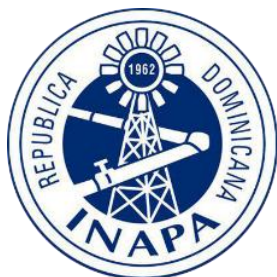


# **INSTITUTO NACIONAL DE AGUAS POTABLES Y ALCANTARILLADOS**

**\*\*\*INAPA\*\*\***



---

## **ESPECIFICACIONES TÉCNICAS**

**Construcción Sistema De Saneamiento  
Arroyo Gurabo y Su Entorno, Tramo  
E 0+0.00 Hasta E 2+0.00, Municipio Santiago**

**Provincia Santiago**

---

**Abril 2024**

# ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

---

## REQUISITOS GENERALES

### *ESPECIFICACIONES NORMALIZADAS*

En los casos no estipulados expresamente en estos documentos, se aplicarán como normativas las prescripciones de los códigos y recomendaciones de las entidades siguientes:

AASHTO	American Association of State Highway and Transportation Officials
ACI	American Concrete Institute
ACIFS	American Cast Iron Flange Standards
AISC	American Institute of Steel Construction
AISI	American Iron and Steel Institute
ANSI	American National Standards Institute
ASCE	American Society of Civil Engineers
ASME	American Society of Mechanical Engineers
ASTM	American Society for Testing and Materials
AWS	American Welding Society
AWWA	American Water Works Association
CRSI	Concrete Reinforcing Steel Institute
DIPRA	Ductile Iron Pipe Research Association
IEEE	Institute of Electrical and Electronic Engineers
IES	Illuminating Engineering Society
IPCEA	Insulated Power Cable Engineers Association
ISO	International Organization for Standardization
NBS	National Bureau of Standards
NEC	National Electric Code
NEMA	National Electrical Manufacturers Association
NFPA	National Fire Protection Association
OSHA	Occupational Safety and Health Administration
PCI	Precast Concrete Institute
SSPC	Steel Structures Painting Council
UL	Underwriters Laboratories, Inc.

Recomendaciones Provisionales para el Análisis por Viento de Estructuras No. 9/80

Recomendaciones Provisionales para el Análisis de Edificaciones de No.

Mampostería 10/80

Recomendaciones Provisionales para la Ventilación Natural en No.

Edificaciones 16/86

Recomendaciones Provisionales para El Análisis Sísmico de Estructuras	M-001
Reglamento para Instalaciones Eléctricas en Edificaciones	M-003
Reglamentado para Instalaciones Eléctricas en Edificaciones	M-006
Reglamentaciones para Instalaciones Sanitarias en Edificaciones	M-008
Especificaciones Generales para la Construcción de Edificaciones	M-009
Recomendaciones Provisionales para Instalaciones Eléctricas en Edificaciones	M-010
Criterios Básicos para Estudios Geotécnicos de Carreteras	M-011
Especificaciones Generales para la Construcción de Carreteras	M-014
Recomendaciones Provisionales para el Diseño y Construcción de Sistemas de Drenaje en Carreteras	M-019

Adicionalmente, se tomarán en cuenta los códigos, regulaciones y normas que están vigentes en la República Dominicana. A continuación se presenta una lista parcial de los códigos existentes expedidos por la Secretaria de Estado de Obras Publicas y Comunicaciones:

## **ASPECTOS GENERALES**

### **NORMAS Y ESPECIFICACIONES DE CONSTRUCCIÓN Y MATERIALES**

La ejecución de la obra y el suministro de materiales objeto de este contrato en general deberán ajustarse a las normas vigentes de diseño y construcción de sistemas de acueducto, Saneamiento básico o Alcantarillado Sanitario y a las especificaciones contenidas en el presente volumen.

El contratista se compromete a conseguir oportunamente todos los materiales que se requieran para la construcción de las obras y a mantener permanentemente una cantidad suficiente que garantice el avance normal de la misma. Los materiales y demás elementos que el contratista emplee en la ejecución de las obras a él encomendadas, deberán ser de primera calidad en su género y para el fin al que se les destine.

La supervisión, podrá rechazar los materiales si no los encuentra conforme a lo establecido en las normas. El material rechazado se retirará del lugar, reemplazándolo con material aprobado y la ejecución de la obra defectuosa se corregirá satisfactoriamente, todo esto sin lugar a pago extra. Toda obra rechazada por deficiencia en el material empleado o por defectos de construcción, deberá ser reparada por el contratista a su costo.

### **ENSAYOS DE LABORATORIO**

El contratista tendrá que contratar los ensayos de laboratorio que la supervisión considere necesario, las tomas de muestras de laboratorio se deberán informar previamente a la supervisión para su respectiva autorización.

## **PRELIMINARES**

### **LOCALIZACIÓN Y REPLANTEO**

#### **ALCANCE**

El contratista hará la localización de las estructuras y los ejes de las tuberías de acuerdo con lo establecido en los planos y los datos adicionales e instrucciones que suministre el supervisor. Por tanto no se deberá iniciar ningún trabajo sin que el supervisor haya aprobado su localización. Para el efecto, el contratista deberá hacer todo el trabajo de tránsito y nivel que se requiera para determinar con precisión la posición horizontal, elevaciones y dimensiones de todas las partes constructivas de las estructuras y de sus obras complementarias objeto de este contrato.

Para todas las tuberías la localización se hará directamente en campo con cinta y demarcación de línea y ancho de zanja con pintura roja, definida por la supervisión. (Ver tabla dimensionamiento de zanjas y profundidades).

Este trabajo consiste en colocar el estacado necesario y suficiente para identificar en el terreno los ejes y cortes de la tubería, estructuras principales y obras complementarias, así como también las longitudes, anchos y niveles para ejecutar las excavaciones como se indica en los planos. Se dejarán referencias permanentes para nivel y tránsito y solo se retirarán con autorización de la supervisión. Antes de iniciar cualquier trabajo debe notificarse a la supervisión para que compruebe la correcta colocación del estacado de acuerdo con los planos y las especificaciones.

Las medidas deben efectuarse con cinta, ejecutando los trazados con tránsito y nivelando con aparatos de precisión.

La aprobación de los trabajos topográficos, por parte de la supervisión, no exime al contratista de responsabilidad si se cometen errores de localización o nivelación en cualquier parte de la obra.

Cualquier cambio en la localización de la obra debe ser consultado previamente a la supervisión, la cual juzgará la conveniencia o no del mismo.

#### **MEDIDA Y FORMA DE PAGO**

La medida y pago para localización y replanteo de las tuberías se hará por metro (m) lineal con un decimal.

El pago se hará al contratista a los precios unitarios fijados en el Formulario de Cantidades y Precios Unitarios del contrato para los ítems respectivos, previa presentación y aprobación de la supervisión de las libretas topográficas.

#### **MOVIMIENTO DE TIERRAS**

##### **GENERALIDADES**

El contratista deberá, con base en su experiencia en trabajos similares, proponer el método o los métodos para excavar los diferentes tramos, conjugando sistemas de entibado y manejo de aguas, de manera tal que proporcionen seguridad y unos

adecuados rendimientos, que deben estar acordes con el correspondiente programa de trabajo.

El contratista debe tener en cuenta que se respeten los anchos, profundidades, distancias, pendientes y acotamiento especificados en los planos, al igual que las densidades de los rellenos y el desalojo de escombros y sobrantes. Todas las labores de movimiento de tierras serán supervisadas y aprobadas por el supervisor.

## **EXCAVACIÓN EN MATERIAL COMÚN**

### **LIMITES DE EXCAVACIÓN**

El contratista deberá garantizar que no se excave más allá de las líneas y pendientes mostradas en los planos o indicadas por el supervisor. Para todos los casos se presenta a continuación la Tabla con los anchos y profundidades mínimas, a cota clave, que deberá garantizar el contratista de acuerdo con el diámetro de la tubería y su localización.

<b>INAL</b>	<b>ANCHO</b>	<b>PROFUNDIDAD</b>	<b>VOLUMEN</b>
<b>Pulg.</b>	<b>Cm.</b>	<b>Cm (Hf)</b>	<b>M3 Por m lineal</b>
2	60	105	0.63
3	60	108	0.65
4	60	110	0.66
6	70	115	0.81
8	75	120	0.90
10	80	125	1.00
12	85	130	1.11
14	90	135	1.22
16	100	140	1.40
18	115	145	1.67
20	130	150	1.80
24	130	165	2.15
30	150	185	2.78
36	170	210	3.73
38	179	231	3.95
40	189	243	4.16
42	198	256	4.36

### **MÉTODOS DE EXCAVACIÓN**

Las excavaciones deberán hacerse de tal forma que se garanticen los rendimientos previstos en la Propuesta y las superficies excavadas que se obtengan sean lisas y firmes ajustadas a las dimensiones requeridas. Los métodos de excavación deberán ser previamente conocidos por el supervisor, así como cualquier modificación que el contratista decida hacerles. Aunque la dirección de la construcción y los métodos de trabajo son prerrogativas del contratista, la supervisión podrá hacer observaciones justificadas a los métodos de excavación y pedir que se cambien.

Si fuese inevitable que la excavación se realice en las inmediaciones de estructuras o viviendas existentes o de futuras excavaciones, el contratista garantizará que se empleen los métodos de excavación y tomará las precauciones que sean necesarias para evitar que las estructuras o viviendas sufran daños; cualquier daño que ocurra en este sentido, deberá ser reparado por cuenta del contratista y a satisfacción del supervisor. Previamente a la construcción, el contratista deberá hacer un levantamiento sobre el estado de las viviendas en presencia de los propietarios y la supervisión, presentando a ésta un informe como Acta de Entorno para aprobar antes del inicio de las obras. Este debe estar acompañado de un registro de viviendas (nombre del propietario y dirección) y un registro fotográfico.

La tierra extraída debe retirarse o colocarse a suficiente distancia de la excavación, de tal manera que no se convierta en sobrecarga que desestabilice los taludes. Si el material de excavación va a ser utilizado para relleno, el contratista garantizará que se provea un mecanismo de protección adecuado, para evitar que el material se sature por acción de la lluvia.

Cuando por omisión el material llegue a presentar tales condiciones, será rechazado como material de relleno y el contratista a su costa lo reemplazará por material granular o material de préstamo autorizado por el supervisor.

La excavación, instalación de la tubería y relleno deberán ejecutarse por tramos no mayores a cien metros (100 m); no se podrá iniciar ningún tramo hasta que no se haya complementado el tramo anterior. En caso de requerirse rendimientos mayores, estos deberán ser autorizados por la supervisión y el contratista deberá garantizar que se tengan todos los materiales, equipos, herramientas, mano de obra y demás recursos que se requieran para cumplir lo especificado en la especificación de Metodología para la Ejecución de la Obra.

## **ALCANCE**

El ítem incluye la excavación a mano con entibado y manejo de aguas en material común, conglomerado y/o roca. Igualmente comprende el suministro de la mano de obra además de materiales y equipos para la correcta ejecución de todos los trabajos necesarios para llevar a cabo las excavaciones requeridas para la obra, y establece las normas para medida y pago de la parte de la misma relacionada con estas excavaciones, entre las cuales se incluyen:

Limpieza y descapote en los sitios requeridos de la obra, Excavación para la instalación de la tubería y accesorios, excavaciones varias, tales como cunetas, apiques, trincheras y otras, protección de superficies excavadas, excavaciones para estructuras (cajas en mampostería), remoción de derrumbes.

Sólo en aquellos casos en los cuales la supervisión deba autorizar que los materiales sobrantes se dejen en el área de trabajo (máximo 1,0 m.), el contratista deberá garantizar que se ubique el material en un lugar que no obstaculice el paso peatonal y/o vehicular, señalizando completamente con bastones, cintas, vallas preventivas y protegiéndolo con plástico, so pena de multa en caso de no hacerlo. Este material deberá ser retirado al día siguiente antes de 12 horas desde su apilamiento. Se entiende por material común, todos aquellos depósitos sueltos o moderadamente cohesivos, tales como gravas, arenas, limos o arcilla, o cualesquiera de sus mezclas, con o sin

constitutivos orgánicos, formados por agregación natural, que pueden ser excavados con herramienta de mano o máquina pesada convencional para este tipo de trabajo. Se considerará también como material común, peñascos y en general todo tipo de material que no pueda ser clasificado como roca o como bases y sub-bases de pavimentos.

## **MANEJO DE AGUAS DURANTE LA CONSTRUCCIÓN**

Esta especificación se refiere al manejo durante la ejecución de las obras, de las aguas subterráneas, superficiales producto de las lluvias y residuales provenientes de las redes de alcantarillado de la zona. Debido a la presencia y oscilación permanente del nivel freático y teniendo en cuenta que este incrementa los asentamientos, disminuye la capacidad portante e impide la construcción normal, el Supervisor podrá autorizar la construcción de un pozo de achique con la suficiente profundidad para que, utilizando una motobomba adecuada, se pueda abatir el nivel freático y así mantener una cota mínima que puede ser la batea evitando un cambio en los esfuerzos efectivos responsables de los asentamientos por consolidación.

El contratista deberá garantizar la ejecución de las obras provisionales y trabajos que sean necesarios para desaguar y proteger contra inundaciones superficiales e infiltraciones subterráneas las zonas de construcción, las zonas de préstamo y demás sitios, donde la presencia de agua afecte la calidad, el rendimiento o la economía de la construcción, aún cuando ellas no estuvieren indicadas en los planos ni hubieren sido determinadas por el supervisor.

Los trabajos y obras provisionales a que se refiere esta especificación, servirán para desviar, contener, evacuar y/o bombear las aguas, de modo tal que no interfieran con el adelanto de las obras por construir, ni su ejecución y conservación adecuadas. El contratista deberá garantizar que se mantenga continuamente estas condiciones de trabajo durante el tiempo que sea necesario para la correcta ejecución de la obra. En los bancos de préstamo de las mencionadas obras deberá evitar su inundación o encharcamiento aún después de concluida su explotación.

El contratista deberá garantizar que se efectúen todos los trabajos necesarios para remover las obras de control de aguas o anular su efecto cuando ya no se requieran o el Interventor lo ordene. En general, deberá garantizar los trabajos que sean necesarios para que las zonas afectadas por las obras de control queden en el estado más conveniente de acuerdo con los fines que persigue el proyecto.

El contratista deberá prever y mantener suficiente equipo en la obra, para las emergencias previsibles en los trabajos que abarca esta especificación.

Se deberá tener en cuenta que en la zona del proyecto existen redes de acueducto, alcantarillado, teléfono y eléctricos las cuales, deberán manejarse adecuadamente durante la construcción.

Antes de iniciar las excavaciones el contratista deberá someter a la aprobación del supervisor el plan detallado que piensa poner en marcha para el control y manejo de las aguas freáticas, superficiales y residuales indicando la localización y características de las obras provisionales que llevará a cabo con este propósito, así como el tipo y las capacidades del equipo de bombeo o sistema de desecación que se propone usar. El contratista deberá tener aprobado el plan tres (3) días antes de la iniciación de cada



obra específica.

La aprobación por parte del supervisor a dicho plan de trabajo y la autorización para que ejecute cualquier otro trabajo con el mismo fin, no relevan al contratista de su responsabilidad por el mismo; por consiguiente, deberá tener cuidado suficiente de garantizar la ejecución de las obras y los trabajos de manejo del agua durante la construcción de tal manera que no ocasione daños ni perjuicios a terceros, y será también responsable por los que se produzcan por causas derivadas de estos trabajos. Los gastos que ocasionen los trabajos para manejo de aguas por todo concepto en la construcción no se pagarán al contratista por separado, puesto que su costo deberá estar incluido dentro de los precios unitarios establecidos en el Formulario de Precios del contrato para los ítem de excavación correspondientes, caso en el cual en el análisis de dichos precios unitarios deberá considerarse el costo de la mano de obra, herramienta, transportes, almacenamiento, organización, equipos, administración, imprevistos, etc. para la construcción de obras provisionales (incluyendo la remoción de las que fuere necesario), instalación de bombeos, manejo y disposición del agua extraída, y demás trabajos que haya necesidad de efectuar, para realizar a satisfacción de y con la aprobación del Interventor de lo que se prescribe en esta especificación.

## **PROTECCIÓN DE LAS SUPERFICIES EXCAVADAS**

El contratista también será responsable de garantizar la estabilidad de todos los taludes temporales y deberá soportar y proteger, a satisfacción del supervisor, todas las superficies expuestas de las excavaciones, hasta la terminación de la obra.

El soporte y protección incluirán el suministro, instalación y remoción de todos los soportes temporales, tales como los entibados y apuntalamientos que sean necesarios, la desviación de aguas superficiales, y el suministro y mantenimiento de los sistemas de drenaje y de bombeo que se requieran para estabilizar los taludes y evitar que el agua penetre a las excavaciones, o para mantener los fondos de las excavaciones que servirán de base a las fundaciones, libres de agua por todo el tiempo que se requiera hasta terminar la construcción ó instalación, para inspección, para seguridad, o para cualquier otro propósito que el supervisor considere necesario.

## **REMOCIONES Y TRASLADOS**

El contratista no podrá remover y trasladar las redes provisionales de teléfonos, energía y acueducto que interfieran con la localización de las obras a ejecutar, sin la respectiva coordinación y autorización de las entidades competentes, con el objeto de causar los mínimos perjuicios a la comunidad.

## **ACCESOS, SEÑALES, VALLAS INFORMATIVAS Y PREVENTIVAS**

La construcción y/o mejoras de los caminos provisionales que se requieran para trasladar a los sitios de trabajo el personal, equipo, elementos y materiales, se harán de acuerdo con las recomendaciones de la supervisión, incluyendo, entre otros, barandas y otros elementos de protección indispensables para evitar accidentes, resguardar obras terminadas, mantener el tránsito en la vía y evitar interferencias en sitios de trabajo.

Se proveerán también señales preventivas y en caso necesario se dispondrán vigilantes



para controlar los accesos a zonas restringidas por razones de trabajo o riesgo de accidentes.

Es de carácter obligatorio la señalización del sitio de trabajo con bastones, cinta y vallas preventivas a cargo del contratista.

El contratista suministrará una valla informativa alusiva a la obra según el modelo que le entregará la supervisión, adicional a las vallas preventivas. Estas deberán cumplir con los esquemas y dimensiones definidos por la autoridad competente que se entregarán a través de la supervisión y serán colocadas por el contratista en los sitios que sean indicados. Igualmente será de su responsabilidad el mantenimiento de las mismas, durante el período de ejecución de la obra.

Será responsabilidad del contratista cualquier daño que se produzca por la realización de los trabajos y/o la movilización de los equipos.

El descuido o negligencia del contratista en lo referente a señales y accesos lo hará responsable ante terceros.

No habrá pago por separado por concepto de accesos, señales y vallas. Su valor deberá estar contemplado dentro de los demás ítem del Formulario de Cantidades y Precios del contrato.

## **MEDIDA Y FORMA DE PAGO**

La medida de las excavaciones para las zanjas de tuberías, fundación de estructuras, y desalojo de derrumbes, se tomará, para efectos de medida, como la cantidad de excavación expresada en metros cúbicos (m<sup>3</sup>) con un decimal, tomando las dimensiones de ancho, longitud y profundidad en terreno de acuerdo con lo definido en la especificación Límites de Excavación o lo autorizado por la supervisión.

El material proveniente de derrumbes que sea necesario remover, se considera incluido en el precio unitario de las excavaciones.

Los tipos de excavaciones (material común, conglomerado o roca) serán pagados de acuerdo con el valor unitario consignado en el Formulario de Cantidades de Obra y Precios del contrato para el respectivo ítem, precio y pago, que incluyen costos de equipo de excavación y drenaje, derrumbes, herramientas, mano de obra, administración, dirección, imprevistos, utilidad del contratista y demás costos necesarios para descapotar, bombear, drenar y realizar otros trabajos que sean necesarios para ejecutar las excavaciones respectivas. El pago del ítem incluye, en tal caso, el manejo del agua durante la construcción, también especificado en este documento.

## **RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL DE EXCAVACIÓN ALCANCE**

El trabajo a que se refiere esta especificación, comprende el suministro de la mano de obra, equipos, herramientas, materiales, instalaciones y todas las operaciones necesarias para la ejecución de los rellenos compactados mostrados en los planos o requeridos por el Interventor. Incluye rellenos de reposición para la cimentación, bases de canales y tuberías, alrededor de estructuras, mostrados en los planos o requeridos

por el supervisor. Además se establecen las normas para medida y pago de tales trabajos.

Los trabajos necesarios para conformar terraplenes y para llenar las zonas excavadas con materiales provenientes de la misma excavación o de material de préstamo, se denominarán rellenos.

Antes de iniciar los trabajos de rellenos, el terreno que servirá de base deberá estar debidamente conformado, totalmente libre de vegetación, tierra orgánica, materiales de desecho de la construcción y las superficies no deberán presentar zonas inundadas o con agua estancada. Los rellenos se colocarán de acuerdo con lo indicado en los planos y/o donde lo señale la supervisión.

No se colocará ningún relleno sobre las tuberías hasta que la colocación e instalación de éstas no haya sido recibida a satisfacción de la supervisión.

Para efectos de clasificación los rellenos se han agrupado en la siguiente forma: relleno y compactación mecánica con material seleccionado de la excavación y relleno y compactación mecánica con material de préstamo.

## **RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL PRODUCTO DE LA EXCAVACIÓN**

Este relleno se usará en general para el atraque de todas las tuberías instaladas, siempre y cuando cumpla con las condiciones de ser un material granular clasificado para el relleno en zanjas. La colocación de este material deberá contar con la aprobación de supervisor y se colocará hasta una altura entre 60,0 cm y 90,0 cm por encima de la clave exterior de la tubería. Estará constituido por materiales que no contengan limo, material vegetal, materia orgánica, basura, desperdicios o escombros. El material de excavación se empleará también para relleno en el área externa contra los muros de las estructuras.

La fracción de materiales que pase el tamiz No. 40 deberá tener un índice de plasticidad menor de 20,0 y un límite líquido menor de 50,0.

El material se colocará y compactará en capas horizontales que no pasen de 25,0 cm. de espesor antes de la compactación. Esta se hará con compactador de impacto (Maquito) o rana vibratoria y bajo condiciones de humedad óptima que el supervisor autorice, con el fin de conseguir una compactación mínima del 95% del Proctor Modificado. El supervisor rechazará la utilización de métodos de compactación inapropiados, de material con exceso de humedad y la colocación de relleno en zanjas con agua. Se pondrá especial cuidado en no desplazar la tubería, para lo cual el relleno se colocará y compactará simultáneamente en ambos lados de la tubería.

Antes de pasar equipo pesado sobre la tubería instalada o sobre cualquier estructura, la profundidad del relleno sobre ellas tendrá que ser suficiente, según el criterio del supervisor, para que no se presenten esfuerzos perjudiciales o vibraciones y roturas.

## **MEDIDA Y FORMA DE PAGO**

La unidad de medida y pago será el metro cúbico (m<sup>3</sup>) de material medido in situ. Los precios propuestos deben incluir el costo de la mano de obra, la herramienta y equipo y los demás costos directos que se requieran para realizar esta actividad en la forma especificada.

## **DESALOJO DE MATERIAL SOBANTES DE LA EXCAVACION**

### **ALCANCE**

El contratista garantizará la disposición de todos los materiales excavados que no se vayan a utilizar en rellenos de zanja, retirándolos diariamente, ubicándolos en el botadero aprobado por el supervisor y el municipio. No se permitirá la colocación del material sobrante excavado en las inmediaciones de la zona de trabajo ni en los bordes de las zanjas. El material se retirará hasta los sitios de botaderos aprobados por el supervisor y se dispondrá en ellos todos los materiales sobrantes de excavación. Deberá colocar los sobrantes de excavación en forma ordenada, esparciéndolos por capas, y tomando todas las precauciones necesarias para obtener su estabilidad.

Si el supervisor considera inadecuada la disposición de los sobrantes de la excavación podrá ordenar al contratista cambiarla sin que esta orden sea motivo de pago adicional.

No se podrá retirar materiales de excavación a sitios diferentes a los acordados con el supervisor, ni con fines distintos a los del contrato, ni venderlos o regalarlos para que otras personas lo retiren.

## **MEDIDA Y FORMA DE PAGO**

Para la medida, los botes se cuantificarán en metros cúbicos (ms) con un decimal, medidos a lo largo, ancho y profundidad de la zanja y en los tramos donde efectivamente se haya efectuado el bote. El material a botar comprende escombros y sobrantes de excavación sea cual fuere su clasificación.

El valor unitario para botes se aplicará únicamente al material cargado y transportado para depositarlo y regarlo fuera de las zonas de construcción en sitio aprobado por el supervisor y el municipio.

El contratista deberá garantizar la disposición del equipo y personal suficiente para el cargue, transporte y disposición de estos sobrantes.

El pago de botes se hará al contratista a los precios unitarios fijados en el Formulario de Cantidades y Precios del contrato para los ítem respectivos: el precio unitario para desalojos incluye los costos de equipos, herramientas, transporte, materiales, mano de obra, administración, dirección, imprevistos, utilidad del contratista y demás costos necesarios para cumplir con lo especificado. Estos precios unitarios también deberán incluir el costo de la limpieza final de la zona de trabajo, incluyendo barrido.

## **MATERIALES**

Todos los materiales deberán ser suministrados por el contratista y requerirán aprobación previa del supervisor.

Los ensayos de los materiales serán realizados por el contratista a menos que se especifique lo contrario. Sin embargo, el contratista deberá suministrar todas las muestras que el supervisor requiera para ejecutar los ensayos de control que éste considere necesarios.

## **DISEÑO Y CONTROL DE MEZCLAS DE CONCRETO**

Esta labor será responsabilidad de EL contratista, quien establecerá los ajustes necesarios para obtener las resistencias exigidas para cada una de las estructuras y deberá establecer el programa para recolección de muestras y ejecución de ensayos.

Las mezclas se dosificarán por peso, excepto para el concreto pobre. El diseño estará a cargo del contratista quien someterá a aprobación del supervisor las diferentes opciones de mezcla, con los resultados de todos los ensayos de laboratorio de las mezclas y materiales que emplee.

El contratista solicitará al supervisor la aprobación del diseño de las mezclas con suficiente anticipación, para que, en caso de que no sean satisfactorios los resultados, haya oportunidad para estudiar modificaciones. Los ensayos se harán con el tiempo suficiente que permita conocer resultados de compresión de cilindros de prueba que tengan por lo menos siete (7) días de fraguado.

EL supervisor tendrá libre acceso a todos los ensayos. Cuando se tomen cilindros de ensayo, el contratista dará aviso oportuno para que el supervisor pueda hacer la inspección y control en la toma de cilindros y muestras.

Las muestras y ensayos se ejecutarán cada vez que el supervisor lo considere conveniente de acuerdo con las Normas especificadas.

Las pruebas de asentamiento (slump o revenimiento) las hará el supervisor con la frecuencia e intensidad que él determine y de acuerdo con la Normas.

El incumplimiento de estos requisitos, podrá ser causa para que el supervisor no apruebe las mezclas propuestas; si por este motivo se produjeran demoras, éstas serán imputables al contratista.

La planta productora comercial que el contratista escoja debe ser una empresa idónea, responsable, con buen respaldo técnico e instalaciones, equipos y personal suficientes y adecuados para cumplir las Normas ASTM-C-94 y las contenidas en este Pliego.

De todas maneras, el contratista deberá disponer en la obra de los elementos necesarios para clasificación, lavado, almacenamiento, pesaje y mezclado mecánico de los componentes, de manera tal que se garantice el cumplimiento de las dosificaciones indicadas por los ensayos del laboratorio.

Sin embargo, se podrán aceptar materiales ya clasificados y lavados, siempre y cuando hayan sido obtenidos mediante sistemas que garanticen la uniformidad de sus características, lo cual deberá ser certificado y controlado periódicamente por medio de ensayos de laboratorio, sin perjuicio de los ensayos o inspecciones hechas en la obra y de su aceptación por el supervisor.

El concreto premezclado deberá transportarse de la mezcladora al sitio de destino tan

pronto como sea posible y por métodos que eviten segregación de los materiales y pérdidas de los ingredientes o pérdidas en el "Slump" de más de una pulgada. Todo concreto que por permanecer tiempo largo en el equipo de transporte, requiera agua adicional para permitir buena colocación, será rechazado. El plazo máximo entre la introducción del agua a la mezcla y la colocación del hormigón en su posición final, no excederá de treinta (30) minutos. El contratista deberá someterse a la aprobación del supervisor, antes de iniciar los montajes de los equipos para preparación de concreto, el planteamiento y características de los equipos y elementos para el transporte de concreto.

Tanto los vehículos para el transporte de concreto premezclado desde la planta comercial hasta el sitio de destino, como el método de manejo, deberán cumplir con todos los requisitos de la norma ASTM C-94. La utilización de equipo de transporte no provisto de elementos para mezclar el concreto, solo se permitirá cuando así lo autorice por escrito el supervisor y cuando cumplan los requisitos establecidos en las antedichas especificaciones de la ASTM. La supervisión ejercerá una estricta vigilancia sobre la calidad del concreto suministrado a la obra, y suspenderá su uso si comprueba que no cumple las especificaciones, o en caso de suministro irregular.

La resistencia última a la compresión a los 28 días ( $f_c$ ) de probetas cilíndricas será mínimo de 210 kg/cm<sup>2</sup> (3000 psi) ó la que se especifique en los planos para cada estructura. En general, para el diseño de obras en concreto simple o reforzado, se utilizará la proporción en peso de cemento, arena y triturado.

## **ENCOFRADOS**

Los encofrados serán inspeccionados inmediatamente antes de la colocación del concreto. Las dimensiones y cotas se controlarán cuidadosamente y se corregirán todos los errores que en ella se presenten antes de iniciar las operaciones de vaciado del concreto. Se prestará especial atención a los soportes y anclajes de las formaletas antes, durante y después de la colocación del concreto, y se corregirán todas las deficiencias que presenten estos sistemas. El interior de las formaletas se colocará de agua no contaminada, se limpiará para eliminar cualquier residuo de virutas, mortero de vaciados anteriores y en general todo material extraño a los tableros y a la estructura.

Para facilitar el curado de los concretos y para permitir las reparaciones de las Imperfecciones de las superficies, se retirarán las formaletas tan pronto como el concreto haya fraguado (caso de las columnas). Para las losas y vigas se deberá cumplir con un tiempo de 8 días mínimo, después de la colocación del hormigón.

## **COLOCACION**

EL contratista no podrá colocar concreto en ningún sitio sin recibir la aprobación previa del supervisor, al que notificará con anticipación suficiente al vaciado, de tal manera que éste pueda verificar los alineamientos, inspeccionar los formaletas (encofrados) y demás requisitos.

En general todas las superficies que reciban concreto estarán libres de basuras, materiales extraños, aceites, grasas, fragmentos de roca y lodos.

Cuando se coloque concreto directamente sobre superficies de tierra, la superficie se humedecerá pero sin que se formen lodos.

## **CURADO Y PROTECCIÓN**

El concreto que no haya fraguado deberá protegerse cuidadosamente contra agua caliente, lluvias y vientos fuertes, tráfico de personas o de equipos y exposición directa a los rayos solares. No se permitirá fuego a temperatura excesiva cerca a las caras del concreto fresco. El concreto deberá curarse manteniendo sus superficies expuestas en condiciones constantes de humedad y a una temperatura entre 10 y 30 grados de humedad y a una temperatura entre 10 Y 30 grados centígrados.

Todas las caras expuestas del concreto deberán curarse por un período no menor de 10 días, inmediatamente después de terminar la colocación del mismo.

El contratista no podrá iniciar un vaciado de concreto si el equipo de curado no se encuentra disponible en la obra antes de iniciar las operaciones de vaciado. Solamente en casos especiales se permitirá en curado intermitente por métodos mensuales o con mangueras, previa aprobación del Interventor.

El contratista deberá tener en cuenta que el curado y la protección del concreto después de colocado, hacen parte del proceso de fabricación del concreto y por consiguiente los concretos que no hayan sido curados y protegidos como se indica en estas especificaciones, o como lo ordene el Interventor, no se aceptarán y éste podrá rechazar el pago de ellos cuando los curados no hayan sido satisfactorios, sin que el contratista tenga derecho a reclamaciones por este concepto.

## **MEDIDA Y FORMA DE PAGO**

Los concretos de las estructuras que comprenden las obras del proyecto se pagarán de acuerdo con los precios unitarios estipulados en el contrato para el ítem descrito. El precio unitario del concreto 1:3:5 o 1:2:4 cubrirá todos los costos que implique el suministro y transporte de materiales, equipo y mano de obra necesarios para la producción y colocación del concreto.

Para el cálculo de los volúmenes de concretos se utilizarán las dimensiones mostradas en los planos, con las modificaciones autorizadas y aprobadas por el supervisor. No se incluirán en la medida, los volúmenes de concreto colocados en exceso.

La medida y pago de los volúmenes de concreto 1:3:5 o 1:2:4 se realizará por metro cúbico (m<sup>3</sup>).

## **MAMPOSTERIA Y REPELLO**

### **REPELLO INTERIOR CON MORTERO IMPERMEABILIZADO 1:3 (MUROS) ALCANCE**

Esta sección pretende hacer precisiones sobre el control de calidad de los materiales necesarios para preparar morteros, fundamentalmente con destino a la ejecución de repello en el interior de las estructuras (muros). Los morteros igualmente podrán emplearse en otras actividades como unión de tuberías, construcción de mampostería de ladrillo, cajas para válvulas y en general para la construcción de pañetes para la



protección las estructuras. Las dimensiones, acotamiento y distribución de los elementos que se repellarán con el mortero 1:3 se han especificado en los planos.

## **MATERIALES**

La calidad de la arena utilizada en los morteros se controlará con la Norma ACI-2005, actualizada.

La calidad del cemento utilizado en los morteros será Portland tipo 1, se controlará con las **Normas Internacionales de Cement Portland**. El agua de mezcla deberá estar libre de elementos extraños, sedimentos o grasas.

## **MEZCLAS PARA MORTEROS**

El mortero estará compuesto por 1 parte en volumen de cemento y 3 partes en Volumen de arena gruesa clasificada (Itabo).

## **MEDIDA Y FORMA DE PAGO**

La unidad de medida y pago será el metro cuadrado (m<sup>2</sup>) de superficie repellada, construida y aprobada por el supervisor, aproximado con una cifra decimal.

## **MAMPOSTERIA**

### **ALCANCE**

La mampostería en muros de blocks de 8",6" y 4", se utilizarán para la construcción de las paredes de la cámara de inspección, de las edificaciones, casetas de bombas, verjas perimetrales, etc., según las disposiciones impresas en los planos de construcción.

## **MATERIALES**

Los materiales primarios como los muros de mampostería y los morteros deberán cumplir con las exigencias de la Norma ACI-200S, entre otros: muros de blocks de 8" (8"x8"x16"), de 6" (6"x8"x16") y de 4" (4"x8"x16"): El mortero a utilizar es 1:3, Mortero de repello: Se utilizará mortero 1 :3,Se utilizará 2 Kg de cemento gris por cada m<sup>2</sup>.

## **EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS**

La construcción de la mampostería se ejecutará de acuerdo con lo especificado en los planos.

## **MEDIDA Y FORMA DE PAGO**

La unidad de medida y pago será el metro cuadrado (m<sup>2</sup>) de superficie de mampostería construida y aprobada por el supervisor, aproximado con una cifra decimal.

## **CONCRETOS**

**CONCRETO F'C= (210 Kgcm<sup>2</sup>) 3000 PSI (LOSAS DE BASE, CUBIERTA, MUROS, VIGAS y ANCLAJE).**



## **ALCANCE**

El Concreto simple de (210 Kg. /cm<sup>2</sup>) 3000 PSI, se utilizará para la fundición de la losas, zapatas y muros de edificaciones, cámaras de inspección y muros de sostenimiento, para muros de hormigón armado en depósitos (losas, muros, vigas y columnas), usaremos  $f' c = 250 \text{ Kg./cm}^2$  (3500 PSI). Las dimensiones, acotamiento y distribución de los elementos que se fundirán con el concreto 1:3:5 y 1 :2:4, como se ha especificado en los planos.

Esta sección se refiere al suministro de materiales, mano de obra, equipo y a la ejecución de todo el trabajo concerniente a preparación, formaletas, transporte, colocación, acabados y curado de todas las obras de concreto de cemento Portland, de conformidad con los alineamientos, cotas y dimensiones indicadas en los planos y detalles del proyecto base de este contrato.

El contratista deberá construir todas las estructuras y fundir o prefabricar todo el concreto que se muestra en los planos, o que sea necesario a juicio del supervisor, para completar las obras.

A menos que se especifique algo diferente, los materiales que componen el concreto, su dosificación, resistencia y durabilidad, las formaletas, juntas, refuerzo e incrustaciones deben cumplir con los requisitos y las especificaciones establecidas en la Norma ACI2005, de Construcciones Sismo resistentes, el A.C.J., de la A.S.T.M. del "Concrete Manual" publicado por el United States Bureau of Reclamation. Los siguientes códigos del ACI son especialmente pertinentes: ACI 21465, ACI 318-71, ACI 325-58, ACI 347-68, ACI 613-54, ACI 614-59, ACI 617-58, ACI 315-57, ACI 525-63 y ACI 711-58, o su respectiva última revisión. Donde haya discrepancias entre los planos a las especificaciones contenidas en este capítulo y los códigos mencionados, primarán los planos o las especificaciones aquí estipuladas. En general, en caso de diferencias de interpretación o insuficiencia de especificaciones, la supervisión se encargará de solucionar el caso.

## **MATERIALES**

Todos los materiales deberán ser suministrados por EL contratista y requerirán aprobación previa del supervisor.

Los concretos deberán componerse de mezclas, por peso, de cemento Portland, agua, agregado grueso triturado y arena gruesa.

El contratista preparará el concreto además de cualquier otra mezcla que ordene el supervisor.

El cemento Portland debe cumplir con las especificaciones de las Normas Cement Portland para cemento tipo I. Sólo se aceptará cemento de calidad y características uniformes, que no pierda resistencia por almacenamiento en condiciones normales y en caso de que se transporte en sacos éstos deberán ser lo suficientemente herméticos, fuertes e impermeables, para que el cemento no sufra alteraciones durante su transporte, manejo y almacenamiento.

No se podrá almacenar cemento en sacos más de 30 días, ni en silos más de 60 días.

## **AGREGADO GRUESO**

El agregado grueso para hormigón será grava lavada de río, preferencialmente, roca triturada o una combinación de las dos, limpia, dura, sana y durable, uniforme en calidad y libre de pedazos blandos, quebradizos, planos alargados o laminados, roca desintegrada, material orgánico, cal, arcilla o cualquier otra sustancia indeseable en cantidad perjudicial. No se aceptará agregado grueso que contenga más de los siguientes porcentajes en peso:

Fragmentos blandos, quebradizos 3.00

Arcilla 0.25

Material pizarroso 1.00

Material removible por decantación 1.00

La gravedad específica no será menor de 2.6 (ASTM-C-127), ni la pérdida por abrasión en la máquina de los Ángeles será mayor del 17% al peso durante 100 vueltas, o del 52% en 500 vueltas (ASTM-C-131). El tamaño del agregado grueso está limitado por las dimensiones y calidad del refuerzo que tenga cada parte de la obra. Se tratará siempre de usar el tamaño máximo porque ello permite reducir las cantidades de agua y de cemento, pero debe tenerse en cuenta que el agregado no sea mayor que el recubrimiento libre de refuerzo o de 2/3 del espaciamiento libre mínimo entre varillas, y en ningún caso mayor de 2 pulgadas.

Como norma general, se establece que el agregado grueso para hormigón de estructuras reforzadas pasará todo por el tamiz de 1-1/2" (material No. 1). Para hormigón de anclajes y cimientos de tuberías, rellenos, etc. el agregado grueso pasará todo por el tamiz de 2" (material No 2).

En otros casos especiales el supervisor decidirá sobre el tamaño de la estructura, recubrimiento y cantidad del refuerzo y calidad del concreto.

La graduación aproximada del agregado grueso en cada caso debe ser la siguiente: (PORCENTAJES QUE PASAN):

### **TAMIZ MATERIAL No 1 MATERIAL No 2 MATERIAL No 3**

a. 2" - 100 -

b. 1-1/2" -100-95-100 -

c. 1" -95-100 - 100

d. 3/4" - 35-70 90-100

e. 1/2"- 25-60 - -

f. 3/8" - 10-30 20-55

g. No. 4 0-10 0-50-10

h. No. 8 0-5 O 0-5

El uso de material sin tamizar y clasificar será absolutamente prohibido. El contratista someterá a la supervisión muestras representativas de los materiales que proyecta usar, con suficiente anticipación de manera que se hagan los ensayos necesarios, por cuenta del contratista, en un laboratorio aceptado por la supervisión.

La aprobación de una determinada fuente no implica que se aceptará todo el material proveniente de ella. La supervisión ordenará, cada vez que lo estime conveniente, repetir los ensayos y pruebas de laboratorio por cuenta del contratista.

### **AGREGADO FINO**

El agregado fino (arena Gruesa Tipo ITABO) para hormigón será arena limpia, compuesta de partículas, densas, resistentes y durables cuyos tamaños deberán estar en proporciones adecuadas para producir un mortero de resistencia aceptable. Arena artificial o fabricada no se aceptará.

El módulo de finura no será menor de 2.60 ni mayor de 3.20. La gravedad específica mínima será de 2.60. No se aceptará arena que pierda más del 5% al peso en la prueba del sulfato de sodio (ASTM-C-40). (ICONTEC 126).

El material que pase por el tamiz No. 200 (ASTM-C-117) no deberá ser mayor del 3% al peso.

La graduación de la arena estará entre los siguientes límites:

### **TAMIZ PORCENTAJE QUE PASA**

- a. 3/8" 100
- b. No. 4 95-100
- c. No. 8 80-90
- d. No. 16 60-80
- e. No. 30 30-60
- f. No. 50 12-30
- g. No. 100 2-8
- h. No. 200 3

La supervisión deberá aprobar, mediante ensayos de laboratorio, las fuentes de agregado fino, pero ello no implica la aceptación de todo el material indefinidamente. Cada vez que se estime necesario se harán por cuenta del contratista, los ensayos indispensables aunque la fuente sea la misma.

### **AGUA DE MEZCLA**

En todo caso el agua de mezcla deberá estar libre de elementos extraños, sedimentos

o grasas.

NOTA: Los ensayos de los materiales serán realizados por el contratista a menos que se especifique lo contrario. Sin embargo, el contratista deberá suministrar todas las muestras que el supervisor requiera para ejecutar los ensayos de control que éste considere necesarios.

## **SUMINISTRO Y COLOCACIÓN ACERO DE REFUERZO SEGÚN DISEÑO EN PLANOS.**

### **ALCANCE**

Este trabajo consiste en el suministro, transporte, almacenamiento, corte, doblado y colocación de las barras de acero dentro de las diferentes estructuras permanentes de concreto, de acuerdo con los planos del proyecto, esta especificación y las instrucciones del supervisor.

### **EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS**

#### **Planos y despiece**

Antes de cortar el material el Constructor deberá verificar el despiece o los diagramas de figurado indicados en los planos, o en caso contrario, las listas y diagramas deberán ser preparados por el Constructor para la aprobación del supervisor, pero tal aprobación no exime a aquel de su responsabilidad por la exactitud de los mismos.

#### **Suministro y almacenamiento**

El acero deberá ser almacenado en forma ordenada por encima del nivel del terreno, sobre plataformas, palos de madera u otros soportes de material adecuado y deberá ser protegido, hasta donde sea posible, contra daños mecánicos y deterioro superficial, incluyendo los efectos de la intemperie y ambientes corrosivos.

#### **Doblado**

Las barras de refuerzo deberán ser dobladas en frío, de acuerdo con las listas de despiece aprobadas por el supervisor.

#### **Colocación y amarre**

Al ser colocado en la obra y antes de vaciar el concreto, todo el acero de refuerzo deberá estar libre de polvo, óxido en escamas, rebabas, pintura, aceite o cualquier otro material extraño que pueda afectar adversamente la adherencia. Todo el mortero seco deberá ser quitado del acero.

Las varillas deberán ser colocadas con exactitud, de acuerdo con las indicaciones de los planos, y deberán ser aseguradas firmemente en las posiciones señaladas, de manera que no sufran desplazamientos durante la colocación y fraguado del concreto. La posición del refuerzo dentro de las formaletas o encofrados deberá ser mantenida por medio de tirantes, bloques, silletas de metal, espaciadores o cualquier otro soporte aprobado. Los bloques deberán ser de mortero de cemento prefabricado, de calidad, forma y dimensiones aprobadas y según las normas ACI-2005. Las silletas de metal

que entren en contacto con la superficie exterior del concreto, deberán ser galvanizadas. No se permitirá el uso de piedras de canto rodado, fragmentos de piedra o ladrillos quebrantados, tubería de metal o bloques de madera.

Las barras se deberán amarrar con alambre en todas las intersecciones. Las barras deberán quedar colocadas de tal manera, que la distancia libre entre barras paralelas colocadas en una fila, no sea menor que el diámetro nominal de la barra, ni menor de veinticinco milímetros (25 mm), ni menor de un tercio veces el tamaño máximo nominal del agregado grueso.

El supervisor deberá revisar y aprobar el refuerzo de todas las partes de las estructuras, antes de que el Constructor inicie la colocación del concreto.

### **Traslapes y uniones**

Los traslapes de las barras de refuerzo deberán cumplir los requisitos de la Norma Sismo Resistente ACI-2005 y se efectuarán en los sitios mostrados en los planos o donde lo indique el supervisor, debiendo ser localizados de acuerdo con las juntas del concreto.

El Constructor podrá introducir traslapes y uniones adicionales, en sitios diferentes a los mostrados en los planos, siempre y cuando dichas modificaciones sean aprobadas por el supervisor, los traslapes y uniones en barras adyacentes queden alternados según lo exija éste, y el costo del refuerzo adicional requerido sea asumido por el Constructor.

En los traslapes, las barras deberán quedar colocadas en contacto entre sí, amarrándose con alambre, de tal manera, que mantengan la alineación y su espaciamiento, dentro de las distancias libres mínimas especificadas, en relación a las demás varillas y a las superficies del concreto.

### **MEDIDA Y FORMA DE PAGO**

La unidad de medida y forma de pago deberá estar contenida en el análisis de hormigón armado contenida en la planilla de precios.

## **TUBERÍAS Y ACCESORIOS EN LAS CONDUCCIONES Y REDES DE DISTRIBUCIÓN**

### **6.12.1 Generalidades**

El Contratista deberá instalar en la alineación y nivel requeridos, todas las tuberías junto con todas las piezas y accesorios correspondientes que se requieran para una instalación completa. Toda tubería ubicada fuera de la cara de estructuras o cimentaciones de edificaciones, y toda tubería empotrada en concreto dentro de una estructura, deberá ser considerada como tubería exterior.

El Contratista deberá suministrar e instalar piezas, acoplamientos, conexiones, manguitos, adaptadores, varillas de amarre y piezas para cierres de trabajo, según se requiera para conectar tuberías de materiales y/o tamaños disímiles incluidos aquí en esta Sección, y bajo otros contratos vigentes, para lograr una instalación completa.

El Contratista deberá suministrar toda mano de obra, materiales, equipos, herramientas, y servicios requeridos para el suministro, instalación y prueba de toda la tubería mostrada en los Planos, especificada en esta Sección y requerida para la Obra. La tubería deberá ser suministrada e instalada en los materiales, tamaños, y clases, y en los sitios, mostrados en los Planos y/o designados en esta Sección. La tubería incluirá todas las piezas, piezas adaptadoras, acoplamientos, piezas de cierre, varillas de amarre, ferretería diversa, pernos, zapatillas, manguitos de pared, tubos de pared, colgadores, soportes, y todo otro accesorio para las conexiones requeridas a equipos, válvulas o estructuras para una instalación completa.

El Contratista deberá proveer tuberías estándar y accesorios, adicionales a los requeridos para la total ejecución de las obras. Todas las piezas extras estarán en el sitio de trabajo durante la instalación de la tubería del diámetro correspondiente, y de ninguna manera afectará el progreso de la construcción.

#### *6.12.2 Accesorios*

Todas las piezas especiales, y todos los tramos de tubería, deberán tener incorporado el nombre o marca de fábrica del fabricante, tamaño, clase y fecha de fabricación. Se tendrá cuidado especial durante la entrega, distribución, y almacenamiento de la tubería para evitar daño y esfuerzos innecesarios. Se seguirán para tal efecto, las recomendaciones establecidas por los respectivos fabricantes. La tubería dañada será rechazada y reemplazada al costo del Contratista. La tubería y piezas especiales que sean almacenadas antes de su utilización, deberán almacenarse de manera tal que se mantenga su interior libre de suciedad y materia extraña.

La prueba de la tubería antes de su instalación deberá realizarse según se describe en las Especificaciones correspondientes de ISO o AWWA, y en la especificación normal incluida en lista en las secciones siguientes.

Las uniones en tuberías deberán ser del tipo especificado en los Planos respectivos, y según lo establecido en estas especificaciones.

Los Planos indican trabajos que afectan tuberías y aditamentos existentes. El Contratista deberá excavar huecos de prueba, según se requiera, para toda

conexión y cruce que pudiera afectar el trabajo del Contratista, antes de ordenar tuberías y piezas, de manera de obtener información suficiente antes de ordenar los materiales. El Contratista tomará cualquier medida que sea necesaria para completar el trabajo según se muestra o especifica.

#### *6.12.2.1 Manguitos*

Al menos que se especifique otra cosa, toda tubería que pase a través de paredes y pisos deberá ser instalada en un manguito o fundición para pared, colocado con exactitud antes de colocar el concreto, o colocado en posición durante la construcción de paredes de mampostería. Los manguitos que atraviesen pisos deberán extenderse desde el fondo del piso a un punto 3 pulgadas (7.6 cm) por encima del piso terminado, al menos que se muestre otra cosa. Se requerirán bridas interruptoras del agua en todos los manguitos ubicados en pisos o paredes que están continuamente húmedos, o bajo presión hidrostática, en uno o ambos lados del piso

Los manguitos serán de hierro fundido, hierro fundido dúctil, tubería de acero negro, o acero fabricado, de acuerdo con los detalles mostrados en los Planos. Si no se muestran en los Planos, el Contratista presentará al Ingeniero Supervisor los detalles de los manguitos que él se propone instalar; y ninguna fabricación o instalación se realizará hasta que el Ingeniero Supervisor haya dado su aceptación. Los manguitos de acero serán fabricados de plancha de acero estructural de acuerdo con las normas y procedimientos de AISC y AWS. Las superficies de los manguitos de acero recibirán una limpieza comercial a chorro de arena, y pintados después de acuerdo con las especificaciones de pintura indicada por INAPA.

Cuando se muestre en los Planos, o se requiera de alguna otra forma, el espacio anular entre el tubo instalado y el manguito deberá ser sellado completamente contra una presión hidrostática máxima de 20 psi (1.41 kg/cm<sup>2</sup>) Los sellos serán eslabones de caucho sólido, trabados entre sí mecánicamente. El eslabón de caucho, el tipo de sello, tamaño, y su instalación, deberán cumplir estrictamente las recomendaciones del fabricante. Para paredes y pisos que no estén homologados para incendio, la placa de presión será de plástico de nylon reforzado con fibra de vidrio, con sello de caucho EPDM y pernos y tuercas de acero. Para paredes y pisos homologados para incendio, se proveerán dos sellos independientes, que consistan de placas de presión de acero de bajo carbono, galvanizadas, sellos de caucho silicona y pernos y tuercas galvanizados.

Los manguitos adaptadores de hierro fundido y junta mecánica serán compatibles con las tuberías según la norma ISO o equivalente. Los manguitos adaptadores



con junta mecánica deberán estar provistos con zapatilla, anillo seguidor, y pernos adecuados, para lograr un sello apropiado.

#### *6.12.2.6 Acoplamientos Mecánicos (Tipo Rajado con Reborde en los Extremos)*

Se suministrarán acoplamientos mecánicos según se especifiquen o muestren en los Planos. Los materiales serán hierro maleable y los acoplamientos estarán homologados para las mismas presiones que las de las tuberías a las que se conecten.

Las zapatillas serán de caucho. Los pernos y tuercas serán pernos para vía, de acero al carbono, tratados con calor y plateados.

Después de instalados, los acoplamientos enterrados deberán recibir dos capas gruesas de un alquitrán de hulla aprobado, que sea compatible con el acabado del acoplamiento. Los acoplamientos expuestos serán pintados de acuerdo con lo especificado en estos documentos de licitación. Los acoplamientos serán según los fabrica Victaulic Company of America, Estilo 31 o equivalente.

### **TUBERÍAS DE HIERRO FUNDIDO DÚCTIL**

#### *6.12.3.1 Alcance*

Esta especificación comprende la tubería de hierro fundido dúctil, según se muestra en los Planos del Contrato. Los tubos de fundición dúctil serán centrifugados en conformidad con la Norma Internacional ISO 2531-1998, Ductile Iron Pipes, Fittings and Accessories for Pressure Pipelines o cualquier otra norma internacional equivalentes expedidas por otras organizaciones, tales como las citadas más abajo, siempre y cuando aseguren una calidad igual o superior a la ISO 2531-1998:

ANSI	American National Standards Institute.
ASME	American Society of Mechanical Engineers.
AISI	American Iron and Steel Institute.
ASTM	American Society for Testing and Materials.
AWWA	American Water Works Association.
CSA	Canadian Standards Association.
DIPRA	Ductile Iron Pipe Research Association.
ISO	International Standards Organization.

### **Tuberías y accesorios**

De conformidad con ISO 2531-1998, Ductile Iron Pipes, Fittings and Accessories for Pressure Pipelines o su equivalente.

### **Revestimientos y Recubrimientos**

Los tubos estarán revestidos interiormente de un mortero de cemento en conformidad con la Norma Internacional ISO 4179-2005 o su equivalente.

Los tubos estarán revestidos exteriormente con una capa de zinc metálico y luego con una capa de pintura bituminosa en conformidad con la ISO 8179 Parte 1-2004 o su equivalente.

### **Instalación**

De acuerdo con la norma ISO 10802-1992 Hydrostatic Testing after Installation. Se requiere el sometimiento por parte del fabricante de tubería de un programa de aseguramiento y control de calidad y de un programa de pruebas en el lugar de fabricación.

### **Junta y Uniones**

Las juntas para las campanas serán con anillo de junta de elastómero (EPDM) en conformidad con la Norma Internacional ISO 4633-1996 o su equivalente.

Las uniones de hierro fundido dúctil serán moldeadas en conformidad con la Norma Internacional ISO 2531-1998 ó su equivalente. Las conexiones tendrán un revestimiento exterior de pintura epoxy de al menos 250 micras.

Las uniones, accesorios y tubería de hierro dúctil ofertados deberán ser compatibles para minimizar las adaptaciones. Por ejemplo, deberán evitarse adaptaciones en casos como los siguientes: juntas flexibles, juntas flexibles con arnés, adaptadores de brida especiales de HFD, y adaptadores de brida especiales de acero.

#### **6.12.3.2      *Materiales***

Todos los tubos y uniones serán fabricados con hierro fundido dúctil que cumpla con las siguientes normas:

ISO 2531-1998 o su equivalente.

Otros materiales cumplirán con las siguientes normas:

ISO 4179 (1985) – Centrifugal cement mortar lining o equivalente.

ISO 4633 (1996) – Rubber seals o equivalente.

ISO 8180 (1985) – Polyethylene sleeving o equivalente.

### Dimensiones de la Tubería de hierro Fundido Dúctil

La información sobre las dimensiones de la tubería de hierro fundido dúctil se presenta en el Cuadro 2.1 siguiente para fines de orientación. Las dimensiones definitivas de las tuberías serán las que indique ISO 2531 o su equivalente:

<b>Cuadro 2.1</b>							
<b>Dimensiones de la Tubería de Hierro Fundido Dúctil</b>							
<b>Diámetro Nominal (dn)</b> mm / in.	<b>Diámetro Exterior (OD)</b> mm / in.	<b>Espesor Clase</b>	<b>Tubería Espesor de Pared</b> mm / in.	<b>Espesor del Recubrimiento o de Mortero</b> mm / in.	<b>Espesor Total de Pared</b> mm / in.	<b>Diámetro Interior (ID)</b> mm / in.	<b>Corona de Tubería a Invertida</b> <b>Dimensión</b> mm
100 / 4	122 / 4.80	350	6.3 / 0.25	1.5 / 0.06	7.8 / 0.31	106 / 4.17	114
150 / 6	175 / 6.90	350	6.3 / 0.25	1.5 / 0.06	7.8 / 0.31	160 / 6.28	167
200 / 8	230 / 9.05	350	6.3 / 0.25	1.5 / 0.06	7.8 / 0.31	214 / 8.43	222
250 / 10	282 / 11.10	350	6.6 / 0.26	1.5 / 0.06	7.8 / 4.17	266 / 10.48	274
300 / 12	335 / 13.20	350	7.2 / 0.28	1.5 / 0.06	8.6 / 0.34	318 / 12.52	326
350 / 14	389 / 15.30	250	7.2 / 0.28	2.3 / 0.09	9.4 / 0.37	370 / 14.56	380
400 / 16	442 / 17.40	250	7.7 / 0.30	2.3 / 0.09	9.8 / 0.39	422 / 16.62	432
450 / 18	480 / 18.90	K-8	7.6 / 0.30	5 / 0.20	12.6 / 0.50	454.8 / 17.91	467
500 / 20	532 / 20.94	K-8	8.0 / 0.31	5 / 0.20	13.0 / 0.51	506.0 / 19.92	519
600 / 24	635 / 25.00	K-7	7.7 / 0.30	5 / 0.20	12.7 / 0.50	609.6 / 24.00	622
700 / 28	738 / 29.06	K-7	8.4 / 0.33	6 / 0.24	14.4 / 0.57	709.3 / 27.92	724
800 / 32	842 / 33.15	K-7	9.1 / 0.36	6 / 0.24	15.1 / 0.60	811.8 / 31.95	827
900 / 36	945 / 37.20	K-7	9.8 / 0.39	6 / 0.24	15.8 / 0.63	913.4 / 35.96	929
1,000 / 40	1,048 / 41.26	K-7	10.5 / 0.41	6 / 0.24	16.5 / 0.65	1,015.0 / 39.96	1,032
1,100 / 42	1,130 / 44.50	150	10.4 / 0.41	6 / 0.24	16.4 / 0.65	1,097.2 / 43.20	1,114

### Homologación de Presión

Los criterios para la homologación de presión de la tubería de HFD se definen bajo diferentes normas internacionales. Para el Acueducto de Peravia, los rangos de presión para la tubería suministrada (diámetros de 100mm a 1100mm) se calcularán siguiendo la Norma Internacional ISO 10803. Las definiciones y los términos son los siguientes:

Presión de operación Permisible: La presión interna, excluyendo la sobrecarga de presión, que la tubería de HFD o sus componentes puede soportar con seguridad en servicio permanente.

Presión Máxima Permisible de Operación: La presión interna más la carga de golpe de ariete que la tubería de HFD o sus componentes puede soportar con seguridad en servicio permanente.

Bajo las guías ISO, la tolerancia por sobrepresión se calcula como el 20 por ciento de la Presión de operación Permisible.

Los rangos de la Presión Permisible de Operación para los diámetros de tubería certificados se enumeran en el Cuadro 2.2 a continuación.

Cuadro 2.2  
Dimensiones de la Tubería de Hierro Fundido Dúctil

Diámetro Nominal (dn) mm / in.	Diámetro Exterior (OD) mm / in.	Espesor Clase	Tubería Espesor de Pared mm / in.	Espesor del Recubrimiento de Mortero mm / in.	Espesor Total de Pared mm / in.	Diámetro Interior (ID) mm / in.	Corona de Tubería a Invertida Dimensión mm
100 / 4	122 / 4.80	350	6.3 / 0.25	1.5 / 0.06	7.8 / 0.31	106 / 4.17	114
150 / 6	175 / 6.90	350	6.3 / 0.25	1.5 / 0.06	7.8 / 0.31	160 / 6.28	167
200 / 8	230 / 9.05	350	6.3 / 0.25	1.5 / 0.06	7.8 / 0.31	214 / 8.43	222
250 / 10	282 / 11.10	350	6.6 / 0.26	1.5 / 0.06	7.8 / 4.17	266 / 10.48	274
300 / 12	335 / 13.20	350	7.2 / 0.28	1.5 / 0.06	8.6 / 0.34	318 / 12.52	326
350 / 14	389 / 15.30	250	7.2 / 0.28	2.3 / 0.09	9.4 / 0.37	370 / 14.56	380
400 / 16	442 / 17.40	250	7.7 / 0.30	2.3 / 0.09	9.8 / 0.39	422 / 16.62	432
450 / 18	480 / 18.90	K-8	7.6 / 0.30	5 / 0.20	12.6 / 0.50	454.8 / 17.91	467
500 / 20	532 / 20.94	K-8	8.0 / 0.31	5 / 0.20	13.0 / 0.51	506.0 / 19.92	519
600 / 24	635 / 25.00	K-7	7.7 / 0.30	5 / 0.20	12.7 / 0.50	609.6 / 24.00	622
700 / 28	738 / 29.06	K-7	8.4 / 0.33	6 / 0.24	14.4 / 0.57	709.3 / 27.92	724
800 / 32	842 / 33.15	K-7	9.1 / 0.36	6 / 0.24	15.1 / 0.60	811.8 / 31.95	827
900 / 36	945 / 37.20	K-7	9.8 / 0.39	6 / 0.24	15.8 / 0.63	913.4 / 35.96	929
1,000 / 40	1,048 / 41.26	K-7	10.5 / 0.41	6 / 0.24	16.5 / 0.65	1,015.0 / 39.96	1,032
1,100 / 42	1,130 / 44.50	K7	10.8 / 0.43	6 / 0.24	16.8 / 0.66	1,096.4 / 43.17	1,113.20

Nota: (1) 1,100 mm HFD, Presión de operación Permisible, calculada a partir del espesor actual de la tubería menos la tolerancia de fundido, de acuerdo con los criterios ISO.

### 6.12.3.3 Ejecución de los trabajos

#### Profundidad Máxima De Cobertura

La tubería HFD instalada, estará sujeta en todos los sitios, tanto a cargas de tierra como a cargas de tráfico, durante la construcción. Mucha tubería se instalará en vías existentes. Para proteger la integridad del recubrimiento protector de mortero de cemento, se dejará una deflexión máxima del 3.0 por ciento, siguiendo

los criterios de la AWWA. Las Normas ISO permiten deflexiones mayores. Tanto la AWWA como la ISO utilizan la fórmula Spangler's IOWA con variaciones menores para calcular los efectos de las cargas (vivas y muertas) entre el suelo adyacente y la tubería flexible. A continuación se mencionan las profundidades máximas de cobertura. Para este Proyecto, se usará una cobertura de zanja Tipo 4. En condiciones especiales se requerirá una zanja Tipo 5.

**Cuadro 2.3**  
**Máxima Profundidad de Cobertura (metros) con Carga Viva**

Diámetro Nominal (DN) mm / in.	Presión Clase	AWWA Zanja con Carga de Camión H-20		ISO Zanja con Carga de Trafico de vías Principales		
		Tipo 4 @ 80% + SP	Tipo 5 @ 90% + SP	Tipo 3 @ 80% + SP	Tipo 4 @ 85% + SP	Tipo 5 @ 90% + SP
100 / 4	350	22.1	28.7	41.0	44.1	50.5
150 / 6	350	13.1	18.3	20.6	22.5	26.3
200 / 8	350	9.7	14.8	12.9	14.4	17.6
250 / 10	350	8.5	13.7	9.9	11.3	14.4
300 / 12	350	8.5	13.2	8.5	9.9	13.0
350 / 14	250	7.3	13.0	7.5	8.9	12.2
400 / 16	250	7.3	11.5	6.9	8.4	11.7
450 / 18	K8	5.5	7.9	4.3	5.7	8.8
500 / 20	K8	5.8	8.2	3.8	5.2	8.3
600 / 24	K7	4.8	7.2	3.3(1)	3.5	6.5
700 / 28	K7	3.8	6.0	3.0(1)	3.3	6.3
800 / 32	K7	3.7	5.9	2.8(1)	3.1	6.2
900 / 36	K7	3.7	5.9	2.6(1)	3.0	6.0
1000 / 40	K7	3.7	5.9	2.5(1)	2.9	5.9
1100 / 42	150	3.7	6.1	2.7(1)	3.1	6.1

Notas: (1) Estos valores son para cobertura con el 4.0% de deflexión

(2) SEP. se refiere a la capacidad de compactar el relleno colocado en la zanja medido con la Prueba de Densidad Standard proctor (AASHTO T-99).

En los tramos de zanjas más profundas, se utilizarán materiales de minas para los rellenos, compactados al 95 por ciento de la densidad Standard Proctor o mayor, para cumplir con las condiciones de compactación.

### Profundidad Mínima De Cobertura

Las cargas vivas dinámicas sobre la tubería se aumentan significativamente cuando la cobertura es menor de 0.8 metros (2.6 pies). Los esfuerzos aplicados sobre la tubería por las cargas de las ruedas se incrementan hasta un 100 % cuando la cobertura se reduce de 0.6 a 0.3 metro.

Se deberá tener cuidado durante la construcción de tuberías superficiales, para tener en cuenta la reducción de la cobertura que resulte en los puntos bajos, en las áreas sin pavimentar con tráfico pesado durante su construcción. El Cuadro 2.4 muestra las coberturas mínimas aceptables sobre tuberías de agua sujetas a cargas de tráfico de camión H-2O (16,000 lb. sencillo). Se usa el espesor total de fábrica, incluyendo en los cálculos la tolerancia de servicio. El tamaño de la tubería refleja la clase de espesor utilizada en este Proyecto.

<b>Cuadro 2.4</b> <b>Profundidades mínimas Aceptables de</b> <b>Cobertura para las tuberías en áreas de</b> <b>Trafico (metros)</b>		
<b>Diámetro</b> <b>Nominal</b> <b>(mm)</b>	<b>AWWA</b> <b>Zanja Tipo 4</b>	<b>AWWA</b> <b>Zanja Tipo 5</b>
100	0.30	0.30
150	0.30	0.30
200	0.45	0.30
250	0.45	0.30
300	0.45	0.30
350	0.45	0.30
400	0.45	0.30
450	0.45	0.30
500	0.45	0.30
600	0.45	0.30
700	0.60	0.30
800	0.60	0.30
900	0.45	0.30
1000	0.30	0.30
1100	0.30	0.30

Se realizará un análisis con diseño específico del sitio en cualquier tubería que se instale a profundidades menores a las indicadas en el Cuadro 7-2.

## **Sistema de Restricción de Empuje**

La junta de tipo campana y espiga, con anillo de junta de elastómero, de HFD no ofrece restricción longitudinal para propósitos de diseño. En muchas localizaciones de la tubería, la configuración de los accesorios ocasiona fuerzas hidrostáticas desbalanceadas que, a menos que se restrinjan, puede resultar la separación de la junta. Esas fuerzas desbalanceadas se denominan fuerzas de anclaje.

Se calcularán las fuerzas de anclaje en los codos, reducciones, tees y yeas, bridas ciegas y válvulas sujetas a las siguientes condiciones hidráulicas: presión hidrostática, presiones de operación y de trabajo y presiones hidrodinámicas por sobrecargas. La presión de diseño será la máxima presión a la que la tubería o los accesorios de HFD estarán sujetos. Las fuerzas de anclaje estarán balanceadas en cada localización por los siguientes métodos:

- Bloques de anclaje por fricción
- Bloques de anclaje por gravedad
- Tubería con junta restringida
- Tubería restringida con camisa de concreto
- Estructuras restringidas con pilotes o tablestaca permanente
- Una combinación de los métodos anteriores

Los sondeos y los estudios geotécnicos se llevaran a cabo a lo largo de las rutas de la tubería para confirmar el tipo de suelos y sus características. Para las tuberías enterradas, la restricción se obtiene transfiriendo las fuerzas del bloque de anclaje a la estructura del suelo fuera de la tubería. El objetivo del diseño es distribuir las fuerzas del anclaje a la estructura del suelo, de tal manera que no ocurra una separación de la junta a la presión de diseño. Se requiere un conocimiento completo de la estructura tubería-suelo.

## **Protección de Corrosión en HFD**

Las mangas de polietileno han resultado ser un método efectivo y económico de proteger la tubería de HFD en ambientes corrosivos. El polietileno tiene excelentes propiedades dieléctricas que permiten aislar efectivamente la tubería de las corrientes de bajo espectro. El polietileno provee un ambiente uniforme a la tubería, los puntos de corrosión por corrientes galvánicas son virtualmente eliminados. Pequeños orificios en el material de envoltura no disminuyen significativamente su capacidad de protección.



La manga de polietileno requiere poco personal adicional y poco equipo especial para su instalación. Las cuadrillas de construcción simplemente deslizan el polietileno sobre la tubería durante su instalación.

El recubrimiento de polietileno es aplicado en el campo, por ello, no requiere de manejo o empaque especiales durante el embarque. Puesto que la manga de polietileno se instala en el sitio, los daños son menores que los recubrimientos aplicados en fábrica. Si se daña, el polietileno se repara fácilmente en el campo con cinta adhesiva compatible.

Puesto que el polietileno es un sistema de protección pasiva, no requiere un mantenimiento ni un monitoreo costoso, y no cuesta casi nada su operación una vez ha sido instalado.

### **Derivaciones**

Prever salidas de servicio de diámetro pequeño en tuberías principales de agua es más expedito si se hace la derivación en la tubería de HFD directamente en el campo.

La tubería de Hierro Fundido Dúctil ha sido fácil y exitosamente taladrada, a sus espesores mínimos disponibles, directamente en el campo durante más de 25 años. Las investigaciones del Ductile Iron Pipe Research Association (DIPRA) han confirmado la capacidad de la tubería de Hierro Fundido Dúctil en aceptar el taladrado directo.

Las investigaciones de DIPRA muestran también que la resistencia de las paredes de la tubería de Hierro Fundido Dúctil excede la resistencia del registro de incorporación. Cuando la derivación en la tubería de HFD está sujeta a esfuerzos de cantilever o a cargas de jalonamiento, la conexión no se suelta ni falla. Primero fallan las paredes de la tubería.

Históricamente, las recomendaciones de los fabricantes para el roscado del registro están en el rango de cuatro vueltas; sin embargo, las discusiones con los ingenieros de los fabricantes indican que esas recomendaciones fueron tomadas desde la época en que se utilizaban paredes de hierro fundido más gruesas. Los espesores de pared típicos de la tubería de HFD de K-7 o Clase 150 no proveen el roscado para cuatro vueltas.

Aunque el tamaño máximo permitido de la conexión para los diferentes diámetros de tubería utilizados en este Proyecto deberán ser consistentes con lo establecido

por la Norma Internacional ISO o su equivalente, a modo de orientación se presenta el Cuadro 2.5.

Para la instalación de conexiones directas se recomienda el uso de compuestos sellantes para roscado de tubería o cinta de sellado en dos capas de 3 mil. Se ha demostrado que lo anterior provee un mejor sello, a un torque de instalación significativamente menor que la rosca desnuda.

<b>Cuadro 2.5</b> <b>Tamaño máximo permitido de conexión para tubería de hierro fundido dúctil</b>	
<b>Di</b> <b>Diámetro Tubería</b> <b>(mm)</b>	<b>Tamaño Conexión</b> <b>(pulgadas)</b>
100	¾"
150	¾"
200	1"
250	1 ¼"
300	1 ½"
350	1 ½"
400-1100	2"

#### *6.12.3.4 Prueba de Tuberías*

Las tuberías principales de transporte de agua, recién instaladas, deberán probarse para fugas mayores, antes de su puesta en servicio siempre bajo los criterios de ISO 10802 (1992)- Hydrostatic Testing after Installation o su equivalente. Los siguientes criterios deberán ser tomados en cuenta:

La prueba de presión deberá ser de 1.5 veces la presión de trabajo del tramo específico que se prueba, o de un mínimo de 1.25 veces la presión de trabajo en el punto más alto del tramo.

La presión de prueba no deberá exceder la presión de diseño de la tubería, accesorio o bloque de anclaje.

La prueba de presión no deberá exceder en dos veces el rango de presión de las válvulas de asiento metálico de los hidrantes instalados en el tramo.

La prueba de presión no deberá exceder el rango de presión de cualquier asiento de sello elástico de las válvulas de mariposa o de compuerta en el tramo probado.

Después de que el aire ha sido expulsado de la tubería y la válvula o válvulas de aislamiento de la parte del sistema que se prueba se han cerrado, se aplicará normalmente la presión con una bomba de mano o de gasolina, o con los equipos de bombeo suministrados por el contratista para grandes tuberías. Después de que la tubería ha sido llevada a la presión de prueba y sostenida durante al menos dos horas, se medirá el agua de prueba con un medidor de desplazamiento o por el bombeo de agua de un tanque de volumen conocido. Al agua de prueba se le denomina como "tolerancia a la prueba", y su cantidad permitida es función de la longitud de la tubería y de la presión promedio de la prueba. La prueba de presión hidrostática ayuda a identificar tuberías, accesorios, juntas, válvulas o hidrantes dañados o defectuosos, y también a la seguridad del sistema de anclaje.

Se observarán los siguientes procedimientos durante la prueba hidrostática.

La duración de la prueba será mínimo de dos horas.

La prueba de presión se mantendrá dentro de un rango de 5 psi (34.5 kpa).

El aire deberá ser completamente expulsado del sistema antes de aplicar la prueba de presión.

La fuga permitida se determinara con la formula siguiente.

$$Lm = \frac{SDP \cdot 0.5}{133,200}$$

Lm = Tolerancia de prueba en galones por hora

S = Longitud de tubería de prueba en pies

D = diámetro normal de tubería en pulgadas

P = presión promedio de prueba en psi

El Cuadro 2.6 muestra las fugas permisibles por tamaño de tubería que se empleara en este Proyecto, a varias presiones.

<b>Cuadro 2.6</b>								
<b>Prueba hidrostática Permisible</b>								
<b>(galones/hora por 1000 pies de tubería)</b>								
<b>DN</b>	<b>Prueba de Presión Promedia (psi)</b>							
	<b>275</b>	<b>250</b>	<b>225</b>	<b>200</b>	<b>175</b>	<b>150</b>	<b>125</b>	<b>100</b>
100/4	0.50	0.47	0.45	0.43	0.40	0.37	0.34	0.30

**Cuadro 2.6**  
**Prueba hidrostática Permissible**  
**(galones/hora por 1000 pies de tubería)**

DN	Prueba de Presión Promedia (psi)							
	275	250	225	200	175	150	125	100
150/6	0.75	0.71	0.68	0.64	0.59	0.55	0.50	0.45
200/8	1.00	0.95	0.90	0.85	0.80	0.74	0.67	0.60
250/10	1.24	1.19	1.13	1.06	0.99	0.92	0.84	0.75
300/12	1.49	1.42	1.35	1.28	1.19	1.10	1.01	0.90
350/14	1.74	1.66	1.58	1.48	1.39	1.29	1.18	1.05
400/16	1.99	1.90	1.80	1.70	1.59	1.47	1.34	1.20
450/18	2.24	2.14	2.03	1.91	1.79	1.66	1.51	1.35
500/20	2.49	2.37	2.25	2.12	1.98	1.84	1.68	1.50
600/24	2.99	2.85	2.70	2.55	2.38	2.21	2.01	1.80
700/28	3.49	3.32	3.15	2.96	2.77	2.56	2.35	2.10
800/32	3.99	3.80	3.60	3.39	3.17	2.93	2.69	2.40
900/36	4.48	4.27	4.05	3.82	3.58	3.31	3.02	2.70
1000/40	4.98	4.74	4.50	4.23	3.96	3.66	3.36	3.00
1100/42	5.23	4.99	4.73	4.46	4.17	3.86	3.53	3.15

Los suplidores deberán presentar en adición a los catálogos del fabricante, la documentación técnica y/o certificados que avalen que el fabricante cumple o supera los requerimientos de estas especificaciones. Además deberán presentar referencias de suministros para proyectos similares en el país y/o en el exterior.

## TUBERÍAS DE ACERO AL CARBONO

### 6.12.4.1 Alcance

Esta especificación comprende la tubería de acero al carbono, según se muestra en los Planos del Contrato.

Los tubos cumplirán la norma AWWA C-200 de lámina de acero sin costura y con las especificaciones, códigos y estándares de referencia:

ANSI	American National Standards Institute.
ASME	American Society of Mechanical Engineers.
AISI	American Iron and Steel Institute.

ASTM	American Society for Testing and Materials.
AWWA	American Water Works Association.
CSA	Canadian Standards Association.
ISO	International Standards Organization.

Se requiere presentar por parte del fabricante de la tubería, de un programa de aseguramiento y control de calidad y de un programa de pruebas en el lugar de fabricación.

#### *6.12.4.2 Materiales*

Todos los tubos y uniones serán fabricados con acero al carbono que cumpla con las siguientes normas:

ASTM A 53 grado B, para la tubería.

ANSI B 36.10, para la tubería.

ASTM A-234 Gr. WPB, para los accesorios.

ANSI B 16.9, para los accesorios.

#### *6.12.4.3 Ejecución*

##### **Preparación de la Tubería**

Se considera la preparación del material (corte, biselado, alineación) y la provisión de soportes temporales y facilidades para el manejo e instalación de la tubería y los accesorios de tubería necesarios tales como codos, tees, yees, cruces, uniones, reducciones, conexiones, tapones, etc., según el trazado.

##### **Desarrollo De Las Actividades**

a) El alcance de los trabajos incluye la ejecución de las pruebas radiográficas de las juntas soldadas u otras pruebas, según se requiera, y la prueba hidrostática respectiva. Se incluyen, además, el suministro de mano de obra, transporte, suministro de equipos y herramientas de montaje y pruebas en el sitio (cabezales, manómetros, bombas para prueba hidrostática, etc.), equipo de protección y demás elementos y actividades necesarias para ejecutar el trabajo a satisfacción, de acuerdo con las especificaciones técnicas aplicables. Todas las bridas y uniones soldadas deberán dejarse sin pintar hasta que las pruebas sean realizadas. Las tuberías no deberán conectarse a equipos, tanques u otros componentes hasta que se hayan efectuado la limpieza y las pruebas indicadas. Para realizar la conexión, deberá contarse con la autorización del Ingeniero Supervisor.

El Contratista deberá utilizar operarios de soldadura calificados para la realización del trabajo; además, deberá presentar la certificación de la calificación de los

soldadores y será responsable por la preparación y por la ejecución o aplicación de los procedimientos de soldadura necesarios. .

La actividad de pintura de las tuberías se ejecutará de la siguiente manera

### **1.1 Limpieza**

La soldadura debe limpiarse cuidadosamente, removiéndose toda la escoria.

Las superficies a protegerse deben limpiarse hasta procurar como mínimo un acabado de acuerdo al SSPC-SP 10 de Steel Structures Painting Council (SSPC) (o su equivalente según norma sueca SIS: SA 2½), para grados de limpieza superiores deberán realizarse de acuerdo con lo que el fabricante de pinturas requiera.

### **1.2 Pintura interior**

En el interior del tubo debe aplicarse una capa de de primario 100% orgánico de zinc (epóxico) de 65 micras de espesor; más dos capas tipo epóxido de alquitrán de hulla de alto contenido de sólidos de 200 micras de espesor de cada una. Para un espesor total de 465 micras medidos en capa seca.

Este tratamiento será aplicado totalmente en el taller de fabricación de la tubería, con excepción de las franjas de 200 mm adyacentes a las soldaduras de montaje que vendrán únicamente con el orgánico de zinc (epóxico).

Restauración de la pintura interior.

Una vez terminado el montaje de la tubería y removidos todos los refuerzos y demás elementos que hubiera sido necesario colocar durante las operaciones de montaje, el Contratista procederá a limpiar las superficies interiores de la tubería forzada para retirar de ellas cualquier material extraño. En donde sea necesario, esta operación se complementará con trabajo manual a base de cepillos y rasquetas. Las franjas adyacentes a las soldaduras circunferenciales o transversales, con un ancho de por lo menos 200 mm a cada lado, se limpiarán con chorro de arena, hasta obtener una superficie de metal blanco, de calidad comparable al SSPC-SP 10 de Steel Structures Painting Council (SSPC); sobre la superficie así preparada se aplicará un recubrimiento idéntico al aplicado en la fábrica al resto de la superficie interior del tubo; la pintura requerida para la protección de dichas franjas será suministrada por el Contratista.

Cualesquier otra zona cuya pintura, en concepto de la supervisión, se haya deteriorado durante el montaje, se restaurará en la forma descrita para las franjas de soldaduras; la pintura y la mano de obra requerida para estas reparaciones serán suministradas por el Contratista.

El todo caso, la pintura interior deberá cumplir con los estándares para estar en contacto con agua potable (NFS).

## **1.3 Pintura exterior**

### **1.3.1 Tramo tubo expuesto**

En los tramos donde el tubo se encuentre expuesto a la atmósfera, debe de aplicarse una capa de primario 100% orgánico de zinc (epóxico) de 65 micras de espesor; una capa de epóxico poliamida de 50 micras de espesor; más una capa de poliuretano de 75 micras de espesor. Para un espesor total de 190 micras medidos en capa seca.

Este tratamiento será aplicado totalmente en el taller de fabricación de la tubería, con excepción de las franjas de 200 mm adyacentes a las soldaduras de montaje que vendrán únicamente con el orgánico de zinc (epóxico).

### **1.3.2 Tramo tubo enterrado**

En los tramos que el tubo se encuentre enterrado, debe de aplicarse una capa de primario de 100% orgánico de zinc (epóxico) de 65 micras de espesor; más dos capas tipo epóxico de alquitrán de hulla de alto contenido de sólidos de 200 micras de espesor de cada una. Para un espesor total de 465 micras medidos en capa seca.

Este tratamiento será aplicado totalmente en el taller de fabricación de la tubería, con excepción de las franjas de 200 mm adyacentes a las soldaduras de montaje que vendrán únicamente con el orgánico de zinc (epóxico).

No será necesario pintar exteriormente los tramos de tubería que quedaran completamente embebidos en el concreto. Sin embargo deberá limpiarse la superficie exterior hasta que quede libre de grasa y polvo antes de colar el concreto.

Nota: Los revestimientos epoxi tienen buenas propiedades de adherencia en una amplia gama de temperaturas y de no desprendimiento bajo polarización negativa, pero presentan problemas en sus propiedades mecánicas (resistencia a choques) y son sensibles a la humedad. Se deberá tener cuidado

El color de la pintura de acabado será el indicado por el INAPA o por el Ingeniero Supervisor. Es responsabilidad del Contratista garantizar y demostrar la calidad de los trabajos ejecutados mediante prueba de espesores e inspección visual.

Para el montaje y la puesta en servicio de las tuberías se considera la mano de obra, herramientas, equipos, materiales y consumibles requeridos para realizar a satisfacción la labor (equipo de soldadura, equipo de corte, pulidora, gratas, cepillos de alambre, soldadura, acetileno, oxígeno, eslingas, aparejos, etc.), de acuerdo con el diámetro, los alineamientos, las pendientes y los niveles mostrados en los planos o indicados por el Ingeniero Supervisor.



Para el caso de la instalación de tuberías que requieren la ejecución de trabajos en altura (mayores que 1,5 metros), deberá tenerse en cuenta el uso de andamios o plataformas de seguridad, escaleras de acceso, implementos de seguridad, tales como arnés y cuerdas de vida, y dispositivos de señalización, según lo establecido por las normas de seguridad industrial.

El alcance incluye la ejecución de la prueba hidrostática respectiva, la cual deberá realizarse de acuerdo con las partes aplicables de lo señalado para la tubería de hierro fundido dúctil.

## TUBERÍAS DE PVC PRESIÓN

### *6.12.6.1 Alcance del trabajo*

El trabajo cubierto por esta sección de las especificaciones consiste en el suministro, transporte y colocación de tuberías de PVC presión para la conducción del agua , según los diámetros y la SDR mostrada en los planos, con dimensiones y localizaciones indicados en los planos o señalados por el Ingeniero Supervisor y de acuerdo con las siguientes especificaciones, códigos y estándar de referencia:

ASTM D2241

ASTM D2466

Todos los materiales que serán suministrados por el Contratista, tendrán la mejor calidad y requerirán la aprobación previa del Ingeniero Supervisor, antes de su instalación.

El Contratista deberá suministrar certificados de que toda la tubería cumple con las normas especificadas. En caso de duda se realizarán ensayos.

El Contratista deberá suministrar los siguientes certificados:

- a). Certificados de que toda la tubería y accesorios suministrados cumplen con las especificaciones indicadas.
- b). Literatura descriptiva, boletines y catálogos de las tuberías y accesorios en original

Instrucciones precisas, del fabricante, para instalación, almacenaje y manipuleo.

Todos los gastos ocasionados por la toma de muestras y certificaciones serán a cargo del Contratista.

### **Ensayos**

Todo el material utilizado en la fabricación de la tubería deberá cumplir con las normas especificadas y con los estándares mencionados.

Adicional a los ensayos requeridos en estas especificaciones, el Ingeniero Supervisor puede ordenar ensayos adicionales. Las muestras necesarias para estos ensayos serán a cargo del Contratista.

#### *6.12.6.2 Materiales*

Todos los tubos de PVC presión deberán ser marcados con el nombre del fabricante, el diámetro del tubo y la presión.

Los tubos deberán cumplir los requisitos de medidas y ensayos correspondientes a todo lo exigido en la norma ASTM D 2241.

Las uniones serán mecánicas con sello de caucho.

Los accesorios deberán ser del mismo calibre, designación y tipo de unión y fabricados con el mismo compuesto de PVC que la tubería.

#### *6.12.6.3 Ejecución*

Todo el material que se encuentre defectuoso será rechazado y deberá ser retirado del sitio de trabajo lo antes posible.

### **Material De La Cama**

El material utilizado para el apoyo de la tubería deberá estar de acuerdo con la especificación de rellenos.

### **Excavación Y Relleno**

La excavación y el relleno de la tubería deberá estar de acuerdo con lo establecido para Excavación y Relleno de estas especificaciones.

El ancho de las zanjas deberá ser el que resulte al dejar al menos 0,30 m a cada lado del tubo.

La altura mínima del recubrimiento de relleno sobre el tubo deberá ser la indicada en los planos .

## **Colocación del Tubo**

El tubo deberá ser instalado de acuerdo con las recomendaciones del fabricante, como aquí se especifica y como se muestra en los planos, de manera que queden perfectamente unidos para permitir un flujo continuo.

Se deberán utilizar los implementos, herramientas recomendados por los estándares del fabricante de la tubería. Toda la tubería y accesorios deberán ser cuidadosamente bajados al fondo de la zanja de tal manera que no se produzcan daños a la tubería o a los accesorios. Bajo ninguna circunstancia se deberá dejar caer la tubería en la zanja.

El corte de la tubería deberá realizarse de acuerdo con los estándares del fabricante y con la herramienta adecuada para producir un corte plano y liso y suave.

La tubería y accesorios deberán ser inspeccionados antes de bajarlos a la zanja. Cualquier tubo defectuoso deberá ser reparado o reemplazado. Todo sucio o materia extraña deberá ser retirada del interior del tubo antes de bajarlo y deberá mantenerse limpio durante y después de su colocación. Todas las aperturas del tubo deberán mantenerse cerradas cuando no se estén utilizando.

## **Manipuleo**

El manipuleo del tubo de PVC deberá ser cuidadoso para asegurarse de que el tubo no sufrirá daño durante el almacenamiento, movilización, cargue y descargue e instalación.

## **Uniones En El Campo**

Todas las uniones deberán ejecutarse de acuerdo con las instrucciones escritas del fabricante.

El tubo no deberá ser deflectado ni horizontalmente ni verticalmente más allá de lo recomendado por escrito por el fabricante.

Cuando no se está adelantando la colocación de la tubería todos los extremos del tubo deberán permanecer cerrados para prevenir que entre agua en el tubo. Y se le debe colocar suficiente relleno para prevenir flotación. Cuando la tubería se flote deberá ser retirada de la zanja, limpiada y reinstalada de manera aceptable. No se podrá colocar tubería cuando, en la opinión del Ingeniero Supervisor, las condiciones de la zanja o del tiempo no son adecuadas para el trabajo.

#### *6.12.6.4 Ejecución del trabajo*

En general, la instalación de las tuberías se realizará de acuerdo con los detalles indicados en los planos y siguiendo estrictamente las indicaciones de los fabricantes de la tubería.

Antes de su colocación, las tuberías deberán limpiarse cuidadosamente de todas las materias extrañas. Las tuberías se deberán proteger adecuadamente cuando se suspenda la colocación de las mismas, para evitar que se taponen.

### **TUBERÍAS DE HORMIGÓN ARMADO**

#### *6.12.7.1 Alcance*

Esta especificación comprende la tubería de hormigón armado para las alcantarillas en el camino de acceso a la planta de tratamiento, de acuerdo con las siguientes especificaciones, códigos y estándares de referencia:

ANSI	American National Standards Institute.
ASTM	American Society for Testing and Materials.
AWWA	American Water Works Association.
ISO	International Standards Organization.

Se requiere presentar, por parte del fabricante de la tubería, de un programa de aseguramiento y control de calidad, así como un programa de pruebas en el lugar de fabricación.

#### *6.12.7.2 Materiales*

Todos los tubos de hormigón deberán cumplir con las siguientes normas:

ASTM - C76M  
ASTM - C497M

#### *6.12.7.3 Ejecución del Trabajo*

Las excavaciones y rellenos necesarios para la instalación de las tuberías para alcantarillado se ejecutarán de acuerdo con lo establecido en las estas especificaciones técnicas aplicables de estos documentos de licitación.

Las tuberías se colocarán cuidadosamente según las líneas y pendientes establecidas, en brechas excavadas hasta la profundidad necesaria mostrada en los planos o indicada por el Ingeniero Supervisor; dichas brechas tendrán un ancho mínimo suficiente que permita la colocación y empalmes correctos de las tuberías y la compactación adecuada del material de relleno alrededor de ellas.

Las paredes de la brecha serán verticales, y los soportes requeridos se definirán de acuerdo con las condiciones del terreno y las normas de seguridad. Las tuberías deberán conservar el alineamiento y pendientes uniformes, para lo cual los extremos de las tuberías deberán encajar con precisión uno con otro.

Los extremos de las tuberías se limpiarán cuidadosamente y luego se humedecerán, antes de pegarlos con un mortero de cemento y arena que pase la malla No. 16, en proporción de 1 a 3 por volumen, o como lo indique el Ingeniero Supervisor.

Las juntas deberán pulirse cuidadosamente tanto en el interior como en el exterior de la tubería. Si la tubería descarga sobre losas de concreto, será necesario colocarla con precisión en su posición y asegurarla durante el vaciado y fraguado de las losas. La altura mínima del lleno sobre la corona de la tubería será de 0,60 m, a menos que el Ingeniero Supervisor ordene algo diferente.

Para el montaje y la puesta en servicio de las tuberías se considera la mano de obra, transportes, herramientas, equipos y materiales requeridos para realizar a satisfacción la labor, de acuerdo con el diámetro, los alineamientos, las pendientes y los niveles mostrados en los planos o indicados por el Ingeniero Supervisor.

#### 6.12.8 REDES DE DISTRIBUCIÓN Y ACOMETIDAS

##### **Generalidades**

Se incluyen en este capítulo las normas específicas sobre materiales e instalación de tuberías para el servicio de acueducto (redes, acometidas y conducciones), como también para la construcción de sus obras complementarias, tales como; Tuberías y accesorios, Tuberías y accesorios en acero, Tuberías y accesorios en hierro fundido dúctil (HD), Tuberías y accesorios en Poli-cloruro de vinilo (PVC), Tuberías y accesorios en CCP, Tuberías y accesorios en plástico reforzado con fibra de vidrio (GRP), Tuberías y accesorios en polietileno de alta densidad (PEAD), Accesorios en hierro fundido gris, Válvulas, Válvulas de compuerta, Válvulas reguladoras de presión, Válvulas de flujo o paso anular, Válvulas mariposa, Hidrantes, Instalación de tuberías, Uniones mecánicas, Accesorios, Cajas para válvulas, Acometidas de acueducto, Retiro de tuberías, válvulas e hidrantes de acueducto, Construcción de cámaras.

Todas estas especificaciones y normas serán exigidas a los contratistas, que construyan redes, acometidas o conducciones para INAPA.

Para todos los materiales de tuberías y accesorios, INAPA hará cumplir la última revisión de las normas y especificaciones nacionales e internacionales. Otros aspectos no incluidos en estas normas cumplirán las especificaciones e información técnica del fabricante.

Las tuberías y accesorios se rotularán cumpliendo con lo establecido en la norma bajo la cual se fabriquen. Si en algún caso la norma no lo establece, deben venir rotulados como mínimo con marca, diámetro y presión de trabajo.

La longitud estándar para la tubería será la estipulada en las normas aprobadas para cada material. En caso de permitirse varias longitudes en la norma solicitada, INAPA indicarán la requerida en las especificaciones o en los planos del proyecto.

#### *6.12.8.1*

##### *VÁLVULAS*

Se utilizarán válvulas en tuberías que conducen agua potable con PH entre 6,5 y 7,7; a temperatura promedio de 18 grados centígrados. Operarán a la intemperie o enterradas en zonas con temperatura ambiente de 15 a 35 grados centígrados y con humedades relativas entre 70 y 90%.

No se permitirá la instalación de válvulas que no tengan grabados en relieve o en placa los siguientes datos: marca, diámetro, presión de trabajo, número de serie (reguladoras, flujo anular y de diámetro de 300 mm y mayores) y flecha indicadora de la dirección del flujo si el tipo de válvula lo requiere (flujo anular, reguladoras y cheque).

El costo de los ajustes, reemplazos y similares, así como los de transporte que se presenten durante la prueba de las válvulas, causados por fallas o defectos de fabricación y de montaje de las mismas, serán por cuenta del Contratista.

A menos de que se especifique lo contrario, las válvulas con bridas se suministrarán con las respectivas contrabridas y el costo de éstas estará incluido dentro del valor de la válvula.

En los planos del proyecto se indicará el uso de nipples con uniones de desmontaje aguas abajo de la válvula para optimizar las condiciones de instalación y mantenimiento.

## **Válvulas de compuerta**

Se usará como guía para la fabricación de las válvulas de compuerta la norma ISO 7259 e ISO 5752 o sus equivalentes. Adicionalmente deben cumplir las siguientes condiciones:

Las válvulas de compuerta se utilizarán en redes de distribución deberán ser diseñadas para soportar presión por ambos lados, en forma simultánea o alternada. Además, llevarán grabados en el exterior e integrados con el cuerpo de la válvula: marca, diámetro y presión de trabajo garantizada. Deberán tener completa hermeticidad cuando estén cerradas y estar diseñadas para permitir unas pérdidas mínimas de presión cuando estén abiertas.

El cierre de la válvula será dextrógiro, es decir, que la válvula cerrará cuando la rueda de manejo sea movida en el sentido de las manecillas del reloj. Las válvulas incluirán rueda de manejo o tuerca de operación, de acuerdo con el sitio en el cual se vayan a instalar.

El cuerpo de la válvula, la tapa, el bonete y la compuerta serán de hierro fundido dúctil de acuerdo con la norma ISO 1083 o su equivalente. La compuerta será en forma de cuña rígida y llevará recubrimiento en elastómero EPDM. No se aceptarán compuertas con asientos paralelos.

El vástago será del tipo no ascendente y fabricado en acero inoxidable al 13% de cromo, preferiblemente forjados en frío.

Las válvulas serán fabricadas para una presión de trabajo de 16 bar y probadas en fábrica de acuerdo a los requerimientos de la norma ISO 5208. En casos especiales las presiones de trabajo se determinarán en los planos o en el pliego de condiciones. El fabricante deberá suministrar copia de los resultados de los ensayos. INAPA se reserva el derecho de ensayar las válvulas que considere necesario.

Las válvulas serán de extremo bridado con sus respectivos empaques de caucho y el taladrado de las bridas será conforme con las especificaciones de la norma ISO 7005-2 o su equivalente.

## **Válvulas reguladoras de presión**

La válvula reguladora de presión es una válvula automática que reduce una presión de entrada alta a una presión de salida menor y constante, cualquiera que sea la variación en el caudal y en la presión de entrada. La válvula deberá ser



capaz de soportar una presión nominal de trabajo de 16 bar y estar controlada por válvulas auxiliares (piloto y agujas).

Las válvulas reguladoras de presión deberán cumplir con las siguientes características:

Deberán soportar presión por ambos lados (aguas abajo y aguas arriba) simultáneamente, o sólo por uno u otro lado.

En el exterior e integrado con el cuerpo de la válvula deberán estar grabados claramente la marca, el diámetro, la dirección del flujo y la presión de trabajo máxima garantizada.

El sistema exterior de control (válvula piloto y válvula de aguja), deberá estar dotado de válvulas auxiliares que permitan aislarlo para efectos de mantenimiento, así como también de un filtro que impida las posibles obstrucciones de dicho sistema.

La válvula principal será de tipo globo, con cuerpo, bridas y tapas de hierro fundido dúctil de acuerdo con la norma ISO 1083 o su equivalente.

El vástago de la válvula reguladora deberá estar unido al carrete por medio de tuercas superior e inferior, con los empaques necesarios para evitar la comunicación entre los sectores de alta y baja presión. Adicionalmente, la válvula deberá estar provista de un indicador de posición externo.

El mecanismo interior: guías, agujas, resortes, disco móvil, asiento, etc., será de acero inoxidable.

La tubería exterior, acoples, válvulas externas, etc., serán preferiblemente de acero inoxidable. Se podrán aceptar también de cobre o bronce.

Los diafragmas serán de nylon con revestimiento de caucho sintético o neopreno reforzado; para otro tipo de material se consultará con INAPA

Para su instalación se requiere la aprobación del Ingeniero Supervisor presentando los siguientes datos: tabla de índice de cavitación y tabla de capacidades.

INAPA se reserva el derecho de aceptación de la válvula si el índice de cavitación para el rango de operación solicitado indica una corta vida útil de la misma.

### **Válvulas Mariposa:**

En general, se tomará como guía para la fabricación de las válvulas, la norma EN 1074.

Las válvulas serán diseñadas para soportar presión de trabajo por ambos lados simultáneamente o por un solo lado. Deberán garantizar completa hermeticidad cuando estén cerradas y mínima pérdida de carga con la válvula completamente abierta, y estarán provistas de mecanismos que garanticen operación fácil y suave en forma manual por un solo hombre.

El cierre será dextrógiro, es decir, que la válvula cerrará cuando la rueda de manejo o la tuerca de operación (según se especifique) giren en el sentido de las manecillas del reloj. Estarán provistas de indicador de apertura y de topes que impidan que el mecanismo de cierre continúe avanzando cuando la válvula esté completamente abierta o cerrada.

Las uniones serán del tipo brida y cumplirán con los requisitos de la norma ISO 7005-2 o su equivalente, en las presiones nominales 10, 16 y 25, según se indique en la formulario de precios o en los planos.

El Contratista deberá suministrar a INAPA, para su aprobación, las características garantizadas que cumplen las válvulas:

Diámetro Nominal en mm.

Presión Nominal en MPa (BAR).

Presión de prueba en MPa (BAR).

Gráfico de la curva del coeficiente de pérdida de carga contra porcentaje de apertura.

Gráfico de la curva de factor de caudal Kv contra porcentaje de apertura.

Fabricante.

País.

Normas de fabricación de la válvula y las bridas.

El cuerpo de la válvula será corto y de hierro fundido dúctil y en sus extremos estará provisto de las dos bridas de conexión. El asiento del cuerpo será de acero inoxidable, de tal forma que se garantice la resistencia a la corrosión y al desgaste.

Se indicará los materiales y la norma con que se van a fabricar las distintas partes las válvulas:

Cuerpo

Disco

Eje  
Asiento  
Otros

Se deberá suministrar información del fabricante sobre las dimensiones completas y pesos de la válvula y accesorios

Diametralmente opuesto tendrá dos bujes metálicos para apoyar los extremos del eje. El disco de cierre será diseñado para oponer resistencia mínima al paso del fluido; llevará encajado en una ranura circunferencial un anillo de estanquidad de EPDM, que pueda ser intercambiable sin necesidad de desmontar el disco de la válvula. El disco será de hierro fundido dúctil o un material de mejor calidad.

En los extremos del eje se colocarán anillos de goma presionados, que actuarán como elementos de sello para evitar fugas. Los ejes serán horizontales y estarán unidos al disco de mariposa por medio de pernos, estarán convenientemente engrasados para operación suave, sin fricción ni desgaste. Los ejes serán de acero inoxidable al igual que la tornillería interior que está en contacto con el agua. El mecanismo de operación estará ubicado en una caja sellada a prueba de agua.

En los planos o formularios de precio se especificará el tipo de válvula mariposa según la posición del disco (sin excentricidad, excéntrico o doble excentricidad).

#### *6.12.8.5 Hidrantes*

Los hidrantes que se coloquen en el sistema se ceñirán a lo especificado en las normas vigentes de INAPA para el diseño de redes de distribución acueducto, complementado con lo que se describe a continuación.

Los hidrantes serán de 100 mm (4") de diámetro, tipo pedestal y cumplirán las especificaciones ASTM A 126 CL B, D 2000, 147 8A, B 62 y EN 1563 para una presión nominal de trabajo de 1,06 MPa (150 psi) y presión de prueba de 2,12 MPa (300 psi).

Todos los hidrantes llevarán una válvula auxiliar de compuerta, la cual cumplirá con lo establecido en estas especificaciones, y se instalará sobre la tubería de hierro fundido dúctil que conecta la red de distribución con el hidrante. Esta tubería de hierro fundido dúctil se ceñirá a las normas establecidas en las especificaciones y su diámetro será igual al del hidrante. Esta válvula, al igual que las menores de 12", serán de compuerta en la red de distribución y se les colocarán cajas telescópicas.

Se instalarán alejados de obstáculos que impidan su correcto uso en caso de incendio y que al ser utilizados como descargas no ocasionen problemas a los vecinos. La base del hidrante se asegurará con un anclaje de hormigón.

Los hidrantes serán protegidos exterior e interiormente por una pintura epoxy de 150 micras y por una capa de poliuretano del color correspondiente de 40 micras según las normas ISO vigentes. La parte superior del hidrante se pintará, de acuerdo con su descarga y siguiendo las normas internacionales, así:

Rojo Descargas hasta 32 lts/s

Amarillo Descargas entre 32 y 63 lts/s

Verde Descargas mayores de 63 lts/s

Los hidrantes llevarán grabados en relieve los siguientes datos: marca, diámetro y presión de trabajo.

#### *6.12.8.6 Uniones Mecánicas.*

Las uniones mecánicas son normalmente utilizadas para la ejecución de empalmes a tuberías existentes o en la reparación de daños en la red. Dependiendo del material de las tuberías a empalmar o reparar, se empleará el tipo de unión según se especifica a continuación:

Uniones de reparación y construcción, para empalmes: Se especifican uniones mecánicas para empalmar tuberías de diámetros exteriores iguales, las cuales según el empalme serán: PVC de construcción o reparación, uniones de reparación en hierro fundido dúctil según norma ISO 2531 o su equivalente. Para uniones fabricadas en acero al carbón o inoxidable las reparaciones serán según la norma AWWA C 219 o su equivalente.

Las uniones y sus empaques serán fabricados para una presión de trabajo mínima de 16 bar. Cuando se utilicen uniones con elementos metálicos tendrán un recubrimiento anticorrosivo de epoxy con un espesor mínimo de 250 micras, los cuales además tendrán un mejoramiento para prevenir los desgastes ocasionados en la manipulación de transporte y almacenamiento.

#### *6.12.8.7 Accesorios*

Se consideran como accesorios todos los elementos necesarios para completar la red de acueducto, tales como: tees, codos, cruces, yees, reducciones, tapones, válvulas, hidrantes y uniones de construcción, reparación y transición; acordes con

las normas y especificaciones internacionales o nacionales para cada tipo de accesorio.

Los accesorios deben ser anclados adecuadamente al terreno mediante bloques de concreto, los cuales deben tener la resistencia especificada para el momento en que se realice el empalme o entren en servicio las redes. Aquellos accesorios que se instalen en el momento del empalme deben ser anclados provisionalmente al terreno mediante elementos metálicos como rieles o tubos en acero hincados en el suelo o soportados sobre anclajes de concreto primario, vaciado con la debida anticipación.

#### *6.12.8.8 Registros Para Válvulas.*

Cuando se trate de válvulas de compuertas instaladas en redes de distribución, los registros se construirán de acuerdo con el Esquema presentado, en los sitios indicados en los planos o por el Ingeniero Supervisor para instalar estas válvulas. El concreto empleado en su construcción tendrá una resistencia a la compresión de 21 MPa (210 Kg/cm<sup>2</sup>).

Los registros de válvulas en conducciones y de las reguladoras de presión se construirán con la forma, características y dimensiones mostradas en los planos, utilizando los concretos y aceros especificados en los mismos y observando en su ejecución lo establecido en las normas y especificaciones.

#### *6.12.8.9 Acometidas De Acueducto*

##### **Generalidades**

Se entiende por acometida de acueducto la derivación de la red local o de distribución que llega hasta el registro de corte (llave de acera: que es la llave que se encuentra antes del medidor) en el inmueble.

La acometida, dependiendo del diámetro del medidor, tendrá los elementos que se determinan en los esquemas, donde se indican además los modelos de instalaciones típicas.

La ejecución de la acometida consta de los siguientes pasos:

- Corte de pavimento (en caso de que exista).
- Demolición y retiro del andén.
- Excavación de la zanja para la colocación de la tubería.
- Excavación del nicho sobre la tubería principal o de distribución.
- Perforación de la tubería de distribución.
- Extensión o colocación de la tubería y protección con una capa de arenilla.

- Colocación del collar de derivación (si se requiere).
- Colocación de las llaves de incorporación (si se requiere), acera y contención.
- Construcción de la caja y colocación de la tapa.
- Empalme de la tubería extendida al medidor y del medidor a la tubería interna del suscriptor.
- En el caso de las acometidas nuevas, el empalme al suscriptor se hará cuando la distancia entre el medidor y la tubería del inmueble sea menor de 1,50 m.; cuando sea mayor se dejará un niple de 0,40 m., de tal forma que el medidor quede asegurado dentro de la caja. En el caso de cambios de acometida, se debe dejar la vivienda con el servicio normal de acueducto.
- Reparación del andén.
- Bacheo de pavimento (si se requiere)
- Limpieza general: esta labor se va efectuando durante el avance de todas las actividades (recogida y botada de escombros).

#### 6.12.8.10 Tubería de la acometida

La tubería se colocará sobre una base uniforme de material adecuado, para evitar futuros asentamientos desiguales del terreno que le produzcan esfuerzos excesivos, y a una profundidad no inferior a 0,60 m. con relación al pavimento terminado.

La siguiente tabla indica la perforación máxima admisible para los diferentes diámetros y materiales de la red de distribución:

**TABLA No. 1**  
**Diámetro máximo de la acometida**

Diámetro de la tubería principal (red de distribución)	Diámetro máximo de la acometida
75 mm (3")	38 mm (1 1/2")
100 mm (4")	50 mm (2")
150 mm (6")	75 mm (3")
200 mm (8") y 250 mm (10")	100 mm (4")
300 mm y mayores	150 mm (6")

### **Suministro, transporte e instalación de tuberías y accesorios**

El Contratista efectuará bajo su responsabilidad el suministro, transporte, descargue, almacenamiento, acarreos dentro de la obra y colocación de las diferentes tuberías o accesorios indicados en el formulario de cantidades de obra, incluyendo el lubricante y los empaques de caucho cuando se requieran para su correcta instalación.

### **Prueba de presión hidrostática**

La prueba de presión hidrostática se hará en todas las redes que se instalen o donde lo indique el Ingeniero Supervisor, ejecutándose antes de hacer los empalmes a las redes existentes. Se realizará en tramos con una longitud máxima de 500 metros de tubería instalada, pero en el tramo en prueba la diferencia de presión entre el punto más bajo y el más alto no excederá del 50% de la presión de prueba del tramo. Durante esta prueba de presión deben tomarse precauciones de seguridad para proteger al personal y a la propiedad en caso de fallar la tubería. Las precauciones dependerán de la naturaleza de los materiales de la tubería, el diseño del sistema, el contenido volumétrico y la presión, ubicación y duración de la prueba.

La prueba de presión se hará con agua limpia suministrada por el Contratista.

Se utilizarán los equipos y accesorios adecuados para esta clase de labor, como motobomba, manómetros, tapones con los elementos necesarios para toma de presión, evacuación del aire, aseguramientos provisionales y demás que garanticen la efectividad de la prueba.

Precauciones al efectuar la prueba hidrostática

La tubería debe estar adecuadamente anclada para impedir el movimiento.

La prueba no debe iniciarse hasta que los bloques de empuje o anclajes (de concreto) estén "curados" y/o debidamente soportados para resistir las fuerzas de empuje ocasionadas por las presiones de la prueba.

La tubería debe ser llenada lentamente, evitando crear una oleada o una trampa de aire. Toda trampa de aire debe ser liberada. El sistema debe incluir salidas apropiadas de aire en los extremos o tapones provisionales.

El agua de prueba tendrá una temperatura ambiente.

### **Procedimiento para la prueba hidrostática**



Durante el proceso de instalación de la tubería se recomienda dejar identificadas las uniones y demás puntos donde se puedan presentar fugas. El Ingeniero Supervisor determinará cuales uniones y acoplamientos deben permanecer expuestos, para facilitar la inspección de la prueba.

En los extremos y derivaciones del tramo que va a ser inspeccionado, se colocarán tapones debidamente asegurados antes de iniciar la prueba, los cuales deben ser fácilmente desmontables para poder continuar con la instalación de la tubería.

Para un mejor manejo de la información se definen los siguientes términos:

Pd: Es la presión de trabajo de diseño del sistema.

Pn: Es la presión nominal para la cual fueron fabricadas las tuberías o los accesorios de un sistema.

Pp: Es la presión con la cual se va a probar un tramo.

Una vez evacuado el aire y llenada lentamente la tubería, ésta se presurizará hasta alcanzar una presión de prueba (Pp) equivalente al 150% de la presión trabajo de diseño del sistema (Pd) medida en el punto más elevado, sin sobrepasar el 200% de la misma en el punto más bajo, durante un tiempo no inferior a dos horas y manteniéndose constante la presión durante toda la prueba.

Nunca la presión de prueba (Pp) excederá del 150% de la presión nominal (Pn) de cualquiera de los elementos del tramo en prueba, ya sea de la tubería o de los accesorios.

En la utilización de sistemas de presurización en los cuales no se presenta compensación del volumen de agua que se pierde durante la prueba, se considerará satisfactorio cuando durante el tiempo de la prueba el manómetro no indique un descenso superior a la raíz cuadrada de Pp quintos  $\sqrt{Pp / 5}$ , midiendo la presión en kg/cm<sup>2</sup>.

Cuando se utilicen sistemas en cuales los equipos mantienen la presión constante en bajos consumos, o sea compensando el volumen permitido de agua que se puede perder en la prueba, se utilizará el método de cuantificar el goteo aceptable de las uniones aplicando la siguiente fórmula:

$$Qg = N * D * \sqrt{Pp / 7400}$$

Donde:

Qg = Cantidad de agua que se permite perder en la prueba durante una hora, en galones.

N = Número de uniones en la longitud de la tubería en prueba.

D = Diámetro nominal de la tubería, en pulgadas.

Pp = Presión de prueba, en psi.

El Contratista presentará al Ingeniero Supervisor, para su aprobación, el método o sistema que empleará en la prueba de presión hidrostática.

Todos los escapes que despresuricen el tramo en prueba serán reparados por cuenta del Contratista. La línea deberá ser recargada y chequeada de nuevo siguiendo el mismo procedimiento.

Una vez terminada la prueba, el Contratista adecuará el sistema para descargar las redes de forma tal que no ocasione daños ni impactos en la obra.

Todos los costos por equipos, materiales y mano de obra que conlleven la ejecución de esta prueba deben ser considerados dentro de la partida "Instalación de tuberías".

## 6.13 ELEMENTOS METÁLICOS

### 6.13.1 Alcance del trabajo

En este numeral se estipula todo lo relativo al suministro, fabricación, protección, transporte e instalación por parte del Contratista, en los sitios mostrados en los planos, de los elementos metálicos que se utilizarán en el proyecto y que no se han considerado en otra parte de estas especificaciones tales como escaleras y pasamanos metálicos; rejas, tapas y marcos metálicos; soportes para ductos y cables; platinas empotradas, elementos de anclaje y desagües de piso; y todos los demás elementos metálicos requeridos para la ejecución de las obras del proyecto. También se estipula lo relativo al suministro de equipo, herramientas, mano de obra y materiales necesarios para la instalación de los elementos descritos.

### 6.13.2 Materiales

Todos los materiales que se empleen para la fabricación de los elementos metálicos serán nuevos y de primera calidad comercial, libres de defectos e imperfecciones y de la clasificación y grados designados. La especificación de los materiales, con indicación de grado y clase será mostrada en los planos.

Los materiales deberán cumplir lo especificado en la última edición de las especificaciones de la ASTM y de la ANSI, como sigue:

Acero estructural	Normas ASTM A-36, A-283 y A-306
Rieles para apoyo	Normas ASCE
Pernos, tuercas y arandelas	Norma ASTM A 307
Sumideros de bronce	Norma ANSI B 26.28

Los materiales para la elaboración de los elementos metálicos serán los siguientes:

Elementos de anclaje. Los elementos de anclaje se fabricarán de lámina y varillas de acero estructural, y tendrán las dimensiones indicadas en los planos.

Pasamanos y barandas. Se fabricarán con tubería de acero galvanizado o acero inoxidable de 2" de diámetro, según se indique en los planos y lista de cantidades y precios. Los materiales, productos, cargas de diseño.

Escaleras. Se fabricarán con tubería negra de acero soldable, Schedule 40, según se indique en los planos y lista de cantidades y precios.

Rejas y tapas. Se usará lámina corrugada para pisos, tipo antideslizante o equivalente.

Otros elementos metálicos. El Contratista suministrará e instalará todos los elementos metálicos varios, relacionados con los trabajos de qué trata esta sección, aunque no estén expresamente incluidos en estas especificaciones, tales como entradas de tubería, pernos de anclaje y de expansión, rejillas de bronce y demás elementos metálicos mostrados en los planos.

En caso de que no sea posible conseguir algunos materiales o que no sea práctica la ejecución de algunos detalles que se muestren en los planos, podrán hacerse sustituciones, previa aprobación del Ingeniero Supervisor, siempre y cuando los sustitutos sean estructuralmente equivalentes a las partes originales.

### 6.13.3 EJECUCIÓN DEL TRABAJO

El Contratista instalará los elementos en forma cuidadosa y con exactitud, cuidando de no dañar ninguna pieza y comprobando su funcionamiento para hacerle los ajustes que el Ingeniero Supervisor determine.

El Contratista tendrá especial cuidado con las platinas, las cuales quedarán colocadas a ras con la superficie del hormigón y posicionadas con una tolerancia de 5 mm, con relación a la localización indicada en los planos.

El Contratista suministrará e instalará, de acuerdo con el Ingeniero Supervisor, otros elementos metálicos equivalentes a los anteriormente descritos en estas especificaciones.

### 6.13.4 FABRICACIÓN

La fabricación de los elementos metálicos se hará como se indica en los planos, por medio de soldaduras, pernos de unión, o por una combinación de ellos.

Para la fabricación, montaje y soldadura de elementos que el INAPA considere como principales, sólo se utilizará personal experto y calificado, equipo y herramientas adecuadas, con previa aprobación del Ingeniero Supervisor, para lo cual el Contratista suministrará a éste, 20 días antes de iniciar los trabajos correspondientes, los nombres de los diferentes trabajadores que utilizará, como también la especialidad de cada uno de ellos y los registros de trabajo de los mismos, así como la lista de herramientas y equipos que utilizará en la instalación de cada uno de los elementos.

Los elementos de acero estructural se fabricarán y ensamblarán en taller. Los ensambles y las partes que los forman se probarán en el taller para comprobar el ajuste correcto y se marcarán claramente para su instalación. Cuando en los planos no aparezcan detalles de uniones, éstas se harán soldadas, de acuerdo con las conexiones estipuladas en las especificaciones de la última edición de "Diseño, fabricación y montaje, en acero estructural de edificios", del Manual de la construcción en acero, de la AISC en las partes que sean aplicables.

En caso de que no sea posible conseguir algunos materiales o que se considere conveniente la modificación en la ejecución de algunos detalles que se muestren en los planos, podrán hacerse sustituciones y modificaciones, previa aprobación

del Ingeniero Supervisor, siempre y cuando el material de las secciones sustituidas sea estructuralmente equivalente en cuanto a resistencia, y las modificaciones propuestas sean equivalentes o mejores que el diseño que se modifica. Los cambios o modificaciones serán tales que se obtenga la máxima economía de materiales disponibles, manteniendo los esfuerzos dentro de los valores permisibles, de acuerdo con las especificaciones.

El Ingeniero Supervisor tendrá pleno derecho a rechazar o a exigir su corrección o cambio, en el caso de que cualquier material o elemento fabricado resulte defectuoso, debido a la mala calidad de la materia prima o la mano de obra, o de que por cualquier motivo no esté conforme con los requisitos de estas especificaciones y de los planos. Los materiales o elementos que hayan sido rechazados o que requieran corrección serán cambiados o corregidos por cuenta del Contratista, tal como lo exija el Ingeniero Supervisor.

La inspección o el cambio realizados por el Ingeniero Supervisor, de cualquier material o elemento, no eximen al Contratista de ninguna responsabilidad respecto a defectos y otras fallas de fabricación que puedan descubrirse antes de que termine el tiempo durante el cual el fabricante garantiza la buena calidad de los elementos.

El Contratista no podrá comenzar el trabajo de pintura de los elementos metálicos, antes de que el Ingeniero Supervisor inspeccione y apruebe las soldaduras.

#### 6.13.5 SOLDADURAS

Todas las soldaduras se harán como se especifica en los planos o como indique el Ingeniero Supervisor. Se empleará cualquiera de los procesos permitidos en el numeral 1.3 "Welding Processes" del código AWS D1.1. El Contratista utilizará procedimientos de soldadura, soldadores u operarios de soldadura, calificados de acuerdo con lo establecido en el capítulo 5 "Qualification" del código citado. Antes de iniciar los trabajos, el Contratista someterá a la aprobación del Ingeniero Supervisor, las especificaciones de procedimiento de soldadura.

Los electrodos serán del tipo revestido, para soldar en cualquier posición. El tamaño, tipo y características de los electrodos estarán sujetos a la aprobación del Ingeniero Supervisor.

Todas las soldaduras de estructuras y elementos expuestos a la vista y las soldaduras expuestas en todos los elementos metálicos, serán esmeriladas y pulidas a ras, salvo cuando se autorice lo contrario; las distintas partes de un ensamblaje serán probadas en el taller, para ajuste, y se marcarán claramente con señales de coincidencia en los lugares de unión de las piezas.

### **6.13.6 LIMPIEZA Y PINTURA**

#### **Generalidades**

#### **El Requisito**

El Contratista suministrará toda mano de obra, herramientas, materiales, supervisión y equipo para realizar todos los trabajos de pintura.

#### **Información General Y Descripción**

- a) El término “pintura”, según se emplea aquí, incluye emulsiones, esmaltes, pinturas, tintes, barnices, selladores, relleno de cemento, relleno de látex-cemento, y otros recubrimientos, bien que se utilicen como capa imprimadora, intermedia o final.
- b) Toda pintura para superficies de concreto o metal deberá estar especialmente adaptada para emplearse en plantas de tratamiento de aguas, y deberá aplicarse de conformidad con las especificaciones publicadas del fabricante.
- c) Toda pintura para capas finales deberá ser resistente a emanaciones, compuesta con pigmentos adecuados para estar expuestos a gases de alcantarillado, especialmente a sulfuro de hidrógeno y dióxido de carbono. Los pigmentos serán materiales que no tiendan a oscurecerse, descolorarse o marearse debido a la acción de gases de alcantarillado. Si un fabricante de pinturas propone el uso de pintura que no esté designada en su literatura como “resistente a emanaciones”, dicho fabricante tendrá que presentar información completa acerca de los pigmentos empleados en dicha pintura.
- d) Los recubrimientos empleados en sistemas de agua potable deberán cumplir las regulaciones de la U.S. Environmental Protection Agency (EPA) y FDA correspondientes, y no deberán impartir sabor ni olor al agua.
- e) Todos los aditamentos, según muestran los Planos y se especifica aquí, serán pintados con no menos de una capa en el taller y dos capas en el campo, o una capa imprimadora y dos capas finales de la pintura apropiada. Los rubros a ser pintados incluyen, pero no están limitados a, concreto exterior e interior, acero estructural, metales misceláneos, puertas y marcos de acero y de aluminio, bloques de concreto, ductos, válvulas de compuerta, operadores, piezas de tubería, operadores, equipo mecánico, motores, tubos conduit, y todo otro trabajo que obviamente necesita ser pintado, al menos que se especifique otra cosa.

- f) Acabados de esmalte cocido y rubros con acabados estándar de taller, tales como tableros con gráficos, equipo eléctrico, divisiones en baños, taquillas, instrumentación, etc. no serán pintados en el campo, a no ser que su acabado haya sido dañado durante su traslado o instalación. Trabajos en aluminio, acero inoxidable, fibra de vidrio y bronce no serán pintados, al menos que se requiera marcarlos o codificarlos, o que se especifique otra cosa. Más adelante en esta Sección se presenta un listado de superficies que no deben recibir recubrimiento.
- g) El Contratista deberá obtener todos los permisos, licencias e inspecciones, y deberá cumplir con todas las leyes, códigos, ordenanzas, reglas y regulaciones promulgadas por autoridades que tengan jurisdicción relativa al trabajo. Dicho cumplimiento deberá incluir lo referente a seguridad y salud en el trabajo.

### **Fabricantes**

Todos los materiales de pintura deberán ser los producidos por Sherwin Williams, Tnemec, o un productor equivalente aprobado por el Ingeniero Supervisor.

### **Aseguramiento de Calidad**

- a) El Contratista avisará al Ingeniero Supervisor con un mínimo de tres días de anticipación, del comienzo de todo trabajo de preparación de superficie para aplicación de recubrimiento.
- b) Todo ese Trabajo se realizará solamente en presencia del Ingeniero Supervisor, al menos que el mismo haya dado permiso específicamente para realizar dicho trabajo en su ausencia.
- c) La revisión por parte del Ingeniero Supervisor, o la salvedad para no revisar cierta parte particular del Trabajo, no liberará al Contratista de su responsabilidad de realizar el Trabajo de acuerdo con estas Especificaciones.
- d) Donde un subcontratista vaya a realizar algún recubrimiento especial, el Contratista deberá proveer las referencias al Ingeniero Supervisor que muestren que el subcontratista de pintura ha tenido experiencia previa satisfactoria con el sistema de recubrimiento especificado, o con uno comparable. Se deberá incluir el nombre, dirección y teléfono del dueño de cada trabajo de pintura que se dé como referencia.

### **Estipulaciones Acerca de Seguridad y Salud**

- a) El Contratista deberá proveer, y requerir el uso de, equipo de seguridad y protección para las personas que trabajen en el sitio de obra o en su cercanía, de acuerdo con los requisitos de OSHA (siglas en inglés de los estándares de Seguridad y Salud en la Construcción (29CFR1926), así como toda regulación de instituciones reguladoras que tengan jurisdicción específica; también las instrucciones impresas del fabricante, los boletines técnicos apropiados, manuales, y hojas de datos de seguridad de los materiales.
- b) Todas las pinturas deberán cumplir los estándares de National Ambient Air Quality Standards de EE.UU.