

	<b>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS</b>	<b>RG-02-A-GCC</b>
---	----------------------------------	--------------------

## **ANEXO 4**

### **ESPECIFICACIÓN TECNICA CIVIL**

#### **1 OBJETIVO**

El presente documento busca sentar las bases para la definición de los Términos de Referencia para el desarrollo de la siguiente etapa 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 de implementación de Unidades de Remoción de Mercurio (URM) para las Plantas de Separación de Líquidos Río Grande y Carlos Villegas.

Por tratarse de Especificaciones Técnicas Generales de Obras Civiles para las dos plantas (Planta Río Grande y Planta Carlos Villegas), cuando sean temas que comprenden a ambas de manera general, no será necesario aclarar, sin embargo, cuando sea preciso resaltar que corresponde a una planta en particular, se hace la aclaración respectiva.

#### **2 UBICACIÓN**

Las Unidades de Remoción de Mercurio están ubicadas en las siguientes Plantas de YPFB:

- La Planta de Separación de Líquidos “Río Grande” (PSLRG), se encuentra ubicada en el municipio de Cabezas de la provincia Cordillera del departamento de Santa Cruz.
- La Planta de Separación de Líquidos “Carlos Villegas Quiroga” (PSLCV), se encuentra ubicada en el municipio de Yacuiba de la provincia Gran Chaco del departamento de Tarija.

#### **3 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 Internacionales:**

ANSI/ASCE 7	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.

ASTM	American Society for Testing and Materials.
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 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	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	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 los oferentes para la ejecución del Proyecto.

## **4 PROPIEDADES DE LOS MATERIALES**

Los materiales deberán estar de acuerdo a las especificaciones de las Plantas existentes (PSLRG y PSLCV).

### **4.1 Estructuras de acero**

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

## **4.2 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>.

## **4.3 Combinaciones de carga**

Para el cálculo de estructuras se toman las combinaciones de carga definidas en el código ASCE 7 (Última Edición) 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).

## **5 ALCANCE**

El CONTRATISTA entenderá que es el único responsable del dimensionamiento y diseño apropiado de todas las Unidades de Remoción de Mercurio en las Plantas existentes (PSLRG y PSLCV).

El CONTRATISTA es responsable de la revisión, verificación y actualización de la información proporcionada parte de YPFB para el presente Proyecto. El CONTRATISTA deberá asegurarse que está trabajando con toda la información adecuada, relativa al área donde se ubicarán las nuevas URM's en las Plantas existentes.

Las Bases de Diseño del Proyecto en lo que respecta a la parte de Obras Civil y Estructuras, el CONTRATISTA deberá realizar para la ejecución de Proyecto los siguientes estudios y actividades de manera enunciativa más no limitativa:

### **5.1 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 obras civiles y estructuras. El CONTRATISTA debe confirmar y verificar como mínimo, los siguientes puntos:

#### **5.1.1 Estudio de Suelos.**

Fruto del diseño original de las plantas, se cuenta con los resultados de los estudios de suelos de ambas Plantas (PSLRG y PSLCV), los mismos serán proporcionados al CONTRATISTA. Sin embargo, con el fin de que el CONTRATISTA cuente con información actualizada, como parte de los trabajos incluidos en su presupuesto debe realizar un nuevo estudio de suelos en la zona de implantación del Proyecto bajo el siguiente detalle:

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

El número de calicatas deberá aplicarse según las normas aplicables del proyecto, como mínimo se deberá realizar una por Planta (PSLRG y PSLCV). El CONTRATISTA deberá definir las cantidades de Calicatas requeridas para el Proyecto.

En base a los resultados obtenidos se deberá justificar el tipo de fundación propuesta para los equipos, estructuras, etc.

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

### **5.1.2 Estudio Topográfico.**

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

#### **5.1.2.1 Trabajo de Campo**

- Levantamiento topográfico con instrumento de precisión (Estación total).
- Estaqueado o demarcado del área de trabajo.
- Levantamiento de datos 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.
- Instalación de señaléticas y delimitación de perímetros de construcción de las Unidades de Remoción de Mercurio con mallas plásticas de señalización industrial y tableros de identificación de la Obra. El tipo de señaléticas y delimitación de áreas deberán estar según los requerimientos de SMS de cada Planta (PSLRG y PSLRG).

#### **5.1.2.2 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.

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

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

#### **5.1.3.1 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 a los equipos, sistemas de tuberías y plataformas nuevas de las Unidades de Remoción de Mercurio.

Se requiere que el CONTRATISTA verifique la capacidad de cargas de las estructuras existentes donde se apoyarán/suportarán los nuevos elementos de cada unidad de remoción de mercurio (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.

YPFB cuenta con los planos de pórticos y sus respectivas memorias de cálculo. Sin embargo, 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 e integridad de las estructuras de hormigón armado y su comportamiento antes y una vez se haya implementado cada unidad de remoción de mercurio; 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 los sistemas de tuberías (tuberías, válvulas, etc.) nuevas y también los posibles pesos adicionales requeridos en pruebas de presión hidráulica. Los costos inherentes a estas posibles modificaciones deben estar incluidos en su presupuesto para la presentación de ofertas.

#### **5.1.3.2 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 requeridos para el Proyecto.

YPFB dispone planos de estructuras y sus respectivas memorias de cálculo. Sin embargo, 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.

En consecuencia, se deberá evaluar mínimamente las siguientes estructuras metálicas y de hormigón:

- PSLCV: De acuerdo a planos descriptivos se debe realizar el diseño de las nuevas plataformas y soportes (columnas) metálicas necesarias para la implementación de tuberías y válvulas necesarias.
- PSLRG: De acuerdo a planos descriptivos se debe realizar el diseño de las nuevas plataformas y soportes (columnas) metálicas necesarias para la implementación de tuberías y válvulas necesarias.
- También deberá implementarse los soportes de los nuevos sistemas de tuberías que serán implementadas en ambas plantas.

## **5.2 DISEÑO DE INGENIERÍA DE DETALLE.**

En base a los estudios de Ingeniería Básica, el CONTRATISTA deberá diseñar y calcular las siguientes estructuras civiles:

### **5.2.1 ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN ARMADO.**

El CONTRATISTA deberá realizar el diseño y cálculo estructural de todos los elementos de hormigón armado para los equipos nuevos (tres recipientes a presión), tales como ser: fundaciones, bases, soportes, y todo elemento de hormigón armado que la ingeniería de detalle considere necesario.

Las normativas para el diseño de las estructuras de hormigón armado se registrarán básicamente a los siguientes códigos:

- ACI 318-08.
- UBC – 97 (Diseño sismo-resistente)

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

- Resistencia característica del hormigón:  $f_{ck} = 30$  MPa.
- Resistencia característica del acero:  $f_{yk} = 500$  MPa.

El software de cálculo para el análisis estructural debe ser uno de amplio reconocimiento mundial (Ejm: SAP 2000, CYPECD, ETABS, SAFE, STAD PRO, ROBOT u otro).

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

### **5.2.2 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 de detalle considere necesario para el Proyecto.

Las normativas para el diseño de las estructuras metálicas se registrarán básicamente a los siguientes códigos:

- AISC 360-10.
- ASCE 7-05
- UBC – 97 (Diseño sismo resistente)

- LRFD

En cuanto a los requerimientos de material se debe cumplir la siguiente especificación:

- Acero estructural: ASTM A-36 o acero de grado similar.
- Electrodo: E70XX.
- Pernos de conexión: ASTM A325.
- Pernos de anclaje: ASTM A307.

En resumen, se debe diseñar las estructuras metálicas y de hormigón armado para los siguientes equipos nuevos:

Ítem	Nº de Equipo	Cantidad	Planta	Descripción del Equipo	Materiales de Construcción	Condiciones de Diseño	
						Temp. [°F]	Presión [psig]
1	V-101 A/B	2	PSLCV	Adsorbedores de Mercurio	CS	175	1135
2	V-501 D	1	PSLRG	Adsorbedor de Mercurio	CS	120	1150

**Tabla 1. Equipos del proyecto**

El software de cálculo para el análisis estructural debe ser uno de amplio reconocimiento mundial (Ejm: SAP 2000, CYPECD, STAD PRO, ROBOT u otro)

De acuerdo al tipo de estructura, el diseño debe considerar cargas estáticas, cargas sísmicas, cargas de viento, cargas de montaje, cargas combinadas, etc.

Adicionalmente se debe contemplar la ampliación de dos plataformas, una en cada Planta existente (PSLRG y PSLCV), que permitan la instalación y acceso a las nuevas PSVs (válvulas de alivio de presión o seguridad) a ser implementadas por el proyecto. Dado que las líneas de descarga de las válvulas de alivio deben ser instaladas por encima de los colectores del flare, es necesario realizar una prolongación de plataforma en cada estructura existente, ubicada en el último nivel del pipe rack del mismo sector. Los costos de material e implementación de las mismas deben ser incluidos en el presupuesto de los oferentes para la licitación del servicio EPC. De forma preliminar y para fines de estimación del presupuesto, se presentan las dimensiones de dichas plataformas. Las mismas deben ser confirmadas por el CONTRATISTA del proyecto.

**PSLCV:** Extensión de plataforma para las Válvulas de PSVs de los recipientes a presión V-101A/B, planta PSLCV;

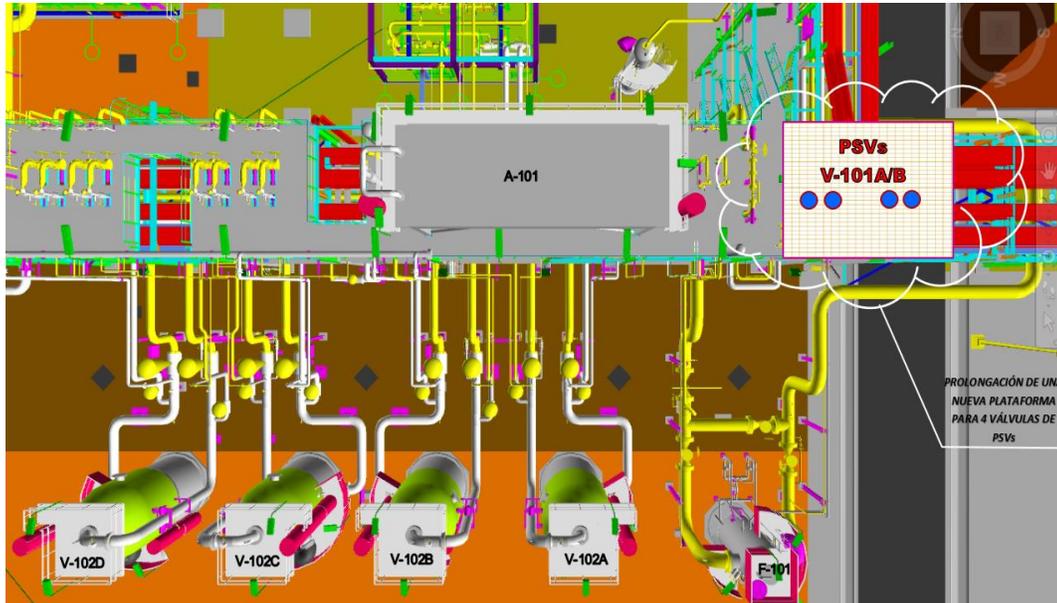


Figura 1. Ubicación de la nueva Plataforma y válvulas de PSVs - PSLCV

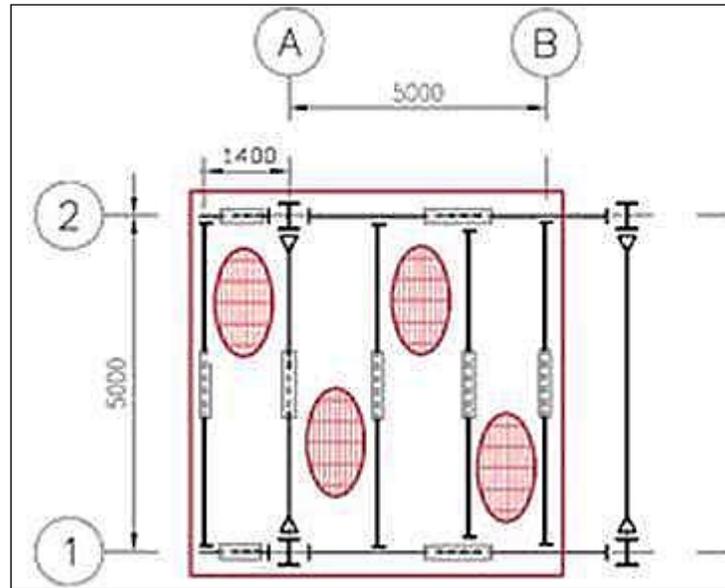


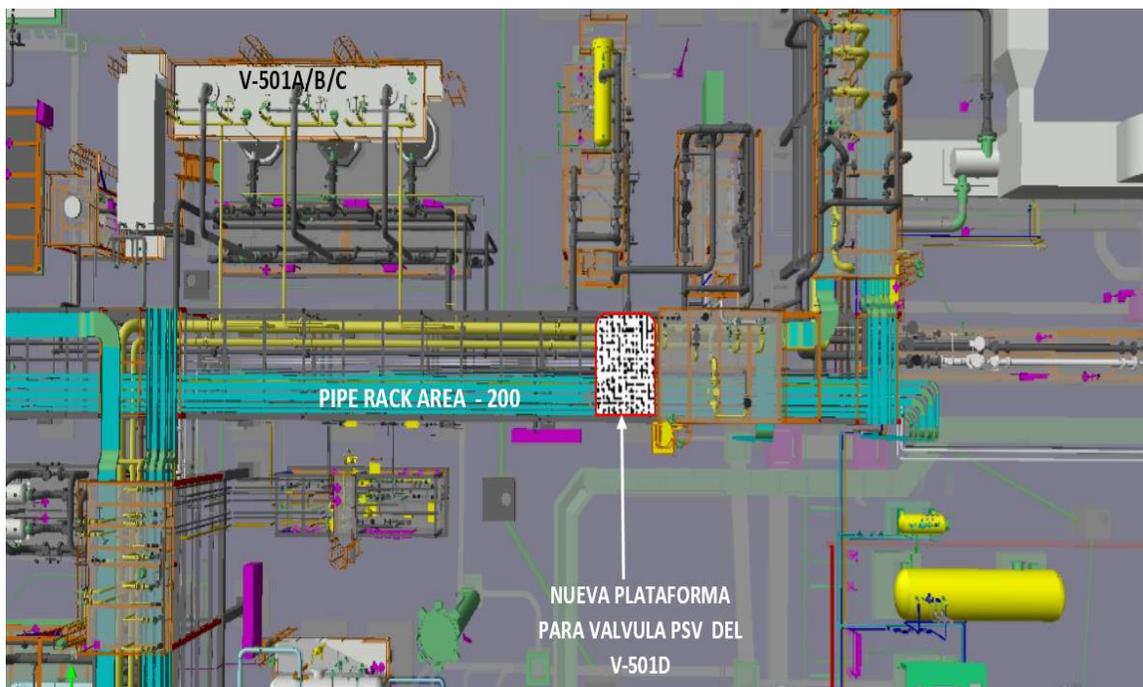
Figura 2. Detalle de Plataforma - Vista de Planta – PSLCV

DESCRIPCION DEL MATERIAL	CANTIDAD	DIMENSION
Perfil estructural tipo IPE-200, Material A-36 o acero de grado similar.	1	37800mm
Rejilla para plataformas: Rejilla electrosoldada de acero galvanizado en caliente, compuesta de pletina portante plana de 30X30, y varilla separadora transversal entregirada de 5-6mm de diámetro espaciada 30mm. Material A-36 o acero de grado similar.	1	32m <sup>2</sup>

<p>Las barandillas, tendrán una altura de 1,10 m y estarán formadas por postes de angulares separados a no más de 1,50 m, pasamanos tubular, pletina intermedia y rodapié. Detalle de barandilla:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Poste: <b>L=70X70X7</b></li> <li>• Pasamanos: <b>Tubo Ø1.¼" SCH 40</b></li> <li>• Pletina Intermedia: <b>□6X140</b></li> <li>• Rodapié: <b>□6X140</b></li> </ul>	<p>Poste: <b>1</b> Pasamanos:<b>1</b> Pletina Intermedia:<b>1</b> Rodapie:<b>1</b></p>	<p>Poste: <b>13200mm</b> Pasamanos:<b>17800mm</b> Pletina Intermedia:<b>17800mm</b> Rodapie:<b>17800mm</b></p>
---	--	--

**Tabla 2. Material – extensión plataforma PSLCV**

**PSLRG:** Extensión de plataforma para las Válvulas de PSVs del recipiente a presión V-501D, planta PSLRG;



**Figura 3. Ubicación de la nueva Plataforma y válvulas de PSVs - PSLRG**

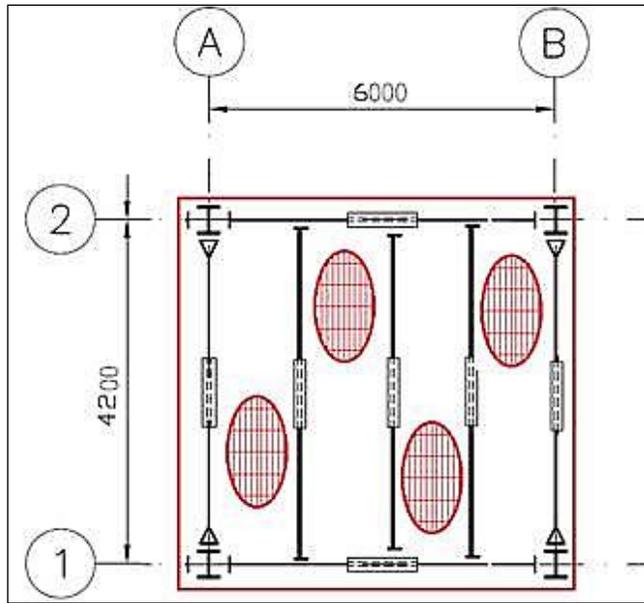


Figura 4. Detalle de Plataforma - Vista de Planta PSLRG

DESCRIPCION DEL MATERIAL	CANTIDAD	DIMENSION
Perfil estructural tipo IPE-200, Material A-36 o acero de grado similar.	1	<b>37800mm</b>
Rejilla para plataformas: Rejilla electrosoldada de acero galvanizado en caliente, compuesta de pletina portante plana de 30X30, y varilla separadora transversal entregirada de 5-6mm de diámetro espaciada 30mm. Material A-36 o acero de grado similar.	1	<b>25m<sup>2</sup></b>
Las barandillas, tendrán una altura de 1,10 m y estarán formadas por postes de angulares separados a no más de 1,50 m, pasamanos tubular, pletina intermedia y rodapié. Detalle de barandilla: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Poste: <b>L=70X70X7</b></li> <li>• Pasamanos: <b>Tubo Ø1.½" SCH 40</b></li> <li>• Pletina Intermedia: <b>□6X140</b></li> <li>• Rodapié: <b>□6X140</b></li> </ul>	Poste: <b>1</b> Pasamanos: <b>1</b> Pletina Intermedia: <b>1</b> Rodapie: <b>1</b>	Poste: <b>12100mm</b> Pasamanos: <b>16200mm</b> Pletina Intermedia: <b>16200mm</b> Rodapie: <b>16200mm</b>

Tabla 3. Material – extensión plataforma PSLRG

### 5.2.2.1 SOLDADURA

Todas las soldaduras deben llevarse a cabo de acuerdo con ASME IX en combinación con AWS D1.1.

Todos los Soldadores que ejecuten soldadura de estructuras metálicas deberán estar calificados acorde con las exigencias del código AWS D1.1 "Código de Soldadura Estructural – Acero" y ASME Sec. IX "Norma de Calificación para Procedimientos de Soldaduras y de Soldadura Fuerte (Brazing), de Soldadores, Soldadores de Soldadura Fuerte y de Operadores de Soldadura". La

calificación de los soldadores para el Proyecto deberá realizarse en presencia del CONTRATANTE y se deberá asignar un cuño a cada soldador para registrarlo en la calificación.

El CONTRATISTA desarrollará los procedimientos WPS y PQR para la ejecución de soldaduras en estructuras metálicas para el desarrollo del Proyecto. Estos procedimientos deberán ser realizados conforme a las normativas de aplicación ASME Secc. IX y AWS D1.1.

Antes del proceso de soldadura, el CONTRATISTA deberá disponer de los siguientes documentos aprobados para el Proyecto:

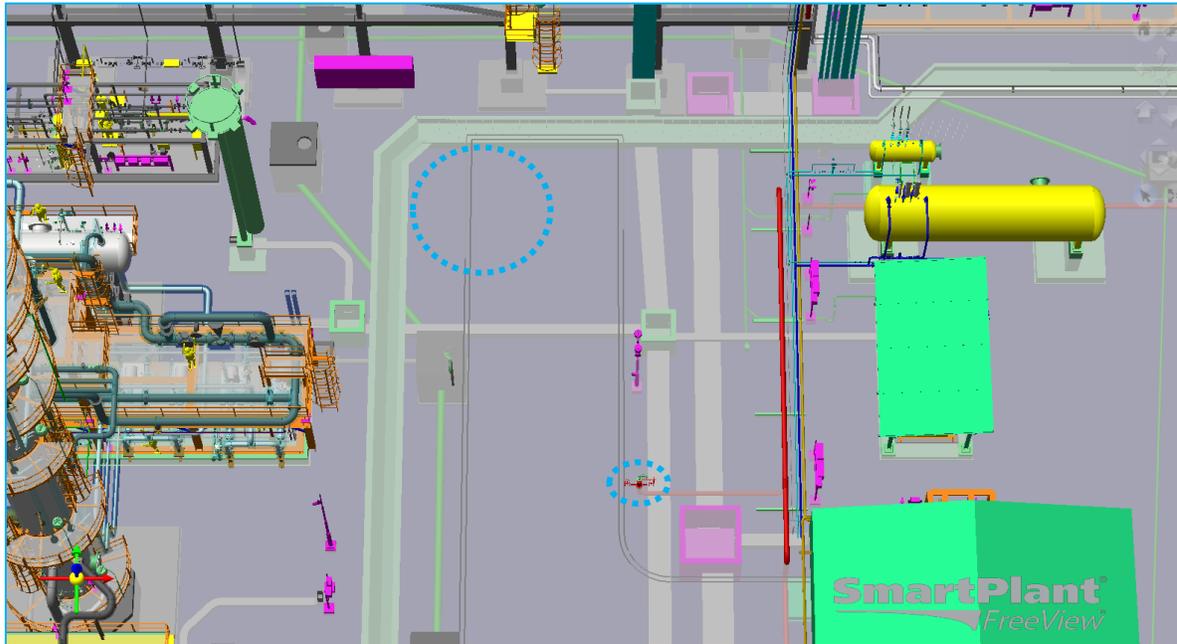
- a) Procedimientos Aprobados para Soldadura WPS, y deberá reflejar datos de cómo se realizará la soldadura en campo.
- b) Registro de Calificación de Procedimiento PQR.
- c) Para cada WPS se debe generar una ficha de soldadura según el siguiente esquema:
  - Caratula
  - Mapa de Soldadura
  - WPS
  - PQR
- d) Cada WPS deberá reflejar los datos reales con los que se realizaran las uniones soldadas
- e) Procedimiento de calificación de soldadores.
- f) Certificados de Calificación de Soldadores.
- g) Recepción de Calidad de los Consumibles (Certificados).
- h) Recepción de Calidad del Material Base y su Respectiva Trazabilidad.
- i) Plan de Puntos de Inspección y Ensayos.
- j) Certificados de Calibración de Equipos e Instrumentos.
- k) Control de desempeño de los Soldadores.
- l) Procedimientos de ensayos no destructivos (RX, Tratamiento Térmico, Ensayos de Dureza, Líquidos Penetrantes, etc.).
- m) Procedimiento General de Soldadura.
- n) Especificaciones de Requisitos QA/QC.

El inspector de soldadura del CONTRATISTA deberá ser un Inspector de Soldadura Nivel 2 (CWI) certificado por la AWS. El CONTRATISTA deberá prever la cantidad necesaria de Inspectores de Soldadura Nivel 2 para cubrir todas las actividades de inspecciones en Obra/Sitio, Obrador y Talleres de prefabricación de estructuras metálicas que use el CONTRATISTA. Los procedimientos y especificaciones de soldadura deberán ser desarrollados y aprobados por un inspector de soldadura nivel 3 (SCWI).

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

En base a la microlocalización definida en la Ingeniería Básica, 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.

Como parte de los trabajos en la PSLRG, se ha identificado que un canal de drenaje pluvial será impactado en el área seleccionada para el emplazamiento del recipiente a presión. El CONTRATISTA debe tomar en cuenta las modificaciones necesarias y los trabajos de reposición como parte de su alcance.

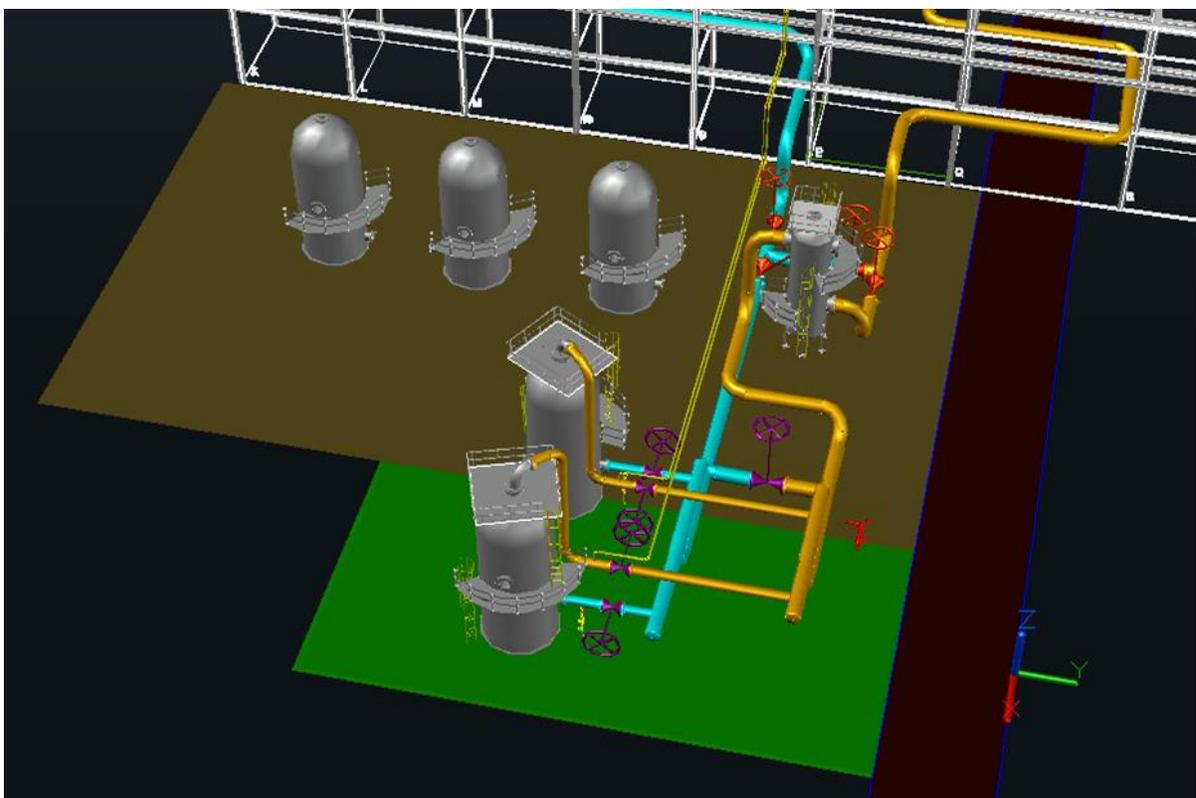


**Figura 5. Ubicación del canal de drenaje pluvial – Maqueta 3D - PSLRG**

#### **5.2.4 OTRAS OBRAS CIVILES**

En caso de ser necesario y complementado lo anterior, el CONTRATISTA deberá considerar además el diseño de otras obras civiles complementarias, tales como ser: pavimentos rígidos, cordones de acera, pisos, muros, etc., según las condiciones observadas por el CONTRATISTA en la visita de campo.

Al momento se identifica que como parte de los trabajos civiles se debe incluir la ampliación del pavimento rígido para la vía acceso de mantenimiento de los nuevos recipientes en la PSLCV. El CONTRATISTA deberá construir el pavimento rígido de acuerdo a los estándares y especificaciones del diseño original de la Planta existente.



**Figura 6. Ampliación de pavimento rígido - Maqueta 3D - PSLCV**

En cuanto respecta al ignifugado, en el caso de las estructuras de la PSLRG, se identifica que todas deben estar ignifugadas. En el caso de la PSLCV, fruto del diseño y análisis de seguridad (incluyendo el estudio HAZOP), el CONTRATISTA deberá evaluar la necesidad del ignifugado en las nuevas estructuras e implementarlo en caso de ser necesario.

El CONTRATISTA deberá reponer el ignifugado, pavimento rígido, etc. de equipos y estructuras existentes que fueron dañados 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 analizadores en línea de mercurio deben también ser tomados en cuenta.

El CONTRATISTA debe considerar dentro su alcance las instalaciones necesarias para preservar los tambores de material adsorbente y bolas cerámicas en condiciones óptimas en cada una de las plantas, según las recomendaciones del proveedor y las recomendaciones de proceso (12-2-PRO-RP-00002) 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 documento deben formar parte del presupuesto presentado por los oferentes.

## 6 DOCUMENTACIÓN TÉCNICA ADICIONAL.

Una vez culminada la Ingeniería de Detalle en lo que respecta al diseño de Obras Civiles, el CONTRATISTA deberá elaborar la siguiente documentación técnica de manera enunciativa más no limitativa:

DOCUMENTO	DETALLE
<b>CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN DE OBRAS CIVILES.</b>	Se deberá elaborar un cronograma de ejecución mostrando la ruta crítica y la asignación de recursos que el especialista civil considere óptima.
<b>LISTADO DE MAQUINARIA Y EQUIPO MÍNIMO PARA LA EJECUCIÓN.</b>	El Contratista deberá presentar un listado mínimo de maquinaria y equipo que garantice la ejecución de las Obras Civiles de acuerdo al "CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN DE OBRAS CIVILES"
<b>LISTADO DE PERSONAL TÉCNICO-OPERATIVO.</b>	Se deberá presentar un listado aproximado del personal técnico-operativo asignado a las Obras Civiles.
<b>PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN.</b>	El Contratista deberá elaborar un presupuesto que presente el Coste preliminar de las Obras Civiles.

## 7 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.

### 7.1 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.

### 7.2 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 del CONTRATANTE y/o su representante de Supervisión, 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.

### **7.3 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  $250 \text{ Kg/cm}^2$ .

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

### **7.4 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  $300 \text{ Kg/cm}^2$ , motivo por el cual el CONTRATISTA deberá prever los equipos adecuados a la actividad.

### **7.5 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 Supervisor de Obra.

Una vez que el replanteo de las fundaciones hubiera sido aprobado por el Supervisor de Obra, 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 Supervisor de Obra, 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.

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.

## **7.6 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.2.1-001 hasta N.B.2.1~14) 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>

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

**Tabla 4. Graduación del agregado fino**

Previa autorización del CONTRATANTE o su representante de Supervisión 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

**Tabla 5. Graduación del agregado fino**

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 el CONTRATANTE o su representante de Supervisión.

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

## **7.7 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 el CONTRATANTE o su representante de Supervisión, (este material podrá ser de tierra natural seleccionada y/o material de préstamo granular indicado por el Supervisor).

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 el CONTRATANTE o su representante de Supervisión.

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.

## **7.8 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.

## **7.9 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.

## **7.10 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 (PSLRG y PSLCV), 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.

## **7.11 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 del CONTRATANTE o su representante de Supervisión.

**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.

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.

## **8 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.

El CONTRATISTA deberá desarrollar toda otra documentación considerada necesaria para el cumplimiento de los trabajos, en función de los requerimientos del CONTRATANTE. El CONTRATISTA deberá desarrollar y entregar de manera enunciativa mas no limita los siguientes documentos:

### **Registros de construcción Civil:**

- Plan de Inspección y Ensayos:
  - Excavación, Relleno y Compactación.
  - Hormigón Armado.
- Control topográfico previo a la excavación
- Ensayos de grado de compactación de suelo/relleno:
  - Clasificación y Proctor del suelo a compactar.
  - Ensayos de compactación del fondo de excavación.
  - Ensayos de compactación del relleno y compactado.
- Registro de control de excavación.
- Registro de vaciado para emplantillado.
- Ensayos de rotura de probetas de hormigón:
  - Ensayos de probetas normales.
  - Ensayos de núcleos.
  - Ensayos de esclerometría.
- Registros topográficos de pernos de anclaje previo hormigonado.
- Control de preparación de hormigonado.
- Ensayos de sentamiento con cono de Abrams.
- Control topográfico de pernos de anclaje post hormigonado.

**Registro de construcción Estructural/Equipos:**

- Plan de Inspección y Ensayos:
  - Montaje de estructuras/equipos.
- Registro de Torqueo de Pernos.
- Registros de Alineación y Nivelación.
- Registros de Verticalidad de estructuras/equipos.
- Registros de Pintura:
  - Reporte de Preparación Superficial y Aplicación de Pintura.
  - Medición de Espesores de Película Seca.
- Registros de colocación de Grout.
- Registros de Aislamiento Térmico.

**9 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 el CONTRATANTE o su representante de Supervisión 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 y entregar 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.