

 <small>La fuerza que transforma Bolivia</small>		<b>GIPI</b> GERENCIA DE INGENIERÍA, PROYECTOS E INFRAESTRUCTURA			
<b>EMPRESA</b>	YACIMIENTOS PETROLIFEROS FISCALES BOLIVIANOS				
<b>PROYECTO</b>	INGENIERÍA BÁSICA- UNIDAD DE REMOCIÓN DE MERCURIO				
<b>LOCALIZACIÓN</b>	PLANTA DE AMONIACO Y UREA, BULO BULO, BOLIVIA				
<b>ANEXO L</b>					
<div><b>ANEXO L</b> <b>ESPECIFICACIÓN TÉCNICA CIVIL</b></div>					
<b>REV</b>	<b>FECHA</b>	<b>DESCRIPCION</b>	<b>ELABORADO</b>	<b>REVISADO</b>	<b>APROBADO</b>

	<b>ESPECIFICACIÓN TÉCNICA CIVIL</b>		<b>GIPI</b> GERENCIA DE INGENIERÍA, PROYECTOS E INFRAESTRUCTURA
	<b>ANEXO L</b>	<b>Pag. 2 de 37</b>	REV. 0

## CONTENIDO

<b>1</b>	<b>OBJETIVO .....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>DOCUMENTACIÓN DE REFERENCIA .....</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>ALCANCE .....</b>	<b>4</b>
3.1	Estudios Civiles Preliminares. ....	4
3.1.1	Estudio de Suelos. ....	4
3.1.2	Estudio Geotécnico.....	6
3.1.3	Estudio Topográfico.....	8
3.1.4	Evaluación de las Fundaciones y Estructuras Impactadas por el Proyecto.....	8
3.2	DISEÑO DE INGENIERÍA. ....	10
3.2.1	DISEÑO DE ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN. ....	10
3.2.2	DISEÑO DE ESTRUCTURAS METÁLICAS. ....	15
3.2.3	SISTEMAS DE DRENAJE PLUVIAL E INDUSTRIAL. ....	27
3.2.4	OTRAS OBRAS CIVILES .....	27
<b>4</b>	<b>ESPECIFICACIONES CONSTRUCTIVAS. ....</b>	<b>28</b>
4.1	INSTALACIÓN DE FAENAS Y MOVILIZACIÓN.....	28
4.2	TRAZADO Y REPLANTEO .....	28
4.3	DEMOLICIÓN DE PISOS Y PAVIMENTOS .....	29
4.4	DEMOLICIONES DE ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN .....	29
4.5	EXCAVACIÓN NO CLASIFICADA.....	29
4.6	FUNDACIONES, BASES, SOPORTES Y VIGAS DE HORMIGÓN ARMADO.....	30
4.7	RELLENO Y COMPACTADO.....	32
4.7.1	El detalle de volúmenes del área sur se describe a continuación:.....	32
4.7.2	Detalle de volúmenes del área oeste de la Plata. ....	33
4.8	PISOS Y PAVIMENTOS DE HORMIGÓN Y HORMIGÓN ARMADO .....	33
4.9	REDES DE DRENAJE PLUVIAL E INDUSTRIAL .....	34
4.10	IGNIFUGADO .....	35
4.11	OTRAS OBRAS CIVILES COMPLEMENTARIAS .....	35
<b>5</b>	<b>PROPIEDADES DE LOS MATERIALES.....</b>	<b>36</b>
5.1	Estructuras de acero.....	36
5.2	Estructuras de hormigón.....	36
5.3	Combinaciones de carga .....	36
<b>6</b>	<b>CONTROL DE CALIDAD .....</b>	<b>36</b>
<b>7</b>	<b>DOCUMENTACIÓN TÉCNICA.....</b>	<b>36</b>
7.1	Cómputos Métricos .....	37
7.2	Planos .....	37
<b>8</b>	<b>ELABORACIÓN DE PLANOS E INFORMES.....</b>	<b>37</b>

	<b>ESPECIFICACIÓN TÉCNICA CIVIL</b>		<b>GIPI</b> GERENCIA DE INGENIERÍA, PROYECTOS E INFRAESTRUCTURA
	<b>ANEXO L</b>	<b>Pag. 3 de 37</b>	REV. 0

## 1 OBJETIVO

El presente documento busca sentar la especificación técnica y las bases de diseño civiles para el desarrollo del proyecto.

El presente apartado tiene por objetivo definir las condiciones, especificaciones, planos de detalle en función de normas y bases de diseño de obras civiles y estructura para el proyecto.

## 2 DOCUMENTACIÓN DE REFERENCIA


Se podrá aplicar los siguientes códigos de referencia para este documento, los mismos deberán ser de última edición.

En caso de discrepancia entre los códigos de referencia, se resolverá mediante comunicación al CONTRATANTE antes de proceder con el diseño.

La emisión de planos, especificaciones técnicas y otros documentos que hagan al diseño, serán en idioma español.

### Códigos Americanos

ANSI/ASCE 7-2005	Minimum design loads for buildings and other structures
UBC 1997	Uniform Building Code Volume 2 1997 Structural Engineering
AISC 317	Manual of Steel Construction, 13th Edition
AISC 360	Specification for Structural Steel Buildings
	Specification for Structural Joints Using ASTM A 325 or A 490 Bolts
AISC 303	Code of Standard Practice for Steel Buildings and Bridges
AWS D1.1	Structural Welding Code
ASTM A36-M	Standard Specification for Carbon Structural Steel
ASTM A500	Standard Specification for Cold-Formed Welded and Seamless Carbon Steel Structural Tubing in Rounds and Shapes
ASTM A325M	Standard Specification for Structural Bolts, Steel, Heat Treated 830 MPa Minimum Tensile Strength [Metric]
ASTM A153	Standard Specification for Zinc Coating (Hot-Dip) on Iron and Steel Hardware
ASME B18.2.3.7M	Metric Heavy Hex Structural Bolts
ASTM F788/F788M	Standard Specification for Surface Discontinuities of Bolts, Screws, and Studs, Inch and Metric Series
ASTM A563M	Standard Specification for Carbon and Alloy Steel Nuts [Metric]
ASTM A307M	Standard Specification for Carbon Steel Bolts and Studs, 60 000 PSI Tensile

	<b>ESPECIFICACIÓN TÉCNICA CIVIL</b>		<b>GIPI</b> GERENCIA DE INGENIERÍA, PROYECTOS E INFRAESTRUCTURA
	<b>ANEXO L</b>	<b>Pag. 4 de 37</b>	REV. 0

#### Strength

ASTM F436M	Standard Specification for Hardened Steel Washers [Metric]
ASTM F1554	Standard Specification for anchor bolts, Steel 36, 55, and 105 ksi yield strength
ANSI/NAAMM MBG 531-00	Metal Bar Grating Manual
AASHTO	Standard Specification for Highway Bridges
ACI 318	Building Code Requirements for Structural Concrete and Commentary
ACI 543R-00	Design, Manufacture, and Installation of Concrete Piles
API RP 686	Recommended Practice for Machinery Installation and Installation Design
OHSAS 18001	Occupational Health and Safety Management Systems

#### Códigos Bolivianos

NB 011-95	NORMA BOLIVIANA DEL CEMENTO "Cemento - Definiciones, clasificación y Especificaciones
NB 639	NORMA BOLIVIANA Hormigón, rotura por compresión
NB 633	NORMA BOLIVIANA Mortero y hormigones – Definiciones
NB 604	NORMA BOLIVIANA Hormigón – Requisitos
NB 589	NORMA BOLIVIANA Hormigón – ensayo Cono de Abrahams
NB 587	NORMA BOLIVIANA Agua para morteros
N.B. 596-91	NORMA BOLIVIANA para áridos y hormigones, requisitos

La documentación del diseño de las plantas, como ser planos, memorias de cálculos y otros de las estructuras, pipe racks, etc. impactados por la implementación del proyecto, será proporcionada a al CONTRATISTA para la ejecución del servicio.

### 3 ALCANCE


Las Bases de Diseño del Proyecto en lo que respecta a la parte de Obras Civil y Estructuras, requerirá de la ejecución de los siguientes estudios y actividades:

#### 3.1 Estudios Civiles Preliminares.

Este acápite se refiere a todos los estudios previos que requiere la ingeniería del Proyecto en lo que respecta a la especialidad de obras civil y estructuras, estos estudios deberán proporcionar la información y datos fidedignos que sirvan de base para el diseño de las estructuras. El CONTRATISTA deberá efectuar los siguientes estudios:

##### 3.1.1 Estudio de Suelos.

Fruto del diseño original de la planta de Amoniaco y Urea, se cuenta con los resultados de los estudios de suelos de las unidades de proceso. Los mismos serán proporcionados a los oferentes del servicio EPC.

	<b>ESPECIFICACIÓN TÉCNICA CIVIL</b>		<b>GIPI</b> GERENCIA DE INGENIERÍA, PROYECTOS E INFRAESTRUCTURA
	<b>ANEXO L</b>	<b>Pag. 5 de 37</b>	REV. 0

Los oferentes podrán emplear este estudio como base para elaborar su propuesta (área de proceso y área de tanques).

Antes de iniciar la ingeniería para las fundaciones y obras civiles en general y a fin que cuente con información actualizada, el CONTRATISTA realizará un estudio de suelos para determinar la capacidad portante del suelo y otras variables, bajo el siguiente detalle:

El estudio de suelos en la zona de implantación de estructuras deberá contar mínimamente con lo siguiente:


- **Determinación de la capacidad portante (Ensayo SPT según Norma ASTM D-1586).**
- **Análisis Granulométrico (Según Norma ASTM D-422-63)**
- **Límites de Atterberg.**
  - *Límite Líquido (Según Norma ASTM D-423-66)*
  - *Límite Plástico (Según Norma ASTM D-424-59)*
  - *Índice de plasticidad*
- **Contenido de humedad (Según Norma ASTM D-2216-71)**
- **Determinación del nivel freático.**
- **Clasificación de suelos (Según Norma ASTM D-2487-69)**

El estudio incorporará las siguientes consideraciones:

- a) Se realizarán ensayos para determinar la capacidad portante del suelo en varios puntos en el área de procesos (mínimo dos, uno por cada unidad) y de tanques y en forma particular en cada punto donde se instalarán los siguientes equipos:
  - Uno por cada tanque de almacenamiento
  - Uno por cada columna de destilación
  - Otros según determine necesario el Contratista
- b) Se realizará la perforación de pozos para la realización de ensayos SPT, a cada metro de profundidad hasta los 15 metros o lo requerido para obtener resultados confiables.
- c) Se realizarán mediciones de resistividad del suelo en varios puntos en las áreas de proceso y de tanques.
- d) El estudio de suelos también deberá proporcionar la densidad de los estratos superiores hasta -3.0 m. para poder utilizarlos como material estabilizador en caso de que la fundación sea una losa, como por ejemplo para una columna de destilación.

En base a los resultados obtenidos se deberá justificar el tipo de fundación propuesta.

Para la realización del estudio, el Contratista deberá contratar los servicios de un laboratorio de suelos reconocido y aprobado previamente por YPFB.

	<b>ESPECIFICACIÓN TÉCNICA CIVIL</b>		<b>GIPI</b> GERENCIA DE INGENIERÍA, PROYECTOS E INFRAESTRUCTURA
	<b>ANEXO L</b>	<b>Pag. 6 de 37</b>	REV. 0

En síntesis, el CONTRATISTA debe recopilar la información suficiente y necesaria para determinar los parámetros y características que darán base a las fundaciones principales que se colocarán en el proyecto; incluyendo, sin limitarse a ello, la siguiente información: características del trabajo en campo, características del trabajo de laboratorio, lineamientos del análisis e interpretación de resultados, contenido del reporte del estudio de suelos, cronograma y metodología de ejecución, personal involucrado (staff) y sus responsabilidades.

En los lugares donde sea necesario la construcción de una fundación para un equipo con características especiales según su altura y peso resultante, se deberá realizar estudios de suelo a una profundidad según la influencia del bulbo de presiones.

### 3.1.2 Estudio Geotécnico

En base a los resultados del estudio que se realizó en el área de en cuestión para la construcción de la Planta de Amoniaco y Urea, ensayos realizados por la empresa Samsung a través de la empresa INSEPE, se tiene los resultados de los estudios que se detalla a continuación.

Tipo de perforación: Exploración geotécnica con S.P.T. hasta 12 metros de profundidad. Punto con identificación BH-T05.


En este punto, se determinaron los siguientes datos:

- Suelo orgánico con un espesor de 20 cm
- En el primer tramo hasta una profundidad de 2.40 m la descripción del material es Arena limosa color amarillenta.
- En el segundo tramo desde los 2.40 m hasta los 4.3 m, las características del material son Arcilla inorgánica de baja a media plasticidad color amarillenta.
- Desde los 4.3 m hasta los 5m las características del material son arena limosa color amarillenta.
- Con una tensión admisible baja de 0.67 kg/cm<sup>2</sup> a una profundidad de 3 metros.
- Nivel freático a los 4,5 metros de profundidad.

Tipo de perforación: Exploración geotécnica combinados con S.P.T. y rotación con corona de diamante con profundidades hasta 20 m. Punto con identificación BH-T06.

En este punto, se determinaron los siguientes datos:

- Suelo orgánico con un espesor de 20 cm
- En el primer tramo hasta una profundidad de 2 m la descripción del material es arcilla inorgánica de baja a mediana plasticidad color amarillenta.
- En el segundo tramo desde los 2.30 m hasta los 4.0 m, las características del material son limo inorgánico inorgánico color amarillento.

	<b>ESPECIFICACIÓN TÉCNICA CIVIL</b>		<b>GIPI</b> GERENCIA DE INGENIERÍA, PROYECTOS E INFRAESTRUCTURA
	<b>ANEXO L</b>	<b>Pag. 7 de 37</b>	REV. 0

- Desde los 4.0 m hasta los 5.50 m las características del material son arena limosa con grava color amarillenta.
- Desde los 5.5 m hasta los 7.7 m las características del material son limo inorgánico color gris.
- Desde los 7.7m hasta los 8m le material es grava de canto rodado en
- Con una tensión admisible baja de 0.8 kg/cm<sup>2</sup> a una profundidad de 3 metros.
- Nivel freático a los 2,3 metros de profundidad.

El proponente deberá considerar que estas características del terreno se deberán verificar con nuevos estudios, realizando más puntos de verificación con ensayos SPT. En el lugar de los tanques de metanol (TK-4001 y TK-4002), el estudio deberá realizarse según la influencia del bulbo de presiones, para determinar cómo se comporta el suelo en los puntos hasta donde influye el bulbo de presiones.

#### **Recomendación de material para relleno.**

De acuerdo a las características del material y por recomendaciones realizadas por la empresa que realizo el estudio, se tendrá que realizar mejoramiento de suelo considerando el siguiente material:

- a) SM; A-2-4(0) arena limosa con grava
- b) GP; A-1b mezclas de grava y arena
- c) GM; mezclas pobremente gradada de grava, arena y limo
- d) Según proctor T-180 MODIFICADO

#### **Recomendaciones para fundaciones**

Para fundaciones superficiales, el mejoramiento de suelo deberá considerarse entre 1.5 a 2 m de de profundidad.


Por lo tanto, para el área de los dos tanques, se tendrá que realizar mejoramiento de suelo en toda el área con una profundidad de 1m, y para la fundación de los tanques, se tendrá que considerar un mejoramiento de suelo hasta 2 m de profundidad.

Del mismo modo en el área de las unidades de metanol y de urea formaldehído, toda el área de influencia deberá tener un mejoramiento de suelo de hasta 1 m de profundidad, y para las fundaciones superficiales se deberá realizar el mejoramiento de suelo entre 1.5 a 2 m de profundidad.

En caso de considerar pilotaje para las algunas fundaciones, los pilotes deberán ser mínimamente de 12 m largo, con un mejoramiento de suelo de hasta 4 m, compactado al 95% del proctor T-180 modificado.

#### **Pavimento**

Se deberá considerar en el área de influencia de las dos unidades, la construcción de pavimento rígido para el acceso y las operaciones que se tengan que realizar tanto en la etapa de operación como en el mantenimiento. lo mismo se deberá considerar para el área de los tanques TK-4001 Y TK-4002.

	<b>ESPECIFICACIÓN TÉCNICA CIVIL</b>		<b>GIPI</b> GERENCIA DE INGENIERÍA, PROYECTOS E INFRAESTRUCTURA
	<b>ANEXO L</b>	<b>Pag. 8 de 37</b>	REV. 0

Se tiene que tomar en cuenta que para cruzar el canal de drenaje deberá colocarse grating de acuerdo a la norma ASTM-A569, ASTM-A570 galvanizado en caliente, adaptada para cruce del canal de drenaje para ingreso a las áreas en cuestión, o considerar una losa de hormigón armado resistente al ingreso de maquinaria pesada.

### **Enmallado**

Se deberá modificar el enmallado de la Planta de Amoniaco y Urea de tal manera que las unidades queden dentro del enmallado. Considerando que es con malla tipo olímpico.

### **Cambio de material (excavación y relleno)**

Los trabajos iniciales para la conformación de la plataforma necesaria para las instalaciones, comprenden la excavación hasta llegar al nivel de cota de la Planta de Amoniaco y Urea +241 msnm, retirando el material orgánico y considerando el cambio de material de toda la plataforma, teniendo en cuenta también, que en las áreas de fundaciones de equipo o tanques, el cambio de material deberá ser entre 1.5 m a 2m de profundidad.

### **3.1.3 Estudio Topográfico**

El CONTRATISTA deberá realizar un levantamiento a detalle del área de influencia del Proyecto, considerando mínimamente el siguiente detalle:

#### **3.1.3.1 Trabajo de Campo**

- Levantamiento con instrumento de precisión (Estación total).
- Estaqueado o demarcado del área de trabajo.
- Levantamiento a detalle que permita el cálculo de volúmenes y replanteo de fundaciones.
- Levantamiento de cámaras de drenaje, tanto pluvial como industrial en el área de influencia del Proyecto.

#### **3.1.3.2 Trabajo de Gabinete**


- Planimetría a detalle en escala 1:100
- Altimetría (Curvas de nivel cada 0.2 m.)
- Secciones transversales.

Para la realización del levantamiento, el CONTRATISTA deberá contratar los servicios de un topógrafo o empresa especializada en servicios geodésicos y topográficos, previa aprobación por parte de YPFB.

### **3.1.4 Evaluación de las Fundaciones y Estructuras Impactadas por el Proyecto.**

Se deberá medir, valorar, y evaluar las siguientes estructuras:



	<b>ESPECIFICACIÓN TÉCNICA CIVIL</b>		<b>GIPI</b> GERENCIA DE INGENIERÍA, PROYECTOS E INFRAESTRUCTURA
	<b>ANEXO L</b>	<b>Pag. 9 de 37</b>	REV. 0

#### **3.1.4.1 Estructuras de hormigón armado**

Comprende la evaluación, cálculo y diseño estructural de todos los elementos de hormigón armado y hormigón en masa como ser: fundaciones, pedestales, pórticos y todos los elementos sobre los cuales el Contratista determine y/o considere que es posible apoyar los elementos y tuberías nuevas de la Planta de Urea Formaldehído y sus respectivos sistemas auxiliares.

Se requiere que el CONTRATISTA verifique la capacidad de cargas de las estructuras existentes donde se apoyarán/suportarán los nuevos elementos de la Planta de Urea Formaldehído (tuberías, válvulas, válvulas de seguridad, plataformas, etc.). En caso de ser necesario, debe implementar todos los refuerzos necesarios o estructuras nuevas que permitan la correcta y segura operación de las instalaciones.

Para tal efecto, se deberá realizar ensayos destructivos y no destructivos del hormigón, que están indicadas en las normas que se apliquen en el diseño y construcción de estructuras.

Así mismo se debe realizar la verificación (re-cálculo estructural) de las estructuras considerando las nuevas cargas actuantes, la disposición de las tuberías nuevas y en general de la implementación del sistema.


El CONTRATISTA deberá realizar un relevamiento en campo de las estructuras de hormigón armado impactadas por el proyecto. Es de entera responsabilidad del CONTRATISTA realizar las mediciones necesarias para verificar el estado actual de las estructuras y su comportamiento una vez se haya implementado la Planta de Urea Formaldehído y sus respectivos sistemas auxiliares; debiendo asegurarse que las nuevas cargas no afecten la integridad de las estructuras existentes. Por tanto, dentro su diseño deberá contemplarse la adición de refuerzos y estructuras nuevas según sea requerido por el proyecto, considerando los pesos adicionales de tuberías nuevas y también los posibles pesos adicionales requeridos en pruebas de presión hidráulica. Los costos inherentes o las contingencias adecuadas de estas posibles modificaciones deben estar incluidos en su presupuesto para la presentación de ofertas.

#### **3.1.4.2 Estructuras metálicas**

Comprende la evaluación de todas las estructuras metálicas existentes, tales como: pipe racks, soportes, plataformas, vigas, etc., que según el prediseño y las previsiones del CONTRATISTA sean impactadas por la implementación de las nuevas líneas y accesorios.

El Contratista deberá realizar un relevamiento en campo del estado de las estructuras metálicas involucradas en el proyecto y verificar que las mismas sean aptas para la adición de nuevas cargas fruto de la implementación del proyecto; debiendo realizar modificaciones o refuerzos en caso de ser necesario.

También deberá implementarse toda la sujeción y/o apoyo de tuberías necesarios para la nueva planta.

	<b>ESPECIFICACIÓN TÉCNICA CIVIL</b>		<b>GIPI</b> GERENCIA DE INGENIERÍA, PROYECTOS E INFRAESTRUCTURA
	<b>ANEXO L</b>	<b>Pag. 10 de 37</b>	REV. 0

### 3.2 DISEÑO DE INGENIERÍA.

El Contratista deberá diseñar y calcular las siguientes estructuras civiles:

#### 3.2.1 DISEÑO DE ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN.

El Contratista deberá realizar el diseño y cálculo estructural de todos los elementos de hormigón armado para los equipos nuevos, tales como ser: fundaciones, bases, soportes, y todo elemento de hormigón armado que la ingeniería considere necesario.

- Los equipos y maquinarias pesadas no serán asentados en las fundaciones hasta que pase un periodo de por lo menos siete (7) días de fraguado del hormigón.
- Durante los primeros siete (7) días de fraguado, el hormigón se mantendrá a una temperatura de 10°C o mayor. El CONTRATISTA monitoreará la temperatura del hormigón y tomara las previsiones del caso para asegurar este requisito.
- También, durante este periodo de siete días, el hormigón se mantendrá continuamente húmedo.
- Se utilizará “non shrinking grout”, auto-nivelante, en todas las fundaciones para columnas de destilación, columnas estructurales altas, hornos y bombas centrifugas.
- Se utilizará “epoxy grout” en todas las fundaciones para equipos sujetos a vibraciones, pulsaciones y movimientos reciprocanes como por ejemplo compresores reciprocanes, motores a gas y otros.
- El grout será instalado y fraguado en estricto cumplimiento a las recomendaciones del fabricante. El espesor mínimo del grout será el mayor de 35 mm o el que especifique el fabricante del equipo en cuestión o el que sea necesario al momento del montaje, pero no menor a lo antes especificado.

##### 3.2.1.1 Códigos aplicables


Las fundaciones de equipos, estructura, edificios, y obras civiles serán diseñadas para cumplir con los requerimientos de los siguientes códigos y estándares:

- **Regulación Boliviana**

- IBNORCA (Instituto Boliviano de Normalización y Calidad)
- CBH (Norma Boliviana del Hormigón Armado)
- NB - 512 (Calidad del Agua Potable para consumo Humano)
- NB - 495 (Agua Potable)
- 688-1 (Instalaciones Sanitarias, Alcantarillado Sanitario, Pluvial y Tratamiento de Aguas Residuales)

- **Regulación Internacional**

- ACI-Instituto Americano de Concreto
  - ACI 301- Especificación de Concreto Estructural de Edificios

	<b>ESPECIFICACIÓN TÉCNICA CIVIL</b>		<b>GIPI</b> GERENCIA DE INGENIERÍA, PROYECTOS E INFRAESTRUCTURA
	<b>ANEXO L</b>	<b>Pag. 11 de 37</b>	REV. 0


- ACI 318/318R - Código de Requerimientos para Edificios de Concreto Reforzado y Comentarios.
- ACI 530 - Requerimientos de Código de Edificio para Estructura de Mampostería.
- ACI 530.1 – Especificación de Estructuras de Mampostería.
- ACI 308-92 - Standard practice for curing concrete
- ACI 325.9R-91 - Guide for construction of concrete pavements & concrete bases
- ACI 347 - Formwork for Concrete
- ACI 351 1R - Grouting between foundations and bases for support of equipment and machinery
- ACI 351 2R - Foundations for static equipment
- AASHTO M82-75 – Cut-back asphalt (medium curing type)
- ACI 224 – Control de fisuración en estructuras de hormigón
- ACI 308 - Standard practice for curing concrete
- ACI 351.3R-04 - Foundations for Dynamic Equipment

- ii. UBC-Código Uniforme de Construcción, 1997.  
UBC – 97 (Diseño sismo-resistente)
- iii. ASCE-Sociedad Americana de Ingenieros de Civil
  - ASCE 7-10 - Cargas de Diseño Mínimo para Edificios y Otras Estructuras.
- iv. Consejo de Código Internacional (ICC)
  - Código Internacional de Edificio (IBC) 2012
- v. Sociedad Americana para Prueba y Materiales (ASTM)
  - Estándares aplicables.

La información insuficiente y conflictiva de estos términos de referencia no libera de responsabilidad al contratista a entregar los requeridos servicios de diseño de manera satisfactoria para cumplir las normas de buenas prácticas basadas en la experticia.

El diseño debe contemplar las siguientes características de resistencias para el concreto armado:

- El tipo de concreto para las estructuras deberá ser:  $f'c = 250 \text{ kgf/cm}^2$ .
  - El tipo de concreto para el concreto de limpieza o concreto de nivelación deberá ser:  $f'c = 125 \text{ kgf/cm}^2$
  - Ensayos de caracterización de concreto fresco y endurecido. Y si es necesario, toma de muestras a edades posteriores y núcleos.
- 1) El contratista deberá proponer los tipos de ensayos a realizar tanto en el concreto fresco como

	<b>ESPECIFICACIÓN TÉCNICA CIVIL</b>		<b>GIPI</b> GERENCIA DE INGENIERÍA, PROYECTOS E INFRAESTRUCTURA
	<b>ANEXO L</b>	<b>Pag. 12 de 37</b>	REV. 0

en concreto endurecido, pero mínimamente deberá realizar los siguientes ensayos: Ensayo de asentamiento con tronco de Cono de Abraham (norma IRAM 1536).

2) Ensayo de resistencia a la rotura por compresión (norma IRAM 1524 Y 1534)

Para cada ensayo o cualquier actividad que la empresa planifique realizar, deberá elaborar su respectivo procedimiento.

- Materiales a utilizar.- El cemento a utilizar para las estructuras será cemento portland-puzolanico IP-40 y deberá cumplir las normas ASTM en su versión más reciente.

Agregado fino y grueso.- Estos agregados deberán cumplir en todo con las normas correspondientes a ASTM C33 en su versión masa reciente.

La armadura de refuerzo deberá cumplir:

ABNT NBR 7480, Grade CA50 o equivalente

- Deformación de las barras de acero con una resistencia característica mínima de  $f_y = 5000 \text{ kgf / cm}^2$ .
- Malla de alambre de soldadura con una resistencia característica mínima de  $f_y = 5000 \text{ kgf / cm}^2$


- Los planos deben tener notas generales de estructuras de concreto y de detalles típicos.

Deberán ser consideradas las siguientes cargas y fuerzas externas en el diseño estructural:

- Carga muerta
- Carga viva
- Carga de equipos
- Carga de tubería
- Carga de dispositivo de manejo
- Fuerza del viento
- Fuerza sísmica
- Fuerza de vibración
- Fuerza térmica
- Presión del suelo
- Presión de agua
- Carga por explosión
- Fuerza lateral de atracción de equipo.

Las cargas muertas deben incluir:

- Componentes de construcción permanente
- Materiales con protección contra incendios
- Materiales aislantes
- Peso del suelo sobre la fundación
- Equipos con internos, fluidos, solidos, etc.

	<b>ESPECIFICACIÓN TÉCNICA CIVIL</b>		<b>GIPI</b> GERENCIA DE INGENIERÍA, PROYECTOS E INFRAESTRUCTURA
	<b>ANEXO L</b>	<b>Pag. 13 de 37</b>	REV. 0

El software de cálculo para el análisis estructural debe ser uno de amplio reconocimiento mundial (Ejm: SAP 2000, ETABS, SAFE, STAD PRO, ROBOT u otro que esté basado en el análisis de elementos finitos)

El diseño debe considerar cargas estáticas, cargas sísmicas, cargas de viento, etc.

### 3.2.1.2 Bases de diseño para cálculo de combinaciones de cargas

Se definen los parámetros y principios generales para el diseño y cálculo de las diferentes estructuras civiles; los cuales incluyen, sin limitarse a ello, lo siguiente: normas aplicables para el diseño, cargas a utilizar y sus respectivas combinaciones de diseño, requerimientos específicos del Cliente, condiciones ambientales, puntos de aducción y descarga de aguas que determinen el sistema a diseñar, y cualquier consideración que deba tenerse en cuenta para el diseño del área Civil-Estructural y Arquitectura.

Las combinaciones de carga, sin ser limitativos, deberán cumplir mínimamente los siguientes estados:

COMBINACION DE CARGA PARA RACK DE TUBERIAS		
TÉRMINOS DE CARGA	CONDICIONES DE CARGA	COMBINACIÓN DE CARGA
A LARGO PLAZO	OPERACIÓN	D+EO+PO+V+T
		D+L+EO+PO+CR+V+T
A CORTO PLAZO	IZAJE	0.6D+EE+PE+0.6W
	PRUEBA	D+L+ET(o PT)+0.5W
	OPERACIÓN CON VIENTO	D+EO+PO+0.6W
		D+0.75(L+T)+EO+PO+V+0.75(0.6W)
	OPERACIÓN CON SISMO	D+EO+PO+0.7S
		D+0.75(L+T)+EO+PO+V+0.75(0.7)S
	MANTENIMIENTO	D+L+EE+BP+CR


COMBINACION PARA ESTRUCTURAS DE ACERO		
TÉRMINOS DE CARGA	CONDICIONES DE CARGA	COMBINACIÓN DE CARGA
A LARGO PLAZO	OPERACIÓN	D+EO+V+T
		D+L+EO+CR+V+T
A CORTO PLAZO	IZAJE	0.6D+EE+0.6W
	PRUEBA	D+L+ET+0.5W
	OPERACIÓN CON VIENTO	D+EO+0.6W
		D+0.75(L+T)+EO+V+0.75(0.6W)
	OPERACIÓN CON SISMO	D+EO+PO+0.7S
		D+0.75(L+T)+EO+V+0.75(0.7)S
	MANTENIMIENTO	D+L+EE+BP+CR

COMBINACIONES DE CARGA PARA ESTRUCTURAS DE CONCRETO		
TÉRMINOS DE CARGA	CONDICIONES DE CARGA	COMBINACIÓN DE CARGA
A LARGO PLAZO	OPERACIÓN	$1.4(D+EO+PO+V+T)$
		$1.2(D+EO+PO+V+T)+1.6(L+CR)+1.6H$
A CORTO PLAZO	IZAJE	$1.2(D + EE + PE) + 1.0*W$
	PRUEBA	$1.2(D + ET + PT) + 1.0*(0.5W) + 1.0L$
	VIENTO	$1.2(D + EO + PO + V + T) + 1.0L + 1.0*W$
		$0.9(D + EO + PO + V + T) + 1.0*W$
	OPERACIÓN CON SISMO	$1.2(D + EO + PO + V + T) + 1.0L + 1.0S$
		$0.9(D + EO + PO + V + T) + 1.0S$
	MANTENIMIENTO	$1.2(D + EE) + 1.6(CR+BP) + 1.0L$

COMBINACION PARA CHEQUEO DE ESTABILIDAD		
TÉRMINOS DE CARGA	CONDICIONES DE CARGA	COMBINACIÓN DE CARGA
A LARGO PLAZO	OPERACIÓN	$D + L + EO + PO + CR + V + T$
A CORTO PLAZO	IZAJE	$D + EE + PE + W$
	PRUEBA HIDROSTATICA	$D + L + ET + PT + 0.5W$
	VIENTO	$D + L + EO + PO + V + T + W$
	SISMO	$D + L + EO + PO + V + T + 0.7S$
	MANTENIMIENTO	$D + L + EE + BP + CR$

Donde:

D : Cargas muertas  
 L : Cargas vivas  
 Lr : Cargas vivas en techo  
 H : Presión de agua y suelo  
 W : Fuerza de viento  
 S : Fuerza sísmica  
 B : Carga de chorro  
 EO : Carga de equipos de operación  
 EE : Carga de equipos vacíos.  
 ET : Carga de prueba de equipos  
 BP : Fuerza de extracción del haz de tubos  
 PO : Carga de tubería en operación  
 PE : Carga de izaje de tubo  
 PT : Carga de prueba de tubo  
 CT : Carga de bandeja de cable  
 AF: Fuerza de anclaje

	<b>ESPECIFICACIÓN TÉCNICA CIVIL</b>		<b>GIPI</b> GERENCIA DE INGENIERÍA, PROYECTOS E INFRAESTRUCTURA
	<b>ANEXO L</b>	<b>Pag. 15 de 37</b>	REV. 0

PE: Fricción de tubo

CR : Carga de dispositivos de manejo (grúa/impacto)

V : Carga de vibración

T : Cargas, fuerzas y efectos debido a la contracción o expansión originados por cambios de temperatura, encogimiento, cambio de humedad, movimientos debido a ajustes diferenciales o combinación.


Estas combinaciones de carga podrían no representar todos los casos posibles. Podría ser necesario, para tener una buena aproximación a la situación de cargas reales, realizar otras combinaciones adicionales. En cualquier caso, tanto la seguridad de las personas como la de las estructuras deberán estar garantizadas durante todas las fases transitorias de la construcción y durante operación; por lo tanto habrá que considerarse todas las condiciones de carga y combinaciones posibles de estas que puedan presentarse en dichas fases.

### 3.2.2 DISEÑO DE ESTRUCTURAS METÁLICAS.

El Contratista deberá realizar el diseño y cálculo de estabilidad de toda la estructura metálica necesaria para el montaje y suportación de los nuevos equipos, tuberías y accesorios, tales como ser: piperacks, plataformas, soportes, y toda estructura metálica que la ingeniería considere necesario.

Los trabajos civiles y estructuras metálicas serán realizados de acuerdo con la especificación de la planta existente, en conformidad a lo descrito en el presente anexo.

- Los pernos de anclaje de equipos serán con material ASTM A36 o A-307, con un límite de tensión permitida de 18000 psi.
- Las escaleras verticales tipo gato deberán cumplir estándares típicos. Tendrán peldaños sólidos redondos, de un diámetro mínimo (19 mm), uniformemente espaciados a un máximo de 14 pulgadas (356 mm) y un mínimo de 10 pulgadas (254 mm) y su ancho no deberá ser inferior a 18 pulgadas (457 mm).
- Las escaleras de gato estarán ubicadas de tal forma de proporcionar acceso con descarga lateral desde las plataformas adyacentes, donde sea posible.
- Detrás de todas las escaleras se deberá proporcionar un espacio libre de 8 pulgadas (203 mm) de profundidad, medido desde el centro del peldaño más cercano a la obstrucción o la pared, a todo el ancho de la escalera.
- Las escaleras de gato deberán estar provistas de jaulas que cumplan los requisitos de seguridad exigidos por los códigos. Como mínimo, todas las escaleras cuya cima sea superior a 20 pies (6 metros) sobre el nivel del suelo, piso o techo, deberán ser enjauladas a menos que se indique lo contrario.
- 
- Las escaleras tipo gradas tendrán un ancho mínimo de 800 mm y cumplirán con la norma OSHA 3124-12R. En general se utilizarán materiales galvanizados. En lugares con poco espacio se podrán considerar escaleras de un ancho menor, las cuales deberán ser aprobadas por YPFB.


	<b>ESPECIFICACIÓN TÉCNICA CIVIL</b>		<b>GIPI</b> GERENCIA DE INGENIERÍA, PROYECTOS E INFRAESTRUCTURA
	<b>ANEXO L</b>	<b>Pag. 16 de 37</b>	REV. 0

- Los peldaños serán de rejillas tipo ARS-5 o plancha corrugada antideslizante. Todas las rejilla o planchas antideslizantes serán galvanizados en calientes a menos que se justifique lo contrario.


El CONTRATISTA debe tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- El diseño de estructuras de acero, a menos que se requiera por los códigos nacionales prevalecientes, debe ser de acuerdo con los referidos Códigos y Especificaciones de AISC (Instituto Americano de Construcción de Acero), “Manual de Construcción de Acero” de última edición o de acuerdo con Eurocódigo 3 “Diseño de Estructuras de Acero” de última edición. En caso de no haber regulaciones, la última edición del “Manual de Construcción de Acero” de AISC (Instituto Americano de Construcción de Acero) será utilizado de referencia.
- Tensiones Permisibles: Todos los miembros estructurales, conexiones y conectores deben ser proporcionados de modo que las tensiones causadas por las cargas de trabajo no excedan las tensiones permisibles especificadas en el código. (Método ASD).
- En general, todas las estructuras serán soldadas en el taller y atornilladas en el sitio.
- Las vigas de acero que sostienen la tubería no deben contar con soporte de tubo redondo excepto para las tuberías con pendiente donde podrán ser colocados tras la aprobación del cliente.
- Normalmente, únicamente las bases de columna sujetadas serán utilizadas en el diseño de estructuras de acero. El uso de placas de base fijas para cierto tipo de edificios y racks de tubería podrá ser requerido debido a las consideraciones de las deflexiones.
- Donde el espacio libre, acceso o arreglo de equipos lo permitan, las cargas de viento y de otras laterales en una estructura de acero serán canalizadas preferentemente a las fundaciones mediante atiezadores X o K colocados en las columnas longitudinales o transversales de la estructura. Como una segunda opción, las cargas de viento y de otras laterales en una estructura deben ser transmitidas a las fundaciones mediante marcos de resistencia de momento en una dirección y marcos atiezados verticales X o K en la otra dirección. Las estructuras que resisten la carga lateral con sistemas de marcos rígidos en dos direcciones deben evitarse. El método de atiezador seleccionado para una estructura será generalmente utilizado en toda la estructura.
- El atiezador de compresión para estructuras de acero debe normalmente ser diseñado con bridas amplias y formas estructurales Tee. Para atiezador de tensión, se podrá utilizar el ángulo simple o estructura Tee. El atiezador de ángulo doble espalda espalda, por dificultades de mantenimiento, no está permitido como atiezador de compresión ni de tensión. Cuando se usa la estructura tee en compresión, el diseño debe incluir la flexión inducida por conexiones cargadas excéntricamente.



	<b>ESPECIFICACIÓN TÉCNICA CIVIL</b>		<b>GIPI</b> GERENCIA DE INGENIERÍA, PROYECTOS E INFRAESTRUCTURA
	<b>ANEXO L</b>	<b>Pag. 17 de 37</b>	REV. 0

- Los atieadores para estructuras sujetas a la vibración de los equipos deben ser diseñados como atieadores de compresión.
- Atieador horizontal será proveido en el plano de un piso, plataforma o pasillo para resistir cargas laterales o para aumentar la rigidez lateral del piso, plataforma o pasillo. No se supondrá que la rejilla del piso resista cargas laterales por acciones de diafragma. Se investigará la placa del piso antes de que sea considerada para resistir cargas en acción de diafragma.
- En un sistema del piso, las bridas de las vigas de compresión serán consideradas totalmente atieadas cuando una losa de concreto es colada para emparejar la cara inferior de las bridas de compresión en ambas ideas, o cuando la placa estriada es atornillada o soldada a las bridas de compresión, o cuando la rejilla o cubierta metálica es soldada a las bridas de compresión. La rejilla normalmente será sujeta o atornillada por lo tanto no será considerada como atieador de brida de compresión adecuada. En tales casos, atieadores verticales y/o horizontales adicionales en el sistema del piso serán proporcionados.
- Las estructuras de acero serán diseñadas de tal manera que las superficies de todas las partes sean accesibles para la inspección, limpieza y pintura. Los huecos para depresiones que acumularían el agua deben contar con agujeros de drenaje o estar protegidos de otra forma.
- Las conexiones para las estructuras de acero serán conforme a los siguientes requerimientos:
  - i. Las conexiones del taller podrán ser atornilladas o soldadas. Las conexiones del campo normalmente serán atornilladas.
  - ii. Las conexiones atornilladas para miembros primarios utilizarán pernos de alta resistencia conforme al ASTM A325. Un mínimo de 2 piezas de M20 pernos será utilizado para todas las conexiones.
  - iii. Las conexiones de momento podrán ser del tipo atornillada o soldada dependiendo del tipo de estructura y situación.
  - iv. El espesor mínimo de cualquier placa o barra de acero estructural será de 10mm. Las mensulas no serán más delgadas que los miembros a ser conectado, y tendrá un espesor mínimo de 10mm.
  - v. Los electrodos de soldadura de E70xx serán especificados para toda la soldadura de taller y soldadura del campo de acero estructural. Todas las soldaduras deben ser continuas.
  - vi. Todas las riostras se ubicarán para minimizar la torsión y, cuando sea práctico, se ubicarán concéntricos sobre la línea resultante de la fuerza. Las conexiones, donde sea posibles, se ubicarán para que sus líneas de centroide sobre la resultante de las fuerzas a las que se intenta

	<b>ESPECIFICACIÓN TÉCNICA CIVIL</b>		<b>GIPI</b> GERENCIA DE INGENIERÍA, PROYECTOS E INFRAESTRUCTURA
	<b>ANEXO L</b>	<b>Pag. 18 de 37</b>	REV. 0

resistir. Cuando esta condición no se pueda tener, los miembros y conexiones serán diseñados para resistir cualquier flexión local debido a excentricidad de las fuerzas.

- vii. La unión de miembros diferente a la mostrada en los dibujos aprobados no está permitida.
- viii. Todas las conexiones, ya sean atornilladas o soldadas deberán ser diseñadas a la capacidad máxima del perfil correspondiente.

### **3.2.2.1 Fabricación y montaje de estructuras de acero**

El CONTRATISTA debe definir el sistema constructivo, estableciendo la metodología de fabricación, en función de la especificación de estructuras de acero definida; debe indicar desarrollar el proceso de recepción, identificación y almacenaje de los materiales, antes de la fabricación, en función de evitar la presencia de corrosión y posibles daños por mal manejo. Debe recopilar toda la información necesaria y suficiente para dar prueba de la calidad tanto de los materiales, como del equipo y el personal que trabajará en la fabricación y montaje de las estructuras de acero. Además, el CONTRATISTA debe determinar el tamaño máximo de las estructuras ensambladas en taller, en función de la capacidad y logística de transporte, desde el taller de fabricación hasta la obra.

Los planos de diseño deberán mostrar un diseño completo con los tamaños, secciones y ubicaciones relativas de los distintos elementos. Se dimensionará los niveles de piso, los centros de las columnas y las excentricidades.

Los planos serán producidos en una escala adecuada que represente la información de manera legible y completa. Los planos deberán indicar el tipo o tipos de construcción (es decir, marco rígido o marcos semi-rígidos, etc.) a ser empleados.


Los planos de diseño detallados serán respaldados por cálculos de diseño, verificados, firmados y sellados. Los cálculos de diseño serán presentados al CONTRATANTE para su revisión, previo al inicio de la fabricación.

Los planos de taller mostrarán detalles completos necesarios para la fabricación de las estructuras, incluyendo ubicación, tipo, tamaño y alcance de las soldaduras, materiales a utilizar y requisitos de acabado de la superficie.

Los planos de taller detallarán las uniones empernadas. Las soldaduras se indicarán con simbología estándar de la norma AWS.

Los planos de montaje harán referencia a los respectivos planos de diseño y cada pieza de acero de los planos de taller se referirá al plano de montaje pertinente.

El armador verificará las posiciones de los pernos de anclaje en la obra antes de comenzar las actividades de montaje de la estructura metálica.

	<b>ESPECIFICACIÓN TÉCNICA CIVIL</b>		<b>GIPI</b> GERENCIA DE INGENIERÍA, PROYECTOS E INFRAESTRUCTURA
	<b>ANEXO L</b>	<b>Pag. 19 de 37</b>	REV. 0

El armador verificará las condiciones existentes antes de comenzar las actividades de montaje de la estructura metálica. Se pondrá especial atención en aquellos sectores donde nuevas estructuras metálicas deban ser anexadas a estructuras ya existentes. Esta verificación se realizará antes de la aprobación de planos de taller.

Las cargas temporales de montaje o cargas permanentes no serán colocadas en ninguna sección incompleta de la estructura que se esté montando, a menos que el Contratista pueda demostrar mediante análisis que la acción contemplada es segura.

Toda circunstancia descubierta por el Contratista, que afecte el avance, desarrollo o terminación de sus actividades en terreno tales como: discrepancias entre los planos de montaje/taller y las piezas de acero suministrados, fabricados de forma incorrecta, o trabajo incompleto o inaceptable de otros Contratistas que afecten el trabajo del Contratista, se notificará de inmediato al Contratante.

Todo daño causado durante el montaje deberá ser informado al Contrante. Las medidas correctivas se ejecutarán según las indicaciones de ésta.

Si se requiere que cualquier parte de la estructura sea temporalmente excluida para permitir la instalación de equipos o de algún otro trabajo, el procedimiento de montaje deberá ser desarrollado en forma conjunta entre el Contratista y el Contratante.

Para el ajuste de las placas base, el contratista deberá proceder como sigue:


- Ajustar y calzar las placas base de la columna en su correcta posición, elevación y ubicación, tal como se muestra en los planos de montaje.
- Aplicar mortero de nivelación bajo las placas base.
- Apretar los pernos de anclaje después que el mortero de nivelación haya fraguado.
- Los pernos de anclaje deeran ser conforme a ASTM F1554. A menos que se especifique lo contrario, los pernos de anclaje, golillas y tuercas deberán ser galvanizadas.

Los pernos estructurales para las conexiones será de tipo ASTM-A-325 de alta resistencia con un diámetro mínimo de ¾" (19 mm).

Las tuercas para pernos de alta resistencia se ajustara a la norma ASTM A563, Grado DH.

Las golillas redondas endurecidas deberán cumplir con la norma ASTM F436 y deberán mostrar la marca del fabricante.

Cuando el acero estructural sea galvanizado, también los pernos, tuercas y golillas serán galvanizados.

	<b>ESPECIFICACIÓN TÉCNICA CIVIL</b>		<b>GIPI</b> GERENCIA DE INGENIERÍA, PROYECTOS E INFRAESTRUCTURA
	<b>ANEXO L</b>	<b>Pag. 20 de 37</b>	REV. 0

### ***Soldadura***

Todas las soldaduras estructurales se harán de conformidad con AWS D1.1.

Los electrodos para el taller y las soldaduras de terreno serán de la Clase E7018; a menos que se especifique lo contrario.

Las conexiones ala a ala se harán con soldaduras de penetración total. Todas las demás soldaduras, a menos que se indique lo contrario, deberán ser soldaduras con filete de tamaño mínimo de acuerdo con AISC Manual of Steel Construction.

Todos los soldadores empleados por el FABRICANTE para los trabajos de soldadura en taller o por el Contratista para los trabajos en terreno, deberán mostrar evidencia escrita de que han pasado satisfactoriamente una prueba de calificación de desempeño usando un procedimiento de soldadura calificado dentro de los últimos noventa días. El Contratante y la Empresa Fiscalizadora deberán aprobar los procedimientos de soldadura antes de soldar. Los gastos para la calificación de los procedimientos de soldadura y soldadores de acuerdo con AWS D1.1 serán de coste del Contratista.

El Contratante puede optar por definir para que el Contratista ejecute, cualquier método aplicable, como la radiografía, ultrasonido, partículas magnéticas, trepanación, etc., para comprobar calidad de la soldadura (en particular en los elementos que soporten cargas principales, soportes y empalmes).

Después de reparadas las soldaduras defectuosas deberán someterse a nuevos exámenes de radiografía o ultrasonido a costo del FABRICANTE.


Todas las soldaduras rechazadas, que luego de los exámenes destructivos se encontrarán aceptables, deberán ser reparadas por el Contratista, a su coste.

En general, la fabricación de acero se hará en conformidad con las recomendaciones AISC Manual of Steel Construction y AWS D1.1 Structural Welding Code.

### **Pintura**

Normas DIN 28051, DIN 28053, la NACE RP0178, ISO 12944, parte 3, y todas las indicaciones particulares descritas en estas especificaciones técnicas deberán ser seguidas estrictamente por el Contratista con el fin de obtener un rendimiento óptimo de los sistemas de recubrimiento de protección aplicadas a las superficies (metal, u hormigón).

Contratista deberá presentar toda la documentación necesaria para la aprobación por parte del cliente en relación con, las Pinturas, Procedimientos, y Pruebas, etc.

	<b>ESPECIFICACIÓN TÉCNICA CIVIL</b>		<b>GIPI</b> GERENCIA DE INGENIERÍA, PROYECTOS E INFRAESTRUCTURA
	<b>ANEXO L</b>	<b>Pag. 21 de 37</b>	REV. 0

El fabricante/proveedor de la pintura debe dar capacitación sobre la aplicación de sus productos a los efectos de asegurar la garantía de la aplicación y del producto.

La superficie a pintar deberá ser uniforme y sin resaltes, en conformidad con la norma ISO 12944-4 Paints and varnishes - Corrosion protection of Steel structures by protective paint systems - Part 4: Types of surface and Surface preparation.

Los defectos de superficie tales como, laminados, bordes afilados, discontinuidades, picaduras, y salpicaduras de soldadura no estarán permitidos.

Discontinuidades sin resaltes, y sin bordes cortantes serán admitidas. A fin de satisfacer estas condiciones, se tendrán en cuenta las recomendaciones de diseño según ISO 12944-3 Paints and varnishes -- Corrosion protection of steel structures by protective paint systems -- Part 3: Design considerations.

Soldaduras: las superficies alrededor de las soldaduras deberán estar de acuerdo con la NACE RP 0178, teniendo en cuenta los siguientes aspectos:

Costuras continuas Amoladas: el aspecto de la superficie de todas las soldaduras (a tope y de encuentro) deberá cumplir con las indicaciones de la norma NACE RP 0178, apéndice C, grado de preparación y aspecto de la soldadura apéndice D

Costuras discontinuas: No se admiten socavaduras, residuos de soldadura, salpicaduras; poros, cavidades, picaduras (pitting).

### **Requisitos**


Todo el material de pintura para un sistema de pintura deberá ser del mismo proveedor.

Todos los componentes de la pintura y disolventes deben mezclarse y aplicarse en el plazo especificado por el fabricante.

Todos los productos deberán almacenarse en condiciones óptimas para garantizar su mejor conservación en el envase del fabricante que muestren el número de lote y fecha de caducidad.

El revestimiento se aplicará en estricto cumplimiento de las hojas de datos del fabricante.

La temperatura de la superficie a pintar será de 5° F (3° C) por encima de la temperatura de rocío del ambiente.

	<b>ESPECIFICACIÓN TÉCNICA CIVIL</b>		<b>GIPI</b> GERENCIA DE INGENIERÍA, PROYECTOS E INFRAESTRUCTURA
	<b>ANEXO L</b>	<b>Pag. 22 de 37</b>	REV. 0

Los trabajos de pintura se programarán y realizarán por personal capacitado, cada etapa tiene que ser completada sin interrupciones.

Todas las capas de protección se aplicarán de manera lisa y uniforme, sin manchas, goteos, zonas sin cubrir, etc. no se aplicará la siguiente capa de pintura hasta que la capa anterior está suficientemente seca, y todas las partículas de polvo se hayan retirado.

### **Protección**

Especial cuidado deberá tenerse para evitar pintar las superficies expuestas al contacto o deslizamiento, tales como anillos, ejes, engranajes, caras de brida, etc. los tubos de intercambiadores de calor y las aletas no deberán pintarse, ni pernos de anclaje o partes y piezas que se imbuirán en hormigón.

Todas las placas de identificación, básculas, medidores, instrumentos, etc, no se pintarán y se protegerán durante la aplicación, la protección se eliminará una vez que todos los trabajos de pintura hayan terminado.


Cerca de piezas o equipos, tales como motores eléctricos, compresores, bombas, deberá protegerse para evitar salpicaduras de pintura. Las superficies de hormigón deben pintarse con pintura anticarbonización, con el objetivo de preservar a largo plazo las armaduras de la corrosión, especialmente cuando se encuentre a la intemperie, en sótano húmedo y en ambientes agresivos del tipo industrial.

El esquema del proveedor enviado para su aprobación a YPFB deberá incluir, como mínimo: la marca de la pintura y el fabricante para cada capa, número de capas, espesor mínimo de película, la preparación de superficies, de prueba y procedimientos de inspección.

### **Selección de Pintura**

#### General

- a) Los tipos pintura deberán reducirse al mínimo para cubrir la gran mayoría de las aplicaciones.
- b) Las marcas de pinturas y disolventes deberán ser minimizados.
- c) Proveedores recomendados:
  - Sherwin Williams
  - Revesta
  - Carboline - StonCor South Cone S.A. Argentina
  - Hempel recubrimientos industriales
  - International Paint
  - PPG Amercoat
  - Alba

	<b>ESPECIFICACIÓN TÉCNICA CIVIL</b>		<b>GIPI</b> GERENCIA DE INGENIERÍA, PROYECTOS E INFRAESTRUCTURA
	<b>ANEXO L</b>	<b>Pag. 23 de 37</b>	REV. 0

Nota: en caso de proponerse otro proveedor o fabricante, la siguiente información deberá presentarse para la aprobación de YPFB.

- i) Identificación del producto
- ii) Certificado de calidad del producto
- iii) Instrucciones sobre, sustratos, preparación de superficies y aplicación para todos los productos de cada sistema (esquema).
- iv) Hojas de datos de todos los productos de cada sistema (esquema).

### **Limpieza**

La grasa y el aceite se eliminarán por desengrasantes adecuados de acuerdo con el servicio, consulte SSPC-SP 1.

En caso de manchas o formaciones de óxido que aparezcan entre las capas de pintura, la limpieza se repetirá.

El método de preparación de la superficie será chorro de arena. Preparación de la superficie se hará de conformidad con los requisitos del sistema de pintura, pero nunca menos que lo descrito en la Norma SSPC-SP 6 (grado comercial).

SISTEMA DE LIMPIEZA	SSPC	COMPARACION	
		NACE	ISO
Con disolvente	SSPC-SP 1		
Manual	SSPC-SP 2		St 2
Herramientas	SSPC-SP 3		St 3
Metal Blanco	SSPC-SP 5	NACE 1	Sa 3
Comercial	SSPC-SP 6	NACE 2	Sa 2
Decapado	SSPC-SP 8		
Metal casi Blanco	SSPC-SP 10	NACE 2	Sa 2 1/2


### **Rugosidad**

El perfil de la superficie estará en conformidad con los requisitos del sistema de pintura y será medido según ASTM D4417 Standard Test Methods for Field Measurement of Surface Profile of Blast Cleaned Steel.

### **Aire comprimido**

El aire comprimido a utilizar deberá estar libres de aceite, agua y cualquier producto de polvo. No se observará ninguna mancha sobre el papel de muestra al terminar la prueba. El aire comprimido se deberá verificar con una frecuencia de 4 horas de trabajo.

### **Abrasivo**

	<b>ESPECIFICACIÓN TÉCNICA CIVIL</b>		<b>GIPI</b> GERENCIA DE INGENIERÍA, PROYECTOS E INFRAESTRUCTURA
	<b>ANEXO L</b>	<b>Pag. 24 de 37</b>	REV. 0

Arena: tipo silíceas, libre de cloruros y sulfatos, tamaño angular de grano medio-fino y sin materiales arcillosos o calcáreos.

La preparación de superficies de acero inoxidable, requiere ciertas precauciones debido a la posibilidad de corrosión por picadura y/o contaminación.

La limpieza con disolventes debe realizarse con disolventes libres de halógenos (valores menores de 50 ppms), así como las pinturas deberán ser también libres de halógenos.

Los abrasivos adecuados para el chorreado de superficies de acero inoxidable son alúmina, bolas de vidrio y garnet sin hierro, el grado de preparación superficial debe ser Sa 1 con un perfil de rugosidad de 40 a 70 micras.

### **Condición ambiental y de la superficie**

Para chorrear con arena se requiere lo siguiente:

- La superficie a chorrear con arena deberá estar seca.
- La temperatura de la superficie de metal deberá ser  $\geq$  a 59 ° F (3 ° C) por encima del punto de rocío del ambiente.
- La temperatura del ambiente en el que el chorreado de arena se está haciendo deberá estar por encima de 59 ° F (15 ° C).
- La humedad relativa  $\leq$  75%
- No se aplicará pintura sobre acero a una temperatura superior a 60 ° C, a menos que se trate de una pintura específicamente indicada para ello.

En caso de que el Contratista no cumplan estos criterios de ambiente y condiciones de la superficie necesaria para el chorreado de arena y pintura, las obra no se iniciará.

Una vez chorreada la superficie, no dejar pasar más de 6 horas para la aplicación de la pintura, en caso contrario se deberá a volver a chorrear superficie.

Antes de chorrear, piezas de equipos tales como motores eléctricos, bombas, compresores, instrumentos, etc, deben estar protegidos.


### **Aplicación**

Los recubrimientos deben ser aplicados manualmente con una pistola de pintura, y siguiendo las recomendaciones del fabricante de la pintura. Sólo en casos particulares (los retoques, o difícil acceso), puede ser aplicado por pinceles o rodillos.

El aire deberá estar limpio y seco (ASTM D-4285). No se permite pintar con contaminación de partículas de polvo.

Cada capa deberá ser de un color diferente que permite distinguir la capa aplicada de la anterior.



	<b>ESPECIFICACIÓN TÉCNICA CIVIL</b>		<b>GIPI</b> GERENCIA DE INGENIERÍA, PROYECTOS E INFRAESTRUCTURA
	<b>ANEXO L</b>	<b>Pag. 25 de 37</b>	REV. 0

Más detalles sobre colores, tipos de pinturas, ignifugado se definirán en los procedimientos de construcción, respetando las bases y las características de diseño original de cada Planta.

### **3.2.2.2 Estabilidad estructural**

En todo momento el CONTRATISTA será responsable de la adecuación e instalación de cualquier arriostramiento temporal o cables de retención para contrarrestar las cargas impuestas durante el montaje. Esta responsabilidad también incluirá los refuerzos temporales para garantizar seguridad y estabilidad de los conjuntos estructurales parcialmente terminados.

A menos que se especifique lo contrario, la estabilidad permanente de la estructura depende de otras partes del edificio, incluidos muros y techo. Puntales y soportes temporales se mantendrán hasta que las otras partes del edificio estén terminadas.

La estructura será aplomada, nivelada y reforzada antes del apriete final de pernos o soldadura de las conexiones.


Se deberá controlar la verticalidad así como la horizontalidad de la estructura con instrumentos certificados.

Las tolerancias de montaje no excederán los límites establecidos en el AISC Code of Standard Practice

### **3.2.2.3 Códigos aplicables**

Las estructuras metálicas serán diseñadas para cumplir con los requerimientos de los siguientes códigos:


- i. AISC-Instituto Americano de Construcción de Acero
  - AISC Manual de Construcción de Acero, 13ra Edición
  - AISC Código de Práctica para Edificios de Acero y Puentes
  - AISC Especificación de Edificios de Acero Estructural, Marzo 9, 2005
- ii. AISI-Instituto Americano de Acero y Hierro
- iii. ANSI-Instituto Americano Nacional de Estándares
- iv. UBC-Código Uniforme de Construcción, 1997
- v. ASCE-Sociedad Americana de Ingenieros de Civil
  - ASCE 7-10 - Cargas de Diseño Mínimo para Edificios y Otras Estructuras
  - ASCE 7-05

	<b>ESPECIFICACIÓN TÉCNICA CIVIL</b>		<b>GIPI</b> GERENCIA DE INGENIERÍA, PROYECTOS E INFRAESTRUCTURA
	<b>ANEXO L</b>	<b>Pag. 26 de 37</b>	REV. 0

- vi. Consejo de Código Internacional (ICC)
  - Código Internacional de Edificio (IBC) 2012
- vii. Sociedad Americana para Prueba y Materiales (ASTM)
  - Estándares Aplicables
- viii. Asociación de Fabricantes de Edificio de Metal (MBMA)
- ix. Prácticas de Industria de Proceso (PIP), Instituto de Industria de Construcción
- x. Sociedad Americana de Soldadura (AWS)
  - AWS D1.1/D1.1M : Código de Soldadura Estructural
  - AWS D1.4 –Código de Soldadura Estructural – Acero Reforzado
- xi. Sociedad Americana de Ingenieros de Calentamiento, Refrigeración y Aire- Acondicionado (AWS)
- xii. Centro de Investigación de los Reglamentos Nacionales de Seguridad para Obras Civiles (CIRSOC)

En cuanto a los requerimientos de material (Estructura de Acero) se debe cumplir la siguiente especificación:

- i. Acero estructural  
Formas “H”, Corte de “Tee”, Angulo, Canales
  - : ASTM A36 ( $f_y=2500 \text{ kgf/cm}^2$ ) o equivalente
  - Placas de acero: ASTM A36 ( $f_y=2500 \text{ kgf/cm}^2$ ) o equivalente
  - Tubería y pasamano: ASTM A53 Tipo E o S Grado B o equivalente
- ii. Pernos de alta resistencia: ASTM A325/A325M Tipo-1 o equivalente o Grado 8.8 o 10.9 acorde a EN-20898.
- iii. tuerca hexagonal uso pesado: ASTM A563/A563M Grado DH
- iv. Arandelas planas: ASTM F436/F436M
- v. Pernos ordinarios: ASTM A307 Grado B o equivalente o Grado 4.6 o 5.6 acorde a EN-20898.  
& tuerca hexagonal uso pesado: ASTM A563/A563M Grado A
- vi. Pernos de anclaje: ASTM A307 Grado B o equivalente
- vii. Rejilla (dentada): ASTM A36, I-32 Galvanizado por ASTM A123

	<b>ESPECIFICACIÓN TÉCNICA CIVIL</b>		<b>GIPI</b> GERENCIA DE INGENIERÍA, PROYECTOS E INFRAESTRUCTURA
	<b>ANEXO L</b>	<b>Pag. 27 de 37</b>	REV. 0

o su equivalente

viii. Eléctrodo de soldadura: AWS E70XX ,  $F_u = 4900 \text{ kgf/cm}^2$ .

Las siguientes cargas y fuerzas externas serán consideradas en el diseño estructural:

- a) Carga muerta
- b) Carga viva
- c) Carga de equipos
- d) Carga de tubería
- e) Carga de dispositivo de manejo
- f) Fuerza de viento
- g) Fuerza sísmica
- h) Fuerza de vibración
- i) Fuerza térmica
- j) Presión de suelo
- k) Presión de agua
- l) Carga por explosión
- m) Fuerza lateral de extracción de equipo

### **3.2.3 SISTEMAS DE DRENAJE PLUVIAL E INDUSTRIAL.**

El CONTRATISTA deberá realizar el diseño y modificaciones de los sistemas de drenaje pluvial, drenaje abierto y drenaje cerrado impactados por el proyecto, para permitir la interconexión de los nuevos sistemas.


### **3.2.4 OTRAS OBRAS CIVILES**

En caso de ser necesario, y como complemento del alcance descrito a lo largo del presente documento, el CONTRATISTA deberá considerar el diseño de otras obras civiles complementarias, tales como ser: pavimentos, cordones de acera, pisos, muros, etc., según las condiciones observadas por el CONTRATISTA en la visita de campo.

El Contratista deberá reponer el ignifugado de equipos y estructuras que llegase a ser dañado durante las actividades propias del Proyecto.

Las bases civiles requeridas para la instalación de postes y/o estructuras para el montaje de luminarias, deben ser de características similares a las existentes. Las bases para el montaje de los instrumentos y analizadores deben también ser tomadas en cuenta.

El CONTRATISTA debe considerar dentro su alcance las instalaciones provisionales necesarias para preservar los tambores de catalizador y bolas cerámicas en condiciones óptimas en sitio, según las recomendaciones

	<b>ESPECIFICACIÓN TÉCNICA CIVIL</b>		<b>GIPI</b> GERENCIA DE INGENIERÍA, PROYECTOS E INFRAESTRUCTURA
	<b>ANEXO L</b>	<b>Pag. 28 de 37</b>	REV. 0

del proveedor de catalizador, licenciantes y cualquier otra recomendación de proceso para su almacenaje. Es responsabilidad del CONTRATISTA el correcto almacenaje de este material hasta su carga en la etapa de comisionado.

Todas las tareas mencionadas en el presente documentos deben formar parte del presupuesto presentado por los oferentes.

#### **4 ESPECIFICACIONES CONSTRUCTIVAS.**

A continuación se describe las definiciones y ciertos parámetros técnicos para las actividades constructivas que el Contratista debe realizar y costear; estas especificaciones para las Obras Civiles deben ser complementadas y mejoradas en función al resultado que arroje la Ingeniería de Detalle.

##### **4.1 INSTALACIÓN DE FAENAS Y MOVILIZACIÓN**

Este Ítem comprende la construcción de instalaciones mínimas provisionales que sean necesarias para el buen desarrollo de las actividades constructivas.

Estas instalaciones estarán constituidas por infraestructura básica para su funcionamiento del servicio, una oficina de obra, galpones para depósitos, caseta para el cuidador, cercos de protección, portón de ingreso para vehículos, instalación de agua, electricidad y otros servicios.

Asimismo comprende el traslado oportuno de todas las herramientas, maquinarias y equipo para la adecuada y correcta ejecución de las obras y su retiro cuando ya no sean necesarios.


Al concluir las obras, comprende la demolición de las construcciones provisionales y la remoción de todos los materiales y equipos. Las áreas provistas por YPFB al CONTRATISTA deberán ser liberadas y dejadas en las mismas condiciones en las que fueron inicialmente entregadas; retirando cualquier residuo y/o material de desecho.

##### **4.2 TRAZADO Y REPLANTEO**

Comprende el replanteo y trazado de los ejes correspondientes a las fundaciones, bases y demás estructuras a implementarse en el Proyecto. Incluye la revisión de los planos, la toma de niveles de referencia, la elaboración de croquis, cortes y otros elementos visuales que ayuden a la toma de definiciones, tanto en alineamiento horizontal como vertical (de nivel).

El replanteo deberá efectuarse con instrumentos topográficos. El trazado deberá recibir aprobación escrita de la Empresa Fiscalizadora, antes de proceder a la construcción de los ítems siguientes.

Está incluido en el alcance del ítem, la instalación de un banco de nivel permanente, con la cota de referencia y las coordenadas del proyecto.

	<b>ESPECIFICACIÓN TÉCNICA CIVIL</b>		<b>GIPI</b> GERENCIA DE INGENIERÍA, PROYECTOS E INFRAESTRUCTURA
	<b>ANEXO L</b>	<b>Pag. 29 de 37</b>	REV. 0

#### **4.3 DEMOLICIÓN DE PISOS Y PAVIMENTOS**

Comprende la demolición de pisos y pavimentos de concreto, que será necesario realizar para la construcción de las nuevas estructuras.

Estos pavimentos tienen una resistencia a la compresión no menor a 250 Kg/cm<sup>2</sup>.

El espesor de los pisos y pavimentos a demoler fluctúan entre los 10 a 25 cm.

#### **4.4 DEMOLICIONES DE ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN**

Comprende los trabajos de demolición y rotura de fundaciones, bases de hormigón armado y hormigón en masa, que el Contratista deberá realizar para la implantación de los nuevos equipos, tuberías y accesorios.

Se estima que la resistencia de estas bases y fundaciones fluctúa entre los 210 a 300 Kg/cm<sup>2</sup>, motivo por el cual el Contratista deberá prever los equipos adecuados a la actividad.

#### **4.5 EXCAVACIÓN NO CLASIFICADA**

Este Ítem comprende todos los trabajos de excavación manual o con equipo retroexcavador que el Contratista debe realizar para fundaciones, bases, soportes, cimientos, canales, cámaras y otras estructuras necesarias para el Proyecto. Estas excavaciones serán ejecutadas en diferentes clases de terreno y hasta las profundidades establecidas en los planos y/o instrucciones del Fiscal de Obra (Empresa Fiscalizadora).


Una vez que el replanteo de las fundaciones hubiera sido aprobado por el Fiscal de Obra (Empresa Fiscalizadora), se podrá dar comienzo a las excavaciones correspondientes.

Se procederá el aflojamiento y extracción de los materiales en los lugares demarcados.

Los materiales que vayan a ser utilizados posteriormente para rellenar zanjas o excavaciones, se apilarán convenientemente a los lados de la misma, a una distancia prudencial que no cause presiones sobre sus paredes.

Los materiales sobrantes de la excavación serán trasladados y acumulados en los lugares indicados por el CONTRATANTE, aun cuando estuvieran fuera de los límites de obra, para su posterior transporte a los botaderos establecidos, para el efecto, por las autoridades locales.

A medida que progrese la excavación, se tendrá especial cuidado del comportamiento de las paredes, a fin de evitar deslizamientos. Si esto sucediese no se podrá fundar sin antes limpiar completamente el material que pudiera llegar al fondo de la excavación.

	<b>ESPECIFICACIÓN TÉCNICA CIVIL</b>		<b>GIPI</b> GERENCIA DE INGENIERÍA, PROYECTOS E INFRAESTRUCTURA
	<b>ANEXO L</b>	<b>Pag. 30 de 37</b>	REV. 0

Se tendrá especial cuidado de no remover el fondo de las excavaciones que servirán de base para la cimentación y una vez terminadas se las limpiará de toda tierra suelta.

#### **4.6 FUNDACIONES, BASES, SOPORTES Y VIGAS DE HORMIGÓN ARMADO**

Este ítem se refiere a la construcción de todas las fundaciones, bases, soportes y vigas de Hormigón Armado que sean necesarias para la implementación de los equipos o recipientes descritos en la Ingeniería Mecánica.

La Resistencia Característica del Hormigón a los 28 días en probeta cilíndrica para estas estructuras será de  $f_{ck} = 30 \text{ MPa.}$ , en tanto que se usarán barras de acero con una fatiga de fluencia de  $5000 \text{ kg/cm}^2$ .

Ante cualquier duda por omisión en el pliego o por causa de desacuerdo en la interpretación del mismo, prevalecerá lo establecido en el siguiente orden:

- a) Norma Americana ACI 318-08
- b) Norma Boliviana del Hormigón Armado CBH-87.

#### *Del Hormigón y Componentes.*

Este trabajo comprende las especificaciones mínimas pero no limitativas para todos los trabajos requeridos en la elaboración, vaciado, vibrado, acabado y curado del hormigón de cemento Portland a utilizarse en la obra.


El hormigón se compondrá de cemento Portland, agregado fino, agregado grueso y agua proporcionados y mezclados en las condiciones que aquí se especifican.

El cemento Portland, será del tipo que cumpla las exigencias de las Normas Bolivianas (N.B.2.1-00I hasta N.B.2.I~I4) y además ser capaz de proporcionar al hormigón las cualidades que a éste se exigen en el capítulo 3 del CBHI-87 (Cemento Portland Normal).

Como alternativa, cualquiera que sea el tipo, cumplirá con los requisitos de la especificación C-150 de la ASTM.

El agregado fino consistirá en arena natural o artificial formada por partículas duras y durables, con menos del 1% de arcilla, carbón o materia orgánica. La graduación del agregado fino está comprendida dentro de los siguientes límites.

<b><i>Tamices</i></b>	<b><i>% en peso que pasa los tamices</i></b>
<i>3/8"</i>	<i>100</i>
<i>Nº 4</i>	<i>95-100</i>

	<b>ESPECIFICACIÓN TÉCNICA CIVIL</b>		<b>GIPI</b> GERENCIA DE INGENIERÍA, PROYECTOS E INFRAESTRUCTURA
	<b>ANEXO L</b>	<b>Pag. 31 de 37</b>	REV. 0

Nº 16	45-80
Nº 50	10-30
Nº. 100	2-10
Nº. 200	2-4

**Tabla 1. Graduación del agregado fino**

Prevía autorización de la Empresa Fiscalizadora podrá reducirse los porcentajes del material que pasa los tamices número 50 y 100 respectivamente, o podrá mezclarse la arena con material fino libre de materia orgánica, en el caso de que no contenga suficiente material que pase por esos tamices. El módulo de finura del agregado fino estará comprendido entre 2 y 3.

El agregado grueso consistirá en grava, piedra o grava picada o una mezcla de estos materiales. Estará formado por cantos duros y durables, libres de adherencias.

Las cantidades de sustancias perjudiciales que contenga el agregado no excederán los siguientes porcentajes en peso:


- Fragmentos blandos y descompuestos 4.0%
- Carbón y material vegetal 1.0%
- Terrones de arcilla 0.25%
- Material que pase el tamiz Nº 200 1.0%
- Cantos delgados y alargados de longitud mayor de 5 veces el grueso

El agregado grueso al ser ensayado a la abrasión por el método "Los Ángeles" no deberá tener un desgaste mayor del 15% después de 1 minuto, ni mayor del 40% después de 1.5 minutos.

El agregado grueso deberá ser bien graduado entre los límites especificados a continuación.

<i>Designación del tamiz</i>	<i>TOTAL QUE PASA (% de paso)</i>
1"	100
3/4"	90-100
1/4"	50-75
3/2"	20-55
8	0-1

El agua a usar en la elaboración y curado del hormigón debe ser potable y no debe contener aceites, ácidos o materias orgánicas, todas las aguas consideradas como aceptables en la práctica podrán ser utilizadas; las de calidad dudosa se someterán a análisis previos en un laboratorio a designar por la Empresa Fiscalizadora.

	<b>ESPECIFICACIÓN TÉCNICA CIVIL</b>		<b>GIPI</b> GERENCIA DE INGENIERÍA, PROYECTOS E INFRAESTRUCTURA
	<b>ANEXO L</b>	<b>Pag. 32 de 37</b>	REV. 0

El CONTRATISTA podrá elaborar la mezcla in-situ o emplear hormigón premezclado, dependiendo la cantidad que vaya a vaciar.

#### **4.7 RELLENO Y COMPACTADO**

Este ítem se refiere al Relleno y Compactado que se debe realizar para fundaciones, pisos, pavimentos, zanjas y cualquier otra depresión de terreno que se requiera en el Proyecto.

El material para este ítem será el que provenga de las excavaciones; en caso de que el estudio de contaminación determine que este material no es apto entonces el Contratista deberá proveer este material.

El relleno se realizará en capas no mayores a 30 centímetros y con material aprobado por la Empresa Fiscalizadora, (este material podrá ser de tierra natural seleccionada y/o material de préstamo granular indicado por la Empresa Fiscalizadora).

Antes de proceder al relleno de una capa, se verificará el grado de compactación de la capa previa que deberá ser igual o mayor al especificado en planos o al indicado por la Empresa Fiscalizadora.

Todas las labores de compactado deberán ser realizadas con equipo mecánico (vibro compactadores manuales, de rodillos, percusión u otros) en ningún caso se aceptará el compactado manual o con herramientas manuales.

Antes de proceder al relleno de una capa, se verificará el grado de compactación de la capa previa que deberá ser igual o mayor la densidad establecida de  $D = 95\%T-99D$ . (Compactación al 95% de la densidad Proctor, obtenida mediante el ensayo AASHTO T-99). El costo de los ensayos de densidad corre por cuenta del contratista.

##### **4.7.1 El detalle de volúmenes del área sur se describe a continuación:**

El detalle de excavación y relleno para el cambio de material, tanto para el área de los tanques y para el área de las unidades de metanol, urea formaldehído y le área para la conexión de estas es de:

Volumen de excavación: 3989 m<sup>3</sup>


Volumen de relleno: 3550 m<sup>3</sup>

El material de relleno deberá tener las siguientes características:

Se podrá usar materiales producto de las excavaciones en tanto cumplan con las siguientes especificaciones.

- Límite líquido < 40
- Índice de plasticidad < 12



	<b>ESPECIFICACIÓN TÉCNICA CIVIL</b>		<b>GIPI</b> GERENCIA DE INGENIERÍA, PROYECTOS E INFRAESTRUCTURA
	<b>ANEXO L</b>	<b>Pag. 33 de 37</b>	REV. 0

- Valor soporte relativo CBR – 10
- Hinchamiento en CBR  $\leq 2\%$
- Tamaño máximo de las partículas o terrones 10 cm

Si el material no fuera suficiente, o no se lo pudiera emplear, el Contratista deberá obtenerlo de otras fuentes a su exclusivo costo y cargo.

El suelo será homogéneo y no contendrá restos de suelos orgánicos, raíces, pastos ni otros materiales putrescibles.

En caso de no existir material apto para el relleno, se deberá preparar el material en yacimientos para el cumplimiento de la especificación.

#### 4.7.2 Detalle de volúmenes del área oeste de la Plata.

El detalle de excavación y relleno para el cambio de material, para el área de los tanques TK-4001 y TK-4002 se detalla a continuación:

Volumen de excavación: 3802 m<sup>3</sup>

Volumen de relleno: 1403 m<sup>3</sup>

Esta área ubicada en el lado oeste de la planta, es un área utilizada como buzón de acopio de material orgánico, acopiado en la etapa de la construcción de la Planta de Amoniaco y Urea, y se encuentra en los límites del terreno. Además, que es un material considerado para la restauración futura de área afectadas.

#### 4.8 PISOS Y PAVIMENTOS DE HORMIGÓN Y HORMIGÓN ARMADO

Este ítem se refiere a la reposición de pisos y pavimentos de hormigón que hayan sido demolidos.


La Resistencia Característica del Hormigón a los 28 días en probeta cilíndrica para pisos y pavimentos será menor que  $f_{ck} = 25 \text{ MPa}$ .

Se deberá colocar una capa base de 15 cm. de espesor, sobre la cual se vaciará los pisos y pavimentos de la unidad. Esta capa base será material granular de procedencia aluvial, la cual debe ser compactada al 95 % del Proctor Modificado.

En caso de que estos pisos hayan contenido acero, se deberá reponer también el acero extraído.

La reposición de estos elementos de hormigón seguirá básicamente el código CBH-87, debiendo cumplir todas las normativas que rigen la calidad del hormigón.

El proceso de construcción de juntas y curado del hormigón es total responsabilidad del Contratista.

	<b>ESPECIFICACIÓN TÉCNICA CIVIL</b>		<b>GIPI</b> GERENCIA DE INGENIERÍA, PROYECTOS E INFRAESTRUCTURA
	<b>ANEXO L</b>	<b>Pag. 34 de 37</b>	REV. 0

#### 4.9 REDES DE DRENAJE PLUVIAL E INDUSTRIAL

La tubería para las redes deberá ser de acero (Schedule Standard).

Se deberá tener especial cuidado con las pendientes y niveles, para lo cual se deberá emplear en el replanteo equipo de precisión.

De ser necesaria la construcción de cámaras, éstas deberán ser de hormigón armado que responda a la normativa CBH-87.

Asimismo, dentro del sistema de drenaje que se debe considerar para el sistema, se deberá considerar drenajes internos de aguas de lluvias y drenaje internos de aguas contaminadas, ya sean drenajes cerrados o abiertos, de acuerdo a las características del tipo de líquido que se tenga que evacuar.

Con relación al drenaje de aguas de lluvia, esta agua deberá ser dirigida mediante canales de drenaje de hormigón hasta un riachuelo más cercano.


Con relación al agua contaminada que pueda generarse del sistema de metanol y del sistema de Urea Formaldehído, estas aguas deberán ser dirigidas a la piscina de tratamiento 351-F de la Planta de Amoniaco y Urea, con los respectivos estudios de lo que puede implicar la mezcla con el sistema de tratamiento que actualmente se está utilizando. La evacuación de estas aguas hasta la piscina tiene una longitud aproximada de 150 m, y se deberá cruzar la calle asfaltada de 10 m de ancho, con canales de drenaje ambos lados de la calle a una profundidad de 1 m aproximadamente.

Para el drenaje de las aguas provenientes de las laderas del peñasco, se deberá considerar drenaje en todo el perímetro del área de influencia, con canales de hormigón y que desemboque en el canal natural del área, de tal manera que las aguas no ingresen dentro de las instalaciones de las unidades de metanol y de urea formaldehído, así como también en área de los tanques.

De acuerdo al análisis de las dos áreas de estudio, tanto el área sur como el área oeste, se concluye que:

El área oeste de la Planta de Amoniaco y Urea, está muy cerca del límite del terreno de YPFB, por lo que quedaría descartada esa área, además de ser un área de reserva de material orgánico de futuras restauraciones, estos puntos de buzónes de material orgánico, fueron definidos por la empresa Samsung en cumplimiento a lo establecido en las normas ambientales.

En este sentido, el área más favorable es el área de la zona sur de la Planta de Amoniaco y Urea, si bien se tiene que realizar excavaciones para llegar a la cota de la Planta con el relleno, es un área con más espacio para poder realizar cualquier ampliación o modificaciones de acuerdo a la propuesta de los proponentes. También existe

	<b>ESPECIFICACIÓN TÉCNICA CIVIL</b>		<b>GIPI</b> GERENCIA DE INGENIERÍA, PROYECTOS E INFRAESTRUCTURA
	<b>ANEXO L</b>	<b>Pag. 35 de 37</b>	REV. 0

un riachuelo natural donde se puede evacuar las aguas pluviales, existe canal de drenaje de la planta, y está cerca de la piscina 351-F para la evacuación de las aguas contaminadas.

#### **4.10 IGNIFUGADO**

Esta Especificación es aplicable a todos los elementos estructurales de acero que soportan equipos o tuberías, situados en las áreas potencialmente peligrosas a efectos de incendios.

En general, el CONTRATISTA debe respetar las bases y las características de diseño original de cada planta, siguiendo en paralelo la normas y estándares de ingeniería.

Todos los trabajos estarán referenciados a la siguiente norma:

Norma API-2218: Fireproofing Practices in Petroleum and Petrochemical Processing Plants

Como material de ignifugado se debe utilizar hormigón con granulometría consistente en gravas pequeñas (mortero) para efectos de ignifugado en soportes de equipos y tuberías. En este caso, el espesor del ignifugado será de 50 mm.


El hormigón estará compuesto por cemento Portland, arena y grava con partículas angulares y limpias, dosificados en la proporción que determine el aplicador del ignifugado, con la cantidad de agua necesaria para obtener una resistencia mínima a compresión a los 28 días, de 140 kp/cm<sup>2</sup> si es que no se dice otra cosa en la documentación contractual ya que la resistencia no es el valor definitorio de la calidad del ignifugado. La dosificación del hormigón deberá ser realizada de 1 parte de cemento, 2 ½ parte de arena y 2 ½ parte de grava que pase a través de un tamiz de 3/8" (9.5mm). El agua no deberá exceder 802 litros/m<sup>3</sup> (6 gal/m<sup>3</sup>) de cemento.

#### **4.11 OTRAS OBRAS CIVILES COMPLEMENTARIAS**

En función a los trabajos ejecutados, es posible que surja la necesidad de construir otras obras civiles adicionales, tales como: cordones de acera, muros de contención, sello de pavimentos, groutings, etc. Estas obras deben ser evaluadas, ejecutadas y costeadas por el Contratista previa autorización de la Empresa Fiscalizadora.

**GROUTING.** Se aplicará en los casos siguientes y bajo la estricta aplicación según recomendaciones del fabricante:

- Como relleno de expansión controlada y de alta adherencia en áreas confinadas.
- Anclaje de pernos en equipos (recipientes a presión) y estructuras.
- Nivelación de platinas y apoyos (que trabajen a compresión) de máquinas, columnas, vigas o cualquier otro elemento estructural.

	<b>ESPECIFICACIÓN TÉCNICA CIVIL</b>		<b>GIPI</b> GERENCIA DE INGENIERÍA, PROYECTOS E INFRAESTRUCTURA
	<b>ANEXO L</b>	<b>Pag. 36 de 37</b>	REV. 0

Adicionalmente a las presentes especificaciones, se puntualiza también que el alcance de trabajo del Contratista incluye el compendio y actualización de todos los documentos impactados por la implementación del proyecto provistos por YPFB al Contratista.

## **5 PROPIEDADES DE LOS MATERIALES**

### **5.1 Estructuras de acero**

El acero estructural será Material A-36 o acero de grado similar. El suministro de los materiales debe realizarse en función a los estándares y especificaciones de las plantas existentes.

### **5.2 Estructuras de hormigón**

La resistencia característica a 28 días del hormigón armado para uso estructural no será inferior de 30 N/mm<sup>2</sup> (H30). El cemento a utilizar en las obras estructurales será IP40.

El hormigón a utilizar en cumplirá con las especificaciones incluidas en la norma ACI-318.

La resistencia característica a 28 días del hormigón de limpieza será de 15 N/mm<sup>2</sup> (H 15).

Las armaduras para el hormigón serán de acero y estarán constituidas por barras corrugadas con una resistencia característica mínima  $f_y=500$  N/mm<sup>2</sup>.

### **5.3 Combinaciones de carga**

Para el cálculo de estructuras se toman las combinaciones de carga definidas en el código ASCE 7-05 referidas a diseño LRFD (Load and Resistance Factor Design), para las comprobaciones del Estado Límite Último (ELU), así como las referidas al diseño ASD (Allowable Stress Design) para las comprobaciones del Estado Límite de Servicio (ELS).

## **6 CONTROL DE CALIDAD**

La validación de la calidad de la obra y materiales se la realizará mediante ensayos normalizados que básicamente se refieren a la ejecución de los siguientes ensayos:


- Ensayo de compactación Proctor Normal y Proctor Modificado.
- Ensayo de rotura a Compresión de probetas cilíndricas de hormigón.
- Ensayo a tracción del acero.

El Coste de estos ensayos corre por cuenta del Contratista, debiendo emplear para ello Laboratorios reconocidos.

## **7 DOCUMENTACIÓN TÉCNICA.**

Un listado mínimo, más no limitativo, de los entregables de la disciplina se muestra en el Anexo D.

También debe considerarse la generación de:

	<b>ESPECIFICACIÓN TÉCNICA CIVIL</b>		<b>GIPI</b> GERENCIA DE INGENIERÍA, PROYECTOS E INFRAESTRUCTURA
	<b>ANEXO L</b>	<b>Pag. 37 de 37</b>	REV. 0

### 7.1 Cálculos Métricos

Como parte del FEED se debe emitir un reporte indicando las cantidades de materiales del área civil, estructural y arquitectura por cada emisión del estimado de costo; el cual debe contener información acorde al nivel de precisión requerido para dichas emisiones, en función del avance del proyecto.

Los cálculos métricos deben incluir los precios unitarios desglosados para cada ítem, reflejando las cantidades, precios y rendimientos aproximados para cada uno.

### 7.2 Planos

Como parte del FEED se deben emitir los planos de Estudios de Suelos, Nivelaciones Gruesas del Terreno, Trazado de Pavimentos, Sistemas Enterrados (Underground Civil), y los Detalles y Secciones Típicas de Cruces de Vías. Dichos planos deberán reflejar, en escalas adecuadas, los diseños preliminares de las estructuras mencionadas anteriormente; indicando la calidad de los materiales, las escalas, unidades de medidas y la simbología utilizada en el dibujo, de manera clara y explícita, para brindar la información suficiente y necesaria para la completa interpretación de la cantidades de Obras Civiles.

## 8 ELABORACIÓN DE PLANOS E INFORMES.

En la etapa de elaboración de la Ingeniería de Detalle, el Contratista deberá elaborar los planos civiles constructivos, los cuales una vez aprobados por la Empresa Fiscalizadora deberán ser emitidos en la próxima revisión como “Aprobados para Construcción” según el formato y procedimiento de planos de YPFB, respetando además la codificación de los documentos de diseño original de las plantas.

Posteriormente y una vez finalizada la etapa constructiva, el Contratista deberá elaborar los planos AS BUILT según el formato y procedimiento de planos de YPFB.

Estos planos AS BUILT de emplazamiento, Plot Plan y otros, deberán estar referidos al sistema de coordenadas UTM WGS-84, para lo cual YPFB proporcionará un BM (benchmark) que cuenta con estas coordenadas.

El Contratista debe proporcionar a YPFB todos los planos, tanto los Emitidos para Revisión, como los Aprobados para Construcción y AS BUILT en medio digital y en formato editable AUTOCAD.

En cuanto a las memorias de cálculo, estas deben presentarse en formato WORD o PDF.