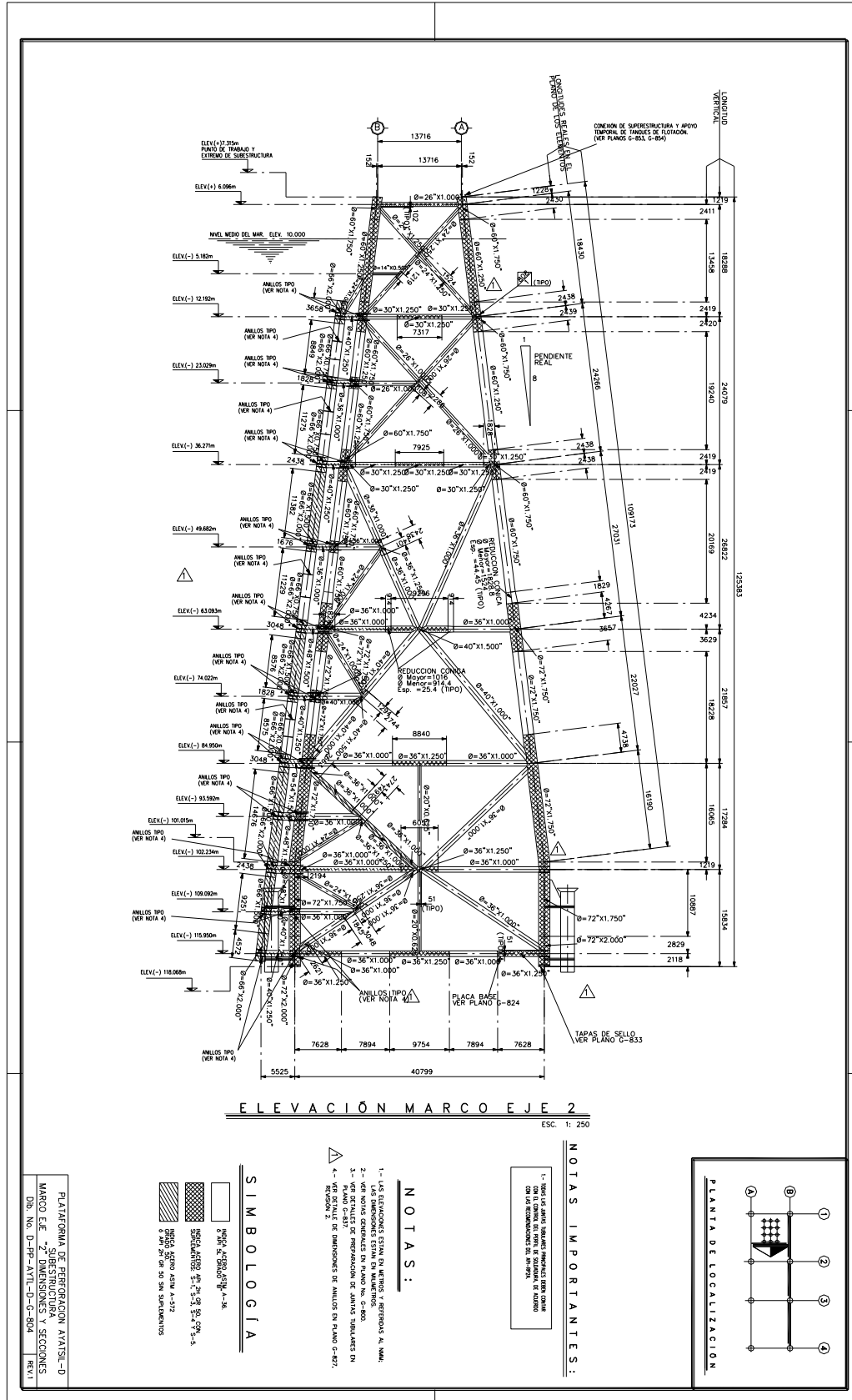
- NOTAS:**
- 1.- LAS ELEVACIONES ESTAN EN METROS Y FERTIOSOS A. N.M.M.
 - 2.- LAS DIMENSIONES ESTAN EN MILIMETROS.
 - 3.- VER NOTAS GENERALES EN PLANO NO. C-800.
 - 4.- LA REDUCCION CONICA DE LAS TAPAS DE SELLO DEBERIA EN PLANO C-827.
 - 5.- LAS DIMENSIONES ESTAN EN METROS.

NOTAS IMPORTANTES:

1.- TENER EN CUENTA LAS NOTAS IMPORTANTES EN LOS PLANOS C-853, C-854 Y C-855.



PLATAFORMA DE REPERICION ANATSI-D
MARCO EJE 1 - DIMENSIONES Y SECCIONES
Dib. No. D-PP-AVL-0-C-803
REV.1



ELEVACION MARCO EJE 2
ESC. 1: 250

PLATAFORMA DE PERFORACION AVATISIL-D
MARCO E.E. - SUBESTRUCTURA SECCIONES
DIB. ING. D-79-A-TIL-D-0-804
18/71

SIMBOLOGIA

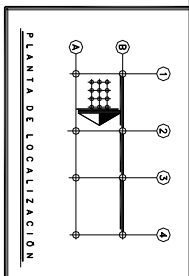
- Ø 36"x1.000
- Ø 30"x1.250
- Ø 26"x1.000
- Ø 20"x1.000
- Ø 14"x0.500
- Ø 12"x0.500
- Ø 10"x0.500
- Ø 8"x0.500
- Ø 6"x0.500
- Ø 4"x0.500
- Ø 3"x0.500
- Ø 2"x0.500
- Ø 1.5"x0.500
- Ø 1"x0.500
- Ø 0.5"x0.500

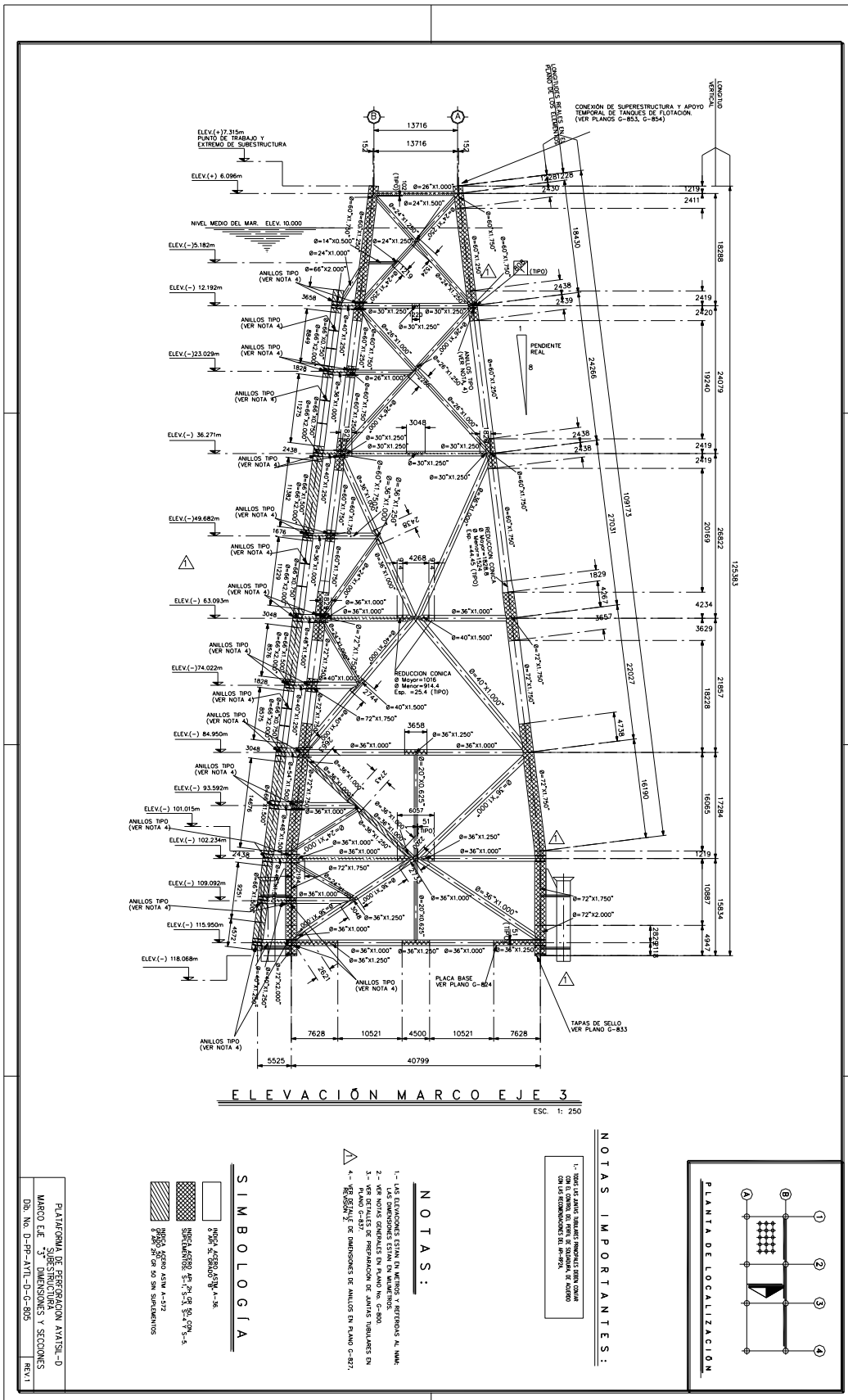
NOTAS :

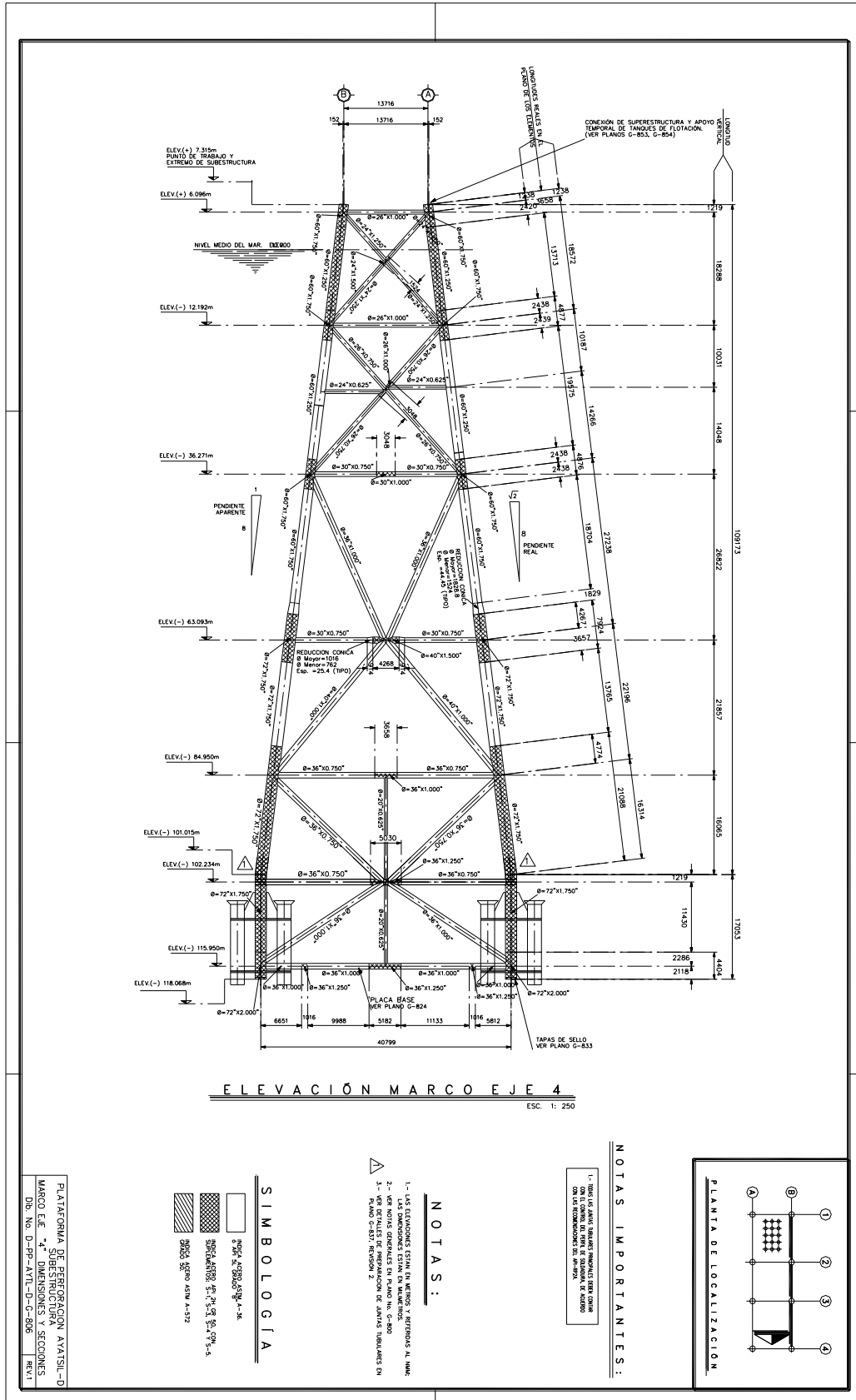
- 1.- LAS ELEVACIONES ESTAN EN METROS Y REFERIDAS AL N.M.S.
- 2.- LAS DIMENSIONES ESTAN EN MILIMETROS.
- 3.- VER DETALLES DE RESERVAION DE JUNTAS TUBERIALES EN PLANO C-833.
- 4.- VER DETALLES DE DIMENSIONES DE ANILLOS EN PLANO C-827.

NOTAS IMPORTANTES:

1.- TODAS LAS JUNTAS TUBERIALES DEBERAN SER CON JUNTAS DE RESERVAION DE JUNTAS TUBERIALES CON LAS DIMENSIONES DEL DISEÑO.







PLATAFORMA DE REPERFORACION AXI-TSI-D
 MARCO EJE "4" - DIMENSIONES Y SECCIONES
 Dib. No. D-PP-AVL-D-C-806
 REV.1

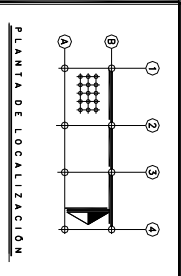
SIMBOLOGIA

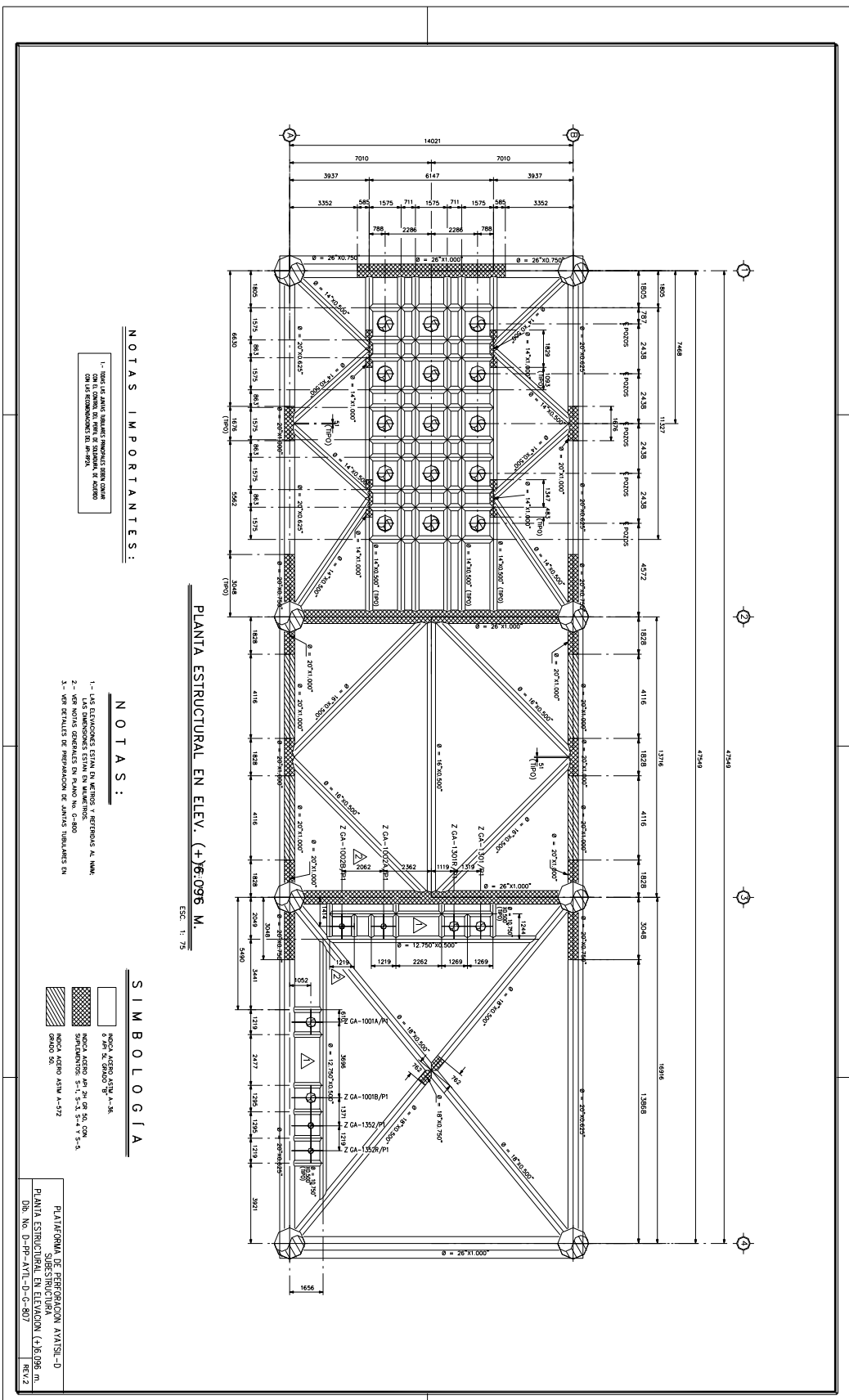
	PLACA ACERADA A-36
	ANGULO ACERADO A-36
	PERFIL ACERADO A-36
	TUBERIA ACERADA A-36
	PLACA ACERADA A-36 CON AGUJEROS
	PLACA ACERADA A-36 CON AGUJEROS Y GUSSET
	PLACA ACERADA A-36 CON AGUJEROS Y GUSSET Y REFORZAMIENTO

- NOTAS:**
- 1.- LAS DIMENSIONES ESTAN EN METROS Y REDONDEADAS A 3 DECIMALES.
 - 2.- LAS DIMENSIONES ESTAN EN MILIMETROS.
 - 3.- VER NOTAS GENERALES EN PLANO No. G-800
 - 4.- VER NOTAS GENERALES EN PLANO No. G-800
 - 5.- VER NOTAS GENERALES EN PLANO No. G-800
 - 6.- VER NOTAS GENERALES EN PLANO No. G-800
 - 7.- VER NOTAS GENERALES EN PLANO No. G-800
 - 8.- VER NOTAS GENERALES EN PLANO No. G-800
 - 9.- VER NOTAS GENERALES EN PLANO No. G-800
 - 10.- VER NOTAS GENERALES EN PLANO No. G-800

NOTAS IMPORTANTES:

- 1.- TOLERANCIAS DE FABRICACION EN METROS Y REDONDEADAS A 3 DECIMALES.
- 2.- TOLERANCIAS DE FABRICACION EN MILIMETROS Y REDONDEADAS A 0.5 MILIMETROS.
- 3.- TOLERANCIAS DE FABRICACION EN MILIMETROS Y REDONDEADAS A 0.5 MILIMETROS.
- 4.- TOLERANCIAS DE FABRICACION EN MILIMETROS Y REDONDEADAS A 0.5 MILIMETROS.
- 5.- TOLERANCIAS DE FABRICACION EN MILIMETROS Y REDONDEADAS A 0.5 MILIMETROS.
- 6.- TOLERANCIAS DE FABRICACION EN MILIMETROS Y REDONDEADAS A 0.5 MILIMETROS.
- 7.- TOLERANCIAS DE FABRICACION EN MILIMETROS Y REDONDEADAS A 0.5 MILIMETROS.
- 8.- TOLERANCIAS DE FABRICACION EN MILIMETROS Y REDONDEADAS A 0.5 MILIMETROS.
- 9.- TOLERANCIAS DE FABRICACION EN MILIMETROS Y REDONDEADAS A 0.5 MILIMETROS.
- 10.- TOLERANCIAS DE FABRICACION EN MILIMETROS Y REDONDEADAS A 0.5 MILIMETROS.





PLANTA ESTRUCTURAL EN ELEV. (+)6.096 M.
ESC. 1: 75

NOTAS IMPORTANTES:

- 1.- VER LAS JUNTAS SUBJETAS PRINCIPALMENTE CON LAS COLUMNAS EN LAS ESQUINAS DEL NUDO EN LOS PUNTO DE INTERSECCION DE LOS MIEMBROS.

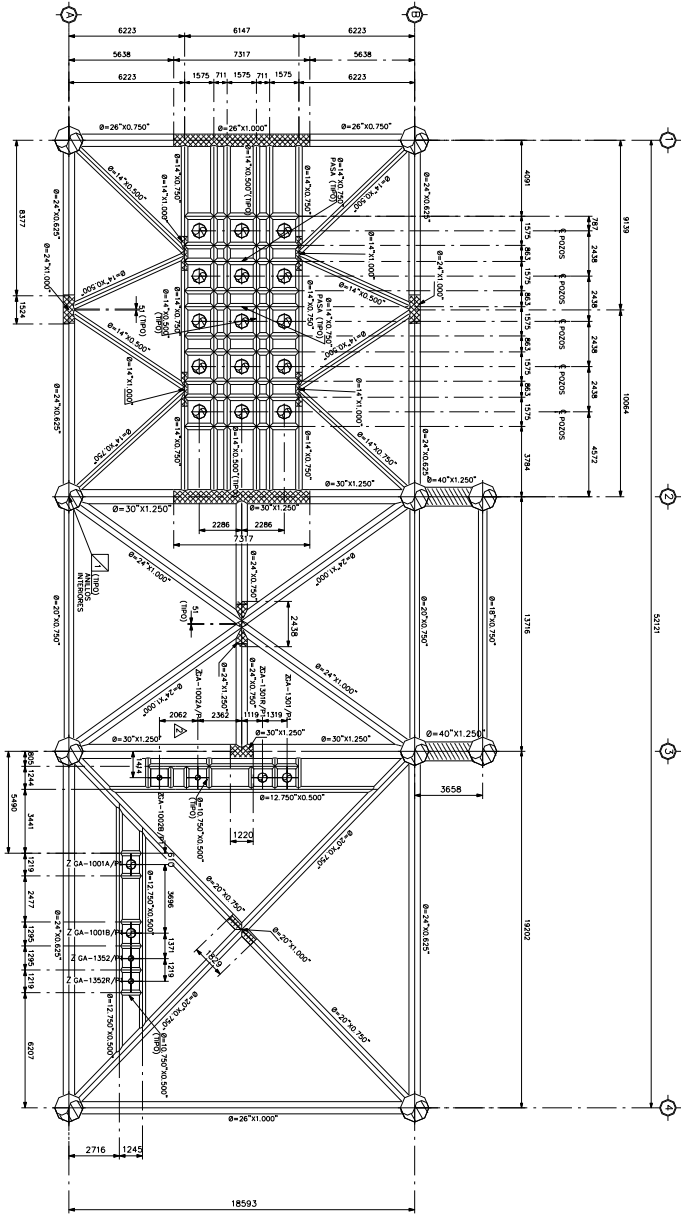
NOTAS:

- 1.- LAS ESQUINAS DEBEN SER REFORZADAS AL NUDO.
- 2.- VER NOTAS GENERALES EN PLANO NO. G-800
- 3.- VER DETALLES DE PREPARACION DE JUNTAS FISURAS EN

SIMBOLOGIA

- NINGUN ACERO ASIST A-1-X
- ▨ NINGUN ACERO ASIST A-1-X
- ▩ NINGUN ACERO ASIST A-1-X
- ▧ NINGUN ACERO ASIST A-1-X
- ▦ NINGUN ACERO ASIST A-1-X
- ▤ NINGUN ACERO ASIST A-1-X
- ▣ NINGUN ACERO ASIST A-1-X
- ▢ NINGUN ACERO ASIST A-1-X
- NINGUN ACERO ASIST A-1-X
- NINGUN ACERO ASIST A-1-X
- ▟ NINGUN ACERO ASIST A-1-X
- ▞ NINGUN ACERO ASIST A-1-X
- ▝ NINGUN ACERO ASIST A-1-X
- ▜ NINGUN ACERO ASIST A-1-X
- ▛ NINGUN ACERO ASIST A-1-X
- ▚ NINGUN ACERO ASIST A-1-X
- ▙ NINGUN ACERO ASIST A-1-X
- ▘ NINGUN ACERO ASIST A-1-X
- ▗ NINGUN ACERO ASIST A-1-X
- ▖ NINGUN ACERO ASIST A-1-X
- ▕ NINGUN ACERO ASIST A-1-X
- ▔ NINGUN ACERO ASIST A-1-X
- ▓ NINGUN ACERO ASIST A-1-X
- ▒ NINGUN ACERO ASIST A-1-X
- ░ NINGUN ACERO ASIST A-1-X
- ▐ NINGUN ACERO ASIST A-1-X
- ▏ NINGUN ACERO ASIST A-1-X
- ▎ NINGUN ACERO ASIST A-1-X
- ▍ NINGUN ACERO ASIST A-1-X
- ▌ NINGUN ACERO ASIST A-1-X
- ▋ NINGUN ACERO ASIST A-1-X
- ▊ NINGUN ACERO ASIST A-1-X
- ▉ NINGUN ACERO ASIST A-1-X
- █ NINGUN ACERO ASIST A-1-X
- ▇ NINGUN ACERO ASIST A-1-X
- ▆ NINGUN ACERO ASIST A-1-X
- ▅ NINGUN ACERO ASIST A-1-X
- ▄ NINGUN ACERO ASIST A-1-X
- ▃ NINGUN ACERO ASIST A-1-X
- ▂ NINGUN ACERO ASIST A-1-X
- ▁ NINGUN ACERO ASIST A-1-X
- ▀ NINGUN ACERO ASIST A-1-X
- ▄ NINGUN ACERO ASIST A-1-X
- ▃ NINGUN ACERO ASIST A-1-X
- ▂ NINGUN ACERO ASIST A-1-X
- ▁ NINGUN ACERO ASIST A-1-X
- ▀ NINGUN ACERO ASIST A-1-X

PLATAFORMA DE PERFORACION KANISE-D
PLANTA ESTRUCTURAL EN ELEVACION (+)6.096 m
SUBESTRUCTURAL
DISEÑO NO. D-PP-ANTI-D-G-807
REV. 2

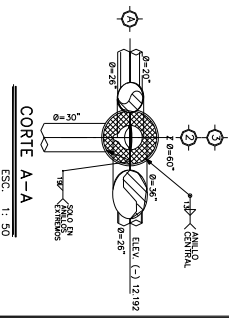
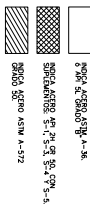


NOTAS IMPORTANTES:

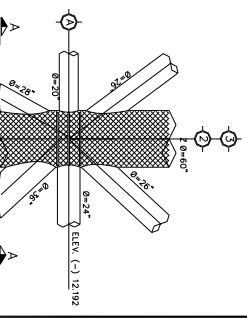
- 1.- TODAS LAS JUNTAS DEBEN SER PROYECTADAS COMO CONEXIONES RIGIDAS EN LOS DOS SENTIDOS DE LA FLECHA.

PLANTA ESTRUCTURAL EN ELEV. (-)12.192 M.
ESC.: 1: 100

SIMBOLOGIA



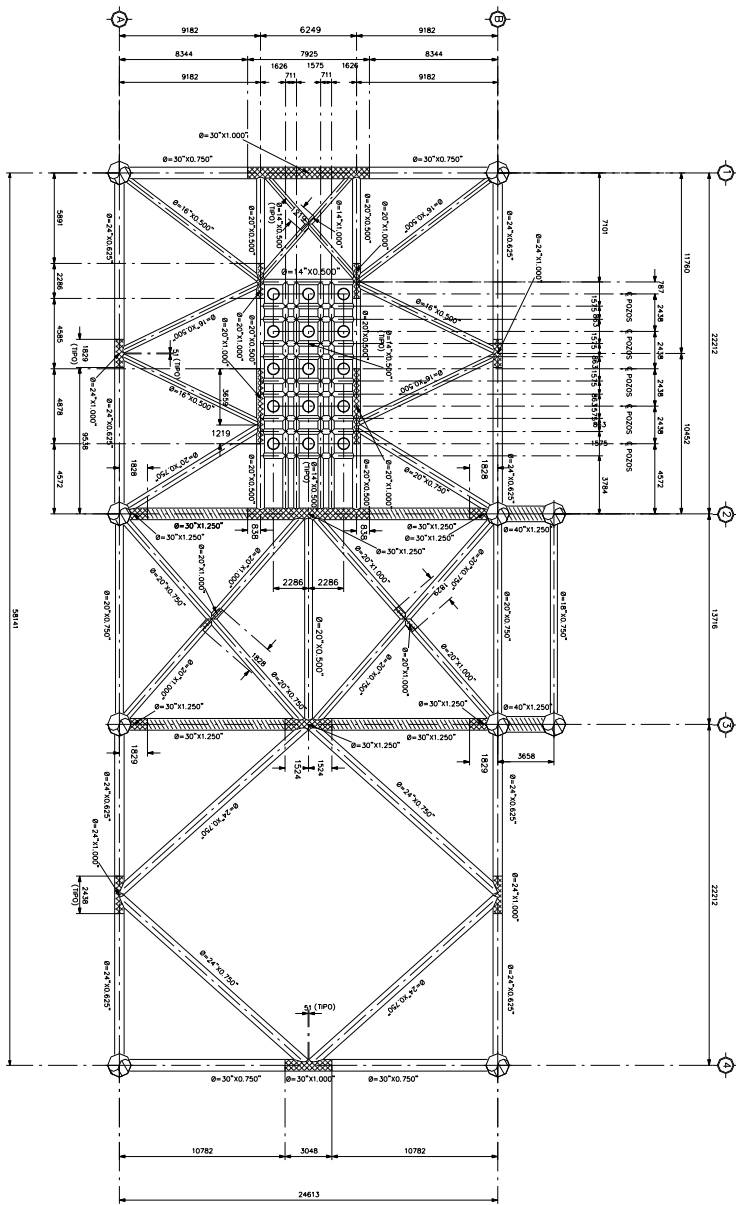
DETALLE 1.- ANILLOS INTERIORES A2, A3
3 ANILLOS INTERIORES
R. ASW = Ø=26" ASW A-36
Ø INT = Ø=26" ASW A-36
Ø EXT = Ø INT DEL CANTO PERNA
ESC.: 1: 50



NOTAS:

- 1.- LAS ESPECIFICACIONES ESTAN EN METROS Y MÚLTIPLOS DE MILÍMETROS.
- 2.- VER NOTAS GENERALES EN PLANO No. C-800
- 3.- VER NOTAS DE PROYECCIÓN DE JUNTAS TORILLADAS EN PLANO C-813

PLANTERENA DE PERFORACION AVANSE-D
PLANTA ESTRUCTURAL EN ELEVACION (-)12.192 m.
DIB. No. D-PP-AVL-D-C-808 REV.2



PLANTA ESTRUCTURAL EN ELEV. (-)36.271 M.
ESC. 1: 1/50

NOTAS IMPORTANTES:

1- SEAL LAS JUNTAS SIGUIENTES PROYECTANDO SOBRE COLUMNA CON LAS DIMENSIONES DEL ANEXO

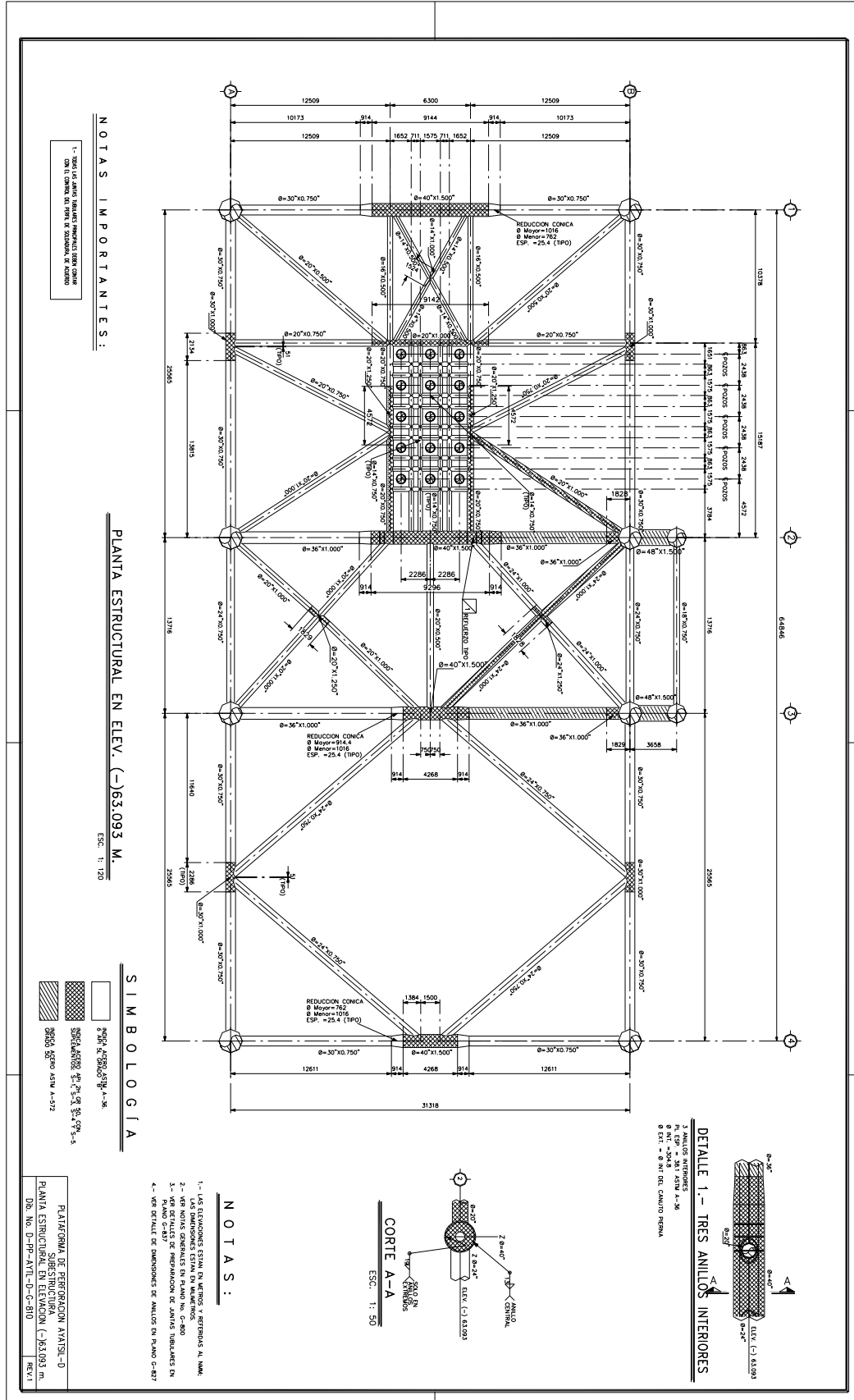
NOTAS:

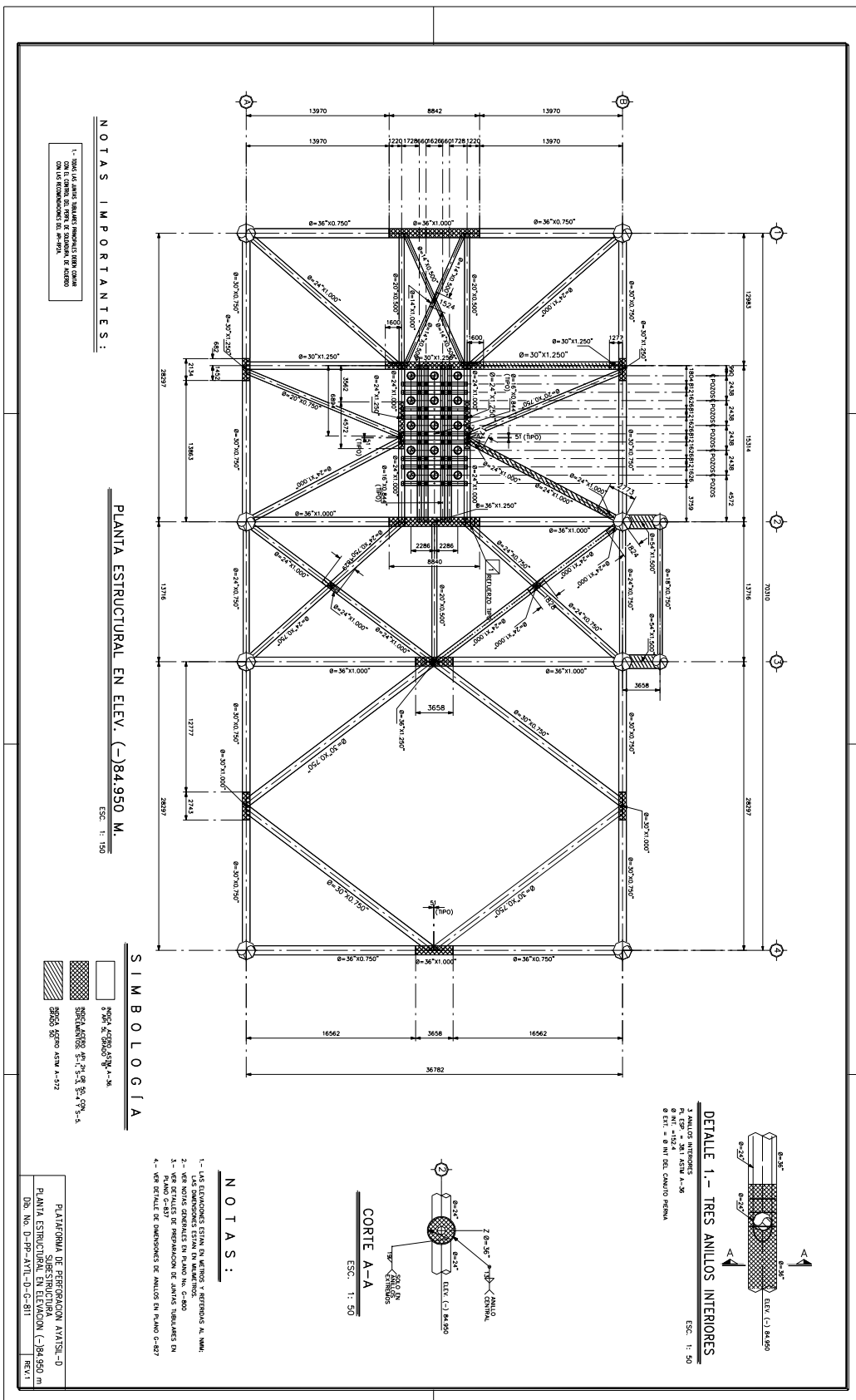
- 1.- LAS EXISTENCIAS ESTAN EN METROS Y REDONDEADAS AL M.M.M.
- 2.- LAS DIMENSIONES ESTAN EN MILIMETROS
- 3.- VER NOTAS GENERALES EN PLANO No. C-808
- 4.- PLANOS DE PERFORACION DE CANTAS INCLUIDAS EN EL PLANO C-837

SIMBOLOGIA

- $\phi=30 \times 0.750$ A-36
- $\phi=27 \times 0.500$ B-36
- $\phi=24 \times 0.425$ C-36
- $\phi=30 \times 0.750$ A-57
- $\phi=27 \times 0.500$ B-57
- $\phi=24 \times 0.425$ C-57

PLATIGONIA DE PERFORACION AXISIL-D
SUBESTRUCTURA
PLANTA ESTRUCTURAL EN ELEVACION (-)36.271 m.
DIB. No. D-PP-AVL-D-G-809
REV.0





NOTAS IMPORTANTES:

- 1- VER LAS JUNTAS SÁBILES REMANENTES DEBEN QUEDAR EN EL CENTRO DE LA BARRA DE COLUMNA DE ACERVO PARA SU REMEDIACIÓN EN SU CASO.

PLANTA ESTRUCTURAL EN ELEV. (-)84.950 M.

ESC. 1: 150

SIMBOLOGIA

- Ø=36" Ø=30" Ø=24"
- Ø=36" Ø=30" Ø=24"
- Ø=36" Ø=30" Ø=24"

NOTAS:

- 1.- LAS ESTRUCTURAS ESTÁN EN VERIFICACIÓN Y SE DEBE ASESORAR AL CLIENTE.
- 2.- VER NOTAS GENERALES EN PLANO No. C-800
- 3.- VER NOTAS DE PREPARACIÓN DE JUNTAS TUBERÍAS EN PLANO No. C-800
- 4.- VER DETALLE DE DIMENSIONES DE ANILLOS EN PLANO C-807

DETALLE 1.- TRES ANILLOS INTERIORES

- 3 ANILLOS INTERIORES
- Ø INT. = 30" Ø EXT. = 36"
- Ø INT. = 24" Ø EXT. = 30"
- Ø INT. = 24" Ø EXT. = 30"

ESC. 1: 50

CORTE A-A

ESC. 1: 50

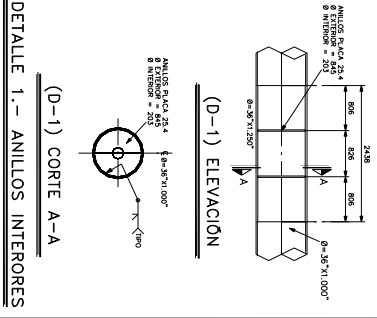
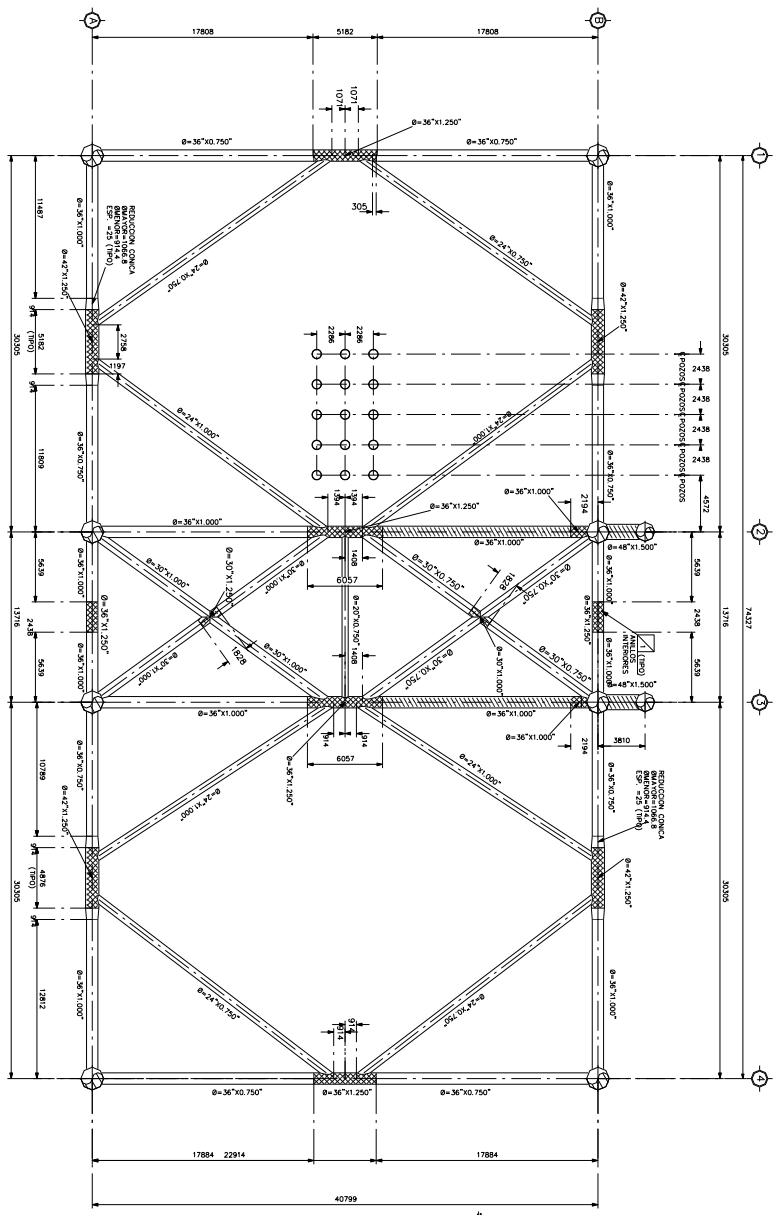
PLATAFORMA DE PREPARACIÓN ANILLO-D
 PLANTA ESTRUCTURAL EN ELEVACION (-)84.950 M
 DIB. No. D-PP-A-NTL-D-G-811
 REV.1

NOTAS IMPORTANTES:

- 1- INDICAR LAS ANILLOS EN SECCIONES TRANSVERSALES DEBEN CONSERVAR EL CENTRO DE GRAVITACION EN EL CENTRO DE LOS RECTANGULOS DE SECCION.

PLANTA ESTRUCTURAL EN ELEV. (-)102.234 M.

ESC: 1: 150



DETALLE 1.- ANILLOS INTERIORES

ESC: 1: 33.33

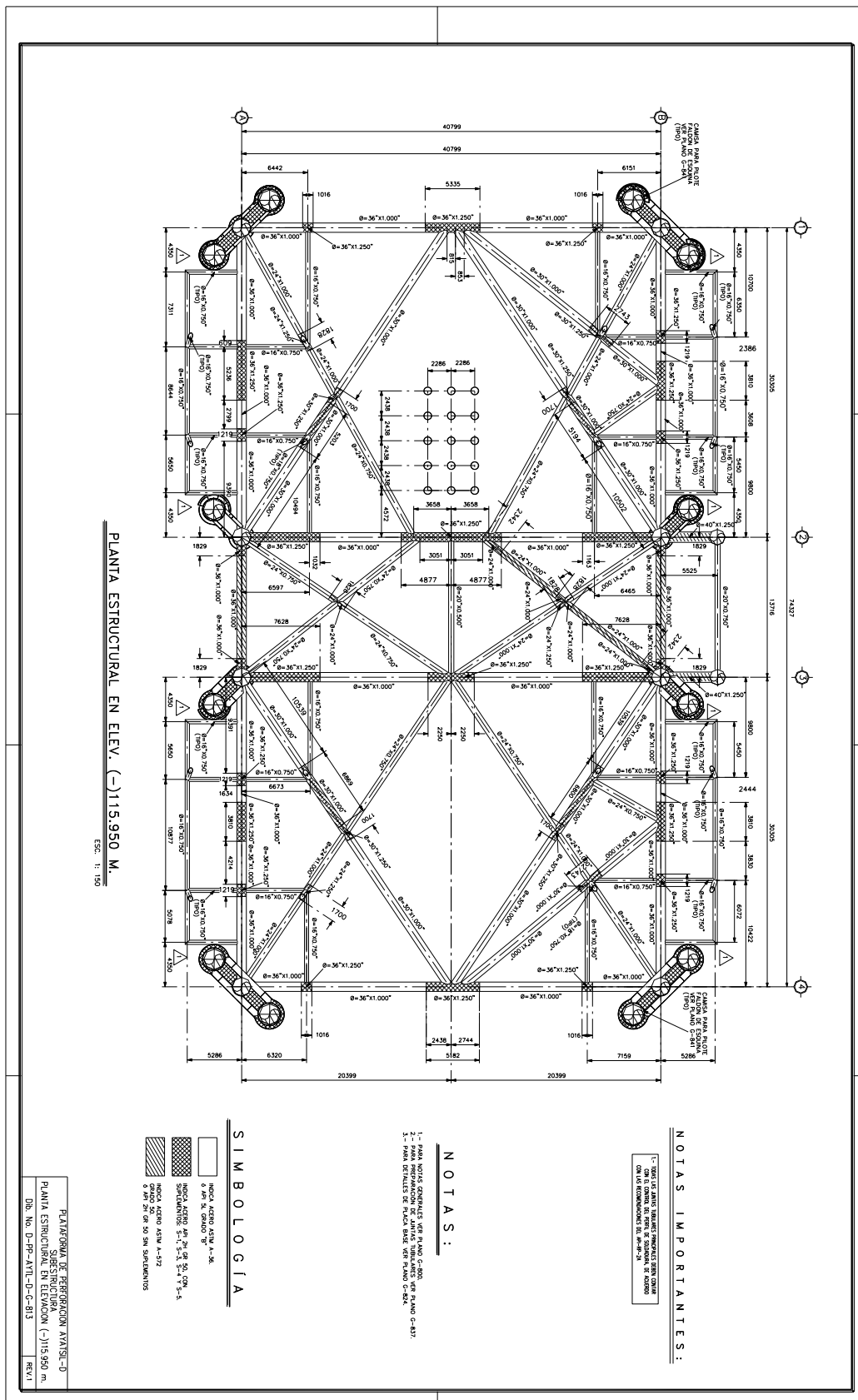
NOTAS:

- 1.- LAS ELEVACIONES ESTAN EN METROS Y REFERIDAS AL N.M.S.
- 2.- LAS DIMENSIONES ESTAN EN MILIMETROS
- 3.- LAS DIMENSIONES ESTAN EN PULGADAS SI SE INDICAN EN PULGADAS
- 4.- P.M.D. 0-835 DE INFORMACION DE SECCIONES TRANSVERSALES EN PLANO 0-835

SIMBOLOGIA

	CONCRETO
	ACERO
	PLACA METALICA

PLANTILLA DE GENERACION AVANZ-D
 PLANTA ESTRUCTURAL EN ELEVACION (-)102.234 m
 DIB. No. D-PP-AVL-D-C-812
 REV.0



PLANTERIA DE PERFORACION AYNSI-D
SUBESTRUCTURA
PLANTA ESTRUCTURAL EN ELEVACION (-)115.950 m.
DR. No. D-PP-ATI-D-C-813
REV.1

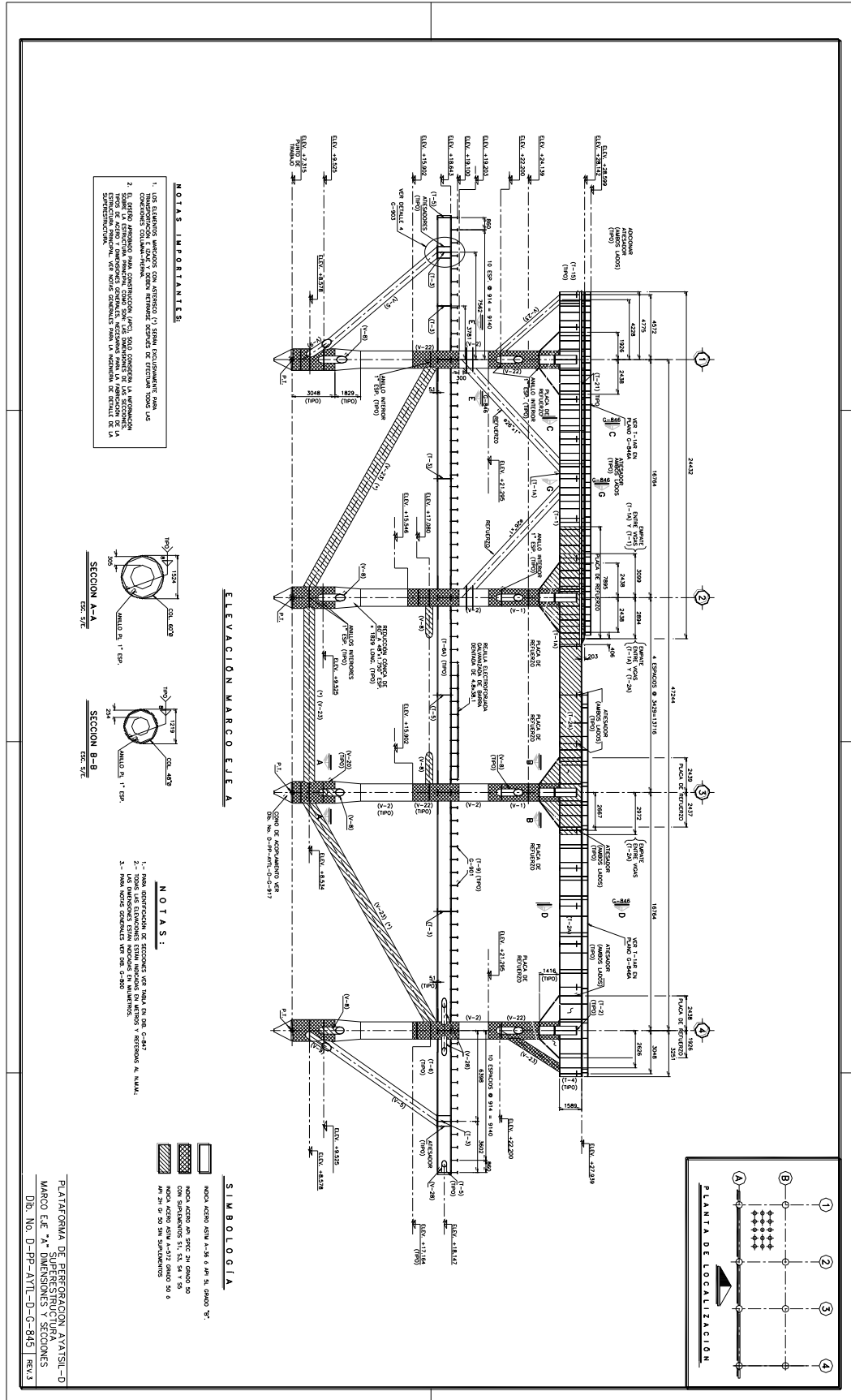
SIMBOLOGIA

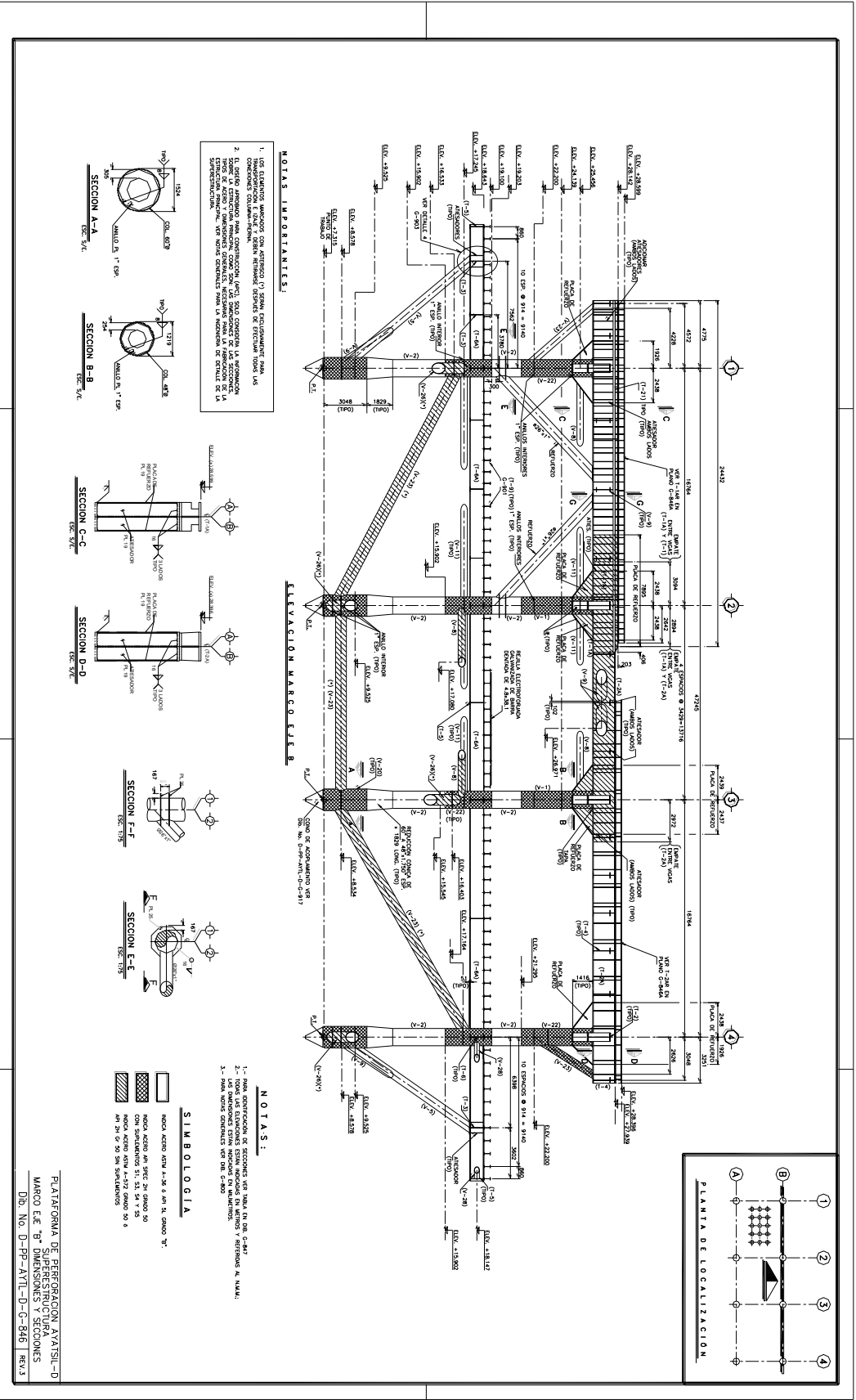
[Symbol]	INDICA ACERO AISI 304 Ø 36" X 1.000" 3"
[Symbol]	INDICA ACERO AISI 304 Ø 36" X 1.250" 3"
[Symbol]	INDICA ACERO AISI 304 Ø 36" X 1.000" 3"
[Symbol]	INDICA ACERO AISI 304 Ø 36" X 1.250" 3"

- NOTAS:**
- 1- PARA TODAS CONSULTAS VER PLANO C-303.
 - 2- PARA INFORMACION DE ANTIAS TUBERIAES VER PLANO C-337.
 - 3- PARA DETALLES DE PLACA BODE VER PLANO C-324.

NOTAS IMPORTANTES:

1- TUBO DE ANTIAS TUBERIAES FRENTE ALAS BODE VER PLANO C-337
COM LO REMEDIACION DE ANTIAS TUBERIAES VER PLANO C-337



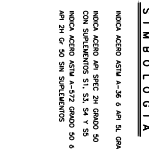
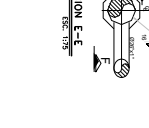
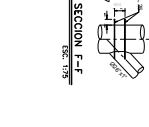
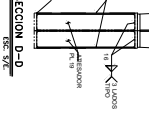
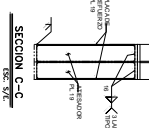
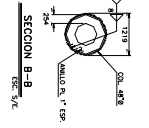
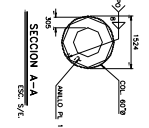


NOTAS IMPORTANTES:

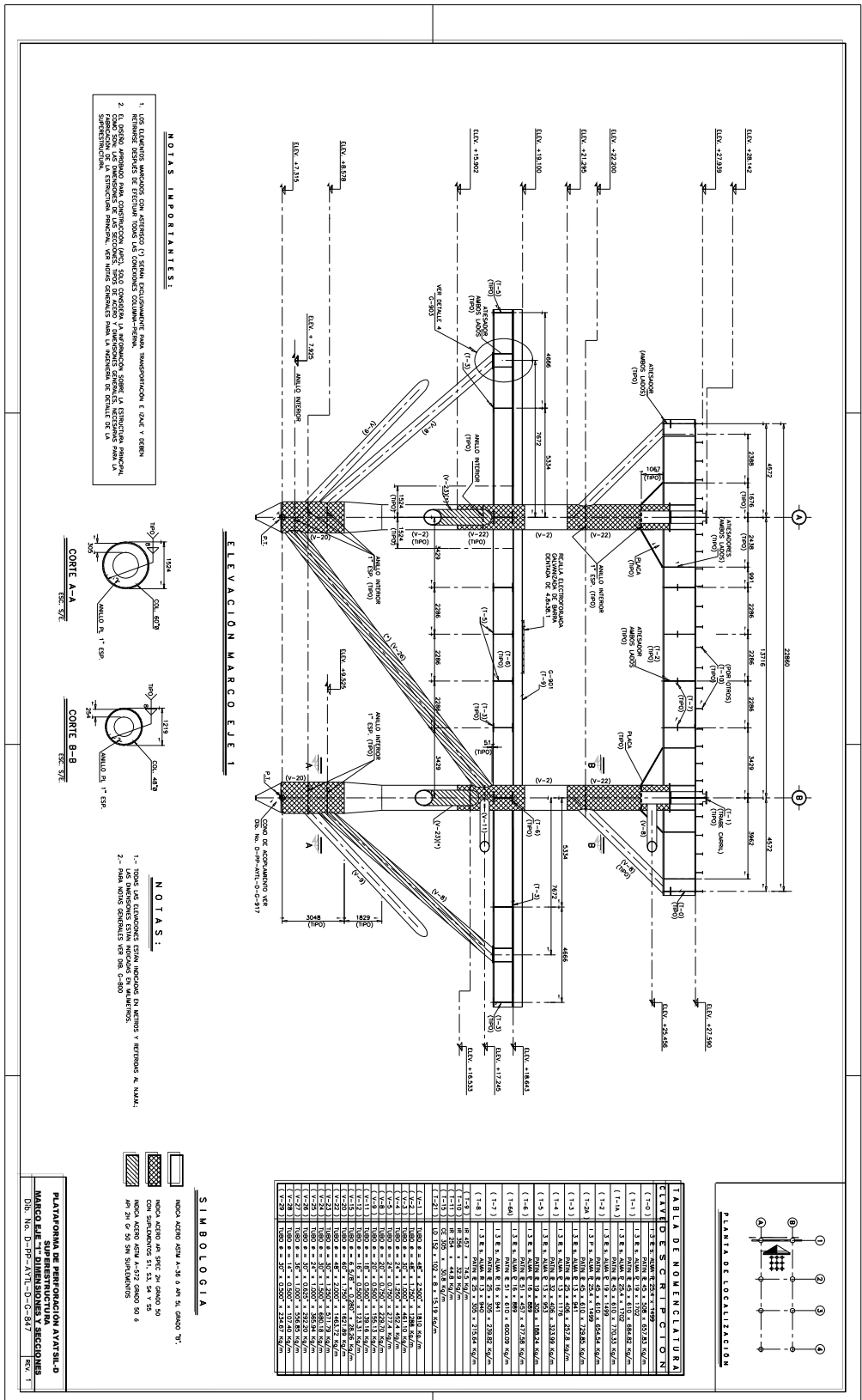
1. LAS DIMENSIONES Y COLOCACION DE LOS ELEMENTOS DE LA ELEVACION DEBE SER LA RESULTANTE DE LA CONSULTA CON EL DISEÑO DE ELEVACIONES DEL MARCO.
2. LAS DIMENSIONES Y COLOCACION DE LOS ELEMENTOS DE LA ELEVACION DEBE SER LA RESULTANTE DE LA CONSULTA CON EL DISEÑO DE ELEVACIONES DEL MARCO.

NOTAS:

- 1.- PARA DETERMINAR LAS DIMENSIONES DE SECCIONES VER MARCO EN DISEÑO DE MARCO.
- 2.- LAS DIMENSIONES DEBEN INCLUIR LOS ESPACIOS Y RETENIDOS SI HAY.
- 3.- PARA LOS DATOS CONSULTAR CON EL DISEÑO DE MARCO.



PLATAFORMA DE REPERACION AXI-TU-D
SUPERESTRUCTURA
MARCO E.E. 'B' DIMENSIONES Y SECCIONES
Dib. No. D-PP-AVL-D-C-846 REV.3



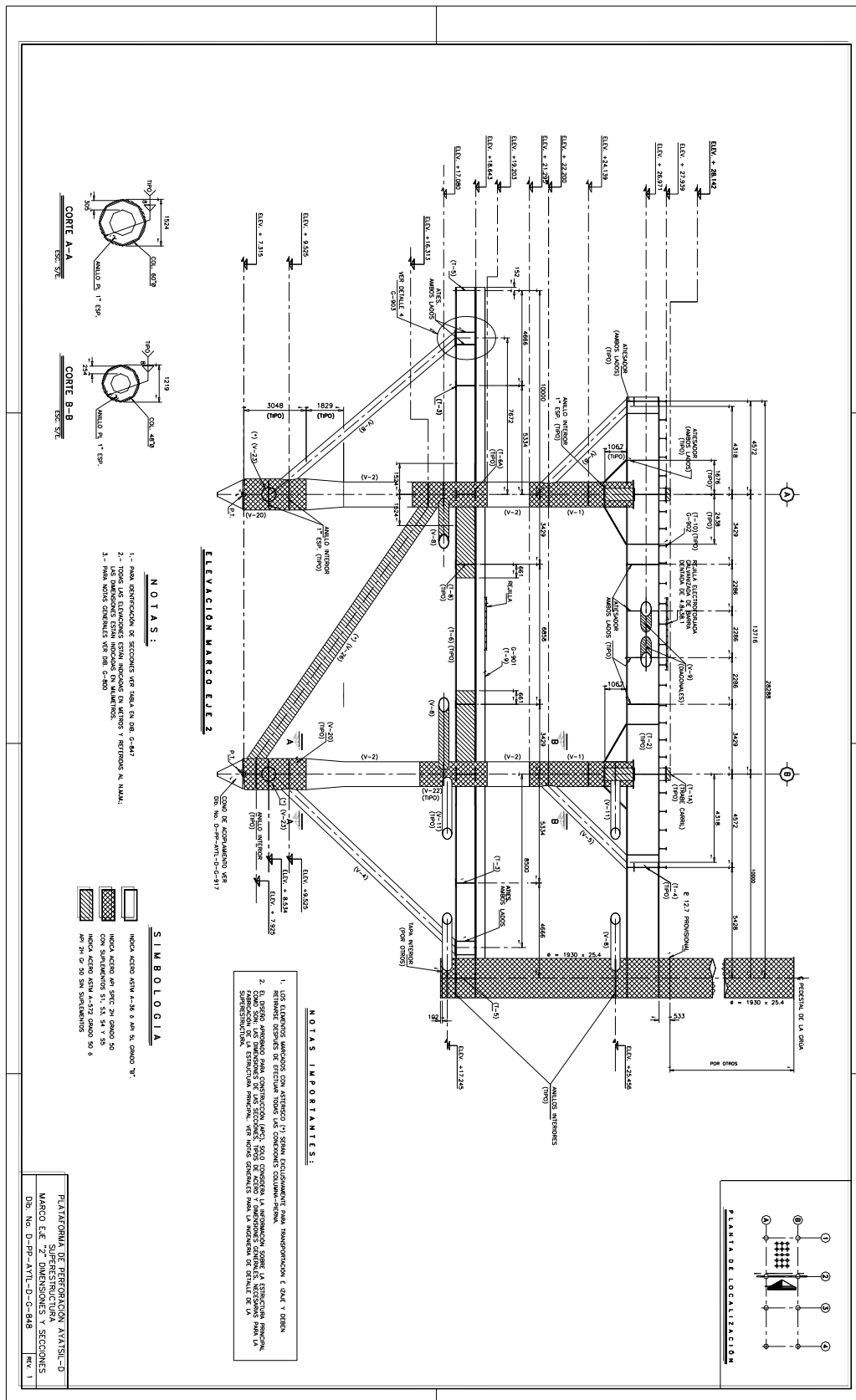
- NOTAS IMPORFANESS:**
- 1. LAS ELEVACIONES MARCO DE REFERENCIA O SIEMPRE DOCUMENTARME PARA TRANSFERENCIA T. QUAL T. ORDEN
 - 2. EL DISEÑO DEPARTAMENTO PARA OPERACIONES MARCO, SIEMPRE CONSIDERA LA REFERENCIA SOBRE LA CANTIDAD INTERNA

- NOTAS:**
- 1.- TODAS LAS ELEVACIONES ESTAN INDICADAS EN METROS Y REDONDAS A N.UMERO.
 - 2.- PARA TODAS LAS ELEVACIONES VER PLANO 50-9

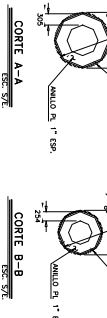
TABLA DE NOMENCLATURA

CANTIDAD	DESCRIPCION	VALOR
(1-1)	1.3 E. CUBO 6.0 x 6.0 x 2.00	36.00
(1-1)	1.3 E. CUBO 4.0 x 4.0 x 2.00	32.00
(1-1)	1.3 E. CUBO 2.0 x 2.0 x 2.00	8.00
(1-1)	1.3 E. CUBO 2.0 x 2.0 x 1.50	6.00
(1-2)	1.3 E. CUBO 6.0 x 6.0 x 1.50	54.00
(1-2)	1.3 E. CUBO 4.0 x 4.0 x 1.50	48.00
(1-2)	1.3 E. CUBO 2.0 x 2.0 x 1.50	12.00
(1-2)	1.3 E. CUBO 2.0 x 2.0 x 1.00	8.00
(1-2)	1.3 E. CUBO 1.5 x 1.5 x 1.00	4.50
(1-3)	1.3 E. CUBO 6.0 x 6.0 x 1.00	36.00
(1-3)	1.3 E. CUBO 4.0 x 4.0 x 1.00	32.00
(1-3)	1.3 E. CUBO 2.0 x 2.0 x 1.00	8.00
(1-3)	1.3 E. CUBO 2.0 x 2.0 x 0.75	6.00
(1-4)	1.3 E. CUBO 6.0 x 6.0 x 0.75	27.00
(1-4)	1.3 E. CUBO 4.0 x 4.0 x 0.75	24.00
(1-4)	1.3 E. CUBO 2.0 x 2.0 x 0.75	6.00
(1-4)	1.3 E. CUBO 2.0 x 2.0 x 0.50	4.00
(1-4)	1.3 E. CUBO 1.5 x 1.5 x 0.50	2.25
(1-5)	1.3 E. CUBO 6.0 x 6.0 x 0.50	18.00
(1-5)	1.3 E. CUBO 4.0 x 4.0 x 0.50	16.00
(1-5)	1.3 E. CUBO 2.0 x 2.0 x 0.50	4.00
(1-5)	1.3 E. CUBO 2.0 x 2.0 x 0.375	3.00
(1-5)	1.3 E. CUBO 1.5 x 1.5 x 0.375	1.69
(1-6)	1.3 E. CUBO 6.0 x 6.0 x 0.375	13.50
(1-6)	1.3 E. CUBO 4.0 x 4.0 x 0.375	12.00
(1-6)	1.3 E. CUBO 2.0 x 2.0 x 0.375	3.00
(1-6)	1.3 E. CUBO 2.0 x 2.0 x 0.25	2.00
(1-6)	1.3 E. CUBO 1.5 x 1.5 x 0.25	1.13
(1-7)	1.3 E. CUBO 6.0 x 6.0 x 0.25	9.00
(1-7)	1.3 E. CUBO 4.0 x 4.0 x 0.25	8.00
(1-7)	1.3 E. CUBO 2.0 x 2.0 x 0.25	2.00
(1-7)	1.3 E. CUBO 2.0 x 2.0 x 0.1875	1.50
(1-7)	1.3 E. CUBO 1.5 x 1.5 x 0.1875	0.83
(1-8)	1.3 E. CUBO 6.0 x 6.0 x 0.1875	6.75
(1-8)	1.3 E. CUBO 4.0 x 4.0 x 0.1875	6.00
(1-8)	1.3 E. CUBO 2.0 x 2.0 x 0.1875	1.50
(1-8)	1.3 E. CUBO 2.0 x 2.0 x 0.1406	1.13
(1-8)	1.3 E. CUBO 1.5 x 1.5 x 0.1406	0.62
(1-9)	1.3 E. CUBO 6.0 x 6.0 x 0.1406	5.06
(1-9)	1.3 E. CUBO 4.0 x 4.0 x 0.1406	4.50
(1-9)	1.3 E. CUBO 2.0 x 2.0 x 0.1406	1.13
(1-9)	1.3 E. CUBO 2.0 x 2.0 x 0.1094	0.83
(1-9)	1.3 E. CUBO 1.5 x 1.5 x 0.1094	0.47
(1-10)	1.3 E. CUBO 6.0 x 6.0 x 0.1094	3.87
(1-10)	1.3 E. CUBO 4.0 x 4.0 x 0.1094	3.50
(1-10)	1.3 E. CUBO 2.0 x 2.0 x 0.1094	0.83
(1-10)	1.3 E. CUBO 2.0 x 2.0 x 0.082	0.62
(1-10)	1.3 E. CUBO 1.5 x 1.5 x 0.082	0.37
(1-11)	1.3 E. CUBO 6.0 x 6.0 x 0.082	2.93
(1-11)	1.3 E. CUBO 4.0 x 4.0 x 0.082	2.63
(1-11)	1.3 E. CUBO 2.0 x 2.0 x 0.082	0.62
(1-11)	1.3 E. CUBO 2.0 x 2.0 x 0.0615	0.47
(1-11)	1.3 E. CUBO 1.5 x 1.5 x 0.0615	0.28
(1-12)	1.3 E. CUBO 6.0 x 6.0 x 0.0615	2.25
(1-12)	1.3 E. CUBO 4.0 x 4.0 x 0.0615	2.00
(1-12)	1.3 E. CUBO 2.0 x 2.0 x 0.0615	0.62
(1-12)	1.3 E. CUBO 2.0 x 2.0 x 0.0461	0.47
(1-12)	1.3 E. CUBO 1.5 x 1.5 x 0.0461	0.25
(1-13)	1.3 E. CUBO 6.0 x 6.0 x 0.0461	1.72
(1-13)	1.3 E. CUBO 4.0 x 4.0 x 0.0461	1.50
(1-13)	1.3 E. CUBO 2.0 x 2.0 x 0.0461	0.47
(1-13)	1.3 E. CUBO 2.0 x 2.0 x 0.0346	0.37
(1-13)	1.3 E. CUBO 1.5 x 1.5 x 0.0346	0.21
(1-14)	1.3 E. CUBO 6.0 x 6.0 x 0.0346	1.30
(1-14)	1.3 E. CUBO 4.0 x 4.0 x 0.0346	1.13
(1-14)	1.3 E. CUBO 2.0 x 2.0 x 0.0346	0.47
(1-14)	1.3 E. CUBO 2.0 x 2.0 x 0.0260	0.37
(1-14)	1.3 E. CUBO 1.5 x 1.5 x 0.0260	0.19
(1-15)	1.3 E. CUBO 6.0 x 6.0 x 0.0260	1.00
(1-15)	1.3 E. CUBO 4.0 x 4.0 x 0.0260	0.83
(1-15)	1.3 E. CUBO 2.0 x 2.0 x 0.0260	0.47
(1-15)	1.3 E. CUBO 2.0 x 2.0 x 0.0195	0.37
(1-15)	1.3 E. CUBO 1.5 x 1.5 x 0.0195	0.17
(1-16)	1.3 E. CUBO 6.0 x 6.0 x 0.0195	0.75
(1-16)	1.3 E. CUBO 4.0 x 4.0 x 0.0195	0.62
(1-16)	1.3 E. CUBO 2.0 x 2.0 x 0.0195	0.47
(1-16)	1.3 E. CUBO 2.0 x 2.0 x 0.0146	0.37
(1-16)	1.3 E. CUBO 1.5 x 1.5 x 0.0146	0.14
(1-17)	1.3 E. CUBO 6.0 x 6.0 x 0.0146	0.56
(1-17)	1.3 E. CUBO 4.0 x 4.0 x 0.0146	0.50
(1-17)	1.3 E. CUBO 2.0 x 2.0 x 0.0146	0.47
(1-17)	1.3 E. CUBO 2.0 x 2.0 x 0.0110	0.37
(1-17)	1.3 E. CUBO 1.5 x 1.5 x 0.0110	0.11
(1-18)	1.3 E. CUBO 6.0 x 6.0 x 0.0110	0.42
(1-18)	1.3 E. CUBO 4.0 x 4.0 x 0.0110	0.37
(1-18)	1.3 E. CUBO 2.0 x 2.0 x 0.0110	0.37
(1-18)	1.3 E. CUBO 2.0 x 2.0 x 0.0083	0.37
(1-18)	1.3 E. CUBO 1.5 x 1.5 x 0.0083	0.08
(1-19)	1.3 E. CUBO 6.0 x 6.0 x 0.0083	0.31
(1-19)	1.3 E. CUBO 4.0 x 4.0 x 0.0083	0.31
(1-19)	1.3 E. CUBO 2.0 x 2.0 x 0.0083	0.37
(1-19)	1.3 E. CUBO 2.0 x 2.0 x 0.0062	0.37
(1-19)	1.3 E. CUBO 1.5 x 1.5 x 0.0062	0.07
(1-20)	1.3 E. CUBO 6.0 x 6.0 x 0.0062	0.23
(1-20)	1.3 E. CUBO 4.0 x 4.0 x 0.0062	0.23
(1-20)	1.3 E. CUBO 2.0 x 2.0 x 0.0062	0.37
(1-20)	1.3 E. CUBO 2.0 x 2.0 x 0.0047	0.37
(1-20)	1.3 E. CUBO 1.5 x 1.5 x 0.0047	0.05
(1-21)	1.3 E. CUBO 6.0 x 6.0 x 0.0047	0.17
(1-21)	1.3 E. CUBO 4.0 x 4.0 x 0.0047	0.17
(1-21)	1.3 E. CUBO 2.0 x 2.0 x 0.0047	0.37
(1-21)	1.3 E. CUBO 2.0 x 2.0 x 0.0035	0.37
(1-21)	1.3 E. CUBO 1.5 x 1.5 x 0.0035	0.04
(1-22)	1.3 E. CUBO 6.0 x 6.0 x 0.0035	0.13
(1-22)	1.3 E. CUBO 4.0 x 4.0 x 0.0035	0.13
(1-22)	1.3 E. CUBO 2.0 x 2.0 x 0.0035	0.37
(1-22)	1.3 E. CUBO 2.0 x 2.0 x 0.0026	0.37
(1-22)	1.3 E. CUBO 1.5 x 1.5 x 0.0026	0.03

PLANTILLA DE PERFORACION AVT31-D
MANCO EJE SUPERFONDTIVA SECCIONES
 Dib. No. D-PP-AVTL-D-C-847 REV. 1



NOTAS:



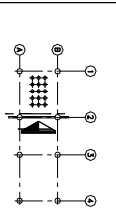
- 1.- PARA DISTRIBUCION DE SECCIONES VER MARCA EN DIB. G-447
- 2.- LAS DIMENSIONES DEBEN INDICARSE EN MILIMETROS
- 3.- PARA NOTAS GENERALES VER DIB. G-800

- SIMBOLOGIA**
- MOCA ACERO ACTIVO A-36 6 AM 5L GRADO 70"
 - MOCA ACERO PAS SPC 24 GRADO 50
 - MOCA ACERO PAS SPC 24 GRADO 50 CON SUPLENTORES S1, S3, S4 Y S5
 - MOCA ACERO PAS A-572 GRADO 50 6 AM 24 O 24 SIN SUPLENTORES

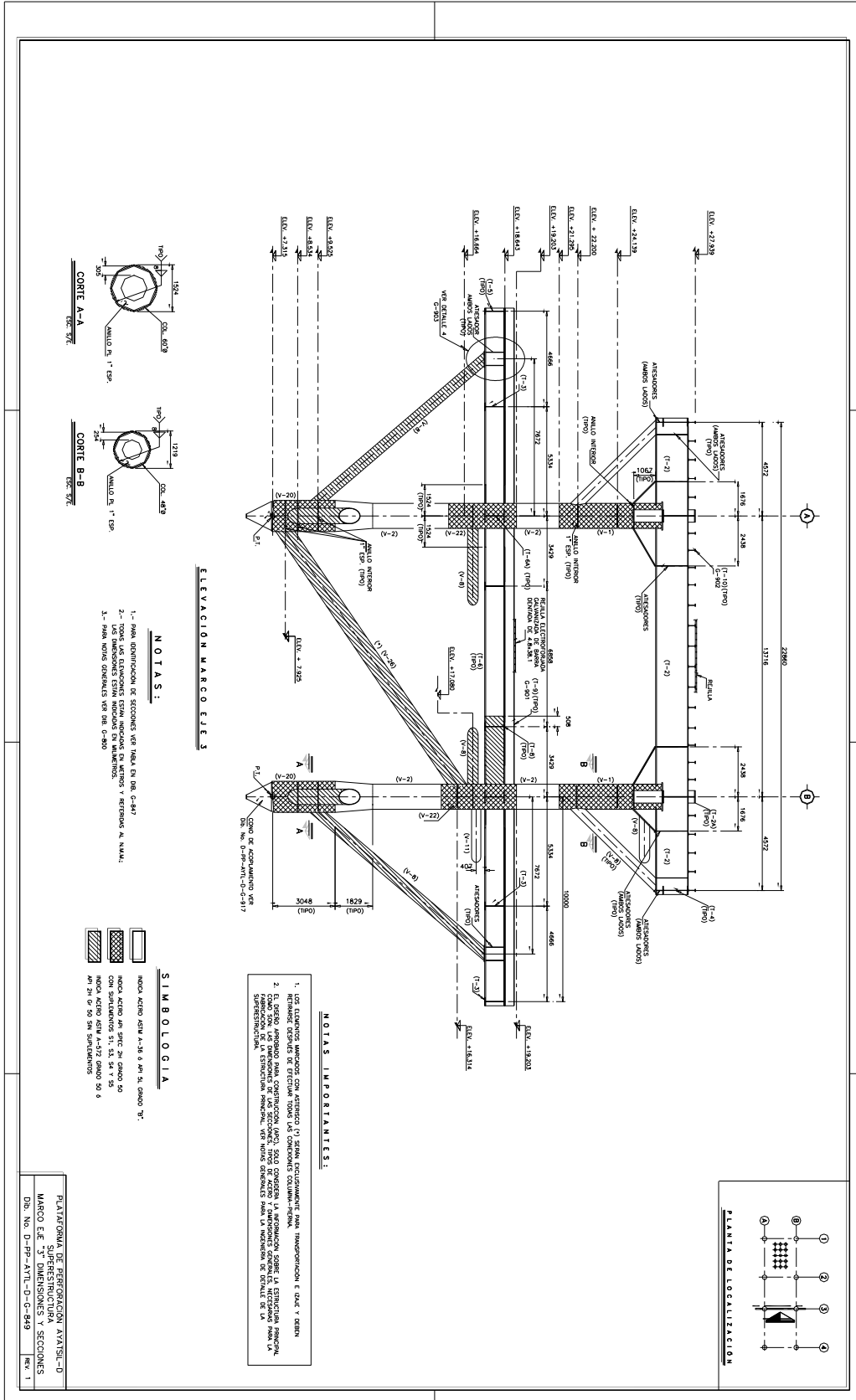
ELEVACION MARCO EJE 2

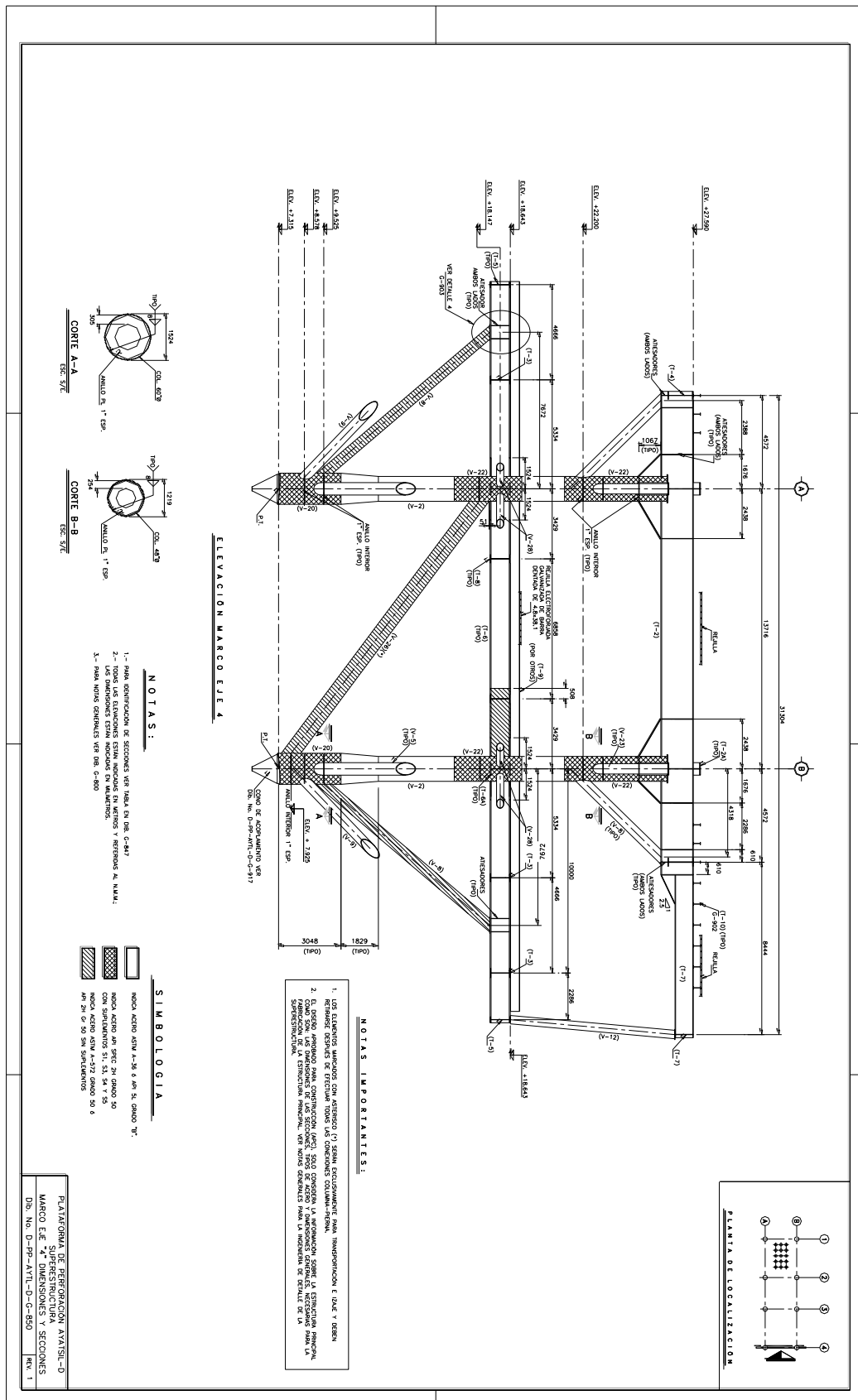
- NOTAS IMPORTANTES:**
1. LOS ESPACIOS MARCO CON REJESCO (1) DEBEN ENCONTRARSE PARA TRANSPORTE E. DIB. Y ORDEN REJESCO REJESCO DE PRELIMINAR TODAS LAS CONDICIONES COLUMNARIAS.
 2. EL DISEÑO DEBEN SER PARA CONSTRUCCION EN CEMENTO Y ACERO. SE DEBE CONSIDERAR LA INFLUENCIA SOBRE LA ESTRUCTURA MARCO LA FABRICACION DE LA ESTRUCTURA MARCO. VER NOTAS GENERALES PARA LA INFLUENCIA DE EFECTOS DE LA SUPERINTENDENCIA.

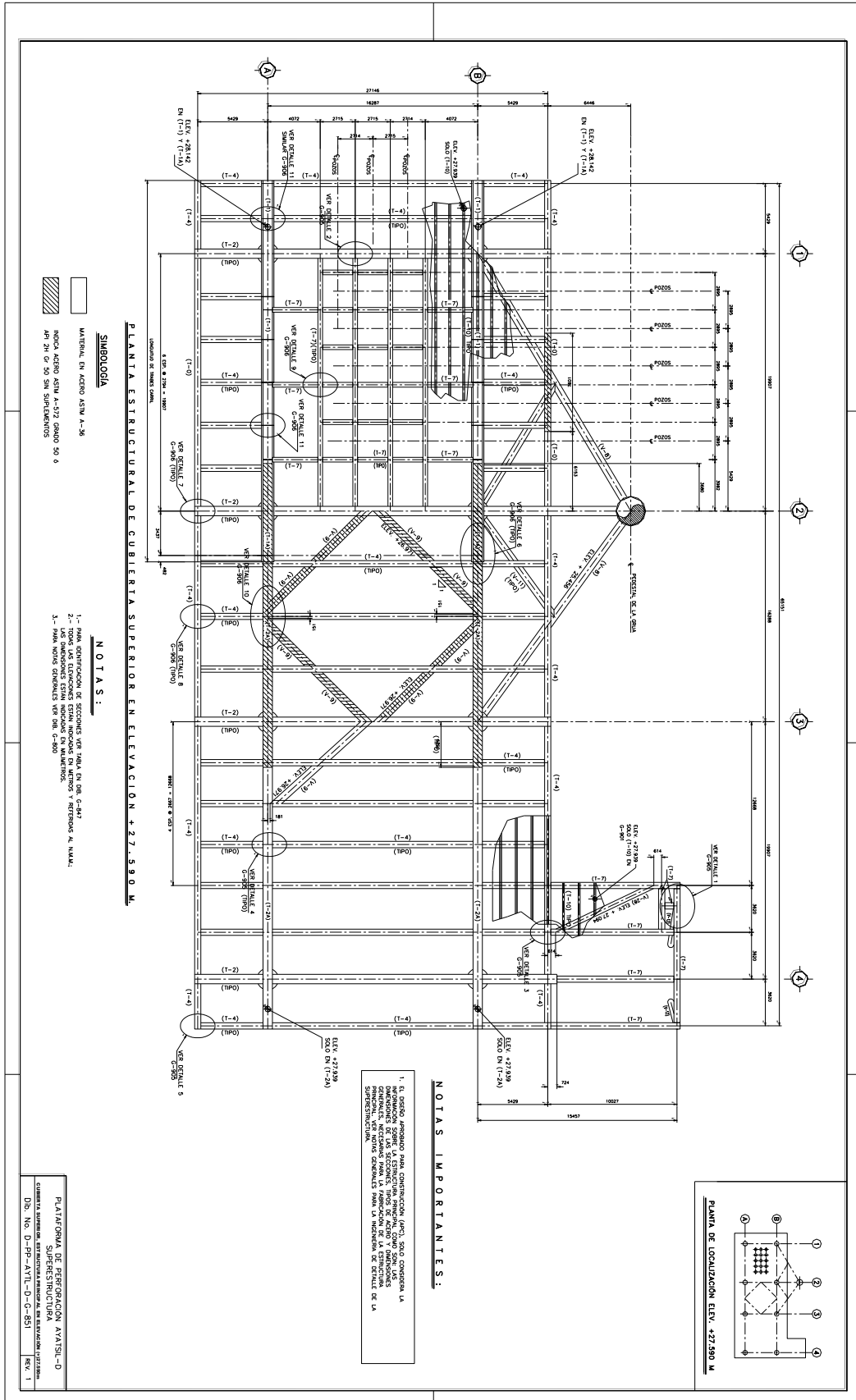
PLANTA DE LOCALIZACION



PLATAFORMA DE PERFORACION AYATSL-D
 SUPERINTENDENCIA SECCIONES
 DB: No. D-PP-ATL-D-C-848
 REV. 1







SIMBOLOGIA

MATERIAL EN ACERO ASTM A-36

ACERO ASTM A-572 GRADO 50

NOTAS:

1.- PARA DEFINICION DE SECCIONES VER TABLA EN DIB. C-847

2.- LAS DIMENSIONES SON MEDIDAS EN MILIMETROS Y REDONDAS A NADA.

3.- PARA NOTAS GENERALES VER DIB. C-800

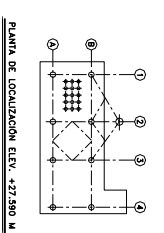
NOTAS IMPORTANTES:

1. EL DISEÑO AMBONO PARA CONSTRUCCION EN ACERO CONFORME LA NOMENCLATURA DE LA ESTRUCTURA METALICA CON SUJETO A LAS DISPOSICIONES DE LA ESTRUCTURA METALICA DE LA ESTRUCTURA SUPERIOR EN ELEVACION +27.990 M. EN LA MODALIDAD DE DETALLE DE LA SUPERESTRUCTURA.

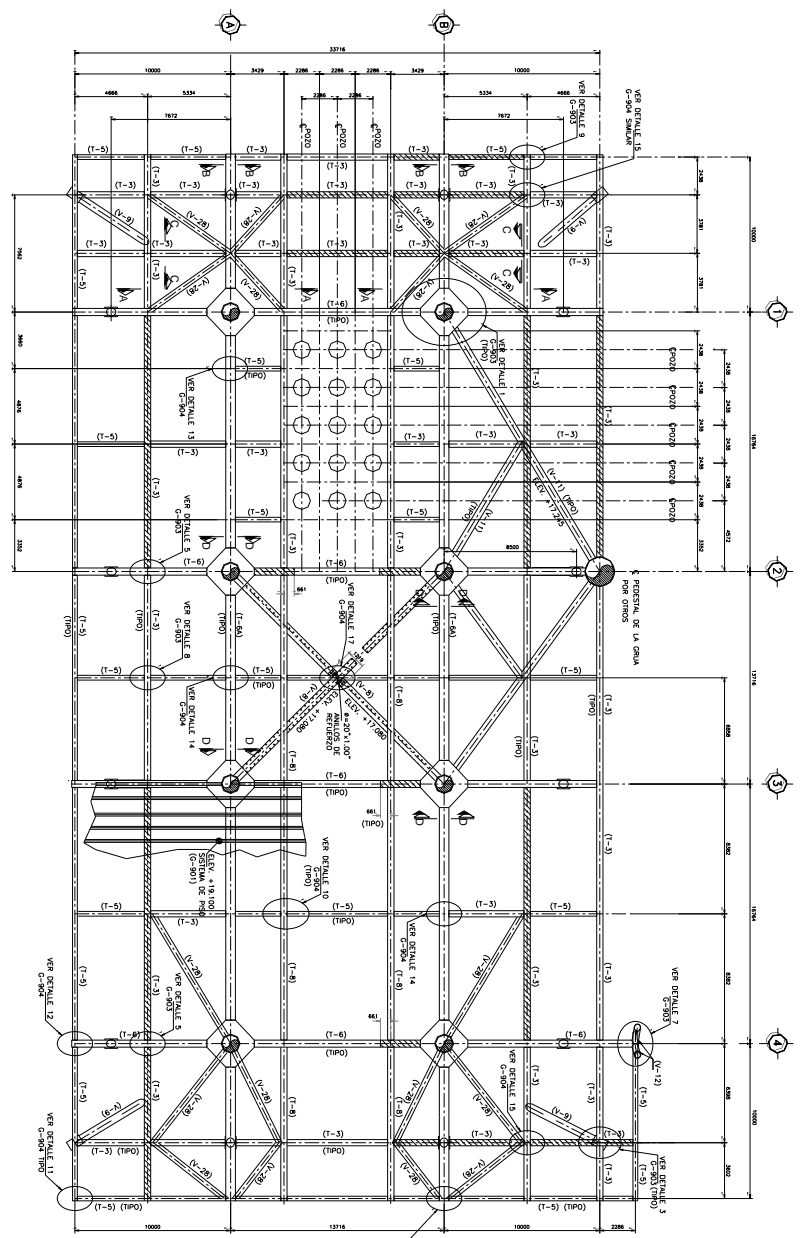
PLANTILLA DE ESTRUCTURA SUPERIOR EN ELEVACION +27.990 M.

DIB. No. D-PP-AVL-D-C-851

REV. 1



PLANTA ESTRUCTURAL DE LA CUBIERTA INFERIOR EN ELEVACION +18.643 M



PLANTA DE LOCALIZACIÓN DE ELEV. +18.643 M

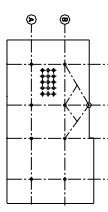
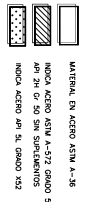


TABLA DE NOMENCLATURA	
CLAVE	DESCRIPCION
(V-28)	TUBO ø 1" x 0.500" x 107.40 kg/m

NOTAS IMPORTANTES:

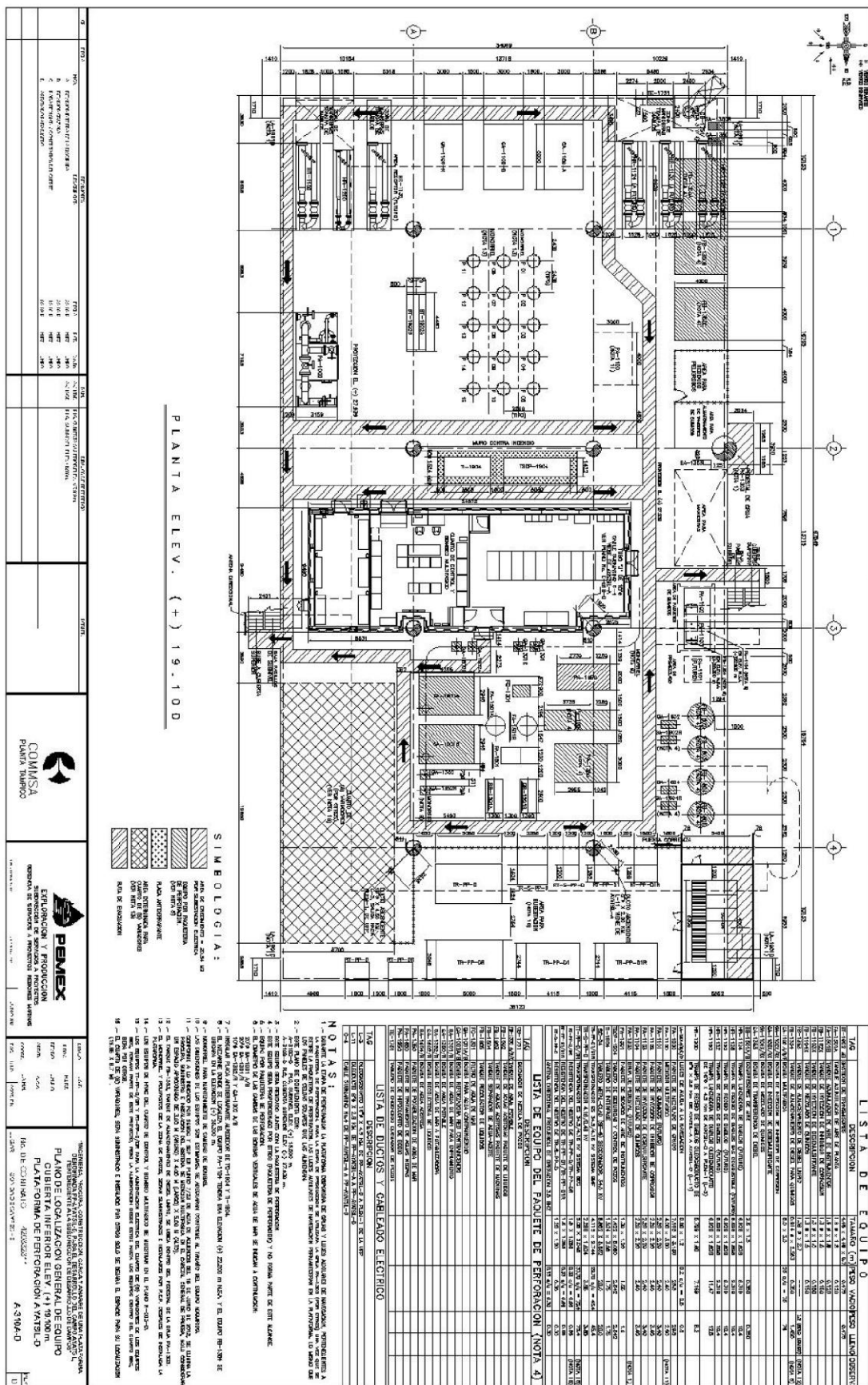
1. EL DISEÑO APROBADO PARA CONSTRUCCION (ACO), SOLO CONSIDERA MATERIALES DE LAS SECCIONES TIPO DE ACERO Y PANDEROS PASAPLANO. VER NOTAS GENERALES PARA LA NOMENCLATURA DE DETALLE DE LA SUPERFICIE.

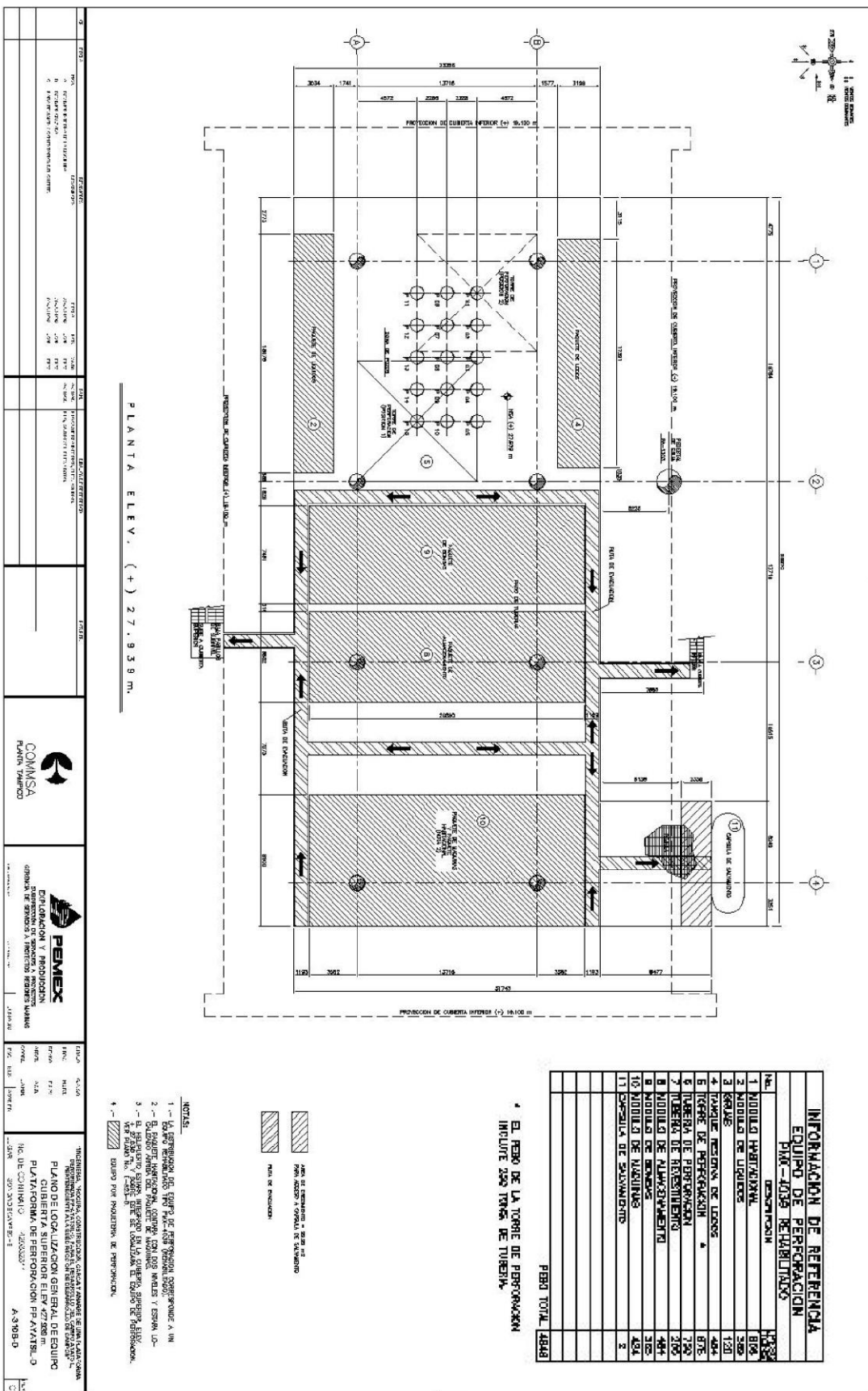


NOTAS:

- 1.- TODAS DIMENSIONES DE SECCIONES VER TABLA TIPO DE S-28
- 2.- TODAS LAS DIMENSIONES ESTAN INDICADAS EN MILIMETROS. REFERIRSE A N. NUM.
- 3.- PARA NOTAS GENERALES VER DISEÑO C-300

PLATAFORMA DE PERFORACION AVANSL-D
 CUBIERTA INFERIOR ESTRUCTURAL EN ELEVACION +18.643 M
 DISEÑO: D. NO. D-FP-ATL-D-C-852 REV. 1





PLANTA ELEV. (+) 27.938 m.

INFORMACION DE REFERENCIA

NO.	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD
1	MÓDULO HIDROTECNOLÓGICO	1038	UNIDAD
2	MÓDULO DE PERFORACIÓN	808	UNIDAD
3	MÓDULO DE ALMACENAMIENTO	380	UNIDAD
4	MÓDULO DE BOMBEO	120	UNIDAD
5	TANQUE RESERVA DE LÍQUIDOS	44	UNIDAD
6	TANQUE DE PERFORACIÓN	878	UNIDAD
7	TUBERÍA DE PERFORACIÓN	720	METROS
8	TUBERÍA DE ALMACENAMIENTO	200	METROS
9	MÓDULO DE BOMBEO	44	UNIDAD
10	MÓDULO DE ALMACENAMIENTO	380	UNIDAD
11	CAPSA DE SALVAMENTO	44	UNIDAD
12	CAPSA DE SALVAMENTO	2	UNIDAD

FERRO TOTAL 4848

* EL FERRO DE LA TORRE DE PERFORACION INCLUYE 280 TONS DE TUBERIA.



NOTAS

- 1 - LA PERFORACION DEL TUBO P.L. DE ALTO PRESION, CORRESPONDE A UN...
- 2 - EL BARRIL AMBROSIO, COMPRENDE CON LOS MÓDULOS Y ESPERA UN...
- 3 - EL BARRIL AMBROSIO, COMPRENDE CON LOS MÓDULOS Y ESPERA UN...
- 4 - EL BARRIL AMBROSIO, COMPRENDE CON LOS MÓDULOS Y ESPERA UN...

NO.	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	UNIDAD
1	PERFORACION DEL TUBO P.L. DE ALTO PRESION	UNIDAD	1038	UNIDAD
2	BARRIL AMBROSIO, COMPRENDE CON LOS MÓDULOS Y ESPERA UN...	UNIDAD	808	UNIDAD
3	BARRIL AMBROSIO, COMPRENDE CON LOS MÓDULOS Y ESPERA UN...	UNIDAD	380	UNIDAD
4	BARRIL AMBROSIO, COMPRENDE CON LOS MÓDULOS Y ESPERA UN...	UNIDAD	120	UNIDAD
5	TANQUE RESERVA DE LÍQUIDOS	UNIDAD	44	UNIDAD
6	TANQUE DE PERFORACION	UNIDAD	878	UNIDAD
7	TUBERIA DE PERFORACION	METROS	720	METROS
8	TUBERIA DE ALMACENAMIENTO	METROS	200	METROS
9	MÓDULO DE BOMBEO	UNIDAD	44	UNIDAD
10	MÓDULO DE ALMACENAMIENTO	UNIDAD	380	UNIDAD
11	CAPSA DE SALVAMENTO	UNIDAD	44	UNIDAD
12	CAPSA DE SALVAMENTO	UNIDAD	2	UNIDAD

INSTRUMENTAL, TÉCNICA, CONSTRUCCIÓN, CALIDAD Y MANEJO DE LA MATERIA...
 PLANO DE LOCALIZACIÓN GENERAL DE EQUIPO
 GOBIERNO FEDERAL
 PLATAFORMA DE PERFORACION P-ATATL-3
 A-3-93-D

REFERENCIAS

AISC Manual of Steel Construction, Allowable Stress Design, Second Edition 1994.

API RP-2A WSD Instituto Americano del Petróleo, "Prácticas Recomendadas para Planeación, Diseño y Construcción de Plataformas Marinas Fijas – Diseño por Esfuerzos de Trabajo", EDICIÓN 21, Diciembre de 2000, con erratas y suplemento 1 diciembre 2002, erratas y suplemento 2, octubre 2005.

AWS D1.1/D1.1M:2002, Structural Welding Code Steel.

Curso de Ingeniería Civil Costa Afuera. Apuntes de clase Tomo I. UNAM, Facultad de Ingeniería. Ing. Víctor Manuel Valdés Rubio.

Curso de Ingeniería Civil Costa Afuera. Apuntes de clase Tomo II. UNAM, Facultad de Ingeniería. Ing. Víctor Manuel Valdés Rubio.

Curso de Ingeniería Civil Costa Afuera. Apuntes de clase Tomo III. UNAM, Facultad de Ingeniería. Ing. Víctor Manuel Valdés Rubio.

Diseño Estructural Conceptual de las Plataformas en el Campo Ayatsil, Reporte Técnico No. AV-F.27892-1815-31-24, Rev. 0. 26 de octubre. García-Tenorio M, Campos D, Vázquez R, Marcial E, Miranda M y Rodríguez R (2011).

Graff W.J. (1981), "Introduction to offshore structures" (Design Fabrication Installation). Gulf Publishing Company., Houston.

Estudio de Riesgo No. A-F.27892-1815-31-RCE-AYATSIL, Rev.0 Agosto 2011, "Riesgo y Confiabilidad Estructural de Plataformas Marinas Fijas Aligeradas. Plataformas en Ayatsil", realizado por el IMP durante la etapa de diseño conceptual de la plataforma PP-Ayatsil-D".

Manual IMCA (2002), "Construcción en Acero" Instituto Mexicano de la Construcción en Acero, A. C.", Cuarta edición.

Manual de Construcción en Acero AISC, "Diseño por Esfuerzos Permisibles" (AISC Manual of Steel Construction, Allowable Stress Design). 2005.

NRF-003-PEMEX-2007, "Diseño y Evaluación de Plataformas Marinas Fijas en el Golfo de México".

Reporte Final "Investigación Geotécnica, sondeo PP-Ayatsil-D, volumen I, Criterios para diseño estático, reporte número 0201-6966-2.". Perforaciones y Cimentaciones S.A. de C.V. y Fugro Gulf. Inc., 03 de agosto de 2011.

Riesgo y Confiabilidad Estructural de Plataformas Marinas Fijas Aligeradas. Plataformas en Ayatsil, Reporte Técnico No. AV-F.27892-1815-31-25, Rev. 0. 26 de octubre. Campos D, Cabrera J M, Martínez J M y García-Tenorio M. 2011.