

3. CONDICIONES DE LAS UNIDADES DE OBRA

3.2. DEMOLICIONES

Condiciones Generales

Las demoliciones consisten en el retiro de todos los elementos que a juicio de la Interventoría, y/o contemplados en los diseños, se deban llevar a cabo como parte de la obra. Su ejecución incluye las siguientes operaciones:

- Delimitación del área a demoler (Perfilación)
- Demolición de construcciones
- Retiro de materiales de demolición

Durante las operaciones que forman parte del ítem de demoliciones, se debe tener especial cuidado con la conservación de los servicios públicos existentes de tal manera que cualquier alteración de los mismos por acción del proceso, debe ser reparada por cuenta del contratista.

Delimitación del área a demoler (Perfilación)

Previo a la labor de demolición se debe llevar a cabo en todos los casos la delimitación física del área a demoler; tal labor se debe adelantar dependiendo la naturaleza de la construcción a demoler así:

Obra a demoler	Operación de delimitación	Equipo a utilizar
Pavimentos	Perfilación del área a demoler	Máquina de perfilación
Andenes	Perfilación del área a demoler	Pulidora manual / Máquina de perfilación
Bordillos en concreto	Perfilación del área a demoler	Pulidora manual
Estructuras en concreto reforzado	Delimitación del área a demoler	Pulidora manual / equipo de corte con agua a alta presión
Cunetas	Delimitación del área a demoler	Pulidora manual
Obras de mampostería de cualquier tipo	Delimitación del área a demoler	Mona y cincel

La profundidad mínima del corte con máquina perfiladora es 0,05 metros (5 centímetros). Las perfilaciones tanto en pavimentos como andenes deben hacerse en cortes rectos y verticales con figuras geométricas tipo cuadrados o rectángulos, bien definidos, con un corte de 1/3 del espesor del pavimento o 0.05 m, el mayor de los dos casos.

En el caso específico de los pavimentos, el área a demoler deberá ser ampliada hasta la próxima junta existente si esta se encuentra a menos de un (1) metro del lado más próximo de la rotura; así mismo si existe socavación en la subbase y/o relleno debe delimitarse el pavimento hasta la zona sana con el objeto de garantizar la estabilidad de la estructura a reconstruir. Si la socavación se induce por derrumbes de la excavación llevada a cabo, correrá por cuenta del contratista la ejecución del pavimento por fuera de los límites especificados.

Para la reconstrucción del pavimento en vías secundarias, la sección mínima a reparar se permitirá en áreas islas de 0.70 m x 0.70 m.

En la delimitación del área a demoler en pavimentos con refuerzo, se debe tener especial cuidado en llevar a cabo las labores de corte del acero de refuerzo (varillas de anclaje, pasadores) para evitar deterioro del borde adyacente cortado en el momento del retiro del pavimento demolido; cualquier área de pavimento adicional, inducida por este concepto, correrá por cuenta del contratista.

En la delimitación del área a demoler en zonas de pavimentos en las cuales se llevarán a cabo labores de repararcho por reparaciones de fugas, instalación de tubería o reposición de redes, se recomienda que el área a remover del concreto se extienda 200 mm más allá del borde de la excavación planificada, esencialmente para generar un borde limpio de subrasante existente.

Además, en el caso de reparaciones de pavimentos en áreas islas debe hacerse un corte secundario dentro del área que se va a remover en forma paralela, y aproximadamente a una distancia de 30 cm de cada uno de los cortes periféricos. Lo anterior proporciona un amortiguamiento para absorber el impacto proveniente del equipo de demolición.

Todas las labores de delimitación del área a demoler, que impliquen utilización de equipos de corte con perfiladora, pulidora manual u otro tipo de herramientas, requieren de la dotación exigida, con el objeto de garantizar la seguridad física del trabajador operador del equipo liviano, así:

Equipo utilizado	Dotación exigida
Máquina perfiladora	Chaleco color naranja con un mínimo de dos franjas (horizontales, verticales u oblicuas), de 5 cm cada una, en cinta reflectiva que cumpla con los coeficientes de retroreflección especificados en la norma técnica colombiana NTC - 4739, para la lámina reflectiva Tipo I. Las franjas serán en color blanco, rojo o amarillo. Caretta para esmerilar (Norma NTC 1771, 1825 y 3610), Casco de seguridad tipo I clase A (Norma NTC 1523), guantes tipo ingeniero (Norma NTC 2190), protectores auditivos tipo tapón (Norma NTC 2950), protectores auditivos tipo copa (Norma NTC 2950), cinturón ergonómico (Norma NTC 2021), botas punta de acero (Norma NTC 2257)
Pulidora Manual	Caretta para esmerilar (Norma NTC 1771, 1825 y 3610), Casco de seguridad tipo I clase A (Norma NTC 1523), guantes tipo ingeniero (Norma NTC 2190), protectores auditivos tipo tapón (Norma NTC 2950), protectores auditivos tipo copa (Norma NTC 2950),
Herramientas (barra, mona, cincel)	Gafas de seguridad (Norma NTC 1771 y 1825), Casco de seguridad tipo I clase A (Norma NTC 1523), guantes tipo ingeniero (Norma NTC 2190) Botas de seguridad puntera de Acero (Norma NTC 2257)

Nota: Los detalles técnicos de la dotación exigida se pueden consultar en las Normas Icontec consignadas, en el manual de seguridad de la Empresa y en el Capítulo 8 Normas de Seguridad e Higiene, de las especificaciones técnicas generales de Triple A.

Demolición de construcciones

Las operaciones de demolición se efectuarán, con las precauciones necesarias para lograr unas condiciones de seguridad suficientes y evitar daños en las construcciones próximas, de acuerdo con lo que sobre el particular ordene la Interventoría quien designará y marcará los elementos que haya que conservar intactos.

La demolición con equipos especificados comprenderá todas las operaciones precisas para la ejecución de la demolición de construcciones de acuerdo con los alineamientos y secciones indicadas en los planos.

La Interventoría, aprobará el tipo de equipo a utilizar y tal equipo deberá permanecer en la obra; para su retiro se requerirá la autorización de la Interventoría.

El Contratista deberá efectuar todas las actividades necesarias para manejar, extraer y minimizar las concentraciones de polvo y gases de monóxido de carbono en los casos donde se realicen demoliciones en el interior de tanques o sitios con poca ventilación, suministrando todos los equipos necesarios para ejecutar estas operaciones como extractores de aire, ventiladores, tanques de oxígeno, etc.

El Contratista notificará a la Interventoría con la antelación suficiente, el comienzo de las demoliciones, a fin de que ésta pueda efectuar las mediciones necesarias sobre el terreno inalterado.

Los derrumbes de bordillos y andenes no se pagarán como demolición.

Los gastos del transporte de los equipos se considerarán incluidos en los precios de las unidades correspondientes y en consecuencia, no serán pagados separadamente.

El Contratista será responsable, durante la ejecución de la demolición, de todos los daños y perjuicios, directos e indirectos, que se puedan ocasionar a cualquier persona, propiedad o servicio, público o privado, como consecuencia de los actos, omisiones o negligencias del personal a su cargo, o de una deficiente organización de las obras. Los servicios públicos o privados que resulten dañados deberán ser reparados, por su cuenta conociéndose o no su existencia. Las personas que resulten perjudicadas deberán ser compensadas adecuadamente por parte del contratista. Las propiedades públicas o privadas que resulten dañadas deberán ser reparadas por su cuenta, restableciendo sus condiciones iniciales o compensando equitativamente los daños y perjuicios causados. Como proceso de cierre de la reparación o compensación, el contratista deberá levantar un acta suscrita por el afectado, en la que manifiesta su satisfacción y exonera a Triple A de reclamaciones y posteriores.

Los trabajos se realizarán de forma que produzcan la menor molestia posible a los ocupantes de las zonas próximas a la obra. A continuación se presentan los equipos a utilizar en las labores de Demolición de construcciones por tipo de obra:

Obra a demoler	Operación de Demolición	Equipo a utilizar
Pavimentos	Demolición del pavimento a mano o a máquina, para espesores especificados	A mano (con herramientas de mano tipo mona y barra) y a máquina con pistola de 15 Kg y compresor especificado, Retromartillo (de penetración o de impacto)
Andenes	Demolición del andén a mano o máquina.	Con herramientas de mano tipo mona y barra y a máquina con pistola de 15 Kg. y compresor especificado
Bordillos de concreto	Demolición del bordillo a mano o máquina.	Con herramientas de mano tipo mona y barra y a máquina con pistola de 15 Kg. y compresor especificado
Estructuras de concreto reforzado	Demolición de la estructura a mano o a máquina con equipo especificado	A mano (con herramientas de mano tipo mona y barra) y a máquina con equipo especificado (pistola de 15 Kg. con compresor, Equipo de corte con agua a alta presión de 245 Mpa (35.000 psi) con compresor de 24 m ³ /min (900 pie ³ /min), Martillo demoledor de operación manual.
Cunetas	Demolición de la cuneta a mano	Con herramientas de mano tipo mona y barra
Obras de mampostería de cualquier tipo	Demolición de la mampostería a mano	Con herramientas de mano tipo mona

Todas las labores de demolición de construcciones, que impliquen utilización de equipos de demolición especificados, requieren de la dotación exigida, con el objeto de garantizar la seguridad física del trabajador operador del equipo liviano, así:

Equipo utilizado	Dotación exigida
-------------------------	-------------------------

	Chaleco color naranja con un mínimo de dos franjas (horizontales, verticales u oblicuas), de 5 cm cada una, en cinta reflectiva que cumpla con los coeficientes de retrorreflección especificados en la norma técnica colombiana NTC - 4739, para la lámina reflectiva Tipo I. Las franjas serán en color blanco, rojo o amarillo.
Pistola de 15 Kg. y compresor especificado	Gafas de seguridad (Norma NTC 1771 y 1825), Careta para esmerilar (Norma NTC 1771, 1825 y 3610), Casco de seguridad tipo I clase A (Norma NTC 1523), guantes tipo soldador (Norma NTC 2190), protectores auditivos tipo tapón (Norma NTC 2950), protectores auditivos tipo copa (Norma NTC 2950), cinturón ergonómico (Norma NTC 2021), botas punta de acero, pecheras reforzadas en carnaza.
Martillo de menos de 15 Kg.	Gafas de seguridad (Norma NTC 1771 y 1825), Careta para esmerilar (Norma NTC 1771, 1825 y 3610), Casco de seguridad tipo I clase A (Norma NTC 1523), guantes tipo soldador (Norma NTC 2190), protectores auditivos tipo tapón (Norma NTC 2950), protectores auditivos tipo copa (Norma NTC 2950), botas punta de acero, pecheras reforzadas en carnaza.
Herramientas (barra, mona)	Gafas de seguridad (Norma NTC 1771 y 1825), Casco de seguridad tipo I clase A (Norma NTC 1523), guantes tipo ingeniero (Norma NTC 2190), Botas de seguridad puntera de Acero (Norma NTC 2257)

Nota: Los detalles técnicos de la dotación exigida se pueden consultar en las Normas Icontec consignadas, en el manual de seguridad de la Empresa y en el capítulo 8 Normas de Seguridad e Higiene, de estas especificaciones.

Retiro de los materiales de Demolición

La Interventoría suministrará una información completa sobre el posterior empleo de los materiales procedentes de las demoliciones que sea preciso ejecutar.

Los materiales de demolición que hayan de ser utilizados en la obra se limpiarán, acopiarán y transportarán en la forma y a los lugares que señale el Interventor. La disposición de los materiales sobrantes de las demoliciones será por cuenta del contratista, a los sitios aprobados por la Interventoría, con la autorización correspondiente de la autoridad competente.

3.2.1. DEMOLICION DE PAVIMENTOS

3.2.1.1. Demolición de Pavimento en concreto rígido

Es de obligado cumplimiento la normativa de la entidad pública reguladora, en lo referente a demolición y construcción de pavimentos.

El contratista deberá obtener ante las entidades correspondientes los permisos de rotura de pavimento y corte de vía requeridos para la ejecución de los trabajos, solicitados por Triple A. Para el caso de las urbanizaciones y obras en donde soliciten factibilidad de servicios, el pago del impuesto de rotura será por cuenta del urbanizador.

La demolición del pavimento existente se llevará a cabo hasta la profundidad que alcance dicho pavimento, en los lugares y anchos que indiquen los planos y en su defecto, en los lugares y en la forma que indique el Interventor.

En la demolición o rotura de pavimentos se deben cumplir los siguientes requisitos:

- La demolición del concreto debe comenzar en la región central del área de remoción dentro de los cortes de sierra, después de triturar el concreto de la zona interior, la altura de caída o la energía de impacto del martillo se deben reducir.
- Se hará siguiendo líneas rectas y figuras geométricas definidas tipo cuadrados o rectángulos. En vías secundarias se permitirá reparar secciones mínimas de áreas islas de 0.70 m x 0.70 m. En vías principales, las reparaciones de pavimento se llevarán a cabo de junta a junta con un ancho mínimo de 0.70 metros.
- La rotura deberá hacerse con martillo neumático o equipo especificado, salvo que la Interventoría autorice diferente.
- Se utilizará equipo especial de corte, el cual será aprobado previamente por la Interventoría, que garantice la verticalidad del corte y no transmita esfuerzos o vibraciones nocivos para el pavimento que se va a conservar o estructuras vecinas.
- Al romper las zonas de pavimento se harán las protecciones necesarias para conservar en buenas condiciones el resto del mismo. Los daños ocasionados al pavimento, por fuera de los límites de corte especificados en planos, como consecuencia de utilización de procedimientos inadecuados, serán reparados por cuenta del Contratista, previo juicio y concepto de la Interventoría.
- Las áreas adyacentes adicionales de pavimento a las previamente autorizadas y perfiladas que resulten afectadas por lluvias, circulación de vehículos en cercanías o sobre los bordes del área que se debe reparar, etc., serán por cuenta del contratista.
- La rotura de pavimentos se programará en tal forma que se realice inmediatamente antes de iniciar la excavación de un tramo de zanja con el fin de reducir las interrupciones en el tránsito de automotores.
- Al ejecutar la demolición del pavimento, se debe verificar la conservación de los transmisores de carga.
- Los productos removidos, escarificados o excavados, se transportarán en su totalidad a los botaderos autorizados por las entidades reguladoras.
- En el caso que el material de demolición se requiera utilizar en otra obra de la entidad contratante, el contratista lo transportará sin costo a cualquier sitio que indique la Interventoría dentro del Área Metropolitana de Barranquilla, en el entendido que la obra se ejecute dentro de esta misma área. En el caso que el material a transportar provenga de municipios por fuera del Área Metropolitana, éstos deberán ser transportados sin costo adicional por el contratista hasta una distancia máxima de 15 kms, incluidos peajes.

El pago de la demolición se hará por metro cuadrado de acuerdo con el rango de espesores en los cuales encaja el pavimento a demoler, incluida la perfilación y retiro de material sobrante producto de la demolición.

Ítems	Descripción	Unidad
3.2.1.1.1	Con mona (0.15 m < e < 0.25 m)	m ²
3.2.1.1.2	Con compresor manual (0.15 m < e < 0.25 m)	m ²
3.2.1.1.3	Con Retromartillo (0.15 m < e < 0.25 m)	m ²

3.2.4. DEMOLICIÓN DE ESTRUCTURAS

3.2.4.2. Demolición de obras civiles en concreto con refuerzo o sin él

La demolición de obras civiles en concreto con refuerzo o sin él se ejecutará con medios manuales o mecánicos. Será necesario perfilar con cortadora o equipo especificado la línea de rotura; hay que tener la precaución de no dañar el acero de refuerzo. Así mismo, se retirarán los escombros inmediatamente, procediendo a conservar la debida señalización.

Los daños ocasionados a la estructura, por fuera de los límites de corte especificados en: planos, especificaciones, libro diario de obra o bitácora, serán reparados por cuenta del Contratista.

Los productos removidos, escarificados o excavados, se transportarán en su totalidad a los botaderos autorizados por las entidades reguladoras.

En el caso que el material de demolición se requiera utilizar en otra obra de la entidad contratante, el contratista lo transportará sin costo a cualquier sitio que indique la Interventoría dentro del Área Metropolitana de Barranquilla, en el entendido que la obra se ejecute dentro de esta misma área. En el caso que el material a transportar provenga de municipios por fuera del Área Metropolitana, éstos deberán ser transportados sin costo adicional por el contratista hasta una distancia máxima de 15 kms, incluidos peajes.

Para la demolición de obras civiles en concreto con refuerzo o sin él habrá un solo precio, independientemente del espesor, del tipo de concreto, incluido el retiro del material demolido.

La actividad incluye el corte del acero de refuerzo por medios manuales o mecánicos o con equipos especializados, donde sea necesaria su utilización o donde indique la Interventoría. Este ítem abarca las demoliciones de concretos ciclópeos.

La unidad de pago es el metro cúbico, incluida la perfilación y retiro de material sobrante producto de la demolición.

Medida y Pago de Demoliciones

La unidad de medida para la demolición de cada elemento, será la descrita en cada uno de los ítems antes mencionados.

El precio incluirá todos los costos necesarios para efectuar la demolición, el retiro, el cargue, transporte y disposición final de los escombros donde lo indique la Interventoría.

La medición se hará sobre las líneas de rotura que marquen los planos o que se indique en las especificaciones o lo que indique la Interventoría; nunca se medirá por volumen de escombros a retirar. Por tanto, se deberá medir las obras existentes antes de demolerlas.

No se pagará como demolición las estructuras, pavimentos, andenes y bordillos que hayan sido removidos conjuntamente con un derrumbe.

No se pagará demolición alguna hasta que se hayan retirado a un botadero autorizado por la Interventoría, todos los escombros producidos en la demolición.

El pago se realizará según los precios acordados en el Cuadro de Precios Unitarios del Contrato.

No se pagará por aparte la dotación requerida para la protección y seguridad física del personal asociado a las labores de demolición.

No será objeto de pago el manejo del agua que sea necesario llevar a cabo en las labores de demolición de estructuras de conducción de agua y/o cunetas. El manejo de agua incluye canalización de cauces o arroyos y niveles freáticos altos.

Los productos removidos, escarificados o excavados, se transportarán en su totalidad a los botaderos autorizados por las entidades.

Ítems de pago, incluida la perfilación y retiro de material sobrante producto de la demolición.

Ítems	Descripción	Unidad
3.2.4.1	Demolición de obras civiles en Mampostería con refuerzo o sin él	m ²
3.2.4.2	Demolición de obras civiles en concreto con refuerzo o sin él	m ³

3.3. EXCAVACIONES Y ENTIBADOS

Generalidades

Es imprescindible para el desarrollo de las obras que contrata La Triple A y sobre todo, en lo concerniente a las excavaciones que es la actividad que normalmente causa más impacto comunitario negativo, que el Contratista siga unos lineamientos básicos que son los que se presentan en esta parte de las Normas y Especificaciones Técnicas para la construcción de Acueductos y Alcantarillados.

Para la ejecución de las obras inherentes a la prestación de los servicios de agua potable y saneamiento básico y sus actividades complementarias, obtendrán Licencia Ambiental aquellas actividades que puedan producir deterioro grave a los recursos naturales renovables o al paisaje, tal como lo expresen las disposiciones legales vigentes.

Antes de definir los diferentes tipos de excavaciones, se deberán tener presentes las siguientes recomendaciones tendientes a mitigar los efectos negativos causados por la ejecución de los trabajos, con el objetivo de lograr protección, conservación y mejoramiento del entorno humano y biológico, tanto en las áreas del proyecto como en las adyacentes a éste.

Para el logro de este objetivo, El Contratista tendrá conocimiento de las condiciones del "modus vivendi" de la comunidad objeto de las obras, para implementar las medidas y controles para la preservación del bienestar de ésta y del medio ambiente en cuanto a factores tales como seguridad de la población, circulación vehicular, servicios públicos y prevención de accidentes en las áreas afectadas por el proyecto.

Se deben implementar los mecanismos que minimicen las dificultades resultantes de la necesidad de reconstruir o reubicar las redes de servicios públicos, tales como: desvíos o cierres del tránsito y, en general, aquellos perjuicios que se puedan causar a la comunidad en las áreas de afectación del proyecto.

Para la obtención de los objetivos mencionados, deberá tenerse en cuenta lo siguiente:

Información y Comunicación Social

Antes de iniciar la obra y durante la ejecución de la misma, El Contratista, coadyudará a La Triple A, en la divulgación del alcance de ésta, los trastornos e incomodidades durante su ejecución y los beneficios que finalmente se obtendrán.

Se pretende con esta información orientar a la comunidad sobre la magnitud y alcance de la obra teniendo en cuenta para ello, entre otros, los siguientes lineamientos:

- Divulgación del alcance de la obra y sus beneficios.
- Información sobre las posibles interferencias y trastornos momentáneos en las condiciones de vida de la población afectada durante la ejecución de los trabajos.
- Variaciones momentáneas o definitivas en la circulación del tránsito vehicular o peatonal.
- Demarcación de las áreas afectadas por la ejecución del proyecto.
- Información previa sobre los cortes o suspensiones en los servicios públicos por necesidades del trabajo o reubicación de los mismos.
- Información a la población afectada sobre aquellas dificultades o variaciones que sufra el proyecto e incomoden a la comunidad.
- Recuperación de las áreas y obras afectadas por el proyecto (zonas verdes, pavimentos, afirmados, andenes, cunetas, arborización, etc.).
- Información sobre los riesgos de accidentes durante la ejecución de las obras y las medidas de control a implementar, con el fin de prevenirlos. Asimismo, la colaboración que se requiere de la comunidad en este sentido.
- Realizar actas de vecindad en conjunto, contratista e interventoría, y registro fotográfico antes de iniciar las obras.

Para el efectivo cumplimiento de estos objetivos, se considera de vital importancia la colaboración de la población afectada a través de sus juntas de acción comunal, juntas administradoras o líderes; pues mediante su participación y conjunción de esfuerzos, indudablemente se produce un mayor beneficio recíproco para las partes. En este sentido, La Triple A, cuenta con el apoyo y logística del área de Desarrollo Comunitario.

Normas para controlar los perjuicios y peligros.

Aparte de las normas para la correcta señalización y seguridad en la obra, las áreas de trabajo, como se estipula en el numeral 3.1, y de lo establecido en el capítulo 8, sobre normas de seguridad e higiene, se tendrá en cuenta un programa de trabajo en el cual se tenga en consideración lo siguiente:

- El Contratista deberá examinar, además de los criterios básicos dirigidos a mitigar el impacto ambiental en el sector del proyecto, los daños del entorno urbano y ecológico.
- El Contratista analizará y fijará en el programa la demarcación de los sitios donde se vayan a colocar los materiales y equipos, al igual que los desvíos del tránsito vehicular y peatonal mediante la utilización de vías alternas estimando los tiempos necesarios para minimizar los perjuicios durante la ejecución de las obras. El Contratista suministrará toda la información adicional que redunde en beneficio de la normal ejecución de las obras.
- Longitud Controlada. En el avance de los trabajos para la instalación de redes de acueducto y alcantarillado, El Contratista salvo ordenes diferentes de la Interventoría tendrá en cuenta las siguientes longitudes controladas para el avance de los trabajos:

Para el caso de trabajos en zonas urbanas de poco tráfico, los extremos entre las actividades de excavación y relleno, incluyendo la reconfiguración del terreno y de las vías, para un

determinado frente de instalación de tuberías en zanjas, no podrán estar separados más de 80 m.

Para el caso de obras en zonas céntricas o de alto volumen de tráfico la longitud de separación entre los trabajos de excavación y relleno no será superior a 30 m.

Para el caso de zonas despobladas o a campo abierto la separación será a criterio de la Interventoría.

Tan pronto como se completen treinta (30) metros de relleno de la zanja con su correspondiente compactación, dependiendo del estado inicial de la vía, se colocará afirmado, se hará una adecuación provisional en suelo cemento o se hará la repavimentación definitiva de la vía. Paralelo a esta actividad, se ejecutarán los engramados, bordillos, cunetas y andenes que hayan sufrido daño o deterioro por la obra que se ejecuta, a menos que La Interventoría indique algo diferente.

La longitud entre los extremos de la excavación y relleno, que se han establecido, no eximen al Contratista de la responsabilidad de tomar todas las precauciones de seguridad para las personas. En contratos de mantenimiento de redes y acometidas de acueducto y alcantarillado, El Contratista no cerrará la totalidad de la vía para efectuar los trabajos.

En caso de circunstancias especiales, la Interventoría autorizará por escrito el cierre total de la vía, contando para ello con el permiso de las autoridades competentes del sitio donde se ejecuten las obras, previendo la señalización necesaria y utilización de vías alternas.

En los contratos que impliquen la construcción y reposición de acometidas de redes de acueducto y alcantarillado, actividades tales como: relleno, botada de escombros, reparación de andenes, cunetas, bordillos, engramados, construcción de cajas y colocación de tapas de medidores se ejecutarán dentro de las veinticuatro (24) horas siguientes a la instalación de la tubería. La repavimentación de las zanjas se hará por parte de personal especializado.

- Demarcación y Aislamiento del Área de los Trabajos: La Triple A por medio de La Interventoría determinará para cada tramo, el límite de la zona de trabajo que podrá ser utilizada por el Contratista y será demarcada en todo su perímetro mediante el uso de cintas tal como se define en la parte correspondiente a señalización. Para los contratos de construcción de redes de acueducto y alcantarillado, los contratistas utilizarán para el cierre de vías, en los sitios donde se le ordene, las barreras fijas o las canecas; éstas permanecerán durante toda la construcción y sólo se retirarán cuando el estado de los rellenos, afirmados, o pavimentos, así lo permitan.
- Manejo de los Materiales de la Excavación: La Interventoría exigirá que los materiales sobrantes, provenientes de la excavación o de las labores de limpieza, sean retirados en forma inmediata de las zanjas y áreas de trabajo, y depositados en los centros de acopio o botaderos debidamente aprobados por las entidades competentes.

En general se prohíbe su disposición en lechos de quebradas, fallas geológicas o en sitios donde previos los estudios de capacidad de soporte de los suelos no permitan su disposición. Tampoco podrán depositarse en lugares que puedan perjudicar las condiciones ambientales o paisajísticas.

Cuando el material proveniente de las excavaciones sirva como material de relleno y se pueda utilizar durante el mismo día, este se podrá acopiar al lado de la zanja, con un retiro adecuado, pero dentro de las áreas demarcadas por la Interventoría.

- Seguridad y Señalización: Aparte de lo estipulado en el numeral 3.1 de estas Normas y en el manual de Normas de Seguridad e Higiene Industrial, el Contratista tendrá a su cargo los planes y programas de desvío del tránsito, la señalización completa de las áreas de trabajo, la

construcción y conservación de pasos temporales vehiculares y peatonales con suficiente amplitud, seguridad, señalización e iluminación en los sitios indicados por la Interventoría.

En ningún caso se utilizarán avisos que no correspondan a las Especificaciones o la interposición de vehículos a manera de avisos.

Para la ejecución de zanjas en cruces de vías importantes o en accesos a garajes, aparcaderos, centros comerciales o similares, el Contratista colocará, para el tránsito de vehículos, pasos vehiculares. De igual manera con las entradas a graneros o tiendas deben proveerse pasos peatonales.

- Exigencias de Entibado y Protección de las Superficies Excavadas: El Contratista está obligado en la ejecución de las excavaciones a aplicar las medidas que garanticen la seguridad del personal de la obra y de la comunidad, las construcciones existentes y la obra misma.

En todo talud vertical donde las condiciones del terreno no garanticen la estabilidad y en los sitios donde la Interventoría lo exija, se colocará entibado y el Contratista será el responsable de garantizar la estabilidad de los taludes y de la protección de todas las superficies expuestas en las excavaciones hasta los trabajos de lleno requeridos. Será responsabilidad del contratista los daños ocasionados por la ejecución de las excavaciones, en edificaciones aledañas a los sitios de trabajo.

El contratista velará por un correcto manejo de las aguas superficiales y subterráneas manteniendo los sistemas de drenaje y bombeo que garanticen la estabilidad de los taludes, limpieza y seguridad del área de trabajo, además de lo establecido en los apartados subsiguientes de estas Normas.

- El agua será conducida por manguera o tubería hasta el cuerpo de agua más cercano, alcantarillado pluvial más cercano, si existe, o al sitio señalado por la Interventoría. En ningún caso se permitirá descargar aguas de infiltración o freáticas, ni de cualquier otra procedencia, sobre la calzada de las vías o zonas aledañas a la obra debido a los perjuicios que ellas podrían causar tanto para la actividad normal del personal de la obra, como a los transeúntes.
- Almacenamiento de Materiales dentro del área de Trabajo: El Contratista de acuerdo con el programa de trabajo contará con centros de acopio de materiales bien ubicados que faciliten su transporte a los sitios donde han de utilizarse. Los centros de acopio tienen por objeto evitar la acumulación de materiales a lo largo de la línea de la construcción de la obra o en los alrededores de la misma, pues impiden la limpieza del área de trabajo, así como el fácil y seguro tránsito de las personas. En caso de acopiar materiales en sitios aledaños a las líneas de trabajos, se deberán señalar adecuadamente con el fin de evitar accidentes a la comunidad y a los propios trabajadores de la obra. En ningún caso esta señalización será objeto de pago al contratista.
- Restricciones para la Ejecución del Trabajo en áreas Residenciales durante la Noche: Excepto en los casos de fuerza mayor y de común acuerdo con la Interventoría, no se permitirán en horas nocturnas y en sectores residenciales la ejecución de trabajos como rotura de pavimentos, hincada de puntales para entibado y cualquier otra labor de tipo mecánico que genere ruidos molestos para los habitantes del sector aledaño; en este caso dará estricto cumplimiento de las resoluciones vigentes en el Ministerio de Salud, mediante las cuales se dictan las normas sobre protección, conservación de salud y bienestar de las personas por causa de la emisión de ruidos, así como las normas vigentes de la autoridad ambiental, decreto 948 de junio de 1995, Reglamento de protección y control de la calidad del aire.
- Control de Agentes Contaminantes Sólidos, Líquidos y Gaseosos: El Contratista además de acatar las normas de seguridad, tendrá especial cuidado en preservar las condiciones del medio ambiente principalmente en lo relativo al manejo y operación del equipo mecánico para la

ejecución de los trabajos, para lo cual, evitará el vertimiento al suelo y a las aguas, de las grasas y aceites, teniendo en cuenta todas las normas de seguridad en cuanto al uso de combustibles y lubricantes; además, hará uso de las recomendaciones de las casas fabricantes en cuanto a las normas sobre niveles de ruido y emisión de material particulado o gases, siendo responsabilidad del Contratista su previsión así como los perjuicios que se ocasionen por el incumplimiento u omisión en acatarlos.

- **Energía Eléctrica:** El Contratista contará con las instalaciones que garanticen el suministro continuo de energía eléctrica suficiente para sus instalaciones y operaciones relacionadas con la instalación de redes de acueducto y alcantarillado y, en general de las obras que realice.

Tanto las señales como las protecciones estarán adecuadamente iluminadas con dispositivos de luz fija, intermitente o ambos, que sirvan como guías para la circulación vehicular y peatonal durante la noche y en circunstancias especiales.

- Cuando en el sitio del proyecto no sea posible el uso de acometida oficial de energía, el Contratista instalará una planta o generador apropiados.
- **Seguridad del Personal de la Obra y del Público en General:** El Contratista acatará las disposiciones legales vigentes relacionadas con la seguridad del personal que labora en las obras y del público que directa o indirectamente pueda afectarse por la ejecución de las mismas, acatando entre otras la resolución 02413 del 22 de mayo de 1979 del Ministerio de Trabajo y Seguridad Social, por el cual se dicta el reglamento de Higiene y Seguridad para la industria de la construcción, Ley 52 de 1993.

Se tendrán en cuenta además las siguientes normas:

Todo el personal que labore en las obras se dotará de los elementos de seguridad acordes con las actividades que realice.

En caso de trabajos nocturnos, se suministrará la iluminación suficiente y limitará los niveles de ruido a los permisibles para no afectar el bienestar de la comunidad.

El Contratista adoptará todas las medidas de seguridad para el control de aquellos factores que puedan afectar la salud y bienestar de la comunidad, tales como: voladuras, presencia de polvo, emanación de gases o cualquier otro elemento contaminante.

- **Limpieza:** El Contratista mantendrá limpios todos los sitios de la obra, evitando la acumulación de desechos y basuras, los cuales serán trasladados a los sitios de disposición. Bajo ningún motivo se permitirá la quema de materiales de desechos.

Las labores de limpieza se realizarán diariamente y deberán quedar listas al finalizar cada jornada de trabajo.

Manejo y control en la prestación de los servicios públicos.

Antes de la iniciación de los trabajos, con el objeto de evitar interferencia o daños en los servicios públicos existentes, el Contratista realizará las investigaciones de campo necesarias, mediante el estudio de los planos de las redes y en caso de necesidad realizar apiques de inspección, trincheras o utilizar cualquier método de investigación.

En todos los casos el Contratista acatará las recomendaciones de la Interventoría para garantizar la continuidad de los servicios. Si se producen obstrucciones, daños o deterioros de las instalaciones de los servicios, los costos de correcciones serán por cuenta del Contratista. En caso que las reparaciones sean realizadas por La Triple A, su costo será descontado al Contratista, previa liquidación del valor de la mano de obra, materiales, herramienta y equipo utilizados de acuerdo con

los precios que se tienen reglamentados. Cuando se presente necesidad de hacer relocalización de servicios, ésta se realizará con anterioridad a la iniciación de los trabajos propios de la obra.

Los servicios de alcantarillado existentes se mantendrán durante la ejecución de las obras, mediante desviaciones y bombeos que garanticen la excavación en forma normal. Los servicios de acueducto se conservarán mediante la colocación de tuberías provisionales.

Los servicios de energía eléctrica y teléfonos se protegerán en forma adecuada mediante acodalamientos, temples o rigidizadores para lo cual se aplicarán los cambios estructuralmente necesarios.

Cuando durante la ejecución de las obras del contrato, se encuentre cajas, pozos, tuberías, ductos, canalizaciones u otro tipo de estructuras, El Contratista deberá en lo posible conservarlas; pero en caso de su demolición se evitarán las interrupciones en los servicios y tomarán las precauciones suficientes para minimizar las molestias a los usuarios.

Manejo del tránsito vehicular y peatonal.

El Contratista, previo análisis del programa de obras a ejecutar, estudiará y planeará las medidas encaminadas a evitar las obstrucciones del tránsito peatonal y vehicular en las áreas del proyecto y especialmente en sectores de alta concentración de tráfico. El Contratista preparará en forma cuidadosa los programas relativos a los desvíos, señalización y seguridad en coordinación con la Interventoría para obtener los permisos de las autoridades competentes.

El Contratista garantizará el acceso a las edificaciones anexas a la obra, con el fin de atenuar los efectos negativos que se generen durante la ejecución de la misma. En cuanto a la circulación vehicular y peatonal se implementarán, entre otras, las siguientes medidas:

- Adecuación de las vías alternas que puedan servir como desvíos provisionales, para lo cual el Contratista actuará, en coordinación con La Triple A, para la obtención de los permisos de las autoridades competentes.
- El Contratista tendrá en cuenta en su programa de trabajo, el análisis de aquellos sectores donde las obras causen mayores incomodidades y traumatismos, para que, en coordinación con la Interventoría, se ejecuten los trabajos en el menor tiempo posible utilizando los días feriados, horas nocturnas y turnos adicionales o los horarios que menor impacto comunitario tengan, conocidas las costumbres de la comunidad.
- Para los cruces de vías y para aquellos sitios en que no sea posible la utilización de desvíos provisionales, los trabajos se realizarán de tal manera que se garantice el tránsito y programará, en lo posible, su ejecución en fines de semana; se debe evitar al máximo la realización de actividades en horas pico de circulación de tránsito vehicular o peatonal. Se evitará la creación de obstáculos que restrinjan la fluidez del tránsito. Los vehículos y las maquinas autopropulsadas se ubicarán preferiblemente dentro del área protegida de trabajo; de lo contrario, deberán estacionarse de conformidad con las normas establecidas por las entidades de tránsito.

En aquellas vías cuyo acceso deba cerrarse al tránsito debido a la ejecución de las obras, éstas se protegerán con barricadas señalizando los desvíos de tal manera que sean fácilmente observables.

Durante la noche se colocarán señales luminosas (luz fija o intermitente) y en casos especiales, a juicio de La Interventoría, se dejarán vigilantes debidamente equipados. El Contratista en coordinación con la Interventoría, se encargará de la consecución de los permisos con las diversas autoridades y se comprometerá a acatar las normas estipuladas por las mismas en cuanto a la utilización de señales informativas, preventivas y reglamentarias.

El Contratista deberá construir, instalar y mantener puentes o pasos provisionales que garanticen los accesos a edificaciones bloqueadas durante la construcción de las obras.

Protección, adecuación y cuidado de los sitios de trabajo.

El Contratista es responsable por los daños que se puedan ocasionar en las propiedades privadas, y demás elementos que conforman las vías públicas, tales como: zonas verdes, andenes, cordones, cercos, engramados, pavimentos, cunetas, etc.; en consecuencia, tomará todas las medidas necesarias para su protección.

En este último caso las estructuras, serán reemplazadas o reconstruidas tan pronto como sea posible de acuerdo con la Interventoría.

El Contratista tendrá especial cuidado en restablecer aquellas superficies o zonas afectadas por la ejecución de las obras en forma tal que las condiciones de reposición sean iguales o mejores que las que se tenían antes de la iniciación de los trabajos, para lo cual se recomienda la toma de fotos con el fin de determinar su estado inicial. El Contratista acatará las indicaciones de estas Normas y Especificaciones Técnicas y las instrucciones de la Interventoría para la reconstrucción de pavimentos, andenes, sardineles, zonas verdes, cercas y postes o cualquier otra obra que pueda ser afectada.

El Contratista protegerá al máximo los árboles y arbustos existentes; en caso de ser necesario su remoción se tendrá en cuenta lo establecido por las autoridades competentes. Los árboles ornamentales plantados en separadores, zonas verdes o parques que sea necesario cortar durante la ejecución de los trabajos, serán reemplazados por arboles de la misma clase o especies aprobadas por La Interventoría. Para su siembra se utilizará la técnica adecuada y recomendada tomando las precauciones necesarias que garanticen su arraigue y desarrollo. Los árboles o plantas que han de ser transplantados se conservarán en perfecto estado. Después de sembrados se les aplicará riegos de insecticidas, fertilizantes y cualquier otro material necesario para evitar su deterioro.

3.3.2. EXCAVACIÓN EN ZANJA PARA REDES DE ALCANTARILLADO Y DE ACUEDUCTO

Estos trabajos consisten en las operaciones necesarias de limpieza del terreno, explanación, excavación y perfilado de taludes de las zanjas para la instalación de tuberías, obras de cruce y en general, cuantas zanjas sean necesarias realizar, de acuerdo con la definición de secciones y rasantes contenidas en los Planos o como lo indique el interventor.

La excavación podrá ejecutarse por métodos manuales (pico y pala), utilizando equipo mecánico especificado o explosivos, pero la decisión respectiva queda sometida a la aprobación de la Interventoría.

Para la instalación de tuberías de acueducto y alcantarillado, los anchos para las zanjas en toda su profundidad en función del diámetro de la tubería son: Ver esquema de Construcción 2 y 3.

Diámetro de la tubería	Ancho para alcantarillado (Metros)	Ancho para acueducto. (Metros)
90 y 110 mm (3" y 4")		0,40
160-200mm (6" y 8")	0,60	0,50
250-300mm (10" y 12")	0,70	0,60
350-400mm (14" y 16")	0,80	0,70
450 mm (18")	0,90	0,80
500-525mm (20" y 21")	1,00	0,90
600mm (24")	1,10	1,00
700mm (27")	1,30	1,10

Diámetro de la tubería	Ancho para alcantarillado (Metros)	Ancho para acueducto. (Metros)
800mm (30")	1,40	1,20
825mm (33")	1,40	1,30
900mm (36")	1,50	1,40
1000mm (40")	1,80	1,60

Para diámetros mayores de 1000 mm (40"), el ancho de la zanja en toda su profundidad será igual al diámetro exterior de la tubería más 0,40 m a cada lado para alcantarillado y 0,30 m a cada lado para acueducto. Cuando la campana de la tubería sea más ancha que el cuerpo del tubo, se añadirá a los anchos descritos, el espesor de la campana a cada lado.

Si se contempla que el lleno de la zanja se realice con relleno fluido lo anteriormente citado no se aplica y en cualquier caso, será el mayor diámetro externo de la tubería más 0,15 m a lado y lado.

La excavación requerida para la instalación de los accesorios queda incluida en los anchos para zanjas antes mencionados.

Los límites mínimos de profundidad en zonas verdes o peatonales serán de 0,80 m y vehiculares de 1,20 m a la cota clave de la tubería.

Condiciones generales

La excavación de la zanja, comprenderá todas las operaciones precisas para la ejecución de la misma de acuerdo con las alineaciones y secciones indicadas en los Planos, y se realizará de forma que se asegure en todo momento un rápido desagüe en caso de inundaciones, producto de lluvias o fugas.

El Contratista notificará a la Interventoría con la antelación suficiente, el comienzo de las excavaciones, a fin de que ésta pueda efectuar las mediciones necesarias sobre el terreno inalterado.

Como regla general no debe adelantarse la excavación más allá de la distancia que se vaya a instalar de tuberías en el día, teniendo en cuenta los rendimientos de las operaciones de excavación, instalación y relleno. Nunca se debe dejar destapada una zanja más de un día.

En caso de que los materiales encontrados en las cotas especificadas no sean apropiados para el apoyo de las tuberías (material orgánico, lodos, material de relleno sin compactar, etc.) o que sea necesario excavar a una profundidad adicional, la excavación deberá llevarse hasta donde lo ordene la Interventoría, y se rellenará hasta el nivel deseado con material de relleno seleccionado o el material que indique el interventor.

Si al realizar la excavación apareciesen materiales deslizables, blandos e inadecuados se retiraran en la misma forma y condiciones que la excavación normal, siendo sustituidos por materiales adecuados.

El interventor podrá autorizar la utilización del material sobrante de excavación para disponerlo en otro frente de trabajo como relleno con material seleccionado del sitio, este transporte queda incluido dentro del precio de retiro de material, el cual está involucrado en el valor unitario de la excavación.

Los excesos de excavación sobre lo aprobado por la Interventoría no se pagarán, siendo también por cuenta del Contratista el volumen de la cimentación o material de relleno que se precise para ocupar el espacio excavado en exceso. Se considera sobreexcavación todo el volumen excavado que exceda el ancho de excavación indicado en el presente artículo, de acuerdo a las cotas del terreno definidas en el acta de replanteo.

Los materiales resultantes de las excavaciones son de propiedad de la entidad contratante, como también las tuberías, accesorios, etc., que resulten en las zanjas, con motivo de la construcción o reemplazo de redes para servicios públicos.

En las excavaciones que presenten peligro de derrumbarse, debe colocarse un entibado que garantice la seguridad de los obreros que trabajan dentro de la zanja, lo mismo que la estabilidad de las estructuras y terrenos adyacentes, es decir, el Contratista deberá prever el empleo de entibaciones en todos aquellos tramos de zanja en los que la seguridad del trabajo así lo requiera. La Interventoría podrá determinar el empleo de la misma pero únicamente el Contratista será el responsable de cualquier accidente ocurrido por ausencia de la entibación. Los derrumbes que así se produjeran no serán considerados como excavación y el contratista se verá obligado a rellenar el volumen de tierra, sin derecho a pago.

En el caso de aparición de manantiales se les facilitará también un desagüe provisional y efectivo, procediendo con rapidez a la ejecución de drenes, o en caso necesario, a la construcción de estructuras necesarias para el manejo del agua.

En el caso de que aparezca agua en las zanjas o cimentaciones, se utilizarán los medios e instalaciones auxiliares necesarios para abatirlas, siendo por cuenta del Contratista todos los gastos ocasionados con este fin, estos se considerarán cubiertos dentro del precio de la excavación.

El contratista deberá proteger el material producto de excavación que posteriormente será utilizado como material de relleno del sitio, con los medios adecuados (barreras protectoras, telas plásticas, etc.), contra la acción de las aguas lluvias, escorrentías superficiales u otras fuentes.

El material excavado se colocará de forma que no se obstruya la buena marcha de las obras ni los cruces de vías o caminos que haya en las inmediaciones; procurando además, no obstaculizar la entrada a casas o edificios, a fin de causar el menor perjuicio a los vecinos. Las pilas o terraplenes que se formen deberán tener forma regular, superficies lisas que favorezcan la escorrentía de las aguas y taludes estables que eviten cualquier derrumbamiento.

Durante la ejecución de los trabajos se tomarán las precauciones adecuadas para no disminuir la resistencia del terreno no excavado.

En los casos en que por inestabilidad del terreno aun tomando las medidas de entibación, se produjeran derrumbamientos, la sobreexcavación que resultara no se pagará, así como los rellenos que para recuperar el perfil correcto ordenará ejecutar la Interventoría. Todos estos gastos los asumirá el Contratista y se suponen incluidos en los precios unitarios de excavación.

La excavación de los taludes se realizará adecuadamente para no dañar la superficie final, evitar la descomposición prematura o excesiva de su pie, e impedir cualquier otra causa que pueda comprometer la estabilidad de la excavación final.

El material excavado se retirará del borde de la excavación 0,5 m y no podrá colocarse de forma que represente un peligro para las construcciones existentes, por presión directa o por sobrecarga de los rellenos contiguos. En el caso de que el ancho de la vía no permita aplicar lo descrito anteriormente, el contratista deberá contemplar el retiro provisional del material de excavación a un centro de acopio para ser utilizado posteriormente en el relleno de la zanja sin que esto genere costo adicional de las actividades de excavación y relleno.

Los fragmentos de roca y bolos de piedra que se obtengan de la excavación y que no vayan a ser utilizados directamente en las obras, se acopiarán y emplearán si procede, en la protección de taludes o canalizaciones de agua que se realicen como defensa contra la posible erosión de zonas vulnerables, y en cualquier otro uso o disposición final que indique el Interventor.

La ejecución de zanjas en la vía pública se iniciarán una vez se hayan obtenido los permisos correspondientes y colocado la señalización de obra necesaria y exigida por la Interventoría. La señalización de las zanjas abiertas, se realizará en toda su longitud de acuerdo a lo que se establece en las presentes especificaciones; las señalizaciones especiales de tráfico se ordenarán en cada caso por el Interventor.

Es indispensable que antes de iniciar las excavaciones se tengan los planos de las redes de las otras entidades de servicios públicos y mediante apiques se compruebe esta información, estableciéndose claramente los sitios donde están las redes de acueducto, alcantarillado, hidrantes, válvulas, cajas telefónicas, redes de gases, redes de fibra óptica, redes eléctricas, etc., para que no exista la posibilidad de accidente o interferencia de las redes existentes con las nuevas redes a instalar.

Las redes de servicio público que estén cruzando la zanja deberán apuntalarse y protegerse para evitar su rotura durante las labores de excavación, instalación y relleno.

Las paredes de las zanjas se deberán excavar y mantener prácticamente verticales, excavadas uniformemente de modo que el espacio libre entre paredes y la tubería sea igual.

Las zanjas de profundidad superior a 1,50 m contarán con escaleras que rebasen aproximadamente en 1,0 m el borde de excavación. Estas escaleras deberán estar ancladas para evitar desplazamientos horizontales cuando suban o bajen los operarios.

Se dispondrá una escalera cada 30,0 m manteniendo la zanja libre de obstáculos para poder alcanzar fácilmente cualquier escalera.

Los trabajadores que permanezcan dentro de las zanjas con profundidades superiores a 1,5 m deberán utilizar cinturón o arnés provistos con línea de vida, además se mantendrá una persona en el exterior que podrá actuar como ayudante en los trabajos y podrá dar la alarma en caso de emergencia.

En zanjas estrechas (menor de 1,0 m de ancho) se dejará sin excavar tabiques verticales de 0,5 m de ancho a cada 3,0 m o la distancia que considere la Interventoría.

En casos donde se desconoce la atmosfera del sitio de trabajo el contratista deberá verificar esta información utilizando los equipos de la empresa o en su defecto si estos están ocupados o averiados deberá disponer de uno.

El Contratista iniciará las excavaciones previa autorización de la Interventoría cuando cumpla con todas las solicitudes anteriormente descritas y además con los requerimientos de seguridad y salud ocupacional.

3.3.2.1. Excavación a mano en material común, roca descompuesta, a cualquier profundidad y bajo cualquier condición de humedad. Incluye retiro a lugar autorizado.

Quedará comprendido dentro de esta clasificación todo material común y/o pedregoso que se pueda separar del sitio por medio de pico y pala, sin intervención de explosivos y sin que sea indispensable usar equipo mecanizado especial para sacarlo al lado, es decir, el material que se deje aflojar con el pico y que se pueda remover con la pala manual.

En el caso en que aparezca agua en las zanjas, ya sea por nivel freático, lluvias, infiltraciones, fugas de acueducto o de corrientes superficiales, se utilizarán los medios e instalaciones auxiliares necesarias para abatirlas, siendo por cuenta del contratista todos los gastos ocasionados con este fin, estos se considerarán cubiertos dentro del precio de excavación. El interventor no permitirá el trabajo de instalación de tubería en una excavación inundada por el agua.

Al momento de comenzar los trabajos de excavación manual el ingeniero interventor o el jefe de obra deberá decidir la necesidad de utilizar o no entibados, dejar tabiques verticales o cualquier otra medida que evite el riesgo de sepultamiento o daño a construcciones o redes vecinas por causa de derrumbamiento.

Antes de comenzar los trabajos se deberá verificar el buen estado de las herramientas de mano.

Será obligatorio para trabajar en el interior de las zanjas, el uso de cascos de seguridad homologado y botas de seguridad con puntera de acero homologadas, o en su caso botas pantaneras. Los guantes a usar en cada caso, dependerá de las circunstancias que se den en cada momento (tipo de trabajo, presencia de agua y características de esta agua, etc.).

En caso de presencia de agua en la zanja, se usarán botas impermeables de goma.

Si la atmósfera de trabajo en el interior de la zanja no es apta para la respiración de deberá emplear máscaras adecuadas o equipos de ventilación.

Para trabajos en excavaciones de más de 1,50 metros de profundidad deberá utilizarse cinturón o arnés provistos con línea de vida.

Los productos removidos, escarificados o excavados, se transportarán en su totalidad a los botaderos autorizados por las entidades reguladoras.

Dotación exigida

Casco de seguridad tipo I clase A (Norma NTC 1523), guantes tipo ingeniero (Norma NTC 2190), cinturón ergonómico (Norma NTC 2021), botas punta de acero (Norma NTC 2257), botas pantaneras (Norma NTC 1741)

Nota: Los detalles técnicos de la dotación exigida se pueden consultar en las Normas Icontec consignadas, en el manual de seguridad de la Empresa y en el capítulo 8 de estas especificaciones.

3.3.2.2 Excavación a máquina en material común, roca descompuesta, a cualquier profundidad y bajo cualquier condición de humedad. Incluye retiro a lugar autorizado.

Quedará comprendido dentro de esta clasificación todo material común y/o pedregoso. En el caso en que aparezca agua en las zanjas, ya sea por nivel freático, lluvias, infiltraciones, fugas de acueducto o de corrientes superficiales, se utilizaran los medios e instalaciones auxiliares necesarias para abatirlas, siendo por cuenta del Contratista todos los gastos ocasionados con este fin, éstos se considerarán cubiertos dentro del precio de excavación. El interventor no permitirá el trabajo de instalación de tubería en una excavación inundada por el agua.

Cuando en la ejecución de la zanja se emplee equipo mecánico las excavaciones se llevarán hasta una cota 0.10m por encima de las indicadas en los cortes, con el objeto de excavar el resto por medios manuales y de manera cuidadosa hasta llegar a la profundidad de corte especificada. En caso de que los materiales encontrados a las cotas especificadas de cimentación de la tubería no sean apropiados, la excavación se llevará hasta la profundidad indicada por el interventor, quien ordenará el material de base a utilizar.

Será necesario acotar con señalización la zona de influencia de la máquina de forma que ninguna persona ajena a la obra ingrese dentro de este límite. Se aconseja la distancia prudencial de 3 metros de separación de la máquina.

Será obligatorio para trabajar en el interior de las zanjas, el uso de casco de seguridad homologado y botas de seguridad con punteras de acero homologadas, o en su caso botas pantaneras. Los guantes a usar en cada caso dependerá de las circunstancias que se den en cada momento (tipo de

trabajo, presencia de agua y características de esta agua, etc.). El operador de la maquina debe tener su dotación la cual incluirá casco de seguridad y deberá utilizar protector auditivo de copa.

En caso de presencia de agua en la zanja se usarán botas impermeables de goma.

Una vez identificadas los trazados de las redes de servicios públicos se extremaran las medidas de precaución cuando se labore en cercanías de estas.

Los productos removidos, escarificados o excavados, se transportarán en su totalidad a los botaderos autorizados por las entidades reguladoras.

La disposición final del material de excavación, si se requiera utilizar en otra obra de la entidad contratante, el contratista lo transportará sin costo a cualquier sitio que indique la Interventoría dentro del Área Metropolitana de Barranquilla, en el entendido que la obra se ejecute dentro de esta misma área. En el caso que el material a transportar provenga de municipios por fuera del Área Metropolitana, éstos deberán ser transportados sin costo adicional por el contratista hasta una distancia máxima de 15 km, incluidos peajes.

Dotación exigida

Casco de seguridad tipo I clase A (Norma NTC 1523), guantes tipo ingeniero (Norma NTC 2190), protectores auditivos tipo copa (Norma NTC 2950), botas punta de acero (Norma NTC 2257), botas pantaneras (Norma NTC 1741)

Nota: Los detalles técnicos de la dotación exigida se pueden consultar en las Normas lcontec consignadas, en el manual de seguridad de la Empresa y en el capítulo 8 de estas especificaciones.

Medida y pago para excavaciones en zanja:

Generalidades.

Esta parte de la obra consistirá en el suministro de la mano de obra, planta, equipo y la ejecución de todo lo requerido para realizar las excavaciones de acuerdo a las especificaciones del presente capítulo, incluido el retiro de material sobrante proveniente de la excavación.

No habrá medida ni pago por separado por la realización de los siguientes trabajos requeridos para completar esta parte de la obra:

- 1) El despeje, el descapote, la limpieza, ejecutadas en las áreas donde se instalará la tubería.
- 2) Excavaciones ejecutadas por fuera de los límites de excavación mostrados en los planos o indicados por la Interventoría, que sean llevados a cabo por el Contratista intencional o accidentalmente, aunque tales excavaciones hayan sido aprobadas por la Interventoría.
- 3) Rellenos de las excavaciones ejecutadas por fuera de los límites indicados en los planos.
- 4) Sobrecostos requeridos para la instalación de accesorios durante el proceso de instalación de tuberías.
- 5) Reparaciones por daños en estructuras, cajas, bordillos, andenes, ductos, sumideros, pozos, etc., existentes por causa del empleo de los trabajos de excavación.
- 6) Reposición y/o reubicación de las redes de servicios que interrumpan en el trazado de la obra, conocida o no su existencia antes del inicio de la obra. Salvo que el diseño indique su reposición o reubicación.
- 7) Los derrumbes que se presenten en la obra cualquiera que sea el motivo.

- 8) El corte de las raíces que se encuentren en las excavaciones requeridas para la obra.
- 9) Control de aguas durante la construcción.
- 10) Cargue, transporte, descargue del material sobrante y si se requiera utilizar en otra obra de la entidad contratante, el contratista lo transportará sin costo a cualquier sitio que indique la Interventoría dentro del Área Metropolitana de Barranquilla, en el entendido que la obra se ejecute dentro de esta misma área. En el caso que el material a transportar provenga de municipios por fuera del Área Metropolitana, éstos deberán ser transportados sin costo adicional por el contratista hasta una distancia máxima de 15 km, incluidos peajes.
- 11) Los demás trabajos que deberá ejecutar el Contratista para cumplir lo especificado en este Capítulo y que no son objeto de ítems separados de pago.
- 12) Retiro y reposición de árboles que sean necesarios durante el proceso de excavación.
- 13) Excavaciones adicionales ejecutadas para la colocación de entibados o cualquier estructura de retención.
- 14) Las actividades necesarias para proteger el material producto de excavación de la acción de las aguas lluvias, de escorrentías superficiales u otras fuentes.
- 15) En tramos de vías o zonas con anchos reducidos, ya sea por barreras naturales o edificaciones, el contratista contemplará dentro de la actividad de excavación que corresponda, la maniobra de retiro del material de excavación a un centro de acopio cercano y puesta de este en el sitio nuevamente para su utilización en rellenos si así se dispone.

Requisitos para medida y pago de excavaciones

- 1) La Interventoría no autorizará la medida y pago de un volumen excavado de material, hasta que el Contratista haya completado a satisfacción de la Interventoría y de acuerdo en todo con las Especificaciones, los siguientes trabajos que se relacionan con algunas partes de la obra:
- 2) En las excavaciones en corte abierto, haber completado los trabajos de soporte y protección con alguno de los sistemas requeridos.
- 3) En cualquier excavación, haber recolectado y manejado adecuadamente las aguas.
- 4) Haber efectuado la limpieza y preparación de las superficies excavadas y de las áreas de trabajo aledañas a la excavación.
- 5) Haber efectuado el cargue y transporte del material excavado y del proveniente de las labores de limpieza y descapote hasta las zonas de botadero o de depósito aprobadas por la Interventoría.
- 6) La reposición y ó reubicación de todas las redes de servicios existentes que se vean afectadas.

El pago de la excavación para la instalación de las tuberías, se hará de la siguiente forma:

El 50 % cuando el Contratista cumpla con los requisitos para medida y pago de la excavación de un tramo dado.

El 50% restante cuando el Contratista complete todos los trabajos en dicho tramo, los cuales deberán incluir la instalación de la tubería, la colocación del relleno, retiro del material sobrante de la excavación y la reconstrucción del terreno a las condiciones iniciales o especificadas en el diseño.

Medida

Para excavaciones de instalación de redes secundarias de acueducto en diámetros de 90 mm, 110 mm, 160 mm y 200 mm, la unidad de pago será el metro cúbico (m³), deberá cumplirse con los anchos de excavación descritos en el numeral 3.3.2. La profundidad de excavación será de 0,80 m a cota clave en zonas verdes, 1,20 m a cota clave en vías vehiculares o de acuerdo a lo indicado por el interventor.

Para excavaciones de instalación de redes de conducción de acueducto en diámetros igual o mayor de 250 mm, la unidad de pago también será el metro cúbico de material excavado comprendido entre la superficie natural del terreno, definida en el acta de replanteo, los anchos de excavación descritos en el numeral 3.3.2., y las cotas mostradas en los planos.

Para excavaciones de instalación de redes secundarias de alcantarillado en diámetros de 150 mm y 200 mm (6" y 8"), la unidad de pago será el metro cúbico (m³), deberá cumplirse con los anchos de excavación descritos en el numeral 3.3.2., la profundidad de excavación será de acuerdo a lo indicado en los planos del proyecto y los cálculos de diseño o lo indicado por el Interventor.

Para excavaciones de instalación de colectores de alcantarillado en diámetros igual o mayor de 250 mm (10"), la unidad de pago también será el metro cubico de material excavado comprendido entre la superficie natural del terreno, definida en el acta de replanteo y las cotas mostradas en los planos, deberá cumplirse con los anchos de excavación descritos en el numeral 3.3.2.

Pago

El pago se efectuará al precio unitario indicado en el Formulario de Precios de la Propuesta e incluirá la ejecución de todos los trabajos necesarios para llevar a cabo las excavaciones, el suministro de todos los materiales, instalaciones, equipo, transporte, energía y mano de obra necesarios para completar todos los trabajos relacionados con la misma que no tendrán medida ni pago por separado según lo establecido en este numeral.

Ítems	Descripción	Unidad
3.3.2.1	Excavación a mano en material común, roca descompuesta, a cualquier profundidad y bajo cualquier condición de humedad (incluye retiro a lugar autorizado).	m ³
3.3.2.2	Excavación a máquina en material común, roca descompuesta, a cualquier profundidad y bajo cualquier condición de humedad (incluye retiro a lugar autorizado).	m ³

3.3.4. EXCAVACIONES PARA ESTRUCTURAS

La excavación para la cimentación de una estructura deberá ceñirse a los alineamientos, pendientes y cotas indicados en los planos u ordenados por el Interventor. Cuando se deba utilizar formaleta, la excavación se podrá extender fuera de las caras verticales del concreto de acuerdo a los límites establecidos en la tabla siguiente. En caso de que llegada la excavación a la profundidad especificada en planos y el suelo no tenga las condiciones adecuadas, este será removido, previa aprobación de la Interventoría, y reemplazado por uno de buena calidad.

TABLA 3.3.4.1

Tipo de estructura	Extensión perimetral excavación (m)
Pozo de inspección	0,25
Caja de válvulas	0,20
Muros de tanques y estaciones de bombeo	1,00
Registros domiciliarios de alcantarillado o manijas	0,20

El contratista deberá programar las excavaciones de forma continua de manera que al llegar al nivel de cimentación disponga de todos los recursos necesarios para ejecutar las actividades subsiguientes de cimentación tales como (solados, mejoramiento y/o estabilización del suelo).

Lo anterior con el objeto de evitar derrumbes y exponer por tiempo prolongado el suelo de fundación a los efectos de la intemperie, principalmente si la construcción se adelanta en época de lluvias.

El material proveniente de las excavaciones podrá ser utilizado en la obra de acuerdo a criterio de la Interventoría, por lo que será retirado y acopiado en sitios asignados por esta, donde no cause obstrucciones al tráfico peatonal, vehicular y ningún tipo de riesgo para el medio ambiente.

El contratista tomará las medidas correspondientes para proteger el material de acopio contra la acción de aguas lluvias, viento, escorrentía y utilización indebida por terceros.

Tal como se indicó, todo material inadecuado que se halle al nivel de cimentación deberá ser excavado y reemplazado por material indicado en los diseños seleccionado o por concreto, según lo determine la Interventoría.

Toda sobre-excavación, ejecutada por fuera de las cotas y lineamientos autorizados, deberá ser subsanada por el contratista sin pago alguno, de acuerdo con los procedimientos aceptados por la Interventoría.

Elementos de Seguridad

La ejecución de esta actividad, dependiendo de su magnitud y naturaleza se ejecutará de forma manual y/o con la maquinaria apropiada. La dotación y elementos de protección para la seguridad del personal encargado de ejecutar los trabajos deberán ser los adecuados.

Parte del cuerpo	Elemento de protección	Norma Icontec
Ojos y Cara	Gafas de seguridad	1771 y 1825
Cabeza	Casco de seguridad tipo I	1523
Manos	Guantes tipo ingeniero	2190
Pies	Botas de seguridad puntera de acero	2257
	Botas pantaneras	1741

Medida y Pago

La unidad de medida para este ítem será el metro cúbico (m³). En este precio queda incluido el cargue, retiro, transporte, descargue y disposición final del material sobrante a los sitios previstos o en los planos o en su defecto a los indicados por La Interventoría. La distancia libre de acarreo de estos materiales es de 15 km., medidos desde el centro de gravedad de la obra, y sin ningún costo dentro del Área Metropolitana de la Ciudad. La cantidad de unidades por pagar se determinará mediante el cálculo de volúmenes resultantes de la diferencia entre la topografía de las superficies de los terrenos antes y después de los trabajos.

Los productos removidos, escarificados o excavados, se transportarán en su totalidad a los botaderos autorizados por las entidades reguladoras.

Perfilación de los taludes a las cotas indicadas por los planos, o por la interventoría, esto aplica principalmente en la construcción de rellenos sanitarios, lagunas, y cualquier otro tipo de excavación a cielo abierto.

Pago

El pago se efectuará al precio unitario indicado en el Formulario de Precios de la Propuesta e incluirá la ejecución de todos los trabajos necesarios para llevar a cabo las excavaciones, el suministro de todos los materiales, instalaciones, equipo, transporte, energía y mano de obra necesarios para completar todos los trabajos relacionados con la misma, que no tendrán medida ni pago por separado según lo establecido en este numeral.

Lo anterior aplica a los siguientes ítems:

Ítems	Descripción	Unidad
3.3.4.1	Excavación a mano en material común, roca descompuesta, a cualquier profundidad y bajo cualquier condición de humedad. Incluye retiro a lugar autorizado.	m ³

3.4. INSTALACIÓN Y CIMENTACIÓN DE TUBERÍA

3.4.4. INSTALACIÓN DE TUBERÍAS DE ACUEDUCTO

3.4.4.1. Instalación de Tuberías de Polietileno de Alta Densidad (PEAD) y Accesorios, Para Acueducto

- A. Clasificación de las tuberías
- B. Presentación de la tubería
- C. Sistemas de unión
 - 1. Uniones por termofusión
 - 2. Uniones por electrofusión
 - 3. Uniones con accesorios mecánicos

Definición de Polietileno

Es un producto plástico, incoloro, translúcido, termoplástico, graso al tacto y blando en pequeños espesores, siempre flexible, inodoro, no tóxico, que se descompone a una temperatura alrededor de los 300 °C y menos denso que el agua. Se obtiene por la polimerización del Etileno, producto resultante del craqueo de la nafta del petróleo.

CLASIFICACIÓN DE LAS TUBERÍAS

Según la Densidad del Polietileno

Según la densidad de los polietilenos que actualmente se emplean en la fabricación de tuberías, se distinguen tres grandes grupos:

- Polietileno de baja densidad (PEBD): (0,910 – 0,925 g/cm³).
- Polietileno de media densidad (PEMD): (0,926 – 0,940 g/cm³).
- Polietileno de alta densidad (PEAD): (> 0,941 g/cm³).

La Triple A emplea polietileno de baja densidad (PEBD) en las acometidas de diámetro menor que 50 mm. El polietileno de alta densidad (PEAD) se usa en las redes de distribución para diámetros entre 90 y 500 mm.

Según la Presión Nominal Máxima

Se encuentran tuberías de polietileno fabricadas para presiones nominales desde 4 hasta 16 bares, denominadas así:

TABLA 3.4.4.1.1

Denominaciones en Bares	Mpa	m.c.a.
PN-4	0,40	40,78
PN-6	0,60	61,07
PN-10	1,00	101,97
PN-12,5	1,25	127,46
PN-16	1,60	163,15

m.c.a.: metros de columna de agua.

PN: Presión Nominal

Como la tubería de polietileno tiene la dimensión externa controlada, los diámetros externos de los tubos siempre serán los mismos y lo que cambiará será el espesor de pared. La diferencia está en la relación diámetro espesor (RDE) de la tubería.

Presentación de la Tubería

Las tuberías de polietileno para redes de acueducto están disponibles en:

- Rollos de 50 a 150 metros: para diámetros desde 16 mm hasta 110 mm.
- Tubos de 6 hasta 12 metros: para diámetros de 160 mm en adelante.

SISTEMAS DE UNIÓN

Existen tres tipos de uniones para las tuberías y accesorios de polietileno como son: Termofusión, Electrofusión y Uniones Mecánicas (Ver Tabla 3.4.4.1.2 Tipos de Uniones permitidos según diámetro de la Tubería de Polietileno). El operador de la maquinaria de soldadura debe ser competente en los métodos de instalación y uniones del polietileno, por lo que deberá poseer la habilidad y el conocimiento para ejecutar uniones de una alta calidad. El operador deberá haber recibido un entrenamiento formal bajo la supervisión de un instructor calificado, por lo que debe estar acreditado por Triple A.

TABLA 3.4.4.1.2

TIPOS DE UNIONES PERMITIDOS SEGÚN DIÁMETRO DE LA TUBERÍA DE POLIETILENO

Diámetro	Tipo de Uniones				
	Termofusión			Electrofusión	Mecánicas
	Tope	Campana (encaje)	Silleta		
16	NO	SÍ	NO	SÍ	SÍ
20	NO	SÍ	NO	SÍ	SÍ
25	NO	SÍ	NO	SÍ	SÍ
32	NO	SÍ	NO	SÍ	SÍ
50	NO	SÍ	NO	SÍ	SÍ
63	SÍ	NO	NO	SÍ	SÍ
75	SÍ	NO	NO	SÍ	SÍ
90	SÍ	NO	SÍ	SÍ	SÍ
110	SÍ	NO	SÍ	SÍ	SÍ
160	SÍ	NO	SÍ	SÍ	SÍ
200	SÍ	NO	NO	SÍ	SÍ
250	SÍ	NO	NO	SÍ	SÍ
315	SÍ	NO	NO	SÍ	SÍ
355	SÍ	NO	NO	SÍ	SÍ
400	SÍ	NO	NO	SÍ	SÍ
450	SÍ	NO	NO	SÍ	SÍ
500	SÍ	NO	NO	SÍ	SÍ

UNIONES POR TERMOFUSIÓN

Fusión a Tope

Descripción.

Este tipo de unión, se define como la fusión térmica del material, al aplicar presión por acción mecánica o hidráulica durante un tiempo determinado. La técnica de fusión a tope, consiste en el calentamiento de los extremos de la superficies a unir, mediante la permanencia de los mismos contra una plancha de calentamiento hasta alcanzar la temperatura de fusión, retirándose luego la plancha empujando los dos extremos uno contra el otro, sosteniéndolos bajo presión por un tiempo determinado y permitiéndole a la unión su enfriamiento.

Con esta unión se obtiene un solo elemento por el que el sistema se vuelve continuo. Los espesores de pared del tubo y el accesorio son suficientes para que el contacto se realice cara a cara y resista las presiones de servicio del sistema.

Aplica para unir tuberías y accesorios desde 63 mm hasta 500 mm y solo se podrá hacer para elementos que tengan el mismo diámetro y RDE.

Equipo Requerido.

Deberá utilizarse un equipo de fusión a tope conforme a la norma ISO 12176-1, el cual consta básicamente:

1. Carro alineador de fusión con abrazaderas.
2. Mordazas de sujeción de varios diámetros.
3. Equipo hidráulico con un control de presiones.
4. Plancha de calentamiento (recubierta con teflón) con regulador de temperatura.
5. Máquina refrentadora.
6. Un cortador de tubos.
7. Tela de algodón.
8. Alcohol etílico (> 99%).
9. Cronómetro.
10. Extensión eléctrica.
11. Manual de instalación (incluyendo las tablas guías del equipo utilizado).
12. Planta para generación de energía eléctrica.

Etapas del Proceso.

Las soldaduras a tope constan de dos partes fundamentales: La preparación para la soldadura y la soldadura a tope propiamente dicha.

Preparación para la soldadura.

Para la preparación de la soldadura deben seguirse los siguientes pasos:

1. Montaje de las mordazas de sujeción en el carro alineador, de acuerdo al diámetro de la tubería que se soldará.
2. Conexión del carro alineador al equipo hidráulico con las mangueras hidráulicas.
3. Conexión a un punto eléctrico de los enchufes de la máquina refrentadora, el equipo hidráulico y la plancha de calentamiento, mediante la extensión eléctrica.
4. Se montan los tubos (o el tubo y el accesorio) en el carro alineador y se aprietan con las mordazas por medio de las tuercas de latón para su alineación, dejando que los extremos de los tubos sobresalgan 2,5 cm (1") de las mordazas de sujeción.
5. Limpieza de los extremos de los tubos, así como la máquina refrentadora con alcohol utilizando una tela de algodón.

6. Se inserta la máquina refrentadora, entre los dos extremos de los tubo y se pone en funcionamiento, se avanzan suavemente los tubos hacia la unidad refrentadora a una presión mínima de arrastre, cuando las virutas de ambos lados sean continuas y homogéneas se reduce lentamente la presión de trabajo para retirar los tubos; luego se detiene la refrentadora y se retira. Por último se juntan los dos extremos de los tubos y se comprueban que las dos superficies estén paralelas y alineadas (la tolerancia permitida es $\pm 10\%$ del espesor del tubo).
7. Se arrastra el tubo hasta alcanzar la presión más baja necesaria para el movimiento del mismo. Esta presión depende de la longitud y diámetro del sistema de tuberías, del equipo utilizado y del lugar de trabajo.

Soldadura

La soldadura a tope consiste en seis (6) fases que son:

1. FORMACIÓN DEL CORDON: Cuando la plancha de calentamiento alcance una temperatura de $210\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 10\text{ }^{\circ}\text{C}$ se limpia con una tela de algodón y alcohol. Luego se introduce entre los tubos y se arrastran por medio del carro alineador enfrentándolos hasta alcanzar la presión inicial P1 (A esta presión se le debe sumar la presión de arrastre). Dicha presión se mantiene un tiempo T1, hasta lograr que los extremos formen un cordón uniforme en todo su perímetro.
2. CALENTAMIENTO: Al momento de formarse el cordón se reduce la presión al valor residual de calentamiento P2 y se mantiene durante un tiempo determinado T2.
3. RETIRO DE PLANCHA: Al terminar el tiempo de calentamiento se retira la plancha de calentamiento, rápidamente en un tiempo máximo T3. La plancha se deberá almacenar en una caja o bolsa que contenga protección de asbesto.
4. CONTACTO: Luego de retirar la plancha se unen rápidamente los extremos, hasta alcanzar la presión de contacto, en un tiempo máximo T4.
5. FUSION: Al alcanzar la presión de fusión P5 (A esta presión se le debe sumar la presión de arrastre), deberá permanecer el conjunto durante un tiempo T5.
6. ENFRIAMIENTO: Finalmente se libera el conjunto de la presión de contacto, y se debe mantener la unión montada en el equipo, sosteniéndolo solo con la presión de arrastre, durante un tiempo mínimo de enfriamiento T6, durante el cual la unión no se debe esforzar, manipular, y mucho menos poner al servicio. Transcurrido el tiempo de enfriamiento se aflojan las mordazas y se retira el carro alineador y la tubería se deberá manipular con cuidado.

Gráficamente

El ciclo de la fusión a Tope puede ser representado en un diagrama de presión – tiempo, para una temperatura de fusión definida. Existen diferentes ciclos de fusión a tope dependiendo del tipo de PE utilizado, del diámetro de la tubería y de las condiciones del equipo de fusión. Cada equipo de soldadura a tope posee sus presiones y tiempos determinados por las condiciones hidráulicas y mecánicas del mismo, por lo que el contratista deberá tener el manual del equipo entregado por la casa fabricante para poder emplear el equipo propuesto, previa aprobación y visto bueno de la Interventoría.

Nota: La tabla que a continuación se muestra, es indicativa, en la práctica se deberá tener en cuenta la tabla especificada del equipo a utilizar.

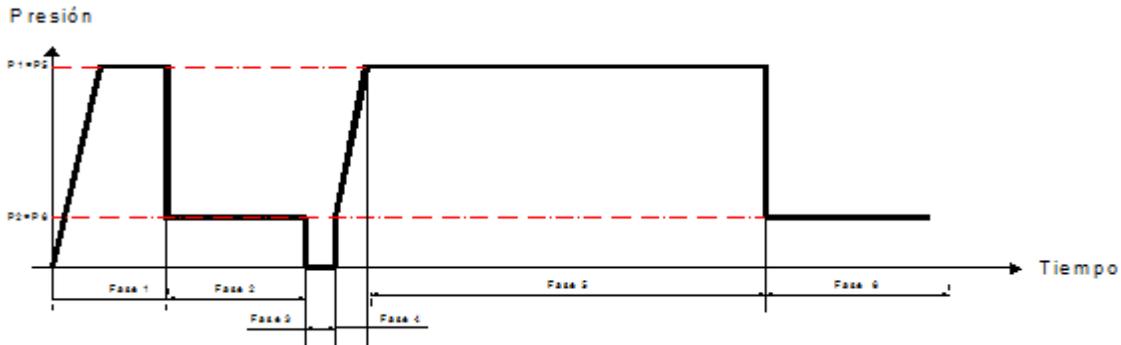
Nota: Cada equipo de soldadura a tope posee sus presiones y tiempos determinados en tablas dadas por la casa fabricante

**TABLA 3.4.4.1.3
PARÁMETRO PARA SOLDADURA A TOPE POR TERMOFUSIÓN**

PARÁMETROS		VALORES	UNIDADES
Temperatura de la Plancha, T $63 \leq d_n \leq 250$ $250 < d_n$		210 ± 10 225 ± 10	$^{\circ}C$
Fase 1	Presión, $p1$ ¹⁾	$0,18 \pm 0,02$	N/mm ² (Mpa)
	Tiempo, $t1$	Necesario hasta que se alcance $B1$	s
	Ancho del Cordón, $B1$	$d_n \leq 180$: $1 < B1 \leq 2$ $180 \leq d_n \leq 315$: $2 < B1 \leq 3$ $315 < d_n$: $3 < B1 \leq 4$	mm
Fase 2	Presión, $p2$ ¹⁾	$0,03 \pm 0,02$	N/mm ² (Mpa)
	Tiempo, $t2$	$(30 + 0,5 d_n) \pm 10$	s
Fase 3	Tiempo, $t3$	máximo: $3 + 0,01 d_n \leq 8$	s
Fase 4	Tiempo, $t4$	máximo: $3 + 0,01 d_n \leq 6$	s
Fase 5	Presión, $p5$ ¹⁾	$0,18 \pm 0,02$	N/mm ² (Mpa)
	Tiempo, $t5$	Mínimo: 10	Min
Fase 6	Tiempo, $t6$	Mínimo: $1,5 e_n$ y máximo 30 min	Min

1) Nótese que esta presión es la de la unión y está directamente relacionada con el d_n , e_n y el equipo de fusión empleado.

d_n : diámetro exterior nominal
 e_n : espesor nominal de pared



UNIONES POR ELECTROFUSIÓN

Descripción.

El principio de este tipo de unión es la incorporación de resistencias eléctricas, en la parte interna del accesorio, las cuales se calientan cuando se les proporciona corriente eléctrica, fundiendo el material tanto del accesorio como el de la tubería, formándose una amalgama que, al enfriarse, posibilita una soldadura íntegra.

Las superficies a unir deben estar totalmente secas.

Este sistema de unión se puede usar para cualquier diámetro, es decir desde 16mm hasta 500 mm y para tuberías de diferentes tipos de materia prima, RDE o tiempo de fusión.

Equipo Requerido.

1. Equipo de Soldadura a Electrofusión con lápiz lector de código de barras. (ISO 12176-2)
2. Un cortador de tubos.

3. Un raspador de tubos.
4. Alineador.
5. Tela de algodón.
6. Alcohol etílico (> 99%).
7. Cronómetro.
8. Extensión Eléctrica.
9. Manual de Instalación (incluyendo las tablas guías del equipo utilizado).
10. Planta para generación de energía eléctrica.

Etapas del Proceso:

Preparación para la fusión

La preparación para la soldadura es de especial cuidado por el tipo de accesorio que se emplea y debe tenerse en cuenta los siguientes pasos:

1. Cortar perpendicularmente a su eje la tubería que se soldará, mediante un cortador de tubos.
2. Se coloca el accesorio, sin extraerlo del plástico de protección, en paralelo a los extremos a unir y centrado sobre la zona de unión. Luego se marca con un rotulador los tubos a unir aproximadamente 20 mm más allá de cada extremo que delimita el accesorio.
3. Se retira el accesorio y se procede a raspar toda la periferia externa del tubo delimitadas entre el marcado anterior y el extremo, mediante el empleo de un raspador de tubos. El raspado debe realizarse en sentido axial, eliminando cualquier impureza superficial.
4. Limpiar la zona raspada con una tela de algodón y alcohol y luego proteger los extremos raspados con bolsas plásticas.
5. Se retiran los protectores plásticos de los tubos y del accesorio, y una vez colocados los extremos de los tubos en el accesorio (con los terminales en la parte superior), se fijan las mordazas del alineador sobre los tubos.
6. Conectar el equipo de soldadura a electrofusión a un punto eléctrico mediante la utilización de una extensión.

Fusión

La soldadura a electrofusión consiste en:

1. Retiro de los tapones de protección que cubren los terminales del accesorio.
2. Conexión de los cables del equipo a los terminales del accesorio.
3. Leer el código de barras con el lápiz de lectura del equipo, el cual programa temperatura y tiempo.
4. Una vez comprobado que el tiempo indicado en la pantalla, después de leer que el código de barras es el correcto, para el diámetro a soldar, se pulsa el botón de arranque y así se inicia el proceso de fusión.
5. Comprobar que, después de concluido el proceso anterior, el material fusionado haya afluído sobre los testigos indicadores, los cuales están junto a los terminales. Esto nos indica que el proceso ha culminado con éxito.
6. Se retiran los cables de los terminales y se deja enfriando la unión, sin retirar el alineador, un tiempo mínimo de enfriamiento, y luego la tubería se deberá manipular con cuidado.

UNIONES CON ACCESORIOS MECÁNICOS

Descripción.

Se utilizarán solo con expresa autorización de la Interventoría, ya que en nuevas instalaciones se debe tratar de usar siempre uniones por Termofusión o Electrofusión. Este tipo de uniones aplica desde 16 mm. hasta 110 mm., en diámetros mayores solo se podrá usar la unión bridada para polietileno.

La unión con accesorios mecánicos está constituida básicamente por un cuerpo que se une al tubo, aro dentado de fijación, empaque y una pieza móvil roscada al cuerpo. Se podrán emplear accesorios de latón, bronce, polipropileno, acero o PVC que hayan sido diseñados para inserción en tuberías plásticas de PE, previa autorización y visto bueno de la Interventoría. Las partes metálicas de los accesorios deberán ser resistentes a la corrosión o protegidos contra esta, así como cumplir los requisitos de las pruebas para los productos que están en contacto con agua potable.

Las uniones mecánicas se deberán ensamblar como lo indican las instrucciones del fabricante y no se podrá utilizar ningún tipo de lubricante que deteriore la tubería.

Para unir tuberías de diámetro mayor o iguales de 90mm. a válvulas existentes o a otro tipo de tubería se utilizarán las uniones bridadas para polietileno que constan de una brida, una arandela interior dentada y un empaque de caucho, conocida como brida doble cámara..

ALMACENAMIENTO, MANEJO Y TRANSPORTE DE TUBERIAS EN POLIETILENO

Almacenamiento

Para el correcto almacenamiento de la tubería de polietileno se deberán seguir las normas del fabricante, siendo éstas en general las siguientes:

- Se deberá almacenar sobre una superficie plana, que esté libre de piedras u otros objetos, y utilizar láminas de cartón o de caucho o estibas de madera como separador.
- No almacenar la tubería a la intemperie durante lapsos de tiempo muy largos, debe estar protegida de la radiación solar y alejada de focos de calor que puedan deformarla.
- Los tubos se almacenarán en posición horizontal, apoyados en toda su longitud, para evitar deformaciones; la altura máxima de tubos apilados debe ser de 1,00 m. En todo caso la altura máxima dependerá del tipo de PE, el diámetro de la tubería, el espesor de pared y la temperatura ambiente, por lo que se deberá seguir la recomendación del fabricante en este aspecto.
- Los rollos se mantendrán apilados en posición horizontal, sin sobrepasar la altura de 1,00 m.
- Los accesorios deben permanecer en sus empaques originales hasta el momento en que se vayan a emplear.
- Se debe evitar el contacto con objetos punzantes, productos químicos, aceites lubricantes y otros que puedan causar daño al material.
- Evitar la entrada de elementos extraños dentro de la tubería, mediante tapones protectores en los extremos.
- Es necesario una buena rotación de inventarios, de modo que no permanezca mucho tiempo almacenado.

Manejo

Para el correcto manejo de la tubería de polietileno se deberán seguir las normas del fabricante, siendo éstas en general las siguientes:

- Se recomienda utilizar equipo mecánico para el manejo de la tubería, empleando cintas o correas con bordes redondeados y excluyendo el uso de cadenas o cables y guayas.
- Si se moviliza manualmente se debe escoger una técnica que no cause daño a la tubería.
- No se debe tirar, arrojar, arrastrar, deslizar o golpear contra el piso la tubería.
- Los tubos se izarán en dos puntos para evitar flexiones excesivas. Los puntos de soporte estarán separados entre sí el 50% de la longitud del tubo y centrados respecto del mismo.

Transporte

Para el correcto transporte de la tubería de polietileno se deberán seguir las normas del fabricante, siendo éstas en general las siguientes:

- Verificar que la superficie sobre la cual se va a realizar el transporte esté lisa, libre de protuberancias y/o aristas que puedan rayar, causar deformaciones o perforar la tubería.
- Emplear para la sujeción del material cintas o correas con bordes redondeados.
- Para el transporte de tubos, estibar longitudinalmente en el vehículo, sin sobresalir de la parte posterior del mismo.

INSTALACION DE TUBERIAS DE POLIETILENO

Generalidades

Las características propias del material y las técnicas de soldadura permiten mayor facilidad y rapidez de instalación.

El tendido de la tubería se realizará de forma sinuosa, reduciendo las tensiones producidas por los cambios térmicos.

Existen básicamente, tres técnicas principales para la instalación de tuberías de polietileno:

1. En zanja convencional.
2. Instalación con equipo de perforación horizontal (Topo).
3. Encamisado.

Otras consideraciones importantes en las diferentes etapas del proceso de instalación son:

Excavación.

Siempre que las condiciones del terreno lo permitan, las excavaciones deberán estar alineadas y las paredes verticales.

El ancho de la zanja dependerá de los medios con que se realice, siempre determinado por el diámetro.

TABLA 3.4.4.1.4

Diámetro (mm)	Ancho de excavación (m)
63	0,40
75	0,40
90	0,40
110	0,40
160	0,50
200	0,50
250	0,60
315	0,60
355	0,70
400	0,70
450	0,80
500	0,80

Para la profundidad de la zanja se tendrá en cuenta la calidad del terreno, la interferencia con otros servicios y las especificaciones de vías, procurando siempre una cobertura mínima de 1.20 m por

encima de la cota clave del tubo, cuando se encuentre sujeto a tráfico vehicular. En áreas con tráfico peatonal por encima o en zona verde, una cobertura de 0.80 m de la cota clave que generalmente se considera suficiente.

Cimentación.

El lecho de la excavación debe estar libre de objetos duros o punzantes que puedan afectar la tubería, para lo cual deberá utilizarse una cama de arena de 0,10 m; igualmente se protegerá la tubería lateralmente y por encima de la cota clave del tubo con el mismo material, cubriéndolo igualmente con una capa de 0,10 m; se debe tener especial cuidado con la compactación lateral de la arena. (Esquema de construcción No. 9 Cimentación Tubería de Polietileno).

Instalación en la zanja.

La tubería se debe desenrollar tangencialmente al rollo. Nunca en forma de espiral.

Si la tubería se soldó por fuera de la zanja es necesario esperar el tiempo de enfriamiento requerido para evitar que la tubería se fracture por efecto de las contracciones térmicas del material. Los tiempos de enfriamiento vienen indicados en las tablas de las máquinas de soldadura a tope y son del orden de:

90 mm a 160 mm = 20 minutos.
200 mm a 350 mm = 30 minutos

Se recomienda instalar la tubería en forma sinusoidal o serpenteada para facilitar los movimientos del terreno, o por contracciones o dilataciones del material. Además, a medida que se va instalando las redes de polietileno se deben ir colocando los accesorios y no dejarlos para el final.

Los extremos se deben proteger con tapones para evitar el ingreso de elementos extraños durante la instalación.

El radio de curvatura natural que permite la tubería no puede ser menor que 25 veces su diámetro exterior.

Relleno y Señalización.

Por encima de los 0,10 m de arena superior se rellena en un espesor de 0,40 m la zanja con material del sitio seleccionado compactado según el tipo de material que se utilice como relleno y teniendo en cuenta el factor de carga.

A este nivel se le coloca la cinta referenciadora preventiva de rayas blanca y azul marcada con el logotipo de la Triple A y las palabras "Agua Potable", reiteradamente.

Luego se completa la zanja con material del sitio seleccionado compactado, de acuerdo al tipo de material, como mínimo al 90% del Proctor Modificado.

Medida y pago

Para la medida el Contratista pondrá a disposición de la Interventoría todos los medios necesarios, de manera que si la zanja ha sido rellena antes de medir, deberá realizar los apiques necesarios para que se pueda realizar la medida.

La medida siempre será al origen, si la Interventoría lo autoriza podrán hacerse mediciones parciales para cada acta de obra mensual, pero la última medición se anotará en el acta final, deberá hacerse al origen, la diferencia a favor o en contra del Contratista se verá reflejada en el acta final.

Si el Contratista de Instalación de tubería no ha suministrado la tubería, la diferencia entre la longitud de tubería instalada y la suministrada, producto del desperdicio, daño o pérdida, será asumida por él a los precios que la Interventoría le presente. Si ha sido suministrada la tubería por el Contratista, estas cantidades le serán descontadas del acta de suministro o deberá reponerlas sin derecho a pago.

La medida será por metro lineal de tubería instalada, incluida la longitud de los accesorios que no se pagarán por separado, a excepción de las válvulas.

Existe un ítem de medida y pago por cada diámetro de tubería: 63, 75, 90, 110, 160, 200, 250, 315, 355, 400, 450 y 500 mm y en el precio de instalación se entienden cubiertos todos los costos directos e indirectos en que debe incurrir el contratista para ejecutar, además de la antes descrita, las siguientes operaciones:

1. Cargue, transporte y descargue de las tuberías y accesorios, desde las instalaciones de Triple A, o del fabricante hasta el sitio de las obras.
2. Almacenamiento, Movilización, Transporte de tubería y accesorios en el frente de trabajo. Si una vez entregada la tubería y accesorios al contratista, estos se extravían o se deterioran, le serán cobrados al contratista o deberá reponerlas.
3. Devolución y entrega de las tuberías y accesorios sobrantes en las instalaciones Triple A o donde lo indique la Interventoría. El cargue, transporte y descargue será por cuenta del contratista.
4. Colocación de la tubería en el sitio indicado por la Interventoría.
5. Suministro de la maquinaria, herramienta, productos de limpieza de la tubería, personal cualificado, energía, y los demás medios necesarios para la correcta instalación de la tubería.
6. Suministro y colocación de la cinta señalizadora a 0,5 m. de la clave de la tubería, una cinta por cada 250 mm, de diámetro de tubería o fracción.
7. Realización de la prueba hidrostática de la tubería, con los medios humanos, mecánicos y materiales que se precise, repetida hasta que la prueba sea satisfactoria.
8. Reposición o descuento de la tubería o accesorios, suministrados por la Triple A o por el Contratista, que fruto de una incorrecta instalación o que durante el periodo constructivo, se dañen, roben o se consideren desperdicio.

No habrá medida ni pago por separado por la realización de los siguientes trabajos:

- a) Excavaciones ejecutadas por fuera de los límites permitidos o indicados por la Interventoría.
- b) Excavaciones adicionales para realizar las uniones por termofusión, electrofusión o con accesorios mecánicos dentro de la zanja.
- c) Rellenos de excavaciones ejecutadas por fuera de los límites indicados.
- d) Reposición y/o reubicación de las redes de servicios que se interrumpen en el trazado de la obra, conocida o no su existencia antes del inicio de la obra.
- e) Los derrumbes que por cualquier causa se presenten en la obra
- f) El corte de raíces encontradas durante las excavaciones
- g) Control de aguas durante la construcción

No habrá medida ni pago hasta que la tubería haya sido probada y recibida a conformidad por la Interventoría, y se haya completado el relleno de la zanja y retiro de la totalidad del material sobrante de la excavación.

El pago se hará de acuerdo a las cantidades de obra medidas y aprobadas por la Interventoría según los precios que aparezcan en el formulario de cantidades y precios del Contrato. El pago parcial de un acta de obra, no implica la recepción provisional ni definitiva de las obras incluidas en ella.

Dotación Exigida

Casco de Seguridad tipo I clase A (norma NTC 1523), Guantes con protección de Asbesto, Botas Pantaneras (norma NTC 1741) o Botas con puntera de acero (norma NTC 2257).

Los ítems de pago para esta actividad son los siguientes:

Ítems	Descripción	Unidad
3.4.4.1.10	Tubería PEAD de 400 mm	m

3.4.4.3 Instalación de Tubería de Poliéster Reforzado con Fibra de Vidrio (GRP) para Acueducto.

Este tipo de tubería tiene como principales componentes fibra de vidrio, arena y resinas curadas, su estructura y combinación de ingredientes puede ser variada de acuerdo con las características que de ella requiera el proyecto.

Presión Nominal.

Se suministran según las presiones nominales.

<u>Presión Nominal</u>	<u>Presión de Servicio</u>	
PN	BAR	Mpa
1	1	0,1
6	6	0,6
10	10	1,0
16	16	1,6
25	25	2,5

La Triple A emplea tuberías de poliéster reforzado en fibra de vidrio para instalaciones de sistemas de acueducto y alcantarillado.

Clasificación de las tuberías

Según Grado de Rigidez:

SN (Rigidez nominal)	Diámetros	N/m ²
2.500	300 mm – 3.000 mm	2.500
5.000	300 mm - 3.000 mm	5.000
10.000	300 mm - 3.000 mm	10.000

Se selecciona la rigidez según dos parámetros:

1. Condiciones de enterramiento, incluyendo el suelo, tipo de instalación y profundidad de recubrimiento.
2. Presión negativa (Sub presión) - si existiera.

Instalación

Es importante tener en cuenta que este tipo de tubería está diseñada para valerse del apoyo que le ofrece el asiento y el relleno de la zanja de acuerdo con los procedimientos de instalación recomendados.

Tipo de instalación.

Con carácter previo, el contratista limpiará cada tubo o accesorios de cualquier elemento extraño, que haya podido depositarse en su interior.

Para la instalación de la tubería, se debe preparar con anterioridad la zanja con su alineamiento, pendientes y la cama (asiento) de soporte de acuerdo a las condiciones requeridas. En los puntos de empalme debe prepararse una pequeña zanja en la cama con el objetivo de dar un espacio para las uniones de los tubos. En general, se deben seguir todas las recomendaciones de instalación que suministra el fabricante de la tubería para garantizar el adecuado funcionamiento de esta.

Por otra parte, durante la instalación y al final de cada jornada los extremos de las conducciones instaladas se cerrarán con una tapa que imposibilite la entrada de agua o cuerpos extraños en la tubería hasta la reanudación de los trabajos, la tapa debe contener los accesorios adecuados para ser retirada.

No se admitirá la instalación de ningún tubo o accesorio que presente grietas.

Los tubos se bajarán cuidadosamente hasta el fondo de la zanja con retroexcavadora, grúa u otro medio aprobado por el interventor. El tubo será colocado directamente sobre la cama.

Presentación de la tubería

Las tuberías de poliéster reforzado en fibra de vidrio están disponibles en:

Tubos de longitud de 6 a 12 m, en diámetros que van desde 300 mm hasta 3.600 mm.

Sistema de Unión:

1. Las tuberías se acoplan utilizando uniones que se fabrican con la misma materia prima de la tubería.
2. La junta de estanqueidad es un material elastomérico, especialmente seleccionado para la aplicación, se debe usar un lubricante recomendado por el fabricante o de origen vegetal aprobado por la Interventoría.
3. En proyectos especiales los tubos pueden conectarse mediante bridas de poliéster reforzado con fibra de vidrio.
4. Accesorios fundidos en H.F o H.D.

Desviación angular de la junta.

Diámetro de tubo mm	Desviación angular grados
300 – 500	3,00
600 – 900	2,00
1.000 - 1.800	1,00
2.000 - 2.400	0,50
2.400 – 3.600	0,50

Equipo requerido.

- Pulidora manual
- Extensión Eléctrica
- Equipo diferencial
- Retroexcavadora
- Correas o bandas de lona para izaje y manipulación
- Planta generadora de energía eléctrica

Transporte, manejo y almacenamiento de las tuberías de GRP.

Transporte:

Se debe tener en cuenta las siguientes recomendaciones para el transporte de la tubería:

- Verificar que la superficie en la cual se va a realizar el transporte esté lisa y libre de protuberancias y aristas que puedan rayar, causar deformaciones o perforar la tubería.
- Emplear para la sujeción de los tubos correas con borde redondeados.
- Para el transporte de la tubería, estibar longitudinalmente en el vehículo, sin sobresalir más de 0,40 m en la parte posterior del mismo.

Manejo:

- Usar para el manejo de los tubos correas con bordes redondeados, excluir el uso de cadenas, guayas o cables para el movimiento de los tubos.
- No arrojar, deslizar o golpear contra el piso la tubería, durante el cargue o descargue de la misma.
- Tampoco deberán rodarse, salvo sobre tablonés de madera con canto redondeado.

Almacenamiento:

Se deben almacenar los tubos sobre maderas planas para facilitar el posicionamiento de las eslingas (correas de izaje) alrededor del tubo y su posterior retirada.

Cuando se depositen los tubos directamente en el suelo deberá tenerse en cuenta que la zona sea relativamente plana y que esté exenta de piedra u otros escombros que puedan dañar el tubo. Todos los tubos deben ser convenientemente calzados para impedir que puedan rodar con vientos fuertes. Al almacenar los tubos, es mejor apilarlos sobre los soportes de madera plana con cuñas de madera espaciándolos un máximo de 6 m (3 m para diámetros pequeños). La altura máxima de apilar tubos es de 2 m, no se recomienda apilar tubos de diámetros superiores a 1,400 mm.

Al almacenar los tubos, es necesario tener en cuenta que la deflexión vertical máxima no supere los valores indicados en la siguiente tabla, no se permiten abultamientos, zonas planas y otros cambios bruscos de la curvatura de la pared del tubo. Los tubos almacenados que no se ajusten a estas limitaciones podrían resultar dañados.

Deflexión máxima de almacenaje:

Rigidez nominal (sn)	Deflexión (% del diámetro)
2.500	2,5
5.000	2,0
10.000	1,5

La Triple A solo utilizará tuberías con rigideces de 5000 N/m² y 10000 N/m² en sus proyectos para Sistemas nuevos de Alcantarillado.

Almacenaje de las Juntas:

Cuando las juntas de caucho se envíen separadamente de los acoplamientos, se deben almacenar con su embalaje o empaque original en una zona resguardada de la luz solar, protegiéndolas del contacto con grasas y aceites, derivados del petróleo, disolventes y otras sustancias perjudiciales.

Excavación.

Las excavaciones deberán estar alineadas, las paredes verticales y el ancho de la zanja tal como se indica en el numeral 3.3.2 Excavación en Zanja para redes de Alcantarillado y Acueducto.

Relleno y señalización.

Para asegurar un buen sistema de tubería – suelo, se deben usar los materiales adecuados para el relleno, hay que asegurarse que el material no incluya roca, materiales gruesos, residuos o material orgánico.

La compactación va de acuerdo al tipo de instalación seleccionada.

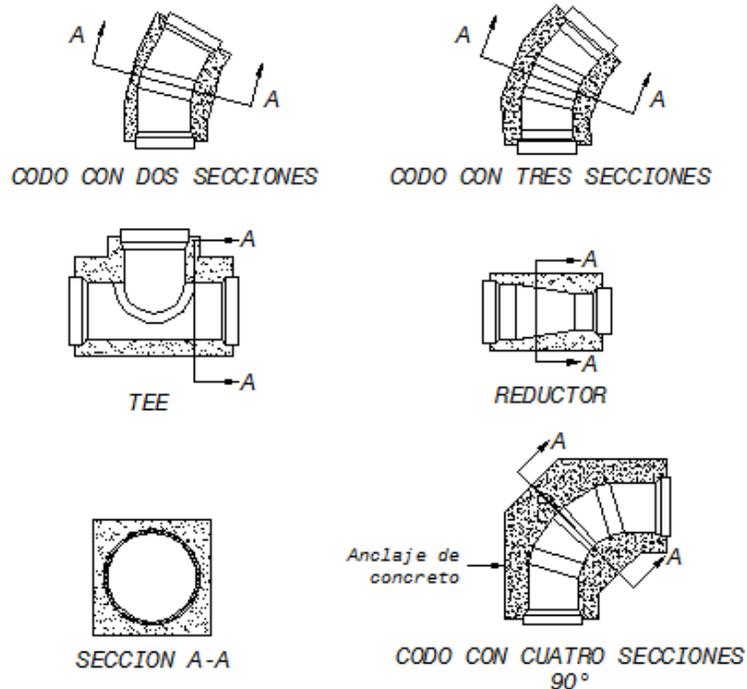
A un nivel de 0,5 m por encima de la cota clave se colocará la cinta señalizadora preventiva de rayas blanca y azul marcada con el logotipo de AAA y las palabras agua potable, o alcantarillado reiteradamente en el caso que corresponda. Ver esquema de Construcción No. 1 Cinta Referenciadora.

CONDICIONES ESPECIALES DE INSTALACION

- A. Anclajes de concreto
- B. Contención del empuje /deformación
- C. Conexiones rígidas
- D. Ajuste de longitud
- E. Inspección de la tubería
- F. Corrección de un tubo con deflexión excesiva

- A. Anclajes de concreto

Los anclajes de concreto deben limitar el desplazamiento del accesorio al menor de los valores siguientes: 0,5% del diámetro o 6 mm. El anclaje o macizo de contención debe envolver completamente el accesorio en su longitud y circunferencia y puede ser emplazado sobre el suelo inalterado o sobre materiales de relleno apropiados para las características del suelo natural. A continuación se muestran las secciones correspondientes a Conexiones Rígidas y Revestimientos de Concreto.



Estos anclajes se aplican en:

1. Codos, reducciones, compuertas y bridas ciegas.
2. Tees, cuando la derivación es concéntrica con el eje de la tubería principal.

B. Contención del empuje /deformación

Los anclajes de contención del empuje y de la deformación deben limitar el desplazamiento del accesorio al menor de los valores siguientes: 0,5% del diámetro o 6 mm. Debe asimismo restringirse la deformación radial del accesorio al 0,1% del radio del tubo. El anclaje debe envolver completamente el accesorio en su longitud y circunferencia y puede ser emplazado sobre el suelo inalterado o sobre materiales de relleno apropiados para las características del suelo natural.

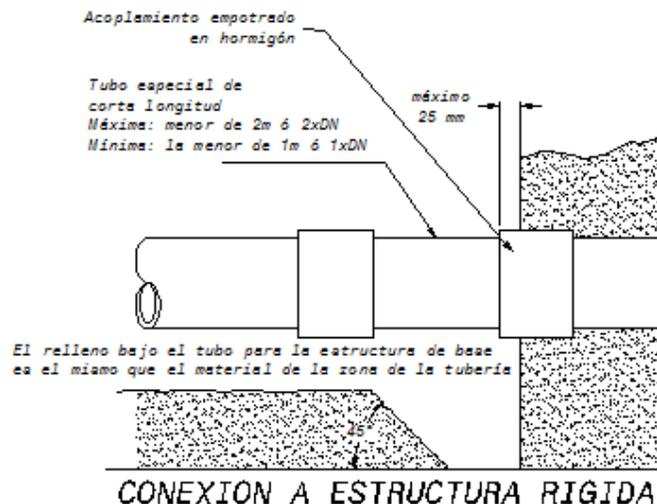
Este tipo de anclaje es necesario para los accesorios que a continuación se detallan cuando la presión de la línea es superior a 1 bar (0,1 Mpa):

1. Derivaciones en T, cuando la derivación es excéntrica al eje de la tubería principal.
2. Derivaciones en Y laterales.
3. Bifurcaciones
4. Accesorios hechos según instrucciones especiales del diseñador

C. Conexiones Rígidas

Cuando un tubo pasa a través de una pared, revestida en concreto, llega a una unión con un pozo de inspección o está embridado con una bomba, válvula u otra estructura, pueden desarrollarse tensiones excesivas debidas a la flexión producida por el movimiento diferencial entre la tubería y la conexión rígida.

En todas las conexiones rígidas, el instalador debe tomar las precauciones necesarias para minimizar la aparición de altas tensiones discontinuas a lo largo de la tubería, para lo cual, un método recomendado es empotrar una unión en el concreto, en la superficie de la separación con el exterior. Con ello se logrará que el primer tramo de tubo que se encuentra fuera del concreto tenga una libertad de movimiento total (dentro de los límites impuestos por la junta del acoplamiento).



Precauciones:

1. Cuando se empotre una unión en concreto es preciso asegurarse de mantener su redondez para que la unión posterior pueda efectuarse con facilidad. Se puede también ensamblar el acoplamiento fuera del revestimiento antes del concreto.

2. Una vez que la unión empotrada esté rígida, es importante minimizar la deflexión vertical y la deformación del tubo adyacente.

Recomendaciones de construcción:

1. Cuando se esté considerando el uso de estructuras de concreto, deberá tenerse en cuenta que cualquier asentamiento excesivo de la estructura respecto de la tubería, podría causar la rotura de esta última.
2. El emplazamiento de la tubería deberá hacerse de manera que el primer tubo más cercano a la conexión rígida sea de corta longitud, tal como se indica a continuación:

Mínimo: El más pequeño de los siguientes valores: 1 metro o 1 diámetro.

Máximo: El más pequeño de los siguientes valores: 2 metros o dos diámetros.

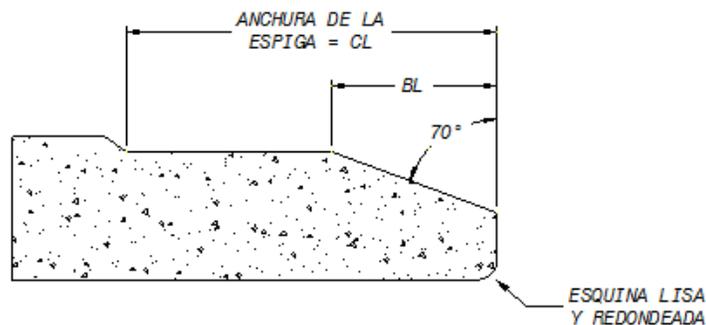
3. Para reemplazar y compactar adecuadamente el relleno adyacente a la estructura de concreto se deberán tomar precauciones adicionales. La construcción de estructuras de concreto requiere frecuentemente una excavación adicional para los encofrados, etc.; a este material excavado adicional se le debe restituir un nivel de densidad compatible con el material de su entorno, de lo contrario, se puede dar un exceso de deformación o una rotación de la junta adyacente a la estructura.

D. Ajuste de la Longitud

Durante el proceso de instalación de la tubería se realizan actividades de corte, ajuste y empalme, para los cuales se deben tener en cuenta las siguientes recomendaciones.

1. Determinar la longitud requerida y marcar la línea de corte perpendicular al eje.
2. Medir el diámetro exterior del tubo en el punto de corte.
3. Comparar la medición con el rango de tolerancia de la espiga (ver la siguiente figura). Nota: (Los tubos de Ajuste incluyen una marca del fabricante para indicar que el diámetro del tubo se encuentra dentro del rango de tolerancia de la espiga a lo largo de toda la longitud del tubo). Seleccionar uno de estos tubos (si se dispone de ellos) para evitar el mecanizado de la espiga durante el ajuste de la instalación.
4. Cortar el tubo en el lugar marcado usando una sierra circular con un disco de albañilería diamantado.
5. Si el diámetro del tubo está dentro de la tolerancia de la espiga, limpiar la superficie en la zona de unión, lijar suavemente las zonas rugosas y achaflanar con un disco de piedra el extremo del tubo para facilitar el montaje.

Si el diámetro del tubo no pertenece al rango de tolerancia de la espiga, usar un torno manual o una fresa diamantada para mecanizar la superficie de la unión de montaje a la tolerancia recomendada.



Montaje Final:

1. Medir cuidadosamente la longitud donde se va a emplazar el tubo de cierre de la instalación (último tubo que se montará). El tubo de cierre deberá ser 50 mm más corto que el espacio medido y se debe colocar dejando un espacio libre de 25 mm en cada extremo en relación con los tubos adyacentes.
2. Utilizar un tubo especial con los extremos mecanizados a una longitud mayor que el resto de tubos pedidos al proveedor o prepararlos específicamente para el montaje final. También es posible usar un "Tubo de Ajuste".
3. Usar dos acoplamientos de manguito sin tope central de montaje o bien dos acoplamientos flexibles de acero de tipo ancho.
4. Lubricar abundantemente los extremos del tubo del cierre y las juntas de acoplamiento y a continuación montar el acoplamiento en los extremos mecanizados. Puede ser necesario ayudar el segundo anillo del acoplamiento para que pase sobre el extremo achaflanado del tubo.
5. Limpiar minuciosamente los extremos de los dos tubos adyacentes y lubricarlos suficientemente.
6. Emplazar el tubo de cierre en su posición final y mover los acoplamientos sobre los tubos adyacentes hasta alcanzar la franja marcada como límite.

NOTA: Una vez que el acoplamiento se encuentre en su posición final, se deberá asegurar que los empaques de las juntas estén orientados correctamente usando una herramienta que pueda introducirse en el espacio anular que queda entre el tubo y el acoplamiento.

E. Inspección de la tubería instalada

Condición requerida: la deflexión diametral máxima de la tubería instalada no debe exceder los valores dados en la siguiente tabla, para la deflexión inicial y a largo plazo. No se admiten abultamientos, zonas planas u otros cambios bruscos de la curvatura de la pared del tubo. Si los tubos instalados no se ajustan a estas limitaciones pueden no funcionar según lo previsto.

DEFLEXIÓN VERTICAL ADMISIBLE EN PORCENTAJE DEL DIAMETRO

Diámetros grandes ($DN \geq 300$)

Periodo	Grupo de suelo natural				
	1	2	3	4	5
Inicial	4,0	3,5	3,0	2,5	2,0
Largo Plazo	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0

La verificación para asegurar que los requerimientos iniciales se cumplan es fácil de realizar y debe efectuarse en cada tubo inmediatamente después de finalizar su instalación (normalmente en las 24 horas siguientes a la consecución de la cobertura máxima).

La deflexión inicial prevista es aproximadamente del 2% para la mayoría de las instalaciones a la máxima cobertura y es proporcionalmente menor a menores profundidades. Por lo tanto, mientras que las deflexiones iniciales de la anterior son aceptables para el funcionamiento de la tubería, un valor que exceda lo esperado (~2%) indicará que la instalación no se ajusta a lo previstos y que por tanto deberá mejorarse en los tubos posteriores (por ejemplo, incrementando la compactación del relleno alrededor de la tubería, utilizando materiales de relleno de la zona de grano más grueso o haciendo zanjas más anchas para mejorar las condiciones laterales de la tubería).

Las verificaciones de la deflexión deberán efectuarse cuando los primeros tubos estén rellenos hasta el nivel del suelo y continuarán realizándose periódicamente a lo largo de todo el proyecto. No debe permitirse nunca la instalación de una longitud importante de tubería sin verificar antes su

deflexión. Lo anterior permitirá detectar y corregir con tiempo los métodos inadecuados de instalación.

El procedimiento para verificar la deflexión diametral inicial es el siguiente:

1. Completar el relleno de la zanja hasta el nivel de la superficie del terreno.
2. Completar la retirada de entibados o apuntalamientos provisionales (si se usan).
3. Desconectar el sistema de drenaje (si se usa)
4. Medir y registrar el valor del diámetro vertical.

Nota: Para tubos de diámetro pequeño puede pasarse a través de los tubos un deflectómetro o instrumento similar para medir el diámetro vertical.

5. Calcular la deflexión vertical según:

$$\% \text{ deflexión} = \frac{D_{.int} \text{ Actual} - D_{.int} \text{ Instalado}}{D_{.int} \text{ Actual}} \times 100$$

El Diámetro Interior Actual puede ser verificado o determinado midiendo los diámetros de un tubo que no ha sido instalado, depositándolo libremente en un suelo lo más plano posible (sin tubos apilados), calculado como sigue:

$$D_{.int} \text{ Actual} = \frac{D_{.int} \text{ Vertical} + D_{.int} \text{ Horizontal}}{2} ; \text{ O bien}$$

$$D_{.int} \text{ Actual} = \frac{D_{.int} (1) + D_{.int} (2)}{2}$$

F. Corrección de un tubo de deflexión excesiva

Cuando un tubo haya sido instalado y su deflexión diametral vertical supere los valores anteriormente indicados deberá ser corregido para que pueda satisfacer las características a largo plazo de la tubería.

Procedimiento:

Tubos con deflexiones hasta el 8%:

1. Excavar desde la superficie del terreno hasta la clave del tubo y desde este punto una profundidad igual al 85% del diámetro del tubo.
2. Inspeccionar si el tubo ha sido dañado. Si es así deberá procederse a su reparación o sustitución.
3. Volver a compactar el material de relleno de la zona de apoyo, asegurándose de que no ha sido contaminado por el suelo natural.
4. Volver a rellenar la zona de la tubería por capas con el material adecuado, compactando cada capa para limitar la deflexión del tubo.
5. Rellenar hasta el nivel del suelo y verificar que la deflexión del tubo no supere los valores de la tabla

Ninguna de las actividades descritas anteriormente será objeto de pago adicional.

Tubos con deflexiones superiores al 8%:

Los tubos con deflexiones que superen el 8% deberán ser reemplazados por completo.

Precaución: No se intentará recuperar la redondez de un tubo instalado con una deflexión excesiva apretándolo o forzándolo, ello podría dañar el tubo.

Elementos de seguridad

La ejecución de esta actividad, dependiendo de su magnitud y naturaleza se ejecutará de forma manual o con la maquinaria apropiada. La dotación y elementos de protección para la seguridad del personal encargado de ejecutar los trabajos deberán ser los adecuados.

Parte del cuerpo	Elemento de protección	Norma Icontec
Ojos y Cara	Gafas de seguridad	1771 y 1825
Cabeza	Casco de seguridad tipo I	1523
Manos	Guantes tipo ingeniero	2190
Pies	Botas pantaneras	1741
Pies	Botas de seguridad puntera de acero	2257

Medida y pago

Para la medida el contratista pondrá a disposición de la Interventoría, todos los medios necesarios para realizar esta actividad.

La medida siempre será al origen, si la Interventoría lo autoriza podrán hacerse mediciones parciales para cada acta de obra, pero la última medición para el acta final, deberá hacerse al origen, la diferencia se verá reflejada en el acta final.

Si el contratista no ha suministrado la tubería, la diferencia entre la longitud de tubería suministrada y la instalada, que supere el porcentaje de desperdicio establecido, será asumida por él a los precios que la Interventoría le presente. Si el contratista ha suministrado la tubería, éstas cantidades le serán descontadas del acta de suministro o deberá reponerlas sin derecho a pago.

La medida será por metro instalado (m), incluida la longitud de los accesorios, que no se pagarán por separado, a excepción de las válvulas.

Existe un ítem de medida y pago por cada diámetro de tubería. En el precio de instalación están incluidas las siguientes actividades:

- Cargue, transporte, almacenamiento y manejo de la tubería y accesorios, desde los patios del almacén de la Triple A, centro de acopio o fabricante, hasta el lugar de la instalación.
- Suministro de la maquinaria, herramienta, productos de limpieza de la tubería, personal calificado, energía, y los demás medios necesarios para la correcta instalación de la tubería.
- Suministro y colocación de la cinta Referenciadora a 0,5 m de la clave de la tubería, una cinta por cada 200 mm de diámetro de tubería o fracción.
- Realización de la prueba hidrostática y desinfección de la tubería, con los medios humanos, mecánicos, materiales y agua potable que se precise, repetida hasta que la prueba sea satisfactoria.
- Reposición o descuento de la tubería o accesorios, suministrados por la Triple A o por el Contratista, que fruto de una incorrecta instalación o que durante el periodo constructivo, se dañen, roben o se consideren desperdicio.
- Cargue, transporte y descargue de la tubería y accesorios sobrantes hasta los patios de la Triple A o sitio que destine la Interventoría.
- Empaquetaduras, tornillería y elementos necesarios para realizar las uniones de las tuberías y accesorios.
- No será objeto de pago por separado la comisión topográfica requerida para la instalación de la tubería.

No habrá medida ni pago hasta que la tubería haya sido probada y recibida a conformidad por la Interventoría; se haya completado el relleno de la zanja y retiro de la totalidad del material sobrante de la excavación.

El pago se hará de acuerdo a las cantidades de obra medidas y aprobadas por la Interventoría según los precios que aparezcan en el formulario de cantidades y precios del Contrato. El pago parcial de un acta de obra, no implica la recepción provisional ni definitiva de las obras incluidas en ella.

Los ítems de pago para esta actividad son los siguientes:

Ítems	Descripción	Unidad
3.4.4.3.3	Tubería de GRP de 400 mm	m

3.4.5 CRUCE CON EQUIPO MECÁNICO DE PERFORACIÓN HORIZONTAL (TOPO)

Se entiende por cruce con topo la perforación subterránea horizontal, o con pendiente, ejecutada con equipo mecánico (topo), a través de la cual se instalará una tubería para un fin determinado.

Para tuberías con diámetros superiores a 160 mm, el equipo mecánico debe introducir durante el proceso de perforación, una tubería, la cual podrá ser de acero al carbón, PVC RDE 21 o polietileno de alta densidad, que servirá de protección (camisa) a la tubería objeto de la instalación.

El objetivo específico de estas perforaciones durante las instalaciones de acueducto y alcantarillado es mantener el flujo vehicular en vías pavimentadas de tránsito significativo, donde por el cierre de éstas se produzcan impactos comunitarios negativos bien sea por las pérdidas de tiempo y los inconvenientes que se generan al tener que programar desvíos con sus respectivas señalizaciones y/o con personal regulador del tránsito, o por el peligro potencial que representa abrir una zanja, con la consecuente reducción de la sección de la calzada durante un período determinado, para la instalación de tuberías, en vías donde no es posible el desvío total del tránsito.

Ejecución de los Trabajos

Para la ejecución de los trabajos deben tenerse en cuenta los siguientes aspectos:

- Diámetro de la tubería que servirá como encamisado. El diámetro de la camisa será el especificado en el diseño y consignado en los planos correspondientes. En caso de no haberse especificado dicho diámetro El Contratista deberá cotejar el diámetro interno de la camisa, que se elegirá, contra el mayor diámetro externo de la tubería objeto del cruce, para constatar que, incluidas las campanas y uniones, se tendrá la holgura suficiente para su introducción en la camisa y el ajuste de la pendiente, si fuere necesario.
- Obstáculos y redes de servicios públicos. Se deben tener en cuenta los obstáculos y redes existentes en la zona del cruce para evitar su daño o deterioro, puesto que se perdería la finalidad del cruce y sería inevitable tener que realizar excavaciones para abrir zanjas, en la vía, y practicar las reparaciones correspondientes.
- Se deberán hacer las investigaciones de redes de otros servicios, en planos actualizados y verificar con apiques de prueba con el fin de evitar interferencias o definir los desvíos correspondientes.
- Localización de las excavaciones para el cruce. Para la localización específica del cruce debe tenerse en cuenta el espacio que ocupa el equipo de perforación; para éste debe excavar la caja correspondiente la cual debe contemplar, también, la longitud de la tubería tanto de encamisado como la de instalación, así como las dimensiones de la caja en el extremo opuesto para recibir la tubería que se instalará. De esta forma, los sitios para las cajas mencionadas deberán localizarse de tal manera que, en lo posible, eviten demoliciones costosas que posteriormente deberán reponerse a su estado inicial.

Una vez verificados los puntos anteriores y además confirmar que se tienen todos los equipos, materiales y recursos necesarios para la ejecución de los trabajos, se procederá a realizar las excavaciones de las cajas con la señalización adecuada, tal como se indica en el numeral 3.1 Señalización y Seguridad de Obra de estas especificaciones, o en su defecto, con base en lo establecido por las disposiciones del Manual de Señalización Vial del Ministerio de Transporte en el evento en que se intervengan vías concesionadas e intermunicipales donde se requiera la obtención de permisos para realizar estos cruces; posteriormente, se hace la excavación subterránea y la correspondiente instalación de la tubería de acueducto o alcantarillado, con la previsión de colocar la tubería de encamisado de acuerdo con el diámetro de la tubería con la cual se prestará el servicio.

Además, deberán tomarse todas las medidas tendientes a garantizar la seguridad de los transeúntes y personal que ejecuta las obras. Se dispondrá de los pasos peatonales necesarios, con el objeto de evitar el desplazamiento obligado de las personas por la calzada de la vía, lo que genera alto riesgo de accidentes.

Las desviaciones que se presenten por cualquier eventualidad deberán ser corregidas o en su defecto cambiar el sitio de la perforación, todo ello por cuenta del Contratista. No se permitirá acceso de personal a la excavación del cruce mientras esta no tenga el encamisado correspondiente y se disponga de los elementos de seguridad apropiados para el dicho acceso.

El Contratista deberá garantizar que, durante la instalación de la tubería a lo largo de la camisa insertada, éstas queden lo más concéntrica posible, con el objeto de evitar el contacto directo entre los tubos; para ello se utilizarán topes en los extremos como materiales elastómeros, y posteriormente se sellarán ambos extremos de la perforación con mortero de mampostería impermeabilizado (ver esquemas No. 10, 63 y 64).

Para la selección del tipo de equipo, así como del proceso de perforación horizontal, bien sea de rotación o de percusión, se deberá tener en consideración la clase de suelo en el cual se practicará ésta, con el fin de evitar asentamientos posteriores en la estructura del pavimento y en las edificaciones aledañas al cruce.

El personal deberá tener la dotación adecuada así como los elementos de protección que se relacionan a continuación:

Dotación Exigida

Parte del cuerpo	Elemento de protección	Norma Icontec
Ojos y Cara	Gafas de seguridad	1771 y 1825
Cabeza	Casco de seguridad tipo I	1523
Manos	Guantes tipo ingeniero	2190
Oídos	Protector auditivo tipo copa	2950
Pies	Botas de seguridad puntera de acero	2257
Tronco	Chaleco reflectivo	4739

Medida y Pago

Quedan incluidos dentro del pago del cruce con topo todos los ítems que se relacionan a continuación:

- Apiques de prueba y sus rellenos
- Equipo de perforación mecánico con sus correspondientes accesorios, planta de energía, herramientas, etc.
- Excavaciones y rellenos para las cajas inicial y final

- Reparaciones, pruebas y puesta en funcionamiento de aquellas redes de servicios públicos que se vean afectadas como consecuencia del cruce y sus obras complementarias; así como los daños a terceros que de igual manera se causen.
- Perforación y encamisado con el equipo mecánico y su correspondiente alineamiento.
- Tubería que sirve de camisa. Las tuberías de acero al carbón que se utilicen para tal fin no necesariamente serán nuevas; aun así, deberán proveer las condiciones de estabilidad y duración adecuadas; mientras que al emplear como camisa tubería de pvc RDE 21 o polietileno de alta densidad, los tubos de éstos materiales deberán ser nuevos. En todos los casos se requiere de la aprobación de la Interventoría.
- Instalación de la tubería, con sus accesorios, de acueducto o alcantarillado
- Transportes de materiales y equipos al sitio de los trabajos y retorno a sus sitios de base.
- Energía, combustibles y aceites.
- Trabajos topográficos necesarios para conseguir el alineamiento requerido por las tuberías en los diseños.
- Accesorios, materiales y tubería adicional para suplir las deficiencias generadas durante el proceso de perforación.
- Dispositivos de señalización y dotación especial al personal solicitados por la Interventoría o la normatividad aplicable al ejecutar estos trabajos en vías intermunicipales.

Si durante la ejecución de los trabajos se requiere realizar actividades como: entibado a las paredes de la excavación, construcción de losa de concreto para nivelar el equipo, demolición y reconstrucción de andenes, pavimentos y bordillos, éstas serán cuantificadas, autorizadas por la Interventoría y pagadas por aparte de acuerdo a los ítems correspondientes establecidos en estas especificaciones.

Se incluyen igualmente todos los costos que se ocasionen por la ocupación de mano de obra, calificada o no, así como todas las actividades necesarias para la correcta perforación, alineación e instalación de la tubería.

Se diligenciarán las medidas y formatos correspondientes, tendientes a incluir el cruce en el acta de compensación para su pago, una vez se realicen las pruebas hidrostáticas o de estanqueidad a la tubería instalada, así como la finalización de los llenos y obras civiles accesorias demolidas o deterioradas por la ejecución del cruce.

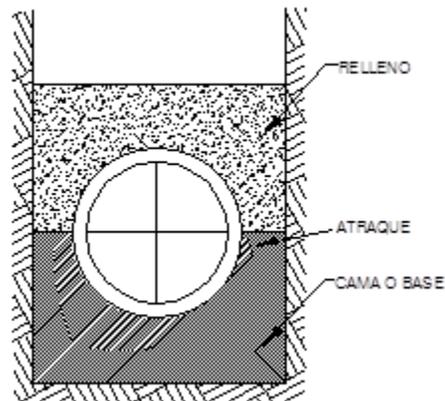
La medida para el pago del cruce con topo, el cual incluye todas las actividades y recursos, antes mencionados, es el metro (m). La longitud efectiva para el pago será la de la perforación subterránea con el equipo mecánico correspondiente, para la cual se definen los siguientes diámetros de perforación (camisa):

Los ítems de pago para esta actividad son:

Ítems	Descripción	Unidad
3.4.5.8	Cruce con equipo mecánico, percusión o rotación, D = 400 mm	m

3.4.8. CIMENTACIÓN DE TUBERÍA

La cimentación de una tubería está compuesta por la cama o base, atraque y relleno inicial, tal como se muestra en la siguiente ilustración:



Esta especificación aplica para los materiales que se utilicen durante la instalación de sistemas de alcantarillado para la cimentación de tuberías rígidas (Gres y Hierro Fundido), flexibles (PVC, PEAD y Fibra de Vidrio) y semirrígidas (Hierro Dúctil), y en sistemas de acueducto para tuberías de Hierro dúctil y Fibra de Vidrio, para la cimentación de tubería de polietileno ver el capítulo 3.4.4.1.

Se establecen varios tipos de cimentación para tuberías, de acuerdo a las condiciones que se describen a continuación:

TUBERÍAS RÍGIDAS.

Se define como tubería rígida aquella cuyos cambios por efecto de cargas externas, en cualquier sección transversal, no pueden variar su dimensión vertical u horizontal en más de 0,1 %, sin causar al material grietas o roturas. Dentro de este grupo se encuentran las tuberías de gres y hierro fundido.

TUBERÍAS RÍGIDAS DE GRES.

Para definir el tipo de cimentación a utilizar en la instalación de tuberías de GRES, es necesario determinar una variable denominada factor de carga, F_c .

El factor de carga se define como la relación entre la carga máxima admisible que soporta la tubería instalada y la carga de rotura, si se utiliza tubería de GRES. La carga de rotura se obtiene por medio del ensayo de los tres apoyos. Para diámetros mayores de 21 pulgadas el factor de carga será definido por el Área de diseño y quedará detallado en los planos de diseño.

En las tablas 3.4.8.1 Factores de Carga para tubería de Alcantarillado, Tubería de GRES 315 mm (12 pulgadas) a 3.4.8.5 Factores de Carga para tuberías de Alcantarillado, tubería de GRES de 558 mm (21 pulgadas) se indican los factores de carga a utilizar dependiendo de la profundidad de instalación a clave, el diámetro de la tubería y el material del sitio.

En la instalación de tuberías de GRES se presentan 6 tipos de cimentación definidos por los factores de carga 1,1 - 1,5 - 1,9 - 2,2 - 3,0 y 4,0 que se describen en la tabla 3.4.8.6 Esquemas típicos de cimentación de tuberías de GRES para alcantarillado.

La cimentación que determina el factor de carga 1,9 deberá utilizarse cuando se ejecute reposición de redes. En el caso de presencia de nivel freático se empleará el tipo de cimentación que determina el factor de carga 1,9, pero utilizando material tipo 1 (agregado grueso), hasta una altura de 0,30 m por encima de la cota clave de la tubería.

TUBERÍAS FLEXIBLES.

Se define como tuberías flexibles las de paredes delgadas cuyos cambios, por efecto de cargas externas pueden hacer variar su dimensión vertical u horizontal en más del 3%, antes de causar al material grietas o roturas. Al deformarse bajo las cargas, el diámetro horizontal aumenta, comprimiendo el terreno adyacente y crea, por tanto, una resistencia pasiva del suelo, que ayuda a soportar las cargas verticales sobre la tubería.

El tipo de suelo que se coloca alrededor de la tubería, de acuerdo con sus propiedades y calidad, absorberá cierta cantidad de carga transmitida por la tubería. Por lo tanto, la clase de suelo que se utilice para la cimentación, es fundamental en el comportamiento de la tubería.

TUBERÍAS FLEXIBLES DE PVC.

Externa perfilada

En la tabla 3.4.8.7 Deflexiones a largo plazo para tuberías de PVC Externa Perfilada se indica la deflexión a largo plazo que puede presentar la tubería de PVC externa perfilada - Cimentada en Arena y en la tabla 3.4.8.8 Deflexiones a largo plazo para tuberías de PVC Externa Perfilada - Cimentada en Agregado, en diámetros de 150 mm (6 pulgadas) a 903 mm (36 pulgadas), confrontada con la variable de rigidez de la tubería, clase del suelo para la cimentación y profundidad de instalación a clave, principalmente.

La profundidad a la cual se instalan las tuberías, constituyen el principal factor que influye en la magnitud de las deflexiones de la tubería, las cuales deben ser controladas y se debe tener un estimativo de su magnitud de acuerdo con las condiciones de instalación (zanja o terraplén) y materiales de relleno. Se permiten valores de deflexión no mayores del 5% del diámetro interior del tubo.

La cimentación para las tuberías flexibles será de dos tipos, tal como se muestra en la tabla 3.4.8.13 Esquemas típicos de cimentación y atraques para tuberías flexibles.

La cimentación tipo A se utilizará para conformar la cimentación en la instalación de tuberías de PVC externas perfiladas en diámetros de 150 mm (6 pulgadas) a 903 mm (36 pulgadas), hasta las siguientes profundidades a cota clave y en ausencia de nivel freático:

Tubería de PVC Externa Perfilada: Para diámetros entre 150 mm (6 pulgadas) y 500 mm (20 pulgadas); desde 0,80 m hasta 7,0 m y para diámetros entre 600 mm (24 pulgadas) y 903 mm (36 pulgadas); desde 0,8 m hasta 6,5 m.

La cimentación tipo B se utilizará para conformar la cimentación en la instalación de tuberías de PVC Externas Perfiladas en diámetro de 150 mm (6 pulgadas) a 903 mm (36 pulgadas), hasta las siguientes profundidades a cota clave y en presencia del nivel freático o cuando la zanja pueda estar sujeta a inundación:

Tubería de PVC externa perfilada: Para diámetros entre 150 mm (6 pulgadas) y 903 mm (36 pulgadas); desde 0,8 m hasta 8,0 m

Cuando se ejecuten reposiciones de redes de alcantarillado se utilizará la cimentación Tipo B con material tipo 1 hasta la mitad del diámetro de la tubería y se rellenará con arena (material Tipo 2 o 3) hasta la cota clave.

Externa Lisa

En la tabla 3.4.8.9 Deflexiones a largo plazo para tuberías de PVC Externa Lisa se indica la deflexión a largo plazo que puede presentar la tubería Cimentada en Arena y en la tabla 3.4.8.10 Deflexiones

a largo plazo para tuberías de PVC Externa Lisa Cimentada en Agregado, en diámetros de 1025 mm (39 pulgadas) a 1271 mm (48 pulgadas), confrontada con la variable de rigidez de la tubería, clase del suelo para la cimentación y profundidad de instalación a clave, principalmente.

La profundidad a la cual se instalan las tuberías, constituyen el principal factor que influye en la magnitud de las deflexiones de la tubería, las cuales deben ser controladas y se debe tener un estimativo de su magnitud de acuerdo con las condiciones de instalación (zanja o terraplén) y materiales de relleno. Se permiten valores de deflexión no mayores del 5% del diámetro interior del tubo.

La cimentación para las tuberías flexibles será de dos tipos, tal como se muestra en la tabla 3.4.8.13 Esquemas típicos de cimentación y atraques para tuberías flexibles.

La cimentación tipo A se utilizará para conformar la cimentación en la instalación de tuberías de PVC Externas Lisas en diámetros de 1025 mm (39 pulgadas) a 1271 mm (48 pulgadas), hasta las siguientes profundidades a cota clave y en ausencia de nivel freático:

Tubería de PVC Externa Lisa: Para diámetros entre 1025 mm (39 pulgadas) a 1271 mm (48 pulgadas); desde 0,80 m hasta 6,0 m.

La cimentación tipo B se utilizará para conformar la cimentación en la instalación de tuberías de PVC Externas Lisas en diámetro de 1025 mm (39 pulgadas) a 1271 mm (48 pulgadas), hasta las siguientes profundidades a cota clave y en presencia del nivel freático o cuando la zanja pueda estar sujeta a inundación:

Tubería de PVC Externa Lisa: Para diámetros entre 1025 mm (39 pulgadas) a 1271 mm (48 pulgadas); desde 0,8 m hasta 8,0 m

TUBERÍA FLEXIBLE DE PEAD

Externa Corrugada

En la tabla 3.4.8.11 Deflexiones a largo plazo para tuberías de PEAD Externa Corrugada se indica la deflexión a largo plazo que puede presentar la tubería Cimentada en Arena y en la tabla 3.4.8.12 Deflexiones a largo plazo para tuberías de PEAD Externa Corrugada Cimentada en Agregado, en diámetros de 160 mm (6" pulgadas) a 1500 mm (60 pulgadas), confrontada con la variable de rigidez de la tubería, clase del suelo para la cimentación y profundidad de instalación a clave, principalmente.

La profundidad a la cual se instalan las tuberías, constituyen el principal factor que influye en la magnitud de las deflexiones de la tubería, las cuales deben ser controladas y se debe tener un estimativo de su magnitud de acuerdo con las condiciones de instalación (zanja o terraplén) y materiales de relleno. Se permiten valores de deflexión no mayores del 5% del diámetro interior del tubo.

La cimentación para las tuberías flexibles será de dos tipos, tal como se muestra en la tabla 3.4.8.13 Esquemas típicos de cimentación y atraques para tuberías flexibles.

La cimentación tipo A se utilizará para conformar la cimentación en la instalación de tuberías de PEAD Externas Corrugada en diámetros de 160 mm (6 pulgadas) a 1500 mm (60 pulgadas), hasta las siguientes profundidades a cota clave y en ausencia de nivel freático:

Tubería de PEAD Externa Perfilada: Para diámetros entre 150 mm (6 pulgadas) y 450 mm (18 pulgadas); desde 0,8 m hasta 7,5 m; para diámetros entre 150 mm (6 pulgadas) y 1200 mm (48 pulgadas); desde 0,8 m hasta 7,0 m y para diámetros entre 160 mm (6 pulgadas) y 1500 mm (60 pulgadas); desde 0,80 m hasta 6,5 m.

La cimentación tipo B se utilizará para conformar la cimentación en la instalación de tuberías de PEAD Externa Corrugada en diámetro de 160 mm (6 pulgadas) a 1500 mm (60 pulgadas), hasta las siguientes profundidades a cota clave y en presencia del nivel freático o cuando la zanja pueda estar sujeta a inundación:

Tubería de PEAD Corrugada Perfilada: Para diámetros entre 160 mm (6 pulgadas) y 1500 mm (60 pulgadas); desde 0,8 m hasta 8,0 m

TUBERÍAS FLEXIBLES DE FIBRA DE VIDRIO (GRP).

El tipo de cimentación adecuada para los tubos de GRP varía en función de la rigidez del tubo, la profundidad de instalación, las características del suelo natural y del material de relleno disponible. Independientemente de las condiciones del suelo y del método de instalación que se utilice, la deflexión inicial y la deflexión a largo plazo no deben exceder los siguientes valores:

PORCENTAJE DE DEFLEXION ADMISIBLE PARA TUBERIAS DE FIBRA DE VIDRIO (GRP)

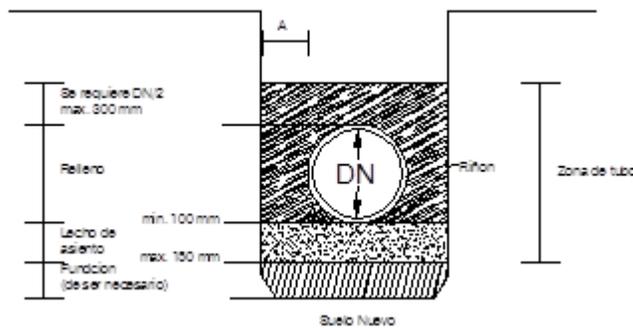
	Diámetros grandes (DN ≥ 300 mm)	Diámetros pequeños (DN ≤ 250 mm)
Inicial	3,0 %	2,5 %
A largo plazo	5,0 %	4,0 %

La Triple A solo utiliza las tuberías de diámetros grandes, DN ≥ 300 mm., en este material y con rigideces de 5000 N/m² y 10000 N/m².

PROFUNDIDAD MÁXIMA DEL RELLENO

La tubería de GRP es flexible, por lo tanto debe estar soportada por el suelo circundante para poder resistir las cargas que se le aplican.

La cimentación para las tuberías de Fibra de Vidrio (GRP) será de dos tipos, tal como se muestra en la tabla 3.4.8.14 Esquemas típicos de Cimentación y Atraques para tuberías flexibles de Fibra de Vidrio (GRP), y las profundidades máximas de instalación para cada uno de estos es la que se muestra en la tabla 3.4.8.15 hasta 3.4.8.27 Profundidades máximas de instalación para tubería de fibra de vidrio (GRP), dependiendo además del tipo de material de relleno elegido y su compactación, de las características del suelo natural, de la rigidez del tubo y de las cargas debidas al tráfico.



Lecho de asiento del tubo

El lecho de asiento del tubo debe estar ubicado sobre un fondo de zanja firme y estable de modo que proporcione un adecuado apoyo. El lecho de asiento terminado debe proporcionar un apoyo firme, estable y uniforme al cuerpo del tubo y a cualquier saliente de la junta.

Se debe proporcionar un lecho de asiento de 100-150mm debajo del tubo y de 75mm debajo del acople. En caso de que el fondo de zanja sea inestable o blando, se deberá colocar una fundación adicional para lograr el apoyo firme que el lecho de asiento necesita.

Puede suceder que haya que importar el material del lecho de asiento para lograr la gradación adecuada y el apoyo necesario. Los materiales recomendados para el lecho de asiento son SC1 y SC2. Para determinar si el material nativo es el adecuado para el lecho de asiento, el mismo debe satisfacer todos los requisitos de relleno de la zona del tubo. El control del material de relleno debe extenderse a lo largo de todo el proceso de instalación debido a que las condiciones del suelo nativo pueden variar y cambiar inesperadamente a lo largo del tramo de la tubería.

El lecho de asiento debe estar sobre excavado en cada junta para asegurar que el tubo tenga un apoyo continuo y no descansa en los acoples. El área del acople deberá contar con un lecho de asiento apropiado y ser rellenado luego de completarse el montaje de la junta. Ver Figura 1 y Figura 2 donde se muestra el apoyo correcto e incorrecto sobre el lecho de asiento.

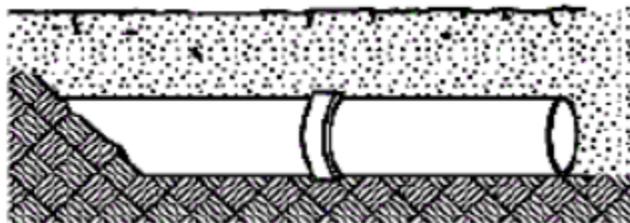


Figura 1. Apoyo correcto sobre el lecho de asiento

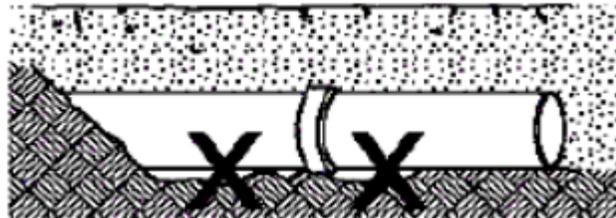


Figura 2. Apoyo incorrecto sobre el lecho de asiento

Donde existan suelos altamente expansivos, inestables, sueltos, blandos, rocosos o suelos endurecidos, será necesario incrementar la profundidad de la capa del lecho de asiento para lograr un soporte longitudinal uniforme.

Materiales de relleno

La Tabla 3.4.8A agrupa los materiales de relleno en diferentes categorías. SC1 y SC2 son los suelos de relleno más fáciles de usar y precisan menos esfuerzo de compactación para lograr un cierto nivel de compactación relativa.

Independientemente de estas categorías y sin importar si el suelo de relleno es importado o no, se aplicarán las siguientes restricciones:

- Para el tamaño máximo de las partículas y piedras, se deben respetar los límites establecidos en la Tabla 3.4.8B.
- Los terrones no deberán ser de un tamaño mayor al doble del máximo tamaño de las partículas.
- No se debe utilizar material congelado.
- No se debe utilizar material orgánico.
- No se debe utilizar escombros (neumáticos, botellas, metales, etc).

TABLA 3.4.8A MATERIALES DE RELLENO

GRUPOS DE SUELO DE RELLENO	DESCRIPCION DE LOS SUELOS DE RELLENO
SC1	Piedras trituradas con <15% de arena, un máximo de 25% que pase por el tamiz de 10 mm y un máximo de 5% de material fino.
SC2	Suelos limpios de grano grueso con <12% de material fino.
SC3	Suelos de grano grueso con 12% de material fino o más. Suelos arenosos o de grano fino con menos de 70% de material fino.
SC4	Suelos de grano fino con más de 70% de material fino.

TABLA 3.4.8B Clasificación del tipo de suelo de relleno

Grupos de suelos de Relleno	Descripción de los suelos de relleno
SC1	Piedras trituradas con <15% de arena, un máximo de 25% que pase por el tamiz de 9,5 mm y un máximo de 5% de material fino.
SC2	Suelos limpios de grano grueso: SW, SP1), GW, GP o cualquier suelo que comience con uno de estos símbolos con 12% de material fino o menos 2)
SC3	Suelo de grano grueso con material fino: GM, GC, SM, SC o cualquier suelo que comience con alguno de estos símbolos con 12% de de material fino o más. 2) Suelos de grano fino, arenosos o con grava: CL, ML, (o CL-ML, CL/ML, ML/CL) con un 30% o más que quede retenido en tamiz número 200.
SC4	Suelos de granulo fino: CL, ML (o CL-ML, CL/ML, ML/CL) con un 30% o menos de retenido en tamiz número 200.
<p>Nota: Los símbolos en la tabla corresponden a la Designación Unificada de la Clasificación de Suelos (Unified Soil Classification Designation ASTM D2487)</p> <p>1) Arena fina y uniforme, SP, con más del 50% que pase el tamiz número 100 (0,15mm). Es muy sensible a la humedad y no se recomienda como relleno.</p> <p>2) El % de material fino es el porcentaje del peso de las partículas de suelo que pasan por un tamiz número 200, con una abertura de 0,076mm.</p>	

El tamaño máximo de las partículas en la zona del tubo (hasta 300 mm sobre la clave del tubo) será el siguiente:

TABLA 3.4.8C Máximo tamaño de las partículas

DN	Tamaño máximo (mm)
≥ 450	13
500 - 600	19
700 - 900	25
1000 - 1200	32
≥ 1300	40

El relleno sobre el tubo puede consistir en material excavado con un tamaño máximo de partículas de hasta 300mm siempre y cuando la cobertura sobre la tubería sea de 300 mm. Las piedras mayores a 200mm no deben ser arrojadas sobre la capa de 300mm que cubre la clave del tubo desde una altura mayor a 2 metros.

Tipos de instalación

Se recomiendan dos configuraciones estándar de relleno (Ver figuras 3 y 4). La selección del tipo depende de las características del suelo nativo, los materiales de relleno, la profundidad a la que debe enterrarse el tubo, las condiciones de sobrecarga, la rigidez del tubo y las condiciones bajo las cuales operará. El Tipo 2, llamada configuración "partida", se utiliza generalmente para aplicaciones de baja presión ($PN \leq 10$ bar), carga por tráfico liviana y en casos de presión negativa limitada (vacío).

Instalación Tipo 1

Construya el lecho de asiento del tubo de acuerdo con las instrucciones del numeral 1.

Rellene la zona de la tubería (hasta 300 mm) sobre la clave del tubo con el material de relleno especificado y compactado según los niveles requeridos.

Nota: Para aplicaciones de baja presión ($PN \leq 1$ bar) sin cargas por tráfico, no es necesario compactar los 300 mm sobre la clave del tubo.

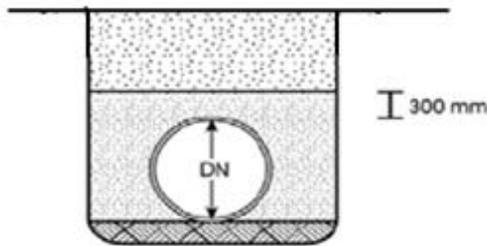


Figura 3

Instalación tipo 2

Construya el lecho de asiento del tubo de acuerdo con las instrucciones del numeral 1. Rellene hasta un nivel del 60% del diámetro del tubo con el material de relleno especificado, compactado hasta los niveles indicados.

Rellene desde el 60% del diámetro hasta 300mm sobre la clave del tubo con el material de relleno especificado compactado hasta los niveles indicados.

Nota: La configuración de relleno Tipo 2 no es práctica para los tubos de menor diámetro.

La configuración de relleno Tipo 2 no es adecuada para situaciones de cargas por tráfico pesado.

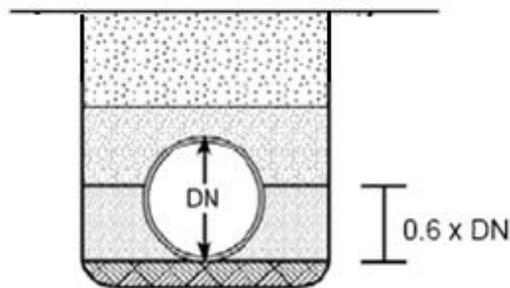


Figura 4

Relleno de la zona del tubo

Se recomienda rellenar inmediatamente después del proceso de enchufado a fin de prevenir dos peligros:

La flotación del tubo debido a las lluvias copiosas y los movimientos térmicos por la gran diferencia de temperaturas diurnas y nocturnas. La flotación puede dañar al tubo y causar costos de reinstalación innecesarios. La contracción y expansión térmica pueden arruinar el sellado debido al movimiento de varios tramos de tubos acumulados en una misma junta.

Si se colocan secciones de tubería en la zanja y se demora el relleno, el centro de cada tubo deberá ser rellenado hasta la clave para minimizar los movimientos en la junta.

La correcta selección, ubicación y compactación del relleno de la zona de la tubería es de gran importancia a fin de controlar la deflexión vertical y para el rendimiento del tubo. Se debe tener cuidado de que el material de relleno no se encuentre contaminado con escombros u otros materiales extraños que puedan dañar el tubo o causar una pérdida de apoyo. El material de relleno del riñón en la zona que se encuentra entre el lecho de asiento y la parte inferior externa del tubo debe insertarse y compactarse antes de colocar el resto del relleno (ver Figuras 5 y 6).

correcto: el tubo está firmemente apoyado.

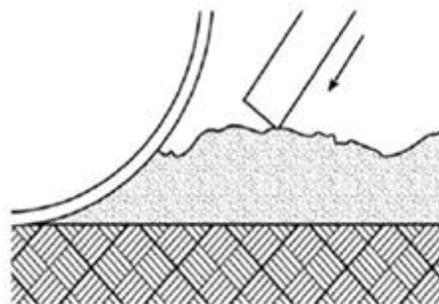


Figura 5. Relleno correcto del riñón del tubo

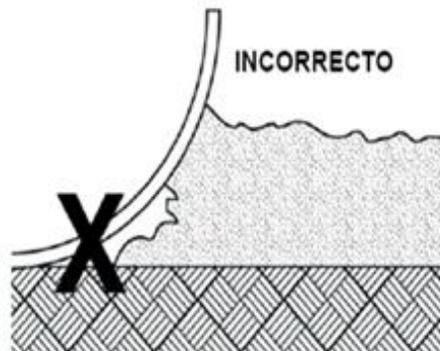


Figura 6. Relleno incorrecto del riñón del tubo

Se debe controlar el espesor de la capa a compactar, así como la energía utilizada en el método de compactación. El relleno correcto se realiza normalmente en capas de 100mm a 300mm dependiendo del material de relleno y del método de Compactación. Cuando se utiliza grava o piedra triturada como material de relleno, generalmente será adecuado utilizar una capa de 300mm ya que la grava es relativamente fácil de compactar. Los suelos de grano fino necesitan un mayor esfuerzo de compactación y el espesor de la capa debe ser limitada. Se advierte que es importante lograr la correcta compactación de cada capa para asegurarse de que el tubo tenga el soporte necesario.

Los rellenos tipo SC1 y SC2 son relativamente fáciles de usar y muy confiables como materiales de relleno para tubos. Estos suelos tienen baja sensibilidad a la humedad. El relleno se puede compactar fácilmente utilizando un compactador manual de placa vibratoria en capas de 200 a 300mm. Ocasionalmente, se deberá utilizar un geotextil en combinación con suelos de grava para evitar la migración de materiales finos y la consecuente pérdida de apoyo del tubo. Se pueden

aceptar los suelos de rellenos tipo SC3 y se encuentran a menudo listos para usar como materiales de relleno para instalaciones de tuberías.

Muchos suelos nativos, en los que se instala la tubería, son del tipo SC3 y, por lo tanto, el suelo extraído puede ser directamente reutilizado como relleno para la zona del tubo. Se deben tomar precauciones ya que estos suelos son sensibles a la humedad. Las características del tipo de suelo SC3 dependen en gran parte de las características de la fracción fina. El control de humedad puede ser necesario cuando se compacta el suelo para lograr la densidad deseada con una razonable energía de compactación y con una fácil utilización del equipo de compactación.

El relleno tipo SC4 solamente se puede utilizar como relleno de la zona de tubería observando las siguientes precauciones:

El contenido de humedad se debe controlar durante la colocación y la compactación.

No se debe usar en instalaciones con fundaciones inestables o con agua estancada en la zanja.

Las técnicas de compactación pueden requerir de una considerable energía y por lo tanto se deben tener en cuenta las limitaciones prácticas de la compactación relativa y la rigidez de suelo resultante.

Las pruebas de compactación se deben realizar periódicamente para asegurar la compactación adecuada.

La compactación del relleno de grano fino se logra con mayor facilidad cuando el material tiene un contenido óptimo de humedad o cercano al mismo.

Cuando el relleno alcanza el diámetro horizontal del tubo, toda la compactación debería comenzar cerca de los lados de la zanja y avanzar hacia el tubo. El relleno de la zona de la tubería se puede ubicar y compactar de tal modo que cause que el tubo se ovalice en dirección vertical (aumento del diámetro vertical). La ovalización inicial no debe exceder el 1,5% del diámetro del tubo de acuerdo con las mediciones realizadas al alcanzar el relleno la clave del tubo. La cantidad de ovalización inicial obtenida se relacionará con la energía necesaria para lograr la compactación relativa que se necesita.

Los altos niveles de energía necesarios con el relleno de tipo SC3 y SC4 pueden sobrepasar los límites. Si esto ocurre considere utilizar tubos de mayor rigidez u otro material de relleno o ambas cosas.

Estas recomendaciones se resumen en la Tabla 3.4.8D

TABLA 3.4.8D: Resumen de recomendaciones para la compactación del relleno de la zona del tubo

Tipo de suelo de relleno	Compactador manual de impacto (canguro)	Compactador manual de placa vibratoria	Recomendaciones
Tipo SC1		300 mm	Dos pasadas deberían proporcionar una buena compactación.
Tipo SC2		200 - 250 mm	Dos a cuatro pasadas, dependiendo de la altura y la densidad requerida.
Tipo SC3	100 - 200 mm		La altura de la capa y el número de pasadas dependen de la densidad necesaria. Usar con contenido óptimo de humedad o niveles cercanos al mismo. Controlar la compactación

Tipo SC4	100 - 150 mm		Puede requerir una importante energía de compactación. El contenido de humedad debe ser óptimo. Verificar la Compactación
----------	--------------	--	---

Zanja inundada

Si el nivel freático se encuentra por encima del fondo de zanja, este debe ser deprimido como mínimo hasta el fondo (y preferiblemente 200mm por debajo del fondo) de la zanja antes de preparar el lecho de asiento. Se pueden utilizar distintos procedimientos para lograr este propósito, dependiendo de las características del suelo nativo. En caso de suelos arenosos o limosos, se recomienda utilizar un sistema de well point (puntas coladoras) conectados a una tubería principal y a una bomba de vacío. La distancia entre los puntos de aspiración individuales y la profundidad a la cual deben instalarse dependerá del nivel freático y la permeabilidad del suelo. Es importante utilizar un filtro alrededor del punto de succión (arena gruesa o grava) para evitar el taponamiento de los puntos de succión a causa de los gránulos finos del material nativo.

Cuando el material nativo sea arcilla o roca, este sistema no podrá utilizarse. Es más difícil drenar el agua en estos casos. Se recomienda el uso de bombas y sumideros.

Si no es posible mantener el nivel del agua por debajo de la parte superior del lecho de asiento, se deben colocar subdrenajes. Dichos subdrenajes deben contener un agregado de una medida única (20-25mm) completamente revestidos con geotextil.

La profundidad del subdrenaje bajo el lecho de asiento dependerá de la cantidad de agua de la zanja. Si las aguas freáticas no se pueden mantener por debajo del lecho de asiento, se debe utilizar un geotextil alrededor del lecho (y si es necesario, también la zona del tubo) para evitar que se contamine con el material nativo. La grava o la piedra triturada se debe utilizar para el lecho y el relleno.

Deflexión del tubo

La deflexión del tubo con relleno completo es una buena indicación de la calidad de la instalación. La deflexión inicial vertical normal del tubo luego de rellenar hasta el nivel del suelo es menor a 2% para la mayoría de las instalaciones.

Todo valor que exceda esta cifra indica que no se ha logrado la calidad de instalación pretendida y debería mejorarse antes de colocar los siguientes tubos.

(Por ejemplo, incrementar la compactación del relleno en la zona de tubería, utilizar materiales de relleno en la zona tubería de grano más grueso o una zanja más ancha, etc). La Tabla 3.4.8E proporciona detalles sobre la máxima deflexión del tubo tan pronto como el tubo se haya rellenado hasta el nivel del suelo o calle.

TABLA 3.4.8E Deflexión vertical inicial permitida

	Deflexión (% del diámetro)
Grandes diámetros (DN > 300) 3.0 - Inicial	3.0

El tipo de instalación apropiada para la tubería GRP varía de acuerdo con las características del suelo nativo, la profundidad de la cobertura, las condiciones de carga y los materiales de relleno disponibles. El suelo nativo y los materiales de relleno deben ser los adecuados para el enterramiento del tubo y el soporte adecuado del mismo.

Los parámetros más importantes para el diseño de la instalación se indican en la Figura 7. La rigidez del suelo nativo, la profundidad de enterramiento, el nivel freático, la carga viva, y el vacío interno

deben determinarse de acuerdo con las condiciones a lo largo del recorrido de la tubería planificada. De acuerdo con esta información y el material de relleno disponible, se seleccionará la compactación del relleno, el ancho de zanja y la rigidez del tubo.

Las tablas de diseño para la instalación de los tubos que muestran la compactación mínima del relleno describen las instalaciones y condiciones de operación más comunes. Se proporcionan tablas para las combinaciones seleccionadas de 1) nivel freático, 2) cargas de tráfico, 3) vacío interno y 4) ancho de zanja.

Las tablas muestran la compactación mínima del relleno para las diferentes profundidades de enterramiento para todas las combinaciones de materiales de relleno, suelos nativos y rigidez de tubos. Todas las tablas son válidas para la presión de trabajo dentro del rango de presión atmosférica a nominal del tubo.

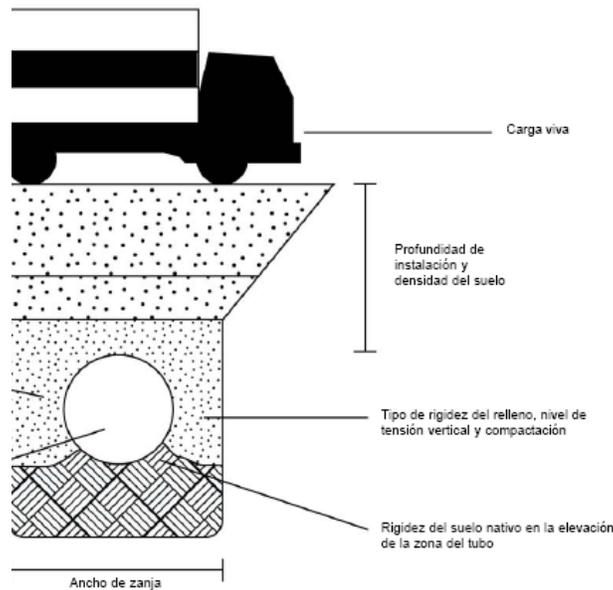


Figura 7. Parámetros de diseño de la instalación

Grupos de rigidez de suelos Nativos

El soporte de un suelo nativo se define en términos del módulo del suelo unidimensional o restringido M_{sn} en la elevación del tubo. Para diseñar instalaciones de tubos, los suelos nativos se clasifican por grupos de rigidez. En la Tabla 3.4.8F encontrará breves descripciones de los grupos de rigidez de suelos nativos.

TABLA 3.4.8F Grupos de Rigidez de Suelos Nativos. Valores del Módulo restringido, M_{sn}

Grupos de suelo	Granular	Descripción	Cohesivo		Modulo
	Conteo de golpes		qu kPa	Descripción	Msn
1	>15	Compacto	>200	Muy rígido	34,50
2	8 – 15	Levemente compacto	100 – 200	Rígido	20,70
3	4 – 8	Suelto	50 – 100	Medio	10,30
4	2 – 4		25 – 50	Blando	4,80
5	1 – 2	Muy suelto	13 – 25	Muy Blando	1,40
6	0 - 1	Muy, muy suelto	0 - 13	Muy, muy Blando	0,34

Módulo de relleno confinado Msb

La medida del nivel de soporte del suelo de relleno se expresa mediante el módulo de relleno confinado en Mpa. Para el diseño de las instalaciones de tuberías, los suelos de relleno apropiados se clasifican según cuatro diferentes categorías de rigidez SC1, SC2, SC3 y SC4.

Las Tablas 3.4.8G hasta 3.4.8J proporcionan los valores Msb para las categorías de rigidez de relleno SC1, SC2, SC3 y SC4 en función del % de la Densidad Proctor Estándar (SPD) y el nivel de tensión vertical.

Los valores se aplican a tubos instalados sobre el nivel freático, Para tubos instalados por debajo del nivel freático, el módulo del suelo, se reducirá para las clases de suelos por menor rigidez y menor compactación (ver valores entre paréntesis) Los niveles de tensión vertical consisten en la tensión vertical efectiva que ocurre en la elevación del diámetro horizontal del tubo (springline: línea de resortes). Normalmente se la calcula como el peso unitario del suelo de diseño por la profundidad de relleno. Por debajo del nivel freático se debe utilizar el peso unitario sumergido.

TABLA 3.4.8G Msb para Grupos de Suelo de Relleno SC1

Profundidad de Instalación (Densidad del suelo 18,8 kN/m ³)	Nivel de tensión vertical	Compactación, % máximo Densidad Proctor Estándar	
		Compactado	Arrojado
m	KPa	Mpa	Mpa
0,4	6,9	16,2	13,8
1,8	34,5	23,8	17,9
3,7	69,0	29,0	20,7
7,3	138,0	37,9	23,8
14,6	276,0	51,7	29,3
22,0	414,0	64,1	34,5

TABLA 3.4.8H Msb para Grupos de Suelo de Relleno SC2

Profundidad de Instalación (Densidad del suelo 18,8 kN/m ³)	Nivel de tensión vertical	Compactación, % máximo Densidad Proctor Estándar			
		100	95	90	85
m	KPa	Mpa	Mpa	Mpa	Mpa
0,4	6,9	16,2	13,8	8,8 (7,5)	3,2 (2,4)
1,8	34,5	23,8	17,9	10,3 (8,8)	3,6 (2,7)
3,7	69,0	29,0	20,7	11,2 (9,5)	3,9 (2,9)
7,3	138,0	37,9	23,8	12,4 (10,5)	4,5 (3,4)
14,6	276,0	51,7	29,3	14,5 (12,3)	5,7 (4,3)
22,0	414,0	64,1	34,5	17,2 (14,6)	6,9 (5,2)

TABLA 3.4.8I Msb para Grupos de Suelo de Relleno SC3

Profundidad de Instalación (Densidad del suelo 18,8 kN/m ³)	Nivel de tensión vertical	Compactación, % máximo Densidad Proctor Estándar			
		100	95	90	85
M	KPa	Mpa	Mpa	Mpa	Mpa
0,4	6,9		9,8 (4,9)	4,6 (2,3)	2,5 (1,3)
1,8	34,5		11,5 (5,8)	5,1 (2,6)	2,7 (1,4)
3,7	69,0		12,2 (6,1)	5,2 (2,6)	2,8 (1,4)
7,3	138,0		13,0 (6,5)	5,4 (2,7)	3,0 (1,5)
14,6	276,0		14,4 (7,2)	6,2 (3,1)	3,5 (1,8)

22,0	414,0		15,9 (8,0)	7,1 (3,6)	4,1 (2,1)
------	-------	--	------------	-----------	-----------

TABLA 3.4.8J M_{sb} para Grupos de Suelo de Relleno SC4

Profundidad de Instalación (Densidad del suelo 18,8 kN/m ³)	Nivel de tensión vertical	Compactación, % máximo Densidad Próctor Estándar			
		100	95	90	85
m	KPa	Mpa	Mpa	Mpa	Mpa
0,4	6,9		3,7 (1,11)	1,8 (0,54)	0,9 (0,27)
1,8	34,5		4,3 (1,29)	2,2 (0,66)	1,2 (0,36)
3,7	69,0		4,8 (1,44)	2,5 (0,75)	1,4 (0,42)
7,3	138,0		5,1 (1,53)	2,7 (0,81)	1,6 (0,48)
14,6	276,0		5,6 (1,68)	3,2 (0,96)	2,0 (0,60)
22,0	414,0		6,2 (1,86)	3,6 (1,08)	2,4 (0,72)

LIMITACIONES DE INSTALACIÓN

General

La profundidad mínima recomendada de instalación de los tubos con presiones operativas de 10 bares o inferiores a ella es de 0,5 metros siempre que los tubos se encuentren unidos sin deflexión vertical de las juntas. Para condiciones operativas y de instalación que incluyan cargas por tráfico, presión negativa, alta presión, altos niveles de agua o congelamiento, vea las secciones a continuación.

Cargas por tráfico

En situaciones donde los tubos se entierren bajo un camino o si se anticipa una carga continua de tráfico, el material de relleno se debe compactar hasta el nivel de superficie. Las restricciones de cobertura mínima pueden verse reducidas con instalaciones especiales, tales como cajones de concreto, placas para cubierta de concreto, revestimientos, etc.

Las tablas de instalación se basan en una carga presunta AASHTO HS20. En general, se recomienda una profundidad de instalación mínima de 1 metro para cargas de tráfico, utilizando suelos granulares bien compactados como relleno.

TABLA 3.4.8K Profundidad mínima de tapada con cargas de tráfico en condiciones estándar

Tipo de carga	Carga (kN) de Tráfico (rueda)	Profundidad mínima de tapada (metros)
ATV LKW 12	40	0,6
ATV SLW 30	50	0,6
AASHTO HS20	72	0,8
AASHTO HS25	90	1,0
BS 153 HA	90	1,0
ATV SLW 60	100	1,0
MOC	160	1,5
Maquinaria vial Cooper E80		3,0

Cargas por tráfico de maquinaria de construcción

En algunos casos, se puede dar la presencia de grúas de construcción o de maquinaria pesada para el movimiento de tierra en la zona de la tubería o cerca de la misma. Estos equipos pueden causar altas cargas localizadas de superficie. Los efectos de estas cargas deben evaluarse caso por caso para establecer los procedimientos y límites adecuados.

Presión negativa

Se recomienda una profundidad de instalación mínima de 1 metro para las situaciones de presión negativa (vacío) donde la presión negativa excede los 0,5 bares para tubos con SN 5000.

Alta presión

Las altas presiones requieren consideración respecto de las fuerzas de levantamiento en las juntas durante el funcionamiento así como durante las pruebas hidráulicas en obra.

Para presiones de 16 bares y superiores, la profundidad mínima de instalación debe ser de 1,2 metros para tubos de DN 300mm y mayores.

Durante las pruebas hidráulicas en obra a presiones menores a 16 bares los acoples deben ser rellenados al menos hasta la clave y los tubos rellenados hasta el mínimo de tapada. Durante la prueba hidráulica en obra a presiones de 16 bares o superiores, los tubos que se encuentren en alineación recta se rellenarán hasta la clave del acople o hasta un nivel superior antes de realizar el ensayo. Los tubos deben estar rellenos hasta la tapada mínima. Para tubos instalados con deflexión angular, tanto el tubo como la junta deben estar cubiertos hasta el nivel de superficie antes de realizar el ensayo.

Nivel freático alto

Se requerirá un mínimo de "0,75 x diámetro" de tapada (densidad mínima de masa de suelo seco de 19kN/m³) para evitar que un tubo vacío sumergido flote. Como alternativa la instalación puede realizarse anclando los tubos. Si éste es el caso, se utilizarán cuerdas de anclaje de un material plano, de un mínimo de 25mm de ancho ubicados a intervalos máximos de 4 m.

Las tablas de compactación del relleno han sido calculadas para las condiciones de instalación y carga indicadas en las tablas 3.4.8L y 3.4.8M. La Tabla 3.4.8L muestra las combinaciones calculadas para tubos de grandes diámetros, DN a 300mm para ser instalados con una configuración de relleno Tipo 1.

Nota: En instalaciones donde pueden ocurrir cargas por tráfico y vacío, utilice los valores máximos de compactación de las Tablas 3.4.8.16 y 3.4.8.17 para instalaciones con niveles freáticos debajo del tubo y los valores máximos de compactación de las Tablas 3.4.8.19 y 3.4.8.20 para instalaciones donde el nivel freático llega a la superficie.

TABLA 3.4.8L Combinaciones de carga para instalaciones de Tipo 1 de tubos de DN ≥300mm

Carga por tráfico	Vacío interno	Nivel freático	Ancho de zanja en el diámetro horizontal del tubo (springline)	Tabla de Instalación
AASTHO	Bares		Bd/d	
0	0	Debajo del tubo	1,8 y 3,0	Tabla 3.4.8.15
HS20	0	Debajo del tubo	1,8 y 3,0	Tabla 3.4.8.16
0	1	Debajo del tubo	1,8 y 3,0	Tabla 3.4.8.17
0	0	A nivel del suelo	1,8 y 3,0	Tabla 3.4.8.18
HS20	0	A nivel del suelo	1,8 y 3,0	Tabla 3.4.8.19
0	1	A nivel del suelo	1,8 y 3,0	Tabla 3.4.8.20

TABLA 3.4.8M Combinaciones de carga para instalaciones de Tipo 2 de tubos de DN ≥ 300 mm

Vacío interno	Nivel freático	Ancho de zanja en la altura media del tubo (springline)	Relleno inferior 0,6xDN	Relleno superior 0,6xDN		Tabla de Instalación
				Bares	Bd/d	
0	Debajo del tubo	1,8 y 3,0	SC1, SC2	SC3	85	3.4.8.21
0	Debajo del tubo	1,8 y 3,0	SC1, SC2	SC4	90	3.4.8.21
0,5	Debajo del tubo	1,8 y 3,0	SC1, SC2	SC3	85	3.4.8.23
0,5	Debajo del tubo	1,8 y 3,0	SC1, SC2	SC4	90	3.4.8.23
1	Debajo del tubo	1,8 y 3,0	SC1, SC2	SC3	85	3.4.8.24
1	Debajo del tubo	1,8 y 3,0	SC1, SC2	SC4	90	3.4.8.24
0	A nivel del suelo	1,8 y 3,0	SC1, SC2	SC3	85	3.4.8.25
0	A nivel del suelo	1,8 y 3,0	SC1, SC2	SC4	90	3.4.8.25
0,5	A nivel del suelo	1,8 y 3,0	SC1, SC2	SC3	85	3.4.8.26
0,5	A nivel del suelo	1,8 y 3,0	SC1, SC2	SC4	90	3.4.8.26
1	A nivel del suelo	1,8 y 3,0	SC1, SC2	SC3	85	3.4.8.27
1	A nivel del suelo	1,8 y 3,0	SC1, SC2	SC4	90	3.4.8.27

TUBERÍAS SEMIRRÍGIDAS (HIERRO DÚCTIL).

Se definen como tuberías semirrígidas aquellas en que la resistencia a las cargas exteriores queda distribuida entre la resistencia propia del tubo y la del relleno que lo rodea. De esta manera, los esfuerzos aplicados son las reacciones pasivas de apoyo del relleno y las tensiones de flexión interna en la pared del tubo. Dentro de este grupo se encuentran las tuberías de Hierro Dúctil.

En el caso de diámetros menores o iguales a 300 mm., el dimensionamiento se rige por la flexión máxima admisible (3,31 Mpa.) y en el caso de diámetros mayores a 350 mm, el dimensionamiento se rige por la ovalización máxima admisible (3,0%).

Las alturas máximas y mínimas de relleno dependen tanto de las características del tubo como del tipo de cimentación.

La cimentación para las tuberías semirrígidas será de dos tipos, tal como se muestra en la tabla 3.4.8.29 Esquemas típicos de Cimentación y Atraques para tuberías semirrígidas (Hierro de fundición dúctil), y las profundidades máximas y mínimas de instalación para cada uno de los tipos es la que se muestra en la tabla 3.4.8.28 Profundidades Máximas y Mínimas en metros para la instalación de tuberías en Hierro Dúctil.

En caso de que se presenten profundidades que no estén registradas en la tabla 3.4.8.28 Profundidades Máximas y Mínimas en metros para la instalación de tuberías en Hierro Dúctil, debe consultarse con la Interventoría.

La cimentación Tipo 1 se utilizará con arena (material tipo 2 o 3) hasta el nivel de cota clave de la tubería.

La cimentación Tipo 2 se utilizará con arena compactada al 40% de la densidad relativa máxima (material tipo 2 o 3) hasta el diámetro medio de la tubería.

Cualquiera que sea el tipo de cimentación utilizado, los materiales de relleno que se encuentre directamente en contacto con la tubería, deberán estar exentos de elementos punzantes o corrosivos.

Cuando la tubería se instale en presencia de nivel freático o cuando las zanjas puedan estar sometidas a inundación se deberá utilizar una manga de polietileno para proteger a la tubería.

Cuando el fondo de la zanja no sea uniforme, o sea una superficie rocosa, para que el tubo quede debidamente apoyado, debe colocarse una cama de gravilla triturada o arena, lo cual debe ser aprobado por la Interventoría.

3.4.8.2 Cimentación de tubería con arena compactada al 70% de la densidad relativa máxima

Deberán cumplir con las siguientes condiciones para su utilización como cimentación en las tuberías, tal como se define en los esquemas típicos de cimentación para tuberías rígidas, flexibles y semirrígidas:

Tipo 2 (Arenas) ó (SC2/SC3)

Retenido 6,35 mm (¼ pulgada) < 10%
Tamaño máximo = 25,4 mm (1 pulgada) hasta un 25% en peso.
Contenido de materia orgánica (c.m.o.) Deberán estar exentos.
Límite líquido < 30
Índice de plasticidad < 4
Pasa 200 < 15%
Espesor de capa 0,15 m

Tipo 3 (Arenas) ó SC4

Límite líquido < 30
Índice de plasticidad < 10
Pasa 200 < 25%
Densidad > 1750 Kg/m³
Contenido de materia orgánica (c.m.o.) Deberán estar exentos.
Tamaño máximo = 25,4 mm hasta un 25% en peso.
Espesor de capa = 0,15 m

Estas especificaciones aplican a los siguientes ítems:

Ítems	Descripción	Unidad
3.4.8.2	Cimentación de tubería con arena compactada al 70% de la densidad relativa máxima	m ³

3.5. RELLENOS

3.5.1. RELLENO DE ZANJAS Y OBRAS DE MAMPOSTERÍA.

Estos materiales serán utilizados para rellenar las zanjas a partir del nivel de cimentación. Podrán ser utilizados los materiales Tipo 2 y 3 descritos en el numeral 3.4.8 Cimentación de Tubería y los que se relacionan a continuación, debiendo ser previamente aceptados por la Interventoría.

TIPO 4 - Suelo adecuado.

Límite líquido < 40
Índice de plasticidad < 15
Pasa 200 < 35%
Densidad > 1750 Kg/m³
Contenido de materia orgánica (c.m.o.) < 1%
Tamaño máximo = 25,4 mm hasta 25% en peso
Espesor de capa = 0,15 m

TIPO 5 - Suelo tolerable.

Límite líquido < 60
Índice de plasticidad < 30
Densidad > 1450 Kg/m³
Contenido de materia orgánica (c.m.o.) < 2%
Tamaño máximo 25,4 mm hasta 25% en peso
Espesor de capa = 0,20 m.

Este material debido a su plasticidad debe ser colocado en condiciones de humedad que faciliten su compactación.

Estas especificaciones aplican al ítem rellenos de zanjas y obras de mampostería con material seleccionado del sitio al 90% del Proctor Modificado, cuando las zanjas se rellenen con material tipo 4 y 5.

Se rechazan como materiales de relleno suelos con un índice de plasticidad mayor de 30 y un límite líquido mayor de 60, material granular mayor 25,4 mm (1 pulgada), escombros, basuras y materiales con una humedad natural que por su exceso no permitan obtener el mínimo porcentaje de compactación, y los suelos que clasifican como suelos inadecuados (Tipo 7).

El contratista tomará por su cuenta las medidas necesarias para evitar que se aumente el contenido de humedad de los materiales de relleno por causa de la lluvia. Tal protección podrá hacerse por medio de cunetas interceptoras, telas impermeables, carpas, etc.

El trabajo consistirá en el relleno y compactación de zanjas a los niveles y rasantes indicados en los planos y en el espesor de capa estipulado. No se podrá proceder al relleno de la zanja, hasta que la Interventoría haya revisado la instalación y cimentación de la tubería, y dé su aprobación.

No se colocarán más de 100 metros de tubería sin proceder al relleno, al menos parcial, para evitar la posible flotación de los tubos en caso de inundación de la zanja y también para protegerlos, en lo posible de los golpes.

Una vez colocada la tubería y los materiales granulares para la cimentación, se compactará en capas sucesivas no mayor a 0,15 m, a excepción que se utilice material tipo 5 (suelo tolerable) para relleno de zanjas en donde la capa no será mayor de 0,20 m.

Se tendrá especial cuidado en el procedimiento empleado para compactar el relleno de las zanjas, de manera que no produzcan movimientos ni daños en las tuberías.

Se ejecutará como mínimo un ensayo de compactación, y tres (3) como máximo por cada 100 metros de relleno de zanja por capa.

En reparación de pavimentos se llevará a cabo un ensayo de compactación por cada 75 metros cuadrados de capa compactada.

No se rellenarán zanjas durante las lluvias o cuando el material este saturado.

En el caso de que los materiales excavados excedan de los exigidos para el relleno, el contratista estará obligado a verter el excedente en los botaderos que indique la Interventoría.

Los materiales para el relleno alrededor de obras de mampostería deberán ser Tipo 2 o 3 y en los alineamientos que indique el diseño o la Interventoría.

Medida y Pago.

Aplica para los siguientes ítems:

Ítems	Descripción	Unidad
3.5.1.1	Relleno de zanjas y obras de mampostería con material seleccionado de sitio, compactado al 90% del Proctor modificado	m ³
3.5.1.2	Relleno de zanjas y obras de mampostería con material seleccionado de cantera, compactado al 95% del Proctor modificado	m ³
3.5.1.3	Relleno de zanjas y obras de mampostería con arena, compactada al 70% de la densidad relativa	m ³

Estas obras incluirán el suministro de mano de obra, equipos, herramientas, transporte incluido los peajes, pagos de derechos de explotación, la correcta colocación y compactación de los concretos, materiales granulares y arenas para la cimentación de tuberías, así como los materiales para rellenar zanjas; todo esto de acuerdo con lo estipulado en estas especificaciones y con los alineamientos, pendientes y cotas que se indican en los planos, y todos los demás trabajos que se requieran para completar esta parte de la obra y que no tendrán medida ni pago por separado.

- a) No habrá medida ni pago por separado por la realización de los siguientes trabajos requeridos para completar estas obras:

Obras provisionales requeridas dentro del sistema constructivo del contratista para la correcta ejecución de las obras de cimentación de tuberías y relleno de zanjas.

- b) Requisitos de medida y pago para la cimentación y relleno de zanjas.

La Interventoría no autorizará la medida y pago de la cimentación de la tubería y relleno de zanjas, hasta que el contratista haya terminado a satisfacción, de acuerdo con las especificaciones, los siguientes trabajos:

1. Instalación de la cinta Triple A de PVC demarcadora para tuberías de acueducto, a 0,30 m sobre la clave de la tubería.
2. Terminación de los trabajos de colocación de rellenos y reconfiguración del terreno al estado en que se encontraba antes de iniciar la excavación o a la rasante de diseño o de replanteo.
3. Relleno y compactación de cada tramo, hasta las líneas definidas en los planos; no se aceptarán rellenos incompletos.

4. Realización de todas las pruebas y ensayos que indican en el Capítulo 4 “PRUEBAS MINIMAS PARA LA RECEPCIÓN DE LAS OBRAS”, y aquellos ensayos que indiquen la Interventoría.
5. Cargue y transporte a botadero autorizado del material sobrante de la excavación o aquel que haya sido rechazado por no reunir las condiciones especificadas.
6. Construcción o instalación de los pozos de inspección, incluyendo su tapa.

Dotación Exigida

Casco de Seguridad tipo I clase A (Norma NTC 1523), guantes tipo ingeniero (Norma NTC 2190), arnés (Norma NTC 2107), botas punta de acero (Norma NTC 2257).

3.6. CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTOS

3.6.3. RECONSTRUCCION O CONSTRUCCION DE PAVIMENTOS EN CONCRETO RÍGIDO

3.6.3.1. Reconstrucción de Pavimentos en Concreto Rígido

Descripción

El espesor y tipo de pavimento a construir se mantendrán acorde a lo encontrado o lo que la interventoría defina para la obra. El tipo de pavimento rígido podrá ser pavimento de concreto simple con juntas, pavimento de concreto reforzado con juntas, pavimento de concreto reforzado continuo o pavimento de concreto pre-esforzado.

Este trabajo consiste en el suministro, transporte, perfilación, colocación del concreto, conformación y utilización de las estructuras de soporte adecuadas para el acero de las juntas de construcción, transversales y longitudinales, y la conformación de las juntas de acuerdo a las especificaciones exigidas por la empresa TRIPLE A S.A. y el Manual de intervenciones y rehabilitación en pavimentos de concreto rígido para la ciudad de Barranquilla de la Alcaldía Distrital.

Recursos

Para las labores de construcción de pavimento rígido se debe contar con los siguientes recursos de mano de obra, equipos, materiales y transporte.

Mano de Obra:

1 Cuadrilla de Pavimentos: 1 oficial, 1 perfilador y 6 ayudantes.

Equipos:

Todos los equipos empleados deberán ser compatibles con los procedimientos de construcción adoptados y requieren aprobación previa de la Interventoría teniendo en cuenta que su capacidad y eficiencia se ajusten al programa de ejecución de las obras.

Los equipos exigidos para la construcción de pavimentos son los siguientes:

1. Camión para el transporte de los materiales y la mano de obra.
2. Perfilación: Perfiladora auto propulsada, con disco mínimo de 400 mm (16”) de diámetro con dientes diamantados (ver especificaciones numeral 3.2.1 de demolición). Se utilizará también para la conformación de las juntas transversales y longitudinales.
3. Demolición: Martillo manual (mona), compresor manual o retromartillo.
4. Colocación del Suelo cemento: Palas y equipo de compactación mecánica.
5. Colocación y Terminado del Concreto:
 - Herramientas menores

- Vibrador
- Regla de madera o metálica
- Flotador
- Rastrillo o Cepillo Metálico reglamentario
- Maquina manual de aspersión o fumigadora.

Materiales:

Acero de refuerzo en la junta transversal

El acero de las juntas transversales debe ser colocado antes de vaciar el concreto y estar soportado sobre una parrilla metálica fijada en la base de soporte del pavimento conformada de acero liso de 3/8". La estructura garantizará que el acero esté ubicado en la mitad del espesor del pavimento. Las especificaciones de la parrilla se encuentran en la figura 3.6.2.1 tomado del manual de intervenciones y rehabilitación en pavimentos de concreto rígido para la ciudad de Barranquilla de la Alcaldía Distrital.

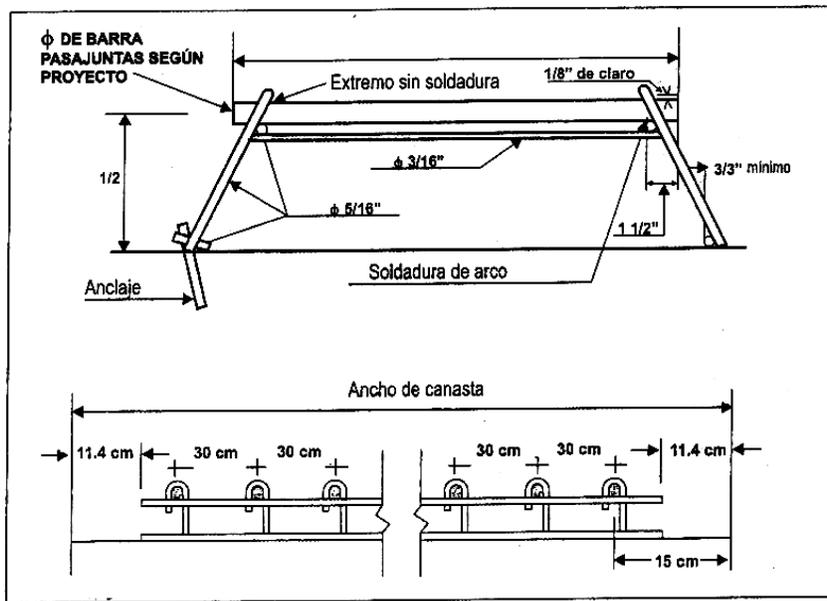


FIGURA 3.6.3.1

Especificación de la conformación de la parrilla para la colocación de las barras de transferencia según el espesor de la losa

El acero de La dovelas deberá ser liso de 60Ksi resistencia a la tensión y de las dimensiones y espaciamentos mostrados en la tabla Tabla 3.6.3.1 la cual están en función del espesor de la losa a construir.

Tabla 3.6.3.1

Especificaciones de diámetro, longitud y separación entre centros para dovelas en función del espesor del pavimento

Recomendaciones para la selección de los pasadores de carga				
Espesor del pavimento	Diámetro del pasador		Longitud total	Separación entre centros
	(mm)	(pulg)		
0 – 100	13	1/2	250	300
110 – 130	16	5/8	300	300
140 – 150	19	3/4	350	300
160 – 180	22	7/8	350	300

Recomendaciones para la selección de los pasadores de carga				
Espesor del pavimento	Diámetro del pasador		Longitud total	Separación entre centros
190 – 200	25	1	350	300
210 – 230	29	1 1/8	400	300
240 – 250	32	1 ¼	450	300
260 – 280	35	1 3/8	450	300
290 -- 300	38	1 ½	500	300

(Fuente: American Association of State of Highway and Transportation AASHTO. Guide for Design of Pavement Structures 1986. Washington: AASHTO 1986, P.V.)

Acero de refuerzo en la junta longitudinal

El acero de estas juntas se colocará siempre y cuando se utilice como junta de construcción o si la interventoría lo exige. El acero utilizado deberá ser corrugado y de las dimensiones especificadas en la tabla 3.6.3.2 que se encuentra en función del espesor de la losa, el diámetro de la barra, la resistencia a la fluencia del acero y el acho del carril a intervenir.

Tabla 3.6.3.2 Recomendaciones para la selección de las barras de anclaje

Recomendaciones para la selección de las barras de anclaje												
Espesor de la losa (cm)	Barras de $\Phi 9,5$ mm (3/8")				Barras de $\Phi 12,7$ mm (1/2")				Barras de $\Phi 15,9$ mm (5/8")			
	Long. (cm)	Separación entre barras según carril (cm)			Long. (cm)	Separación entre barras según carril (cm)			Long. (cm)	Separación entre barras según carril (cm)		
		3,05 m	3,35 m	3,65 m		3,05 m	3,35 m	3,65 m		3,05 m	3,35 m	3,65 m
Acero de $f_y = 1.875$ kgf/cm ² (40.000 psi)												
15	45	80	75	65	60	120	120	120	70	120	120	120
17,5		70	60	55		120	110	100		120	120	120
20		60	55	50		105	100	90		120	120	120
22,5		55	50	45		55	85	80		120	120	120
25		45	45	40		85	80	70		120	120	120
Acero de $f_y = 2.800$ kgf/cm ² (60.000 psi)												
15	65				85	120	120	120	100	120	120	120
17,5						120	120	120		120	120	120
20						120	120	120		120	120	120
22,5						120	120	120		120	120	120
25						120	115	110		120	120	120

Sellante

El material sellante para las juntas transversales y longitudinales deberá ser elástico, con propiedades adherentes con el concreto y deberá permitir las dilataciones y contracciones que se presenten en las losas, sin agrietarse o desprenderse. Se deberán emplear para este fin, productos de poliuretano, silicona o similares, los cuales deberán ser autonivelantes y solidificarse a temperatura ambiente, y formar un sello efectivo contra la filtración de agua o incrustación de materiales incompresibles. El sellante a utilizar en las juntas del pavimento debe ser aprobado por la interventoría antes de su colocación.

Tirilla de respaldo

Antes de vaciar el material sellante se coloca la tirilla de respaldo la cual, deberá quedar comprimida al menos un 25% y debe ser presionada dentro de la junta con una herramienta adecuada.

La tirilla o cordón de respaldo a emplear deberá impedir efectivamente la adhesión del sellador a la superficie inferior de la junta e igualmente, ser antiadherente al material del sello. La tirilla de respaldo a utilizar en las juntas del pavimento debe ser aprobado por la interventoría antes de su colocación.

Cepillo metálico para acabado superficial (macrotexturizado)

Para darle un acabado final al pavimento y prevenir el fenómeno del hidropelaje se utilizará un cepillo texturizador con separación de dientes de 1.9cm, haciéndolo penetrar hasta una profundidad no mayor a 0.3 cm. Este proceso se realiza en el momento en que el concreto pasa de brillante a mate.

El rayado no debe traslaparse pues esto genera planos o superficies débiles. El rayado debe ser en lo posible paralelo al corte de las juntas. Las dimensiones del cepillo reglamentario se muestran en la FIGURA 3.6.2.2.

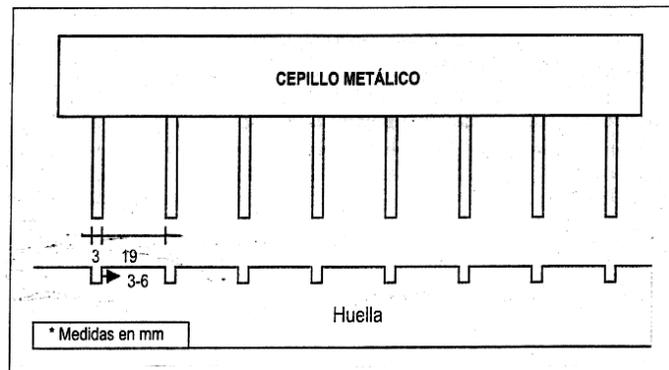


FIGURA 3.6.3.2. Dimensiones del cepillo metálico para el macro texturizado de las losas y reparachos en pavimento rígido

Procedimiento Constructivo:

El soporte de la estructura de pavimento será una base en suelo-cemento que cumpla con las especificaciones descritas en el numeral 3.5.4.1, a menos que la interventoría especifique otro tipo de estructura de soporte o una adecuación especial para mejorar la calidad de la subrasante.

Después de que se haya comprobado que la base del pavimento cumple con las especificaciones propuestas por la interventoría, el contratista deberá preparar la zona de pavimentación con los rieles para las juntas de construcción (junta longitudinal) y la parrilla para la correcta colocación de las dovelas, estos dos serán anclados a la base para que puedan soportar las presiones generadas por el concreto. Por otro lado, el contratista deberá colocar el acero que requiera para las juntas transversales (dovelas), disponer del acero para las juntas longitudinales (barras corrugadas) y demás elementos que requiera para la ejecución del trabajo de pavimentación. Si el contratista no posee los recursos necesarios en el sitio para la adecuada ejecución de los trabajos, no se podrá autorizar el vaciado del concreto.

La ubicación de las juntas debe estar referenciada en todo momento, aun cuando ya se haya vaciado el concreto, para que el perfilador pueda trazarlas y conformarlas respetando el alineamiento dado en el diseño.

Una vez se tengan todos los elementos en su sitio, se procederá a vaciar el concreto. Los trabajadores extenderán el concreto fresco con pala y regla vibratoria hasta alcanzar el espesor de pavimento especificado. También será posible usar una regla metálica y, posteriormente, un vibrador neumático.

Posterior a la nivelación y vibrado del concreto, cuando el concreto aun esté fresco, se usará el flotador para darle un buen acabado. Luego, cuando el concreto esté lo suficientemente plástico, pero lo suficientemente seco para evitar el flujo del concreto hacia el surco (cuando el concreto pase de un color brillante a mate), se utilizará el cepillo metálico para darle el macrotexturizado.

Por último, se debe realizar la perfilación para la conformación de las juntas transversales y longitudinales. Estas podrán ser conformadas ya sea por una cortadora autopropulsada guiadas por un operario o por cortadoras de entrada temprana.

Se pueden realizar 2 tipos de juntas: Una en donde se realicen dos cortes, el primero que sea a una profundidad entre $1/4$ y $1/3$ del espesor de la losa con 3mm de ancho y otro corte que ensanche el primero hasta 6mm a una profundidad de entre 25-30mm (ver FIGURA 3.6.3.3a). El otro tipo de corte de junta se hace efectuando un solo corte a una profundidad entre $1/4$ y $1/3$ del espesor de la losa con 6mm de ancho (FIGURA 3.6.3.3b). El corte de las juntas deberá realizarse cuando el concreto presente las condiciones de endurecimiento propias para su ejecución (cuando el concreto sea capaz de soportar el peso del equipo), y antes de que se produzcan agrietamientos no controlados. Dependiendo de factores climáticos y de los materiales utilizados en su fabricación, el concreto estará listo para el aserrado entre 5 y 7 horas posteriores a su colocación. Con el fin de evitar agrietamientos inesperados, el contratista deberá efectuar todos los cortes antes de 12 horas de haber colocado el concreto. En el caso de que se le haya usado aditivos para acelerar el fraguado del concreto, el tiempo máximo para el corte de las juntas estará definido por la interventoría.

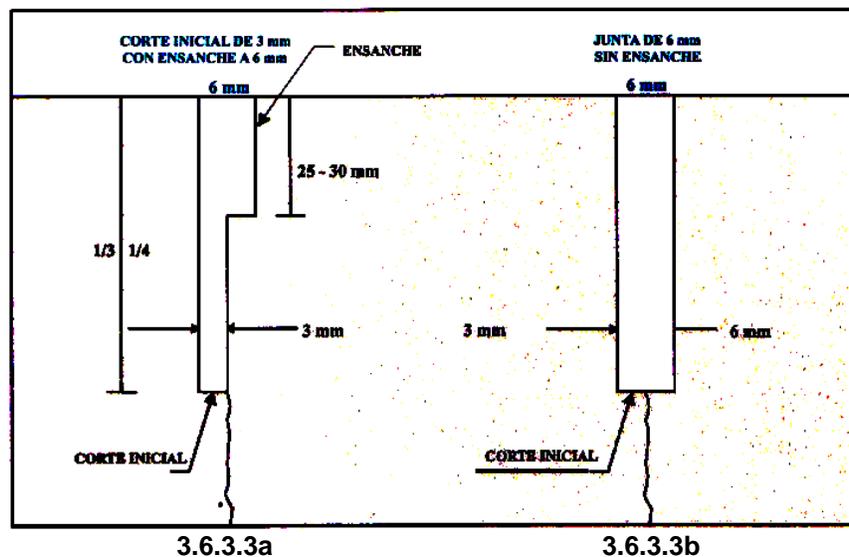


Figura 3.6.3.3.

Dimensiones de los dos posibles cortes de las juntas en pavimento rígido según el espesor de la losa

Una vez conformada la junta, y se confirme que esté limpia de elementos y sustancias extrañas y seca, se coloca la tirilla de respaldo, la cual debe quedar comprimida en la junta al menos un 25% y debe ser presionada dentro de la junta con una herramienta adecuada para tal efecto. El operario debe hacer un nudo en el sitio donde empieza a instalar el cordón y en el extremo donde termina, extendiendo el cordón sin tensionado para evitar que cuando se aplique el sellante, el cordón se retraiga y dañe el material de sello. El material sellante para las juntas transversales y longitudinales deberá ser elástico, con propiedades adherentes al concreto y deberá permitir las dilataciones y contracciones que se presenten en las losas, sin agrietarse o desprenderse. Se deberán emplear para este fin productos de poliuretano, silicona o similares, los cuales deberán ser autonivelantes y solidificarse a temperatura ambiente, y formar un sello efectivo contra la filtración del agua o incrustación de materiales incomprensibles. Por último, la superficie del sello debe quedar a una

profundidad de 3 a 5 milímetros por debajo de la rasante del pavimento. La colocación de la tirilla de respaldo y del material sellante se puede apreciar en la FIGURA 3.6.3.4.

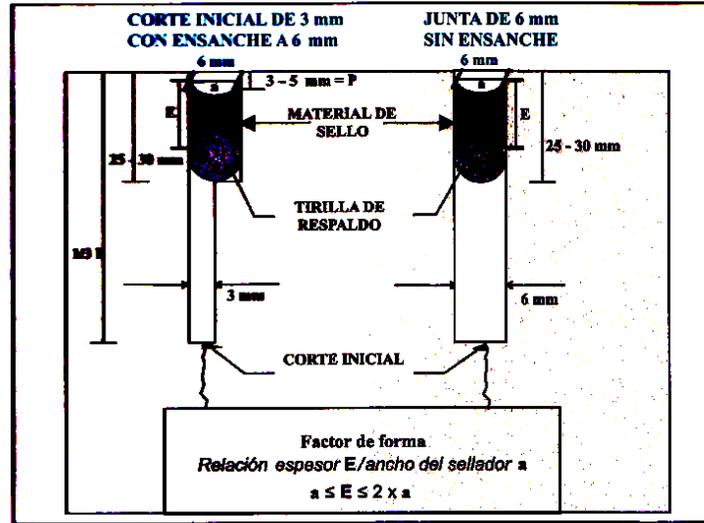


FIGURA 3.6.3.4.

Colocación de la tirilla de respaldo y el sellante acorde al tipo de corte realizado en la junta del pavimento rígido

Aplicación del curado y retiro de escombros: Después de realizado el rayado o acabado final, para evitar la desecación de la superficie del concreto por los agentes atmosféricos (Viento, sol, etc.), se procede a aplicar un producto de curado que forma una película que evita la evaporación superficial del agua contenida en el concreto. Inmediatamente que la superficie del concreto pierda el brillo, originado por la exudación del agua, se deberá aplicar el curador, con un aspersor, en una capa uniforme sobre la superficie a tratar. Se debe revisar antes de terminar la fundida que no exista presencia de fisuras en el pavimento, en el caso en que existan deberán ser tratadas con barridas de cemento seco sobre la superficie.

El retiro de escombros se debe realizar después de esta etapa, de esta manera sólo debe quedar la señalización como barrera física que impida el tránsito de los vehículos y peatones, antes de la puesta en servicio del pavimento, que por lo general es de 7 días en vías de tráfico normal y 3 días en vías de alto tráfico.

Dotación Exigida

A continuación se relaciona la dotación exigida para la ejecución de la actividad:

Equipo utilizado	Dotación exigida
Herramientas	Gafas de seguridad (Norma NTC 1771 y 1825) Casco de seguridad tipo I clase A (Norma NTC 1523) Guantes tipo ingeniero (Norma NTC 2190) Botas pantaneras (NTC 1741)

Medida y Pago

La medida y pago del pavimento en concreto rígido se hará por metro cuadrado colocado, dependiendo del espesor de la losa, extendido y conformado hasta las cotas y dimensiones mostradas en los planos y autorizadas por la Interventoría teniendo en cuenta la resistencia especificada de acuerdo con lo consignado en el formulario de precios.

No habrá pago adicional por pavimentos que se lleven a cabo más allá de las establecidas en los planos o aprobadas por la Interventoría.

El precio incluye:

- Materiales: el concreto de central de mezclas, tirilla de respaldo para las juntas, sellante para la minimizar la infiltración para las juntas, curador, barras de transferencia de carga, varillas de anclaje.
- Equipos: Vibrador, herramientas para la extensión, conformación y acabado del pavimento, señalización, formaletería, herramientas para colocación del sello, recolección de escombros, regla de madera o metálica, flotador, cepillo metálico reglamentario, maquina manual de aspersión o fumigadora, perfiladora.
- Mano de Obra: personal para el proceso de fundida, acabado, curado, conformación de junta, sello y recolección de escombros, señalización y seguridad en obra.
- Transporte: Camión para desplazamiento de la cuadrilla de pavimentos y recolección de escombros y disposición final en sitios autorizados por la Interventoría.

El ítem del formulario correspondiente es:

Ítems	Descripción	Unidad
3.6.3	Reconstrucción o construcción de pavimentos en concreto rígido	
3.6.3.1	Reconstrucción de pavimentos en concreto rígido	
3.6.3.1.1	Pavimentos a la compresión	
3.6.3.1.1.3	Pavimento de concreto $f'c= 21,0$ Mpa (3000psi) $e= 0.25$ m	m ²

3.7. CONSTRUCCIÓN DE OBRAS ACCESORIAS

UNIDADES DE MAMPOSTERÍA

Se denominan unidades de mampostería los elementos que conforman un muro, los cuales pueden ser constituidos por diferentes materiales como arcilla o mortero.

- Unidades de arcilla cocida macizas (ladrillos)
- Unidades con perforaciones, de arcilla cocida (bloques)
- Unidades macizas de concreto (ladrillos)
- Unidades con perforaciones, de concreto (bloques)

Las unidades de mampostería podemos definir las de la siguiente forma, ya sean de arcilla cocida o de concreto.

- Unidades de mampostería de perforación vertical, (bloques) (PV) son aquellas unidades cuyas perforaciones son perpendiculares a la cara donde se asienta; el área neta de las celdas o perforaciones medida en cualquier sección perpendicular a sus ejes no puede ser superior al 65% del área bruta.
- Unidad de mampostería de perforación horizontal (bloques) (PH) son aquellas donde las perforaciones son paralelas a la cara o superficie en la que se asienta en el muro.
- Unidades macizas (ladrillos) (M) unidades con pequeñas perforaciones que no ocupan más del 25% de su volumen o también que no tiene perforación

Las unidades a utilizarse deben cumplir con las resistencias a compresión y absorción contemplada en la norma NTC 4205.

3.7.3. ESTRUCTURAS DE CONCRETO REFORZADO

Las cimentaciones y estructuras de concreto reforzado se realizarán de acuerdo a los Planos de Proyecto y según las condiciones establecidas en el presente Pliego de Especificaciones técnicas.

En caso de contradicción entre los Planos y el Pliego de Especificaciones, prevalece lo prescrito en este último. Lo mencionado en el Pliego de Especificaciones y omitido en los Planos, o viceversa, habrá de ser ejecutado como si estuviese expuesto en ambos documentos siempre que, a juicio de la Interventoría, quede suficientemente definida la unidad de obra correspondiente y ésta tenga precio en el Contrato.

Los tipos de concreto necesarios para las distintas obras, se elaborarán de acuerdo a lo establecido en los planos de construcción, siguiendo las especificaciones de la NSR -98 (Ley 400 de 1997 Decreto 33 1998) para el caso de estructuras para edificaciones; para estructuras sanitarias según la norma ACI 350-01 (Code requirements for environmental structures) del American Concrete Institute.

Formaletas en Estructuras de Concreto

Se define como formaleta el elemento destinado al moldeo "in situ" de los Concretos. Puede ser recuperable o no, entendiéndose con esto último el que queda englobado dentro del concreto.

Las formaletas podrán ser de madera, metálicas o de otros materiales que cumplan con las condiciones de eficacia requeridas.

Se autoriza el empleo de técnicas especiales de formaleta cuya utilización se halla definido como aceptable por la práctica, siempre que hayan sido previamente aprobadas por el Interventor.

Antes de iniciar la instalación de las formaletas, deberán someterse a la aprobación de la Interventoría; sin embargo, esta aprobación no disminuirá en nada la responsabilidad del Contratista en cuanto a la buena calidad de la obra ejecutada y su buen aspecto.

Las formaletas serán replanteadas, colocadas y fijadas en su posición por cuenta y riesgo del Contratista.

Las formaletas, con sus ensambles, soportes o cimbras, deberán tener la resistencia y rigidez necesarias para que, con la marcha prevista del vaciado y, especialmente, bajo los efectos dinámicos producidos por el sistema de vibración adoptado, no se originen esfuerzos anormales en el concreto, ni durante su colocación, ni durante su etapa de fraguado; así como tampoco movimientos locales en las formaletas, superiores a cinco milímetros (0,005 m.).

Las superficies interiores de las formaletas deberán ser lo suficientemente uniformes y lisas para lograr que los paramentos de las piezas de concreto moldeadas en aquellos no presenten defectos, bombeos, resaltos, ni rebabas de más de 5 mm de altura.

Tanto las superficies de las formaletas, como los productos que a ellas se puedan aplicar, no deberán contener sustancias perjudiciales para el concreto.

Las formaletas de madera se humedecerán antes del vaciado, a fin de evitar la absorción del agua contenida en el concreto y se limpiarán especialmente los fondos, dejándose aberturas provisionales para facilitar esta labor.

No se admitirán en la verticalidad y alineamiento errores superiores a la longitud y ancho del elemento entre ($L/500$).

Antes de empezar el vaciado de una nueva zona deberán estar dispuestos todos los elementos que constituyen las formaletas y se realizarán cuantas comprobaciones sean necesarias para cerciorarse

de la exactitud de su colocación. Además se debe humedecer las formaletas y moldes con el fin de que éstos no absorban agua de aquel. Las formaletas deben ser estancas para que no se produzcan pérdidas de mortero o cemento por las juntas. Se debe verificar que las superficies del encofrado estén libres de incrustaciones de mortero, aserrín, tierra u otro material extraño que pueda deteriorar el concreto o que interfiera con el total cumplimiento de las especificaciones relativas al acabado de las superficies encofradas.

Las uniones de los distintos elementos que forman los moldes serán sólidas y sencillas, de manera que el montaje pueda hacerse fácilmente y de forma que el vibrado del concreto pueda realizarse perfectamente en todos los puntos.

El concreto deberá alcanzar suficiente resistencia antes de retirar los encofrados. No se retiraran los encofrados de columnas antes de 48 horas ni los laterales de moldes en vigas antes de 72 horas de efectuado el colado, ni los asientos en moldes en viga y escaleras antes de 14 días. Los encofrados en losas no se retiraran antes de los 7 días de efectuado el colado. El contratista será el responsable por los daños causados por el retiro de los encofrados antes del tiempo, así como por cualquier daño o perjuicio causado por cualquier encofrado defectuoso.

Los moldes ya usados y que hayan de servir para unidades repetidas serán cuidadosamente rectificadas y limpiadas. En caso de haber sufrido desperfectos, deformaciones o alabeos de tal forma que hayan variado sus características geométricas, no podrán forzarse para hacerles recuperar su forma inicial, y no serán reutilizables.

El Contratista adoptará las medidas necesarias para que las aristas vivas del concreto resulten bien acabadas (por ejemplo empleando ángulos metálicos en las aristas exteriores). Se podrá achaflanar todas las aristas vivas de concreto, siempre y cuando lo autorice el Interventor.

Las cimbras y apeos tendrán la resistencia y disposición necesarias para que, en ningún momento, los movimientos locales, sumados en su caso a los de la formaleta, sobrepasen los cinco milímetros (5 mm); ni los de conjunto la milésima (1/500) de la luz.

Las cimbras se construirán sobre los planos de detalle que prepare el Contratista, quien deberá presentarlos, con sus cálculos justificativos detallados, para revisión y aprobación de la Interventoría.

Antes de retirar las cimbras, apeos y fondos, se comprobará que la sobrecarga total actuante más las de ejecución por peso de la maquinaria, de los materiales almacenados, etc., no supere el valor previsto en el cálculo.

Durante las operaciones de desformaletado y descimbrado se cuidará de no producir sacudidas ni choques en la estructura y que el descenso de los apoyos se haga de un modo uniforme.

Cuando al desformaletar se aprecien irregularidades en la superficie del concreto, no se adecuarán estas zonas defectuosas sin la autorización de la Interventoría, quien resolverá, en cada caso, la forma de corregir el defecto.

Se emplearán andamios metálicos normalizados, exigiendo al Contratista los certificados de calidad que se ajusten a las normas que sobre ellos estén vigentes.

La unión entre piezas debe estar diseñada de forma que pueda soportar cualquier sollicitación de uso, ajustándose a las normas establecidas por ICONTEC.

Para esta actividad se debe tener en cuenta los permisos de trabajo en altura cuando aplique, altura mayor a 1,50 mts; donde se debe cumplir con la Resolución 3673 de 2008.

En el desarrollo de esta actividad no se permitirá la circulación de los trabajadores en los andamios, no se debe transmitir vibraciones de motores en ningún momento del proceso constructivo y además se debe evitar realizar almacenamiento de elementos inflamables dentro del área de trabajo.

En los andamios se colocarán antepechos de un (1) metro de altura a fin de evitar las caídas de los operarios. Si se empleasen tableros como base de trabajo, éstos tendrán al menos, veinte (20) centímetros de ancho por siete (7) centímetros de espesor.

Las formaletas para la construcción de muros debe ser metálica o con tableros de madera. Las corbatas para asegurar la formaleta no se deben usar en la construcción de los muros para tanques.



FIG. 3.7.3.1. FORMALETA ACABADO A LA VISTA

La responsabilidad de cualquier percance o accidente sobrevenido por no cumplir la normativa vigente en materia de andamios o en cuanto a seguridad y precauciones, será enteramente del Contratista.

Los precios de estas unidades de obra, incluirán todos los materiales y las operaciones necesarias para la fabricación, transporte y colocación de la formaleta, el desformaleteado y todos los materiales accesorios como puntales, guías, cimbras, andamios, grúa, etc. y operaciones necesarias para conseguir el perfecto acabado de la superficie del concreto y recubrimiento del acero. La formaletería se debe entregar a la Interventoría según los planos, aplomada horizontalmente y verticalmente, con las obras accesorias para la colocación del concreto como rampas, guarderas, etc.

El precio de pago de las estructuras en concreto deberá incluir la totalidad de equipo, mano de obra, colocación, formaletas, cimbras, andamios, aditivos incluidos en esta especificación y/o planos, bombeo, grúas, producto desmoldante, desformaleteado, limpieza y todas las operaciones necesarias para conseguir el perfecto acabado de la superficie. Además, se debe tener en cuenta para el pago la entrega de los resultados de los ensayos de resistencia del concreto.

Lo anterior se aplica a los siguientes ítems:

Ítems	Descripción	Unidad
3.7.3	Estructuras de concreto reforzado	
3.7.3.2	Concreto para estructuras tipo edificaciones. Incluye formaletas (concreto procedente de central de mezclas)	
3.7.3.2.1	Vigas, Columnas y Zapatas	
3.7.3.2.1.3	Concreto para zapatas $f'c = 21,0$ Mpa (3000 psi)	m ³

3.7.3.3. Acero De Refuerzo

Se define como acero de refuerzo, el colocado para absorber los esfuerzos de tracción, de compresión, de corte y de torsión en conjunto con el concreto, en alguna de las siguientes formas:

- Grupo de barras de acero corrugado que cumple las normas NTC 2289 o NTC 248., o barras lisas que cumplen la norma NTC 161, de forma recta, dobladas, con ganchos, o en forma de estribos.
- Mallas electrosoldadas.
- Alambres o cables de alta resistencia destinados principalmente al concreto preesforzado.

El acero de refuerzo deberá ser ensayado siguiendo las normas NTC 1, NTC 2 y NTC 3353.

Las armaduras de refuerzo se dispondrán según los planos, siguiendo los requisitos establecidos en el capítulo C.7 y C.3.5 de la NSR-98 para el caso de edificaciones y para el caso de estructuras sanitarias siguiendo las indicaciones establecidas en el capítulo 7 de la Norma ACI 350.

El contratista deberá presentar los protocolo de prueba de los aceros y/ó el certificado de calidad del acero del proveedor.

Además el contratista deberá cumplir lo dictado en las tablas C.3-1 y C.3-2 de la NSR-98.

TABLA C.3-1
DIMENSIONES NOMINALES DE LAS BARRAS DE REFUERZO
(Diámetros basados en milímetros)

Designación de la barra (véase la nota)	DIMENSIONES NOMINALES			Masa kg/m
	Diámetro mm	Area mm ²	Perímetro mm	
6M	6.0	28.3	18.85	0.222
8M	8.0	50.3	25.14	0.394
10M	10.0	78.5	31.42	0.616
12M	12.0	113.1	37.70	0.887
16M	16.0	201.1	50.27	1.577
18M	18.0	254.5	56.55	1.996
20M	20.0	314.2	62.83	2.465
22M	22.0	380.1	69.12	2.982
25M	25.0	490.9	78.54	3.851
32M	32.0	804.2	100.53	6.309
45M	45.0	1590.4	141.37	12.477
55M	55.0	2375.8	172.79	18.638

Nota: La M indica que son diámetros nominales en mm.

TABLA C.3-2
DIMENSIONES NOMINALES DE LAS BARRAS DE REFUERZO
(Diámetros basados en octavos de pulgada)

Designación de la barra (véase la nota)	Diámetro de referencia en pulgadas	DIMENSIONES NOMINALES			Masa kg/m
		Diámetro mm	Area mm ²	Perímetro mm	
Nº 2	1/4"	6.4	32	20.0	0.250
Nº 3	3/8"	9.5	71	30.0	0.560
Nº 4	1/2"	12.7	129	40.0	0.994
Nº 5	5/8"	15.9	199	50.0	1.552
Nº 6	3/4"	19.1	284	60.0	2.235
Nº 7	7/8"	22.2	387	70.0	3.042
Nº 8	1"	25.4	510	80.0	3.973
Nº 9	1-1/8"	28.7	645	90.0	5.060
Nº 10	1-1/4"	32.3	819	101.3	6.404
Nº 11	1-3/8"	35.8	1006	112.5	7.907
Nº 14	1-3/4"	43.0	1452	135.1	11.380
Nº 18	2-1/4"	57.3	2581	180.1	20.240

Nota: El Nº de la barra indica el número de octavos de pulgada del diámetro de referencia

Elementos de Seguridad

La ejecución de esta actividad, dependiendo de su magnitud y naturaleza se ejecutará de forma manual y/o con la maquinaria apropiada. La dotación y elementos de protección para la seguridad del personal encargado de ejecutar los trabajos deberán ser los adecuados.

Parte del cuerpo	Elemento de protección	Norma Icontec
Ojos y Cara	Gafas de seguridad	1771 y 1825
Cabeza	Casco de seguridad tipo I	1523
Manos	Guantes tipo ingeniero	2190
Pies	Botas pantaneras	1741
Pies	Botas de seguridad puntera de acero	2257

Medida y Pago

Se pagarán a los precios fijados en el Cuadro de Precios para estas unidades. El pago se efectuara por kilogramos (kg) de material empleado, deducido de los formatos de colocación y de Planos de Construcción.

En los precios del kilogramo (kg) de acero se considerará incluido, además del suministro, todas las operaciones requeridas para el corte, figuración, traslapes, soldaduras, manipulación, colocación y transporte, así como la soldadura de los elementos de anclaje y los desperdicios originados durante la elaboración y colocación.

Los traslapes no son objeto de pago, teniendo en cuenta que en los cuadros de despiece de diseño incluyen las longitudes de desarrollo de las varillas.

El contratista debe entregar los protocolos de prueba del acero a utilizar.

La medida y pago del acero será por kilogramos (kg).

Lo anterior se aplica a los siguientes ítems:

Ítems	Descripción	Unidad
3.7.3.3.1	Acero fy = 420 Mpa (60000 psi)	kg

3.7.8. CAJAS DE VÁLVULAS, CAJAS DE VENTOSAS Y BAJANTES DE OPERACIÓN

Con el fin de operar las válvulas menores o iguales de 200 mm se emplearán bajantes de operador, y para operar y dar mantenimiento a válvulas en diámetros mayores o iguales a 250 mm (10 pulgadas) se emplearán cajas para válvulas. Para efectos de operación y mantenimiento de válvulas ventosas se construirán cajas para ventosas.

3.7.8.1. Cajas de Válvulas

Las cajas para válvulas se construirán de acuerdo a las presentes especificaciones técnicas a menos que se estipule diferente en los planos de diseño del proyecto. Las dimensiones de la caja de válvula se tomarán con base a la Tabla 3.7.8.1.1. Tabla de dimensiones de Cajas de Válvulas.

Tabla 3.7.8.1.1
TABLA DE DIMENSIONES DE CAJAS DE VÁLVULAS
Dimensiones internas

Diámetro pulgadas	Diámetro mm	L (m)	a (m)
10	250	1.8	1.55
12	300	1.8	1.65
14	350	2.10	1.70
16	400	2.20	1.80
18	450	2.20	2.00
20	500	2.30	2.00
24	600	2.30	2.20
30	700	3.00	2.40
36	900	3.00	2.60
42	1000	3.20	2.80
48	1200	3.20	3.00

Las cajas para dimensiones mayores a las especificadas se construirán de acuerdo al diseño.

Las cajas de válvulas se podrán construir con muros de mampostería doble, con muros de mampostería estructural o con muros de concreto reforzado de acuerdo a los requerimientos de la obra o lo dispuesto por la Interventoría.

Las cajas para válvulas se componen de las siguientes partes:

- Losa de fondo: Se construirá siempre en concreto reforzado de 24,5 Mpa (3500 psi) y espesores de acuerdo a las tablas 3.7.8.1.2 para concreto reforzado y 3.7.8.1.3 para mampostería reforzada. La losa de fondo tendrá una longitud adicional de 0,20 m en sus dos direcciones (longitud y ancho) por fuera de las dimensiones externas de la caja, e irá fundida sobre una capa de concreto (solado) de 14 Mpa (2000 psi), de 0,05 m de espesor. Incluye el refuerzo que será de 420 Mpa (60.000 psi) y la cuantía, longitud y separación se indica en las tablas No. 3.7.8.1.2 para concreto reforzado y 3.7.8.1.3 para mampostería reforzada de acuerdo a las figuras 3.7.8.1.1 para concreto reforzado y 3.7.8.1.2 para mampostería reforzada.
- Muros: De acuerdo al tipo de caja de válvula serán así:
 - a. Muros de mampostería doble: Los muros serán de ladrillo macizo; ver esquema de construcción No. 45 (No se acepta ladrillo de caño), trabado, con un espesor de 0,20 m, con pañete impermeabilizado de relación 1:4 aplicado en la cara interna de los muros. Esta caja será utilizada en zona verde o peatonal y en zona de tráfico vehicular cuando lo autorice la Interventoría. En todo caso los muros se construirán de acuerdo a lo establecido en el numeral 3.7.1.2 de estas especificaciones, obras de mampostería en ladrillo doble.
 - b. Muros de mampostería reforzada: Se utilizarán bloques estructurales de arcilla cocida o de concreto vibrado de espesor 0,15 m, con pañete impermeabilizado de relación 1:4 aplicado en la cara interna del muro, se colocará refuerzo de acuerdo a las tabla 3.7.8.1.3 y figura 3.7.8.1.2. Se rellenarán los huecos de los bloques con concreto con una resistencia a la compresión de 21 Mpa (3000 PSI).
 - c. Muros de concreto reforzado: Se utilizará concreto con una resistencia a la compresión de 24,5 MPa (3.500 psi) impermeabilizado y refuerzo de 420 Mpa (60.000 psi), la cuantía, las dimensiones, el espesor del muro y espaciamiento del refuerzo se indican en la tabla No. 3.7.8.1.2 y figura 3.7.8.1.1.

La altura de los muros será variable de acuerdo a las condiciones del proyecto, pero en todo caso la distancia entre el fondo de la tubería y el fondo de la caja será de 0,4 m para diámetros de 250 mm (10 pulgadas) a 600 mm (24 pulgadas), para diámetros mayores la separación será de 0,6 m tal como se muestra en la figura 3.7.8.2. La válvula debe quedar apoyada al fondo de la losa a través de un soporte en concreto de 21 Mpa. (3.000 psi) e igualmente debe quedar anclada para absorber los posibles efectos de torsión producidos por el elemento de operación de la válvula. La unión entre el muro de la caja y la tubería debe ser estanca, por lo cual se debe construir una junta con sello expandible contra el paso del agua entre las paredes y la tubería que permita que la caja sea impermeable.

Siempre que se realice una junta de construcción se debe colocar una cinta de PVC flexible para sellar la junta, con el fin de garantizar la estanqueidad de la caja.

Todas las cajas se rematarán con una viga perimetral de altura 0,2 m y ancho igual al muro, a excepción de las cajas de concreto, el refuerzo de esta viga será el indicado en la figura 3.7.8.1.2.

- d. Peldaños: Los peldaños deben quedar empotrados en los muros y serán de varilla corrugada No. 6 (3/4") resistencia de 420 Mpa (60.000 psi) cubierta por pintura epoxica de alquitrán de hulla resistente a ambientes agresivos o de fibra de vidrio, distanciados 0,25 m, partiendo a

0.25 m encima del fondo de la caja. Deberán quedar alineados con la ubicación de la tapa de acceso.

- e. Losa Superior: Las dimensiones y cuantía de refuerzo de la losa superior se tomará de las tablas 3.7.8.1.2 para concreto reforzado y 3.7.8.1.3 para mampostería reforzada y figuras 3.7.8.1.1 para concreto reforzado y 3.7.8.1.2 para mampostería reforzada. El aro de la tapa debe quedar fundido en la losa y la tapa será de hierro dúctil para tráfico pesado, estará unida al aro por medio de un pasador, la bisagra debe ser colocada en el lado aguas arriba, según la pendiente de la vía, deben tener grabada en relieve las palabras: Acueducto – Barranquilla o el municipio donde se instale, AAA, Año fabricación y las letras H.D. (material de fabricación), cumpliendo todas las exigencias prescritas en el capítulo 7 de las presentes Especificaciones Técnicas de Construcción.

La losa superior para cajas de válvulas en zona verde o peatonal de mampostería doble será construida de acuerdo a lo indicado en el esquema de construcción No.45.

Las cajas deberán entregarse completamente terminadas y limpias de escombros, formaletas u otro tipo de materiales.

TABLA 3.7.8.2.

MUROS				
H < 2.0 MTS		2.0 < H < 3.0 MTS		
SUELOS				
	TIPO 1	TIPO 2	TIPO 1	TIPO 2
ZONA VERDE O PEATONAL	A	B ó C	B	C
ZONA VEHICULAR	B	B ó C	B	C

Tipo 1 Material común (arena, arena arcillosa, caliche) en seco.

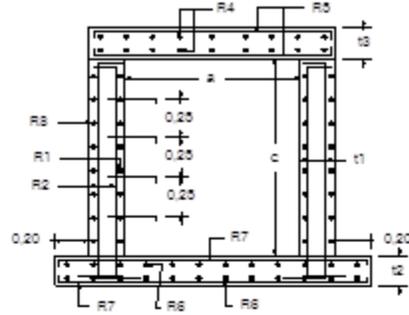
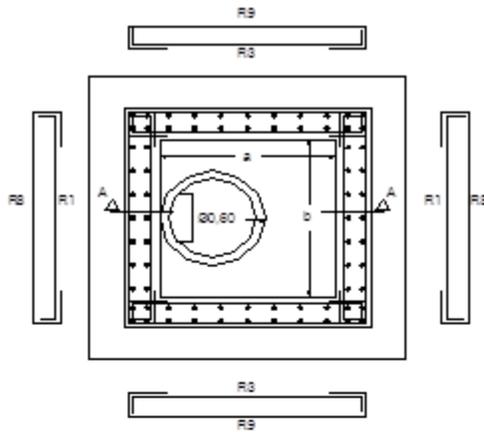
Tipo 2 Material en presencia de nivel freático alto (arenas, arena arcillosa, arcillas)

A - Caja en ladrillo macizo doble e = 0,20 m

B - Caja con muro estructural en bloque de concreto vibrado e = 0,15 m o bloque de arcilla (hueco vertical) e = 0.15 m

C - Caja con muro en concreto reforzado e = 0,20 y 0,25 m

No obstante las medidas anteriores se deben revisar las dimensiones de las válvulas y accesorios teniendo en cuenta no dejar, tornillerías, bridas, etc., embebidas en los muros o a una distancia menor de 0,4 m.

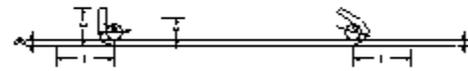
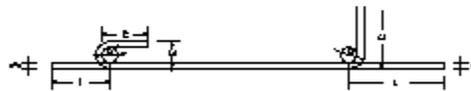


DIMENSIONES EN mm PARA GANCHOS ESTANDAR

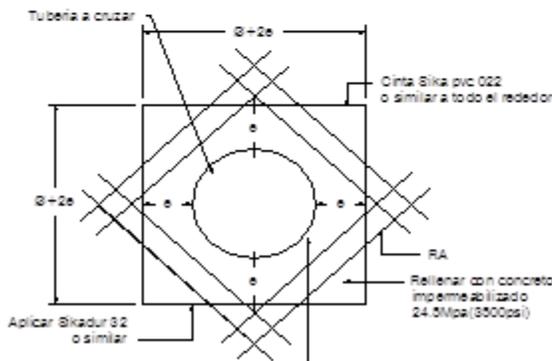
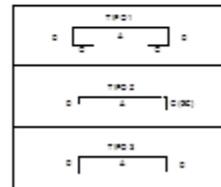
DESCRIPCIÓN DE GANCHOS	I	GANCHO 100			GANCHO 50	
		L	C	V	L	C
No.1	30.0	80	61	31	110	130
No.1	47.0	120	78	38	148	170
No.1	78.0	140	100	40	200	200
No.1	90.0	210	120	40	270	270
No.2	114.0	260	150	40	330	330
No.3	138.0	320	170	40	380	380
No.4	150.0	380	200	40	440	430

DIMENSIONES EN mm PARA DOBLAMIENTOS DE ESTRIBOS

DESCRIPCIÓN DE LA CURVA	R	GANCHO 100		GANCHO 50
		L	C	
No.1	250	94	90	110
No.2	300	94	80	101
No.3	350	120	114	101
No.4	400	130	140	100
No.5	450	150	160	100
No.6	500	170	180	100
No.7	550	190	200	100
No.8	600	210	220	100



GANCHOS TIPO



Notas:

- 1 - Código de diseño
- ADI 350
- NBR-58
- 2 - Materiales
- Concreto f'c=24.5 MPa
- Acero 1/4" y 3/8" 280 MPa 1/2" y superiores 420 MPa
- 3 - Los concretos serán impermeabilizados (GE) Gancho Estándar
- 4 - l= Longitud de desarrollo

RECOMENDACIÓN PARA TUBERÍAS						
Diámetro Tubería (Pulgadas)	Diámetro Tubería (mm)	Ø (m)	Ø (m)	Ø (m)	R.O. (m)	No. varilla
20	100	0.10	0.20	1.00	1.70	2
24	120	0.12	0.24	1.20	2.00	3
30	150	0.15	0.30	1.50	2.30	4
36	180	0.18	0.36	1.80	2.60	4
42	210	0.21	0.42	2.10	2.90	5
48	240	0.24	0.48	2.40	3.20	6
54	270	0.27	0.54	2.70	3.50	6
60	300	0.30	0.60	3.00	3.80	7

Nota:

El área de refuerzo alrededor de la tubería debe ser por lo menos igual al área de refuerzo eliminado por la abertura.

Figura 3.7.8.1.1 Caja de Válvula en concreto reforzado

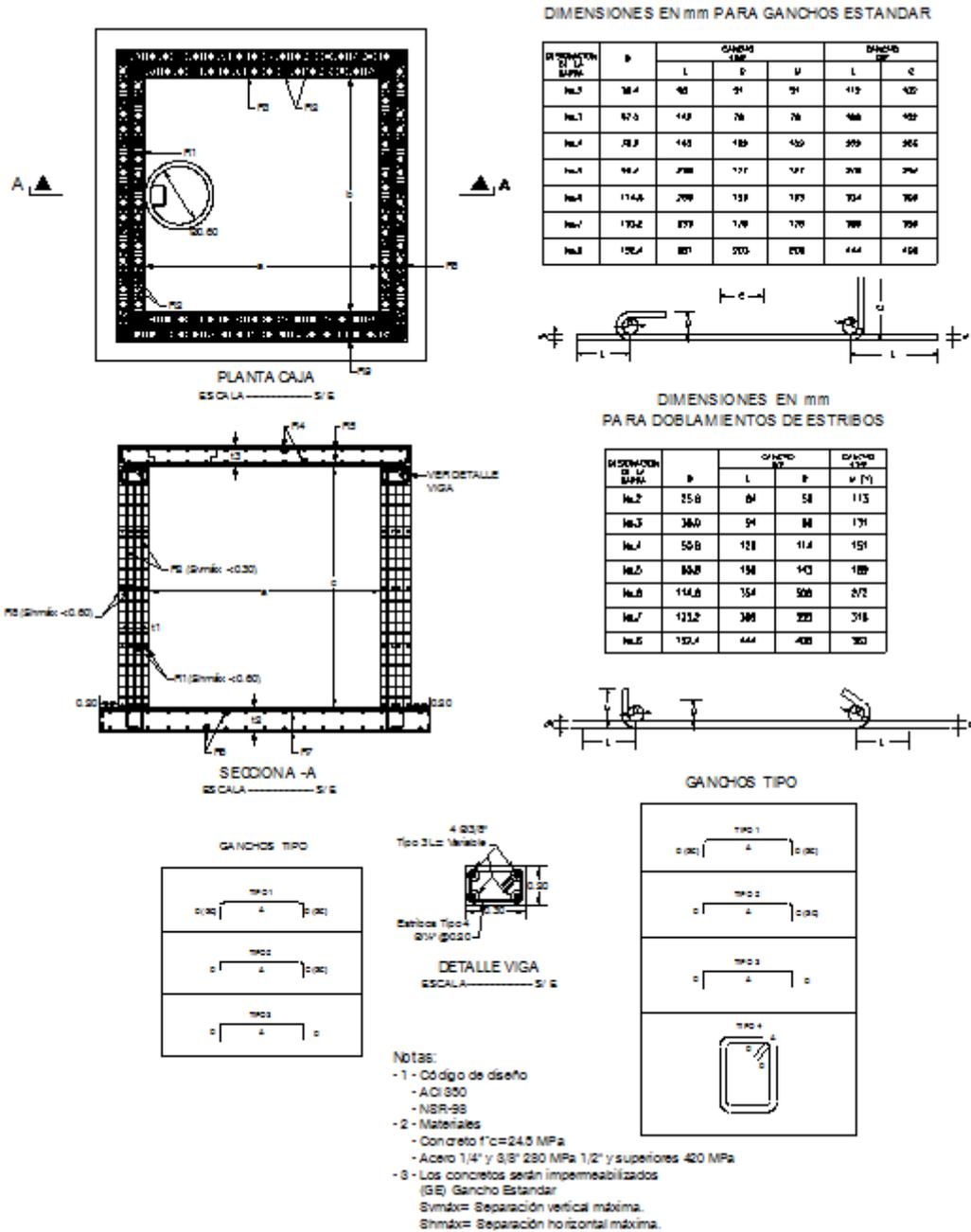
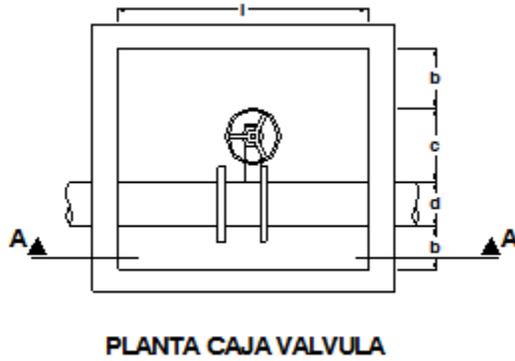
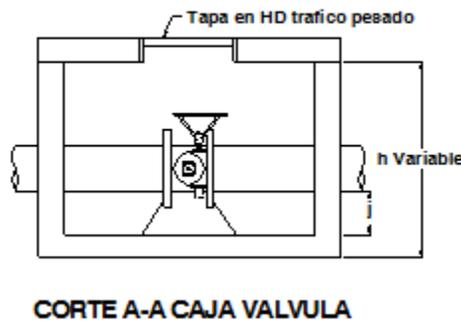


Figura 3.7.8.1.2 Caja en Mampostería Reforzada



La ubicación de la tubería en el ancho de la caja no es concéntrica. Se dejará una distancia $b = 0,40\text{m}$, para diámetros hasta 400 mm (16 pulgadas) y para diámetros mayores $0,8\text{ m}$, tal como se muestra en la figura.



NOTA: Se dejará un altura $J = 0,40\text{m}$ para diámetros hasta 600 mm (24") y de $0,6\text{ m}$ para diámetros mayores, desde el fondo de la caja hasta la parte inferior de la tubería, la ubicación de la válvula a lo largo de la caja no será concéntrica debido a que siempre se deberá colocar una unión de desmontaje que quedará dentro de la caja.

**FIGURA 3.7.8.2
UBICACIÓN DE LA VÁLVULA Y ELEMENTOS DENTRO DE LA CAJA**

Medida y Pago

La medida será por unidad de caja, completamente terminada y recibida por la Interventoría, incluye acero de refuerzo, concreto, ladrillo, la excavación y el relleno lateral con arena en un ancho de $0,25\text{ m}$. Las cajas de válvulas se medirán y pagarán según el rango al que pertenezca de acuerdo al diámetro de la válvula, independientemente de la profundidad de la caja y que sea fundida en el sitio o prefabricada.

No habrá medida ni pago de las cajas de válvulas hasta que se entregue la tarjeta de esquina correspondiente a la válvula, donde se indique dirección, distancias a paramentos, profundidad de la tubería, diámetro de la tubería y de la válvula, fecha de colocación y contratista.

Se pagarán por unidad de obra según los siguientes numerales:

Ítems	Descripción	Unidad
3.7.8	Cajas de válvulas y bajantes de operación	
3.7.8.1	Cajas de válvulas	
3.7.8.1.1	Para $H < 2,0$	
3.7.8.1.1.1	Caja de mampostería para tuberías entre 250 mm (10") y 400 mm (16").	un
3.7.8.1.1.7	Caja de concreto reforzado para tuberías entre 250 mm (10") y 400 mm (16").	un

3.7.8.2. Instalación tubo de operación para válvulas entre 80 mm y 200 mm

Se construirán de acuerdo a las presentes especificaciones técnicas a menos que se estipule diferente en los planos de diseño del proyecto.

Los bajantes de operación se componen de las siguientes partes: (Ver esquema de construcción No.48)

- Anclaje. La válvula deberá ser anclada en su fondo con un concreto simple de 21 Mpa (3000 psi) evitando que la tornillería quede embebida en el concreto.
- Bajante. Es un tubo de PVC de diámetro 150 mm (6 pulgadas) o polietileno de alta densidad de 160 mm, que se instalará desde el cuerpo de la válvula hasta la superficie del terreno. (Ver esquema de construcción No.48)
- Losa Superior y Tapa operadora: La parte superior del tubo de PVC o polietileno deberá quedar anclada en una placa circular de concreto simple de 21 Mpa (3.000 psi), de diámetro 0,50 m y espesor 0,15 m y llevará empotrada una tapa de hierro de fundición dúctil de 150 mm de diámetro con bisagra para acceder al bajante.

La losa superior podrá ser fundida en el sitio o prefabricada, de espesor 0,15 m y con refuerzo de varilla No. 4 (1/2 pulgada) distribuido como se muestra en el esquema No. 49, esta deberá llevar anclada la tapa operadora, el orificio donde esta se instale será igual al diámetro exterior del aro y deberá quedar instalado a ras con la superficie de la losa, quedando el resto del espesor de la placa para recibir el tubo bajante, tal y como se muestra en el esquema No.48)

Dotación Exigida

La dotación y elementos de protección para la seguridad del personal encargado de ejecutar los trabajos deberán ser los adecuados, enunciados en la tabla siguiente:

Parte del Cuerpo	Elemento de Protección	Norma Icontec
Ojos y cara	Gafas de seguridad	1771 y 1825
Cabeza	Casco de seguridad tipo I	1523
Manos	Guantes tipo Ingeniero	2190
Pies	Botas pantaneras	1741
Pies	Botas de seguridad puntera de acero	2257

Medida y Pago

La medida será por unidad de bajante, completamente terminado y recibido por la Interventoría, incluida la excavación, acero de refuerzo, concreto, tubería, rellenos y todos los elementos necesarios para su construcción e instalación. Los bajantes de operación se pagarán independientemente de la profundidad y diámetro de la válvula y que la losa superior o tapa operadora sea fundida en el sitio o prefabricada, para válvulas de 80, 100, 150 y 200 mm y válvulas de purgas.

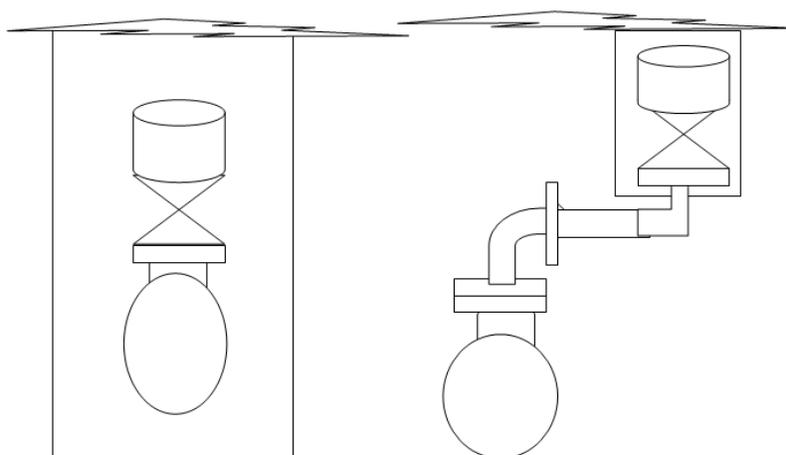
No habrá medida ni pago de los bajantes de operación hasta que se entregue la tarjeta de esquina correspondiente a la válvula, donde se indique dirección, distancias a paramentos, profundidad de la tubería, diámetro de la tubería y de la válvula, fecha de colocación y contratista.

Ítem de pago

Ítems	Descripción	Unidad
3.7.8.2.2	Instalación tubo operador para válvulas entre 80 mm y 200 mm y para válvulas de purgas, con reborde de concreto de 1x1 m e=0.15 m	un

3.7.8.3. Cajas de Ventosas

Para efectos de operación y mantenimiento de válvulas ventosas se construirán cajas, las cuales dependiendo de la ubicación de la ventosa sobre la línea de conducción o por fuera de la línea de conducción se construirán sobre la vía o en zona verde.



Ubicada sobre la línea de conducción

Ubicada fuera de la línea de Conducción

Figura 3.7.8.3

3.7.8.3.1 Cajas de ventosas ubicadas sobre la línea de conducción

Las cajas para ventosas se construirán de acuerdo a las presentes especificaciones técnicas a menos que se estipule diferente en los planos de diseño del proyecto. Las dimensiones de la caja de ventosa se tomarán con base a la Tabla 3.7.8.3.1. Tabla de dimensiones de Cajas de ventosas.

Tabla 3.7.8.3.1
TABLA DE DIMENSIONES DE CAJAS DE VENTOSAS UBICADAS SOBRE LA LINEA DE CONDUCCION (Dimensiones internas)

Diámetro pulgadas	Diámetro Mm	L (m)	a (m)
10	250	1,2	1,25
12	300	1,2	1,30
14	350	1,2	1,35
16	400	1,2	1,40
18	450	1,5	1,45
20	500	1,5	1,50
24	600	1,5	1,60
30	700	1,5	1,70
36	900	1,8	1,90
42	1000	1,8	2,00
48	1200	1,8	2,20

Las cajas para dimensiones mayores a las especificadas se construirán de acuerdo al diseño. Las cajas de ventosas sobre la línea de conducción, se podrán construir con muros de mampostería doble en los casos que se ubiquen en zona verde, con muros de mampostería estructural o con muros de concreto reforzado en los casos en que se ubique sobre la vía, de acuerdo a los requerimientos de la obra o lo dispuesto por la Interventoría.

La altura de la caja de ventosa dependerá del diámetro de la tubería de conducción instalada, profundidad de instalación de la tubería y de la distancia mínima entre el fondo de la caja y el fondo de la tubería, establecida en la figura 3.7.8.2., por tanto:

$h = 1,60 \text{ m} + \varnothing \text{ tubería}$	Para diámetros hasta 400 mm (16 pulgadas)
$h = 1,80 \text{ m} + \varnothing \text{ tubería}$	Para diámetros mayores a 400 mm (16 pulgadas)

Las cajas para ventosas se componen de las siguientes partes:

Losa de fondo. Se construirá siempre en concreto reforzado de 24,5 Mpa (3500 psi) y espesores de 0,20 hasta alturas de 2,50 mts y 0,30 para alturas mayores de 2,5 mts para cajas de mampostería y mampostería estructural y espesores de 0,20 hasta alturas de 3,0 mts y 0,30 para alturas mayores de 3,0 mts para cajas de concreto reforzado. La losa de fondo tendrá una longitud adicional de 0,20 m en sus dos direcciones (longitud y ancho) por fuera de las dimensiones externas de la caja, e irá fundida sobre una capa de concreto (solado) de 14 Mpa (2000 psi), de 0,05 m de espesor. Incluye el refuerzo que será de 420 Mpa (60.000 psi) correspondiente a doble parrilla ambos sentidos $\varnothing \frac{1}{2}$ " @ 0,25 m hasta alturas de 3 metros o $\varnothing \frac{1}{2}$ " @ 0,20 m para alturas mayores de 3 metros.

Muros. De acuerdo al tipo de caja de válvula serán así:

- Muros de mampostería doble:** Los muros serán de ladrillo macizo; ver esquema de construcción No. 45 (No se acepta ladrillo de caño), trabado, con un espesor de 0,20 m, con pañete impermeabilizado de relación 1:4 aplicado en la cara interna de los muros. Esta caja será utilizada en zona verde o peatonal y en zona de tráfico vehicular cuando lo autorice la Interventoría. En todo caso los muros se construirán de acuerdo a lo establecido en el numeral 3.7.1.2 de estas especificaciones, obras de mampostería en ladrillo doble.
- Muros de mampostería reforzada:** Se utilizarán bloques estructurales de arcilla cocida o de concreto vibrado de espesor 0,15 m, con pañete impermeabilizado de relación 1:4 aplicado en la cara interna del muro, se colocará refuerzo de acuerdo a las tablas 3.7.8.3.2 y figura 3.7.8.3.1. Se rellenarán los huecos de los bloques con concreto con una resistencia a la compresión de 21 Mpa (3000 PSI).
- Muros de concreto reforzado:** Se utilizará concreto con una resistencia a la compresión de 24,5 MPa (3.500 psi) impermeabilizado y refuerzo de 420 Mpa (60.000 psi), la cuantía, las dimensiones, el espesor del muro y espaciamiento del refuerzo se indican en la tabla No. 3.7.8.3.3 y figura 3.7.8.3.2.

La altura de los muros será variable de acuerdo al diámetro de la tubería de conducción, según lo indicado anteriormente. La tee a la que se le instalará válvula ventosa debe quedar apoyada al fondo de la losa a través de un soporte en concreto de 21 Mpa. (3.000 psi). La unión entre el muro de la caja y la tubería debe ser estanca, por lo cual se debe construir una junta con sello expandible contra el paso del agua entre las paredes y la tubería que permita que la caja sea impermeable.

Siempre que se realice una junta de construcción se debe colocar una cinta de PVC flexible para sellar la junta, con el fin de garantizar la estanqueidad de la caja.

Todas las cajas se rematarán con una viga perimetral de altura 0,2 m y ancho igual al muro, a excepción de las cajas de concreto, el refuerzo de esta viga será el indicado en la figura 3.7.8.3.1.

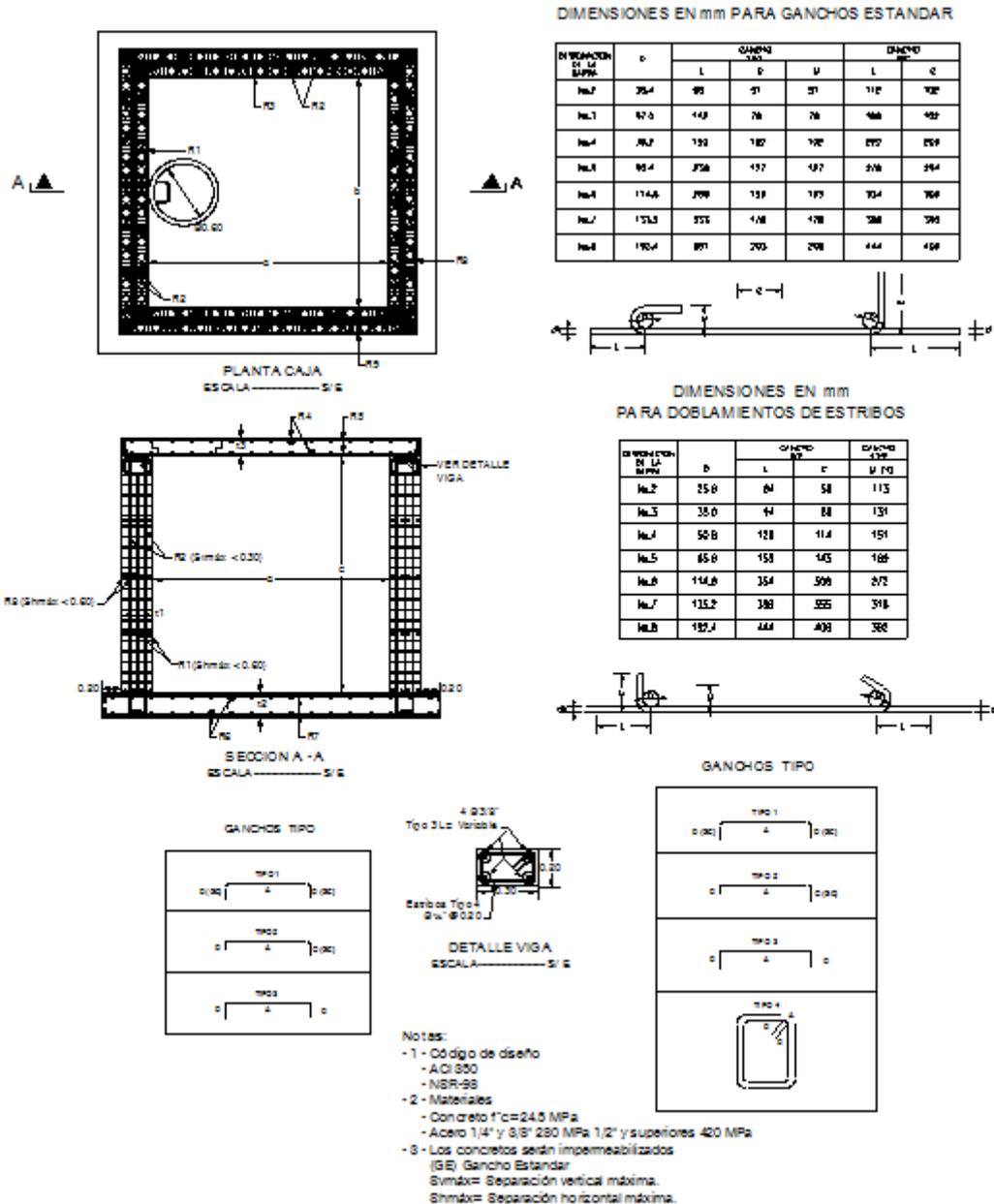


Figura 3.7.8.3.1

Se rellenará con material arenoso el perímetro de la caja en un ancho de 0,25 m.

- d. Peldaños: Los peldaños deben quedar empotrados en los muros y serán de varilla corrugada No. 6 (3/4") resistencia de 420 Mpa (60.000 psi) cubierta por pintura epóxica de alquitrán de hulla resistente a ambientes agresivos o de fibra de vidrio, distanciados 0,25 m, partiendo a 0.25 m encima del fondo de la caja. Deberán quedar alineados con la ubicación de la tapa de acceso.
- e. Losa Superior: Se construirá en concreto reforzado de 24,5 Mpa (3500 Psi) y espesor de 0,20, incluye el refuerzo que será de 420 Mpa (60.000 Psi) correspondiente a doble parrilla ambos sentidos $\varnothing \frac{1}{2}'' @ 0,25$ m para alturas hasta 3,0 mts y $\varnothing \frac{1}{2}'' @ 0,20$ m para alturas mayores de 3,0 mts. El aro de la tapa debe quedar fundido en la losa y la tapa será de hierro dúctil para tráfico pesado, estará unida al aro por medio de un pasador, la bisagra debe ser colocada en

el lado aguas arriba, según la pendiente de la vía, deben tener grabada en relieve las palabras: Acueducto – Barranquilla o el municipio donde se instale, AAA, Año fabricación y las letras H.D. (material de fabricación), cumpliendo todas las exigencias prescritas en el capítulo 7 de las presentes Especificaciones Técnicas de Construcción.

Las cajas deberán entregarse completamente terminadas y limpias de escombros, formaletas u otro tipo de materiales.

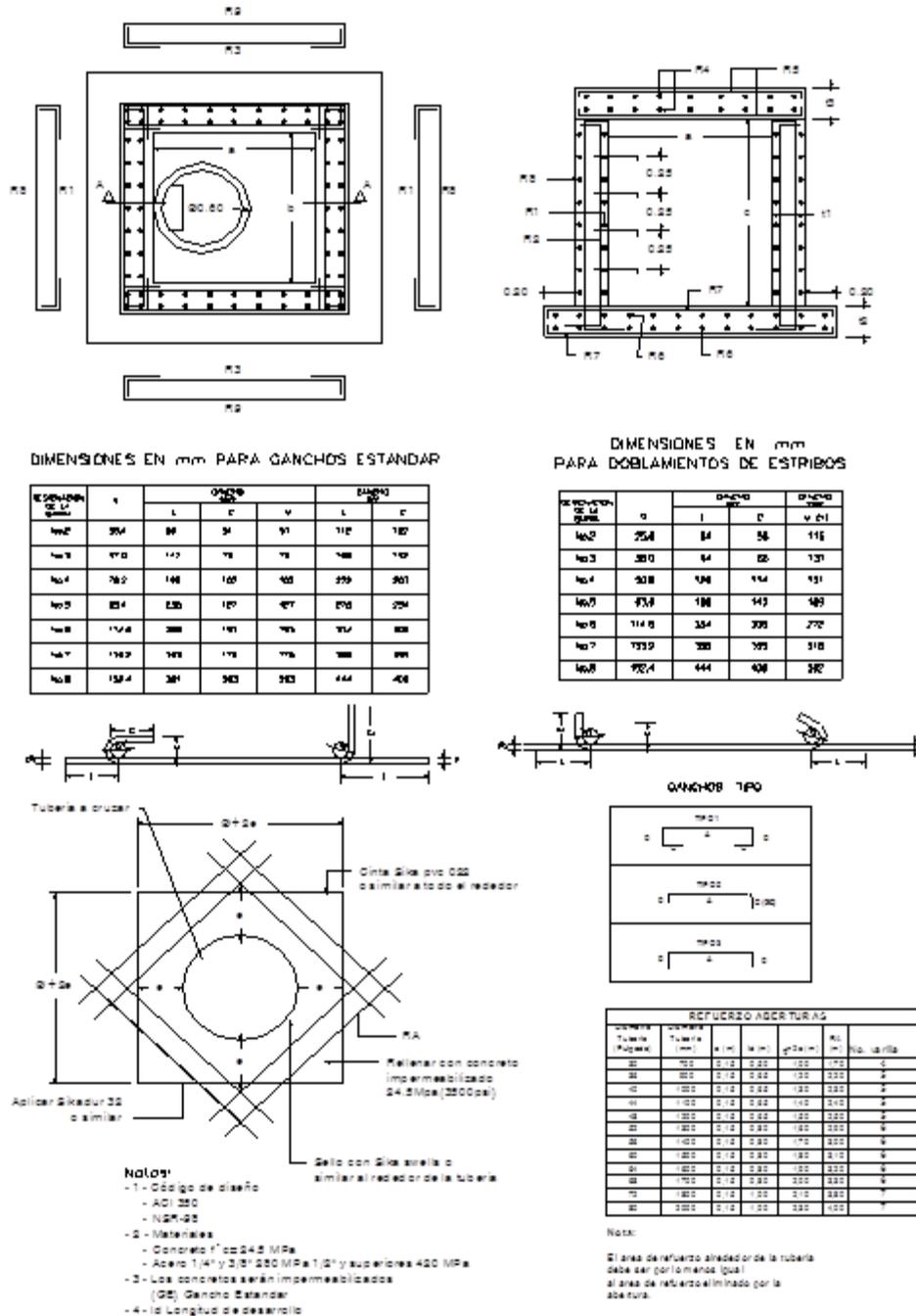


Figura 3.7.8.3.2

Las cajas deberán entregarse completamente terminadas y limpias de escombros, formaletas u otro tipo de materiales.

Medida y Pago

La medida será por unidad de caja, completamente terminada y recibida por la Interventoría, incluye acero de refuerzo, concreto, ladrillo, la excavación y el relleno lateral con arena en un ancho de 0,25 m. Las cajas de válvulas de ventosa se medirán y pagarán según el rango al que pertenezca de acuerdo al diámetro de la válvula y la profundidad de la caja.

No habrá medida ni pago de las cajas de válvulas de ventosa hasta que se entregue la tarjeta de esquina correspondiente, donde se indique dirección, distancias a paramentos, profundidad de la tubería, diámetro de la tubería y de la válvula, fecha de colocación y contratista.

Se pagarán por unidad de obra según los siguientes numerales:

Ítems	Descripción	Unidad
3.7.8.3	Cajas de ventosas	
3.7.8.3.1	Cajas de ventosas ubicadas sobre la línea de conducción	
3.7.8.3.1.1	Caja para ventosa en mampostería con tapa en concreto. En zona verde de 0.60m x 0.60m, 1.0m < H < 2.0m	Un

3.7.12. CONCRETO PARA ANCLAJES

En aquellos puntos donde las redes de alcantarillado, acueducto o las obras especiales requieran un anclaje en concreto para asegurar su estabilidad, se procederá a su construcción según los diseños que aparezcan en los planos o los esquemas que entregue la Interventoría. (Ver esquema No. 62).

En general los anclajes se harán en concreto simple de 17,5 Mpa (2500 psi) o 21 Mpa (3000 psi) proveniente de central de mezclas; solo cuando así lo autorice la Interventoría se empleará concreto reforzado, concreto ciclópeo o concreto elaborado en el sitio de la obra. El concreto para anclajes será suministrado y colocado en el sitio siguiendo las normas que determine la Interventoría.

Las dimensiones y forma de los bloques de anclaje dependerán de la presión hidrostática que actúa en la tubería, el diámetro del tubo, la clase de terreno, la profundidad de la tubería y el tipo de accesorios.

Cuando una unión se deflecta para formar una curva vertical, se presenta un empuje hacia arriba o hacia abajo, según que la deflexión sea en uno u otro sentido. Si el empuje es hacia arriba, el peso del relleno deberá ser capaz de resistirlo, en caso contrario, será necesario usar como parte del relleno un material más pesado, (balasto o concreto). En el caso que no sea suficiente el sobrepeso será necesario construir un anclaje en el sentido contrario al esfuerzo y la tubería deberá estar sujeta al anclaje por medio de vinchas de acuerdo al diseño del proyecto o lo indicado por la Interventoría.

Si la deflexión se ha hecho en una curva horizontal, el empuje se presentará hacia afuera y generalmente puede ser resistido apisonando muy bien el material de relleno entre el tubo y la pared de la zanja. Sin embargo, cuando la calidad del terreno es deficiente y las presiones altas, puede ser necesario construir bloques de anclaje. Estos han de construirse entre el tubo y la pared de la zanja y en el concreto no debe quedar embebida la tornillería (en el caso de que la junta sea bridada), ni la junta (en el caso de que la junta sea mecánica). En el caso que no pueda construirse el anclaje entre la tubería y la pared de la zanja y sea necesario construir el anclaje en el sentido contrario al esfuerzo, la tubería deberá estar sujeta al anclaje por medio de abrazaderas de acuerdo al diseño del proyecto o lo indicado por la Interventoría.

Anclaje en pendientes fuertes: En las pendientes fuertes hay tendencias del relleno al deslizamiento y puede arrastrar consigo la tubería. En la mayoría de los casos basta apisonar muy bien en capas de 0,10 m hasta llegar al nivel natural del terreno. Si por alguna razón se teme un deslizamiento, deben construirse bloques de anclaje de manera que queden apoyados en el terreno firme que no ha sido excavado. Estos bloques de anclaje se realizarán de acuerdo a los diseños o lo indicado por la interventoría.

Construcción de los anclajes: Basta elaborar la mezcla con la proporción especificada y colocarla lo más seca posible, de tal manera que se facilite darle la forma adecuada, con la base más ancha contra la pared de la zanja. Es conveniente y necesario que el bloque no cubra las campanas o las uniones de los accesorios.

En caso que sea necesario la utilización de formaleta removible o no para la construcción de los anclajes de las tuberías, esta deberá estar incluida en el valor unitario.

La dotación y elementos de protección para la seguridad del personal encargado de ejecutar los trabajos deberán ser los adecuados, enunciados en la tabla siguiente:

Parte del cuerpo	Elemento de protección	Norma icontec
Ojos y cara	Gafas de seguridad	1771 y 1825
Cabeza	Casco de seguridad tipo I	1523
Manos	Guantes tipo Ingeniero	2190
Pies	Botas pantaneras	1741
Pies	Botas de seguridad puntera de acero	2257

Medida y Pago

La medida será el metro cúbico (m³), se medirá según diseño autorizado por la Interventoría. No habrá medida ni pago de los excesos que se puedan producir, ni de los medios auxiliares necesarios para la correcta colocación de los anclajes, como pueden ser formaletas, cimbras, grúas. El pago se hará según el precio unitario acordado en el presupuesto para este ítem.

Los ítems de pago son los siguientes:

Ítemes	Descripción	Unidad
3.7.12.2	Concreto para anclajes de 17,5 Mpa (2500psi). Preparado en obra	m ³

3.8. INSTALACION DE ELEMENTOS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO

3.8.1. ELEMENTOS DE ACUEDUCTO

Generalidades

Para la instalación de elementos de acueducto se deben tener en consideración las siguientes indicaciones.

- Antes de iniciar el proceso de instalación del elemento de acueducto se revisará que cumpla con lo establecido en el capítulo 7 Materiales de estas especificaciones.
- Para los elementos de acueducto bridados, antes y después se revisará que el empaque esté adherido correctamente a uno de los dos elementos que conforma la junta de la brida.

- c) En las instalaciones de válvulas o hidrantes menores o iguales a 200 mm se debe empotrar la base del elemento de acueducto, en concreto de 21,0 Mpa (3000 psi), PERO con la observación de dejar libre de concreto la tornillería para posteriores mantenimientos.
- d) Sobre la tubería donde se instalen elemento de acueductos como válvulas reguladoras, válvulas sostenedora, filtros y macromedidores, se llevará a cabo la construcción de una caja de válvula según las normas y especificaciones técnicas del numeral 3.7.10 Caja para elementos de control de pérdidas o de acuerdo al criterio de la Interventoría para realizar los procesos de control y optimización del servicio.
- e) En toda instalación de válvulas de diámetros mayores o iguales a 250 mm, se debe colocar una unión de desmontaje para facilitar el cambio o mantenimiento de la misma.
- f) Para la instalación de válvulas de compuerta de diámetros entre 80 mm y 200 mm se emplearán bajantes de operador según normas y especificaciones técnicas numeral ítem 3.7.8.2. y para la instalación de válvulas de mariposa entre los diámetros 250 mm y 1200 mm se construirán cajas de válvula según las normas y especificaciones técnicas del numeral 3.7.8.1 Caja de Válvulas o de acuerdo al criterio de la Interventoría.
- g) En el proceso de la instalación de elementos de acueducto en tuberías de diámetros mayores de 350 mm, se deben emplear cintas o correas con bordes redondeados y equipo adecuado, para maniobrar los accesorios correctamente.
- h) En las instalaciones de ventosas, se llevará a cabo la construcción de una caja de ventosa según las normas y especificaciones técnicas numeral 3.7.8.3 Cajas de ventosas o de acuerdo a las indicaciones de la Interventoría.
- i) En las instalaciones de válvulas de mariposa se deben tener en consideración la orientación y posición correcta de la válvula, de acuerdo a lo especificado por los fabricantes o la Interventoría.

Hidrantes

Para la instalación de elementos de acueducto se deben tener en consideración las siguientes indicaciones.

- Los hidrantes deben instalarse en las tuberías con un diámetro mínimo de 3 pulgadas, preferiblemente en la red matriz.
- Cada hidrante llevará su propia válvula para aislarlo de la red.
- En áreas comerciales industriales o residenciales con una densidad superior a 200 habitantes por hectárea la capacidad mínima de 20 L/S (316 gal / min)
- Para áreas por debajo de 200 habitantes por hectárea la capacidad mínima debe ser 5 L/S (79.15 gal/min).
- Los hidrantes deben soportar una presión mínima de 980 Kpa (142 PSI).
- La distancia entre hidrantes depende del nivel de complejidad del sistema y debe cumplir lo que muestra la siguiente tabla:

TABLA 3.8.1.1 Distancia entre hidrantes

Nivel de complejidad	Condición adicional	Cantidad	Caudal mínimo
----------------------	---------------------	----------	---------------

BAJO		Un hidrante máximo cada 300 m	5 L/seg. – 79 gal/min
MEDIO		Un hidrante máximo cada 300 m	5 L/seg. – 79 gal/min
MEDIO ALTO	Estrato 1 y 2	Un hidrante máximo cada 300 m	5 L/seg. – 79 gal/min
ALTO	Estrato 1 y 2	Un hidrante máximo cada 300 m	5 L/seg. – 79 gal/min
MEDIO ALTO	Estrato 3, 4, 5 y 6	Un hidrante cada 200m. En bloques multifamiliares cada 150 m	10 L/seg. – 159 gal/min
ALTO	Estrato 3, 4, 5 y 6	Un hidrante cada 200m. En bloques multifamiliares cada 150 m	10 L/seg. – 159 gal/min
ALTO	Zonas Industriales	Debe colocarse un hidrante en cada bocacalle, a una distancia no mayor a 100 m	10 L/seg. – 159 gal/min

- a) La presión en los hidrantes depende del nivel de complejidad del sistema y debe cumplir lo que muestra la siguiente tabla:

TABLA 3.8.1.2 Presión en los hidrantes

NIVEL DE COMPLEJIDAD	PRESIÓN KPA	PRESIÓN MCA	
BAJO	29.43	4.27	
MEDIO	29.43	4.27	
MEDIO ALTO	98.10	14.23	Zonas residenciales
ALTO	98.10	14.23	Zonas residenciales
MEDIO ALTO	196	28.43	Zonas comerciales, industriales o zonas residenciales con edificios multifamiliares
ALTO	196	28.43	Zonas comerciales, industriales o zonas residenciales con edificios multifamiliares

- b) El color de los hidrantes depende del caudal requerido como se muestra en la siguiente tabla:

TABLA 3.8.1.3 Color de los hidrantes

COLOR	CAUDAL l/seg	CAUDAL gal/min
ROJO	32	506 (500)
AMARILLO	Entre 32 y 63	Entre 506 y 997 (1.000)
VERDE	SuPErior a 63	SuPErior a 997 (1.000)

- c) Los hidrantes deben instalarse en el límite de dos predios, aproximadamente a 10 mt de la intersección, en la zona verde o en el andén.

- d) Cuando el hidrante se coloque en el andén, no debe instalarse a una distancia mayor de 0.5 mt del borde exterior hacia adentro.
- e) Cuando el hidrante se instale en la zona verde, no debe haber una distancia menor de 0.5 mt del borde exterior del bordillo al hidrante.
- f) Los hidrantes deben instalarse alejados de obstáculos que impidan su correcto uso.
- g) Las bocas deben quedar hacia la calle.
- h) La parte superior del hidrante incluyendo la brida de conexión con el cuerpo debe quedar en su totalidad, por encima del nivel del terreno, dejando libre la tornillería con una distancia libre mínima de 10 centímetros (Ver Esquemas 68 y 69).
- i) En la instalación de hidrantes menores o iguales a 200 mm se debe empotrar la base del elemento de acueducto, en concreto de 21,0 Mpa (3000 psi), pero con la observación de dejar libre de concreto la tornillería para posteriores mantenimientos.
- j) Para la instalación de hidrante, se colocará una válvula para facilitar su mantenimiento, como aparece en los esquemas No. 68 y 69.

Válvulas

Generalidades

La red de distribución debe proveerse de válvulas de compuerta o mariposa ubicadas de modo que cumplan los siguientes requisitos:

1. En las tuberías principales deben disponerse de las válvulas necesarias que permitan aislar un sector o zona de servicio.
2. Si se aísla parte del sistema, debe mantenerse el servicio del agua en el resto de la población.
3. El empalme de todo ramal de derivación importante con la red de distribución debe tener una válvula de derivación o corte.

Todas las conexiones de tuberías secundarias con las tuberías principales deben tener una válvula de derivación o corte.

Debe cumplirse con las normas técnicas AWWA C500-93 o AWWA C600.

Válvulas en redes matrices de distribución o redes de conducción

Para los niveles medio alto y alto de complejidad en los que existan redes matrices para la distribución de agua potable deben colocarse las siguientes válvulas:

- a) Válvulas de corte

En todos los puntos de empate, entre tuberías de diámetro diferente, la válvula debe colocarse sobre la tubería de menor diámetro.

- b) Válvulas de purga

En todos los puntos bajos deben colocarse válvulas de purga para el drenaje de la tubería. Cuando ésta se desocupe, el agua debe conducirse al sistema de alcantarillado pluvial, de existir éste, a canales recolectores de agua lluvia o a canales abiertos. Debe justificarse plenamente cuándo en un punto bajo no se requiere válvula de purga.

c) Ventosas

Las ventosas deben ser instaladas en todos los puntos donde haya la posibilidad de acumulación de aire en la tubería, es decir, donde no sea posible su remoción hidráulica. Para que exista la remoción hidráulica del aire es necesario que la velocidad mínima operacional sea igual o superior a la velocidad crítica. En caso de no existir la remoción hidráulica será necesaria la instalación de ventosas para la remoción mecánica del aire.

Se deben colocar ventosas en los cruces aéreos de arroyos o cuerpos de agua.

Válvulas en redes secundarias o redes de distribución

La red de distribución secundaria debe estar provista de válvulas, cumpliendo los siguientes requisitos:

En el caso de válvulas tipo compuerta:

1. Todas las válvulas deben cerrar en sentido horario.
2. Debe colocarse una válvula en los puntos en que exista un tramo de derivación importante.
3. En los puntos bajos de la red deben instalarse válvulas de purga o desagüe y diseñarse las obras necesarias para su adecuado drenaje.
4. No se permiten puntos muertos en la red, debiendo necesariamente terminar en válvulas con drenaje.
5. Dependiendo del diámetro todas las válvulas deben complementarse y protegerse con cajas de mampostería, hormigón o tubo operador mediante llave T.

En el caso de que se utilicen válvulas mariposa o de bola en la red de distribución secundaria, estas deben estar provistas de un mecanismo de control de cierre que permita que éste sea relativamente lento con el fin de evitar el golpe de ariete.

Las válvulas en las redes de distribución de agua potable se clasifican, de acuerdo con la función deseada, en válvulas de cierre, válvulas de cierre permanente, válvulas de admisión o expulsión de aire (ventosas), válvulas de regulación de presión, válvulas de regulación de caudal, válvulas reductoras de presión, válvulas de prevención de reflujo (válvulas de cheque), válvulas de drenaje o purga, válvulas de paso directo y válvulas de alivio.

En los siguientes literales se especifican los requerimientos para cada uno de los tipos de válvula.

a) Válvulas de cierre o corte

Cuando tres o más tramos de tuberías principales se interconecten en un punto, debe ser prevista una válvula de cierre en cada tramo.

En las tuberías secundarias debe ser prevista una válvula en las interconexiones con las tuberías principales.

Deben especificarse las válvulas necesarias para que al ejecutar un cierre no se aislen zonas mayores que 6 manzanas. Las tuberías de 150 mm (6 pulgadas) y mayores deben tener válvulas de corte cada 500 m como mínimo. En todos los puntos de empalme de una tubería de diámetro mayor con una de diámetro menor, debe instalarse una válvula sobre la tubería de diámetro menor.

b) Ventosas

En todos los puntos altos de la red de distribución donde no sea posible la remoción hidráulica o donde no sea posible utilizar las conexiones domiciliarias para la expulsión del aire, debe instalarse una válvula de doble acción (ventosa automática) con el fin de evitar que el aire separe la columna de agua en la red cuando esté en operación y permitir la entrada de aire cuando se desocupe, evitando presiones inferiores a las atmosféricas. Debe cumplirse con la norma técnica AWWA C512-92.

El tamaño de las ventosas en las líneas que conforman la red secundaria de distribución debe ser superior a 25 mm (1 pulgada) e inferior a 50 mm (2 pulgadas).

c) Válvulas reguladoras de presión

En las uniones de la red secundaria con la red matriz, cuando la presión estática de la red supere el valor máximo de 60 mca, debe instalarse una válvula reguladora de presión. El diámetro de esta válvula debe determinarse de acuerdo con el caudal máximo horario (QMH) para la zona. Las válvulas reguladoras de presión deben cumplir con los siguientes requisitos:

1. Las válvulas reguladoras de presión deben producir una pérdida de cabeza predeterminada, con el fin de controlar la presión, manteniéndola constante, independientemente del caudal que pasa a través de ellas.
2. Todas las válvulas reguladoras de presión deben ir acompañadas de válvulas de cierre que permitan el rápido monte y desmonte con fines de mantenimiento y/o cambio.
3. Para el nivel de complejidad del servicio alto se recomienda el uso de válvulas reguladoras de presión instaladas en bifurcaciones de la línea, con el fin de permitir el funcionamiento de la instalación en caso de avería y/o mantenimiento de una de ellas, con las correspondientes válvulas de cierre, filtros, manómetros, etc.
4. Las válvulas reguladoras de presión deben estar localizadas en cámaras que permitan un acceso adecuado para las labores de montaje, operación y mantenimiento.
5. Estas válvulas deben ser completas, con todos los accesorios necesarios para su correcto funcionamiento, y deben estar provistas de un indicador del grado de apertura.
6. Las válvulas reguladoras de presión deben soportar presión por ambos lados (aguas abajo y aguas arriba) simultáneamente o sólo por uno de ellos. Exteriormente, el cuerpo de la válvula debe tenerse grabada una flecha que indique la dirección del flujo.
7. En todos los casos, las válvulas reguladoras de presión deben cerrarse automáticamente al ocurrir un daño en los diafragmas.

d) Válvulas de regulación de caudal

Usualmente estas válvulas se instalan aguas abajo de las válvulas reguladoras de presión y tienen por objetivo dejar pasar un caudal determinado para una presión determinada, el cual es función de la apertura de la compuerta. Se utilizan válvulas de mariposa excéntricas para las cuales la posición de la lenteja se encuentra calibrada.

No se deben utilizar válvulas de compuerta como válvulas reguladoras de caudal.

e) Válvula reductora de presión

Las válvulas reductoras de presión reducen automáticamente la presión aguas abajo de las mismas, hasta un valor predeterminado, admisible para las instalaciones localizadas en la red de distribución aguas abajo.

f) Válvulas de cheque

En las tuberías de la red secundaria que estén aguas abajo de una bomba (líneas de impulsión de la bomba), deben colocarse válvulas de cheque o de retención con el fin de evitar el retroceso de agua, con el consiguiente vaciado de la tubería y los posibles daños en las bombas o posibles aplastamientos de la tubería.

g) Válvulas de drenaje o purga

En todos los puntos bajos de la red de distribución deben colocarse válvulas de drenaje o válvulas de purga.

El agua de salida cuando la tubería se desocupe, debe conducirse al sistema de alcantarillado. Salvo motivo debidamente justificado y aprobado por la empresa prestadora del servicio, deben ser previstas válvulas en todos los puntos bajos de la red.

Para el diseño de las válvulas de drenaje se deben tener en cuenta las siguientes consideraciones:

1. La descarga debe permitir la eliminación de toda el agua contenida en la tubería.
2. El diámetro de la tubería de desagüe debe estar entre $1/3$ y $1/4$ del diámetro de la tubería principal, con un mínimo de 75 mm (3 pulgadas) para tuberías mayores que 100 mm (4 pulgadas). Para diámetros menores debe adoptarse el mismo diámetro de la tubería principal.

h) Válvula de sectorización

Corresponden a válvulas de compuerta o de mariposa, instaladas en la red de distribución de agua potable con el fin de sectorizar la red.

i) Válvulas de alivio

Son válvulas que protegen la tubería contra excesos de presión ya sean causados por golpe de ariete o por operaciones anómalas en la red de distribución. Cuando la presión en la tubería supera un límite preestablecido, la válvula se abre generando una caída de presión piezométrica. La descarga de la válvula de alivio se debe dirigir directamente a un colector de alcantarillado o a un canal de drenaje con la capacidad adecuada.

Medida y Pago

La unidad de medida para la instalación de los elementos de acueducto, será la unidad del elemento de acueducto. El precio unitario incluye cargue en las instalaciones de Triple A o del fabricante (considerándolo en el área metropolitana), almacenamiento y transporte hasta donde se realizará la instalación; además el suministro e instalación de los elementos complementarios como empaquetadura, tornillería, cortes, biselado, pintura epóxica, etc.). Dentro de este precio quedan incluidos todos los costos directos o indirectos, en que se incurra en la ejecución.

Además de las antes descritas, quedan incluidas las siguientes:

Devolución a las instalaciones de la Triple A, de los elementos de acueducto que no fueran necesarios en la instalación definitiva, cuando el suministro de éstos se hace directamente por la Triple A, o cualquier empresa del grupo empresarial.

El contratista tendrá en cuenta que serán de su responsabilidad toda clase de equipos y herramientas requeridas para la ejecución de los trabajos descritos y su costo quedará incluido en su análisis de precio unitario.

La unidad de pago se realizará de acuerdo con los siguientes ítems:

Item	Descripción	Unidad
3.8	Instalación de elementos de acueducto y alcantarillado	
3.8.1	Instalación de elementos de acueducto	
3.8.1.1	Instalación de válvula de compuerta brida x brida norma ISO PN 10, incluye el suministro e instalación de tornillería grado 2 y empaquetadura para el montaje	
3.8.1.1.3	D = 100 mm (4")	Un
3.8.1.1.9	D = 400mm (16")	Un
3.8.1.11	Instalación de ventosa de triple acción norma ISO PN 10, incluye el suministro e instalación de tornillería y empaquetadura para el montaje, por fuera de la línea de conducción, incluye tubería de polietileno (l <=9m) y accesorios	
3.8.1.11.4	D = 150 mm (6"), d tubería = 160mm	Un

3.10 OBRAS VARIAS

3.10.2 INSTALACIÓN DE EQUIPOS

3.10.2.1 Captaciones

3.10.2.1.1 Montaje de Barcaza flotante. Incluye transporte de barcaza desde el sitio de fabricación hasta el lugar de instalación. Fijación de pasarela móvil pivotante.

El Contratista tendrá la obligación de instalar en el sitio de las obras, de acuerdo a los planos de diseño y/o según indicaciones de la Interventoría, la barcaza flotante junto con todos los equipos, accesorios, pasarela móvil y demás estructuras que sean necesarias para el completo y correcto funcionamiento del artefacto.

Dado lo anterior, el Contratista deberá ejecutar todas las operaciones y obras necesarias para llevar a cabo la instalación de la barcaza, tales como:

- El transporte del artefacto mediante un procedimiento seguro desde el sitio de construcción o muelle designado (según contrato de construcción de la barcaza) hasta el sitio definitivo de operación.
- Asignación de personal, maquinaria y equipos necesarios para el transporte y la instalación del artefacto, velando en todo momento por el cumplimiento de las especificaciones de Seguridad y Salud en el Trabajo.
- El trámite y pago de todos los permisos navales y terrestres que se deriven del transporte y la instalación de la barcaza.

- Adecuación del sitio destinado para la operación final de la barcaza, mediante la construcción del acceso de acuerdo a planos y especificaciones de diseño.

El Contratista deberá elaborar los planos definitivos “As-built” de instalación de la barcaza, en los cual se deberán localizar geográficamente (coordenadas Magna-Sirgas) mínimo cuatro (4) puntos de la estructura, preferiblemente las esquinas. Los planos deberán mostrar la localización exacta de la estructura y su distancia a puntos fijos de referencia tales como cercas, postes, pasarela fija, etc.

3.10.2.1.2 Pasarela fija. Incluye ángulos de acero, piso en platinas de acero y barandas en tubería galvanizada, todo de acuerdo a diseños.

Para la construcción de las obras contempladas en este ítem, el Contratista deberá en todo momento remitirse a los planos de diseño que hacen referencia a la pasarela fija, la cuál es la estructura que permitirá el acceso a la barcaza flotante y que será conectada a dicha estructura mediante una pasarela móvil pivotante con las mismas especificaciones de materiales.

La pasarela fija estará compuesta por un fondo con estructura de tubería de acero galvanizado de Ø2”, unida con soldadura y en las dimensiones descritas en los planos de diseño, sobre la cual se fijará el piso, el cual será en lámina de acero ASTM A-131 de e=3/8” con un ancho útil de 1.30m.

Sobre la estructura de fondo se instalarán unas barandas de seguridad de 1.20m de altura, construidas con tubería de acero galvanizado de Ø2”, con parales cada 85cm y dos tubos transversales separados a 60cm.

Esta pasarela nacerá en el punto de anclaje de la pasarela existente (bocatoma de Repelón), a la cual se unirá mediante el uso de soldadura. Su punto de llegada será el anclaje compuesto por 4 pilotes de Ø12” y 30m de altura ubicado a 10m del existente, cuya construcción también se contempla en las obras de este proyecto.

Para la construcción de la pasarela, serán necesarias las siguientes cantidades de materiales principales:

Descripción	Unidad	Cantidad
Tubería de acero galvanizado de Ø2”	Metro	60
Lámina de acero ASTM A-131 de e=3/8”	Unidad	3 ½

Maquinaria y equipos

Para el desarrollo de los trabajos del grupo “Captaciones”, el Contratista deberá disponer como mínimo de los siguientes equipos y herramientas, además de todos aquellos que la Interventoría considere convenientes al momento de la ejecución:

- Camión con capacidad mínima de 1 tonelada.
- Montacargas con capacidad mínima de 2 toneladas.
- Retroexcavadora de ruedas (Pajarita) y cucharón con capacidad mínima de 1 metro cúbico.
- Generador a gasolina (Planta eléctrica).
- Vibrocompactadora.
- Pluma grúa, diferencial o malacate, con capacidad de carga de 1 tonelada.
- Mezcladora con capacidad mínima de 1 bulto.
- Vibrador de concreto.
- Equipo de topografía, compuesto por nivel y/o tránsito o Estación Total. Este deberá tener certificado de calibración de no más de 5 meses de expedido.
- Equipo de soldadura para electrodo revestido.
- Motobombas de diámetro suficiente para el manejo del agua que se encuentre.

- Andamio portátil.
- Herramientas tales como: rotomartillo, taladro, pulidora, sierra, almadana, carretilla, pica, barra, escalera, etc).

Elementos de Protección Personal

Para la ejecución de las obras de este grupo, el Contratista deberá proveer a los trabajadores con todos los elementos de protección que demanden los diferentes tipos de trabajos, ya sean eléctricos, mecánicos o de obras civiles. Estos elementos de protección deben ser como mínimo los siguientes:

Parte del cuerpo	Elemento de protección
Ojos y Cara	<ul style="list-style-type: none"> • Gafas de seguridad • Máscara soldar fotosensible
Cabeza	Casco dieléctrico tipo I
Manos	<ul style="list-style-type: none"> • Guante tipo ingeniero • Guante industrial • Guante soldadura
Oídos	<ul style="list-style-type: none"> • Tapón oído • Protector auditivo tipo copa
Cuerpo	Arnés pélvico pectoral
Pies	<ul style="list-style-type: none"> • Botas de seguridad puntera de acero • Botas PVC exportadora (pantanera)

Medida y pago

Sólo habrá medida y pago por las siguientes unidades de obra correspondientes a Instalación de equipos en la captación, lo cual no exime al contratista de asumir el resto de obligaciones a que le compromete este capítulo:

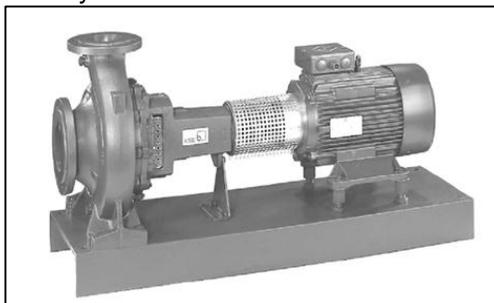
Ítems	Descripción	Unidad
3.10.2.1.1	Montaje de Barcaza flotante. Incluye transporte de la barcaza desde el sitio de fabricación hasta el lugar de instalación. Fijación a la pasarelas	Global
3.10.2.1.2	Pasarela fija. Incluye ángulos de acero, piso en platinas de acero y barandas en tubería galvanizada, todo de acuerdo a diseños	m

3.10.2.1 Equipos de bombeo

Tipos de estaciones y bombas

Las estaciones de bombeo aquí contempladas corresponden a bombeos de agua potable y cruda, las cuales utilizan bombas centrífugas de las siguientes clases:

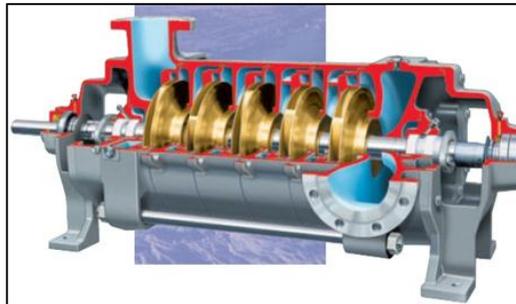
- Bombas radiales de voluta y succión en el extremo, impulsor en voladizo eje libre horizontal, pozo seco, para agua potable y cruda.



- Bombas radiales de voluta y succión en el extremo, impulsor en voladizo eje libre horizontal, autocebantes, pozo seco, para agua cruda, potable y residual.



- Bombas radiales multietapas de carcazas multicelulares con difusor, pozo seco, para agua potable y presiones altas.

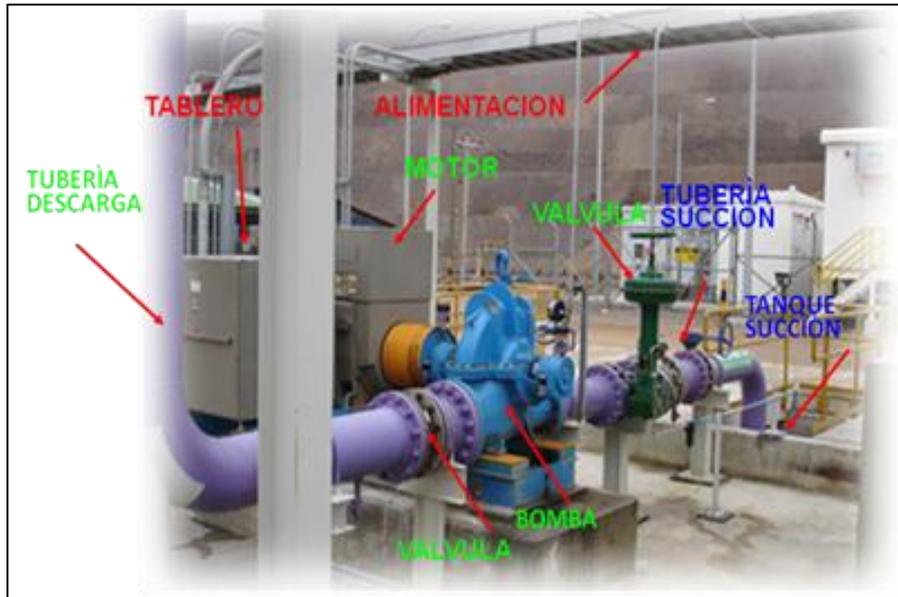


- Bombas radiales sumergibles de succión axial, tipo lapicero para instalación vertical en pozo húmedo para aguas crudas.



Elementos típicos de una estación de bombeo

La siguiente figura muestra los elementos principales constituyentes de una estación de bombeo, que incluyen además la instrumentación para la medición y control y otros accesorios menores.



Recomendaciones generales de instalación

Almacenamiento temporal

Se aplica a las bombas centrífugas que permanecen almacenados por períodos de hasta dos meses, mientras se realiza el montaje, o por mantenimiento. Para períodos mayores debe consultarse con los fabricantes:

- Llenar la caja de rodamientos con el aceite de servicio o la grasa apropiada.
- Limpiar y secar la bomba internamente
- Lavar y drenar la bomba y el sistema de sello con aceite inhibidor de corrosión, herrumbre y oxido, SAE 30, fácilmente removible.
- Sellar las conexiones de succión y descarga.
- Llenar la caja de rodamientos con aceite inhibidor de corrosión, herrumbre y oxido, SAE 30, fácilmente removible; el eje debe ser girado durante el llenado para asegurar un completo cubrimiento de las superficies en contacto.
- Donde hay caja de empaques, reemplazar los empaques metálicos por no metálicos.
- Llenar la carcasa de la bomba entre el 10 – 50% con aceite inhibidor de corrosión, herrumbre y oxido, de la viscosidad apropiada, fácilmente removible.
- Taponar los venteos de la caja de rodamientos.
- Girar el eje regularmente (por lo menos cada dos meses)

Requerimientos generales

- El personal responsable del uso, mantenimiento, inspección y montaje, debe tener la calificación adecuada. El grado de responsabilidad y la supervisión del personal deben estar exactamente definidos por el jefe del proyecto y el interventor.
- La instalación se ejecutará de acuerdo con lo establecido en las Especificaciones Técnicas, planos de referencia, Manual de Instalación, Operación y Mantenimiento del fabricante, Normas e Instrucciones para el Contratista y a las instrucciones que imparta La Interventoría antes y durante la ejecución del trabajo.

Herramientas

Es responsabilidad del contratista asegurar que estén disponibles las herramientas apropiadas y que sean usadas para la correcta instalación del equipo rotatorio (eslingas y cadenas para izar certificadas, llaves y cuñas de tamaños apropiados, indicadores de carátula para alineamiento, micrómetros, niveles de precisión debidamente calibrados, calzas (shims) de acero inoxidable, torquímetros, medidores y analizadores de vibración, etc.) Llaves de expansión no deben ser usadas en equipo rotatorio.

No se aceptará ningún desgaste o daño en las partes del equipo debido al uso inapropiado de las herramientas durante la instalación. En el momento de la entrega, el equipo debe estar como Nuevo. En la primera etapa de la construcción, se debe revisar la disponibilidad de herramientas especiales que deban ser suministradas por el fabricante del equipo. En tal caso, estas herramientas deben ser usadas por el Contratista y él mismo será responsable por el cuidado de esas herramientas y su entrega final.

Manuales de instalación y operación

Los manuales de instalación y operación del fabricante estarán disponibles por lo menos un mes antes de la instalación del equipo. Las instrucciones contenidas allí deben ser seguidas a menos que se encuentre un requerimiento más exigente en esta especificación.

Toda la información del equipo (hoja de datos, planos, registros de inspección, tolerancias “como se construyó” y reportes de pruebas en fábrica) debe estar disponible en el sitio cuando comience la instalación. Antes de iniciar cualquier trabajo físico en el sitio, el Contratista deberá asegurarse de que los documentos requeridos estén completos y actualizados. Cualquier trabajo adicional o que se deba repetir debido al incumplimiento por parte del Contratista de éste precepto, correrá por cuenta exclusiva del mismo.

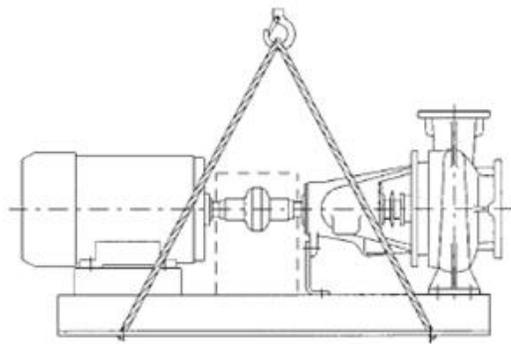
El Contratista debe adicionar al paquete de documentos técnicos del equipo, la información relevante que se genere durante la instalación, alistamiento y puesta a punto del equipo.

El contratista deberá elaborar las recomendaciones de lubricación para el equipo rotatorio incluido en el Proyecto, incluyendo: grado y cantidad de lubricante requerido y los intervalos de lubricación para cada equipo rotatorio. Esta información debe estar disponible con suficiente anticipación antes de poner en servicio el equipo instalado.

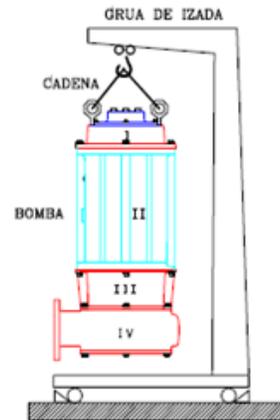
Izaje del equipo

El Contratista debe verificar que los estobos y eslingas sean de la capacidad adecuada para el peso de los equipos y están soportando solo los puntos de izaje previstos y no están transmitiendo cargas a tubería auxiliar, instrumentos, guardas, etc. Para el izaje de paquetes completos (skid o conjuntos montados en base metálica (baseplate)) se deben usar las orejas de izaje provistas en la base como se indica en la siguiente figura.

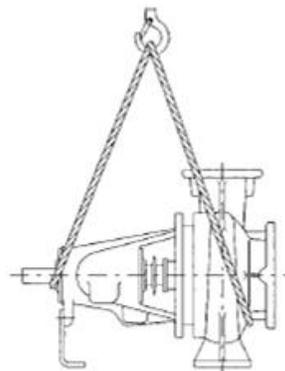
No deben usarse las orejas de izaje de partes individuales del equipo, por ejemplo las que se encuentran en accionadores, cajas de engranes, carcasas, etc. Tampoco deben usarse los ejes de los equipos como puntos de izaje.



Grupo motor-bomba



Para el izaje de la bomba sola o del motor se debe usar los cáncamos respectivos individuales o como se muestra en la siguiente figura.



Bomba sin motor

Durante las maniobras de movimiento y/o instalación, los equipos se asegurarán con uno o más cables de guía para impedir cualquier peligro por desplazamiento de la carga durante su levantamiento.

Se debe tener cuidado en equipos montados sobre patín (skid) o base metálica (baseplate), si se ha retirado alguna parte, equipo auxiliar o accesorio, ya que esto cambia el centro de gravedad del conjunto.

Para equipos con chumaceras planas, sin chumacera de empuje, el rotor debe ser bloqueado antes del izaje, para restringir el movimiento axial.

El Contratista debe informar el momento del levantamiento del equipo, para que el personal de la planta u otros trabajadores que se encuentren en la zona, se mantengan a una distancia razonable, hasta que la maniobra haya sido concluida.

Recomendaciones de seguridad durante el izaje de las bombas

- Jamás permanecer debajo de una carga suspendida.
- Mantenerse, durante el transporte de la carga, a suficiente distancia de seguridad.
- Usar solamente correas y equipos de elevación homologados y en perfecto estado de utilización.

- Ajustar el tamaño de los equipos de elevación para que la bomba o el grupo motor-bomba cuelguen horizontalmente.
- No utilizar cáncamos colocados en componentes de la bomba para elevar la bomba o el grupo motor-bomba.
- Tener siempre presente los documentos que acompañan la bomba, porque contienen información clave de consulta para la instalación, puesta en marcha y solución de problemas en el funcionamiento del equipo.
- No quitar las protecciones de las bridas de la bomba antes de instalarla. Pueden entrar cuerpos extraños.

Construcción de las fundaciones y nivelación del equipo

La importancia de contar con una buena fundación para las bombas no debe ser subestimada, ya que ella provee el asiento necesario para soportar las cargas por peso, empujes y fuerzas hidráulicas y minimizar las vibraciones del equipo. Las fundaciones que se han considerado en los planos están calculadas en tamaño, resistencia y anclajes para tal fin, por lo que se deben respetar cómo mínimo, a no ser que el fabricante proponga una mayor exigencia. Las bases de concreto deben tener un buen nivel, antes de proceder a instalar la base metálica y el grouting de nivelación.

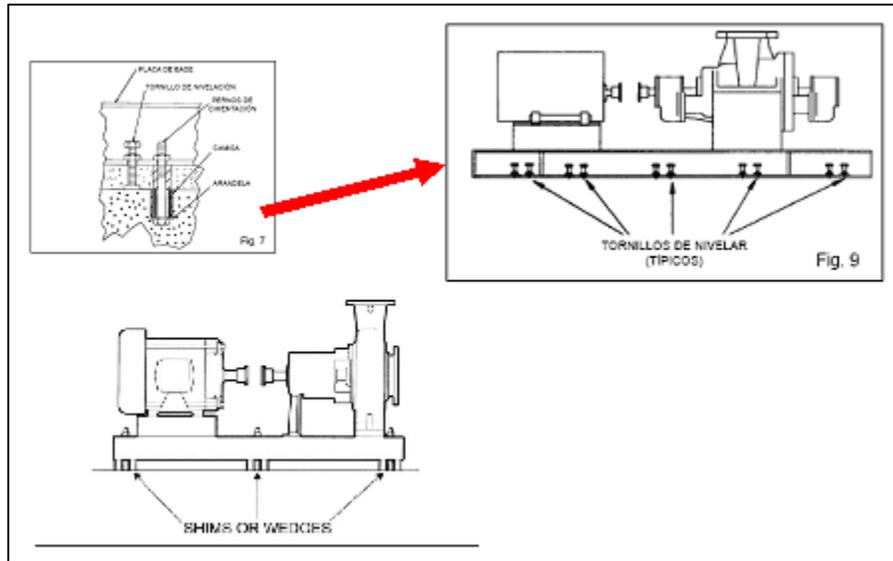
El procedimiento recomendado para instalar bases con pernos tipo L o J es vaciar un concreto primario de rápido curado hasta más o menos 10 cm por debajo del nivel donde va a quedar la base metálica y dejando descubierto los refuerzos de la base. Una vez que el concreto tenga suficiente consistencia, se ubica sobre él el conjunto motor bomba completo apoyándolo en los tornillos de nivelación, y luego de dar el nivel requerido indicado en el párrafo anterior, proceder a vaciar el concreto secundario que cubra los refuerzos y los tornillos de nivelación hasta 2 a 4 cm por debajo de la base metálica, espacio donde finalmente se echará el grouting de nivelación.

Para pernos de anclaje tipo camisa se puede vaciar el concreto primario de una vez hasta debajo de la base metálica, dejando el espacio requerido para vaciar después el grouting de nivelación, como lo indica la figura 11.

Se debe garantizar que el grupo motor-bomba con bancada, quede completamente plano y nivelado sobre la base de apoyo; verifíquelo con un nivel de burbuja. Como regla general una buena base metálica no debe tener una pendiente mayor de 0,005" por ft (0,4 mm/m) algunas bombas requieren mayor nivel, según el fabricante y la norma de instalación. Esto debe ser revisado con un nivel de precisión calibrado (1 división = 0.00025 pulg/pie) (1 división = 0.02 mm/m).

Para nivelar la base metálica se deben usar tornillos o gatos de nivelación entre la base metálica y el concreto., como indica la siguiente figura.

Para compensar desigualdades de la base y evitar deformación de la bancada también se pueden utilizar suplementos metálicos calzas (shims) de acero inoxidable o bronce o en su defecto cuñas o arandelas de espesor apropiado, en los pernos de anclaje, aunque se prefieren los gatos de nivelación por su versatilidad y manejo, estos se solicitan con la bomba o se pueden fabricar in situ y aplicar un mortero sin contracción (grouting) para llenar los vacíos y asegurar un grado mínimo de vibraciones en la unidad. Los pernos de anclaje no deben ser completamente apretados hasta que el grouting se halla endurecido.



Alineación

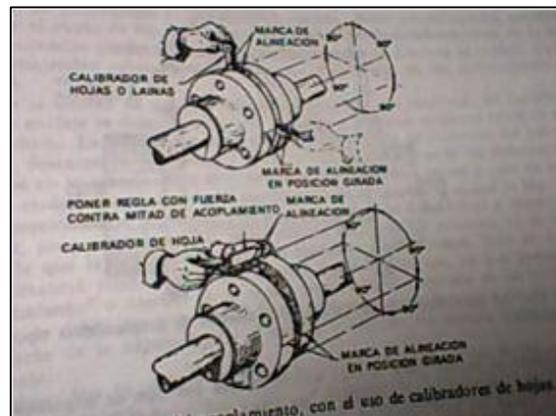
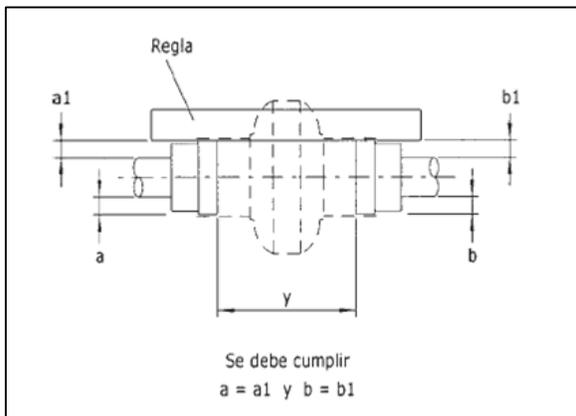
Aunque los equipos viene alineados de fábrica, se precisa una revisión y alineación final antes del arranque puesto que es común que por el transporte ocurra desalineamiento de los ejes.

El alineamiento adecuado del grupo motor bomba es muy importante para asegurar una operación mecánica libre de problemas. Funcionamiento ruidoso, vibraciones inadecuadas, daños en los cojinetes, en los sellos, en los ejes y aún en el cuerpo resultan de fallas en la alineación adecuada.

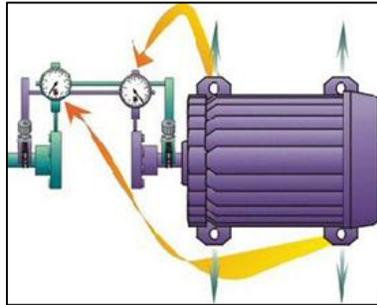
Para el alineamiento adecuado del grupo, refiérase al manual del fabricante y tenga en cuenta las siguientes recomendaciones:

- Por lo regular el acople viene instalado en los ejes pero en caso de desmontaje por alguna acondicionamiento inicial o mantenimiento, se debe montar el acople sin recurrir a golpes con elementos duros. Si fuera necesario, calentar ligeramente. Montar en la bomba y motor nivelados y libres de tensiones. Los extremos de los dos ejes tienen que estar perfectamente alineados.

Para la distancia entre los medios acoples se recomienda conservar la distancia entre el eje de la máquina motriz y el eje de la bomba (y), según lo estipulado por el fabricante.



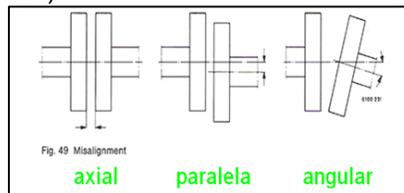
- **Indicadores de carátula.** Es el método más común y garantiza suficiente precisión para la mayoría de las maquinas, existen algoritmos y métodos gráficos que facilitan el alineamiento por este método para reducir el tiempo, pues de lo contrario puede ser dispendioso y lento para personal no entrenado.



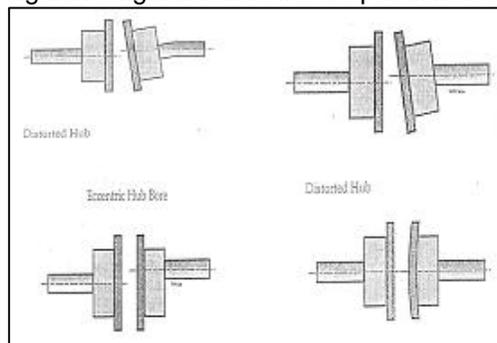
- **Laser.** Es el método más exacto y rápido si se sabe manejar pues calcula los espesores de las calzas requeridas y los movimientos a realizar. No obstante es costoso y puede no ser práctico en máquinas pequeñas



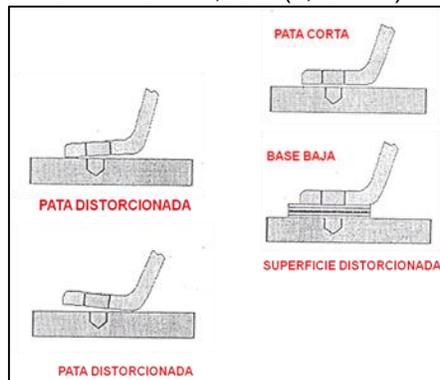
- Se debe verificar el alineamiento en todas las formas posibles en los planos horizontales y verticales, según la siguiente figura. Como recomendación general el desalineamiento total no debe exceder 0,002" (0,05 mm).



- También se debe verificar que los acoples y ejes estén libres de excentricidades y distorsiones como se muestra en la siguiente figura. Para ellos se pueden usar los métodos anteriores.



- Se debe verificar y corregir las patas cojas por medio de calzas o maquinado. La desviación máxima recomendada del indicador es de 0,002" (0,05 mm).



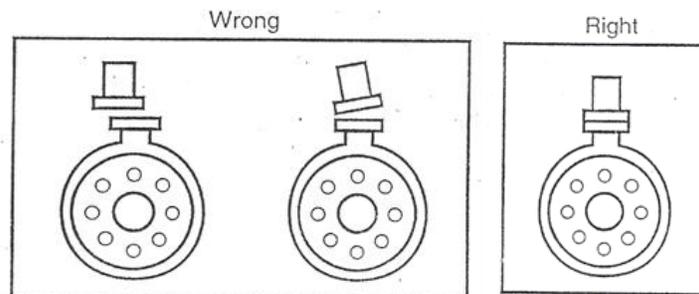
- Se han especificado y se recomienda el uso de acoples flexibles que permiten un mayor alineamiento.



- El alineamiento se debe verificar una vez conectadas las tuberías de succión y descarga a la bomba y también después de un tiempo de funcionamiento de al menos 1 hora o lo que especifique el fabricante.

Alineación de las tuberías a las conexiones de succión y descarga de las bombas.

Las tuberías de succión y descarga deben conectarse después de la colocación de las bombas y debe tenerse cuidado de su alineación con respecto a las mismas para no introducir esfuerzos sobre las boquillas que a su vez se transmitan a la carcasa, eje y elementos internos de la bomba, el acople y el motor, produciendo los ya mencionados problemas de desalineación, vibración, ruido y fallas prematuras de los elementos mecánicos. El esfuerzo de las tuberías debe verificarse en los planos horizontal y vertical y en ningún caso sobrepasar 0,002" (0,05 mm).

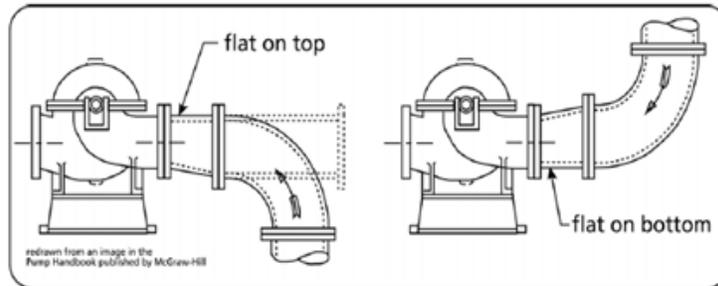


En el apriete de las bridas se no se deben superar los torques máximos recomendados por el fabricante de las bombas. Debe ponerse especial atención a las bridas FF de HF o HD de las bombas. En caso de que vengan así y las contrabridas de las tuberías sean RF (1/16"), como es el caso de las ANSI B16.5, estas últimas se deben maquinar para convertirlas en FF y así evitar esfuerzos innecesarios o rotura de las bridas de las bombas. Para carcaza de acero no existe este problema. Esto aplica también para las válvulas y demás componentes del sistema según lo especifican las normas ASME/ANSI.

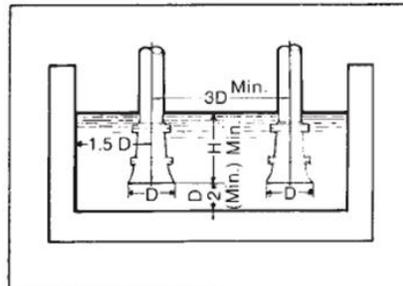
Cuidados especiales con la tubería de succión.

En general se deben respetar la disposición de las tuberías del diseño mostradas en los planos, especialmente las de succión, con énfasis en los siguientes puntos:

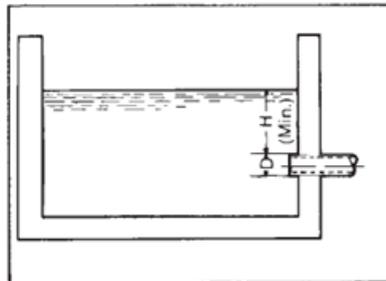
- Reducción excéntrica de entrada a la bomba con el lado plano en la posición correcta.



- Distancia de la campana de succión al fondo y a la pared.

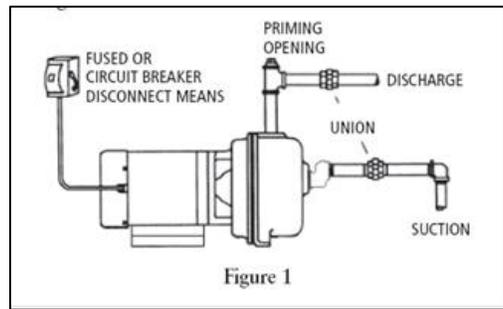


- Sumergencia mínima de $H=0.50m$, excepto para las bombas de aguas residuales que desocupan el pozo. En todos los casos, el bombeo tiene controles de nivel para mantener la sumergencia mínima o apagar la bomba cuando sea necesario.



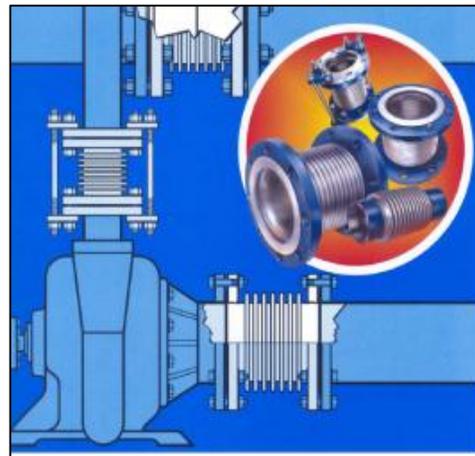
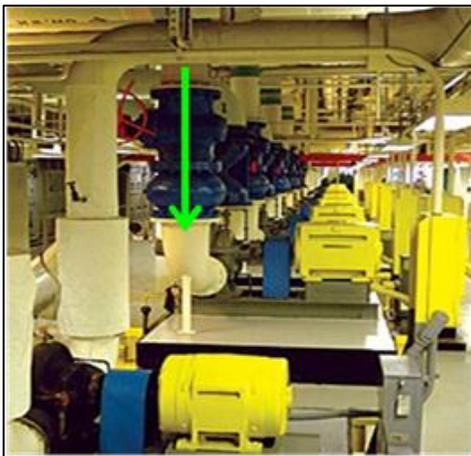
- La bomba y tubería de succión deben estar cebadas antes del arranque, para esto se han previsto válvulas de pie para la succión, conexiones auxiliares para llenado inicial de las bombas y by pass desde la impulsión para cuando se desocupe la succión. Las bombas autocebantes no necesitan que se les llene la impulsión, solamente la bomba en el arranque inicial y después de vaciarlas por algún mantenimiento. Las bombas de aguas residuales y en general todas

están provistas de ventosa que permitirán la salida del aire y se cebaran solas cuando el nivel en el pozo aumente.



Soportes y anclajes de las tuberías

Las tuberías de succión y descarga deben estar bien soportadas para no sobrepasar los esfuerzos permitidos por el fabricante de las bombas sobre las boquillas de succión y descarga, lo cual como ya se ha dicho introduce esfuerzos nocivos para la máquina, deformaciones de los ejes, daños en los sellos, rodamientos, etc. Para el caso presente los esfuerzos pueden ser por peso o por empujes hidráulicos. Para evitar problemas se han previsto elementos de mecánicos de anclaje y soporte tales como los indicados en los planos, los cuales no se deben obviar en la instalación y se deben colocar en las posiciones indicadas.



Conexiones eléctricas

Las conexiones eléctricas se tienen que realizar según los reglamentos locales de los proveedores de energía eléctrica, así como en las normas internas.

Solamente personal con la calificación adecuada está autorizado a realizar estos trabajos. Hay que conectar el motor según el esquema de la caja de bornes a los cables de alimentación al tablero eléctrico, así como los instrumentos de protección y control.

Arranque y operación

Todos los factores que contribuyan a la operación exitosa de la bomba deben ser chequeados cuidadosamente antes de arrancar o reconstruir la bomba. La mayoría de las fallas o problemas serios en el arranque pueden ser evitados tomándose unos pocos minutos para verificar que todos los componentes y sistemas asociados están en condiciones de operación, algunos de los puntos comunes y más importantes a verificar son:

Arranque inicial (primera vez o luego de mantenimiento)

1. El arranque y operación solamente se pueden realizar por personal calificado e instruido.
2. Verificar que el grupo motor-bomba ha sido instalado según lo indicado anteriormente.
3. Hacer una inspección visual de todos los componentes, válvulas, tuberías, pernos, instrumentos, cables, etc., verificando que estén bien conectados y no haya nada suelto.
4. Verificar que el nivel del tanque de succión es adecuado y tiene la sumergencia mínima como se explicó en el capítulo anterior.
5. Verificar manualmente que la bomba gira suave y libremente rotándola desde el acople. Si este no es el caso, volver al paso anterior, chequeando los pasos de instalación mencionados para verificar el problema. Revisar los ajustes de los prensaestopas, esfuerzos en las tuberías, material extraño en las tuberías o en las bombas, alineación, etc.
6. Asegurarse de que la válvula de guarda o aislamiento de la succión de la bomba esté completamente abierta.
7. Asegurarse de que la válvula de guarda o aislamiento de la descarga este cerrada. En caso de válvulas de compuerta o guillotina grandes, abrirlas una o dos vueltas aproximadamente para facilitar su posterior apertura una vez que se haya presurizado.
8. Para bombas de superficie (pozo seco) no autocebantes, llenar completamente la bomba y la tubería de succión con agua limpia, utilizando para ello la conexión de cebado o embudo diseñado e instalado para tal fin según los planos, verificando que el aire es expulsado por la válvula de ventosa o quitar el tapón de venteo en la carcasa de la bomba, de ser necesario. Es suficiente con que el agua cubra el ojo del impulsor, no obstante es mejor llenar toda la carcasa.
9. En el caso de bombas autocebantes de pozo seco, solamente es necesario llenar la carcasa de la bomba.
10. Las bombas sumergibles arrancan automáticamente. Sin embargo para el arranque inicial se debe de hacer manualmente, para verificar la correcta instalación y mantenimiento. Para ello, colocar el tablero en la opción manual. Esperar a que el nivel del agua del pozo suba hasta llenar el ojo del impulsor. En el pozo húmedo esto se verifica visualmente. En el pozo seco se puede hacer además esperando a que la ventosa evacue el aire y cierre.
11. En caso de prensaestopas, verificar que estén ligeramente apretado, con algún goteo o que al menos el eje gira suavemente alrededor de ellos.
12. En el caso de sellos mecánicos con líquido de lubricación externa o por recirculación, verificar que la conexión este lista, la válvula de alimentación abierta y la presión sea la adecuada.
13. Verificar que la conexión eléctrica al tablero y al motor es adecuada, el voltímetro marca adecuadamente en todas las fases y no hay ninguna señal de alarma encendida.
14. Comprobar que los rodamientos tiene el tipo, la cantidad y calidad de lubricante (grasa o aceite) especificado por el manual del fabricante.
15. Comprobar el sentido de rotación del motor dando un arranque y apagado rápido del motor. Hágalo siempre con la bomba llena de líquido para no dañar el sello.
16. Si no se ha instalado una tubería de bypass, no dejar funcionar la bomba más de 3 a 5 minutos, según el tamaño, con la válvula de descarga cerrada.
17. Hacer que el personal de trabajo despeje el área de las bombas y tuberías para evitar accidentes.
18. Arrancar la bomba, pulsando el botón de arranque del tablero (generalmente de color verde).
19. Esperar unos segundos a que la bomba acelere hasta su velocidad nominal, observar que todo funciona aparentemente bien y que no ocurra ningún disparo o apagado automático en el siguiente minuto. Durante este tiempo es conveniente mantenerse fuera del área de equipos y tuberías.
20. Verificar que estén todas las tuberías conectadas y las juntas estancas. En caso de fuga, abortar la maniobra de encendido.
21. Verificar el aumento adecuado de la presión de descarga en el manómetro, voltímetro y amperímetro.
22. Verificar que la bomba y el motor funcionan y giran suavemente sin ningún ruido fuerte, extraño, vibración excesiva o golpeteo, de lo contrario, abortar la secuencia.

23. Proceder a abrir a velocidad normal la válvula de descarga (no se deben colocar válvulas de apertura rápida, tipo palanca, en estaciones de bombeo, especialmente de diámetros grandes para evitar golpes de ariete y daños a la bomba y las tuberías).
24. Verificar nuevamente la presión de descarga y de succión en los manómetros, que se encuentren en los valores esperados.
25. Escuchar que no se presenten ruidos en la bomba típicos de la cavitación (como revolcando piedras). Si esto sucede, comprobar que la válvula de succión esté completamente abierta. Si el ruido no desaparece, cerrar normalmente la válvula de descarga y apague el motor. Hacer las correcciones del caso.
26. Ajustar la cantidad de goteo del líquido de los estoperos, según lo indicado por el fabricante, o de lo contrario seguir el siguiente procedimiento: permitir que el líquido fluya generosamente por unos 15 minutos, esperando que el empaque se asiente adecuadamente en la caja del estopero. Si después de esto, el goteo continúa excesivamente, ajustar las tuercas en forma pareja lentamente (1/6 de vuelta, aproximadamente 60°). Verificar y no permitir el recalentamiento del estopero. Continuar el ajuste cada 15 minutos aproximadamente, hasta lograr un goteo controlado de aproximadamente 20 gotas por minuto. Demasiado ajuste causará la cristalización y quemado de los empaques y posibles daños al eje. Controlar la temperatura del estopero, sino rebaja y se requiere un flujo alto, esperar para ver si disminuye, sino, parar y revisar el empackado.
27. Verificar la correcta ventilación del motor.
28. Dejar trabajar al menos una hora las máquinas y verificar las temperaturas de los rodamientos, que no excedan las temperaturas permitidas. Temperaturas por debajo de 70 °C, son extremadamente seguras, para temperaturas mayores verificar el manual del fabricante de la bomba y el motor.
29. Después de un horas de trabajo o a lo sumo un día, es conveniente revisar el alineamiento, para garantizar que no hubo desplazamientos de las maquinas por las maniobras de arranque inicial.

Protecciones: Las bombas fueron instaladas con presostatos y flujostatos en la descarga y en la succión respectivamente, para verificar que la bomba alcance su velocidad de operación normal en el arranque, antes de proceder a abrir la válvula de descarga, evitando así que se quede trabajando en "Shut Off" (flujo cero) con el consecuente daño en la misma. Esta función la cumple el presostato, el cual está controlado por el tablero mediante un temporizador para que si después de 1 minuto del arranque, no se logra la condición indicada, la secuencia sea abortada automáticamente. De igual forma, si durante la operación, es cerrada accidentalmente la válvula de descarga y la bomba queda a flujo cero, el presostato debe apagar automáticamente el motor. La presión de ajuste del presostato es de más o menos -10 a -15% de la presión de shutt off de la bomba, leída en campo. Este ajuste se debe realizar durante la puesta a punto y verificar la operatividad de esta protección.

De igual modo, se ha dispuesto un flujostato en la succión para garantizar que las bombas están "succionado adecuadamente" y hay flujo suficiente en la tubería, esto es especialmente útil durante el arranque y también durante la operación, por si fuere cerrada la válvula de succión. De no haber flujo, el flujostato apagará el motor. Esta protección es redundante con la del presostato y asegura una mayor confiabilidad de los equipos.

Los tableros tienen también las protecciones normales por sobrecarga y sobrecorriente, las cuales apagarán automáticamente el motor.

Arranque cotidiano

El personal de operación debe estar bien entrenado y familiarizado con los equipos y con las siguientes instrucciones de operación. Estas y las que indique el fabricante, deben organizarse en un manual protegido contra la humedad y permanecer en el sitio de los equipos para consulta. El suministrador de los equipos o el contratista de montaje deberán preparar dicho manual con las instrucciones de mantenimiento.

Una vez que el sistema está estabilizado y en funcionamiento, no se requieren todas las condiciones de arranque inicial, no obstante es conveniente comprobar las instrucciones del capítulo de "arranque inicial", números 1, 3, 5 a 7, y 17 a 28, lo cual toma solo unos minutos y garantiza la confiabilidad del sistema.

El número de arranques está determinado por la potencia de los motores y el aislamiento. Sin embargo como norma general para bombas pequeñas de hasta 15 HP se permiten alrededor de 30 arranques por hora, pero en general es mejor no sobrepasar los 8 arranques por hora. Para bombas más grandes se debe seguir las instrucciones del fabricante. Un total de 5 arranques por hora máximo es aceptable.

Nota: En caso de que la succión y la bomba pierdan el líquido, se deben cebar con la conexión de by pass de la impulsión dispuesta para tal fin. Para las bombas no autocebantes se debe llenar tanto la bomba como la tubería, las bombas autocebantes, solamente se llena su carcasa, tal como se explicó.

Apagado de las bombas

Para el apagado de las bombas deben seguirse las siguientes instrucciones:

1. Cerrar la válvula de descarga de la bomba a velocidad normal.
2. Presionar el botón de apagado del motor ubicado en el tablero (generalmente de color rojo).
3. Esperar a que los equipos alcancen la velocidad cero y verificar visualmente que todo el sistema se encuentra en buen estado sin ninguna falla aparente.

Medida y pago

Sólo habrá medida y pago por las siguientes unidades de obra correspondientes a Instalación de equipos de bombeo, lo cual no exime al contratista de asumir el resto de obligaciones a que le compromete este capítulo:

ítems	Descripción	Unidad
3.10.2.2.1	Instalación de equipo de bombeo compuesto por bomba y motor. Incluye motobomba horizontal de carcasa partida para agua cruda Q=44lps, HDT=148m, 1750 RPM/60 HZ, Øsucción=150 mm, Ødescarga=125 mm, 220/440 V.	Un
3.10.2.2.2	Construcción e instalación múltiple de la impulsión en acero al carbón SCH 40 para tres bombas horizontales de carcasa partida para agua cruda Q=44lps, HDT=148m, Øsucción=150 mm, Ødescarga=125 mm. Incluye instalación de tees de Ø350x100, Ø350x200 y Ø400x350; codos de Ø200x90°, Ø350x90° y Ø350x45°; reducciones concéntricas de Ø100x50, Ø250x150, Ø350x200 y Ø400x350; reducciones excéntricas de Ø250x150; tuberías, niples y pasamuros de Ø200 y Ø350; válvulas de compuerta de Ø50 y Ø350; ventosas de Ø50; uniones de desmontaje de Ø150; válvulas de cheque de Ø200; válvulas de mariposa de Ø200; tubería flexible (manguera) de Ø350; bridas universales de Ø50, Ø100, Ø150, Ø200, Ø350 y Ø400; cono rolado de lámina A-36 1/4" y rejilla tipo canasta en extremo de las succiones. Incluye soldadura, cortes, pintura anticorrosiva y de acabado, todos los pernos, tuercas y empaques necesarios. Toda la figura de acuerdo a plano	Un