

<b>7</b>	<b>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE INFRAESTRUCTURA DE AGUAS LLUVIAS</b>	<b>3</b>
<b>7.1</b>	<b>MOVIMIENTO DE TIERRA</b>	<b>3</b>
7.1.1	Excavación en Zanja	3
7.1.2	Excavación a Mano en el Fondo de la Zanja	4
7.1.3	Escarpe	4
7.1.4	Entibaciones	4
7.1.5	Sello de Fundación	5
7.1.6	Relleno de Excavaciones	5
7.1.6.1	Cama de apoyo de tuberías (Relleno Tipo 1)	5
7.1.6.2	Relleno de excavaciones Tipo 2 ( Entre Base del tubo y 30 cm sobre la clave)	6
7.1.6.3	Relleno de excavaciones Tipo 3 ( 30 cm por sobre la clave hasta el nivel de terreno natural o la subrasante de pavimento)	6
7.1.7	Retiro y Transporte de Excedentes	6
<b>7.2</b>	<b>TUBERÍAS PARA COLECTORES</b>	<b>7</b>
7.2.1	Conexión de Distintos Tipos de Tuberías o Diámetros	7
7.2.2	Dado de Refuerzo de Tubería	7
7.2.3	Suministro, Transporte, Acopio, Instalación	7
<b>7.3</b>	<b>TUBERÍAS DE HORMIGÓN PARA COLECTORES</b>	<b>7</b>
7.3.1	Definiciones (según NCh 184/1)	7
7.3.2	Normas	8
7.3.3	Suministro, Transporte, Instalación de Tuberías	8
7.3.4	Colocación de los tubos	8
7.3.5	Uniones	9
<b>7.4</b>	<b>TUBERÍAS DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD (PEAD) PARA COLECTORES</b>	<b>9</b>
7.4.1	Definiciones	9
7.4.2	Normas	9
7.4.3	Transporte	10
7.4.4	Recepción y Acopio	11
7.4.5	Uniones	11
7.4.6	Piezas Especiales	12
<b>7.5</b>	<b>CAJONES PREFABRICADOS DE HORMIGÓN PARA COLECTORES</b>	<b>12</b>
7.5.1	Normas	12
7.5.2	Suministro, Transporte, Instalación de Tuberías	12

<b>7.6 TÚNEL LINER PARA COLECTORES</b>	<b>13</b>
7.6.1 Normas	13
7.6.2 Calificador del Instalador	14
7.6.3 Cálculo Estructural	14
7.6.4 Proceso Constructivo	14
7.6.5 Tolerancias	18
<b>7.7 CÁMARAS DE INSPECCIÓN TIPO</b>	<b>18</b>
<b>7.8 TAPA DE CÁMARA TIPO CALZADA</b>	<b>19</b>
<b>7.9 ESCALINES</b>	<b>19</b>
<b>7.10 SUMIDERO DE AGUAS LLUVIAS TIPO</b>	<b>19</b>
<b>7.11 OBRAS DE HORMIGÓN ESTRUCTURAL CON MOLDAJE</b>	<b>23</b>
7.11.1 Materiales	23
7.11.2 Procedimiento de Trabajo	23

## 7 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE INFRAESTRUCTURA DE AGUAS LLUVIAS

Las Especificaciones Técnicas Especiales (E.T.E.) contienen disposiciones adicionales a las Especificaciones Generales. Estas abarcan y definen las condiciones peculiares de la obra y priman sobre las instrucciones generales.

### 7.1 MOVIMIENTO DE TIERRA

Este subcapítulo comprende todas las partidas del movimiento de tierras necesario para la colocación de sumideros y sus conexiones u otras que pudiesen ser necesarias

#### 7.1.1 Excavación en Zanja

Antes de iniciar las excavaciones, el Contratista deberá asegurarse de disponer oportunamente de todos los materiales y equipos necesarios para el normal avance de las obras. No se permitirá que las zanjas se mantengan abiertas por más tiempo que el necesario para la colocación de las tuberías. Esto tiene por objeto evitar derrumbes y/o perjuicios que pudieran afectar a las obras y al público, siendo de total responsabilidad del Contratista los problemas que pudieran resultar por el no cumplimiento de tales recomendaciones.

El Contratista deberá utilizar entibación necesaria para posibilitar la seguridad de las excavaciones cuando se comprometa la seguridad de los trabajadores y de la infraestructura colindante.

La Inspección autorizará el inicio de las excavaciones una vez recibidos los trazados. La I.T.O. debe aprobar los procedimientos y equipos de excavación, sellos, colocación y compactación de los materiales. Las profundidades serán las indicadas en los perfiles longitudinales del proyecto, más el espesor necesario para colocar la cama de apoyo cuando ésta se ha especificado. Las excavaciones deberán contemplar las dimensiones adicionales para dar cabida a cámaras de inspección y otros elementos similares.

Deberán respetar la forma, dimensiones y taludes detallados en los planos de proyecto. Los volúmenes de excavación que se señalan corresponden a una cubicación geométrica de las secciones resultantes de aplicar los criterios indicados.

Las calidades de terreno están indicadas en las Especificaciones Técnicas del Proyecto y en los planos correspondientes.

Para tuberías de hasta 600 mm proyectada, el ancho en el fondo de la zanja deberá ser igual al diámetro nominal del tubo más 0.6 m. La pared de la zanja se ha supuesto vertical para profundidades mayores a 2 m y con taludes 1/10 para profundidades menores 2m.

La protección de estructuras o instalaciones enterradas, como cámaras, cañerías, fundaciones de edificios, etc. será responsabilidad del Contratista, quién deberá reparar a su cargo las estructuras o instalaciones que resulten dañadas por la ejecución de los trabajos. Cualquier daño provocado a terceros como consecuencia de las excavaciones será de exclusiva responsabilidad del Contratista, quién deberá cubrir los gastos de reparación que se originen.

No habrá reclasificación de los materiales excavados los que serán considerados en su totalidad como material común.

El Contratista deberá prever los sistemas necesarios para agotar las infiltraciones de aguas al lugar de las excavaciones. Además, deberá tomar todas las precauciones necesarias para drenar o desviar las aguas superficiales afluentes a la excavación, evitando que éstas penetren a ella.

El Contratista deberá incorporar en su precio unitario, dependiendo del método constructivo que utilice, la mayor excavación que requiera efectuar para ejecutar la obra, especialmente en el caso de zanjas profundas en los terrenos con tendencia al desmoronamiento.

En el caso de producirse sobre-excavaciones, éstas serán de cargo del Contratista y deberán rellenarse según se especifica en el ítem "Relleno de Excavaciones"

Del material existente excavado, se solicitará 1 análisis de Mecánica de Suelos por cada 200 metros lineales. Este deberá contener Granulometría (Tamaño máximo 3"), Índice de Plasticidad ( $IP \leq 10$ ) y Razón de Soporte California ( $CBR \geq 10\%$ ). El material a analizar deberá estar libre de material orgánico, escombros, arcillas expansivas o limos colapsables, para poder ser utilizado en los Rellenos Tipo 2 y Tipo 3 a definir más adelante, si cumplen con lo anteriormente descrito.

En caso contrario, el material deberá ser aportado en forma externa tal que cumpla con lo anteriormente especificado.

Con la misma frecuencia, será necesario obtener el Proctor Modificado para el muestreo de densidades.

### **7.1.2 Excavación a Mano en el Fondo de la Zanja**

La excavación en zanjas en el estrato de terreno común podrá realizarse a mano o a máquina. Cuando la excavación se ejecute con máquinas, ésta deberá detenerse 20 cm por sobre la cota de excavación indicada, continuándose en forma manual hasta llegar al sello.

El fondo de las excavaciones, aun cuando se considere cama de apoyo, deberá quedar suficientemente plano, eliminándose todas las protuberancias y rellenando las depresiones existentes, compactando el terreno de fundación adecuadamente. El nivel de sello de las excavaciones deberá ser autorizado por la ITO, una vez que el Contratista efectúe ensayos y demuestre mediante certificados emitidos por un laboratorio reconocido y aceptado.

### **7.1.3 Escarpe**

A medida que se ejecutan las excavaciones y hasta que se inicia el relleno de las zanjas, deben mantenerse libres de material excavado a ambos costados de la zanja en un ancho mínimo de 0.50 m. Se ha considerado un escarpe correspondiente al 50% del volumen excavado desde 0 m a 2 m de profundidad y al 100% de las excavaciones sobre 2 m.

Las excavaciones se ejecutarán conforme a los ejes, dimensiones, cotas y pendientes establecidas en los Planos del Proyecto.

### **7.1.4 Entibaciones**

Para no comprometer la estabilidad de las calles laterales, ante la necesidad de seguridad de los trabajadores y en donde por motivos de espacio no se pueda desarrollar taludes se requerirá entibar la excavación.

Las entibaciones que utilice el contratista deberán ser autorizadas por la ITO previamente a su construcción sin que esto releve al contratista de su responsabilidad. En todo caso, deberá presentar el proyecto y el cálculo estructural correspondiente sobre la base de los antecedentes proporcionados en el Informe de Mecánica de Suelos que el realice. Toda disposición de seguridad en la excavación debe cumplir con la norma NCh 349.

Las entibaciones deben cumplir con:

- La entibación cubrirá todo el ancho de la zanja de reposición, es decir, no podrá haber espacios vacíos entre la pared de la entibación y el suelo, en particular, a nivel de superficie. Si por alguna razón esto no se cumple, la reposición de pavimento abarcará las pistas laterales a la zanja, incluyendo las capas granulares (base y subbase).
- Se acepta exclusivamente sistemas metálicos de entibación, salvo que se justifique detalladamente en memorias de cálculo, otros sistemas como madera, para lo cual deberá realizarse los ensayos de suelo correspondientes para determinar los parámetros  $c$  y  $\phi$  y los correspondientes análisis de estabilidad. Las características de la entibación deben seleccionarse en función de las condiciones de cada proyecto, en particular se tendrá especial atención al suelo, su humedad y posibles cargas de tránsito laterales a la excavación.
- El retiro de las paredes de entibación deberá ser paulatino, a medida que se va compactando y recibiendo las capas de compactación, la altura máxima entre retiros sucesivos de la pared de entibación no podrá superar 1 m.
- El personal no debe ingresar a la excavación en zonas sin entibar

### 7.1.5 Sello de Fundación

El terreno se prepara de manera de obtener una superficie de soporte pareja y homogénea, exenta de material suelto o de origen orgánico, el que, si existe, se remueve y reemplaza por material adecuado. Las excavaciones se realizan hasta el nivel indicado en el proyecto y se procede a compactar la capa superior de acuerdo con las especificaciones.

Las densidades de compactación serán analizadas cada 60 metros lineales de zanja y deberá cumplir con el 95% del Proctor Modificado.

### 7.1.6 Relleno de Excavaciones

Después de construidas las obras correspondientes a las excavaciones y con la autorización de la I.T.O., se procederán a rellenar hasta dar a los terrenos los niveles indicados en los planos del proyecto, o en su defecto, el existente antes de la ejecución de las obras.

Las cubriciones de rellenos consideran los volúmenes geométricos por rellenar.

El Contratista deberá entregar los rellenos bien consolidados, reconstituyéndose el estado de compactación del suelo.

#### 7.1.6.1 Cama de apoyo de tuberías (Relleno Tipo 1)

Este relleno consiste en material colocado como cama de apoyo de los tubos del colector de aguas lluvias. Para diámetros de hasta 1000 mm., se podrá utilizar arena, considerando un

tamaño máximo de entre #4 a #200 (5 mm. a 0,08 mm.). El espesor de la capa deberá ser máximo 15 cm. y mínimo 10 cm. La densidad de compactación será analizada entre cámaras y/o cada 60 metros lineales y deberá tener un 80% de la densidad relativa o bien, un 95% de la D.M.C.S. obtenida del Proctor modificado. Su IP no deberá ser mayor a 10. Para mayores diámetros de colectores, se aceptará Gravilla como cama de apoyo del tubo, considerando un tamaño máximo de 13 mm. o 1/2".

#### **7.1.6.2 Relleno de excavaciones Tipo 2 ( Entre Base del tubo y 30 cm sobre la clave)**

Esta capa de relleno se colocará sobre la cama de apoyo y hasta 30 cm por sobre el manto del ducto.

Se utilizará los mismo suelos permitidos para los rellenos "Tipo 1", pero limitado a un tamaño máximo de 1/2".

Esta capa se compactará en forma manual y cuidadosamente para no dañar los tubos, la compactación se efectuará por capas de espesor suelto no mayor a 10 cm cada una, hasta obtención de un grado o razón de compactación no inferior al 95% de la D.M.C.S. referida al Proctor Modificado o hasta una Densidad Relativa mínima del 80 %.

Este relleno podrá materializarse también en material autonivelante de resistencia a compresión mínima de 3 kg/cm<sup>2</sup> a los 7 días, es decir, del tipo RDC 3.

#### **7.1.6.3 Relleno de excavaciones Tipo 3 ( 30 cm por sobre la clave hasta el nivel de terreno natural o la subrasante de pavimento)**

Capa de suelo heterogéneo proveniente de la excavación, seleccionando de modo de no contener piedras de tamaño mayor a 2", restos de escombros y materia orgánica. Si fuera necesario recurrir a otras fuentes de empréstitos, se utilizará de preferencia suelos granulares correspondientes a arenas y gravas de tamaño máximo 2", en caso que por motivos económicos sea más conveniente emplear suelos finos, este deberá está libre de materia orgánica, sales solubles y productos de deshecho. No debe poseer características singulares (arcillas expansivas o limos colapsables).

Esta capa de relleno deberá ser compactada mecánicamente hasta obtención de un grado o razón de compactación no inferior al 95% de la D.M.C.S. referida al Proctor Modificado o a una Densidad Relativa no inferior al 80% (NCH 1726) en caso que el suelo a utilizar para relleno contenga no más de 12% de finos acumulados pasando la malla ASTM200 en un ensaye granulométrico. Su análisis será cada 60 metros lineales de zanja y/o entre cámaras. Su colocación se dispondrá en capas no mayores a 20 cm. de material suelto.

#### **7.1.7 Retiro y Transporte de Excedentes**

Los excedentes de tierra de las excavaciones, roturas de pavimentos y otros materiales no utilizados en los rellenos deberán ser transportados a botadero, los cuales deberán ser ubicados por el Contratista.

Los botaderos serán lugares autorizados para ser utilizados como tal, debiendo obtener el Contratista los permisos correspondientes. El contratista deberá preocuparse de la mantención de

los botaderos, de depositar el material en forma ordenada y de manera de permitir el escurrimiento de las aguas. El material se depositará con taludes estables.

Se estima el volumen de excedentes en un 20% del volumen excavado, más el 110% del volumen desplazado por las cañerías e instalaciones.

## 7.2 TUBERÍAS PARA COLECTORES

### 7.2.1 Conexión de Distintos Tipos de Tuberías o Diámetros

Para hacer estas transiciones y conectar tuberías de distintos tipos pero del mismo diámetro o en algunos casos diámetros distintos, es a través de un anillo de hormigón. Un anillo de hormigón se puede fabricar ubicando de tope los dos extremos de los tubos a unir, envolviendo la unión con un geotextil con el fin de mantener lejos el suelo y el concreto, y luego vertiendo hormigón alrededor de los extremos de ambos tubos.

Otra opción puede ser utilizando accesorios diseñados específicamente para esta aplicación, que garantice la impermeabilidad de la unión.

### 7.2.2 Dado de Refuerzo de Tubería

En caso de que la tubería se encuentre a una profundidad de hasta 0,60 [m] (medida entre rasante y clave) deberá disponerse un dado de refuerzo en hormigón armado. En caso de que la tubería se encuentre a una profundidad entre 0,60 y 1,20 [m] deberá disponerse un refuerzo en hormigón simple. Finalmente si la tubería se encuentre a una profundidad mayor a 1,20 [m] no es necesario refuerzo. Estas indicaciones aplican para tuberías bajo calzadas de tránsito vehicular.

El dado de refuerzo de hormigón se construirá con un dado de hormigón H-25, de lado igual a Diámetro exterior + 0,3 metros, con una enfierradura cuadrada, con acero A63-42H. Se considerará una pérdida de 5% por despunte en las barras de acero.

### 7.2.3 Suministro, Transporte, Acopio, Instalación

Dependiendo de la materialidad de las tuberías y en cada una de las acciones de transporte, acopio e instalación, el Contratista debe asesorarse y aplicar las recomendaciones del fabricante.

## 7.3 TUBERÍAS DE HORMIGÓN PARA COLECTORES

### 7.3.1 Definiciones (según NCh 184/1)

- Tubo: Pieza prefabricada de hormigón de sección circular en toda su longitud, excepto en sus extremos.
- Tubo Hormigón de Base Plana (THBP): Tubo que incluye una cama de apoyo incorporada monolíticamente, del mismo material base de la pieza.
- Tubo Hormigón Simple (THS): Tubo que no lleva armadura, o en caso de existir ésta no tiene función estructural.
- Tubo de Hormigón Armado (THA): Tubo con armadura de acero que cumple una función estructural.

- Unión: partes extremas del tubo utilizadas para obtener la continuidad entre un tubo y otro: unión campana-espiga (CE), o unión de medio espesor (ME).

**7.3.2 Normas**

NCh 184/1	Conductos prefabricados de hormigón para alcantarillado - Parte 1: Tubos circulares de hormigón simple, tubos de base plana de hormigón simple y tubos de base plana de hormigón - Requisitos generales.
NCh 184/2	Conductos prefabricados de hormigón para alcantarillado - Parte 2: Tubos de hormigón armado de sección circular - Requisitos generales.
NCh 185	Conductos prefabricados de hormigón para alcantarillado - Métodos de ensayo.
NCh 1362	Alcantarillado - Prueba de impermeabilidad.
ASTM C76M	Standard Specification for Reinforced Concrete Culvert, Storm Drain, and Sewer Pipe.
ASTM C443M	Standard Specification for Joints for Concrete Pipe and Manholes, Using Rubber Gaskets.
ASTM C497M	Standard Test Methods for Concrete Pipe, Manhole Sections, or Tile.

**7.3.3 Suministro, Transporte, Instalación de Tuberías**

El transporte y acopio en obra deberá efectuarse con los métodos y procedimientos indicados por el fabricante, que eviten daños en ellos, particularmente en sus extremos. El uso de cables pasados por el interior de los tubos será prohibido.

El Contratista deberá hacerse asesorar convenientemente por él o los fabricantes de las tuberías, en todo lo que se refiere a: recepción, transporte, manipulación, colocación y prueba de dichos elementos.

En general está prohibido rodar los tubos para desplazarlos por lo que se recomienda depositarlos lo más próximo a la zanja para evitar nuevos traslados.

Las uniones, anillos de goma y lubricantes, deben ser almacenados en cajas, en lugares limpios y secos, hasta que sean requeridos para su colocación. Los anillos de goma deberán protegerse de la luz solar, aceites, grasas y fuentes de calor.

Previo a la colocación de los tubos y su unión en las zanjas, éstos se inspeccionarán cuidadosamente para detectar cualquier daño que hubiese ocurrido durante el transporte, manipulación o almacenamiento.

**7.3.4 Colocación de los tubos**

En la colocación de cañerías deberá tomarse las máximas precauciones posibles en la preparación de la base de apoyo, debiendo obtenerse un apoyo continuo del tubo. No se aceptará de ninguna manera que el tubo quede apoyado a en una sola generatriz.

No se deberá permitir la presencia de arcilla inmediatamente alrededor del tubo, ya sea para encamado, relleno lateral o superior.



Los tubos se instalarán en la cama de apoyo definida para cada diámetro y tipo de tubo.

Los tubos irán colocados sobre las camas de apoyo indicadas en los planos, confeccionados de acuerdo a las especificaciones antes mencionadas, y cuidando de mantener las pendientes y cotas establecidas en los planos de proyecto. La ITO deberá aprobar las camas de apoyo.

### 7.3.5 Uniones

Las uniones de tubos de terminales campana y espiga de  $d \leq 300$  mm, se emboquillarán con un mortero de dosis mínima de  $800 \text{ kg de cemento/m}^3$  y arena fina que pase por el tamiz 0,5 mm.

Los tubos de alta resistencia, con unión flexible de goma, deben considerar especial cuidado para no dañar las superficies de montaje de la goma en los elementos de ensamble.

Se procederá a limpiar los terminales de ambos tubos, espiga y campana, se coloca la goma en su asiento de la espiga y se aplica grasa lubricante en toda la superficie de la campana, si el fabricante lo recomienda, destacando que existen uniones de goma autolubricadas que no requieren la aplicación señalada.

Se alinean los tubos introduciendo la espiga en la campana, dejando la separación que especifique el fabricante.

El ensamble debe ser realizado mediante un esfuerzo ejercido axialmente en tubos apoyados y bien alineados, con un tirador mecánico o huinche de palanca manual, o un equipo similar. Se rechazará el empleo de chuzos palancas o equipos que puedan dañar los extremos al ejercer un ensamble brusco y desalineado.

La espiga del tubo deberá ir en la dirección de aguas abajo, a favor de la pendiente.

## 7.4 TUBERÍAS DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD (PEAD) PARA COLECTORES

### 7.4.1 Definiciones

- Diámetro Nominal: Esta definición depende del tipo de tubo. En tubos lisos, corresponde al diámetro exterior, en tubos corrugados corresponde al diámetro del eje neutro, el tubos de pared celular corresponde al diámetro interior.

Los tipos de tuberías PEAD reconocidos son:

- Liso: de pared sólida, interior y exterior liso.
- Perfilado: de interior liso y corrugado exterior.
- Celular: de pared interior y exterior casi liso, con celdas ocultas.

### 7.4.2 Normas

NCh 43                      Selección de muestras al azar.

NCh 44	Inspección por atributos. Tablas y procedimientos de muestreo.
NCh 398/1	Tuberías y accesorios de polietileno (PE) para agua potable - Requisitos - Parte 1: Tuberías.
NCh 398/2	Tuberías y accesorios de polietileno (PE) para agua potable - Requisitos - Parte 2: Accesorios.
ASTM D 638	Standard Test Method for Tensile Properties of Plastics.
ASTM D1238	Standard Test Method for Flow Rates of Thermoplastics by Extension Plastometer.
ASTM D 1248	Standard Specification for Polyethylene plastic molding and extrusion materials.
ASTM D 1693	Standard test method for environmental stress-cracking of ethylene plastics.
ASTM D 3350	Standard Specification for Polyethylene plastic pipe and fitting materials.
ASTM F 894	Standard Specification for Polyethylene (PE) Large Diameter Profile Wall Sewer and Drain Pipe.
ASTM F 2306	Standard Specification for 12 to 60 in. [300 to 1500 mm] Annular Corrugated Profile Wall Polyethylene (PE) Pipe and Fittings for Gravity Flow Storm Sewer and Subsurface Drainage Applications.
DIN 8074	High density polyethylene (HDPE) pipes – Dimensions.
DIN 8075	High density polyethylene (HDPE) pipes - General quality requirements – testing.
ISO 4427	Polyethylene (PE) pipes for water supply – Specifications.
ISO 12162	Thermoplastics materials for pipes and fittings for pressure applications -- Classification and designation -- Overall service (design) coefficient.
AASHTO M294	Standard Specification for Corrugated Polyethylene Pipe, 300- to 1500-mm Diameter.

**7.4.3 Transporte**

El transporte de las tuberías, uniones y piezas especiales deberá hacerse siguiendo las estipulaciones del fabricante, y a lo menos se debe considerar lo siguiente:

- Los tubos deben estar uniformemente apoyados en toda su longitud durante el transporte, y no deben sobresalir en más de 1 m de la carrocería que los transporta.
- Los tubos y accesorios no deben estar en contacto con salientes cortantes que puedan dañarlos, por ende se recomienda topes de madera para estibar la carga.
- No se deben insertar tubos de menor diámetro al interior de otros de diámetro mayor.

#### 7.4.4 Recepción y Acopio

Para la descarga de los tubos en obra deberá disponerse de elementos manuales o equipos mecanizados adecuados al sistema de transporte utilizado y el peso de los tubos, y a lo menos se debe considerar lo siguiente:

- La descarga desde un camión debe hacerse en forma cuidadosa, de modo de no dañar la superficie, ni los extremos del tubo.
- Para la descarga deben usarse bandas textiles y en ningún caso cables de acero o cadenas.
- Las tuberías no deben ser lanzadas al piso.
- El acopio debe efectuarse colocando las tuberías sobre una superficie plana sin estar en contacto con cargas puntuales, disponiéndolas alternativamente en capas.
- Al usar distanciadores de madera, éstos no se deben separar más de 2 m entre sí.
- La altura máxima de apilamiento es de 2 m.
- La tubería sólo requiere protección de la radiación U.V. y de daño producto de golpes. Por lo antes expresado se requiere que al instalar la tubería, ésta quede siempre enterrada, o bien protegida de la radiación solar.

#### 7.4.5 Uniones

La unión entre tuberías o uniones a cámaras se confeccionará de la tal forma que sea hermética.

- Termofusión: Se utiliza una plancha calentadora para producir la plastificación del material, obtenida la plastificación del material, se retira la plancha calentadora y se une los extremos aplicando una presión adecuada al tipo de unión que estemos realizando, durante el tiempo especificado. Los parámetros básicos a considerar son: Temperatura de la plancha calentadora., Tiempo de calentamiento y Presión (de calentamiento y unión).
- Electrofusión: Se realiza con accesorios que llevan incorporado una resistencia. Este accesorio se conecta mediante dos bornes a una máquina que suministra tensión, que origina la circulación de corriente eléctrica a través de la resistencia. La temperatura que genera la resistencia plastifica tanto el tubo como el accesorio. El parámetro básico es el tiempo de la conexión del accesorio a la campana de electrofusión. La presión necesaria para la unión viene dada por la interferencia que se produce al plastificarse el tubo y el accesorio.
- Unión Bridada: Se denomina a las uniones mediante bridas que se ubican en el extremo del tubo. La unión es ajustada con bridas y pernos. Este tipo de unión se emplea para empalmes a accesorios, válvulas, equipos de bombeo o elementos de un sistema que se empalmen mediante bridas. Para acondicionar un tubo con empalme bridado debe emplearse piezas stub end que lo soporten, estas piezas irán termofusionadas al tubo.
- Campana-Espiga con Anillo de Goma

#### 7.4.6 Piezas Especiales

El sistema de unión por termofusión permite realizar diferentes tipos de piezas especiales como codos, confluencias, ampliaciones de diámetro (reducciones), etc.

El uso de piezas especiales serán las especificadas en el proyecto. Si durante la construcción, el Contratista solicita el uso de piezas especiales, el uso de éstas deberá ser previamente autorizado por la ITO. El costo adicional que signifique el uso de piezas especiales no señaladas en el proyecto será de costo del Contratista.

### 7.5 CAJONES PREFABRICADOS DE HORMIGÓN PARA COLECTORES

#### 7.5.1 Normas

NCh 184/3	Conductos prefabricados de hormigón para alcantarillado - Parte 3: Conductos de hormigón armado de sección rectangular - Requisitos generales.
NCh 185	Conductos prefabricados de hormigón para alcantarillado - Métodos de ensayo.
NCh 1362	Alcantarillado - Prueba de impermeabilidad.
ASTM C76M	Standard Specification for Reinforced Concrete Culvert, Storm Drain, and Sewer Pipe.
ASTM C443M	Standard Specification for Joints for Concrete Pipe and Manholes, Using Rubber Gaskets.
ASTM C497M	Standard Test Methods for Concrete Pipe, Manhole Sections, or Tile.

#### 7.5.2 Suministro, Transporte, Instalación de Tuberías

Los cajones deberán manipularse con las precauciones debidas para que no sufran daños o golpes, tanto durante el transporte como en la etapa de carga, descarga y durante el movimiento interno de la faena, debiéndose usar equipos mecánicos.

El transporte y acopio en obra deberá efectuarse con los métodos y procedimientos indicados por el fabricante, que eviten daños en ellos, particularmente en sus extremos. El uso de cables pasados por el interior de los cajones será prohibido.

El Contratista deberá hacerse asesorar convenientemente por él o los fabricantes de los cajones, en todo lo que se refiere a: recepción, transporte, manipulación, colocación y prueba de dichos elementos.

Las uniones, anillos de goma y lubricantes, deben ser almacenados en cajas, en lugares limpios y secos, hasta que sean requeridos para su colocación. Los anillos de goma deberán protegerse de la luz solar, aceites, grasas y fuentes de calor.

Previo a la colocación de los cajones y su unión en las zanjas, éstos se inspeccionarán cuidadosamente para detectar cualquier daño que hubiese ocurrido durante el transporte, manipulación o almacenamiento.

En la colocación de cajones deberá tomarse las precauciones posibles en la preparación de radier de apoyo, debiendo obtenerse un apoyo continuo del cajón, cuidando de mantener las pendientes y cotas establecidas en los planos de proyecto.

**7.6 TÚNEL LINER PARA COLECTORES**

Esta especificación describe los procedimientos comunes a ser considerados en la instalación de túnel liner. Estos túneles, ejecutados por excavación y montaje de planchas de acero corrugado, tienen su revestimiento determinado en función de la agresividad del medio, pudiendo ser galvanizado, epóxico, o bien acero negro. En este último caso, se aplicará un revestimiento posterior de hormigón como protección.

La verificación estructural del espesor de los tubos se indica en los anexos de este informe y se realizó basado en el capítulo 16 del manual AASHTO.

Las condiciones de carga, traslado, descarga, acopio y en general el uso de las placas del TL y de sus elementos complementarios (mecanismos de sujeción) se efectuará conforme a las indicaciones del proveedor y/o fabricante, salvo en el caso de discrepancias con los alcances del proyecto, situación en la que prevalecerá lo indicado en éste documento o lo que determine la ITO.

La metodología constructiva de instalación y revestimiento del TL deben encontrarse en el Plan de Autocontrol de Calidad de Obras.

La identificación de riesgos con sus correspondientes medidas de prevención debe encontrarse señalados en el programa de prevención de riesgos del contrato.

Las características técnicas del túnel liner especificado, diámetro, espesor, profundidad de emplazamiento y distancia entre piques corresponden a las que se señalan en los planos del proyecto.

**7.6.1 Normas**

NCh 223	Construcción - Planchas acanaladas onduladas de acero recubiertas – Requisitos.
NCh 300	Elementos de fijación - Pernos, tuercas, tornillos y accesorios - Terminología y designación general.
NCh 301	Pernos de acero con cabeza y tuerca hexagonales.
NCh 532	Acero - Planchas acanaladas de acero zincado para tubos – Especificaciones.
NCh 563	Asfalto para tubos de planchas acanaladas de acero zincado – Especificaciones.
NCh 567	Tubos de planchas acanaladas de acero zincado – Especificaciones.
NCh 570	Recubrimiento de zinc por inmersión en caliente en artículos de ferretería – Especificaciones.
NCh 2462	Construcción - Conductos de acero corrugado para ser enterrados con luces inferiores o iguales a 8 m - Especificaciones de diseño y cálculo.

ASTM A36	Standard Specification for Carbon Structural Steel.
ASTM A307	Standard Specification for Carbon Steel Bolts, Studs, and Threaded Rod 60000 PSI Tensile Strength.
ASTM A563	Standard Specification for Carbon and Alloy Steel Nuts.

### 7.6.2 Calificador del Instalador

El instalador deberá mostrar experiencia comprobable en la ejecución de túneles en suelo blando bajo carreteras o vías férreas, según sea el caso. Deberá poseer personal entrenado en faenas comunes en minería, tales como: métodos de sostenimiento y refuerzo, inyecciones y montaje de estructuras metálicas. Deberá disponer del equipo para la inyección a presión de mortero, de forma de asegurar el buen contacto de la plancha de túnel liner con el terreno circundante. Todo lo anterior, con el objeto de prevenir y controlar eventuales deformaciones de pavimentos o vías férreas.

### 7.6.3 Cálculo Estructural

La selección del espesor de plancha que se utilizará en la estructura es función del tipo de suelo a ser excavado, diámetro del túnel, altura de relleno y cargas de tráfico. A su vez la verificación del espesor de las estructuras Túnel Liner se ha realizado siguiendo los procedimientos indicados en la norma AASHTO capítulo 16.

### 7.6.4 Proceso Constructivo

Las obras tienen el siguiente proceso de ejecución:

- **Replanteo:**

A través del levantamiento topográfico de la región, se hace el replanteo en el terreno, definiendo el eje del túnel a ejecutar, así como los puntos de inflexión de las cámaras, etc. Previamente, se debe replantear la posición exacta de los colectores de aguas servidas dispuestos a ambos lados del túnel, debiendo mantener una distancia horizontal libre mínima de 1.5m entre el colector existente de aguas servidas y el borde de la excavación para el túnel.

- **Ataque directo:**

Para el inicio se montan tres anillos fuera del talud, respetándola nivelación y alineamiento del proyecto, los que emplean como plantilla. Este conjunto se bloquea restringiendo su desplazamiento. Luego se efectúa la excavación del frente de ataque dando inicio a la instalación.

Este procedimiento no será posible normalmente en obras urbanas, en las cuales será necesario el empleo de piques de ataque verticales.

- **Pique vertical:**

Para el inicio se arman tres anillos de acero fuera de la excavación, respetando la nivelación y alineamiento del proyecto, los que se emplean como plantilla. Se ubicarán puntos convenientes en los pozos de ataque para la instalación de esta estructura. Estos serán revestidos y apuntalados perimetralmente en los casos en que a juicio de la

inspección técnica de obra se encuentre comprometida la estabilidad de las paredes del pozo.

Esta estructura produce un área suficiente como para alojar en posición conveniente un volumen suficiente de material excavado permitiendo la extracción vertical del mismo. Además la estructura tendrá pórticos de sustentación para las vías metálicas, que permitirán el transporte vertical del material desde el fondo del pozo con un huinche neumático. Es de notar que en cada pozo en ambos frentes de servicio estamos ocupando un área muy restringida en la superficie de la calle. De este modo, todas las actividades de las cercanías de la obra, pueden continuar sin sufrir la menor interferencia o disturbio, inclusive con el mantenimiento normal del tráfico vehicular.

- **Agotamiento:**

En caso de existir agua, en el fondo del pique se excavará un pozo donde se colocará una bomba eléctrica de pozo. A este pozo, que debe estar en cota más baja que el túnel liner, se canalizará el agua de infiltración que escurre por las paredes del pique de ataque y del techo del túnel que confluyen a la zona de trabajo.

- **Excavación y montaje:**

Una vez excavados los frentes o piques de ataque verticales en el extremo de trabajo del túnel, se inicia el proceso de ejecución del túnel liner con la instalación de un soporte metálico debidamente afianzado a las planchas del tunelado, el cual tendrá una plataforma y un huinche en la parte superior que permitirá la extracción del material de excavación. Se replantea el eje de alineación del túnel en el frente de ataque y comienzan las sucesivas series de excavación y montaje de los anillos apernados de acero, cuyos detalles se indican más adelante.

Replantar el eje de la obra. Seguido a la alineación en el pozo de ataque, se comienza la excavación, la que debe ejecutarse sin permitir los desmoronamientos, para lo cual se podrá aplicar lechada de cemento con acelerante, y en casos extremos, antes de excavar efectuar inyecciones en el terreno sobre la bóveda que se excavará. Estas actividades las ejecuta el especialista en construcción de túnel liner, quien utilizará planchas de acero, con recubrimiento de zinc por inmersión en caliente con un mínimo de 610 gr-Zn/m<sup>2</sup>, sumando ambas caras. El espesor de la chapa está dimensionado para resistir carga del tipo camión H20, además de la carga muerta debida a la cuña de suelo sobre la generatriz superior del anillo.

La siguiente etapa consiste en el montaje del primer anillo, apernando las planchas de éste al anillo anterior y entre sí, comenzando desde la clave y descendiendo en forma simétrica hacia ambos lados hasta lograr cerrar la estructura. Después de montado el primer anillo del Túnel Liner, la repetición de una nueva serie de operaciones permitirá el montaje del anillo siguiente y así sucesivamente. Cada anillo tiene una longitud en su ancho de 0.457m y se compone de determinado número de chapas corrugadas, galvanizadas, en función del perímetro del túnel. Además, cada tres anillos colocados, debe procederse a la inyección del mortero entre la coraza y terreno, asegurando a su vez, que diariamente debe quedar inyectado el mortero de relleno en toda la extensión del avance diario del túnel liner, antes de darse por terminada la jornada.

En general, el método de ejecución lo determinan: el diámetro (o luz) del túnel, el tipo de suelo, la presencia de agua y el recubrimiento de suelo sobre la clave del túnel.

El avance del túnel será de preferencia desde aguas abajo hacia aguas arriba.

Se debe establecer un Libro de Novedades para el túnel, que refleje fielmente todo lo relacionado con la faena de éste. El Contratista deberá designar un encargado para el túnel, que tendrá por tarea controlar el avance y calidad de las obras y consignarlo en los respectivos libros.

Los recubrimientos aseguran estabilidad de acuerdo a lo calculado por los instaladores consultados. En caso de aparecer suelos inestables se emplearán métodos adecuados para garantizar la seguridad de la obra, evitando los desmoronamientos, como por ejemplo, entibaciones shotcrete, etc.

El montaje de las planchas se debe realizar a una velocidad tal que el suelo permanezca sin apoyo el mínimo tiempo posible. De esta forma se evitan eventuales desmoronamientos y los descensos que estos ocasionan.

Disponer un área despejada para el almacenamiento de materiales, acopio provisorio del material excavado y una cancha de preparación del mortero de relleno.

Transportar el material extraído de la excavación del túnel a botadero, el cual el especialista dejará acopiado en la superficie natural del terreno, junto al frente de ataque. La frecuencia de extracción debe ser tal que no atrase las faenas de ejecución del túnel.

Durante la ejecución del túnel deberá restringirse la circulación en la pista que se encuentre inmediatamente sobre el (o los) frentes de avance de las obras, debido a que en ese momento la estructura de soporte estará en construcción y existirá un segmento de excavación sin protección.

Proteger los piques de acceso para evitar la entrada de aguas de canales o lluvias.

- **Obstáculos, imprevistos y precauciones:**

Si durante la ejecución de las tareas se encontrasen obstáculos de cualquier tipo o características, no previstas, que dificultasen la instalación normal de los módulos o secciones, exigiendo procedimientos especiales para su extracción, el Contratista deberá dar cuenta a la inspección de Obra y los efectos de su intervención.

- **Uniones apernadas:**

Las planchas se unen al anillo precedente mediante pernos y tuercas de 5/8"x11/2", que deben ser distribuidos o largo de las pestañas laterales de dicho anillo. Las planchas de cada anillo se apernan entre sí mediante pernos y tuercas de las mismas dimensiones anteriores. Estos, sin embargo, poseen un resalte cuadrado en la base del vástago y cuentan con golillas de presión del tipo clip. Este sistema mantiene el perno en la perforación de la plancha, el que también es cuadrado, para permitir que la tuerca se apriete por el interior del túnel.

- **Inyección de mortero:**

Los espacios vacíos que resulten entre la cara externa del túnel liner y el terreno natural deben rellenarse, a fin de evitar deformaciones posteriores. Para ello se inyectará a presión controlada un material de relleno, que puede ser mortero fluido de cemento-arena,



cemento-suelo o bien algún otro aglomerado, según la disponibilidad de material en obra.

La frecuencia de las inyecciones será la necesaria para controlar eventuales deformaciones de la estructura y/o descensos de pavimento y dependerá del tipo de suelo, tamaño del túnel y relleno sobre la clave de la estructura. Se recomienda, a lo menos ejecutar ésta diariamente.

El Contratista estará obligado a inyectar al término de cada jornada, o al completarse tres anillos desde la última inyección, o cuando se produzca un desprendimiento de material que avise del inicio de la formación de una "catedral" sobre la clave. En terrenos inestables, se limitará el avance a sólo un anillo para proceder a la inyección de relleno entre coraza y terreno excavado.

En el evento en que se hayan producido desprendimientos en el cielo de excavación, el Contratista deberá asegurar que el material de la inyección llegue hasta el punto alto del espacio producto del desprendimiento, para lo cual deberá instalar un tubo PVC de 25 mm a través de la coraza superior que llegue hasta dicho punto a través del cual rebalse el material inyectado. El extremo superior del tubo estará cortado en 45°.

- **Revestimiento interior:**

El corte transversal del túnel tiene un revestimiento interior de hormigón y malla de acero que se hará en un perímetro interior del túnel equivalente al 70% del diámetro nominal.

El revestimiento tendrá un espesor mínimo de 10 cm de espesor medidos respecto al nivel exterior de la onda de las planchas corrugadas. Este revestimiento se hará con hormigón armado H25, elaborado con cemento hidráulico y armadura de malla ACMA C-139. Es conveniente adicionar al hormigón pelos de fibra para ayudar a restringir la retracción.

El espesor del hormigón proyectado será el indicado en los planos del proyecto. Se deberá colocar en capas sucesivas de un espesor de 3 cm, debiendo dejarse transcurrir un tiempo suficiente que permita el endurecimiento de la capa ya colocada. Cada capa deberá ejecutarse en una operación continua.

Si la colocación se realiza antes del fin de fraguado de la capa precedente, no es necesario tratar la superficie. En caso contrario, esta última deberá ser lavada previamente con un chorro de agua y aire a presión y presentarse húmeda en el momento de aplicar el hormigón proyectado.

La superficie se terminará alisando mediante platachado de toda la sección del túnel Linner. El control de calidad y la mantención del hormigón proyectado deben cumplir con lo indicado las presentes Especificaciones.

Las juntas de dilatación se materializarán con cintas constituidas por un material flexible (termoplástico) a base de cloruro de polivinilo que permitan una dilatación máxima de 10 mm y un movimiento de cizalle máximo de 5 mm. Interiormente la junta se tratará con un sellador a base de poliuretano apto para sellado de juntas y fisuras de elevados movimientos y para el contacto con el agua, su instalación se hará previo escobillado y aire a presión para eliminar la lecha superficial. Se colocarán según recomendaciones del fabricante.

Por lo tanto, una vez construido y afianzado el escudo metálico (túnel liner) y endurecido el mortero entre el escudo y el terreno natural, se procederá a la conformación del revestimiento. A continuación se indica la secuencia del trabajo:

- Se debe limpiar completamente el interior del tramo de túnel liner construido.
- Disponer la malla de acero tipo ACMA C139 amarrada en todo el perímetro interior y contra el túnel liner.
- Disponer y alinear los moldajes interiores circulares metálicos con el diámetro de terminación deseado de acuerdo a la modulación establecida.
- Control y aprobación topográfica de los tramos a hormigonar, incluyendo sus juntas.
- Asegurar la posición del moldaje en su ubicación de diseño, mediante adecuados sistemas de pernos posicionadores u otros elementos de probada eficacia.
- Bombeo a presión del hormigón H25. Considerar que este deberá ser a presión controlada y con inyección distribuida a lo largo del módulo. Deberá mantenerse la evacuación del aire, evitando la formación de bolsas de aire.
- Descimbre de los moldajes.
- Tratamiento de orificios y juntas.

#### 7.6.5 Tolerancias

Previo al inicio de la construcción del revestimiento de hormigón al interior del Túnel Linner, se deberá realizar la entrega de la estructura del Túnel Linner, con remates de colocación de pernos faltantes, certificación de apriete de pernos y limpieza de la superficie, según protocolo respectivo.

La tolerancia en las dimensiones de conjunto Linner-hormigón (incluye posición de la plancha galvanizada y espesor de la sección de hormigón), será de  $\pm 1,5$  cm para el caso de revestimiento interior y malla ACMA, y de  $\pm 1,0$  cm para tubos de hormigón armado ejecutados dentro del Linner (zonas con napa).

Se aceptará una tolerancia en las cotas de radier especificadas en el proyecto, de 1,0 cm con controles topográficos entre cámaras no mayor a 500 m. Este criterio se aplicará para todos los ductos y cámaras.

#### 7.7 CÁMARAS DE INSPECCIÓN TIPO

Las Cámaras Tipo se han designado y deberán ejecutarse de acuerdo con nomenclatura y especificaciones del plano DOS tipo Hbe-1 de ex - SENDOS y el cuadro de cámaras del proyecto. Se ubicarán conforme a lo indicado en los planos de Planta y Perfiles Longitudinales del proyecto.

Todos los hormigones se confeccionarán y colocarán atendiendo a lo indicado en los planos tipo y tendrán las dosificaciones mínimas indicadas en ellos. Los radieres, pies derechos, conos y chimeneas se ejecutarán con hormigón H-25.

Los radieres se estucarán con mortero de 510 kg cm por m<sup>3</sup> de argamasa, hasta 0,20 m como mínimo sobre la parte más alta de la banqueta. La parte interior de las cámaras que no lleve estuco

deberá quedar con la superficie lisa, debiéndose usar molde metálico o de madera revestido con metal.

Las losas de hormigón armado de las cámaras tipo b y especiales serán confeccionados con hormigón tipo H-30.

En la cara inferior de cada tapa se pintará con rojo el número de las cámaras que corresponda, según el plano del proyecto. No se dejarán canaletas para empalmes por construirse en el futuro.

El diámetro interior del cuerpo será de 1.800 mm ó 1300 mm (1200 para prefabricados) según el diámetro de la tubería.

En el caso de hormigones que deban adherirse a hormigones existentes, deberá efectuarse un picado cuidadoso de la estructura existente, dejando armaduras de empalme de 40 cm mínimo de longitud.

El presente ítem incluye el suministro de todos los materiales requeridos para la correcta construcción de las cámaras, como asimismo toda la mano de obra, equipos y herramientas.

### **7.8 TAPA DE CÁMARA TIPO CALZADA**

Las tapas se ejecutarán y colocarán de acuerdo con el plano tipo EMOS N°401-01 (hormigón armado). Se incluye la armadura metálica con su relleno de hormigón de 425 kg-cm/m<sup>3</sup>, estuco de 595 kg-cm/m<sup>3</sup> de argamasa y anillo de fierro fundido de 82 kg de peso aproximado. La colocación del anillo está incluida en la confección de las cámaras.

### **7.9 ESCALINES**

Los escalines serán de fierro galvanizado de ¾", y se colocarán en la cantidad y ubicación que indiquen los planos del proyecto. Se usará fierro galvanizado en baño, rechazándose electrolítico.

En el caso de elementos prefabricados (chimeneas, conos y cuerpos), las perforaciones de éstos deben ser hechos en la fábrica. Estas perforaciones se rellenan con adhesivo epóxico, tras lo cual se procede a introducir la pata del escalín.

En el caso de cámaras hormigonadas en obra, las perforaciones se realizarán 14 días después del hormigonado.

Para mantener los escalines aplomados y horizontales, se colocarán guías verticales a ambos costados, que permitirán verificar que el escalín se introdujo a la profundidad correcta y servirá para amarrar el escalín durante el fragüe del adhesivo.

No se someterán a carga los escalines por un período mínimo de 7 días desde su colocación.

### **7.10 SUMIDERO DE AGUAS LLUVIAS TIPO**

Deberá asentarse en terreno no removido. En caso contrario, se harán los rellenos necesarios para su estabilidad, con hormigón de 127,5 kg cm por m<sup>3</sup> de concreto.

Las tuberías para los sumideros y el movimiento de tierra correspondiente están incluidos en los capítulos pertinentes.

Los sumideros se ejecutarán de acuerdo con el plano correspondiente del proyecto. Los estucos tendrán 1 cm de espesor y serán de 510 kg cm por m<sup>3</sup> de argamasa y alisados con cemento puro.

El fierro para las rejillas y demás deberá cumplir con lo establecido en el “Pliego para la construcción de Alcantarillado”. No se aceptarán sopladuras ni fallas de ninguna especie, ni podrán éstas repararse con plomo u otro material.

Se incluye para el sumidero: excavación, relleno y retiro de excedentes, rotura de pavimentos, suministros de materiales para hormigones y estucos, fierro y toda la mano de obra, incluso la colocación de la rejilla. La confección de cámaras de acceso de los sumideros, incluye el suministro y la colocación de la tapa con su anillo.

### **7.11 ZANJAS DE INFILTRACIÓN**

Las zanjas de infiltración son obras longitudinales, con una profundidad recomendada del orden de 1 a 3 m, que reciben el agua en toda su longitud, interceptando el flujo superficial de una tormenta y evacuándolo mediante infiltración al subsuelo.

Esta partida incluye los trabajos de excavación, rellenos, geotextiles, material granular de relleno o celdas de infiltración, tuberías y todos los accesorios necesarios para la construcción de la zanja de infiltración. No se considera que forman parte de esta sección, las obras de hormigón armado, hormigón simple, cámaras, y elementos accesorios como escalines y tapas.

#### **7.11.1 Materiales**

- Geotextil
- Relleno Granular
- Tubería (Hormigón, PVC, HDPE)
- Relleno Cubierta
- Celdas de Infiltración (opcional)

#### **7.11.2 Procedimientos de Trabajo**

Es indispensable que durante la etapa de construcción de una zanja de infiltración se sigan las recomendaciones y se efectúen ciertos controles para asegurar el adecuado funcionamiento de la obra.

##### **7.11.2.1 Control de los aportes de tierra desde zonas cercanas**

Evitar los aportes de tierra hacia la zanja mientras dura la realización del proyecto, para lo cual se debe poner en servicio la zanja dentro de las últimas etapas de la construcción de la obra si ella está incluida en un programa de construcción más amplio. En caso de ser necesario se debe instalar una solución transitoria en el lugar para recoger y evacuar las aguas lluvias. Además hasta que no se encuentren totalmente terminadas es conveniente separar el drenaje desde las superficies que producen los finos (áreas verdes, zonas con tierra) de las superficies impermeables drenadas por la zanja.

### 7.11.2.2 Control de las dimensiones

Es importante respetar las dimensiones (profundidad y longitud de la zanja, y cotas del fondo) estimadas a partir del estudio hidráulico. Una reducción de las dimensiones disminuirá el volumen de almacenamiento y la superficie de infiltración. Si las dimensiones son cambiadas durante la construcción, se deberán evaluar las consecuencias de esta modificación.

En caso de instalarse tuberías de distribución del agua en el interior de la zanja, o drenes de rebase, se debe controlar la pendiente y alineación del dren durante su instalación, antes de que queden totalmente tapados por el relleno de la zanja. Se deben tomar precauciones para evitar que el dren se desplace, colapse o se rompa, durante el relleno o luego de la puesta en marcha de la obra. En la recepción de la construcción se debe asegurar un buen funcionamiento de los drenes, haciendo pruebas que verifiquen su alineación entre las cámaras.

### 7.11.2.3 Control de la calidad de los materiales

Los materiales utilizados en el interior de la zanja deben tener una porosidad útil suficiente para evitar que el volumen de almacenamiento disminuya. Esta se debe verificar con ensayos de laboratorio antes de acopiar el material para el relleno. Además estos materiales deben ser limpios, preferentemente lavados, ya que la presencia de finos en el material de relleno puede provocar la colmatación prematura de la zanja.

La colocación en terreno de los filtros geotextiles requiere algunos cuidados especiales. Entre otros se debe verificar el correcto recubrimiento de las telas de geotextil y su instalación en la obra, evitar los desgarros del material debidos a enganches en máquinas de la construcción o asperezas en el terreno. Evitar la presencia de finos que provoquen una colmatación prematura del geotextil.

### 7.11.2.4 Control del avance de la obra

La realización de las zanjas no demanda una técnica particular, ya que se efectúa de manera similar a la colocación de una red de drenaje tradicional. Durante la realización se deben efectuar controles para evitar fallas en la obra. Si la zanja es muy larga, se puede efectuar rellenos y terminaciones a medida que se avanza con la obra, evitando que las excavaciones queden expuestas durante tiempos prolongados.

### 7.11.2.5 Control al final de la realización

Para constatar el adecuado funcionamiento hidráulico de la zanja, es necesario verificar su capacidad de almacenamiento y de infiltración mediante ensayos de relleno y de infiltración en terreno. Para ello son muy útiles los pozos de observación.

## 7.12 POZOS DE INFILTRACIÓN

Los pozos de infiltración consisten en excavaciones normalmente cilíndricas de profundidad variable, que pueden estar rellenas o no de material, y permiten infiltrar el agua de lluvia directamente al suelo en espacios reducidos.

Esta partida incluye los trabajos de excavación, rellenos, geotextiles, material granular de relleno o celdas de infiltración, tuberías y/o camisas de revestimiento, y todos los accesorios necesarios para

la construcción del pozo de infiltración. No se considera que forman parte de esta sección, las obras de hormigón armado, hormigón simple, cámaras, y elementos accesorios como escalines y tapas. Tampoco se consideran las tuberías de alimentación y conexión.

### 7.12.1 Materiales

- Geotextil
- Relleno Granular
- Tubería Hormigón Simple y/o Tubería de Acero Corrugado para encamisado de revestimiento.
- Relleno de cubierta.
- Celdas de Infiltración (opcional).

### 7.12.2 Procedimientos de trabajo

Los pozos de infiltración no demandan técnicas especiales, sin embargo, ciertos aspectos deben ser examinados con precaución.

### 7.12.3 Aportes de suelo de las zonas cercanas

Se recomienda evitar todo aporte de tierra hacia el pozo durante la construcción con el fin de limitar la colmatación en superficie o en profundidad. Para ello se procurará poner en servicio el pozo dentro de las últimas etapas de la construcción de la obra si forma parte de una faena de mayor envergadura. Si es necesario se debe instalar una solución transitoria en el lugar para recoger y evacuar las aguas lluvias. También es conveniente separar las superficies que producen los finos de las superficies impermeables drenadas por los pozos.

### 7.12.4 Control de las dimensiones

Es importante respetar las dimensiones estimadas a partir del estudio hidráulico, con la finalidad de responder a los objetivos fijados. Se examinarán particularmente la profundidad y la sección transversal.

### 7.12.5 Calidad de los materiales

Se recomienda verificar la porosidad eficaz del material antes de comenzar el relleno, con el fin de evitar una reducción del volumen de almacenamiento. Para el relleno se requieren materiales limpios y en lo posible previamente lavados.

### 7.12.6 Control durante la realización

La construcción de los pozos no demanda una atención particular. Los pozos pueden ser realizados manualmente o mecánicamente por medio de palas mecánicas dependiendo de sus dimensiones. Deben tomarse precauciones para evitar los derrumbes y en caso necesario considerar la entibación.

El diámetro y la profundidad de los pozos deben ser controlados para asegurar las capacidades de almacenamiento e infiltración previstas en el diseño.

La colocación en las paredes y fondo del pozo de filtros geotextiles requiere algunos cuidados especiales.

Entre otros se debe verificar el correcto recubrimiento de las telas de geotextil y su instalación en la obra, evitar los desgarros del material debidos a enganches en máquinas de la construcción o asperezas en el terreno. Evitar la presencia de finos que provoquen una colmatación prematura del geotextil. El geotextil puede sujetarse con el mismo material de relleno del pozo y colocarse a medida que avanza éste.

#### 7.12.7 Control al final de la realización

Una vez finalizada la construcción se debe constatar el buen funcionamiento hidráulico del pozo y de sus elementos anexos, para lo cual se puede verificar la capacidad de almacenamiento y vaciamiento simultáneamente llenándolo controladamente de agua y midiendo los tiempos en que baja el nivel del agua entre dos marcas prestablecidas, empleando para ello el tubo piezométrico.

### 7.13 OBRAS DE HORMIGÓN ESTRUCTURAL CON MOLDAJE

Se refiere a la confección, colocación, curado y control de los hormigones previstos en cualquier estructura de hormigón armado que pueda desarrollarse dentro del proyecto.

#### 7.13.1 Materiales

- **Agua y Cemento:** El cemento se ajustará a lo dispuesto en las Secciones 5.601 y 5.902 del MC-V5. El agua a lo señalado en el Método LNV 101.
- **Áridos:** Cumplirán con lo dispuesto en el párrafo 5.907.2 del MC-V5 en el Método LNV 63.

#### 7.13.2 Procedimiento de Trabajo

Los hormigones estructurales se construirán en conformidad con lo señalado en la Sección 5.601 del MC-V5, para el tipo y calidad previsto para cada obra o parte de ella, en los planos y demás documentos del Proyecto.

Las mezclas deberán ejecutarse por medios mecánicos y de dosificarán en peso. Los acopios se formarán sobre superficies parejas, compactadas e imprimadas.

Antes de preparar cualquier tipo de hormigón el Contratista deberá someter a la aprobación de la Inspección la dosificación que pretende usar, con muestras representativas de los materiales a emplear.

Los moldajes deberán ser estancos, firmes y estar contruidos de manera que las superficies resultantes cumplan con el acápite 5.601.503 para terminación Clase 1. El retiro de los moldes de ajustará al acápite 5.601.502. Cuando se concrete contra terreno, la superficie de él se cubrirá con polietileno.

Se distinguirán en esta obra los siguientes grados de hormigón estructural de acuerdo a lo definido en NCh 170.CR81 y cuyo uso será necesario en el presente proyecto.

**Tabla 7.13.1**  
Resistencia Especificada

Grado	Kgf/m2	MPa
H-5	50	5
H-20	200	20
H-25	250	25
H-30	300	30

En el caso de que se registren resistencias deficientes, se usará el siguiente procedimiento para el cobro de multas:

**Condiciones de Evaluación**

Mínimo 3 muestras:

$$f_3 > f_c + K_1$$

$$f_1 > f_0 = f_c - K_2$$

**Ecuación 7.13.1**

- $f_3$  = Resistencia media móvil de 3 muestras consecutivas (Mpa)
- $f_c$  = Resistencia especificada (Mpa)
- $f_i$  = Resistencia individual de cada muestra (Mpa)
- $f_0$  = Límite inferior para la resistencia  $f_i$  de cada muestra (Mpa)
- $K_1$  = (10% de F.D.)
- $K_2$  = 3,5 (10% de F.D.)

**Incumplimiento**

- Si  $f_3 < f_c + k_1$  y  $f_1 > f_0$  Se debe aplicar tabla de multas.
- Si  $f_i < f_0$  se debe extraer tres testigos por cada  $f_i$  defectuoso

El hormigón se considera aceptable si el promedio de los 3 testigos es igual o superior a 0,85  $f_c$  y cada resultado es igual o superior a 0,75  $f_c$ . Este muestreo será con cargo al Contratista.

Las resistencias del hormigón a los 28 días se determinarán sobre muestras extraídas según Método LNV 78 y 79.



**Tabla 7.13.2**  
Multas Hormigón

Valor de A=(Fc-F3) Mpa	% Multa Respecto Volumen Representado
0 < A < 1,5	10 <sup>a</sup>
1,5 < A < 2,0	15 + 14 (A-1,5)
2,0 < A < 2,5	22 + 16 (A-2,0)
2,5 < A < 3,0	30 + 40 (A-2,5)
3,0 < A < 3,5	50 + 100 (A-3,0)

**Moldaje**

Para los casos que corresponda y a modo general, se describirán todos los procedimientos y para la ejecución y colocación de moldajes en obra.

- **Descripción**

Las obras comprendidas en esta actividad consisten en el suministro de todos los materiales y todas las faenas de confección y colocación de los moldajes, alzaprimas, andamios, carreras, amarras, fijaciones, desmoldantes y, en general, todo lo necesario para ejecutar los encofrados que servirán para moldear el hormigón de las estructuras, conforme a los alineamientos, cotas y dimensiones especificadas en los planos de detalle.

- **Ejecución**

El Contratista deberá considerar el suministro de todo el equipo, mano de obra, materiales, herramientas, transporte a cualquier distancia, etc., así como todas las operaciones y actividades, incluyendo imprevistos, que sean necesarios para la total y satisfactoria terminación de los trabajos descritos y especificados.

- **Materiales**

Los moldajes podrán ser de madera, metálicos o de una combinación de madera y metal.

La madera usada deberá ser de buena calidad, sin presentar agujeros producidos por nudos sueltos, fisuras, hendiduras, torceduras u otros defectos que puedan afectar el buen servicio del moldaje.

En el caso de moldajes metálicos, las planchas usadas deberán ser de un espesor tal, que los moldes permanezcan indeformables. Todos los pernos serán de cabeza perdida. Las grapas, pasadores y otros dispositivos de conexión deberán ser diseñados para mantener los moldes rígidamente juntos y para permitir su retiro sin daños en el concreto.

Los moldes metálicos deberán mantenerse libres de óxido, grasa u otras materias extrañas que puedan afectar el hormigón.

En general los moldes deberán ser resistentes, estables y rígidos, y garantizar la estanqueidad de las juntas entre sus elementos.

- **Confección**

El Contratista deberá presentar planos detallados de los moldes, alzaprimados, andamios y carreras que se propone utilizar, debiendo ser aprobados por la ITO antes de proceder a su confección.

En el diseño del moldaje deberá considerarse tanto las cargas estáticas como las dinámicas provenientes de las faenas de colocación y vibrado del hormigón.

Los largueros y vigas para sostener los moldes deberán diseñarse en forma tal, que la deflexión bajo plena carga no sobrepase de 1/500 del tramo, para lo cual deberán contemplarse las contraflechas adecuadas.

Todos los sistemas de soportes del moldaje deberán contar con dispositivos que permitan su retiro sin golpes que puedan dañar la estructura.

En general los moldes deberán disponer de bordes achaflanados con el objeto de no dejar cantos vivos al descubierto.

- **Colocación**

Los soportes del moldaje deberán ser fundados con elementos que aseguren su firmeza e indeformabilidad. Estos elementos serán diseñados para, soportar la carga máxima a que puedan ser sometidos. Todos los sistemas de soporte deberán construirse de modo que permitan un descimbre seguro y fácil, para lo cual se apoyarán en cuñas, cajas de arena, tornillos u otros dispositivos adecuados.

Los arriostramientos deberán evitar todo movimiento de los moldes durante las etapas de colocación y fraguado del hormigón.

Los moldes deberán ser tratados con agentes desmoldantes que aseguren un fácil retiro, sin deterioro y sin que incorporen a la superficie del hormigón.

Previo a la colocación del hormigón, el moldaje deberá ser mojado en todos sus costados.

Los moldes usados con anterioridad deberán ser aprobados por la ITO para utilizarse nuevamente, verificando la limpieza de todo el hormigón adherido a las superficies y su rigidez.

Cualquier tipo de amarra metálica utilizada deberá retirarse, por lo menos 0,05 m desde la superficie del hormigón. Una vez retirado el moldaje se procederá a rellenar las cavidades resultantes con un mortero de cemento, de modo tal que la superficie del hormigón quede sana, lisa, pareja y de color uniforme. No se aceptará el uso de amarras ordinarias de alambre.

**Tabla 7.13.3**  
Moldaje Hormigón

Moldaje	Plazo en Días	
	Cemento Corriente	Alta Resistencia
Costados de muros, vigas o elementos no solicitados	2	1
Costados de pilares o elementos solicitados por peso propio o cargas externas	5	3
Fondos, cimbras, puntales y arriostramiento de vigas y losas	16	10

Cuando la temperatura ambiente sea menor que 5° C, el desmolde se efectuará bajo las siguientes condiciones:

- Los plazos mínimos indicados se deben empezar a contar una vez finalizados los plazos de protección del hormigón.
- Los fondos, cimbras, puntales y arriostramientos de vigas y losas se podrán retirar cuando el hormigón haya alcanzado una resistencia igual o mayor a la especificada, (f'c).

La resistencia se controlará en probetas especiales curadas en las condiciones de la obra.

Cuando se presente una situación de alta temperatura, igual o superior a 30° C a la sombra, fuertes vientos, baja humedad relativa, o una combinación de ellas, el moldaje debe soltarse tan pronto como sea posible sin dañar el hormigón y regar las superficies expuestas del hormigón de modo que el agua corra dentro del moldaje.

Los plazos de desmolde podrán disminuirse bajo las siguientes condiciones, cuando:

- Lo apruebe la Inspección.
- La resistencia de probetas especiales, curadas en las condiciones de la obra, haya alcanzado la resistencia especificada, (f'c), cuando la estructura deba soportar cargas de inmediato; o se tenga un porcentaje suficiente de f'c, cuando sólo sea para efectuar operaciones que no produzcan cargas.
- El desmolde se haga sin producir deterioros en el hormigón.